



**Universidad
Indoamérica**

CARRERA DE ARQUITECTURA

REDISEÑO

Bioclimático de la infraestructura educativa del Liceo Oxford del cantón
Salcedo

David Raul Villacis Arias



FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y ARTES
CARRERA DE ARQUITECTURA

TEMA

REDISEÑO BIOCLIMÁTICO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA DEL LICEO OXFORD DEL CANTÓN SALCEDO

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Arquitecto

Autor:

David Raul Villacis Arias.

Tutor:

Darío Fernando Bustán Gaona

AMBATO - ECUADOR
2025

AUTORIZACIÓN

del autor

Yo David Raul Villacis Arias Hombre, declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular con el nombre **"REDISEÑO BIOCLIMÁTICO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA DEL LICEO OXFORD DEL CANTÓN SALCEDO"**, como requisito para optar al grado de Arquitecto y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo. Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios. Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Ambato, a los 23 días del mes de octubre de 2025, firmo conforme:

David Raul Villacis Arias
0503090078

DECLARACIÓN

de autenticidad

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de integración curricular con el tema: **"REDISEÑO BIOCLIMÁTICO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA DEL LICEO OXFORD DEL CANTÓN SALCEDO"**, como requerimiento previo para la obtención del Título de Arquitecto, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Ambato, 23 de octubre de 2025

David Raul Villacis Arias
0503090078

APROBACIÓN

del tutor

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular "REDISEÑO BIOCLIMÁTICO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA DEL LICEO OXFORD DEL CANTÓN SALCEDO" presentado por DAVID RAUL VILLACIS ARIAS, para optar por el Título de Arquitecto.

CERTIFICO

Que dicho trabajo de Integración Curricular ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte los Lectores que se designe.

Ambato, 23 de octubre de 2025.

Darío Fernando Bustán Gaona
1103352504

CERTIFICACIÓN

de lectora

El trabajo de Integración Curricular sobre el tema: "REDISEÑO BIOCLIMÁTICO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA DEL LICEO OXFORD DEL CANTÓN SALCEDO", ha sido recibido y leído, por lo cual se certifica que puede continuar con el proceso de sustentación.

Ambato, 23 de octubre de 2025

Luis Enrique Soria Pazmiño
1802630713

Luis Manuel Fernandez Delgado
1756769897

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, pilares fundamentales de mi vida, quienes con su esfuerzo, ejemplo y amor incondicional me han acompañado en cada paso de mi formación. Gracias por enseñarme que la perseverancia, la honestidad y el sacrificio son los valores que forjan verdaderos logros.

A mi familia entera, por ser mi refugio en los momentos difíciles y mi mayor motivo de alegría en cada triunfo alcanzado. Su apoyo constante, sus palabras de aliento y su paciencia en los días de cansancio fueron la fuerza que me impulsó a continuar cuando parecía imposible.

De manera muy especial a mi abuelita, quien con su apoyo incondicional, su ternura y sus sabios consejos me acompañó en este camino. Su presencia ha sido un aliento permanente y un recordatorio de que el amor verdadero se demuestra en los pequeños gestos de cada día.

A mis maestros, quienes con su guía y dedicación me transmitieron no solo conocimientos académicos, sino también la pasión por aprender y la convicción de que el esfuerzo transforma realidades.

Y a Dios, fuente de vida, sabiduría y esperanza, por concederme salud, fortaleza y claridad en los momentos de incertidumbre. A Él encomiendo este logro, fruto de años de constancia, disciplina y fe.

AGRADECIMIENTO

A mis padres, por ser el cimiento de mi formación y por acompañarme con amor, entrega y ejemplo en cada etapa de este camino. Su constancia, valores y apoyo incondicional han sido la fuerza que me sostuvo en los momentos más exigentes.

A mi familia, por estar siempre presente, por su comprensión, palabras de aliento y por celebrar conmigo cada avance, por pequeño que fuera. Su cariño ha sido refugio y motivación constante.

A mi abuelita, cuyo amor silencioso y sabios consejos han dejado una huella profunda en este proceso. Su ternura y compañía fueron un bálsamo en los días difíciles y un recordatorio diario de que los gestos sencillos también construyen grandes logros.

A quienes me guiaron en el camino académico, especialmente a mis maestros, por compartir más que conocimientos: pasión, compromiso y visión. Su labor ha sido fundamental en mi crecimiento personal y profesional.

Y a Dios, fuente de vida y esperanza, por iluminar mi camino, fortalecer mi espíritu y sostenerme en los momentos de duda. Este logro es también resultado de la fe, la disciplina y la perseverancia que Él me enseñó a cultivar.

RESUMEN

ejecutivo

El proyecto de rediseño bioclimático de la infraestructura educativa del Liceo Oxford del cantón Salcedo surge de la necesidad urgente de mejorar las condiciones térmicas, lumínicas y de ventilación de sus aulas y espacios comunes. Actualmente, la institución refleja las mismas limitaciones que muchos centros educativos en la región andina, donde el diseño arquitectónico no responde a criterios de sostenibilidad ni de confort ambiental, lo que afecta el rendimiento académico, la salud y la eficiencia energética. El estudio plantea como objetivo general proponer un rediseño bioclimático basado en estrategias, apoyado en herramientas de diagnóstico como la fotogrametría 2D y 3D, además de simulaciones de comportamiento térmico. Entre los objetivos específicos se incluyen la identificación de deficiencias ambientales, el análisis físico y climático del entorno escolar y la generación de soluciones contextualizadas que optimicen el ambiente educativo. La propuesta de valor incorpora estrategias como ductos de luz para mejorar la iluminación natural, sistemas pasivos de confort térmico mediante aislamiento y ventilación cruzada, muros verdes que regulan la temperatura y calidad del aire, sistemas de recolección de agua lluvia para riego y limpieza, y paneles solares que promueven la eficiencia energética. Estas soluciones reducen la dependencia de sistemas artificiales, disminuyen costos operativos y fomentan una cultura institucional de sostenibilidad. En conclusión, el rediseño bioclimático del Liceo Oxford no solo transformará los espacios físicos en entornos saludables y estimulantes para el aprendizaje, sino que también constituirá una pauta replicable de arquitectura educativa sostenible en la provincia de Cotopaxi y en el país, la misma que se puede complementar con más estudios.

DESCRIPTORES: Ambiente escolar, confort térmico, diseño pasivo, infraestructura educativa, sostenibilidad.

ABSTRACT

The bioclimatic redesign project of the educational infrastructure at "Liceo Oxford" in the district of Salcedo addresses the urgent need to enhance the thermal, lighting, and ventilation conditions of classrooms and communal areas. Like many schools in the Andean region, the institution's current architectural design lacks sustainability criteria and environmental comfort, directly influencing students' academic performance, health, and the school's energy efficiency. This study sets out to propose a bioclimatic redesign through strategies informed by diagnostic tools such as 2D and 3D photogrammetry and thermal behaviour simulations. Specific objectives include identifying environmental shortcomings, conducting a physical and climatic analysis of the school context, and generating contextualised solutions to optimise the educational environment. The value proposition integrates strategies such as light ducts to maximise natural illumination, passive thermal comfort systems based on insulation and cross ventilation, green walls for temperature regulation and air quality improvement, rainwater harvesting systems for irrigation and cleaning, and solar panels to promote energy efficiency. These interventions aim to reduce reliance on artificial systems, lower operational costs, and foster a culture of institutional sustainability. Ultimately, the proposed bioclimatic redesign of "Liceo Oxford" not only seeks to transform physical spaces into healthier and more stimulating learning environments but also aspires to serve as a replicable model of sustainable educational architecture within the province of Cotopaxi and across Ecuador.

KEYWORDS: School environment, thermal comfort, passive design, educational infrastructure, sustainability.

ÍNDICE

de contenidos

CONTENIDO	
INTRODUCCIÓN	14
Contextualización	14
Árbol de problemas	15
Justificación	15
ESTADO DE ARTE	17
tabla resumen ESTADO DE ARTE	18
Marco teórico	18
red conceptual	22
Marco legal	23
MARCO METODOLÓGICO	25
aplicación de metodología objetivo 1	28
MATRIZ INSIGHT	29
LÍNEA DE TIEMPO	29
levantamiento estado actual	30
aplicación de metodología objetivo 2	30
ANÁLISIS TÉRMICO - CÁMARA TÉRMICA	30
ANÁLISIS TÉRMICO GRÁFICO DE BARRAS	31
ANÁLISIS TÉRMICO por franjas horarias	32
ANÁLISIS TÉRMICO series temporales multiples	32
ANÁLISIS TÉRMICO materiales	33
ENTREVISTAS	34
nARRATIVA GRÁFICA ENTREVISTAS	38
bitACORA FOTOGRÁFICA	39
Matriz insight	40
Conclusiones parciales	40
aplicación de metodología objetivo 3	41
rENDER propuesta de diseño	41
render perspectivo 2	41
IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA 1: CONFORT TÉRMICO	42
D1	42
D1	42
ESTRATEGIA 1	42
D1: ESTRATEGIA DE CONFORT TÉRMICO	42
IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA 2: DUCTOS DE ILUMINACIÓN	43
D2	43
D2	43
D2: ESTRATEGIA - DUCTOS DE ILUMINACIÓN	43
ESTRATEGIA 2	43
IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA 3: MURO VERDE	44
D3	44
D3	44
ESTRATEGIA 3	44
D3: ESTRATEGIA DE MURO VERDE	44
IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA 4: RECOLECCIÓN DE AGUA LLUVIA	45
D4	45
D4	45
ESTRATEGIA 4	45
D4: ESTRATEGIA DE RECOLECCIÓN DE AGUA LLUVIA	45
IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA 5: PANELES SOLARES	46
D5	46
D5	46
D5: ESTRATEGIA DE PANELES SOLARES	46
ESTRATEGIA 5	46
PANELES SOLARES PARA UNIDAD EDUCATIVA LICEO OXFORD	47
simulación programa design builder	47
Documentación de datos obtenidos del programa	47
Paso 1.- Levantamiento 3D del proyecto, mediante el uso de una base Cad D	47
Paso 2.- Levantamiento de espacios internos, muros divisorios y configuración de vanos para puertas y ventanas en PB - PA	47
Paso 3.- Configuraciones generales para plantilla base tomando como referencia	

un aula de clases de la carpeta universidades y colegios registrada en el programa	48
Paso 4.- Configuraciones de materiales para su posterior simulación (ESTADO ACTUAL)	48
Paso 5.- Visualización de modelo según los materiales configurados	49
configuración ductos de iluminación	49
configuración de materiales propuestos	50
simbología modelo propuesto	52
adatos para simulación por estaciones	52
ILUMINANCIA SEP- NOV 7:00 am	59
ILUMINANCIA SEP- NOV 7:00 am	61
ILUMINANCIA SEP- NOV 10:00 am	65
ILUMINANCIA SEP- NOV 10:00 am	67
ILUMINANCIA SEP- NOV 12:00 am	71
ILUMINANCIA SEP- NOV 12:00 am	73
ILUMINANCIA SEP- NOV 14:00 Pm	77
ILUMINANCIA SEP- NOV 14:00 Pm	79
ILUMINANCIA JUN-AGO 7:00 Am	87
ILUMINANCIA jun-agos 7:00am	89
Planta Alta - Estado Actual	89
ILUMINANCIA JUN-AGO 10:00 Am	93
ILUMINANCIA jun-agos 10:00am	95
Planta Alta - Estado Actual	95
ILUMINANCIA JUN-AGO 12:00 Am	99
ILUMINANCIA jun-agos 12:00am	101
Planta Alta - Estado Actual	101
ILUMINANCIA JUN-AGO 14:00 Pm	105
ILUMINANCIA jun-agos 14:00Pm	107
Planta Alta - Estado Actual	107
ILUMINANCIA MAR-MAY 7:00 Am	115
ILUMINANCIA MAR-MAY 7:00Am	117
Planta Alta - Estado Actual	117
ILUMINANCIA MAR-MAY 10:00 Am	121
ILUMINANCIA MAR-MAY 10:00Am	123
Planta Alta - Estado Actual	123
ILUMINANCIA MAR-MAY 12:00 Am	127
ILUMINANCIA MAR-MAY 12:00Am	129
Planta Alta - Estado Actual	129
ILUMINANCIA MAR-MAY 14:00 Pm	133
ILUMINANCIA MAR-MAY 14:00Pm	135
Planta Alta - Estado Actual	135
ILUMINANCIA DIC-FEB 7:00 Am	143
ILUMINANCIA DIC-FEB 7:00Am	145
Planta Alta - Estado Actual	145
ILUMINANCIA DIC-FEB 10:00 Am	149
ILUMINANCIA DIC-FEB 10:00Am	151
Planta Alta - Estado Actual	151
ILUMINANCIA DIC-FEB 12:00 Am	155
ILUMINANCIA DIC-FEB 12:00Am	157
Planta Alta - Estado Actual	157
ILUMINANCIA DIC-FEB 14:00 Pm	161
ILUMINANCIA DIC-FEB 14:00Pm	163
Planta Alta - Estado Actual	163

ÍNDICE

de figuras

Figura01. Fotografía aérea de la zona de estudio	14	propuesta primavera sep-nov	52	10:00am	65	Figura161. Datos ganancias internas + solares - propuesta verano jun-agos	81
Figura02. Fotografía aérea de la zona de estudio	14	Figura62. Datos climáticos - propuesta primavera sep-nov	52	Figura113. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta estado actual - primavera	66	Figura163. Datos elementos constructivos y ventilación - estado actual verano jun-agos	82
Figura03. Árbol de problema	14	Figura63. Datos confort térmico - estado actual primavera sep-nov	53	Figura114. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta propuesta - primavera	67	Figura164. Datos consumos desglosados - estado actual verano jun-agos	82
Figura04. Variables independiente y dependiente	17	Figura65. Datos ganancias internas + solares - estado actual primavera sep-nov	53	Figura115. Diagrama solar estado actual - primavera 12:00am	68	Figura166. Datos elementos constructivos y ventilación - propuesta verano jun-agos	82
Figura05. Red conceptual	22	Figura64. Datos confort térmico - propuesta primavera sep-nov	53	Figura118. Incidencia solar oeste estado actual- primavera 12:00am	68	Figura165. Datos consumos desglosados - propuesta verano jun-agos	82
Figura06. Ingreso principal Unidad Educativa Liceo Oxford	25	Figura66. Datos ganancias internas + solares - propuesta primavera sep-nov	53	Figura121. Incidencia solar corte longitudinal estado actual- primavera 12:00am	68	Figura167. Datos consumos totales - estado actual verano jun-agos	83
Figura07. Matriz Insight Transformación climática local	28	Figura67. Datos elementos constructivos y ventilación - estado actual primavera sep-nov	54	Figura116. Incidencia solar cubierta estado actual - primavera 12:00am	68	Figura168. Datos emisiones de CO2 - estado actual verano jun-agos	83
Figura08. Línea de tiempo comparativa -Clima anual	28	Figura69. Datos consumos desglosados - estado actual primavera sep-nov	54	Figura119. Incidencia solar planta baja estado actual- primavera 12:00am	68	Figura170. Datos consumos totales - propuesta verano jun-agos	83
Figura09. Fotografía aérea Unidad Educativa Liceo Oxford	29	Figura68. Datos elementos constructivos y ventilación - propuesta primavera sep-nov	54	Figura122. Incidencia solar corte transversal estado actual- primavera 12:00am	68	Figura169. Datos emisiones de CO2 - propuesta verano jun-agos	83
Figura10. Recorrido 3d/360	29	Figura70. Datos consumos desglosados - propuesta primavera sep-nov	54	Figura117. Incidencia solar este estado actual- primavera 12:00am	68	Figura171. Diagrama solar estado actual - verano 7:00am	84
Figura11. Levantamiento fotogramétrico	29	Figura71. Datos consumos totales - estado actual primavera sep-nov	55	Figura120. Incidencia solar planta alta estado actual- primavera 12:00am	68	Figura174. Incidencia solar oeste estado actual- verano 7:00am	84
Figura12. Fotografía análisis térmico A1	29	Figura72. Datos emisiones de CO2 - estado actual primavera sep-nov	55	Figura123. Diagrama solar propuesta - primavera 12:00am	69	Figura177. Incidencia solar corte longitudinal estado actual - verano 7:00am	84
Figura13. Fotografía análisis térmico A2	29	Figura73. Datos consumos totales - propuesta primavera sep-nov	55	Figura126. Incidencia solar oeste propuesta - primavera 12:00am	69	Figura175. Incidencia solar planta baja estado actual- verano 7:00am	84
Figura14. Fotografía análisis térmico A3	29	Figura74. Datos emisiones de CO2 - propuesta primavera sep-nov	55	Figura129. Incidencia solar corte longitudinal propuesta- primavera 12:00am	69	Figura178. Incidencia solar corte transversal estado actual - verano 7:00am	84
Figura15. Fotografía análisis térmico A4	29	Figura75. Diagrama solar estado actual - primavera 7:00am	56	Figura124. Incidencia solar cubierta propuesta - primavera 12:00am	69	Figura172. Incidencia solar cubierta estado actual - verano 7:00am	84
Figura16. Fotografía análisis térmico A5	29	Figura78. Incidencia solar oeste estado actual- primavera 7:00am	56	Figura127. Incidencia solar planta baja propuesta - primavera 12:00am	69	Figura173. Incidencia solar este estado actual- verano 7:00am	84
Figura17. Fotografía análisis térmico A6	29	Figura81. Incidencia solar planta alta estado actual - primavera 7:00am	56	Figura130. Incidencia solar corte transversal propuesta - primavera 12:00am	69	Figura176. Incidencia solar planta alta estado actual- verano 7:00am	84
Figura18. Gráfico de barras de temperaturas registradas en una semana	30	Figura82. Incidencia solar corte transversal estado actual - primavera 7:00am	56	Figura125. Incidencia solar este propuesta - primavera 12:00am	69	Figura179. Diagrama solar propuesta - verano 7:00am	85
Figura19. Gráfico de análisis térmico por franjas horarias - por horario	31	Figura76. Incidencia solar cubierta estado actual - primavera 7:00am	56	Figura128. Incidencia solar planta alta propuesta- primavera 12:00am	69	Figura182. Incidencia solar oeste propuesta - verano 7:00am	85
Figura21. Gráfico de análisis térmico por franjas horarias - por material	31	Figura79. Incidencia solar planta baja estado actual - primavera 7:00am	56	Figura131. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja estado actual - primavera	70	Figura185. Incidencia solar corte longitudinal propuesta- verano 7:00am	85
Figura20. Gráfico series temporales multiples	31	Figura83. Diagrama solar propuesta - primavera 7:00am	57	Figura132. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja propuesta - primavera	71	Figura180. Incidencia solar cubierta propuesta - verano 7:00am	85
Figura22. Gráfico series temporales multiples	31	Figura86. Incidencia solar oeste propuesta - primavera 7:00am	57	Figura133. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta estado actual - primavera	72	Figura183. Incidencia solar planta baja propuesta - verano 7:00am	85
Figura23. Fotografías tomadas de los materiales de la zona de estudio	32	Figura89. Incidencia solar corte longitudinal propuesta- primavera 7:00am	57	Figura134. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta propuesta - primavera	73	Figura186. Incidencia solar corte transversal propuesta - verano 7:00am	85
Figura24. Narrativa gráfica entrevista	Nº1	Figura84. Incidencia solar cubierta propuesta - primavera 7:00am	57	Figura135. Diagrama solar estado actual - primavera 14:00pm	74	Figura181. Incidencia solar este propuesta - verano 7:00am	85
Figura25. Narrativa gráfica entrevista	Nº2	Figura87. Incidencia solar planta baja propuesta- primavera 7:00am	57	Figura138. Incidencia solar oeste estado actual- primavera 14:00pm	74	Figura184. Incidencia solar planta alta propuesta- verano 7:00am	85
Figura26. Narrativa gráfica entrevistas	37	Figura90. Incidencia solar corte transversal propuesta - primavera 7:00am	57	Figura141. Incidencia solar corte longitudinal estado actual- primavera 14:00pm	74	Figura187. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja estado actual - verano	86
Figura27. Matriz Insight objetivo 2	39	Figura85. Incidencia solar este propuesta- primavera 7:00am	57	Figura139. Incidencia solar planta baja estado actual- primavera 14:00pm	74	Figura188. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja propuesta - verano 7:00am	87
Figura28. Render perspectiva 1	40	Figura88. Incidencia solar planta alta propuesta- primavera 7:00am	57	Figura142. Incidencia solar corte transversal estado actual- primavera 14:00pm	74	Figura189. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta estado actual - verano	88
Figura29. Render perspectiva 2	40	Figura91. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja estado actual - primavera	58	Figura143. Incidencia solar planta alta estado actual- primavera 14:00pm	74	Figura190. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta propuesta - verano 7:00 am	89
Figura30. Estrategias para aulas (mantener confort térmico)	41	Figura92. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja propuesta - primavera	59	Figura144. Diagrama solar propuesta - primavera 14:00pm	75	Figura191. Diagrama solar estado actual - verano 10:00am	90
Figura31. Estrategias de ductos de iluminación	42	Figura93. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta estado actual - primavera	60	Figura146. Incidencia solar oeste propuesta - primavera 14:00pm	75	Figura194. Incidencia solar oeste estado actual- verano 10:00am	90
Figura32. Estrategias de muro verde	43	Figura94. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta propuesta - primavera	61	Figura149. Incidencia solar corte longitudinal propuesta - primavera 14:00pm	75	Figura197. Incidencia solar corte longitudinal estado actual - verano 10:00am	90
Figura33. Estrategias de recolección de agua lluvia	44	Figura95. Diagrama solar estado actual - primavera 10:00am	62	Figura147. Incidencia solar planta baja propuesta - primavera 14:00pm	75	Figura195. Incidencia solar planta baja estado actual- verano 10:00am	90
Figura34. Estrategias de paneles solares	45	Figura98. Incidencia solar oeste estado actual - primavera 10:00am	62	Figura150. Incidencia solar corte transversal propuesta - primavera 14:00pm	75	Figura198. Incidencia solar corte transversal estado actual - verano 10:00am	90
Figura35. Paneles solares	46	Figura101. Incidencia solar corte longitudinal estado actual - primavera 10:00am	62	Figura144. Incidencia solar cubierta propuesta - primavera 14:00pm	75	Figura192. Incidencia solar cubierta estado actual - verano 10:00am	90
Figura36. Vista renderizada propuesta Unidad Educativa Liceo Oxford	46	Figura96. Incidencia solar cubierta estado actual - primavera 10:00am	62	Figura145. Incidencia solar este propuesta - primavera 14:00pm	75	Figura193. Incidencia solar este estado actual- verano 10:00am	90
Figura37. Levantamiento 3D exterior en el programa	46	Figura99. Incidencia solar planta baja estado actual- primavera 10:00am	62	Figura148. Incidencia solar planta alta propuesta - primavera 14:00pm	75	Figura196. Incidencia solar planta alta estado actual- verano 10:00am	90
Figura38. Levantamiento 3D interior en el programa	46	Figura102. Incidencia solar corte transversal estado actual- primavera 10:00am	62	Figura151. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja estado actual - primavera	76	Figura199. Diagrama solar propuesta - verano 10:00am	91
Figura39. Configuraciones generales del programa	47	Figura97. Incidencia solar este estado actual - primavera 10:00am	62	Figura152. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja propuesta - primavera	77	Figura202. Incidencia solar oeste propuesta - verano 10:00am	91
Figura40. Configuraciones de mampostería exterior	47	Figura100. Incidencia solar planta alta estado actual- primavera 10:00am	62	Figura153. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta estado actual - primavera	78	Figura205. Incidencia solar corte longitudinal propuesta- verano 10:00am	91
Figura41. Configuraciones de mampostería interior	47	Figura103. Diagrama solar propuesta - primavera 10:00am	63	Figura154. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta propuesta - primavera	79	Figura200. Incidencia solar cubierta propuesta - verano 10:00am	91
Figura42. Configuraciones de cubierta plana	47	Figura106. Incidencia solar oeste propuesta- primavera 10:00am	63	Figura155. Datos generales temperatura, ganancias de calor y consumo energético	80	Figura203. Incidencia solar planta baja propuesta - verano 10:00am	91
Figura43. Configuraciones de cubierta inclinada	47	Figura109. Incidencia solar corte longitudinal propuesta- primavera 10:00am	63	- estado actual verano jun-agos	80	Figura206. Incidencia solar corte transversal propuesta - verano 10:00am	91
Figura44. Configuraciones de contrapiso	47	Figura104. Incidencia solar cubierta propuesta - primavera 10:00am	63	Figura156. Datos climáticos - estado actual verano jun-agos	80	Figura201. Incidencia solar este propuesta - verano 10:00am	91
Figura45. Configuraciones de cielo falso	47	Figura107. Incidencia solar planta baja propuesta- primavera 10:00am	63	Figura158. Datos generales temperatura, ganancias de calor y consumo energético	80	Figura204. Incidencia solar planta alta propuesta- verano 10:00am	91
Figura46. Configuraciones de losa	47	Figura110. Incidencia solar corte transversal propuesta- primavera 10:00am	63	- propuesta verano jun-agos	80	Figura207. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja estado actual - verano	92
Figura47. Configuraciones de puertas	47	Figura105. Incidencia solar este propuesta - primavera 10:00am	63	Figura159. Datos confort térmico - estado actual verano jun-agos	81	Figura208. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja propuesta - verano	93
Figura48. Axonometría materiales exteriores	48	Figura108. Incidencia solar planta alta propuesta- primavera 10:00am	63	Figura160. Datos ganancias internas + solares - estado actual verano jun-agos	81	Figura209. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta estado actual - verano	94
Figura49. Axonometría materiales interiores	48	Figura111. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja estado actual - primavera	64	Figura162. Datos confort térmico - propuesta verano jun-agos	81		
Figura50. Vista en planta ductos de iluminación	48	Figura112. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja propuesta - primavera					
Figura52. Axonometría de propuesta con ductos de iluminación	48						
Figura51. Dimensión de vanos para ductos	48						
Figura53. Configuración de mampostería exterior	49						
Figura54. Configuración de mampostería interior	49						
Figura55. Configuración cubierta plana	50						
Figura56. Configuración cubierta inclinada	50						
Figura57. Axonometría materiales exteriores propuestos	51						
Figura58. Axonometría materiales interiores propuestos	51						
Figura59. Datos generales temperatura, ganancias de calor y consumo energético - estado actual primavera sep-nov	52						
Figura61. Datos climáticos - estado actual primavera sep-nov	52						
Figura60. Datos generales temperatura, ganancias de calor y consumo energético -							

ÍNDICE

de figuras

Figura210. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta propuesta - verano 10:00 am.....	95	- propuesta otoño mar-may.....	108	Figura304. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja propuesta - otoño 10:00am.....	121	Figura345. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta estado actual - otoño 14:00pm.....	134
Figura211. Diagrama solar estado actual - verano 12:00am.....	96	Figura253. Datos climáticos - propuesta otoño mar-may.....	108	Figura305. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta estado actual - otoño 10:00am.....	122	Figura346. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta propuesta - otoño 14:00pm.	135
Figura214. Incidencia solar oeste estado actual - verano 12:00am.....	96	Figura255. Datos confort térmico - estado actual otoño mar-may.....	109	Figura306. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta propuesta - otoño 10:00am.	123	Figura347. Datos generales temperatura, ganancias de calor y consumo energético - estado actual invierno dic-feb.....	136
Figura217. Incidencia solar corte longitudinal estado actual- verano 12:00am.	96	Figura256. Datos ganancias internas + solares - estado actual otoño mar-may.	109	Figura307. Diagrama solar estado actual - otoño 12:00am.....	124	Figura348. Datos climáticos - estado actual invierno dic-feb.....	136
Figura212. Incidencia solar cubierta estado actual - verano 12:00am.	96	Figura258. Datos confort térmico - propuesta otoño mar-may.....	109	Figura310. Incidencia solar oeste estado actual - otoño 12:00am.....	124	Figura350. Datos generales temperatura, ganancias de calor y consumo energético - propuesta invierno dic-feb.....	136
Figura215. Incidencia solar planta baja estado actual - verano 12:00am.	96	Figura257. Datos ganancias internas + solares - propuesta otoño mar-may.	109	Figura313. Incidencia solar corte longitudinal estado actual- otoño 12:00am.	124	Figura349. Datos climáticos - propuesta invierno dic-feb.....	136
Figura218. Incidencia solar corte transversal estado actual - verano 12:00am.	96	Figura259. Datos elementos constructivos y ventilación - estado actual otoño mar-may.....	110	Figura311. Incidencia solar planta baja estado actual - otoño 12:00am.	124	Figura351. Datos confort térmico - estado actual invierno dic-feb.....	137
Figura213. Incidencia solar este estado actual - verano 12:00am.....	96	Figura260. Datos consumos desglosados - estado actual otoño mar-may.	110	Figura314. Incidencia solar corte transversal estado actual - otoño 12:00am.	124	Figura352. Datos ganancias internas + solares - estado actual invierno dic-feb.	137
Figura216. Incidencia solar planta alta estado actual- verano 12:00am.	96	Figura262. Datos elementos constructivos y ventilación - propuesta otoño mar-may.....	110	Figura309. Incidencia solar este estado actual - otoño 12:00am.....	124	Figura354. Datos confort térmico - propuesta invierno dic-feb.....	137
Figura219. Diagrama solar propuesta - verano 12:00am.....	97	Figura261. Datos consumos desglosados - propuesta otoño mar-may.	110	Figura312. Incidencia solar planta alta estado actual- otoño 12:00am.	124	Figura353. Datos ganancias internas + solares - propuesta invierno dic-feb.	137
Figura222. Incidencia solar oeste propuesta - verano 12:00am.....	97	Figura263. Datos consumos totales - estado actual otoño mar-may.	111	Figura315. Diagrama solar estado actual - otoño 12:00am.....	125	Figura355. Datos elementos constructivos y ventilación - estado actual invierno dic-feb.....	138
Figura225. Incidencia solar corte longitudinal propuesta- verano 12:00am.	97	Figura264. Datos emisiones de CO2 - estado actual otoño mar-may.	111	Figura318. Incidencia solar oeste estado actual - otoño 12:00am.....	125	Figura356. Datos consumos desglosados - estado actual invierno dic-feb.	138
Figura220. Incidencia solar cubierta propuesta - verano 12:00am.....	97	Figura266. Datos consumos totales - propuesta otoño mar-may.....	111	Figura321. Incidencia solar corte longitudinal estado actual- otoño 12:00am.	125	Figura358. Datos elementos constructivos y ventilación - propuesta invierno dic-feb.....	138
Figura223. Incidencia solar planta baja propuesta - verano 12:00am.	97	Figura265. Datos emisiones de CO2 - propuesta otoño mar-may.....	111	Figura322. Incidencia solar corte transversal estado actual - otoño 12:00am.	125	Figura359. Datos consumos totales - estado actual invierno dic-feb.	139
Figura226. Incidencia solar corte transversal propuesta - verano 12:00am.	97	Figura267. Diagrama solar estado actual - otoño 7:00am.....	112	Figura317. Incidencia solar este estado actual - otoño 12:00am.....	125	Figura360. Datos emisiones de CO2 - estado actual invierno dic-feb.	139
Figura221. Incidencia solar este propuesta - verano 12:00am.....	97	Figura270. Incidencia solar oeste estado actual - otoño 7:00am.....	112	Figura320. Incidencia solar planta alta estado actual- otoño 12:00am.	125	Figura362. Datos consumos totales - propuesta invierno dic-feb.....	139
Figura224. Incidencia solar planta alta propuesta- verano 12:00am.	97	Figura273. Incidencia solar corte longitudinal estado actual- otoño 7:00am.	112	Figura323. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja estado actual - otoño 12:00 am.....	126	Figura361. Datos emisiones de CO2 - propuesta invierno dic-feb.....	139
Figura227. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja estado actual - verano 12:00am.	98	Figura274. Incidencia solar planta baja estado actual - otoño 7:00am.	112	Figura324. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja propuesta - otoño 12:00am.	127	Figura363. Diagrama solar estado actual - invierno 7:00am.....	140
Figura228. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja propuesta - verano 12:00am.	99	Figura275. Incidencia solar planta alta estado actual- otoño 7:00am.	112	Figura325. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta estado actual - otoño 12:00am.....	128	Figura366. Incidencia solar oeste estado actual - invierno 7:00am.....	140
Figura229. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta estado actual - verano 12:00am.....	100	Figura276. Diagrama solar propuesta - otoño 7:00am.....	113	Figura326. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta propuesta - otoño 10:00am.	129	Figura369. Incidencia solar corte longitudinal estado actual- invierno 7:00am.	140
Figura230. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta propuesta - verano 12:00 am.....	101	Figura277. Incidencia solar cubierta propuesta - otoño 7:00am.....	113	Figura327. Diagrama solar estado actual - otoño 14:00pm.....	130	Figura364. Incidencia solar cubierta estado actual - invierno 7:00am.	140
Figura231. Diagrama solar estado actual - verano 14:00pm.....	102	Figura278. Incidencia solar planta baja propuesta - otoño 7:00am.....	113	Figura330. Incidencia solar oeste estado actual - otoño 14:00pm.....	130	Figura367. Incidencia solar planta baja estado actual - invierno 7:00am.	140
Figura234. Incidencia solar oeste estado actual - verano 14:00pm.....	102	Figura280. Incidencia solar corte longitudinal propuesta- otoño 7:00am.	113	Figura333. Incidencia solar corte longitudinal estado actual- otoño 14:00pm.	130	Figura370. Incidencia solar corte transversal estado actual - invierno 7:00am.	140
Figura237. Incidencia solar corte longitudinal estado actual- verano 14:00pm.	102	Figura279. Incidencia solar planta alta propuesta - otoño 7:00am.....	113	Figura328. Incidencia solar cubierta estado actual - otoño 14:00pm.	130	Figura365. Incidencia solar este estado actual - invierno 7:00am.....	140
Figura232. Incidencia solar cubierta estado actual - verano 14:00pm.	102	Figura283. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja estado actual - otoño 7:00 am.....	114	Figura331. Incidencia solar planta baja estado actual - otoño 14:00pm.	130	Figura368. Incidencia solar planta alta estado actual- invierno 7:00am.	140
Figura235. Incidencia solar planta baja estado actual - verano 14:00pm.	102	Figura284. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja propuesta - otoño 7:00am.	115	Figura334. Incidencia solar corte transversal estado actual - otoño 14:00pm.	130	Figura371. Diagrama solar estado actual - invierno 7:00am.....	141
Figura238. Incidencia solar corte transversal estado actual - verano 14:00pm.	102	Figura285. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta estado actual - otoño 7:00am.....	116	Figura329. Incidencia solar este estado actual - otoño 14:00pm.....	130	Figura372. Incidencia solar cubierta estado actual - invierno 7:00am.	141
Figura233. Incidencia solar este estado actual - verano 14:00pm.....	102	Figura286. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta propuesta - otoño 7:00am.	117	Figura332. Incidencia solar planta alta estado actual- otoño 14:00pm.	130	Figura375. Incidencia solar planta baja estado actual - invierno 7:00am.	141
Figura236. Incidencia solar planta alta estado actual- verano 14:00pm.	102	Figura287. Diagrama solar estado actual - otoño 10:00am.....	118	Figura335. Diagrama solar estado actual - otoño 14:00pm.....	131	Figura378. Incidencia solar corte transversal estado actual - invierno 7:00am.	141
Figura239. Diagrama solar propuesta - verano 14:00pm.....	103	Figura290. Incidencia solar oeste estado actual - otoño 10:00am.....	118	Figura338. Incidencia solar oeste estado actual - otoño 14:00pm.....	131	Figura373. Incidencia solar este estado actual - invierno 7:00am.....	141
Figura242. Incidencia solar oeste propuesta - verano 14:00pm.....	103	Figura293. Incidencia solar corte longitudinal estado actual- otoño 10:00am.	118	Figura341. Incidencia solar corte longitudinal estado actual- otoño 14:00pm.	131	Figura376. Incidencia solar planta alta estado actual- invierno 7:00am.	141
Figura245. Incidencia solar corte longitudinal propuesta- verano 14:00pm.	103	Figura288. Incidencia solar cubierta estado actual - otoño 10:00am.	118	Figura336. Incidencia solar cubierta estado actual - otoño 14:00pm.	131	Figura379. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja estado actual - invierno 7:00am.....	142
Figura240. Incidencia solar cubierta propuesta - verano 14:00pm.....	103	Figura291. Incidencia solar planta baja estado actual - otoño 10:00am.	118	Figura339. Incidencia solar planta baja estado actual - otoño 14:00pm.	131	Figura380. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja propuesta - invierno 7:00am.....	143
Figura243. Incidencia solar planta baja propuesta - verano 14:00pm.	103	Figura294. Incidencia solar corte transversal estado actual - otoño 10:00am.	118	Figura342. Incidencia solar corte transversal estado actual - otoño 14:00pm.	131	Figura381. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta estado actual - invierno 7:00am.....	144
Figura246. Incidencia solar corte transversal propuesta - verano 14:00pm.	103	Figura289. Incidencia solar este estado actual - otoño 10:00am.....	118	Figura337. Incidencia solar este estado actual - otoño 14:00pm.....	131	Figura382. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta propuesta - invierno 7:00am.	145
Figura241. Incidencia solar este propuesta - verano 14:00pm.....	103	Figura292. Incidencia solar planta alta estado actual- otoño 10:00am.	118	Figura340. Incidencia solar planta alta estado actual- otoño 14:00pm.	131	Figura383. Diagrama solar estado actual - invierno 10:00am.....	146
Figura244. Incidencia solar planta alta propuesta- verano 14:00pm.	103	Figura295. Diagrama solar propuesta - otoño 10:00am.....	119	Figura343. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja estado actual - otoño 14:00pm.....	132	Figura386. Incidencia solar oeste estado actual - invierno 10:00am.	146
Figura247. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja estado actual - verano 14:00pm.	104	Figura302. Incidencia solar oeste propuesta - otoño 10:00am.....	119	Figura344. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja propuesta - otoño 14:00pm.	132	Figura389. Incidencia solar corte longitudinal estado actual- invierno 10:00am.	146
Figura248. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja propuesta - verano 14:00pm.	105	Figura300. Incidencia solar corte longitudinal propuesta- otoño 10:00am.	119				
Figura249. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta estado actual - verano 14:00pm.....	106	Figura296. Incidencia solar cubierta propuesta - otoño 10:00am.....	119				
Figura250. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta propuesta - verano 14:00 pm.....	107	Figura298. Incidencia solar planta baja propuesta - otoño 10:00am.	119				
Figura251. Datos generales temperatura, ganancias de calor y consumo energético - estado actual otoño mar-may.....	108	Figura301. Incidencia solar corte transversal propuesta - otoño 10:00am.	119				
Figura252. Datos climáticos - estado actual otoño mar-may.....	108	Figura297. Incidencia solar este propuesta - otoño 10:00am.....	119				
Figura254. Datos generales temperatura, ganancias de calor y consumo energético	120	Figura299. Incidencia solar planta alta propuesta - otoño 10:00am.	119				
		Figura303. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja estado actual - otoño 10:00 am.....	120				

ÍNDICE

de figuras

Figura384. Incidencia solar cubierta estado actual - invierno 10:00am.	146
Figura387. Incidencia solar planta baja estado actual - invierno 10:00am.	146
Figura390. Incidencia solar corte transversal estado actual - invierno 10:00am.	146
Figura385. Incidencia solar este estado actual - invierno 10:00am.	146
Figura388. Incidencia solar planta alta estado actual- invierno 10:00am.	146
Figura391. Diagrama solar estado actual - invierno 10:00am.	147
Figura394. Incidencia solar oeste estado actual - invierno 10:00am.	147
Figura397. Incidencia solar corte longitudinal estado actual- invierno 10:00am.	147
Figura392. Incidencia solar cubierta estado actual - invierno 10:00am.	147
Figura395. Incidencia solar planta baja estado actual - invierno 10:00am.	147
Figura398. Incidencia solar corte transversal estado actual - invierno 10:00am.	147
Figura393. Incidencia solar este estado actual - invierno 10:00am.	147
Figura396. Incidencia solar planta alta estado actual- invierno 10:00am.	147
Figura399. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja estado actual - invierno 10:00am.	148
Figura400. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja propuesta - invierno 10:00am.	149
Figura401. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta estado actual - invierno 10:00am.	150
Figura402. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta propuesta - invierno 10:00am.	151
Figura403. Diagrama solar estado actual - invierno 12:00am.	152
Figura406. Incidencia solar oeste estado actual - invierno 12:00am.	152
Figura409. Incidencia solar corte longitudinal estado actual- invierno 12:00am.	152
Figura404. Incidencia solar cubierta estado actual - invierno 12:00am.	152
Figura407. Incidencia solar planta baja estado actual - invierno 12:00am.	152
Figura410. Incidencia solar corte transversal estado actual - invierno 12:00am.	152
Figura405. Incidencia solar este estado actual - invierno 12:00am.	152
Figura408. Incidencia solar planta alta estado actual- invierno 12:00am.	152
Figura411. Diagrama solar estado actual - invierno 12:00am.	153
Figura414. Incidencia solar oeste estado actual - invierno 12:00am.	153
Figura417. Incidencia solar corte longitudinal estado actual- invierno 12:00am.	153
Figura412. Incidencia solar cubierta estado actual - invierno 12:00am.	153
Figura415. Incidencia solar planta baja estado actual - invierno 12:00am.	153
Figura418. Incidencia solar corte transversal estado actual - invierno 12:00am.	153
Figura413. Incidencia solar este estado actual - invierno 12:00am.	153
Figura416. Incidencia solar planta alta estado actual- invierno 12:00am.	153
Figura419. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja estado actual - invierno 12:00am.	154
Figura420. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja propuesta - invierno 12:00am.	155
Figura421. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta estado actual - invierno 12:00am.	156

Figura422. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta propuesta - invierno 12:00am.	157
Figura423. Diagrama solar estado actual - invierno 14:00pm.	158
Figura426. Incidencia solar oeste estado actual - invierno 14:00pm.	158
Figura429. Incidencia solar corte longitudinal estado actual- invierno 14:00pm.	158
Figura424. Incidencia solar cubierta estado actual - invierno 14:00pm.	158
Figura427. Incidencia solar planta baja estado actual - invierno 14:00pm.	158
Figura430. Incidencia solar corte transversal estado actual - invierno 14:00pm.	158
Figura425. Incidencia solar este estado actual - invierno 14:00pm.	158
Figura428. Incidencia solar planta alta estado actual- invierno 14:00pm.	158
Figura431. Diagrama solar estado actual - invierno 14:00pm.	159
Figura434. Incidencia solar oeste estado actual - invierno 14:00pm.	159
Figura437. Incidencia solar corte longitudinal estado actual- invierno 14:00pm.	159
Figura432. Incidencia solar cubierta estado actual - invierno 14:00pm.	159
Figura435. Incidencia solar planta baja estado actual - invierno 14:00pm.	159
Figura438. Incidencia solar corte transversal estado actual - invierno 14:00pm.	159
Figura433. Incidencia solar este estado actual - invierno 14:00pm.	159
Figura436. Incidencia solar planta alta estado actual- invierno 14:00pm.	159
Figura439. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja estado actual - invierno 14:00pm.	160
Figura440. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja propuesta - invierno 14:00pm.	161
Figura441. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta estado actual - invierno 14:00pm.	162
Figura442. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta propuesta - invierno 14:00pm.	163
Figura443. Implantación ilustrada Estado Actual.	166
Figura444. Implantación ilustrada Propuesta.	167
Figura445. Plantas arquitectónicas estado actual.	168
Figura446. Plantas arquitectónicas Propuesta.	169
Figura447. Plantas arquitectónicas estado actual.	170

ÍNDICE

de tablas

FIGURAS	
Tabla 01. Cuadro resumen estado del arte.	19
Tabla 02. Matriz de diseño metodológico.	27
Tabla 03. Ficha etnográfica documental 2019 -2020.	29
Tabla 04. Ficha etnográfica documental 2021 -2022.	29
Tabla 05. Ficha etnográfica documental 2023 -2024.	30
Tabla 06. Tabla de materiales existentes en la zona de estudio.	34
Tabla 07. Ficha de entrevistas N°1.	35
Tabla 08. Ficha de entrevistas N°2.	36
Tabla 09. Bitacora Fotográfica.	40
Tabla 10. Aplicación de estrategias bioclimáticas.	42
Tabla 11. Ficha técnica confort térmico para aulas.	43
Tabla 12. Ficha técnica de tubo de luz solar.	44
Tabla 13. Ficha técnica muro verde.	45
Tabla 14. Ficha técnica de recolección de agua lluvia.	46
Tabla 15. Ficha técnica de panel de luz solar.	47
Tabla 16. Tabla de potencias equipos eléctricos.	48
Tabla 17. Ficha de materiales propuestos mamposterías.	51
Tabla 18. Ficha de materiales propuestos cubierta.	52
Tabla 19. Estaciones y sus meses aproximados.	53

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

En la actualidad los problemas relacionados con el cambio climático, el crecimiento de las temperaturas del planeta y la necesidad de contener el consumo energético en los edificios han modificado la concepción y rediseño de los espacios edificados, dentro de ellos, los espacios dedicados a la educación. Ante esta situación el rediseño bioclimático como respuesta es innovador y necesario, en el sentido de optimización de la relación entre arquitectura y clima. Pero esta concepción debe dotar de funcionalidad a dichas infraestructuras y también de contribuir a la sostenibilidad del medio ambiente, a través de la implementación de estrategias que se apoyen en los recursos naturales como el sol; el viento; la flora, que sean capaces de proveer de confort térmico, lumínico o de ventilación a las construcciones, con lo cual se disminuye considerablemente la huella ecológica de las edificaciones.

En el ámbito educativo pensar el rediseño arquitectónico de las escuelas con criterios bioclimáticos, obedece a un compromiso ecológico, pedagógico y social, la relación de las condiciones del entorno físico y el rendimiento académico, junto a otras ventajas del bienestar psicológico que proporciona tanto a estudiantes como docentes se han puesto de manifiesto en múltiples estudios. Las aulas mal ventiladas, temperaturas extremas o iluminaciones artificiales excesivas, inciden negativamente en la atención, productividad y calidad de lo aprendido. En consecuencia, es imprescindible que las unidades educativas pasen a tener infraestructura sustentable, resilientes y con las condiciones climáticas adecuadas del medio ambiente que las rodea.

Bajo este planteamiento, esta investigación se centra al rediseño bioclimático de la infraestructura de la institución, el cual cuenta con una limitada iluminación natural, ventilación deficiente y mal aislamiento térmico, lo que actualmente constituyen condiciones ambientales inadecuadas que perjudican el aprendizaje y van deteriorando la construcción con el tiempo. Con herramientas tecnológicas como la fotogrametría 3D, el estudio obtendrá el modelo digital del edificio tal cual está, para valorar su relación con el clima, orientación, materiales, condiciones climáticas e investigar la posible intervención arquitectónica sustentable.

Para esto se ha planteado una metodología cualitativa descriptiva-exploratoria que combina el análisis climático histórico del cantón Salcedo, entrevistas a expertos, observaciones de campo y simulaciones térmicas hipotéticas digitales. Con estos datos obtenidos será posible proyectar estrategias como la inclusión de cubiertas ventiladas, redireccionamiento de flujos de aire, optimizar aperturas para aprovechar la luz natural, al igual de implementación de vegetación; dichas soluciones tendrán como finalidad el mejorar el desempeño ambiental del edificio, al igual de fomentar una cultura educativa sostenible entre la comunidad educativa.

Por consiguiente, el rediseño bioclimático de la Unidad Educativa Liceo Oxford no debe verse simplemente como una mejora técnica del espacio físico, al contrario, como una apuesta por convertir la infraestructura en un agente educativo en sí mismo. El objetivo de esta iniciativa es promover impactos perdurables en la calidad de vida escolar y desde la calidad de enseñanza estimular el compromiso ambiental, así como oficiar como modelo de estudio para posteriores similares en contextos geográficos y sociales comparables; de este modo, se construye una educación en contenidos y también en valores y hábitos sostenibles.

CONTEXTUALIZACIÓN

Macro

La deficiencia de las condiciones ambientales en infraestructura escolar también indica la falta de cultura de planificación arquitectónica sostenible aplicable a educación, que por sus características propias no ha estado presente en la historia. Históricamente, la construcción de escuelas en **América Latina y Ecuador** ha seguido patrones de edificios cuyos parámetros y modelos constructivos fueron la rapidez, el bajo costo y la estandarización sin asumir un criterio ambiental o climático de la región donde estas se emplazaron. Esta visión reduccionista ha dado como resultado unos espacios escolares descontextualizados en los que se obvian elementos como la orientación solar, la ventilación natural, la luz pasiva o el control térmico, fundamentales para alcanzar unas condiciones saludables y eficientes en ambientes pedagógicos.

El cantón Salcedo donde se encuentra la Unidad Educativa Liceo Oxford, no está ajeno a esta realidad, muchos de los proyectos institucionales del sector fueron concebidos solamente con la preocupación de la funcionalidad, obviando tener en cuenta las condiciones geográficas y climáticas particulares de la zona andina de bajas temperaturas, alta humedad y variable radiación solar. Esto ha traído como resultado la desvinculación de la arquitectura del contexto, dando como resultado aulas mal iluminadas de manera natural, con ventilación deficiente y ambientes fríos, incómodos, lo que ha impactado el confort físico de alumnos y docentes, repercutiendo en el factor rendimiento académico de los estudiantes. De acuerdo a Yáñez et al. (2023), estas modalidades de espacios incitan al ausentismo, disminuyen la concentración y multiplican los costos de calefacción y de luz artificial.

A esta problemática se agrega el crecimiento desarticulado de las zonas urbanas y periurbanas que han hecho necesario la proliferación de las unidades educativas sobre terrenos que muchas veces no cuentan con condiciones adecuadas de emplazamiento, insolación o acceso a ventilación cruzada. Muchas veces dejan fuera completamente la vegetación nativa, el material térmicamente eficiente

o la tecnología. A más de ello, dicha institución no ha gozado de políticas públicas claras y constantes en pro del diseño bioclimático en el sistema educativo en Ecuador, lo cual ha impedido realizar mejoras sostenibles a las instituciones existentes (Padilla, 2024)

Es por eso que esta investigación pretende enfrentarse directamente a este problema a través del rediseño bioclimático de la Unidad Educativa Liceo Oxford. se busca a través de herramientas como la fotogrametría 3D, modelado térmico, análisis de comportamiento climático local, determinar las carencias ambientales actuales para solucionar pasivamente, con propuestas arquitectónicas contextualizadas. Esto busca aportar al confort térmico, lumínico y de ventilación en los espacios escolares y, al mismo tiempo, generar una conciencia cultural e institucional en un uso racional de recursos y un compromiso por cuidar el medio ambiente. Esta transformación del espacio educativo es, entonces, una oportunidad de transformar sus espacialidades bajo criterios de sostenibilidad, resiliencia y de un compromiso con el bienestar de toda la comunidad.

Meso

En la provincia de **Cotopaxi**, cantón Salcedo, donde se encuentra la Unidad Educativa Liceo Oxford, las inclemencias del tiempo están dadas por la altitud andina, el clima frío y la presencia de vientos de montaña. Las características climáticas de la región presentan serios problemas para el adecuado funcionamiento de las edificaciones educativas que en general prevalecen los ambientes interiores fríos, mal ventilados y con poca iluminación natural. Pese a la intervención de los gobiernos autónomos descentralizados y del Ministerio de Educación, que han tomado algunas medidas para mejorar y remediar la infraestructura escolar, estas han sido mayoritariamente estructurales o de mantenimiento y no han propendido por un enfoque más integral que considere la sostenibilidad y la bioclimática.

En la región, también en algunos planteles del **cantón Salcedo**, las obras de mejoramiento realizadas son ampliaciones o remodelaciones simples, sin tomar en cuenta aspectos fundamentales como orientar masivamente al sol, proteger de los vientos dominantes, utilizar materiales térmicamente eficientes, incorporar ventilación cruzada, etc. Además, según el Informe de Infraestructura Educativa del Ministerio de Educación (2021), más del 55% de las escuelas de las zonas andinas tienen malas calificaciones térmicas, expuestas directamente a la permanencia, atención y salud de los escolares en épocas de frío; estas dificultades afectan al confort, rendimiento académico y sobre todo al desarrollo de la comunidad educativa.

Esta situación revela una carencia tanto estructural como conceptual en materia de planes de conservación y mantenimiento de las edificaciones escolares que todavía no han incorporado sistemáticamente los diseños bioclimáticos. Por otra parte, se considera

que una falta de propuesta ambiental en la arquitectura escolar conlleva al desperdicio de recursos naturales tales como el sol, el viento, la vegetación local, entre otros, que son aliados eficaces para concebir espacios más confortables y sanos. Finalmente, porque la inclusión de estrategias bioclimáticas en diseño, rediseño y rehabilitación de unidades educativas no es sólo una moda innovadora, sino una necesidad urgente en territorios como lo es Cotopaxi, en donde el ambiente físico exige técnicas específicas de solución.

Ante esta realidad, el presente trabajo se plantea como una solución técnica, ambiental y pedagógica, el rediseño bioclimático de la Unidad Educativa Liceo Oxford del cantón Salcedo. Entonces, mediante la indagación del clima local, la aplicación de herramientas tecnológicas como la fotogrametría 3D, y la simulación térmica, y la investigación de posibles soluciones arquitectónicas pasivas, se intentará generar propuestas que adecuen la edificación a las características del ambiente, baje la demanda energética y logrando una mejor calidad del ambiente escolar. No se trata sólo de una intervención puntual arquitectónica, es una opción replicable para otras instituciones escolares que tienen problemas similares en esta parte de la región andina del país.

Micro

La **Unidad educativa Liceo Oxford** ubicada en el cantón Salcedo, presenta problemas en relación a condiciones ambientales interiores de la calidad en confort térmico, ventilación natural y uso de la luz solar. Al ser una institución, donde su ubicación se da en una zona fría, de alta altura, convertidos estos factores en aspectos contundentes al bienestar del usuario, estos se vuelven primordialmente importantes. No obstante, sus construcciones actuales por no considerar estrategias bioclimáticas en su diseño y edificación pueden repercutir en la salud y conducta académica de alumnos y docentes (Quesada, 2020).

Desde este punto de vista, el rediseño arquitectónico bioclimático da solución a un problema técnico, pero además podrá contribuir a promover una cultura más ambiental dentro de la institución. Integrar criterios de sostenibilidad en la infraestructura escolar da como resultado espacios más saludables, eficientes y resilientes. Entre éstas se tiene la correcta disposición de los edificios para la mejor captación del calor del sol en las horas frías, el uso de materiales locales apropiados en sus propiedades térmicas, el tamaño y forma de las aberturas para conseguir la ventilación cruzada y la entrada de luz lo necesario en su interior, o bien, la implementación de barreras vegetales como protección ante la fuerza del viento.

Promoviendo las condiciones funcionales del ambiente escolar, el rediseño bioclimático, como un hecho arquitectónico, podría ser una buena herramienta pedagógica en sensibilización ecológica. La participación de la comunidad educativa en procesos de diagnóstico,

Figura O1. Fotografía aérea de la zona de estudio



Figura O2. Fotografía aérea de la zona de estudio



diseño y adecuación de sus propios espacios genera una conciencia ambiental activa, desarrollando el cuidado del medioambiente, el uso responsable de la energía y la innovación sostenible. Es así que, en este camino, esta investigación pretende subsanar las deficiencias físicas y concretar la vinculación real de la infraestructura con el aprendizaje, al mismo tiempo que garantiza la sostenibilidad en el tiempo de la infraestructura educativa andina.

Planteamiento del problema

Los espacios educativos, cuyo ambiente incide en el desarrollo de los educandos, el ambiente escolar saludable y confortable que muestra las características requeridas de calidad térmica, lumínica y de ventilación, se relaciona en forma directa con la concentración y el aprendizaje significativo y el bienestar de todos los miembros de la comunidad educativa. No son sólo cuestiones arquitectónicas, son cuestiones que afectan la calidad del proceso educativo; muchos centros educativos en el Ecuador, particularmente los de las zonas andinas, adolecen de estas variables, dado que el diseño de sus edificaciones no se hizo bajo criterios de bioconstrucción o sostenibilidad ambiental, obteniendo como resultado espacios mal condiciones y deficientes en gasto energético.

A escala nacional estos esfuerzos por incluir estrategias bioclimáticas dentro de las construcciones han ido más hacia proyectos de tipo urbano o residencial; esta escasa focalización ha excluido a un sector que debería asumir un rol de modelo a seguir en sostenibilidad, tanto por su función formadora, como por su impacto social, que no es otro que el sector educativo. Muchas unidades educativas en provincias donde el clima frío de altura predomina y sus variaciones térmicas diarias son notorias como en la provincia de Cotopaxi, no están diseñadas para estas condiciones. Esto genera espacios con disconfort térmico, problemas de humedad, mala iluminación natural que afecta directamente el rendimiento académico y la salud tanto de alumnos como de profesores

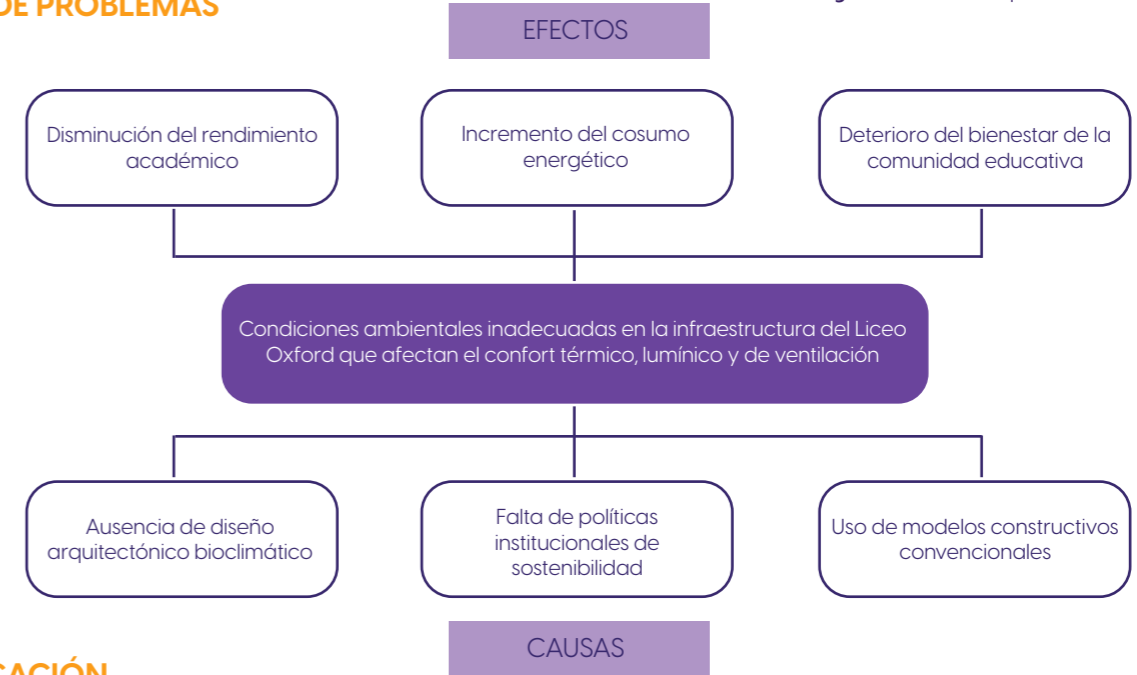
La Unidad Educativa Liceo Oxford del cantón Salcedo pareciera que no escapa a esta realidad; en cuanto a las aulas y espacios de uso común, se encuentran importantes limitantes de ventilación cruzada, control térmico pasivo y acceso de iluminación natural. Ello ha hecho muy dependientes de sistemas artificiales de calefacción e iluminación, con la consiguiente pérdida de eficiencia energética y causando un encarecimiento operativo, esa ausencia de conciencia en una planificación arquitectónica ambiental, crea un hábitat nada estimulante para el aprendizaje e imposibilita el entorno en un verdadero espacio saludable y ambientalmente responsable.

Aunque se cuentan con algunas estrategias bioclimáticas simples, funcionales, adaptadas a lo local como la adecuada orientación de los edificios, materiales con inercia térmica, techos ventilados o vegetación estratégica, aún éstas no se han aplicado al Liceo Oxford. Esa situación demuestra la falta de estrategia y la insuficiencia técnica que con urgencia debe ser atendida. Con esto, este estudio propone una intervención hecha desde un diagnóstico riguroso, técnico, para formular y aplicar estrategias bioclimáticas viables y contextualizadas. Estas estrategias buscan positivamente el cambio del clima escolar, promover la eficiencia energética y crear una cultura institucional en pro al desarrollo sustentable en la institución.

Por tal motivo, se plantea el siguiente problema

¿Cómo se aplica estrategias de rediseño bioclimático en la infraestructura de la Unidad Educativa Liceo Oxford del cantón Salcedo, con la finalidad de mejorar las condiciones térmicas, lumínicas y de ventilación, y contribuir a un ambiente educativo más sostenible y eficiente energéticamente?

ÁRBOL DE PROBLEMAS



FiguraO2. Árbol de problema

JUSTIFICACIÓN

Es necesario señalar la importancia de esta investigación por su finalidad directa al mejoramiento de las condiciones ambientales de los espacios escolares del Liceo Oxford del cantón Salcedo. En este sentido, se prioriza el confort térmico, lumínico y la ventilación natural, ya que es una de las condiciones básicas para el bien estar físico y emocional de los alumnos, docentes y personal administrativo en general. Una infraestructura escolar ambientalmente adecuada, hace factible la consecución de los procesos educativos de una forma más eficaz, incentivo de la concentración y el rendimiento académico, y de visualización de una experiencia de aprendizaje más saludable; así, el rediseño bioclimático favorece, no solamente el medio ambiente físico, sino también genera el cambio hacia una cultura sostenible dentro de la propia institución.

El estudio es vigente porque la mayoría de unidades educativas de zonas interandinas como Salcedo tienen construcciones que no han sido pensadas para el clima del lugar, como es el de bajas temperaturas, variabilidad térmica y radiación solar directa. La implementación de soluciones bioclimáticas se presenta en este marco como una alternativa técnica, económica y ambiental a la consecución de entornos escolares capaces y resilientes. Estas soluciones pasivas basadas en la disponibilidad de recursos naturales generan un ahorro en el consumo energético sin obstruir la funcionalidad de los espacios escolares. Por lo tanto, al investigar, se está dando respuesta a una necesidad latente en el contexto educativo local, a la vez que se contribuye a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en particular a los ODS referidos a educación de calidad, ODS 4, y acción por el clima, ODS 13.

En relación a su pertinencia, está investigación, más allá del bien que brindará a la Unidad Educativa Liceo Oxford es de un valor extrapolable a otras unidades educativas que se encuentren en aquellos lugares con similares características geográficas y climáticas. La propuesta al partir de un modelo técnico contextualizado de intervención bioclimática se convierte en un referente para ofertar un entorno escolar bioclimático sostenible en la zona rural y urbana andina. De la misma forma pretende que el proceso genere conciencia activa en la comunidad educativa relacionada con la ecología, sensibilizando sobre la responsabilidad ambiental, respeto por el medio ambiente y usos racionales de recursos energéticos, es por esto que se trata de una propuesta de proyección no sólo local, al contrario, tiene una visión al ámbito regional o nacional, potencialmente exportable a otros aspectos educativos.

El estudio se limita a la Unidad Educativa Liceo Oxford, en el cantón

Salcedo, provincia de Cotopaxi, por lo que se realiza un diagnóstico específico de las condiciones estructurales y ambientales. Este enfoque limitado permite un análisis técnico del clima, la orientación, los materiales de construcción y prácticas actuales de ventilación e iluminación del edificio; esta delimitación particular ayuda a conseguir estrategias bioclimáticas factibles, realistas y adaptadas al mismo tiempo escalables a otras instituciones de la misma región.

Además, la investigación es viable en términos técnicos, metodológicos y económicos, todo esto propuesto a partir de un uso de arquitectura pasiva, aprovechamiento del clima local y selección de materiales disponibles en el entorno, garantiza una ejecución de bajo costo y alto impacto el rediseño. Por otro lado, la metodología utilizada posibilitará la participación de los actores institucionales, con su saber técnico, pedagógicos y su saber comunitario; no se necesita de grandes inversiones ni de complicadas obras estructurales, sino de decisiones estratégicas y progresivas, de información y responsabilidad; es, por tanto, una propuesta realizable, contextualizada, práctica.

OBJETIVO GENERAL

Proponer un rediseño en base a estrategias bioclimáticas que mejoren las condiciones ambientales de la infraestructura Educativa Oxford utilizando fotogrametría 2D y 3D como herramientas de diagnóstico y considerando el análisis de simulación de comportamiento térmico en cantón Salcedo

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Identificar las principales deficiencias ambientales en cuanto a la iluminación natural, ventilación y confort térmico en las infraestructuras educativas por medio de observaciones directas, recorrido 360 y fotogrametría 3D a partir de videos documentales

Analizar las condiciones físicas y ambientales del entorno escolar de la Unidad Educativa Liceo Oxford mediante termografía infrarroja y análisis de iluminación natural, temperatura y humedad, comparación de normativa, y entrevistas.

Generar estrategias bioclimáticas de diseño en los espacios para mejorar las condiciones ambientales de la Infraestructura Educativa Oxford, a través de simulación de comportamiento térmico.

CAPÍTULO 2

ESTADO DE ARTE

En el artículo **“Adaptabilidad a climas cálidos mediante estrategias bioclimáticas en el diseño de un terminal de transportes de autobuses”** (Saldarriaga, 2023), ante lo poco que se aplica en este país sobre criterios bioclimáticos a obras de infraestructura pública, se presenta una propuesta de diseño para un terminal de transportes con estrategias sostenibles desde su concepción hasta su ejecución. Este proyecto se convierte en una opción para demostrar el análisis climático y ambiental del sitio, uso de envolventes eficientes y de materiales ambientalmente responsables. El Alcázar presume de un diseño que privilegia la iluminación natural y la ventilación cruzada, minimizando de esta forma el consumo de recursos energéticos artificiales. Aparte del aporte técnico, el trabajo revela la poca divulgación y falta reglamentaria en el país de la arquitectura bioclimática, así como la necesidad de políticas que regulen y fomenten este tipo de construcciones, con miras obtener resultados positivos en la calidad de vida de los habitantes y de la ciudad en general.

Según Márquez y Martínez (2021) en el estudio **“Análisis de condiciones ambiental en nuevas escuelas de clima cálido-húmedo, Argentina”** se analiza las condiciones ambientales de los espacios de aula con prototipo edilicio de 2500 m² aproximadamente, tratándose de escuelas construidas entre 2003 y 2015. Pero, además, se incorporó un interés específico por calcular cuán bien estas construcciones obedecen a las estrategias bioclimáticas de la región, en cuanto al comportamiento térmico de la envolvente. Mejoraron los diseños morfológicos-funcionales y los materiales constructivos propuestos mediante análisis de la transmitancia térmica de muros, techos y carpinterías, obteniendo optimizaciones de desempeño térmico de entre 57% y 68%. Los ejemplos dados, correspondientes a una tipología que se repite en un 77% de las escuelas intermedias de la provincia, evidencian que es posible lograr un notable confort interior sin sistemas mecánicos de climatización, beneficiando la mejora del confort térmico, el proceso educativo y la sustentabilidad de los edificios escolares.

A través del artículo **“Estrategias bioclimáticas y eficiencia energética en viviendas”** (G. Sánchez, 2023) se investiga la utilización de estrategias bioclimáticas, al igual de los principios de eficiencia energética que se aplican en viviendas construidas y normalizadas con el estándar Passivhaus, con la finalidad de evaluar el rendimiento en varias zonas climáticas y sus respectivos materiales de construcción. Por medio de un análisis de caso y comparaciones, se logra examinar la forma de como estas estrategias influyen en un ciclo de vida más sostenible en el área de la construcción, reduciendo el impacto ambiental a partir de la planificación hasta su utilización. Además, se estudia la integración de estas soluciones con fundamentos de la neuroarquitectura, en busca de potenciar el bienestar de los habitantes y optimizar el consumo energético, los hallazgos ofrecen fundamentos prácticos y teóricos para fomentar una arquitectura más responsable y adaptativa frente a los

retos derivados del cambio climático.

Por su parte Murga (2021) en el estudio **“Estrategias bioclimáticas para mejorar la habitabilidad en viviendas rurales”** se tiene como objetivo el identificar estrategias bioclimáticas que mejoren las condiciones y calidad de habitabilidad en la zona rural. Mediante un enfoque correlacional, a través de encuestas y cartografía se obtuvieron datos de 60 hogares de onubenses. Los resultados mostraron que las estrategias bioclimáticas aplicadas, así como las condiciones de habitabilidad estaban en un nivel regular, con un 47% y 50% respectivamente. Existió una correlación estadísticamente significativa entre ambas variables, siendo las variables del confort térmico la de mayor peso. Determinó además que la tipología constructiva, los materiales utilizados, así como las costumbres culturales tradicionales están íntimamente ligados a la regulación térmica interior. Predomina aún en esta arquitectura vernácula un clima fresco aun en las peores condiciones climáticas, aumenta el valor cultural y turístico de la región lo que atrae visitantes por su autenticidad y lo sostenible.

Constantino (2023) **“Estrategias de diseño bioclimáticas para la propuesta de una infraestructura deportiva”** en esta área existe una deficiencia importante en más de 400 ha, para poder practicar actividades deportivas comunitarias, por lo que la necesidad de un equipamiento de estas características que subsane estos requerimientos, es urgente, además, sin dañar el medio ambiente natural. Es aquí donde la solución bioclimática de la arquitectura deportiva se convierte en una respuesta sustentable para solucionar las carencias de dichas construcciones, que no alcanzan un satisfactorio confort ambiental. A través de herramientas como la Carta Bioclimática de Olgay, que ninguna de las edificaciones deportivas existentes cumple con confort térmico y lumínico en los mínimos estándares. Con este diagnóstico, se tomaron en cuenta referentes similares para observar las estrategias de diseño acordes al clima local, y a partir de ahí, se desarrolló la propuesta de un polideportivo que integra principios bioclimáticos tales como seleccionar los materiales correctos y mantener un control climático tanto en el interior como en el exterior del edificio.

Por su parte Osorio (2024) en el artículo **“Aplicación de estrategias bioclimáticas en espacios urbanos y arquitectónicos”** dos propuestas arquitectónicas para la sostenibilidad de la ciudad, los cuales son los retos ambientales que responden a la problemática y perspectiva del diseño. La primera propuesta es un corredor verde inserto en tejido urbano tradicional, cuyo objetivo es atenuar las consecuencias del cambio climático como la isla de calor urbana, a través del agregado de vegetación, con lo cual se alcanzan mayores niveles de biodiversidad, resiliencia climática y confort térmico en espacios públicos. La segunda propuesta es el diseño de un Centro de Rehabilitación Física para Deportistas, en el cual se implementan estrategias bioclimáticas de aprovechamiento solar, ventilación cruzada, celosías para control solar y termosifón para la regulación del flujo térmico interno, que favorecen la eficiencia energética. Además, una cubierta solar horaria permite

calibrar las sombras de acuerdo con el recorrido del astro rey. Ambas propuestas se diferencian por su condición de pasivas e inclusivas con el medio ambiente, son dos opciones de futuro en el camino hacia un desarrollo urbano más sano, eficiente y acorde a los retos climáticos.

En el artículo **“Mejoramiento de la habitabilidad de la vivienda construida con fondos de remesas mediante estrategias bioclimáticas pasivas”** (Caballero et al., 2023) la finalidad de este trabajo es proponer una mejora bioclimática pasiva de una vivienda levantada con remesas de migrantes del estado de Oaxaca, México, y condicionar sus espacios interiores a través de estrategias bioclimáticas pasivas que optimicen sus condiciones de habitabilidad, ya que a partir de una evaluación termofísica de los sistemas constructivos y simulaciones térmicas con el software Ener-Habitat, además de mediciones higrotérmicas con sensores HOBOS, se llegó a observar que la edificación no se comporta favorablemente con el clima de la región. Entonces se optó por mejora de la envolvente con materiales naturales, tales como paneles de hoja de maíz con yeso, con los cuales se obtuvieron altos niveles de amortiguamiento térmico y desfase. Y se propuso la adición de un invernadero con orientación al sureste, la conducción del calor de una estufa Patsari, así como la ampliación de los aleros, medidas que en conjunto mejoran el confort térmico y la habitabilidad de la vivienda para sus habitantes

Cardona (2024) **“Estrategias Bioclimáticas para el diseño e implementación de un corredor verde para la optimización del microclima urbano y la sostenibilidad ambiental local”** su objetivo primordial, el atenuar los efectos de la isla de calor, la sostenibilidad ambiental y la mejora de la calidad de vida de la población; aunado a ello, el proyecto busca unificar un espacio natural, interconectado, que utilizando las condiciones ambientales hipoclimáticas del lugar, así como la flora local, logre un beneficio ecológico, social y urbano. Sus objetivos específicos buscan el diagnóstico climático y ecológico del medio que rodea al proyecto, la correcta elección de las especies vegetales a implantar, el diseño del sistema de plantación para mejorar el enfriamiento de la ciudad y la biodiversidad, la educación ambiental y la participación social. También sujetándolo a vigilancia, el impacto del corredor verde, del microclima y de la salud de la población. Esta propuesta es una respuesta al fenómeno de la temperatura urbana que impacta en el consumo energía, salud y bienestar social.

Para Cornejo (2025) **“Estrategias bioclimáticas aplicadas al prototipo de vivienda”** el lugar de la investigación es un área de clima cálido y árido, con temperaturas extremas de hasta 41.2°C y relativamente baja humedad, con condiciones de desconfort térmico casi todo el año. Dicho sector tiene sus viviendas principalmente construidas en adobe, en algunos casos con mezclas de adobe y ladrillo, cuya configuración formal es angosta, alargada y con pocos vanos, lo que impide la ventilación natural. A esto se agrega el hecho de que por ser económica la calamina es el material más utilizado en las cubiertas, con lo que se eleva considerablemente la sensación

térmica en el interior. Ahora bien, estas condiciones en análisis, a través de diagramas bioclimáticos de confort y simulaciones térmicas en Revit, ratifican el desconfort en las viviendas. Para solucionar este problema, se han planteado medidas bioclimáticas viables a su realidad material, económica, social y funcional del caserío. Dentro de estas estrategias se consideran optimizaciones de la envoltura térmica de las viviendas o soluciones de diseño pasivo.

Evans (2023) en el estudio **“Nuevos paradigmas en los parámetros de confort y estrategias de diseño en la infraestructura bioambiental”** el desarrollo de Triángulos de Confort, es una nueva herramienta de diseño bioclimático aplicada a la edificación. Consiste en una alternativa integrada a una planilla electrónica que analiza y modifica las condiciones térmicas interiores, para más de 600 localidades de América Latina, a partir de datos climáticos. Mediante un diagrama interactivo se permite contraponer variaciones ambientales internas a externas para la elección de las mejores estrategias pasivas, con el fin de obtener mayores niveles de confort térmico. Su organigrama es significativo, en valor a la variación diaria de la temperatura y cómo puede ser aprovechada en la arquitectura. Básicamente la herramienta comprende los diez principales recursos bioclimáticos, que podríamos equiparar con Top diez de las Tablas de Mahoney, muy ampliamente conocidas en este campo. Por otro lado, se exponen casos de estudio que muestran la capacidad de esta metodología en varios tipos de climas, lo cual le da un valor añadido como referencia para futuras investigaciones en arquitectura sustentable.

Mientras Melo y Huirse (2024) en la investigación **“Propuesta bioclimática para la infraestructura de la Institución Educativa Secundaria Pedro Vilcapaza Alarcon, Azangaro-Puno”** la necesidad de adecuar la infraestructura educativa según las condiciones climáticas para un mejor aprendizaje, en este caso en zonas altoandinas del Perú en donde sus condiciones de frío extremo y heladas influyen en el confort térmico de los estudiantes. Para mejorar el ambiente escolar, el estudio presenta una propuesta arquitectónica de la Institución Educativa, sustentada por principios bioclimáticos. Se empleó una metodología cuantitativa, de diseño descriptivo y analítico, para integrar materiales sostenibles aislantes térmicamente y combinaciones de estrategias pasivas de diseño. Para comprobar las condiciones térmicas de la propuesta, posteriormente se realizó la simulación en el Design Builder. Como resultados se obtiene que el rediseño da condiciones aceptables de confort térmico adecuadas, lo que establece como solución alterna factible para espacios educativos en ambientes fríos.

Landy y Vásquez (2024) en el estudio **“Proyecto arquitectónico en la infraestructura de un edificio bioclimático de uso adaptable y coworking”** existe una urgente necesidad de espacios corporativos idóneos para micro emprendedores que no tienen las posibilidades económicas de alquilar una oficina convencional. Esta necesidad de espacios de trabajo colaborativos ha generado una propuesta arquitectónica de infraestructura bioclimática de coworking y uso

adaptable, en la que se pretende dar respuesta a la demanda de espacios laborales compartidos y al mismo tiempo renovar la arquitectura para las empresas mediante la utilización de los recursos naturales, minimizando el impacto ambiental. Por lo tanto, la idea del edificio es un diseño multiusos que albergue espacio de trabajo y vivienda a la comunidad emprendedora. La propuesta se formula

ante el creciente desempleo y subempleo en Cuenca y la informalidad laboral que golpea a un buen número de la población urbana. Por otro lado, se cuestiona el hecho de que muchas edificaciones de trabajo han quedado obsoletas, no se han adecuando para esta función y no reúnen las condiciones físicas ni emocionales que deberían tener para sus usuarios.

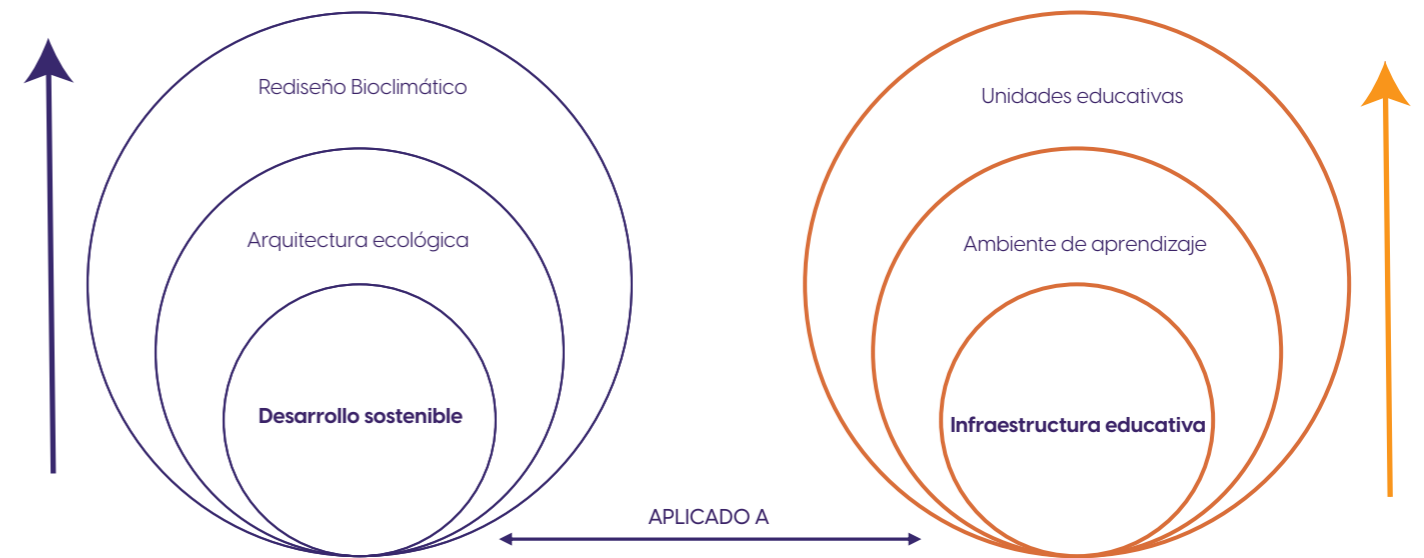
TABLA RESUMEN ESTADO DE ARTE

Tabla 01. Cuadro resumen estado del arte.

Autor	Tema/ Título	Año	Aporte
Saldarriaga	Arquitectura bioclimática en terminales de transporte	2023	Planta una guía bioclimática para la infraestructura pública, con la finalidad de mejorar el ámbito energético y confort de usuarios
Sánchez	Eficiencia energética y confort con enfoque Passivhaus y neuroarquitectura	2023	Relaciona a la arquitectura sostenible con aspectos de la salud emocional y física en viviendas certificadas.
Murga	Arquitectura vernácula y bioclimática rural	2021	Analiza el valor del diseño tradicional en situaciones rurales y como puede adaptarse al confort térmico moderno
Constantino	Arquitectura bioclimática en infraestructura deportiva en zonas frías	2023	Identifica el déficit térmico y propone estrategias para mejorar el confort en polideportivos de zonas andinas
Márquez y Martínez	Diseño bioclimático en escuelas públicas	2021	Logran mejorar la parte térmica del 68% a través de materiales eficientes y diseño pasivo en aulas escolares
Cardona	Estrategias bioclimáticas en la planificación urbana	2024	Sistematiza enfoques bioclimáticos en diseño urbano, integra confort térmico y sostenibilidad ambiental
Caballero et al.	Mejoramiento térmico en viviendas rurales	2023	Evalúan paneles de fibra vegetal y mejoran confort interior sin perder identidad cultural en viviendas de montaña.
Osorio	Corredores verdes y sostenibilidad urbana	2024	Propone un modelo de conectividad ambiental en zonas urbanas mejora microclima
Evans	Herramientas de diseño bioclimático (Triángulos de confort)	2023	Desarrolla una herramienta de análisis climático para facilitar decisiones de diseño pasivo.
Cornejo	Prototipo bioclimático para zonas áridas	2025	Presenta un diseño pasivo para viviendas de bajo costo con calamina en zonas con alta radiación solar.
Melo & Huirse	Diseño bioclimático en aulas escolares de zonas extremas	2024	Aplican la carta bioclimática de Olgay para adaptar aulas en zonas áridas y mejorar el confort térmico.

MARCO TEÓRICO

Figura 03. Variables independiente y dependiente.



Rediseño Bioclimático

El rediseño bioclimático designa la adaptación o cambio de construcción ya existentes utilizando estrategias que respeten y aprovechen las condiciones climáticas del entorno para buscar un mejor confort ambiental y disminuir el consumo de energía. A diferencia de un típico diseño arquitectónico, aquí se busca una propuesta basada en la sostenibilidad desde el diseño, la relación del edificio con el ambiente natural lo y sus habitantes. Con este enfoque no se pretende derribar ni construir, sino racionalizar el aprovechamiento de la energía natural, la luz del sol, la ventilación cruzada, la inercia térmica para un mejor funcionamiento térmico, lumínico y ambiental, del espacio construido.

Según Olgay (2022) el diseño bioclimático parte "de la comprensión del clima como base para el entendimiento eficiente entre el edificio y el medio ambiente"; es decir, permite generar soluciones adecuadas a cada región geográfica. El rediseño bioclimático es una intervención que puede tener mucha eficacia en este tipo de infraestructuras escolares ya existentes con la finalidad de adecuarlo a las condiciones climáticas de la zona andina; de esta manera se contribuye al bienestar ambiental de la comunidad educativa, respetando el medio ambiente y consumiendo eficientemente los recursos naturales disponible.

Objetivos del rediseño bioclimático en infraestructuras educativas

La finalidad principal del rediseño bioclimático de la infraestructura escolar es generar ambientes sanos, eficientes y sustentables para la educación, esto persigue una respuesta a las necesidades climáticas de cada localidad, mediante la utilización de sus condiciones naturales del medio para mejorar las condiciones de confort térmico, calidad del aire e iluminación de los interiores de los edificios educativos. Por tal motivo intenta disminuir la dependencia de calefacción, ventilación e iluminación artificiales, favoreciendo un uso racional de la energía.

Entre los principales objetivos del rediseño bioclimático en entornos educativos son los que se detallan a continuación.

Garantizar un ambiente saludable: El ambiente interior incide considerablemente en el bienestar físico y emocional del profesorado y del alumnado. Temperaturas extremas, humedad excesiva, mala ventilación o mala iluminación afectan detrimentamente al desempeño académico, salud respiratoria y capacidad de concentración (Ching & Shapirto, 2024). El rediseño bioclimático tiene el objetivo de mantener la temperatura confortable durante todo el año, mantener una ventilación cruzada y el mayor aprovechamiento de la luz natural, propiciando un mejor ambiente educativo para el aprendizaje.

Disminuir el consumo energético: la infraestructura educativa convencional consume grandes cantidades de energía para calefacción, horas de iluminación artificial y aireación artificial, produciendo un gasto significativo y una alta contaminación ambiental. Con la aplicación de las estrategias pasivas del diseño bioclimático, como el aislamiento térmico, el uso de materiales con inercia térmica, sistemas de sombreado y captación solar (Esteves, 2023). Entre otros, podemos reducir el consumo de electricidad e inclusive de combustibles fósiles, adoptando una manera de vivir, una cultura, que busca la eficacia de la energía y la sostenibilidad del modo de vida futuro.

Propiciar aprendizaje en ambientes confortables: el entorno físico juega un papel importante en el proceso educativo. Estudios demuestran que la concentración y por tanto retención de la información, así como el rendimiento son mejores cuando se obtiene el confort térmico, visual y acústico (Melo & Huirse, 2024). Además, disminuye la fatiga y el absentismo por enfermedades respiratorias, y mejora el estado de ánimo de los estudiantes, favoreciendo el desarrollo integral de éstos, el rediseño bioclimático es, pues, una intervención arquitectónica, pero también pedagógica.

Promover la cultura ambiental y de sostenibilidad: El cambio del espacio físico escolar debe ir parejo con un cambio ambiental en la comunidad educativa, el rediseño bioclimático es también una herramienta educativa porque en sí mismo da a conocer y valorar la conexión y la convivencia armoniosa con el medio ambiente (Constantino, 2023). De esta manera podemos convertir nuestra escuela en un ejemplo y modelo de responsabilidad ambiental y eficiencia en el uso de recursos ecológicos y que los alumnos, profesores y padres de familia asimilen estos valores como parte de su formación integral en la escuela.

En este sentido, la CEPAL (2022) afirma que “la inversión en arquitectura bioclimática aplicada a la educación es una inversión en bienestar y calidad en la educación, disminuyendo, por ejemplo, enfermedades respiratorias y aumentando la concentración en el aula”. En este sentido se reitera la influencia del ambiente construido como un fenómeno envuelve los procesos y resultados de enseñanza-aprendizaje y desarrollo del ser humano integralmente. Por último, el rediseño bioclimático es un proceso de renovación técnica de los edificios e infraestructuras, es en sí mismo un cambio de paradigma, un cambio de rol en especial en instituciones educativas, en la que las infraestructuras son vistas y utilizadas como un agente activo en el aprendizaje del desarrollo sostenible y el cuidado del medioambiente; lo cual exige criterios técnicos, pedagógicos, culturales, ecológicos en la planificación de la educación, con visión de largo plazo y compromiso social.

Estrategias del rediseño bioclimático

Existe mayores dificultades para adaptar diseños e infraestructuras educativas, en el caso del clima andino, como es el de la provincia de Cotopaxi y particularmente el cantón Salcedo. Las principales condiciones a considerar son la altitud que conlleva una mayor exposición a la radiación solar durante el día, las bajas temperaturas en la mañana y en la noche, así como los vientos fríos que se pueden intensificar en algunas épocas del año. Tal situación provoca que muchas de estas edificaciones específicamente escolares, al haber sido concebidas bajo modelos tradicionales o genéricos, sean térmicamente ineficientes y poco confortables para su uso diario por los alumnos y el profesorado.

Frente a esta situación, el rediseño bioclimático propone un conjunto de estrategias prácticas y contextualizadas para optimizar las condiciones ambientales interiores de aulas y espacios comunes, sin tener que recurrir a costosas soluciones tecnológicas o consumir energía convencional. Por el contrario, se exalta el uso racional de los recursos naturales disponibles en la región, así como los saberes constructivos locales, lo que más que meramente contribuir al confort interior, robustece asimismo la sostenibilidad ambiental y económica del proyecto.

Por consiguiente, según (Chiriboga et al., 2021) sintetizan las estrategias bioclimáticas principales que se adaptan al contexto de la región sierra.

Orientación solar adecuada, que consiste en situar los edificios, en especial las aulas, de tal manera que se reciba el mayor número de horas de sol en las mañanas, cuando las temperaturas ambientales son menores. Conservar el calor natural es otra estrategia que contribuye a minimizar el uso de calefactores artificiales; en el caso del hemisferio sur, se aconseja disponer las ventanas principales mirando al norte o nordeste, donde se recibe la mayor incidencia solar.

Aislamiento térmico a través de los materiales naturales: Se instituyen materiales de mucha inercia térmica que almacenan el calor acumulado durante el día, y lo suelen liberar durante la noche. Los materiales térmicamente más idóneos para las zonas andinas se consideran el adobe, el bloque artesanal, la piedra volcánica, la madera, entre otros materiales autóctonos, estos materiales, por otro lado, generalmente suponen un abaratamiento de los costes, al encontrarse disponibles localmente, lo que favorece la economía circular.

Ventilación cruzada: El sentido adecuado de la circulación del aire, es la clave para mantener espacios sanos, evitando la humedad o contaminantes, para obtener esto, se dispone de aberturas en muros opuestos y así lograr que el aire fresco fluya naturalmente. En zonas frías, la ventilación de este tipo debe ser controlada para evitar fuga de calor del interior; por tanto, su diseño debe estar optimizado entre renovación y mantener la temperatura.

Techos inclinados y dobles: Los techos en los climas fríos son aquellos que deben retener el calor y además evacuar la humedad, más en épocas de lluvias o heladas. Los techos inclinados impiden la acumulación de agua y la condensación; el sistema de doble cubierta con cámara de aire evita la condensación y actúa como aislante térmico, logrando temperaturas internas más estables.

Adecuado uso de colores térmicos: La pintura de muros tanto exteriores como interiores puede contribuir de manera considerable a la captación o reflexión del calor solar. En climas fríos, el color oscuro en fachadas expuestas al sol puede contribuir a la absorción del calor y en espacios interiores se pueden utilizar colores claros, los cuales permiten mejores condiciones de iluminación natural, con ello se restringe el uso de la iluminación artificial.

Estas estrategias, aunque sencillas, pueden cambiar la percepción y vivencia de la utilización de las instalaciones e infraestructuras escolares, su aplicación genera una disminución en la dependencia energética, mejora la calidad ambiental interior y aumenta el bienestar de la comunidad educativa, todo ello sin necesidad de inversiones onerosas. Asimismo, bastantes de estas prácticas están inspiradas en la arquitectura vernácula andina, revalorizando los conocimientos ancestrales y una construcción culturalmente sostenible. En síntesis, el rediseño bioclimático, ajustado a nuestra realidad andina, provee de eficaces soluciones técnicas y propicia el enfoque holístico del espacio educativo, haciendo de la infraestructura la gran aliada del aprendizaje, la salud y la ecología.

Utilidad del rediseño bioclimático en el entorno educativo

De esta manera, el rediseño bioclimático de la infraestructura educativa es una estrategia más integral que se adapta a las condiciones climáticas y geográficas de la zona y que aporta beneficios muy importantes tanto pedagógicos como económicos y medioambientales. Su aplicación a las instituciones educativas va más allá de un mero recurso arquitectónico; es una contribución real al mejoramiento del sistema educativo y a la conformación de comunidades sustentables.

Beneficios pedagógicos:

Vinculado al proceso de enseñanza-aprendizaje, uno de los beneficios más significativos del bioclimático rediseño. Las aulas con buenas condiciones térmicas, adecuadas de ventilación e iluminación natural mejoran la concentración, la motivación y la retención de la información del alumnado. Un recinto saludable reduce distracciones, y absentismo por problemas respiratorios, así como el estrés en alumnos y profesores.

En un estudio realizado por la UNESCO (2023) apunta que “los alumnos de los centros escolares ambientalmente bien diseñados logran hasta un 25% de mejoras en la concentración y retentiva, gracias al confort térmico y visual” (p. 32). Este hecho refleja cómo el entorno físico escolar está correlacionado directamente con la calidad de la educación.

Beneficios económicos:

Económicamente el rediseño con bioclimática pasiva abarata el consumo energético al disminuir la calefacción, ventiladores, luces artificiales o aire acondicionado. De esta forma, las instituciones educativas podrían destinar parte de su propio presupuesto a otros fines pedagógicos o de mejora continua. (Elejalde & Camacho, 2022)

Además de que se retoma el uso de materiales propios de la zona, al igual que las con técnicas utilizadas por los constructores locales y considerando métodos de eficiencia energética como los techos dobles, la ubicación solar y la ventilación cruzada, por lo que sus mantenimientos son menos costosos. Se trata de inversiones rentables y sostenibles a largo plazo.

Beneficios ambientales:

Desde el punto de vista ambiental, una de las ventajas de la bioclimática es su aporte a la disminución de la huella ecológica, ya que implica menor presencia de fuentes de energía convencionales y menos generación de gases contaminantes. Arquitectura que impulsa el uso racional de los recursos naturales y genera una cultura dentro de la institución de respeto hacia el medio ambiente.

Asimismo, los edificios concebidos con criterios bioclimáticos son modelos de buenas prácticas ecológicas que, además, sirven a modo de ejemplo para enseñar a niños y jóvenes el valor del desarrollo sostenible. Esta indirecta función pedagógica ayuda a educar en el conocimiento y relación con el medio ambiente en la humanidad.

Estrategias bioclimáticas

Las estrategias bioclimáticas en arquitectura constituyen un enfoque de diseño que busca armonizar las edificaciones con el entorno natural, aprovechando las condiciones climáticas locales para mejorar el confort térmico y reducir el consumo energético. Este concepto se basa en la idea de que los edificios deben adaptarse al clima y utilizar los recursos disponibles, como la luz solar, la ventilación natural y la vegetación, para minimizar su impacto ambiental. La arquitectura bioclimática no es una invención reciente; de hecho, muchas construcciones tradicionales ya incorporaban principios bioclimáticos, como la orientación adecuada de las ventanas o el uso de materiales con propiedades térmicas específicas. (Wieser et al., 2021)

En la práctica, las estrategias bioclimáticas implican una planificación cuidadosa del diseño arquitectónico, considerando factores como la orientación del edificio, la ubicación de ventanas y aberturas, el uso de materiales con alta inercia térmica y la incorporación de elementos naturales que regulen la temperatura interior. Estas técnicas permiten reducir la dependencia de sistemas mecánicos de climatización, promoviendo un uso más eficiente de la energía y contribuyendo a la sostenibilidad ambiental (Cruz et al., 2022). Además, al adaptarse a las condiciones climáticas específicas de cada lugar, las edificaciones bioclimáticas ofrecen un mayor confort a sus ocupantes y pueden resultar en ahorros significativos en costos operativos a largo plazo.

Características de la Arquitectura Bioclimática

La arquitectura bioclimática se caracteriza por su compromiso con la sostenibilidad, la eficiencia energética y la adaptación al entorno natural. Este tipo de arquitectura busca reducir el impacto ambiental de las edificaciones mediante el uso racional de recursos y el diseño consciente de los espacios, aprovechando al máximo las condiciones climáticas locales. Las construcciones bioclimáticas no solo priorizan el bienestar de sus ocupantes, sino que también promueven un modelo constructivo más responsable con el medio ambiente. Entre las principales características de esta arquitectura destacan el uso de materiales sostenibles, técnicas constructivas innovadoras, integración de energías renovables, y un diseño orientado estratégicamente para aprovechar la luz solar, la ventilación natural y la armonía con el paisaje. (Savia, 2023)

Entre las principales características se encuentran las siguientes:

Uso de materiales de construcción sostenibles: La arquitectura bioclimática se basa en el empleo de materiales que tienen un bajo impacto ambiental durante su ciclo de vida (P. Sánchez, 2024). Esto incluye materiales reciclables, reutilizables o que provienen de fuentes

renovables.

Técnicas constructivas innovadoras y adaptables: Se aplican métodos de construcción que permiten que los edificios se adapten a las variaciones climáticas y a las necesidades del entorno. Estas técnicas incluyen muros, techos verdes, fachadas ventiladas y sistemas pasivos de calefacción o enfriamiento (Galileo, 2024). La innovación se combina con la tradición local, creando soluciones únicas que responden de forma eficiente al clima del lugar y a las necesidades de sus habitantes.

Instalación de energías renovables: Uno de los pilares de la arquitectura bioclimática es la incorporación de tecnologías que permitan aprovechar fuentes de energía limpia, como la solar, eólica o geotérmica (La Torre & Barco, 2022). Los sistemas fotovoltaicos, los colectores solares térmicos y los aerogeneradores de pequeña escala son ejemplos de herramientas que permiten generar electricidad o calefacción de manera autosuficiente, disminuyendo la dependencia de redes convencionales.

Orientación adecuada: La correcta orientación del edificio es fundamental en el diseño bioclimático. Esta estrategia busca maximizar la captación de radiación solar durante el invierno y minimizarla en verano. Generalmente, se prioriza la orientación hacia el norte (en el hemisferio sur) o hacia el sur (en el hemisferio norte) para lograr una ganancia térmica pasiva. Además, se consideran elementos como aleros, persianas y vegetación para controlar la entrada de luz y calor. (Aman, 2020)

Uso de materiales locales y sostenibles: Además de ser sostenibles, los materiales utilizados en la arquitectura bioclimática suelen ser de origen local, lo que reduce los costos de transporte y fomenta la economía regional (Rocha, 2021). Estos materiales están más adaptados al clima del lugar, lo que mejora el desempeño térmico y estructural del edificio.

Principales estrategias Bioclimáticas en la Arquitectura

Las estrategias bioclimáticas en arquitectura buscan optimizar el diseño de edificaciones aprovechando las condiciones climáticas locales para mejorar el confort térmico y reducir el consumo energético. A continuación, se presentan algunas de las principales estrategias:

Orientación solar: La correcta orientación de un edificio permite maximizar la captación de luz y calor solar en climas fríos, y minimizar la exposición en climas cálidos, reduciendo así la necesidad de sistemas de climatización artificial.

Ventilación natural: Diseñar aberturas estratégicas, como ventanas y tragaluces, facilita la circulación del aire, mejorando la calidad del ambiente interior y reduciendo la dependencia de sistemas mecánicos de ventilación.

Aislamiento térmico: El uso de materiales aislantes en paredes, techos y suelos ayuda a mantener una temperatura interior estable, disminuyendo la necesidad de calefacción o refrigeración artificial.

Masa térmica: Materiales como el hormigón o la piedra pueden almacenar calor durante el día y liberarlo por la noche, contribuyendo a una temperatura interior más constante.

Protección solar: Elementos como aleros, pérgolas o vegetación proporcionan sombra, reduciendo la ganancia de calor en verano y permitiendo la entrada de sol en invierno.

Iluminación natural: Aprovechar la luz natural mediante el diseño adecuado de ventanas y claraboyas reduce la necesidad de iluminación artificial, mejorando el bienestar de los ocupantes.

Captación de agua de lluvia: Recolectar y almacenar agua de lluvia para usos no potables, como el riego o la limpieza, contribuye a la

sostenibilidad del edificio.

Energías renovables: Integrar sistemas como paneles solares o turbinas eólicas permite generar energía limpia, reduciendo la dependencia de fuentes no renovables.

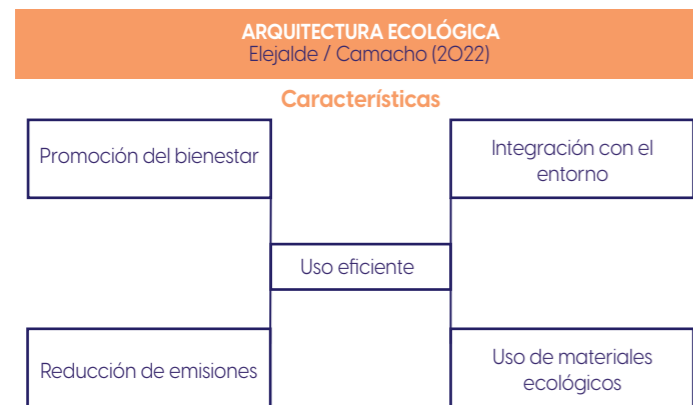
Diseño de espacios exteriores: La incorporación de áreas verdes y elementos naturales en el entorno del edificio mejora el microclima y promueve la biodiversidad.

Uso eficiente del agua: Implementar sistemas de ahorro y reutilización de agua, como grifos de bajo consumo o tratamiento de aguas grises, optimiza el uso de este recurso vital. (Euroinova, 2023)

Arquitectura ecológica

La arquitectura ecológica o arquitectura sustentable, es un enfoque de diseño y construcción que busca minimizar el impacto ambiental, optimizando recursos y generando entornos saludables. Se basa en el uso racional de la energía, el agua y los materiales, promoviendo edificaciones armónicas con el entorno natural (Ching & Shapirto, 2024). Esta arquitectura forma parte esencial de las acciones contra el cambio climático y del cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

FiguraO4. Características de la Arquitectura Ecológica



gica ofrecen beneficios ambientales, económicos y sociales, cada vez más ciudades integran este enfoque en sus planes urbanos, promoviendo construcciones inteligentes y resilientes. En el campo de la educación, estas infraestructuras cumplen una función ambiental y también didáctica, esta arquitectura ecológica, aplicada con creatividad y responsabilidad, tiene el potencial de transformar los espacios y las relaciones entre el ser humano y su entorno.

Desarrollo sostenible

El desarrollo sostenible surge como una respuesta a los múltiples desafíos que enfrenta el mundo en términos de equilibrio ambiental, crecimiento económico y justicia social, se establece un enfoque integrador que combina sostenibilidad ambiental, equidad social y eficiencia económica. Cada una de estas dimensiones es interdependiente, por lo que un verdadero desarrollo solo es alcanzable si se consideran conjuntamente (Ruiz, 2018). Sus principios promueven la justicia intergeneracional, la precaución, la participación y la corresponsabilidad social. Así, el desarrollo sostenible es una alternativa ética y estratégica para el futuro del planeta, su implementación requiere un compromiso colectivo y multisectorial a escala global, regional y local.

La Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, en su informe "Nuestro futuro común" (Naciones Unidas, 2020), más

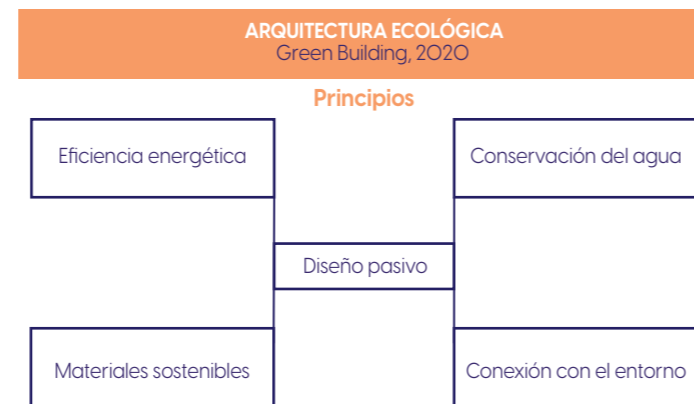
conocido como Informe Brundtland definió el desarrollo sostenible como: "aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades" (Guzmán, 2024). A través de este enfoque, se reconoce la urgencia de cambiar los modelos tradicionales de producción y consumo que agotan los recursos naturales. Además, destaca la importancia de una visión global que articule los intereses de las personas y del medio ambiente a largo plazo.

La comprensión del desarrollo sostenible como un principio transversal permite su aplicación en todos los sectores: educación, salud, economía, infraestructura, entre otros, su enfoque holístico garantiza que el progreso no se mida únicamente en términos económicos, sino también en bienestar humano y equilibrio ecológico. Esta visión es clave para transformar sociedades, ya que fomenta la responsabilidad compartida y la participación activa de todos los actores sociales.

Dimensión ambiental del desarrollo sostenible

La dimensión ambiental del desarrollo sostenible se refiere a la protección de los ecosistemas y la conservación de los recursos naturales para garantizar la vida en el planeta, esta dimensión reconoce que el entorno natural no solo es un recurso económico, sino una condición vital para la supervivencia de todas las especies. En este sentido, se promueven prácticas que reduzcan la contaminación, la deforestación, la pérdida de biodiversidad y el cambio climático (Caballero et al., 2023). La sostenibilidad ambiental implica una gestión racional del agua, el aire, el suelo y la energía, también requiere un enfoque preventivo en la toma de decisiones, considerando los efectos a largo plazo sobre la naturaleza. La relación armónica entre el ser humano y el medio ambiente es fundamental para evitar la degradación del planeta. Esta dimensión también busca restaurar los ecosistemas deteriorados y fortalecer la resiliencia frente a desastres naturales.

De acuerdo con la UNESCO (2021), "el componente ambiental del desarrollo sostenible exige el mantenimiento de la capacidad de los ecosistemas para soportar la vida y las actividades humanas. Esto implica conservar la biodiversidad, reducir la contaminación y promover el uso eficiente de los recursos". Este planteamiento destaca la necesidad **FiguraO5.** Principios de la Arquitectura Ecológica



de proteger los servicios ecosistémicos que son esenciales para la vida, como el aire limpio, el agua potable y los suelos fértiles. La acción ambiental sostenible debe ir acompañada de educación ambiental, legislación firme y participación ciudadana; la sostenibilidad ecológica también se traduce en una economía circular, donde los residuos se reducen, se reutilizan o se reciclan.

Sin una base ecológica sólida, ningún desarrollo puede mantenerse en el tiempo. por ello, la dimensión ambiental no debe tratarse como un complemento, sino como un eje transversal en todas las decisiones humanas. Invertir en la conservación del medio ambiente no solo es una cuestión ética, sino también estratégica para la supervivencia y el bienestar. El cuidado de la naturaleza debe integrarse en la cultura,

la economía, la educación y la tecnología. Así, se podrán generar sociedades más resilientes, capaces de enfrentar los desafíos del siglo XXI.

Dimensión social del desarrollo sostenible

La dimensión social del desarrollo sostenible busca garantizar el bienestar de las personas mediante la equidad, la inclusión y la justicia social. Esta dimensión reconoce que un desarrollo auténtico debe centrarse en el ser humano, promoviendo la erradicación de la pobreza, la equidad de género, el acceso universal a la salud, educación y participación ciudadana. A través de políticas sociales sostenibles se busca cerrar las brechas sociales y garantizar oportunidades equitativas (Murga, 2021). También contempla el respeto a los derechos humanos, la diversidad cultural y la participación de grupos vulnerables en la toma de decisiones, el desarrollo social sostenible promueve sociedades más justas y cohesionadas, capaces de convivir en armonía y solidaridad.

De acuerdo con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2020), "la inclusión social es un componente esencial del desarrollo sostenible, ya que sin justicia social no puede haber un desarrollo equitativo ni sostenible en el largo plazo". La sostenibilidad social no puede alcanzarse si millones de personas continúan excluidas de los beneficios del progreso.

El fortalecimiento de la dimensión social permite construir sociedades inclusivas, donde cada individuo tenga acceso a los recursos y oportunidades para desarrollar su potencial, la sostenibilidad no es posible sin equidad ni justicia social. Por tanto, se debe priorizar la inversión en servicios públicos de calidad, especialmente en educación, salud y vivienda digna. Asimismo, es fundamental reconocer el rol de las comunidades en la construcción de entornos más humanos y solidarios.

Infraestructura educativa

La infraestructura educativa se refiere al conjunto de espacios físicos, recursos materiales y equipamiento que permiten el desarrollo adecuado de las actividades pedagógicas en una institución educativa. Esta incluye aulas, laboratorios, bibliotecas, áreas recreativas, servicios higiénicos, mobiliario, tecnología educativa, entre otros (Galileo, 2024). Es un componente esencial para garantizar condiciones dignas y seguras de aprendizaje. Una buena infraestructura educativa contribuye directamente al rendimiento académico, la permanencia escolar y la motivación del estudiantado.

Según el Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2022), "la infraestructura escolar tiene un impacto significativo en el aprendizaje de los estudiantes, ya que influye en la asistencia, concentración, salud y bienestar general". Este planteamiento resalta que las condiciones físicas de las escuelas afectan directamente el proceso educativo, espacios deteriorados o inseguros generan un entorno poco propicio para el aprendizaje, afectando principalmente a niños y niñas en situación de vulnerabilidad.

Una infraestructura adecuada se enfoca en lo estético o estructural, además, debe estar pensada pedagógicamente para facilitar metodologías activas, la interacción y la inclusión. El diseño de los espacios debe considerar factores como iluminación, ventilación, acústica, ergonomía y conectividad. Inclusive, debe responder a las necesidades culturales, geográficas y climáticas de cada región, en contextos rurales o urbanos, las soluciones deben ser pertinentes y sostenibles; la infraestructura es, por tanto, una herramienta pedagógica que potencia el aprendizaje, la equidad y la innovación.

Principios de la infraestructura educativa

La infraestructura educativa se rige por principios fundamentales

que orientan su diseño, implementación y evaluación, uno de los principales es la equidad, que busca asegurar que todos los estudiantes, sin importar su ubicación o condición socioeconómica, tengan acceso a ambientes escolares adecuados. Otro principio es la funcionalidad, que implica que los espacios sean útiles, adaptables y acordes a las necesidades pedagógicas. También está el principio de seguridad, que garantiza entornos escolares libres de riesgos físicos, estructurales y sanitarios. (Esteves, 2023)

El Ministerio de Educación del Ecuador (2016) establece que "una infraestructura escolar debe cumplir con los principios de accesibilidad, seguridad, funcionalidad, equidad y sostenibilidad, orientados a garantizar el derecho a una educación de calidad". Estos principios permiten que la infraestructura educativa se enfoque en construir espacios físicos y en crear ambientes que promuevan el aprendizaje integral. La sostenibilidad, por ejemplo, considera el uso eficiente de recursos energéticos, materiales ecológicos y mantenimiento preventivo, la accesibilidad es otro principio esencial, que busca eliminar barreras físicas para estudiantes con discapacidad.

Estos principios son importantes para evaluar la calidad de la infraestructura educativa y para planificar nuevas construcciones o remodelaciones, no basta con edificar, es fundamental construir con sentido pedagógico, inclusivo y sostenible. De esta manera, se promueve una educación que respeta la diversidad, mejora la experiencia de aprendizaje y fortalece la comunidad educativa, la aplicación coherente de estos principios también favorece una mayor participación de docentes, estudiantes y familias en la mejora de los espacios escolares.

Elementos de la infraestructura educativa

Los elementos de la infraestructura educativa comprenden todas las partes que constituyen los espacios físicos y recursos disponibles en una institución educativa. Estos se dividen en tres grandes componentes: el entorno físico (edificios, aulas, patios, servicios higiénicos, instalaciones eléctricas y de agua), el mobiliario (mesas, sillas, pizarras, estantes, escritorios) y los recursos tecnológicos (computadoras, proyectores, internet, pantallas interactivas) (Hoyos et al., 2018). Cada uno cumple un rol fundamental para garantizar ambientes propicios para el aprendizaje. Además, el diseño y la organización de estos elementos debe responder a los niveles educativos y las metodologías pedagógicas empleadas.

De acuerdo con el informe del Banco Mundial (2022), "los elementos de la infraestructura escolar deben estar integrados en un enfoque de diseño universal que permita la inclusión, la flexibilidad y la adaptabilidad frente a distintos contextos y necesidades pedagógicas". Esto implica que los componentes no pueden ser genéricos ni descontextualizados, sino que deben considerar variables como el clima, la cultura local, la tecnología disponible y las necesidades especiales. Los espacios educativos deben permitir tanto la enseñanza tradicional como la implementación de metodologías activas, colaborativas o digitales.

El equilibrio entre los distintos elementos de la infraestructura educativa permite que se optimice el uso de los recursos disponibles y se fortalezca el proceso de enseñanza-aprendizaje, el mobiliario debe ser ergonómico y adecuado para la edad del alumnado, los recursos tecnológicos deben ser pertinentes y funcionales, y el entorno físico debe facilitar el movimiento, la ventilación y la iluminación, la evaluación y supervisión permanente de estos elementos es clave para garantizar su mantenimiento, actualización y mejora continua.

Proceso de desarrollo de infraestructura educativa

El desarrollo de infraestructura educativa es un proceso que abarca desde la planificación hasta la construcción, implementación, uso y mantenimiento de los espacios escolares. Inicia con el diagnóstico de necesidades, seguido del diseño arquitectónico, financiamiento, ejecución de obras, equipamiento y evaluación. Este proceso debe ser participativo, incluyendo a la comunidad educativa para asegurar que las soluciones respondan a sus reales necesidades. Una planificación

deficiente o sin enfoque pedagógico puede traducirse en espacios subutilizados o poco funcionales.

Según UNESCO (2023), “el diseño y construcción de infraestructura educativa debe considerar una planificación integral, que combine aspectos técnicos, pedagógicos, ambientales y sociales, con el fin de lograr espacios seguros, resilientes e inclusivos”. La participación de arquitectos, ingenieros, autoridades, docentes, estudiantes y padres de familia es fundamental para identificar necesidades concretas, también se deben establecer mecanismos claros de mantenimiento preventivo y evaluación periódica para evitar el deterioro.

La infraestructura escolar es parte de un proceso continuo de mejora de la calidad educativa, para que cumpla su propósito, debe estar alineada con las políticas educativas, el currículo y los métodos de enseñanza. Además, debe ser monitoreada y adaptada a los cambios tecnológicos, demográficos y ambientales, un enfoque de gestión integral permite garantizar su sostenibilidad, funcionalidad y relevancia educativa a largo plazo.

Factores que influyen en la infraestructura educativa

Son varios los factores que influyen en la calidad y funcionalidad de la infraestructura educativa, entre ellos se destacan: la inversión pública, las políticas gubernamentales, el contexto geográfico, la participación comunitaria, la planificación técnica, la disponibilidad de materiales y la sostenibilidad ambiental. Estos elementos determinan si los espacios escolares cumplen con los estándares adecuados o si presentan deficiencias que afectan al proceso educativo. Cada factor puede tener un impacto positivo o negativo dependiendo de su gestión. (Landy & Vásconez, 2024)

Según el informe de la CEPAL (2021), “la inversión sostenida en infraestructura educativa, acompañada de planificación estratégica, es esencial para mejorar la equidad y la calidad de los sistemas educativos en América Latina”. Los contextos rurales o urbanos presentan desafíos distintos: acceso, transporte, riesgo sísmico, disponibilidad de servicios básicos o condiciones climáticas. Además, la falta de participación de la comunidad puede generar desconexión entre las necesidades reales y las soluciones implementadas.

El éxito de una infraestructura educativa depende de la cantidad de recursos invertidos y de cómo se planifican, construyen y mantienen esos espacios, una visión integral permite anticipar riesgos y fortalecer la resiliencia de las instituciones. Asimismo, la capacitación del personal, el liderazgo directivo y la apropiación por parte de la comunidad educativa son claves para que la infraestructura realmente impacte en la calidad del aprendizaje.

Tipos de infraestructura educativa

Existen distintos tipos de infraestructura educativa, clasificados según el nivel educativo (inicial, básica, media y superior), el entorno (urbano o rural), y el enfoque pedagógico (tradicional, inclusivo, tecnológico o alternativo). Cada uno tiene características específicas que responden a sus usuarios y finalidades (Quesada, 2020). Por ejemplo, una infraestructura para educación inicial debe priorizar la seguridad, accesibilidad, colores vivos, espacios lúdicos y materiales adaptados a los niños pequeños, mientras que en la educación media se prioriza la conectividad y los laboratorios.

De acuerdo con el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF, 2020), “la infraestructura educativa debe adaptarse a las necesidades de la niñez y adolescencia, proporcionando entornos protectores, accesibles y estimulantes para el aprendizaje”. Los tipos de infraestructura también incluyen modelos modulares, escuelas verdes, centros comunitarios, aulas digitales o unidades móviles en contextos de emergencia, la flexibilidad y la innovación en el diseño son esenciales para enfrentar los desafíos actuales de la educación.

Conocer los distintos tipos de infraestructura educativa permite diseñar respuestas más adecuadas a las necesidades del territorio y del nivel educativo, las soluciones deben ser contextualizadas, sostenibles y pedagógicamente fundamentadas. Además, los nuevos paradigmas educativos demandan espacios que fomenten la creatividad, la colaboración y el uso de la tecnología. Apostar por infraestructuras modernas e inclusivas es apostar por una educación de calidad, equitativa y transformadora.

Ambiente de aprendizaje

El ambiente de aprendizaje se refiere al conjunto de condiciones físicas, psicológicas, sociales y pedagógicas que influyen en el proceso educativo de los estudiantes, se enfoca al espacio físico y abarca la interacción entre docentes, alumnos, contenidos, metodologías y tecnología. Un ambiente de aprendizaje positivo motiva al estudiante, mejora la concentración, facilita la participación y estimula el pensamiento crítico; en este sentido, constituye un elemento necesario para garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad.

Según Díaz y Hernández (2020), “el ambiente de aprendizaje es un escenario dinámico donde se integran recursos didácticos, relaciones interpersonales, estrategias pedagógicas y contenidos para favorecer el aprendizaje significativo del estudiante”. Esta perspectiva pone en evidencia que el aula no es solo un lugar físico, sino un espacio vivo y flexible.

Comprender el ambiente de aprendizaje como una estructura integral permite a los docentes diseñar experiencias más enriquecedoras y adaptadas a las necesidades de cada estudiante. Así, se convierte en una herramienta clave para impulsar el desarrollo cognitivo, emocional y social del alumnado.

Elementos del ambiente de aprendizaje

El ambiente de aprendizaje está compuesto por diversos elementos que interactúan entre sí, estos componentes no solo definen el entorno educativo, sino que influyen directamente en el rendimiento académico y la actitud de los estudiantes hacia el aprendizaje. Identificar estos elementos permite a los educadores intervenir de forma estratégica para mejorarlos y adaptarlos al contexto.

Los principales elementos, según Castro (Castro, 2019), son:

- Espacio físico: mobiliario, ventilación, iluminación y orden del aula.
- Relaciones interpersonales: clima emocional entre docente y estudiantes.
- Recursos didácticos y tecnológicos: materiales que facilitan la comprensión.
- Metodologías activas: formas de enseñar que estimulan la participación.

Normas y convivencia: reglas claras y un ambiente seguro.

La mejora de cada uno de estos elementos contribuye a una experiencia educativa más significativa, cuando están bien integrados, promueven un entorno estimulante, cooperativo y fortalece la socialización, interactividad para todos los actores del proceso educativo.

Tipos de ambientes de aprendizaje

Los ambientes de aprendizaje pueden clasificarse según su modalidad, enfoque pedagógico y tecnología utilizada, estos tipos han evolucionado con el tiempo, sobre todo con el avance de las tecnologías

de la información, que han ampliado las posibilidades de acceso y flexibilidad en la educación. Comprender estos tipos es fundamental para escoger estrategias acordes con las características del grupo de estudiantes y los objetivos de aprendizaje. (Castellanos et al., 2020)

Para (Ayala, 2021), los tipos de ambiente de aprendizaje se agrupan en: presencial, virtual, mixto o híbrido, y autónomo. “Cada tipo responde a contextos específicos y debe diseñarse con base en las necesidades de aprendizaje, el nivel de autonomía del estudiante y los recursos disponibles”. Los distintos tipos de ambiente de aprendizaje ofrecen oportunidades para personalizar la enseñanza, facilitar la inclusión y promover el aprendizaje colaborativo. Su elección debe estar orientada por criterios pedagógicos, tecnológicos y humanos.

Factores que influyen en el ambiente de aprendizaje

Diversos factores internos y externos influyen en la calidad del ambiente de aprendizaje. Estos factores pueden potenciar o limitar el desarrollo académico, emocional y social de los estudiantes. Por tanto, es necesario identificarlos y gestionarlos desde una perspectiva holística e inclusiva.

De acuerdo con (Cornejo, 2025)los factores que más influyen en el ambiente de aprendizaje son:

- Clima emocional: empatía, respeto, motivación y apoyo.
- Interacción docente–estudiante: comunicación clara y efectiva.
- Nivel socioeconómico: acceso a recursos y estabilidad familiar.
- Formación docente: actualización pedagógica y actitud innovadora.
- Tecnología educativa: herramientas que enriquecen los contenidos.

Identificar y actuar sobre estos factores permite fortalecer la equidad, la participación y el bienestar en el aula. Cuando se gestionan de manera adecuada, se crea un ambiente propicio para el aprendizaje significativo y el desarrollo integral del estudiante, sobre todo el aprendizaje es más receptivo.

Unidades educativas

Las unidades educativas se refiere aquellos espacios institucionales donde se realizan diversos procesos de enseñanza aprendizaje de forma sistemática, organizada e intencional; estos espacios dan respuesta a las diferentes normas curriculares, pedagógicas y administrativas que garantizan la formación integral del alumno, de esta forma se promueve el desarrollo social, emocional, cognitivo y ético en el estudiante. De igual forma, estas instituciones son parte importante para el encuentro de formación comunitaria y construcción de la ciudadanía.

Según el Ministerio de Educación del Ecuador (2016) menciona que la unidad educativa concierne a una institución educativa que se encuentra establecida de forma legal, con la finalidad de desarrollar varios niveles del sistema educativo nacional, en un espacio o infraestructura física, sea esta arrendada o propia con una administración apropiada, materiales comunes y recursos humanos; lo que concierne tanto el ámbito educativo al igual que el enfoque integrador de sus funciones.

Es así, que las unidades educativas se configuran como estructuras complejas que tienen una función más allá del aula, convirtiéndose en entes activos de desarrollo cultural. Social y local, puesto que en estas convergen diversos actores como estudiantes, docentes, familia y directivos, estos son los responsables de mantener criterios pertinencia, calidad y equidad de acuerdo al contexto territorial y en el entorno donde se ubican.

Principios que rigen a las unidades educativas

Las unidades educativas se direccionan bajo principios rectores que orientan su funcionamiento y organización, entre las más importantes se encuentran la equidad, inclusión, respeto por los derechos humanos, la interculturalidad y sobre todo la calidad educativa, estos principios se enmarcan en la legislación educativa nacional, al igual que en los tratados internacionales de derechos educativos.

El Código Orgánico de la Educación Intercultural LOEI (2017) menciona que el sistema educativo en el Ecuador, se encuentra fundamentado en los principios de igualdad de oportunidades, calidad, libertad, interculturalidad, solidaridad, responsabilidad, a la no discriminación, entre otros, siendo estos principios los que orienten la gestión institucionales, al igual de las relaciones pedagógicas y convivencia escolar.

En este aspecto, los principios se detectan como declaraciones formales y aquellas condiciones que se materialicen en el currículo nacional, la infraestructura educativa, la práctica docente y sobre todo la participación de la comunidad educativa, con el propósito de garantizar su cumplimiento para ofrecer una educación de calidad, transformadora y con sentido de pertenencia.

Elementos estructurales y organizativos

En las unidades educativas se encuentran varios elementos estructurales que son parte de un funcionamiento integral adecuado, entre los cuales se destacan la infraestructura o planta física, proyecto educativo institucional (PEI), el personal docente y administrativo, recursos didácticos y tecnológicos disponibles, el currículo y reglamento interno. La utilización de estos componentes determina que tan eficiente y eficaz se encuentra el proceso educativo en la institución.

Para Molina (2024), las unidades educativas son estructura o edificios que cuentan con un sistema interdependiente de elementos pedagógicos, humanos y organizativos que interactúan coordinadamente para alcanzar propósitos educativos; la organización de estos elementos responden a normas nacionales y funcionalidades del contexto educativo.

Las dimensiones sistemáticas de las instituciones educativas son parte importante para comprender que los objetivos y resultados académicos, no depende solo del estudiante y docente, al contrario, es la forma de que todos los elementos que conforman el sistema educativo interactúen y se gestionen con proyecciones estratégicas. Flexibles y participativas.

Función social y pedagógica de las unidades educativas

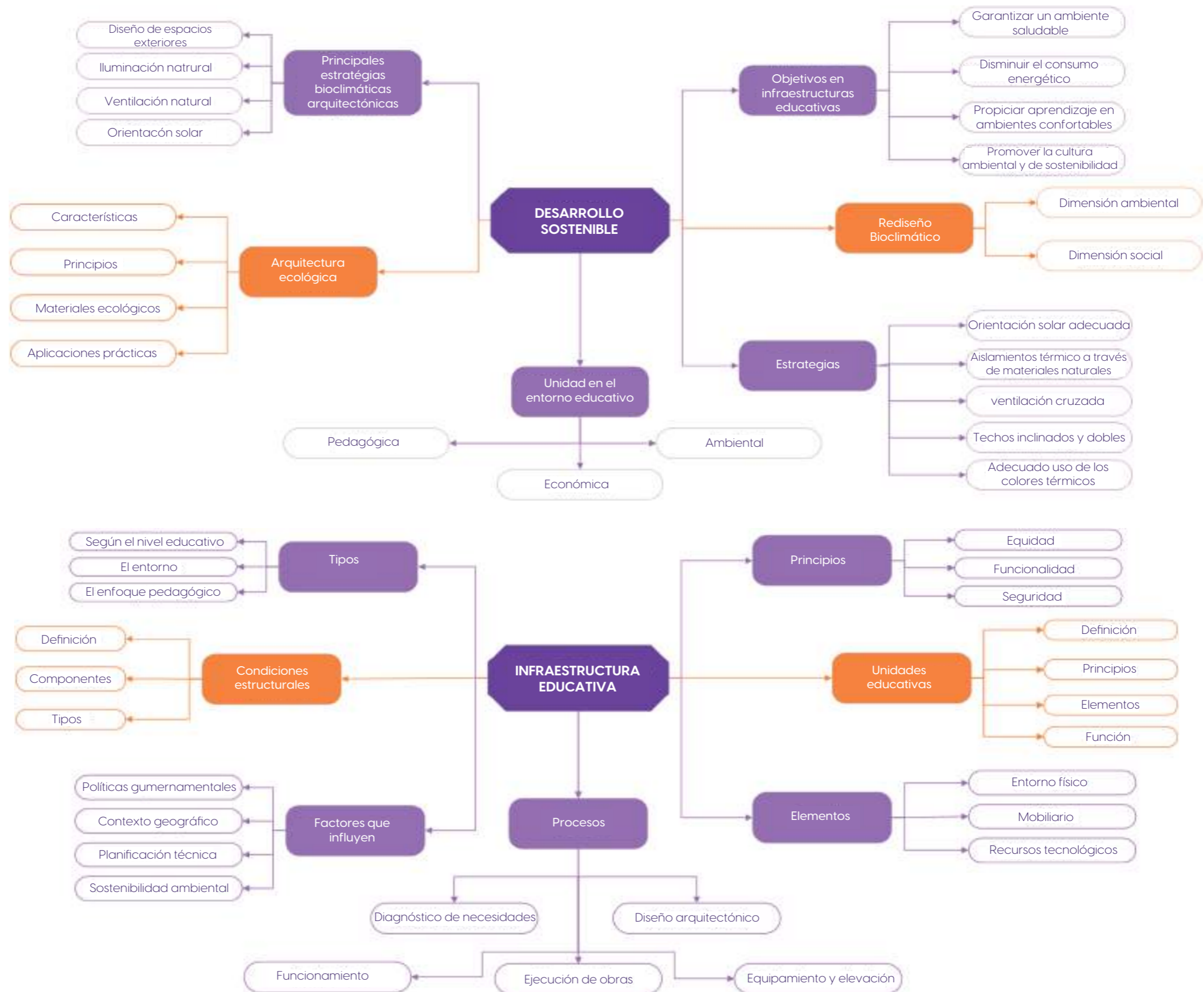
Estos espacios educativos tienen un rol importante y cumplen una función social determinante, puesto que son lugares de formación, desarrollo, inclusión y prevención; por medio de la acción pedagógica se desarrolla valores, competencias y actitudes que dan paso a individuos a que se inserten de forma activa y crítica a la sociedad.

De acuerdo con Castro (2019), las instituciones educativas cumplen con la función de enseñar contenidos, el de socializar, formar a nuevas generaciones e integrar valores en el sentido de pertenencia de la comunidad, lo cual permite comprender que el trabajo de las unidades educativas se manifiestan en el aula de clase, siendo parte importante para el desarrollo social.

Por tal motivo, es necesario equipar y adecuar a las unidades educativas, esto conlleva a mejorar su infraestructura para alcanzar un ambiente propicio para el desarrollo del proceso de aprendizaje, esto potencia el vínculo del entorno y estudiante, generando mayor participación del alumno, al igual de fomentar una cultura institucional que se basa en el respeto, justicia educativa y colaboración de la comunidad educativa, en beneficios de los estudiantes.

RED CONCEPTUAL

FiguraO6. Red conceptual.



MARCO LEGAL

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (1992)

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático CMNUCC (1992) establece los marcos para la cooperación internacional en la lucha contra el cambio climático, enfatizando la necesidad de reducir los efectos negativos de las actividades humanas en el medio ambiente. En particular, promueve el uso de tecnologías y estrategias de eficiencia energética y sostenibilidad, temas directamente vinculados a las estrategias bioclimáticas en arquitectura.

Artículo 4 - Compromisos de los países: Este artículo establece que los países deben adoptar medidas para mitigar el cambio climático, promoviendo el desarrollo sostenible. En el contexto de tu investigación, el diseño bioclimático de la infraestructura educativa en Ecuador responde a este compromiso, dado que reduce la huella de carbono al maximizar el uso de energías renovables y recursos naturales en la construcción de edificios.

En el Ecuador, como firmante de esta convención, ha implementado políticas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en distintos sectores, incluida la infraestructura educativa. Las estrategias bioclimáticas aplicadas en el Liceo Oxford buscan alinearse con estos compromisos internacionales.

Ley Orgánica de Educación Intercultural LOEI

La Ley Orgánica de Educación Intercultural LOEI (2017) establece principios clave para garantizar una educación de calidad en Ecuador, promoviendo la inclusión, la equidad, y el bienestar de todos los estudiantes. En su artículo 13, se reconoce que las instituciones educativas deben contar con condiciones adecuadas para el desarrollo integral de los estudiantes, lo cual incluye la calidad ambiental en los espacios escolares.

Artículo 13 - Derechos de los estudiantes: Este artículo menciona que los estudiantes tienen derecho a aprender en un entorno adecuado, libre de riesgos, y con condiciones de salud que favorezcan su desarrollo académico. La mejora de las condiciones ambientales mediante el diseño bioclimático en la Unidades Educativas se enmarca en este principio, ya que las estrategias bioclimáticas contribuyen al confort térmico, la ventilación natural y la eficiencia energética. Las Unidades Educativas, al aplicar estrategias bioclimáticas, estaría cumpliendo con la obligación de proporcionar un espacio físico adecuado para los estudiantes.

Código Orgánica del Ambiente (COA)

El Código Orgánica del Ambiente COA (2017) de Ecuador establece las bases para la gestión y conservación del ambiente, promoviendo el uso eficiente de los recursos naturales y la sostenibilidad en el país. Esta ley es fundamental para la implementación de estrategias bioclimáticas en la infraestructura educativa, pues establece la obligatoriedad de integrar criterios de sostenibilidad en las construcciones públicas y privadas.

Artículo 22 - Gestión de recursos naturales y uso eficiente de la energía: Este artículo promueve el uso racional de los recursos naturales, el ahorro de energía y la protección del medio ambiente. Las estrategias bioclimáticas, que promueven el uso de energías renovables y técnicas de ahorro energético en la edificación, son una respuesta directa a este mandato.

Constitución de la República del Ecuador

La Constitución de la República del Ecuador (2021) en su artículo 14, reconoce el derecho de las personas a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice el bienestar y el buen vivir. Esto implica que las instituciones, tanto públicas como privadas, tienen la obligación de garantizar espacios saludables que no solo promuevan el bienestar físico, sino también el aprendizaje y el desarrollo humano.

Artículo 14 - Derecho a un ambiente sano: Este artículo establece que todos los ciudadanos tienen derecho a disfrutar de un ambiente saludable, lo cual incluye a los estudiantes que deben aprender en condiciones favorables. Las estrategias bioclimáticas aplicadas en el Instituciones educativas ayudan a crear un entorno más saludable y adecuado para el desarrollo integral de los estudiantes.

Este derecho constitucional es importante para las estrategias bioclimáticas, ya que busca una mejora continua en la infraestructura educativa y en las condiciones ambientales en todo el país. En el cantón Salcedo, la aplicación de estos principios contribuiría a la mejora de la calidad educativa y del bienestar de los estudiantes.

Ordenanza Municipal de Desarrollo Urbano del Cantón Salcedo

La Ordenanza Municipal de Desarrollo Urbano del cantón Salcedo (2021) establece lineamientos para la construcción sostenible y la protección del entorno urbano y rural. Esta ordenanza impulsa la implementación de técnicas de eficiencia energética en nuevas construcciones, promoviendo el uso de tecnologías bioclimáticas que contribuyan al bienestar social y ambiental.

Artículo 8 - Construcción Sostenible: Este artículo establece que las nuevas edificaciones deben cumplir con criterios de sostenibilidad, incluyendo la eficiencia energética y el uso adecuado de los recursos naturales. Las estrategias bioclimáticas aplicadas en Instituciones educativas deben alinearse con esta normativa municipal, promoviendo una infraestructura más eficiente y ecológica. La ordenanza brinda el marco legal necesario para que las unidades educativas puedan implementar soluciones bioclimáticas en su infraestructura, favoreciendo tanto el ambiente local como el bienestar de sus estudiantes.

Plan Nacional de Desarrollo

El Plan Nacional de Desarrollo del Ecuador (2024) subraya la necesidad de garantizar una educación de calidad, a la vez que se promueve la sostenibilidad en todos los sectores, incluyendo la infraestructura educativa. En su Objetivo 3, se destacan las políticas para mejorar las condiciones de las infraestructuras educativas y hacerlas más resilientes frente al cambio climático.

Objetivo 3: Mejorar la infraestructura educativa para asegurar un ambiente de aprendizaje adecuado. El Plan Nacional de Desarrollo hace énfasis en la necesidad de crear ambientes educativos que sean más sostenibles y resilientes, lo cual se logra mediante el uso de estrategias bioclimáticas en los edificios escolares. La implementación de estas estrategias en las instituciones educativas contribuiría directamente a cumplir con las metas del Plan Nacional de Desarrollo, promoviendo espacios escolares más saludables y sostenibles, alineados con las políticas públicas de educación y medio ambiente.

El uso de drones en Ecuador está regulado por diversas normativas que aseguran su operación segura y legal, especialmente en actividades educativas o de investigación. Una de las leyes clave es la Ley Orgánica de Aviación Civil LOAC (2015), que regula el espacio aéreo ecuatoriano y establece las condiciones bajo las cuales se pueden operar aeronaves no tripuladas, como los drones. De acuerdo con el Artículo 138 de la LOAC, las aeronaves no tripuladas deben cumplir con los estándares de seguridad establecidos por la Dirección General de Aviación Civil DGAC (2024). Además, el Reglamento de Aeronaves No Tripuladas (RANT), establecido en 2017, regula de manera más específica el uso de drones, incluyendo el requerimiento de obtener permisos de vuelo para actividades comerciales o educativas, como es el caso para la fotogrametría 3D en el Liceo Oxford.

CAPÍTULO 3

MARCO METODOLÓGICO

Línea

Diseño, técnica y sostenibilidad (DITES)

Acerca la comprensión de problemas centrales del proceso proyectual arquitectónico, la transformación del espacio físico y la comunicación visual y en términos de hábitat humano, tanto en nuevas construcciones como en espacios existentes, para producir conocimiento teórico, práctico y experimental, fundamentado en la comprensión de los conceptos de sostenibilidad, eco-eficacia y entornos bioclimáticos, aplicados a nivel de diseño, materiales, sistemas constructivos y tecnologías.

Sub-línea

Estrategias de diseño para la mitigación del cambio climático y regeneración sostenible del hábitat humano.

Enfoque de la investigación

El enfoque de esta investigación es cualitativo, ya que se orienta a comprender e interpretar cómo las condiciones climáticas locales y las características constructivas actuales influyen en el confort ambiental de los espacios educativos de la Unidad Educativa Liceo Oxford, en el cantón Salcedo. A través del análisis de campo, observación directa, entrevistas y diagnóstico ambiental, se identifican problemáticas relacionadas con la ventilación, iluminación natural y temperatura interior, que afectan el bienestar de la comunidad educativa. Esto permite proponer estrategias bioclimáticas pasivas contextualizadas, que mejoren las condiciones térmicas y lumínicas del entorno escolar, promoviendo un ambiente más saludable, sostenible y adecuado para el aprendizaje.

Nivel de investigación

El nivel de esta investigación es exploratorio, ya que busca obtener un conocimiento inicial y profundo sobre las condiciones actuales de la infraestructura de la Unidad Educativa Liceo Oxford del cantón Salcedo. A través del uso de técnicas innovadoras como la fotogrametría 3D, se levantará un modelo digital tridimensional que permitirá examinar con mayor precisión las características físicas y ambientales del entorno escolar. Esta etapa exploratoria es necesaria para identificar factores relevantes que inciden en la calidad ambiental de los espacios educativos, especialmente en relación con las condiciones climáticas particulares de la provincia de Cotopaxi.

De igual forma, la investigación adopta un nivel descriptivo, pues se enfoca en detallar y analizar las principales deficiencias ambientales de la institución, tales como la iluminación natural deficiente, la ventilación inadecuada y el escaso confort térmico. A partir de este análisis, se propondrán estrategias bioclimáticas pasivas viables y contextualizadas, que contribuyan a mejorar la eficiencia energética y el bienestar de la comunidad educativa. Esta descripción permite documentar el estado actual del entorno construido y generar soluciones sostenibles que puedan replicarse en contextos similares.

Tipo de investigación

El tipo de investigación que se desarrolla es documental y de campo, ya que combina el análisis teórico y técnico con la observación directa del entorno físico. En primer lugar, la investigación documental permite registrar y conservar información precisa sobre estrategias bioclimáticas, normas técnicas y estudios previos que fundamenten las propuestas de mejora. Paralelamente, la investigación de campo es esencial, dado que se acude directamente a la Unidad Educativa Liceo Oxford del cantón Salcedo para levantar un modelo tridimensional de su infraestructura y evaluar en situ las condiciones de iluminación, ventilación y confort térmico. Este enfoque permite alcanzar un nivel de profundidad práctica que haga aplicables y replicables los resultados, con miras a proponer soluciones sostenibles adaptadas al contexto local.

Población

La población objeto de estudio en la presente investigación está conformada por cinco docentes, el director, cincuenta y nueve estudiantes de tercero de bachillerato de la Unidad Educativa Liceo Oxford y nueve profesionales técnicos (entre arquitectos, ingenieros civiles y ambientalistas) del cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi. Estos actores han sido seleccionados por su conocimiento directo y cotidiano del funcionamiento de los espacios escolares, así como por su experiencia en la gestión institucional, pedagógica y técnica dentro del plantel. La participación de los docentes, el director y los profesionales especializados es fundamental para identificar de manera precisa las deficiencias ambientales existentes, validar el análisis técnico realizado y aportar con observaciones valiosas para el diseño de estrategias bioclimáticas contextualizadas. Por su parte, los estudiantes permiten recoger percepciones directas sobre el confort ambiental, lo que contribuye a comprender cómo las condiciones térmicas, lumínicas y de ventilación afectan su bienestar y desempeño académico.

Técnicas de recolección

1. Analizar las condiciones físicas y ambientales del entorno escolar de la Unidad Educativa Liceo Oxford mediante técnicas de fotogrametría 3D observaciones directas y entrevistas.

Para alcanzar este objetivo, se adoptará un enfoque metodológico cualitativo de tipo exploratorio-descriptivo, orientado a la comprensión profunda y contextualizada de las condiciones físicas y ambientales del entorno escolar. El proceso iniciará con un análisis documental del comportamiento climático histórico del cantón Salcedo durante las últimas dos décadas. Esta etapa permitirá recopilar y sintetizar información importante sobre temperatura media, humedad relativa, radiación solar, dirección e intensidad de los vientos y precipitación, a través de fuentes como informes del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), datos satelitales de libre acceso y bases de datos académicas especializadas. La finalidad de esta revisión es establecer una línea de base climática que sirva como referente para contrastar con las condiciones actuales y proyectar escenarios futuros en el contexto del cambio climático.

De forma complementaria, se realizará un diagnóstico del clima actual, que incluirá entrevistas semiestructuradas a expertos en meteorología, arquitectura bioclimática y planificación urbana. Estas entrevistas permitirán incorporar saberes técnicos y percepciones locales sobre los efectos del clima en los entornos escolares de la región. Además, se efectuarán observaciones directas in situ, documentadas mediante una bitácora de campo técnica, que incluirá registros detallados sobre la radiación solar incidente a distintas horas del día, las zonas de sombra natural, la ventilación cruzada entre aulas y espacios abiertos, así como la presencia de elementos reguladores del microclima, como vegetación, cuerpos de agua o pavimentos térmicos. Estas observaciones se desarrollarán en jornadas representativas (clima cálido, seco, húmedo, etc.), tanto en la mañana como en la tarde, con el objetivo de obtener una imagen integral del comportamiento ambiental del espacio escolar.

El componente técnico principal del análisis será el levantamiento fotogramétrico tridimensional de la infraestructura educativa mediante imágenes capturadas con dron o cámara digital terrestre, procesadas con software especializado como Agisoft Metashape o Pix4D Mapper. Este procedimiento se iniciará con la planificación de vuelos, el registro de puntos de control georreferenciados (GCP), y la captura de fotografías superpuestas desde distintos ángulos. Posteriormente, se procesarán los datos para obtener un modelo digital 3D de alta precisión que represente fielmente las condiciones físicas del edificio escolar y su entorno inmediato.

Este modelo tridimensional georreferenciado permitirá realizar un análisis espacial y climático detallado. Se evaluará la orientación del edificio, la distribución de los espacios, la ubicación de vanos (ventanas

y puertas), materiales constructivos, zonas de sombra, áreas verdes, cubiertas y patios escolares. La interpretación de estos elementos se realizará mediante matrices cualitativas como INSIGHT, matriz etnográfica de contexto y esquemas técnicos comparativos, lo que permitirá correlacionar el diseño arquitectónico con el comportamiento ambiental observado. Asimismo, se integrarán los resultados en una línea de tiempo climática comparativa, que permitirá visualizar la evolución ambiental del entorno y su interacción con el edificio escolar.

Esta metodología permitirá construir un diagnóstico ambiental integral del entorno escolar, no solo en términos de condiciones térmicas y ventilación natural, sino también en relación con su potencial para ser optimizado mediante estrategias bioclimáticas. Este diagnóstico se constituirá en la base para futuras intervenciones arquitectónicas sostenibles, orientadas a mejorar la habitabilidad, el confort térmico y la eficiencia energética de la Unidad Educativa Liceo Oxford, bajo los principios del desarrollo sostenible, la arquitectura ecológica y la resiliencia climática.

2. Identificar las principales deficiencias ambientales en cuanto a la iluminación natural, ventilación y confort térmico en las instalaciones educativas por medio de fotogrametría 3D.

En el desarrollo de este objetivo, se implementará una metodología de tipo cualitativo-descriptiva centrada en la evaluación ambiental del espacio escolar, enfocada particularmente en tres aspectos fundamentales del confort ambiental: iluminación natural, ventilación y confort térmico. La estrategia combinará tecnologías avanzadas con observaciones técnicas directas y análisis climático contextualizado, permitiendo obtener una visión holística del desempeño ambiental de la infraestructura educativa.

En una primera etapa, se ejecutará un análisis térmico mediante el software DJI Thermal Analysis Tool 3, utilizando una cámara térmica montada en dron o en soporte manual. Esta herramienta permitirá identificar zonas de acumulación de calor, puentes térmicos, áreas con mala ventilación y superficies con alta carga térmica durante distintos momentos del día. Las imágenes térmicas obtenidas serán procesadas para generar mapas de calor ambiental que evidencien los puntos críticos de sobrecalentamiento o falta de aislamiento. Este análisis será esencial para determinar cómo los materiales constructivos y la orientación del edificio afectan las condiciones de habitabilidad.

De forma complementaria, se realizarán observaciones técnicas in situ enfocadas en las aperturas arquitectónicas (puertas, ventanas, tragaluces), los materiales empleados en paredes, techos y pisos, así como en los flujos de aire natural al interior de las aulas y pasillos. Estas observaciones se registrarán en una bitácora técnica y mediante fichas etnográficas de espacio, con énfasis en cómo se comportan térmicamente los espacios educativos durante el día. Se documentarán fenómenos como acumulación de calor en aulas sin ventilación cruzada,

ingreso excesivo o deficiente de luz natural, y zonas donde los materiales generan efectos de isla de calor.

Simultáneamente, se integrará un componente de análisis climático local, mediante la revisión de registros meteorológicos históricos y recientes del cantón Salcedo. Esta fase incluirá tanto fuentes secundarias (INAMHI, plataformas satelitales) como la medición directa con instrumentos como termómetros, higrómetros y anemómetros digitales, para contrastar el comportamiento térmico del edificio con las condiciones ambientales externas. Los resultados se representarán mediante gráficos climáticos, infografías y narrativas visuales, lo cual facilitará la identificación de momentos críticos del día o del año donde se acentúan las deficiencias ambientales.

La herramienta central para integrar y visualizar estos datos será nuevamente la fotogrametría 3D, aplicada al levantamiento del edificio y su contexto inmediato. A partir de modelos tridimensionales generados con Agisoft Metashape u otro software especializado, se podrán simular recorridos solares, flujos de aire y puntos de exposición térmica, lo que complementará los hallazgos empíricos y documentales. Esta modelación digital permitirá analizar cómo inciden elementos como orientación del edificio, presencia de sombras, vegetación circundante, materiales de la envolvente térmica, etc., en la calidad ambiental de los espacios educativos.

Tabla O2. Matriz de diseño metodológico.

Todo este desarrollo tendrá como resultado el diagnóstico ambiental preciso y contextualizado de las instalaciones escolares, obtenido mediante la triangulación metodológica de tres fuentes clave: el análisis térmico con herramientas tecnológicas, la observación técnica del comportamiento físico de los espacios, y el registro de datos climáticos locales. Esta triangulación facilitará la identificación de las principales deficiencias en iluminación natural, ventilación y confort térmico, desde una perspectiva técnica, ambiental y experiencial. Dicho diagnóstico servirá como insumo fundamental para diseñar intervenciones bioclimáticas orientadas al mejoramiento del entorno educativo de la Unidad Educativa Liceo Oxford.

3. Proponer estrategias bioclimáticas viables y contextualizadas que mejoren las condiciones ambientales de la Unidad Educativa Oxford, simulación de comportamiento térmico, revisión bibliográfica.

Con el propósito de mejorar las condiciones ambientales de la Unidad Educativa Liceo Oxford, se plantea el diseño de estrategias bioclimáticas viables y contextualizadas, orientadas a optimizar la iluminación natural, la ventilación cruzada y el confort térmico de los espacios escolares. Este objetivo parte del diagnóstico ambiental previo, y se construye a partir de la integración entre el diseño arquitectónico digital, las simulaciones de comportamiento térmico y el análisis comparativo de referentes bibliográficos en contextos similares.

La primera acción metodológica contempla el uso del software Autodesk Revit para el diseño técnico de las estrategias. En este entorno BIM (Building Information Modeling), se modelarán propuestas de intervención arquitectónica tales como incorporación de ventilación cruzada, claraboyas, aleros solares, aislamiento térmico en cubiertas y muros, inclusión de vegetación estratégica, entre otros elementos. Estos modelos se ajustarán a las características reales de la infraestructura de la unidad educativa, incluyendo su orientación, dimensiones y materiales, permitiendo así un diseño contextualizado y preciso. Cada propuesta será sistematizada en una matriz de contenido bioclimático, que organizará los componentes por categorías: iluminación, ventilación, masa térmica, protección solar y eficiencia energética.

Posteriormente, se procederá a una simulación del comportamiento térmico de las propuestas arquitectónicas diseñadas. Este análisis se llevará a cabo con herramientas especializadas como DesignBuilder o Autodesk Ecotect, que permiten proyectar el comportamiento energético de los espacios escolares en distintas condiciones climáticas (estacionales, diurnas, húmedas o secas). Estos softwares generan mapas térmicos digitales, flujos de ventilación, niveles de radiación solar y demanda energética esperada, permitiendo comparar el desempeño ambiental antes y después de la implementación de cada estrategia. La información obtenida será sintetizada en gráficos de eficiencia energética que orientarán la toma de decisiones sobre las estrategias

más eficaces.

Como sustento teórico y técnico, se realizará una revisión bibliográfica exhaustiva sobre experiencias previas de aplicación de estrategias bioclimáticas en edificaciones educativas ubicadas en climas andinos, subtropicales y similares al del cantón Salcedo. Esta revisión contemplará artículos científicos, manuales técnicos, tesis académicas y normas nacionales e internacionales sobre construcción sostenible y arquitectura bioclimática (como las normativas del INEN, estudios de GIZ, publicaciones del MINEDUC, etc.). A partir de esta revisión se elaborarán fichas de análisis documental, donde se sistematicen los principios, beneficios y condiciones de aplicación de cada estrategia. Los resultados permitirán una síntesis comparativa entre lo propuesto y lo documentado, garantizando que las soluciones diseñadas no solo sean innovadoras, sino también técnicamente fundamentadas y viables para el contexto local.

Como resultado final, se obtendrá un portafolio técnico de estrategias bioclimáticas replicables, sustentadas en el análisis digital y documental, que podrán ser implementadas progresivamente en la Unidad Educativa Liceo Oxford. Estas estrategias buscarán mejorar significativamente el confort ambiental del espacio escolar, promover la eficiencia en el uso de recursos (como iluminación y ventilación natural) y contribuir a la sostenibilidad del entorno educativo.

MATRIZ DE DISEÑO METODOLÓGICO. ENFOQUE, NIVEL, TIPO Y TÉCNICAS.										
Objetivos general	Objetivos específicos	Enfoque	Nivel de profundidad	Actividades	Tipo (documental / campo)	Técnicas de recopilación de datos a utilizar	Instrumento a aplicar en la técnica	Técnica de procesamiento de datos	Resultados esperados	
Proponer un re diseño en base a estrategias bioclimáticas que mejoren las condiciones ambientales de la infraestructura Educativa Oxford utilizando fotogrametría 2D y 3D como herramientas de diagnóstico y considerando el análisis de simulación de comportamiento térmico en cantón Salcedo	OE1. Identificar las principales deficiencias ambientales en cuanto a la iluminación natural, ventilación y confort térmico en las infraestructuras educativas por medio de observaciones directas, recorrido 360 y fotogrametría 3D a partir de videos documentales	Cualitativo	Exploratorio - Descriptivo	A1	Fichas documentales de datos climáticos locales.	Documental y de campo	Revisión meteorológica y medición directa	Historial climatológico local / instrumentos de medición	Estadística descriptiva y gráficos climáticos mediante narrativas visuales	Diagnóstico ambiental preciso y contextualizado de las instalaciones educativas, obtenido mediante la triangulación de tres fuentes clave: el análisis térmico con herramientas tecnológicas (DJI Thermal Tool 3), la observación técnica del comportamiento físico de los espacios (aperturas, materiales, flujos de aire) con bitácora y fichas etnográficas, y el registro de datos climáticos locales recientes mediante análisis meteorológico y narrativas visuales. Este diagnóstico permitirá identificar las principales deficiencias en iluminación natural, ventilación y confort térmico, desde una perspectiva técnica, ambiental y experiencial.
				A2	Análisis documental del comportamiento climático en el cantón Salcedo en los últimos 2-5 años, con énfasis en temperatura, humedad, radiación solar y vientos predominantes, mediante fuentes como informes del INAMHI, datos satelitales o bases de datos climáticas académicas.	Documental	Revisión de fuentes secundarias (bases de datos climáticos, informes técnicos)	Matriz INSIGHT, matriz etnográfica de contexto ambiental	Línea de tiempo climática comparativa	
				A3	Recorrido 360	De campo	Captura de imágenes sincronizadas para generar un recorrido interactivo	Fotografía 360 para video interactivo	Recorrido interactivo del colegio mediante recorrido 360 interactivo	
				A4	Levantamiento fotogramétrico tridimensional de la infraestructura escolar para el análisis físico y ambiental del entorno educativo.	De campo / Técnica	Captura de imágenes aéreas o terrestres mediante drones o cámaras digitales, registro de puntos de referencia y condiciones ambientales.	Dron / cámara digital, software de fotogrametría (p.ej. Agisoft Metashape, Pix4D), cuaderno técnico de campo	Modelado 3D digital, análisis espacial comparativo, codificación visual y técnica del entorno Modelado 3D digital, análisis espacial comparativo, codificación visual y técnica del entorno	
	OE2. Analizar las condiciones físicas y ambientales del entorno escolar de la Unidad Educativa Liceo Oxford mediante termografía infrarroja y análisis de iluminación natural, temperatura y humedad, comparación de normativa, y entrevistas.	Cualitativo	Descriptivo	A1	Medición térmica con DJI Thermal Analysis Tool 3.	De campo	Observación directa	Camara térmica	Generación de informe de análisis térmico	Diagnóstico ambiental integral del entorno escolar de la Unidad Educativa Liceo Oxford, basado en el análisis histórico del comportamiento climático del cantón Salcedo, la caracterización del clima actual mediante entrevistas a expertos y datos técnicos, la observación directa in situ documentada a través de una bitácora de campo, y el levantamiento de un modelo digital tridimensional de la infraestructura escolar mediante técnicas de fotogrametría 3D. Este diagnóstico permitirá establecer una línea base técnica y contextualizada sobre las condiciones físicas y ambientales del espacio educativo, como fundamento para el diseño de estrategias bioclimáticas.
				A2	Observación in situ de aperturas, materiales y flujos de aire.	De campo	Medición ambiental	Medidor de temperatura	Bitácora técnica / registro visual	
				A3	Diagnóstico del clima actual mediante entrevistas a expertos y análisis local	De campo	Entrevistas a expertos climáticos / observación directa	Guía de entrevista / registro de observaciones técnicas	Narrativas gráficas y síntesis cualitativa del estado climático actual	
	OE3. Generar estrategias bioclimáticas de diseño en los espacios para mejorar las condiciones ambientales de la Infraestructura Educativa Oxford, a través de simulación de comportamiento térmico.	Cualitativo	Descriptivo	A1	Diseño de propuestas en software Sketchup	Documental	Análisis de contenido y simulación	Matriz de contenido y modelos digitales	Diseño con estrategias bioclimáticas	Desarrollo de un conjunto de estrategias bioclimáticas viables, fundamentadas y contextualizadas, orientadas a mejorar las condiciones térmicas, lumínicas y de ventilación en la Unidad Educativa Liceo Oxford. Estas estrategias surgen del diseño arquitectónico generado en Revit, complementado con simulaciones térmicas en software especializado (DesignBuilder o Ecotect), que permiten previsualizar el impacto energético de las propuestas. Asimismo, se integran referentes bibliográficos nacionales e internacionales de soluciones sostenibles en contextos similares, lo que permite validar y adaptar las estrategias al clima, topografía y realidad funcional del plantel. El resultado final es una propuesta técnica, viable y replicable que responde a las necesidades detectadas en el diagnóstico ambiental previo, y que promueve el uso eficiente de recursos y el confort ambiental dentro del entorno educativo.
				A2	Simulación del comportamiento térmico.	Documental	Simulación térmica digital	Software DesignBuilder o Ecotect	Gráficos de eficiencia energética	
				A3	Revisión bibliográfica sobre soluciones similares.	Documental	Revisión bibliográfica	Fichas de análisis documental	Síntesis comparativa y propuesta adaptada	

Figura O6. Ingreso principal Unidad Educativa Liceo Oxford.



APLICACIÓN DE METODOLOGÍA OBJETIVO 1

Objetivo 1

Identificar las principales deficiencias ambientales en cuanto a la iluminación natural, ventilación y confort térmico en las infraestructuras educativas por medio de observaciones directas, recorrido 360 y fotogrametría 3D a partir de videos documentales

Tabla O3. Ficha etnográfica documental 2019 -2020

Ficha Etnográfica Documental – Año 2019		
Ficha Etnográfica Documental – Año 2019	Datos climáticos anuales – 2019	Valor Registrado
Ubicación: Unidad Educativa Liceo Oxford – Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi Coordenadas aproximadas: Latitud -1.0341 / Longitud -78.5912 Fuente de datos: NASA POWER, INAMHI	Variable	
	<ul style="list-style-type: none"> Temperatura media anual Humedad relativa media Radiación solar global diaria Viento predominante Precipitación acumulada anual 	<ul style="list-style-type: none"> 14.0°C 68% 4.65kWh/m²/día Este – Noreste (ENE) 1100 mm
Descripción general:	Interpretación	
Durante el año 2019, se recopiló datos climáticos históricos con el objetivo de establecer una línea base ambiental para el análisis bioclimático del entorno escolar. La información proviene de fuentes oficiales y satelitales (NASA POWER, INAMHI) y contempla variables fundamentales como temperatura, humedad, radiación solar, viento y precipitación.	Las condiciones registradas en 2019 reflejan un clima interandino templado, con una radiación solar notable durante gran parte del año, lo cual representa un riesgo potencial de sobrecalentamiento en aulas expuestas sin protección solar. La humedad relativa es adecuada para lograr confort térmico si se cuenta con buena ventilación natural. La dirección del viento (ENE) es favorable para estrategias pasivas de ventilación cruzada, mientras que la lluvia anual moderada hace viable el diseño de cubiertas drenantes o sistemas de recolección de agua lluvia.	
Información clave para diagnóstico ambiental		
<ul style="list-style-type: none"> Radiación solar constante durante el año fundamental incorporar protección solar en fachadas y cubiertas. Humedad adecuada para confort térmico en sombra útil incorporar vegetación y materiales de inercia térmica. Viento estacional aprovechable se recomienda orientación de aulas para facilitar flujo cruzado. Lluvias distribuidas ideal considerar infraestructura para captación pluvial o techos verdes. 		
Ficha Etnográfica Documental – Año 2020		
Ficha Etnográfica Documental – Año 2020	Datos climáticos anuales – 2020	Valor Registrado
Ubicación: Unidad Educativa Liceo Oxford – Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi Coordenadas aproximadas: Latitud -1.0341 / Longitud -78.5912 Fuente de datos: NASA POWER, INAMHI	Variable	
	<ul style="list-style-type: none"> Temperatura media anual Humedad relativa media Radiación solar global diaria Viento predominante Precipitación acumulada anual 	<ul style="list-style-type: none"> 14.1°C 70% 4.70kWh/m²/día Este – Noreste (ENE) 250 mm
Descripción general:	Interpretación	
Durante el año 2020 se realizó el levantamiento y análisis de datos climáticos históricos en la zona del Liceo Oxford con el fin de caracterizar el comportamiento ambiental local y su implicación en el confort térmico de espacios educativos. Se usaron bases satelitales (NASA POWER) y datos del INAMHI como soporte técnico.	El año 2020 presentó una leve elevación en la humedad relativa y en la cantidad de precipitación acumulada respecto a 2019. Esto puede asociarse a un ambiente más húmedo y potencialmente bochornoso en espacios mal ventilados. La radiación solar sigue siendo elevada y constante, lo cual refuerza la necesidad de control solar pasivo en fachadas y cubiertas. El patrón de viento se mantiene desde el este-noreste, útil para diseñar estrategias de ventilación natural longitudinal.	
Información clave para diagnóstico ambiental		
<ul style="list-style-type: none"> Aumento de humedad y lluvias necesario reforzar protección contra humedad e infiltraciones. Radiación constante persiste la necesidad de sombreado arquitectónico efectivo. Ventilación natural viable si se aprovecha la dirección del viento ENE. Condiciones adecuadas para incorporar techos drenantes, captación de agua y ventilación cruzada pasiva. 		

Técnica de recopilación	Instrumento	Procesamiento
Documental y de campo	Historial climatológico local	Narrativas visuales
Documental	Matriz INSIGHT, matriz etnográfica	Línea de tiempo comparativa
De campo	Fotografía 360	Recorrido 360 interactivo
De campo / Técnica	Dron / Fotogrametría	Análisis espacial comparativo

Tabla O4. Ficha etnográfica documental 2021 -2022

Ficha Etnográfica Documental – Año 2021		
Ficha Etnográfica Documental – Año 2021	Datos climáticos anuales – 2021	Valor Registrado
Ubicación: Unidad Educativa Liceo Oxford – Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi Coordenadas aproximadas: Latitud -1.0341 / Longitud -78.5912 Fuente de datos: NASA POWER, INAMHI	Variable	
	<ul style="list-style-type: none"> Temperatura media anual Humedad relativa media Radiación solar global diaria Viento predominante Precipitación acumulada anual 	<ul style="list-style-type: none"> 113.9°C 69% 4.60kWh/m²/día Este (E) 1200 mm
Descripción general:	Interpretación	
En 2021 se monitoreó el comportamiento climático del entorno de la Unidad Educativa Liceo Oxford con el propósito de enriquecer la línea de base ambiental del proyecto. El análisis de fuentes satelitales (NASA POWER) y datos regionales del INAMHI permitió establecer variaciones térmicas y atmosféricas útiles para el diseño arquitectónico bioclimático.	El año 2021 mostró una leve disminución térmica y solar con respecto al año anterior. La radiación solar fue ligeramente menor, lo que reduce la carga térmica directa, pero aún se mantiene dentro de un rango medio-alto. La temperatura promedio bajó a 13.9°C, lo cual sugiere la necesidad de considerar inercia térmica en muros y techos para conservar el calor interior en jornadas frías. La dirección del viento se mantuvo del este, útil para estrategias pasivas de ventilación.	
Información clave para diagnóstico ambiental		
<ul style="list-style-type: none"> Descenso térmico leve necesario incluir materiales térmicamente estables (inercia térmica). Menor radiación solar aun así se requiere protección en horas críticas del mediodía. Dirección del viento sigue siendo aprovechable para ventilación cruzada eficiente. Lluvia constante relevante considerar sistemas de evacuación pluvial funcionales. 		
Ficha Etnográfica Documental – Año 2022		
Ficha Etnográfica Documental – Año 2022	Datos climáticos anuales – 2022	Valor Registrado
Ubicación: Unidad Educativa Liceo Oxford – Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi Coordenadas aproximadas: Latitud -1.0341 / Longitud -78.5912 Fuente de datos: NASA POWER, INAMHI	Variable	
	<ul style="list-style-type: none"> Temperatura media anual Humedad relativa media Radiación solar global diaria Viento predominante Precipitación acumulada anual 	<ul style="list-style-type: none"> 14.2°C 71% 4.80kWh/m²/día Este – Noreste (ENE) 1300 mm
Descripción general:	Interpretación	
Durante el año 2022 se registró un comportamiento climático caracterizado por un ligero aumento en la temperatura y radiación solar respecto al año anterior. La recopilación de datos provino de plataformas satelitales (NASA POWER) y registros climáticos regionales (INAMHI), enfocándose en variables relevantes para el diseño ambiental de espacios educativos.	El 2022 presentó un incremento en la radiación solar y la temperatura promedio, lo cual puede generar mayores cargas térmicas en edificaciones sin protección solar adecuada. La humedad relativa alta puede favorecer el confort térmico en condiciones sombreadas, pero si no hay buena ventilación, puede generar sensaciones de bochorno. La precipitación elevada refuerza la necesidad de un manejo eficaz del agua de lluvia mediante cubiertas adecuadas y drenajes.	
Información clave para diagnóstico ambiental		
<ul style="list-style-type: none"> Radiación solar intensa necesidad crítica de protección solar en fachadas y patios. Temperatura elevada implementar sistemas pasivos de enfriamiento y ventilación natural. Alta humedad valorar materiales de rápida disipación térmica y buena transpirabilidad. Vientos del ENE útiles para ventilación cruzada longitudinal. Precipitación considerable fundamental incorporar diseños de techos drenantes y canalización eficiente. 		

Tabla O5. Ficha etnográfica documental 2023 -2024

Ficha Etnográfica Documental – Año 2023		
Ficha Etnográfica Documental – Año 2023	Datos climáticos anuales – 2023	Valor Registrado
Ubicación: Unidad Educativa Liceo Oxford – Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi	Variable	
Coordenadas aproximadas: Latitud -1.0341 / Longitud -78.5912	<ul style="list-style-type: none"> Temperatura media anual Humedad relativa media Radiación solar global diaria Viento predominante Precipitación acumulada anual 	<ul style="list-style-type: none"> 14.3°C 68% 4.85kWh/m²/día Este (E) 1150 mm

Descripción general: El año 2023 se caracterizó por una radiación solar aún más elevada respecto a años anteriores, con una leve subida de la temperatura media y una ligera disminución de la humedad relativa. El levantamiento de estos datos mediante fuentes satelitales y climáticas nacionales proporciona insumos clave para evaluar la vulnerabilidad térmica y definir estrategias de confort ambiental para espacios escolares.

Interpretación: En 2023 se alcanzó uno de los picos más altos de radiación solar en el periodo analizado, lo cual implica un riesgo elevado de sobrecalentamiento en ambientes escolares mal orientados o sin protección solar. A pesar de que la humedad relativa bajó ligeramente, sigue siendo suficiente para considerar estrategias pasivas. El patrón de vientos y la disminución de precipitaciones implican mayor presión térmica en época seca, exigiendo soluciones arquitectónicas con control climático pasivo y uso eficiente de sombra, vegetación y ventilación.

Información clave para diagnóstico ambiental

- Radiación solar muy alta: prioridad implementar protecciones solares activas y pasivas.
- Temperatura sostenida: uso de cubiertas reflectivas, ventilación natural y materiales aislantes.
- Humedad en descenso: reforzar ventilación cruzada para evitar sensación de encierro.
- Viento del Este: condición favorable si se orientan bien los espacios.
- Menor lluvia: importante considerar retención y uso eficiente del agua en diseño de techos y patios.

Ficha Etnográfica Documental – Año 2024		
Ficha Etnográfica Documental – Año 2024	Datos climáticos anuales – 2024	Valor Registrado
Ubicación: Unidad Educativa Liceo Oxford – Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi	Variable	
Coordenadas aproximadas: Latitud -1.0341 / Longitud -78.5912	<ul style="list-style-type: none"> Temperatura media anual Humedad relativa media Radiación solar global diaria Viento predominante Precipitación acumulada anual 	<ul style="list-style-type: none"> 114.2°C 69% 4.75kWh/m²/día Este – Noreste (ENE) 1220 mm

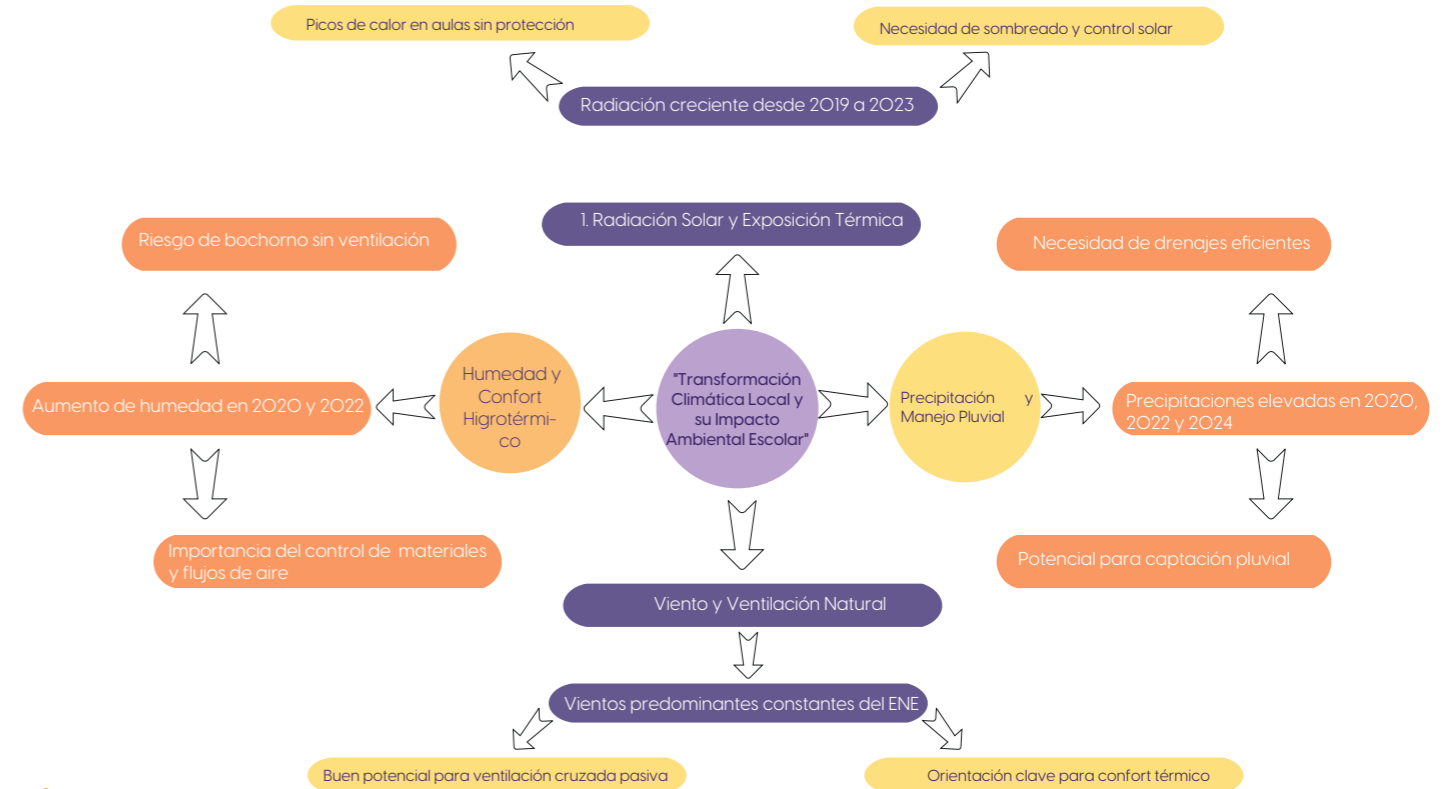
Descripción general: Durante el año 2024 se consolidó la tendencia de incremento térmico y radiación solar observada en los años anteriores. Esta ficha documenta las condiciones climáticas más recientes del entorno de la Unidad Educativa Liceo Oxford, como parte del diagnóstico ambiental previo al desarrollo de estrategias bioclimáticas para espacios educativos. Los datos se obtuvieron de fuentes oficiales satelitales (NASA POWER) y climatológicas nacionales (INAMHI).

Interpretación: El 2024 se mantuvo dentro de la tendencia de alta radiación solar y temperaturas moderadas a elevadas, con una humedad suficiente para mantener el confort térmico si se aplican estrategias de sombreado, ventilación cruzada y enfriamiento pasivo. La precipitación estuvo dentro de un rango estable, aunque con picos concentrados en ciertos meses (marzo y octubre), lo cual hace indispensable el diseño eficiente de cubiertas drenantes y captación de agua.

Información clave para diagnóstico ambiental

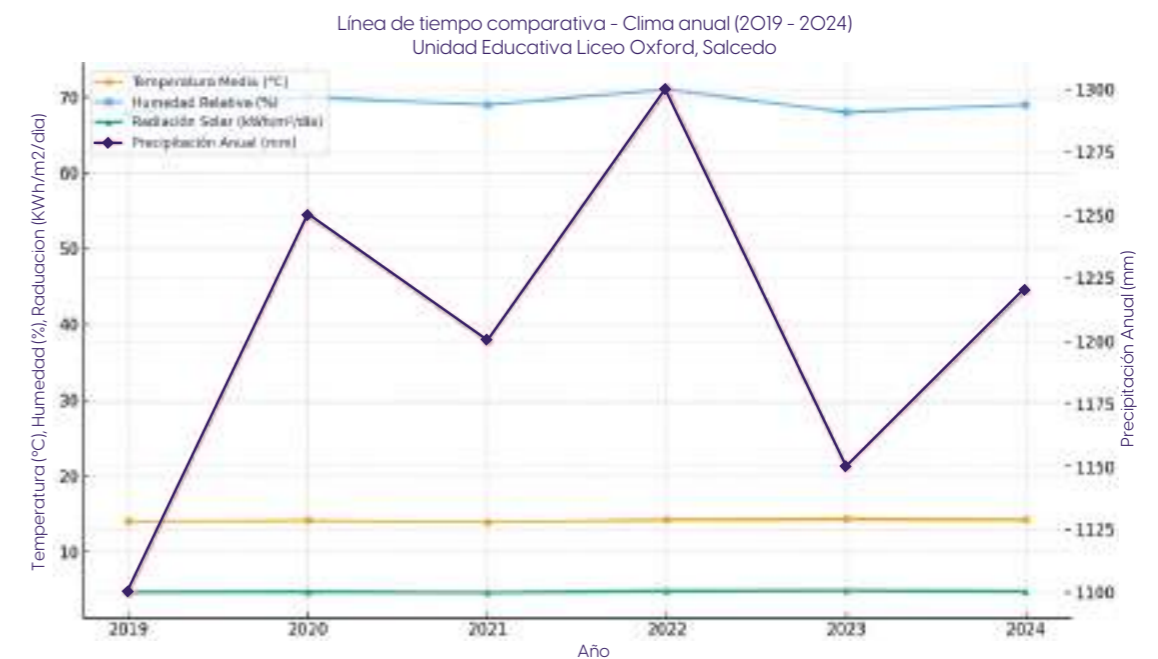
- Radiación solar constante y elevada: priorizar protección solar arquitectónica y vegetal.
- Condiciones térmicas moderadas-altas: aplicar inercia térmica y ventilación pasiva.
- Humedad controlable: evitar materiales que retengan calor o humedad excesiva.
- Viento del ENE: aprovechar para orientación y apertura estratégica de espacios.
- Lluvias distribuidas en picos: incorporar estrategias de gestión pluvial eficiente.

MATRIZ INSIGHT



FiguraO8. Matriz Insight Transformación climática local

LÍNEA DE TIEMPO



FiguraO9. Línea de tiempo comparativa -Clima anual

Explicación de la Línea de Tiempo Comparativa – Clima Anual (2019-2024)

La siguiente gráfica presenta una línea de tiempo comparativa que sintetiza las condiciones climáticas anuales registradas entre 2019 y 2024 en el entorno de la Unidad Educativa Liceo Oxford, ubicada en el cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi. Los datos fueron recolectados mediante fuentes oficiales como el INAMHI y plataformas satelitales confiables como NASA POWER, empleando coordenadas geográficas específicas del sector.

La gráfica incluye cuatro variables climáticas clave:

Temperatura media anual (°C): Representa el promedio de temperatura registrado a lo largo del año. Es útil para identificar condiciones de sobrecalentamiento o pérdida de confort térmico interior.

Humedad relativa (%): Indica la proporción de vapor de agua en el aire. Afecta directamente la sensación térmica y el confort en ambientes cerrados, especialmente si no hay ventilación adecuada.

Figura 09. Fotografía aérea Unidad Educativa Liceo Oxford.



LEVANTAMIENTO ESTADO ACTUAL

Recorrido 3D / 360

Figura11. Recorrido 3d/360



Levantamiento fotogramétrico

Figura12. Levantamiento fotogramétrico



APLICACIÓN DE METODOLOGÍA OBJETIVO 2

Objetivo 2

Analizar las condiciones físicas y ambientales del entorno escolar de la Unidad Educativa Liceo Oxford mediante termografía infrarroja y análisis de iluminación natural, temperatura y humedad, comparación de normativa, y entrevistas.

ANÁLISIS TÉRMICO - CÁMARA TÉRMICA

Figura13. Fotografía análisis térmico A1

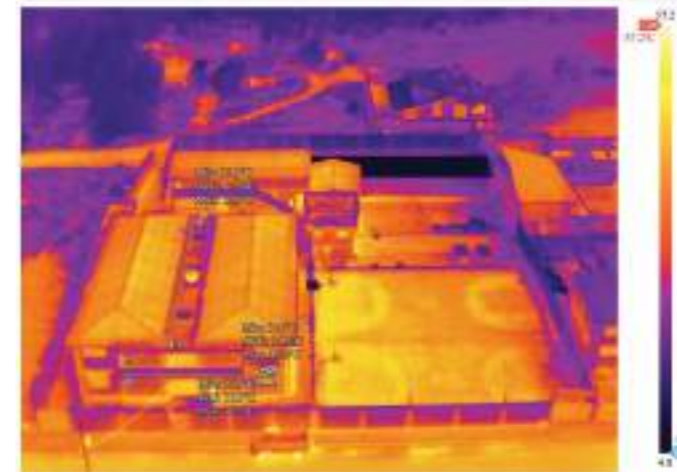


Figura14. Fotografía análisis térmico A2

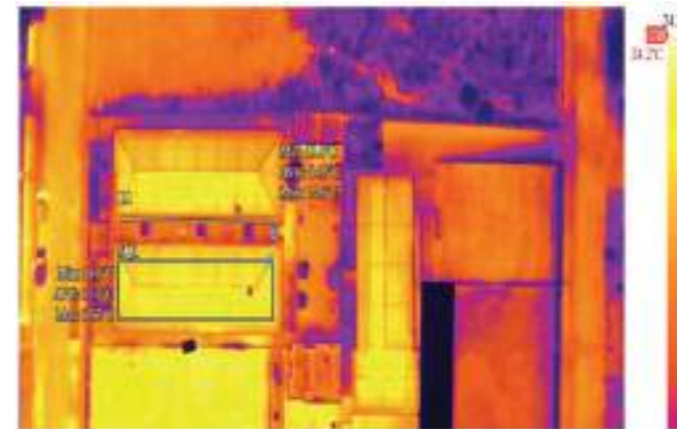


Figura15. Fotografía análisis térmico A3

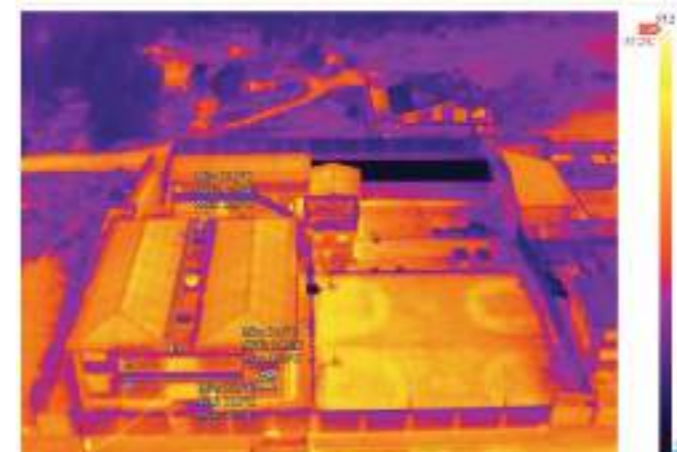


Figura16. Fotografía análisis térmico A4

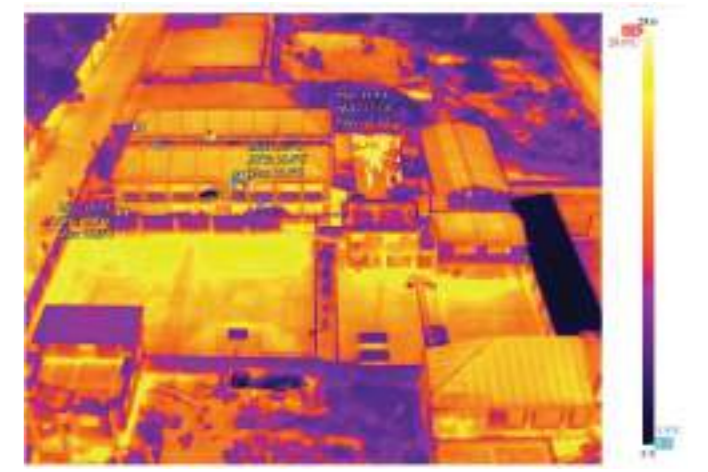


Figura17. Fotografía análisis térmico A5

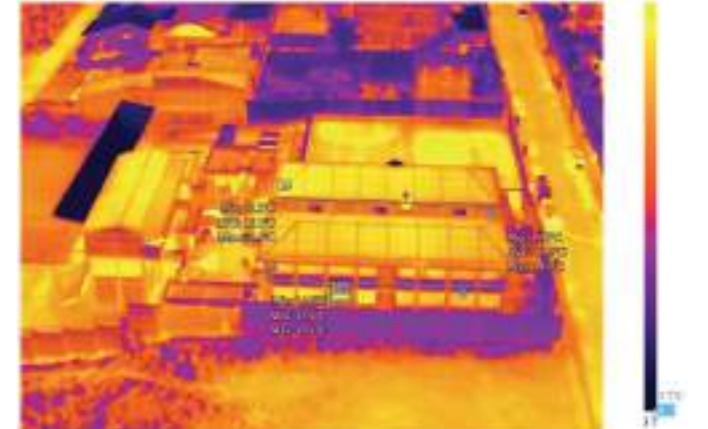
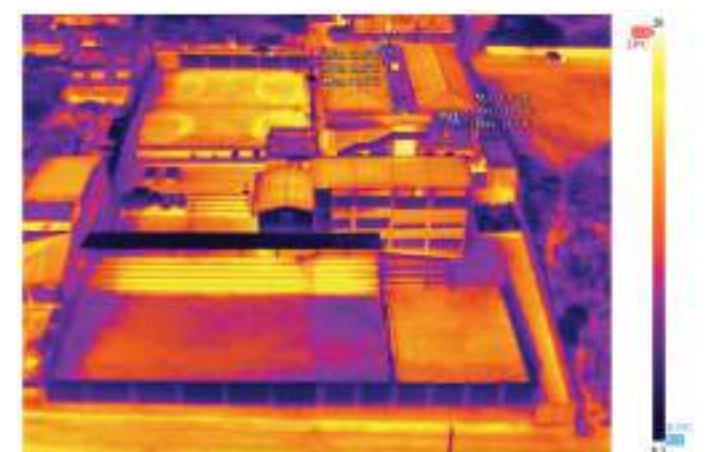


Figura18. Fotografía análisis térmico A6



ANÁLISIS TÉRMICO GRÁFICO DE BARRAS

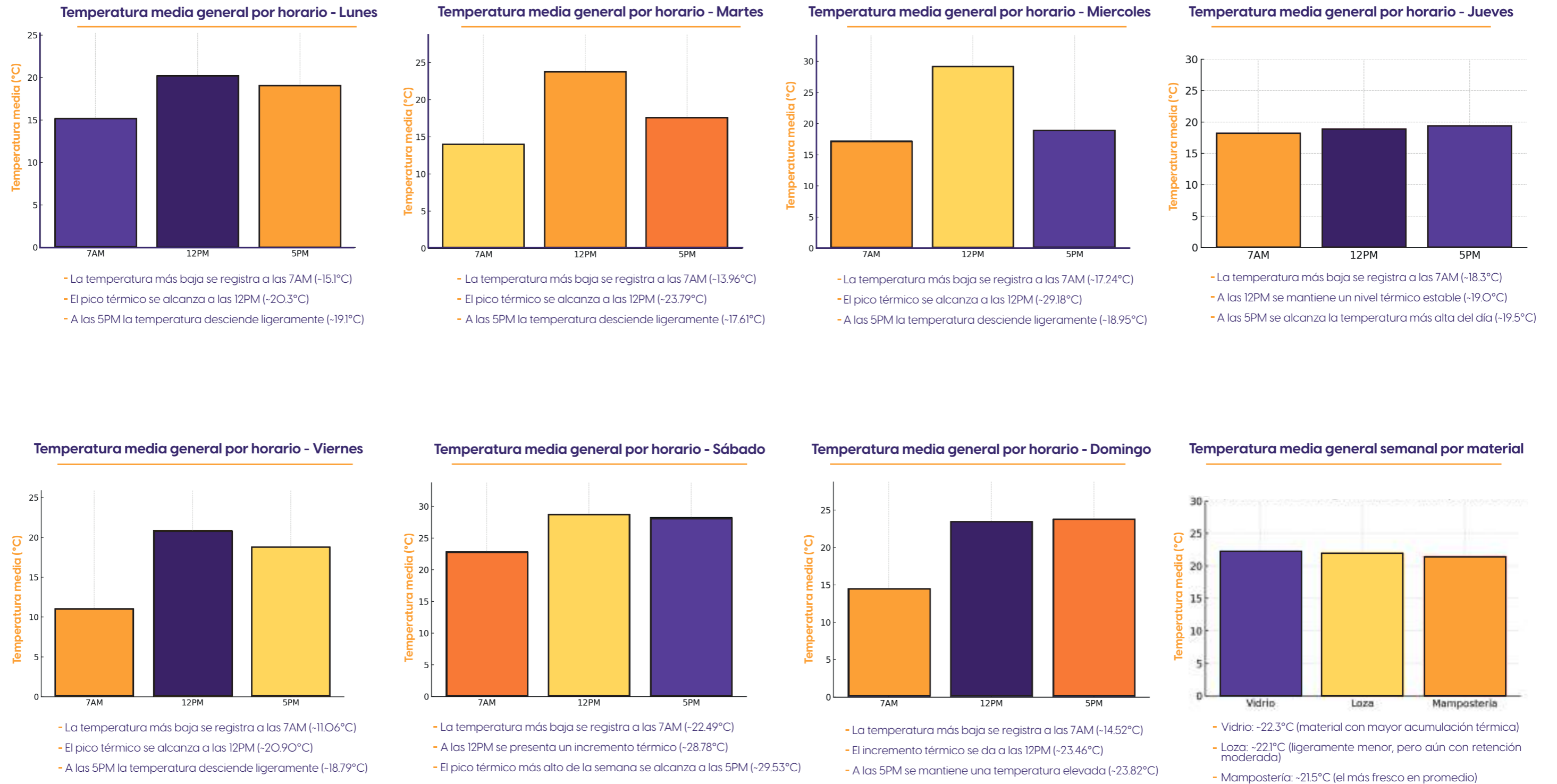
Se realiza un análisis térmico basado en datos obtenidos de la temperatura ambiental general en el transcurso de una semana, correspondientes a la zona de estudio del Liceo Oxford. Los valores registrados han sido representados mediante un gráfico de barras, permitiendo una lectura clara de las variaciones térmicas diarias y facilitando la identificación de picos de calor, mínimos térmicos y tendencias promedio.

Interpretación de datos

Durante la semana analizada, se observa un comportamiento térmico cíclico donde las temperaturas mínimas ocurren generalmente a las 7AM, los picos térmicos al mediodía (12PM), y un ligero descenso hacia las 5PM.

Sábado presentó el mayor pico térmico semanal (-29.53°C), seguido por el martes (-23.77°C) y el domingo, que mantuvo temperaturas elevadas hasta la tarde. El día más estable térmicamente fue el jueves, sin grandes fluctuaciones horarias. Lunes, miércoles y viernes mostraron comportamientos más frescos, con descensos progresivos en la tarde.

Figura19. Gráfico de barras de temperaturas registradas en una semana



ANÁLISIS TÉRMICO POR FRANJAS HORARIAS

Figura20. Gráfico de análisis térmico por franjas horarias - por horario

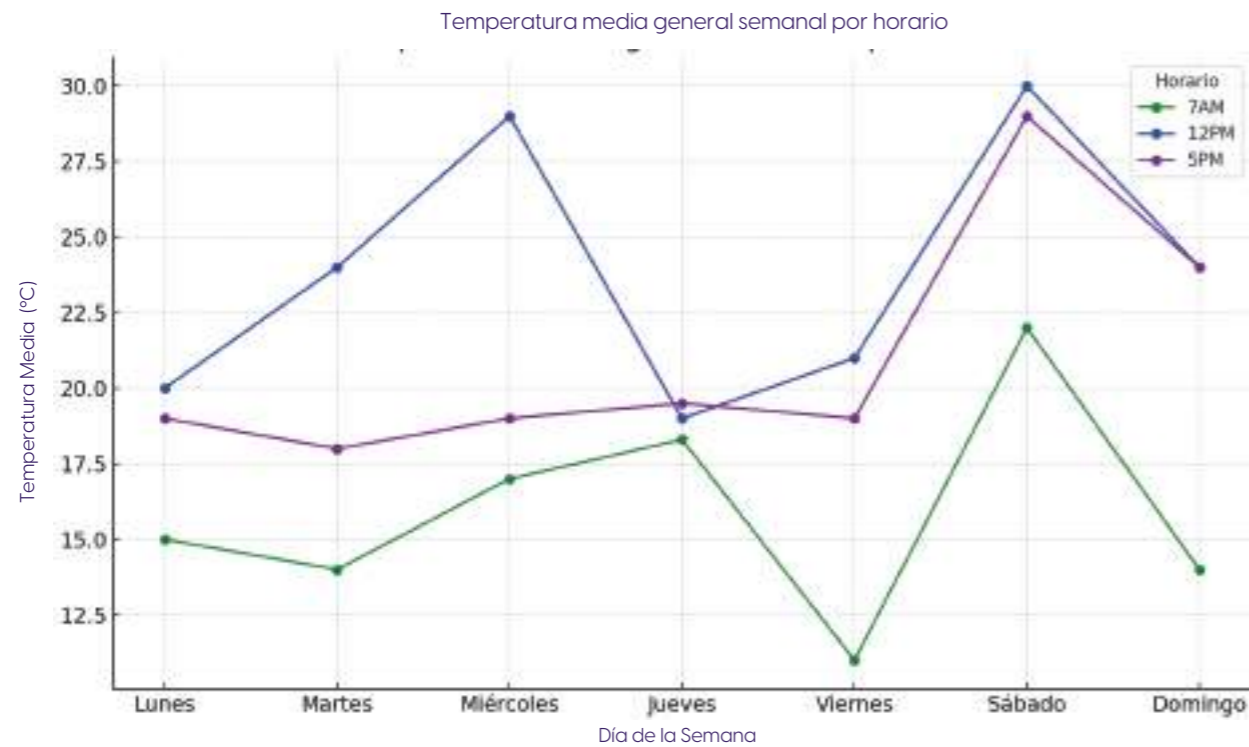
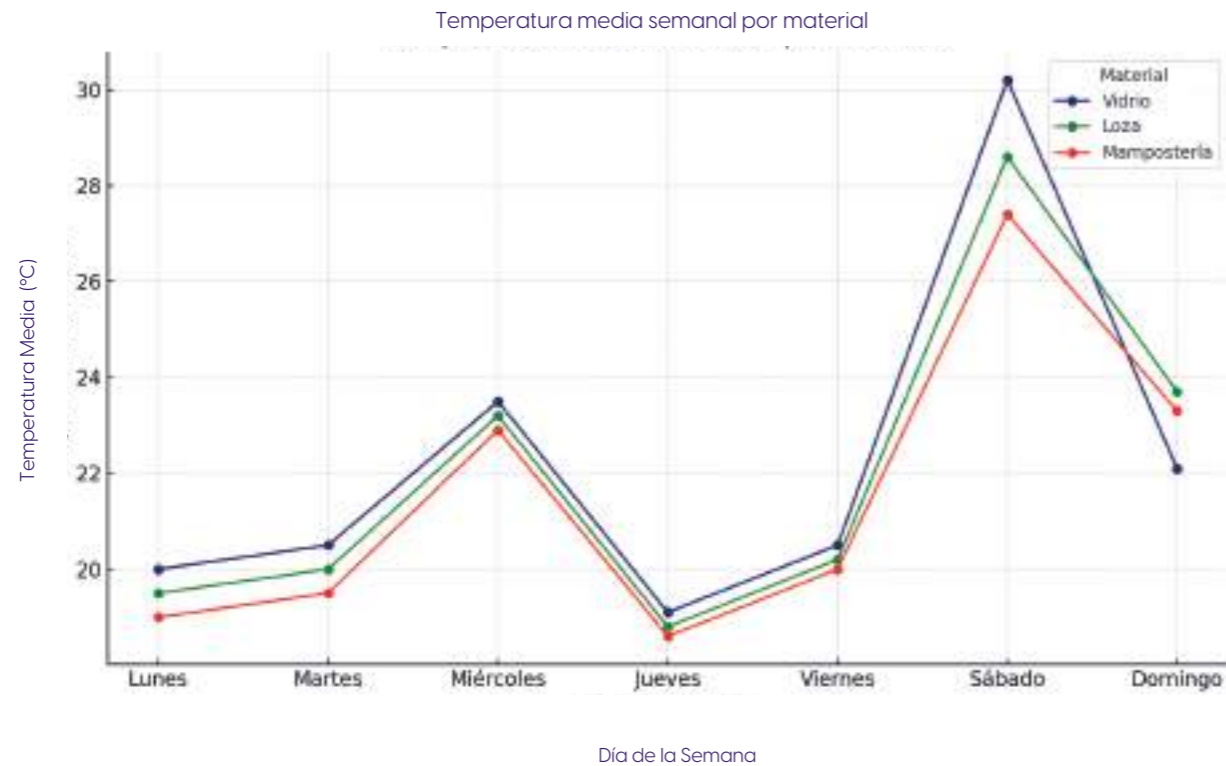
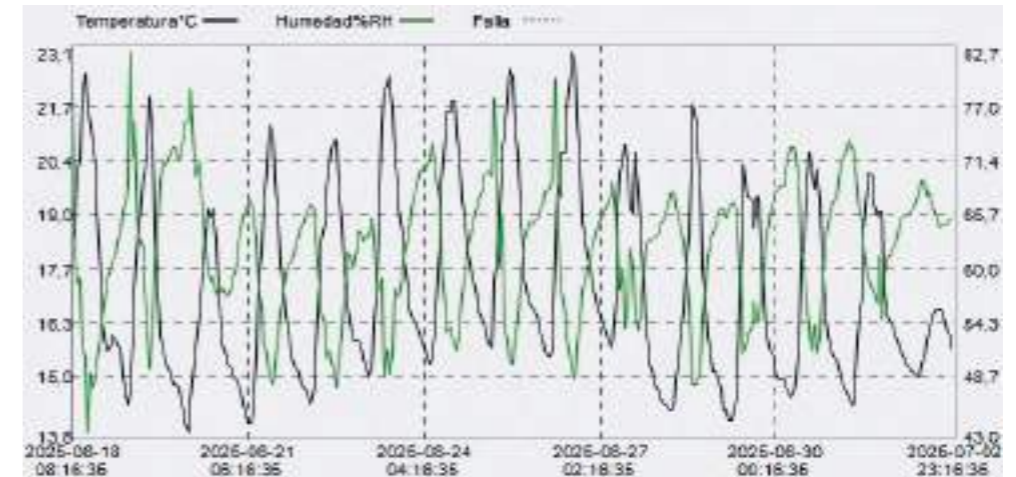


Figura22. Gráfico de análisis térmico por franjas horarias - por material



ANÁLISIS TÉRMICO SERIES TEMPORALES MÚLTIPLES

Figura21. Gráfico series temporales múltiples.



1.- Rango óptimo de confort térmico según normativas internacionales adaptadas a la Sierra ecuatoriana:

Temperatura del aire ideal: entre 19 °C y 22 °C

Humedad relativa ideal: entre 30 % y 60 %

2.- Desviaciones encontradas en los registros:

Temperatura registrada: se observan variaciones diarias desde 13.6 °C hasta 23.1 °C, con múltiples momentos por debajo de los 19 °C mínimos recomendados y otros por encima de los 22 °C máximos aceptables.

Esto representa una desviación de hasta -5.4 °C por debajo y +1.1 °C por encima del rango ideal.

Humedad relativa: alcanzó valores cercanos a 77 %, superando el umbral de confort (60 %), lo que incrementa la sensación de bochorno o humedad ambiental.

3.- Impacto térmico observado:

La gráfica evidencia amplias oscilaciones térmicas, lo que genera inestabilidad térmica en el aula, afectando negativamente el bienestar de los estudiantes.

La acumulación de calor en ciertos momentos y el enfriamiento en otros provocan condiciones térmicamente inadecuadas para la concentración, aprendizaje y salud general.

Figura23. Gráfico series temporales múltiples.



1. Parámetros de confort térmico ideales (para aulas en zonas de Sierra ecuatoriana):

Temperatura del aire óptima: entre 19 °C y 22 °C

Humedad relativa adecuada: entre 30 % y 60 %

2.- Desviaciones observadas en el gráfico:

Temperatura (°C): Los valores se mantuvieron por debajo del rango ideal durante la mayor parte del periodo, fluctuando entre 15.0 °C y 19.5 °C, lo cual implica inconfort térmico por frío.

Se evidencian altas oscilaciones térmicas, lo cual genera inestabilidad en la sensación térmica para los ocupantes del aula.

3. Humedad relativa (%RH):

La humedad registrada se mantuvo consistentemente por encima del 65 %, alcanzando picos cercanos a 77 %, lo cual supera el límite superior del rango de confort.

Este exceso de humedad puede provocar sensación de bochorno, afectar la concentración y facilitar la aparición de moho o deterioro en los materiales del aula.

ANÁLISIS TÉRMICO MATERIALES

Materiales existentes en el aula de clases.

Figura24. Fotografías tomadas de los materiales de la zona de estudio.

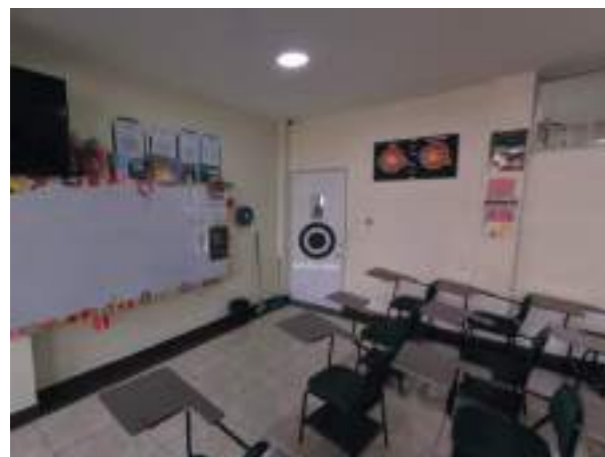


Tabla O6. Tabla de materiales existentes en la zona de estudio.

Elemento	Material	Composición técnica	Desempeño térmico	Comportamiento Acústico	Durabilidad	Mantenimiento
Piso	Baldosa cerámica esmaltada	Arcillas cocidas con esmalte vítreo. Colocadas sobre base de mortero.	Baja conductividad térmica. Superficie fría si no hay calefacción.	Refleja sonido, puede incrementar reverberación.	Alta. Resistente al tránsito y productos químicos.	Fácil limpieza diaria. No requiere productos especializados.
Paredes	Bloque de hormigón enlucido y pintado	Bloques de hormigón o ladrillo + enlucido de cemento o yeso + pintura vinílica.	Alta inercia térmica. Conserva temperatura interior, pero lenta respuesta a cambios.	Buen aislamiento entre aulas, pero reflejo si no se usa material absorbente.	Muy alta. Soporta impactos y humedad controlada.	Requiere repintado cada 3 - 5 años.
Ventanas	Vidrio simple con perfilera metálica	Vidrio flotado (aprox. 66mm) + marcos de aluminio anodizado o hierro pintado.	Baja capacidad aislante. Puede provocar sobrecalentamiento por radiación directa.	Atenuación acústica baja (no son dobles ni laminadas).	Muy alta (estructural y en perfilera).	Limpieza periódica. Revisión de sellos y fijaciones.
Puerta	Tablero MDF pintado con visor de vidrio	Tablero MDF o terciado pintado, marco metálico o de madera + vidrio monolítico.	Aislamiento térmico medio. Mejor que una puerta metálica hueca.	Aislante si es maciza y tiene sellos adecuados.	Media a alta. Puede dañarse por humedad o golpes.	Pintura periódica. Revisión de herrajes y visor.
Techo	Cielo raso de gypsum con luminarias LED	Placas de yeso sobre estructura metálica + pintura + luminarias empotradas.	Baja capacidad aislante, salvo si se incluye aislante en el entretecho.	Refleja sonido si no se usan materiales absorbentes.	Media. Puede deteriorarse con humedad o impactos.	Requiere control de filtraciones y repintado ocasional.



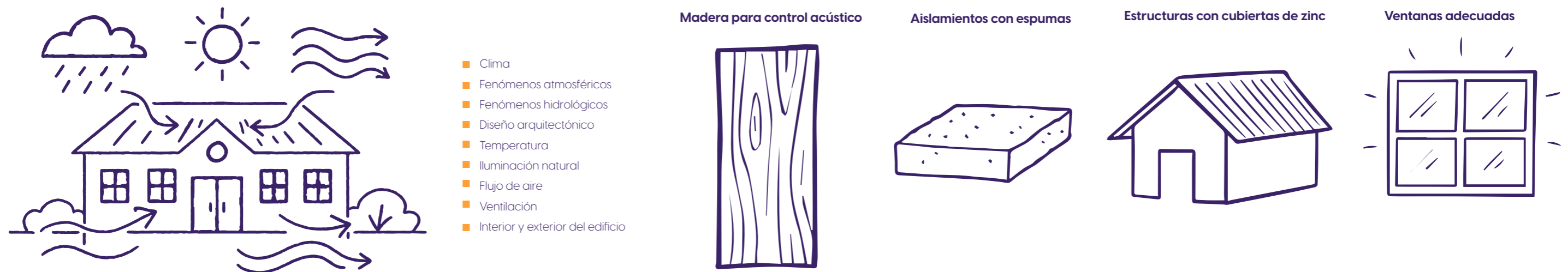
ENTREVISTAS

Tabla O7. Ficha de entrevistas N°1

FICHA DE PERFIL ENTREVISTADOS		FICHA N°1
 <p>Nombre del entrevistado: Juan David Villareal Armas</p>	<p>Ocupación: Ingeniero Civil</p> <p>Relación con el colegio: Consultado como especialista para el análisis ambiental del entorno educativo del colegio</p> <p>Duración de la entrevista: Aproximadamente 20 minutos</p> <p>Tema principal: Diseño bioclimático y confort térmico en instituciones educativas en función del clima local</p> <p>Objetivo de la entrevista: Obtener criterios técnicos sobre el clima, materiales pasivos y herramientas de medición climática aplicables al entorno del Liceo Oxford</p> <p>Método de la entrevista: Entrevista semiestructurada realizada mediante mensajería digital</p>	<p>Pregunta 1: ¿Qué importancia tiene el clima en el diseño de infraestructuras escolares?</p> <p>El clima regula los fenómenos atmosféricos e hidrológicos. Considerarlo en el diseño permite regular la temperatura, la iluminación, el flujo de aire y la ventilación, tanto en el interior como en el exterior del edificio.</p> <p>Pregunta 2: ¿Qué tipo de materiales o soluciones pasivas recomendaría para mejorar el confort térmico en infraestructuras escolares como escuelas o colegios?</p> <p>Aislamientos con espumas Madera para control acústico y térmico Estructuras con cubiertas de zinc Ventanas adecuadas que minimicen la radiación y controlen el CO₂ en el interior</p>
	<p>Puntos clave abordados:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Importancia del clima en el diseño escolar -Materiales recomendados para confort térmico (espumas, madera, zinc) -Técnicas de medición (termómetros, cámaras termográficas) -Experiencia nacional en diseño bioclimático (caso EAPME) -Recomendaciones para diseño sostenible en contextos escolares 	<p>Pregunta 3: ¿Qué técnicas de medición climática considera útiles para evaluar confort térmico en edificios educativos como escuelas o colegios?</p> <p>Termómetros Cámaras termográficas Sensores de registro manual de radiación según el tipo de material</p>
<p>Relevancia del entrevistado:</p> <p>El entrevistado posee conocimientos en análisis climático aplicables a infraestructuras educativas, contribuyendo con información técnica clave para el diagnóstico del entorno escolar del Liceo Oxford</p>	<p>Pregunta 4: ¿Conoce experiencias exitosas en Ecuador o en la región andina donde se hayan aplicado estrategias bioclimáticas en edificios educativos como escuelas o colegios?</p> <p>Mencionó el caso de la EAPME de la Escuela Politécnica Nacional, donde se construyeron dos bloques con estrategias bioclimáticas, aunque hubo limitaciones al aplicarlas en edificios de gran altura.</p>	
<p>Conclusión:</p> <p>La entrevista aporta herramientas y lineamientos técnicos fundamentales para orientar el diseño sostenible del entorno escolar en Salcedo, considerando variables térmicas, humedad y ventilación para lograr confort climático</p>	<p>Pregunta 5: ¿Qué recomendaciones generales nos puede brindar para incorporar como estrategias sostenibles en el diseño en edificios educativos como escuelas o colegios?</p> <p>Hacer estudios previos sobre ciclos térmicos, humedad, lluvias y vientos Priorizar datos climáticos locales para un diseño urbano más predictivo Controlar y evaluar la humedad como variable clave</p>	

NARRATIVA GRÁFICA

Figura25. Narrativa gráfica entrevista N°1



FICHA DE PERFIL ENTREVISTADOS

FICHA N°2



Nombre del entrevistado:
Pablo Yáñez

Ocupación:	Arquitecto
Relación con el colegio:	Consultado como especialista en arquitectura sostenible y diseño climático aplicable al entorno escolar del Liceo Oxford
Duración de la entrevista:	Aproximadamente 20 minutos
Tema principal:	Diseño arquitectónico con enfoque climático, confort térmico y adaptación ambiental en espacios educativos
Objetivo de la entrevista:	Obtener criterios sobre estrategias pasivas, análisis climático y propuestas sostenibles para entornos escolares, aplicables al contexto de Salcedo

Método de la entrevista: Entrevista semiestructurada realizada mediante mensajería digital

Puntos clave abordados:

- Puntos clave abordados:
- Integración del clima en el diseño arquitectónico
 - Materiales y soluciones constructivas para confort térmico
 - Aplicación de técnicas de ventilación natural
 - Ejemplos de arquitectura sostenible en zonas andinas
 - Recomendaciones para entornos escolares resilientes al cambio climático
 - Relevancia del entrevistado:

Relevancia del entrevistado:

El entrevistado tiene experiencia en proyectos arquitectónicos con enfoque climático, especialmente en zonas de altura, lo que aporta valor técnico al análisis ambiental del entorno del Liceo Oxford

Conclusión:

La entrevista ofrece aportes valiosos en términos de estrategias arquitectónicas y ambientales, orientadas a mejorar el confort térmico y la sostenibilidad de la infraestructura escolar frente a los desafíos del cambio climático local

Pregunta 1: ¿Cómo influye el clima en el diseño y uso de edificios educativos como escuelas o colegios?

El arquitecto Pablo Yáñez enfatiza que todo diseño arquitectónico debe responder a las condiciones climáticas del lugar donde se va a implantar. En el caso específico del cantón Salcedo, ubicado en una zona de clima frío en la región andina, es fundamental que los proyectos cuenten con una orientación adecuada que permita el aprovechamiento de la luz natural. Esto no solo mejora la iluminación de los espacios, sino que también contribuye a conservar el calor interior. Asimismo, resalta la importancia de elegir materiales que ayuden a mantener una temperatura confortable, ya que muchas veces en estos contextos se construyen edificaciones sin considerar adecuadamente la materialidad, lo que genera espacios fríos y poco confortables. En este sentido, el clima influye directamente en el confort térmico de las infraestructuras educativas, y debe ser un criterio central en el diseño y ejecución de los proyectos.

Pregunta 2: ¿Qué tipo de materiales o soluciones pasivas recomendaría para mejorar el confort térmico en infraestructuras escolares como escuelas o colegios?

En contextos andinos como el de Salcedo, el uso de materiales tradicionales como el adobe y la tierra ha disminuido con el tiempo, pese a sus cualidades térmicas. Estos materiales eran efectivos para conservar el calor en espacios interiores. Actualmente, el ladrillo se mantiene como una buena alternativa en nuestro medio, ya que también contribuye al confort térmico en climas fríos. Además, se destaca la importancia de integrar estrategias de ventilación cruzada mediante el diseño de volúmenes adecuados y patios internos. Estas soluciones permiten generar microclimas que mejoran el confort térmico y crean condiciones apropiadas para la permanencia y el bienestar de los estudiantes dentro de la infraestructura escolar.

Pregunta 3: ¿Qué técnicas de medición climática considera útiles para evaluar confort térmico en edificios educativos como escuelas o colegios?

El uso de sensores es fundamental para tener una visión clara del confort térmico en las edificaciones, ya que permiten registrar y analizar datos precisos sobre la temperatura en distintos ambientes. En la región andina, caracterizada por climas fríos durante gran parte del año, se recomienda realizar mediciones diarias, semanales o mensuales para identificar los patrones climáticos más recurrentes. Estos datos permiten no solo diagnosticar condiciones actuales, sino también diseñar estrategias para mejorar el confort térmico. Entre ellas, destacan el uso de materiales que retengan el calor, la incorporación de vegetación para generar microclimas y la adecuada orientación de los espacios, aprovechando la radiación solar para mantener temperaturas internas agradables y estables a lo largo del día.

Pregunta 4: ¿Conoce experiencias exitosas en Ecuador o en la región andina donde se hayan aplicado estrategias bioclimáticas edificios educativos como escuelas o colegios?

En Ecuador algunos edificios estructurados pero como edificios inteligentes manejan este tipo de estructuras hablemos de uno en Ambato la Universidad Católica se ha convertido en un edificio de referencia del tema de sostenibilidad. Hablando de su autosuficiencia energética también y cómo está estructurado su orientación. Cómo están marcando en realidad se ha convertido en un referente nacional digámoslo así en su estructura

Pregunta 5: ¿Qué recomendaciones generales nos puede brindar para incorporar como estrategias sostenibles en el re diseño en edificios educativos como escuelas o colegios?

El arquitecto Pablo Yáñez plantea que una estrategia clave para mejorar el confort térmico en edificaciones escolares es la adecuada redistribución de los espacios, diferenciando claramente entre zonas públicas (como accesos) y privadas (como aulas), y asegurando que estas últimas cuenten con una orientación favorable para la entrada de luz natural y ventilación cruzada. Esto no solo mejora las condiciones climáticas interiores, sino que también reduce los costos operativos al disminuir la dependencia de sistemas artificiales. Resalta que la sostenibilidad no debe limitarse a jardines o cubiertas verdes, sino abarcar decisiones estructurales que optimicen la funcionalidad y eficiencia del edificio. Además, propone incluir estrategias como el reciclaje de materiales comunes (papel, plástico) y la selección de materiales constructivos capaces de conservar el calor en contextos andinos, donde las temperaturas pueden descender hasta los 2 o 3 grados centígrados. Finalmente, sugiere incorporar vegetación y patios internos como medios para generar microclimas, elevando así la calidad ambiental de cada espacio escolar.

NARRATIVA GRÁFICA

Figura 26. Narrativa gráfica entrevista N°2




FICHA DE PERFIL ENTREVISTADOS		FICHA N°3
 <p>Nombre del entrevistado: Luis Danilo Morales Navarrete</p>	<p>Ocupación: Ingeniero Civil</p> <p>Relación con el colegio: Consultado como especialista independiente en análisis climático aplicado al diseño educativo</p> <p>Duración de la entrevista: Aproximadamente 20 minutos</p> <p>Tema principal: Diseño bioclimático, confort térmico e iluminación natural en edificaciones educativas en función del clima local</p> <p>Objetivo de la entrevista: Recoger criterios técnicos sobre el estado climático del cantón Salcedo y su impacto en el confort térmico, iluminación y ventilación en el Liceo Oxford</p> <p>Método de la entrevista: Entrevista semiestructurada realizada mediante mensajería digital</p>	<p>Pregunta 1: ¿Cómo influye el clima en el diseño y uso de edificios educativos como escuelas o colegios?</p> <p>El clima siempre será un factor decisivo dentro del diseño de centros educativos, ya que se necesita de los recursos naturales como lo son el agua el viento el sol y la vegetación para crear condiciones propicias de confort que permitan a los estudiantes desarrollarse de una mejor manera en su entorno.</p> <p>Pregunta 2: ¿Qué tipo de materiales o soluciones pasivas recomendaría para mejorar el confort térmico en infraestructuras escolares como escuelas o colegios?</p> <p>Mi recomendación sería el uso de la celulosa o el cáñamo ya que estos tienen una mayor capacidad aislante y también son biodegradables. Con estos materiales se puede controlar de mejor manera la temperatura de un ambiente tanto en invierno como en verano que son las dos estaciones que manejamos en el país.</p>
	<p>Puntos clave abordados:</p> <p>Influencia del clima en el diseño y uso de edificios educativos (ventilación, iluminación natural, confort) Materiales pasivos recomendados (celulosa, cáñamo, aislantes biodegradables) Técnicas de medición propuestas (escala de sensación térmica, registros perceptivos) Limitada existencia de casos documentados en Ecuador sobre estrategias bioclimáticas en escuelas Recomendaciones: educación ambiental en la currícula y alianzas público-privadas para tecnologías sostenibles</p>	<p>Pregunta 3: ¿Qué técnicas de medición climática considera útiles para evaluar confort térmico en edificios educativos como escuelas o colegios?</p> <p>Debido a los costos que representa contratar servicios especializados para la medición y control de temperaturas con equipos de medición, mi aproximación sería la Escala de sensación térmica, ya que en este método es la persona la que condiciona los parámetros de acuerdo a su percepción, y su escala de medición va de -3 cuando la sensación es muy fría o 3 si la temperatura está en extremo caliente. Lo óptimo en esta medición es cuando la percepción está en un valor neutro o cero.</p>
<p>Relevancia del entrevistado:</p> <p>El entrevistado posee más de 15 años de experiencia en temas climáticos aplicados a edificaciones, aportando conocimientos técnicos clave para el diagnóstico ambiental y climático del entorno escolar del Liceo Oxford</p>	<p>Pregunta 4: ¿Conoce experiencias exitosas en Ecuador o en la región andina donde se hayan aplicado estrategias bioclimáticas edificios educativos como escuelas o colegios?</p> <p>No se tiene un registro de este tipo de estrategias, o por lo menos no que yo conozca.</p>	
<p>Conclusión:</p> <p>La entrevista proporciona criterios prácticos y sostenibles para orientar el diseño bioclimático en el entorno escolar de Salcedo. Destacan la incorporación de materiales aislantes biodegradables, la aplicación de escalas perceptivas de confort térmico y la necesidad de fortalecer la educación ambiental y las alianzas estratégicas como parte del rediseño de las infraestructuras escolares.</p>	<p>Pregunta 5: ¿Qué recomendaciones generales nos puede brindar para incorporar como estrategias sostenibles en el rediseño en edificios educativos como escuelas o colegios?</p> <p>Primero, siempre incluir a los estudiantes o en las mallas curriculares la educación ambiental, ya que ellos son los que tienen la percepción más clara de que lo que se requiere o se puede mejorar. Establecer alianzas público-privadas con empresas que trabajan en el área sostenible para generar programas que involucren a ambas partes en temas tecnológicos sostenibles.</p>	

Figura 27. Narrativa gráfica entrevista N°3

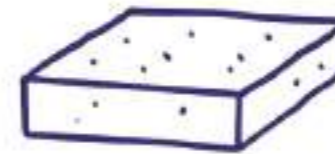
NARRATIVA GRÁFICA



Madera para control acústico



Aislamientos con espumas



Estructuras con cubiertas de zinc




FICHA DE PERFIL ENTREVISTADOS		FICHA N°4
 <p>Nombre del entrevistado: Richard Bladimir Navas Coque</p>	<p>Ocupación: Ingeniero Civil – Diseño y Construcción</p> <p>Relación con el colegio: Consultado como especialista para el análisis y construcción con enfoque en análisis climático aplicable a entornos educativos</p> <p>Duración de la entrevista: Aproximadamente 20 minutos</p> <p>Tema principal: Diseño bioclimático, confort térmico y selección de materiales en instituciones educativas en función del clima local</p> <p>Objetivo de la entrevista: Obtener criterios técnicos sobre clima, materiales de cubierta y aislamiento, así como estrategias sostenibles aplicables al Liceo Oxford</p> <p>Método de la entrevista: Entrevista semiestructurada realizada mediante mensajería digital</p>	<p>Pregunta 1: ¿Cómo influye el clima en el diseño y uso de edificios educativos como escuelas o colegios? El clima influye directamente en la permanencia y el confort de los usuarios dentro de los espacios educativos. Un confort adecuado garantiza un comportamiento humano favorable, siempre que la temperatura sea controlada, la ventilación sea eficiente y la iluminación natural esté bien gestionada. Estos factores inciden en la concentración y el desempeño de los estudiantes durante sus actividades académicas.</p> <p>Pregunta 2: ¿Qué tipo de materiales o soluciones pasivas recomendaría para mejorar el confort térmico en infraestructuras escolares como escuelas o colegios? Se recomienda el uso de techos con materiales como PVC, zinc o fibrocemento, complementados con sistemas de sombreado para reducir la radiación solar directa. Además, es aconsejable emplear materiales con aislamiento térmico que permitan mantener la temperatura interior estable, reduciendo la necesidad de climatización artificial.</p>
	<p>Puntos clave abordados:</p> <p>Influencia del clima en confort, ventilación e iluminación en colegios Recomendación de materiales para cubiertas (PVC, zinc, fibrocemento) con aislamiento térmico y sombreado Técnicas de medición: termografía infrarroja, sensores de temperatura y humedad, registros manuales Referencia de experiencias en vivienda bioclimática de interés social (Calderón - Quito) Estrategias sostenibles: muros eficientes, paneles solares, cubiertas verdes, aislamiento en paredes y techados, ventilación cruzada</p>	<p>Pregunta 3: ¿Qué técnicas de medición climática considera útiles para evaluar confort térmico en edificios educativos como escuelas o colegios? Las herramientas más útiles son la termografía infrarroja, los sensores de temperatura y humedad, así como los registros manuales que permiten levantar información puntual en campo. Estos métodos ofrecen datos comparativos que facilitan identificar puntos críticos de ganancia o pérdida térmica en los edificios escolares.</p>
<p>Relevancia del entrevistado:</p> <p>El entrevistado cuenta con 12 años de experiencia en diseño y construcción, aportando conocimientos aplicables al confort térmico y sostenibilidad en infraestructuras educativas. Sus aportes resultan valiosos para el diagnóstico y rediseño del entorno escolar del Liceo Oxford</p>	<p>Pregunta 4: ¿Conoce experiencias exitosas en Ecuador o en la región andina donde se hayan aplicado estrategias bioclimáticas en edificios educativos como escuelas o colegios? No se conoce de manera específica experiencias aplicadas en colegios. Sin embargo, se han desarrollado proyectos de vivienda bioclimática de interés social en Calderón (Quito), donde se aplicaron estrategias de diseño pasivo y materiales adecuados para mejorar el confort térmico y reducir el consumo energético.</p>	
<p>Conclusión:</p> <p>La entrevista ofrece lineamientos técnicos que integran materiales adecuados, estrategias pasivas y tecnologías sostenibles para optimizar el confort térmico en colegios. El énfasis en cubiertas eficientes, aislamiento, ventilación natural y energías renovables contribuye tanto al bienestar estudiantil como a la reducción de costos energéticos.</p>	<p>Pregunta 5: ¿Qué recomendaciones generales nos puede brindar para incorporar como estrategias sostenibles en el rediseño en edificios educativos como escuelas o colegios? Se recomienda utilizar muros y tecnologías sostenibles, como paneles solares, cubiertas verdes, puentes térmicos controlados, aislamiento eficiente en paredes y techados, así como sistemas de ventilación cruzada que reduzcan la dependencia de equipos mecánicos. Estas estrategias no solo mejoran el confort térmico, sino que también promueven la sostenibilidad y reducen los costos de operación.</p>	

Figura 28. Narrativa gráfica entrevista N°4

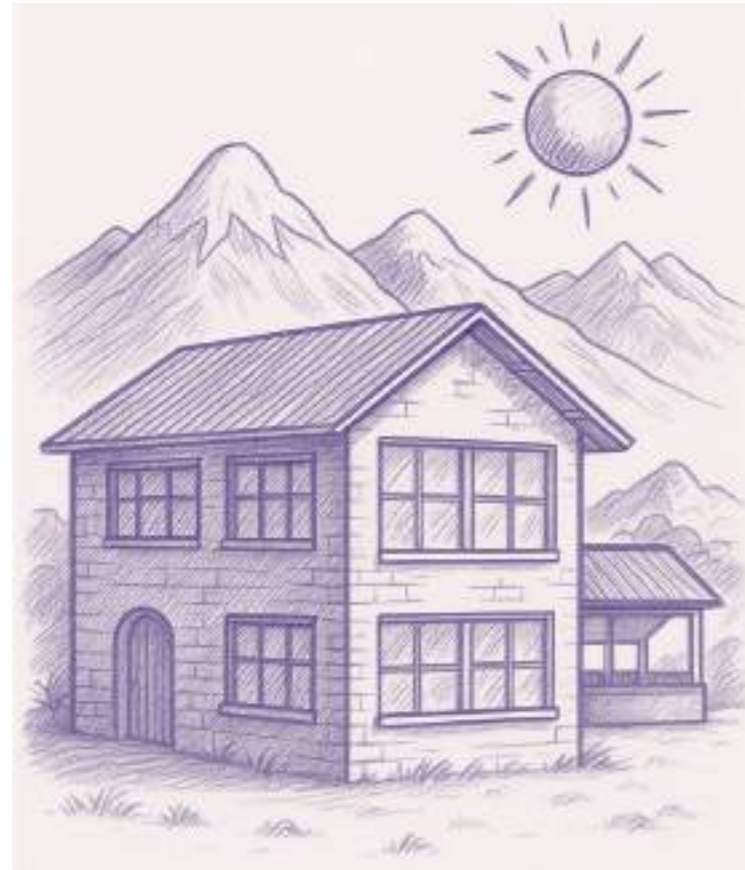
NARRATIVA GRÁFICA



NARRATIVA GRÁFICA ENTREVISTAS

Figura29. Narrativa gráfica entrevistas

INFORMACIÓN PROCESADA NARRATIVA GRÁFICA



Términos clave – Pregunta 1

- Región andina
- Clima frío
- Orientación solar
- Luz natural
- Iluminación interior
- Retención de calor
- Materialidad adecuada
- Confort térmico
- Espacios fríos
- Diseño adaptado al clima



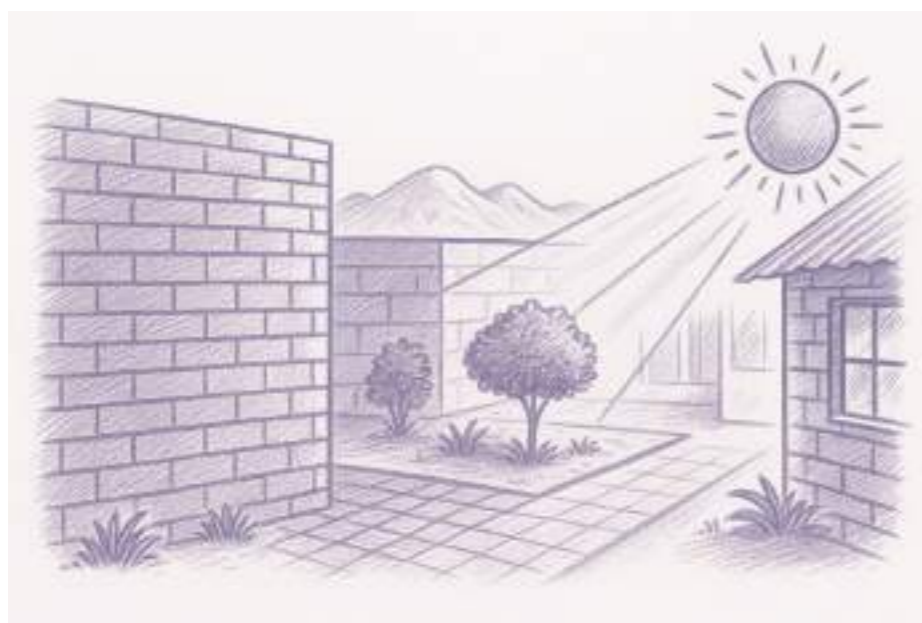
Términos clave – Pregunta 3

- Sensores climáticos
- Termómetro
- Cámara termográfica
- Sensor de radiación
- Medición diaria / semanal / mensual
- Confort térmico
- Región andina
- Climas fríos
- Radiación solar
- Microclimas
- Orientación espacial



Términos clave – Pregunta 4

- Sostenibilidad
- Autosuficiencia energética
- Universidad Católica de Ambato
- Referente nacional
- Orientación arquitectónica
- Eficiencia energética
- Estrategias bioclimáticas
- Diseño sustentable
- Región andina



Términos clave – Pregunta 2

- Adobe
- Tierra
- Ladrillo
- Confort térmico
- Microclimas
- Pacios internos
- Ventilación cruzada
- Volúmenes adecuados
- Conservación del calor
- Materiales tradicionales andinos















Términos clave – Pregunta 5

- Redistribución de espacios
- Espacios públicos y privados
- Orientación adecuada
- Luz natural
- Ventilación cruzada
- Sostenibilidad
- Reducción de costos operativos
- Reciclaje (papel, plástico)
- Materiales térmicos
- Clima andino frío
- Microclimas
- Pacios internos
- Calidad ambiental escolar

BITACORA FOTOGRAFICA

Tabla 11. Bitacora Fotográfica

Bitacora fotográfica			
FOTO		FOTO	
	<p>FECHA: 07/04/2025</p> <p>DESCRIPCIÓN: Clima nublado y cancha vacía; se evidencia limpieza general del área.</p>		<p>FECHA: 11/04/2025</p> <p>DESCRIPCIÓN: Ingreso del colegio con adoquines húmedos; pasillo largo y estrecho.</p>
	<p>FECHA: 05/05/2025</p> <p>DESCRIPCIÓN: Graderíos de la cancha de cemento con acumulación visible de humedad.</p>		
	<p>FECHA: 08/04/2025</p> <p>DESCRIPCIÓN: Pasillos con signos de humedad; resultan algo estrechos para el tránsito estudiantil.</p>		<p>FECHA: 14/04/2025</p> <p>DESCRIPCIÓN: Canchas de cemento en buen estado, limpias y libres de basura.</p>
	<p>FECHA: 06/05/2025</p> <p>DESCRIPCIÓN: Cancha de cemento con leve presencia de humedad.</p>		
	<p>FECHA: 09/04/2025</p> <p>DESCRIPCIÓN: Jardín decorado con plantas ornamentales en el costado de la escuela.</p>		<p>FECHA: 15/04/2025</p> <p>DESCRIPCIÓN: Cancha de césped bien mantenida en preparación para un evento de la Policía Nacional.</p>
	<p>FECHA: 07/05/2025</p> <p>DESCRIPCIÓN: Mural artístico elaborado por estudiantes de segundo de bachillerato que representa la cultura de Salcedo.</p>		
	<p>FECHA: 10/04/2025</p> <p>DESCRIPCIÓN: Zona adicional con plantas ornamentales acompañadas de piedras decorativas.</p>		<p>FECHA: 02/05/2025</p> <p>DESCRIPCIÓN: Cancha despejada en las horas previas al evento con la Policía Nacional.</p>
	<p>FECHA: 08/05/2025</p> <p>DESCRIPCIÓN: Paredes de piedra de la cancha de cemento presentan humedad en ciertas zonas.</p>		

MATRIZ INSIGHT

Figura30. Matriz Insight objetivo 2



Figura31.Figura fachada lateral izquierda



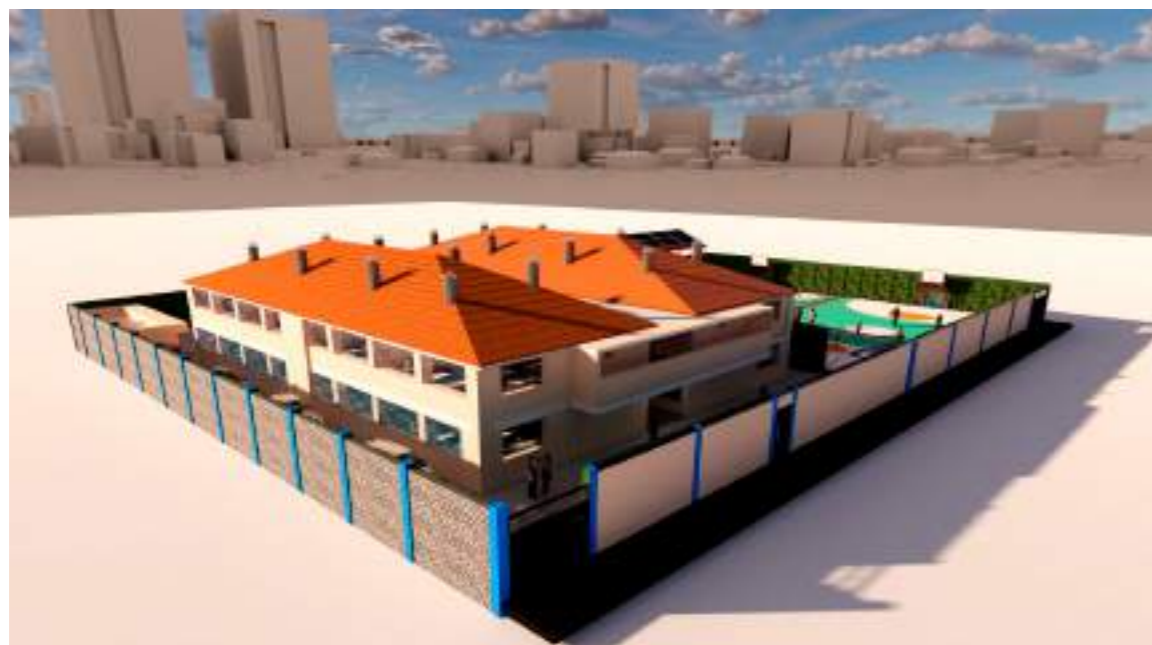
APLICACIÓN DE METODOLOGÍA OBJETIVO 3

Objetivo 3

Generar estrategias bioclimáticas de diseño en los espacios para mejorar las condiciones ambientales de la Infraestructura Educativa Oxford, a través de simulación de comportamiento térmico.

RENDER PROPUESTA DE DISEÑO

Figura32. Render perspectivo 1.



RENDER PERSPECTIVO 2

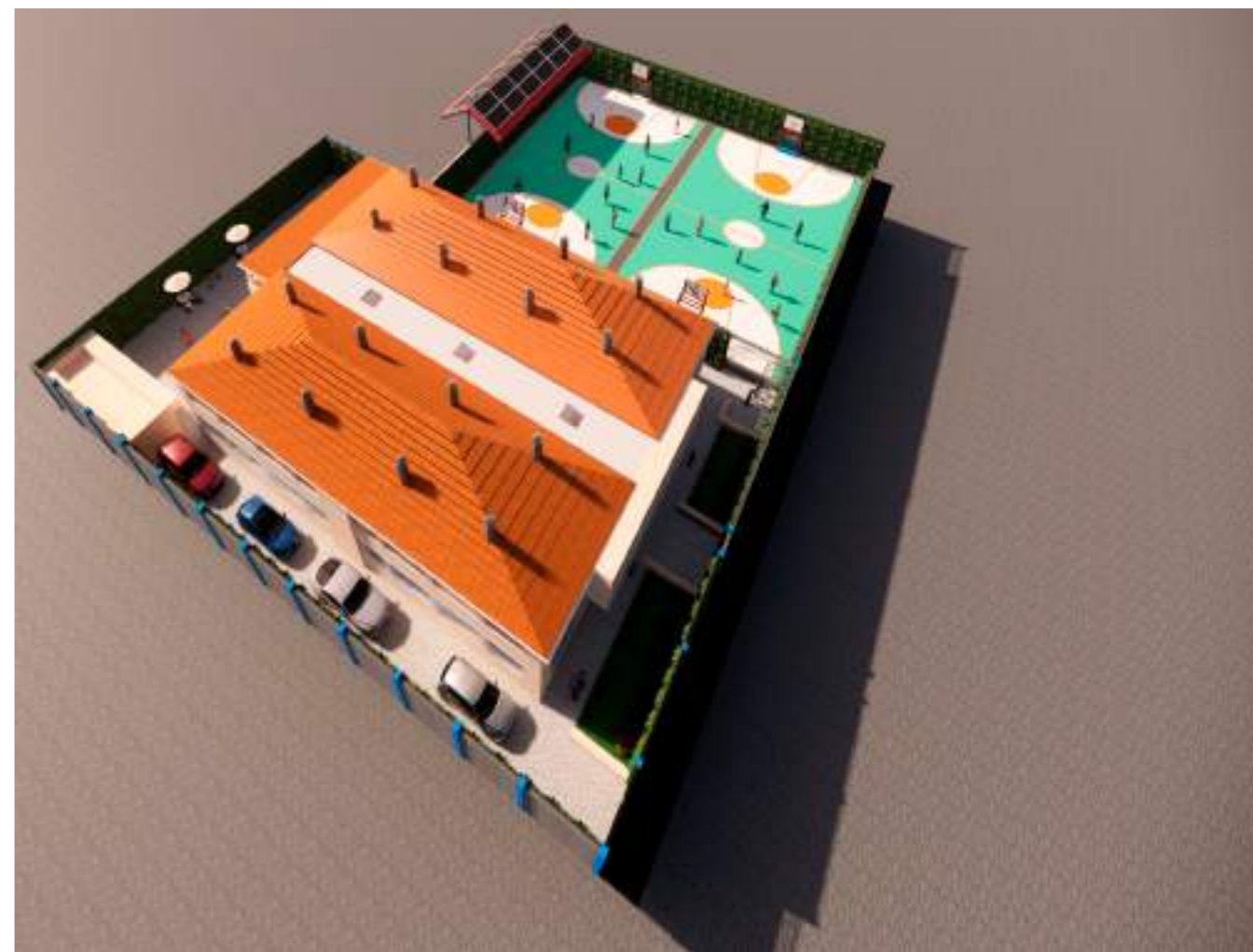
Figura33. Render perspectivo 2



Tabla 12. Aplicación de estrategias bioclimáticas.

APLICACIÓN DE ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS		
Estrategia	Descripción técnica	Beneficio principal
1. Confort térmico en aulas	Uso de materiales pasivos con propiedades aislantes: bloques térmicos, vidrio doble, cielo raso con lana mineral, protección solar externa y ventilación cruzada.	Mantiene la temperatura interior estable sin necesidad de sistemas activos. Mejora el bienestar estudiantil.
2. Ductos de iluminación	Incorporación de conductos o rejillas altas que favorecen la extracción del aire caliente acumulado en el aula (efecto chimenea).	Disminuye la acumulación de calor y renueva el aire interior, mejorando la calidad del ambiente.
3. Paneles solares	Instalación de módulos fotovoltaicos en la azotea del edificio para generar electricidad a partir de la radiación solar.	Ahorro energético, independencia ante cortes eléctricos, reducción de huella de carbono.
4. Muros verdes exteriores	Instalación de jardineras verticales con especies vegetales en áreas como ingreso y canchas. Se anclan a estructuras metálicas o muros portantes.	Reducción de temperatura en zonas expuestas, mejora del aire y conexión con la naturaleza.
5. Recolección de agua lluvia	Implementación de canaletas conectadas a tanques o cisternas de almacenamiento para captar agua de lluvia desde cubiertas inclinadas o pérgolas.	Uso responsable del recurso hídrico. El agua recolectada puede emplearse para riego o limpieza exterior.

Figura34. Render perspectivo 3



ESTRATEGIA 1

IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA 1: CONFORT TÉRMICO

Figura35. Corte del estado actual

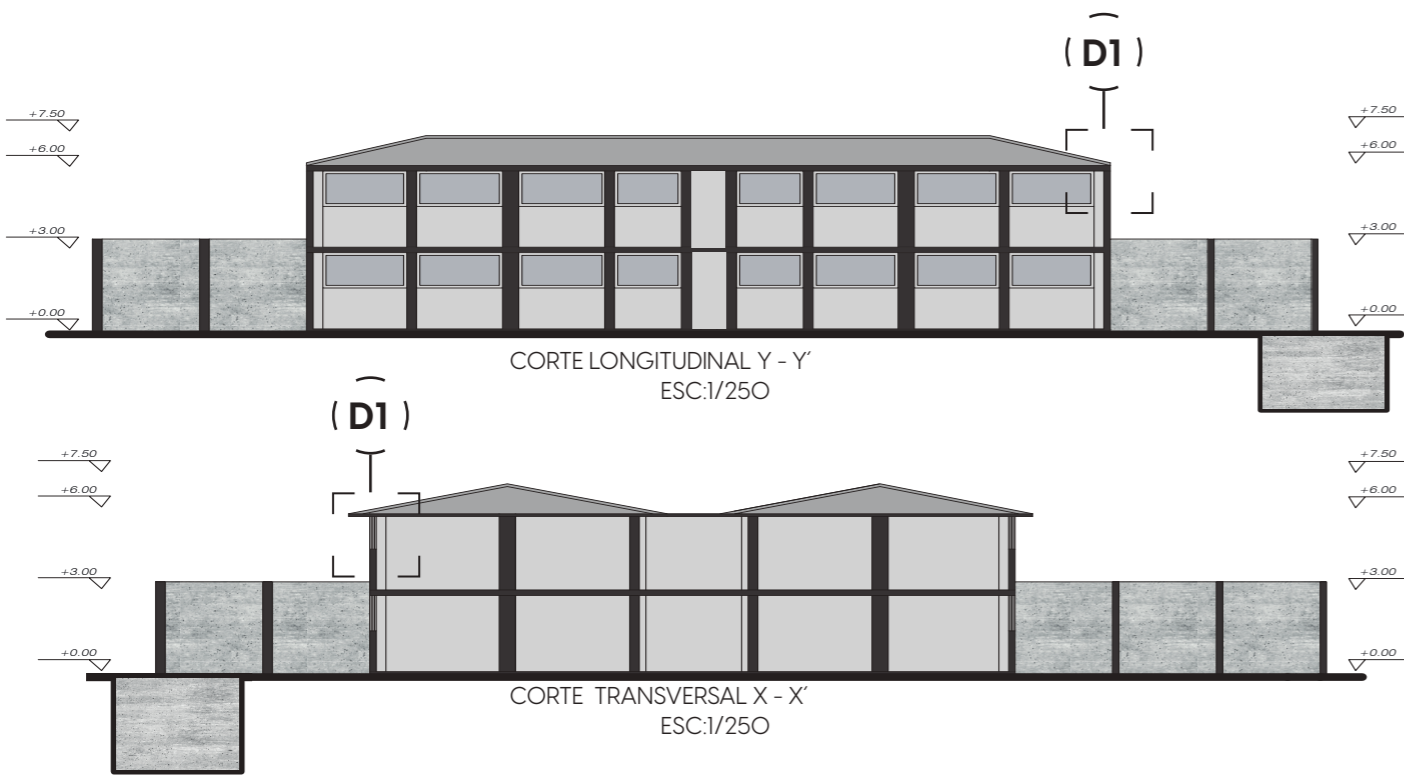
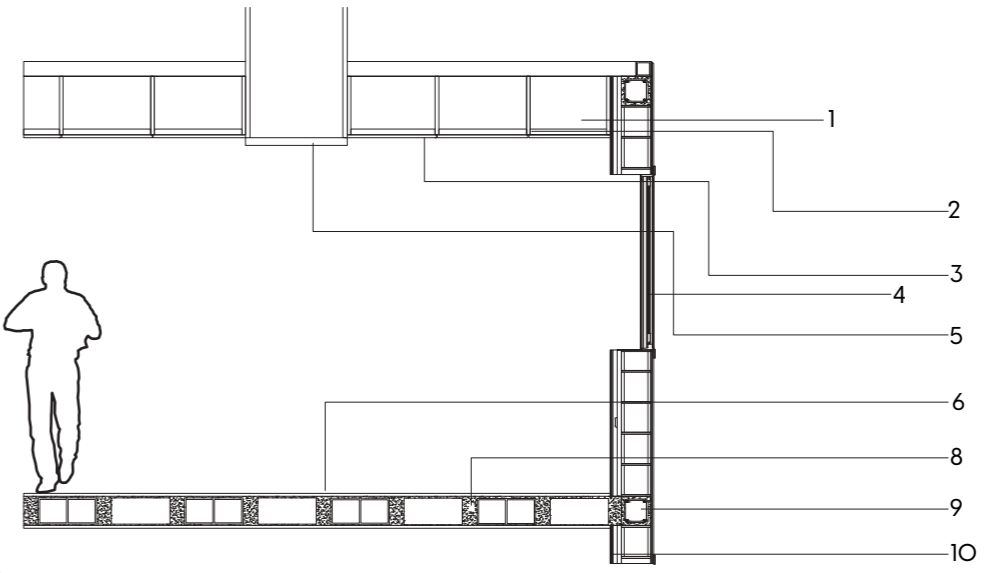


Figura36. Detalle constructivo de la estrategia de confort térmico



- 1. Vacío térmico
- 2. Aislante térmico lana de roca
- 3. Cielo falso PVC
- 4. Vidrio doble
- 5. Apariencia de foco
- 6. Acabado piso cerámico
- 7. Aislante térmico

- D1: ESTRATEGIA DE CONFORT TÉRMICO**
ESC:1/15
- 8. Losa de hormigón armado
 - 9. Cadena de amarre
 - 10. Pintura vinilica

Tabla 13. Ficha técnica confort térmico para aulas.

FICHA TÉCNICA CONFORT AULAS DE CLASES						
1	2	3	4	5	6	7
ELEMENTO TÉCNICO	ELEMENTO TÉCNICO	ELEMENTO TÉCNICO	ELEMENTO TÉCNICO	ELEMENTO TÉCNICO	ELEMENTO TÉCNICO	ELEMENTO TÉCNICO
Pared de hormigón armado de 20cm de espesor	Aislante térmico: XPS Poliestileno estruado de 3cm de espesor	Sistema de control solar pasivo de 5cm de espesor	Ventanas de aluminio con vidrio doble (termopanel)	Falso techo tipo cielo raso con placas de yeso 1/2"	Difusor de luz solar desde ducto tubular	Ventilación cruzada con vanos superiores enfrentados
DESCRIPCIÓN TÉCNICA	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	DESCRIPCIÓN TÉCNICA
Estructura vertical resistente fundida in situ, con armado Ø12 mm @20 cm y concreto fc = 210 kg/cm2. Aporta masa térmica para estabilidad térmica interior.	Instalado en la cara interior del muro, recubierto con cartón yeso. R=1.25M2. K/W. Reduce pérdidas de calor y mejora la eficiencia térmica del recinto.	Listones de madera tratada tipo laurel de 2"x2", separados 10cm entre ejes. Funcionan como brise - soleils para evitar ingreso directo de radiación solar.	Marco de aluminio anodizado con ruptura de puente térmico, vidrio 4+6+4 mm. Atenúa ganancia térmica por radiación y mejora aislamiento acústico.	Placas montadas sobre perfilera metálica suspendida, cámara de aire de 25cm. Permite ocultar instalaciones y contribuye al aislamiento acústico y térmico.	Revestimiento interior reflectante con domo superior de policarbonato prismático y difusor interior de acrílico traslúcido. Mejora la iluminación natural sin cargas térmicas.	Disposición de vanos opuestos enfachadas frontal y posterior, permite renovación constante de aire y disminuye la temperatura interior sin energía mecánica.

ESTRATEGIA 2

IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA 2: DUCTOS DE ILUMINACIÓN

Figura37. Corte del estado actual

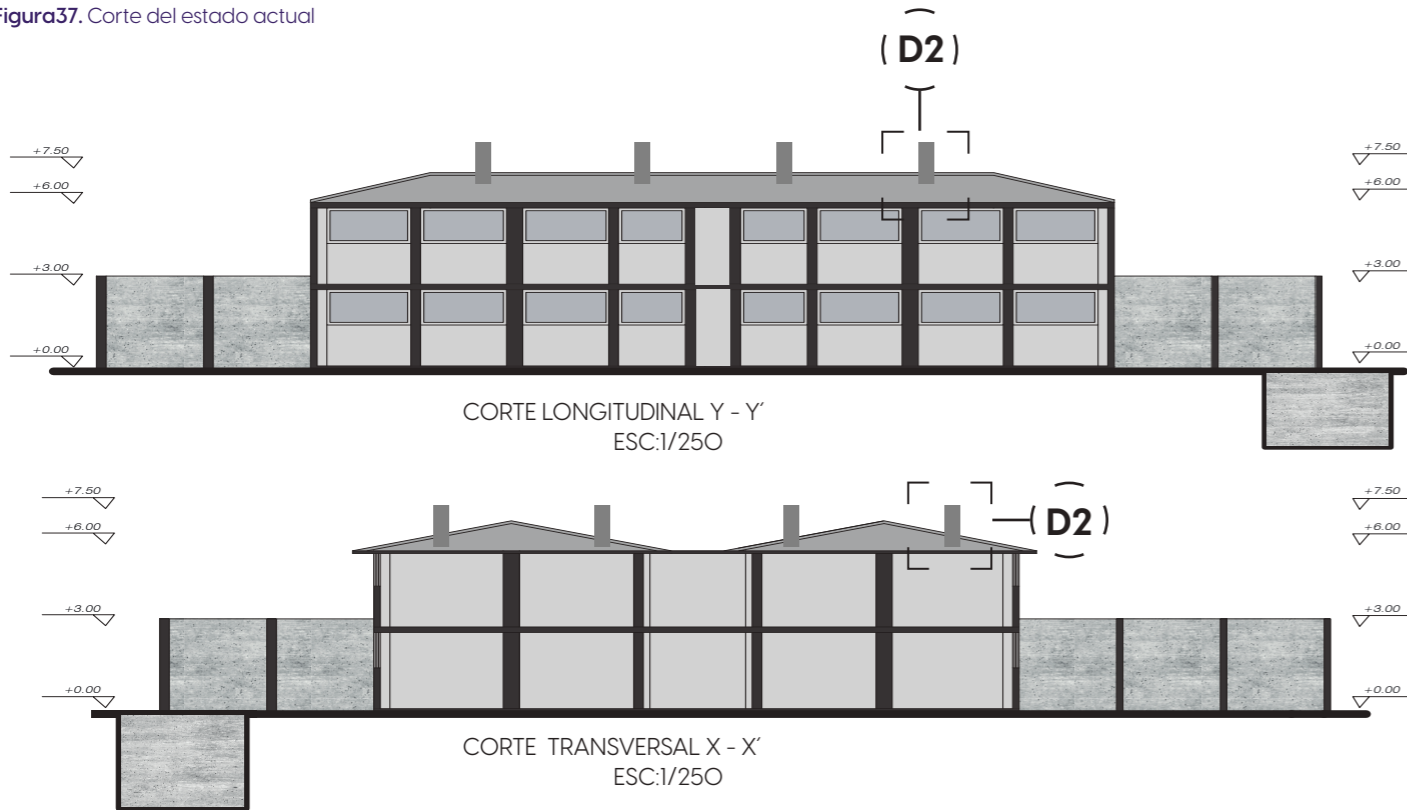
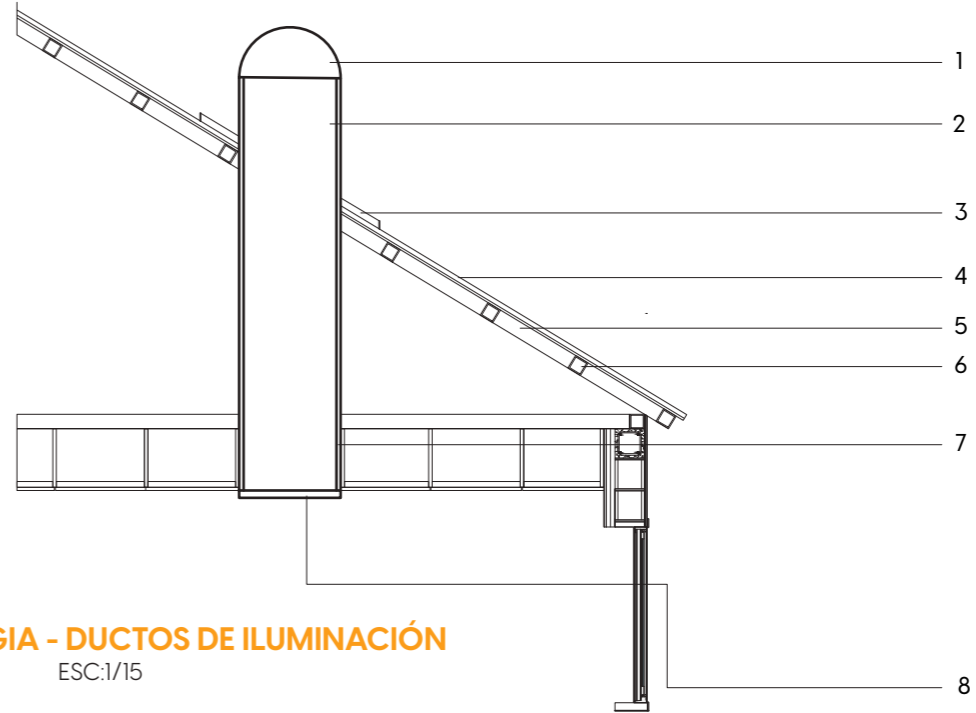


Figura38. Detalle de la estrategia de ductos de iluminación.



D2: ESTRATEGIA - DUCTOS DE ILUMINACIÓN
ESC:1/15

- 1. Domo captador de luz
- 2. Ducto de iluminación
- 3. Soporte metálico
- 4. Lámina de zinc
- 5. Viga perfil de acero
- 6. Correa perfil de acero
- 7. Tubo de acero
- 8. Apariencia de foco

Tabla 14. Ficha técnica de tubo de luz solar.

FICHA TÉCNICA DE TUBOS DE LUZ SOLAR						
1	2	3	4	5	6	7
ELEMENTO TÉCNICO	ELEMENTO TÉCNICO	ELEMENTO TÉCNICO	ELEMENTO TÉCNICO	ELEMENTO TÉCNICO	ELEMENTO TÉCNICO	ELEMENTO TÉCNICO
Domo difusor acrílico Ø 30 cm	Tubo reflectivo metálico galvanizado Ø 25 cm, L= 1.20 cm	Caja difusora interior 40 * 40 cm (plástico opalino)	Teja tipo española (ternil o similar)	Cielo raso de gypsum con estructura de acero galvanizado	Muros portantes de hormigón armado espesor 20cm	Sistema integral de iluminación pasiva mediante tubos solares
DESCRIPCIÓN TÉCNICA	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	DESCRIPCIÓN TÉCNICA
Elemento semiesférico en acrílico traslúcido resistente a rayos UV. Su forma permite captar luz solar desde diferentes ángulos durante el día, optimizando la entrada lumínica.	Conducto cilíndrico interiormente reflectivo, hecho con lámina galvanizada A36, que canaliza la luz captada en el domo hacia el interior del aula. Espesor: 0.9 mm.	Difusor cuadrado colocado en el cielo falso, fabricado en poliestireno traslúcido, encargado de distribuir homogéneamente la luz natural dentro del aula.	Cubierta inclinada de teja termoacústica de polipropileno o PVC (tipo ternil), instalada sobre estructura metálica. Permite montaje de los domos sin comprometer estanqueidad.	Capa suspendida debajo de la cubierta, conformada por placas de gypsum de 12 mm sostenidas por perfilera metálica tipo omega galvanizada. Mejora acabado y aislamiento.	Elemento estructural vertical fundido en sitio. Concreto f'c= 210 Kg/cm2 con acero de refuerzo corrugado Ø 12 cada 20cm, vertical y horizontal.	Conjunto pasivo de captación, conducción y difusión de luz natural. Funciona exclusivamente con energía solar, sin necesidad de electricidad, garantizando ahorro energético

ESTRATEGIA 3

IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA 3: MURO VERDE

Figura39. Corte del estado actual

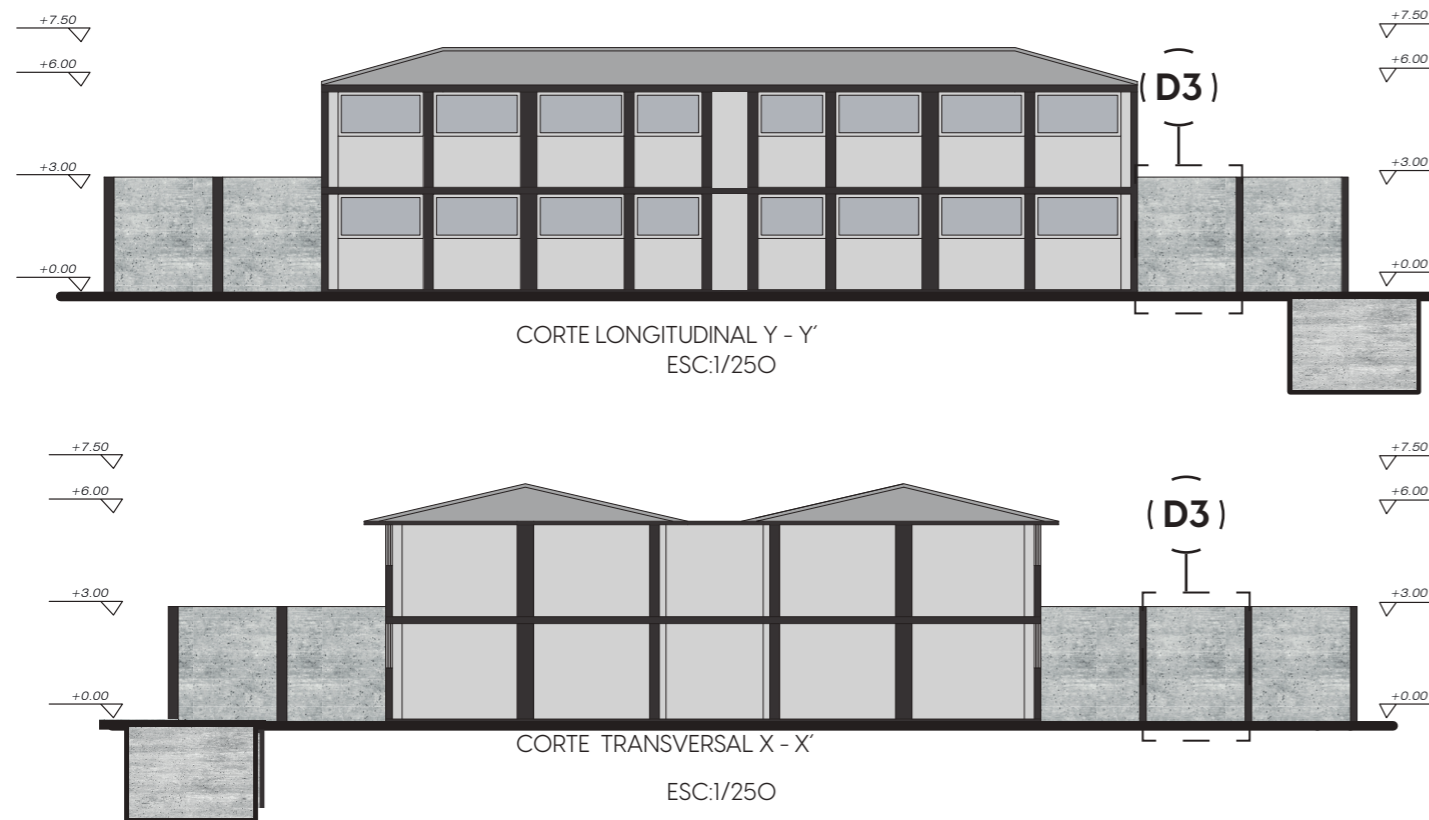
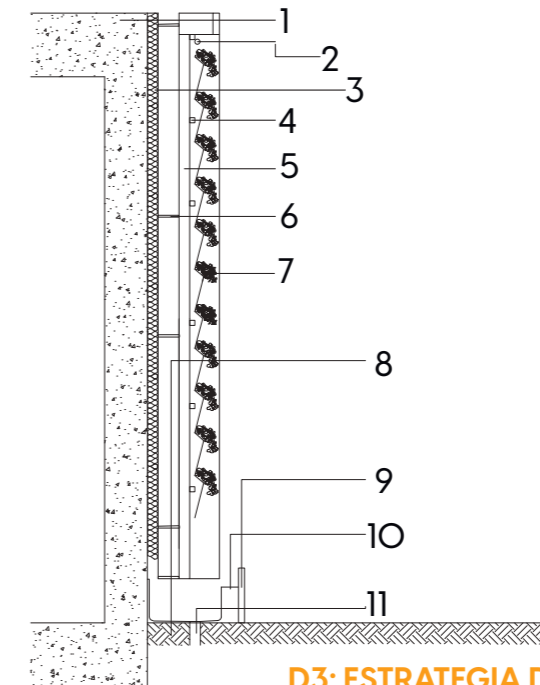


Tabla 15. Ficha técnica muro verde.

FICHA TÉCNICA MURO VERDE						
1	2	3	4	5	6	7
ELEMENTO TÉCNICO	ELEMENTO TÉCNICO	ELEMENTO TÉCNICO	ELEMENTO TÉCNICO	ELEMENTO TÉCNICO	ELEMENTO TÉCNICO	ELEMENTO TÉCNICO
Muro portante de hormigón armado f'c =120 kg/cm ² - espesor 0.20cm	Sistema modular para muro verde - lámina galvanizada microperforada calibre 18 (1.2mm)	Vegetación endémica adaptable a muro verde (helecho serrano, tradescantia, suculentas)	Columna estructural de hormigón armado 0.30x0.30m - f'c =210kg/cm ²	Puerta metálica corrediza para garaje - marco tubular 50x50x2 mm - lámina galvanizada calibre 20	Riel superior en "C" para puerta metálica - acero galvanizado - sección 50x50x3mm	Base de jardinería tipo jardinera lineal de hormigón ciclópeo - altura 0.30m
DESCRIPCIÓN TÉCNICA	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	DESCRIPCIÓN TÉCNICA
Muro fundido in situ con formaleta tradicional. Armado con varilla de Ø 10 mm a Ø 20 mm. Acabado afinado y pintado. Base estructural para fijación de muro verde y puerta metálica.	Lámina metálica anclada al muro mediante pernos de expansión. Soporta geotextil y sustrato vegetal. Permite drenaje y circulación de aire. Fabricación nacional disponible.	Plantas nativas de bajo rendimiento hídrico, resistentes al clima de Salcedo. Plantadas en módulos de fieltro y geotextil. Sistema de riego por goteo empotrado.	Elemento vertical de confinamiento armado con 4 varillas Ø 12 mm y estribos Ø 8 mm - 15cm. Integrada al sistema de cerramiento.	Sistema de puerta tipo riel riel con guía inferior y superior. Apertura lateral manual. Compuesta por hoja peatonal con cerradura tipo pasador reforzado	Riel de soporte para deslizamiento con rodamientos metálicos con recubrimiento anticorrosivo. Fijado con anclajes químicos al muro. Fabricación nacional.	Elemento lineal de retención sustrato y drenaje inferior. Revestida con mortero impermeabilizante. Conexión a sistema de evacuación de aguas pluviales.

Figura40. Detalle de la estrategia de muro verde.



D3: ESTRATEGIA DE MURO VERDE
ESC:1/15

1. Pared de hormigón
2. Punto de agua
3. Aislante externo
4. Textil cocido
5. Panel de soporte
6. Tornillos de fijación

7. Vegetación
8. Vereda
9. Perfil de madera
10. Sardinela de jardinería
11. Sumidero

ESTRATEGIA 4

IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA 4: RECOLECCIÓN DE AGUA LLUVIA

Figura41. Corte del estado actual

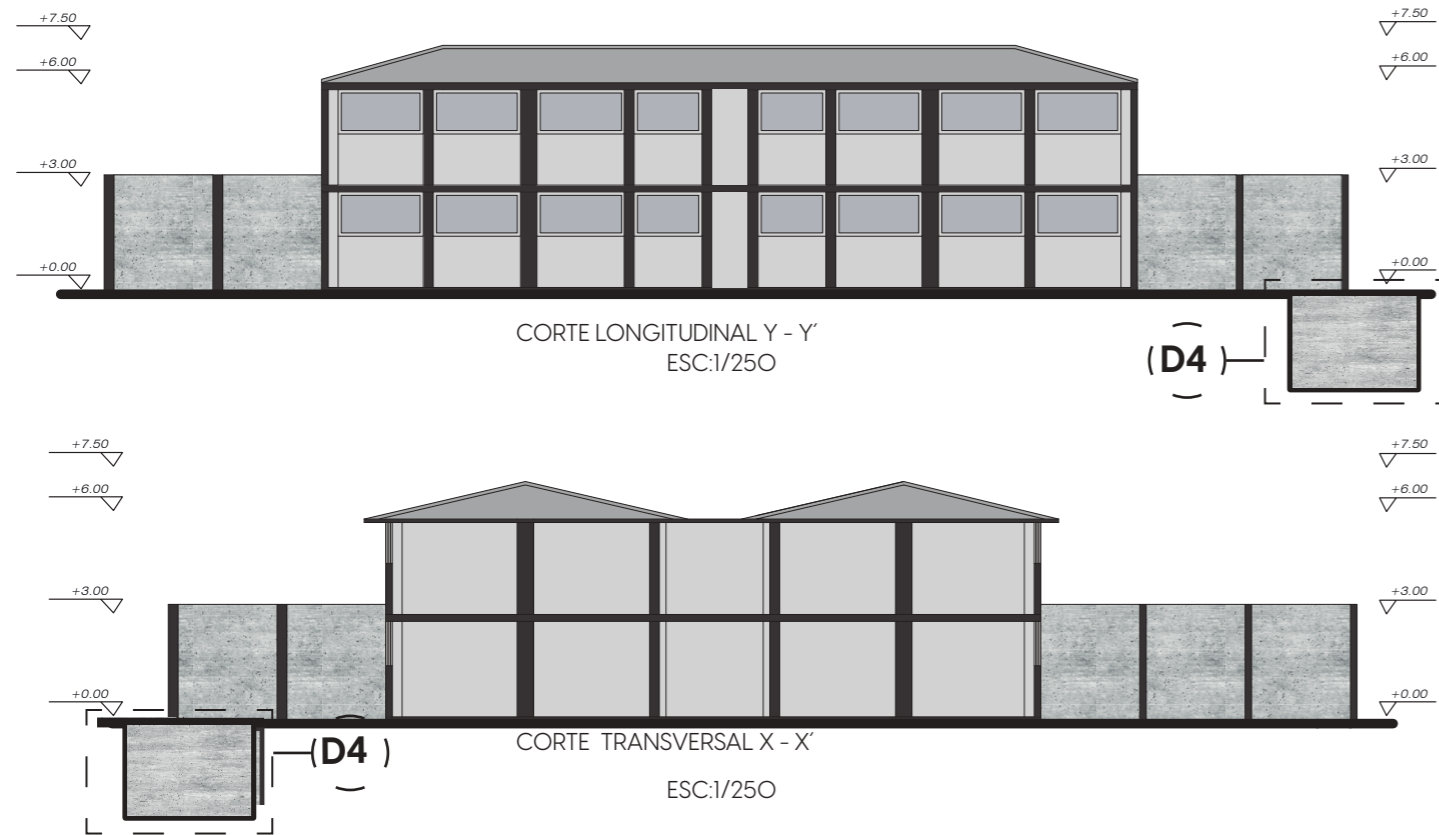
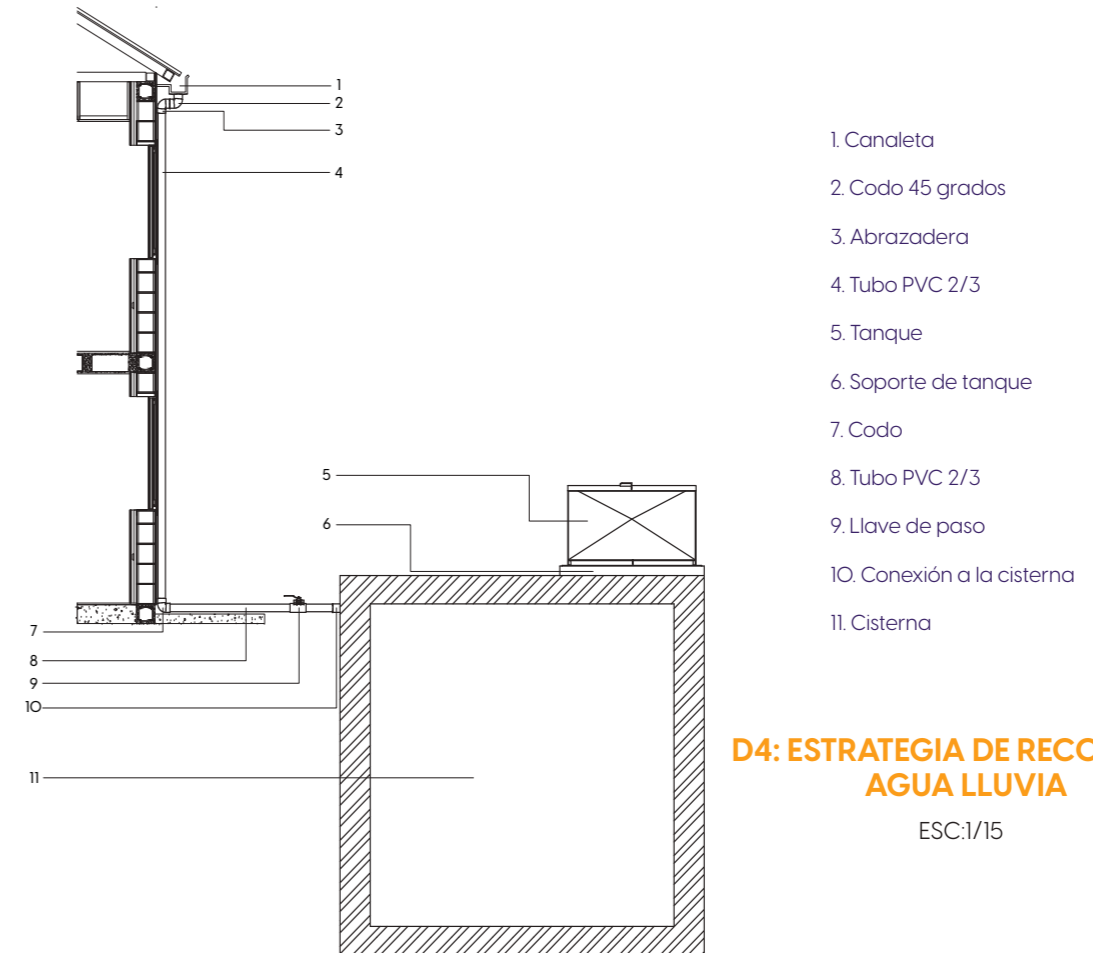


Figura42. Detalle de la estrategia de recolección de agua lluvia.



D4: ESTRATEGIA DE RECOLECCIÓN DE AGUA LLUVIA
ESC:1/15

Tabla 16. Ficha técnica de recolección de agua lluvia.

FICHA TÉCNICA RECOLECCIÓN DE AGUA LLUVIA						
1	2	3	4	5	6	7
ELEMENTO TÉCNICO	ELEMENTO TÉCNICO	ELEMENTO TÉCNICO	ELEMENTO TÉCNICO	ELEMENTO TÉCNICO	ELEMENTO TÉCNICO	ELEMENTO TÉCNICO
Muro perimetral de cisterna en hormigón armado - espesor 0.30 m - fc ? 210 kg/cm2	Cisterna de almacenamiento - volumen útil 4.0m3 - dimensiones: 2x2x1 m	Bomba centrífuga de superficie - 1.5 HP - caudal: 60 L/min - succión 6m	Tubería de succión y descarga - PVC hidráulico PN10 Ø 1/2"	Canaletas pluviales de techo - galvanizadas " - con bajantes Ø3"	Tanque elevado cilíndrico - capacidad 12.000 L- polietileno tricapa -color negro	Base para bomba - hormigón armado 0.60 x 0.60 x 0.50 m - acabado afinado
DESCRIPCIÓN TÉCNICA	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	DESCRIPCIÓN TÉCNICA
Muro fundido in situ con formaleta. Armado con varilla Ø12 mm @20 cm. Impermeabilizado internamente con pintura asfáltica. Contención de agua lluvia.	Elemento de almacenamiento soterrado con losa inferior de 0.15 m de espesor. Capacidad útil para consumo general y riego. Cubierta de losa liviana accesible.	Bomba nacional tipo periférica marca Pedrollo o similar. Impulsa el agua desde la cisterna hacia el tanque elevado. Funciona con energía eléctrica.	Conexión desde la cisterna hacia el tanque elevado. Tubería enterrada protegida con cama de arena. Accesorios termo fusionados.	Sistema de recolección desde cubierta metálica inclinada del colegio. Canaletas en alero conectadas a bajantes verticales con filtro de hojas.	Tanque tipo Rotoplas o similar. Instalado sobre plataforma elevada de hormigón. Con tapa superior y salida inferior de 1". Resiste a rayos UV.	Pedestal sobreelevado para evitar inundación del motor. Con pernos de anclaje para fijación. Acabado con pintura epóxica para exteriores.

ESTRATEGIA 5

IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA 5: PANELES SOLARES

Figura43. Estado actual del sitio para implementar la estrategia 5

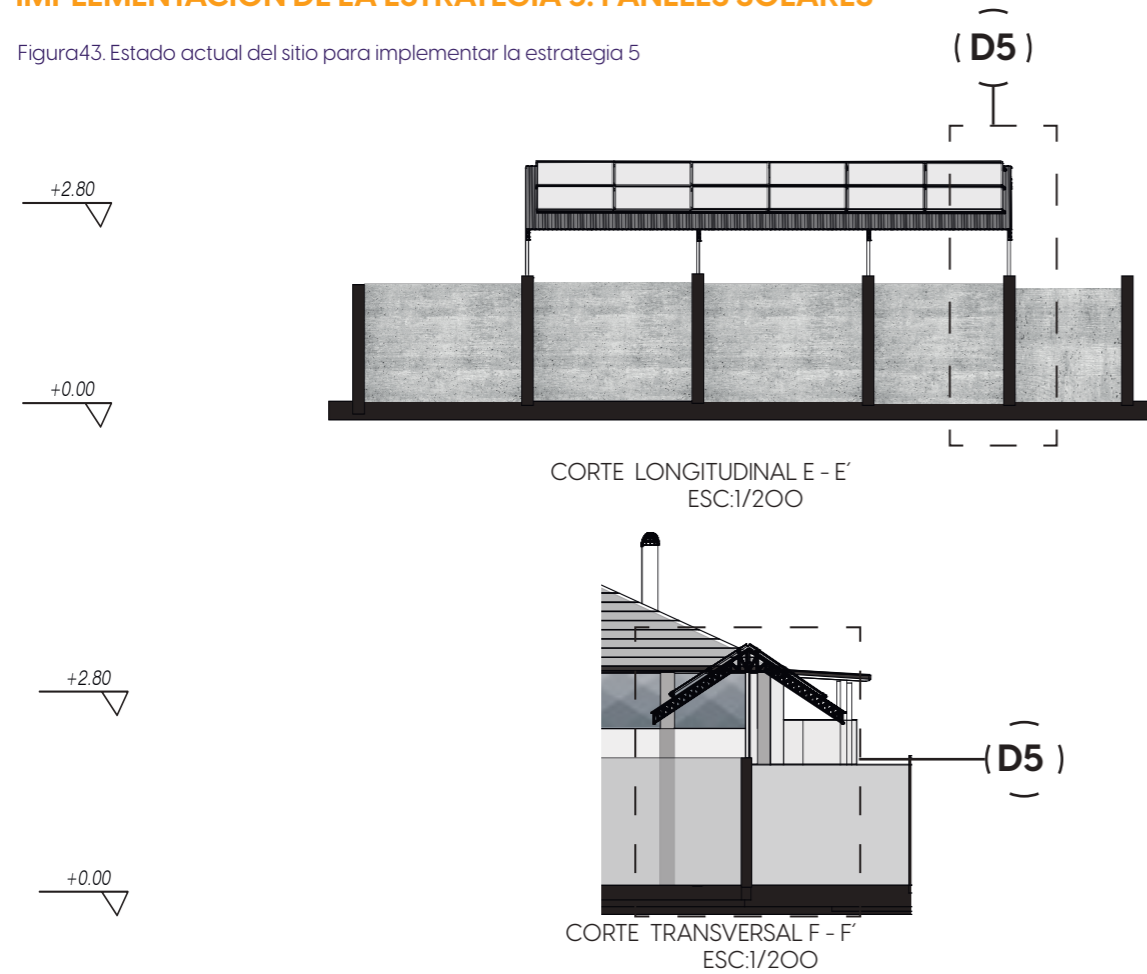
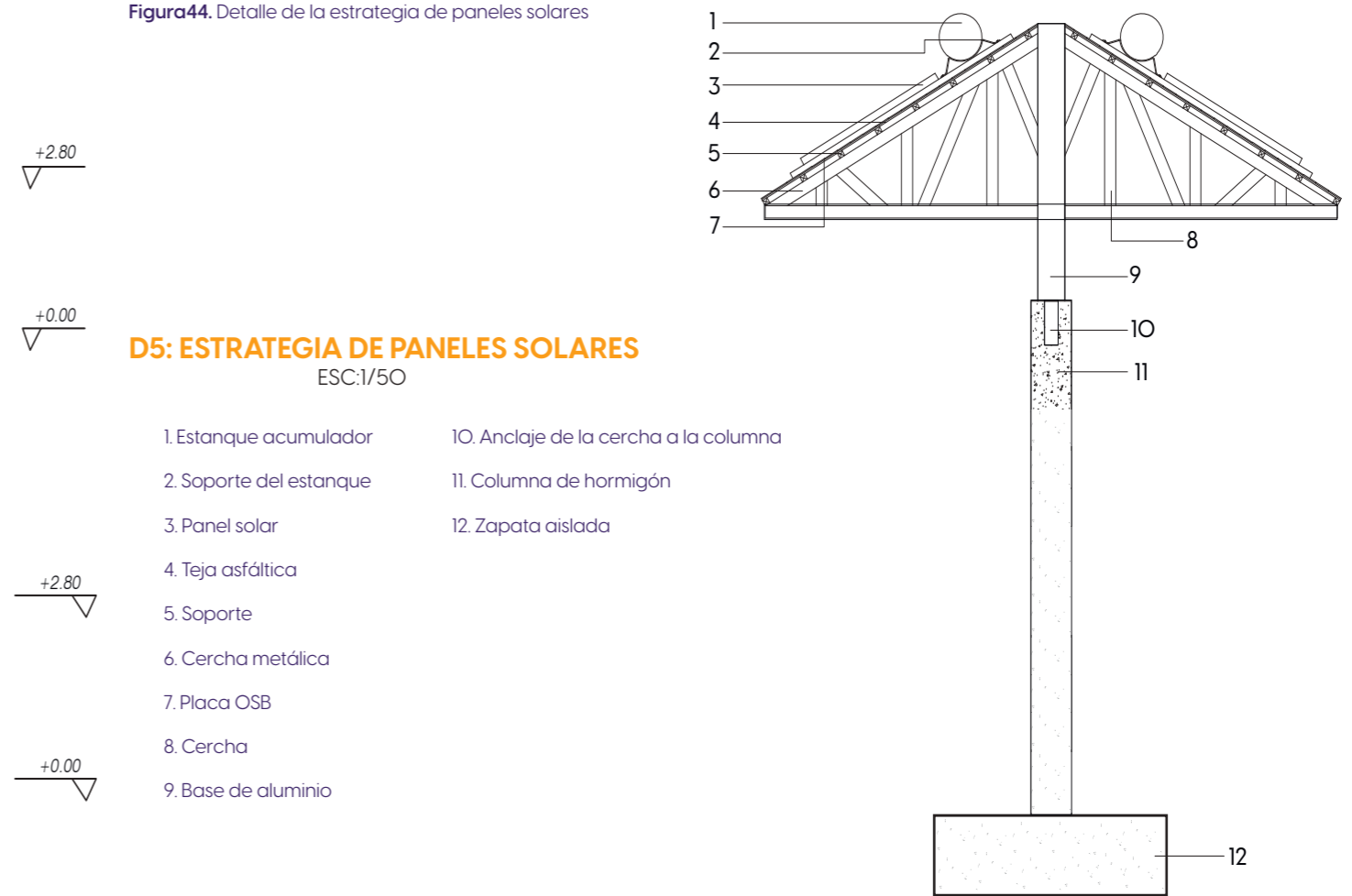


Figura44. Detalle de la estrategia de paneles solares



- 1. Estanque acumulador
- 2. Soporte del estanque
- 3. Panel solar
- 4. Teja asfáltica
- 5. Soporte
- 6. Cercha metálica
- 7. Placa OSB
- 8. Cercha
- 9. Base de aluminio
- 10. Anclaje de la cercha a la columna
- 11. Columna de hormigón
- 12. Zapata aislada

Tabla 17. Ficha técnica de panel de luz solar.

FICHA TÉCNICA DE PANELES DE LUZ SOLAR						
1	2	3	4	5	6	7
ELEMENTO TÉCNICO	ELEMENTO TÉCNICO	ELEMENTO TÉCNICO	ELEMENTO TÉCNICO	ELEMENTO TÉCNICO	ELEMENTO TÉCNICO	ELEMENTO TÉCNICO
Sistema de fijación de aluminio anodizado tipo "L" - espesor mm	Panel solar fotovoltaico monocristalino 2.49x1.30x40 mm - 370w	Cubierta tipo ternil galvanizado acanalado - calibre 26 (0.45mm)	Cerchas metálicas triangulares con perfil L 40x40x4 mm - acero A36	Vigas metálicas horizontales HEB 100x100mm o tubo 100x50x3mm	Columnas metálicas verticales Ø76 mm (3") - espesor 2.5mm - acero galvanizado	Muro portante de hormigón armado fc=210 kg/cm2 - espesor 0.20m
DESCRIPCIÓN TÉCNICA	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	DESCRIPCIÓN TÉCNICA
Rieles de aluminio anodizado con grapas terminales e intermedias de acero inoxidable A2-70. Fijación a la cubierta mediante pernos autoperforantes con arandela EPDM Compatibles con módulos solares estándar	Módulo de 72 celdas, estructura en marco de aluminio anodizado, vidrio templado de alta resistencia y caja de conexiones IP67. Disponible en el mercado nacional (Jinko, Trina).	Lámina trapezoidal en acero galvanizado con recubrimiento anticorrosivo. Instalación sobre cerchas con fijaciones metálicas tipo autoperforantes. Fabricado en Ecuador (Andec, Novacero)	Estructura liviana compuesta por perfiles angulares soldados. Pintura anticorrosiva tipo epóxica. Distancia entre cerchas: 1.50-2.00 m según cálculo estructural.	Soporte horizontal estructural que distribuye la carga de la cubierta. Fabricado con acero estructural ASTM A36 o galvanizado. Unión por soldadura o pernos.	Soportes verticales fijados con placas base de 1/4" a cimentación de hormigón. Conexiones mediante pernos de expansión Ø1/2". Altura aproximada: 2.50m.	Muro de carga armado con malla electrosoldada Ø6 mm @15cm o varilla Ø10 mm. Enlucido exterior y acabado pintado. Fundido in situ con formaleta tradicional.

PANELES SOLARES PARA UNIDAD EDUCATIVA LICEO OXFORD

Consumo mensual :1468 kWh

Consumo diario :47.35 kWh

Potencia instalada

Tabla 18. Tabla de potencias equipos eléctricos.

Equipos eléctricos	Numero de equipos	Potencia individual (W)	Potencia total (W)
Bombas de cisternas	2	270	540
Lámparas	80	24	1920
Computadoras	40	285	11.400
Televisores	9	150	1350
Sistema de cámaras	25	10	300
Reflectores	4	200	800
Cerco eléctrico	1	10	10
TOTAL	161	949	16320

HORAS SOLARES PICO (HSP):4 kWh/m²

Potencia necesaria: (47.35 (kWh)) / (4) HSP (0.80) = 47.35\ kWh / 3.2 = 14.79 kW =15000W

15 KW+ 15%=17.25KW

NUMERO DE PANELES NECESARIOS

Paneles solares de 700W: 25 paneles de 2.49m x 1.30 m x 40 mm de espesor.

Numero aproximada de baterías

Las baterías más recomendables en este caso serían las baterías de litio de 48v y 100Ah ,en este caso sería de 4.8kWh para una capacidad aproximada de 50kwh necesitaríamos unas 11 baterías tomando en cuenta las dimensiones aproximadas de nuestras baterías se necesitaría unos 0.3 m³, pero hay que tomar en cuenta que este espacio no es suficiente porque solo sería para las baterías se necesita un espacio mucho mayor dado a que este sistema contiene más componentes



Figura 45. Paneles solares.

SIMULACIÓN PROGRAMA DESIGN BUILDER

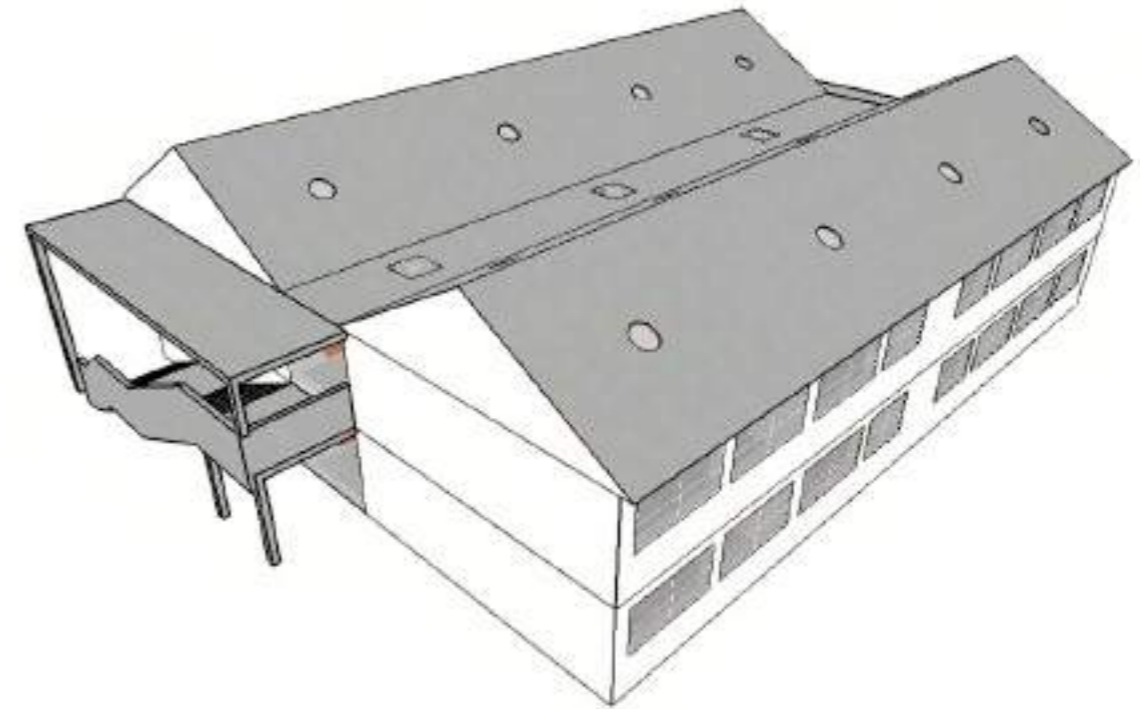
El programa DesignBuilder es un software diseñado para la simulación energética y ambiental aplicada en edificios, este programa integra una interfaz capaz de modelar proyectos en 3D con cálculos enfocados en el análisis energético. Este programa está basado en el motor de cálculo EnergyPlus, permitiendo calcular múltiples aspectos en el diseño, como iluminación natural y artificial, comportamiento térmico, consumo energético, ventilación natural, etc.

Para el análisis energético en el proyecto de la Unidad Educativa "Liceo Oxford", utilizamos este programa, para lo cual iniciamos cargando los datos climáticos de la zona de estudio, mismos que nos servirán para realizar las simulaciones, posterior a este proceso se inicia

con el modelado 3D del estado actual del proyecto, levantando las mamposterías, realizando los vanos de ventanas y puertas, así como también modelando la losa y cubierta, una vez levantado el modelo se procede a configurar cada uno de los materiales de acuerdo a los datos obtenidos in situ, una vez lista esta información podemos realizar la simulación para obtener los datos energéticos y ambientales del estado actual del proyecto.

Después de analizar el estado actual del proyecto, se realiza las distintas configuraciones en materiales para mejorar sus condiciones térmicas, así como también se colocan los ductos de iluminación que forman parte de la propuesta para mejorar la iluminación natural en cada uno de los ambientes. Con estos datos finalmente se realiza una comparativa entre el estado actual y la propuesta observando distintos cambios.

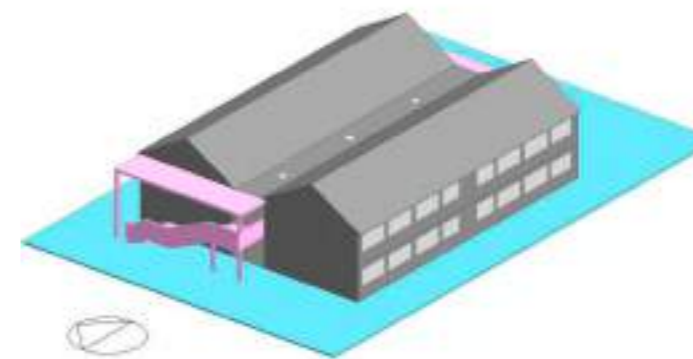
Figura 46. Vista renderizada propuesta Unidad Educativa Liceo Oxford.



Documentación de datos obtenidos del programa

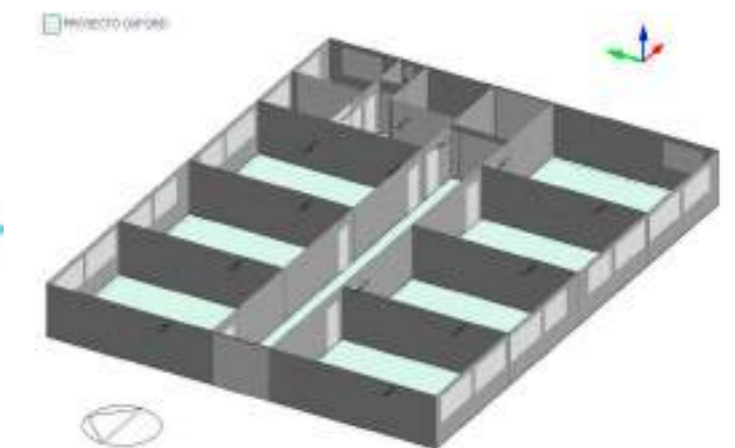
Paso 1.- Levantamiento 3D del proyecto, mediante el uso de una base Cad D

Figura 47. Levantamiento 3D exterior en el programa.



Paso 2.- Levantamiento de espacios internos, muros divisorios y configuración de vanos para puertas y ventanas en PB - PA

Figura 48. Levantamiento 3D interior en el programa.



Paso 3.- Configuraciones generales para plantilla base tomando como referencia un aula de clases de la carpeta universidades y colegios registrada en el programa.

Figura49. Configuraciones generales del programa



Figura52. Configuraciones de cubierta plana.

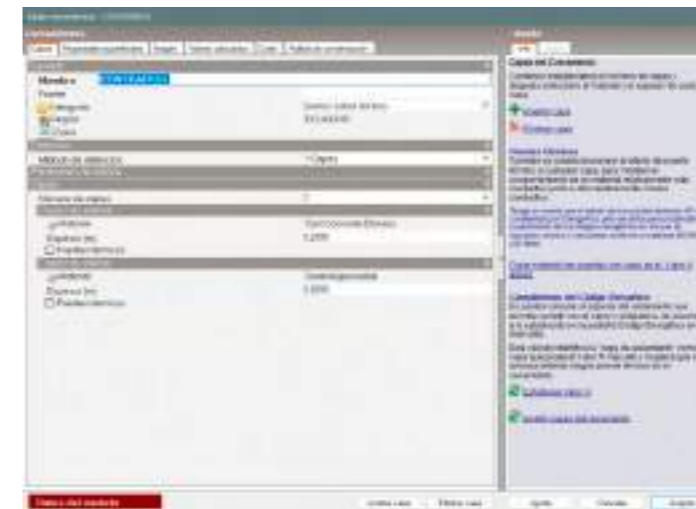


Figura53. Configuraciones de cubierta inclinada.



Figura54. Configuraciones de contrapiso.

Figura55. Configuraciones de cielo falso.



Paso 4.- Configuraciones de materiales para su posterior simulación (ESTADO ACTUAL)

Figura50. Configuraciones de mampostería exterior.

Figura51. Configuraciones de mampostería interior.

Figura56. Configuraciones de losa.

Figura57. Configuraciones de puertas.

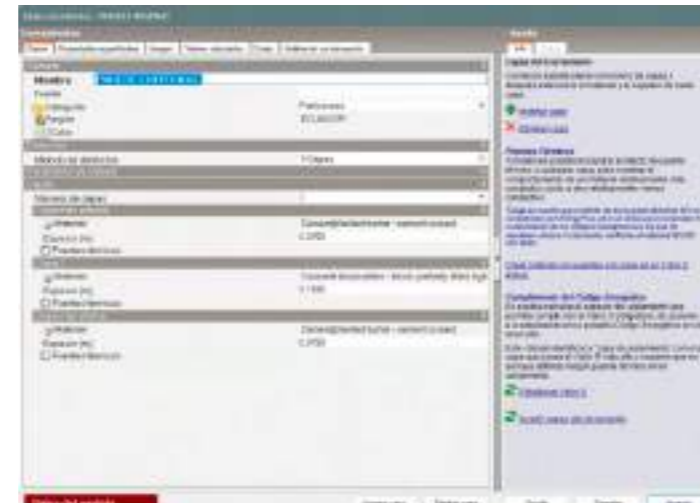
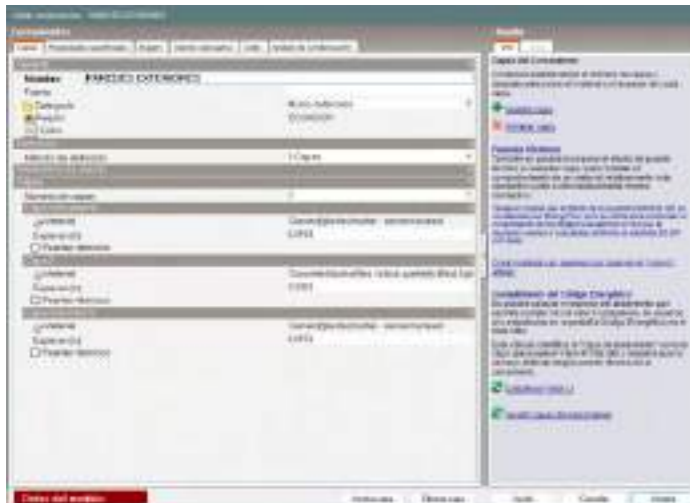


Figura58. Axonometría materiales exteriores

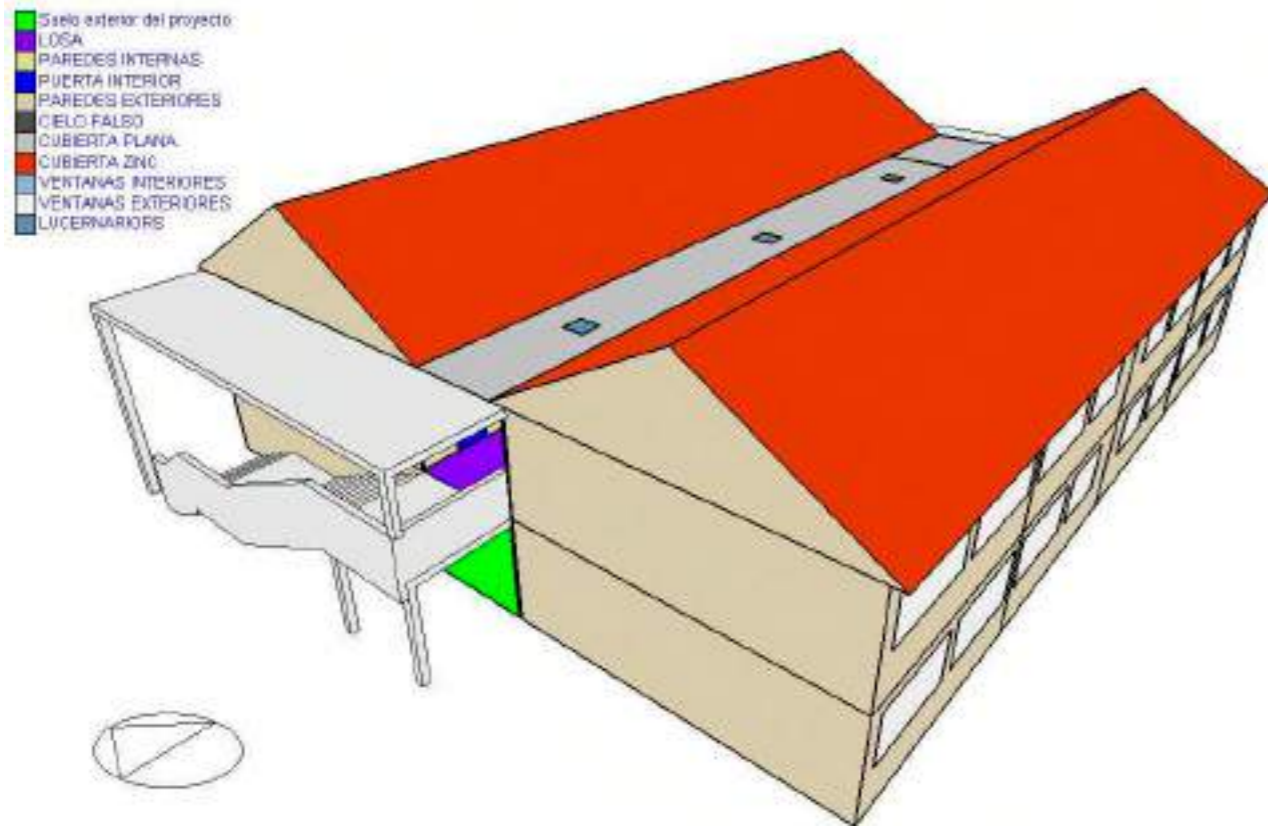
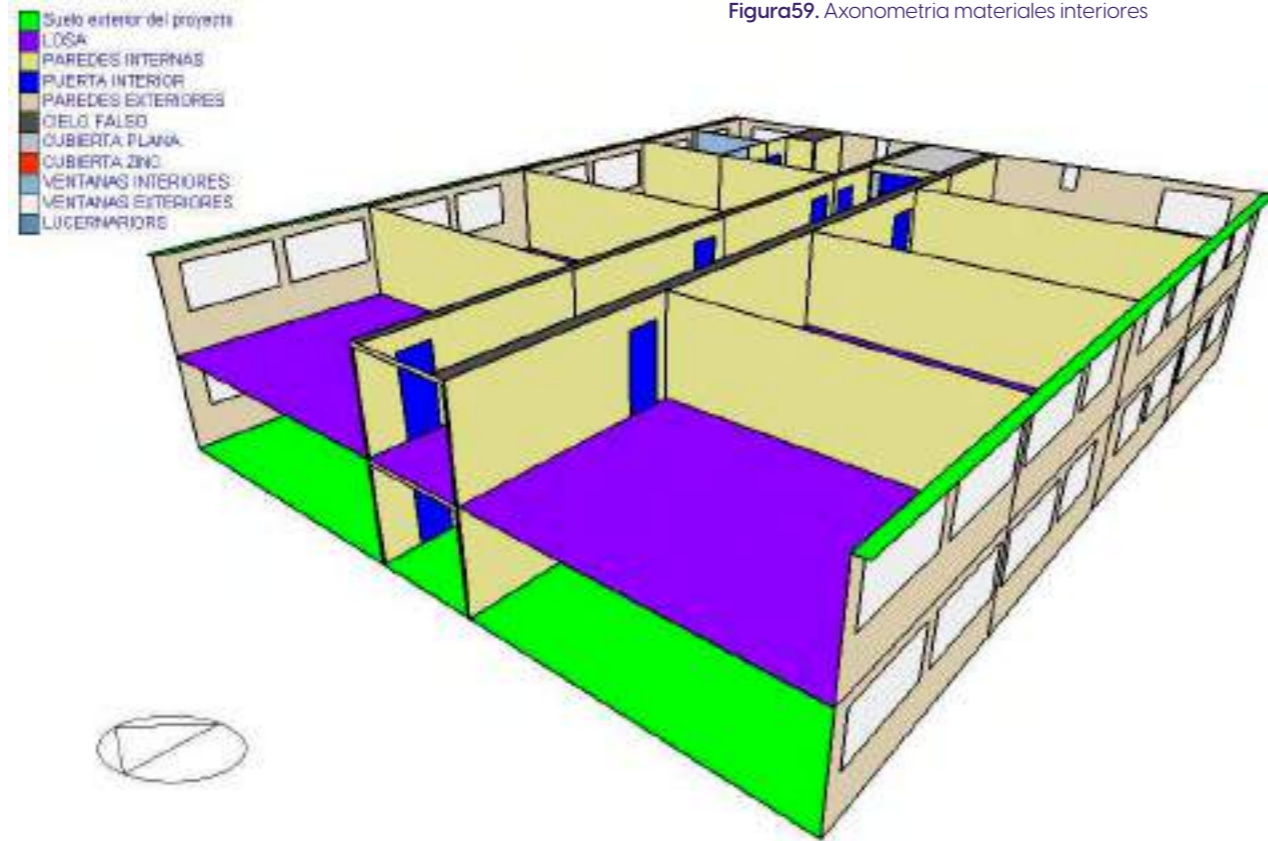


Figura59. Axonometría materiales interiores



CONFIGURACIÓN DUCTOS DE ILUMINACIÓN

Figura60. Vista en planta ductos de iluminación.

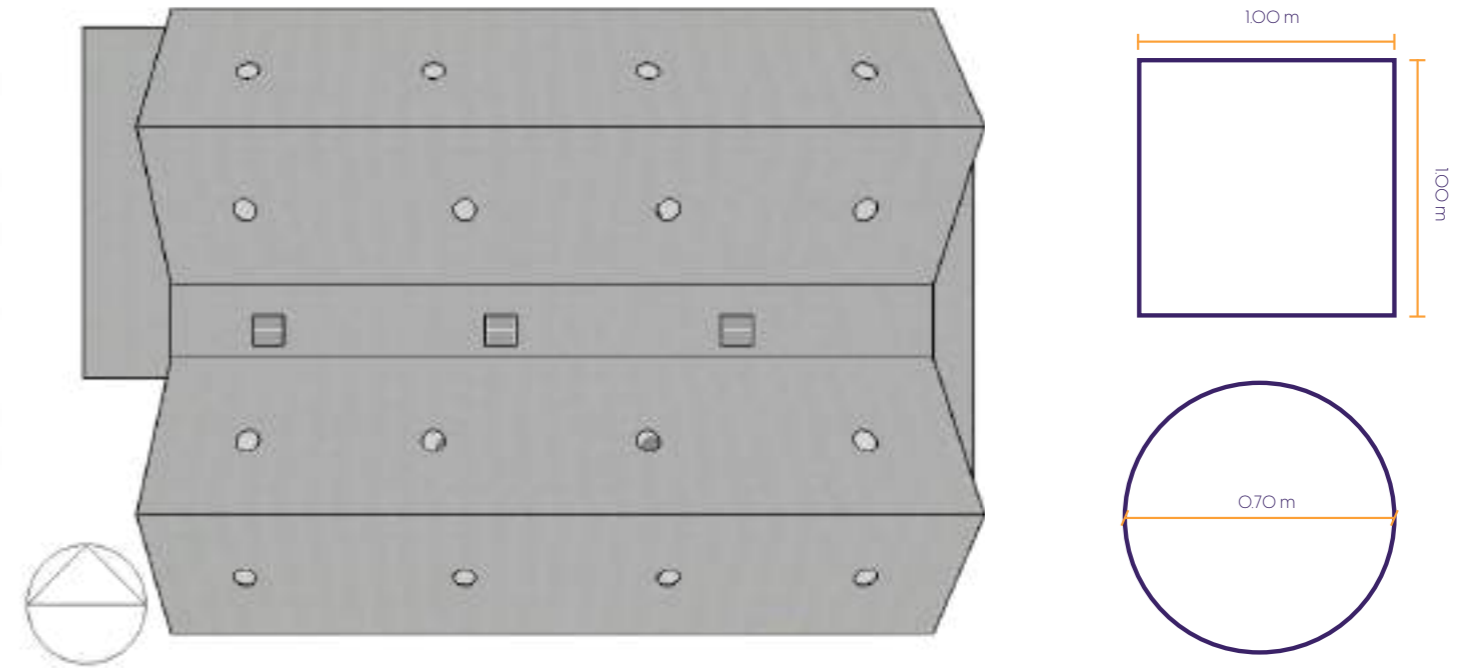
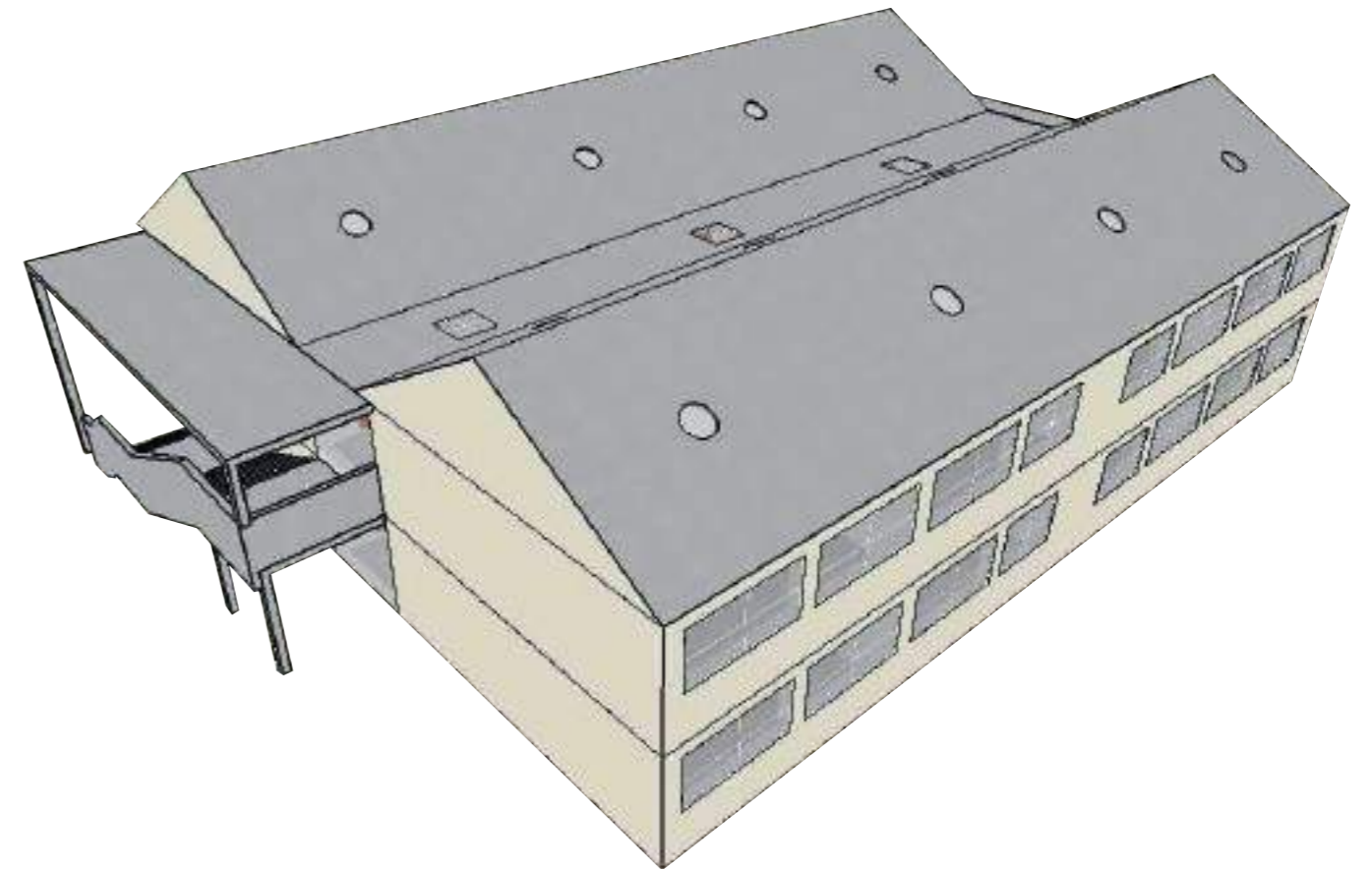


Figura62. Axonometría de propuesta con ductos de iluminación.



CONFIGURACIÓN DE MATERIALES PROPUESTOS

Tabla 19. Ficha de materiales propuestos mamposterías.

FICHA DE MATERIALES PROPUESTOS (MAMPOSTERIA EXTERIOR)					FICHA DE MATERIALES PROPUESTOS (MUROS DIVISORIOS)				
Nº	CAPA	MATERIAL	ESPESOR (m)	FUNCIÓN PRINCIPAL	Nº	CAPA	MATERIAL	ESPESOR (m)	FUNCIÓN PRINCIPAL
1	Revestimiento exterior	Mortero cemento o enlucido con pintura impermeable	0.015	Protección climática y acabado estético	1	Acabado interior (lado A)	Pintura vinlica sobre enlucido	0.005	Terminación estética
2	Muro estructural	Bloque de hormigón liviano	0.200	Soporte estructural y resistencia mecánica	2	Revestimiento	Enlucido de cemento-arena	0.015	Nivelación y protección del muro
3	Aislante térmico	XPS (Poliestireno extruido)	0.030	Reducción de pérdidas térmicas ($U \leq 0.6 \text{ W/m}^2\text{K}$)	3	Muro estructural	Bloque de cemento hueco	0.150	Estructura y división del ambiente
4	Fijación de acabado	Subestructura metálica (omega galvanizada)	0.020	Soporte para panel	4	Aislante térmico adherido	XPS (poliestireno extruido)	0.020	Aislamiento térmico y/o acústico
5	Revestimiento interior	Panel de gypsum	0.015	Base para acabados	5	Fijación de acabado	Subestructura metálica (omega galvanizada)	0.020	Soporte para panel
6	Pintura interior	Pintura vinlica lavable.	0.005	Acabado final estético	6	Revestimiento interior B	Panel de gypsum	0.015	Base para acabados
					7	Acabado interior (lado B)	Pintura o revestimiento ligero	0.005	Estética

Figura63. Configuración de mampostería exterior.

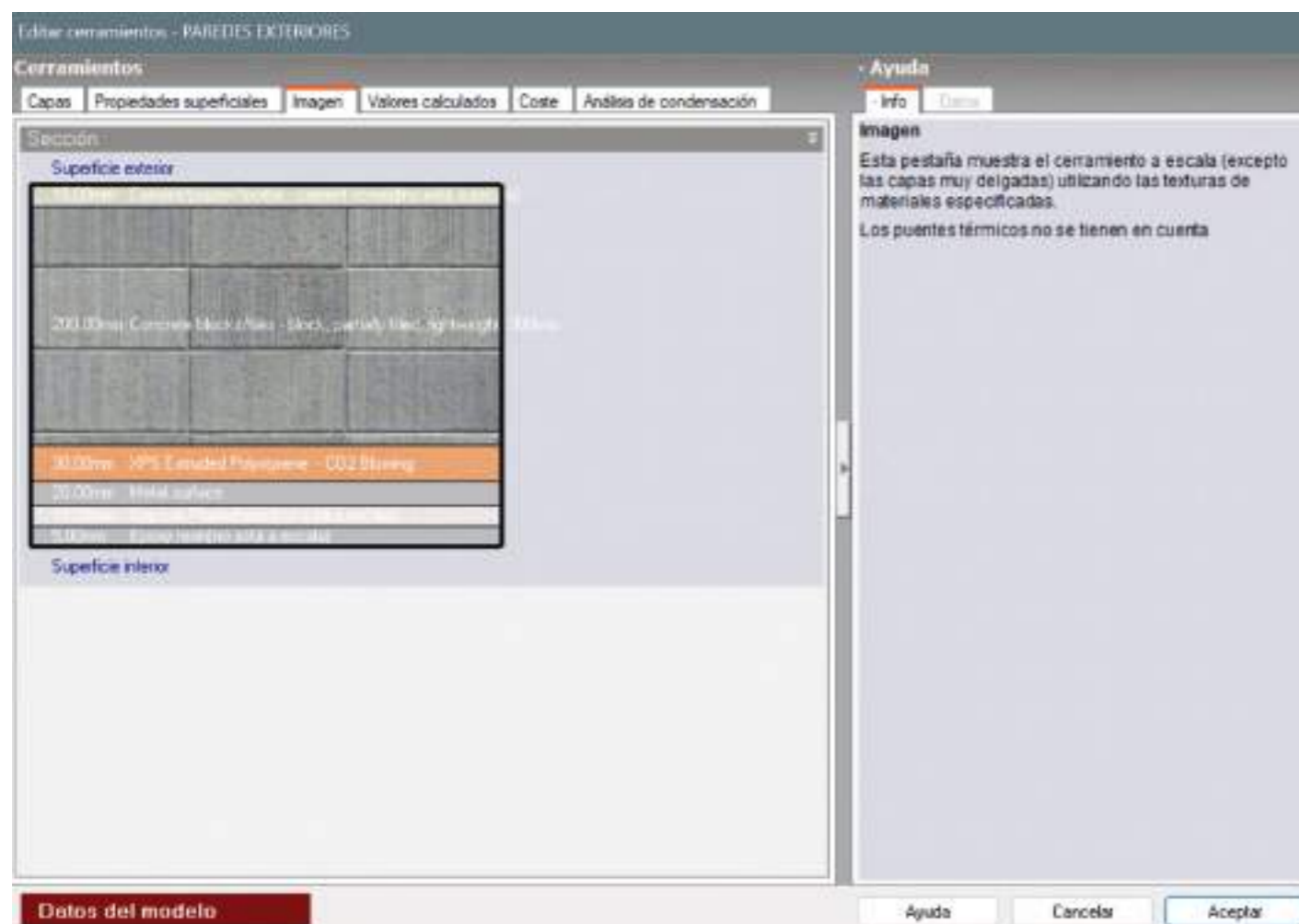


Figura64. Configuración de mampostería interior.

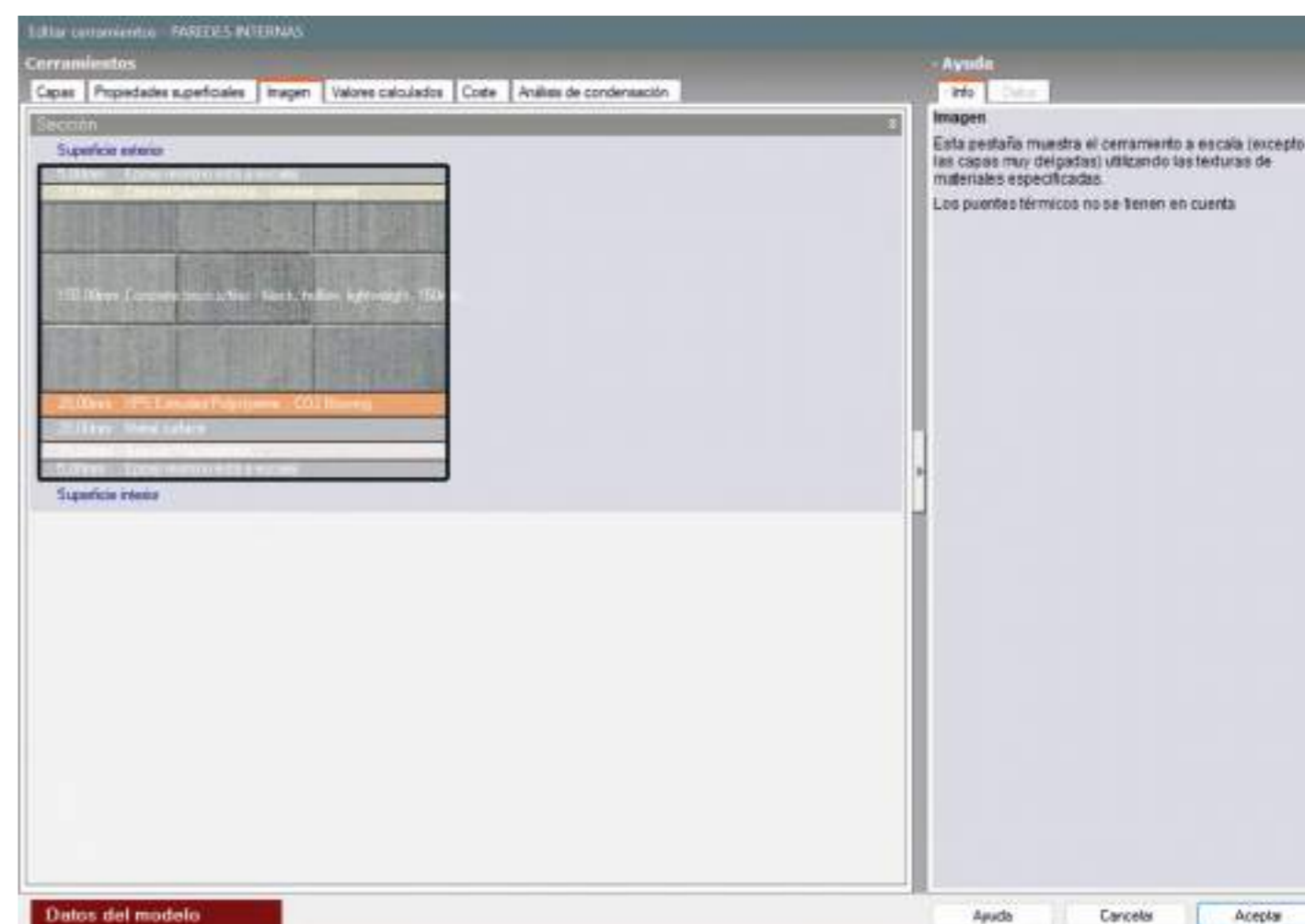


Tabla 20. Ficha de materiales propuestos cubierta.

FICHA DE MATERIALES PROPUESTOS (CUBIERTA PLANA)					FICHA DE MATERIALES PROPUESTOS (CUBIERTA INCLINADA)				
Nº	CAPA	MATERIAL	ESPESOR (m)	FUNCIÓN PRINCIPAL	Nº	CAPA	MATERIAL	ESPESOR (m)	FUNCIÓN PRINCIPAL
1	Impermeabilización final	Poliuretano líquido	0.004	Evita filtraciones de agua	1	Impermeabilizante líquido o membrana	Poliuretano	0.002	Impermeabilización directa (se aplica sobre zinc)
2	Capa de protección	Grava lavada	0.030	Protege la impermeabilización y mejora durabilidad	2	Lámina exterior	Zinc	0.001	Capa estructural y primera barrera de agua
3	Aislante térmico	XPS (Poliestireno extruido)	0.050	Reduce el flujo térmico	3	Aislante térmico y acústico	lana de roca	0.050	Reduce la transferencia térmica y ruido
4	Barrera de vapor	Lámina de polietileno	0.001	Evita condensación intersticial	4	Barrera de vapor	Polietileno de alta densidad (HDPE)	0.001	Evita condensación por diferencia de temperaturas
5	Losa estructural	Hormigón armado	0.200	Componente estructural de la cubierta	5	Estructura de soporte secundaria	Perfil metálico	variable	Soporte de la lámina y ventilación
6	Cámara de aire	Espacio entre losa y cielo falso (vacío técnico)	0.100	Permite instalaciones y mejora el aislamiento acústico	6	Cielo falso interior	PVC plafón	0.012	Acabado interior y mejora estética
7	Cielo falso	Gypsum con perfilera metálica	0.015	Mejora el acabado interior y puede alojar iluminación					
6	Pintura interior	Pintura epoxica	0.001	Acabado estético del cielo falso					

Figura65. Configuración cubierta plana

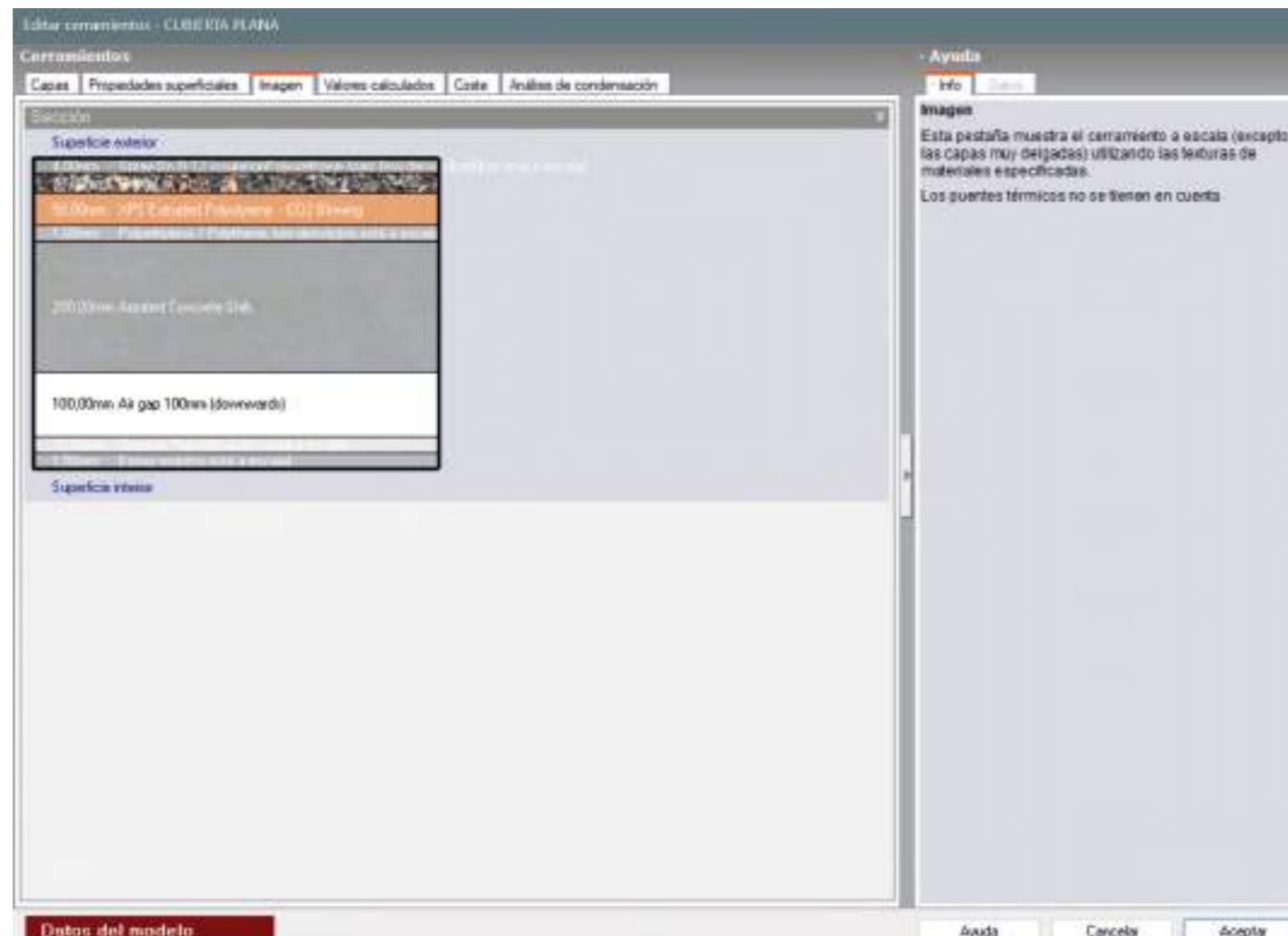
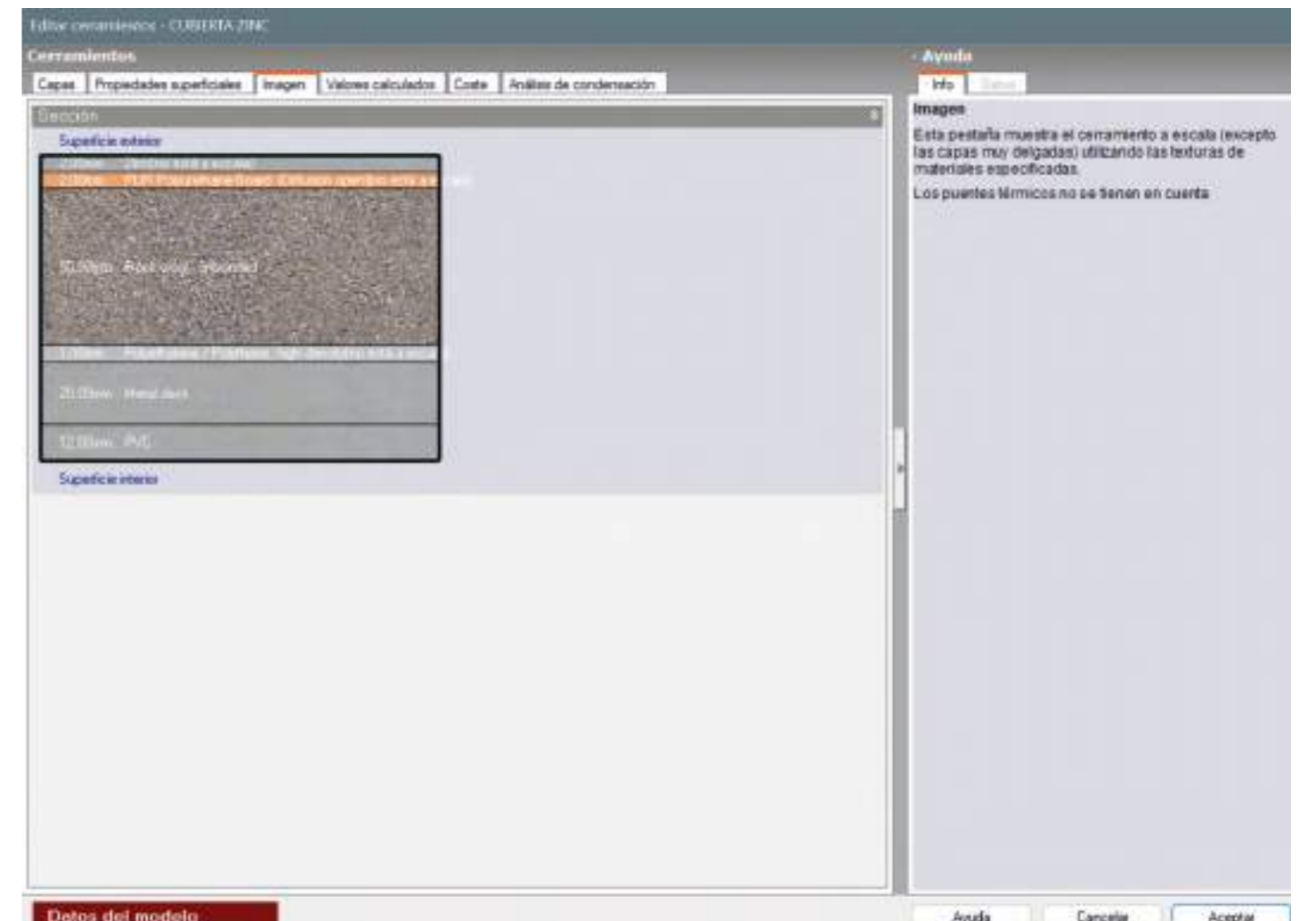


Figura66. Configuración cubierta inclinada.



SIMBOLOGÍA MODELO PROPUESTO

Figura67. Axonometría materiales exteriores propuestos

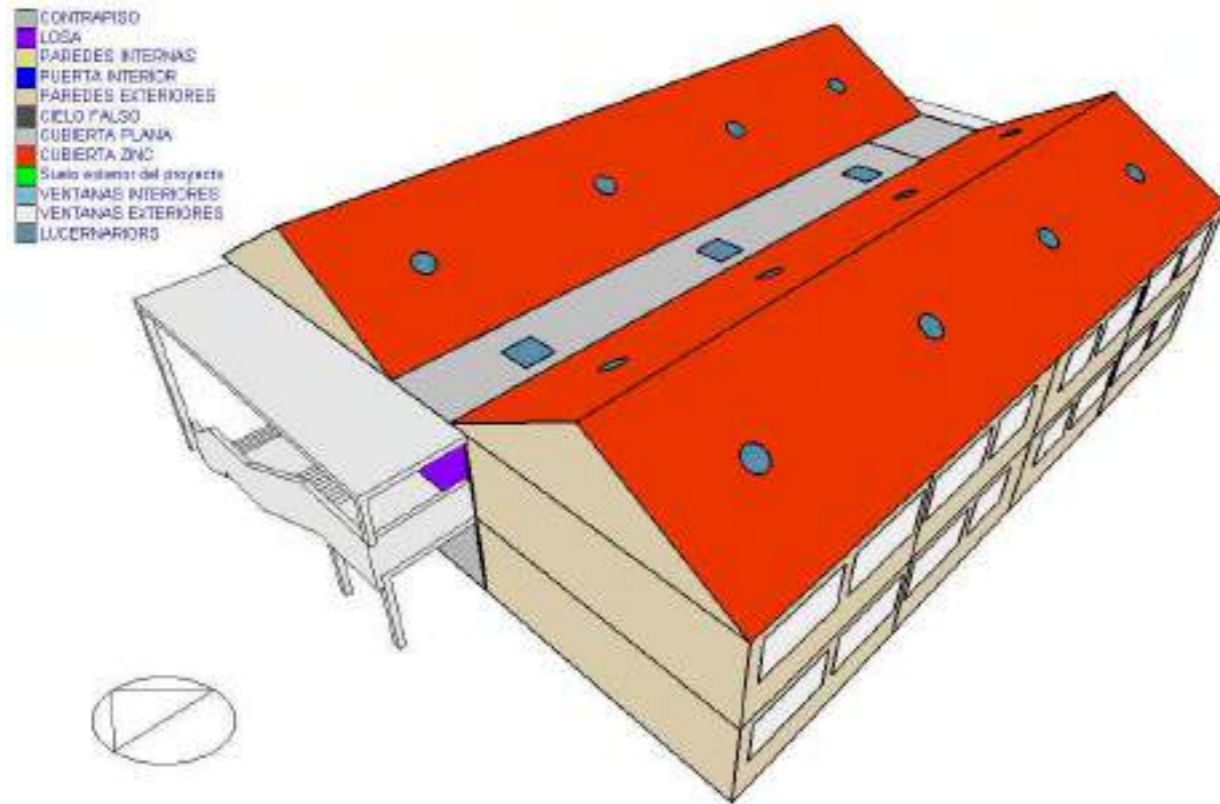
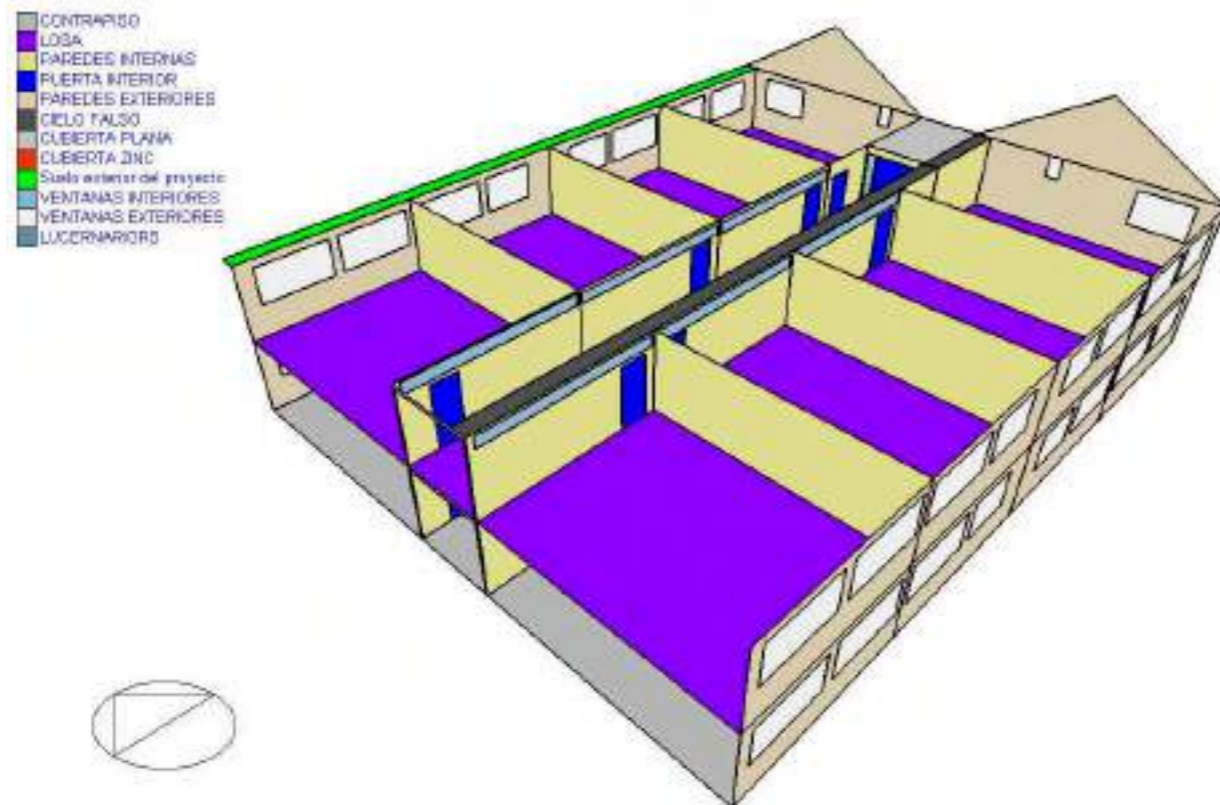


Figura68. Axonometría materiales interiores propuestos



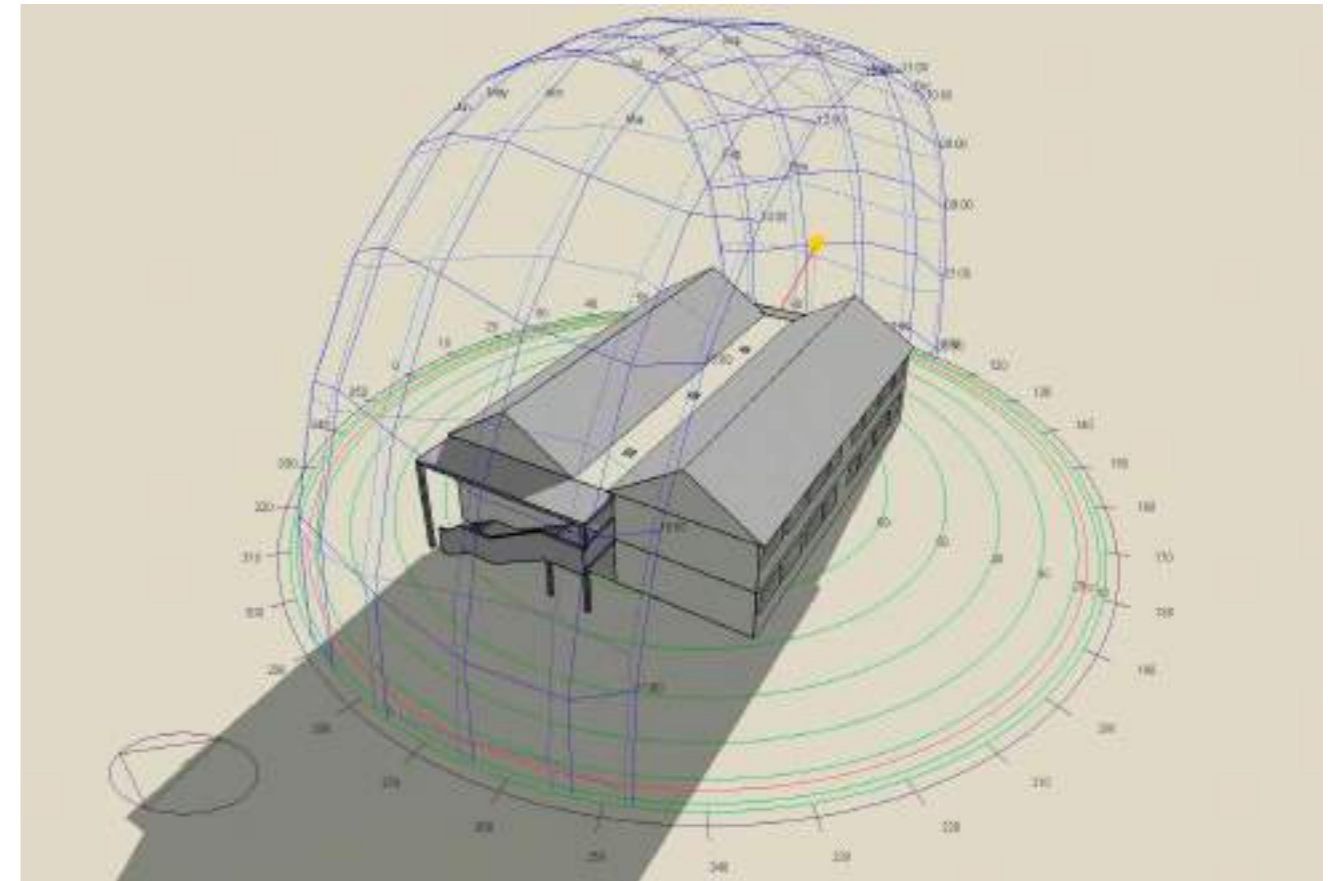
ADATOS PARA SIMULACIÓN POR ESTACIONES

Ecuador, por su ubicación geográfica en la línea ecuatorial, no tiene cuatro estaciones clásicas como primavera, verano, otoño e invierno. Sin embargo, para fines educativos se adaptan los términos de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 21. Estaciones y sus meses aproximados.

ESTACIONES - MESES APROXIMADOS			
Estación adaptada	Equivalencia local	Meses aproximados	Características
Primavera	Inicio de estación seca	Septiembre – noviembre	Días soleados, baja humedad, vegetación fresca.
Verano	Estación seca más marcada	Junio – agosto	Clima seco, ideal para viajes en la Sierra y Costa.
Otoño	Transición hacia lluvias	Marzo – mayo	Lluvias moderadas, aumento de humedad.
Invierno	Inicio de estación seca	Diciembre – febrero	Fuertes lluvias (sobre todo en la Costa y Amazonía).

FALTA NOMBRE FIGURA



ESTADO ACTUAL

Figura69. Datos generales temperatura, ganancias de calor y consumo energético - estado actual primavera sep-nov.

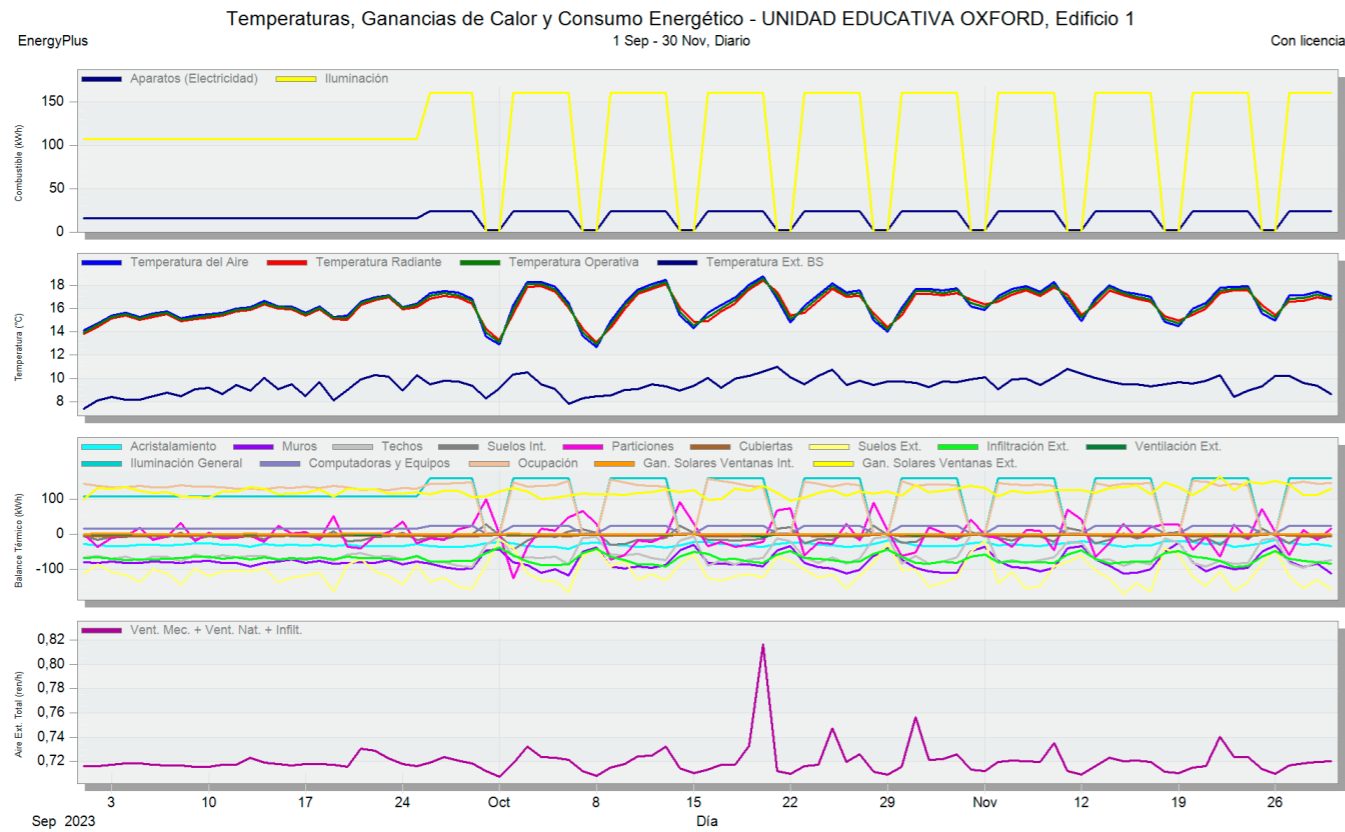
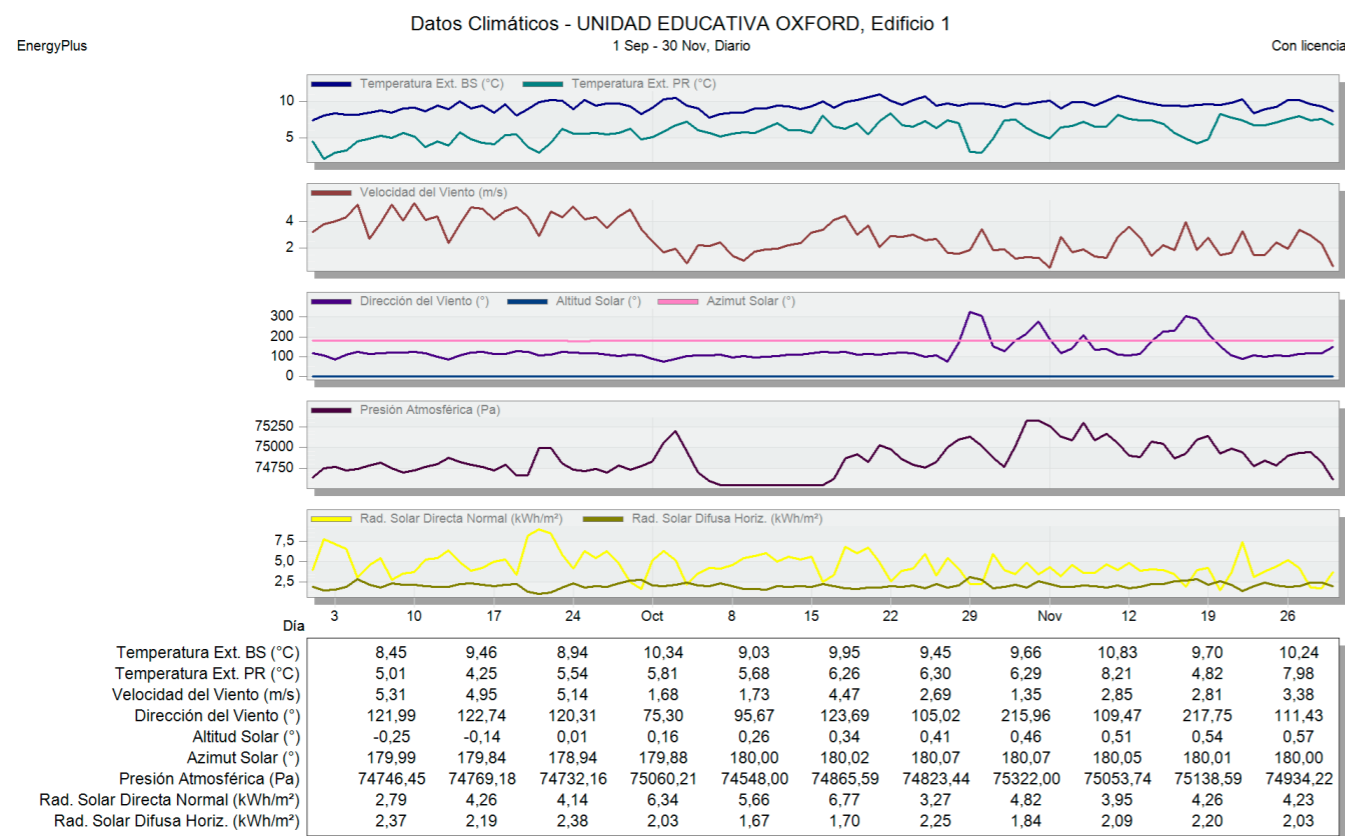


Figura71. Datos climáticos - estado actual primavera sep-nov.



PROPUESTA

Figura70. Datos generales temperatura, ganancias de calor y consumo energético - propuesta primavera sep-nov.

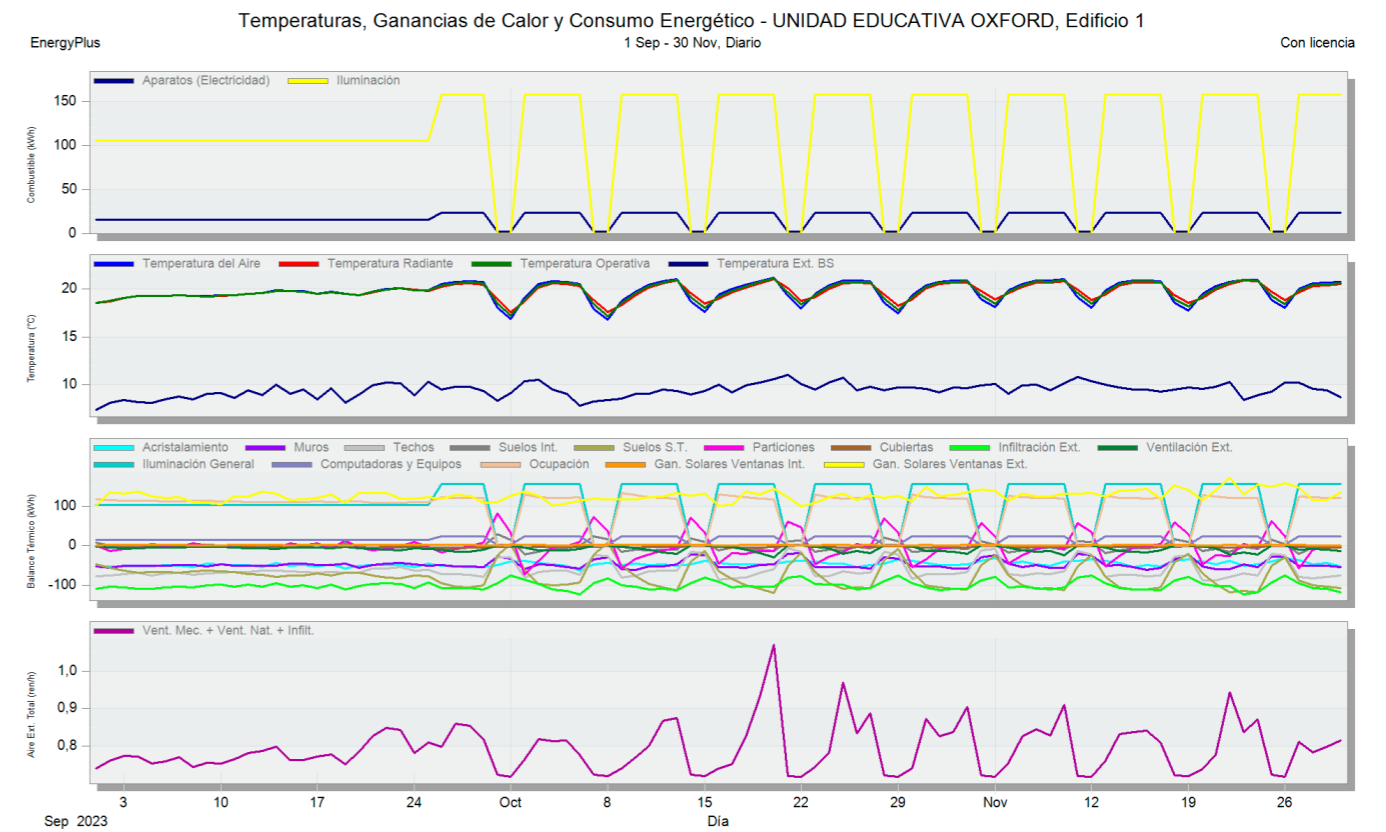
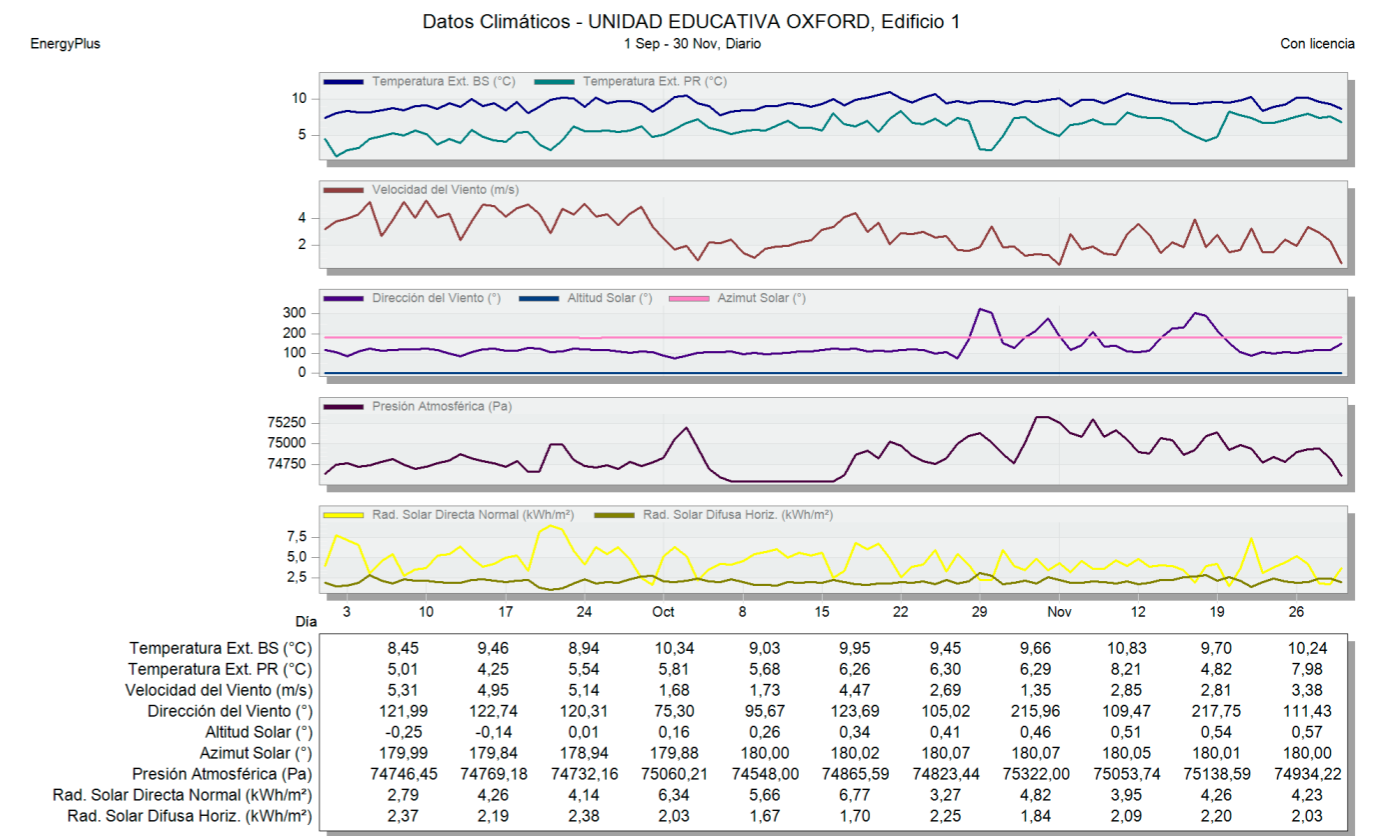


Figura72. Datos climáticos - propuesta primavera sep-nov.



ESTADO ACTUAL

Figura73. Datos confort térmico - estado actual primavera sep-nov.

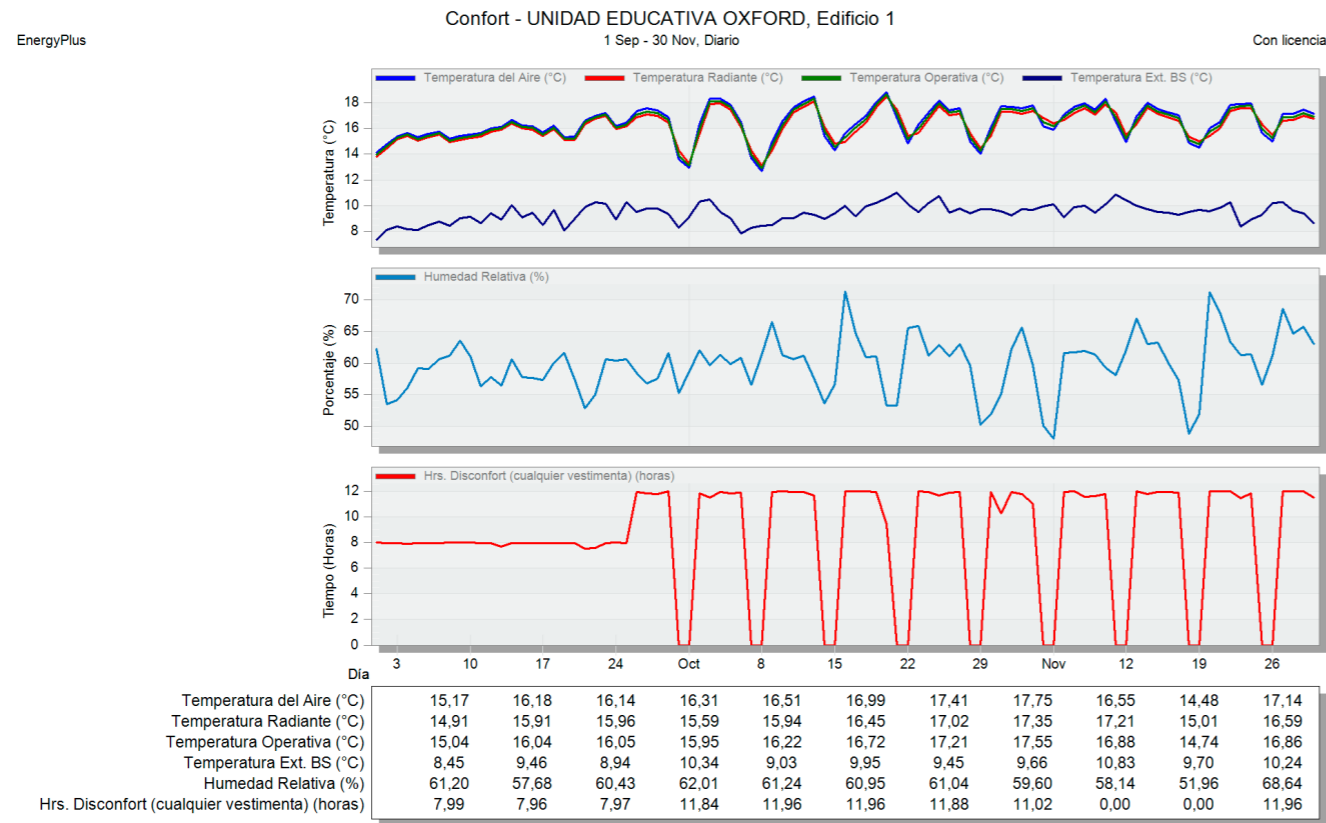
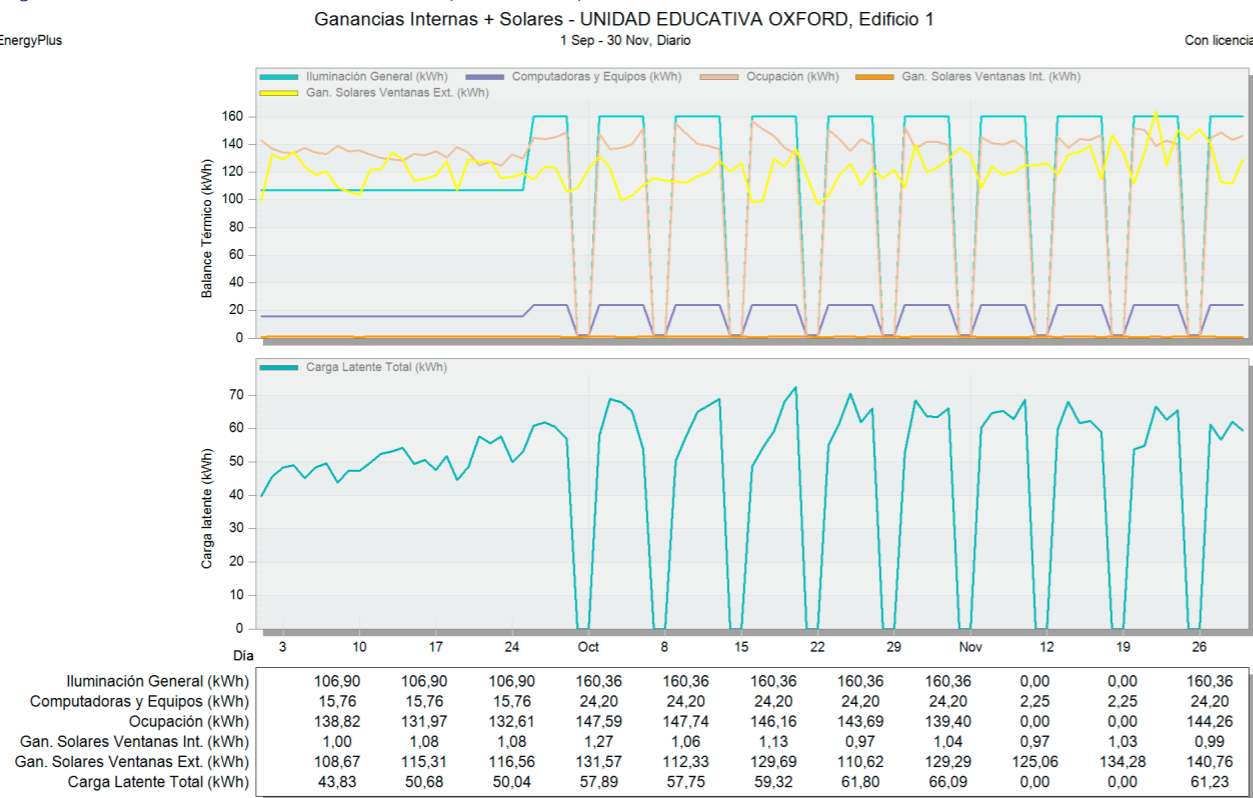


Figura75. Datos ganancias internas + solares - estado actual primavera sep-nov.



PROPUESTA

Figura74. Datos confort térmico - propuesta primavera sep-nov.

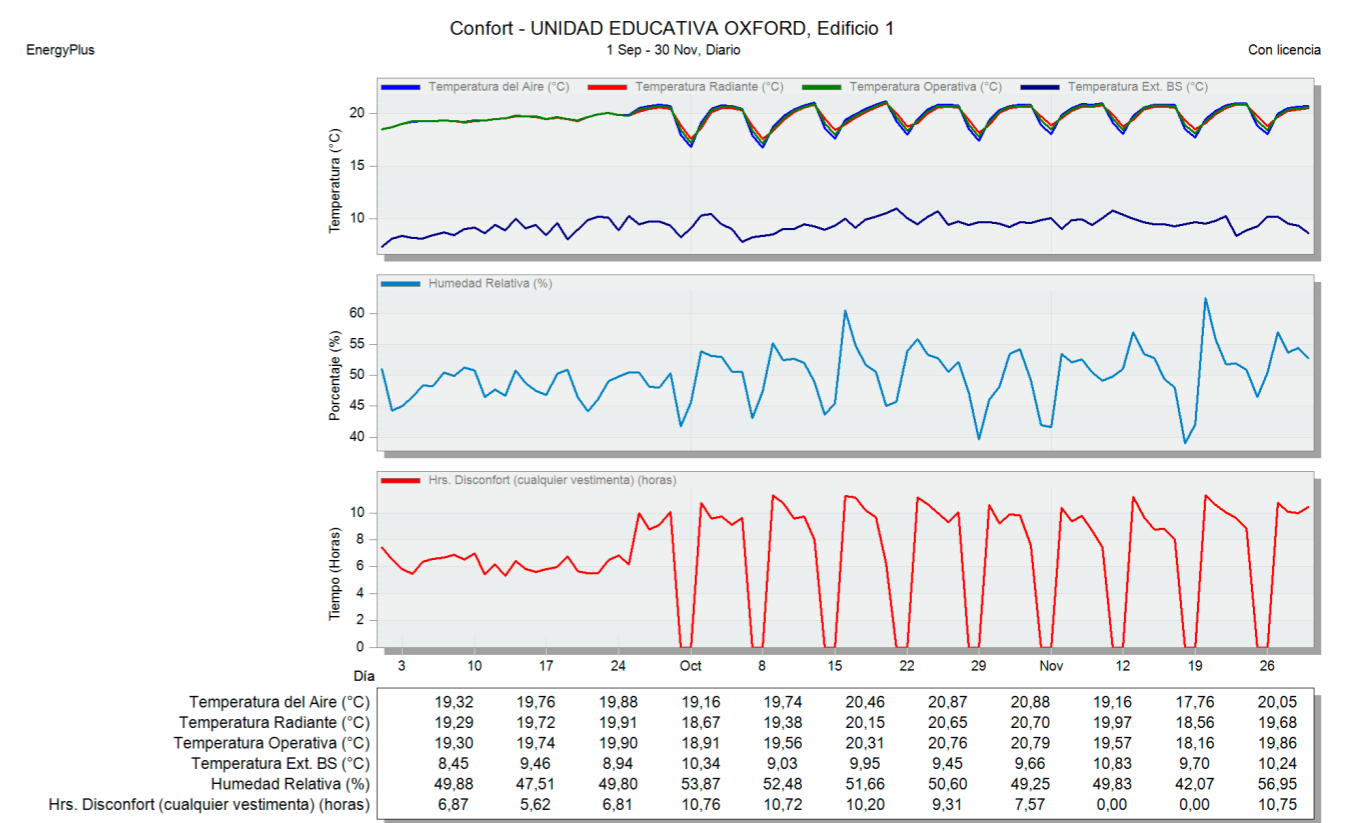
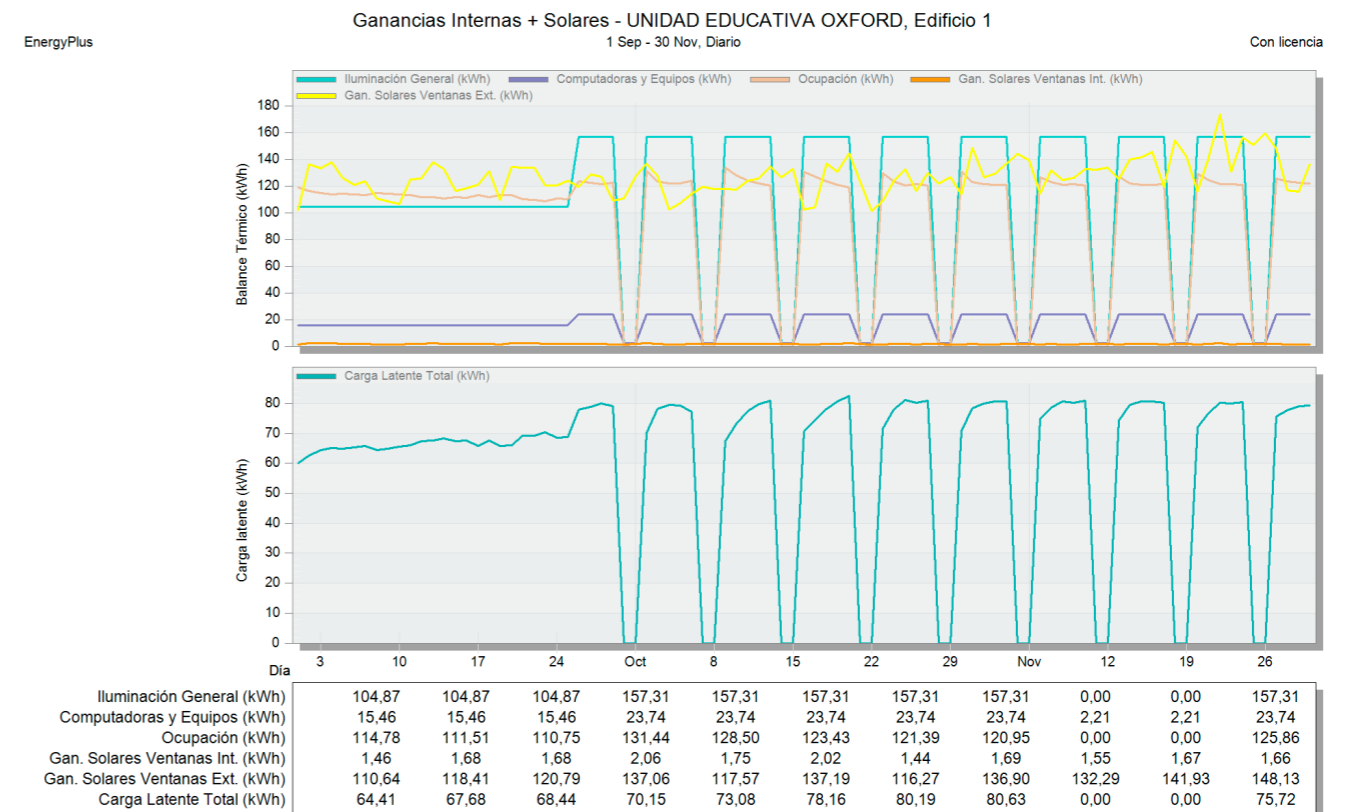


Figura76. Datos ganancias internas + solares - propuesta primavera sep-nov.



PRIMAVERA SEP-NOV

ESTADO ACTUAL

Figura77. Datos elementos constructivos y ventilación - estado actual primavera sep-nov.

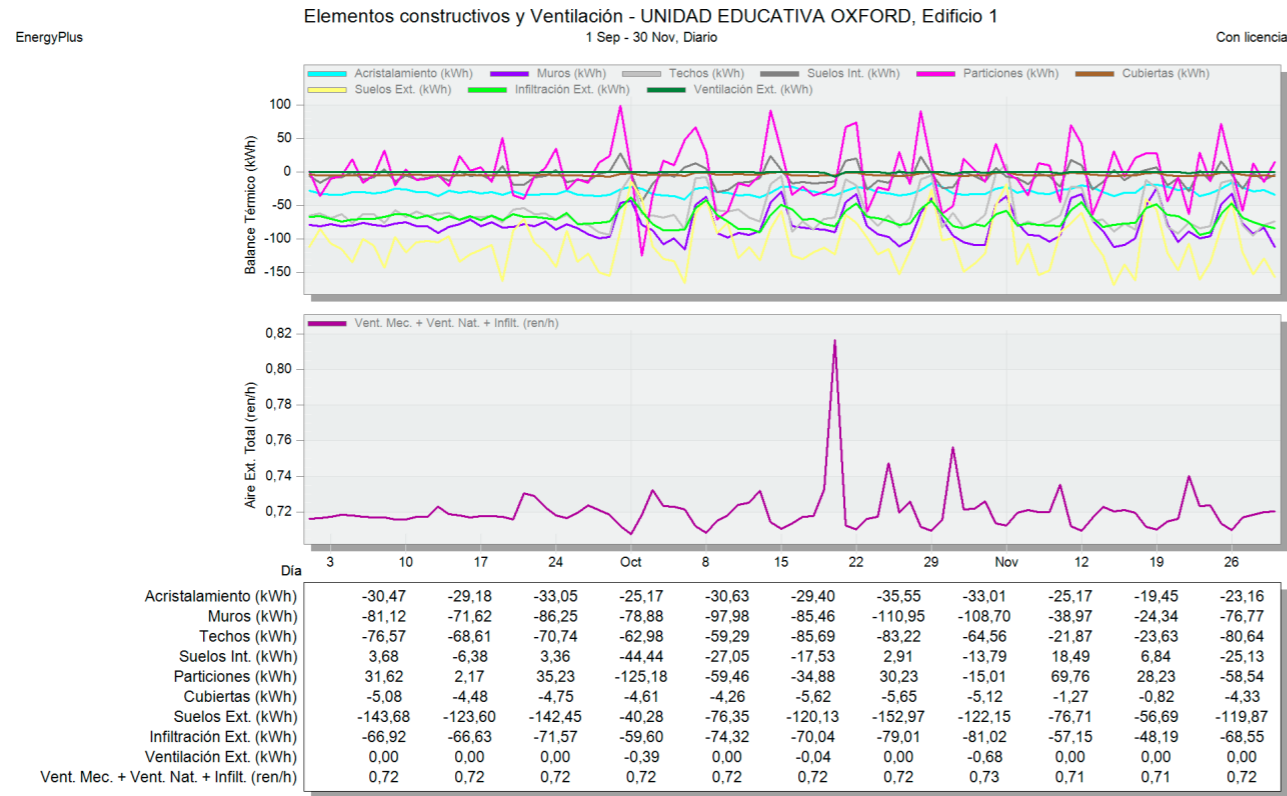
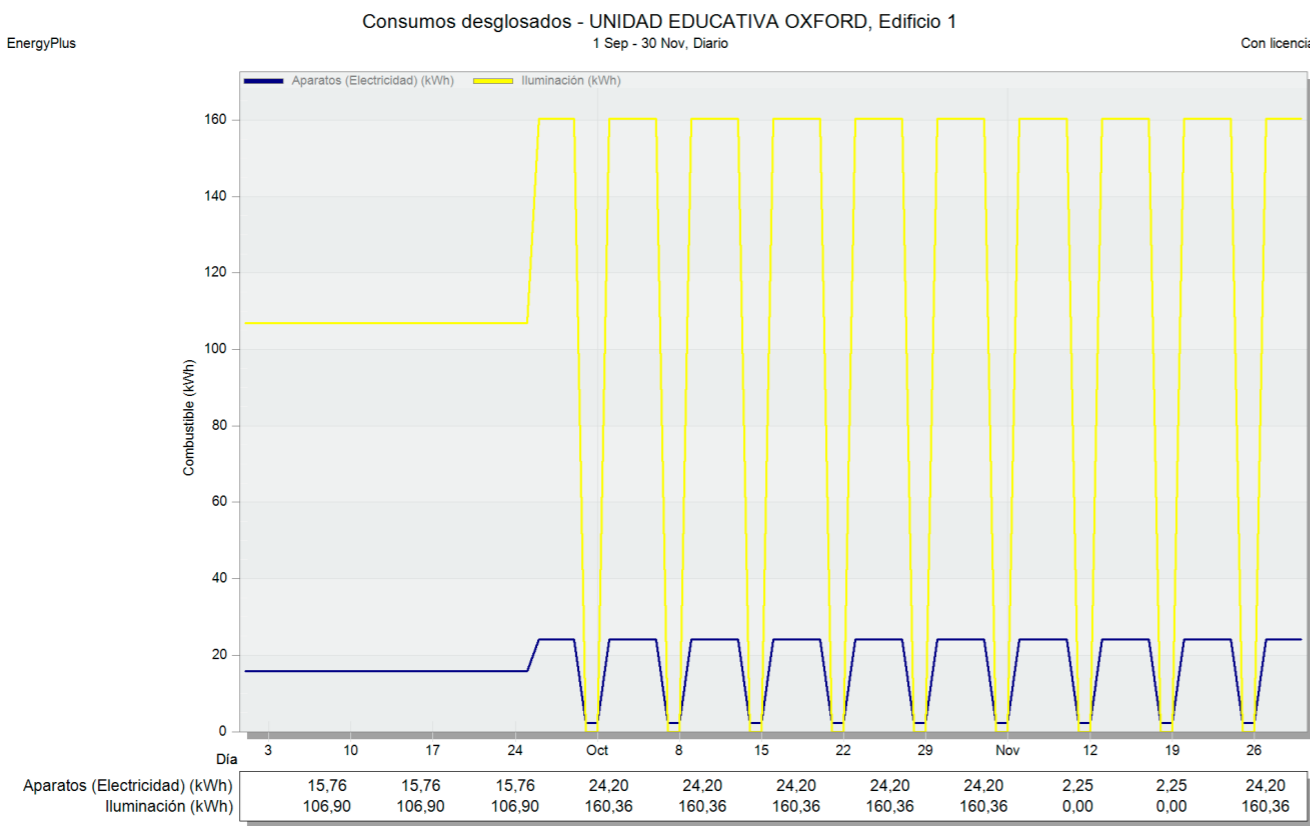


Figura79. Datos consumos desglosados - estado actual primavera sep-nov.



PROPUESTA

Figura78. Datos elementos constructivos y ventilación - propuesta primavera sep-nov.

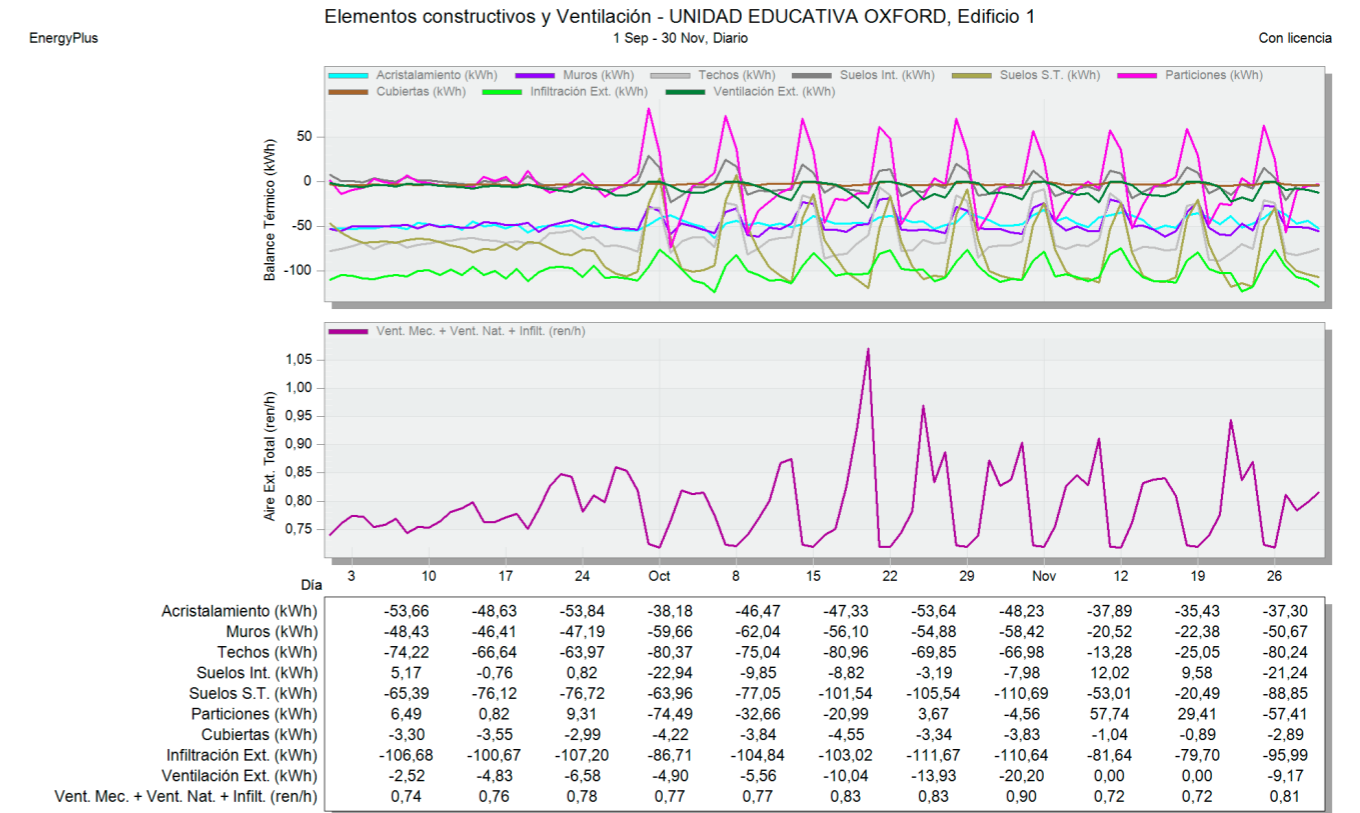
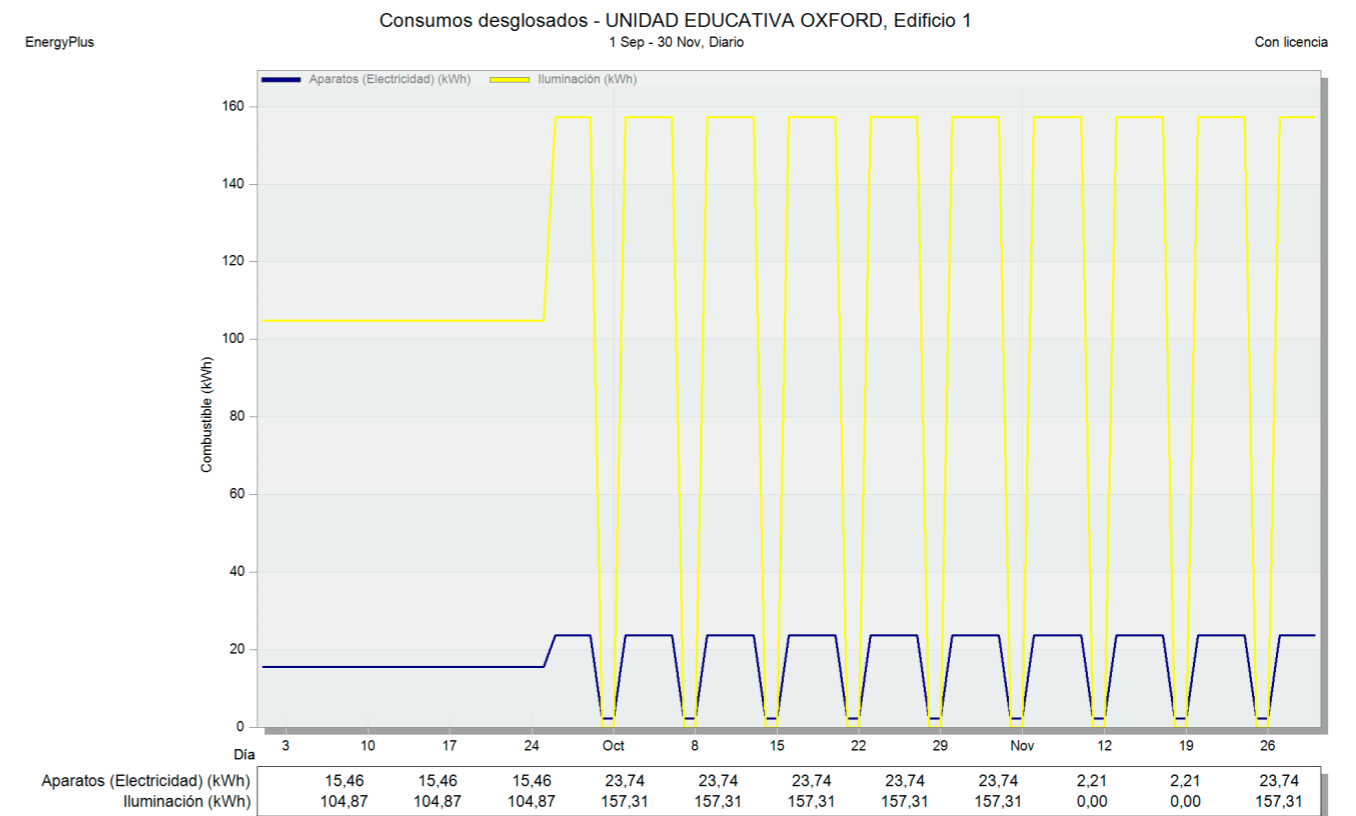


Figura80. Datos consumos desglosados - propuesta primavera sep-nov.



ESTADO ACTUAL

Figura81. Datos consumos totales - estado actual primavera sep-nov.

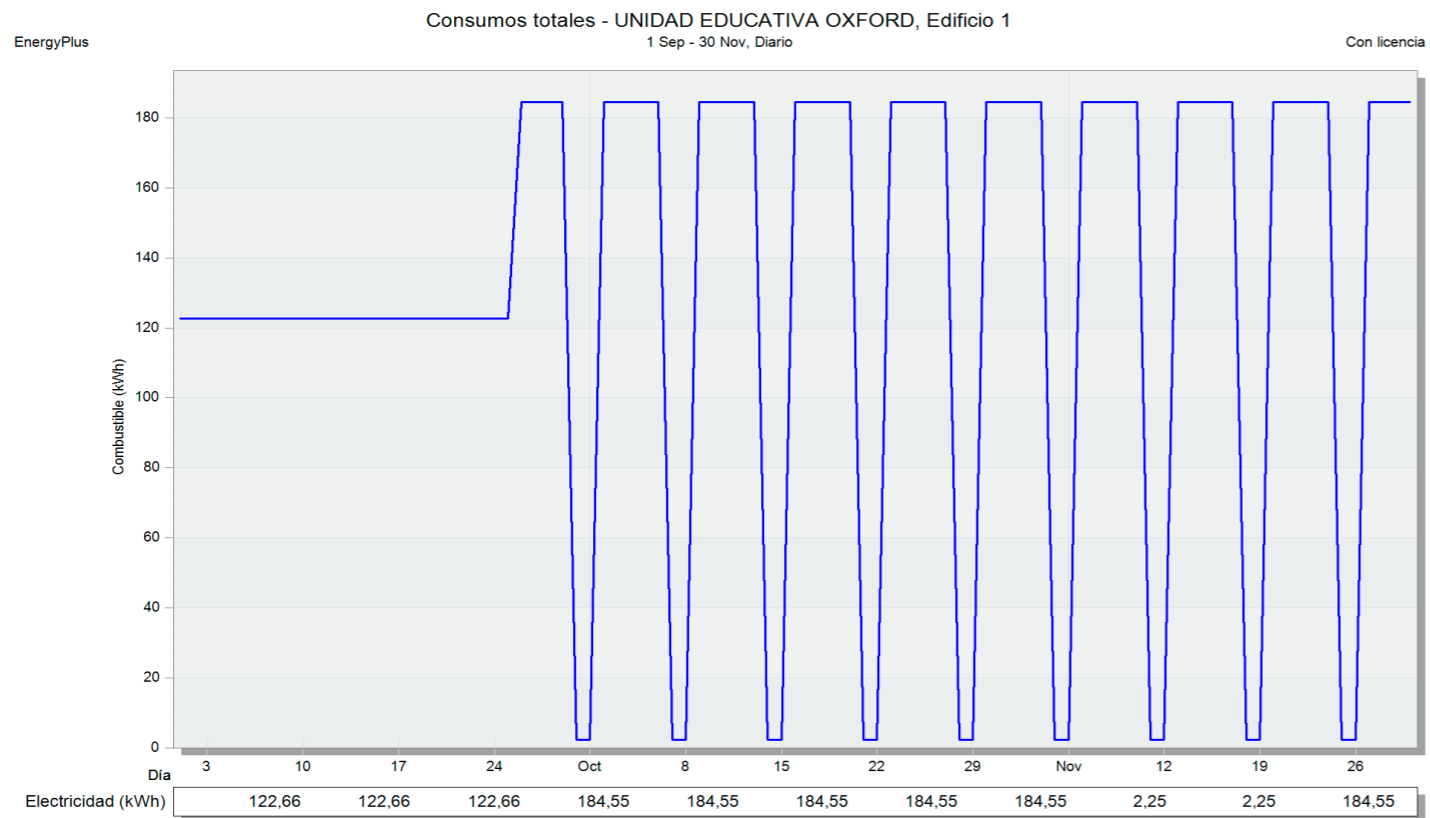
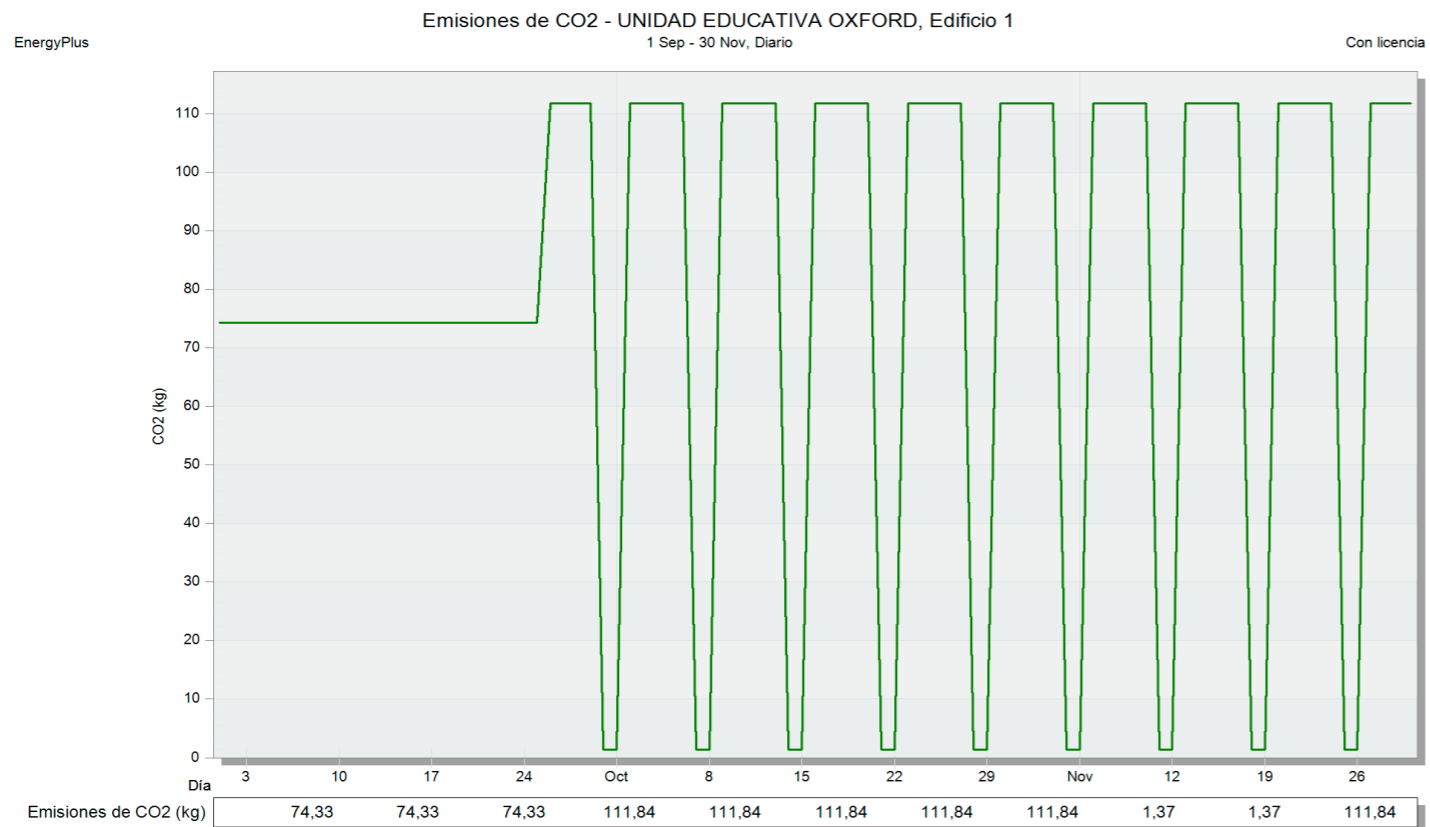


Figura83. Datos emisiones de CO2 - estado actual primavera sep-nov.



PROPUESTA

Figura82. Datos consumos totales - propuesta primavera sep-nov.

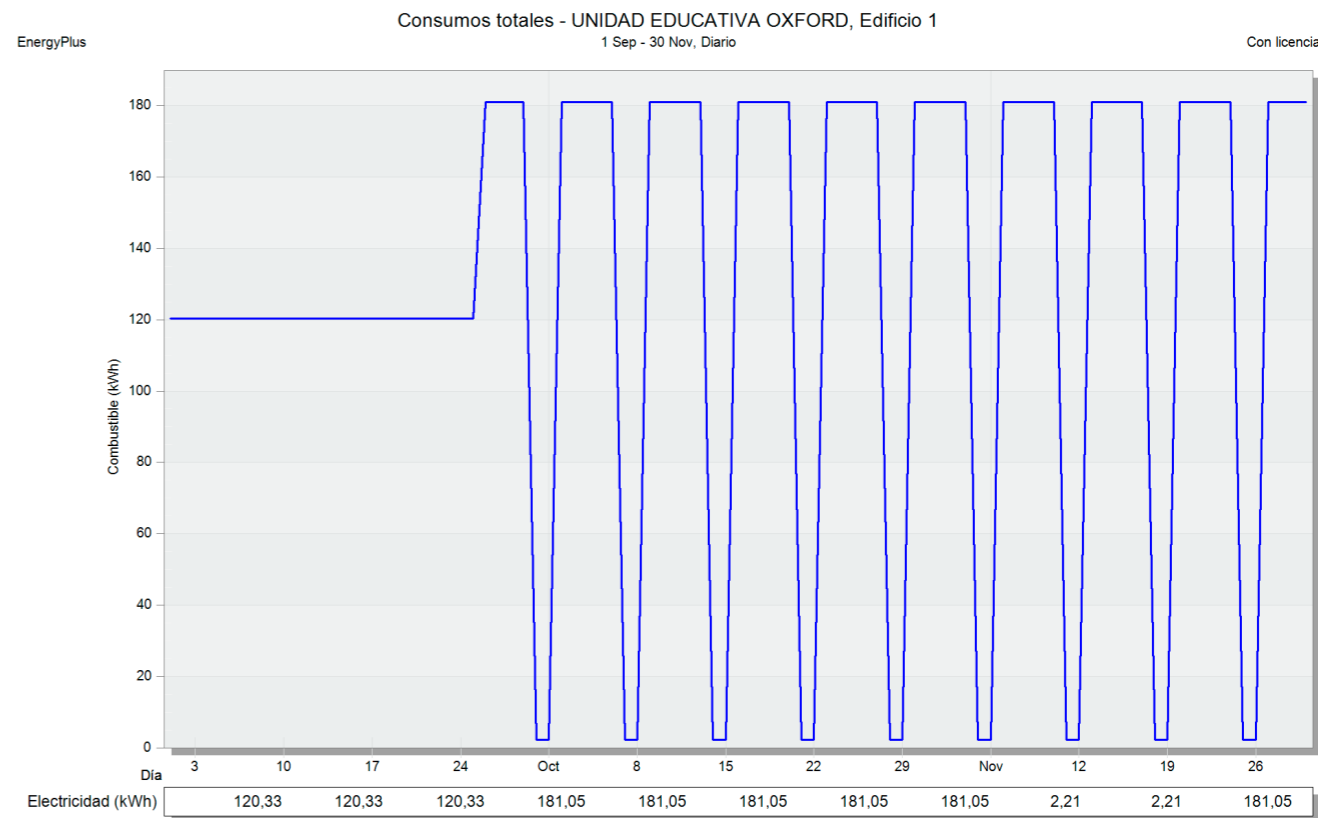
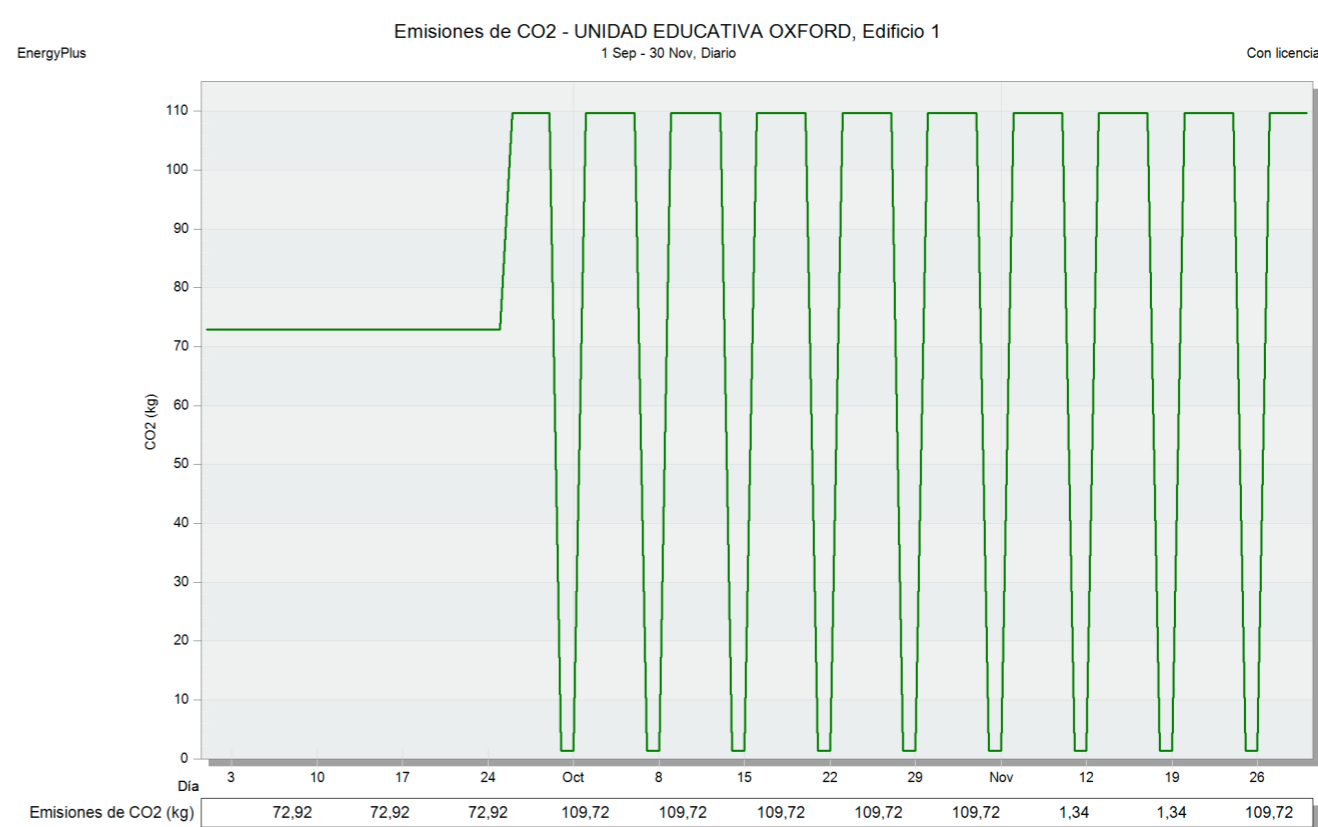


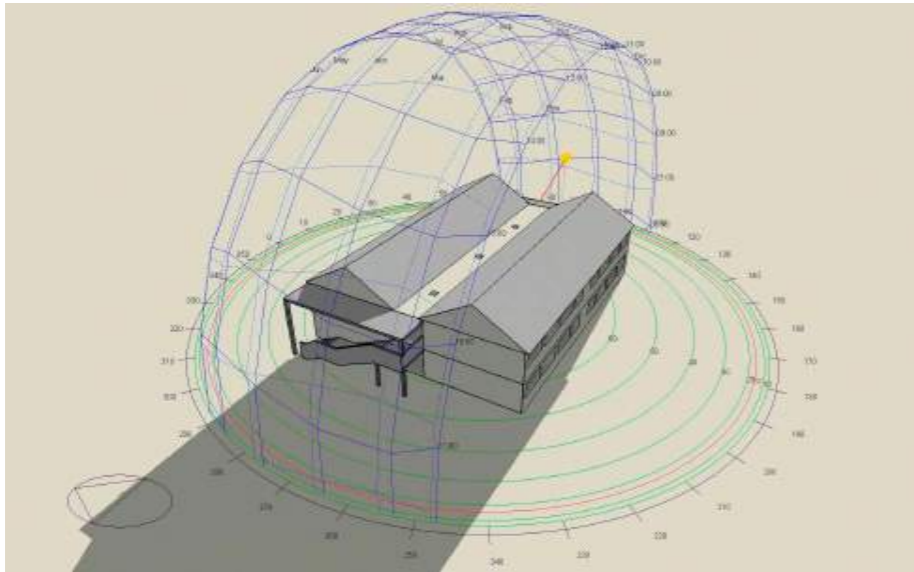
Figura84. Datos emisiones de CO2 - propuesta primavera sep-nov.



ESTADO ACTUAL

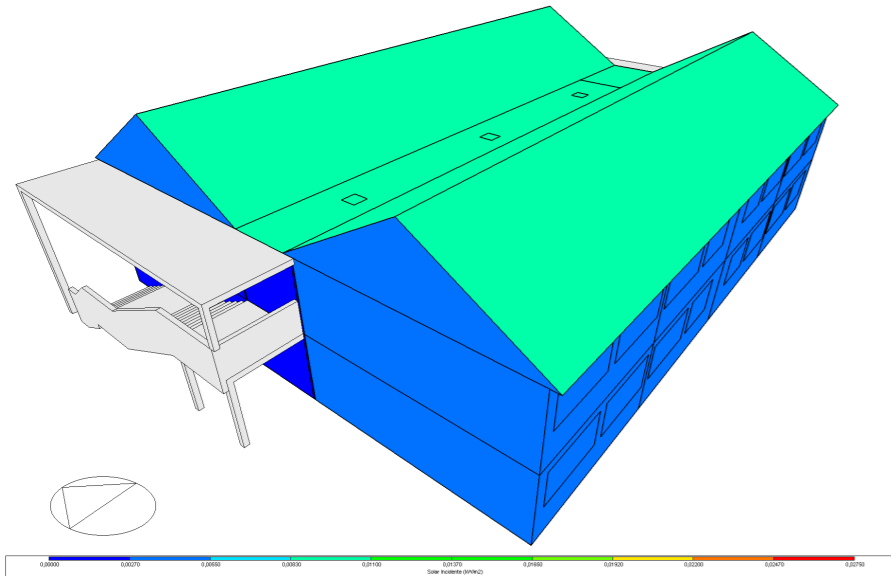
DIAGRAMA SOLAR

Figura85. Diagrama solar estado actual - primavera 7:00am.



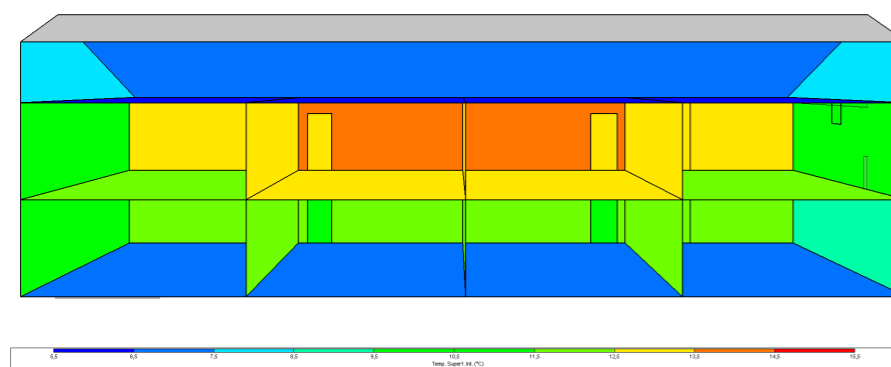
INCIDENCIA SOLAR - OESTE

Figura88. Incidencia solar oeste estado actual- primavera 7:00am.



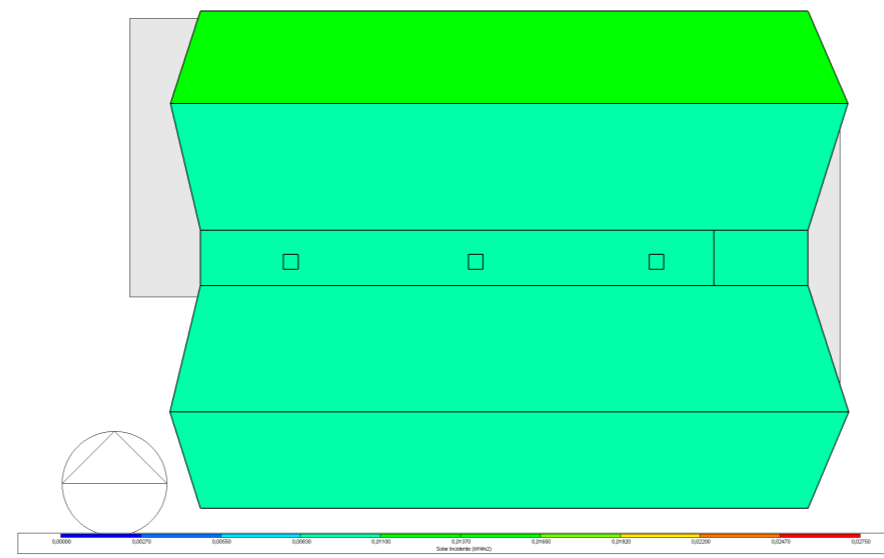
INCIDENCIA SOLAR - CORTE LONGITUDINAL

Figura91. Incidencia solar corte longitudinal estado actual- primavera 7:00am.



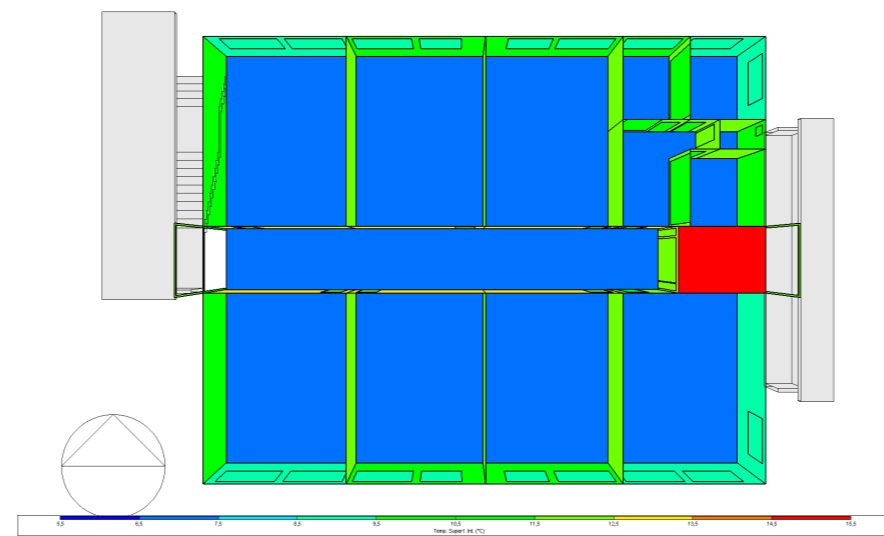
INCIDENCIA SOLAR - CUBIERTA

Figura86. Incidencia solar cubierta estado actual - primavera 7:00am.



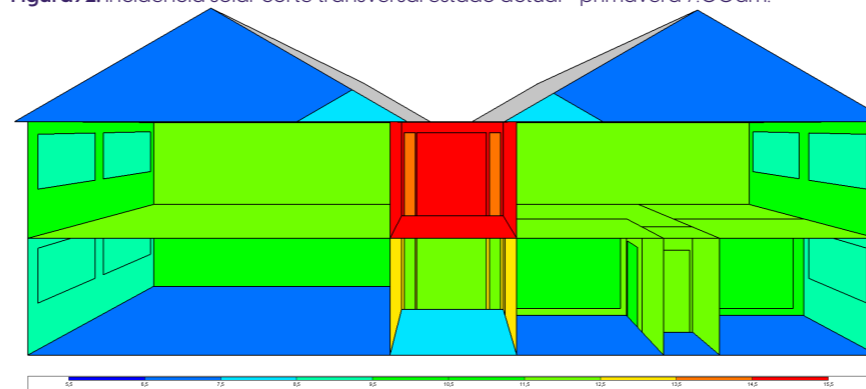
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA BAJA

Figura89. Incidencia solar planta baja estado actual - primavera 7:00am.



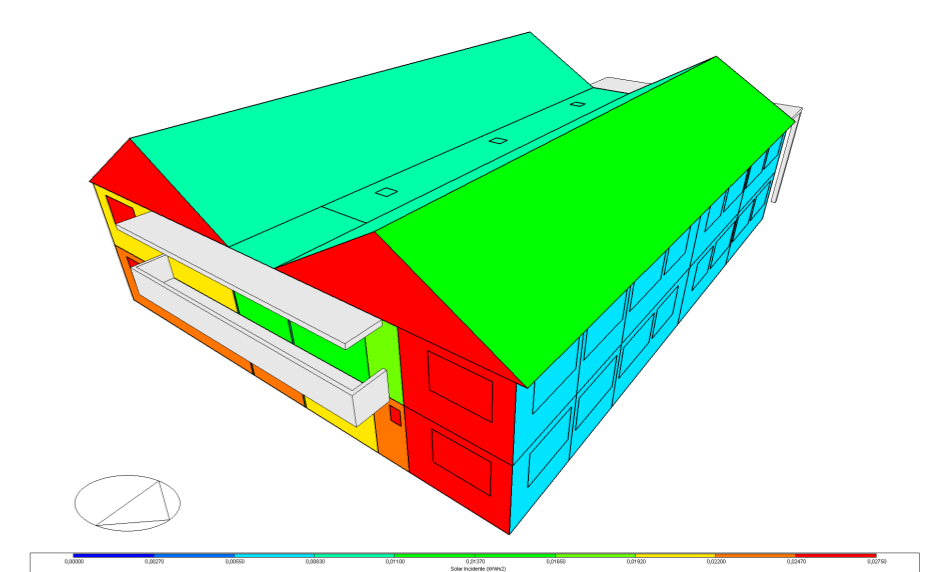
INCIDENCIA SOLAR - CORTE TRANSVERSAL

Figura92. Incidencia solar corte transversal estado actual - primavera 7:00am.



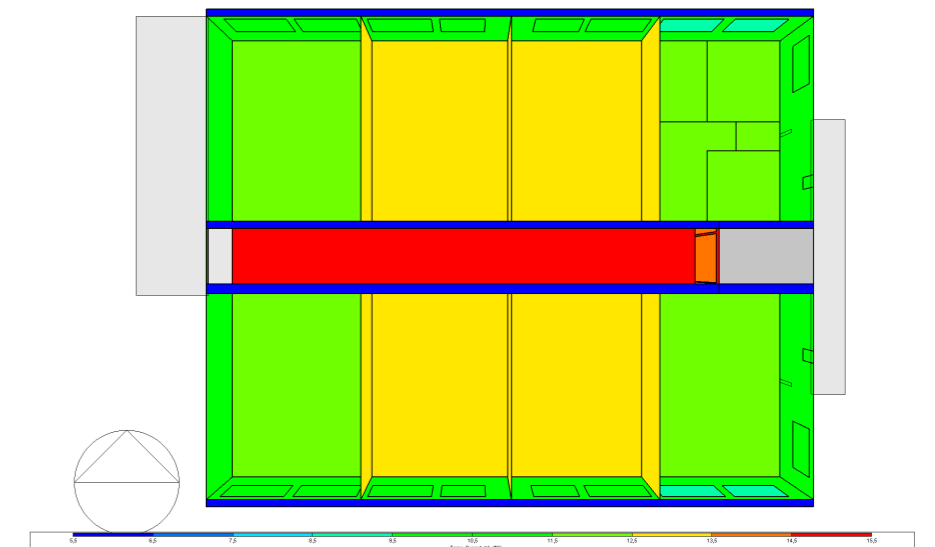
INCIDENCIA SOLAR - ESTE

Figura87. Incidencia solar este estado actual - primavera 7:00am.



INCIDENCIA SOLAR - PLANTA ALTA

Figura90. Incidencia solar planta alta estado actual - primavera 7:00am.



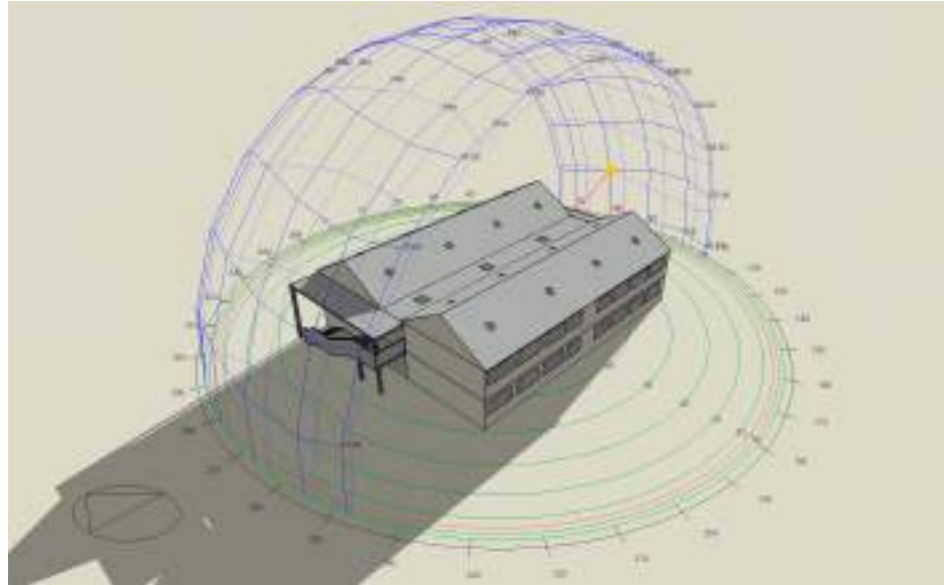
ANÁLISIS

En la simulación realizada a las 7:00 am en primavera se observa como la fachada este es la mas afectada por la incidencia solar, mientras que su opuesto la fachada oeste presenta un factor menor de incidencia solar, al interior se observa una temperatura que ronda entre los 6,5 a 13,5 °C, al encontrarnos en territorio Andino esto representa una problemática para el confort térmico de las aulas.

PROPUESTA

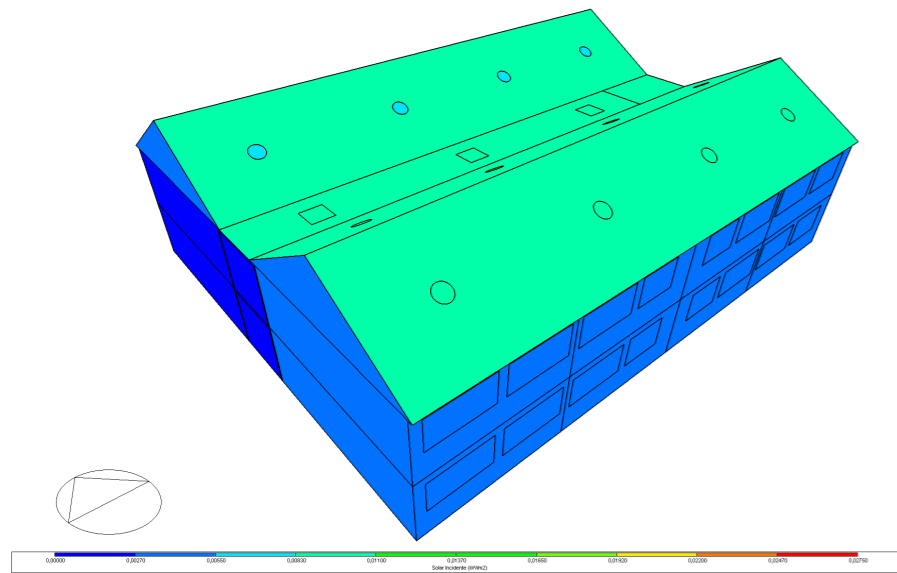
DIAGRAMA SOLAR

Figura93. Diagrama solar propuesta - primavera 7:00am.



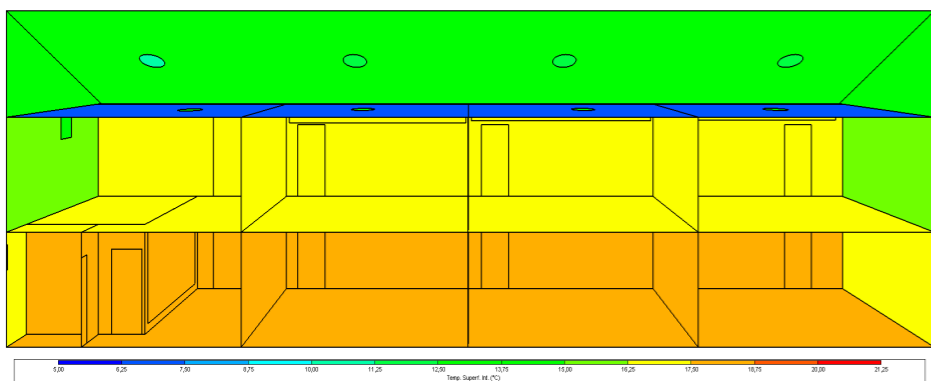
INCIDENCIA SOLAR - OESTE

Figura96. Incidencia solar oeste propuesta - primavera 7:00am.



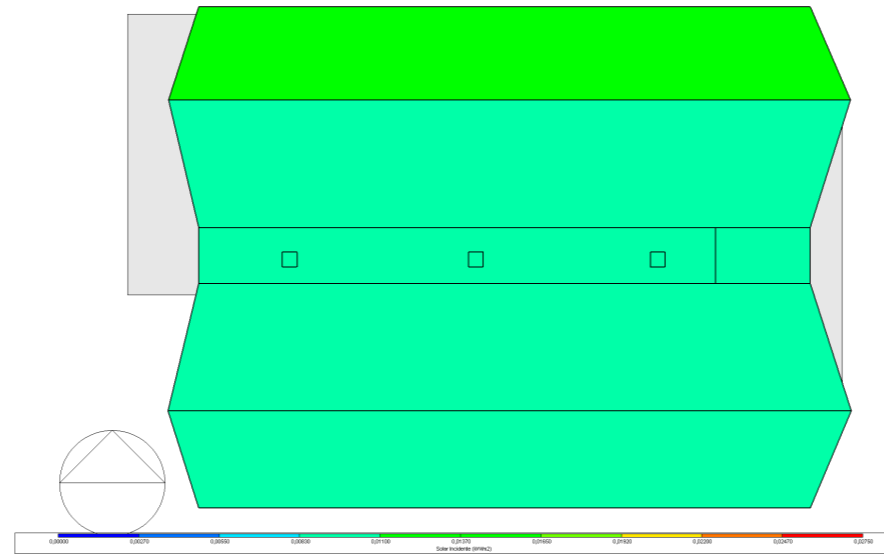
INCIDENCIA SOLAR - CORTE LONGITUDINAL

Figura99. Incidencia solar corte longitudinal propuesta- primavera 7:00am.



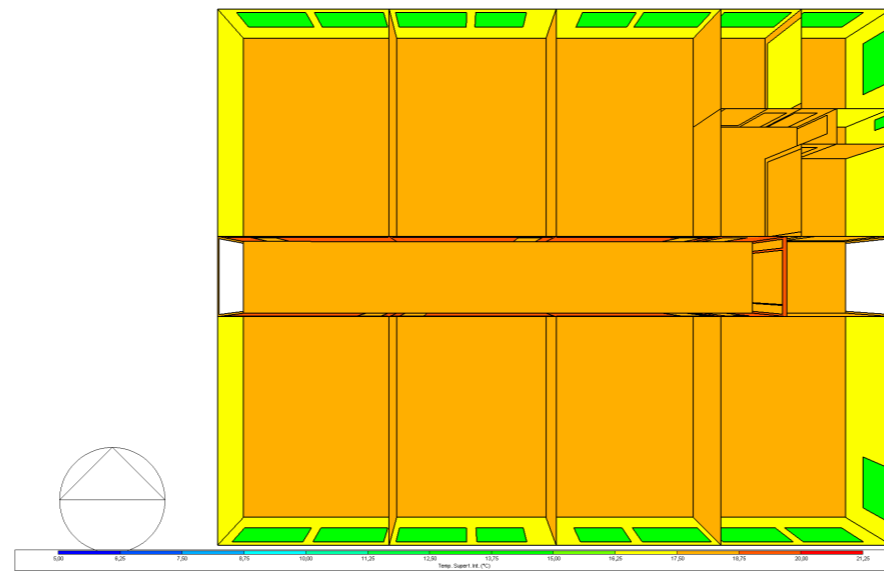
INCIDENCIA SOLAR - CUBIERTA

Figura94. Incidencia solar cubierta propuesta - primavera 7:00am.



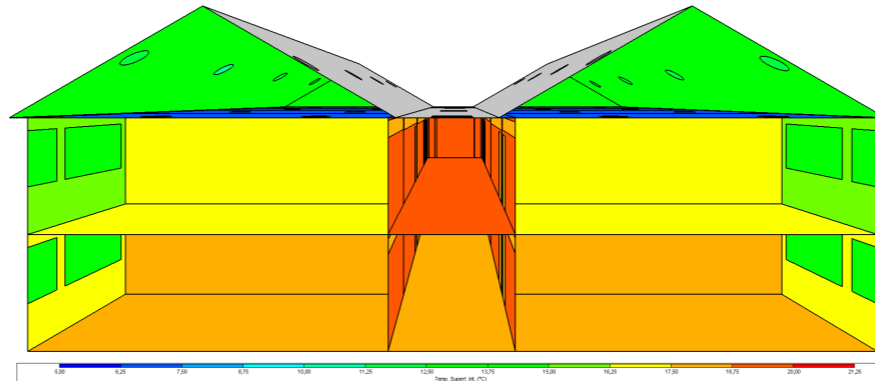
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA BAJA

Figura97. Incidencia solar planta baja propuesta- primavera 7:00am.



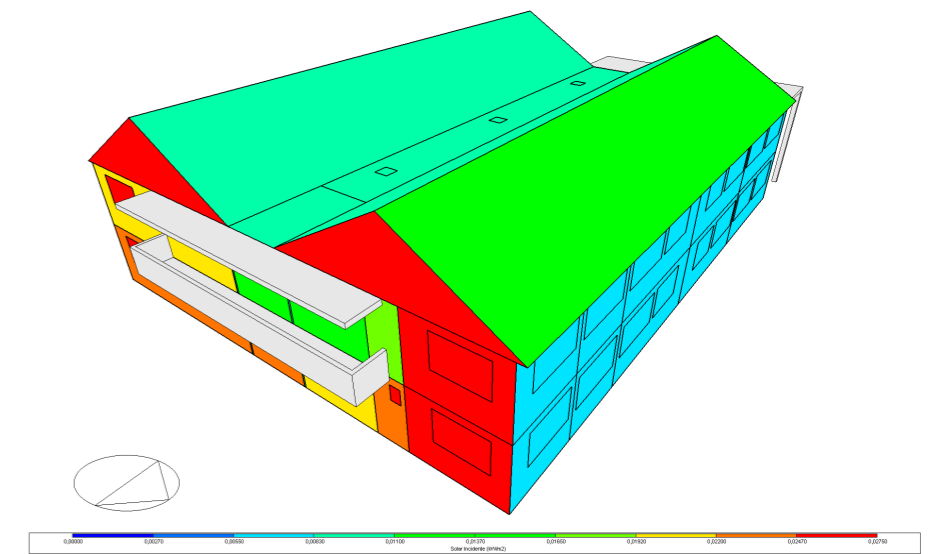
INCIDENCIA SOLAR - CORTE TRANSVERSAL

Figura100. Incidencia solar corte transversal propuesta - primavera 7:00am.



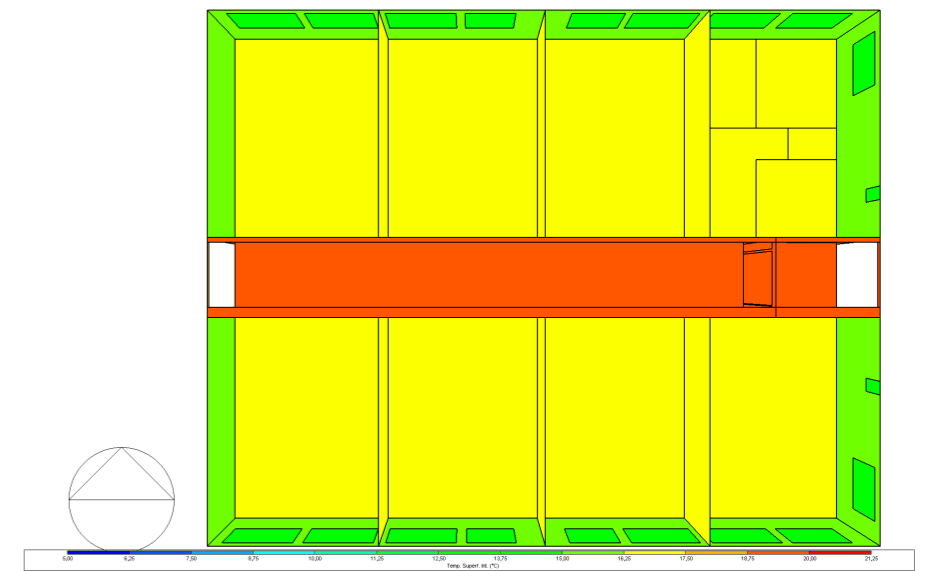
INCIDENCIA SOLAR - ESTE

Figura95. Incidencia solar este propuesta- primavera 7:00am.



INCIDENCIA SOLAR - PLANTA ALTA

Figura98. Incidencia solar planta alta propuesta- primavera 7:00am.



ANÁLISIS

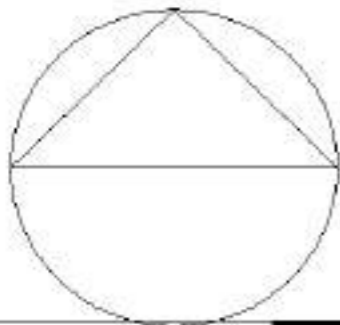
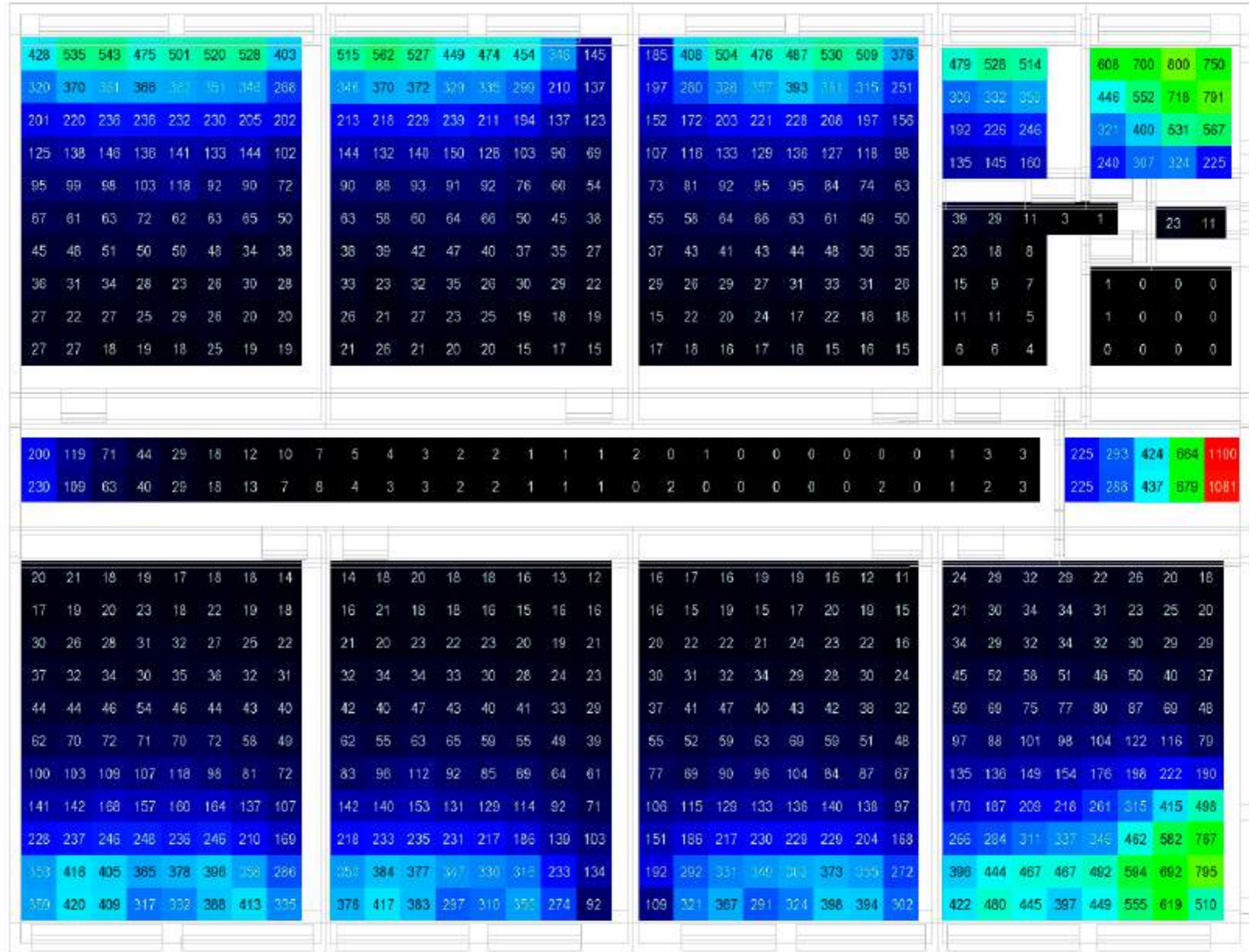
Por contraste en la simulación realizada con los datos modificados acorde a la propuesta se puede observar un cambio rotundo en el confort térmico de las aulas, pasando un máximo de **13,5°C** en el estado actual a un máximo de **18,75 °C** en la propuesta, con este cambio se aumenta el confort térmico de las aulas, consiguiendo un confort adecuado para los estudiantes, optimizando su concentración y cumpliendo con los estándares mínimos nacionales, que para Salcedo que presenta un clima templado – andino se recomienda que sea de 18°C.

ESTADO ACTUAL

ILUMINANCIA SEP- NOV 7:00 AM

Figura101. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja estado actual - primavera 7:00am

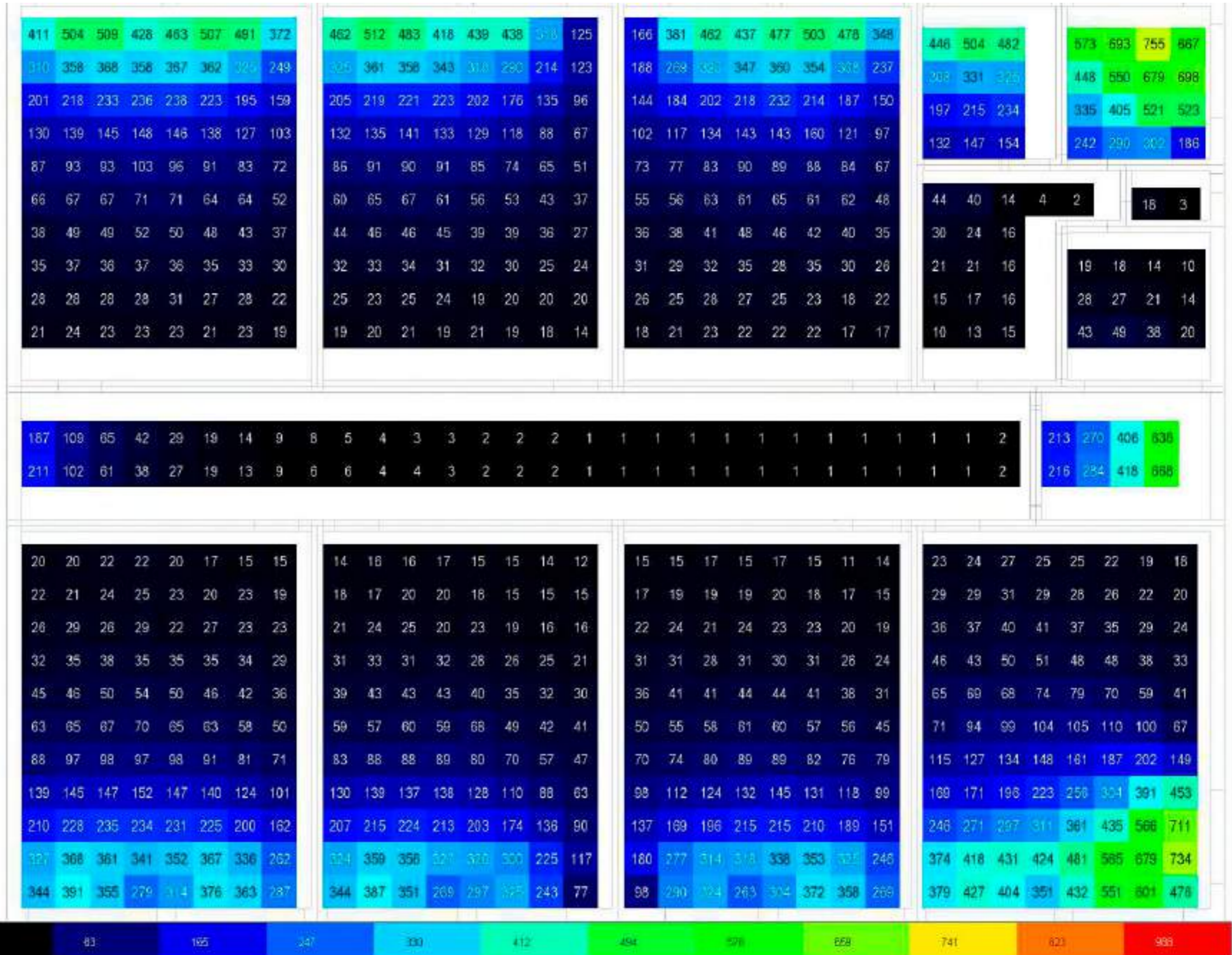
Planta Baja - Estado Actual



PROPUESTA

Planta Baja - Propuesta

Figura 102. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja propuesta - primavera 7:00am



ESTADO ACTUAL

ILUMINANCIA SEP- NOV 7:00 AM

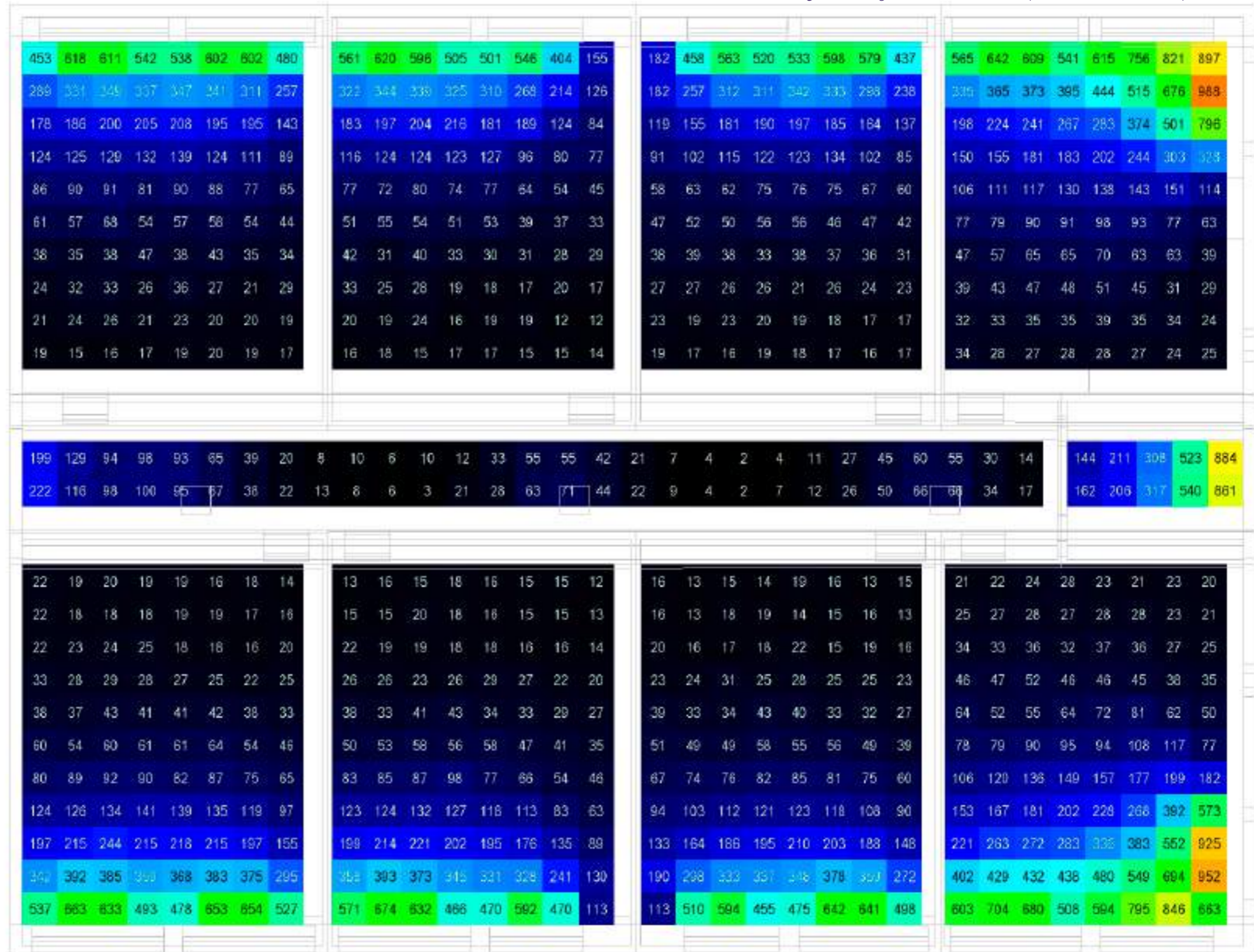
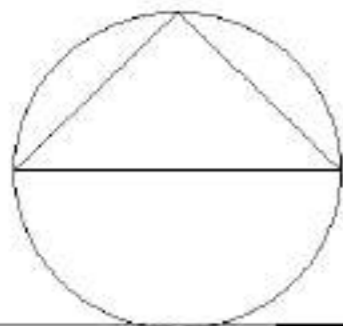
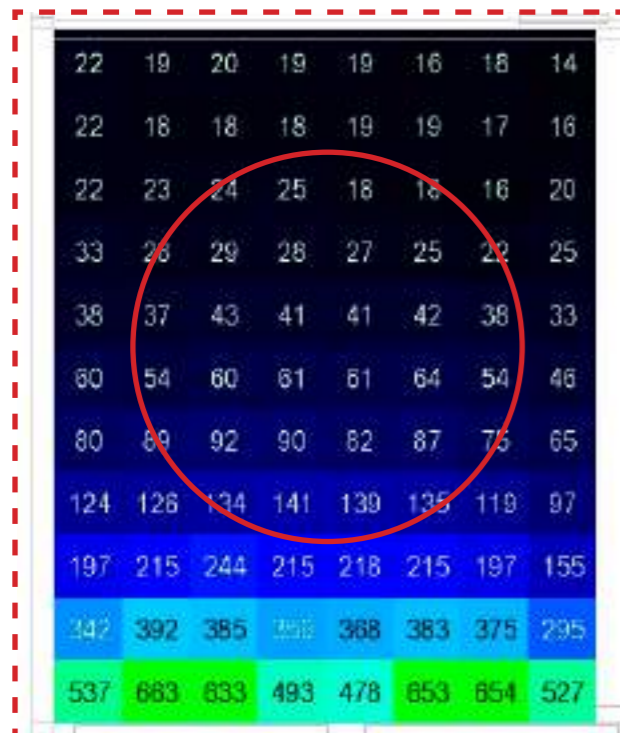
Figura103. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta estado actual - primavera 7:00am

Planta Alta - Estado Actual

ANÁLISIS

En este análisis realizado en la planta alta del proyecto se observa como las aulas presentan un déficit en cuanto a la iluminancia (lux) recomendada por la NEC, que para el caso de aulas recomienda que sea de mínimo 300 lux, en este caso se observa que el máximo de lux que presenta el aula es de **663 lux** hacia la parte mas cercana a la ventana y de máximo **41 lux** hacia la parte central del aula.

En el pasillo se observa que los ductos de iluminación cenital existentes con una dimensión de 60 x 60 cm proporcionan máximo **91 lux**.



PROPUESTA

Planta Alta - Propuesta

ANÁLISIS

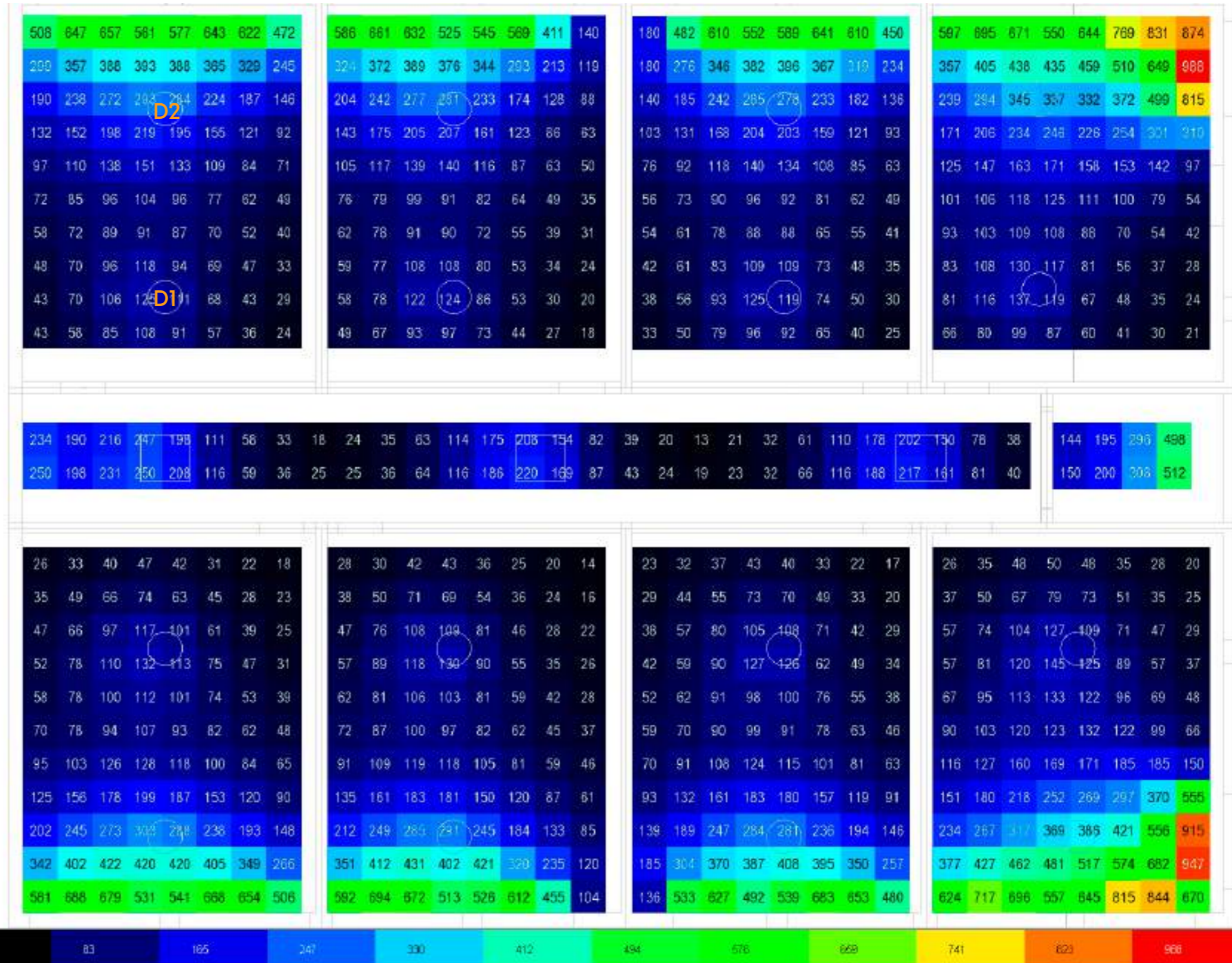
Al aumentar la dimensión de los ductos existentes de 0,6 x 0,6 m a 1,00 x 1,00 m ya se empiezan a evidenciar cambios con un incremento de los luxes de 91 lux a 250 lux.

A si como también en los ductos de iluminación implementados en las aulas se observa como la parte central del aula incremento sus luxes de 41lux a 132 lux, aun no se alcanza lo mínimo requerido en la norma, sin embargo, se tiene que considerar que en el horario de la simulación corresponde a las 7:00am, hora en la que el sol no ha alcanzado su punto mas alto, donde incide en la cubierta.

ILUMINANCIAS (LUX) PRIMAVERA 7:00AM

Ubicación	Estado actual	Propuesta	Diferencia
Ducto 1 aula	41 lux	132 lux	91 lux
Ducto 2 aula	208 lux	284 lux	76 lux
Ducto pasillo	71 lux	220 lux	149 lux

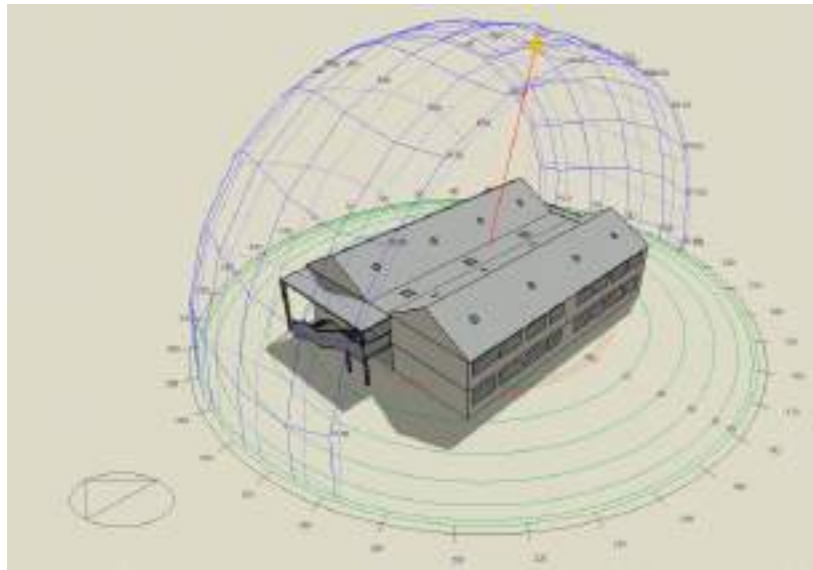
Figura 104. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta propuesta - primavera 7:00am



ESTADO ACTUAL

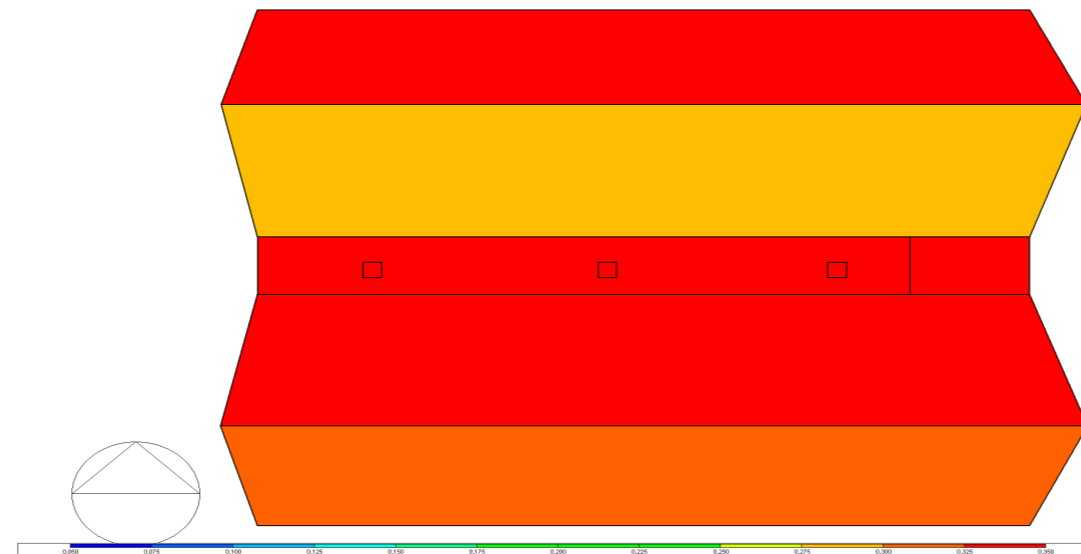
DIAGRAMA SOLAR

Figura105. Diagrama solar estado actual - primavera 10:00am.



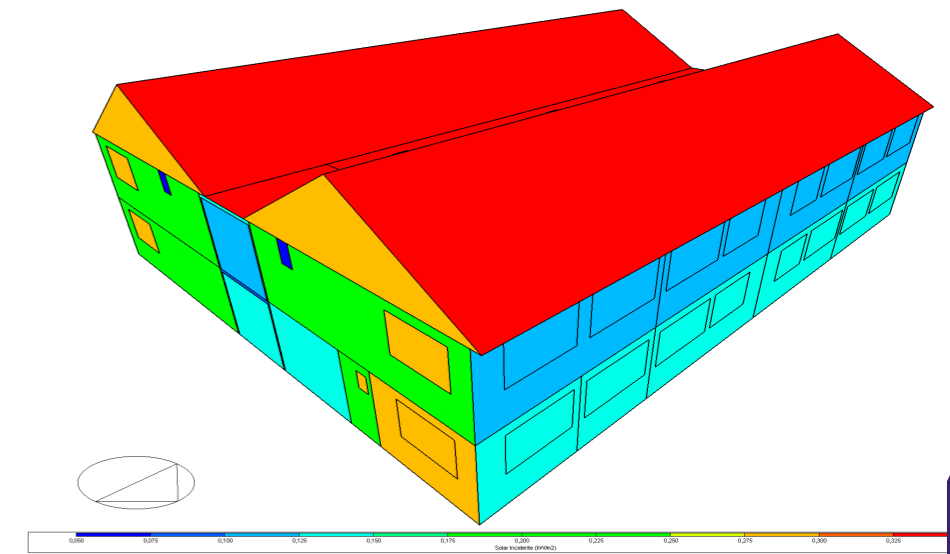
INCIDENCIA SOLAR - CUBIERTA

Figura106. Incidencia solar cubierta estado actual - primavera 10:00am.



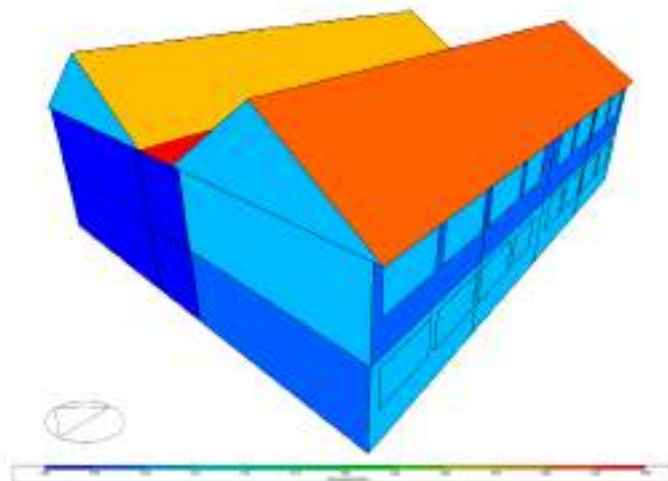
INCIDENCIA SOLAR - ESTE

Figura107. Incidencia solar este estado actual - primavera 10:00am.



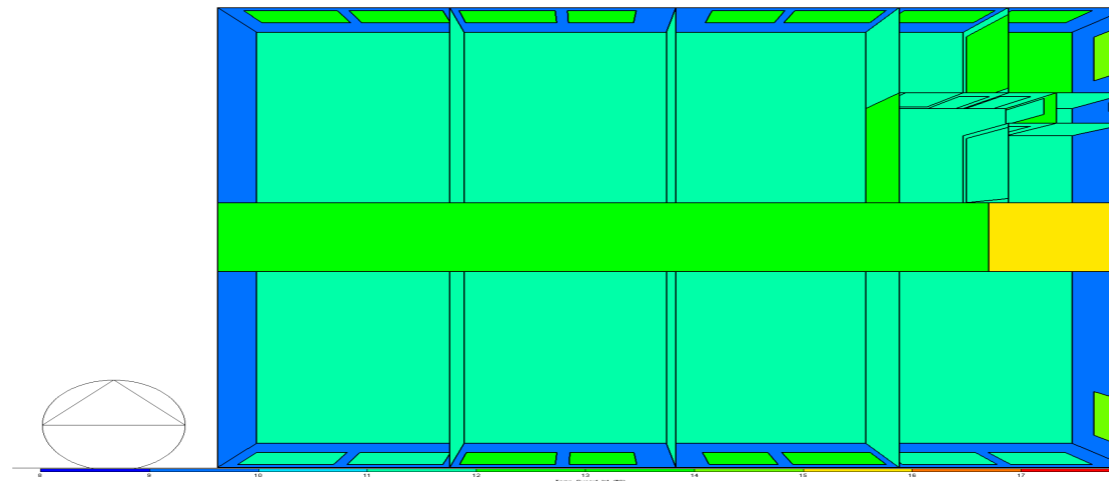
INCIDENCIA SOLAR - OESTE

Figura108. Incidencia solar oeste estado actual - primavera 10:00am.



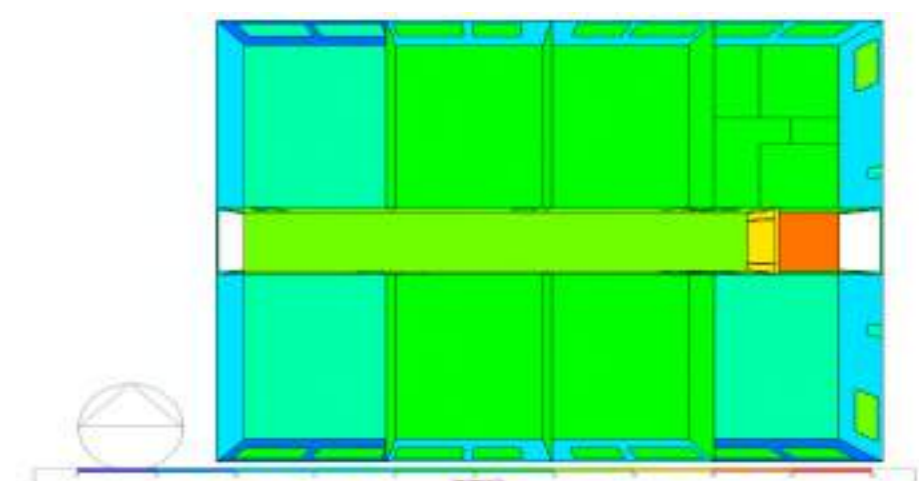
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA BAJA

Figura109. Incidencia solar planta baja estado actual- primavera 10:00am.



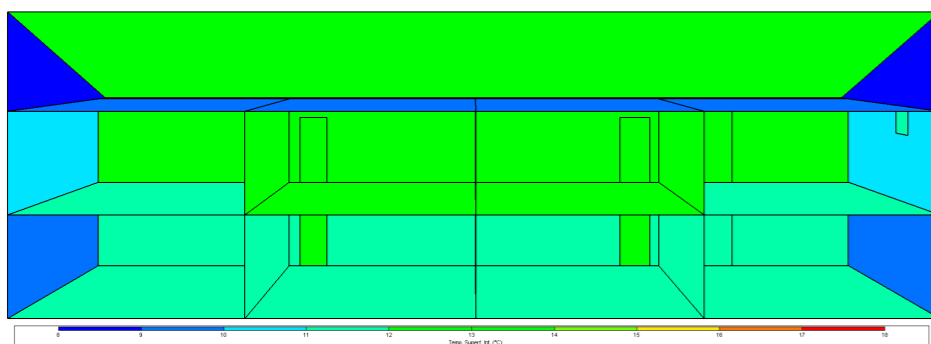
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA ALTA

Figura110. Incidencia solar planta alta estado actual- primavera 10:00am.



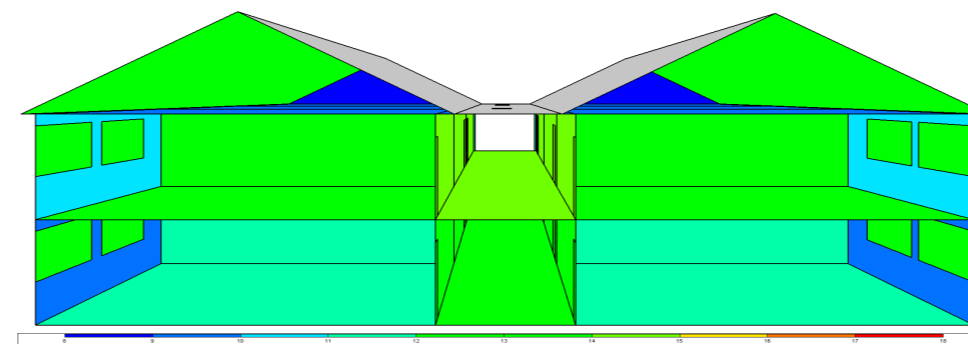
INCIDENCIA SOLAR - CORTE LONGITUDINAL

Figura111. Incidencia solar corte longitudinal estado actual - primavera 10:00am.



INCIDENCIA SOLAR - CORTE TRANSVERSAL

Figura112. Incidencia solar corte transversal estado actual- primavera 10:00am.



ANÁLISIS

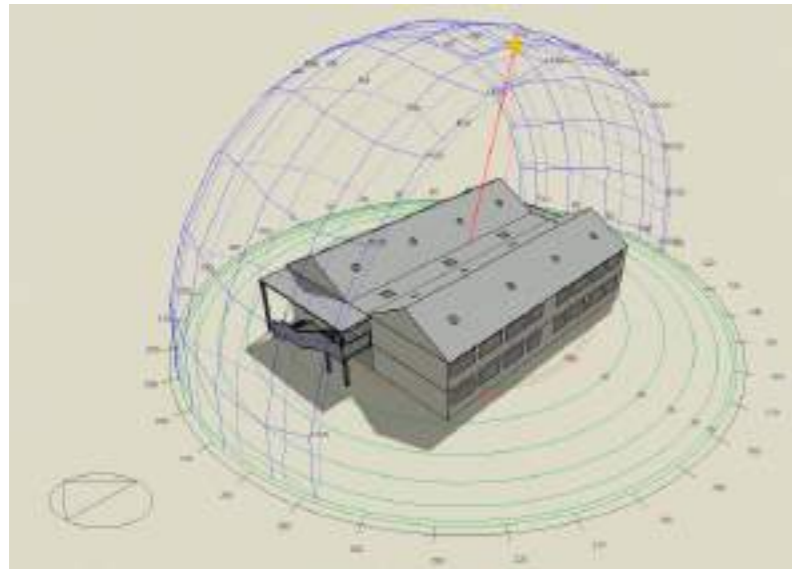
En la simulación realizada a las 10:00 h durante la estación de primavera, se identifica que la fachada **Este** es la más expuesta a la incidencia solar directa, mientras que su opuesta, la fachada **Oeste**, presenta una menor carga térmica debido a la orientación y el ángulo de incidencia solar en esa franja horaria.

En el interior, las mediciones reflejan temperaturas que oscilan entre **11 °C** y **13 °C**, valores que, en el contexto de un territorio andino, representan una condición desfavorable para el confort térmico en las aulas. Estas bajas temperaturas pueden generar disconfort en los ocupantes, reduciendo su capacidad de concentración y afectando el desempeño académico, lo que refuerza la necesidad de implementar estrategias pasivas y activas que mitiguen este impacto térmico.

PROPUESTA

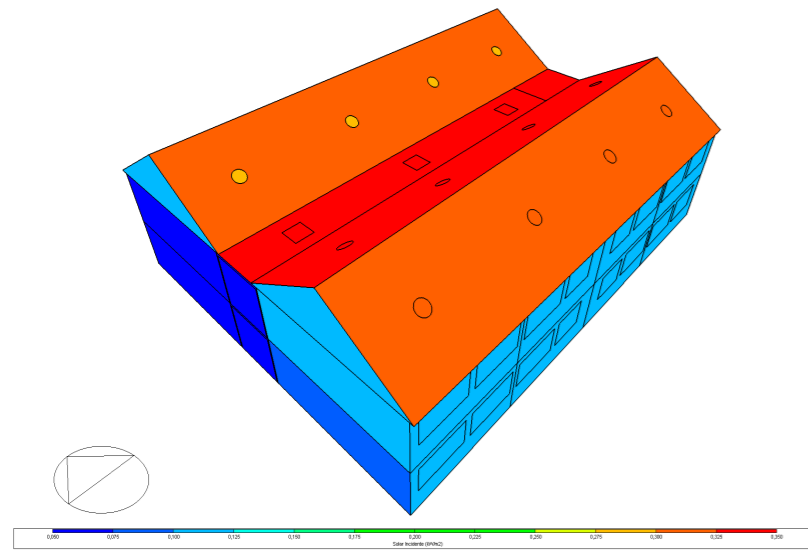
DIAGRAMA SOLAR

Figura113. Diagrama solar propuesta - primavera 10:00am.



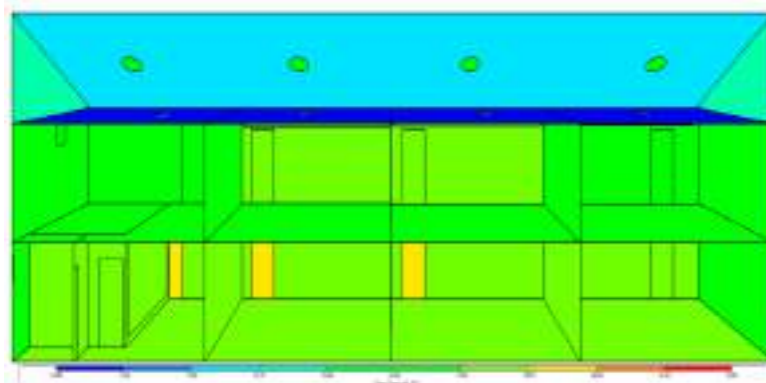
INCIDENCIA SOLAR - OESTE

Figura116. Incidencia solar oeste propuesta- primavera 10:00am.



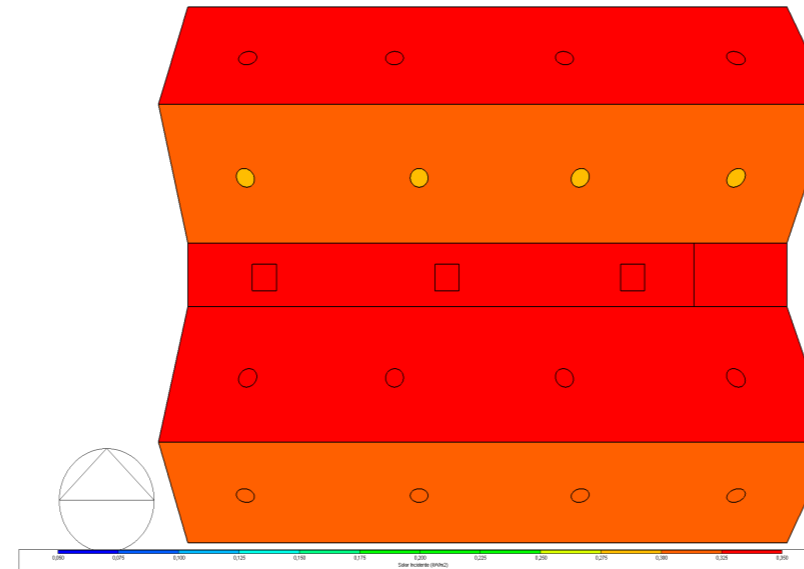
INCIDENCIA SOLAR - CORTE LONGITUDINAL

Figura119. Incidencia solar corte longitudinal propuesta- primavera 10:00am.



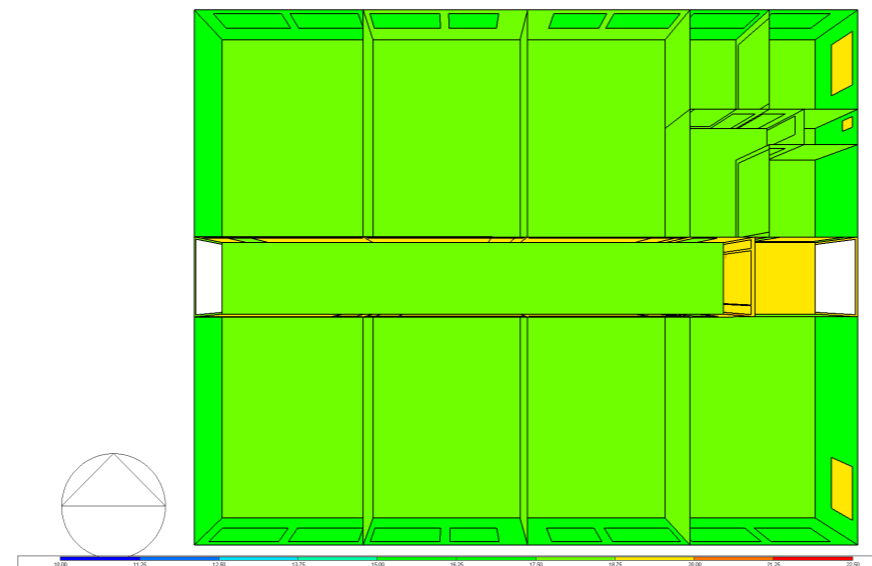
INCIDENCIA SOLAR - CUBIERTA

Figura114. Incidencia solar cubierta propuesta - primavera 10:00am.



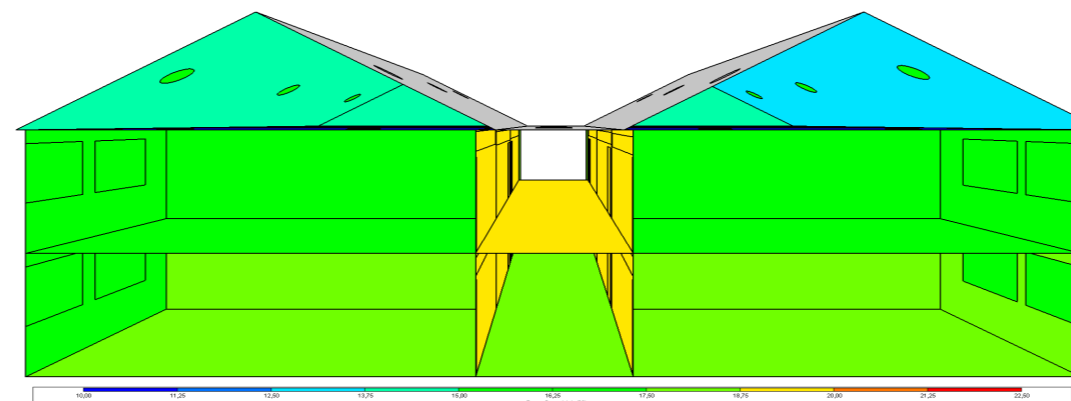
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA BAJA

Figura117. Incidencia solar planta baja propuesta- primavera 10:00am.



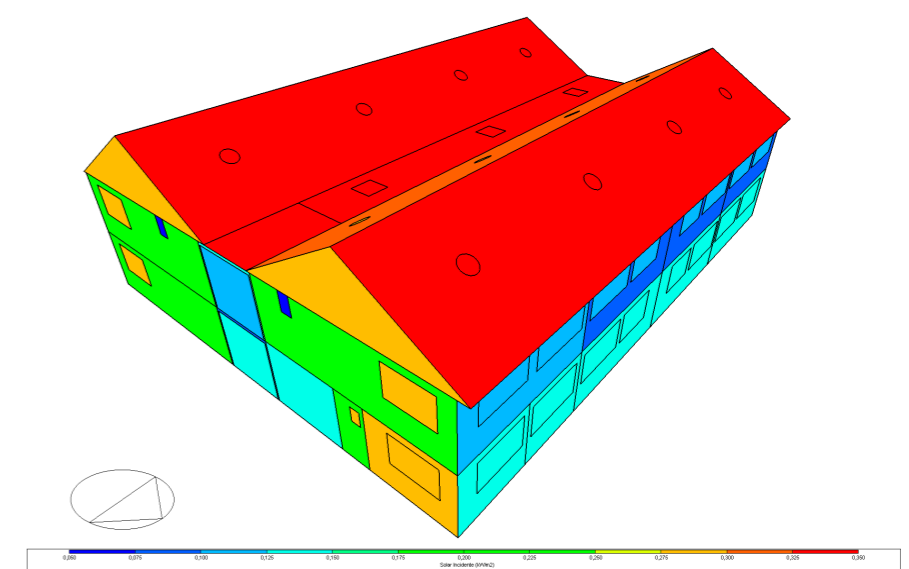
INCIDENCIA SOLAR - CORTE TRANSVERSAL

Figura120. Incidencia solar corte transversal propuesta- primavera 10:00am.



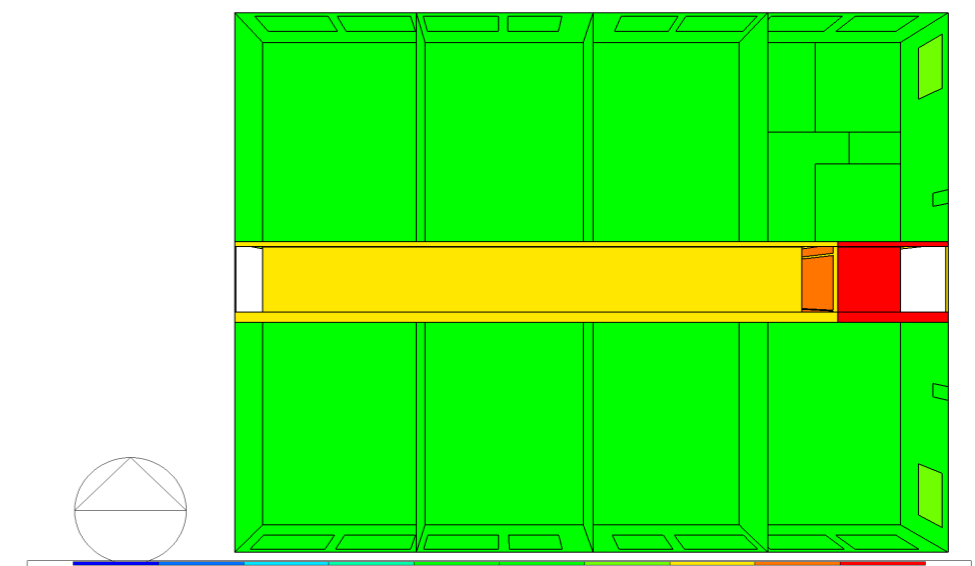
INCIDENCIA SOLAR - ESTE

Figura115. Incidencia solar este propuesta - primavera 10:00am.



INCIDENCIA SOLAR - PLANTA ALTA

Figura118. Incidencia solar planta alta propuesta- primavera 10:00am.



ANÁLISIS

En contraste, la simulación realizada con los datos ajustados según la propuesta evidencia una mejora significativa en el confort térmico de las aulas. Mientras que en el estado actual se registra una temperatura máxima de $13\text{ }^{\circ}\text{C}$, la propuesta eleva este valor hasta $18,75\text{ }^{\circ}\text{C}$, lo que representa un incremento sustancial que contribuye directamente al bienestar térmico de los estudiantes.

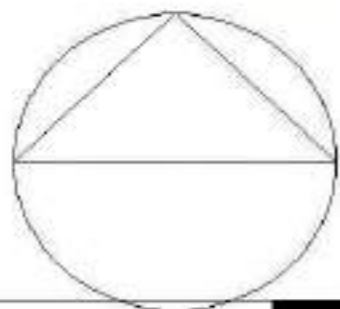
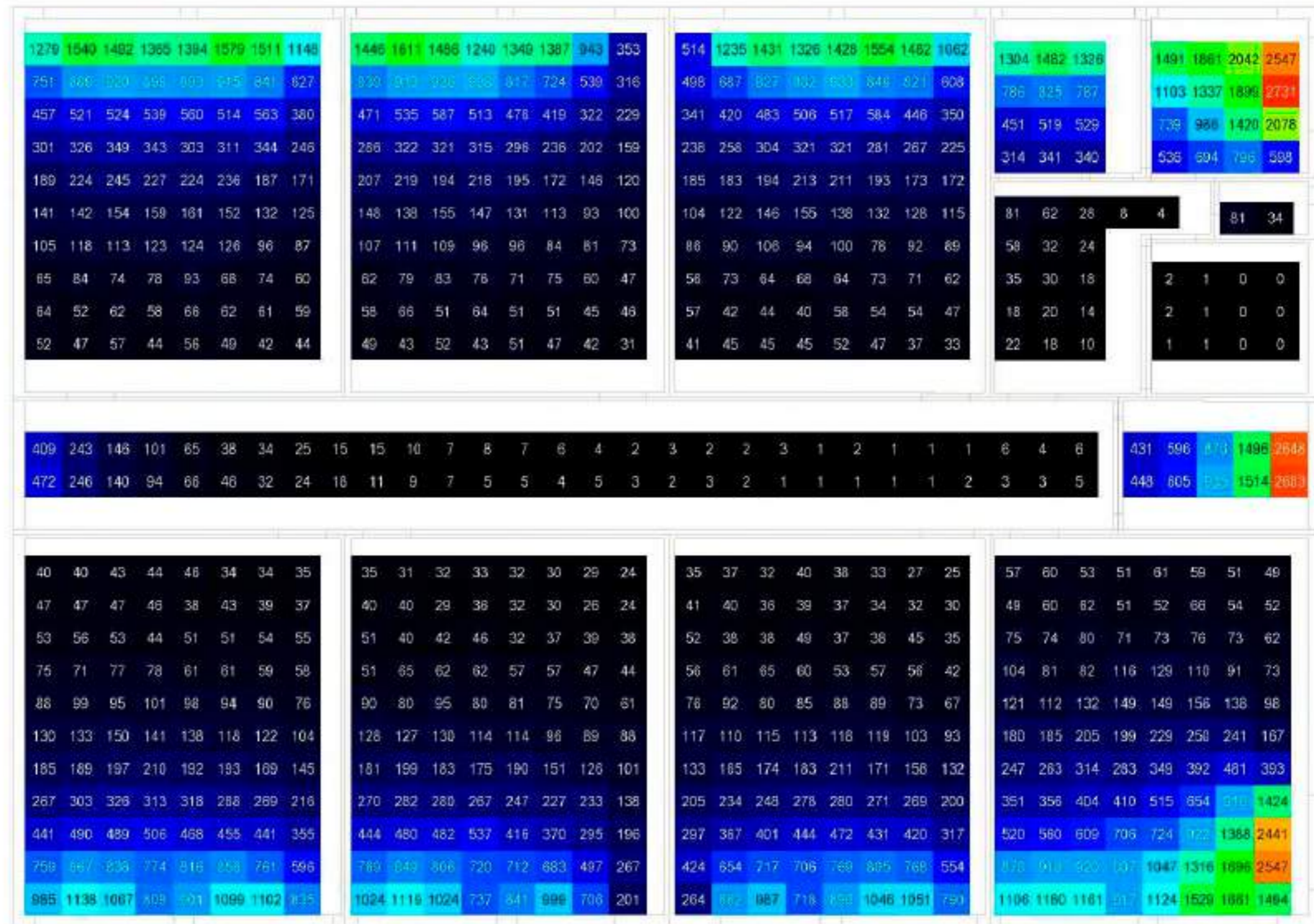
Este aumento permite alcanzar un nivel de confort adecuado, optimizando la capacidad de concentración y el rendimiento académico, a la vez que asegura el cumplimiento de los estándares mínimos establecidos a nivel nacional. Para el caso específico de Salcedo, que presenta un clima templado-andino, se recomienda tener una temperatura mínima de $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ en espacios educativos, valor que la propuesta logra satisfacer de manera eficiente.

ESTADO ACTUAL

ILUMINANCIA SEP- NOV 10:00 AM

Figura121. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja estado actual - primavera 10:00am

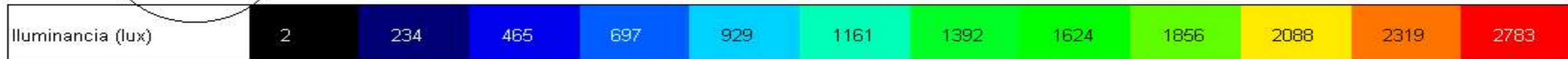
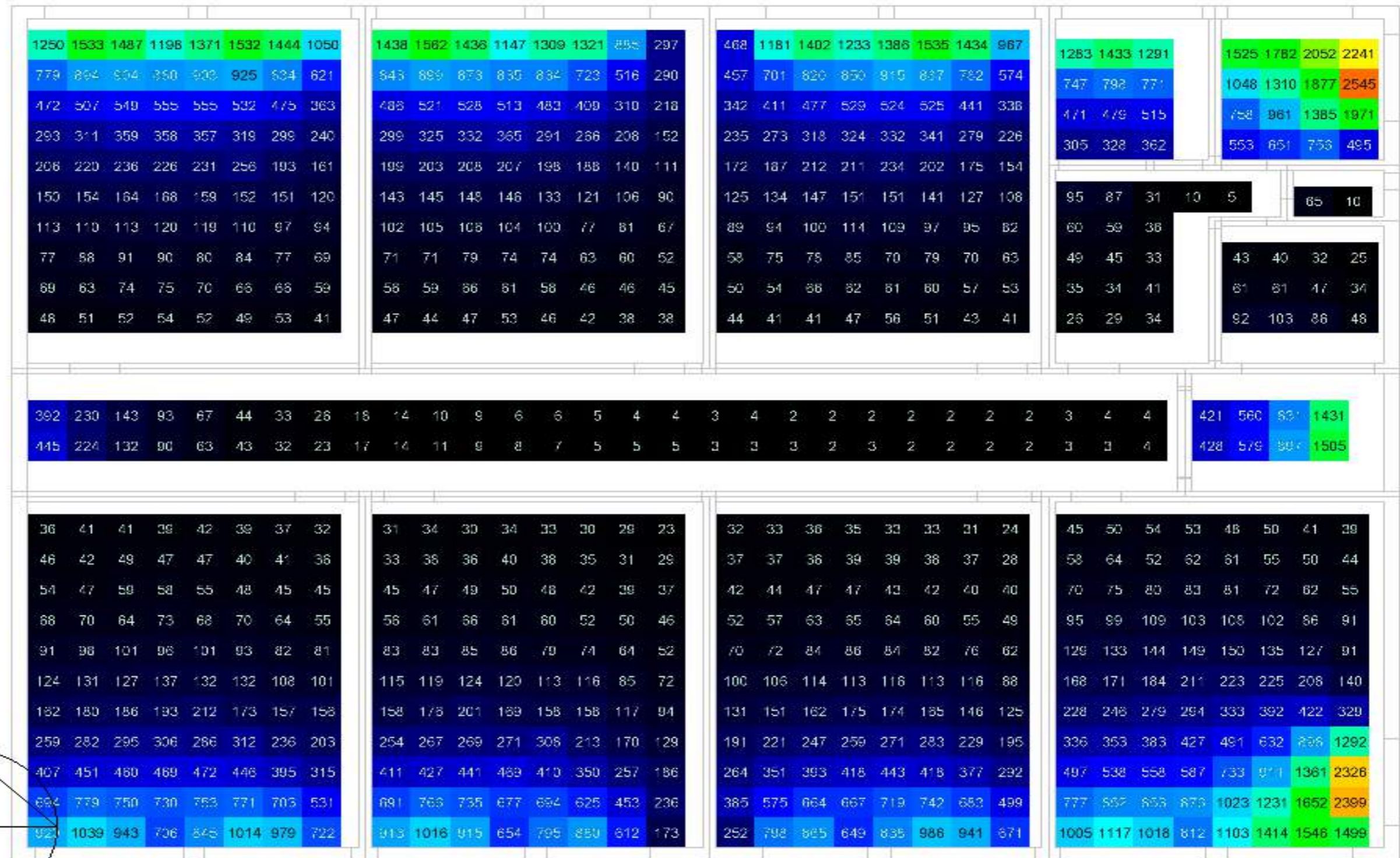
Planta Baja - Estado Actual



PROPUESTA

Planta Baja - Propuesta

Figura122. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja propuesta - primavera 10:00am



ESTADO ACTUAL

ILUMINANCIA SEP- NOV 10:00 AM

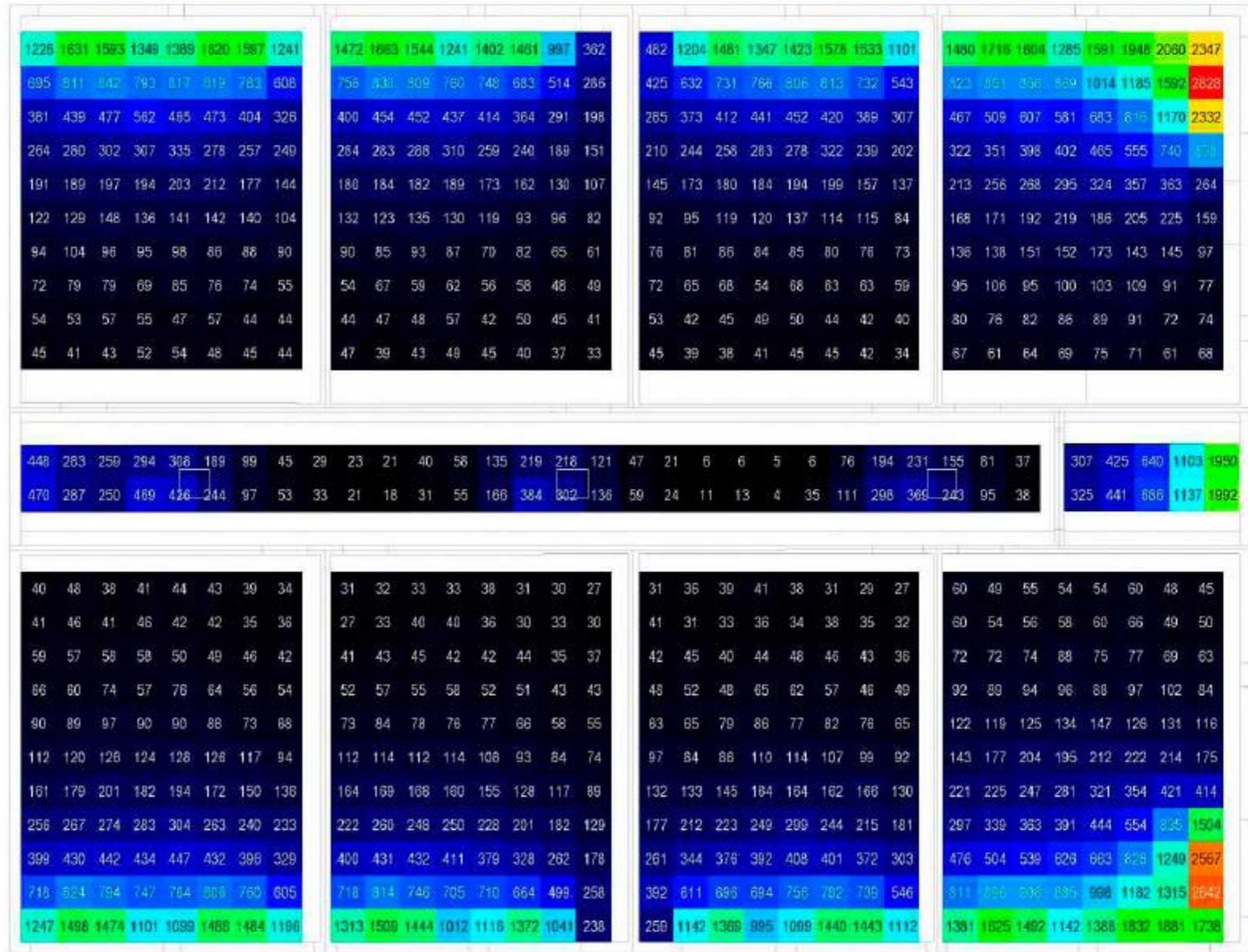
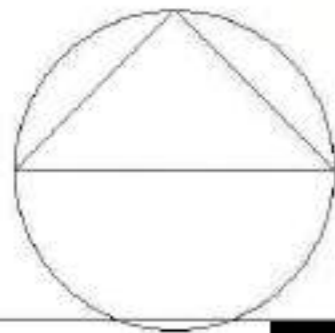
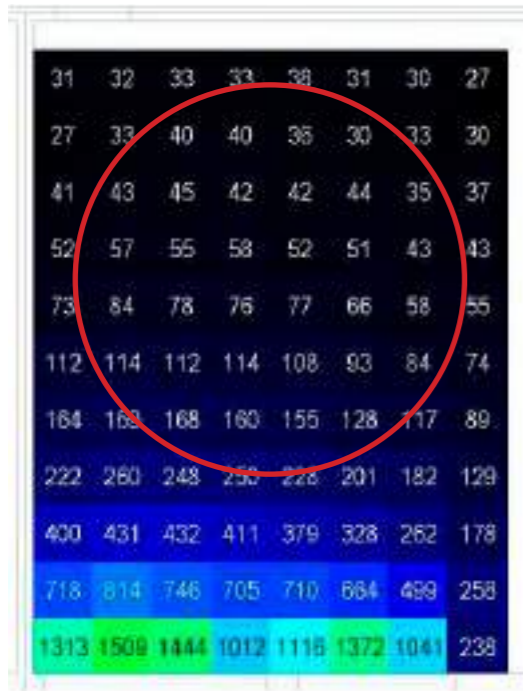
Figura123. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta estado actual - primavera 10:00am

Planta Alta - Estado Actual

ANÁLISIS

En este análisis realizado en la planta alta del proyecto a las 10:00am se observa como las aulas presentan un déficit en cuanto a la iluminancia (lux) recomendada por la NEC, que para el caso de aulas recomienda que sea de mínimo 300 lux, en este caso se observa que el máximo de lux que presenta el aula es de 1343 lux hacia la parte mas cercana a la ventana y de máximo 90 lux hacia la parte central del aula.

En el pasillo se observa que los ductos de iluminación cenital existentes con una dimensión de 60 x 60 cm proporcionan máximo 91 lux.



PROPUESTA

Planta Alta - Propuesta

Figura124. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta propuesta - primavera 10:00am

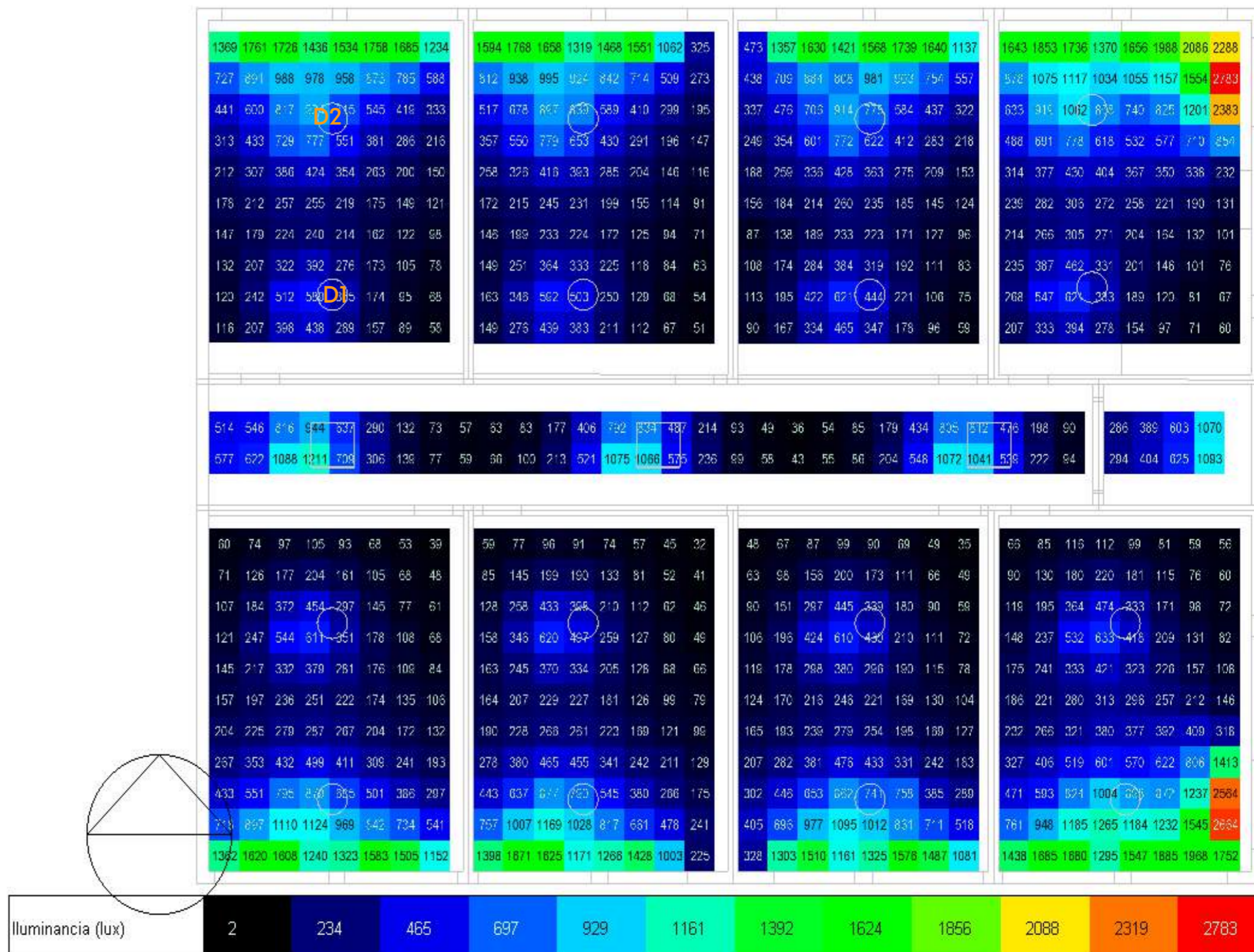
ANÁLISIS

Al aumentar la dimensión de los ductos existentes de 0.6 x 0.6 m a 1.00 x 1.00 m ya se empiezan a evidenciar cambios con un incremento de los luxes haciendose mas evidente en los elementos implementados en la propuesta ya que el sol cada vez se acerca a su puntos mas alto.

Se observa que en los ductos de iluminación implementados en las aulas se genera un incremento de luxes de 58 lux a 497 lux, superando el minimo requerido en la norma, esto debido a que el sol incide un poco mas en la cubierta.

ILUMINANCIAS (LUX) PRIMAVERA 10:00AM

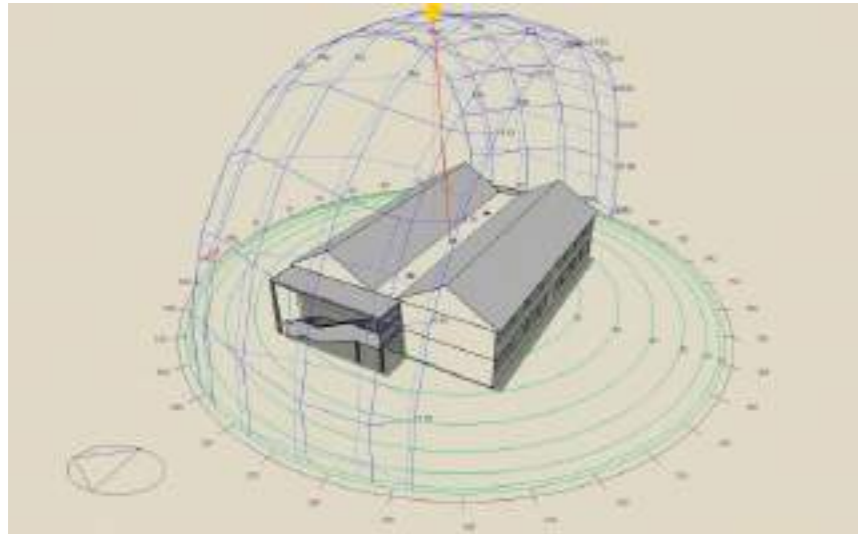
Ubicación	Estado actual	Propuesta	Diferencia
Ducto 1 aula	85 lux	503 lux	418 lux
Ducto 2 aula	452lux	775lux	323 lux
Ducto pasillo	302 lux	1066 lux	764 lux



ESTADO ACTUAL

DIAGRAMA SOLAR

Figura125. Diagrama solar estado actual - primavera 12:00am.



INCIDENCIA SOLAR - OESTE

Figura128. Incidencia solar oeste estado actual- primavera 12:00am.

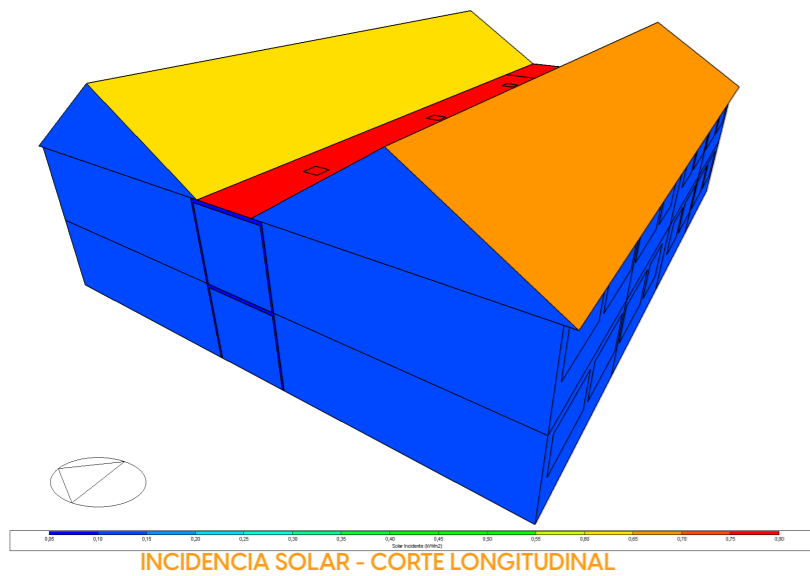
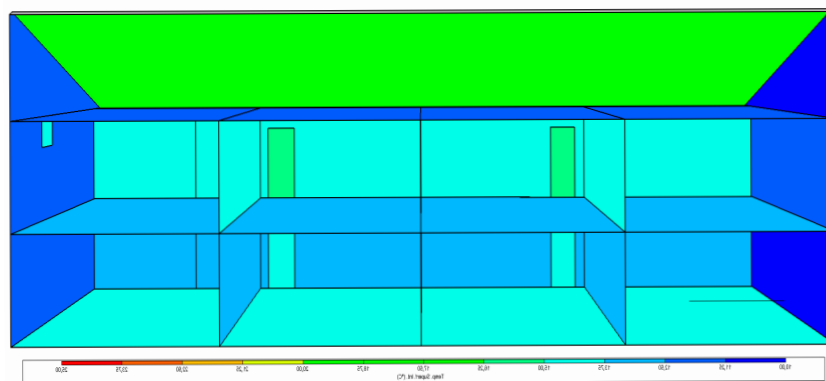


Figura131. Incidencia solar corte longitudinal estado actual- primavera 12:00am.



INCIDENCIA SOLAR - CUBIERTA

Figura126. Incidencia solar cubierta estado actual - primavera 12:00am.

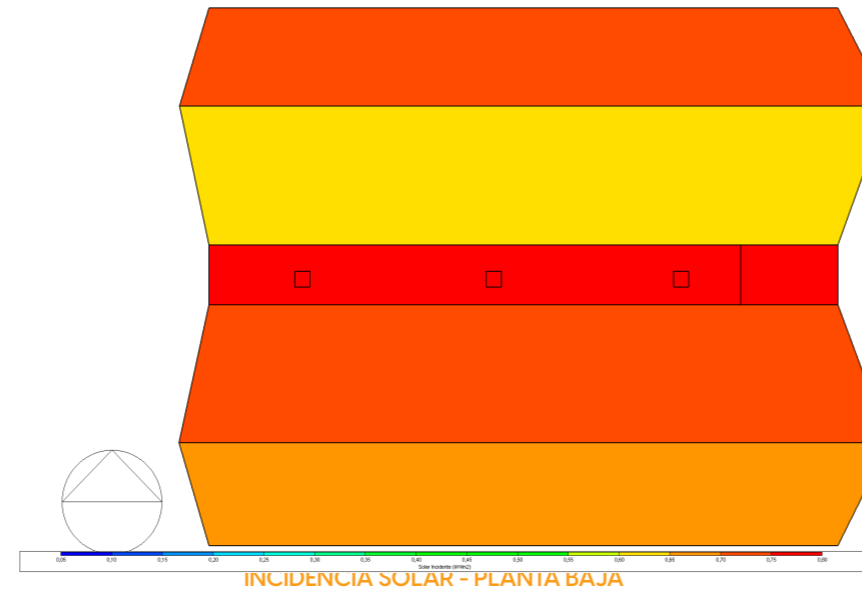


Figura129. Incidencia solar planta baja estado actual- primavera 12:00am.

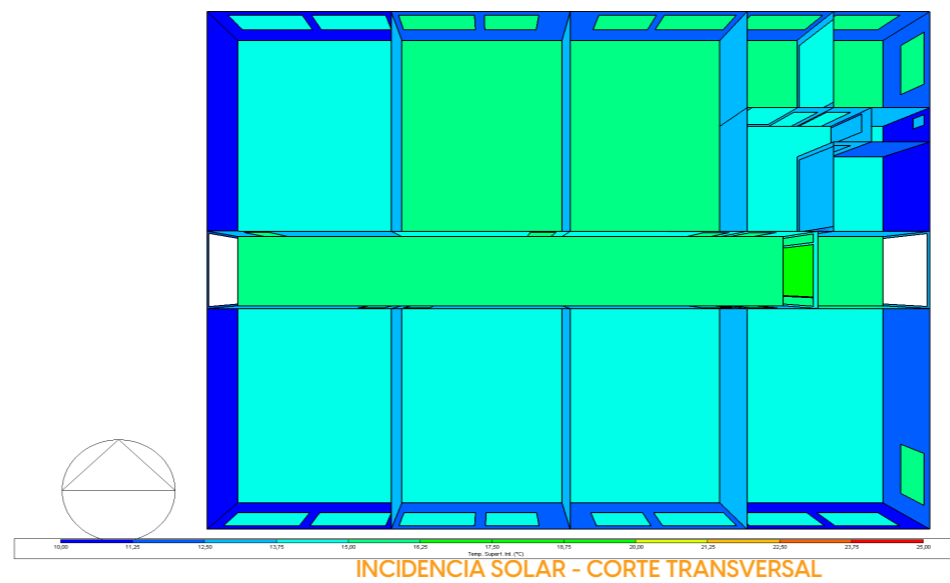
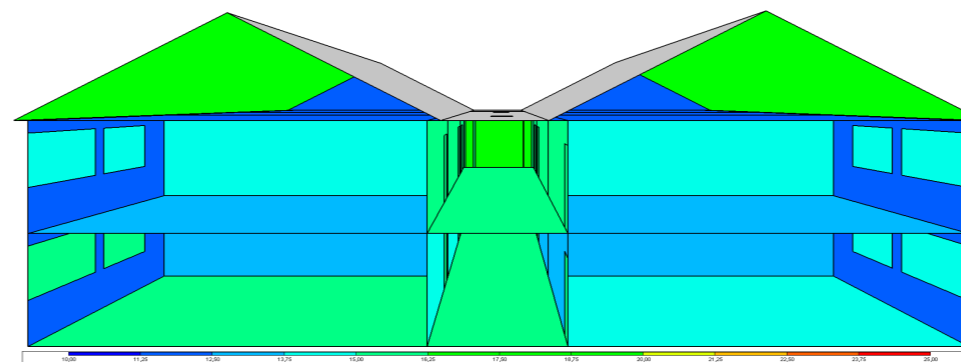


Figura132. Incidencia solar corte transversal estado actual- primavera 12:00am.



INCIDENCIA SOLAR - ESTE

Figura127. Incidencia solar este estado actual- primavera 12:00am.

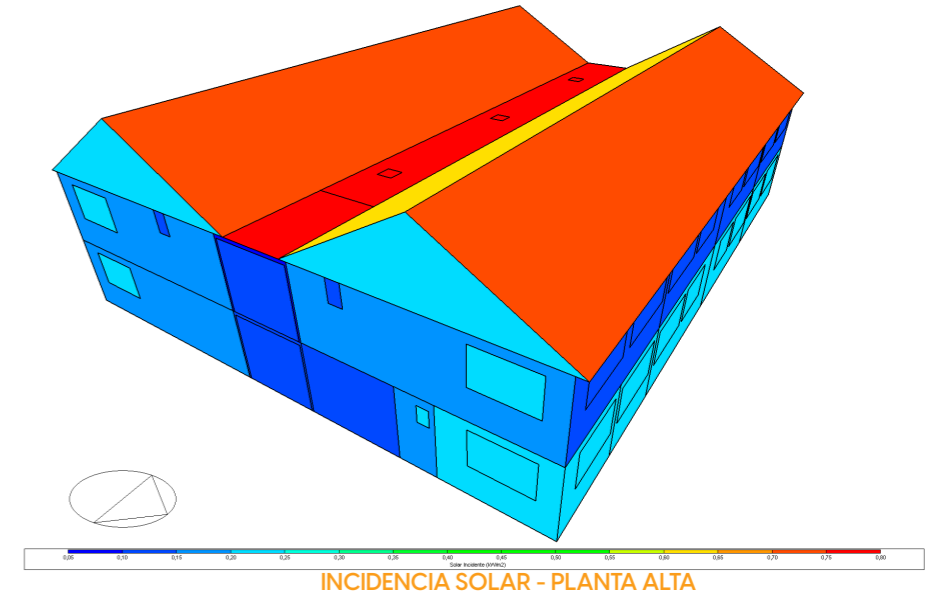
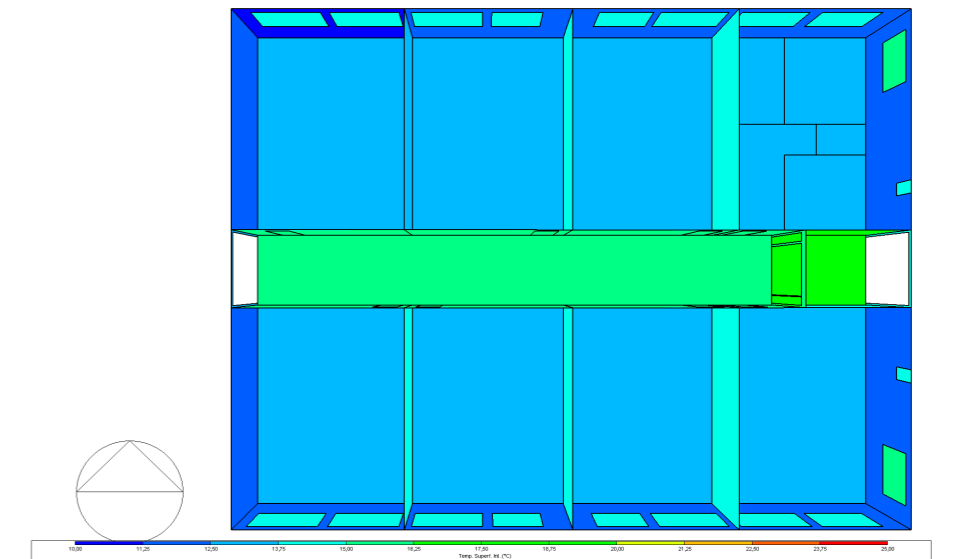


Figura130. Incidencia solar planta alta estado actual- primavera 12:00am.



ANÁLISIS

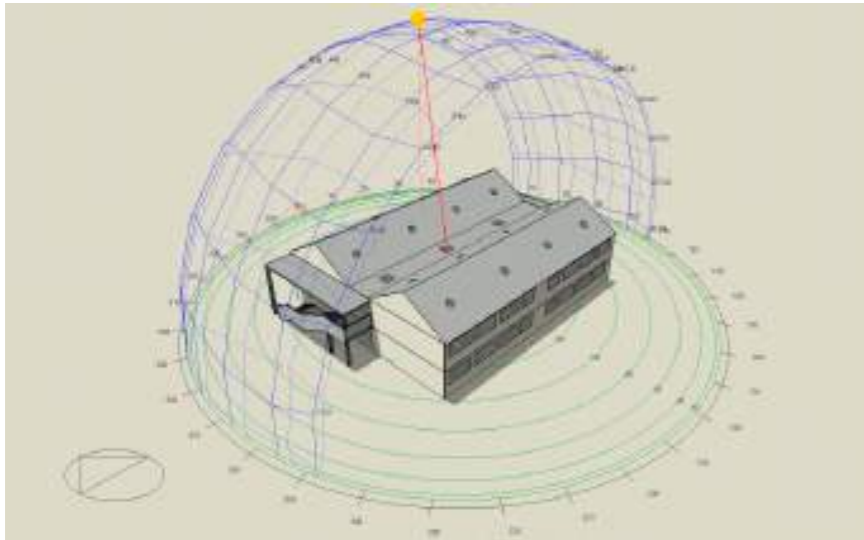
En la simulación realizada a las 12:00 h durante la estación de primavera, se identifica que la cubierta es la que resive mayor incidencia solar, mientras que la fachada **Este** presenta una menor incidencia de manera directa, la fachada **Oeste**, presenta una menor carga térmica debido a la orientación y el ángulo de incidencia solar en esa franja horaria.

En el interior, las mediciones reflejan temperaturas que oscilan entre **15 °C** y **16,5 °C**, valores que, en el contexto de un territorio andino, representan una condición desfavorable para el confort térmico en las aulas. Estas bajas temperaturas pueden generar disconfort en los ocupantes, reduciendo su capacidad de concentración y afectando el desempeño académico, lo que refuerza la necesidad de implementar estrategias pasivas y activas que mitiguen este impacto térmico.

PROPUESTA

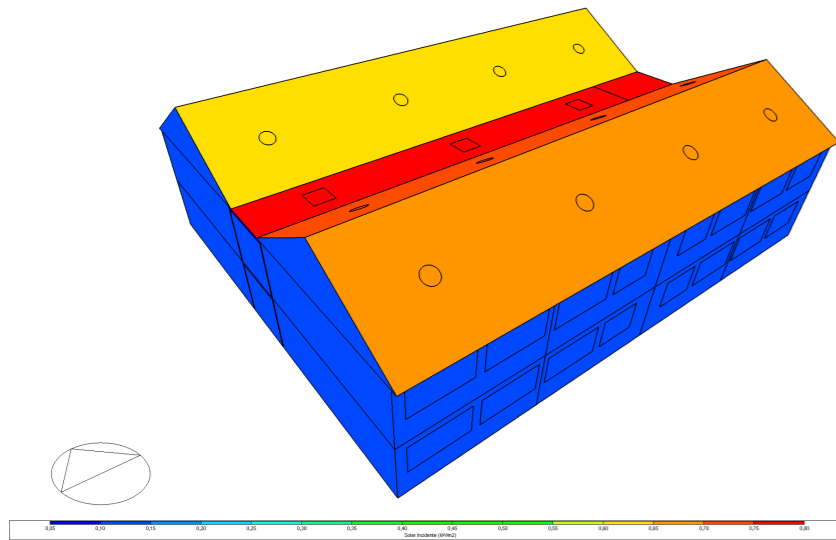
DIAGRAMA SOLAR

Figura133. Diagrama solar propuesta - primavera 12:00am.



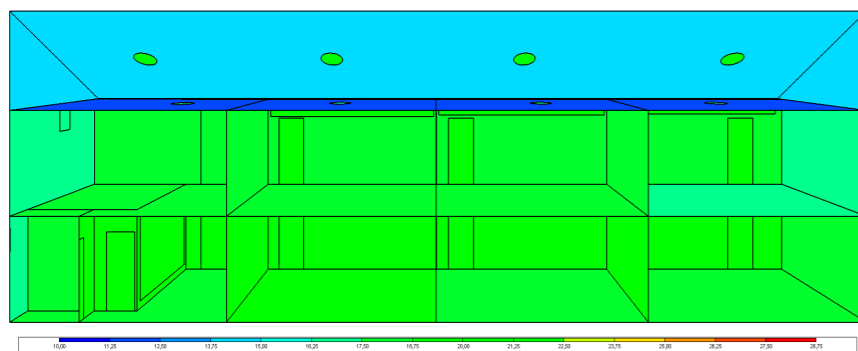
INCIDENCIA SOLAR - OESTE

Figura136. Incidencia solar oeste propuesta - primavera 12:00am.



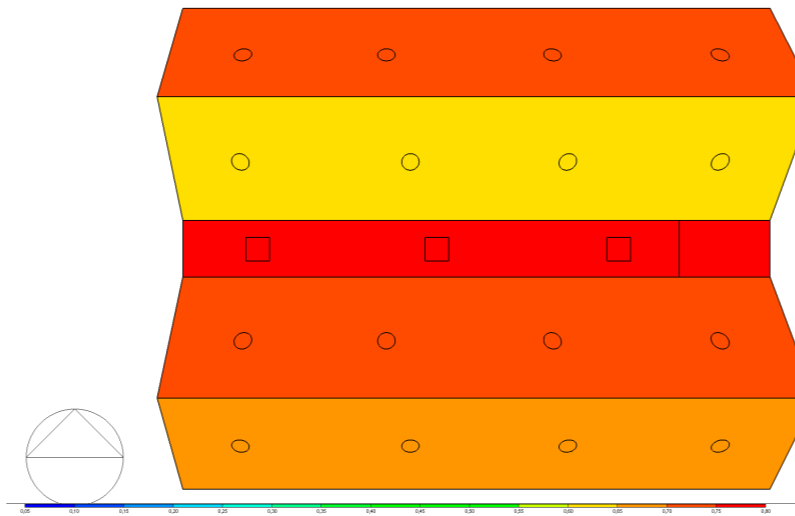
INCIDENCIA SOLAR - CORTE LONGITUDINAL

Figura139. Incidencia solar corte longitudinal propuesta- primavera 12:00am.



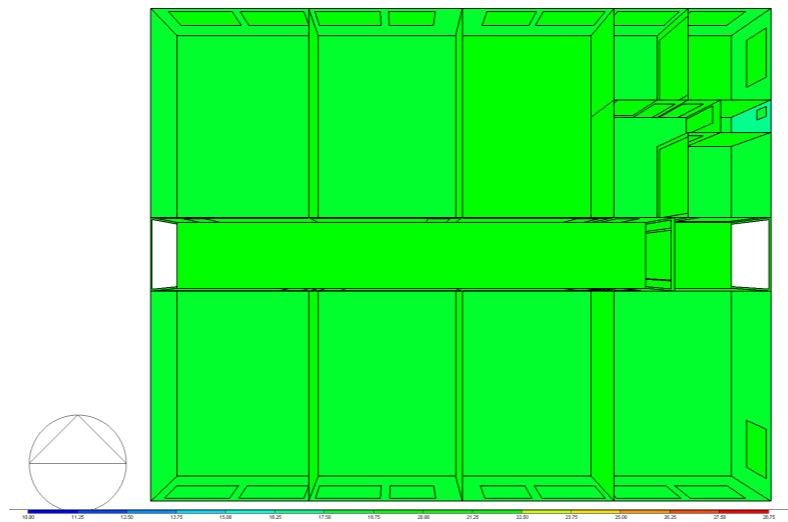
INCIDENCIA SOLAR - CUBIERTA

Figura134. Incidencia solar cubierta propuesta - primavera 12:00am.



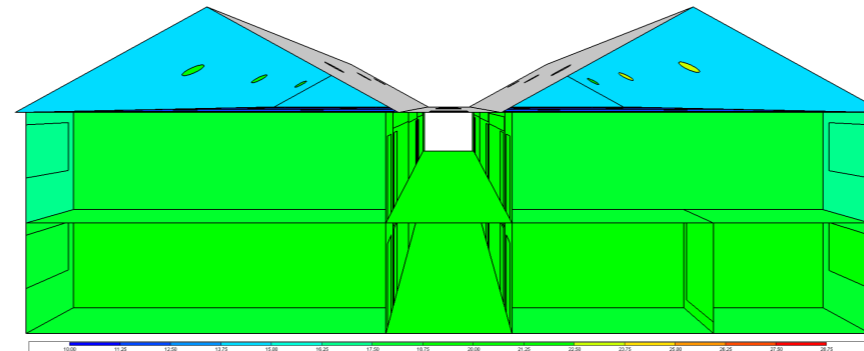
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA BAJA

Figura137. Incidencia solar planta baja propuesta - primavera 12:00am.



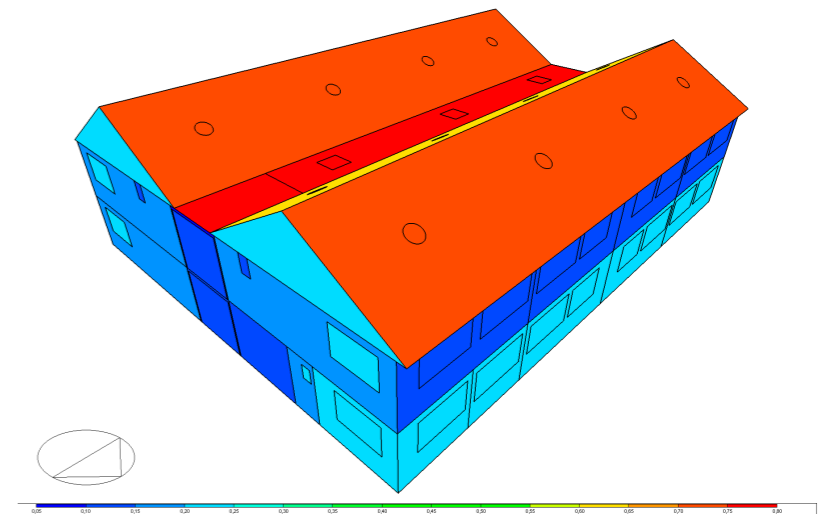
INCIDENCIA SOLAR - CORTE TRANSVERSAL

Figura140. Incidencia solar corte transversal propuesta - primavera 12:00am.



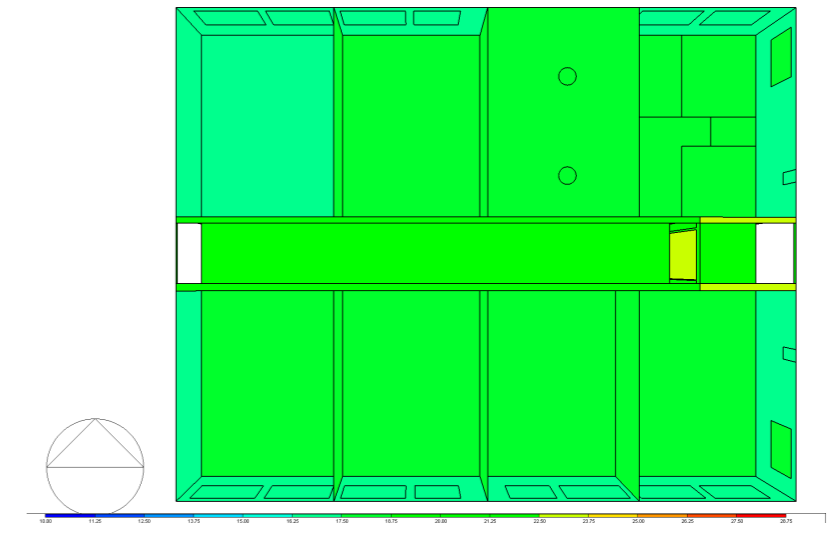
INCIDENCIA SOLAR - ESTE

Figura135. Incidencia solar este propuesta - primavera 12:00am.



INCIDENCIA SOLAR - PLANTA ALTA

Figura138. Incidencia solar planta alta propuesta- primavera 12:00am.



ANÁLISIS

En contraste, la simulación realizada con los datos ajustados según la propuesta evidencia una mejora significativa en el confort térmico de las aulas. Mientras que en el estado actual se registra una temperatura máxima de **16,5 °C**, la propuesta eleva este valor hasta **20,0 °C**, lo que representa un incremento sustancial que contribuye directamente al bienestar térmico de los estudiantes.

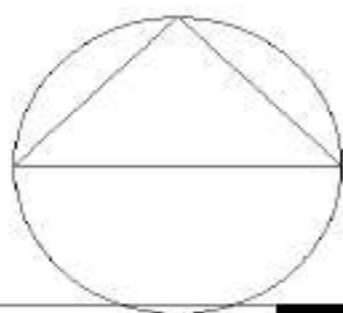
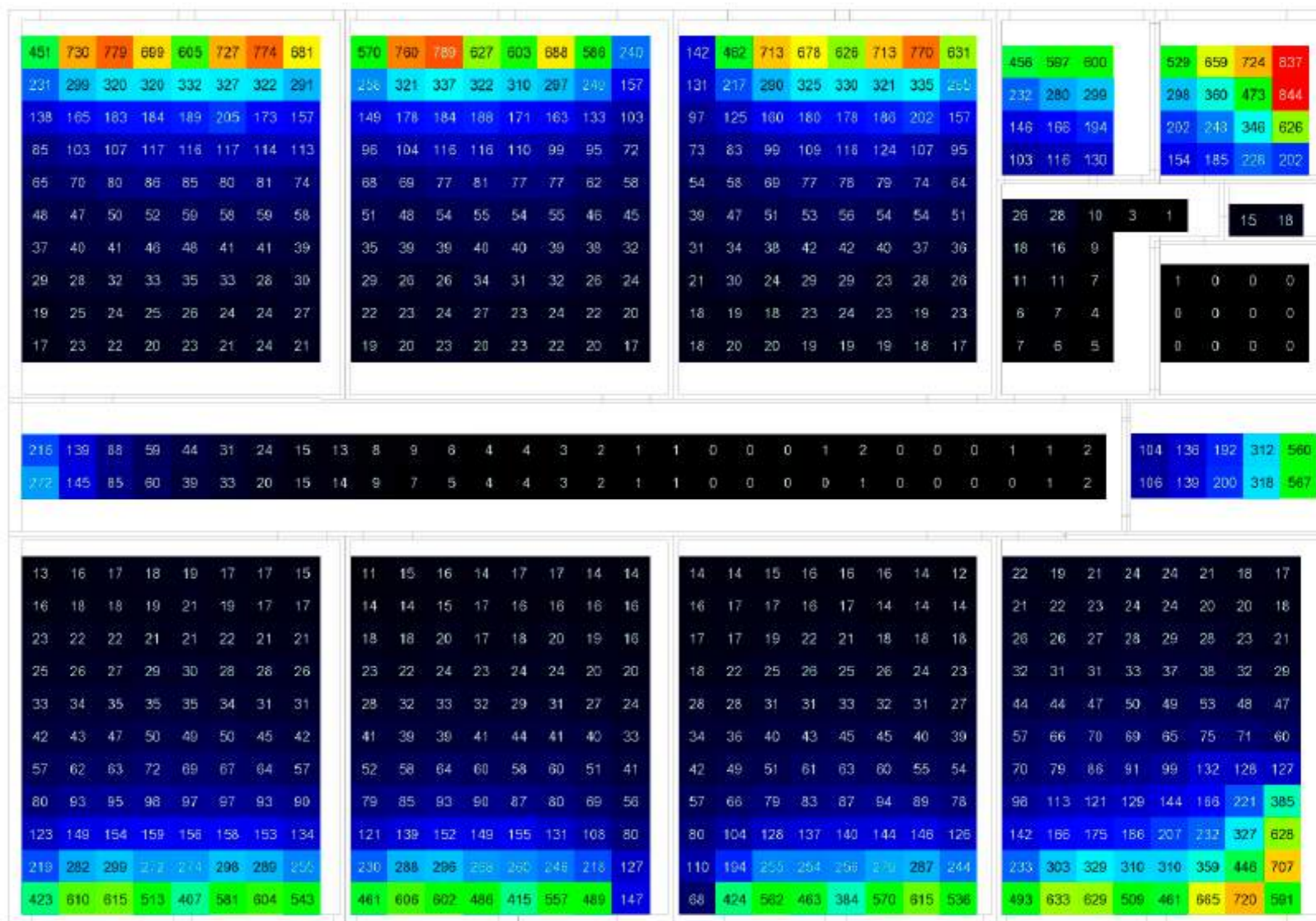
Este aumento permite alcanzar un nivel de confort adecuado, optimizando la capacidad de concentración y el rendimiento académico, a la vez que asegura el cumplimiento de los estándares mínimos establecidos a nivel nacional. Para el caso específico de Salcedo, que presenta un clima templado-andino, se recomienda tener una temperatura mínima de 18 °C en espacios educativos, valor que la propuesta logra satisfacer de manera eficiente.

ESTADO ACTUAL

ILUMINANCIA SEP- NOV 12:00 AM

Figura141. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja estado actual - primavera 12:00am

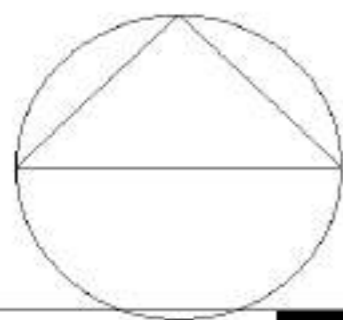
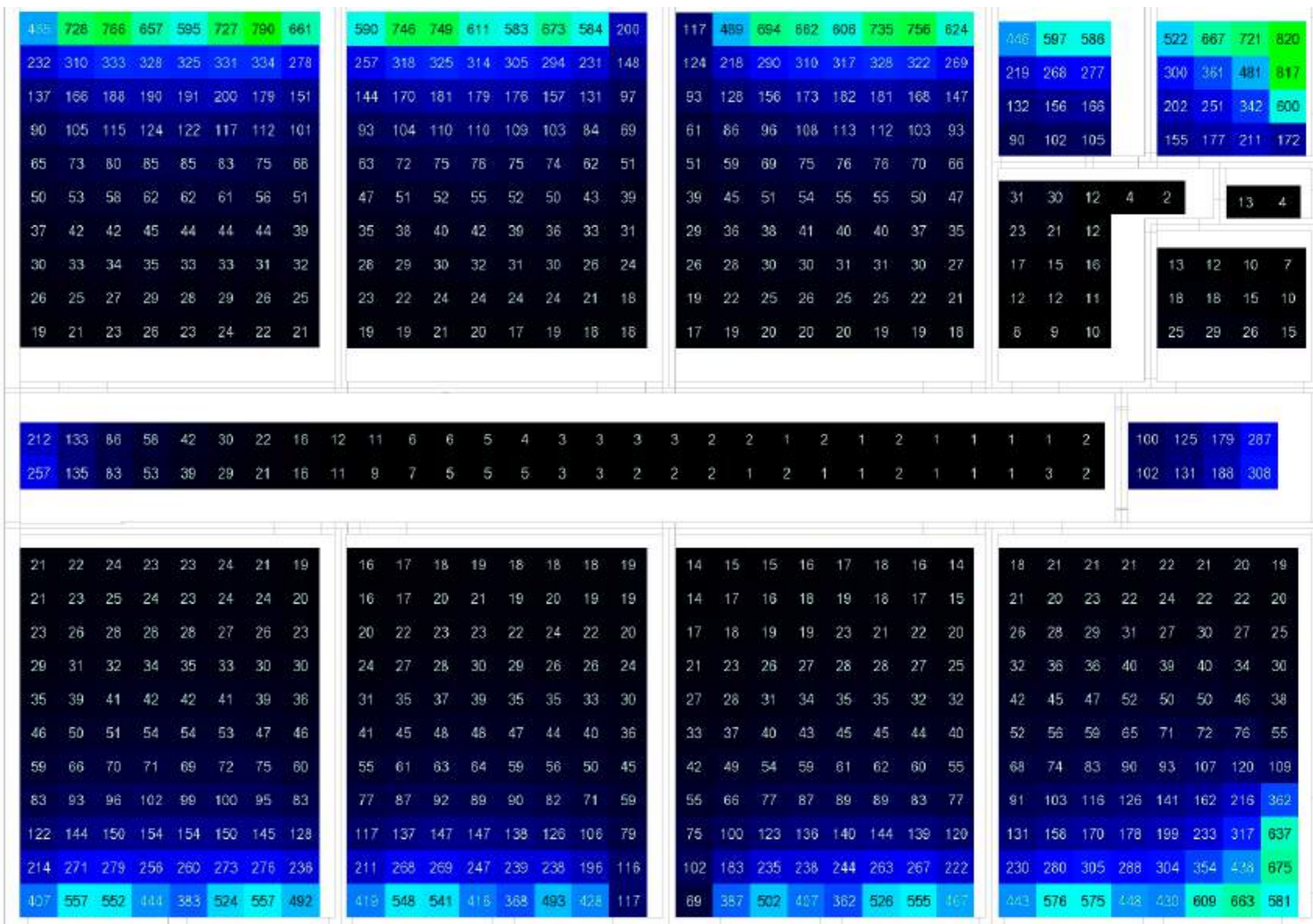
Planta Baja - Estado Actual



PROPUESTA

Figura142. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja propuesta - primavera 12:00am

Planta Baja - Propuesta



ESTADO ACTUAL

ILUMINANCIA SEP- NOV 12:00 AM

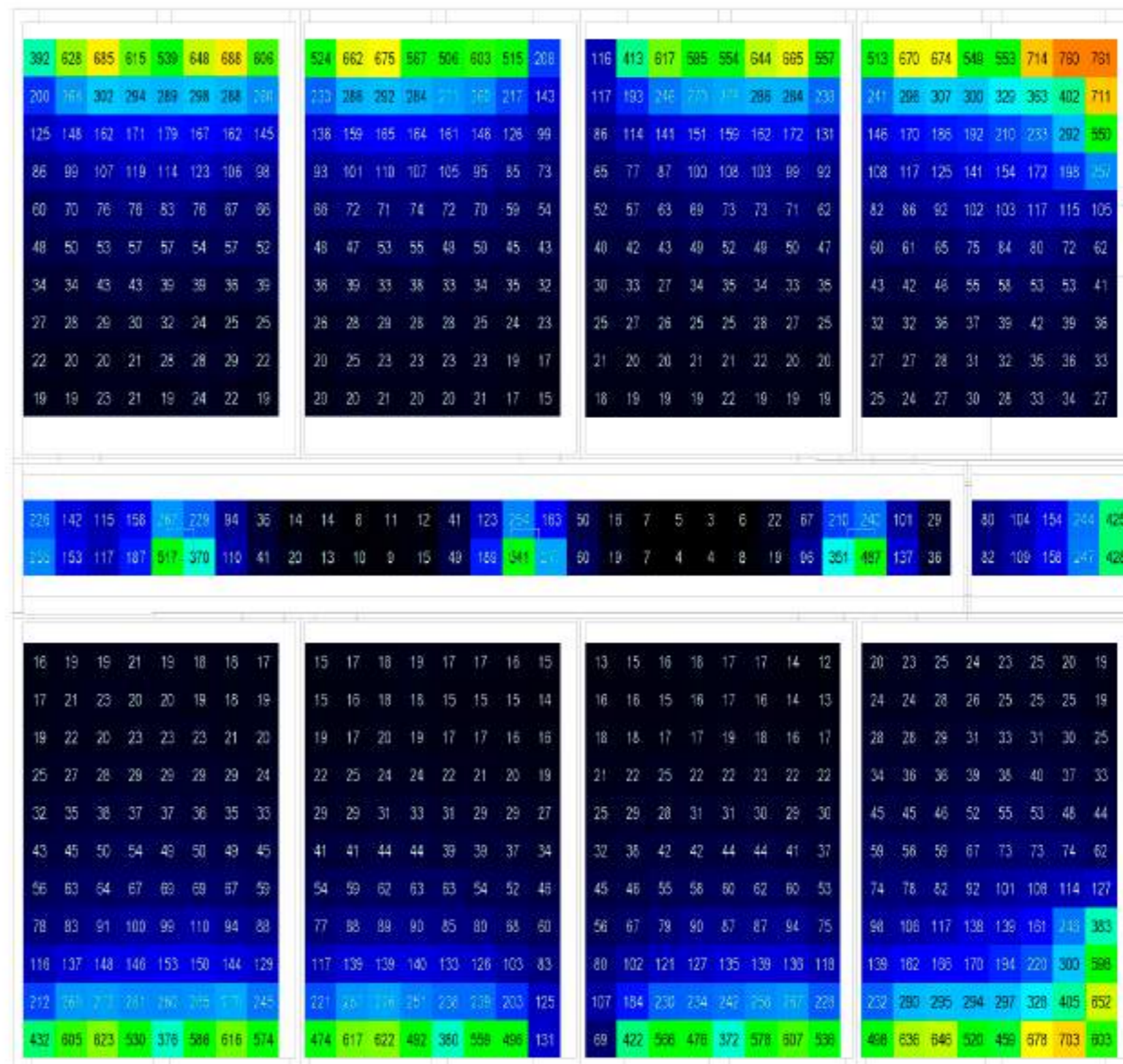
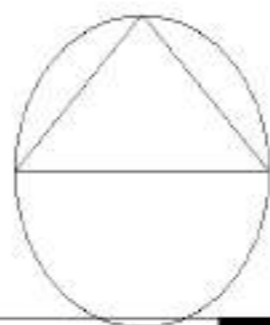
Figura143. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta estado actual - primavera 12:00am

Planta Alta - Estado Actual

ANÁLISIS

En el análisis realizado en la planta alta del proyecto a las 12:00 a.m., se evidencia un déficit significativo en los niveles de iluminancia en relación con los parámetros establecidos por la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), la cual establece un valor mínimo de 300 lux para aulas educativas. En este caso, la simulación muestra una concentración de iluminancia cercana a la ventana, alcanzando un valor máximo de 559 lux, mientras que en la zona central del aula los niveles descienden drásticamente hasta 19 lux. Esta disparidad refleja una distribución ineficiente de la luz natural, que compromete el confort visual y las condiciones adecuadas para el aprendizaje.

En cuanto al pasillo, se observa que los ductos de iluminación cenital existentes, con dimensiones de 60 x 60 cm, generan un valor máximo de 541 lux.



PROPUESTA

Figura144. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta propuesta - primavera 12:00am

Planta Alta - Propuesta

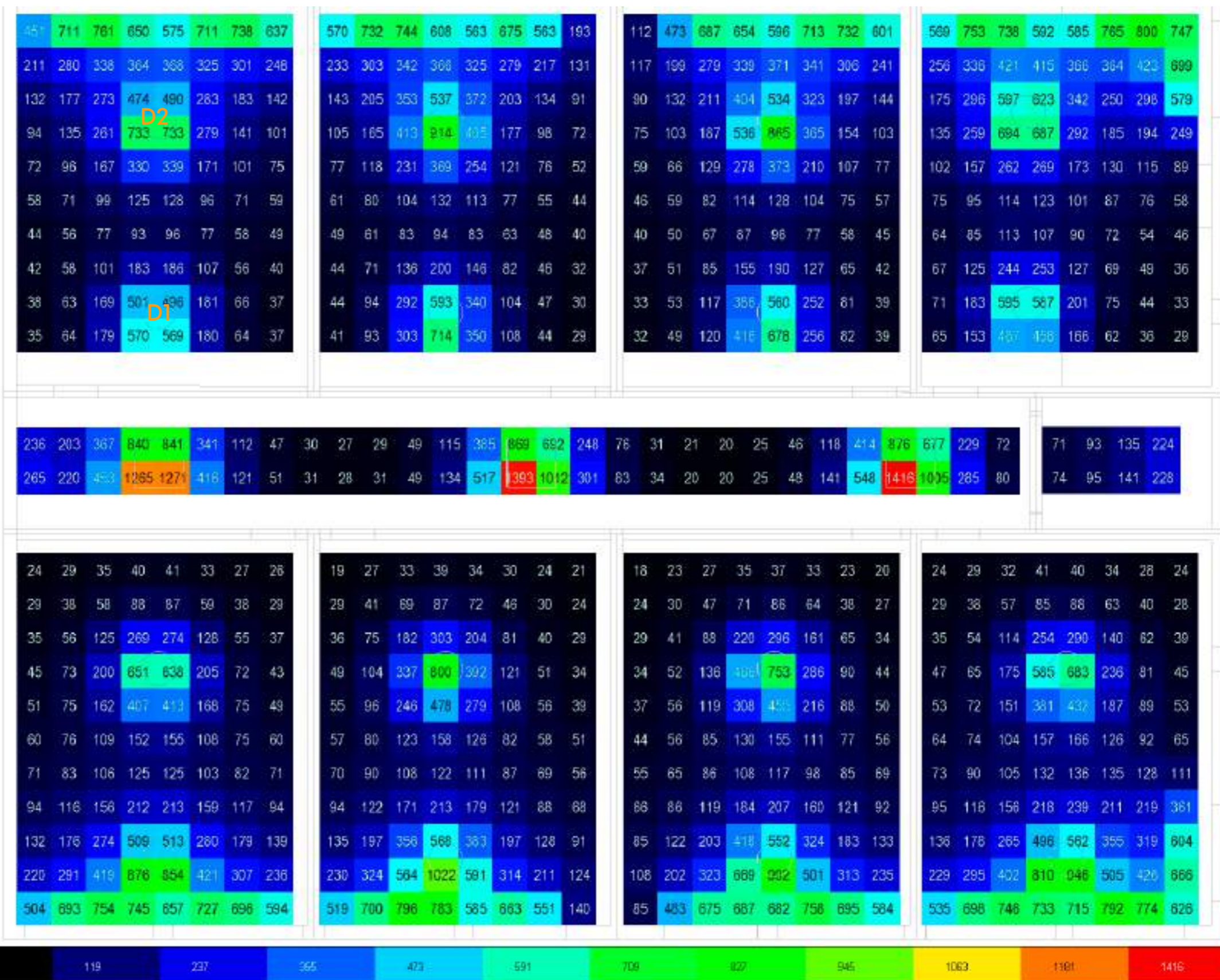
ANÁLISIS

Al aumentar la dimensión de los ductos existentes de 0.6 x 0.6 m a 1.00 x 1.00 m ya se empiezan a evidenciar cambios con un incremento de los luxes haciendose mas evidente en los elementos implementados en la propuesta ya que el sol cada vez se acerca a su puntos mas alto.

Se observa que en los ductos de iluminación implementados en las aulas se genera un incremento de luxes de 58 lux a 497 lux, superando el minimo requerido en la norma, esto debido a que el sol incide un poco mas en la cubierta.

ILUMINANCIAS (LUX) PRIMAVERA 12:00AM

Ubicación	Estado actual	Propuesta	Diferencia
Ducto 1 aula	30 lux	570 lux	540 lux
Ducto 2 aula	119lux	733lux	614 lux
Ducto pasillo	541 lux	1271 lux	730lux

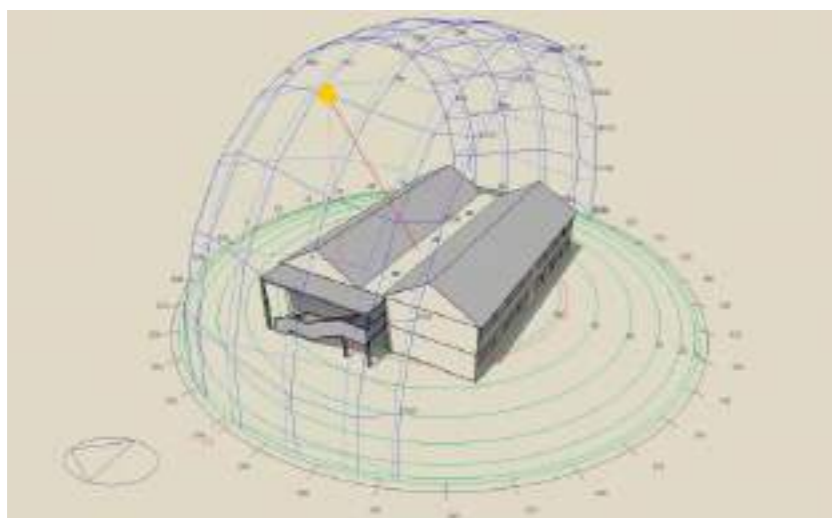


PRIMAVERA SEP-NOV

ESTADO ACTUAL

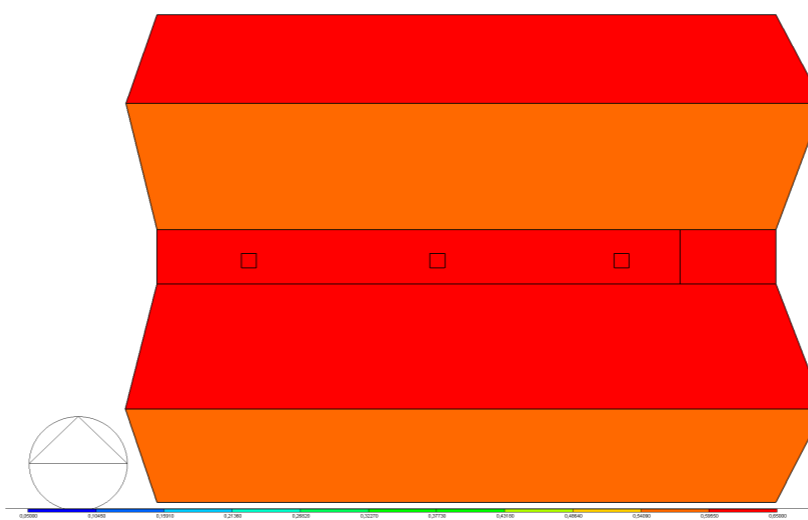
DIAGRAMA SOLAR

Figura145. Diagrama solar estado actual - primavera 14:00pm.



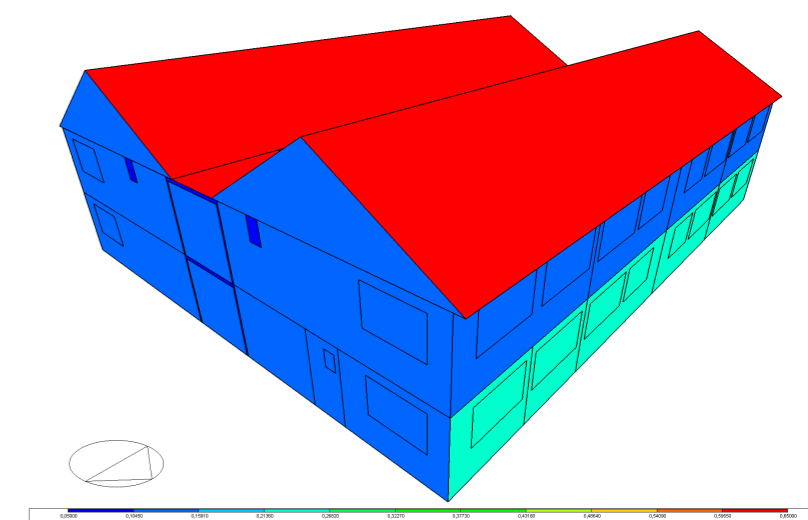
INCIDENCIA SOLAR - CUBIERTA

Figura146. Incidencia solar cubierta estado actual - primavera 14:00pm.



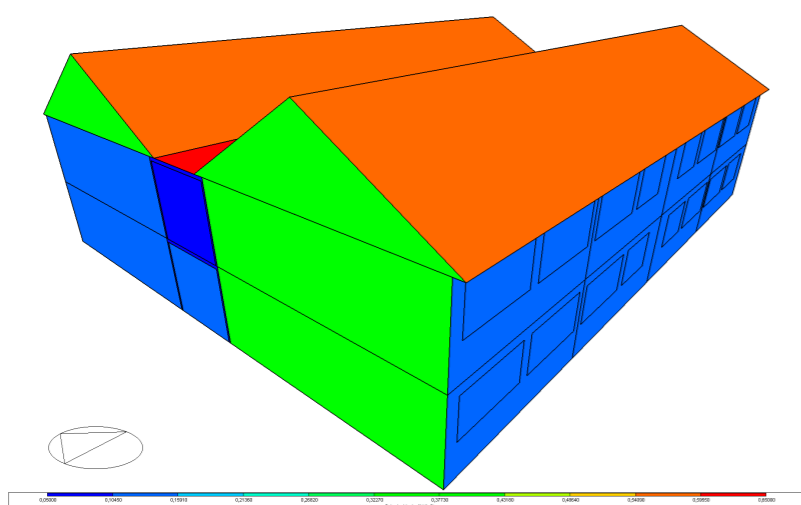
INCIDENCIA SOLAR - ESTE

Figura147. Incidencia solar este estado actual- primavera 14:00pm.



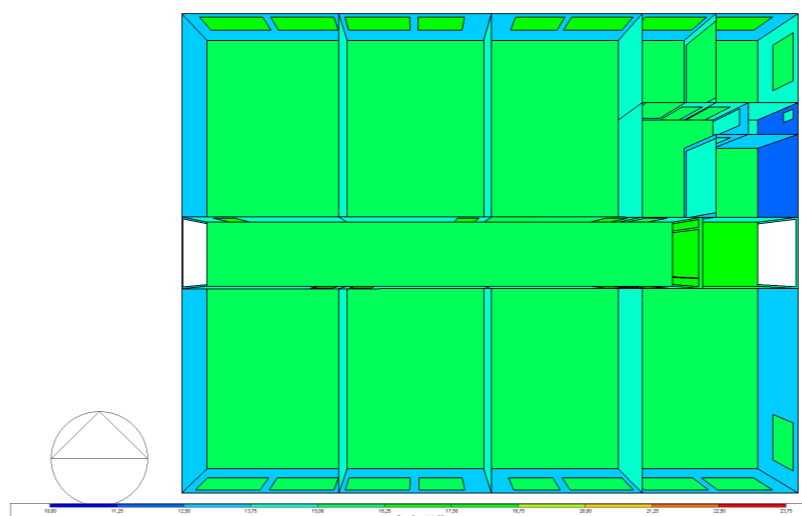
INCIDENCIA SOLAR - OESTE

Figura148. Incidencia solar oeste estado actual- primavera 14:00pm.



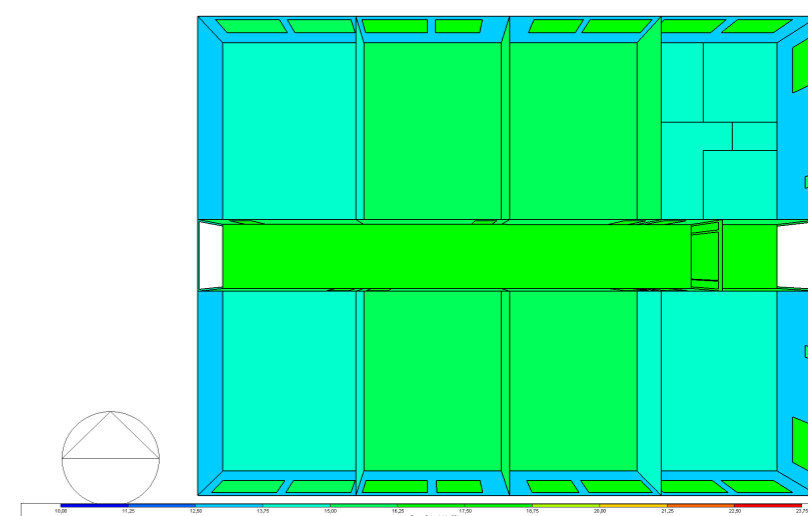
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA BAJA

Figura149. Incidencia solar planta baja estado actual- primavera 14:00pm.



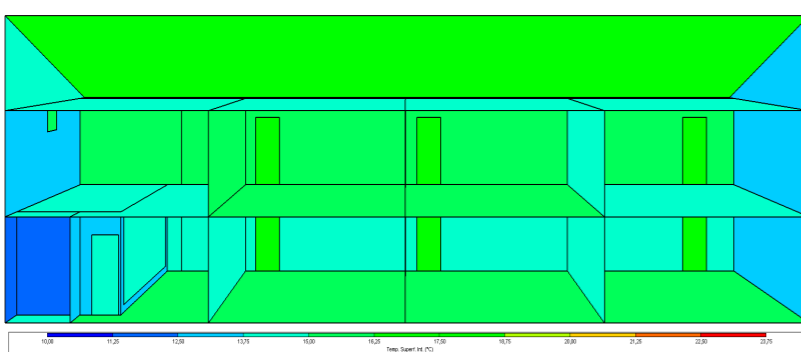
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA ALTA

Figura150. Incidencia solar planta alta estado actual- primavera 14:00pm.



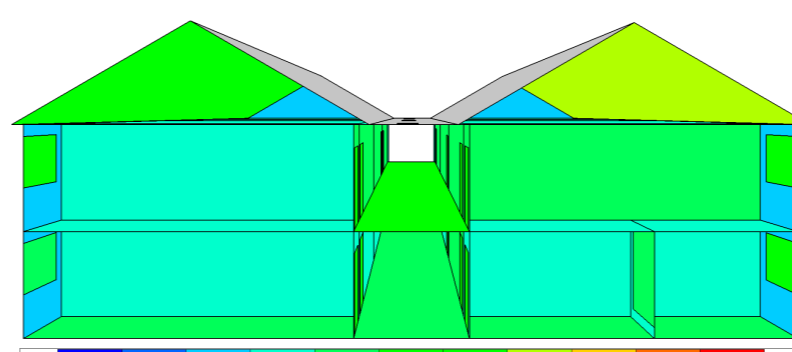
INCIDENCIA SOLAR - CORTE LONGITUDINAL

Figura151. Incidencia solar corte longitudinal estado actual- primavera 14:00pm.



INCIDENCIA SOLAR - CORTE TRANSVERSAL

Figura152. Incidencia solar corte transversal estado actual- primavera 14:00pm.



ANÁLISIS

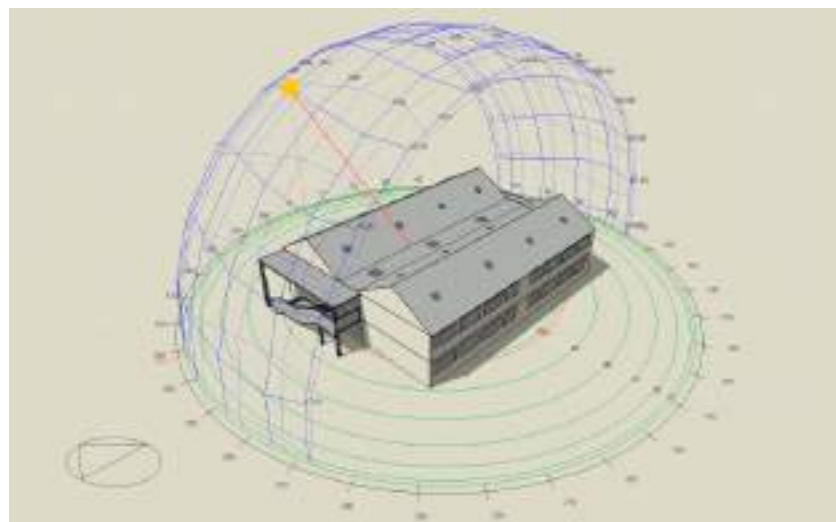
En la simulación realizada a las 14:00 h durante la estación de primavera, se identifica que la cubierta es la que recibe mayor incidencia solar, la fachada **Este** ya no presenta un incidencia solar directa, mientras que la fachada **Oeste**, empieza a tener una mayor incidencia solar esto debido al ángulo de incidencia solar en esa franja horaria.

En el interior, las mediciones reflejan temperaturas que oscilan entre **15 °C** y **16,25 °C**, valores que, en el contexto de un territorio andino, representan una condición desfavorable para el confort térmico en las aulas. Estas bajas temperaturas pueden generar disconfort en los ocupantes, reduciendo su capacidad de concentración y afectando el desempeño académico, lo que refuerza la necesidad de implementar estrategias pasivas y activas que mitiguen este impacto térmico.

PROPUESTA

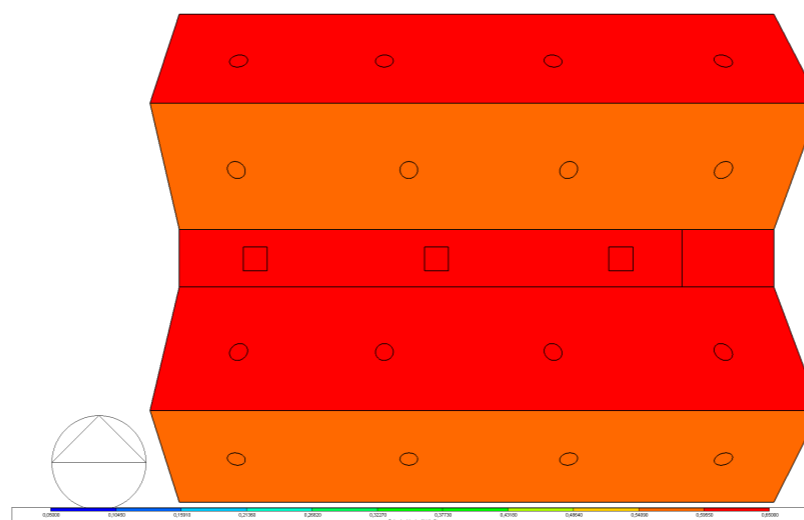
DIAGRAMA SOLAR

Figura153. Diagrama solar propuesta - primavera 14:00pm.



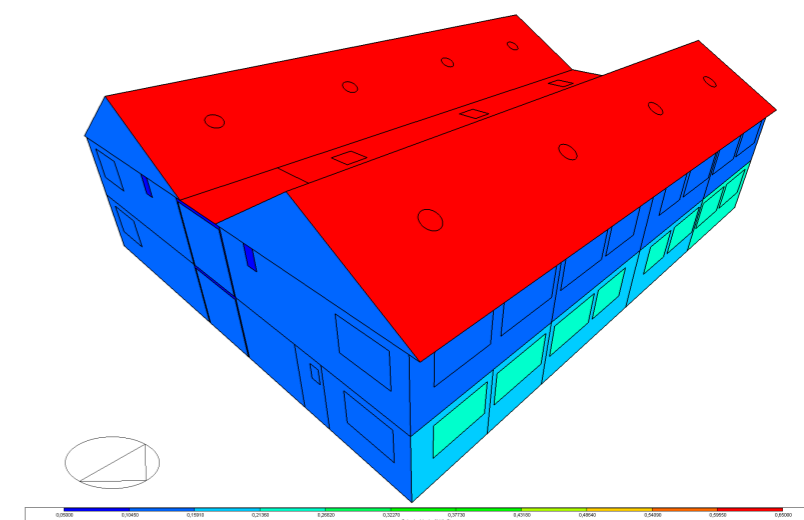
INCIDENCIA SOLAR - CUBIERTA

Figura154. Incidencia solar cubierta propuesta - primavera 14:00pm.



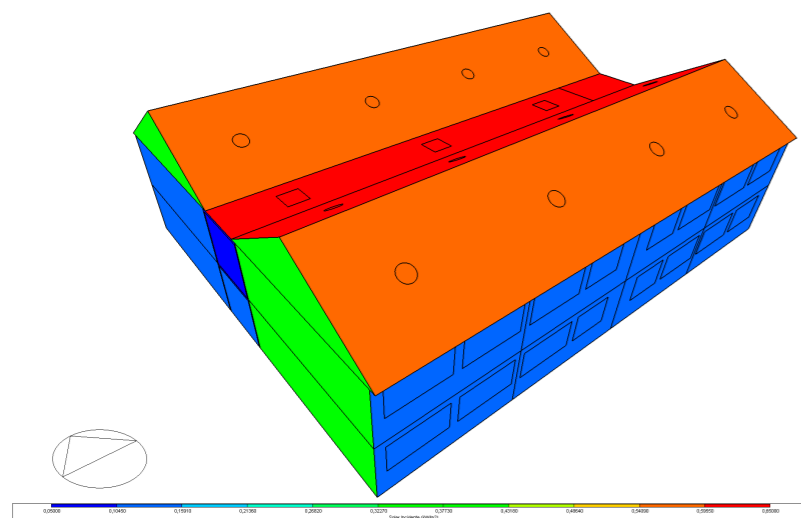
INCIDENCIA SOLAR - ESTE

Figura155. Incidencia solar este propuesta - primavera 14:00pm.



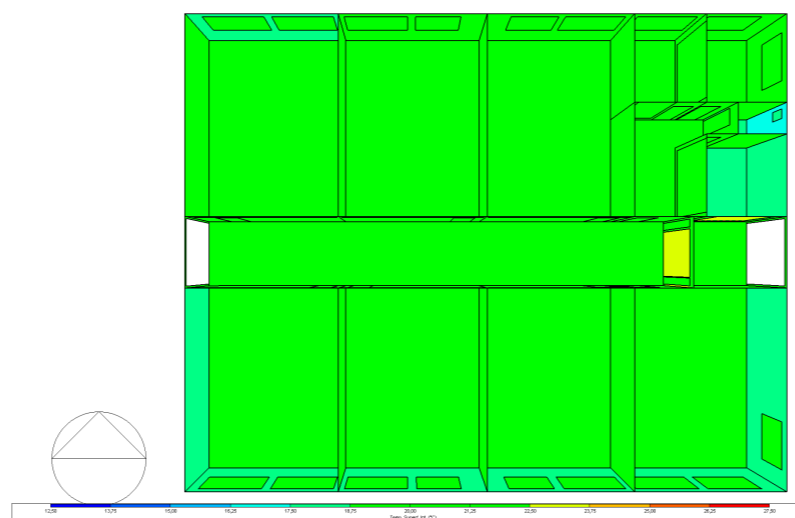
INCIDENCIA SOLAR - OESTE

Figura156. Incidencia solar oeste propuesta - primavera 14:00pm.



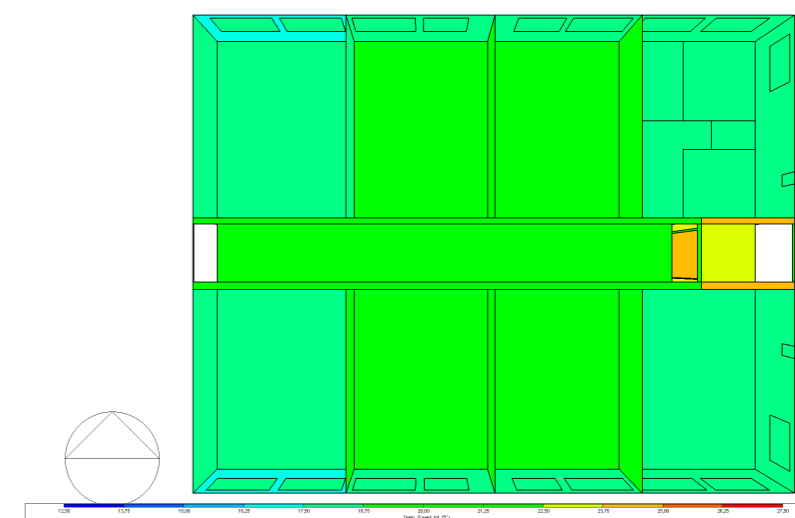
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA BAJA

Figura157. Incidencia solar planta baja propuesta - primavera 14:00pm.



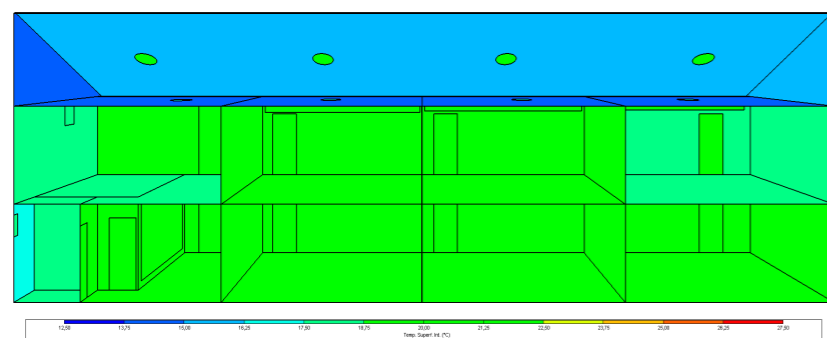
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA ALTA

Figura158. Incidencia solar planta alta propuesta - primavera 14:00pm.



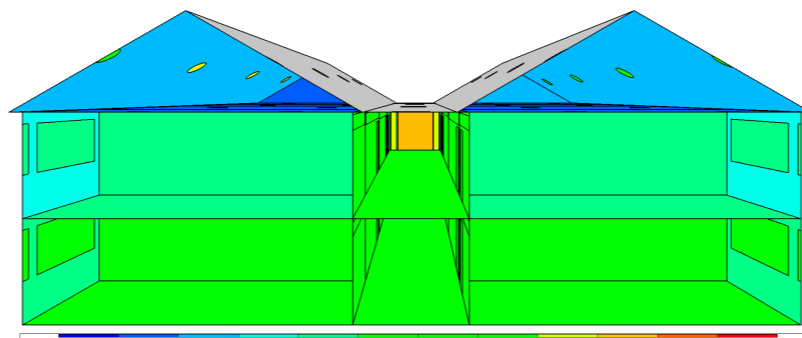
INCIDENCIA SOLAR - CORTE LONGITUDINAL

Figura159. Incidencia solar corte longitudinal propuesta - primavera 14:00pm.



INCIDENCIA SOLAR - CORTE TRANSVERSAL

Figura160. Incidencia solar corte transversal propuesta - primavera 14:00pm.



ANÁLISIS

En contraste, la simulación realizada con los datos ajustados según la propuesta evidencia una mejora significativa en el confort térmico de las aulas. Mientras que en el estado actual se registra una temperatura máxima de $16,25\text{ }^{\circ}\text{C}$, la propuesta eleva este valor hasta $20,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, lo que representa un incremento sustancial que contribuye directamente al bienestar térmico de los estudiantes.

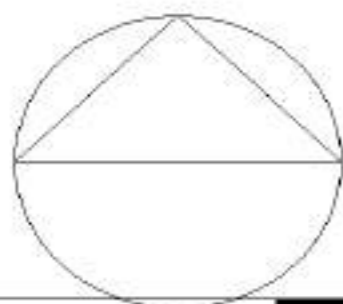
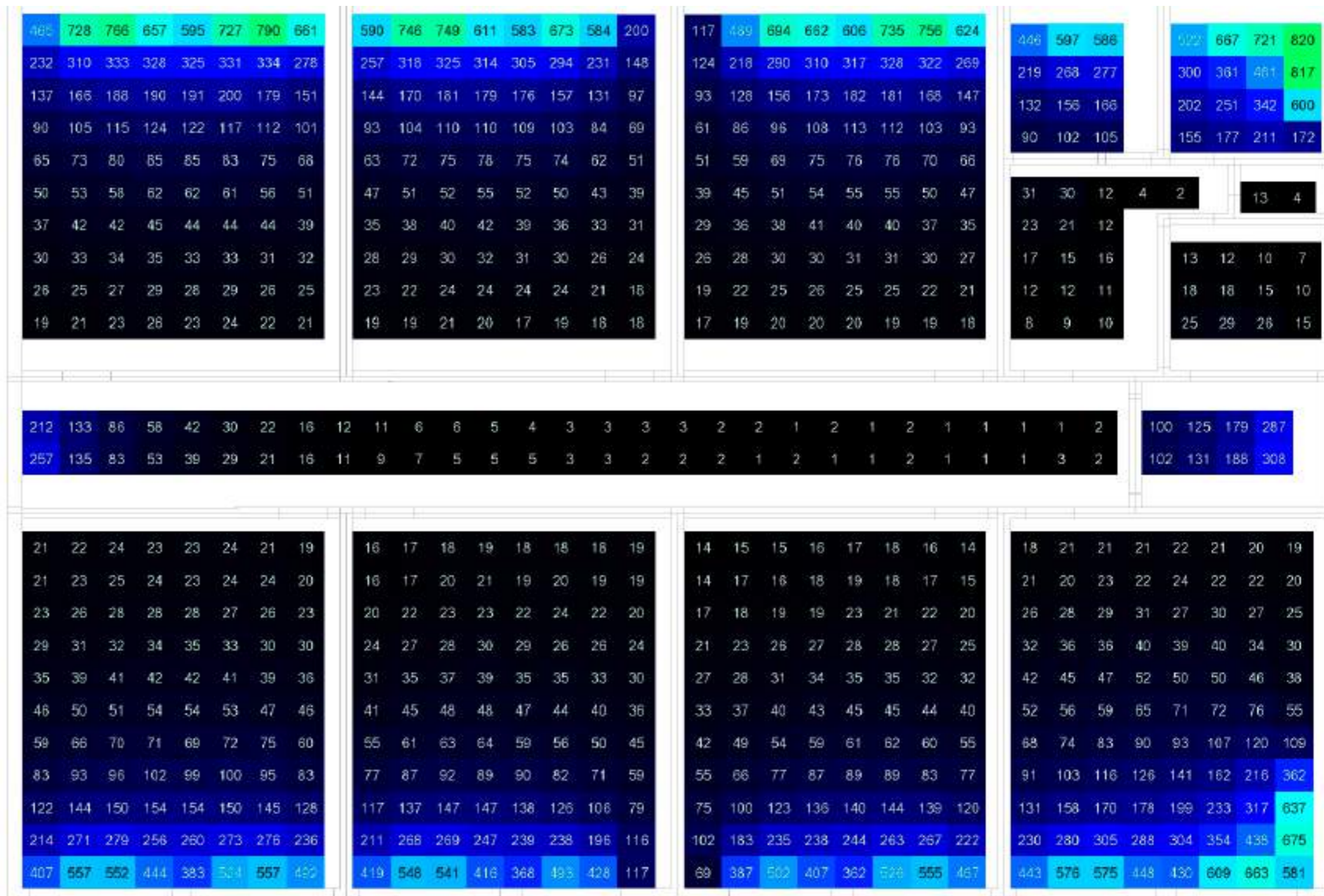
Este aumento permite alcanzar un nivel de confort adecuado, optimizando la capacidad de concentración y el rendimiento académico, a la vez que asegura el cumplimiento de los estándares mínimos establecidos a nivel nacional. Para el caso específico de Salcedo, que presenta un clima templado-andino, se recomienda tener una temperatura mínima de $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ en espacios educativos, valor que la propuesta logra satisfacer de manera eficiente.

ESTADO ACTUAL

ILUMINANCIA SEP- NOV 14:00 PM

Figura161. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja estado actual - primavera 14:00pm

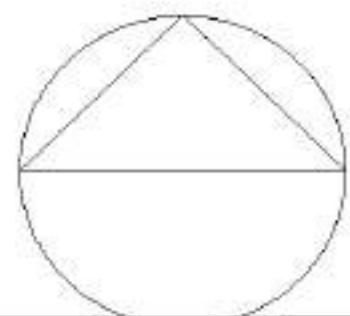
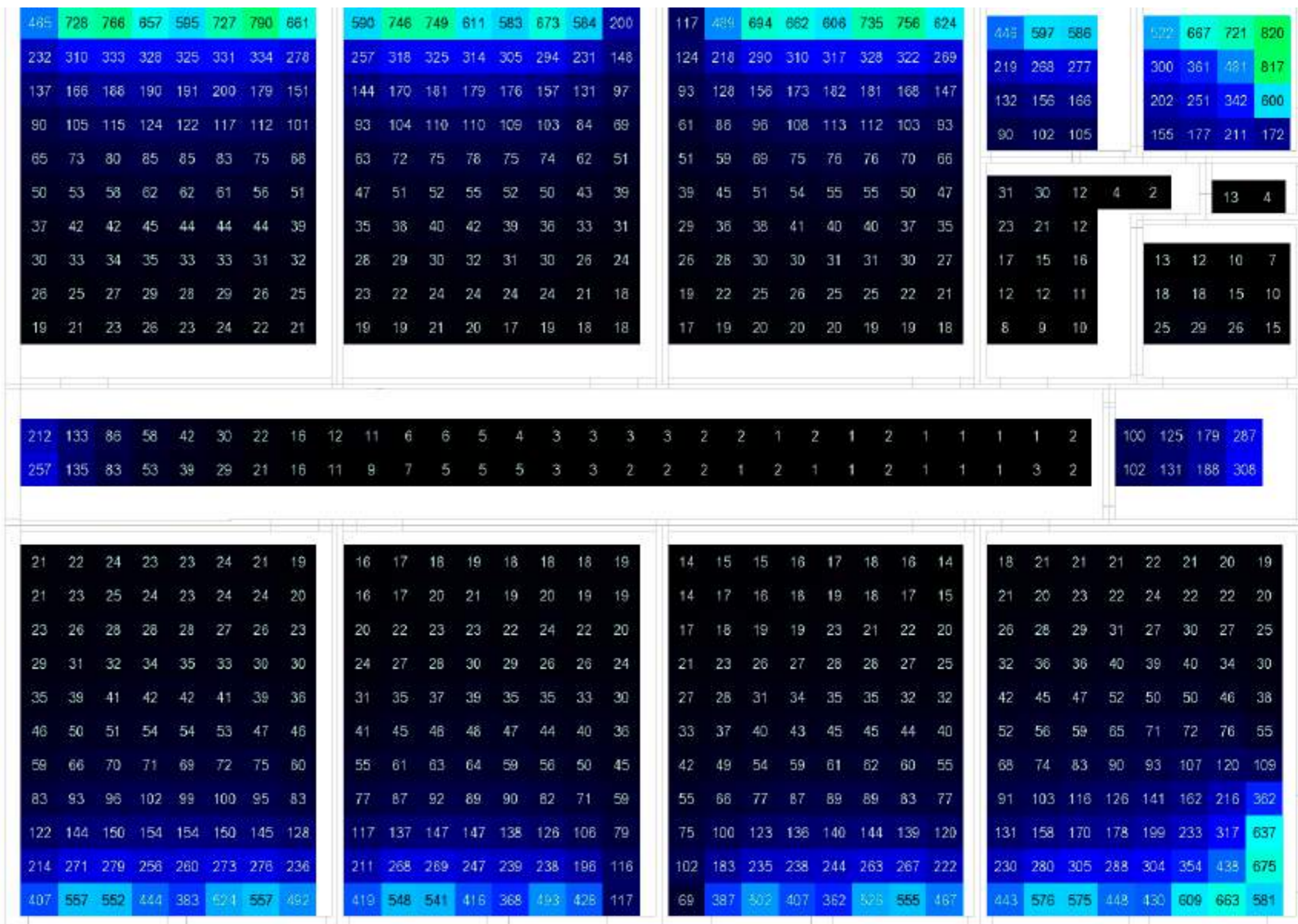
Planta Baja - Estado Actual



PROPUESTA

Planta Baja - Propuesta

Figura162. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja propuesta - primavera 14:00pm



ESTADO ACTUAL

ILUMINANCIA SEP- NOV 14:00 PM

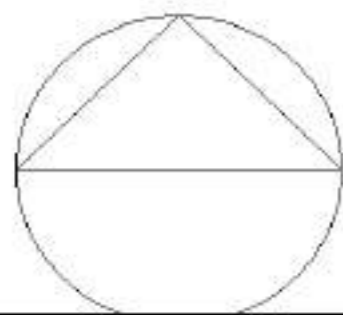
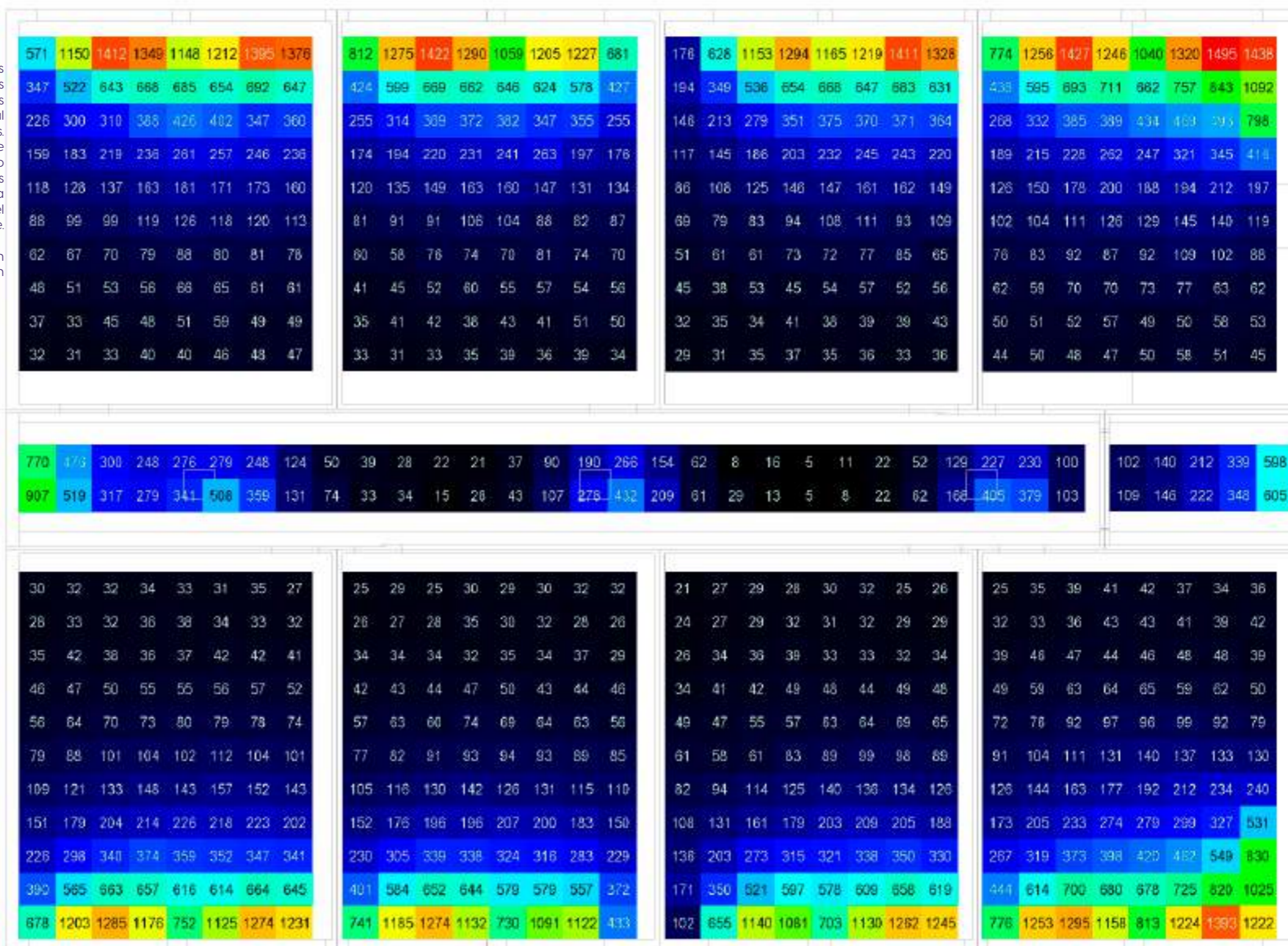
Figura163. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta estado actual - primavera 14:00pm

Planta Alta - Estado Actual

ANÁLISIS

En el análisis realizado en la planta alta del proyecto a las 14:00 p.m., se evidencia un déficit significativo en los niveles de iluminancia en relación con los parámetros establecidos por la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), la cual establece un valor mínimo de 300 lux para aulas educativas. En este caso, la simulación muestra una concentración de iluminancia cercana a la ventana, alcanzando un valor máximo de 1422 lux, mientras que en la zona central del aula los niveles descienden drásticamente hasta 36 lux. Esta disparidad refleja una distribución ineficiente de la luz natural, que compromete el confort visual y las condiciones adecuadas para el aprendizaje.

En cuanto al pasillo, se observa que los ductos de iluminación cenital existentes, con dimensiones de 60 x 60 cm, generan un valor máximo de 508 lux.



PROPUESTA

Figura164. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta propuesta - primavera 14:00pm

Planta Alta - Propuesta

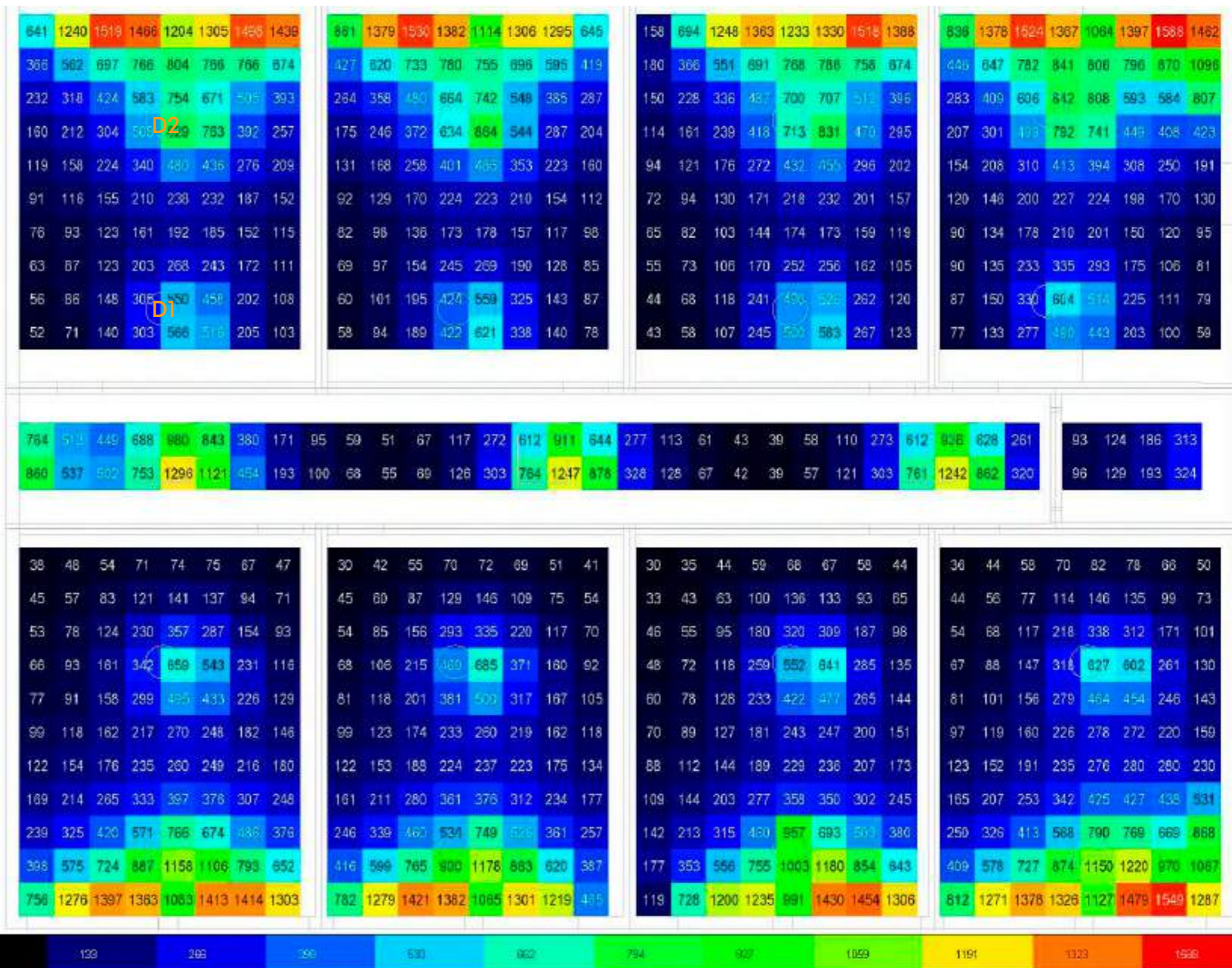
ANÁLISIS

Al aumentar la dimensión de los ductos existentes de 0.6 x 0.6 m a 1.00 x 1.00 m ya se empiezan a evidenciar cambios con un incremento de los luxes haciendose mas evidente en los elementos implementados en la propuesta ya que el sol cada vez se acerca a su puntos mas alto.

Se observa que en los ductos de iluminación implementados en las aulas se genera un incremento de luxes de 58 lux a 497 lux, superando el minimo requerido en la norma, esto debido a que el sol incide un poco mas en la cubierta.

ILUMINANCIAS (LUX) PRIMAVERA 14:00PM

Ubicación	Estado actual	Propuesta	Diferencia
Ducto 1 aula	36 lux	550 lux	514 lux
Ducto 2 aula	388lux	763lux	375lux
Ducto pasillo	432 lux	1247 lux	815lux



ESTADO ACTUAL

Figura165. Datos generales temperatura, ganancias de calor y consumo energético - estado actual verano jun-agos.

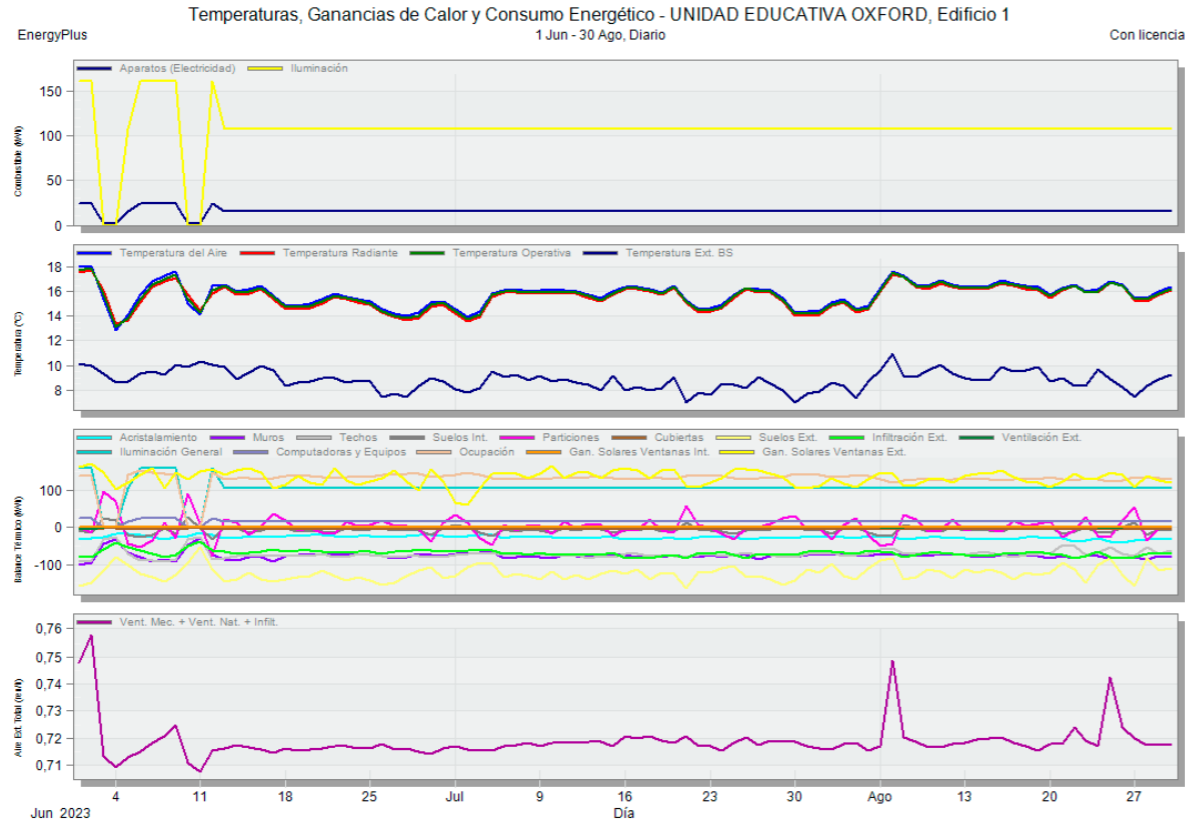
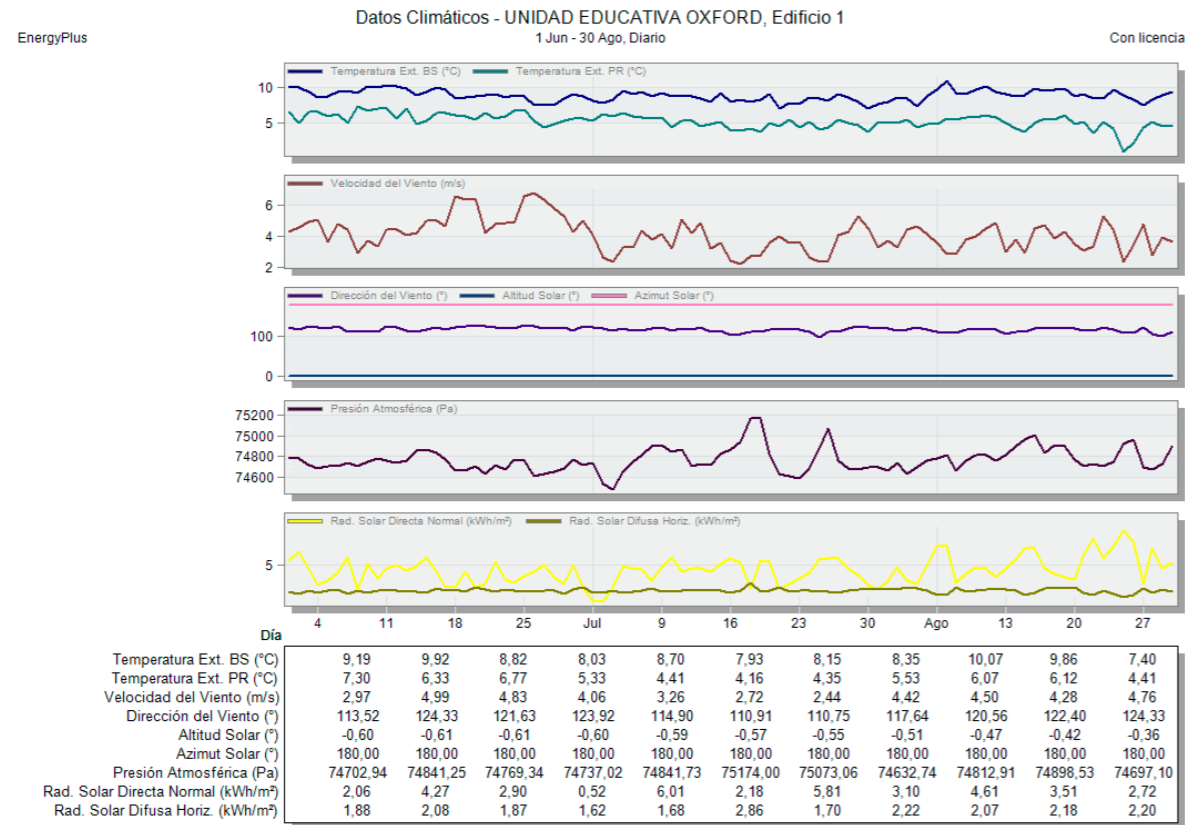


Figura166. Datos climáticos - estado actual verano jun-agos.



PROPUESTA

Figura168. Datos generales temperatura, ganancias de calor y consumo energético - propuesta verano jun-agos.

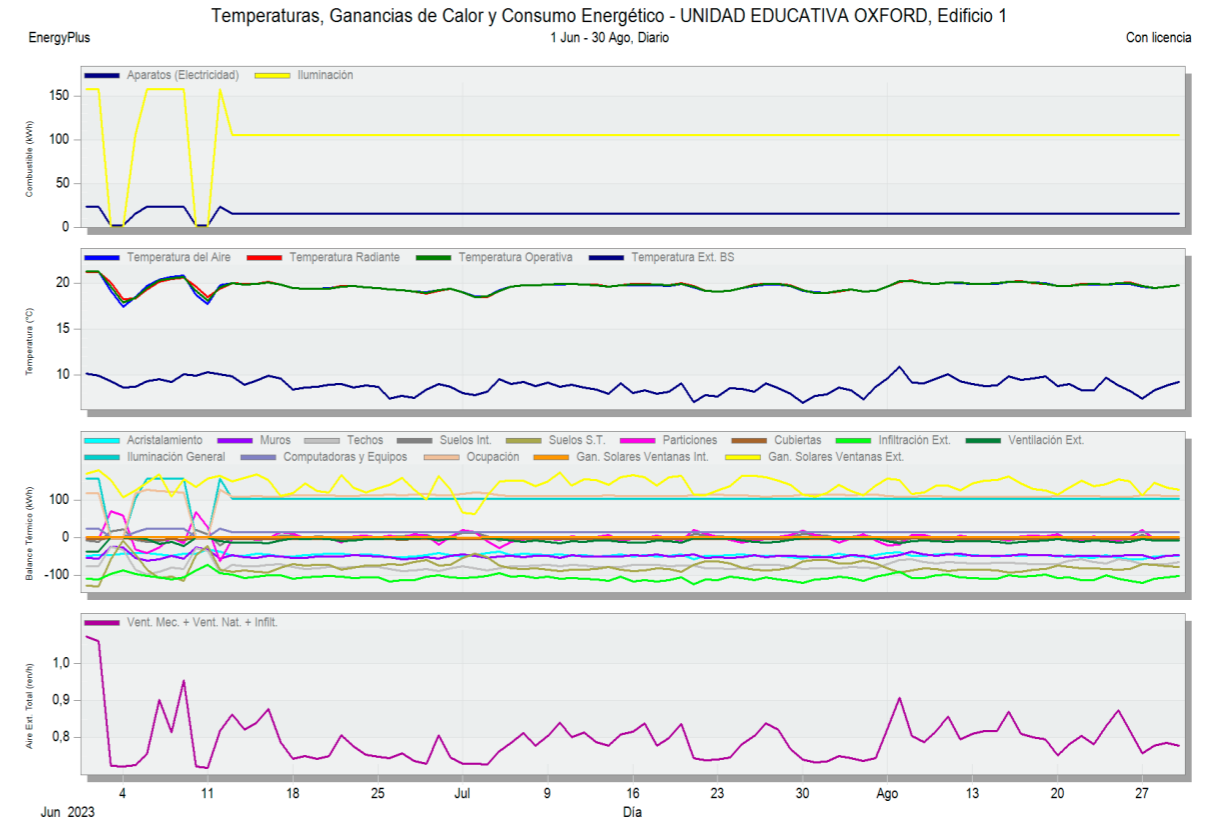
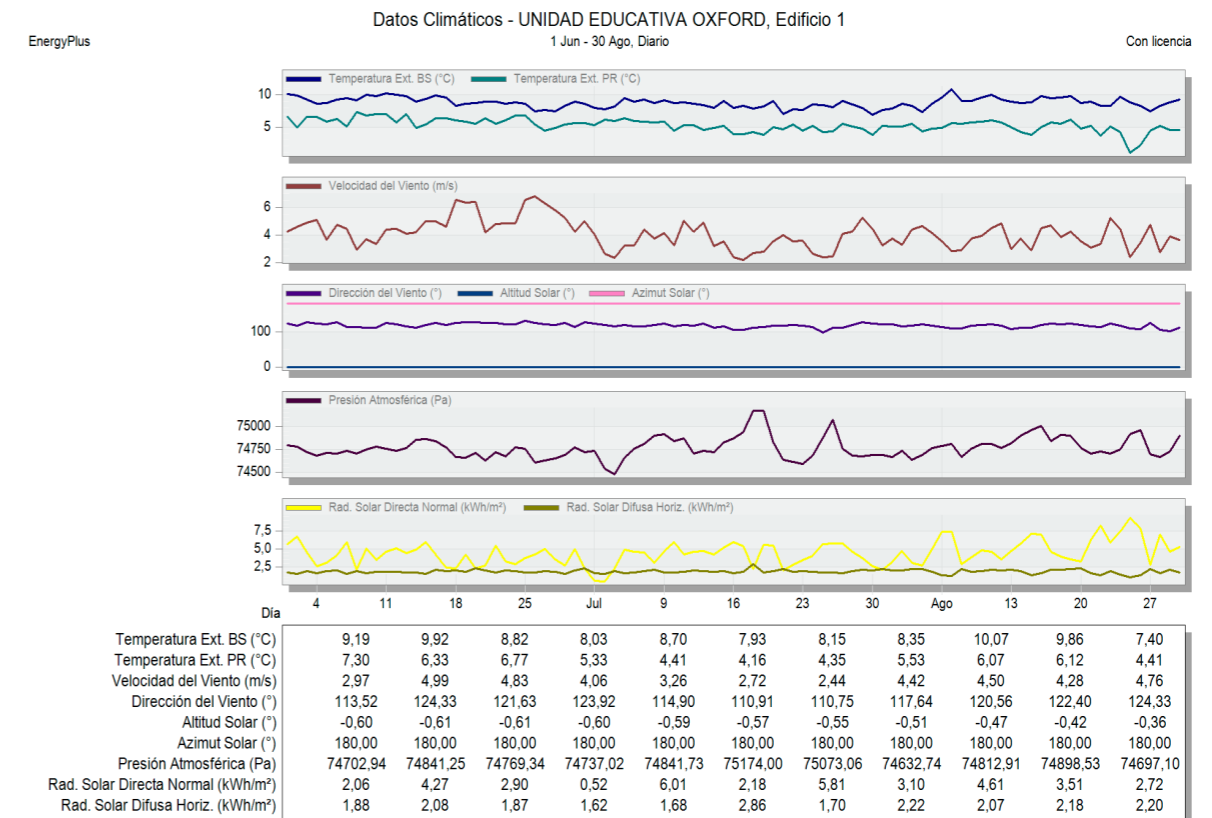


Figura167. Datos climáticos - propuesta verano jun-agos.



ESTADO ACTUAL

Figura169. Datos confort térmico - estado actual verano jun-agos.

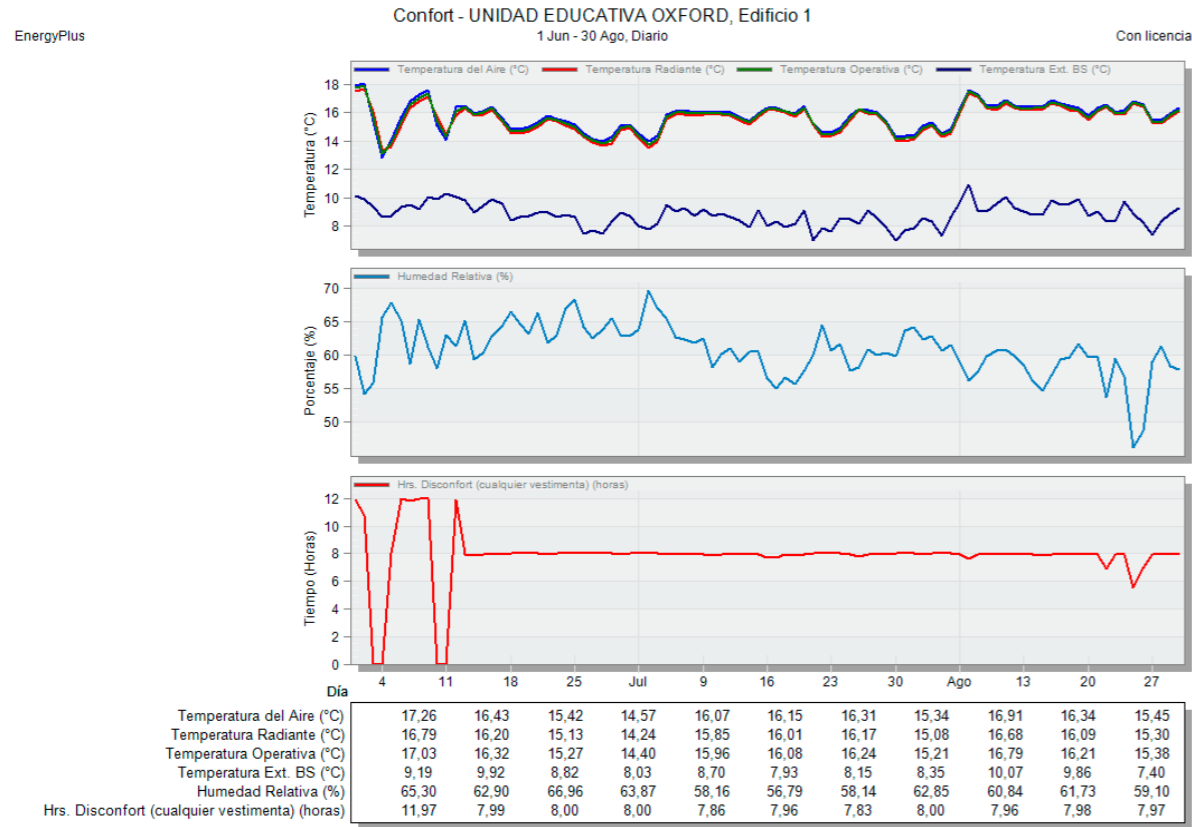
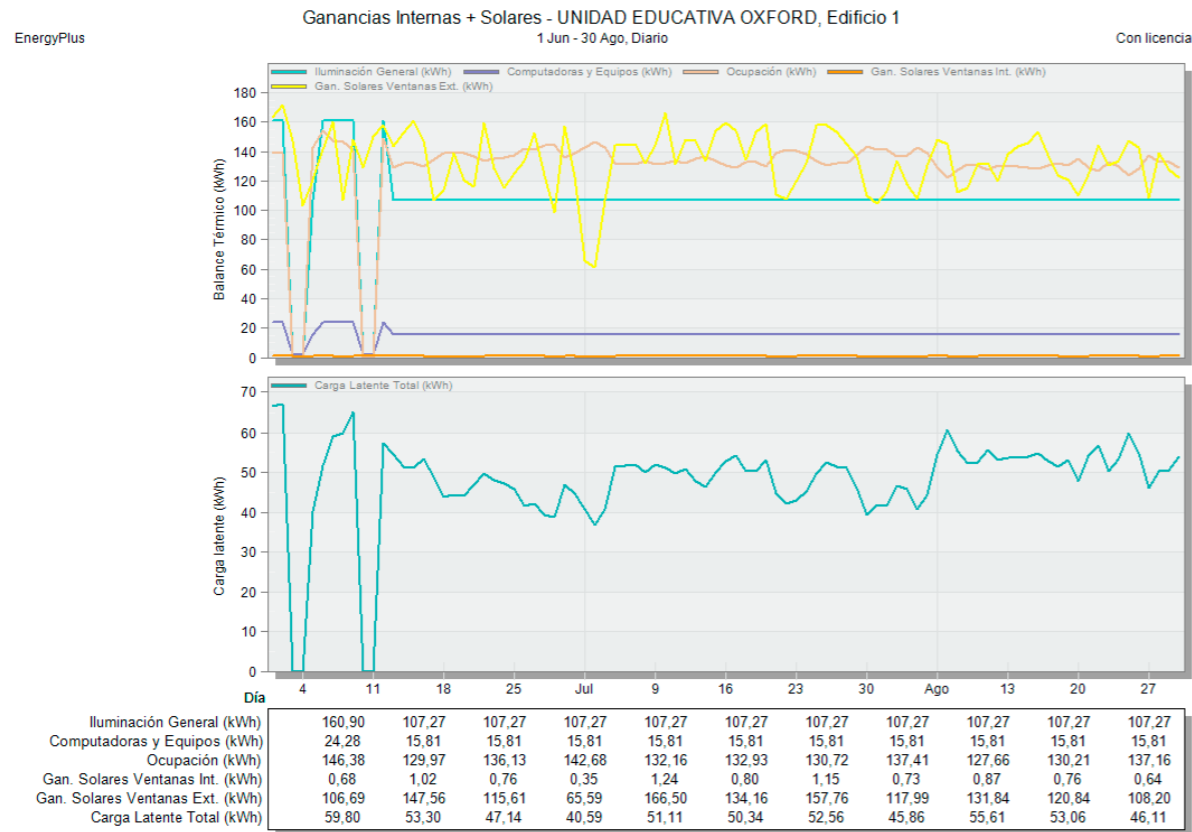


Figura170. Datos ganancias internas + solares - estado actual verano jun-agos.



PROPUESTA

Figura172. Datos confort térmico - propuesta verano jun-agos.

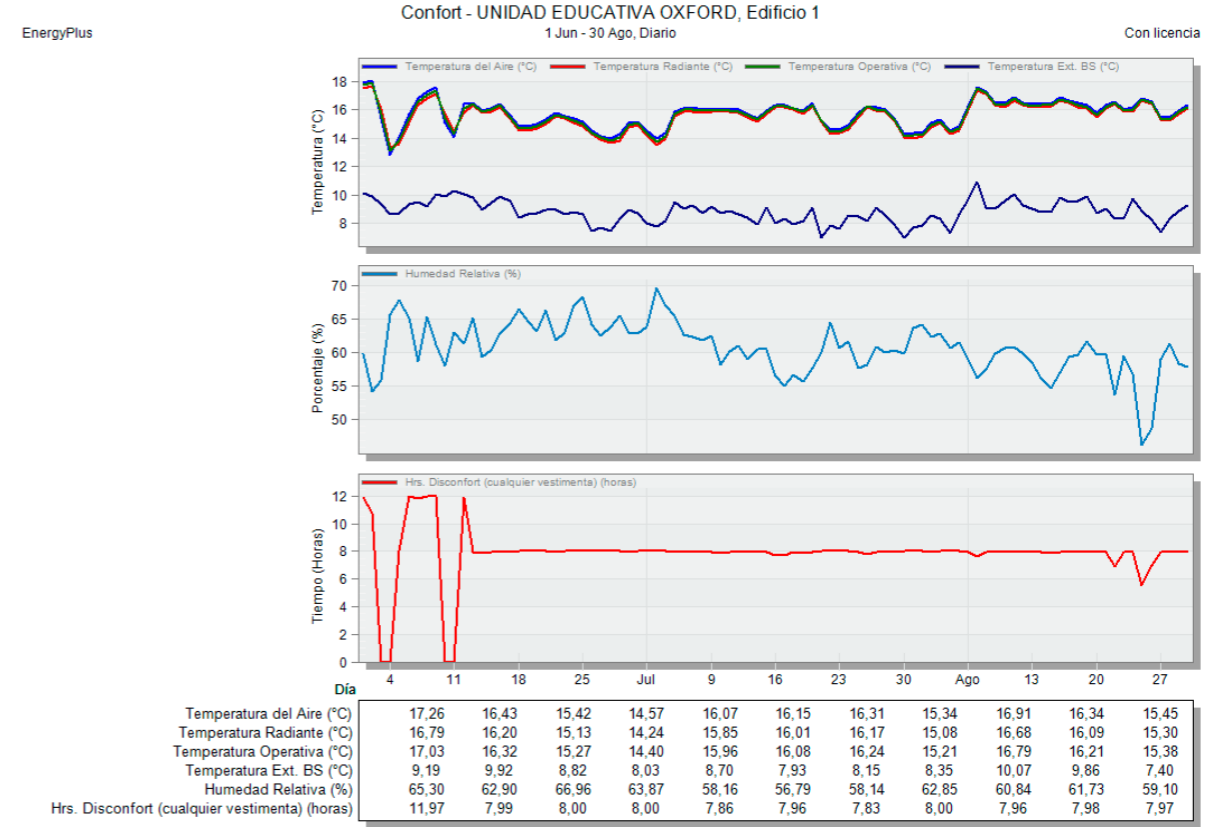
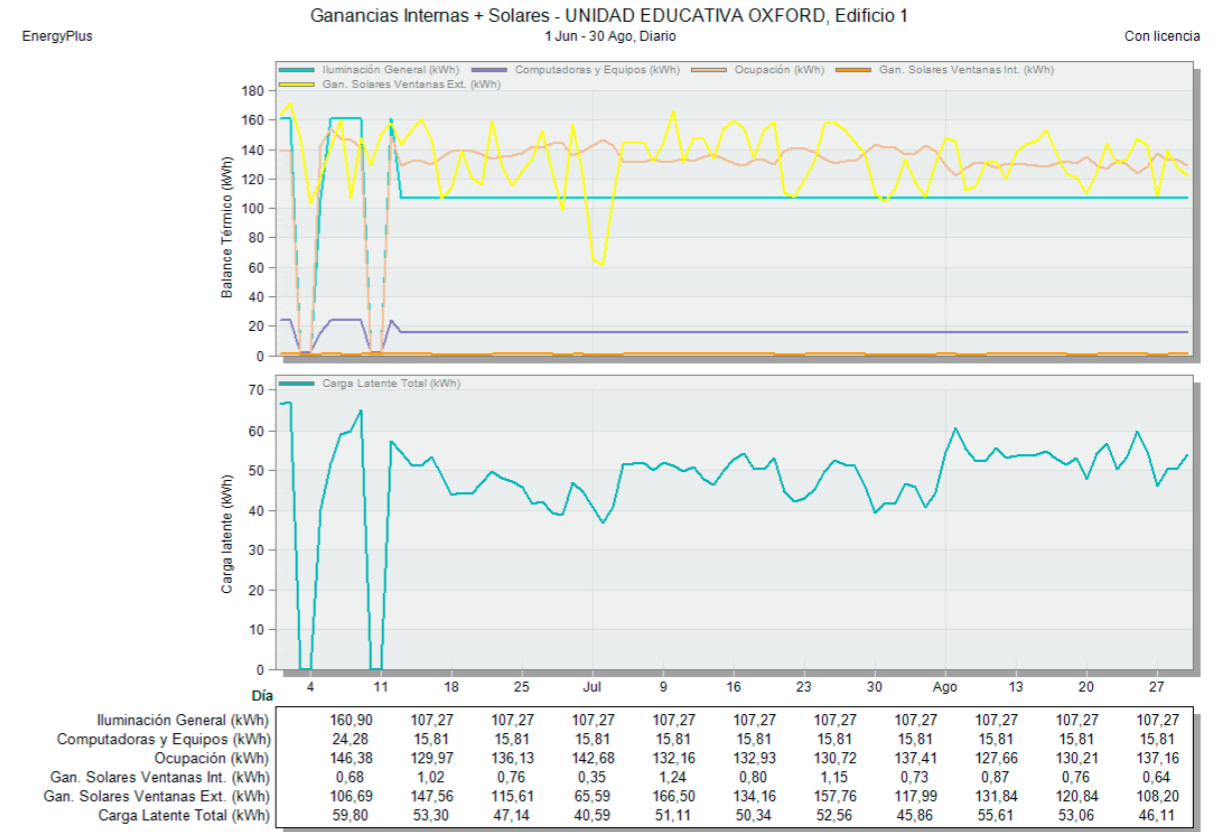
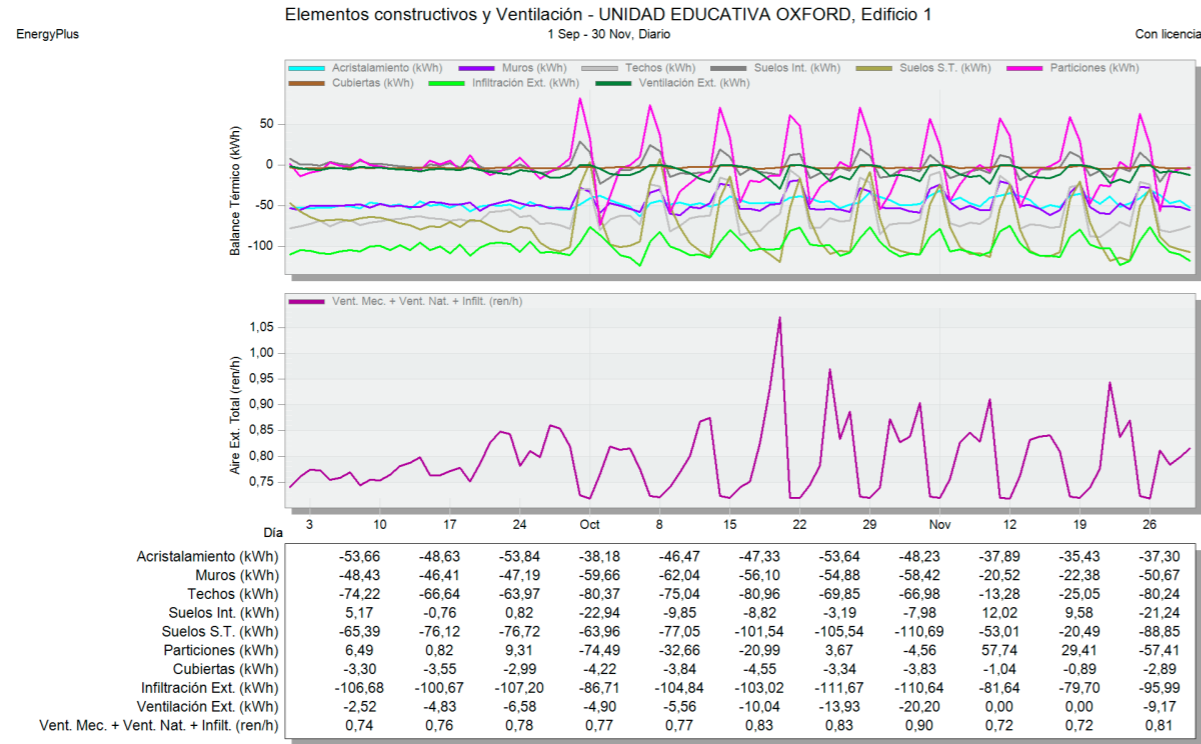


Figura171. Datos ganancias internas + solares - propuesta verano jun-agos.



ESTADO ACTUAL

Figura173. Datos elementos constructivos y ventilación - estado actual verano jun-agos.



PROPUESTA

Figura176. Datos elementos constructivos y ventilación - propuesta verano jun-agos.

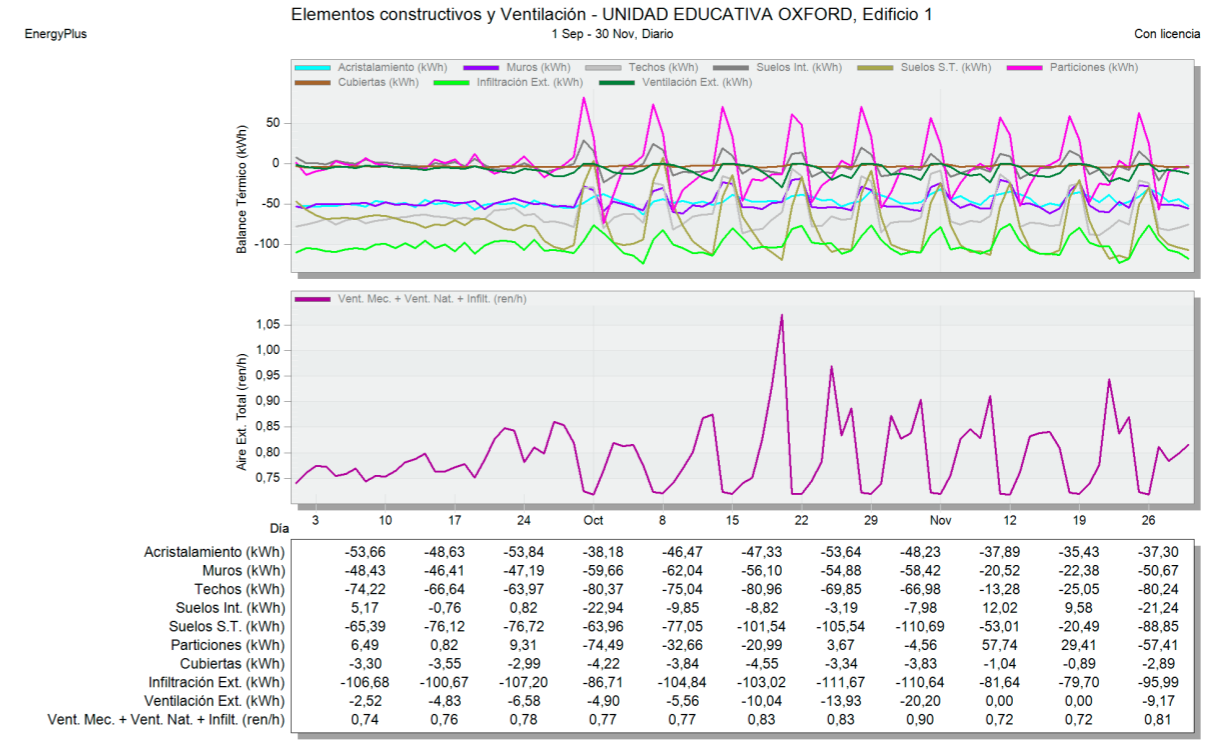


Figura174. Datos consumos desglosados - estado actual verano jun-agos.

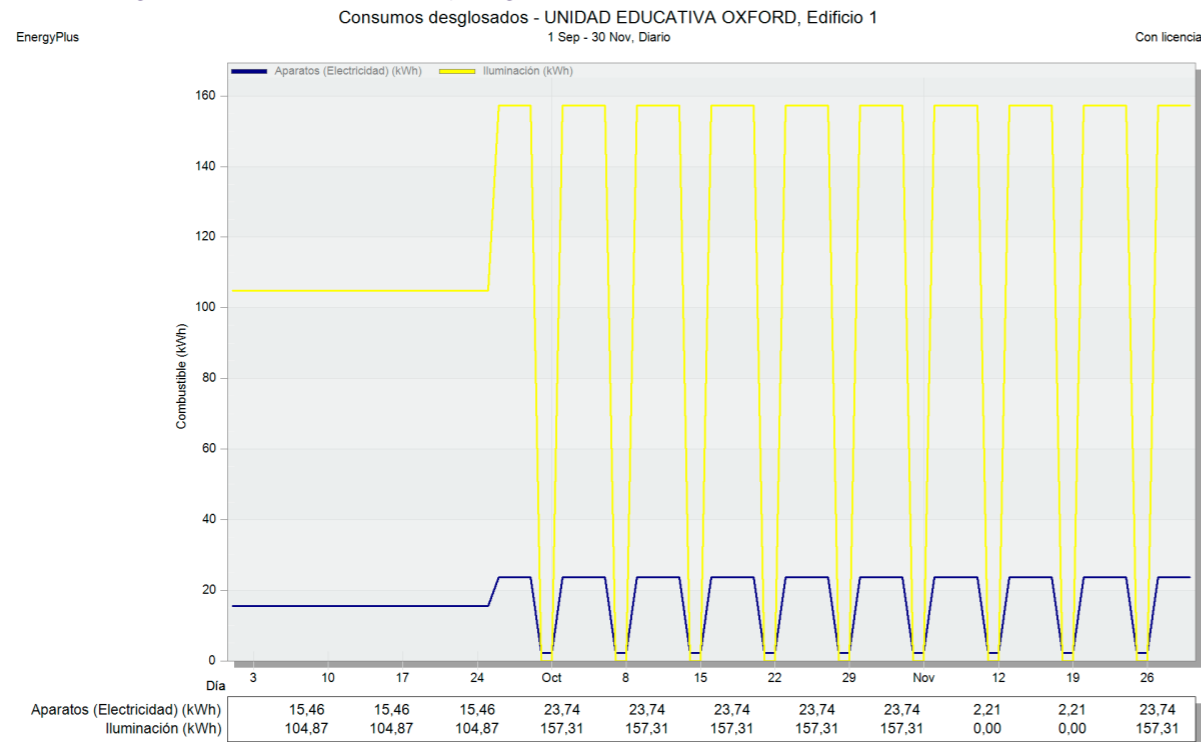
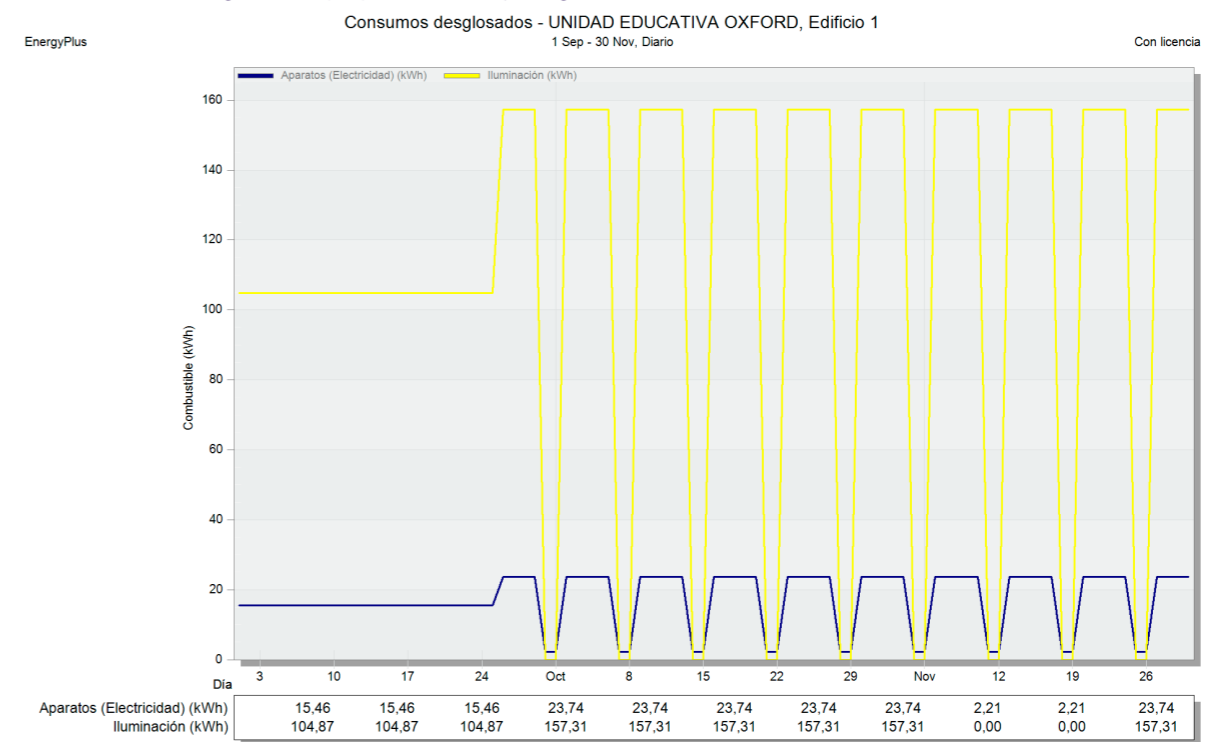


Figura175. Datos consumos desglosados - propuesta verano jun-agos.



ESTADO ACTUAL

PROPUESTA

Figura177. Datos consumos totales - estado actual verano jun-agos.

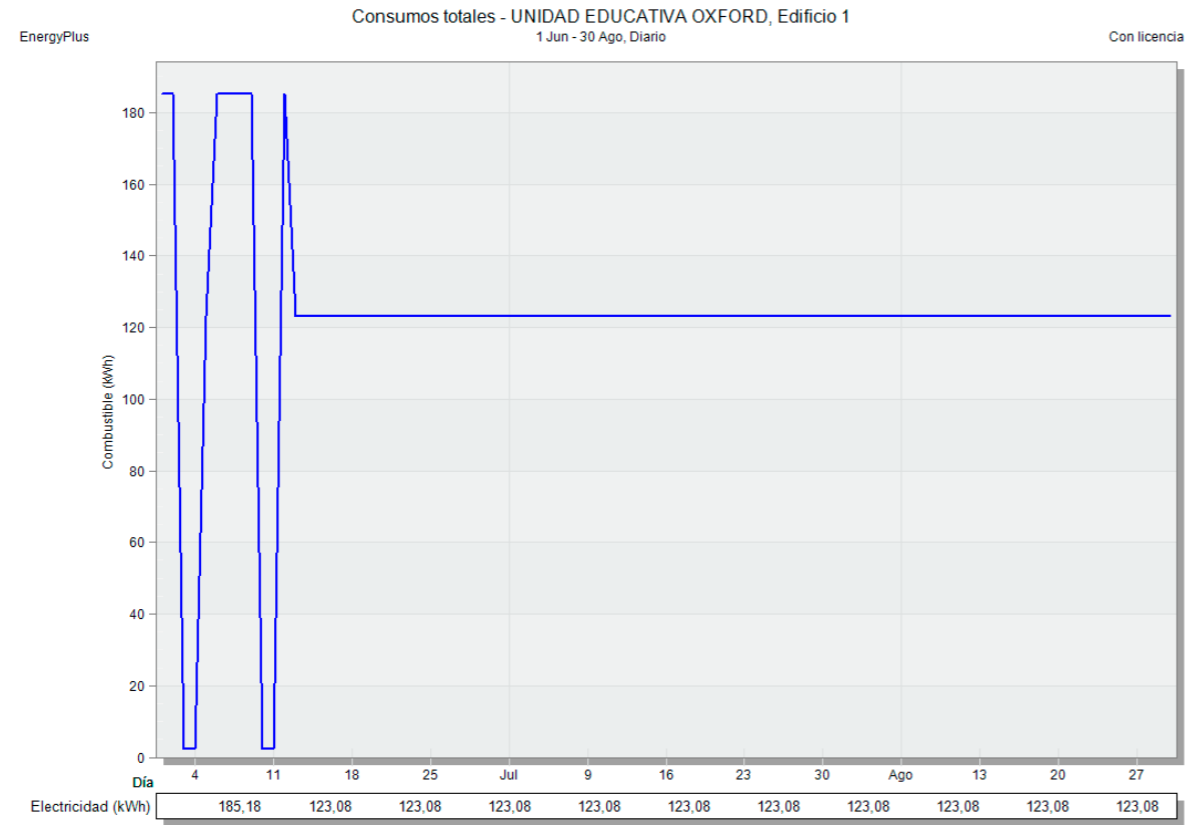


Figura178. Datos emisiones de CO2 - estado actual verano jun-agos.

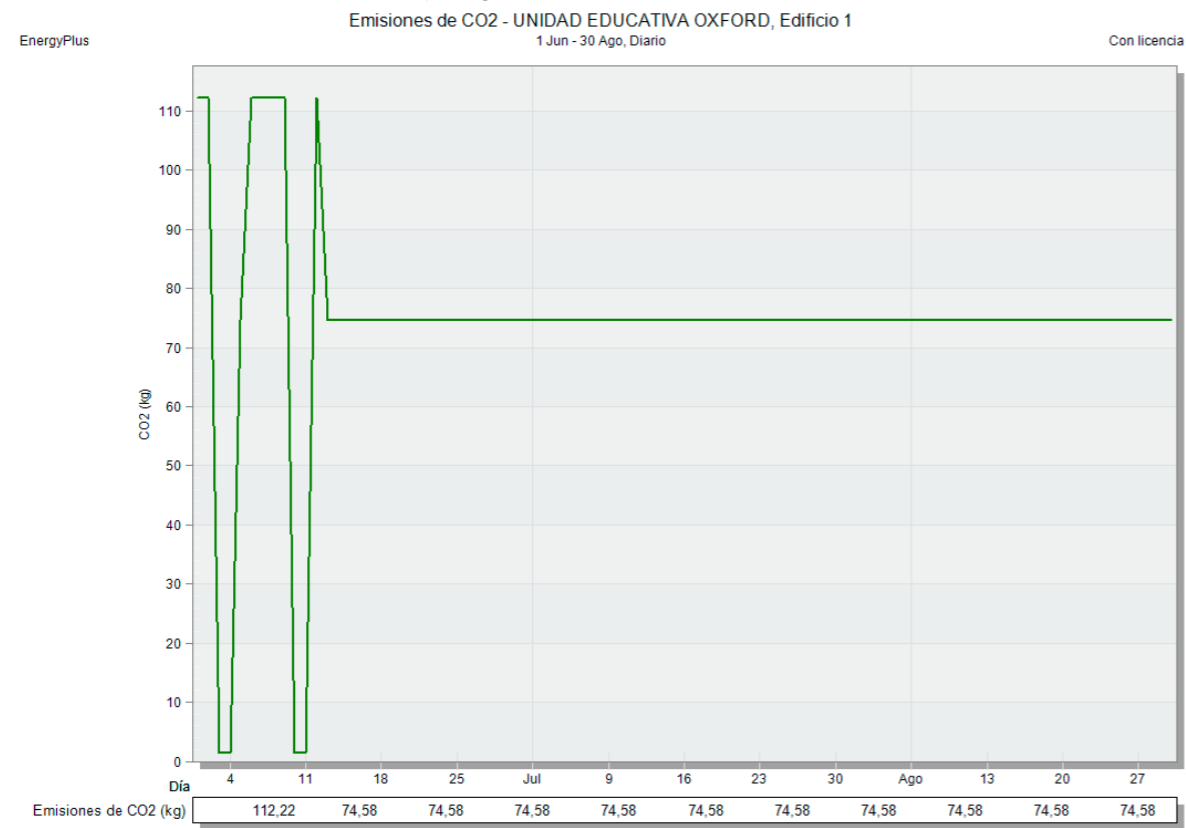


Figura180. Datos consumos totales - propuesta verano jun-agos.

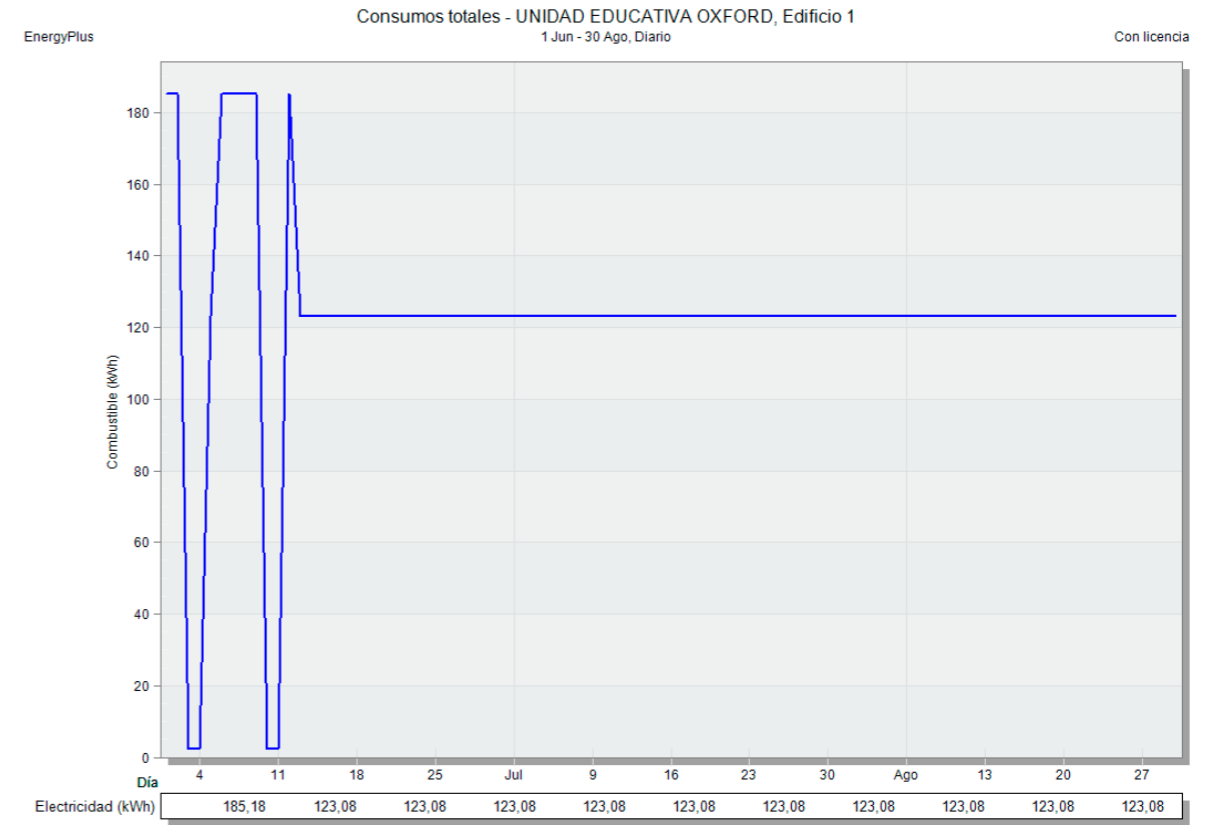
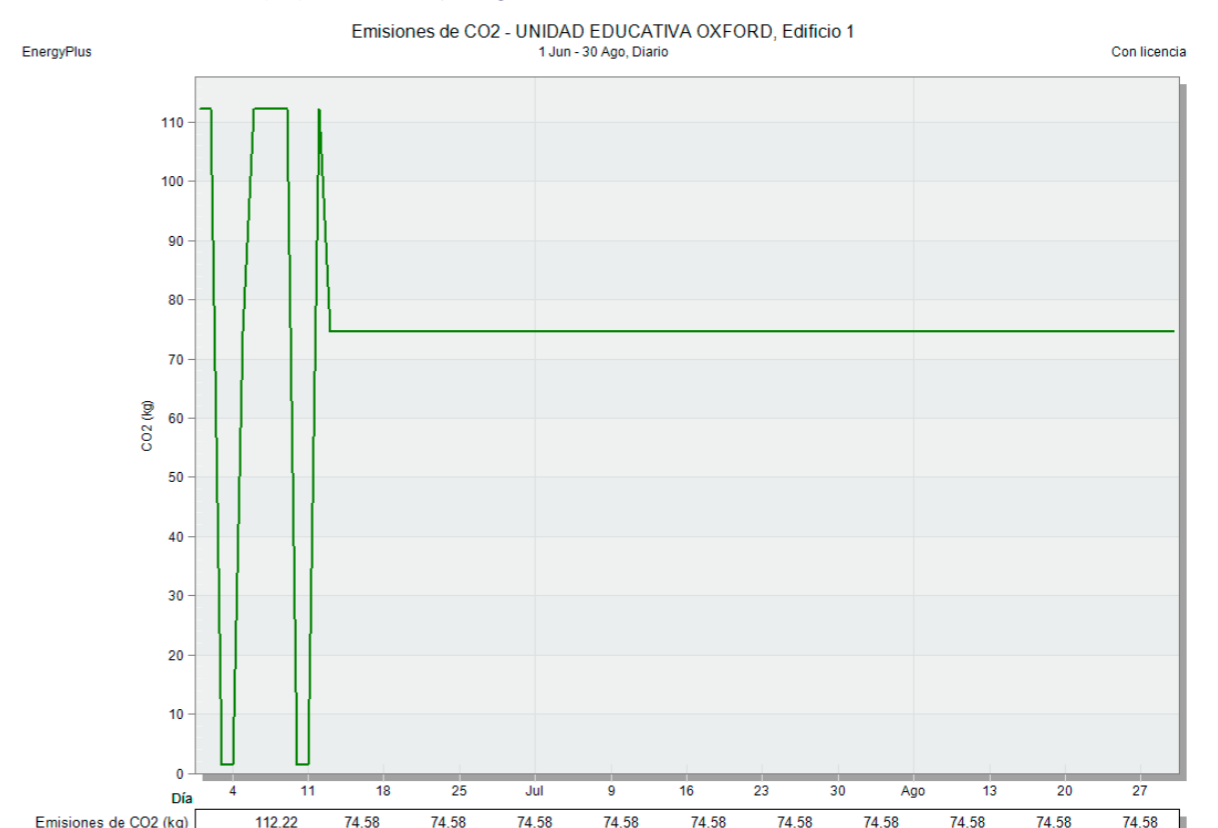


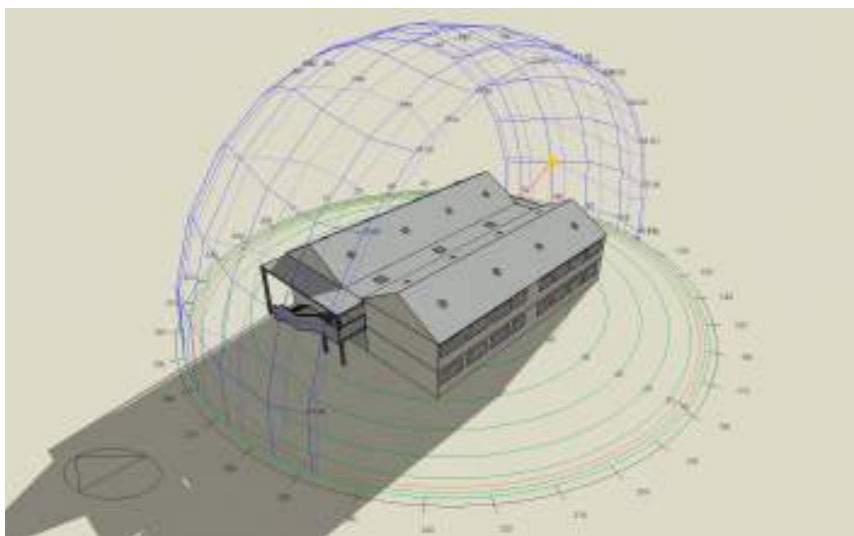
Figura179. Datos emisiones de CO2 - propuesta verano jun-agos.



ESTADO ACTUAL

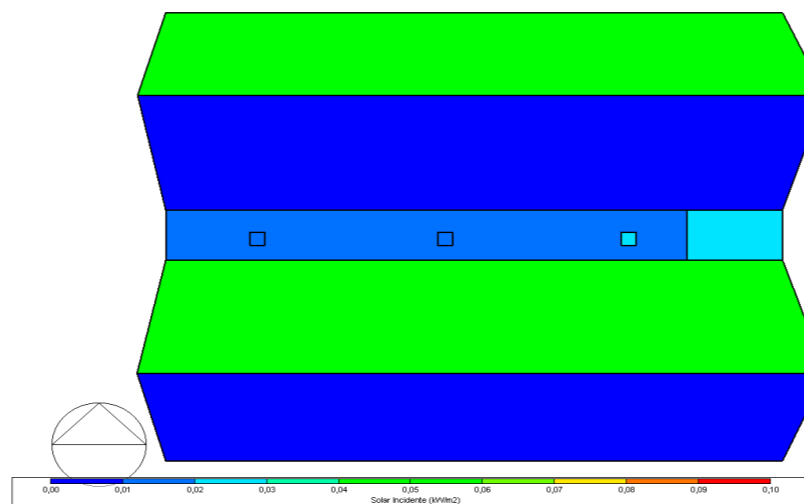
DIAGRAMA SOLAR

Figura181. Diagrama solar estado actual - verano 7:00am.



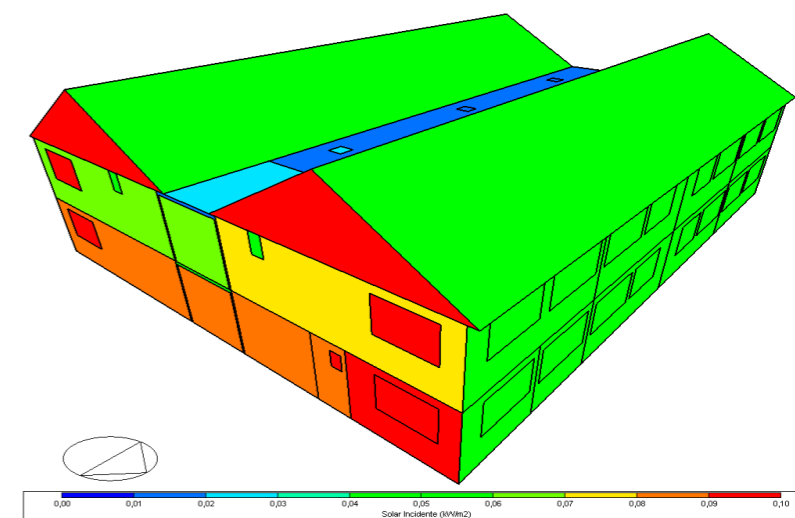
INCIDENCIA SOLAR - CUBIERTA

Figura182. Incidencia solar cubierta estado actual - verano 7:00am.



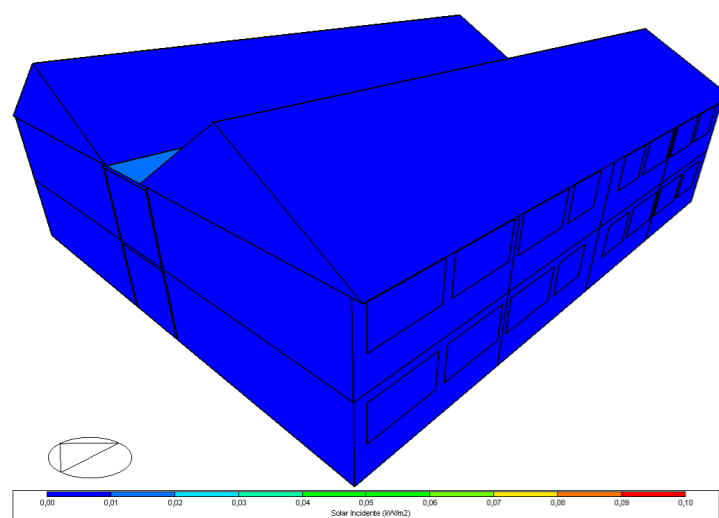
INCIDENCIA SOLAR - ESTE

Figura183. Incidencia solar este estado actual- verano 7:00am.



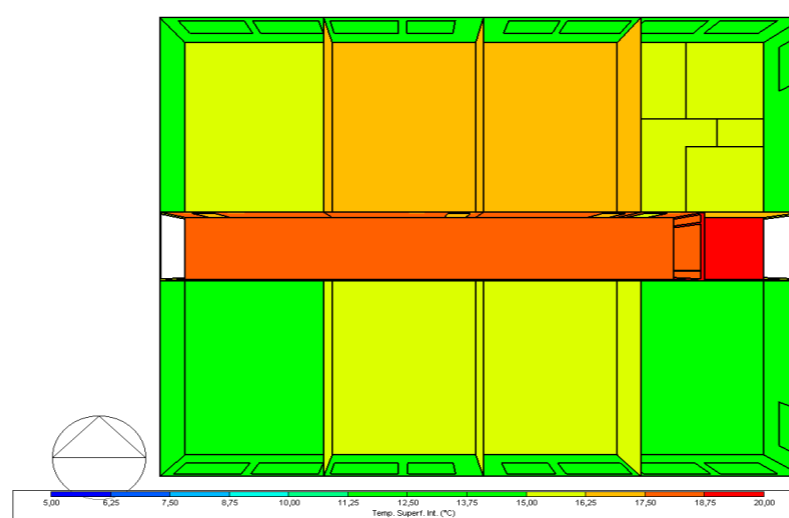
INCIDENCIA SOLAR - OESTE

Figura184. Incidencia solar oeste estado actual- verano 7:00am.



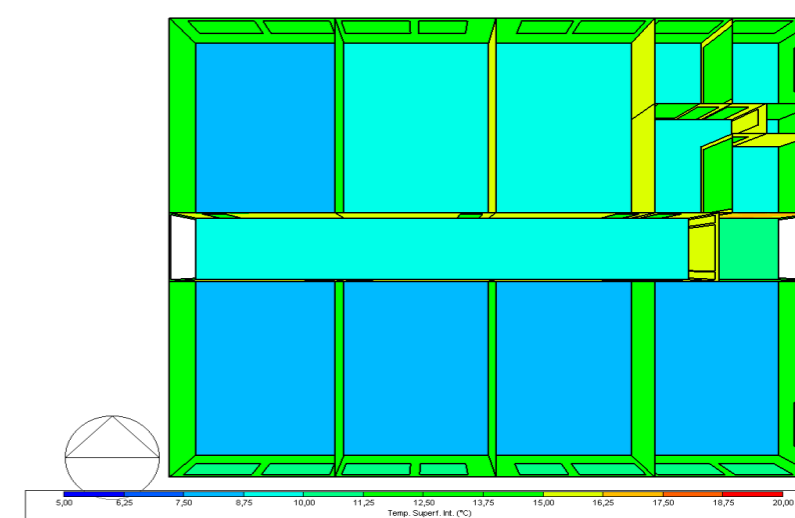
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA BAJA

Figura185. Incidencia solar planta baja estado actual- verano 7:00am.



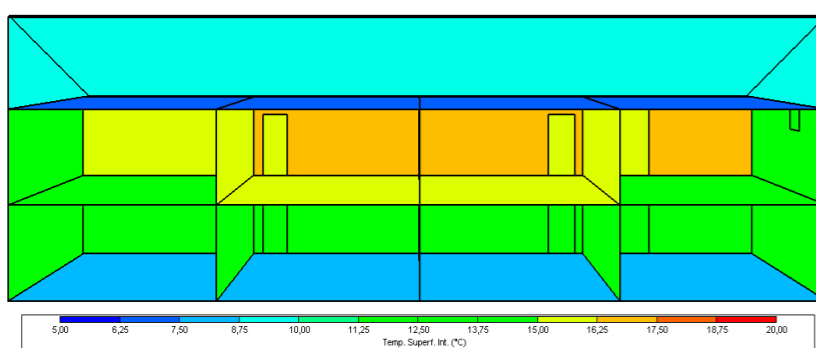
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA ALTA

Figura186. Incidencia solar planta alta estado actual- verano 7:00am.



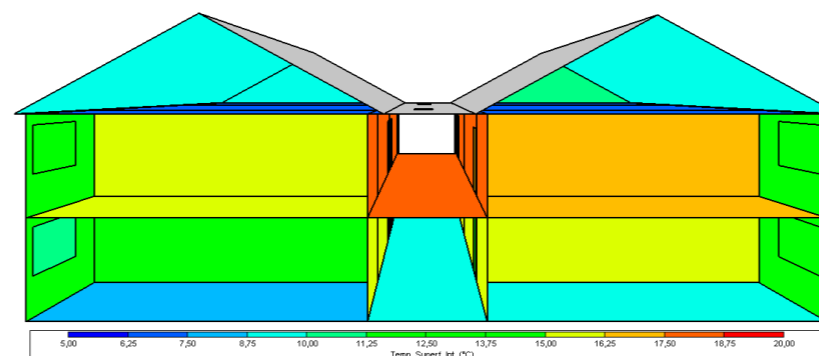
INCIDENCIA SOLAR - CORTE LONGITUDINAL

Figura187. Incidencia solar corte longitudinal estado actual - verano 7:00am.



INCIDENCIA SOLAR - CORTE TRANSVERSAL

Figura188. Incidencia solar corte transversal estado actual - verano 7:00am.



ANÁLISIS

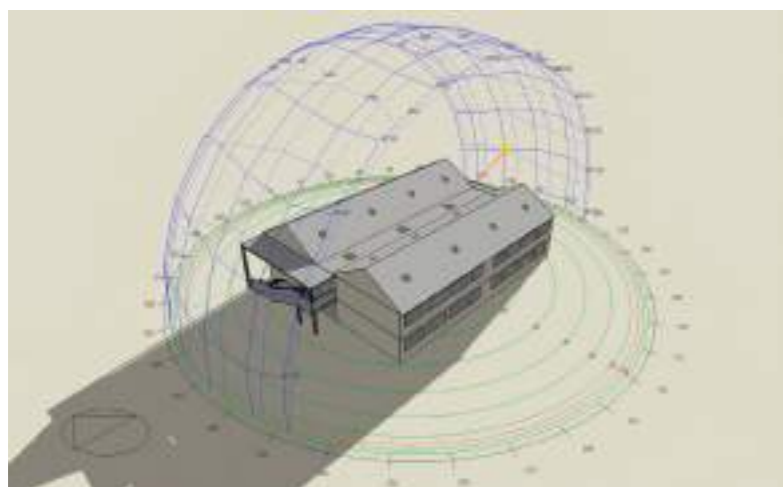
En la simulación realizada a las 7:00 h durante la estación de verano, se identifica que la fachada **Este** es la que recibe mayor incidencia solar, mientras que la fachada **Oeste** no presenta un factor de incidencia solar esto debido al ángulo de incidencia solar en esa franja horaria.

En el interior, las mediciones reflejan temperaturas que oscilan entre **16 °C** y **17 °C**, valores que, en el contexto de un territorio andino, representan una condición desfavorable para el confort térmico en las aulas. Estas bajas temperaturas pueden generar disconfort en los ocupantes, reduciendo su capacidad de concentración y afectando el desempeño académico, lo que refuerza la necesidad de implementar estrategias pasivas y activas que mitiguen este impacto térmico.

PROPUESTA

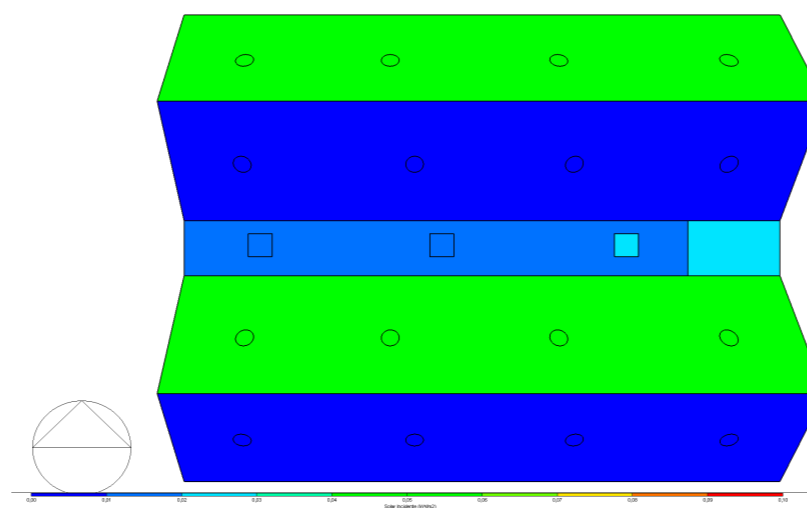
DIAGRAMA SOLAR

Figura189. Diagrama solar propuesta - verano 7:00am.



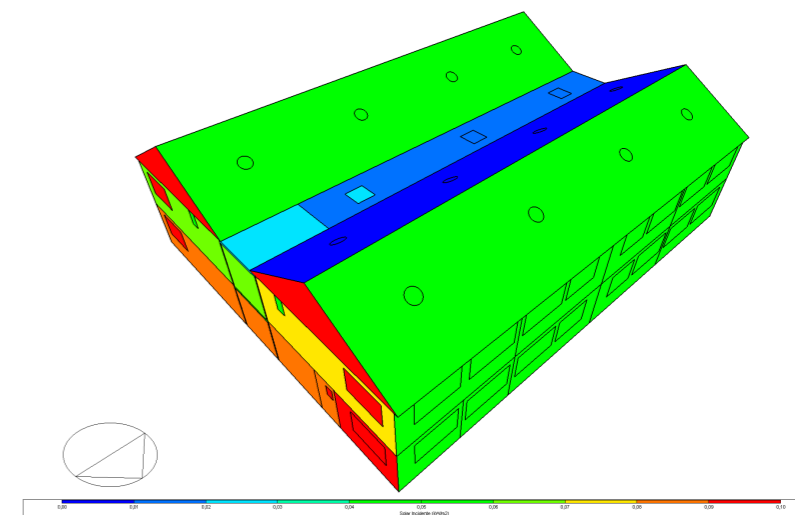
INCIDENCIA SOLAR - CUBIERTA

Figura190. Incidencia solar cubierta propuesta - verano 7:00am.



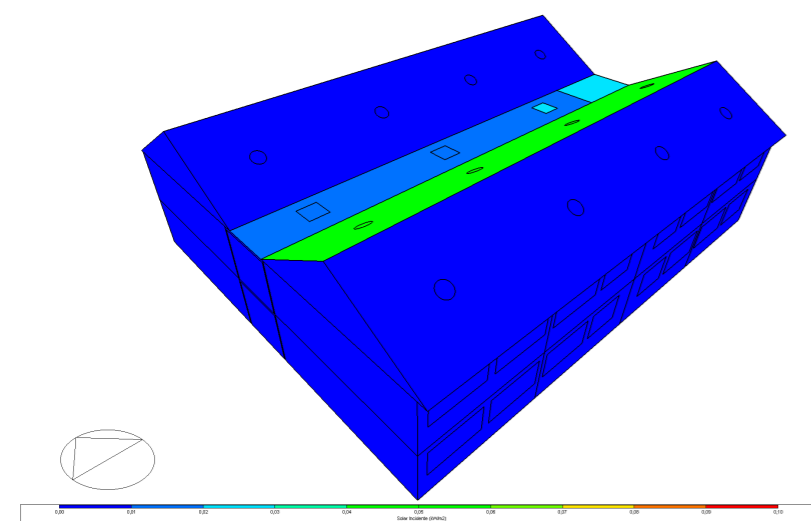
INCIDENCIA SOLAR - ESTE

Figura191. Incidencia solar este propuesta - verano 7:00am.



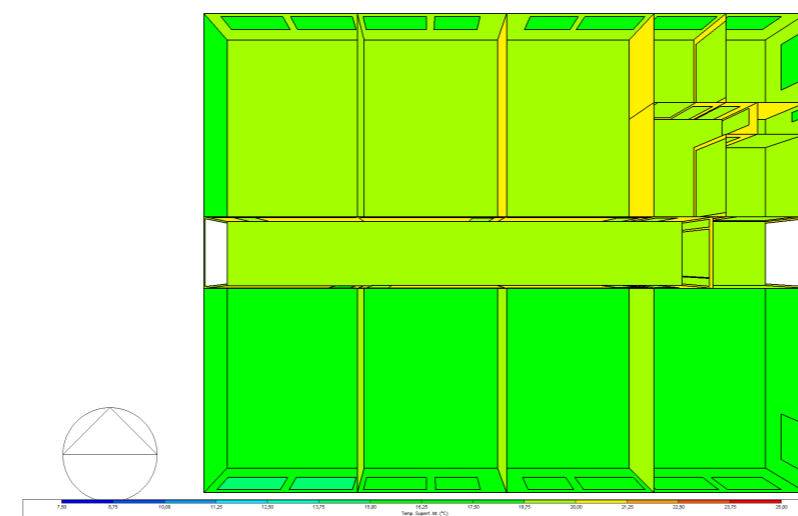
INCIDENCIA SOLAR - OESTE

Figura192. Incidencia solar oeste propuesta - verano 7:00am.



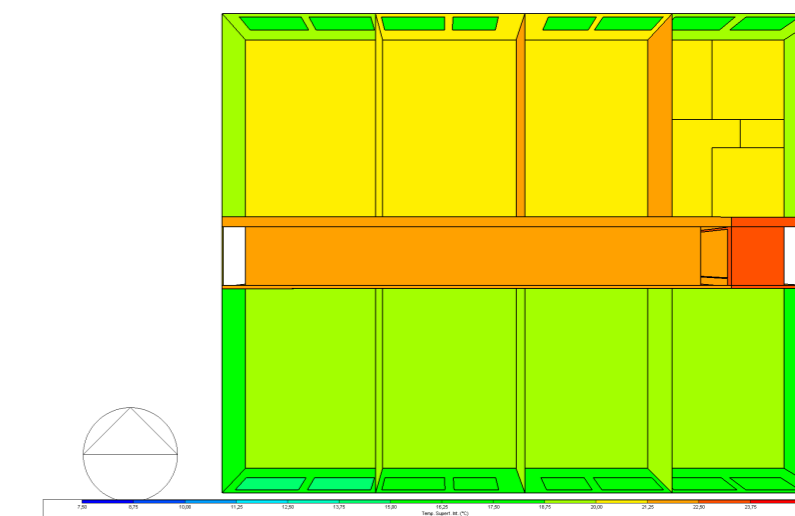
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA BAJA

Figura193. Incidencia solar planta baja propuesta - verano 7:00am.



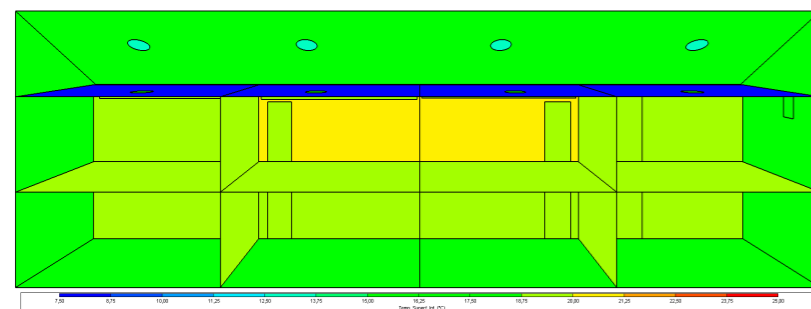
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA ALTA

Figura194. Incidencia solar planta alta propuesta - verano 7:00am.



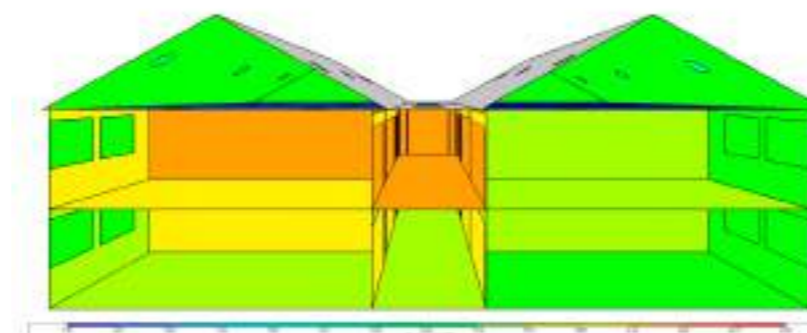
INCIDENCIA SOLAR - CORTE LONGITUDINAL

Figura195. Incidencia solar corte longitudinal propuesta - verano 7:00am.



INCIDENCIA SOLAR - CORTE TRANSVERSAL

Figura196. Incidencia solar corte transversal propuesta - verano 7:00am.

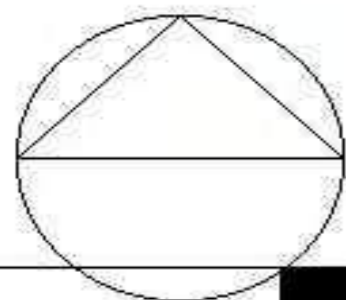
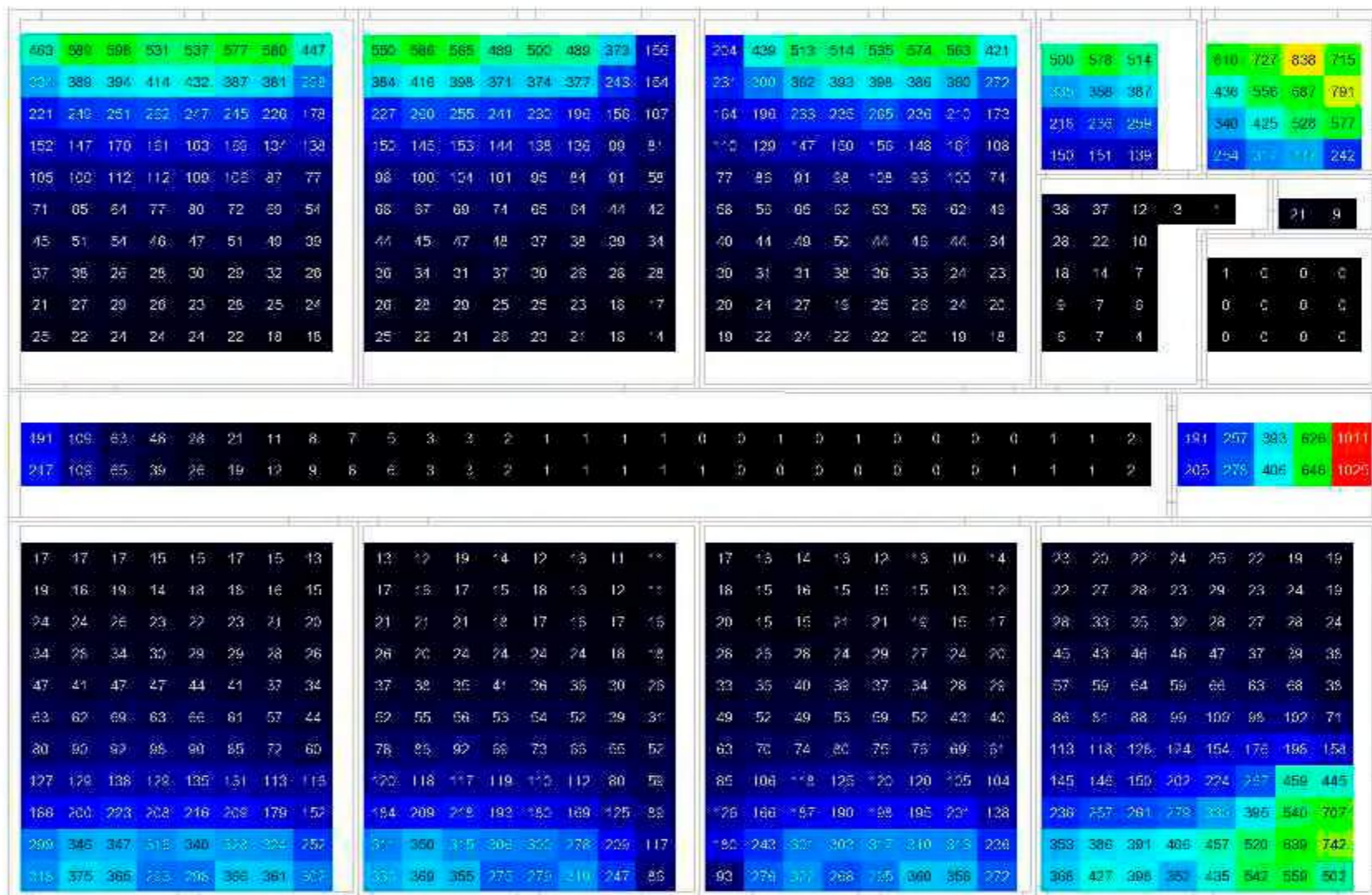


ESTADO ACTUAL

ILUMINANCIA JUN-AGO 7:00 AM

Figura197. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja estado actual - verano 7:00am.

Planta Baja - Estado Actual



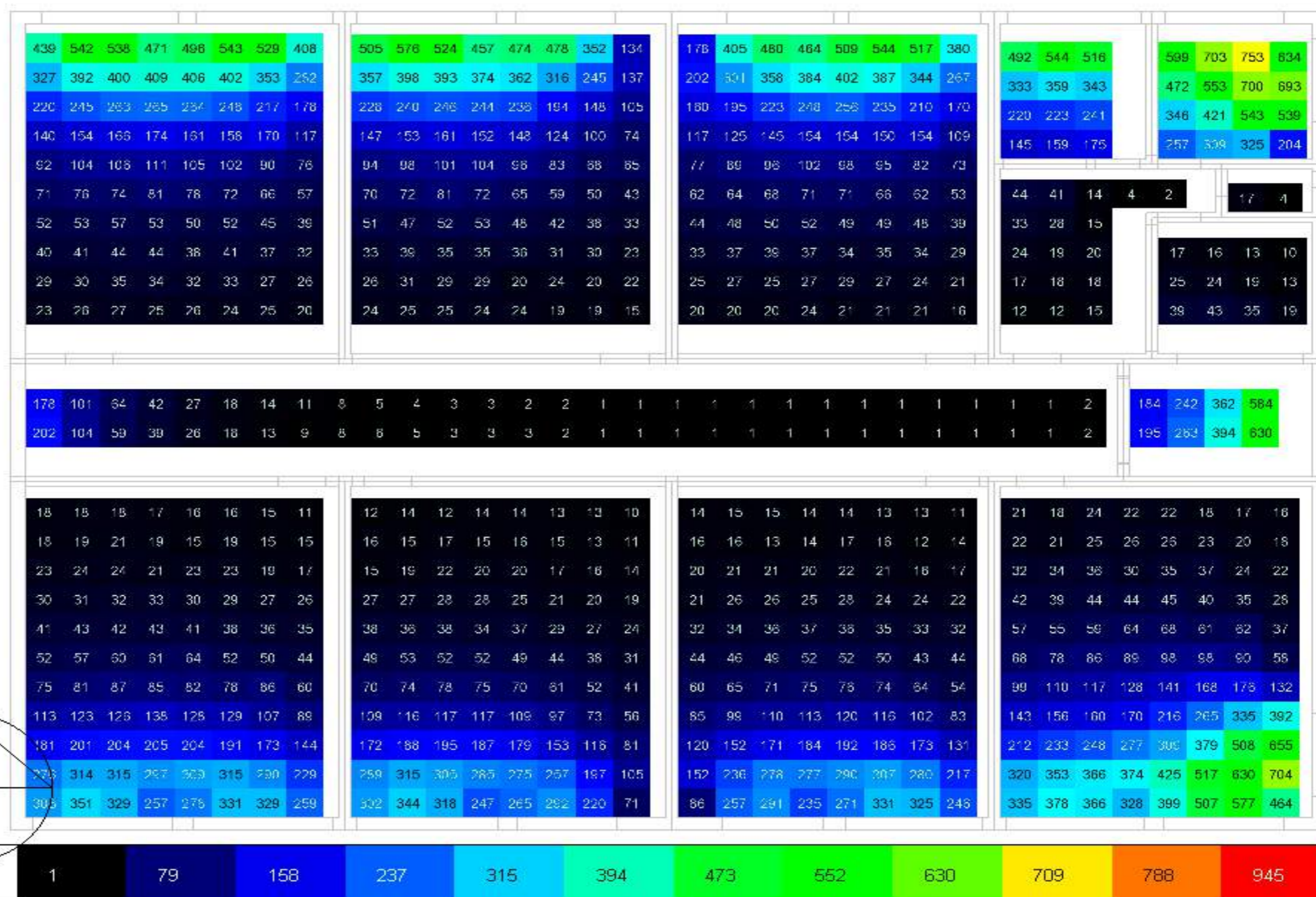
Iluminancia (lux)



PROPUESTA

Planta Baja - Propuesta

Figura198. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja propuesta - verano 7:00am.



PROPUESTA

Figura200. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta propuesta - verano 7:00 am.

Planta Alta - Propuesta

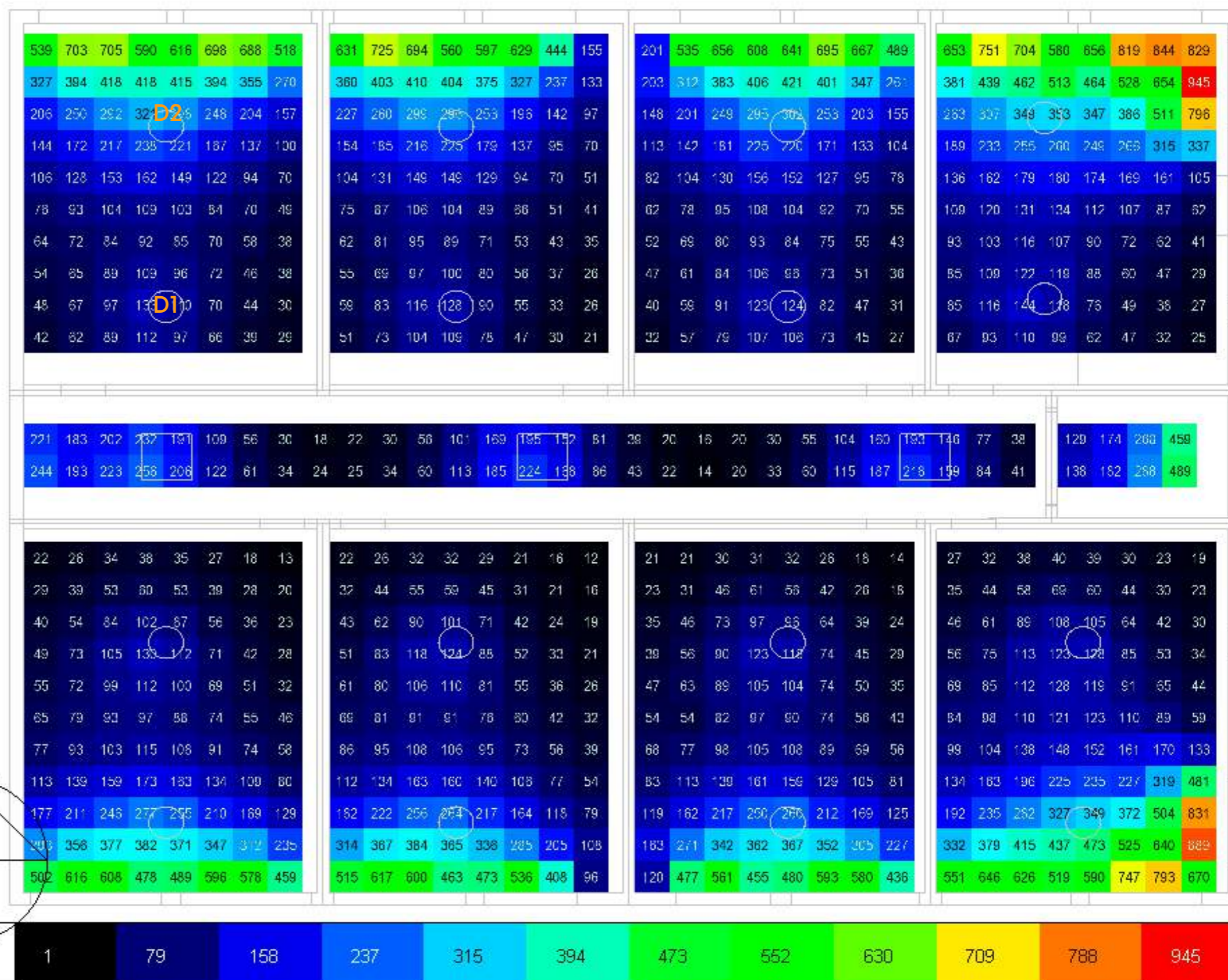
ANÁLISIS

Al aumentar la dimensión de los ductos existentes de 0.6 x 0.6 m a 1.00 x 1.00 m ya se empiezan a evidenciar cambios con un incremento de los luxes haciéndose mas evidente en los elementos implementados en la propuesta ya que el sol cada vez se acerca a su puntos mas alto.

Se observa que en los ductos de iluminación implementados en las aulas se genera un incremento de luxes de **35 lux a 132 lux**, no alcanza al requerimiento mínimo en la norma, esto debido a la franja horaria ya que el sol incide mas en la fachada Oeste que en la cubierta, donde se implementa la propuesta.

ILUMINANCIAS (LUX) VERANO 7:00AM

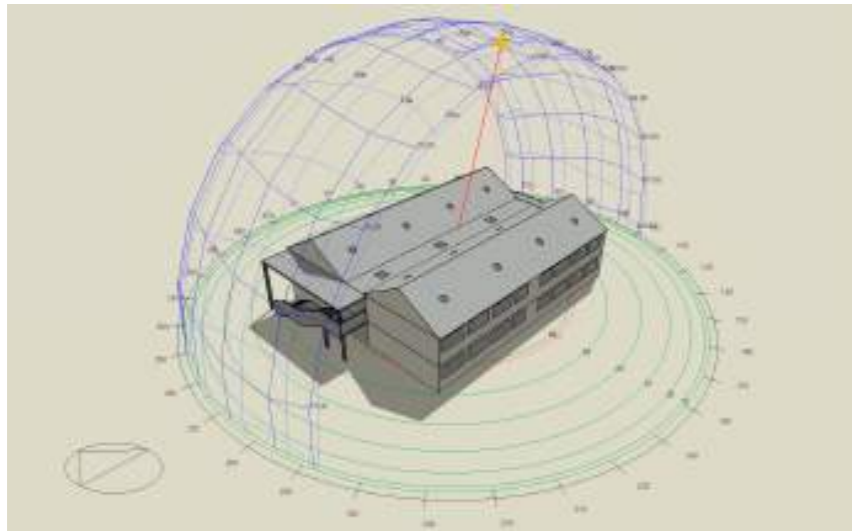
Ubicación	Estado actual	Propuesta	Diferencia
Ducto 1 aula	35 lux	550 lux	515 lux
Ducto 2 aula	99lux	324lux	225 lux
Ducto pasillo	103 lux	224 lux	121 lux



ESTADO ACTUAL

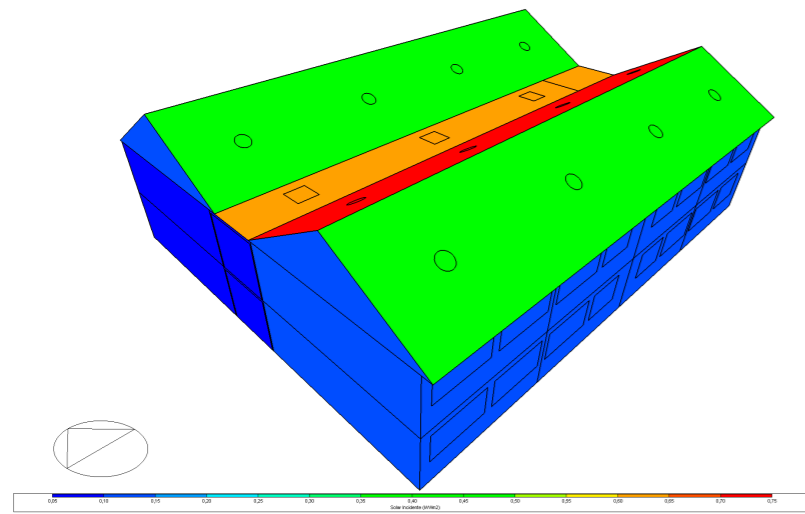
DIAGRAMA SOLAR

Figura201. Diagrama solar estado actual - verano 10:00am.



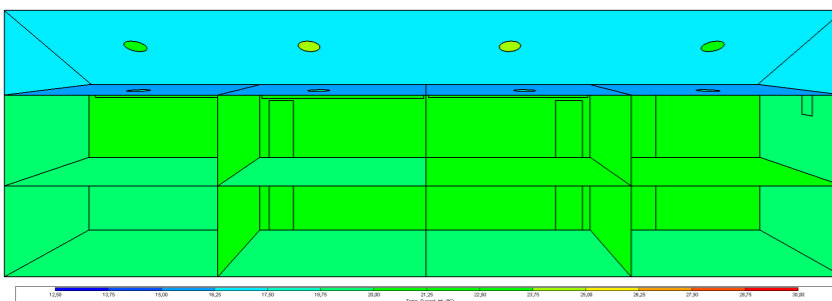
INCIDENCIA SOLAR - OESTE

Figura204. Incidencia solar oeste estado actual- verano 10:00am.



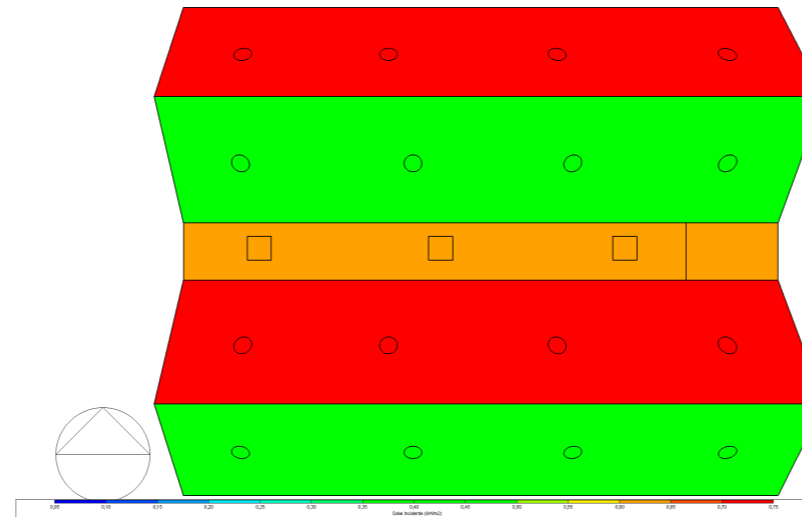
INCIDENCIA SOLAR - CORTE LONGITUDINAL

Figura207. Incidencia solar corte longitudinal estado actual - verano 10:00am.



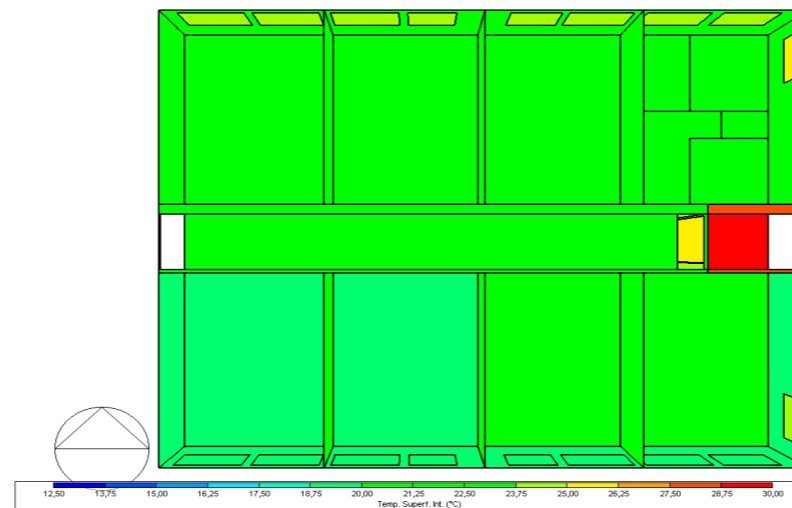
INCIDENCIA SOLAR - CUBIERTA

Figura202. Incidencia solar cubierta estado actual - verano 10:00am.



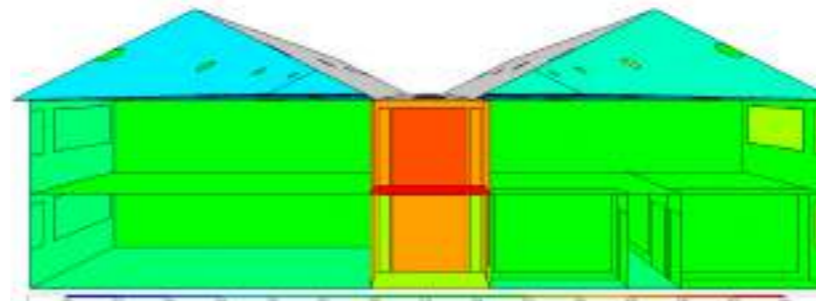
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA BAJA

Figura205. Incidencia solar planta baja estado actual- verano 10:00am.



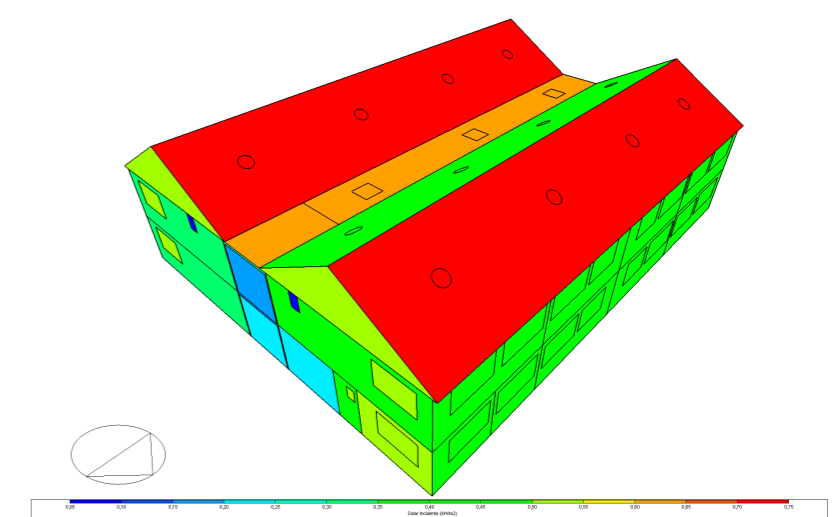
INCIDENCIA SOLAR - CORTE TRANSVERSAL

Figura208. Incidencia solar corte transversal estado actual - verano 10:00am.



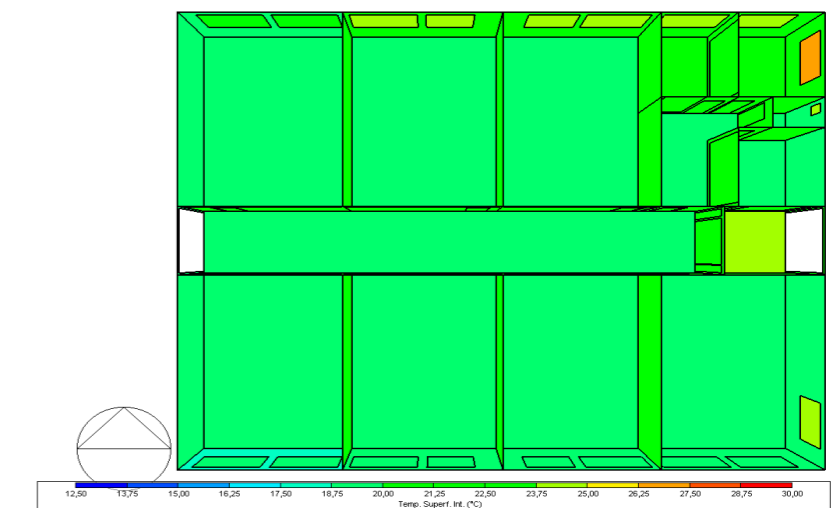
INCIDENCIA SOLAR - ESTE

Figura203. Incidencia solar este estado actual- verano 10:00am.



INCIDENCIA SOLAR - PLANTA ALTA

Figura206. Incidencia solar planta alta estado actual- verano 10:00am.



ANÁLISIS

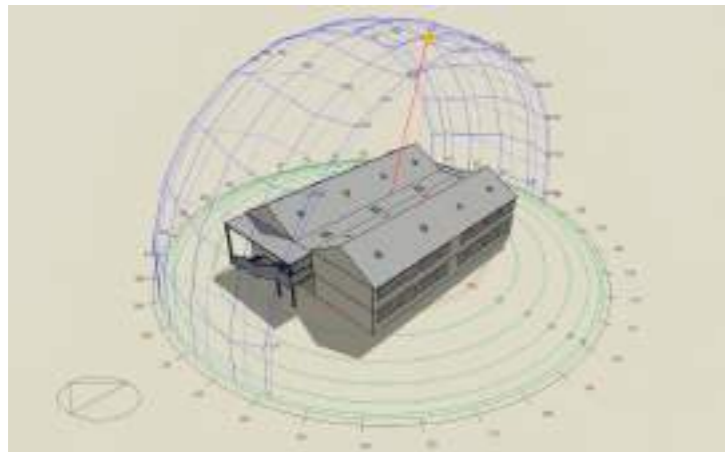
En la simulación realizada a las 10:00h durante la estación de verano, se identifica que la fachada **Este** es la que recibe mayor incidencia solar, así como también la Cubierta empieza a recibir parte de esta incidencia, mientras que la fachada **Oeste** no presenta un factor de incidencia solar, esto debido al ángulo de incidencia solar en esa franja horaria.

En el interior, las mediciones reflejan temperaturas que oscilan entre **16 °C** y **17°C**, valores que, en el contexto de un territorio andino, representan una condición desfavorable para el confort térmico en las aulas. Estas bajas temperaturas pueden generar disconfort en los ocupantes, reduciendo su capacidad de concentración y afectando el desempeño académico, lo que refuerza la necesidad de implementar estrategias pasivas y activas que mitiguen este impacto térmico.

PROPUESTA

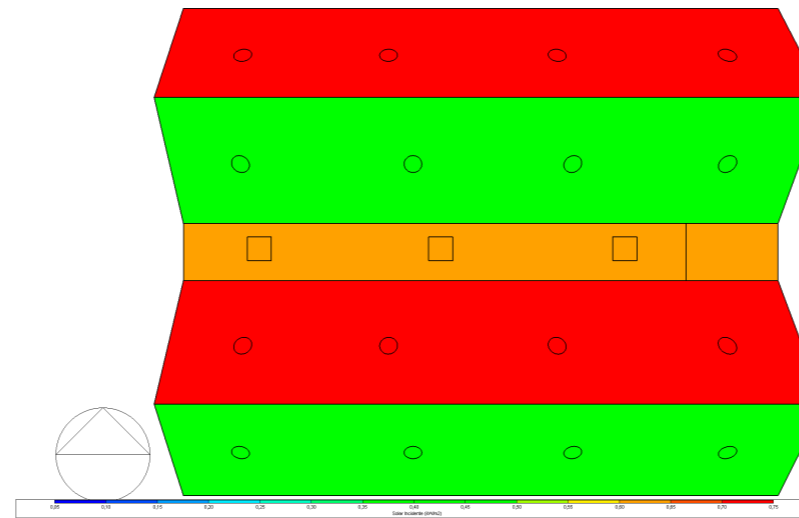
DIAGRAMA SOLAR

Figura209. Diagrama solar propuesta - verano 10:00am.



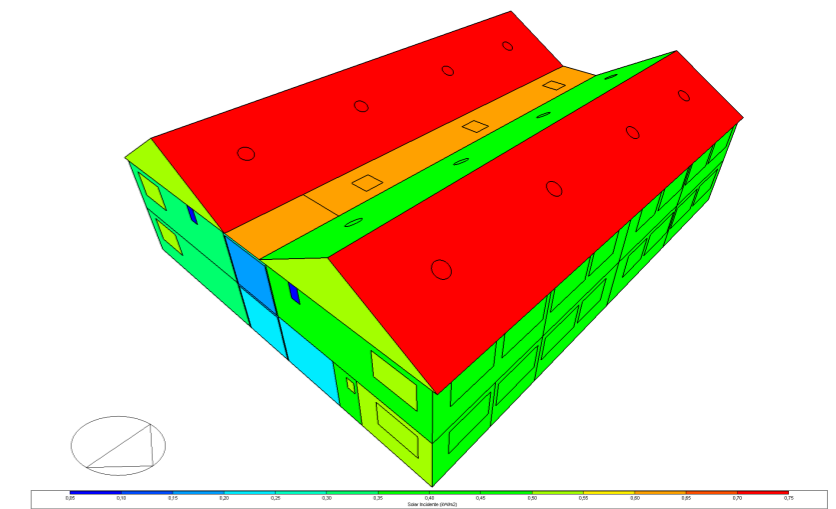
INCIDENCIA SOLAR - CUBIERTA

Figura210. Incidencia solar cubierta propuesta - verano 10:00am.



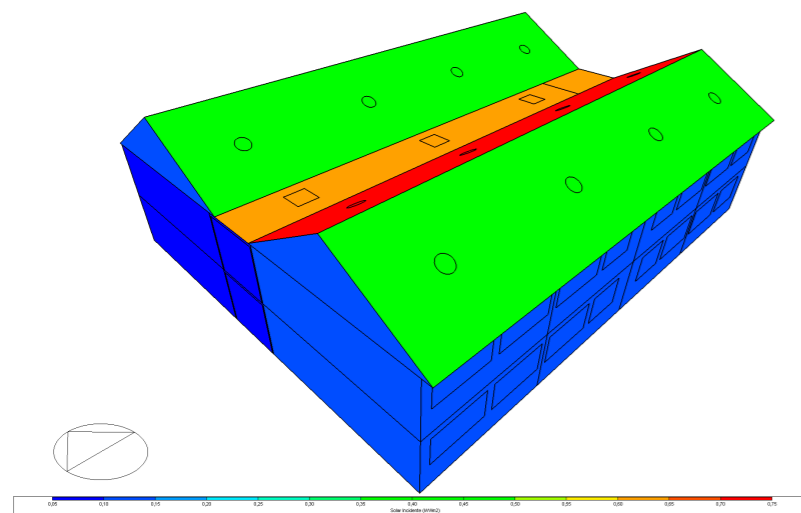
INCIDENCIA SOLAR - ESTE

Figura211. Incidencia solar este propuesta - verano 10:00am.



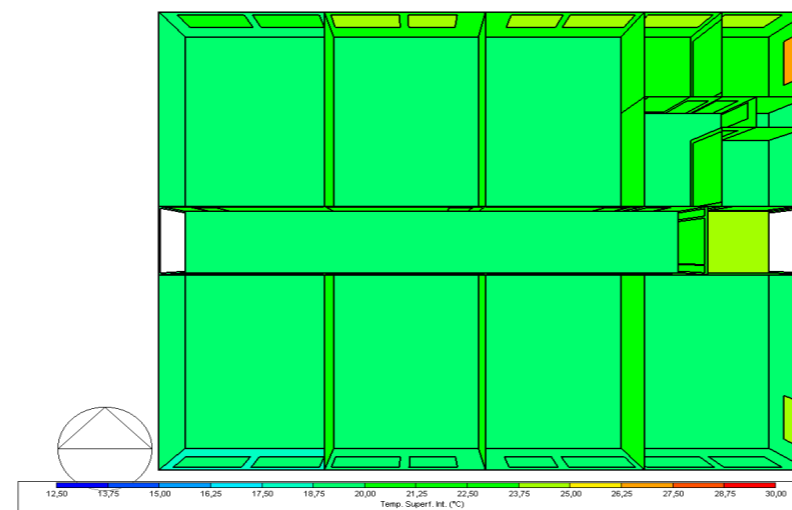
INCIDENCIA SOLAR - OESTE

Figura212. Incidencia solar oeste propuesta - verano 10:00am.



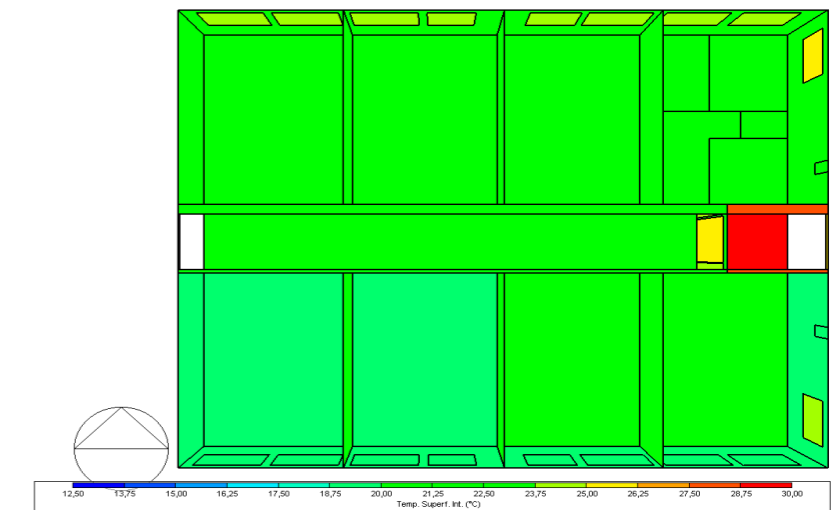
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA BAJA

Figura213. Incidencia solar planta baja propuesta - verano 10:00am.



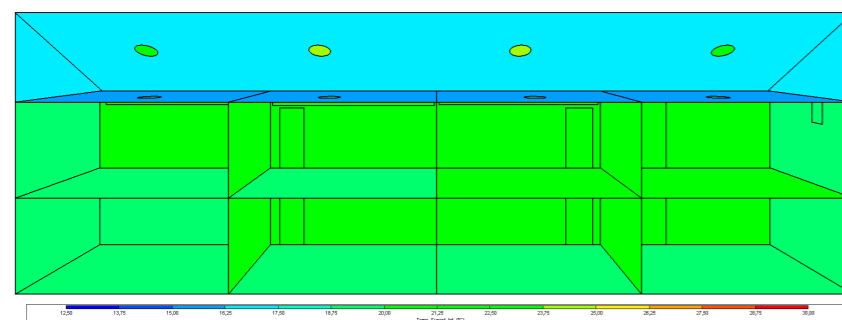
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA ALTA

Figura214. Incidencia solar planta alta propuesta- verano 10:00am.



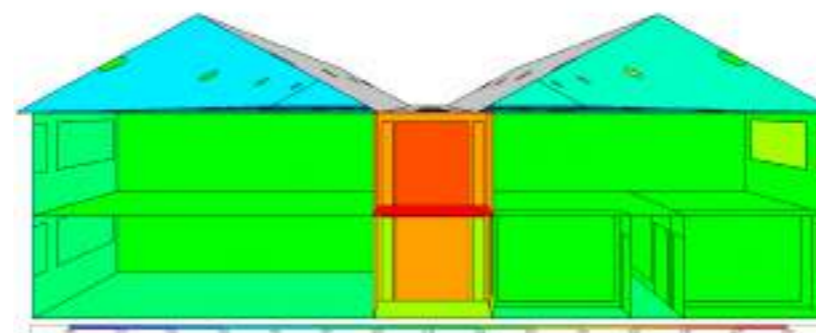
INCIDENCIA SOLAR - CORTE LONGITUDINAL

Figura215. Incidencia solar corte longitudinal propuesta- verano 10:00am.



INCIDENCIA SOLAR - CORTE TRANSVERSAL

Figura216. Incidencia solar corte transversal propuesta - verano 10:00am.



ANÁLISIS

En contraste, la simulación realizada con los datos ajustados según la propuesta evidencia una mejora significativa en el confort térmico de las aulas. Mientras que en el estado actual se registra una temperatura máxima de **17°C**, la propuesta eleva este valor hasta **22,0°C**, lo que representa un incremento sustancial que contribuye directamente al bienestar térmico de los estudiantes.

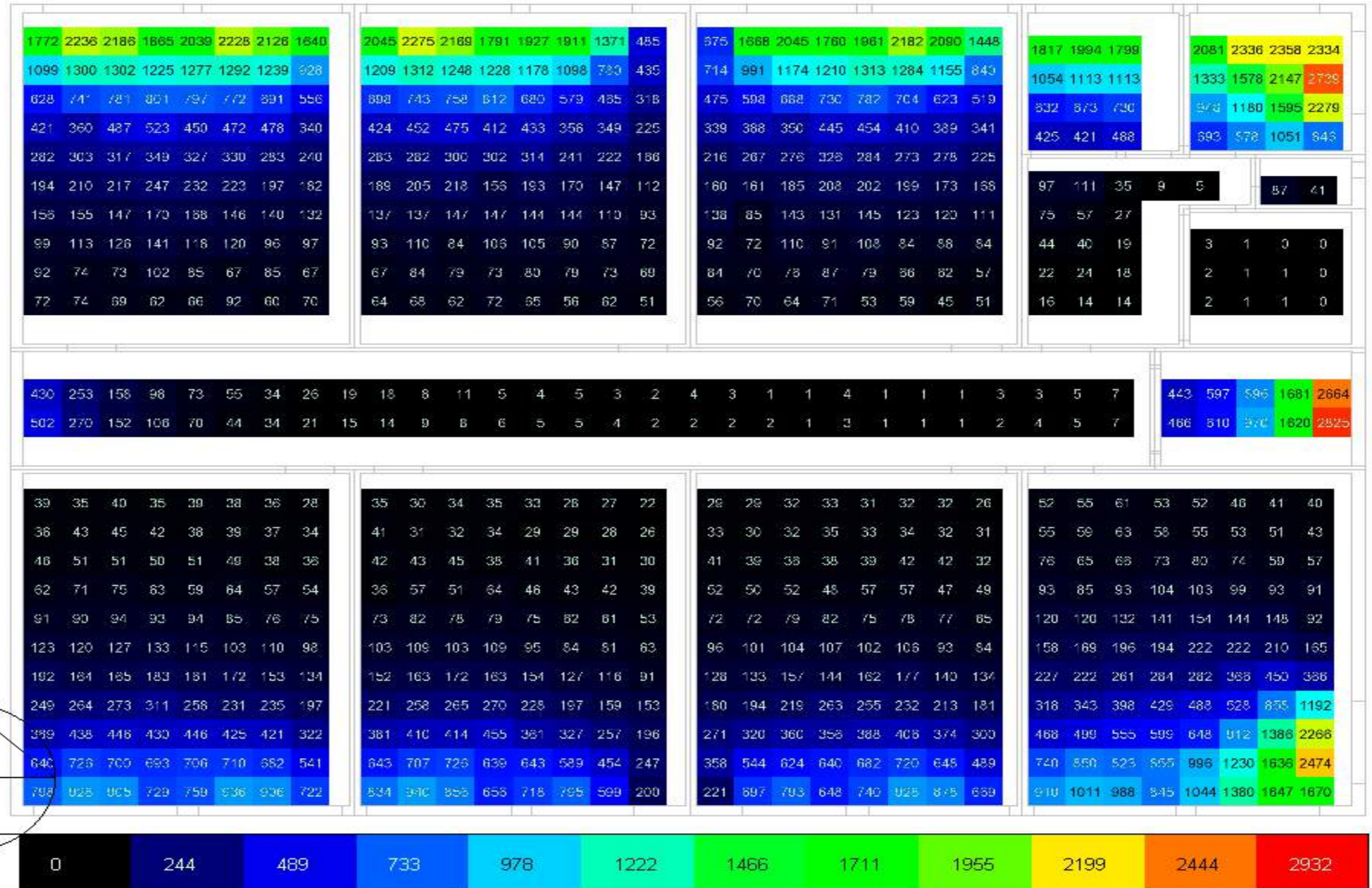
Este aumento permite alcanzar un nivel de confort adecuado, optimizando la capacidad de concentración y el rendimiento académico, a la vez que asegura el cumplimiento de los estándares mínimos establecidos a nivel nacional. Para el caso específico de Salcedo, que presenta un clima templado-andino, se recomienda tener una temperatura mínima de 18 °C en espacios educativos, valor que la propuesta logra satisfacer de manera eficiente.

ESTADO ACTUAL

ILUMINANCIA JUN-AGO 10:00 AM

Figura217. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja estado actual - verano 10:00am.

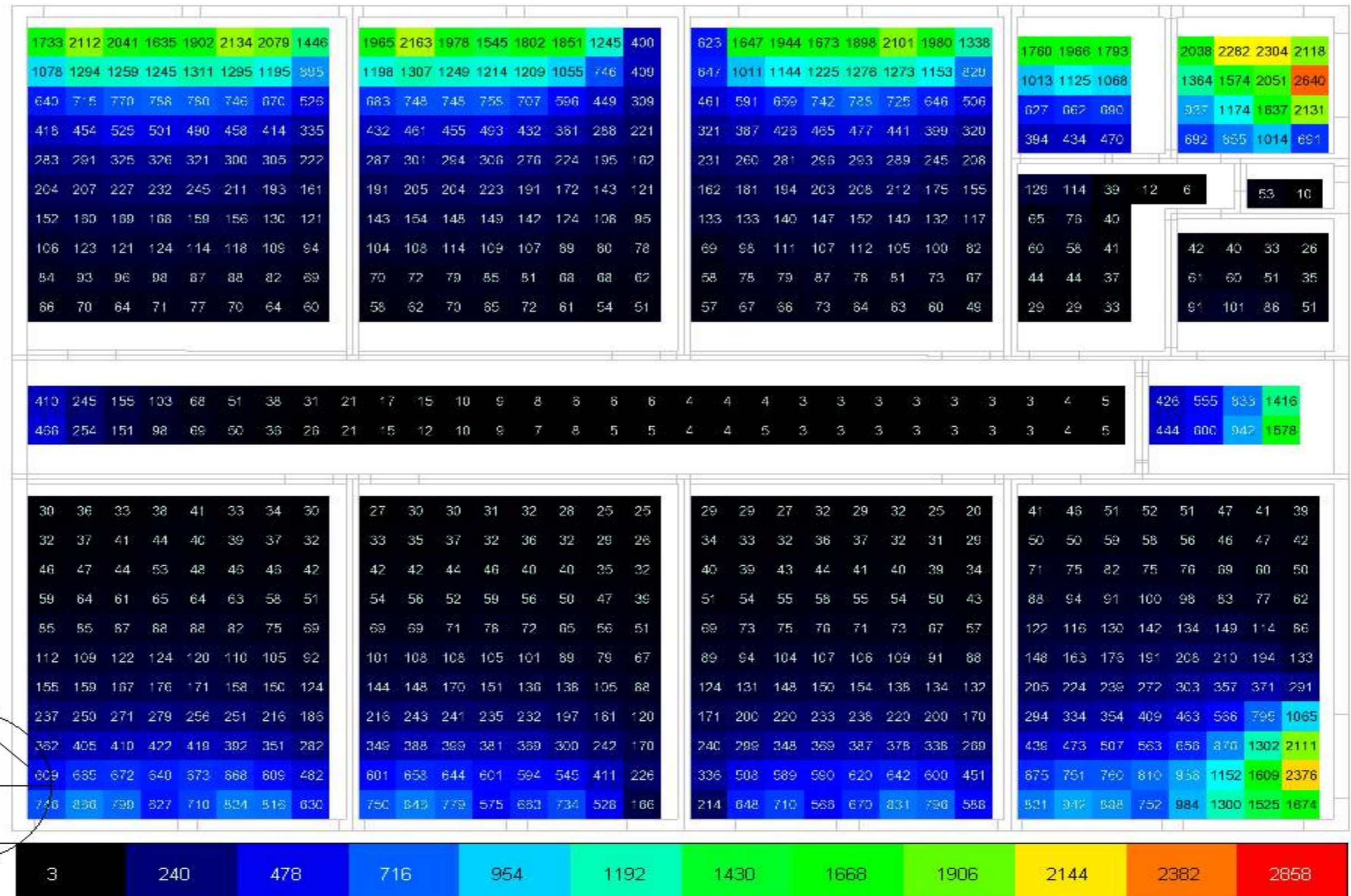
Planta Baja - Estado Actual



PROPUESTA

Planta Baja - Propuesta

Figura 218. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja propuesta - verano 10:00am.



ESTADO ACTUAL

Figura 219. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta estado actual - verano 10:00am.

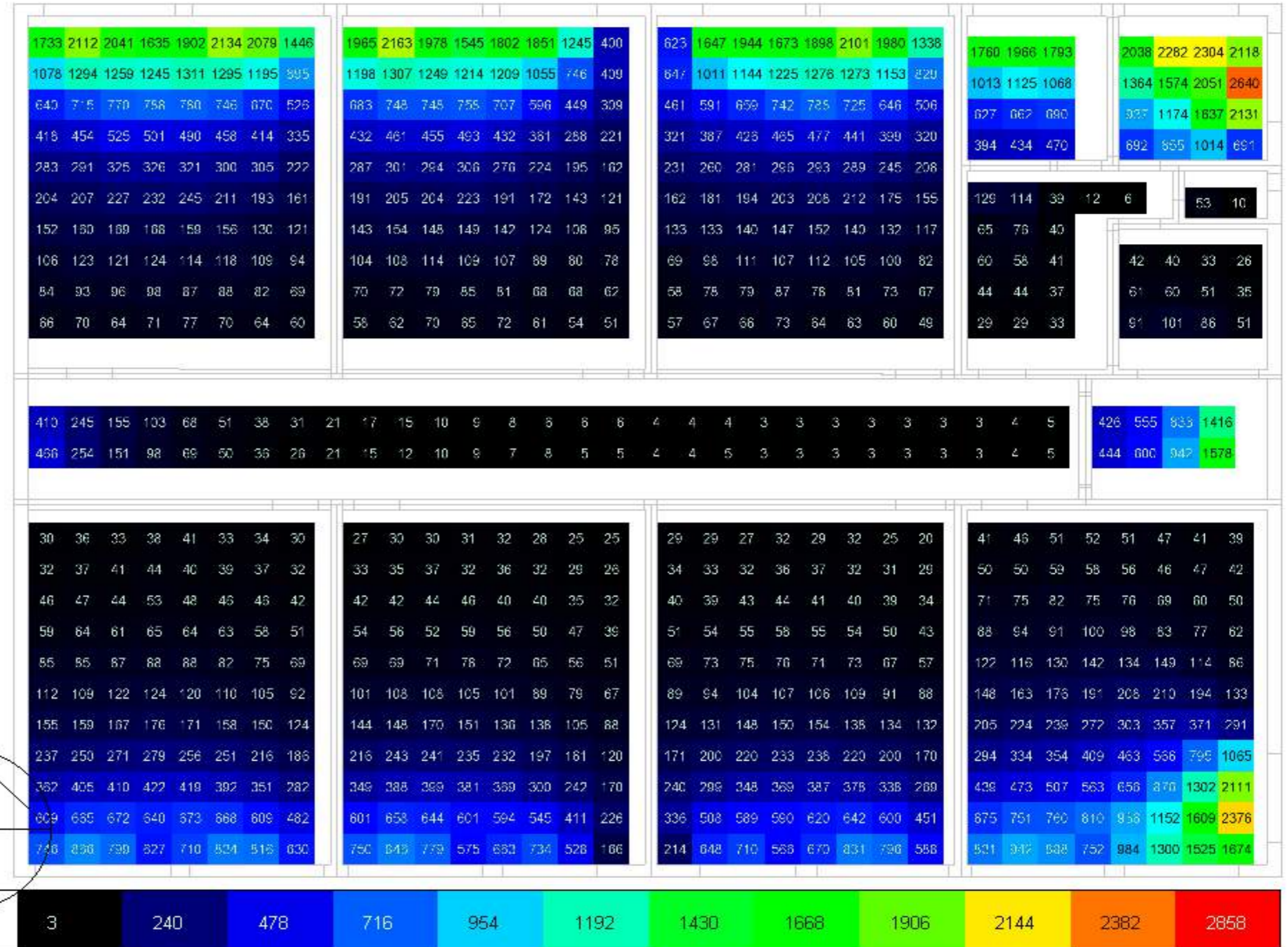
ILUMINANCIA JUN-AGOS 10:00AM

Planta Alta - Estado Actual

ANÁLISIS

En el análisis realizado en la planta alta del proyecto a las 10:00 a.m., se evidencia un déficit significativo en los niveles de iluminancia en relación con los parámetros establecidos por la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), la cual establece un valor mínimo de 300 lux para aulas educativas. En este caso, la simulación muestra una concentración de iluminancia cercana a la ventana, alcanzando un valor máximo de 1228 lux, mientras que en la zona central del aula los niveles descienden drásticamente hasta 105 lux. Esta disparidad refleja una distribución ineficiente de la luz natural, que compromete el confort visual y las condiciones adecuadas para el aprendizaje.

En cuanto al pasillo, se observa que los ductos de iluminación cenital existentes, con dimensiones de 60 x 60 cm, generan un valor máximo de 44 lux.



PROPUESTA

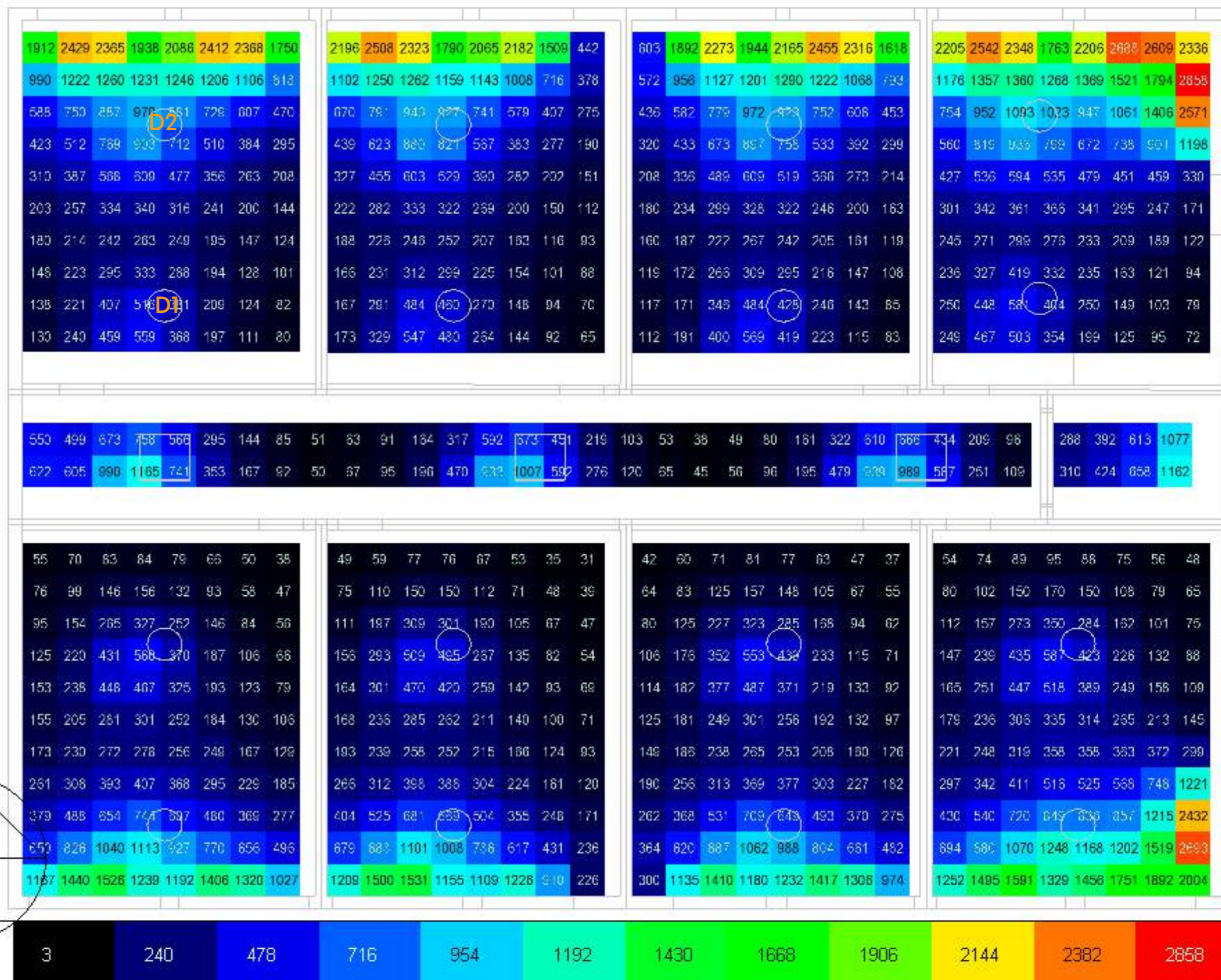
Planta Alta - Propuesta

ANÁLISIS

Al aumentar la dimensión de los ductos existentes de 0.6 x 0.6 m a 1.00 x 1.00 m ya se empiezan a evidenciar cambios con un incremento de los luxes haciéndose mas evidente en los elementos implementados en la propuesta ya que el sol cada vez se acerca a su puntos mas alto.

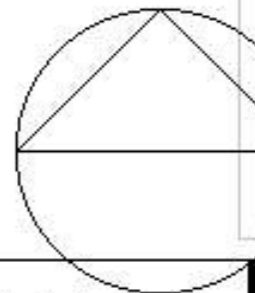
Se observa que en los ductos de iluminación implementados en las aulas se genera un incremento de luxes de 105 lux a 560 lux, superando el mínimo requerido en la norma, esto debido a que el sol incide un poco mas en la cubierta.

Figura220. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta propuesta - verano 10:00 am.



ILUMINANCIAS (LUX) VERANO 10:00AM

Ubicación	Estado actual	Propuesta	Diferencia
Ducto 1 aula	105 lux	560 lux	455 lux
Ducto 2 aula	523lux	821lux	298 lux
Ducto pasillo	44 lux	758 lux	714 lux

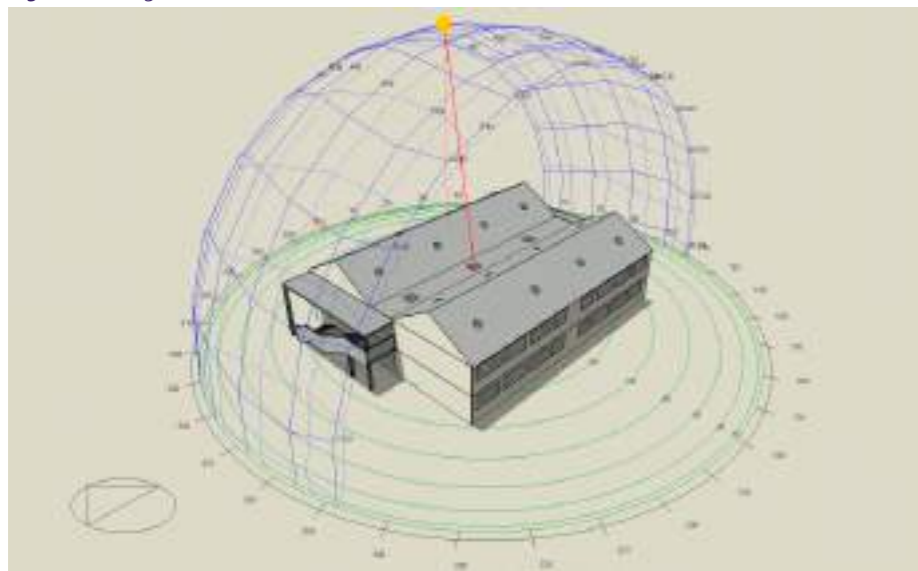


VERANNO JUN-AGO

ESTADO ACTUAL

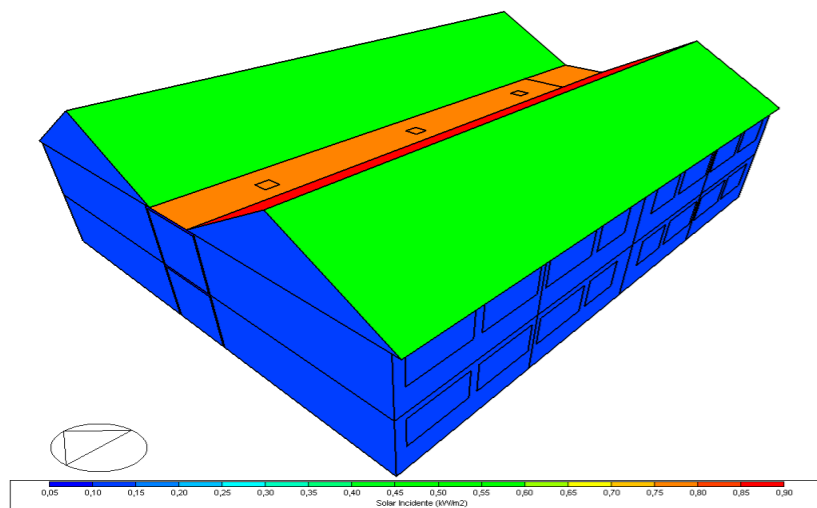
DIAGRAMA SOLAR

Figura221. Diagrama solar estado actual - verano 12:00am.



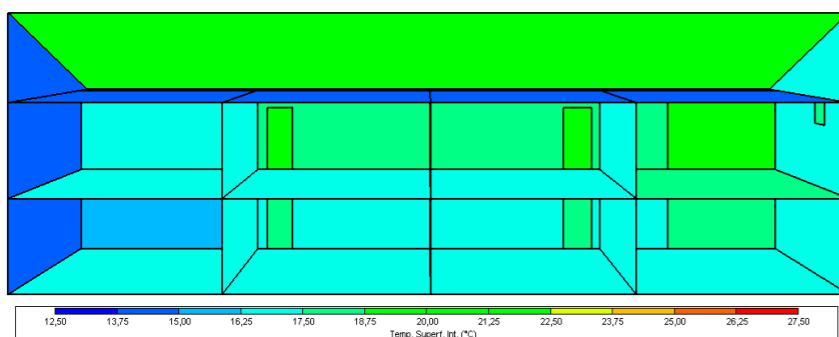
INCIDENCIA SOLAR - OESTE

Figura224. Incidencia solar oeste estado actual - verano 12:00am.



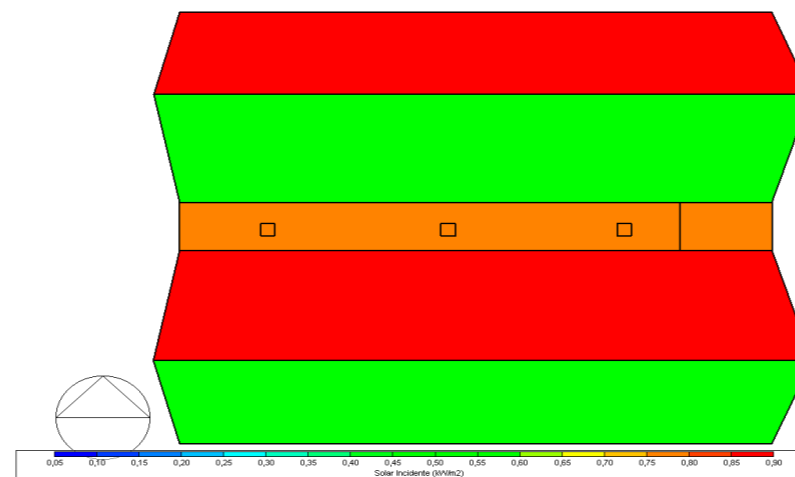
INCIDENCIA SOLAR - CORTE LONGITUDINAL

Figura227. Incidencia solar corte longitudinal estado actual- verano 12:00am.



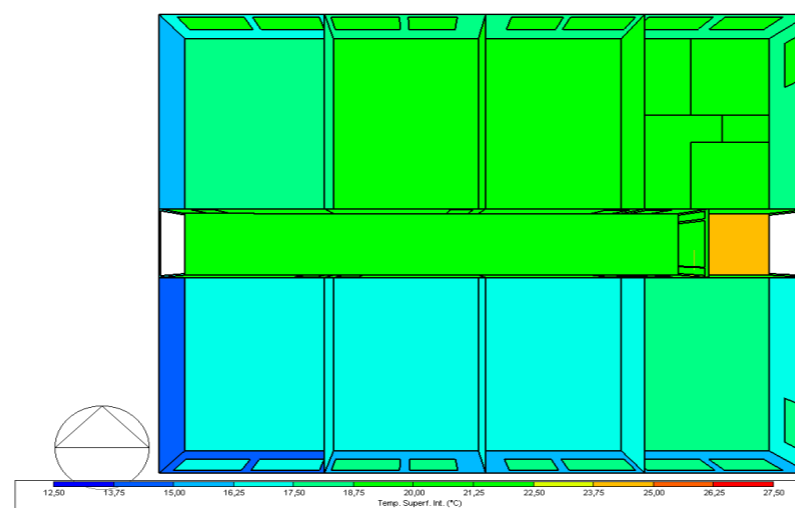
INCIDENCIA SOLAR - CUBIERTA

Figura222. Incidencia solar cubierta estado actual - verano 12:00am.



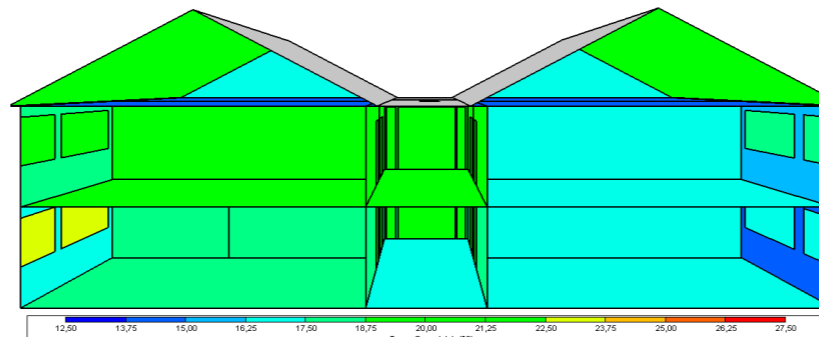
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA BAJA

Figura225. Incidencia solar planta baja estado actual - verano 12:00am.



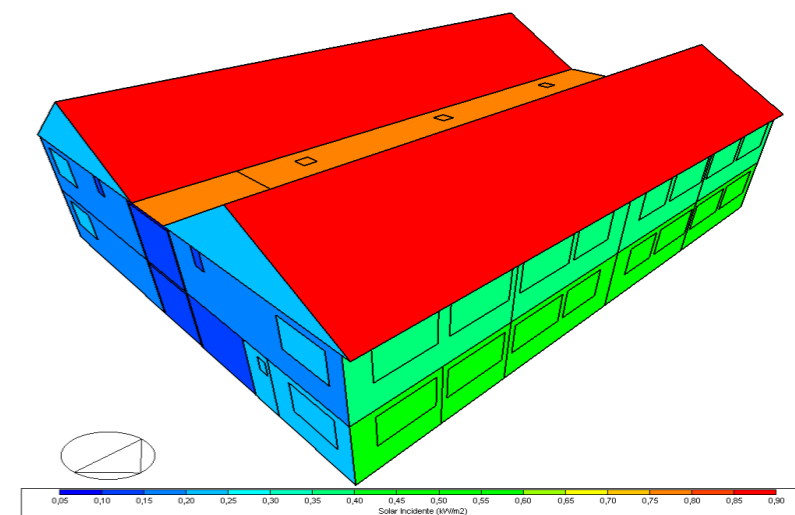
INCIDENCIA SOLAR - CORTE TRANSVERSAL

Figura228. Incidencia solar corte transversal estado actual - verano 12:00am.



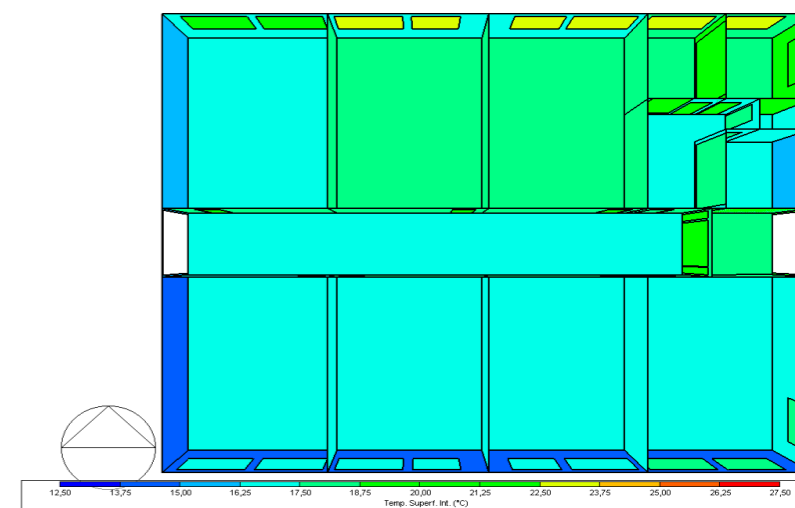
INCIDENCIA SOLAR - ESTE

Figura223. Incidencia solar este estado actual - verano 12:00am.



INCIDENCIA SOLAR - PLANTA ALTA

Figura226. Incidencia solar planta alta estado actual- verano 12:00am.



ANÁLISIS

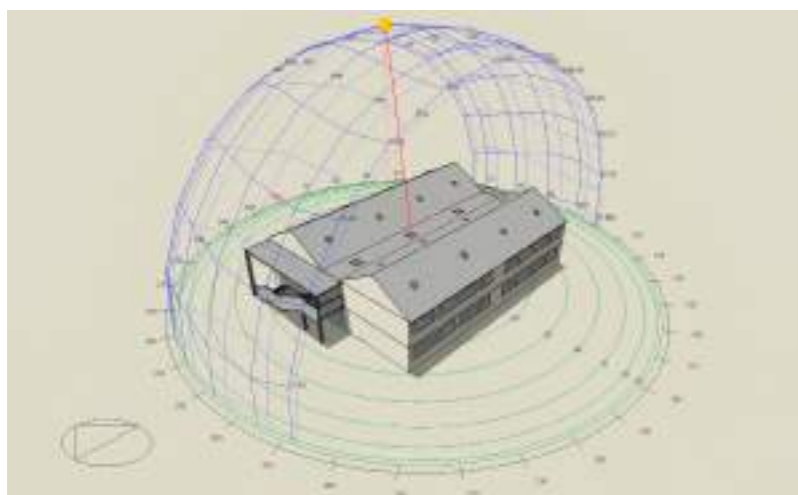
En la simulación realizada a las 12:00 h durante la estación de verano, se identifica que la **Cubierta** es la que resive mayor incidencia solar, mientras que la fachada **Este** presenta una menor incidencia de manera directa, la fachada **Oeste**, presenta una menor carga térmica debido a la orientación y el ángulo de incidencia solar en esa franja horaria.

En el interior, las mediciones reflejan temperaturas que oscilan entre **17 °C** y **18 °C**, valores que, en el contexto de un territorio andino, representan una condición poco favorable para el confort térmico en las aulas.

PROPUESTA

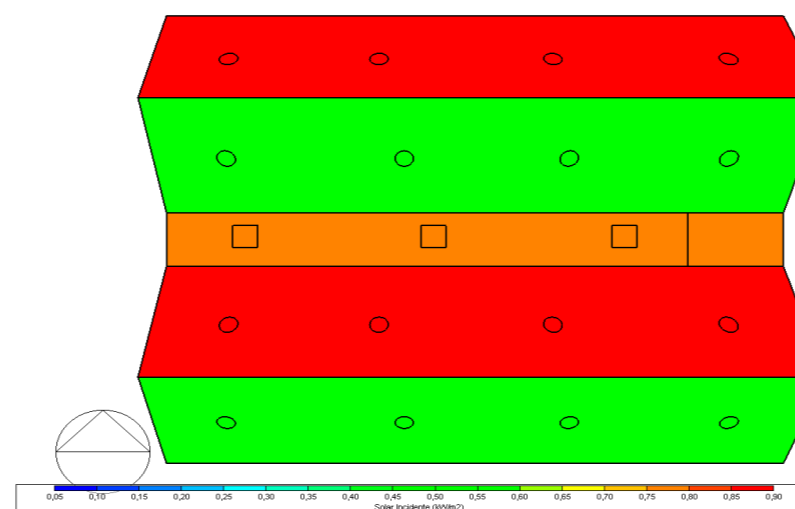
DIAGRAMA SOLAR

Figura229. Diagrama solar propuesta - verano 12:00am.



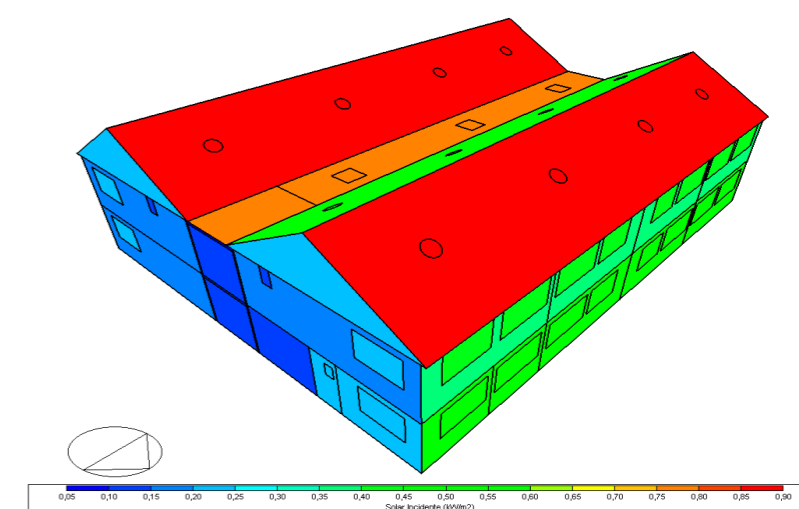
INCIDENCIA SOLAR - CUBIERTA

Figura230. Incidencia solar cubierta propuesta - verano 12:00am.



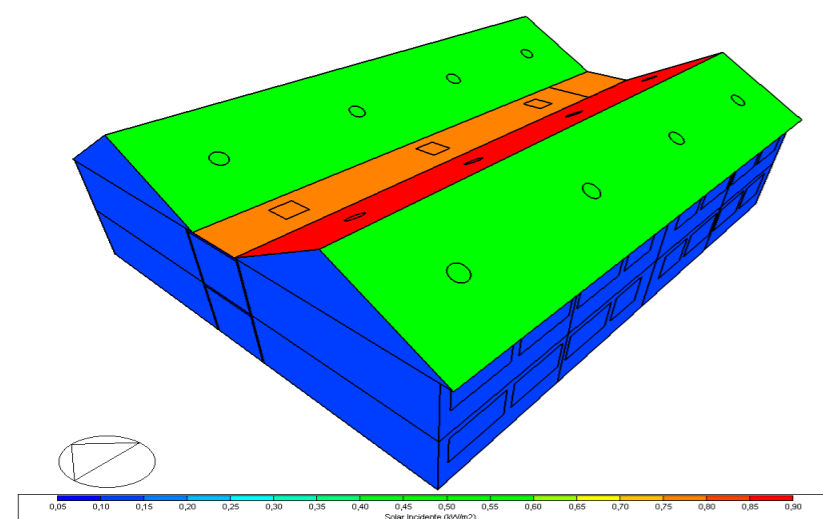
INCIDENCIA SOLAR - ESTE

Figura231. Incidencia solar este propuesta - verano 12:00am.



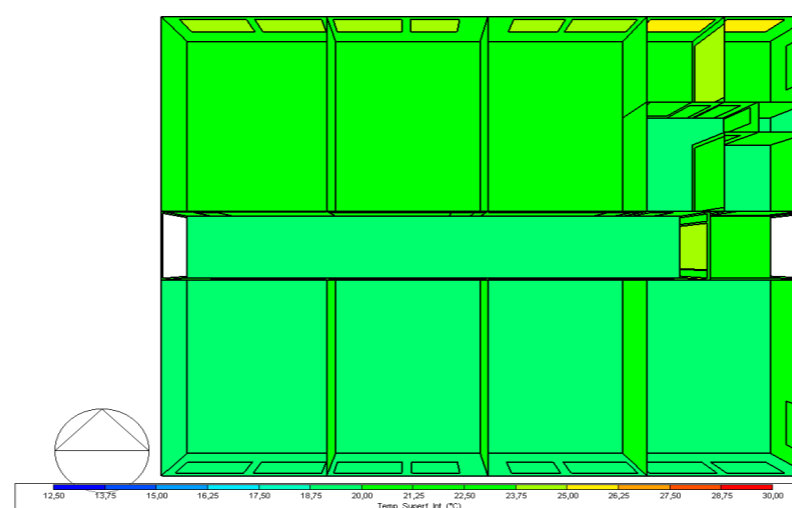
INCIDENCIA SOLAR - OESTE

Figura232. Incidencia solar oeste propuesta - verano 12:00am.



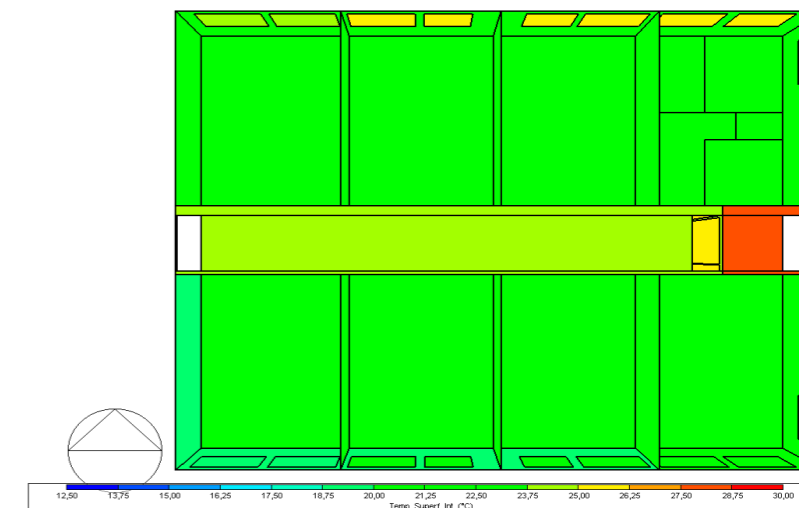
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA BAJA

Figura233. Incidencia solar planta baja propuesta - verano 12:00am.



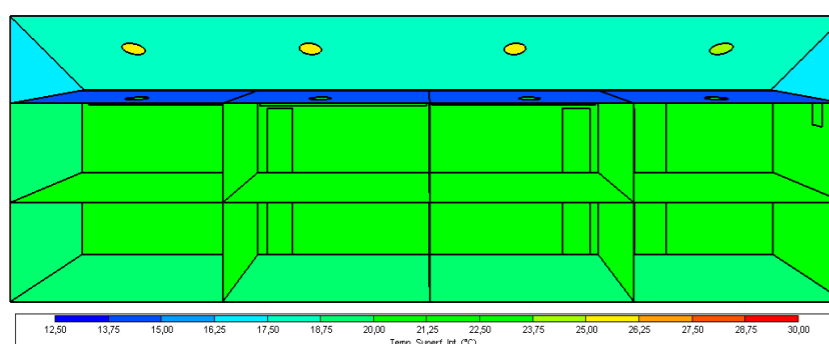
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA ALTA

Figura234. Incidencia solar planta alta propuesta - verano 12:00am.



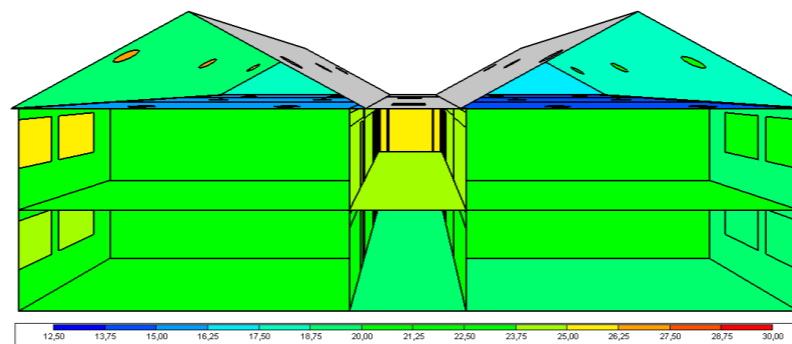
INCIDENCIA SOLAR - CORTE LONGITUDINAL

Figura235. Incidencia solar corte longitudinal propuesta - verano 12:00am.



INCIDENCIA SOLAR - CORTE TRANSVERSAL

Figura236. Incidencia solar corte transversal propuesta - verano 12:00am.



ANÁLISIS

En contraste, la simulación realizada con los datos ajustados según la propuesta evidencia una mejora significativa en el confort térmico de las aulas. Mientras que en el estado actual se registra una temperatura máxima de 18 °C, la propuesta eleva este valor hasta 23,0°C, lo que representa un incremento sustancial que contribuye directamente al bienestar térmico de los estudiantes.

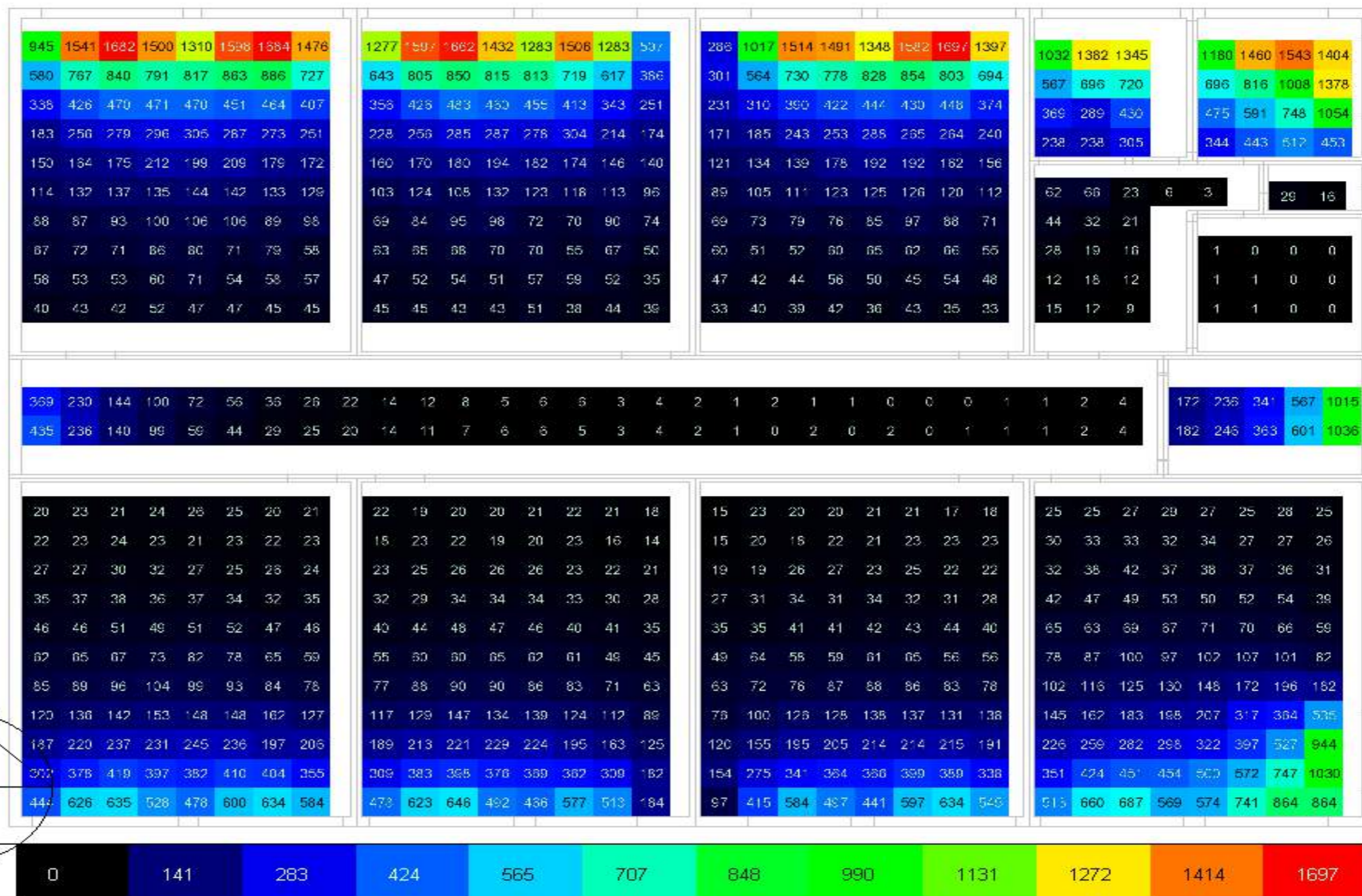
Este aumento permite alcanzar un nivel de confort adecuado, optimizando la capacidad de concentración y el rendimiento académico, a la vez que asegura el cumplimiento de los estándares mínimos establecidos a nivel nacional. Para el caso específico de Salcedo, que presenta un clima templado-andino, se recomienda tener una temperatura mínima de 18 °C en espacios educativos, valor que la propuesta logra satisfacer de manera eficiente.

ESTADO ACTUAL

ILUMINANCIA JUN-AGO 12:00 AM

Figura237. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja estado actual - verano 12:00am.

Planta Baja - Estado Actual

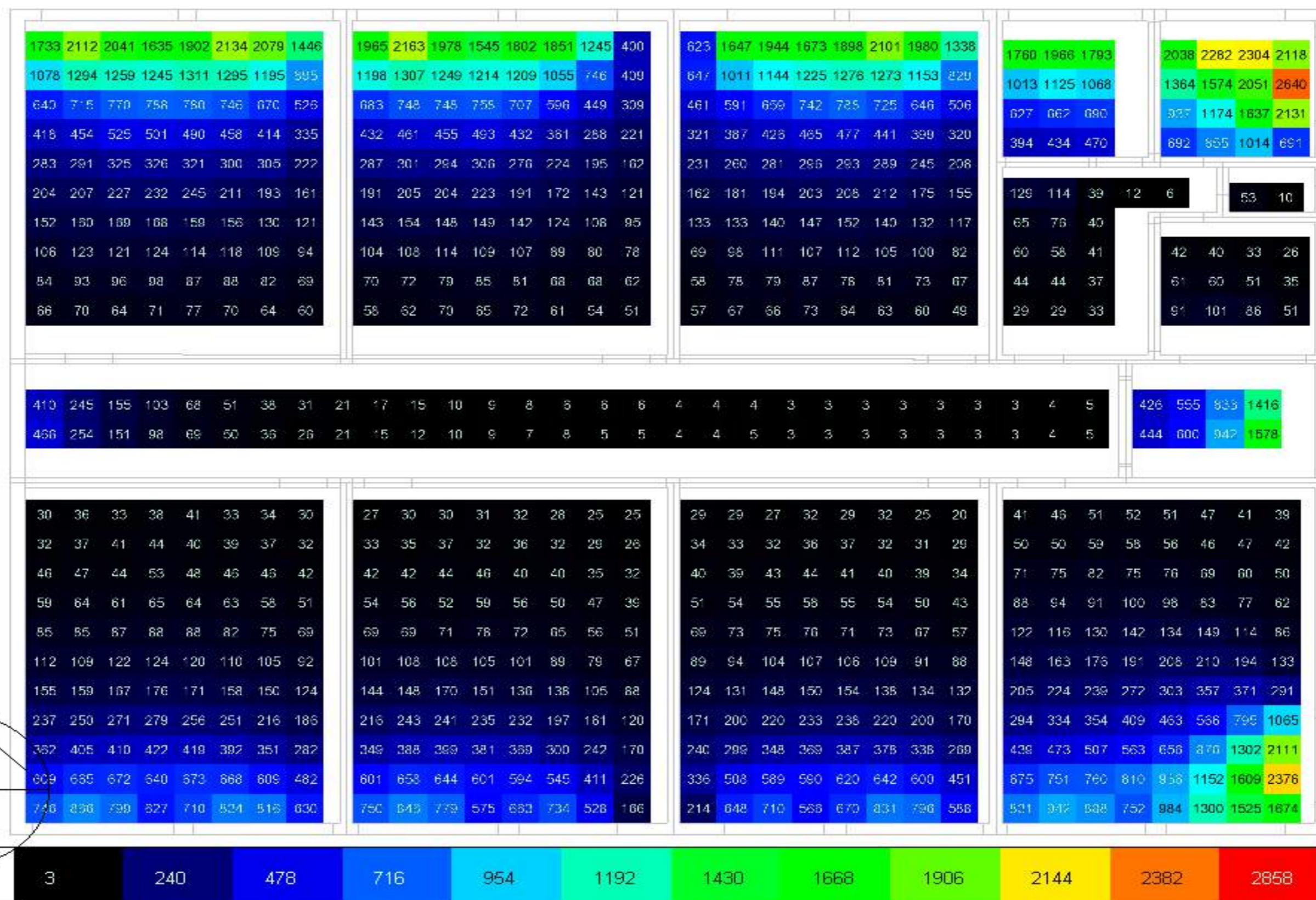


VERANNO JUN-AGO

PROPUESTA

Planta Baja - Propuesta

Figura238. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja propuesta - verano 12:00am.



ESTADO ACTUAL

ILUMINANCIA JUN-AGOS 12:00AM

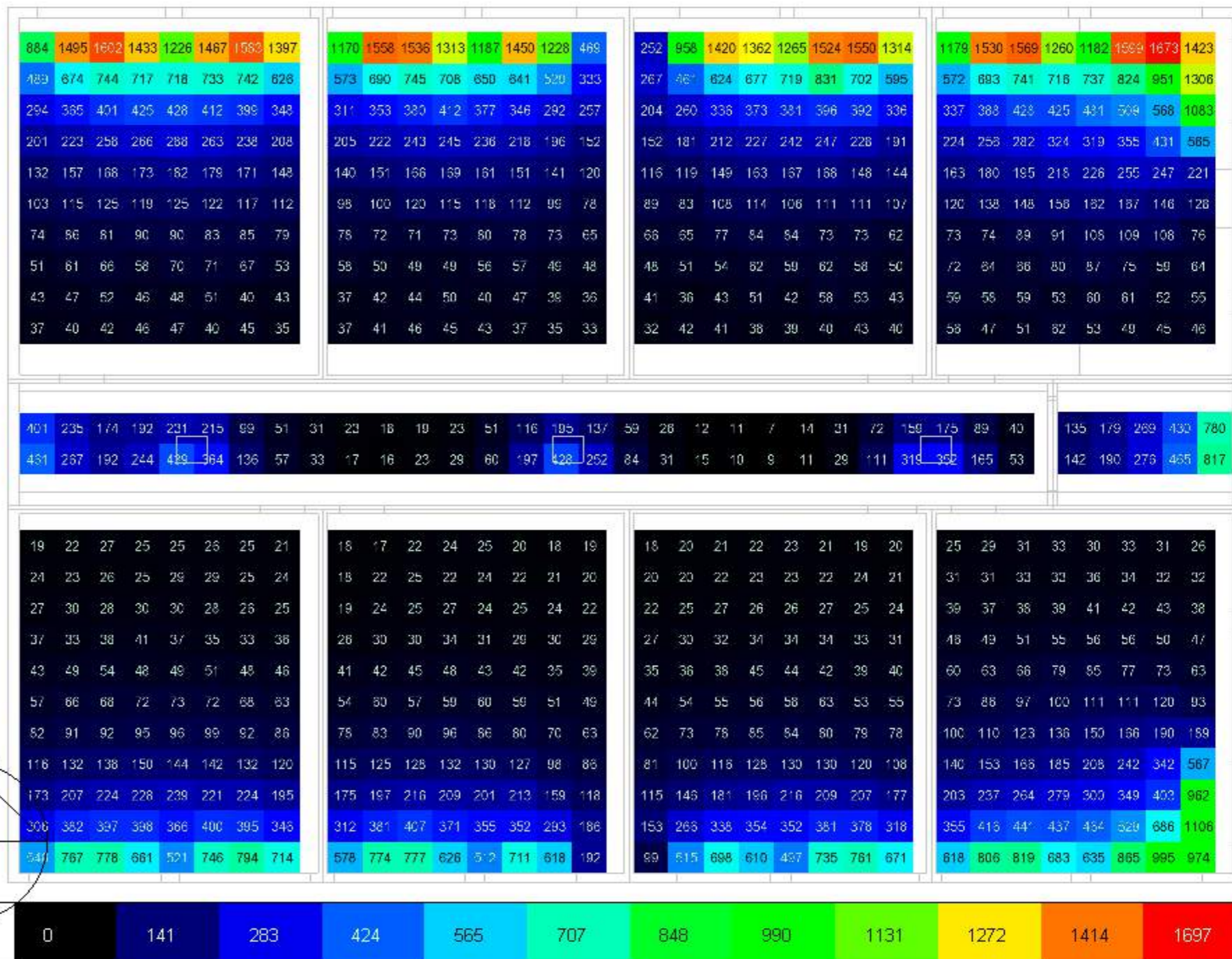
Figura239. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta estado actual - verano 12:00am.

Planta Alta - Estado Actual

ANÁLISIS

En el análisis realizado en la planta alta del proyecto a las 12:00 a.m., se evidencia un déficit significativo en los niveles de iluminancia en relación con los parámetros establecidos por la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), la cual establece un valor mínimo de 300 lux para aulas educativas. En este caso, la simulación muestra una concentración de iluminancia cercana a la ventana, alcanzando un valor máximo de 1362 lux, mientras que en la zona central del aula los niveles descienden drásticamente hasta 73 lux. Esta disparidad refleja una distribución ineficiente de la luz natural, que compromete el confort visual y las condiciones adecuadas para el aprendizaje.

En cuanto al pasillo, se observa que los ductos de iluminación cenital existentes, con dimensiones de 60 x 60 cm, generan un valor máximo de 352 lux.



PROPUESTA

Planta Alta - Propuesta

Figura240. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta propuesta - verano 12:00 am.

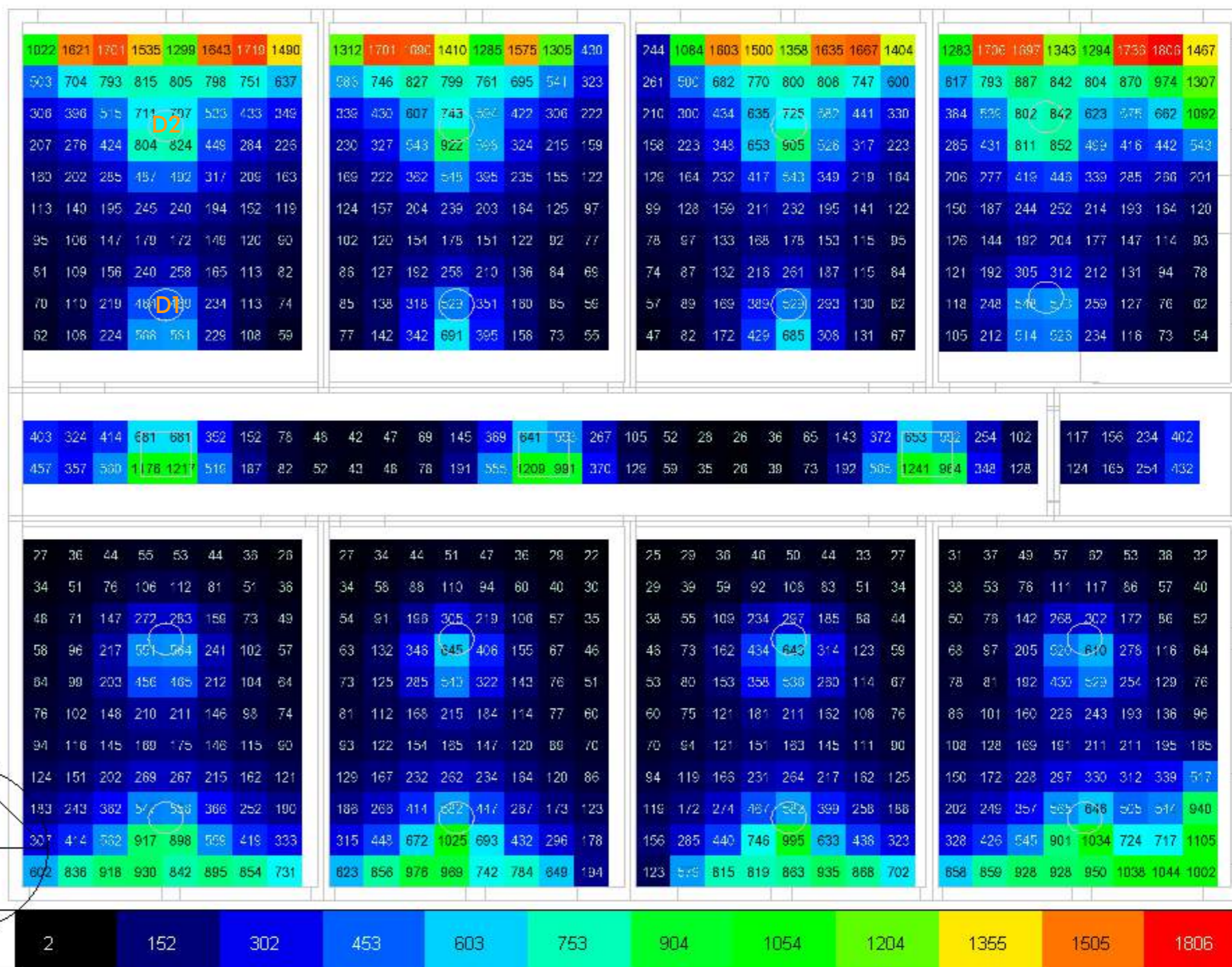
ANÁLISIS

Al aumentar la dimensión de los ductos existentes de 0.6 x 0.6 m a 1.00 x 1.00 m ya se empiezan a evidenciar cambios con un incremento de los luxes haciendose mas evidente en los elementos implementados en la propuesta ya que el sol cada vez se acerca a su puntos mas alto.

Se observa que en los ductos de iluminación implementados en las aulas se genera un incremento de luxes de 73 lux a 564 lux, superando el minimo requerido en la norma, esto debido a que el sol incide totalmente en la cubierta.

ILUMINANCIAS (LUX) VERANO 12:00AM

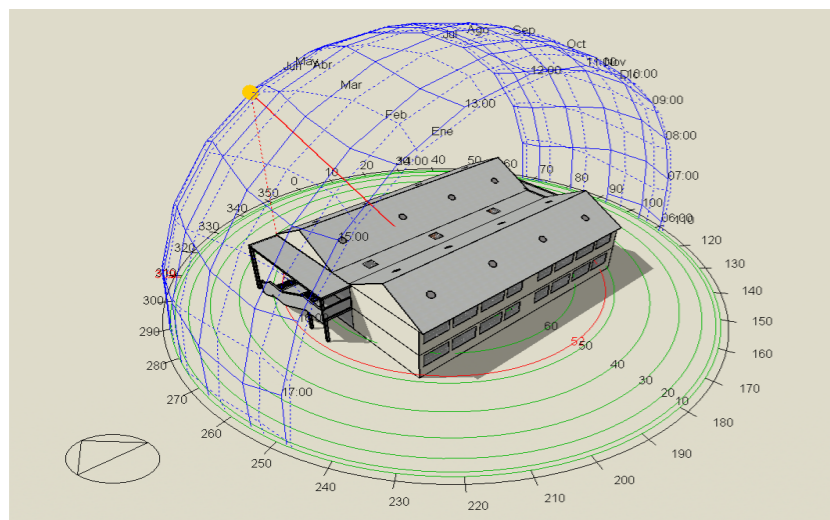
Ubicación	Estado actual	Propuesta	Diferencia
Ducto 1 aula	73 lux	564 lux	491lux
Ducto 2 aula	286lux	804lux	518 lux
Ducto pasillo	352 lux	1241 lux	889 lux



ESTADO ACTUAL

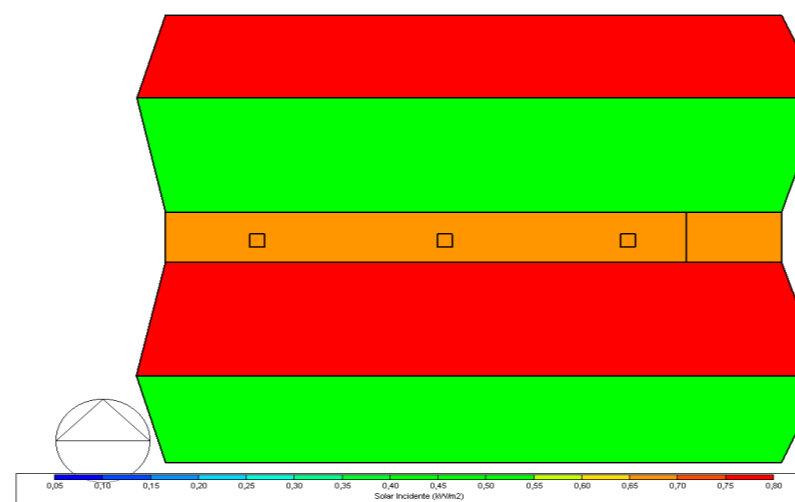
DIAGRAMA SOLAR

Figura241. Diagrama solar estado actual - verano 14:00pm.



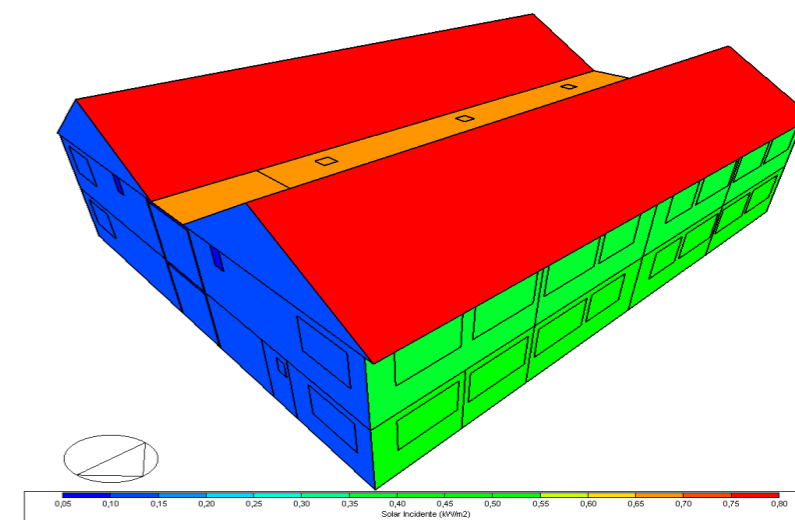
INCIDENCIA SOLAR - CUBIERTA

Figura242. Incidencia solar cubierta estado actual - verano 14:00pm.



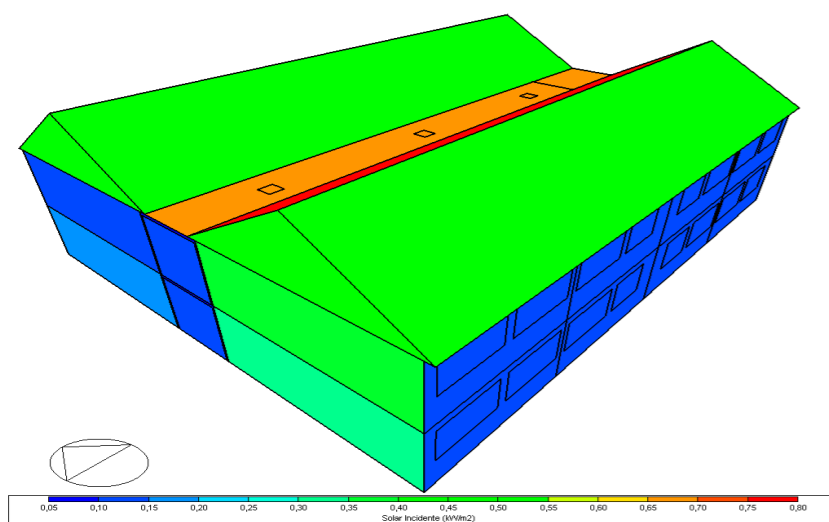
INCIDENCIA SOLAR - ESTE

Figura243. Incidencia solar este estado actual - verano 14:00pm.



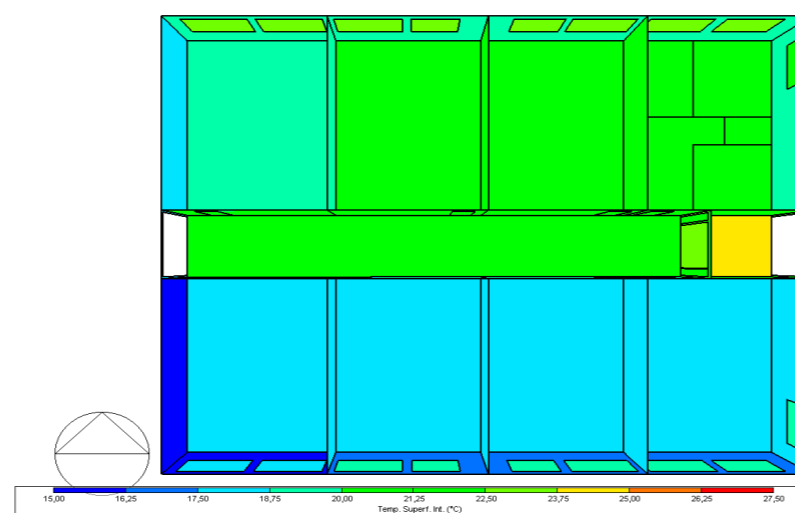
INCIDENCIA SOLAR - OESTE

Figura244. Incidencia solar oeste estado actual - verano 14:00pm.



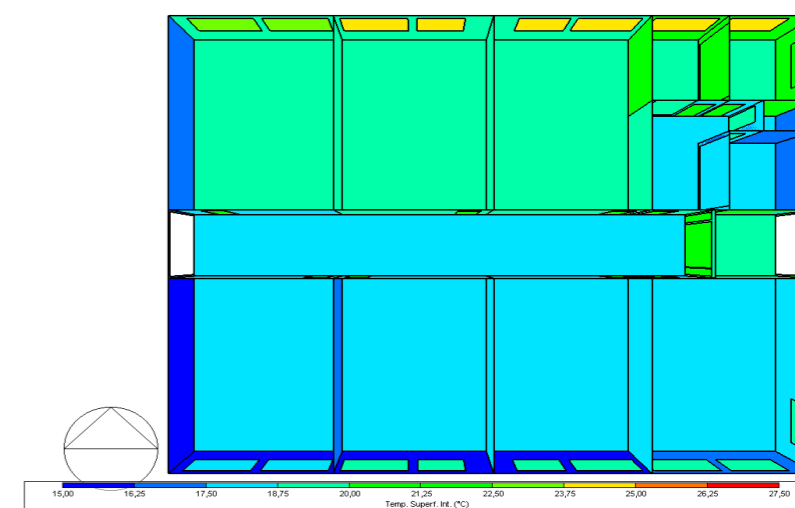
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA BAJA

Figura245. Incidencia solar planta baja estado actual - verano 14:00pm.



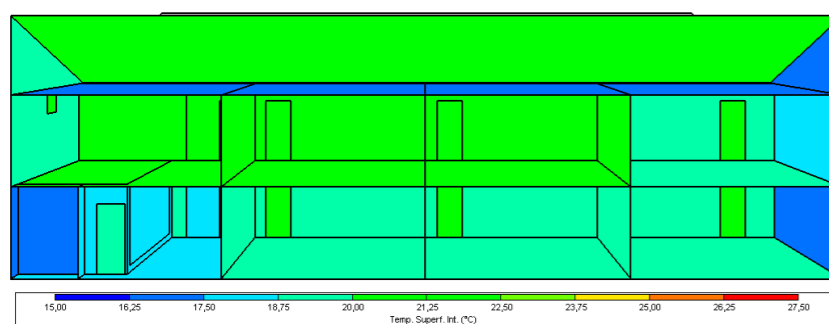
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA ALTA

Figura246. Incidencia solar planta alta estado actual - verano 14:00pm.



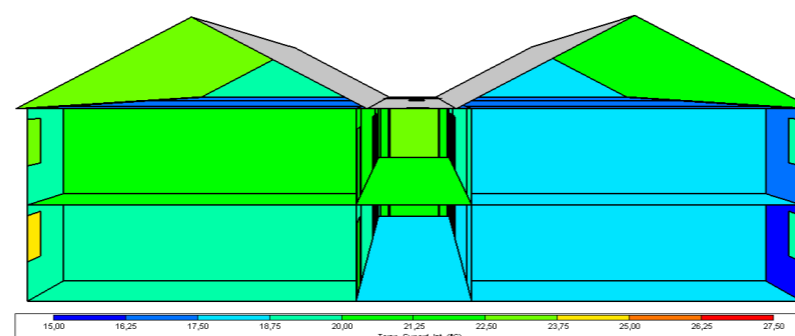
INCIDENCIA SOLAR - CORTE LONGITUDINAL

Figura247. Incidencia solar corte longitudinal estado actual - verano 14:00pm.



INCIDENCIA SOLAR - CORTE TRANSVERSAL

Figura248. Incidencia solar corte transversal estado actual - verano 14:00pm.



ANÁLISIS

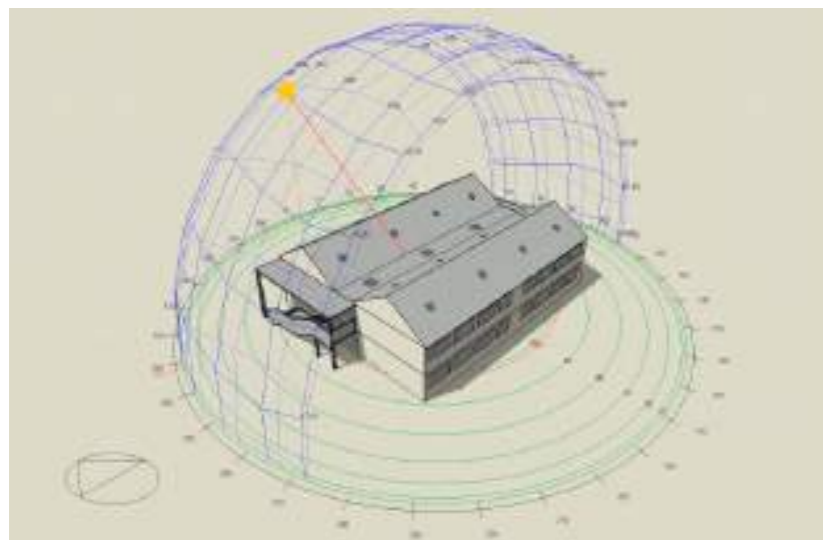
En la simulación realizada a las 14:00 h durante la estación de verano, se identifica que la cubierta es la que recibe mayor incidencia solar, la fachada **Este** ya no presenta una incidencia solar directa, mientras que la fachada **Oeste**, empieza a tener una mayor incidencia solar esto debido al ángulo de incidencia solar en esa franja horaria.

En el interior, las mediciones reflejan temperaturas que oscilan entre **17 °C** y **20 °C**, valores que, en el contexto de un territorio andino, representan una condición desfavorable para el confort térmico en las aulas. Estas bajas temperaturas pueden generar disconfort en los ocupantes, reduciendo su capacidad de concentración y afectando el desempeño académico, lo que refuerza la necesidad de implementar estrategias pasivas y activas que mitiguen este impacto térmico.

PROPUESTA

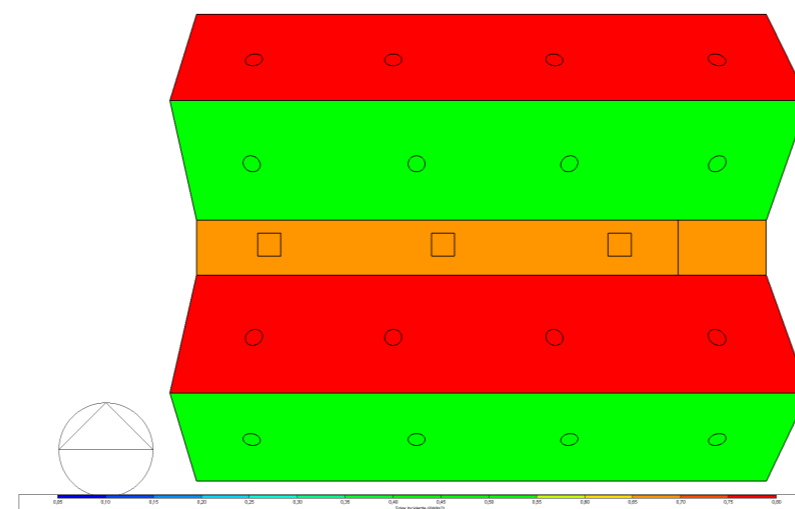
DIAGRAMA SOLAR

Figura249. Diagrama solar propuesta - verano 14:00pm.



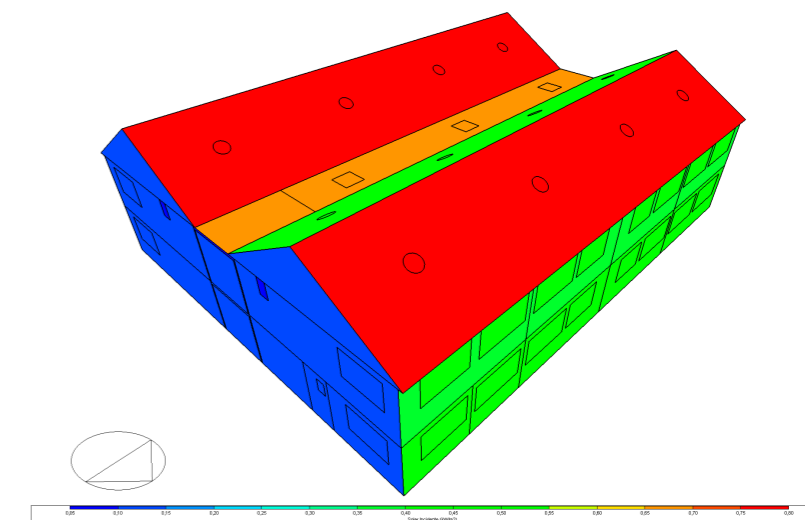
INCIDENCIA SOLAR - CUBIERTA

Figura250. Incidencia solar cubierta propuesta - verano 14:00pm.



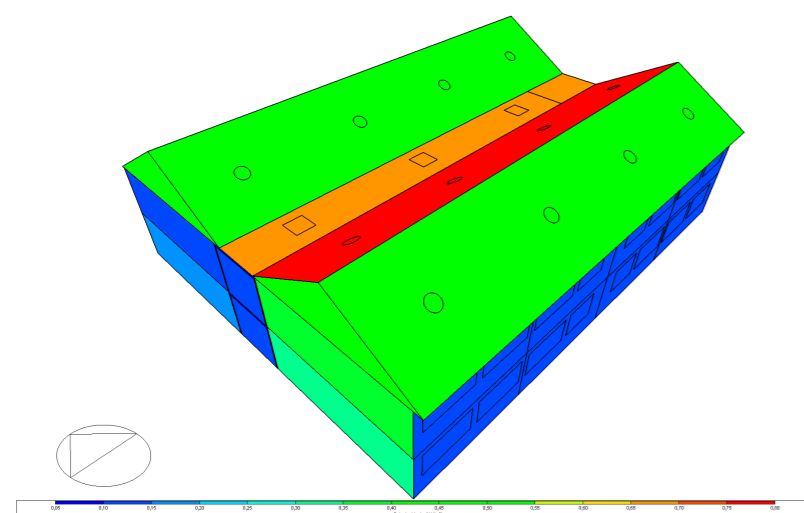
INCIDENCIA SOLAR - ESTE

Figura251. Incidencia solar este propuesta - verano 14:00pm.



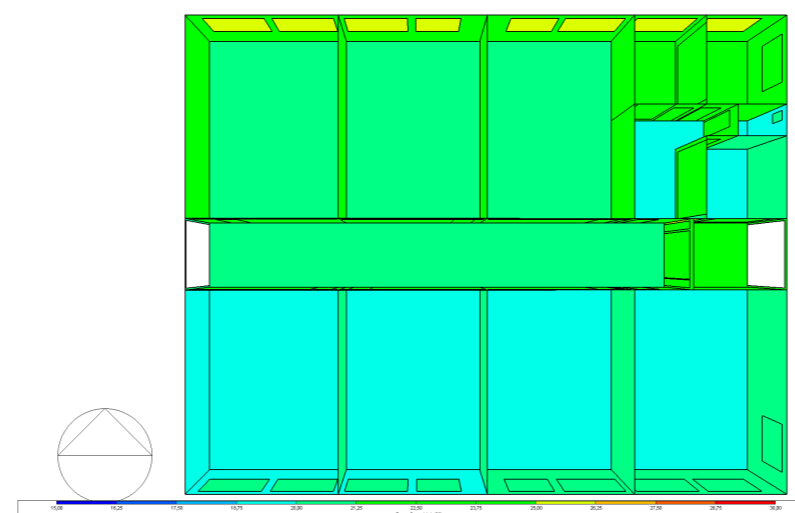
INCIDENCIA SOLAR - OESTE

Figura252. Incidencia solar oeste propuesta - verano 14:00pm.



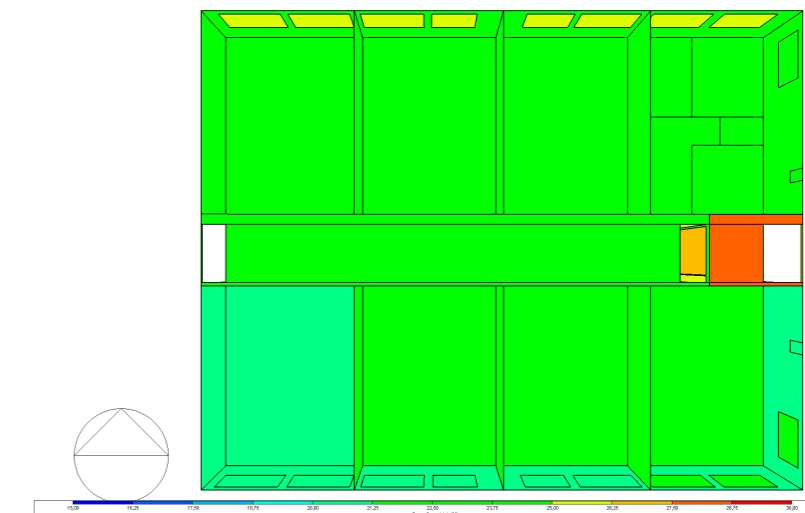
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA BAJA

Figura253. Incidencia solar planta baja propuesta - verano 14:00pm.



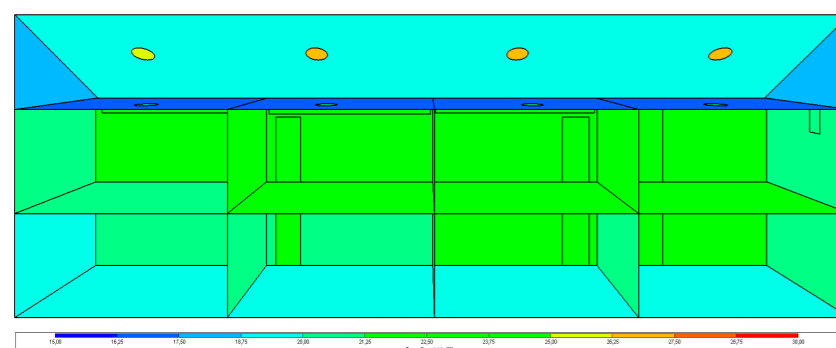
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA ALTA

Figura254. Incidencia solar planta alta propuesta - verano 14:00pm.



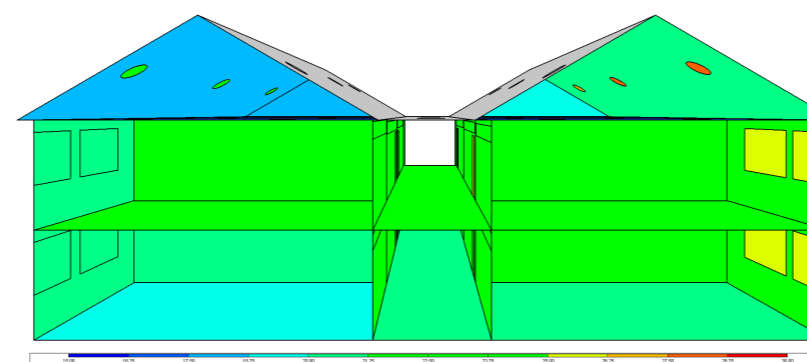
INCIDENCIA SOLAR - CORTE LONGITUDINAL

Figura255. Incidencia solar corte longitudinal propuesta - verano 14:00pm.



INCIDENCIA SOLAR - CORTE TRANSVERSAL

Figura256. Incidencia solar corte transversal propuesta - verano 14:00pm.



ANÁLISIS

En contraste, la simulación realizada con los datos ajustados según la propuesta evidencia una mejora significativa en el confort térmico de las aulas. Mientras que en el estado actual se registra una temperatura máxima de 20 °C, la propuesta eleva este valor hasta 22,0°C, lo que representa un incremento sustancial que contribuye directamente al bienestar térmico de los estudiantes.

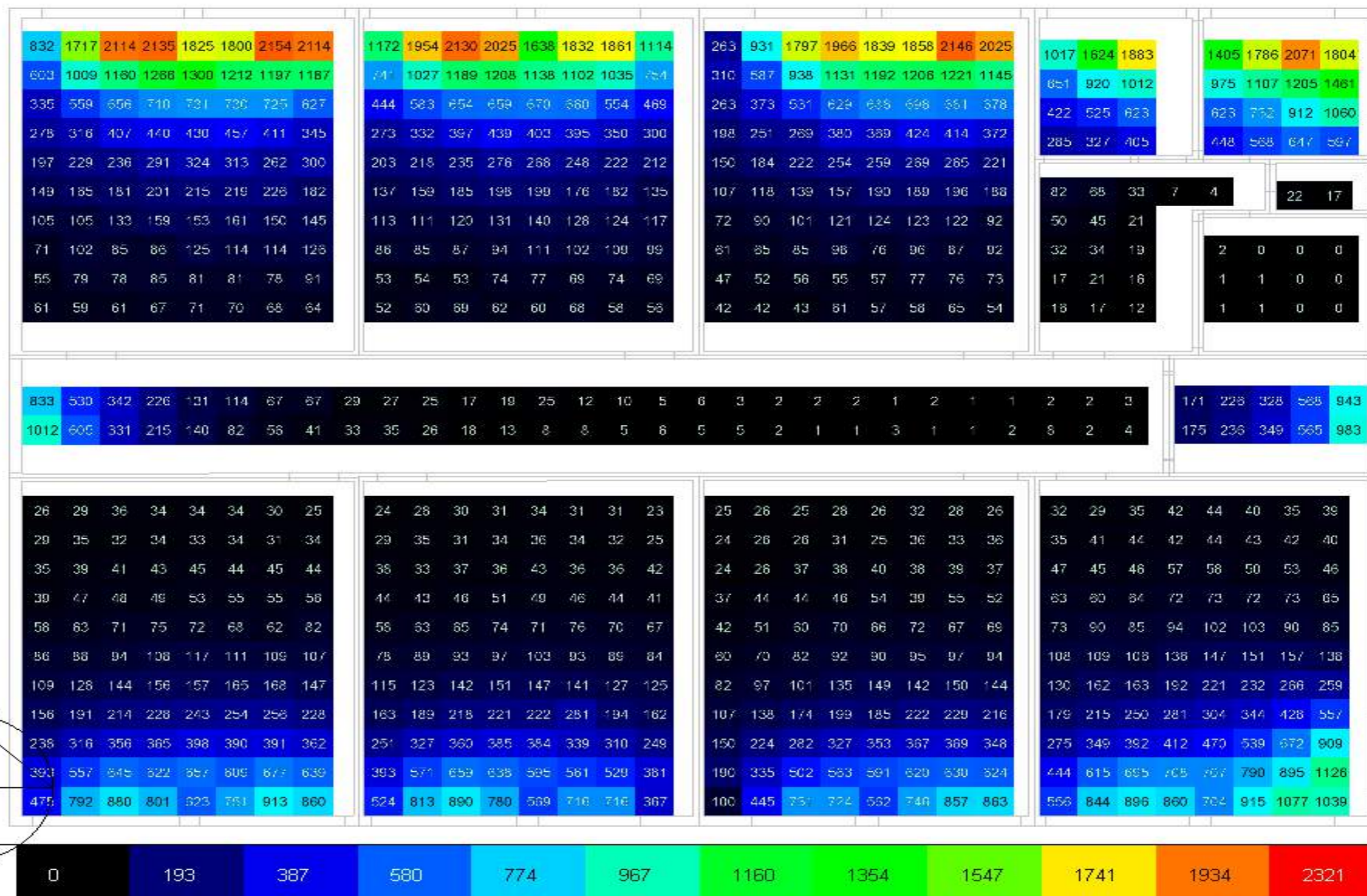
Este aumento permite alcanzar un nivel de confort adecuado, optimizando la capacidad de concentración y el rendimiento académico, a la vez que asegura el cumplimiento de los estándares mínimos establecidos a nivel nacional. Para el caso específico de Salcedo, que presenta un clima templado-andino, se recomienda tener una temperatura mínima de 18 °C en espacios educativos, valor que la propuesta logra satisfacer de manera eficiente.

ESTADO ACTUAL

ILUMINANCIA JUN-AGO 14:00 PM

Figura257. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja estado actual - verano 14:00pm.

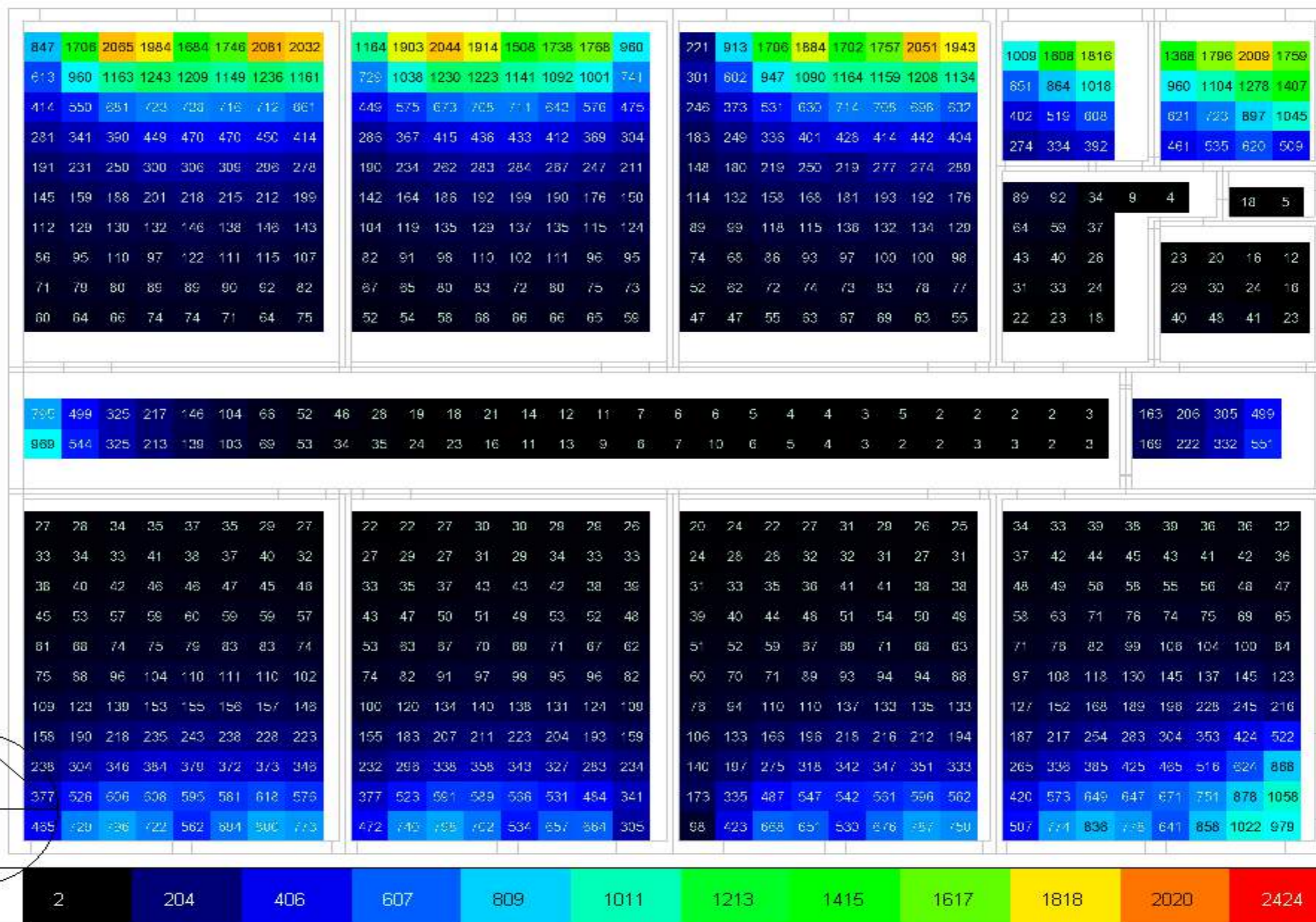
Planta Baja - Estado Actual



PROPUESTA

Planta Baja - Propuesta

Figura 258. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja propuesta - verano 14:00pm.



ESTADO ACTUAL

Figura 259. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta estado actual - verano 14:00pm.

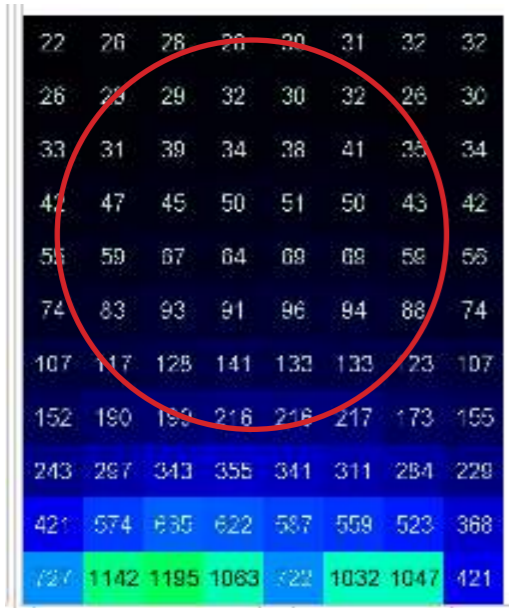
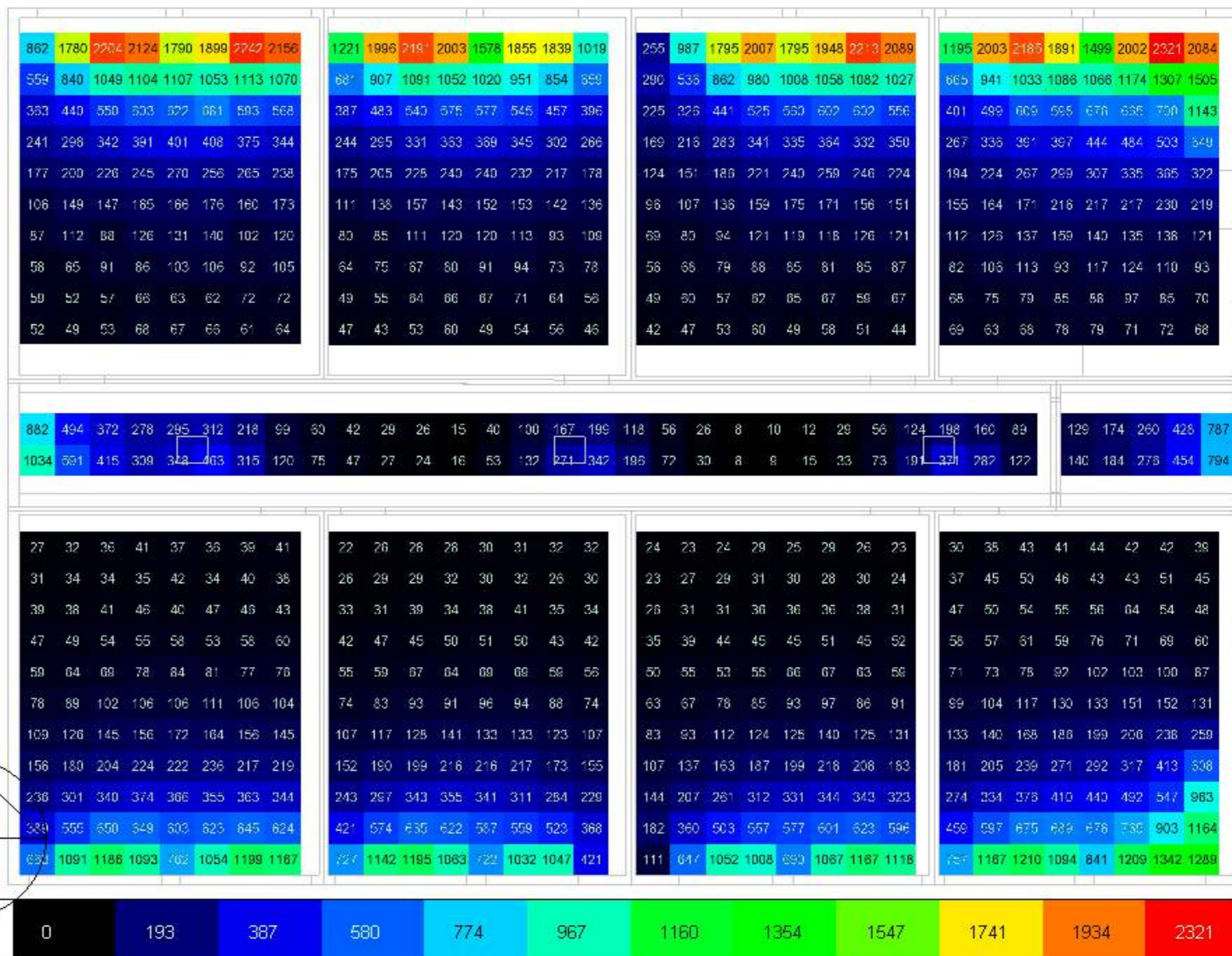
ILUMINANCIA JUN-AGOS 14:00PM

Planta Alta - Estado Actual

ANÁLISIS

En el análisis realizado en la planta alta del proyecto a las 14:00 p.m., se evidencia un déficit significativo en los niveles de iluminancia en relación con los parámetros establecidos por la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), la cual establece un valor mínimo de 300 lux para aulas educativas. En este caso, la simulación muestra una concentración de iluminancia cercana a la ventana, alcanzando un valor máximo de 2204 lux, mientras que en la zona central del aula los niveles descienden drásticamente hasta 123 lux. Esta disparidad refleja una distribución ineficiente de la luz natural, que compromete el confort visual y las condiciones adecuadas para el aprendizaje.

En cuanto al pasillo, se observa que los ductos de iluminación cenital existentes, con dimensiones de 60 x 60 cm, generan un valor máximo de 271 lux.



PROPUESTA

Planta Alta - Propuesta

Figura260. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta propuesta - verano 14:00 pm.

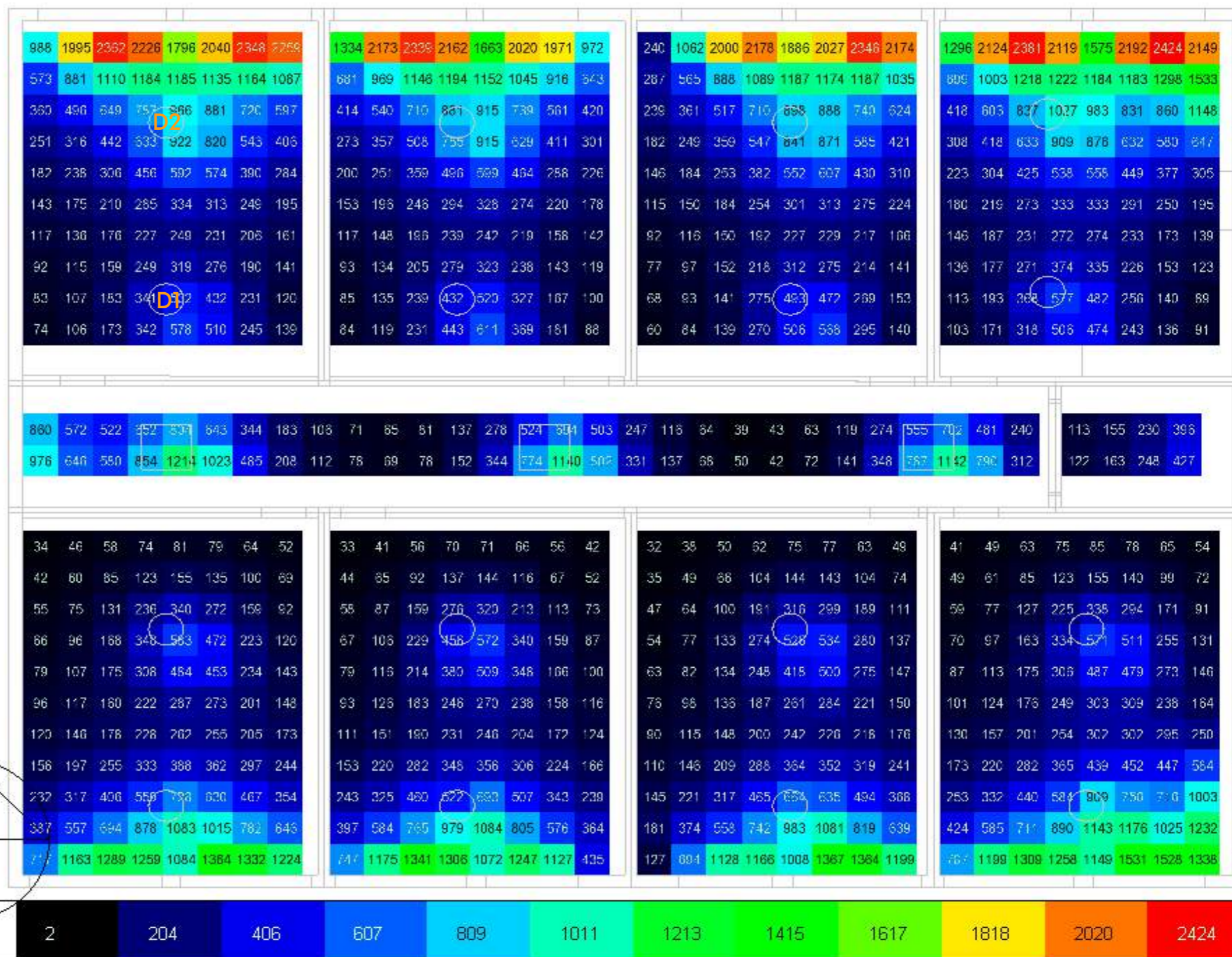
ANÁLISIS

Al aumentar la dimensión de los ductos existentes de 0.6 x 0.6 m a 1.00 x 1.00 m ya se empiezan a evidenciar cambios con un incremento de los luxes haciéndose mas evidente en los elementos implementados en la propuesta ya que el sol cada vez se acerca a su puntos mas alto.

Se observa que en los ductos de iluminación implementados en las aulas se genera un incremento de luxes de **123 lux a 493 lux**, superando el mínimo requerido en la norma.

ILUMINANCIAS (LUX) VERANO 14:00PM

Ubicación	Estado actual	Propuesta	Diferencia
Ducto 1 aula	123 lux	493 lux	370lux
Ducto 2 aula	383lux	841lux	458lux
Ducto pasillo	271 lux	1140 lux	859 lux



ESTADO ACTUAL

PROPUESTA

Figura261. Datos generales temperatura, ganancias de calor y consumo energético - estado actual otoño mar-may.

Figura264. Datos generales temperatura, ganancias de calor y consumo energético - propuesta otoño mar-may.

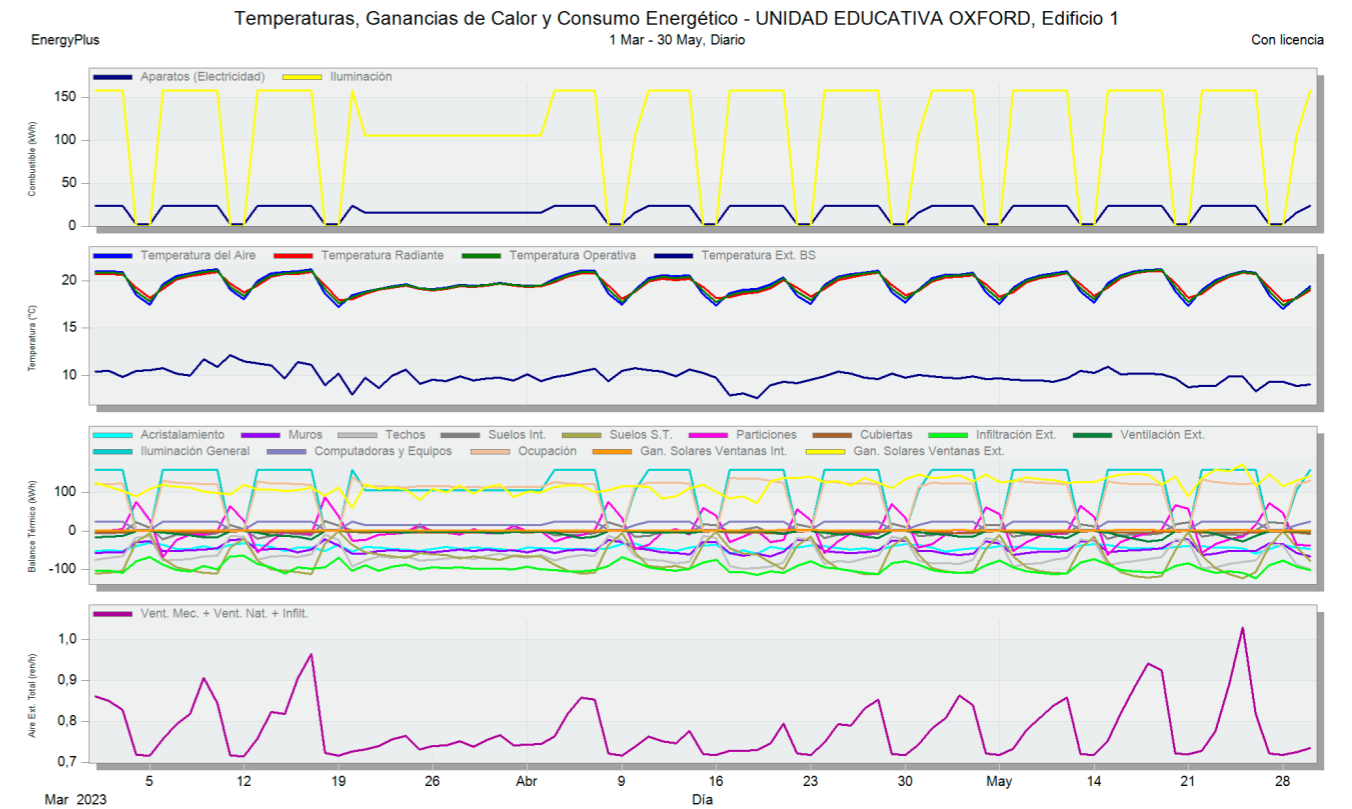
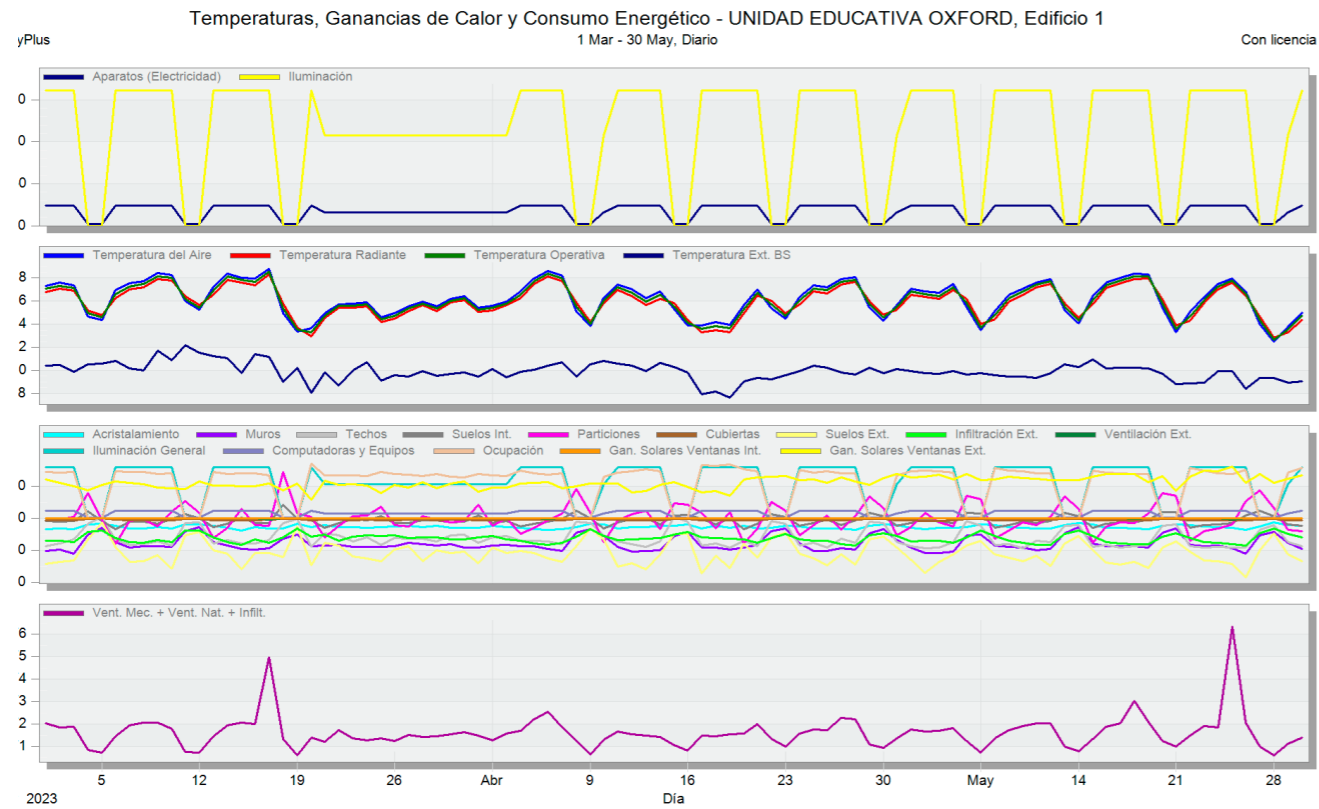
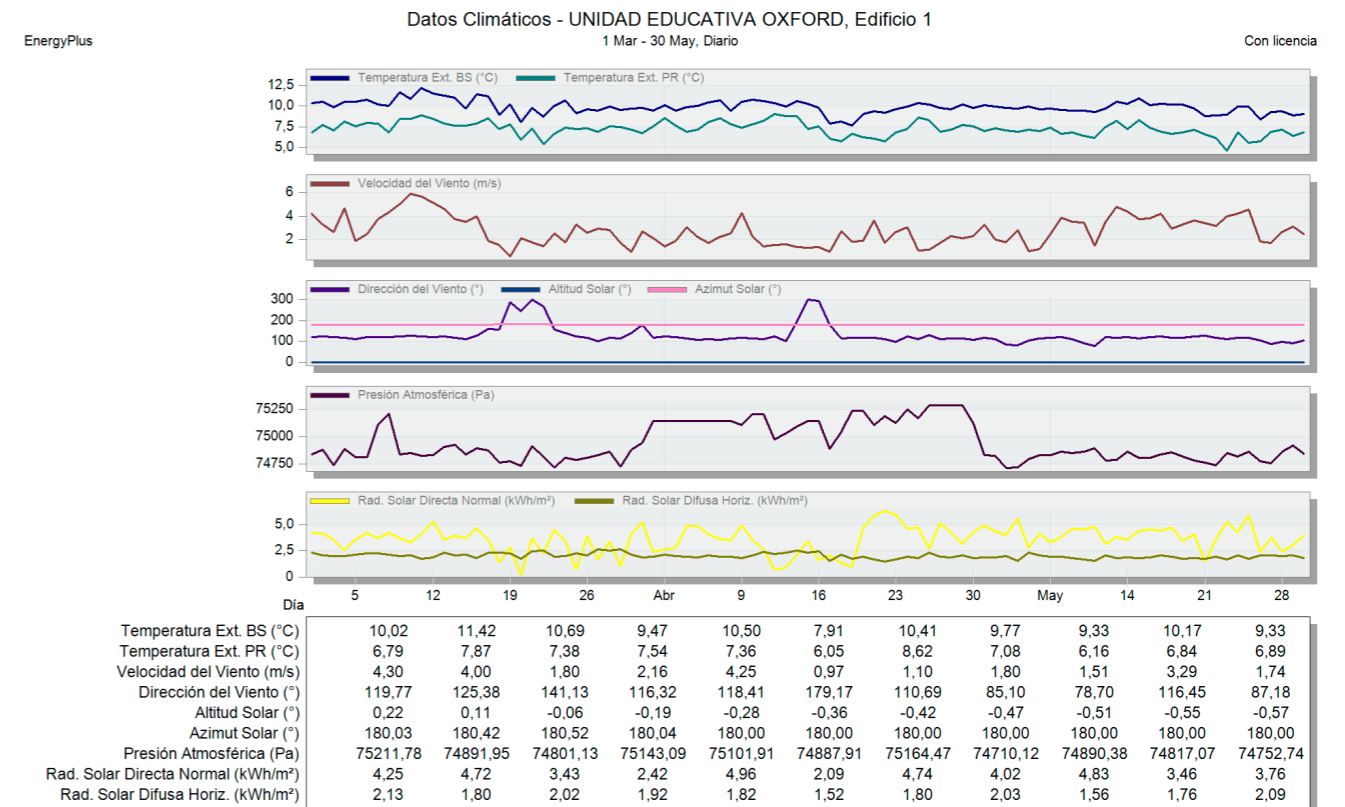
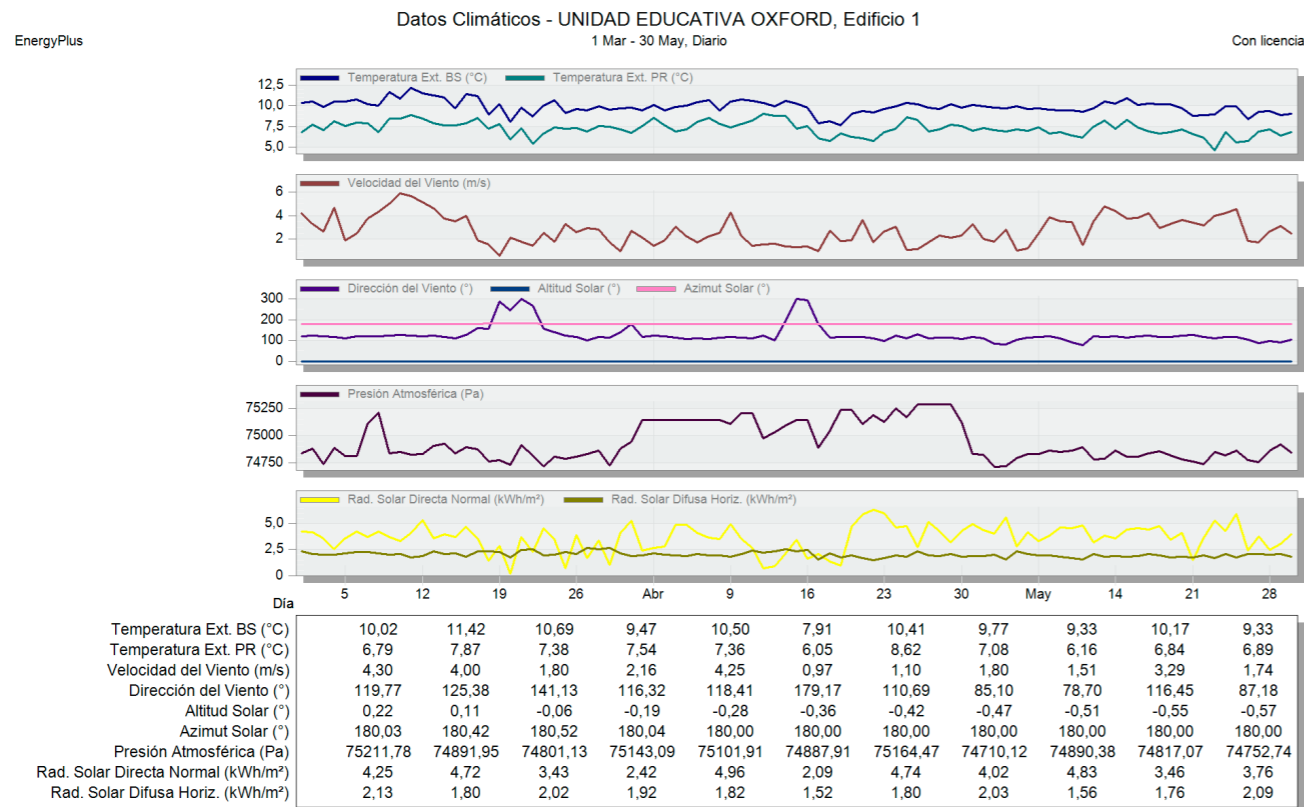


Figura262. Datos climáticos - estado actual otoño mar-may.

Figura263. Datos climáticos - propuesta otoño mar-may.



ESTADO ACTUAL

Figura265. Datos confort térmico - estado actual otoño mar-may.

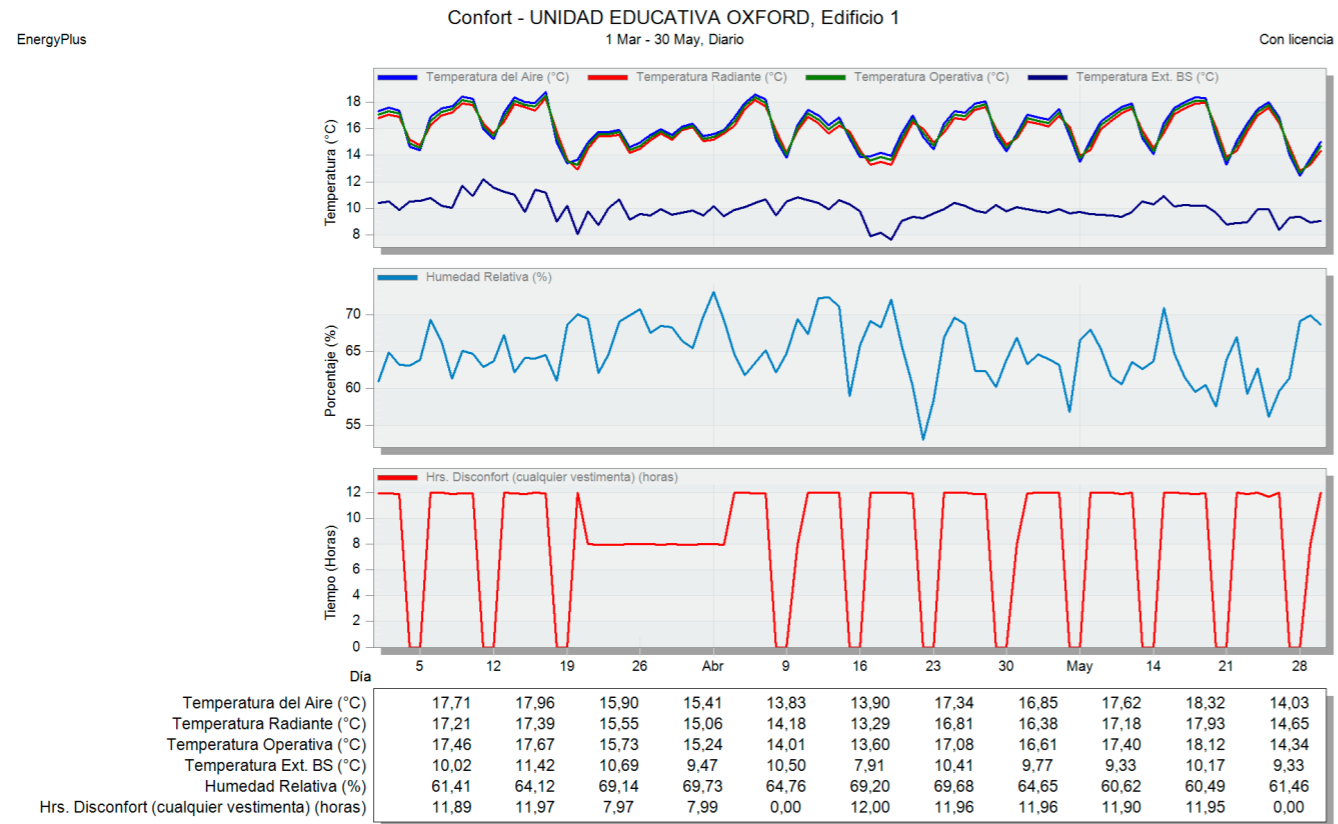
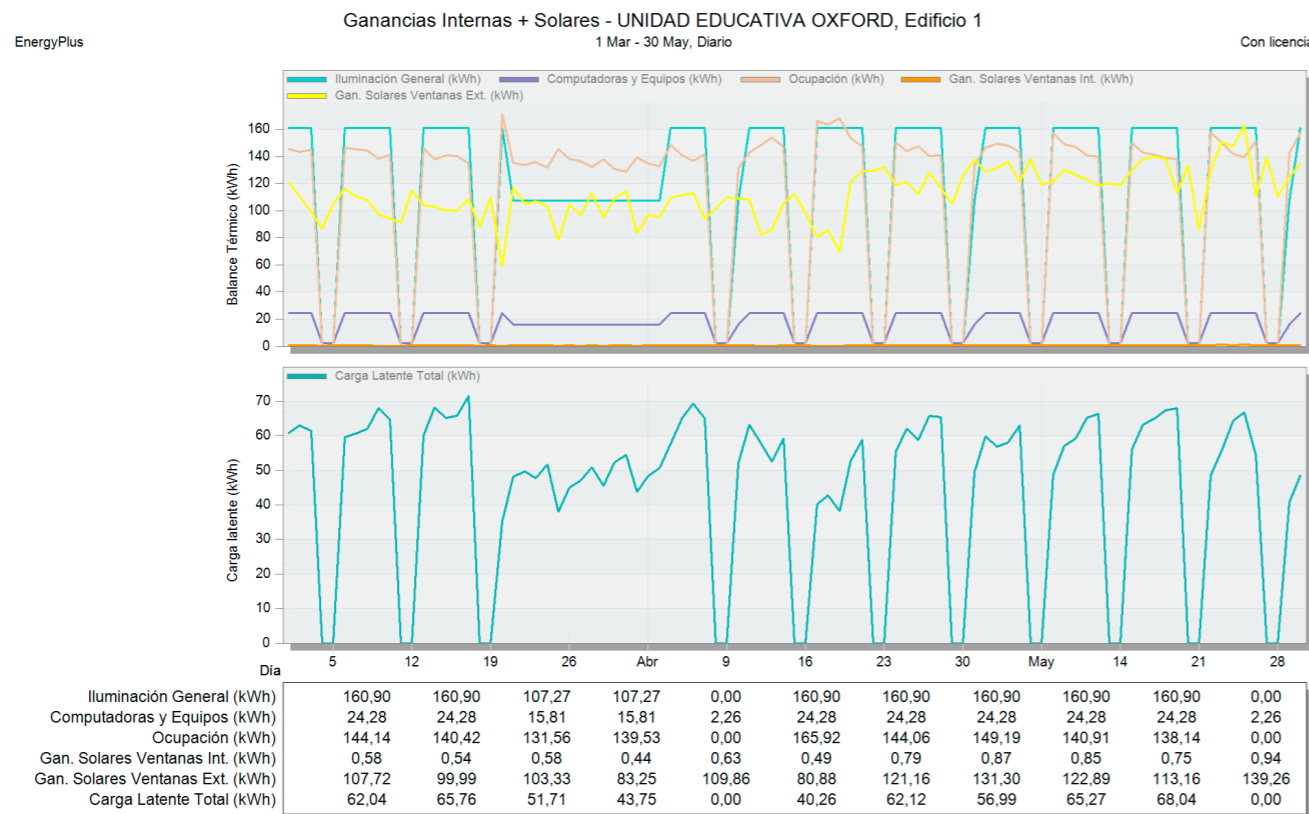


Figura266. Datos ganancias internas + solares - estado actual otoño mar-may.



PROPUESTA

Figura268. Datos confort térmico - propuesta otoño mar-may.

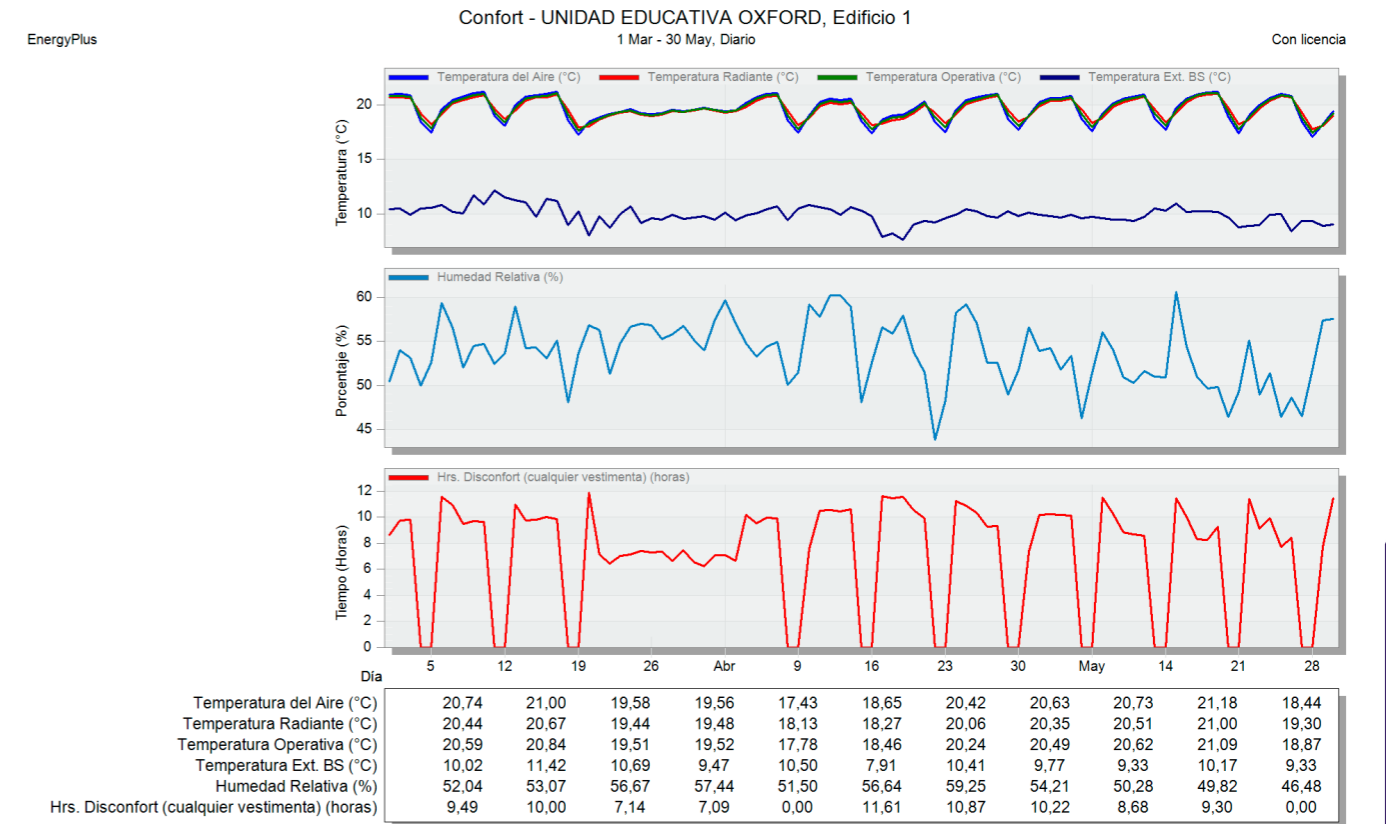
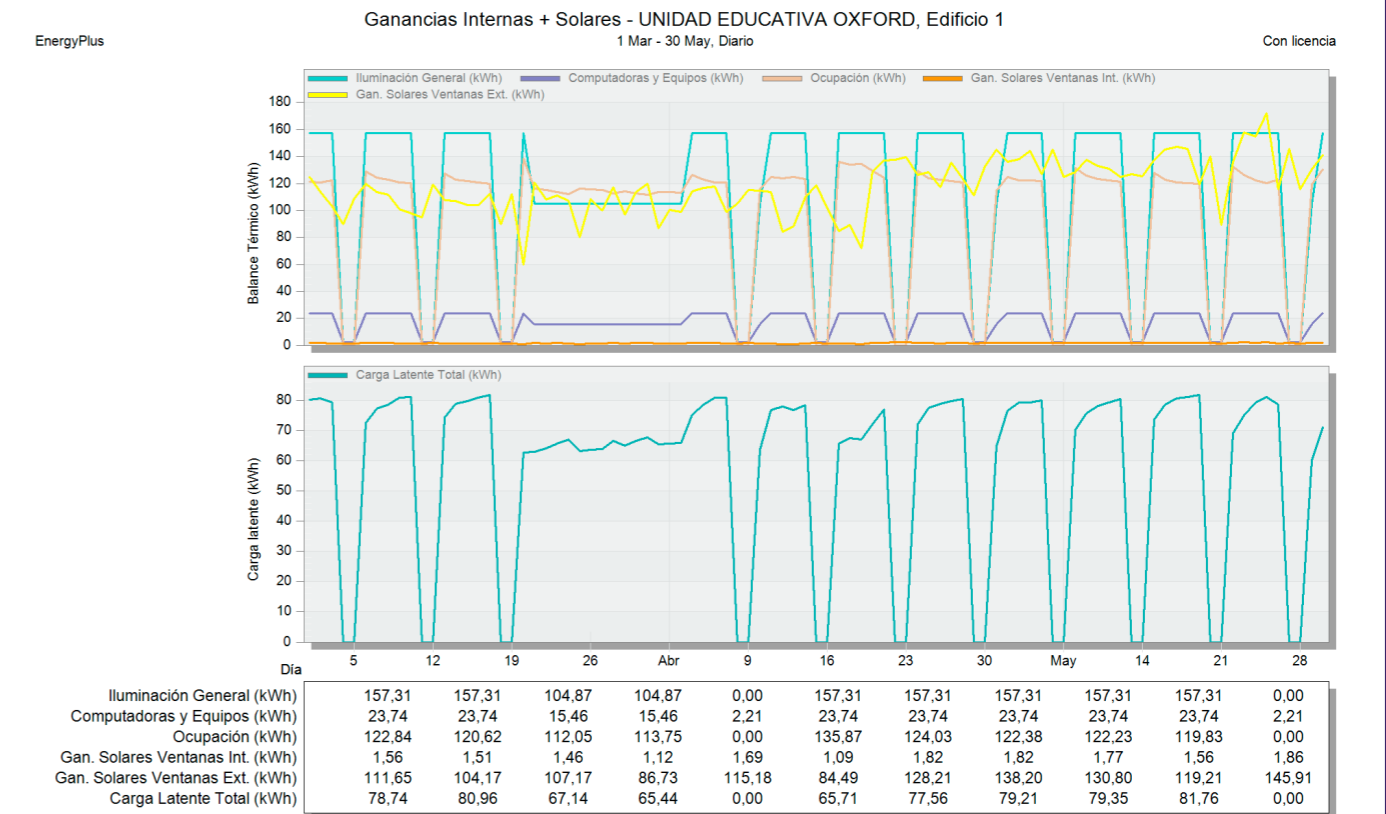


Figura267. Datos ganancias internas + solares - propuesta otoño mar-may.



ESTADO ACTUAL

Figura269. Datos elementos constructivos y ventilación - estado actual otoño mar-may.

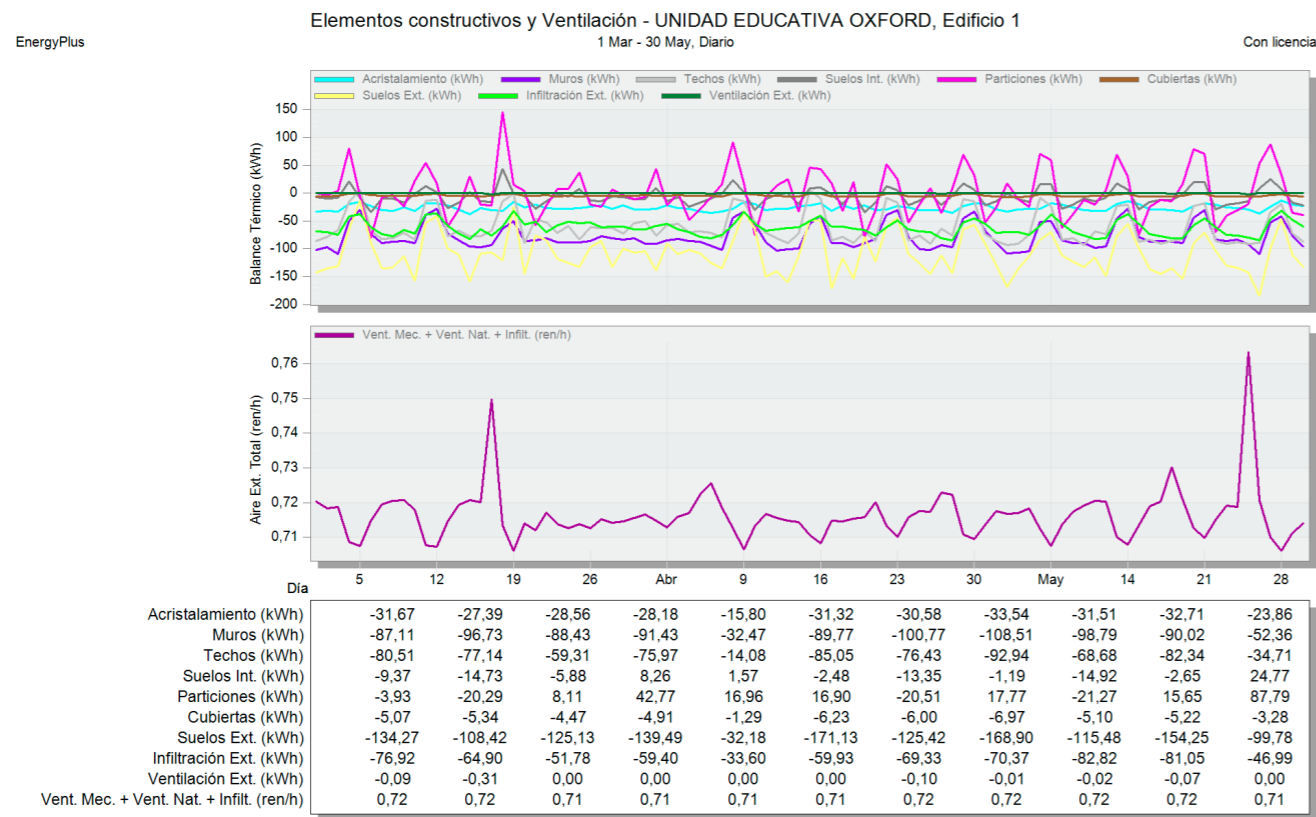
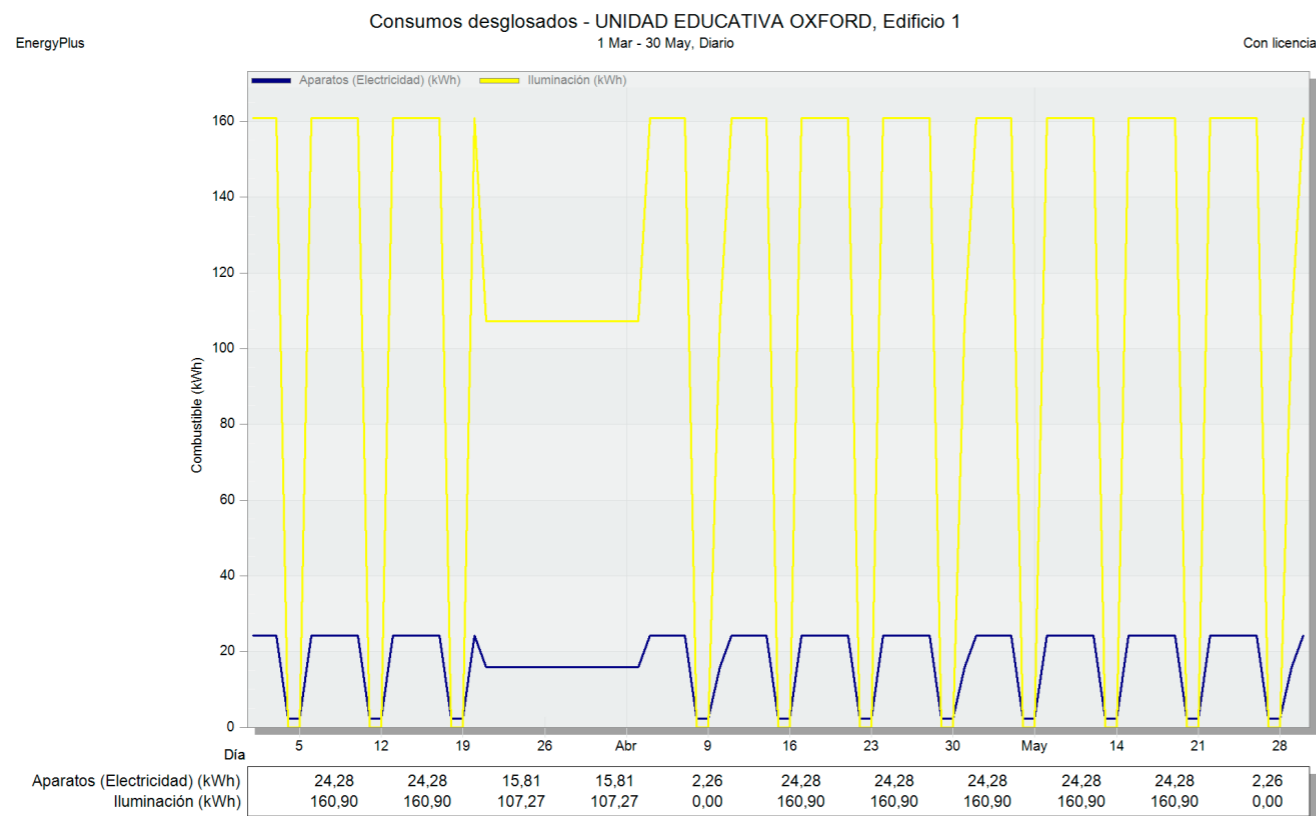


Figura270. Datos consumos desglosados - estado actual otoño mar-may.



PROPUESTA

Figura272. Datos elementos constructivos y ventilación - propuesta otoño mar-may.

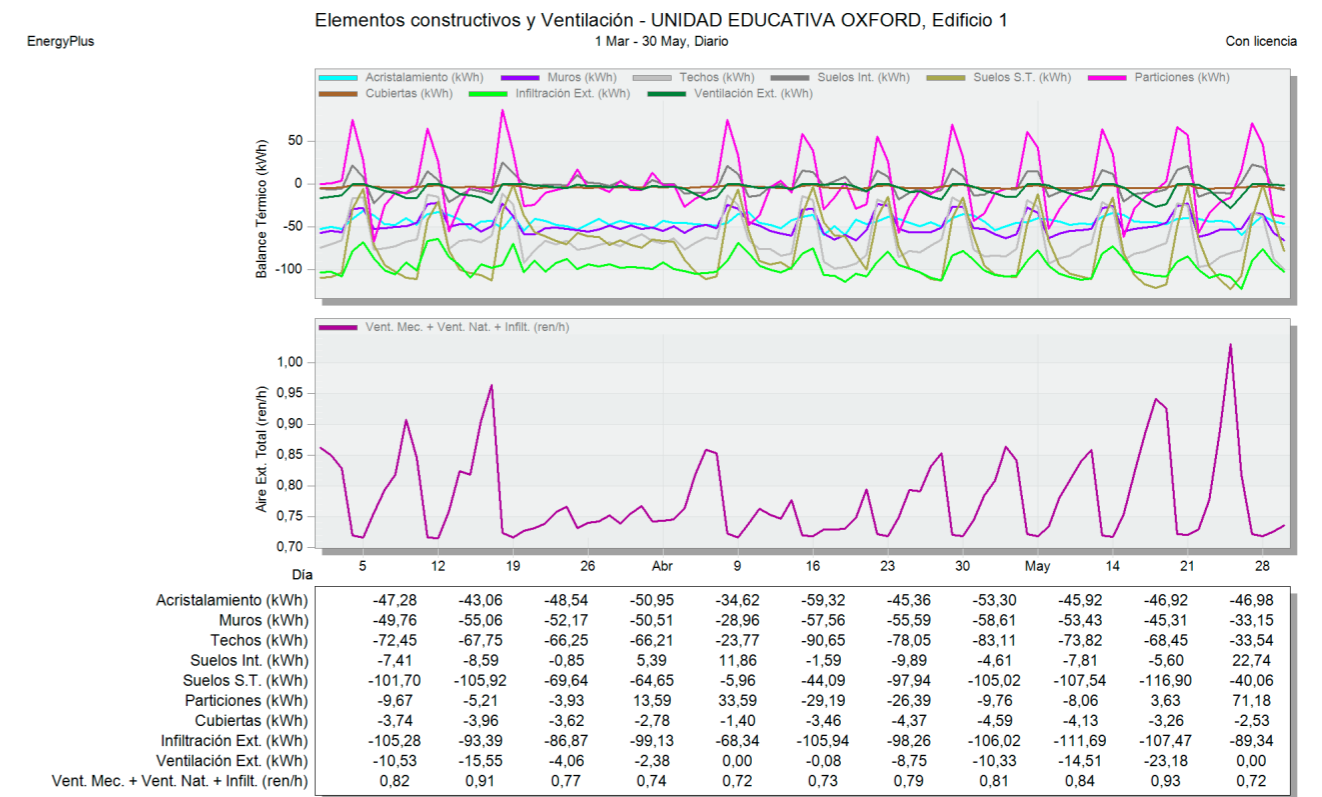
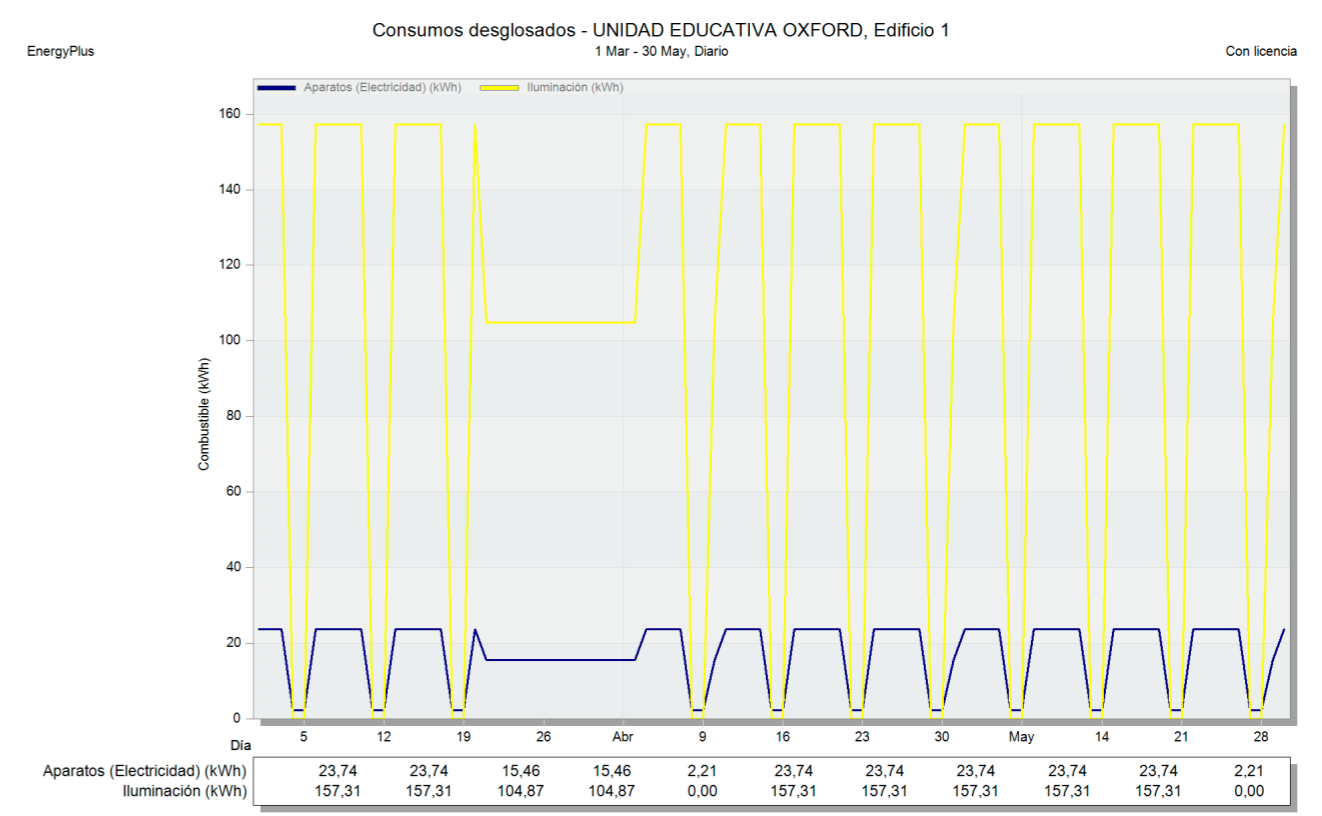


Figura271. Datos consumos desglosados - propuesta otoño mar-may.



ESTADO ACTUAL

Figura273. Datos consumos totales - estado actual otoño mar-may.

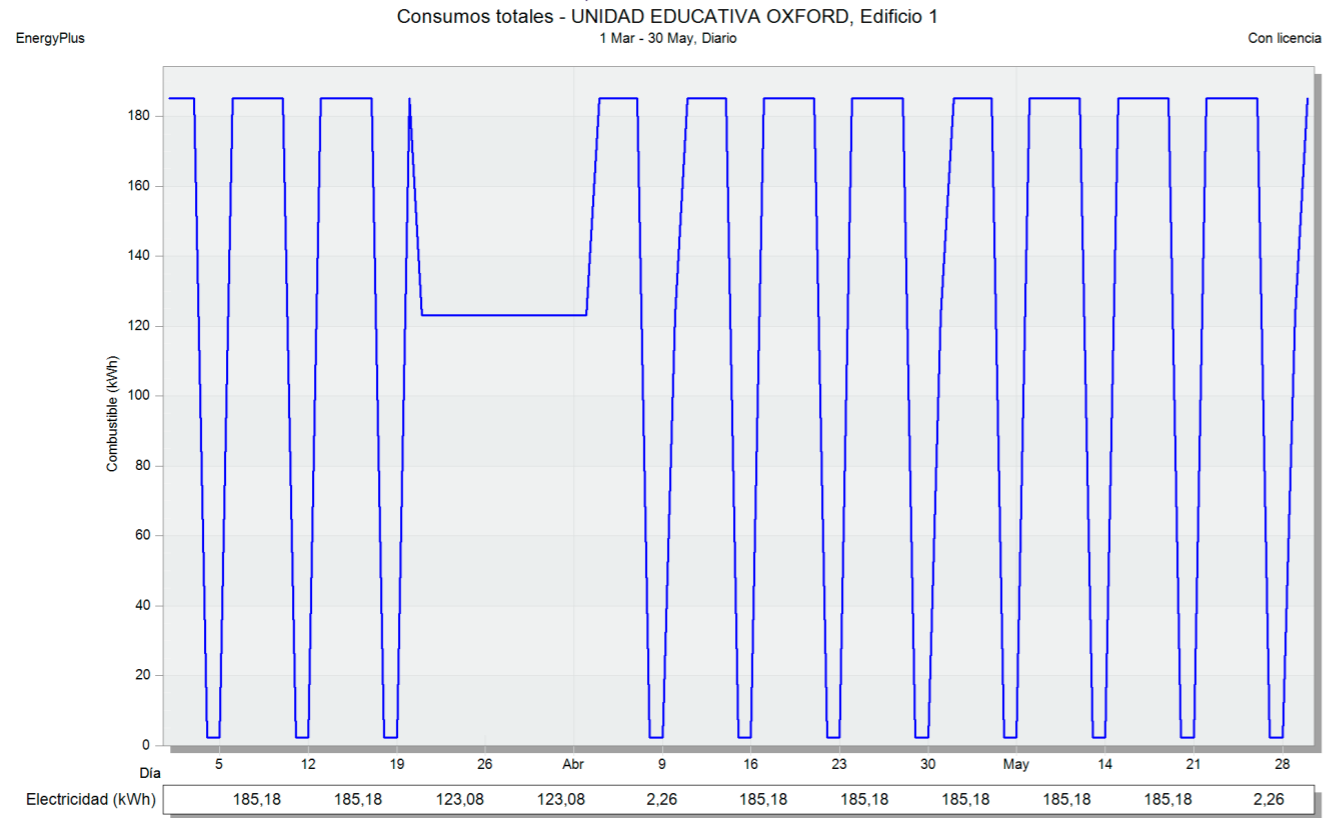
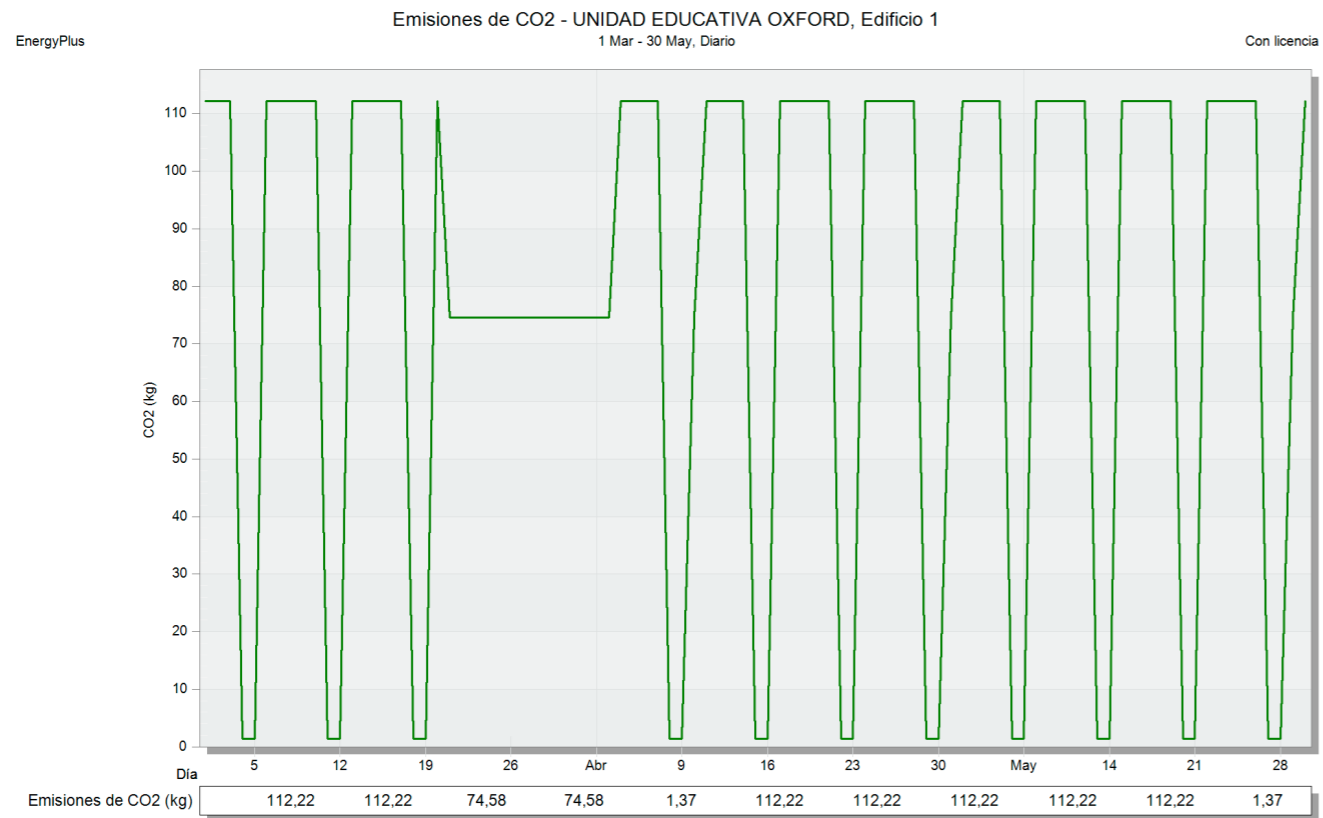


Figura274. Datos emisiones de CO2 - estado actual otoño mar-may.



PROPUESTA

Figura276. Datos consumos totales - propuesta otoño mar-may.

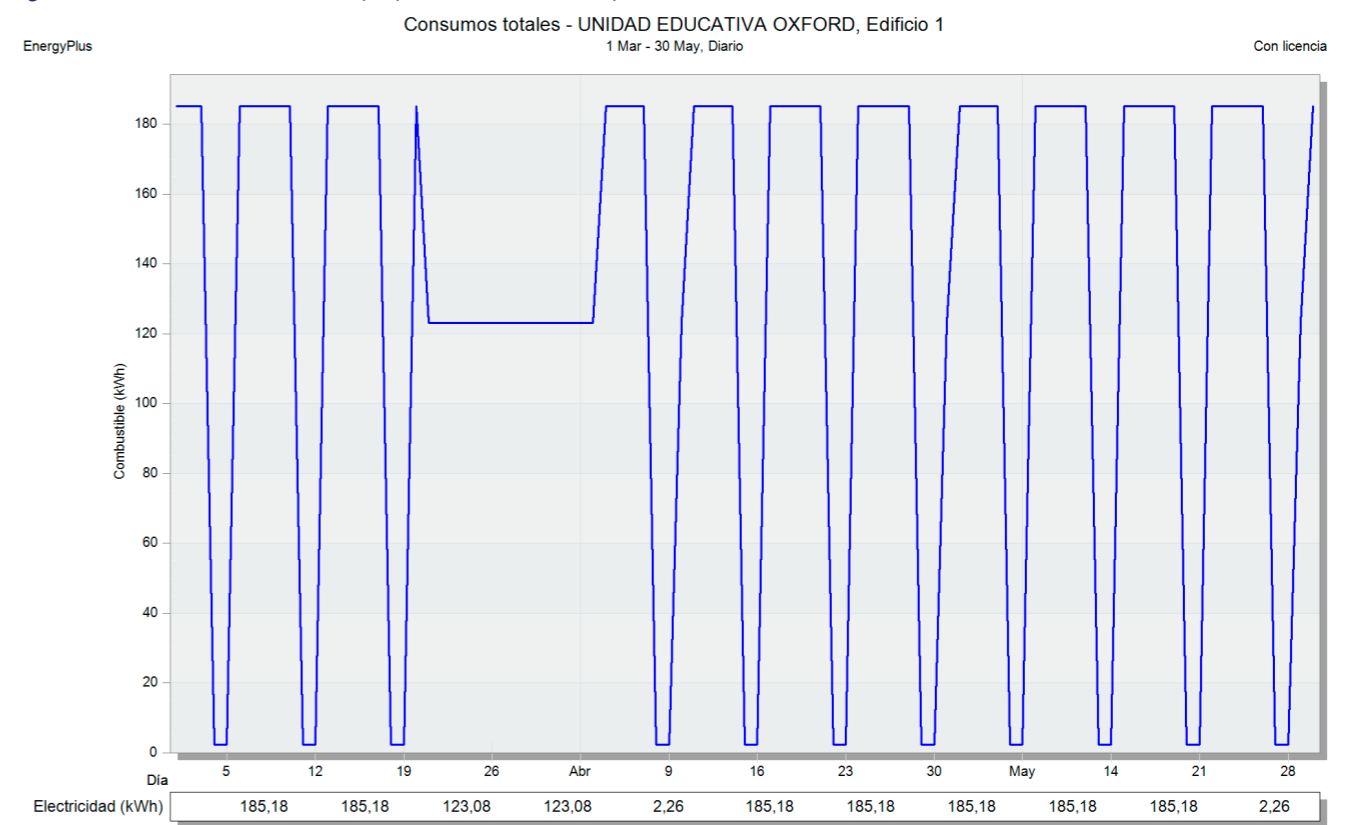
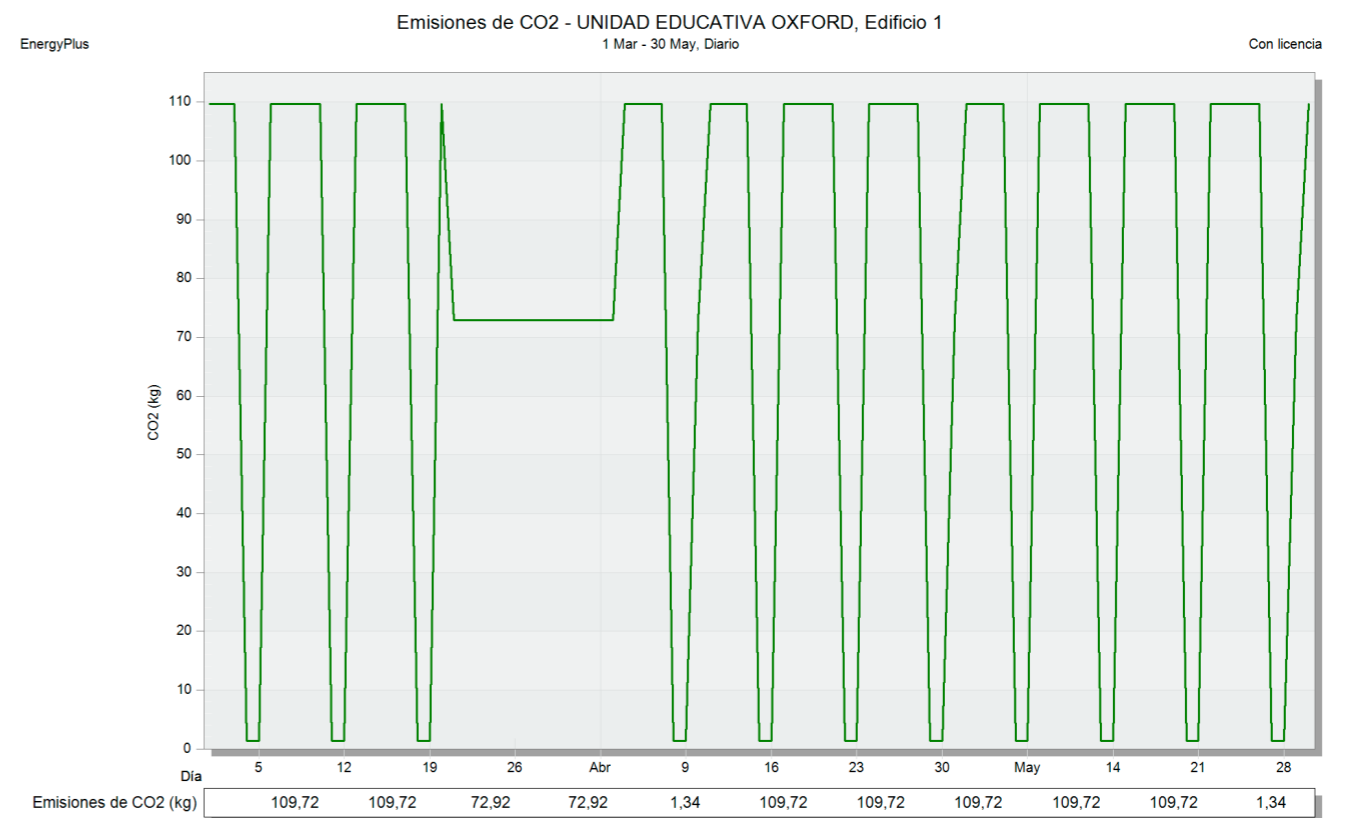


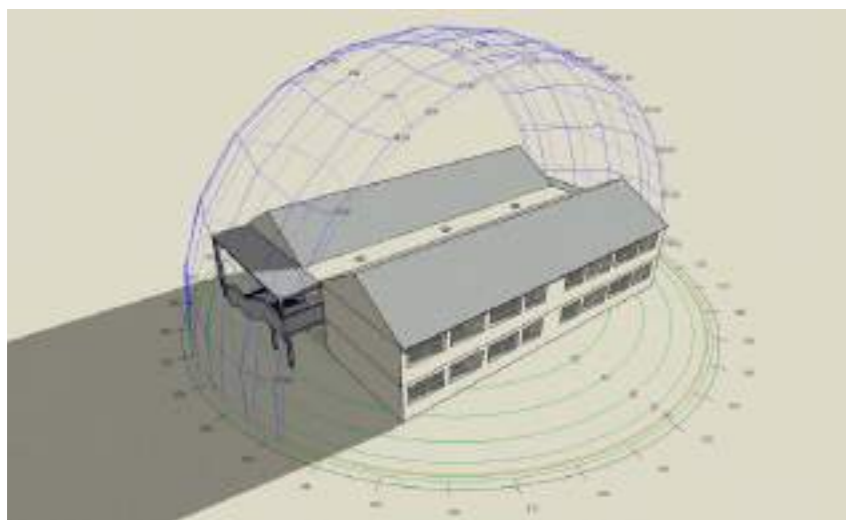
Figura275. Datos emisiones de CO2 - propuesta otoño mar-may.



ESTADO ACTUAL

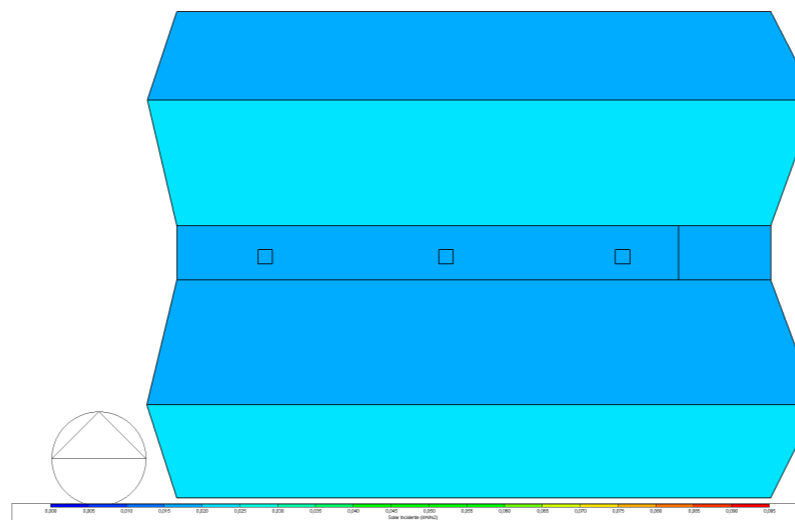
DIAGRAMA SOLAR

Figura277. Diagrama solar estado actual - otoño 7:00am.



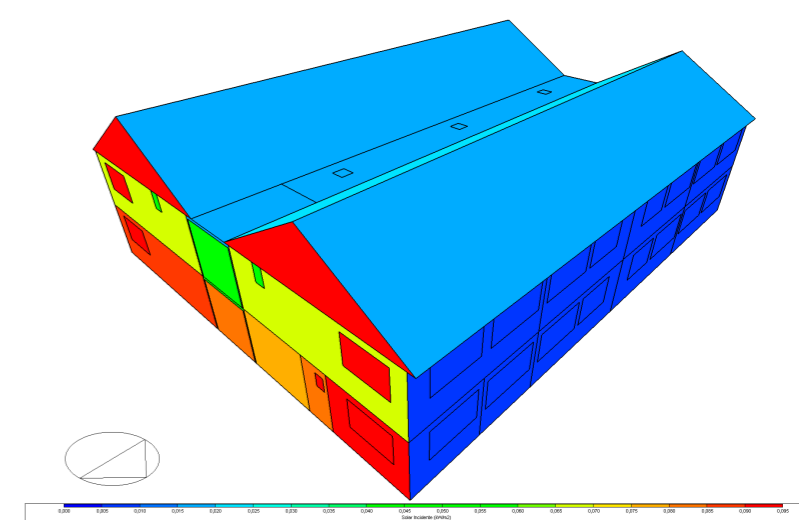
INCIDENCIA SOLAR - CUBIERTA

Figura278. Incidencia solar cubierta estado actual - otoño 7:00am.



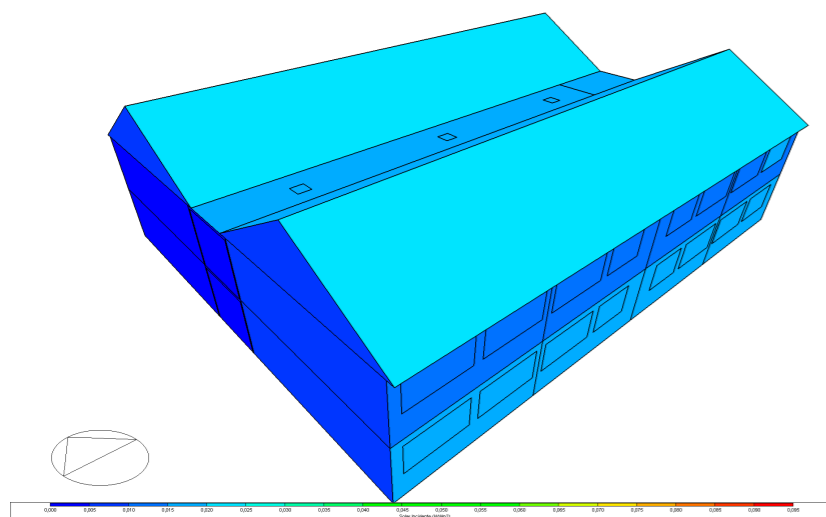
INCIDENCIA SOLAR - ESTE

Figura279. Incidencia solar este estado actual - otoño 7:00am.



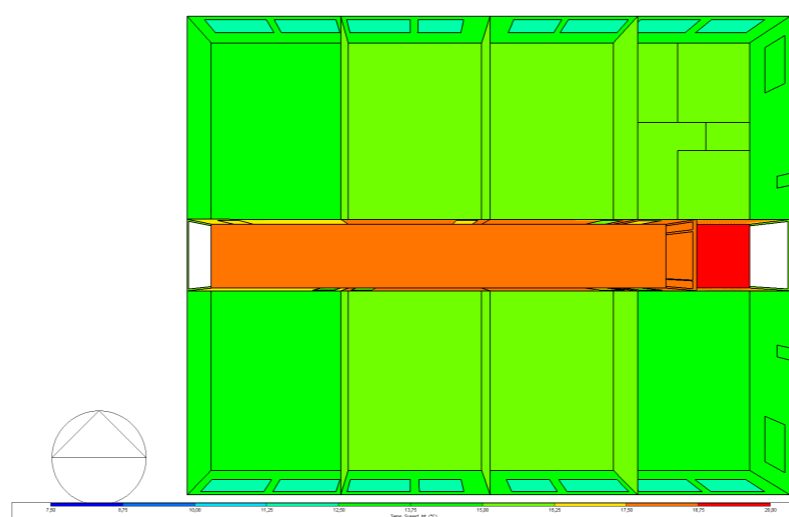
INCIDENCIA SOLAR - OESTE

Figura280. Incidencia solar oeste estado actual - otoño 7:00am.



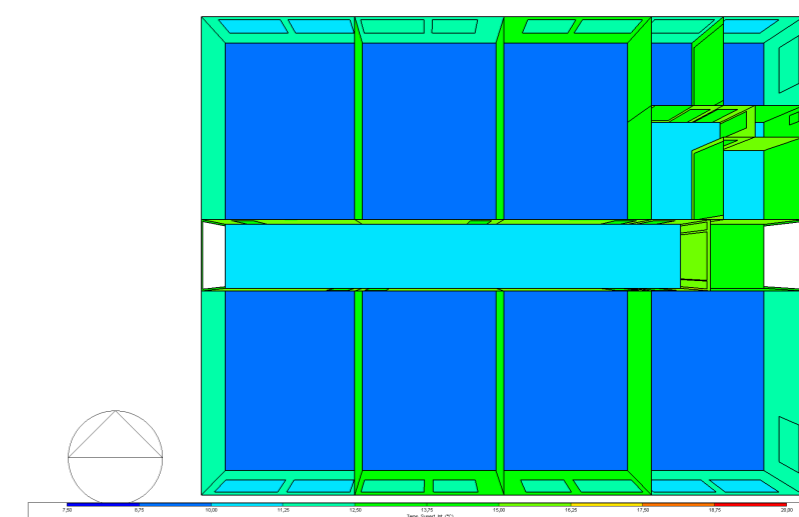
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA BAJA

Figura281. Incidencia solar planta baja estado actual - otoño 7:00am.



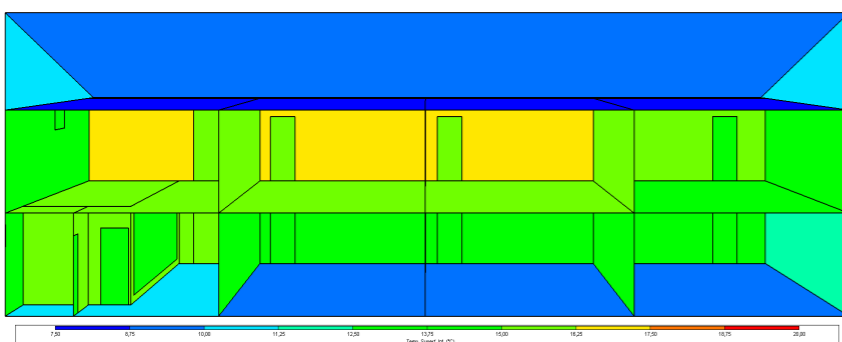
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA ALTA

Figura282. Incidencia solar planta alta estado actual - otoño 7:00am.



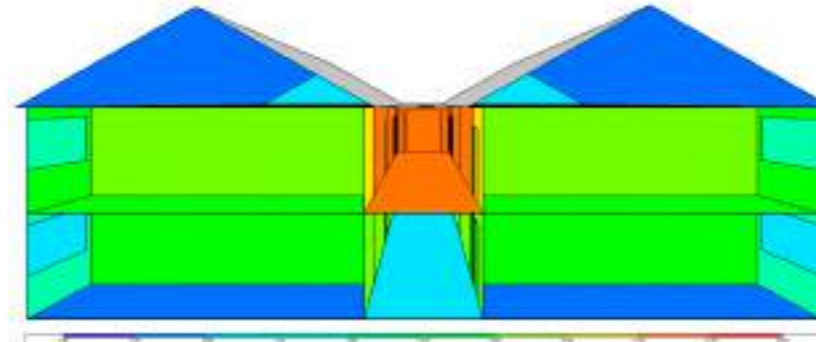
INCIDENCIA SOLAR - CORTE LONGITUDINAL

Figura283. Incidencia solar corte longitudinal estado actual - otoño 7:00am.



INCIDENCIA SOLAR - CORTE TRANSVERSAL

Figura284. Incidencia solar corte transversal estado actual - otoño 7:00am.



ANÁLISIS

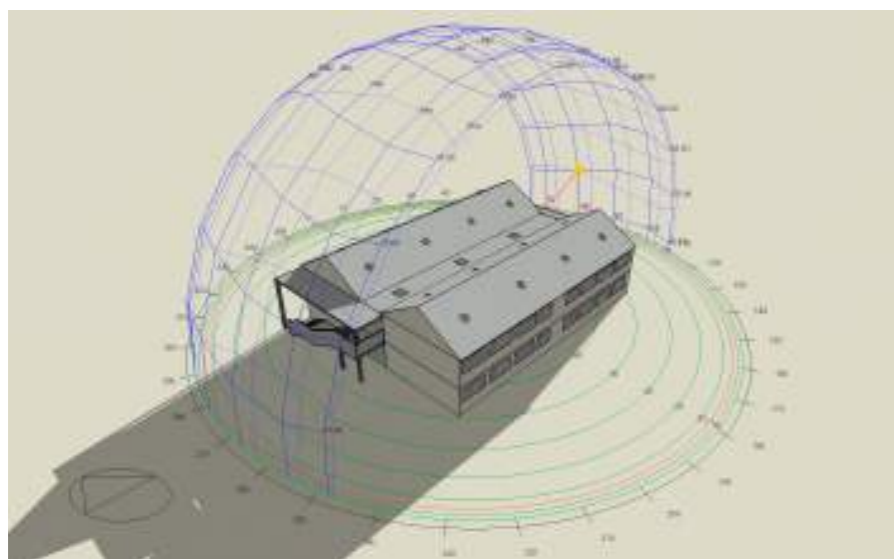
En la simulación realizada a las 7:00 h durante la estación de otoño, se identifica que la fachada **Este** es la que recibe mayor incidencia solar, mientras que la fachada **Oeste** no presenta un factor de incidencia solar esto debido al ángulo de incidencia solar en esa franja horaria.

En el interior, las mediciones reflejan temperaturas que oscilan entre **15 °C** y **16 °C**, valores que, en el contexto de un territorio andino, representan una condición desfavorable para el confort térmico en las aulas. Estas bajas temperaturas pueden generar disconfort en los ocupantes, reduciendo su capacidad de concentración y afectando el desempeño académico, lo que refuerza la necesidad de implementar estrategias pasivas y activas que mitiguen este impacto térmico.

PROPUESTA

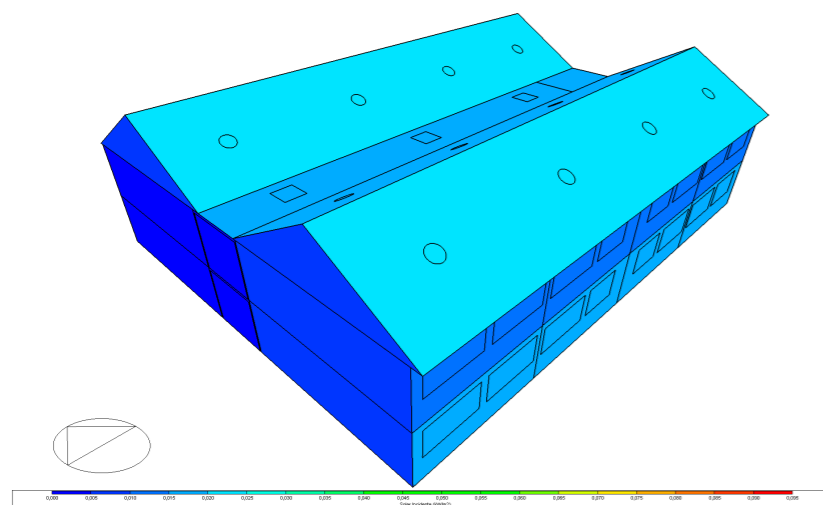
DIAGRAMA SOLAR

Figura285. Diagrama solar propuesta - otoño 7:00am.



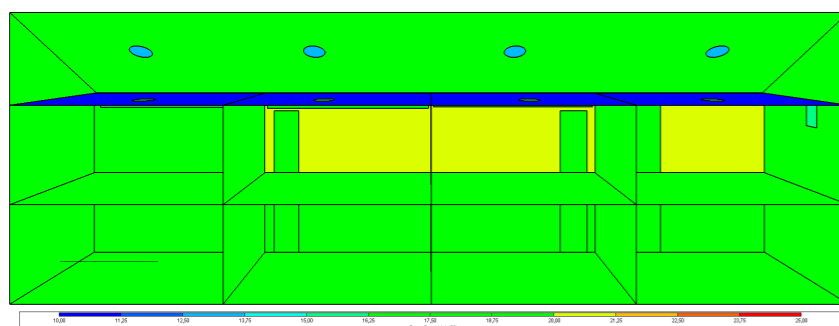
INCIDENCIA SOLAR - OESTE

Figura292. Incidencia solar oeste propuesta - otoño 7:00am.



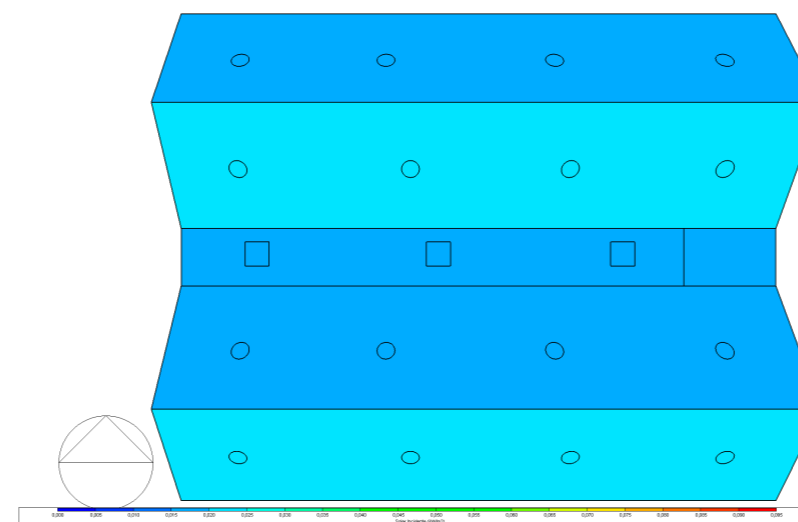
INCIDENCIA SOLAR - CORTE LONGITUDINAL

Figura290. Incidencia solar corte longitudinal propuesta - otoño 7:00am.



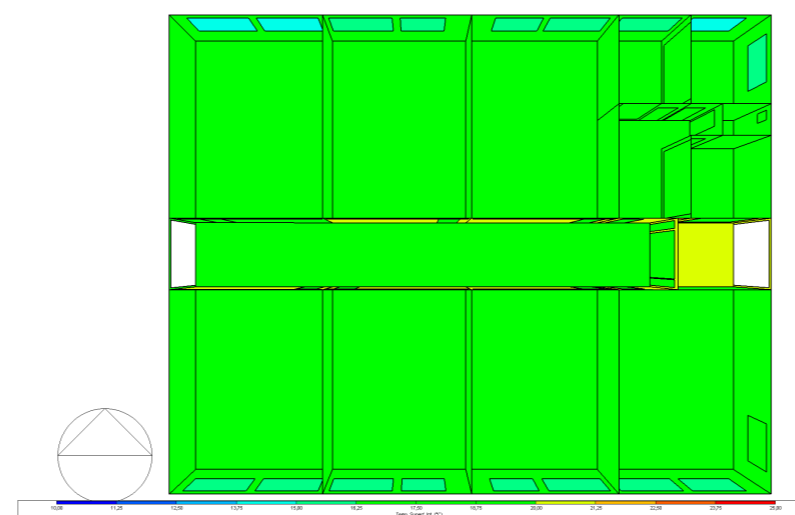
INCIDENCIA SOLAR - CUBIERTA

Figura286. Incidencia solar cubierta propuesta - otoño 7:00am.



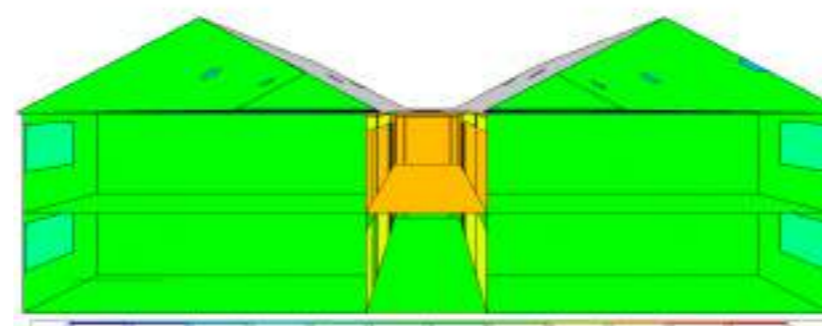
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA BAJA

Figura288. Incidencia solar planta baja propuesta - otoño 7:00am.



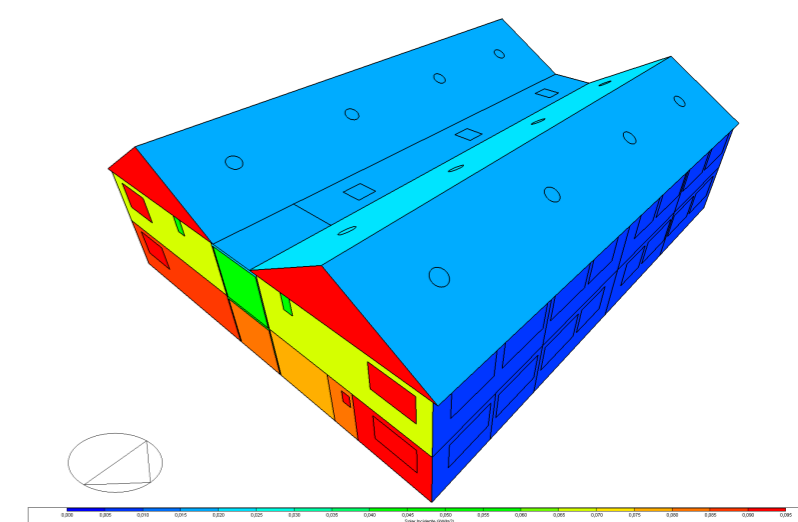
INCIDENCIA SOLAR - CORTE TRANSVERSAL

Figura291. Incidencia solar corte transversal propuesta - otoño 7:00am.



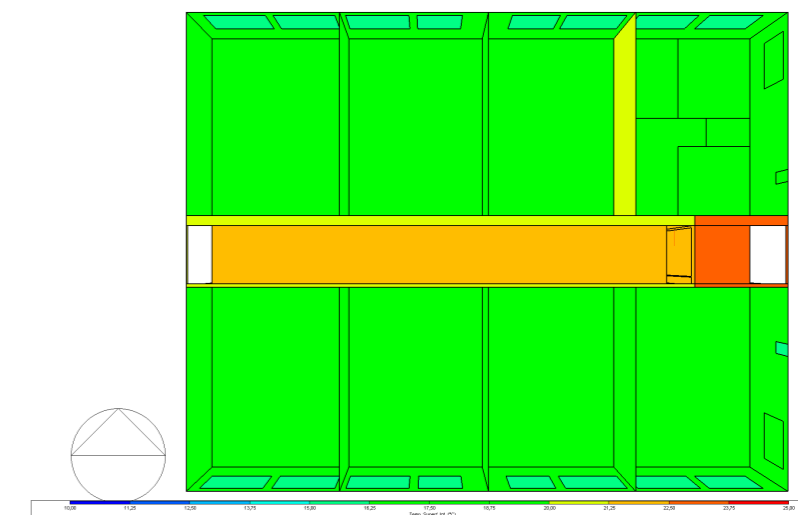
INCIDENCIA SOLAR - ESTE

Figura287. Incidencia solar este propuesta - otoño 7:00am.



INCIDENCIA SOLAR - PLANTA ALTA

Figura289. Incidencia solar planta alta propuesta - otoño 7:00am.



ANÁLISIS

En contraste, la simulación realizada con los datos ajustados según la propuesta evidencia una mejora significativa en el confort térmico de las aulas. Mientras que en el estado actual se registra una temperatura máxima de 16°C , la propuesta eleva este valor hasta $18,75^{\circ}\text{C}$, lo que representa un incremento sustancial que contribuye directamente al bienestar térmico de los estudiantes.

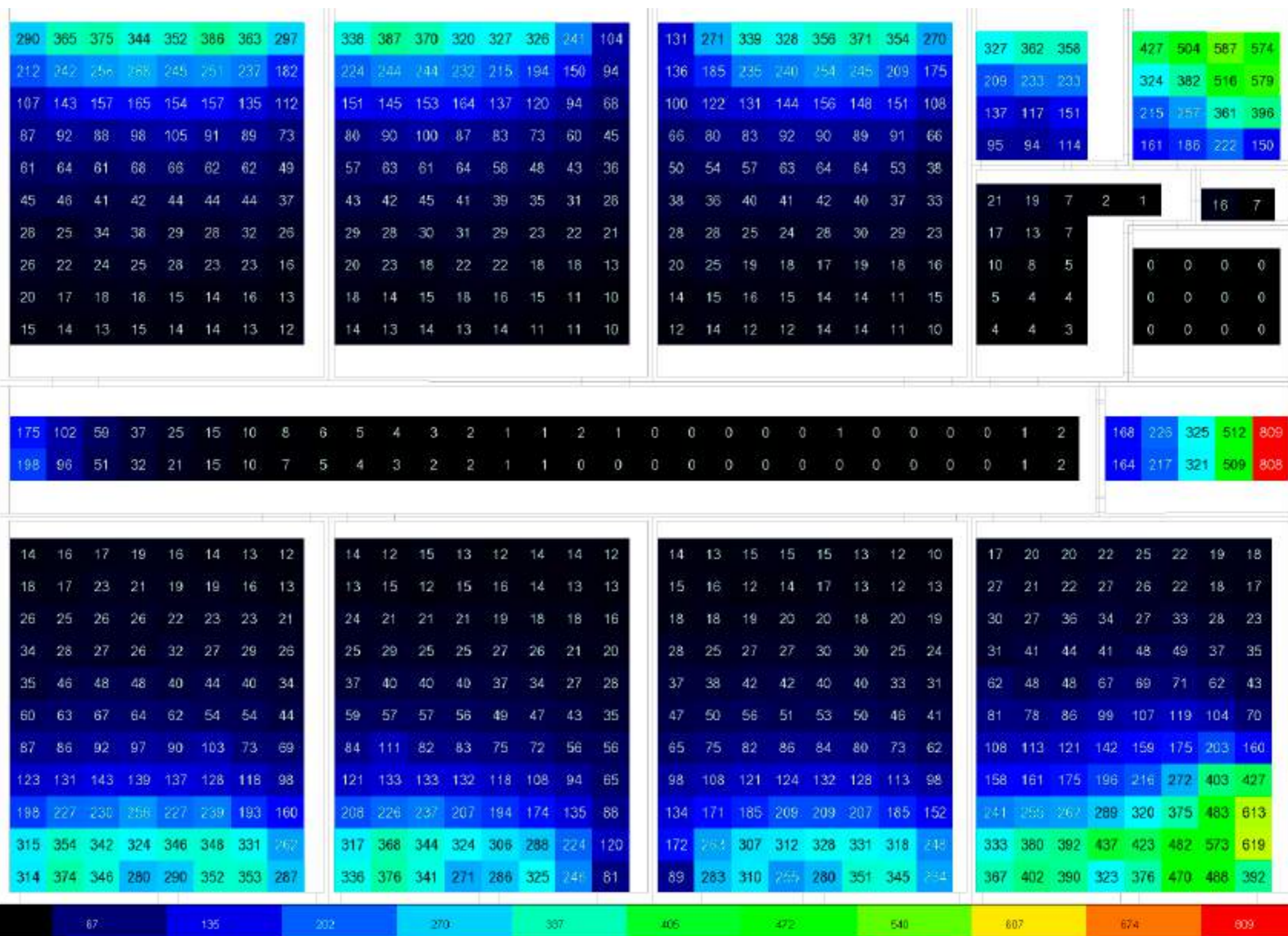
Este aumento permite alcanzar un nivel de confort adecuado, optimizando la capacidad de concentración y el rendimiento académico, a la vez que asegura el cumplimiento de los estándares mínimos establecidos a nivel nacional. Para el caso específico de Salcedo, que presenta un clima templado-andino, se recomienda tener una temperatura mínima de 18°C en espacios educativos, valor que la propuesta logra satisfacer de manera eficiente.

ESTADO ACTUAL

ILUMINANCIA MAR-MAY 7:00 AM

Figura 293. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja estado actual - otoño 7:00 am.

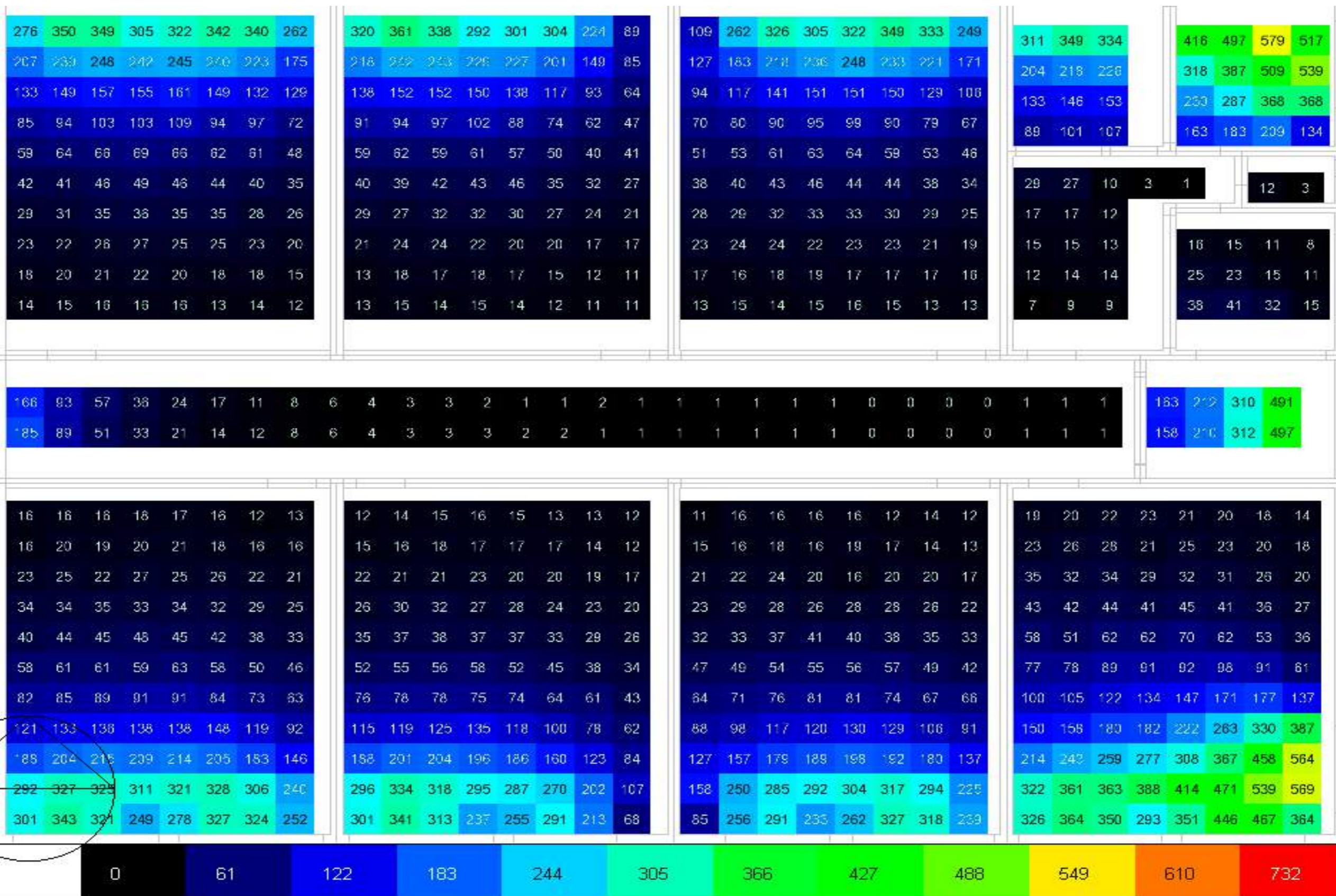
Planta Baja - Estado Actual



PROPUESTA

Planta Baja - Propuesta

Figura 294. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja propuesta - otoño 7:00am.



ESTADO ACTUAL

ILUMINANCIA MAR-MAY 7:00AM

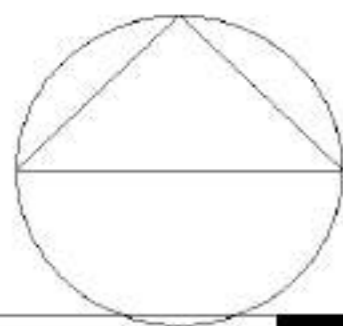
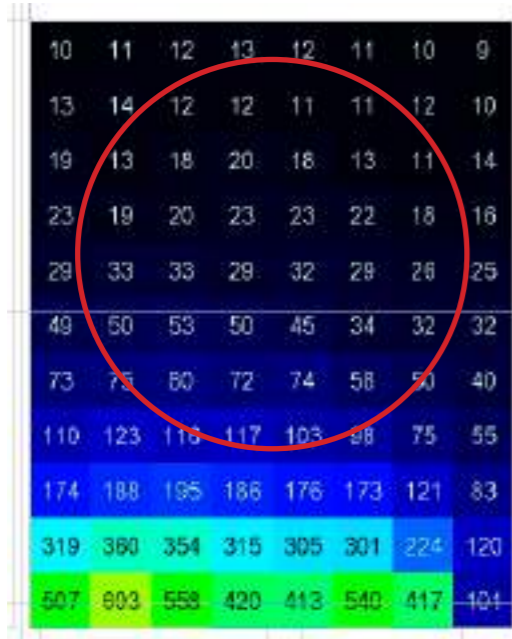
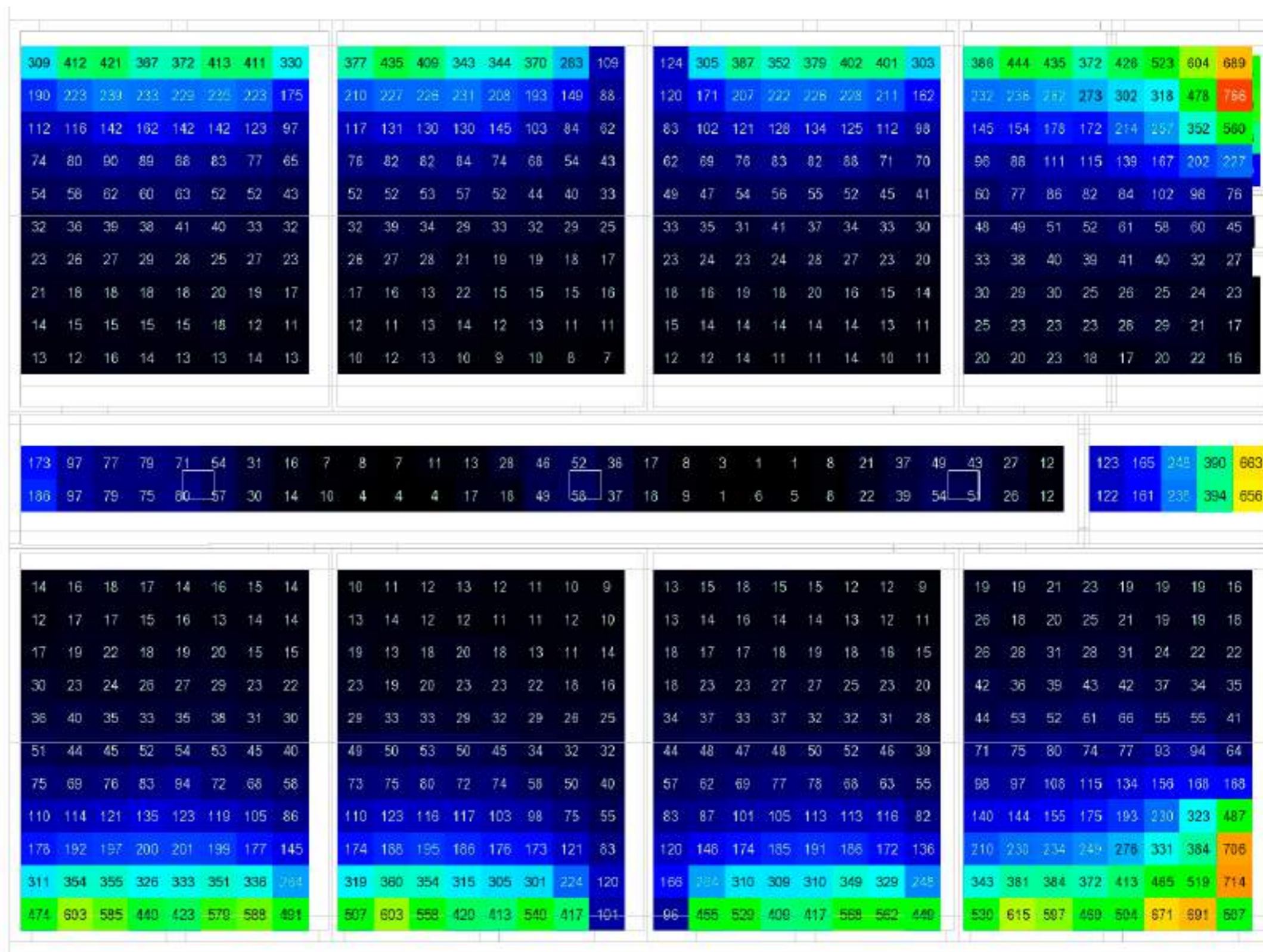
Figura 295. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta estado actual - otoño 7:00am.

Planta Alta - Estado Actual

ANÁLISIS

En el análisis realizado en la planta alta del proyecto a las 7:00 a.m., se evidencia un déficit significativo en los niveles de iluminancia en relación con los parámetros establecidos por la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), la cual establece un valor mínimo de 300 lux para aulas educativas. En este caso, la simulación muestra una concentración de iluminancia cercana a la ventana, alcanzando un valor máximo de 445 lux, mientras que en la zona central del aula los niveles descienden drásticamente hasta 28 lux. Esta disparidad refleja una distribución ineficiente de la luz natural, que compromete el confort visual y las condiciones adecuadas para el aprendizaje.

En cuanto al pasillo, se observa que los ductos de iluminación central existentes, con dimensiones de 60 x 60 cm, generan un valor máximo de 58 lux.



PROPUESTA

Planta Alta - Propuesta

ANÁLISIS

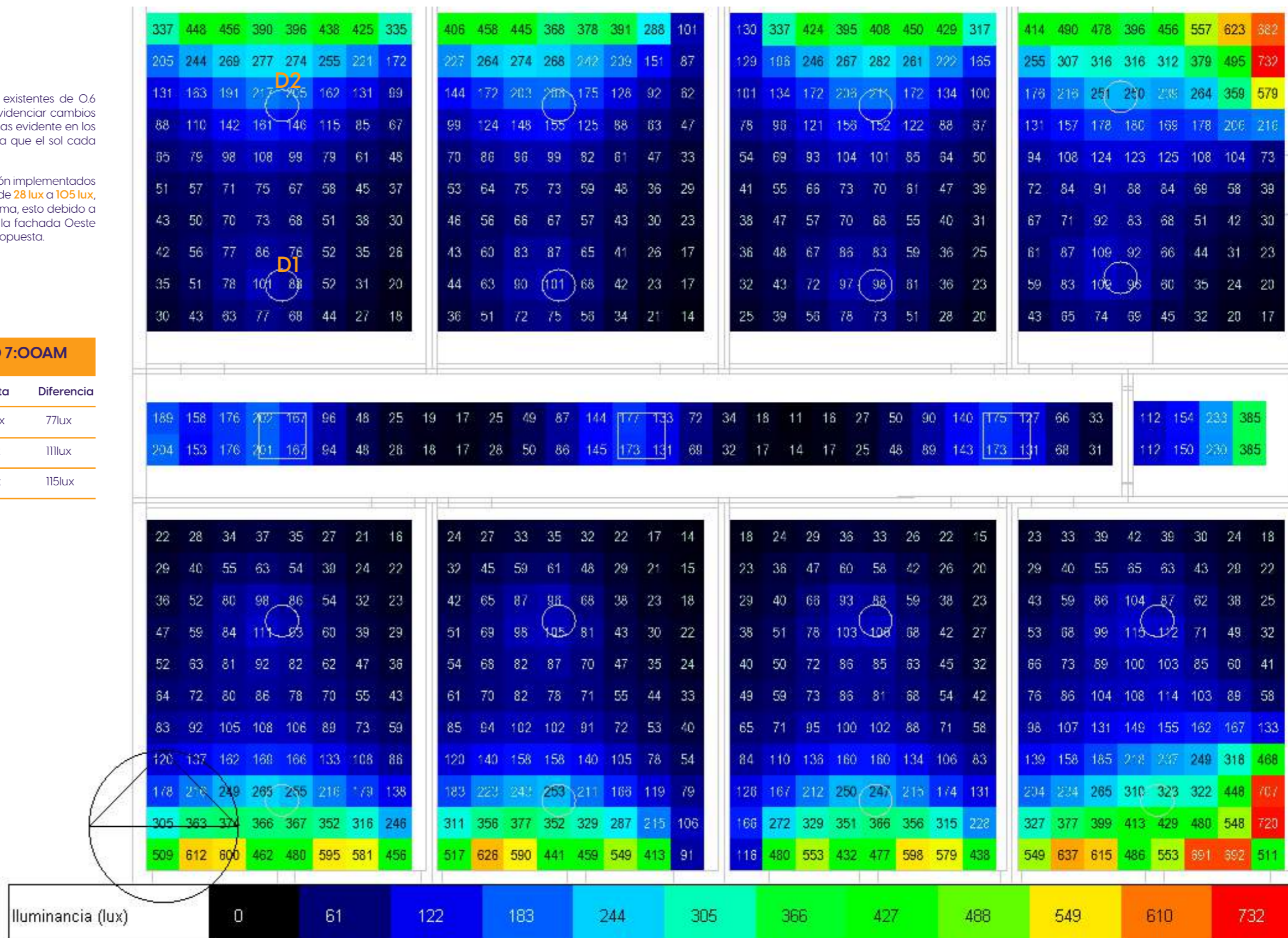
Al aumentar la dimensión de los ductos existentes de 0.6 x 0.6 m a 1.00 x 1.00 m ya se empiezan a evidenciar cambios con un incremento de los luxes haciéndose mas evidente en los elementos implementados en la propuesta ya que el sol cada vez se acerca a su puntos mas alto.

Se observa que en los ductos de iluminación implementados en las aulas se genera un incremento de luxes de **28 lux a 105 lux**, no alcanza al requerimiento mínimo en la norma, esto debido a la franja horaria ya que el sol incide mas en la fachada Oeste que en la cubierta, donde se implementa la propuesta.

ILUMINANCIAS (LUX) OTOÑO 7:00AM

Ubicación	Estado actual	Propuesta	Diferencia
Ducto 1 aula	28 lux	105 lux	77lux
Ducto 2 aula	160lux	271 lux	111lux
Ducto pasillo	58 lux	173 lux	115lux

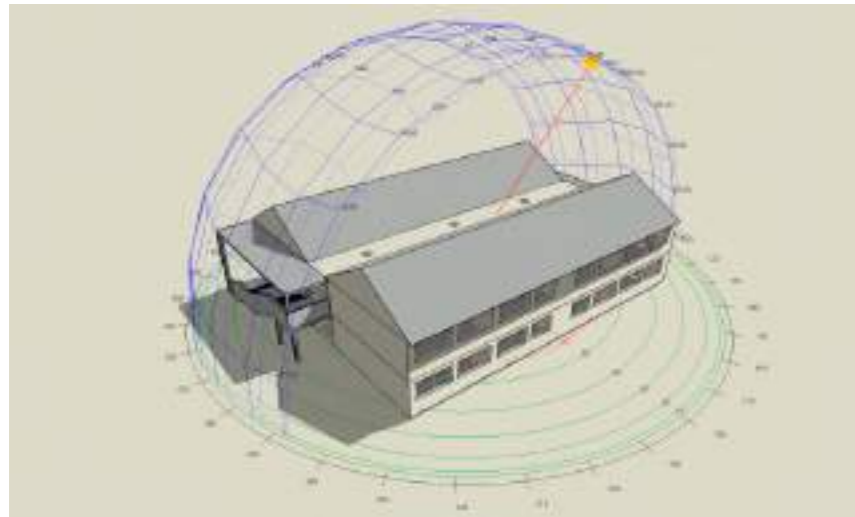
Figura296. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta propuesta - otoño 7:00am.



ESTADO ACTUAL

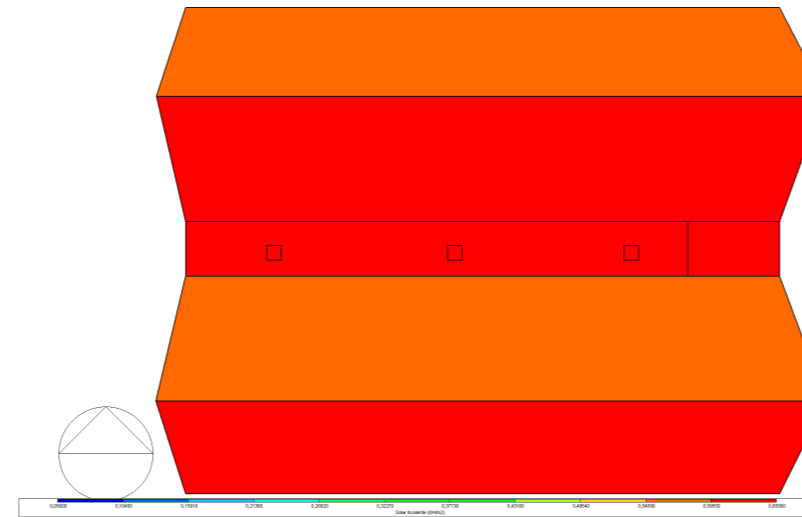
DIAGRAMA SOLAR

Figura297. Diagrama solar estado actual - otoño 10:00am.



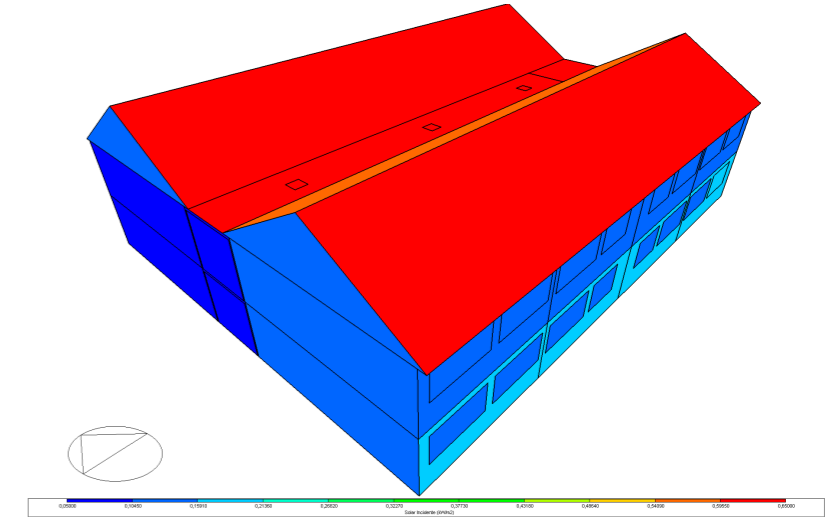
INCIDENCIA SOLAR - CUBIERTA

Figura298. Incidencia solar cubierta estado actual - otoño 10:00am.



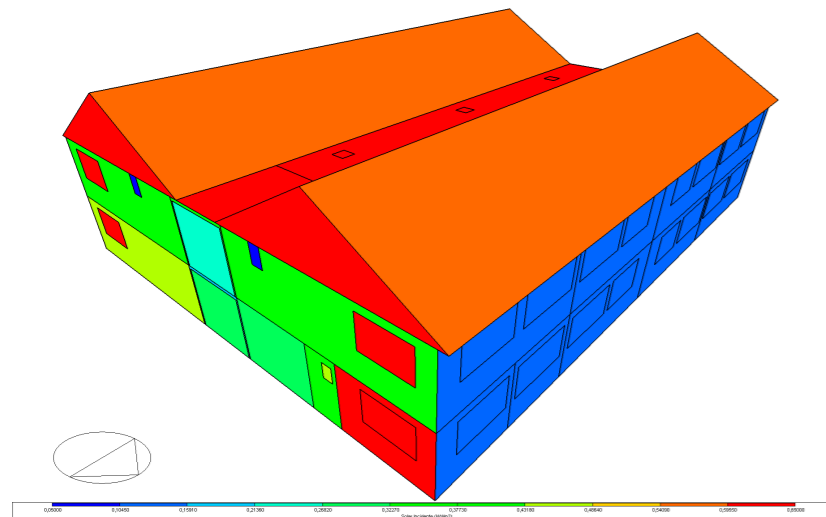
INCIDENCIA SOLAR - ESTE

Figura299. Incidencia solar este estado actual - otoño 10:00am.



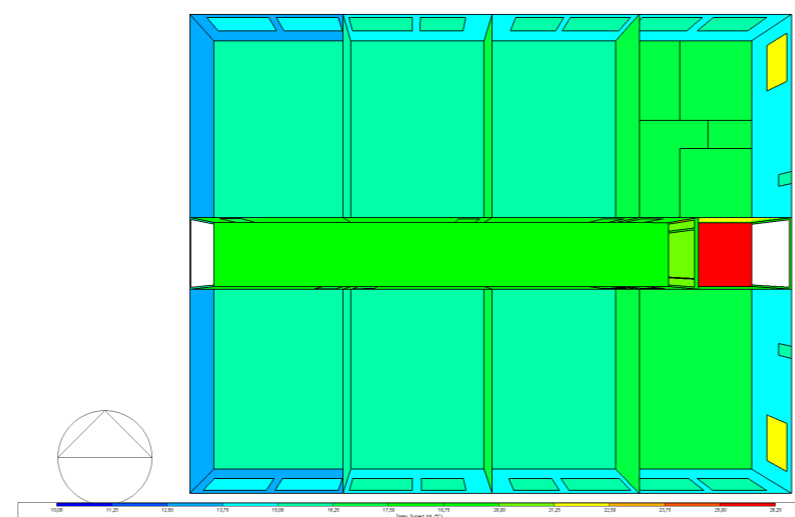
INCIDENCIA SOLAR - OESTE

Figura300. Incidencia solar oeste estado actual - otoño 10:00am.



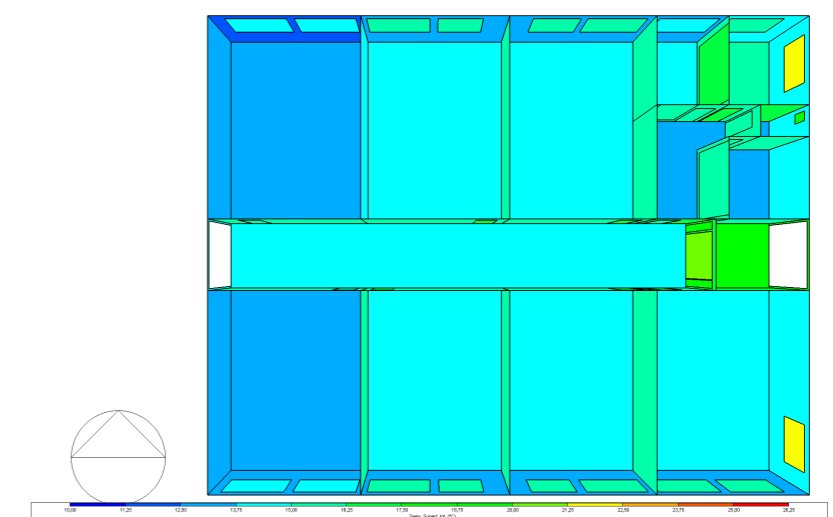
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA BAJA

Figura301. Incidencia solar planta baja estado actual - otoño 10:00am.



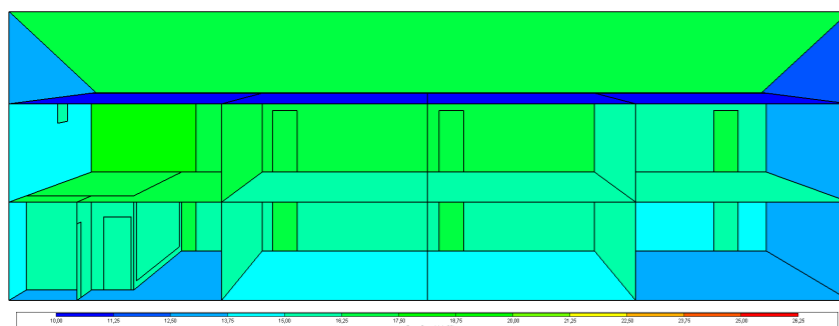
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA ALTA

Figura302. Incidencia solar planta alta estado actual - otoño 10:00am.



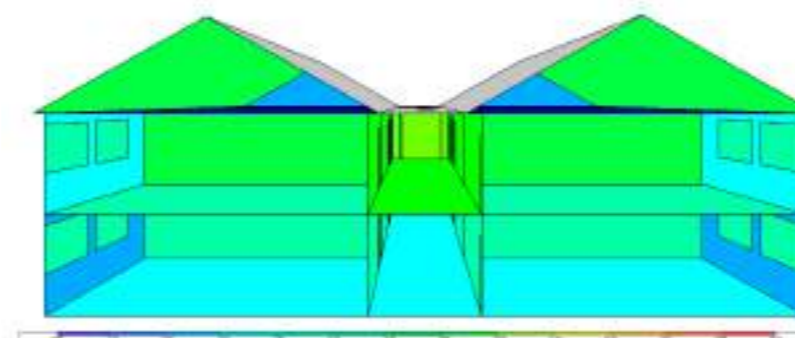
INCIDENCIA SOLAR - CORTE LONGITUDINAL

Figura303. Incidencia solar corte longitudinal estado actual - otoño 10:00am.



INCIDENCIA SOLAR - CORTE TRANSVERSAL

Figura304. Incidencia solar corte transversal estado actual - otoño 10:00am.



ANÁLISIS

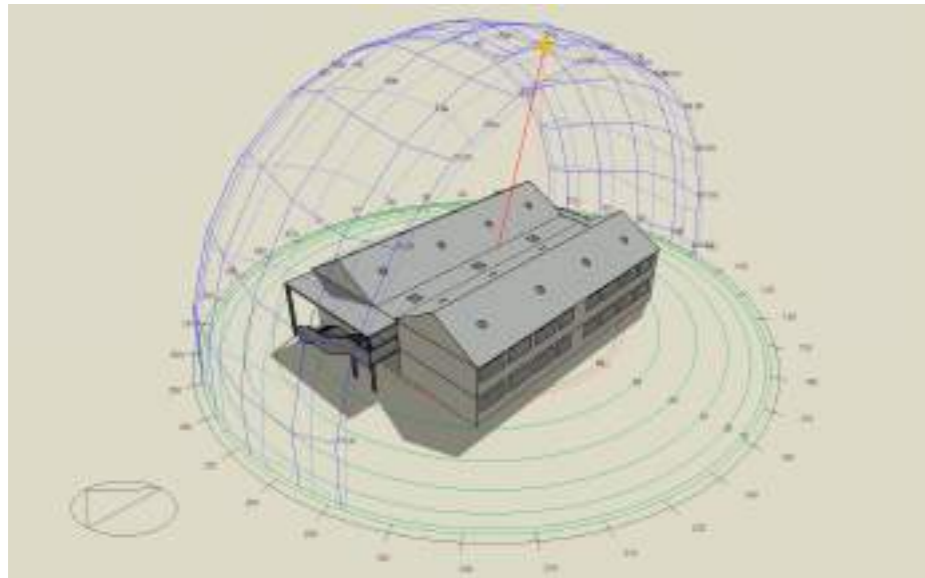
En la simulación realizada a las 10:00 h durante la estación de otoño, se identifica que la fachada **Este** es la que recibe mayor incidencia solar, así como también la Cubierta empieza a recibir parte de esta incidencia, mientras que la fachada **Oeste** no presenta un factor de incidencia solar, esto debido al ángulo de incidencia solar en esa franja horaria.

En el interior, las mediciones reflejan temperaturas que oscilan entre **16 °C** y **17°C**, valores que, en el contexto de un territorio andino, representan una condición desfavorable para el confort térmico en las aulas. Estas bajas temperaturas pueden generar disconfort en los ocupantes, reduciendo su capacidad de concentración y afectando el desempeño académico, lo que refuerza la necesidad de implementar estrategias pasivas y activas que mitiguen este impacto térmico.

PROPUESTA

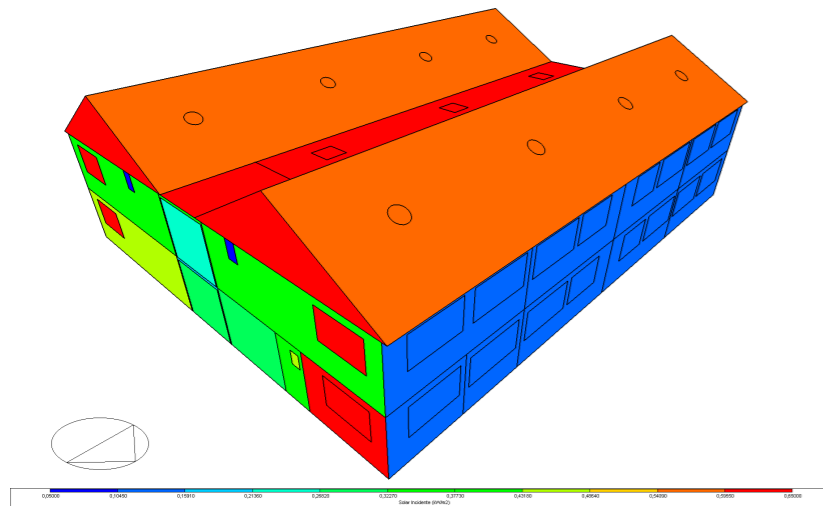
DIAGRAMA SOLAR

Figura305. Diagrama solar propuesta - otoño 10:00am.



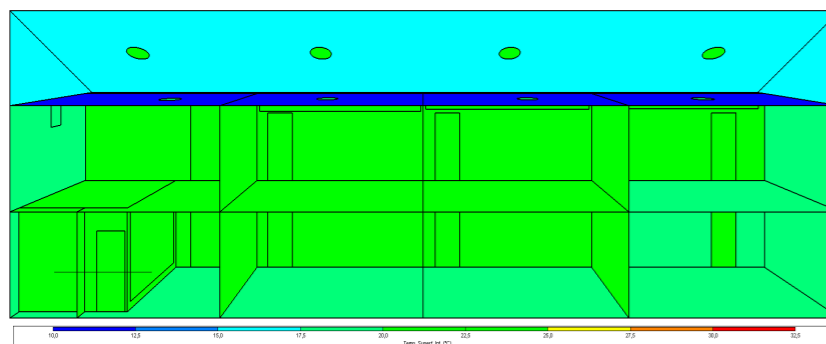
INCIDENCIA SOLAR - OESTE

Figura312. Incidencia solar oeste propuesta - otoño 10:00am.



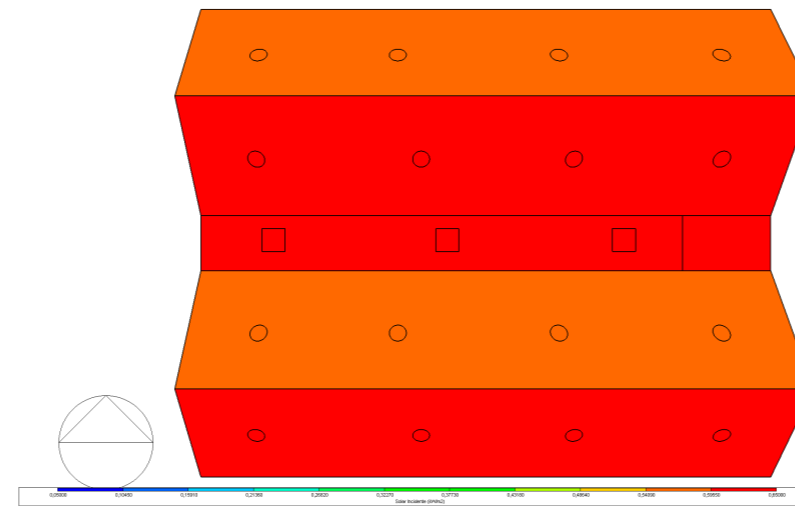
INCIDENCIA SOLAR - CORTE LONGITUDINAL

Figura310. Incidencia solar corte longitudinal propuesta- otoño 10:00am.



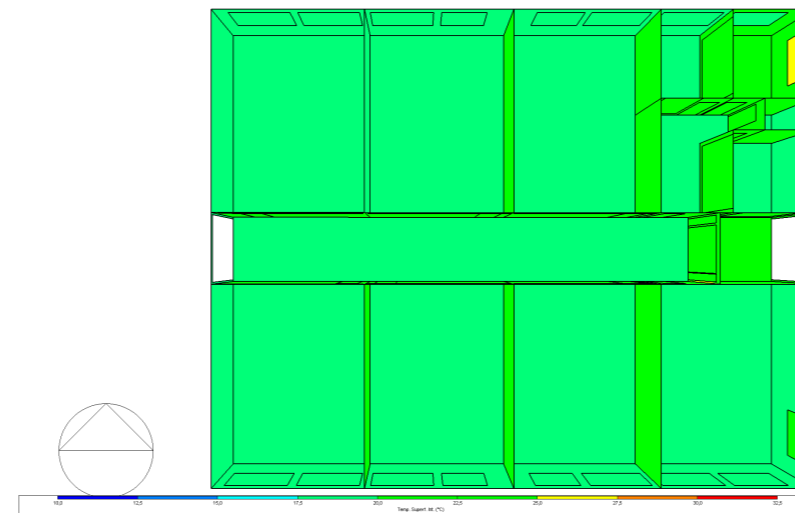
INCIDENCIA SOLAR - CUBIERTA

Figura306. Incidencia solar cubierta propuesta - otoño 10:00am.



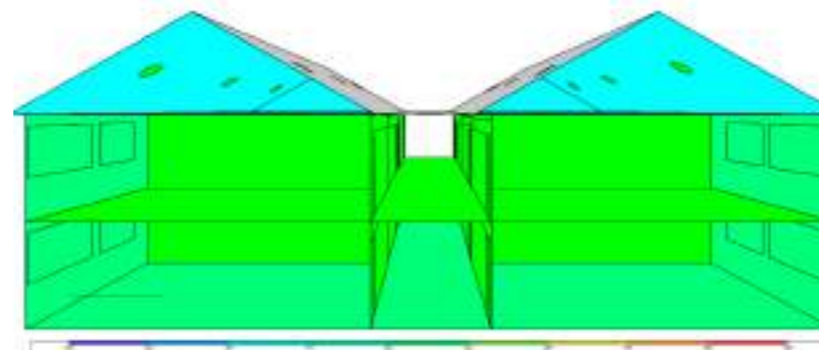
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA BAJA

Figura308. Incidencia solar planta baja propuesta - otoño 10:00am.



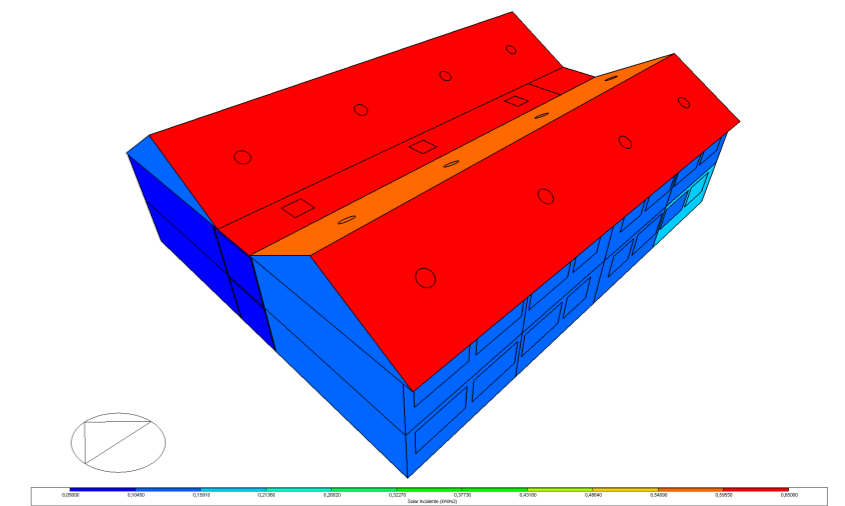
INCIDENCIA SOLAR - CORTE TRANSVERSAL

Figura311. Incidencia solar corte transversal propuesta - otoño 10:00am.



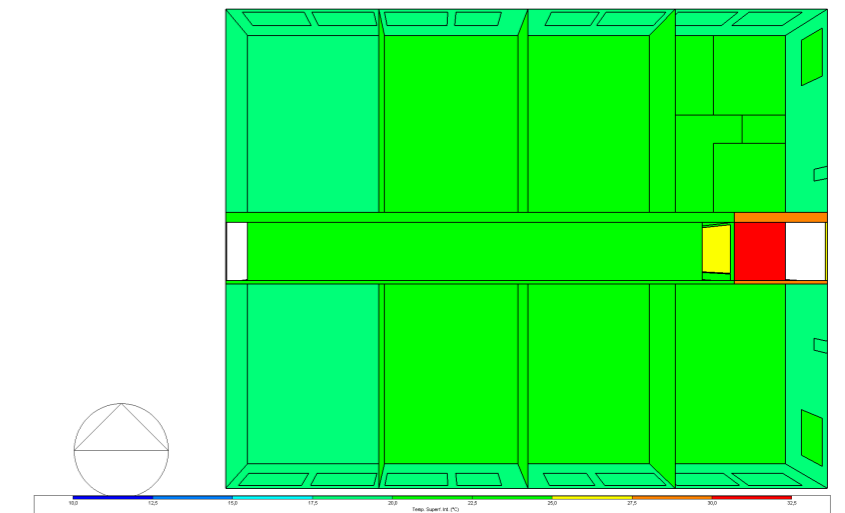
INCIDENCIA SOLAR - ESTE

Figura307. Incidencia solar este propuesta - otoño 10:00am.



INCIDENCIA SOLAR - PLANTA ALTA

Figura309. Incidencia solar planta alta propuesta - otoño 10:00am.



ANÁLISIS

En contraste, la simulación realizada con los datos ajustados según la propuesta evidencia una mejora significativa en el confort térmico de las aulas. Mientras que en el estado actual se registra una temperatura máxima de 17°C , la propuesta eleva este valor hasta $20,0^{\circ}\text{C}$, lo que representa un incremento sustancial que contribuye directamente al bienestar térmico de los estudiantes.

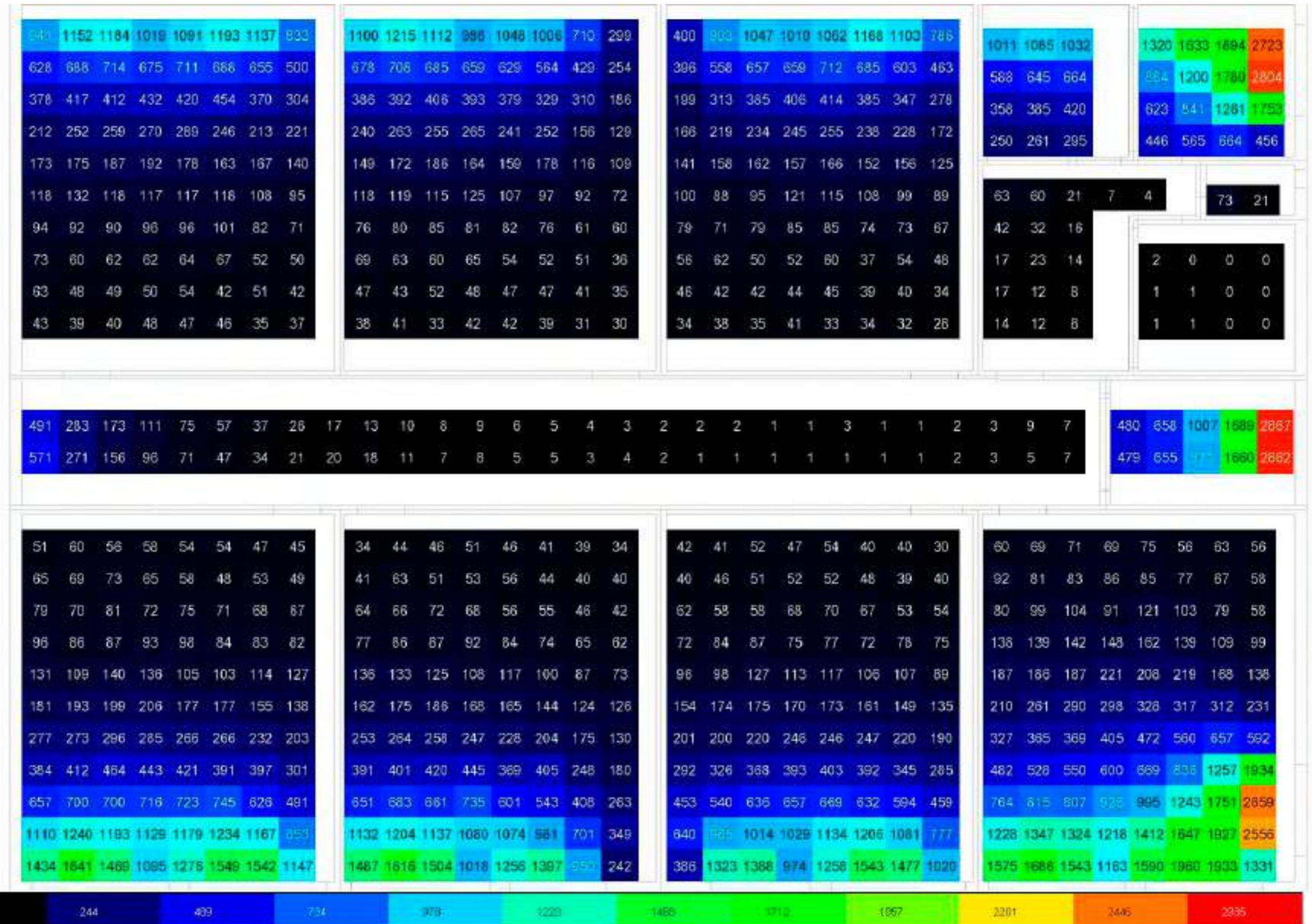
Este aumento permite alcanzar un nivel de confort adecuado, optimizando la capacidad de concentración y el rendimiento académico, a la vez que asegura el cumplimiento de los estándares mínimos establecidos a nivel nacional. Para el caso específico de Salcedo, que presenta un clima templado-andino, se recomienda tener una temperatura mínima de 18°C en espacios educativos, valor que la propuesta logra satisfacer de manera eficiente.

ESTADO ACTUAL

ILUMINANCIA MAR-MAY 10:00 AM

Figura313. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja estado actual - otoño 10:00 am.

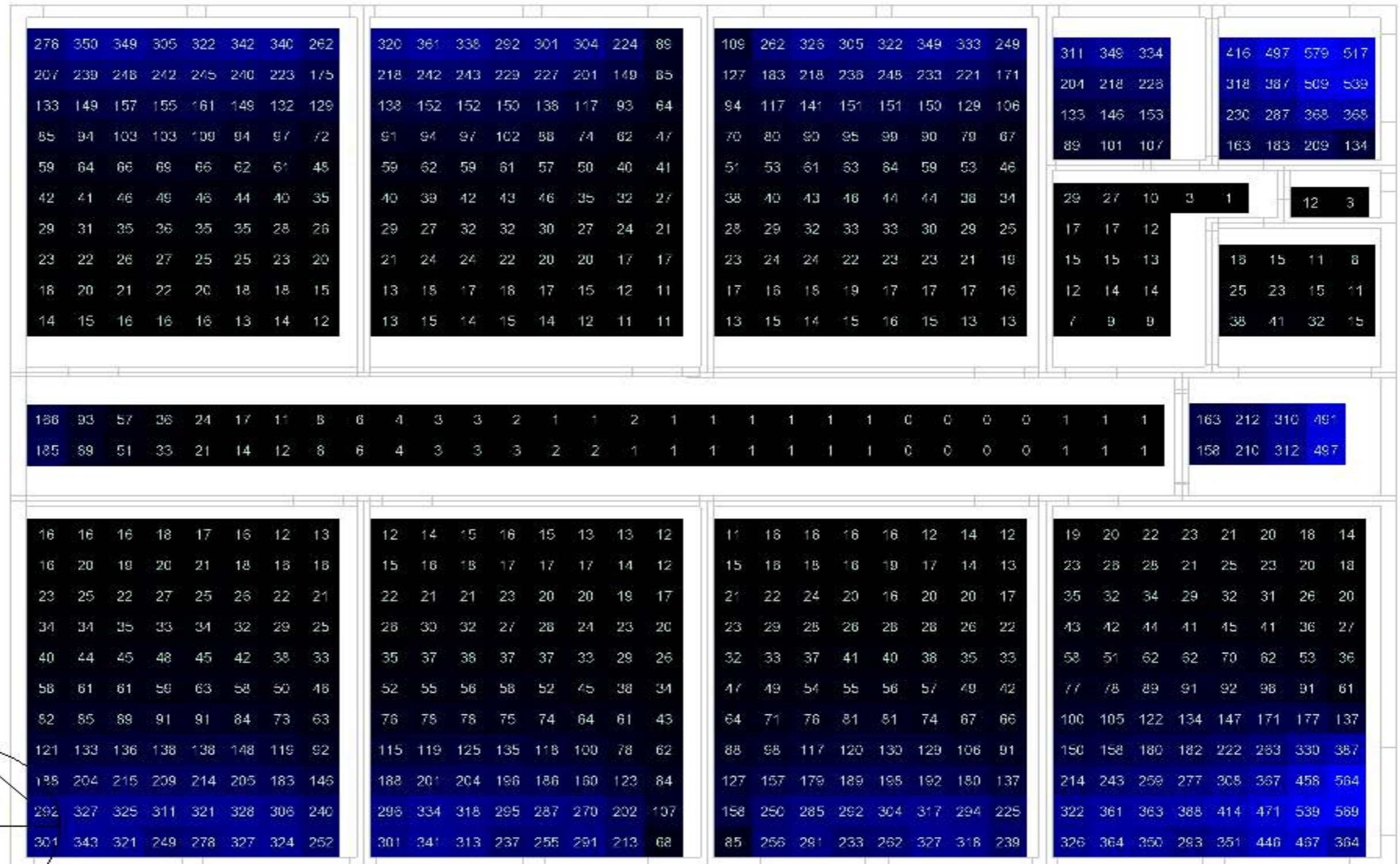
Planta Baja - Estado Actual



PROPUESTA

Planta Baja - Propuesta

Figura314. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja propuesta - otoño 10:00am.



ESTADO ACTUAL

ILUMINANCIA MAR-MAY 10:00AM

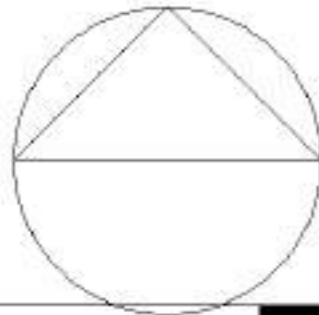
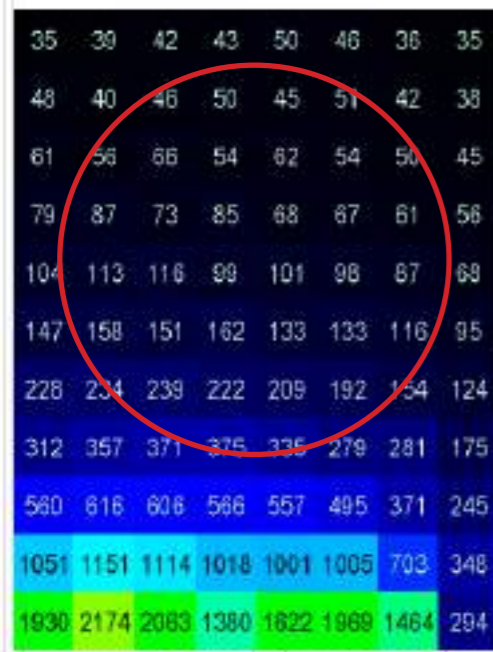
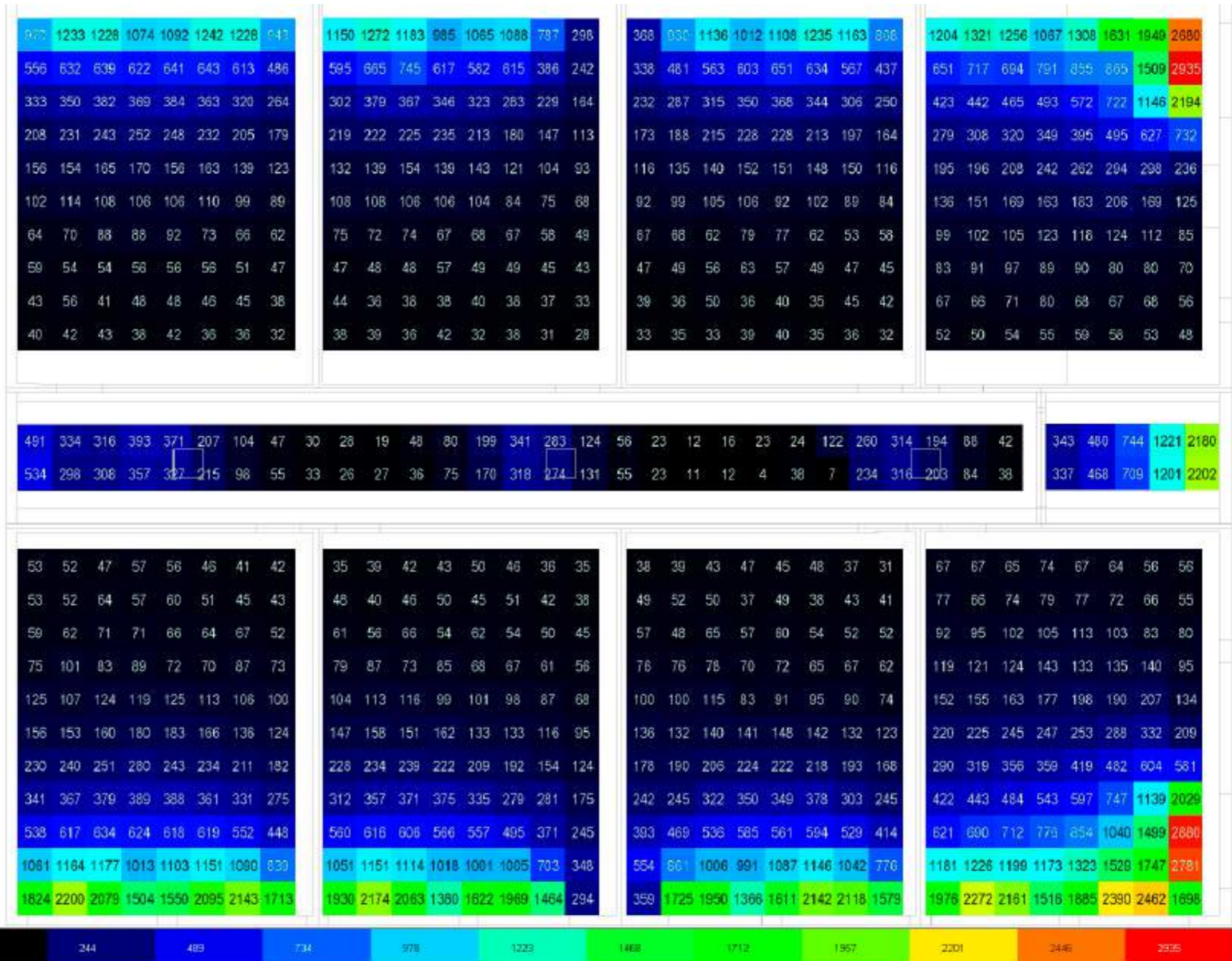
Figura 315. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta estado actual - otoño 10:00am.

Planta Alta - Estado Actual

ANÁLISIS

En el análisis realizado en la planta alta del proyecto a las 10:00 a.m., se evidencia un déficit significativo en los niveles de iluminancia en relación con los parámetros establecidos por la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), la cual establece un valor mínimo de 300 lux para aulas educativas. En este caso, la simulación muestra una concentración de iluminancia cercana a la ventana, alcanzando un valor máximo de 1136 lux, mientras que en la zona central del aula los niveles descienden drásticamente hasta 79 lux. Esta disparidad refleja una distribución ineficiente de la luz natural, que compromete el confort visual y las condiciones adecuadas para el aprendizaje.

En cuanto al pasillo, se observa que los ductos de iluminación cenital existentes, con dimensiones de 60 x 60 cm, generan un valor máximo de 274 lux.



PROPUESTA

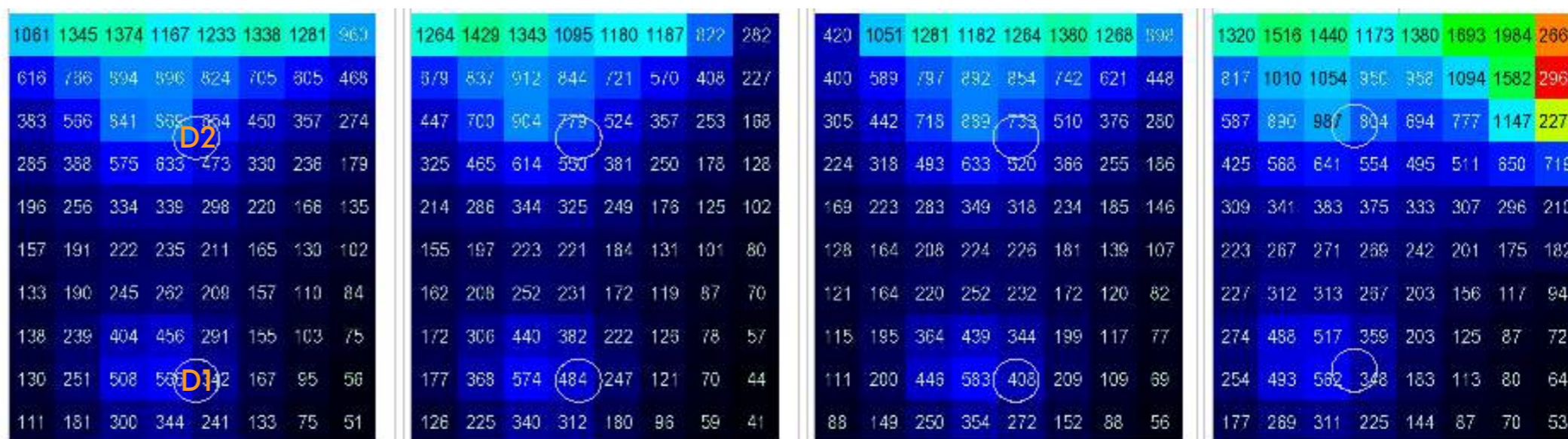
Planta Alta - Propuesta

ANÁLISIS

Al aumentar la dimensión de los ductos existentes de 0.6 x 0.6 m a 1.00 x 1.00 m ya se empiezan a evidenciar cambios con un incremento de los luxes haciéndose mas evidente en los elementos implementados en la propuesta ya que el sol cada vez se acerca a su puntos mas alto.

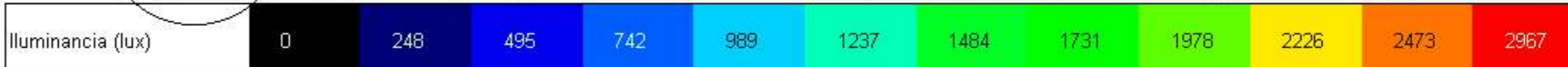
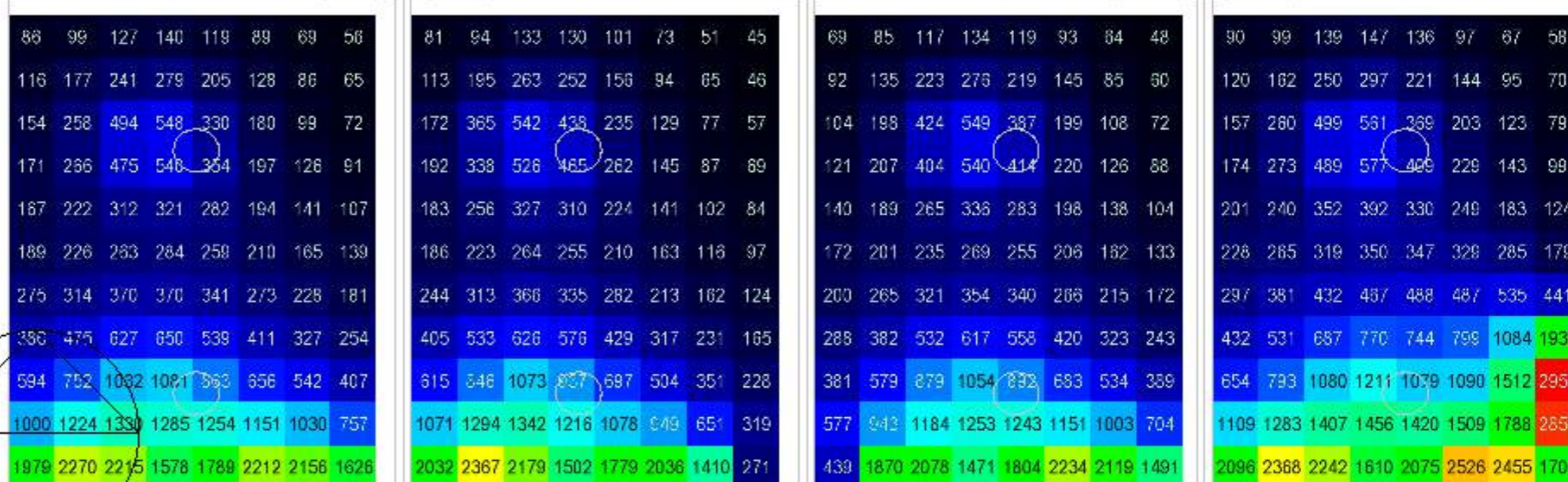
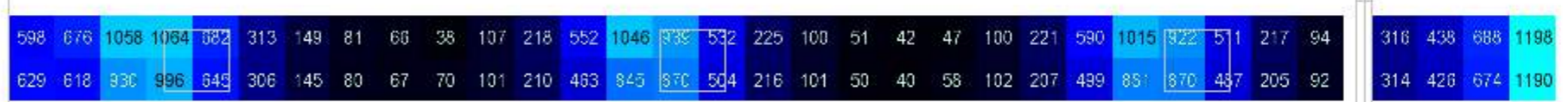
Se observa que en los ductos de iluminación implementados en las aulas se genera un incremento de luxes de 79 lux a 593 lux, superando el minimo requerido en la norma, esto debido a que el sol incide un poco mas en la cubierta.

Figura316. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta propuesta - otoño 10:00am.



ILUMINANCIAS (LUX) OTOÑO 10:00AM

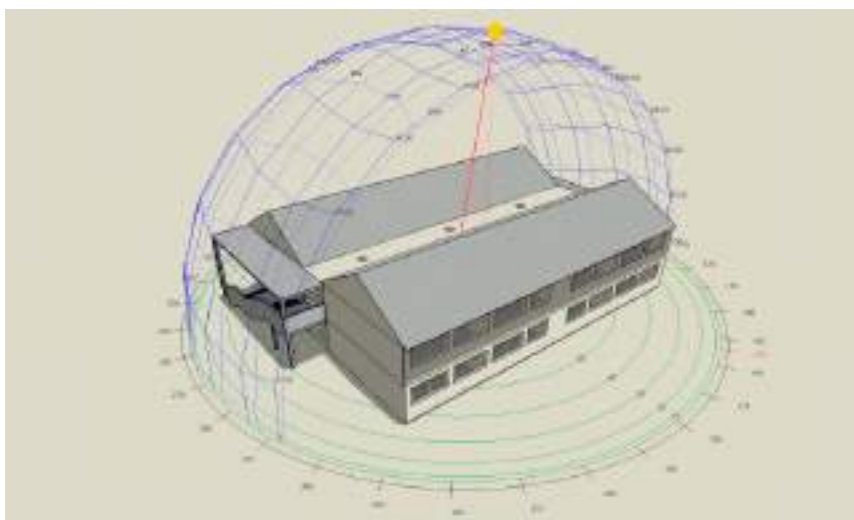
Ubicación	Estado actual	Propuesta	Diferencia
Ducto 1 aula	79 lux	593 lux	514lux
Ducto 2 aula	346lux	779ux	433lux
Ducto pasillo	274 lux	870 lux	596lux



ESTADO ACTUAL

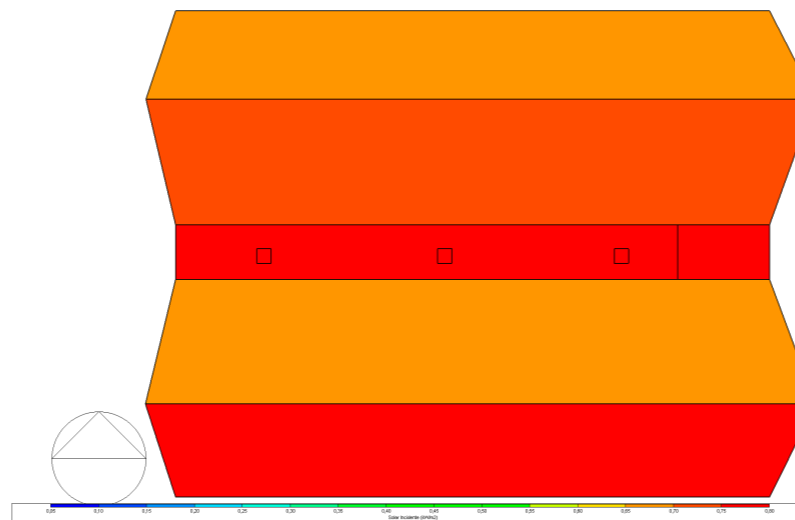
DIAGRAMA SOLAR

Figura317. Diagrama solar estado actual - otoño 12:00am.



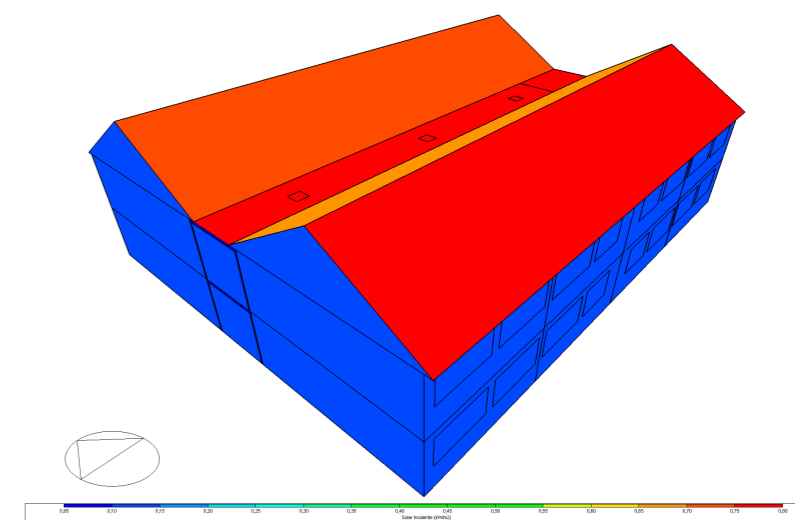
INCIDENCIA SOLAR - CUBIERTA

Figura318. Incidencia solar cubierta estado actual - otoño 12:00am.



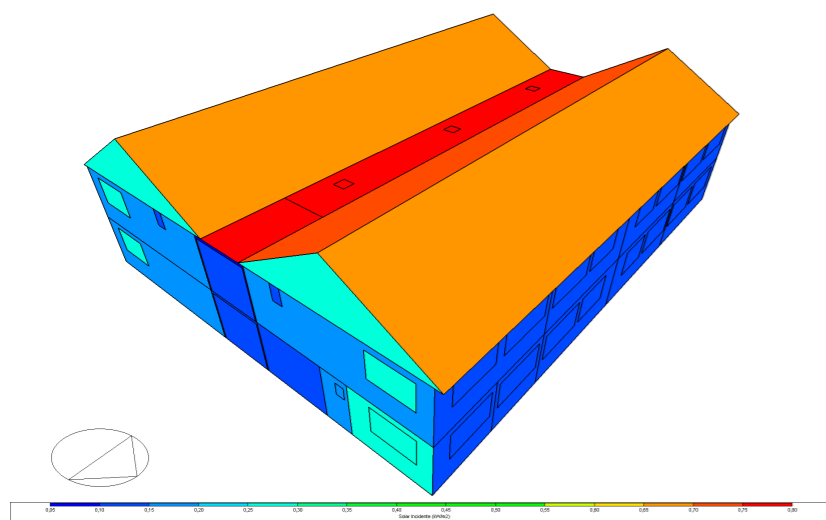
INCIDENCIA SOLAR - ESTE

Figura319. Incidencia solar este estado actual - otoño 12:00am.



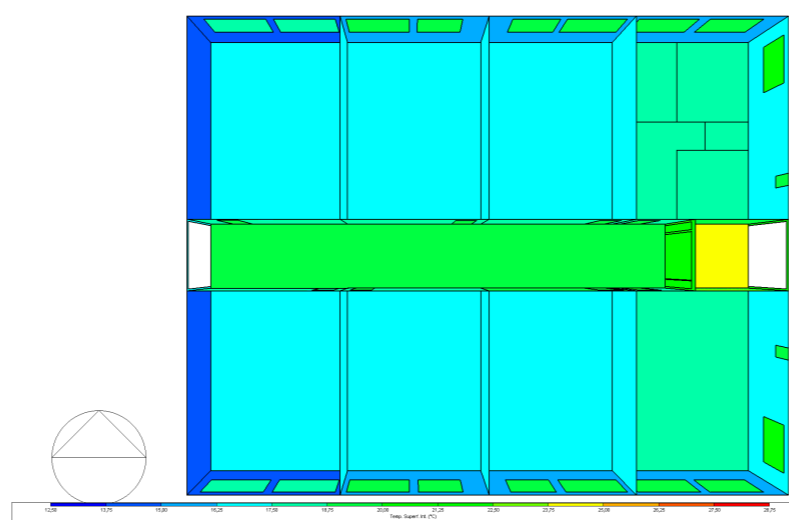
INCIDENCIA SOLAR - OESTE

Figura320. Incidencia solar oeste estado actual - otoño 12:00am.



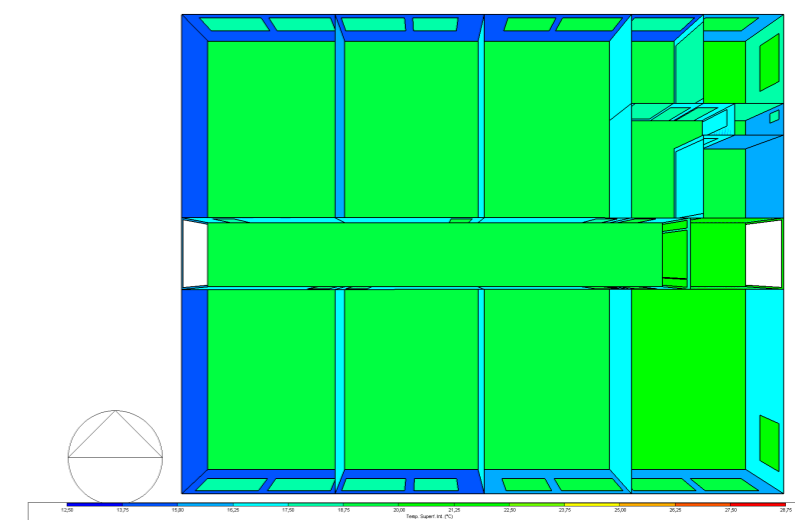
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA BAJA

Figura321. Incidencia solar planta baja estado actual - otoño 12:00am.



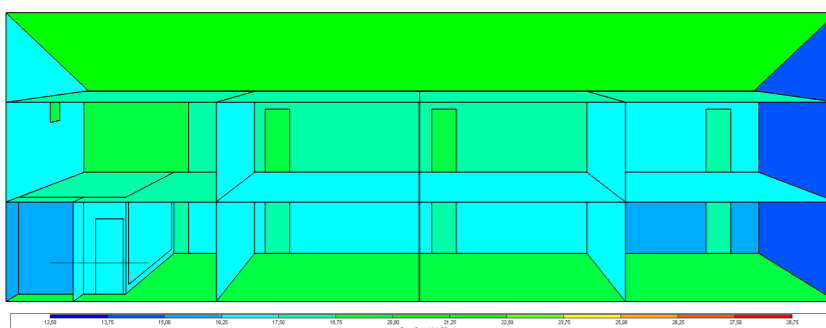
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA ALTA

Figura322. Incidencia solar planta alta estado actual- otoño 12:00am.



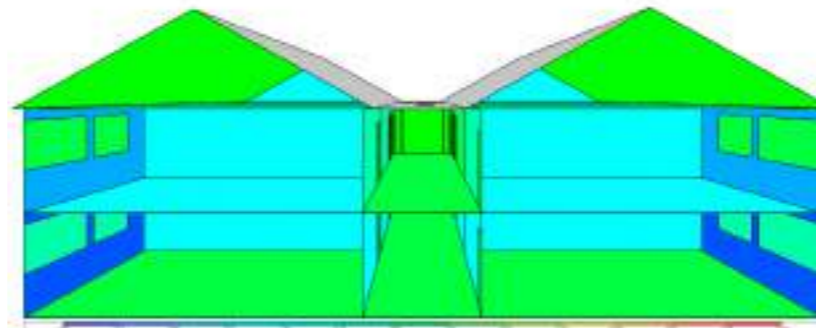
INCIDENCIA SOLAR - CORTE LONGITUDINAL

Figura323. Incidencia solar corte longitudinal estado actual- otoño 12:00am.



INCIDENCIA SOLAR - CORTE TRANSVERSAL

Figura324. Incidencia solar corte transversal estado actual - otoño 12:00am.



ANÁLISIS

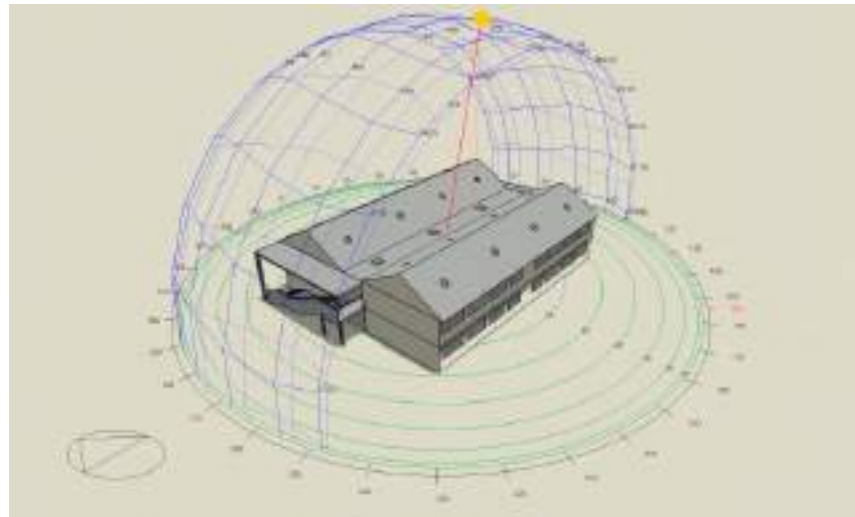
En la simulación realizada a las 12:00 h durante la estación de otoño, se identifica que la **Cubierta** es la que resive mayor incidencia solar, mientras que la fachada **Este** presenta una menor incidencia de manera directa, la fachada **Oeste**, presenta una menor carga térmica debido a la orientación y el ángulo de incidencia solar en esa franja horaria.

En el interior, las mediciones reflejan temperaturas que oscilan entre **17 °C** y **18 °C**, valores que apenas cumple con el mínimo requerido en la norma para la zona Andina.

PROPUESTA

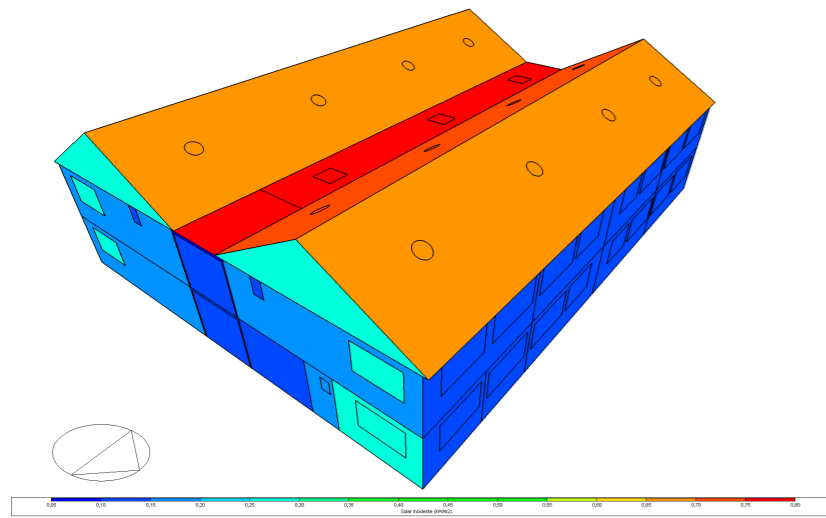
DIAGRAMA SOLAR

Figura325. Diagrama solar estado actual - otoño 12:00am.



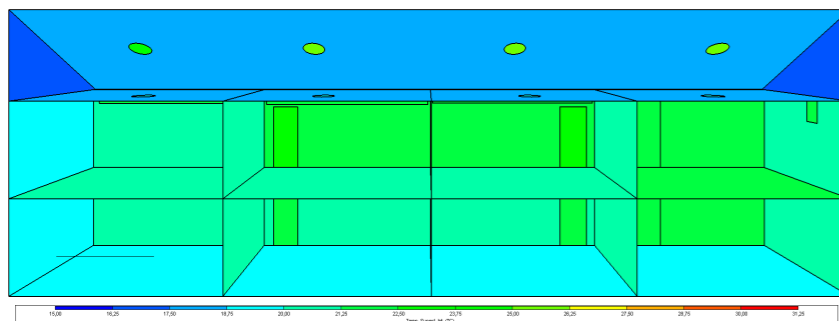
INCIDENCIA SOLAR - OESTE

Figura328. Incidencia solar oeste estado actual - otoño 12:00am.



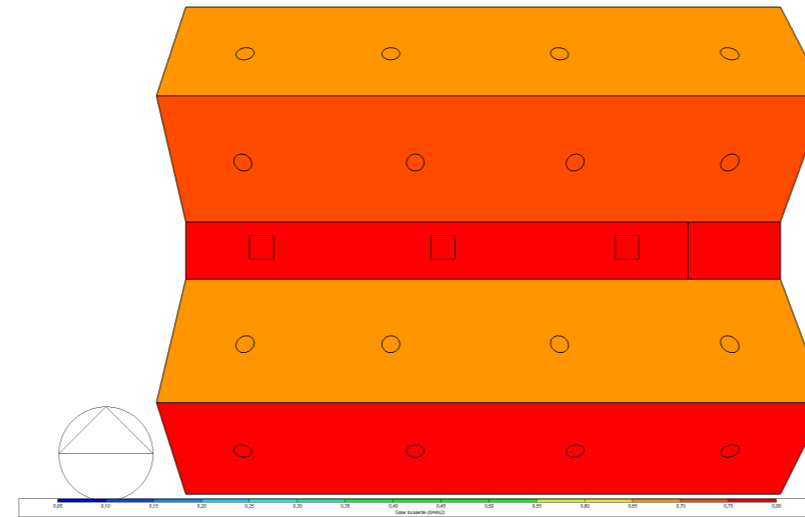
INCIDENCIA SOLAR - CORTE LONGITUDINAL

Figura331. Incidencia solar corte longitudinal estado actual- otoño 12:00am.



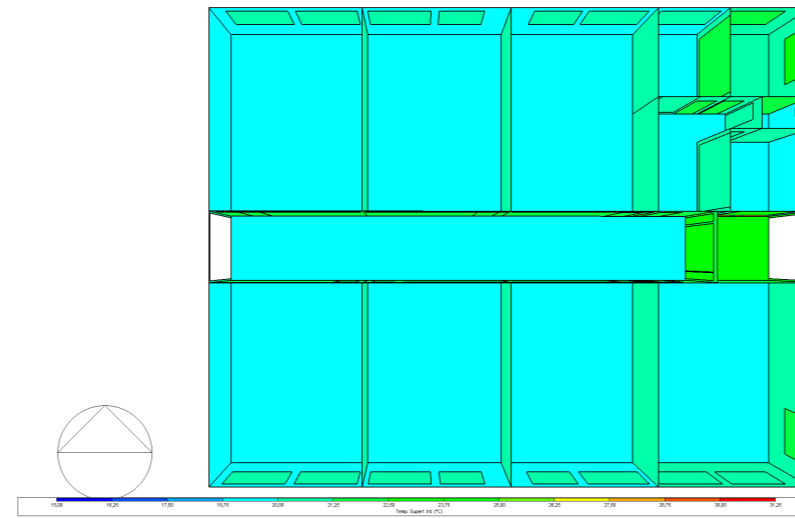
INCIDENCIA SOLAR - CUBIERTA

Figura326. Incidencia solar cubierta estado actual - otoño 12:00am.



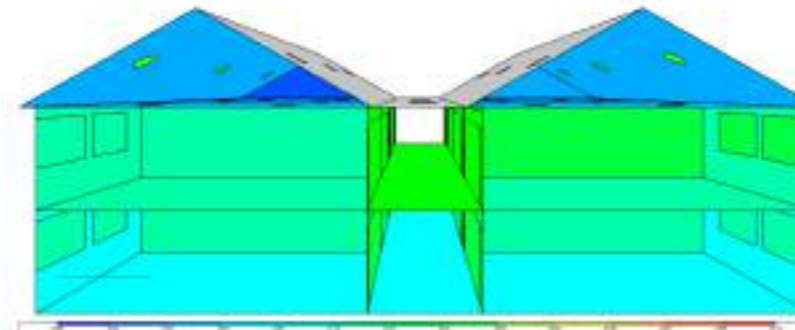
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA BAJA

Figura329. Incidencia solar planta baja estado actual - otoño 12:00am.



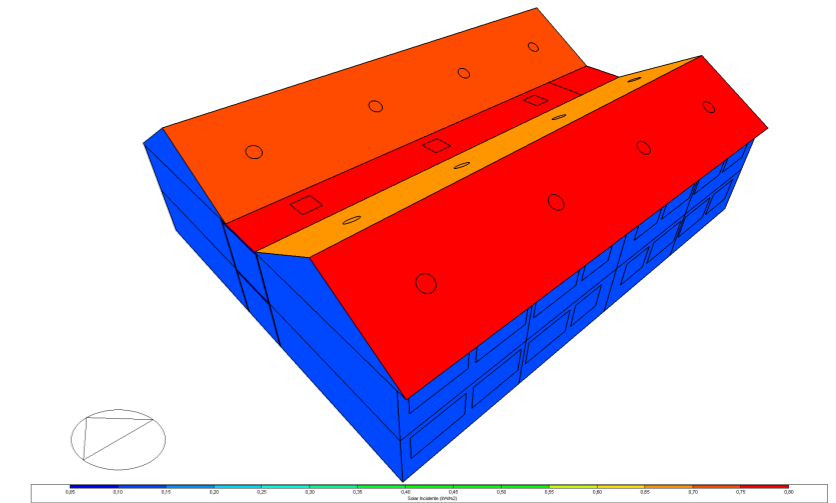
INCIDENCIA SOLAR - CORTE TRANSVERSAL

Figura332. Incidencia solar corte transversal estado actual - otoño 12:00am.



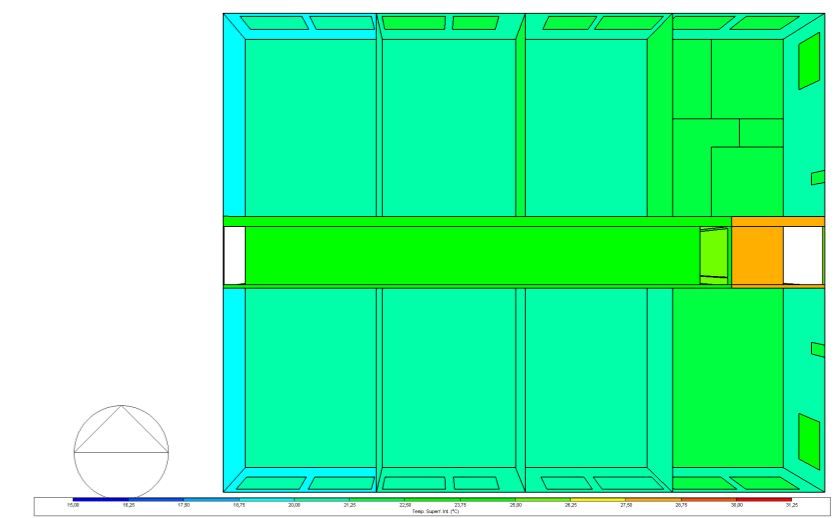
INCIDENCIA SOLAR - ESTE

Figura327. Incidencia solar este estado actual - otoño 12:00am.



INCIDENCIA SOLAR - PLANTA ALTA

Figura330. Incidencia solar planta alta estado actual- otoño 12:00am.



ANÁLISIS

En contraste, la simulación realizada con los datos ajustados según la propuesta evidencia una mejora significativa en el confort térmico de las aulas. Mientras que en el estado actual se registra una temperatura máxima de $18\text{ }^{\circ}\text{C}$, la propuesta eleva este valor hasta $22,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, lo que representa un incremento sustancial que contribuye directamente al bienestar térmico de los estudiantes.

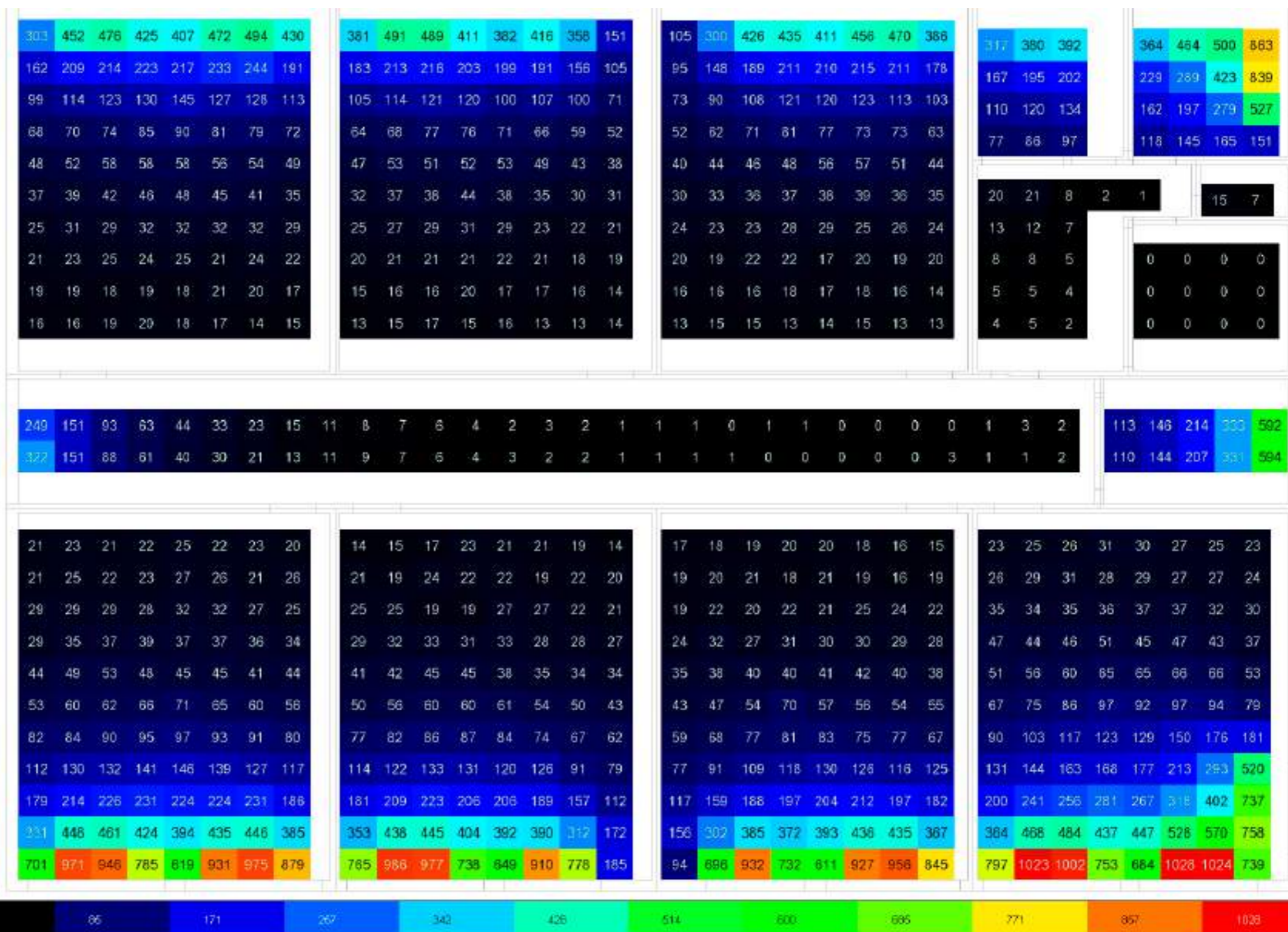
Este aumento permite alcanzar un nivel de confort adecuado, optimizando la capacidad de concentración y el rendimiento académico, a la vez que asegura el cumplimiento de los estándares mínimos establecidos a nivel nacional. Para el caso específico de Salcedo, que presenta un clima templado-andino, se recomienda tener una temperatura mínima de $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ en espacios educativos, valor que la propuesta logra satisfacer de manera eficiente.

ESTADO ACTUAL

ILUMINANCIA MAR-MAY 12:00 AM

Figura333. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja estado actual - otoño 12:00 am.

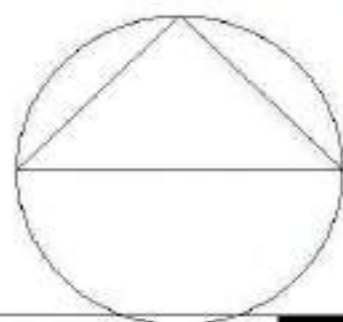
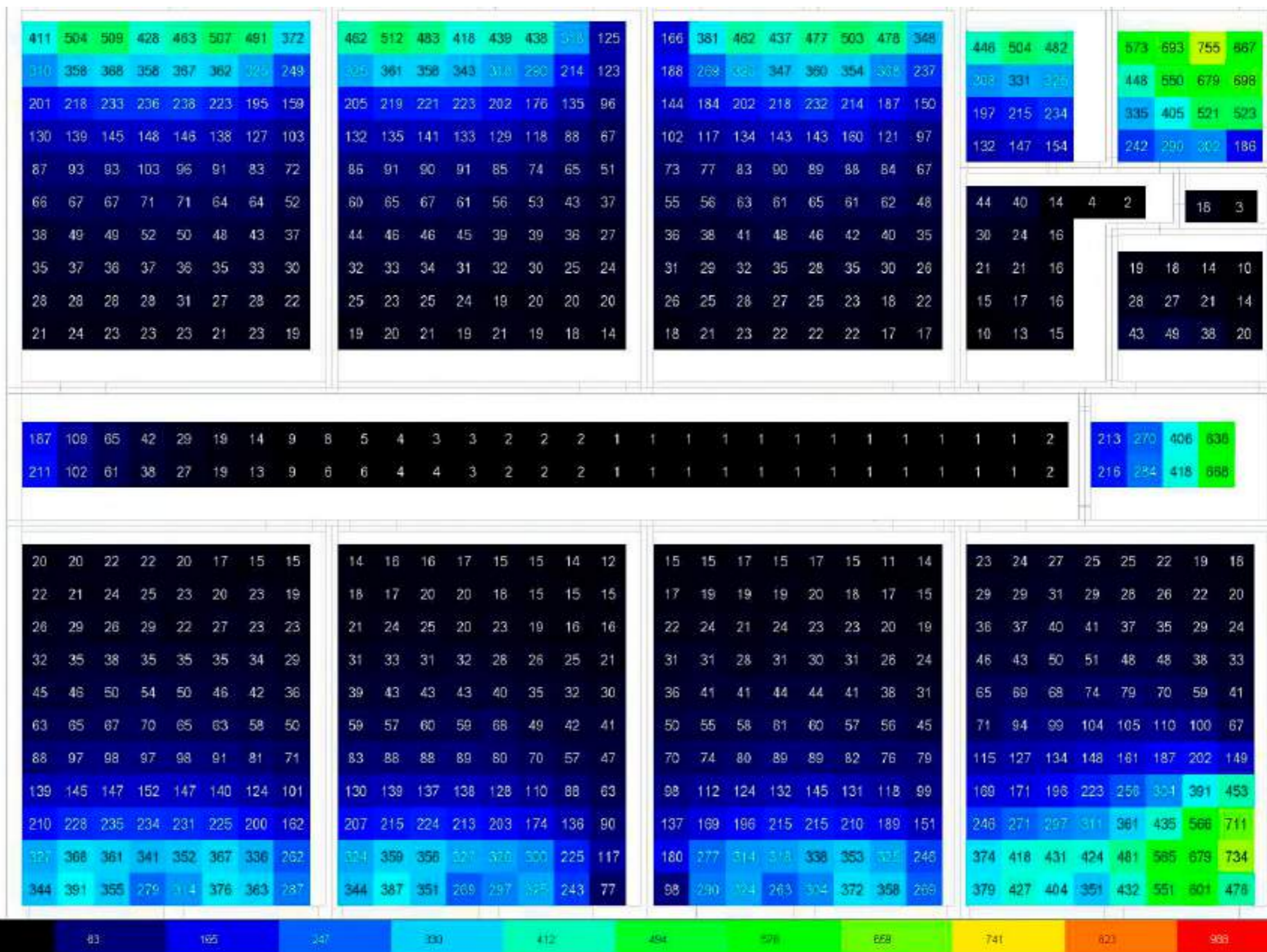
Planta Baja - Estado Actual



PROPUESTA

Planta Baja - Propuesta

Figura334. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja propuesta - otoño 12:00am.



ESTADO ACTUAL

ILUMINANCIA MAR-MAY 12:00AM

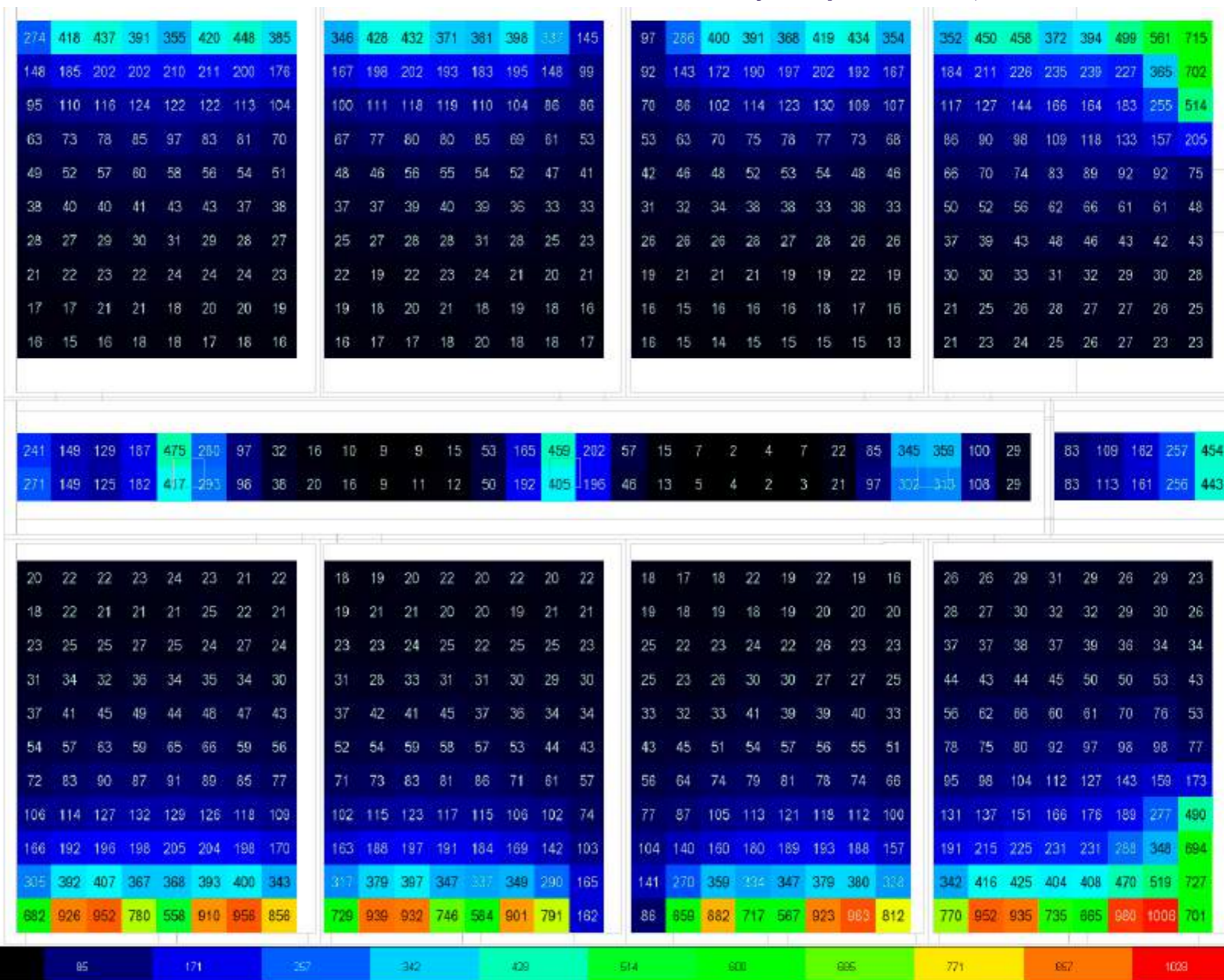
Planta Alta - Estado Actual

ANÁLISIS

En el análisis realizado en la planta alta del proyecto a las 12:00 a.m., se evidencia un déficit significativo en los niveles de iluminancia en relación con los parámetros establecidos por la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), la cual establece un valor mínimo de 300 lux para aulas educativas. En este caso, la simulación muestra una concentración de iluminancia cercana a la ventana, alcanzando un valor máximo de 932 lux, mientras que en la zona central del aula los niveles descienden drásticamente hasta 46 lux. Esta disparidad refleja una distribución ineficiente de la luz natural, que compromete el confort visual y las condiciones adecuadas para el aprendizaje.

En cuanto al pasillo, se observa que los ductos de iluminación central existentes, con dimensiones de 60 x 60 cm, generan un valor máximo de 405 lux.

Figura335. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta estado actual - otoño 12:00am.



PROPUESTA

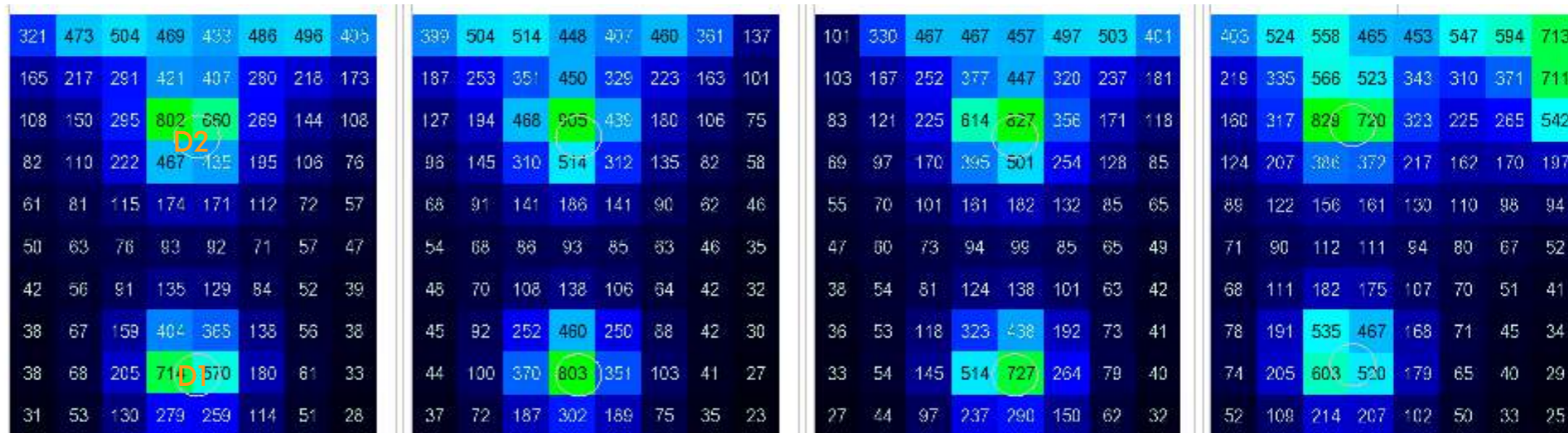
Planta Alta - Propuesta

Figura336. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta propuesta - otoño 10:00am.

ANÁLISIS

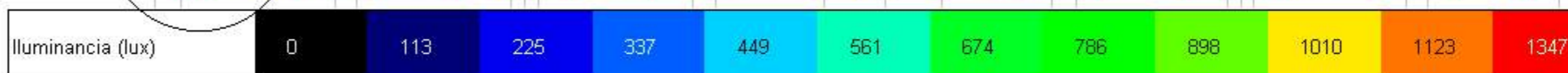
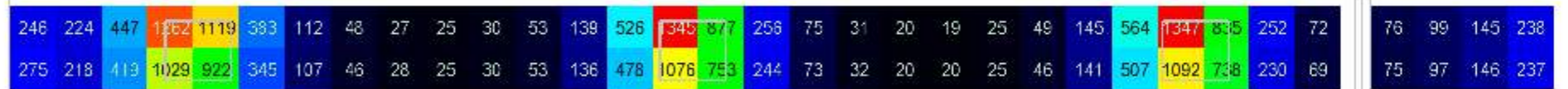
Al aumentar la dimensión de los ductos existentes de 0.6 x 0.6 m a 1.00 x 1.00 m ya se empiezan a evidenciar cambios con un incremento de los luxes haciendose mas evidente en los elementos implementados en la propuesta ya que el sol cada vez se acerca a su puntos mas alto.

Se observa que en los ductos de iluminación implementados en las aulas se genera un incremento de luxes de **46 lux a 803 lux**, superando el minimo requerido en la norma, esto debido a que el sol incide totalmente en la cubierta.



ILUMINANCIAS (LUX) VERANO 12:00AM

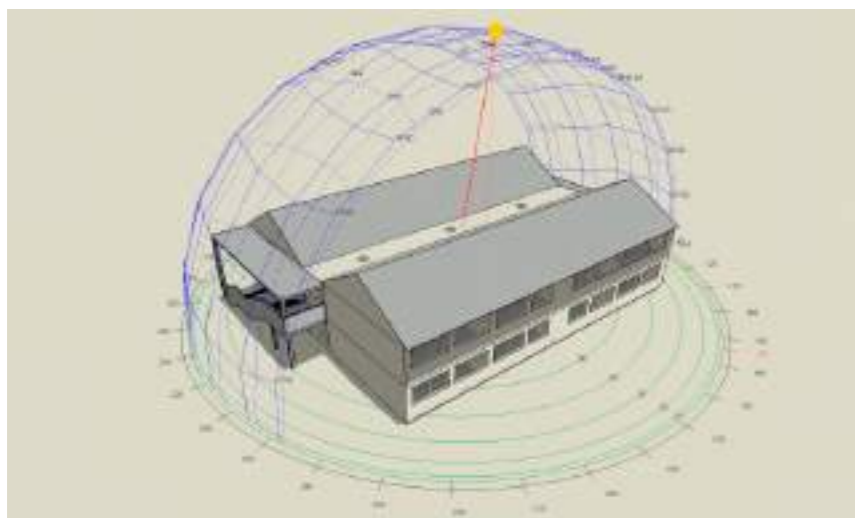
Ubicación	Estado actual	Propuesta	Diferencia
Ducto 1 aula	73 lux	803 lux	730lux
Ducto 2 aula	119lux	827lux	708lux
Ducto pasillo	405 lux	1345 lux	940 lux



ESTADO ACTUAL

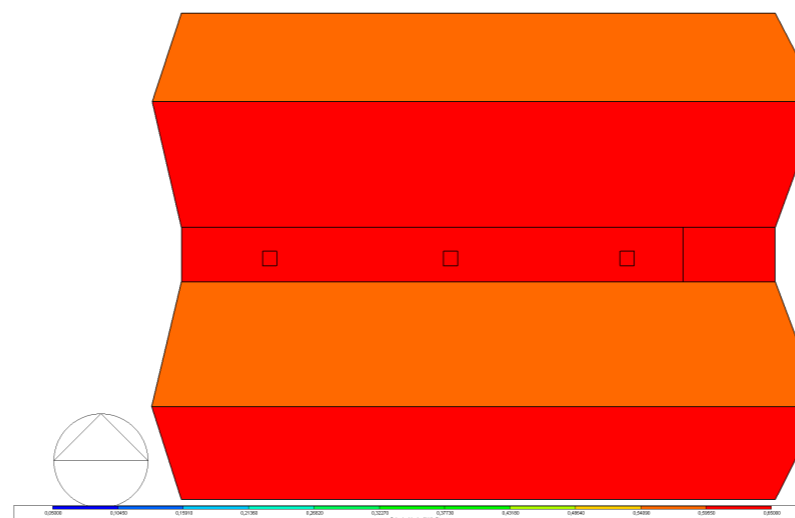
DIAGRAMA SOLAR

Figura337. Diagrama solar estado actual - otoño 14:00pm.



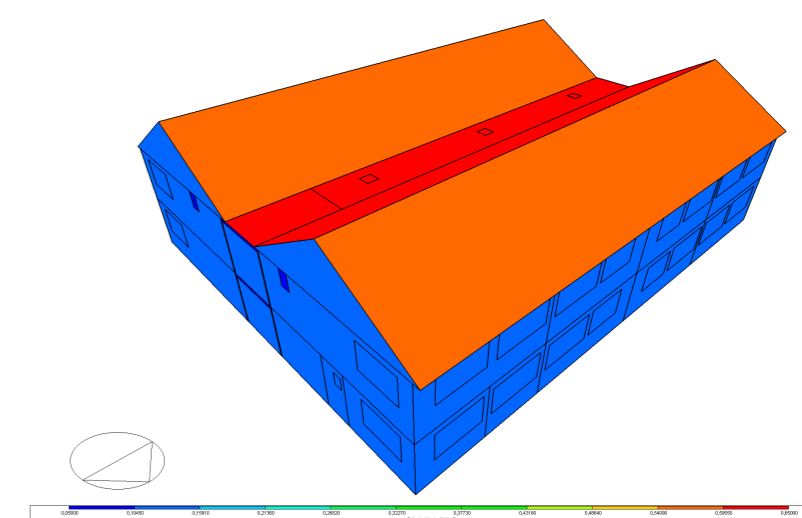
INCIDENCIA SOLAR - CUBIERTA

Figura338. Incidencia solar cubierta estado actual - otoño 14:00pm.



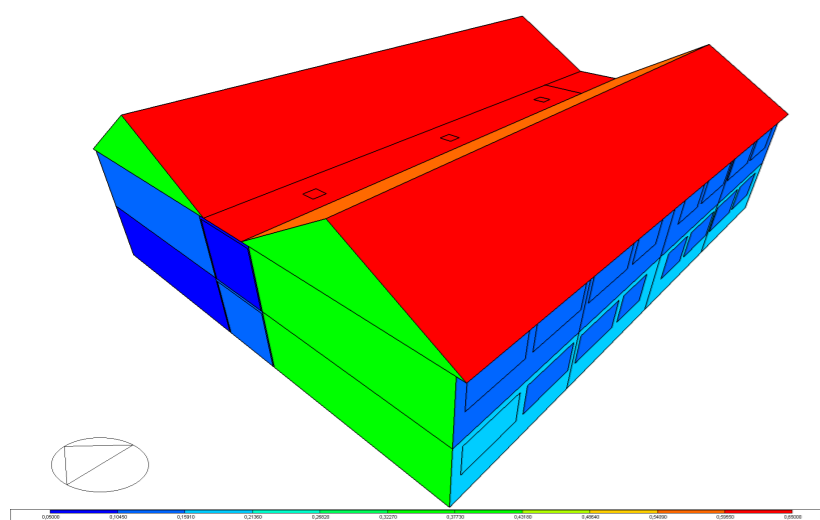
INCIDENCIA SOLAR - ESTE

Figura339. Incidencia solar este estado actual - otoño 14:00pm.



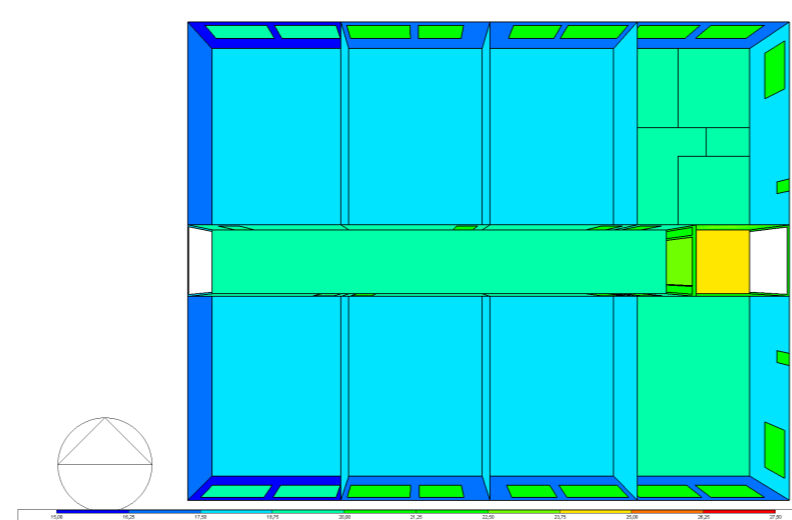
INCIDENCIA SOLAR - OESTE

Figura340. Incidencia solar oeste estado actual - otoño 14:00pm.



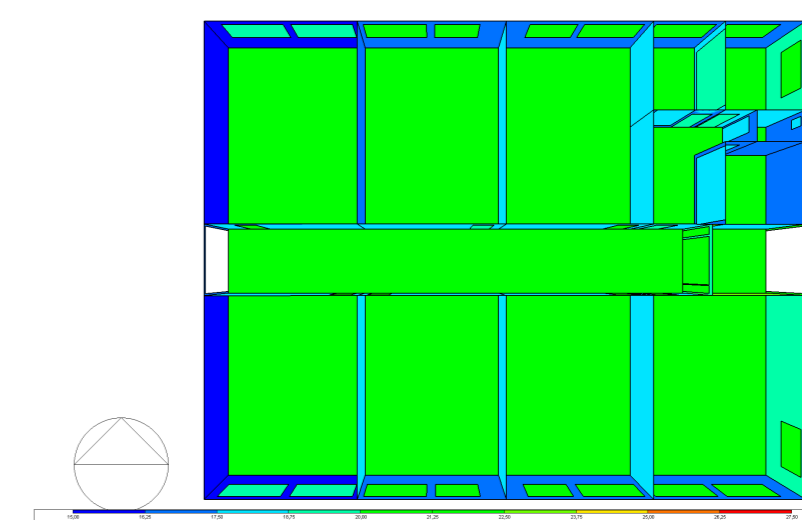
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA BAJA

Figura341. Incidencia solar planta baja estado actual - otoño 14:00pm.



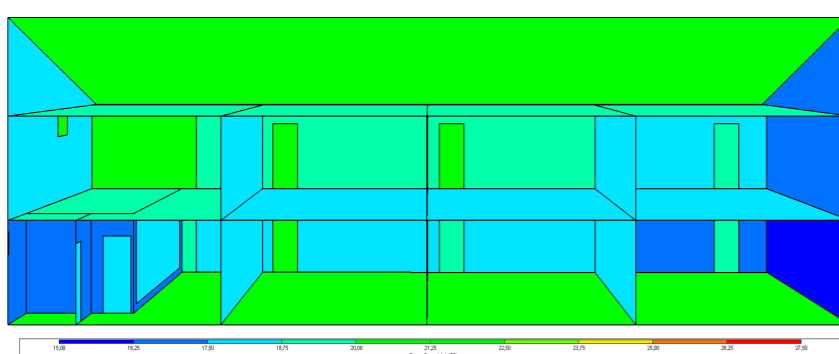
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA ALTA

Figura342. Incidencia solar planta alta estado actual - otoño 14:00pm.



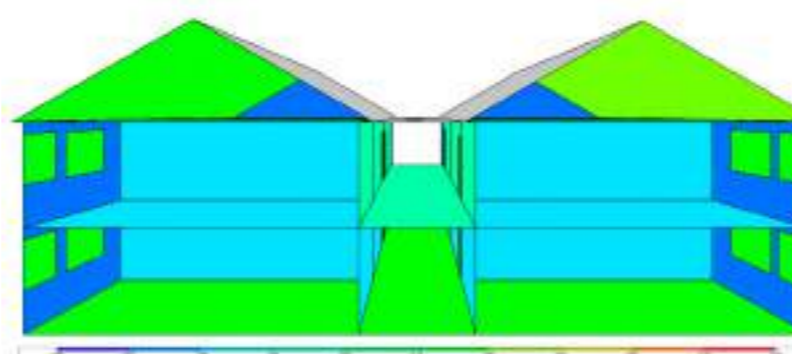
INCIDENCIA SOLAR - CORTE LONGITUDINAL

Figura343. Incidencia solar corte longitudinal estado actual - otoño 14:00pm.



INCIDENCIA SOLAR - CORTE TRANSVERSAL

Figura344. Incidencia solar corte transversal estado actual - otoño 14:00pm.



ANÁLISIS

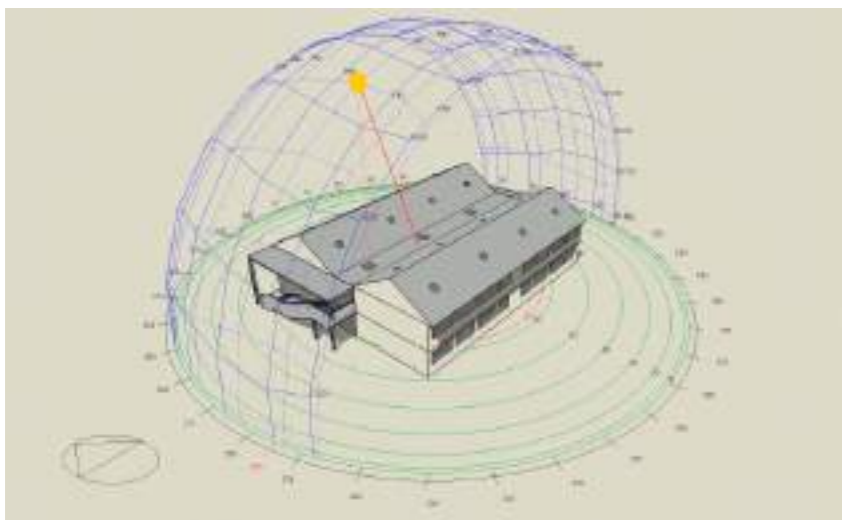
En la simulación realizada a las 14:00 h durante la estación de otoño, se identifica que la cubierta es la que recibe mayor incidencia solar, la fachada **Este** ya no presenta una incidencia solar directa, mientras que la fachada **Oeste**, empieza a tener una mayor incidencia solar esto debido al ángulo de incidencia solar en esa franja horaria.

En el interior, las mediciones reflejan temperaturas que oscilan entre **18°C** y **20°C**, valores que, en el contexto de un territorio andino, cumple y supera el mínimo requerido en la norma.

PROPUESTA

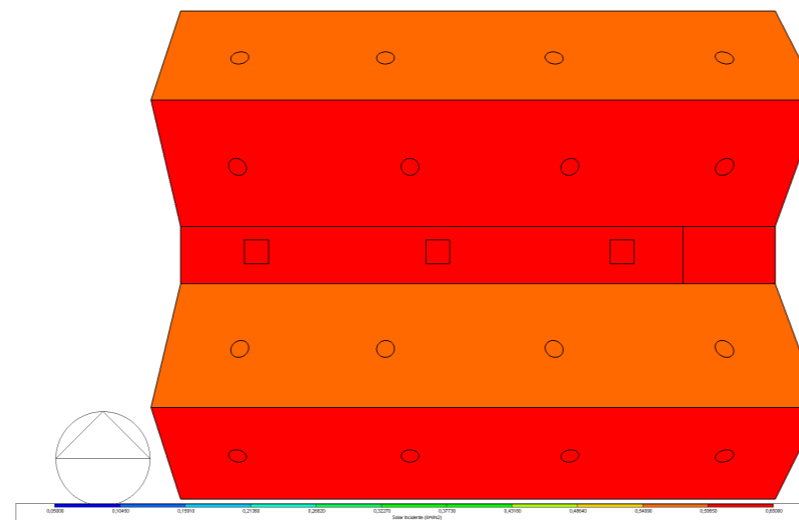
DIAGRAMA SOLAR

Figura345. Diagrama solar estado actual - otoño 14:00pm.



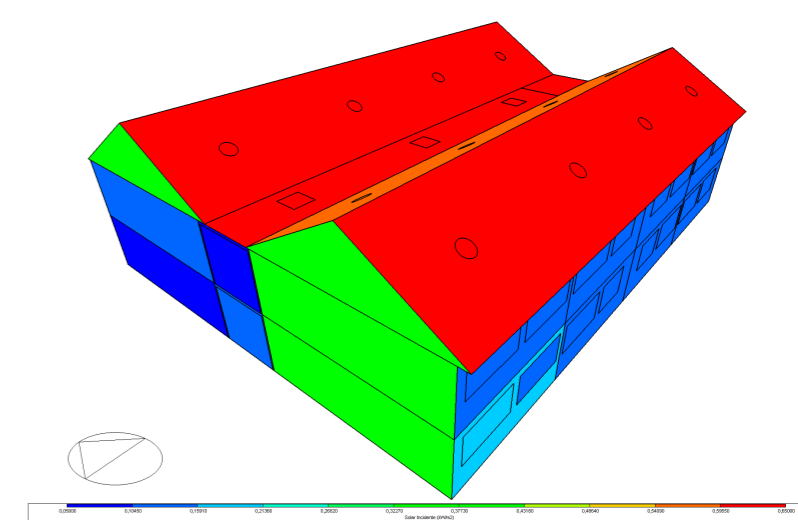
INCIDENCIA SOLAR - CUBIERTA

Figura346. Incidencia solar cubierta estado actual - otoño 14:00pm.



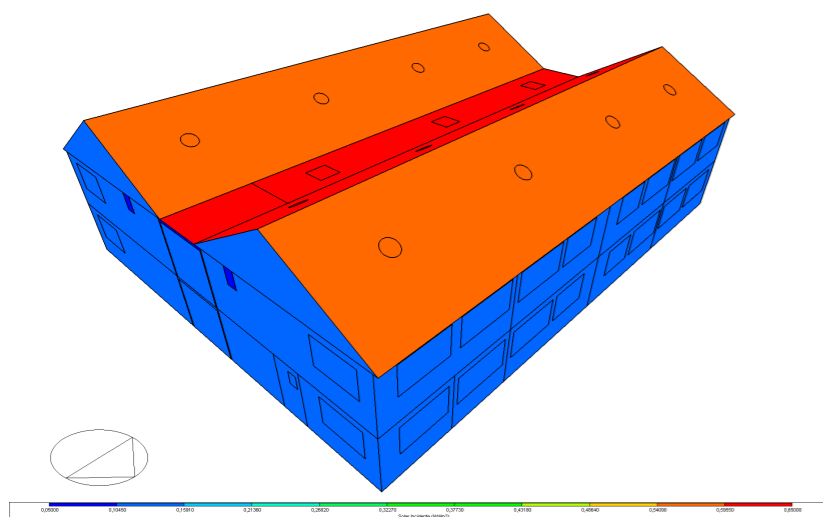
INCIDENCIA SOLAR - ESTE

Figura347. Incidencia solar este estado actual - otoño 14:00pm.



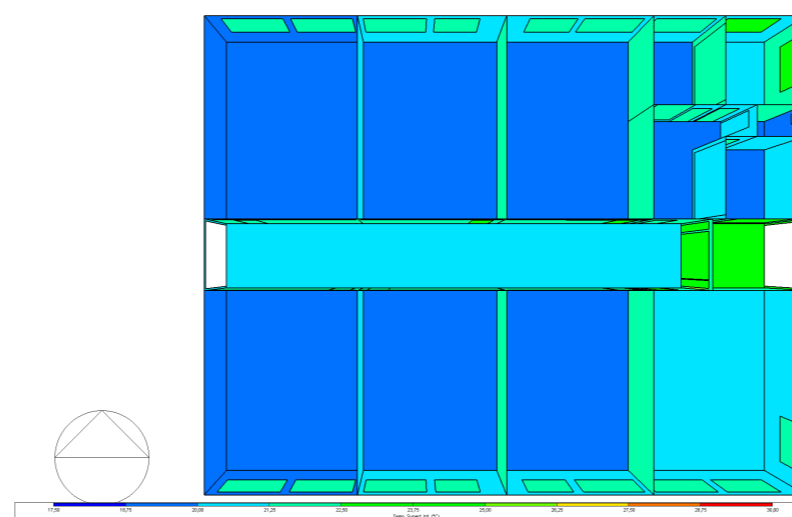
INCIDENCIA SOLAR - OESTE

Figura348. Incidencia solar oeste estado actual - otoño 14:00pm.



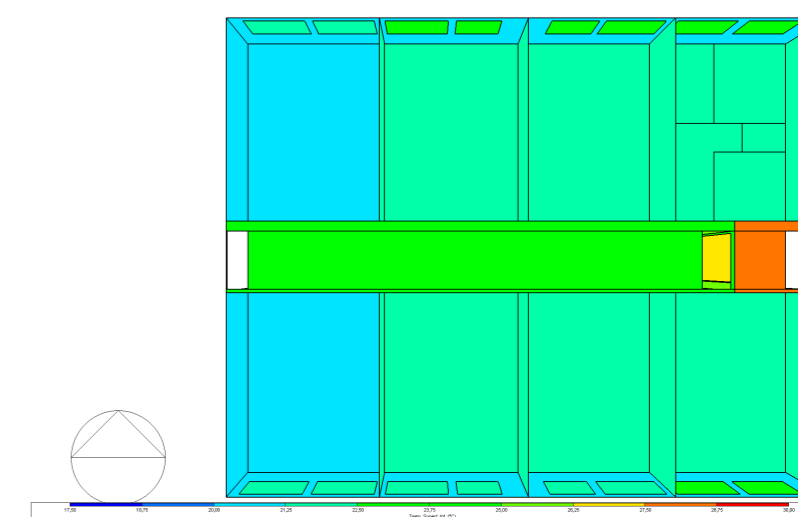
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA BAJA

Figura349. Incidencia solar planta baja estado actual - otoño 14:00pm.



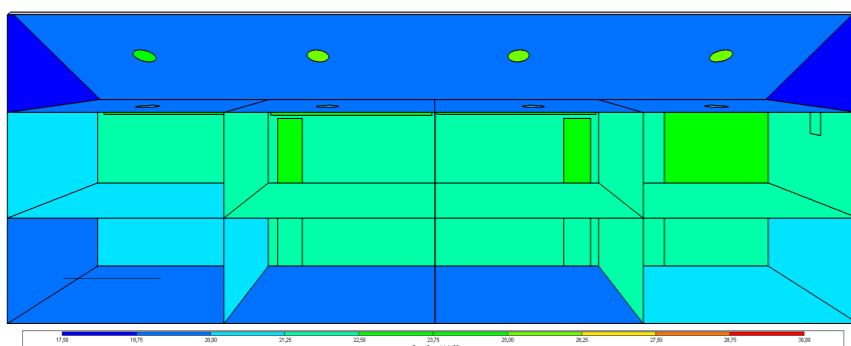
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA ALTA

Figura350. Incidencia solar planta alta estado actual - otoño 14:00pm.



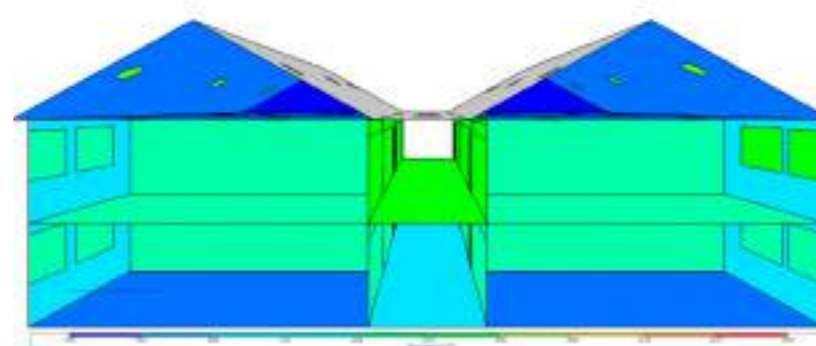
INCIDENCIA SOLAR - CORTE LONGITUDINAL

Figura351. Incidencia solar corte longitudinal estado actual - otoño 14:00pm.



INCIDENCIA SOLAR - CORTE TRANSVERSAL

Figura352. Incidencia solar corte transversal estado actual - otoño 14:00pm.



ANÁLISIS

En contraste, la simulación realizada con los datos ajustados según la propuesta evidencia una mejora significativa en el confort térmico de las aulas. Mientras que en el estado actual se registra una temperatura máxima de $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, la propuesta eleva este valor hasta $22,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, lo que representa un incremento sustancial que contribuye directamente al bienestar térmico de los estudiantes.

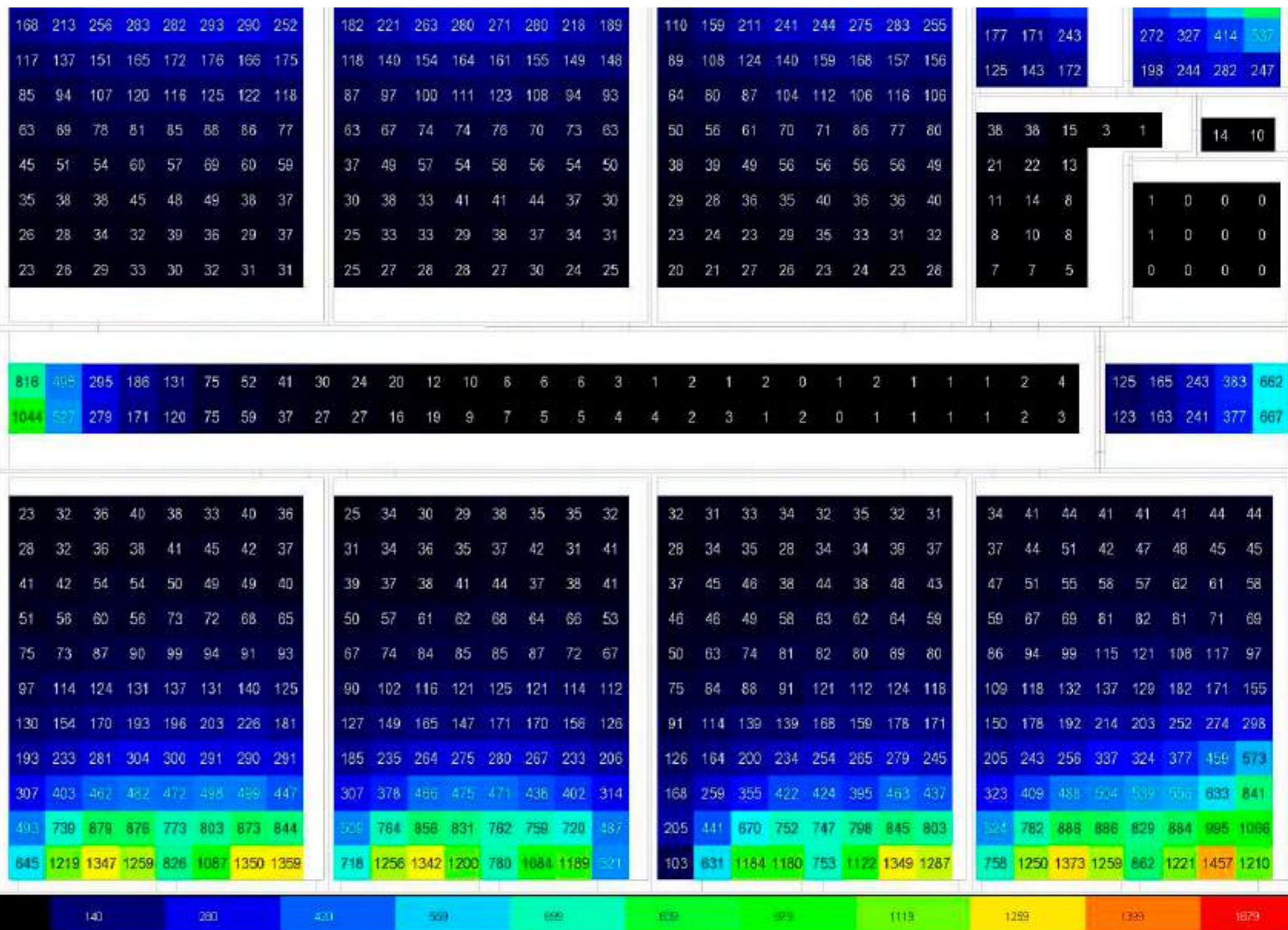
Este aumento permite alcanzar un nivel de confort adecuado, optimizando la capacidad de concentración y el rendimiento académico, a la vez que asegura el cumplimiento de los estándares mínimos establecidos a nivel nacional. Para el caso específico de Salcedo, que presenta un clima templado-andino, se recomienda tener una temperatura mínima de $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ en espacios educativos, valor que la propuesta logra satisfacer de manera eficiente.

ESTADO ACTUAL

ILUMINANCIA MAR-MAY 14:00 PM

Figura353. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja estado actual - otoño 14:00pm.

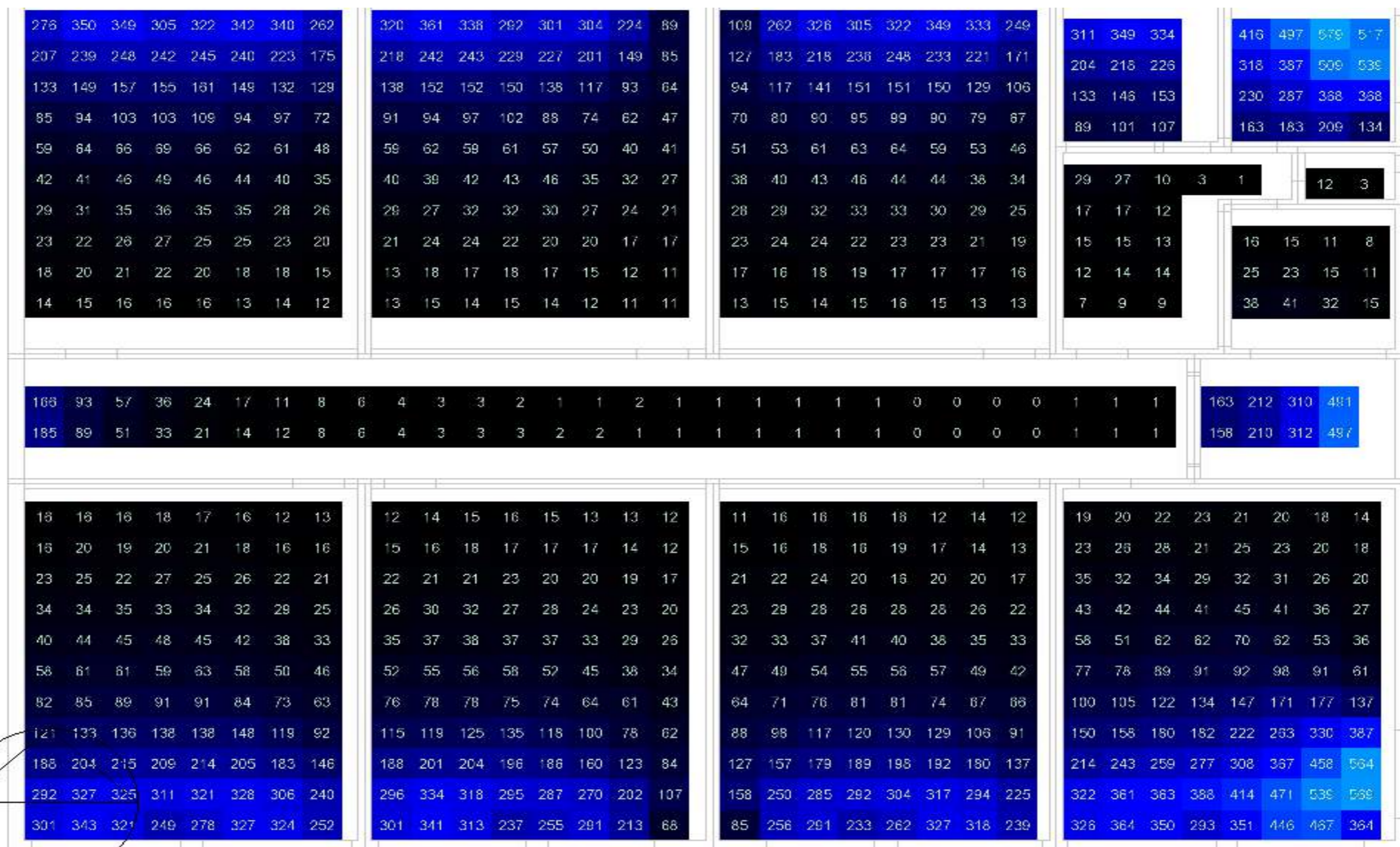
Planta Baja - Estado Actual



PROPUESTA

Planta Baja - Propuesta

Figura354. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja propuesta - otoño 14:00pm.



ESTADO ACTUAL

ILUMINANCIA MAR-MAY 14:00PM

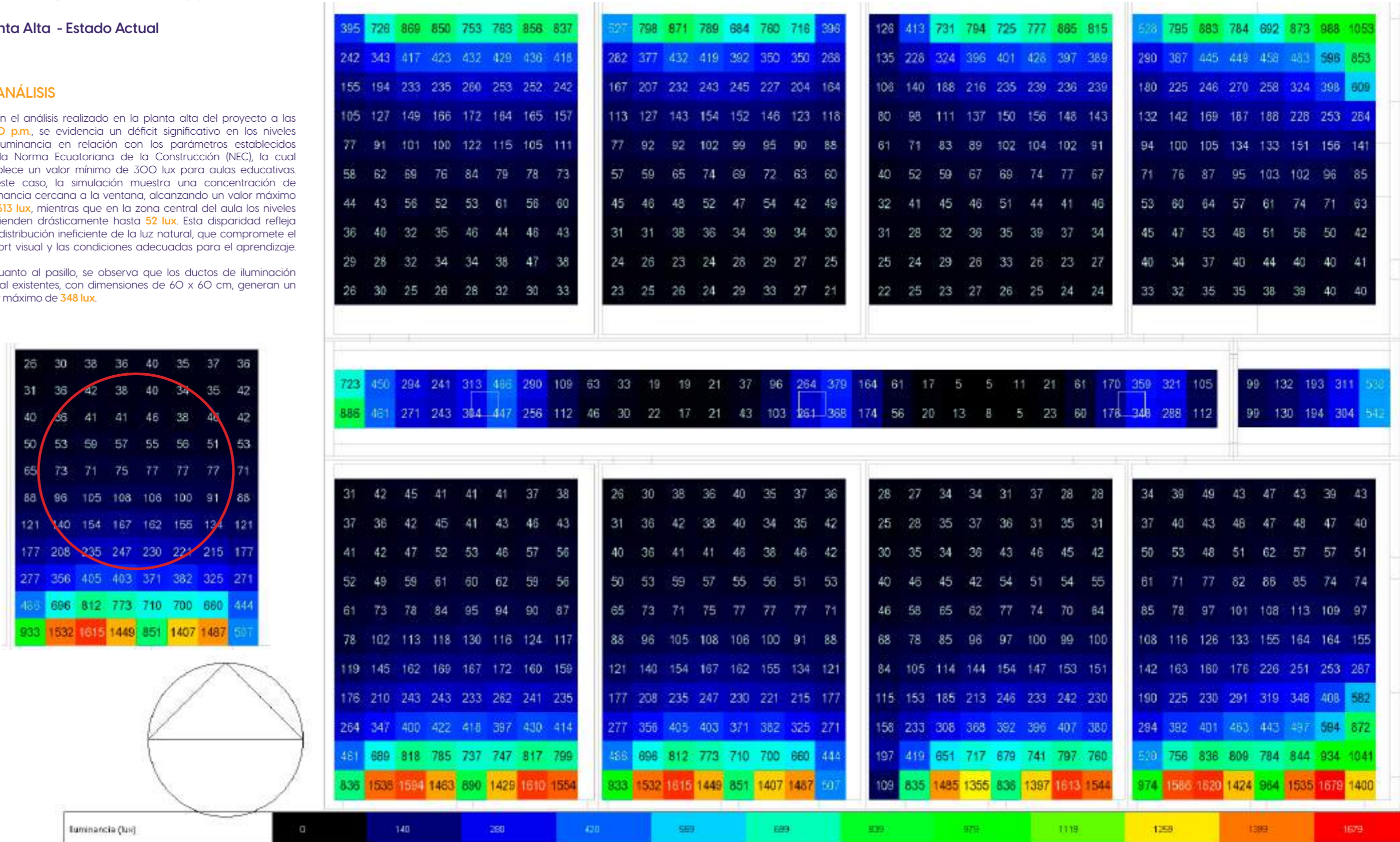
Planta Alta - Estado Actual

ANÁLISIS

En el análisis realizado en la planta alta del proyecto a las 14:00 p.m., se evidencia un déficit significativo en los niveles de iluminancia en relación con los parámetros establecidos por la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), la cual establece un valor mínimo de 300 lux para aulas educativas. En este caso, la simulación muestra una concentración de iluminancia cercana a la ventana, alcanzando un valor máximo de 1613 lux, mientras que en la zona central del aula los niveles descienden drásticamente hasta 52 lux. Esta disparidad refleja una distribución ineficiente de la luz natural, que compromete el confort visual y las condiciones adecuadas para el aprendizaje.

En cuanto al pasillo, se observa que los ductos de iluminación cenital existentes, con dimensiones de 60 x 60 cm, generan un valor máximo de 348 lux.

Figura355. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta estado actual - otoño 14:00pm.



OTOÑO MAR-MAY

PROPUESTA

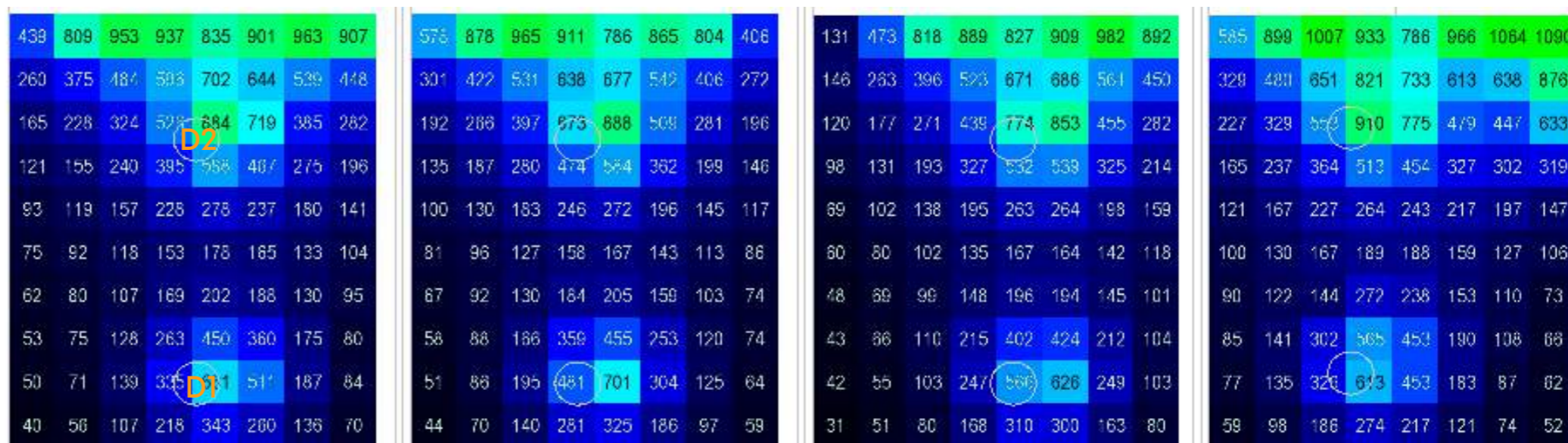
Planta Alta - Propuesta

ANÁLISIS

Al aumentar la dimensión de los ductos existentes de 0.6 x 0.6 m a 1.00 x 1.00 m ya se empiezan a evidenciar cambios con un incremento de los luxes haciéndose mas evidente en los elementos implementados en la propuesta ya que el sol cada vez se acerca a su puntos mas alto.

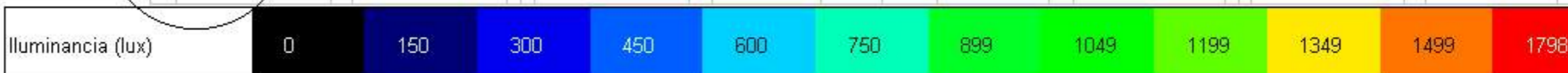
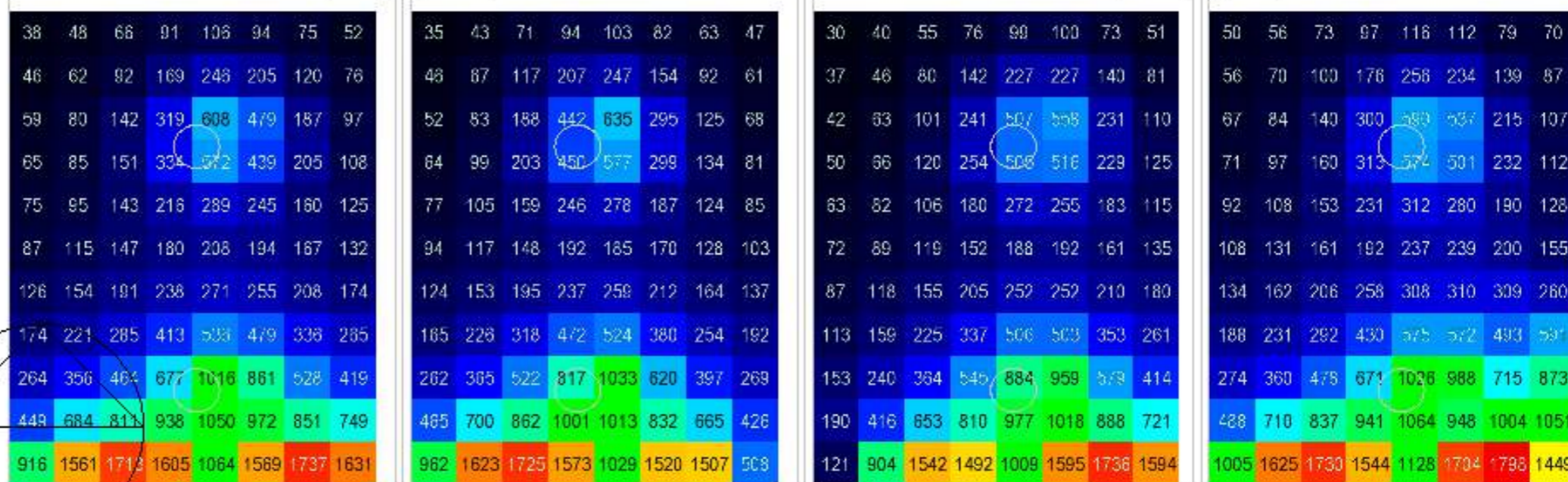
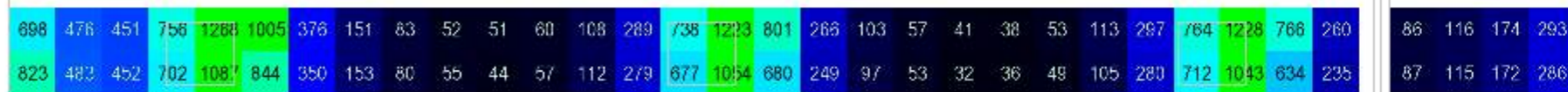
Se observa que en los ductos de iluminación implementados en las aulas se genera un incremento de luxes de 52 lux a 701lux, superando el minimo requerido en la norma.

Figura356. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta propuesta - otoño 14:00pm.



ILUMINANCIAS (LUX) VERANO 14:00PM

Ubicación	Estado actual	Propuesta	Diferencia
Ducto 1 aula	52 lux	701 lux	649 lux
Ducto 2 aula	243 lux	774 lux	531 lux
Ducto pasillo	348 lux	1054 lux	706 lux



ESTADO ACTUAL

Figura357. Datos generales temperatura, ganancias de calor y consumo energético - estado actual invierno dic-feb.

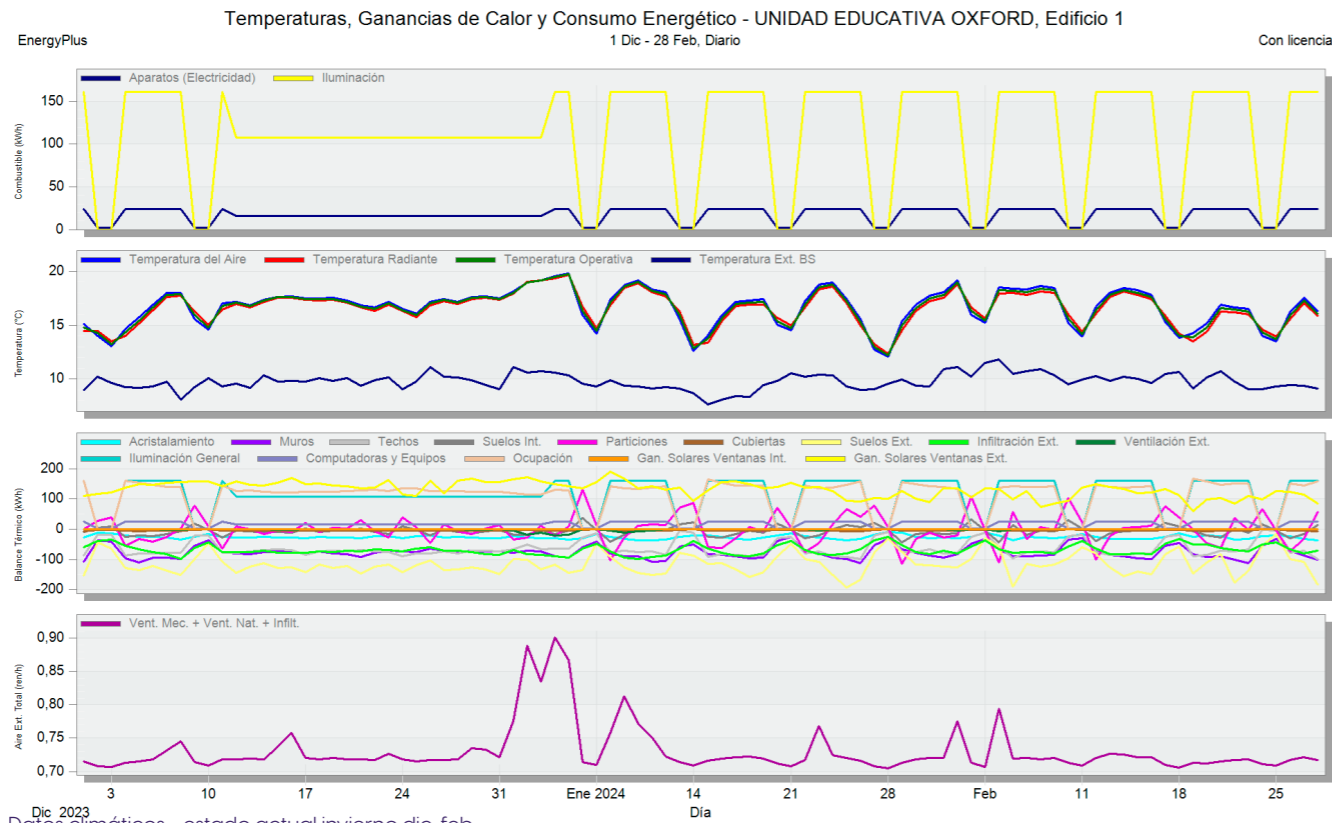
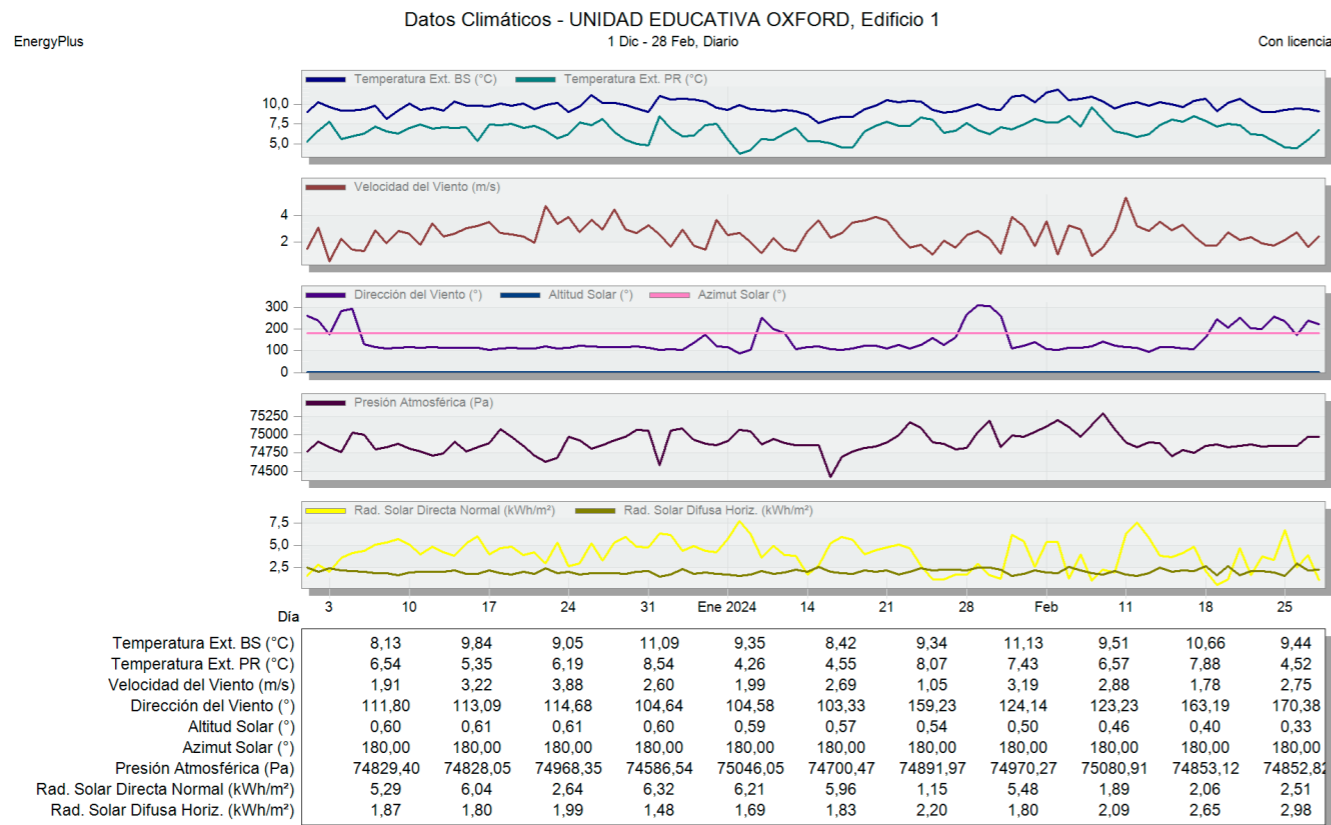


Figura358. Datos climáticos - estado actual invierno dic-feb.



PROPUESTA

Figura360. Datos generales temperatura, ganancias de calor y consumo energético - propuesta invierno dic-feb.

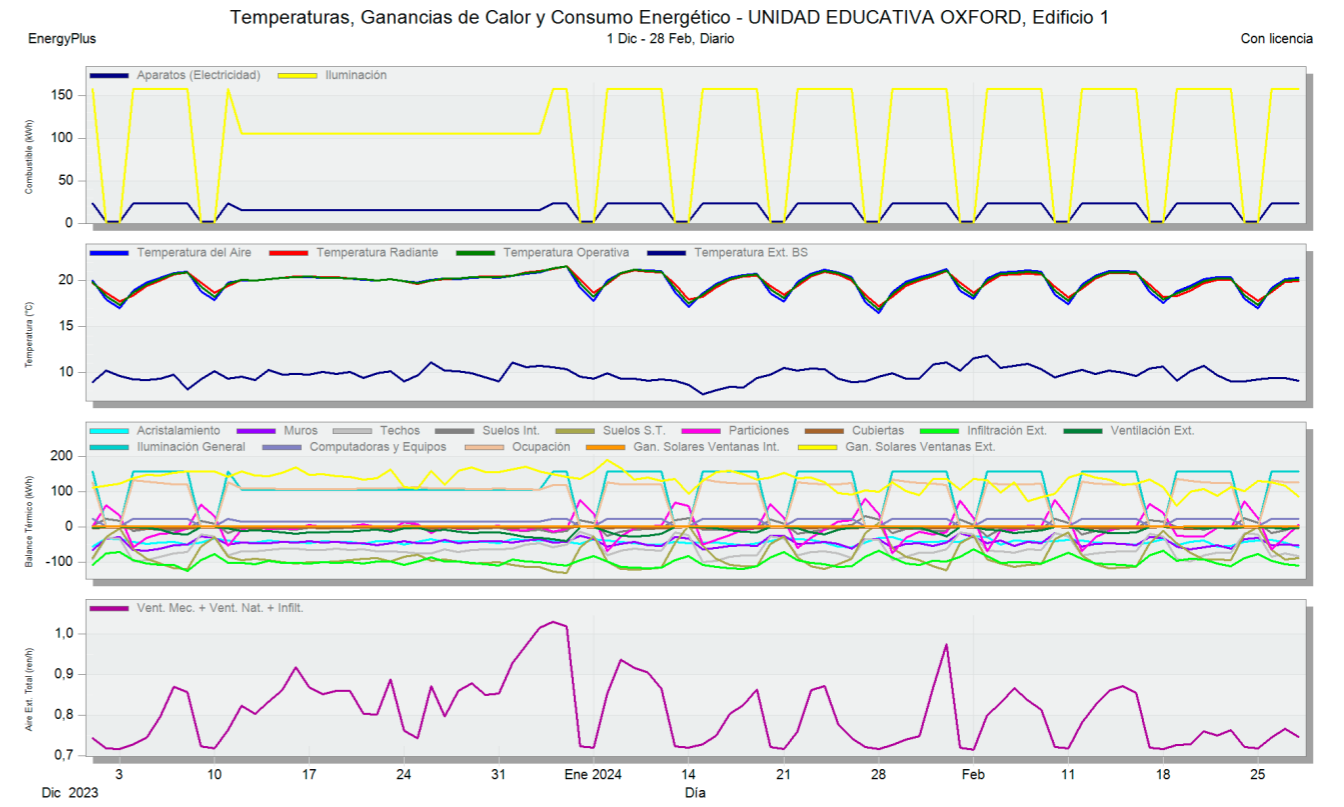
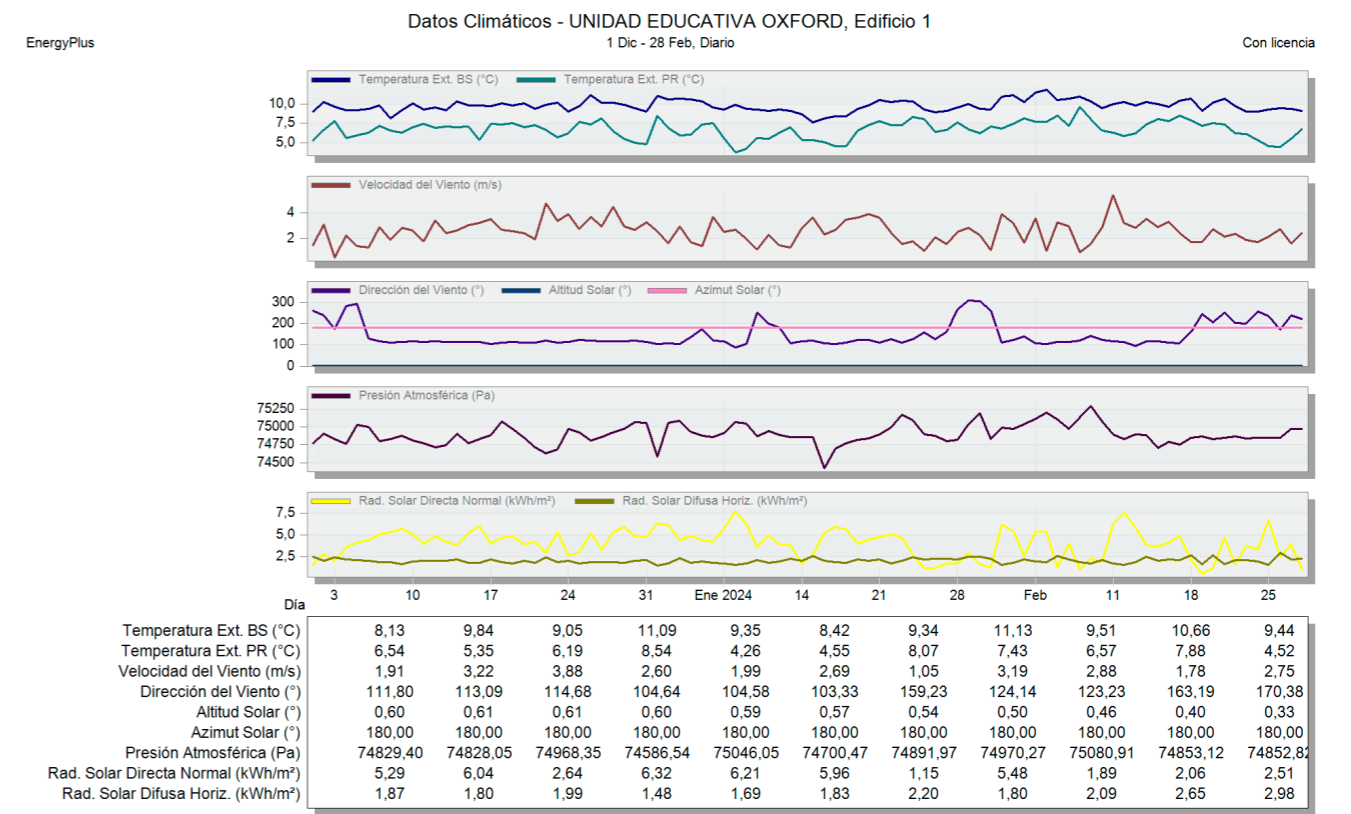


Figura359. Datos climáticos - propuesta invierno dic-feb.



ESTADO ACTUAL

Figura361. Datos confort térmico - estado actual invierno dic-feb.

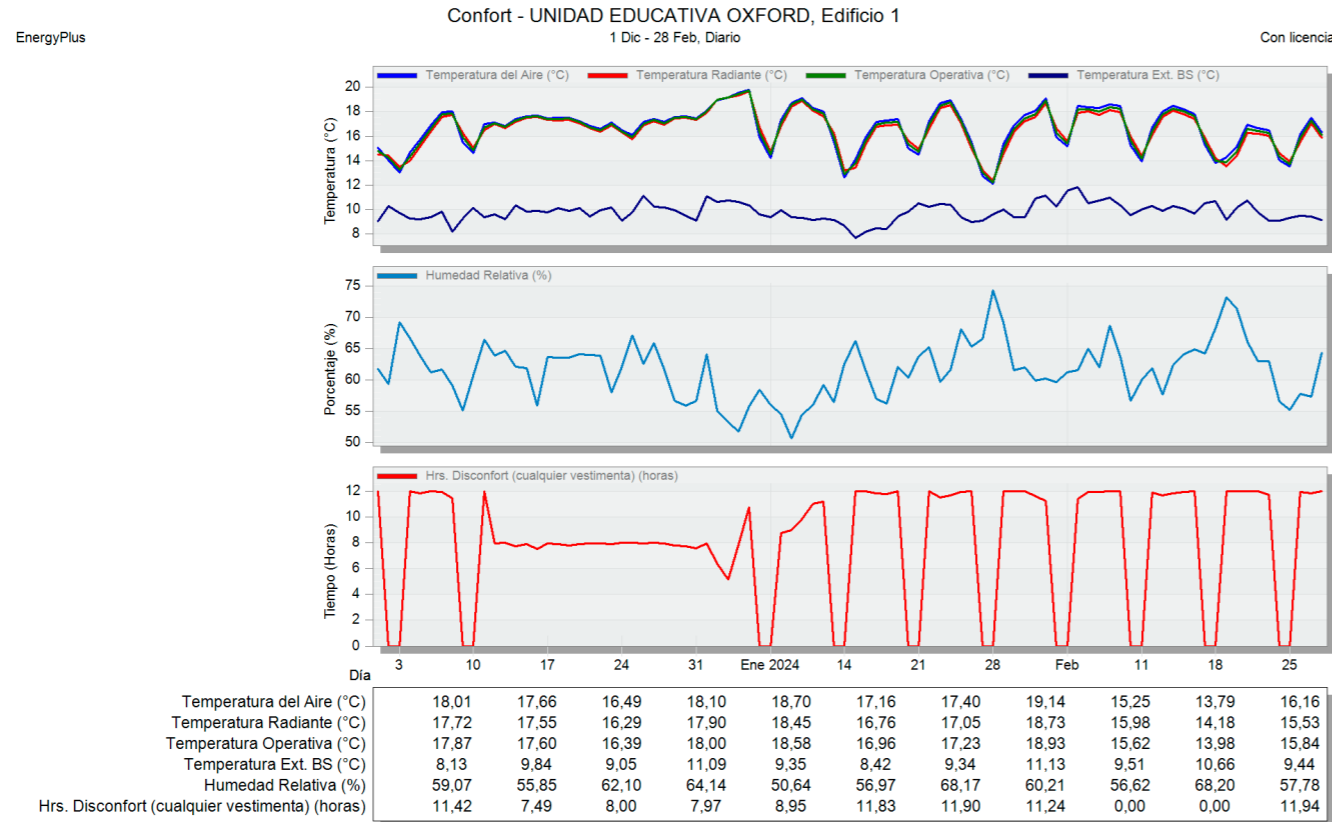
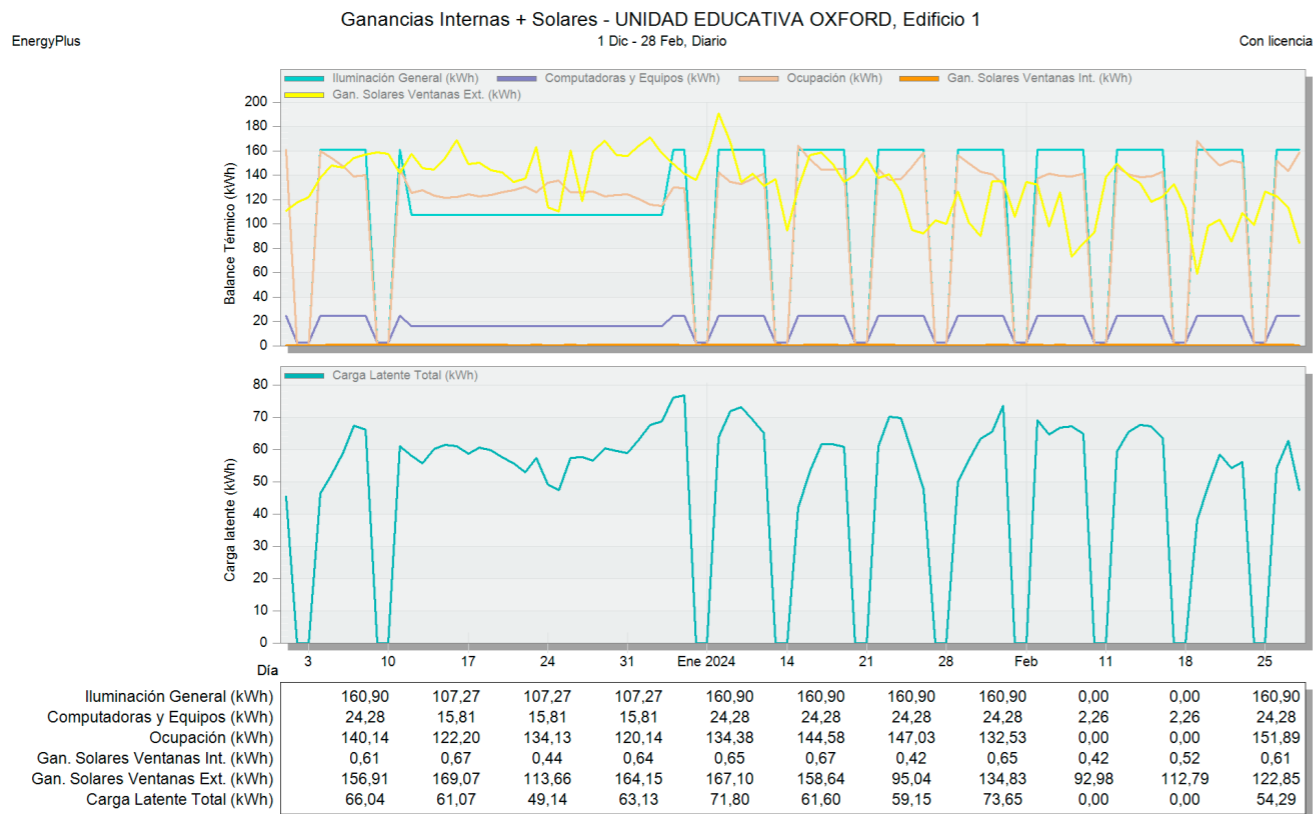


Figura362. Datos ganancias internas + solares - estado actual invierno dic-feb.



PROPUESTA

Figura364. Datos confort térmico - propuesta invierno dic-feb.

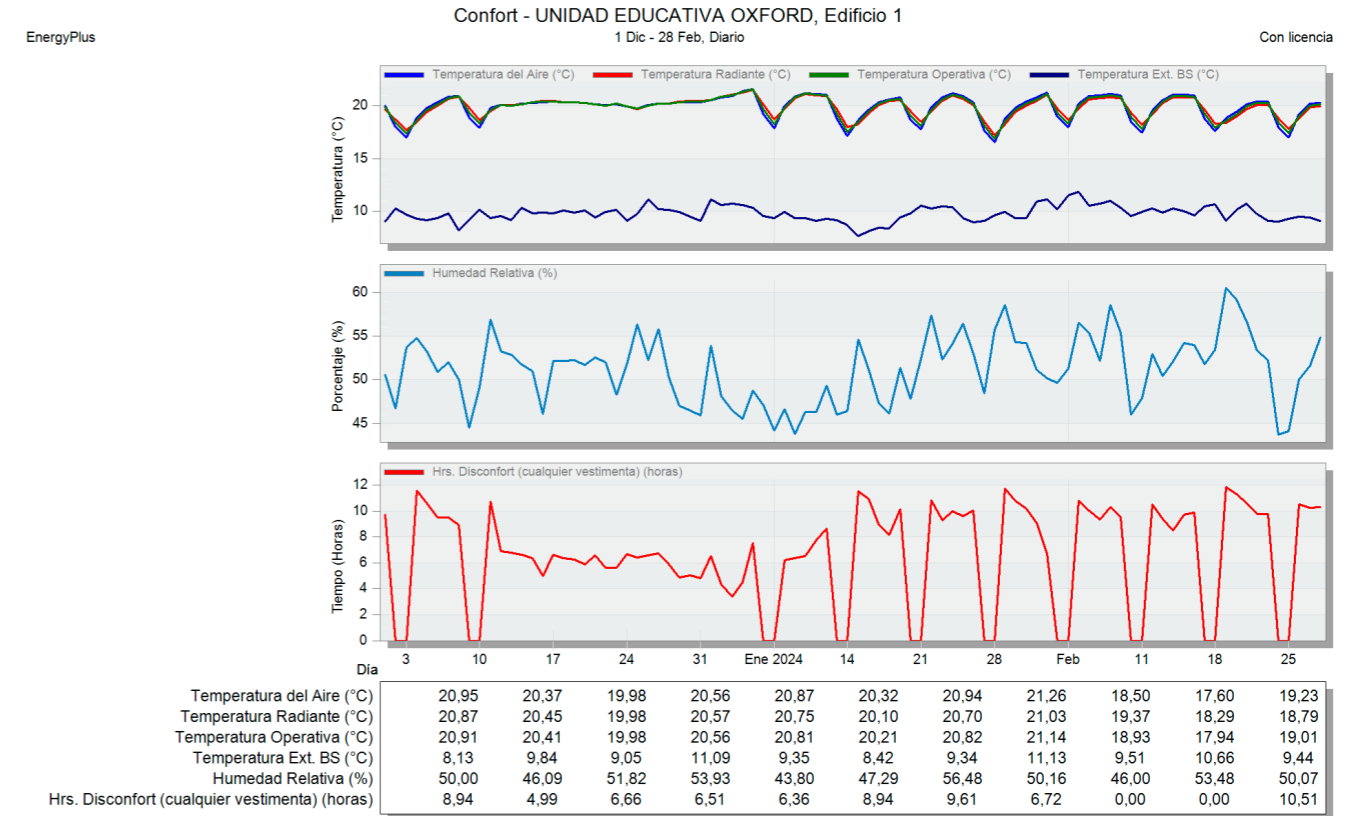
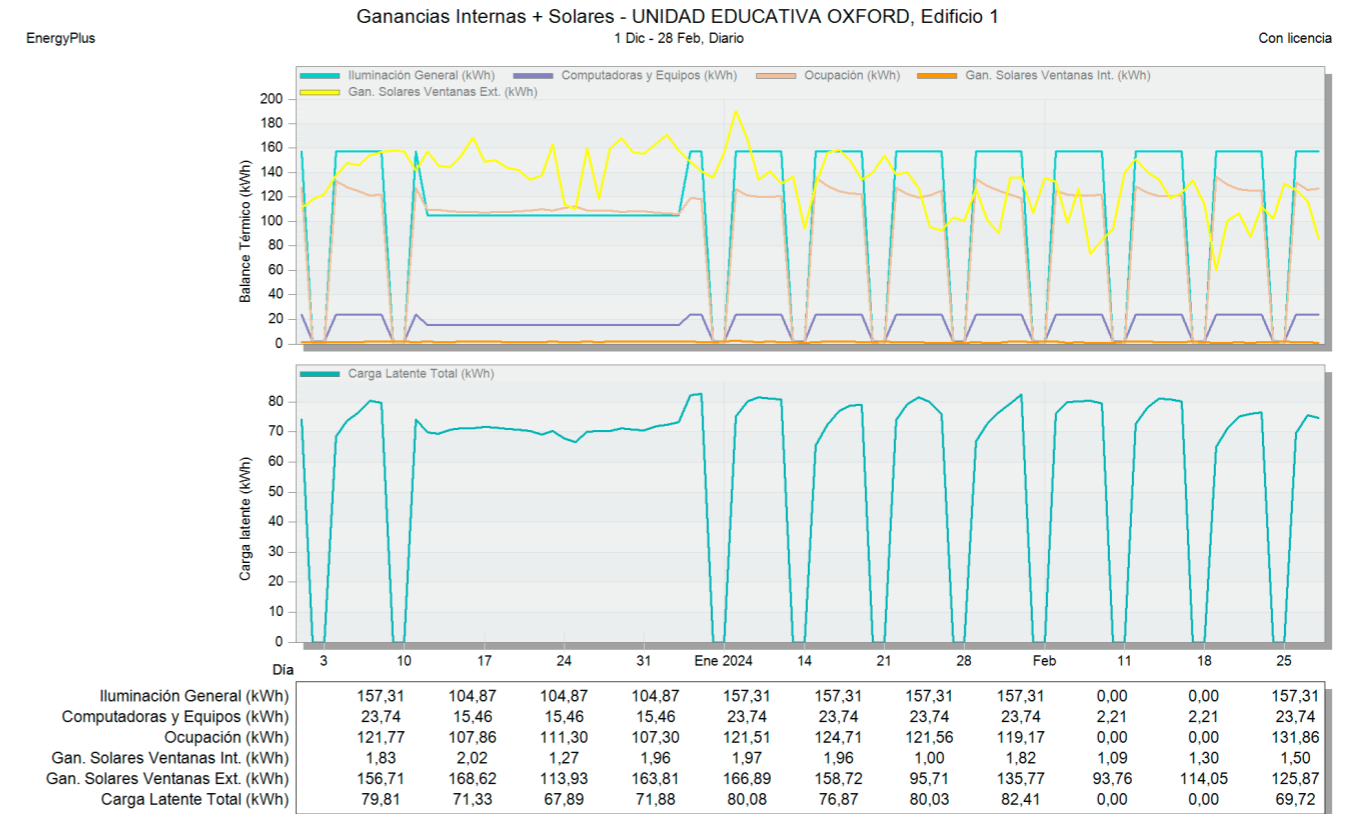


Figura363. Datos ganancias internas + solares - propuesta invierno dic-feb.



ESTADO ACTUAL

Figura365. Datos elementos constructivos y ventilación - estado actual invierno dic-feb.

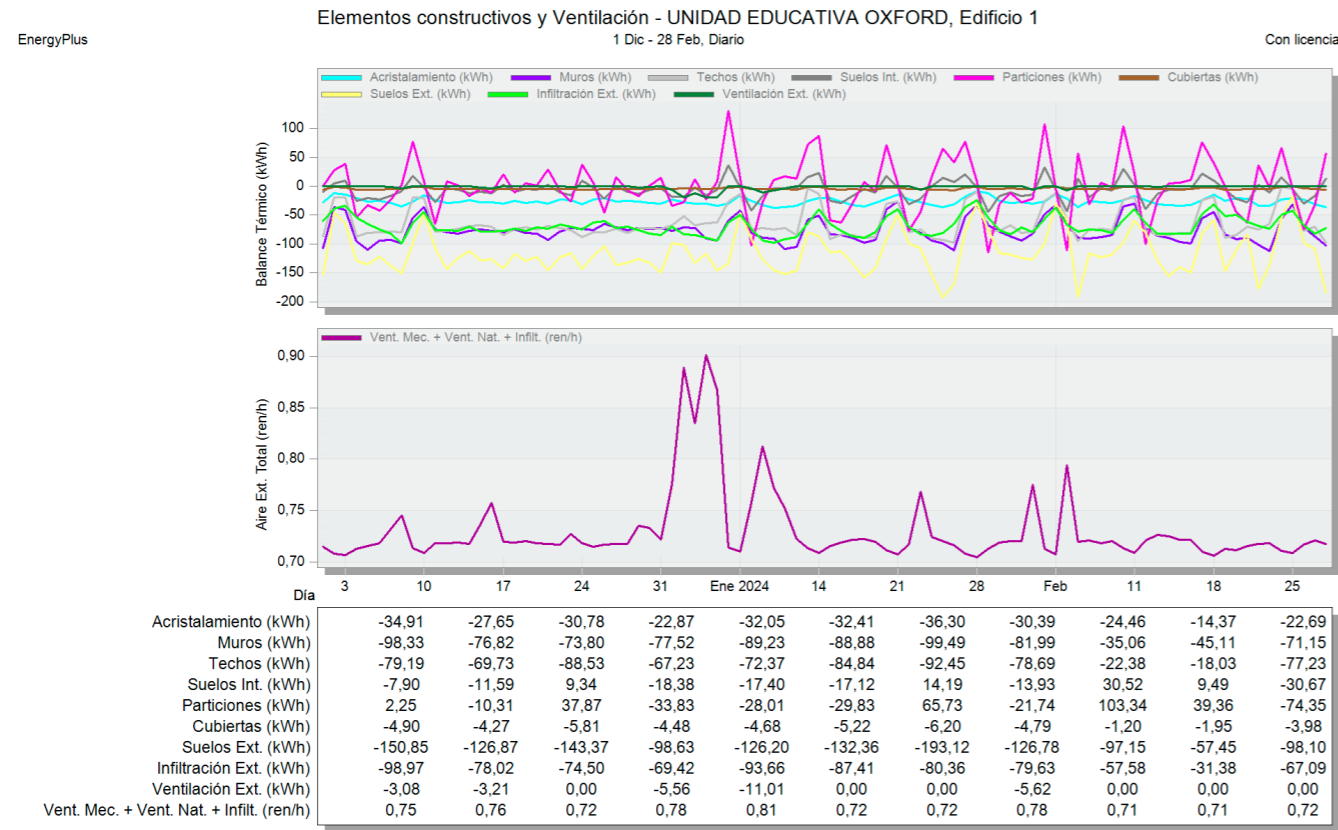
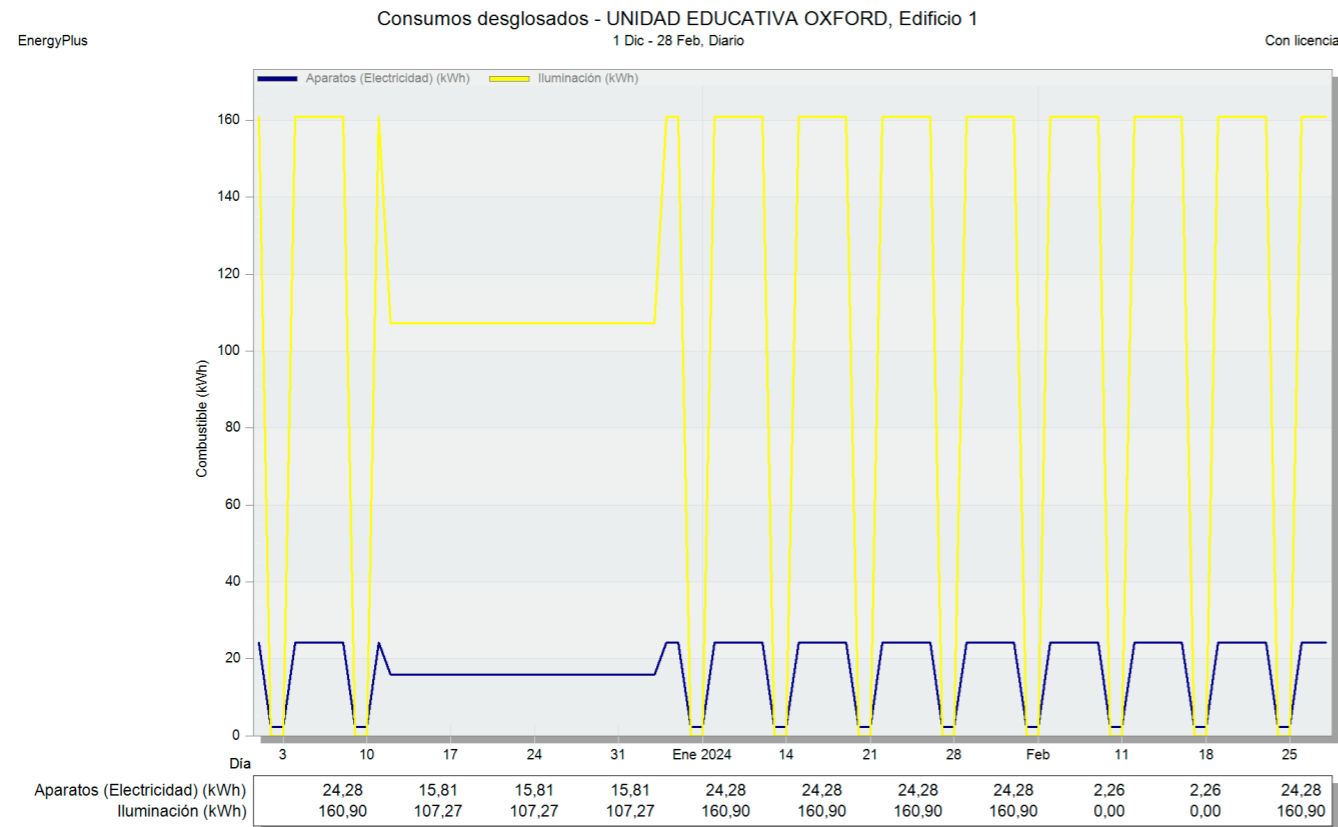


Figura366. Datos consumos desglosados - estado actual invierno dic-feb.



PROPUESTA

Figura368. Datos elementos constructivos y ventilación - propuesta invierno dic-feb.

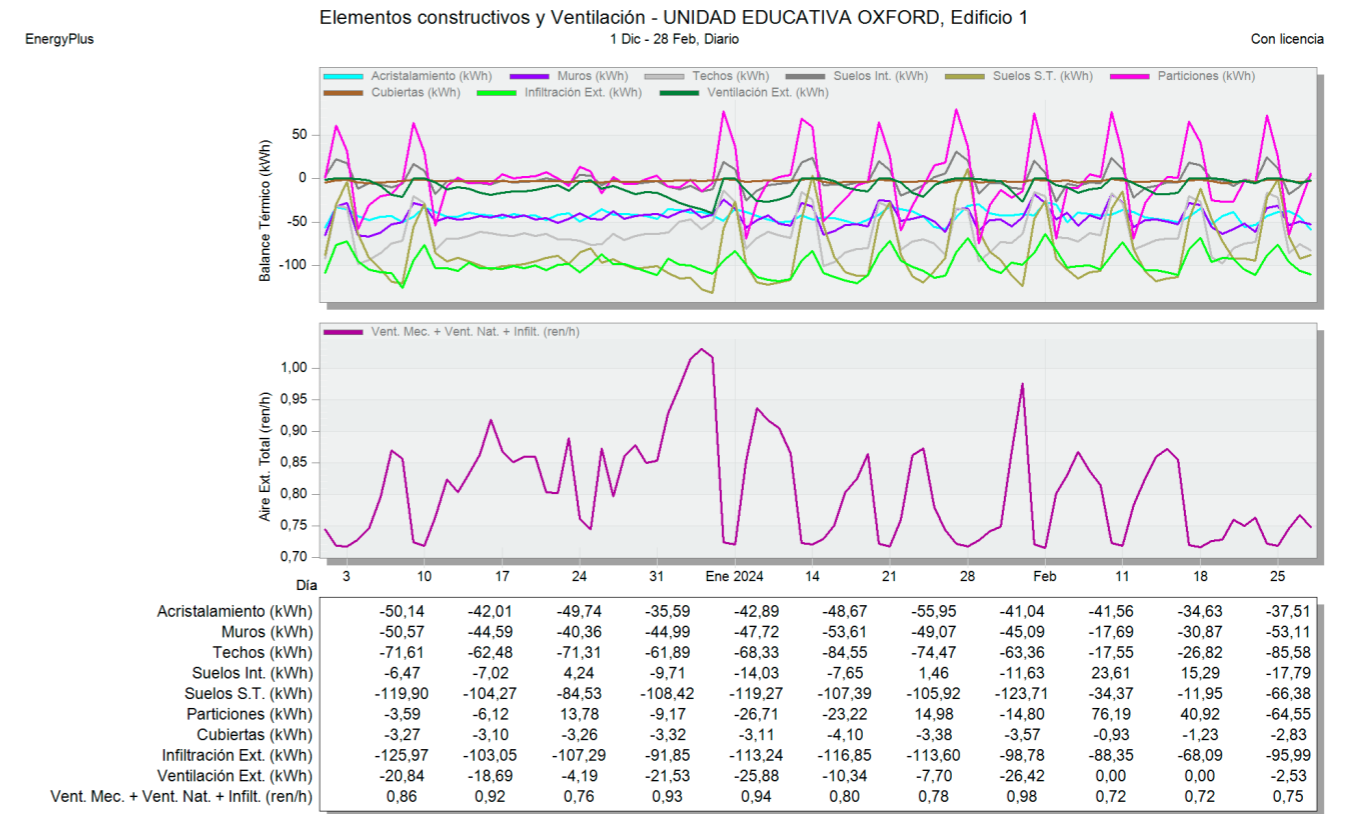
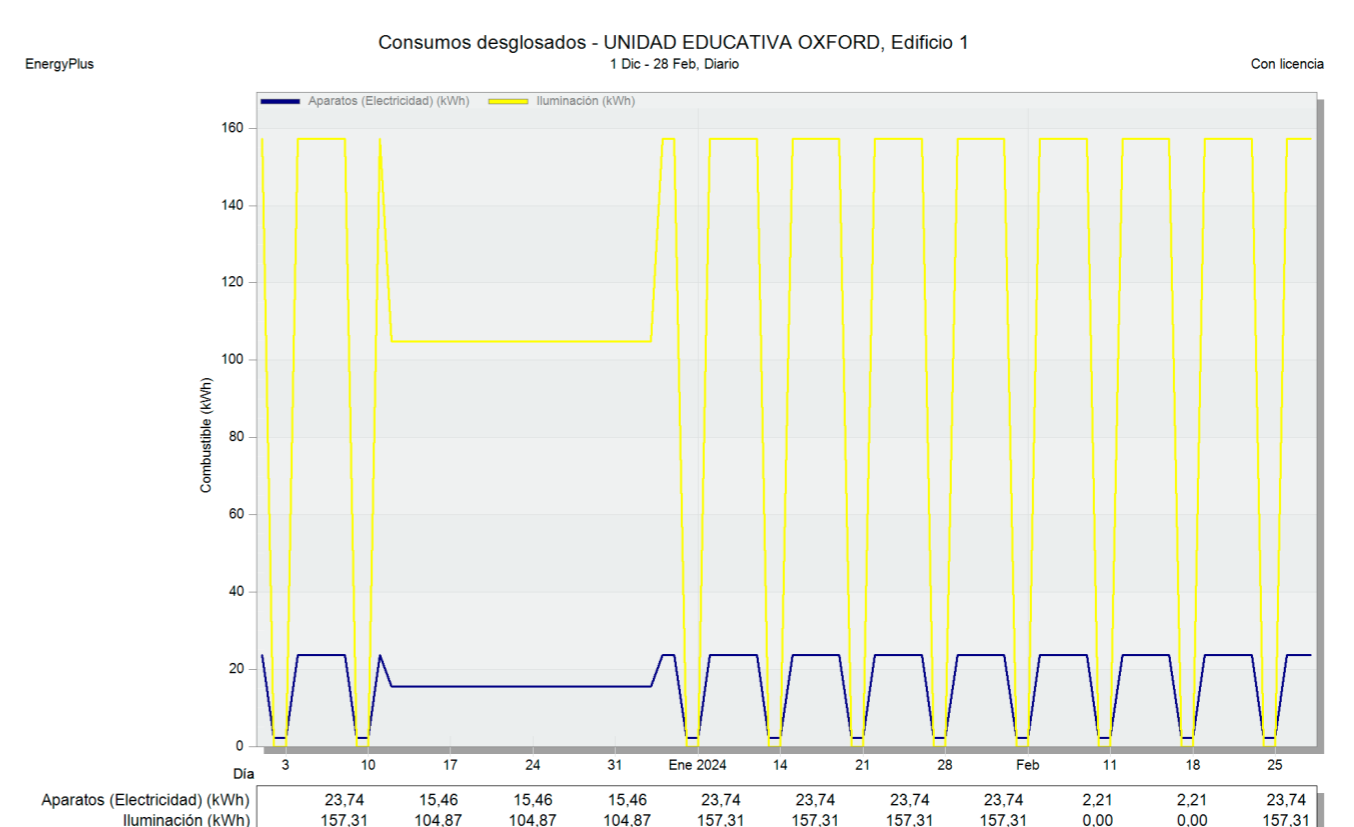


Figura367. Datos consumos desglosados - propuesta invierno dic-feb.



ESTADO ACTUAL

PROPUESTA

Figura369. Datos consumos totales - estado actual invierno dic-feb.

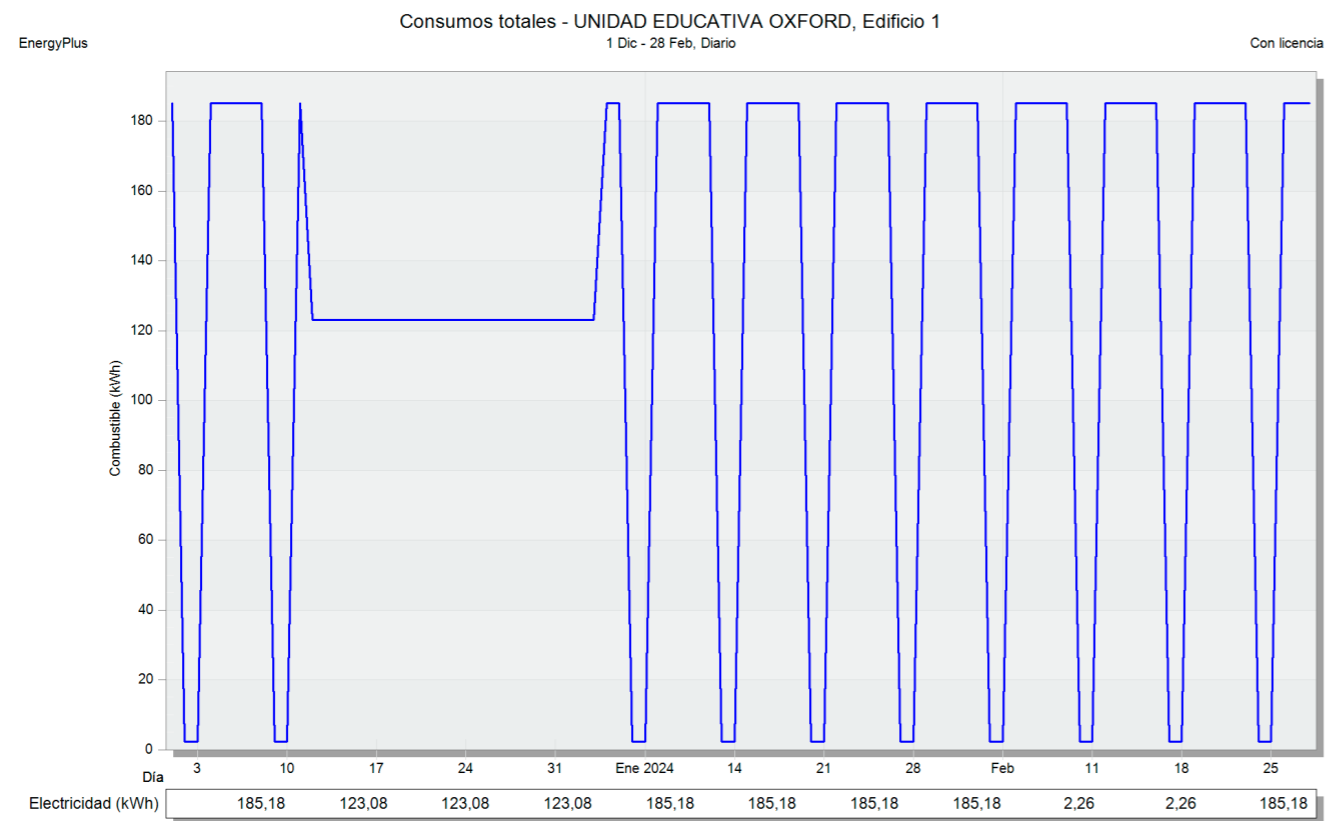


Figura370. Datos emisiones de CO2 - estado actual invierno dic-feb.

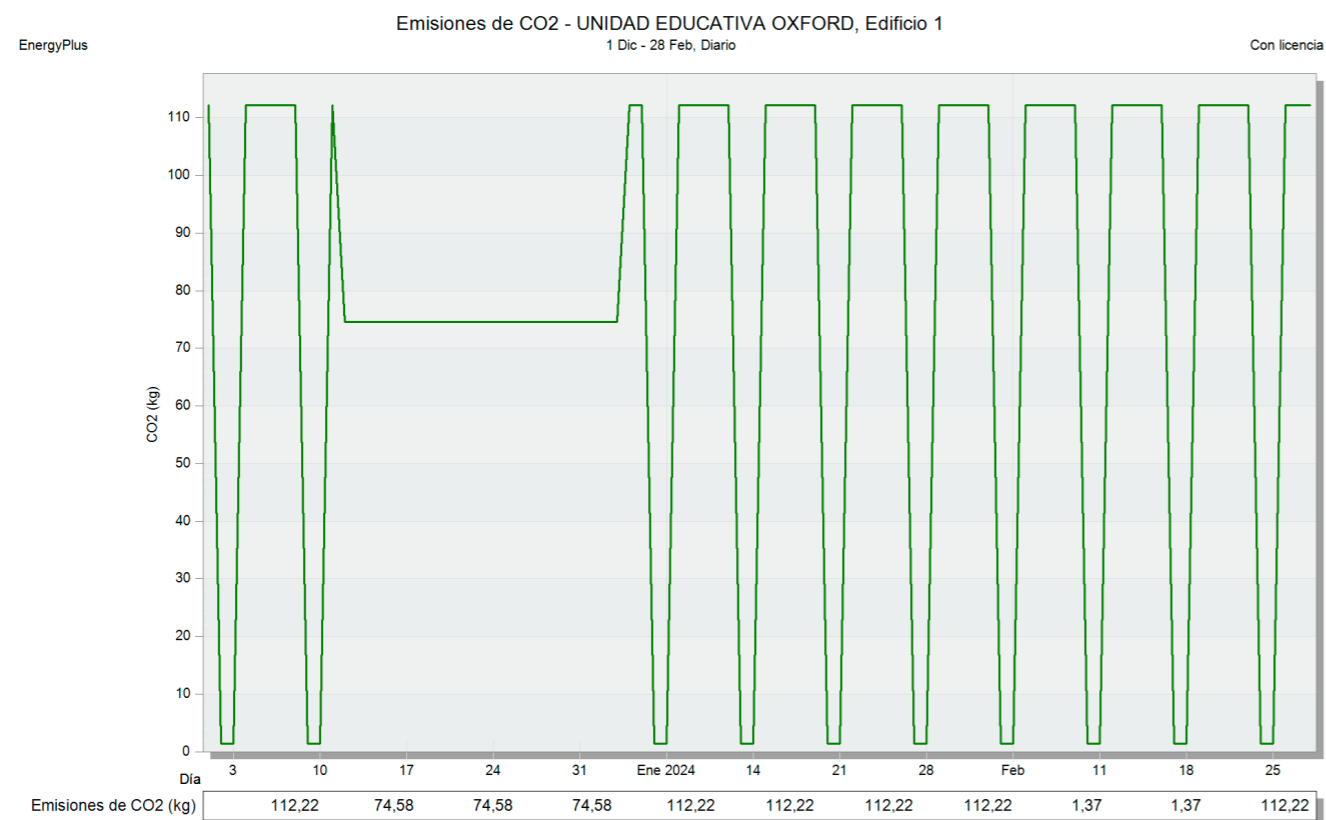


Figura372. Datos consumos totales - propuesta invierno dic-feb.

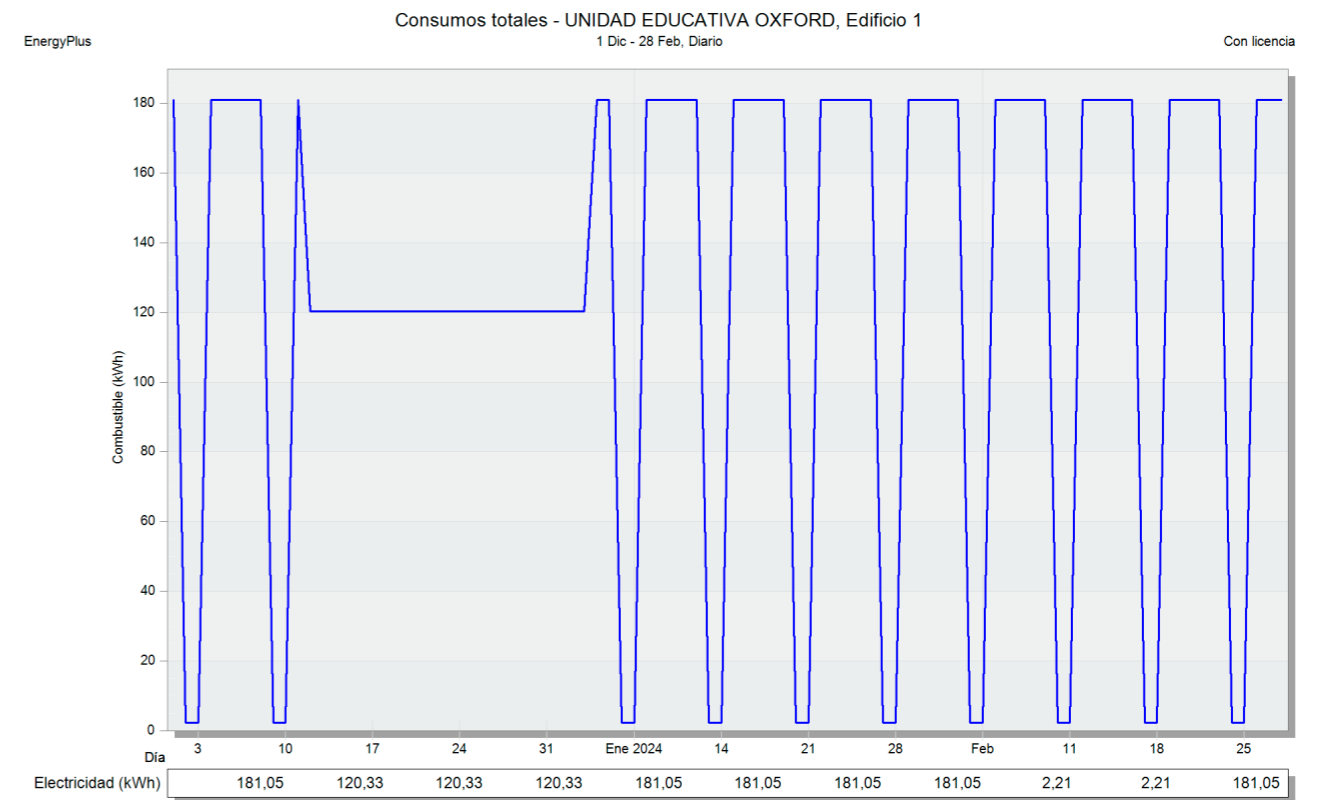
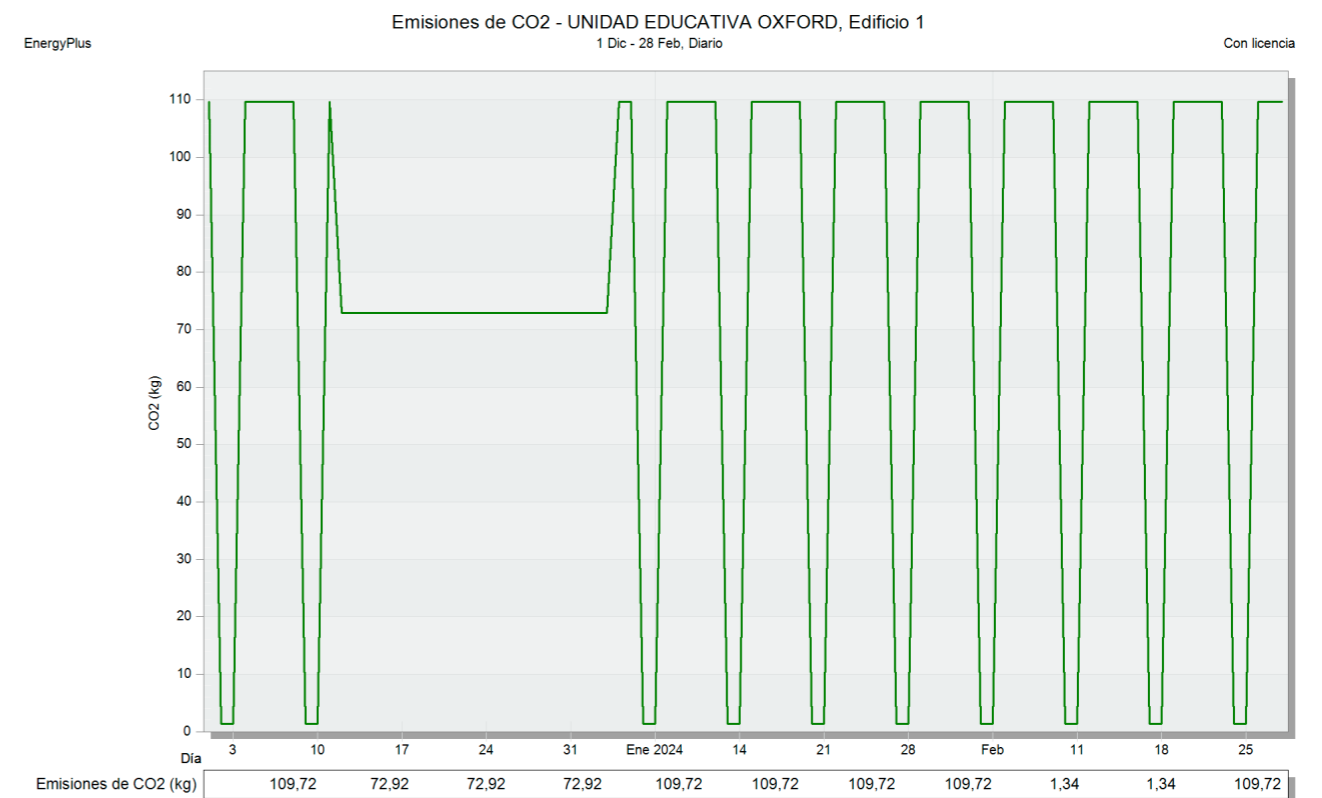


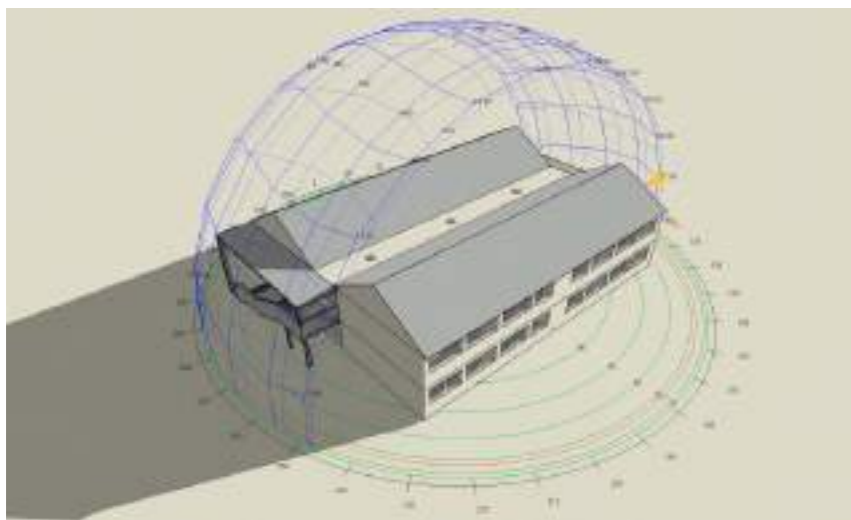
Figura371. Datos emisiones de CO2 - propuesta invierno dic-feb.



ESTADO ACTUAL

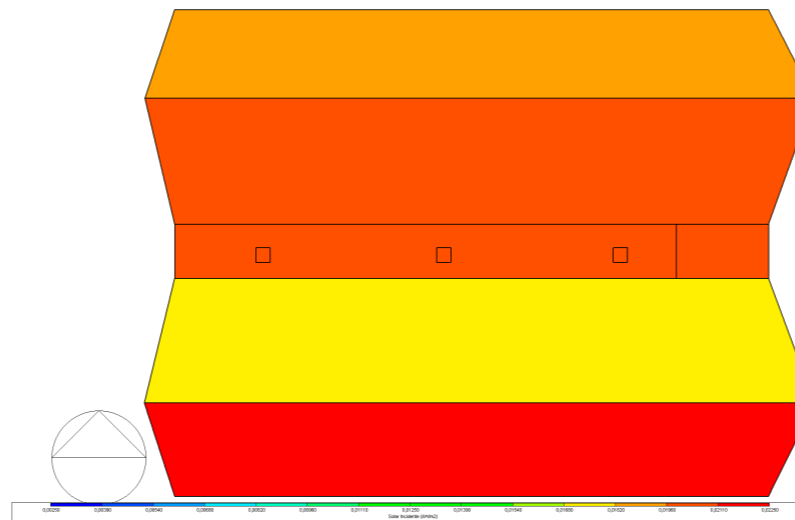
DIAGRAMA SOLAR

Figura373. Diagrama solar estado actual - invierno 7:00am.



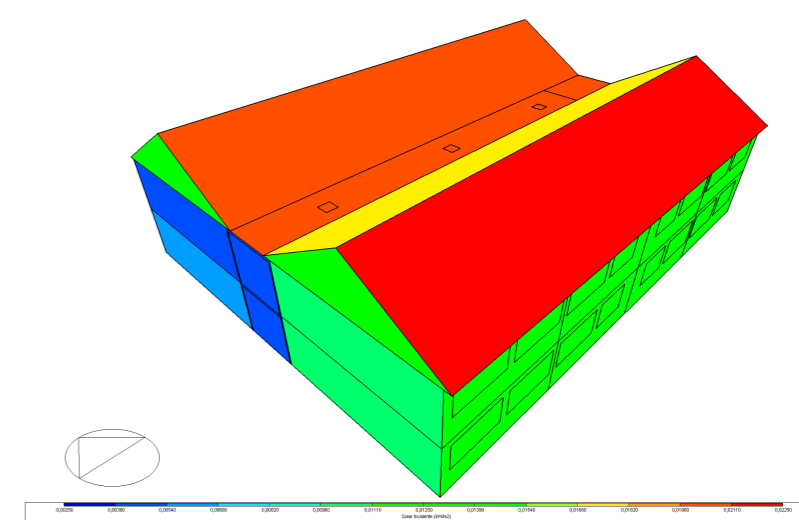
INCIDENCIA SOLAR - CUBIERTA

Figura374. Incidencia solar cubierta estado actual - invierno 7:00am.



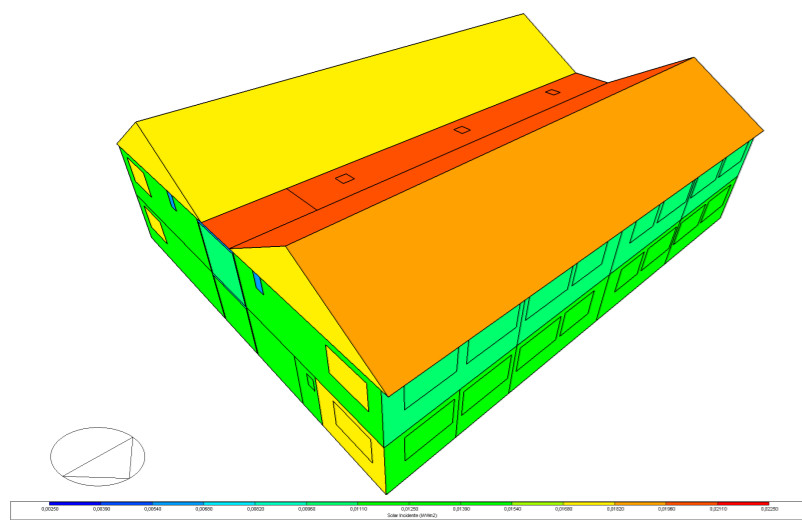
INCIDENCIA SOLAR - ESTE

Figura375. Incidencia solar este estado actual - invierno 7:00am.



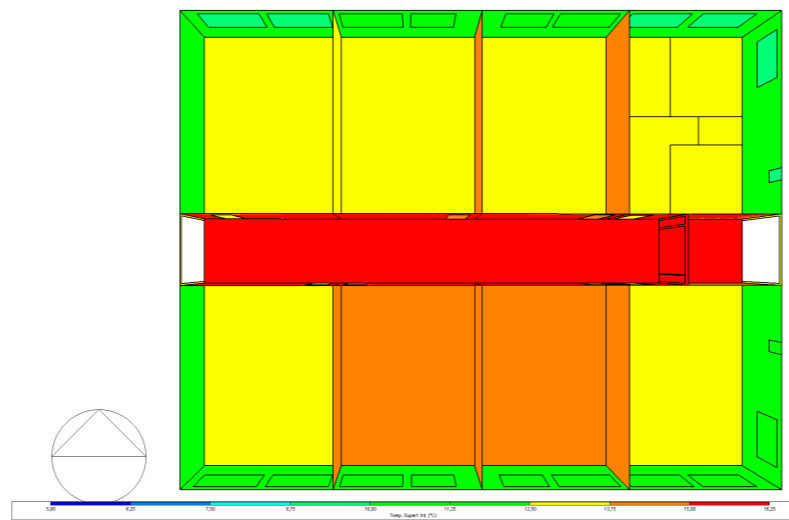
INCIDENCIA SOLAR - OESTE

Figura376. Incidencia solar oeste estado actual - invierno 7:00am.



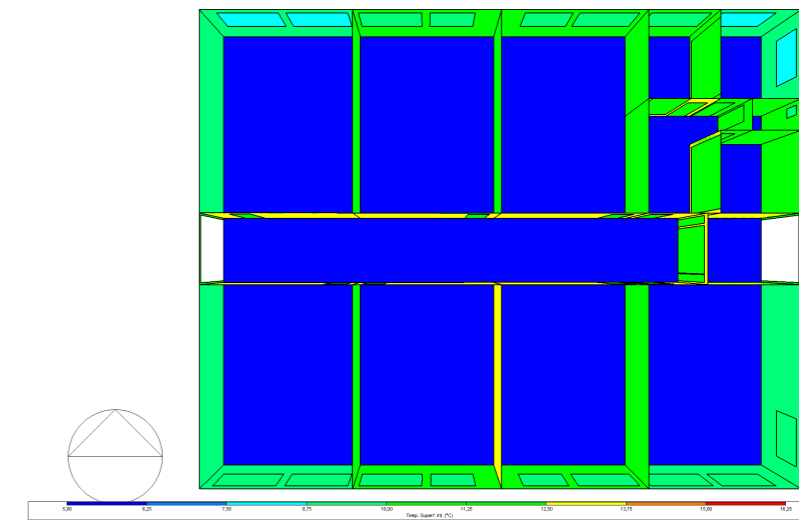
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA BAJA

Figura377. Incidencia solar planta baja estado actual - invierno 7:00am.



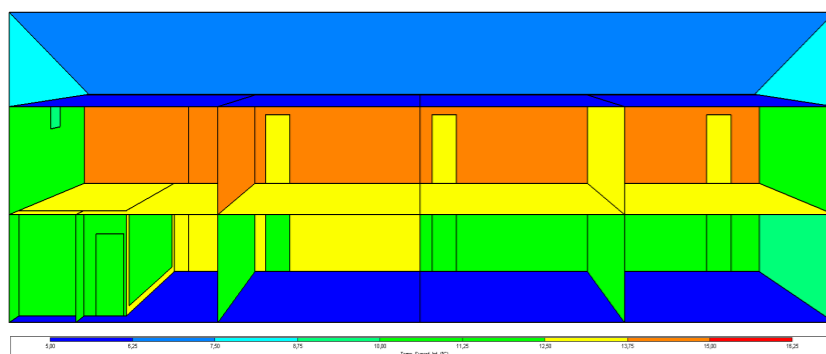
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA ALTA

Figura378. Incidencia solar planta alta estado actual - invierno 7:00am.



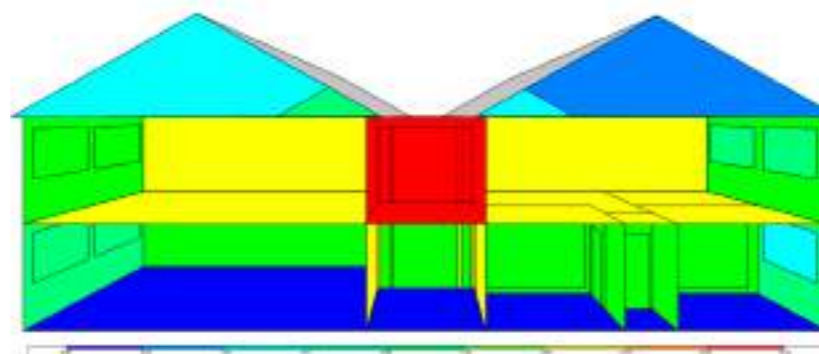
INCIDENCIA SOLAR - CORTE LONGITUDINAL

Figura379. Incidencia solar corte longitudinal estado actual - invierno 7:00am.



INCIDENCIA SOLAR - CORTE TRANSVERSAL

Figura380. Incidencia solar corte transversal estado actual - invierno 7:00am.



ANÁLISIS

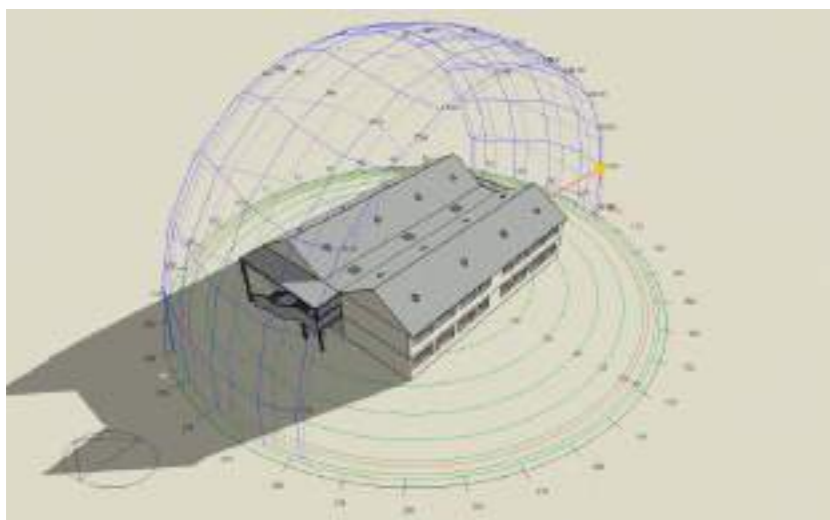
En la simulación realizada a las 7:00 h durante la estación de invierno, se identifica que la fachada **Este** es la que recibe mayor incidencia solar, mientras que la fachada **Oeste** no presenta un factor de incidencia solar esto debido al ángulo de incidencia solar en esa franja horaria.

En el interior, las mediciones reflejan temperaturas que oscilan entre **12 °C** y **15 °C**, valores que, en el contexto de un territorio andino, representan una condición desfavorable para el confort térmico en las aulas. Estas bajas temperaturas pueden generar disconfort en los ocupantes, reduciendo su capacidad de concentración y afectando el desempeño académico, lo que refuerza la necesidad de implementar estrategias pasivas y activas que mitiguen este impacto térmico.

PROPUESTA

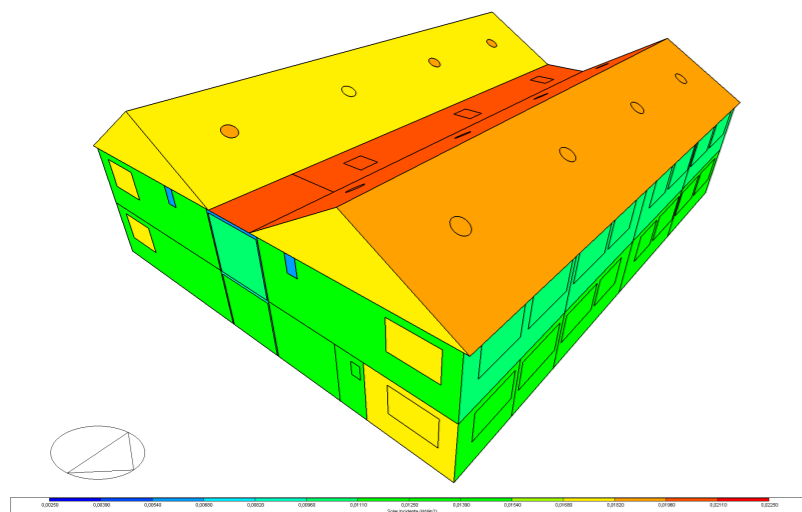
DIAGRAMA SOLAR

Figura381. Diagrama solar estado actual - invierno 7:00am.



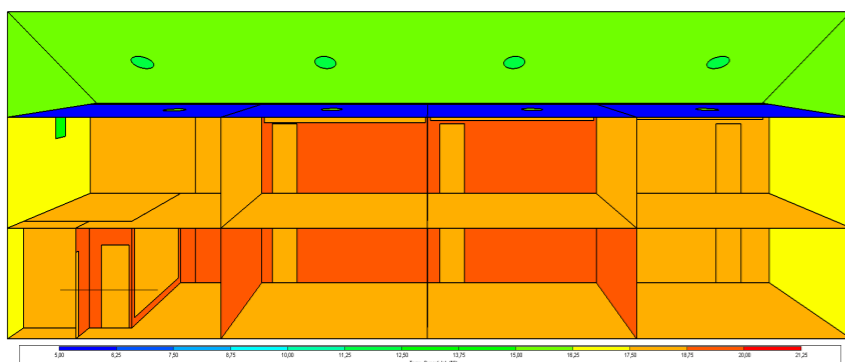
INCIDENCIA SOLAR - OESTE

Figura384. Incidencia solar oeste estado actual - invierno 7:00am.



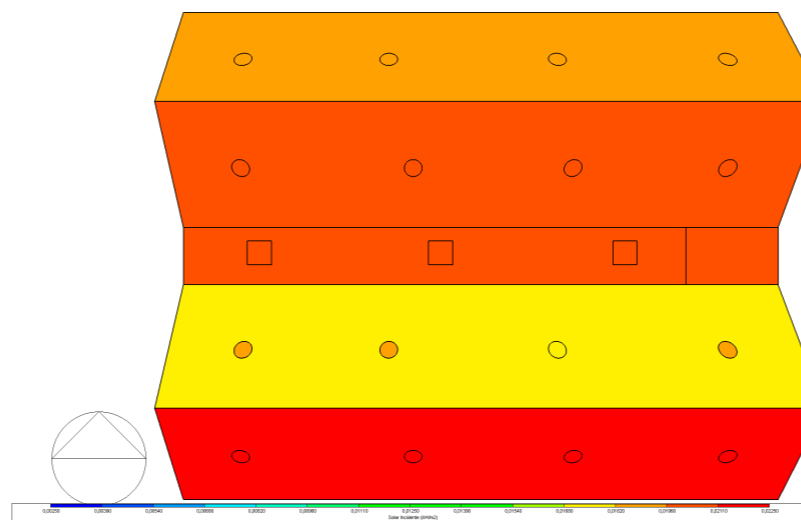
INCIDENCIA SOLAR - CORTE LONGITUDINAL

Figura387. Incidencia solar corte longitudinal estado actual- invierno 7:00am.



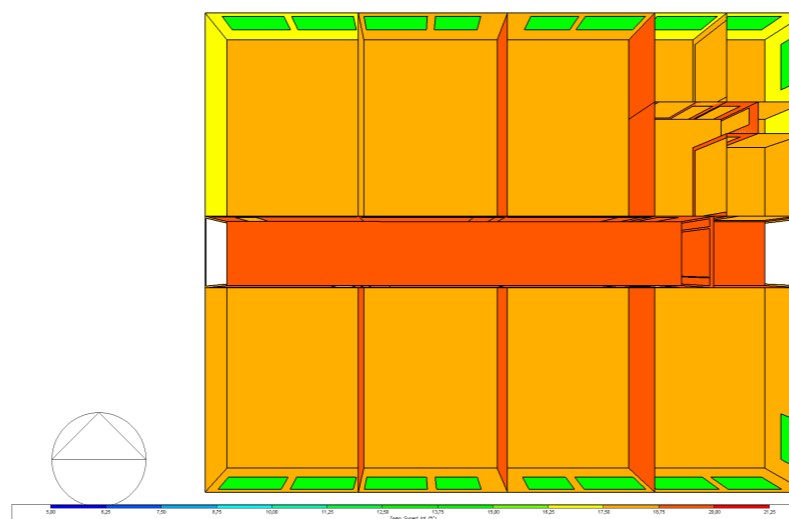
INCIDENCIA SOLAR - CUBIERTA

Figura382. Incidencia solar cubierta estado actual - invierno 7:00am.



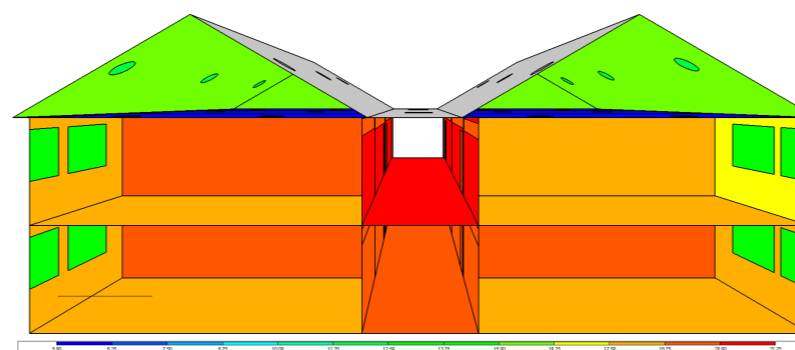
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA BAJA

Figura385. Incidencia solar planta baja estado actual - invierno 7:00am.



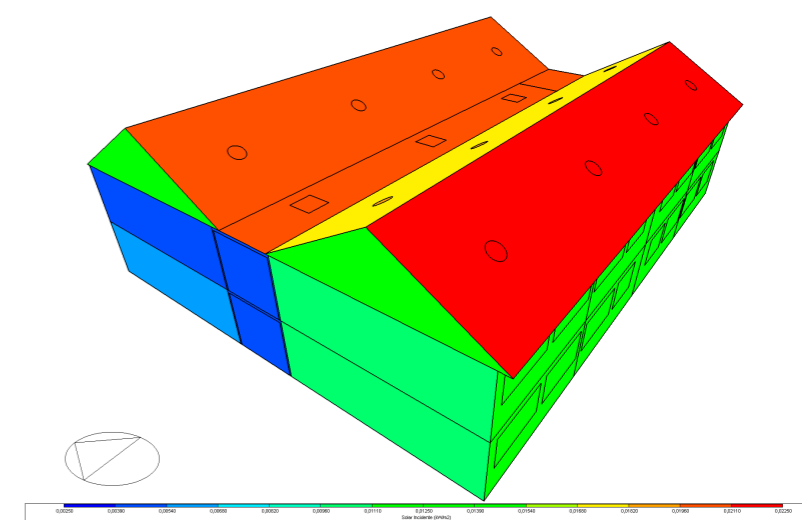
INCIDENCIA SOLAR - CORTE TRANSVERSAL

Figura388. Incidencia solar corte transversal estado actual - invierno 7:00am.



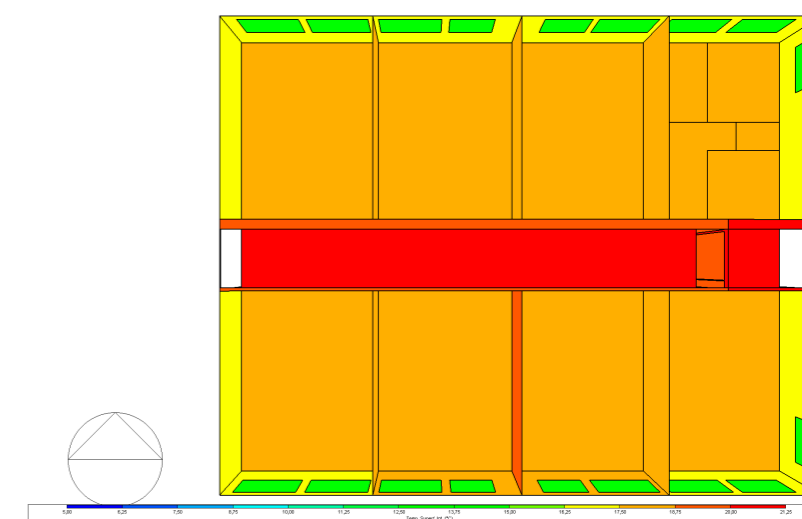
INCIDENCIA SOLAR - ESTE

Figura383. Incidencia solar este estado actual - invierno 7:00am.



INCIDENCIA SOLAR - PLANTA ALTA

Figura386. Incidencia solar planta alta estado actual- invierno 7:00am.



ANÁLISIS

En contraste, la simulación realizada con los datos ajustados según la propuesta evidencia una mejora significativa en el confort térmico de las aulas. Mientras que en el estado actual se registra una temperatura máxima de 15°C, la propuesta eleva este valor hasta 20°C, lo que representa un incremento sustancial que contribuye directamente al bienestar térmico de los estudiantes y más en esta época considerada una de las más frías.

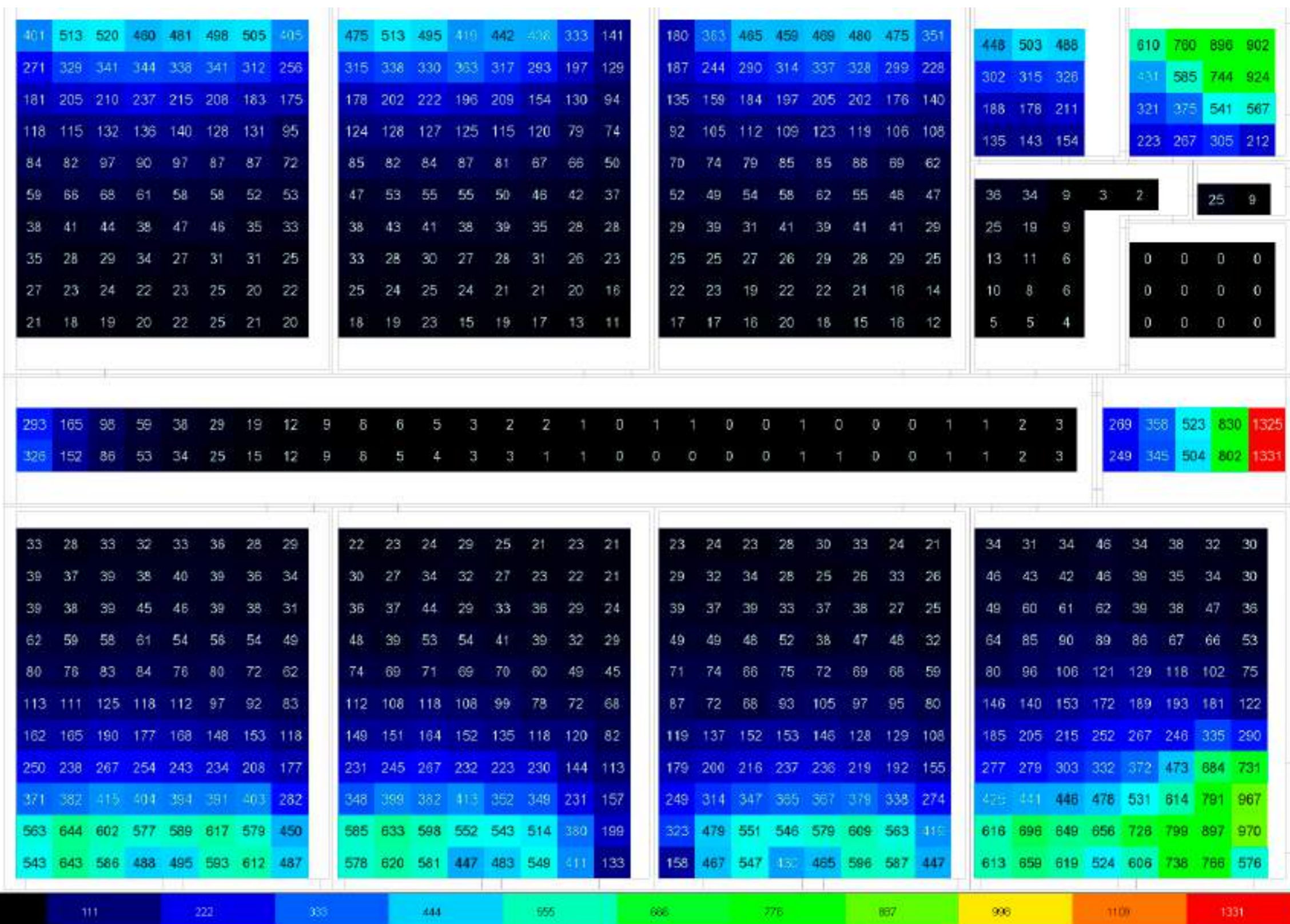
Este aumento permite alcanzar un nivel de confort adecuado, optimizando la capacidad de concentración y el rendimiento académico, a la vez que asegura el cumplimiento de los estándares mínimos establecidos a nivel nacional. Para el caso específico de Salceda, que presenta un clima templado-andino, se recomienda tener una temperatura mínima de 18 °C en espacios educativos, valor que la propuesta logra satisfacer de manera eficiente.

ESTADO ACTUAL

ILUMINANCIA DIC-FEB 7:00 AM

Figura389. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja estado actual - invierno 7:00am.

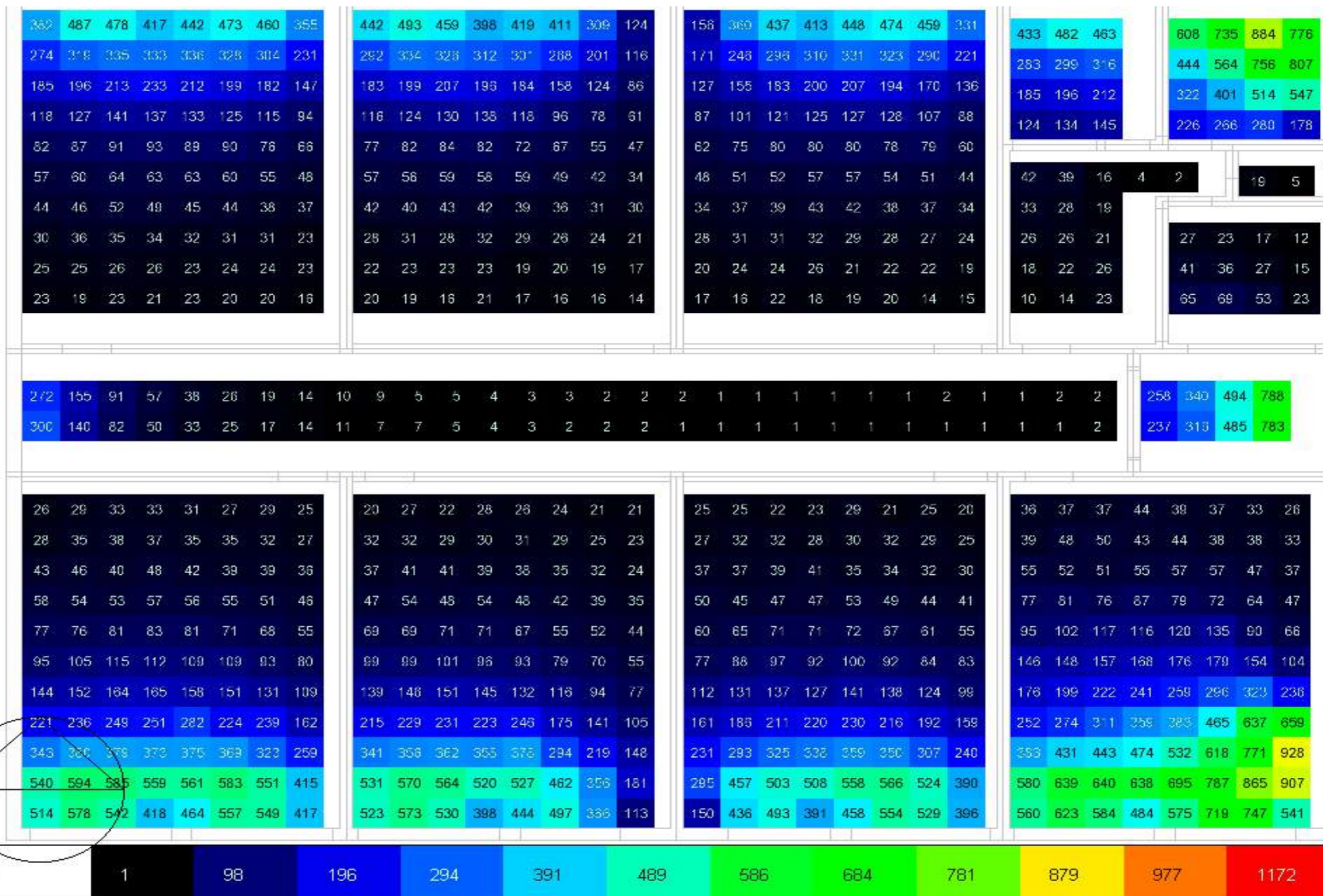
Planta Baja - Estado Actual



PROPUESTA

Planta Baja - Propuesta

Figura390. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja propuesta - invierno 7:00am.



ESTADO ACTUAL

ILUMINANCIA DIC-FEB 7:00AM

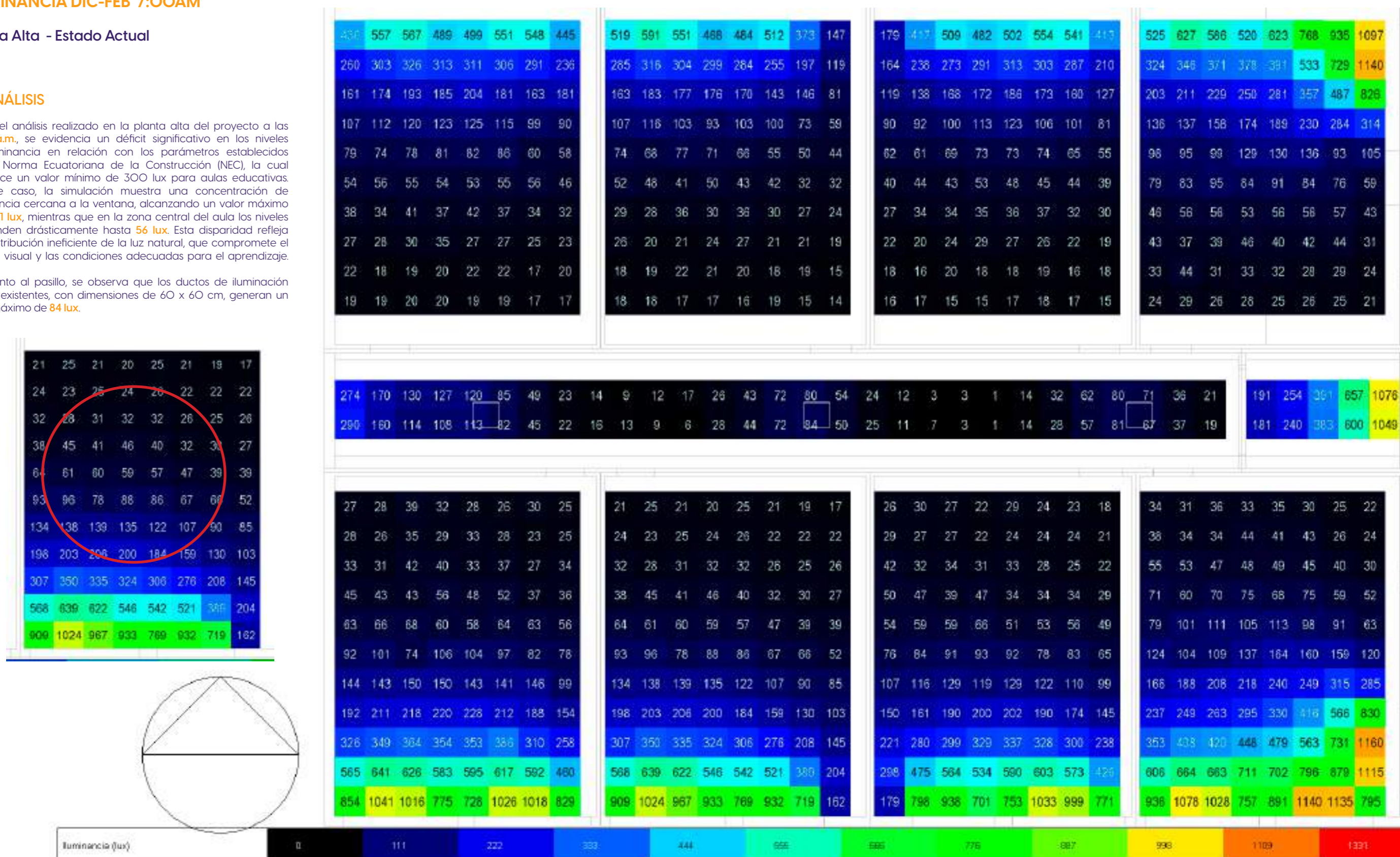
Planta Alta - Estado Actual

ANÁLISIS

En el análisis realizado en la planta alta del proyecto a las 7:00 a.m., se evidencia un déficit significativo en los niveles de iluminancia en relación con los parámetros establecidos por la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), la cual establece un valor mínimo de 300 lux para aulas educativas. En este caso, la simulación muestra una concentración de iluminancia cercana a la ventana, alcanzando un valor máximo de 1041 lux, mientras que en la zona central del aula los niveles descienden drásticamente hasta 56 lux. Esta disparidad refleja una distribución ineficiente de la luz natural, que compromete el confort visual y las condiciones adecuadas para el aprendizaje.

En cuanto al pasillo, se observa que los ductos de iluminación cenital existentes, con dimensiones de 60 x 60 cm, generan un valor máximo de 84 lux.

Figura391. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta estado actual - invierno 7:00am.



PROPUESTA

Planta Alta - Propuesta

Figura392. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta propuesta - invierno 7:00am.

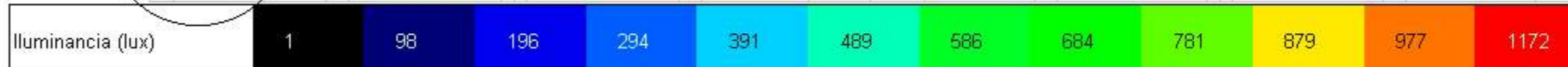
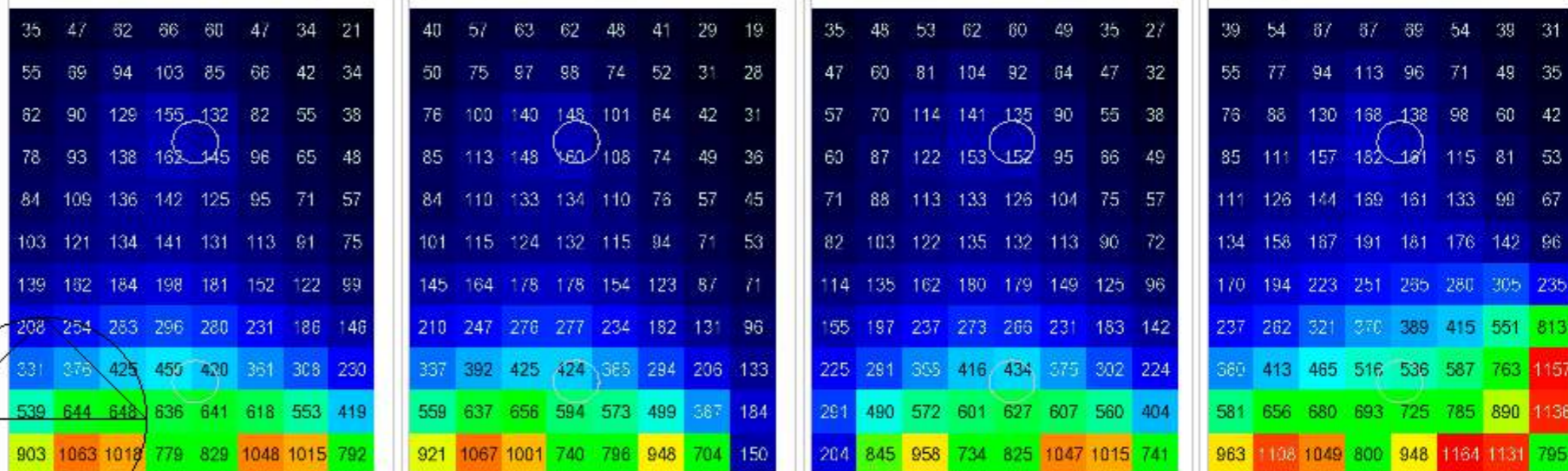
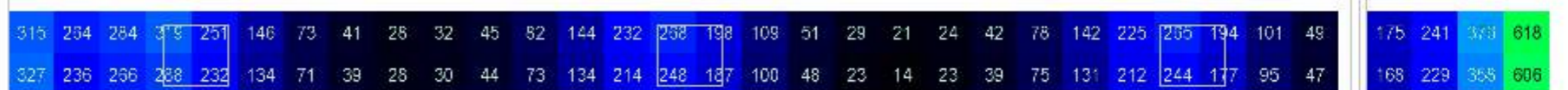
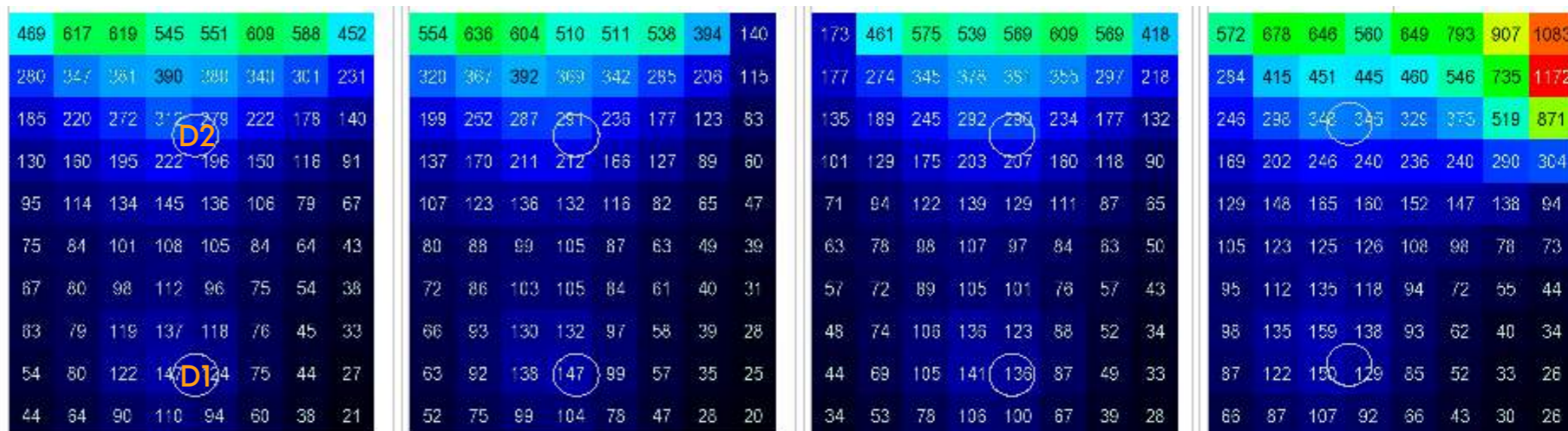
ANÁLISIS

Al aumentar la dimensión de los ductos existentes de 0,6 x 0,6 m a 1,00 x 1,00 m ya se empiezan a evidenciar cambios con un incremento de los luxes haciendose mas evidente en los elementos implementados en la propuesta ya que el sol cada vez se acerca a su puntos mas alto.

Se observa que en los ductos de iluminación implementados en las aulas se genera un incremento de luxes de 56lux a 147 lux, no alcanza al requerimiento minimo en la norma, esto debido a la franja horaria ya que el sol incide mas en la fachada Oeste que en la cubierta, donde se implementa la propuesta.

ILUMINANCIAS (LUX) OTOÑO 7:00AM

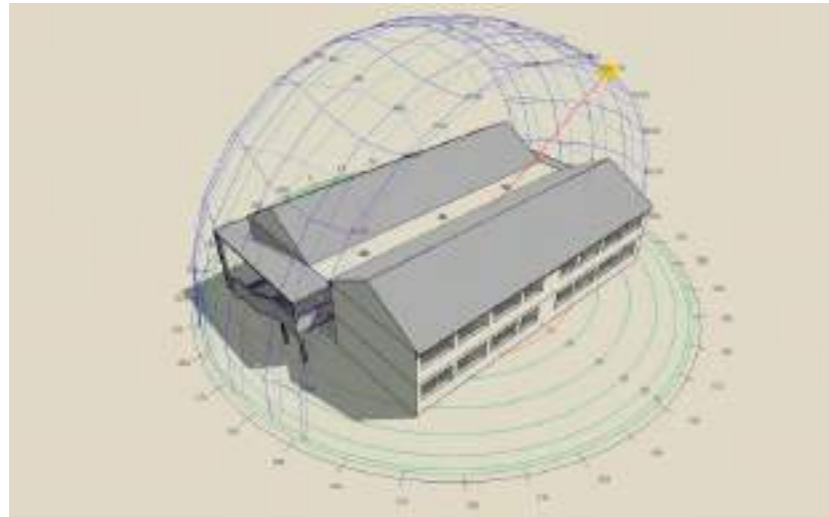
Ubicación	Estado actual	Propuesta	Diferencia
Ducto 1 aula	56 lux	147 lux	91lux
Ducto 2 aula	176lux	290lux	114lux
Ducto pasillo	84 lux	248 lux	164lux



ESTADO ACTUAL

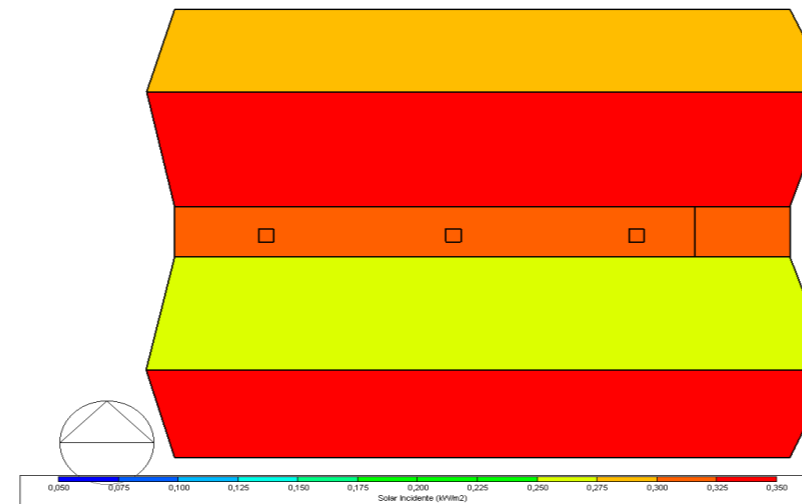
DIAGRAMA SOLAR

Figura393. Diagrama solar estado actual - invierno 10:00am.



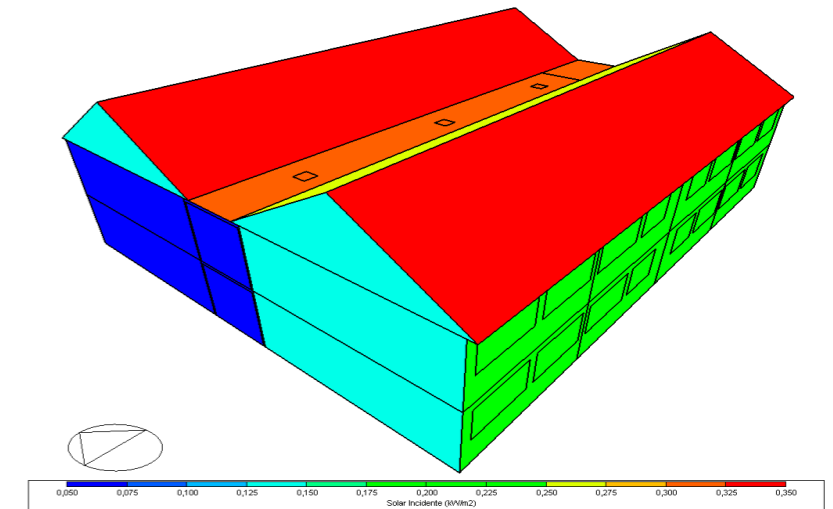
INCIDENCIA SOLAR - CUBIERTA

Figura394. Incidencia solar cubierta estado actual - invierno 10:00am.



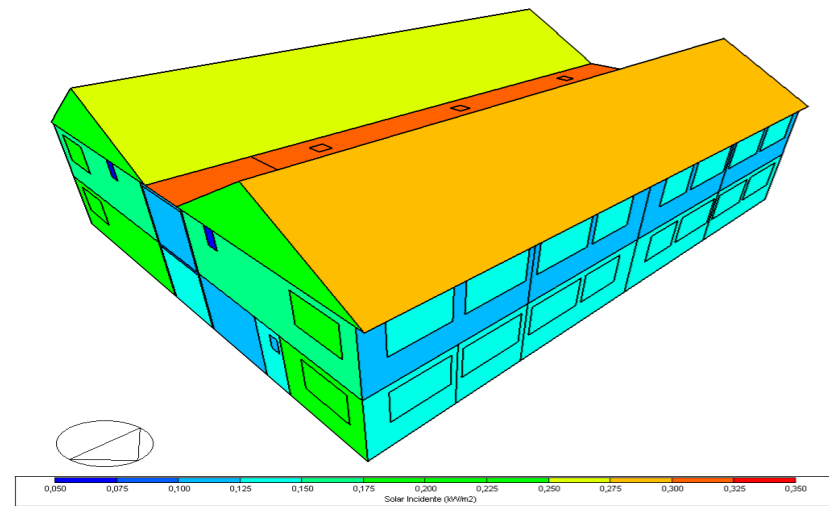
INCIDENCIA SOLAR - ESTE

Figura395. Incidencia solar este estado actual - invierno 10:00am.



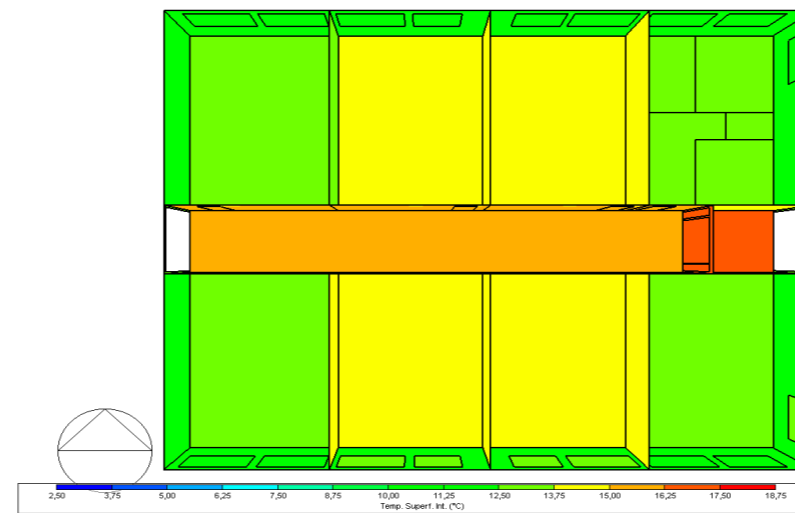
INCIDENCIA SOLAR - OESTE

Figura396. Incidencia solar oeste estado actual - invierno 10:00am.



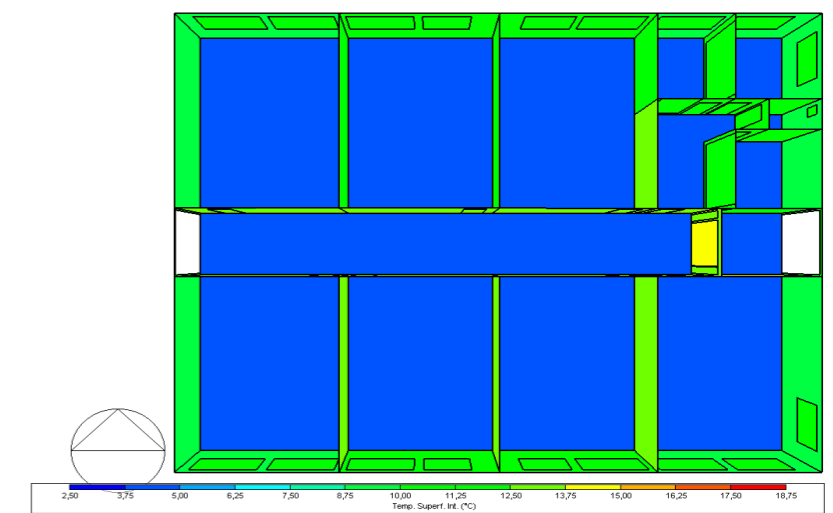
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA BAJA

Figura397. Incidencia solar planta baja estado actual - invierno 10:00am.



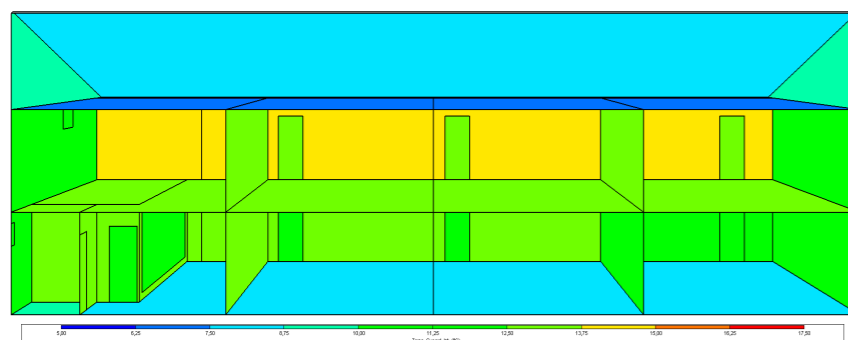
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA ALTA

Figura398. Incidencia solar planta alta estado actual - invierno 10:00am.



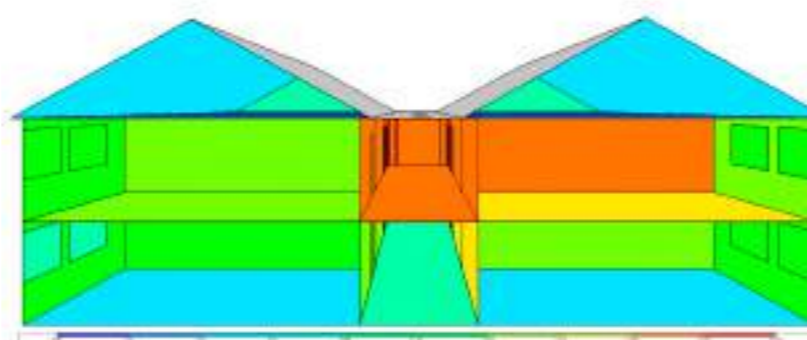
INCIDENCIA SOLAR - CORTE LONGITUDINAL

Figura399. Incidencia solar corte longitudinal estado actual - invierno 10:00am.



INCIDENCIA SOLAR - CORTE TRANSVERSAL

Figura400. Incidencia solar corte transversal estado actual - invierno 10:00am.



ANÁLISIS

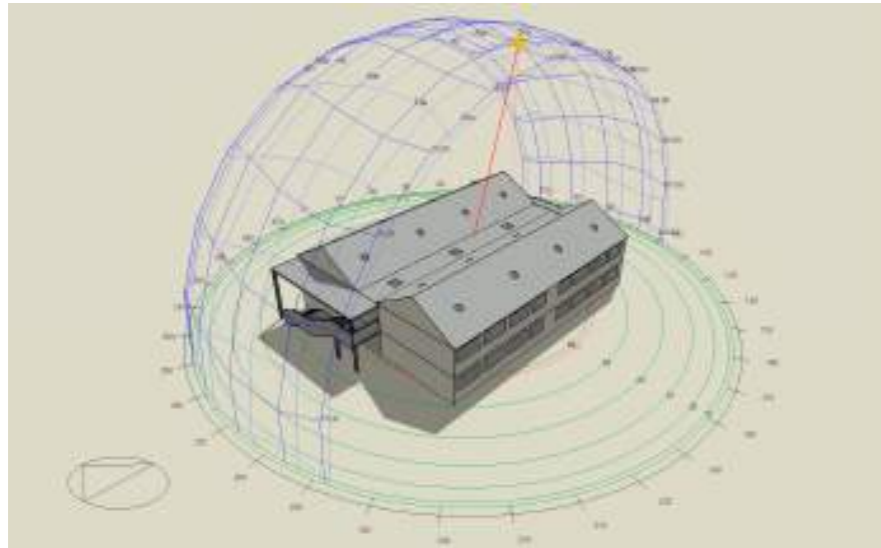
En la simulación realizada a las 10:00h durante la estación de invierno, se identifica que la fachada **Este** es la que recibe mayor incidencia solar, así como también la **Cubierta** empieza a recibir parte de esta incidencia, mientras que la fachada **Oeste** no presenta un factor de incidencia solar, esto debido al ángulo de incidencia solar en esa franja horaria.

En el interior, las mediciones reflejan temperaturas que oscilan entre **13 °C** y **15 °C**, valores que, en el contexto de un territorio andino, representan una condición desfavorable para el confort térmico en las aulas. Estas bajas temperaturas pueden generar disconfort en los ocupantes, reduciendo su capacidad de concentración y afectando el desempeño académico, lo que refuerza la necesidad de implementar estrategias pasivas y activas que mitiguen este impacto térmico.

PROPUESTA

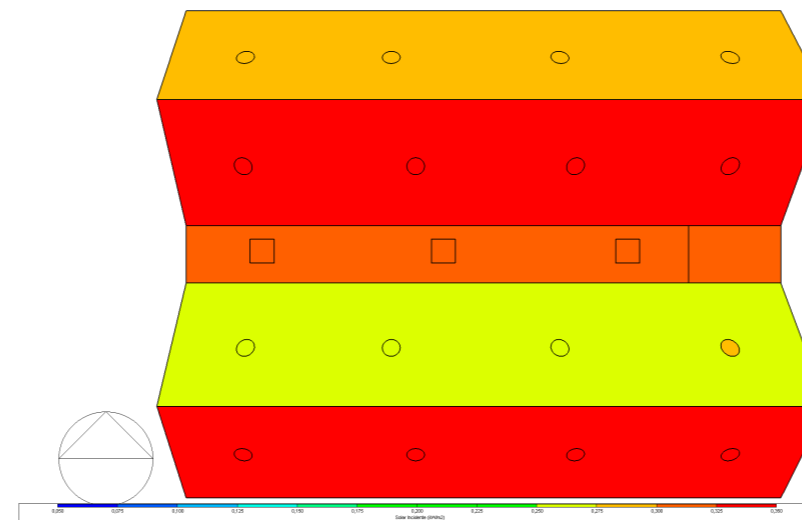
DIAGRAMA SOLAR

Figura4O1. Diagrama solar estado actual - invierno 10:00am.



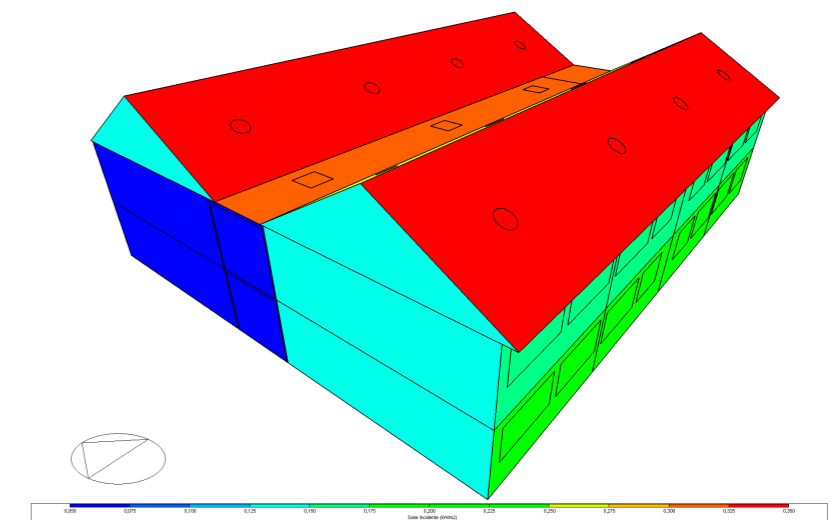
INCIDENCIA SOLAR - CUBIERTA

Figura4O2. Incidencia solar cubierta estado actual - invierno 10:00am.



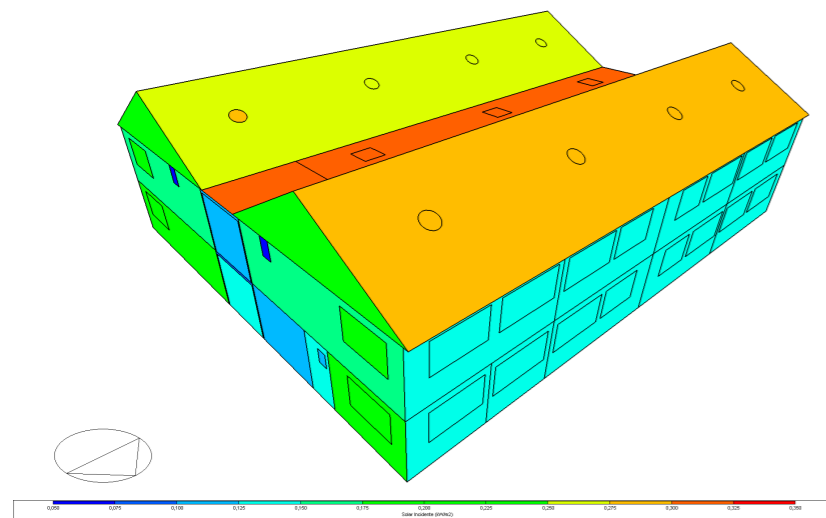
INCIDENCIA SOLAR - ESTE

Figura4O3. Incidencia solar este estado actual - invierno 10:00am.



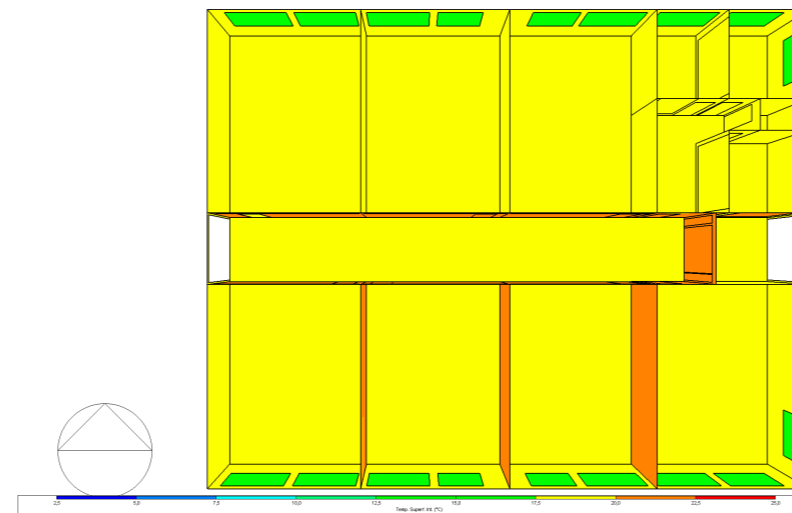
INCIDENCIA SOLAR - OESTE

Figura4O4. Incidencia solar oeste estado actual - invierno 10:00am.



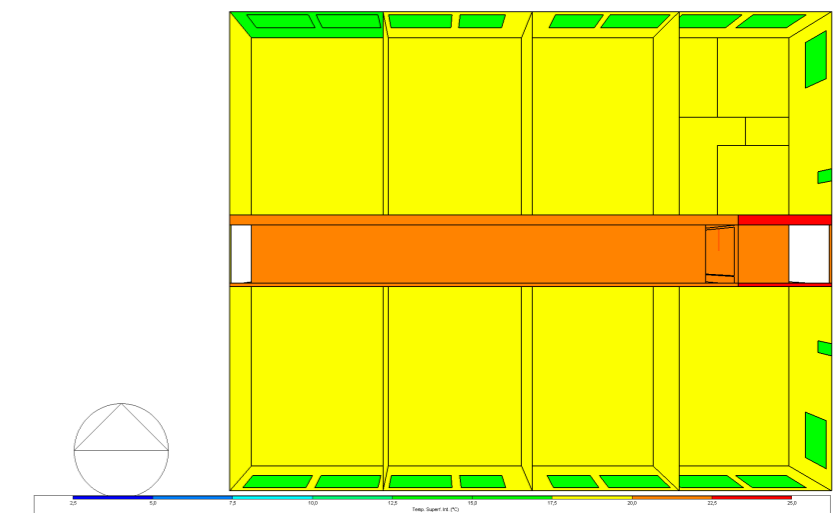
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA BAJA

Figura4O5. Incidencia solar planta baja estado actual - invierno 10:00am.



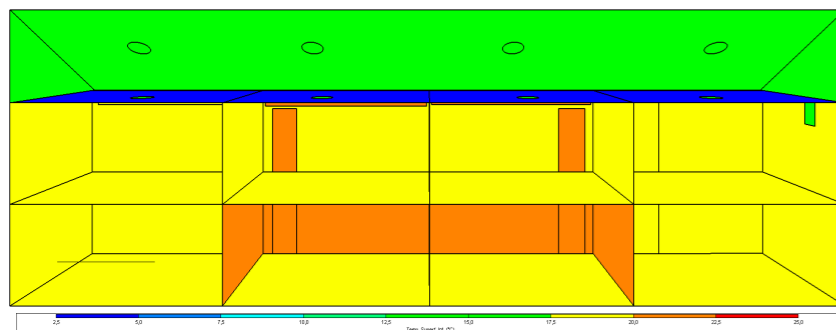
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA ALTA

Figura4O6. Incidencia solar planta alta estado actual - invierno 10:00am.



INCIDENCIA SOLAR - CORTE LONGITUDINAL

Figura4O7. Incidencia solar corte longitudinal estado actual - invierno 10:00am.



INCIDENCIA SOLAR - CORTE TRANSVERSAL

Figura4O8. Incidencia solar corte transversal estado actual - invierno 10:00am.



ANÁLISIS

En contraste, la simulación realizada con los datos ajustados según la propuesta evidencia una mejora significativa en el confort térmico de las aulas. Mientras que en el estado actual se registra una temperatura máxima de 17°C , la propuesta eleva este valor hasta $20,0^{\circ}\text{C}$, lo que representa un incremento sustancial que contribuye directamente al bienestar térmico de los estudiantes.

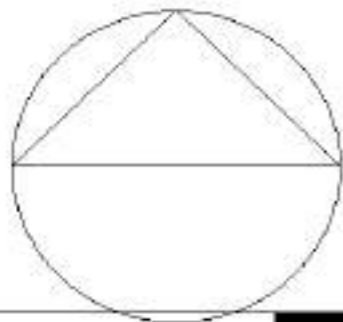
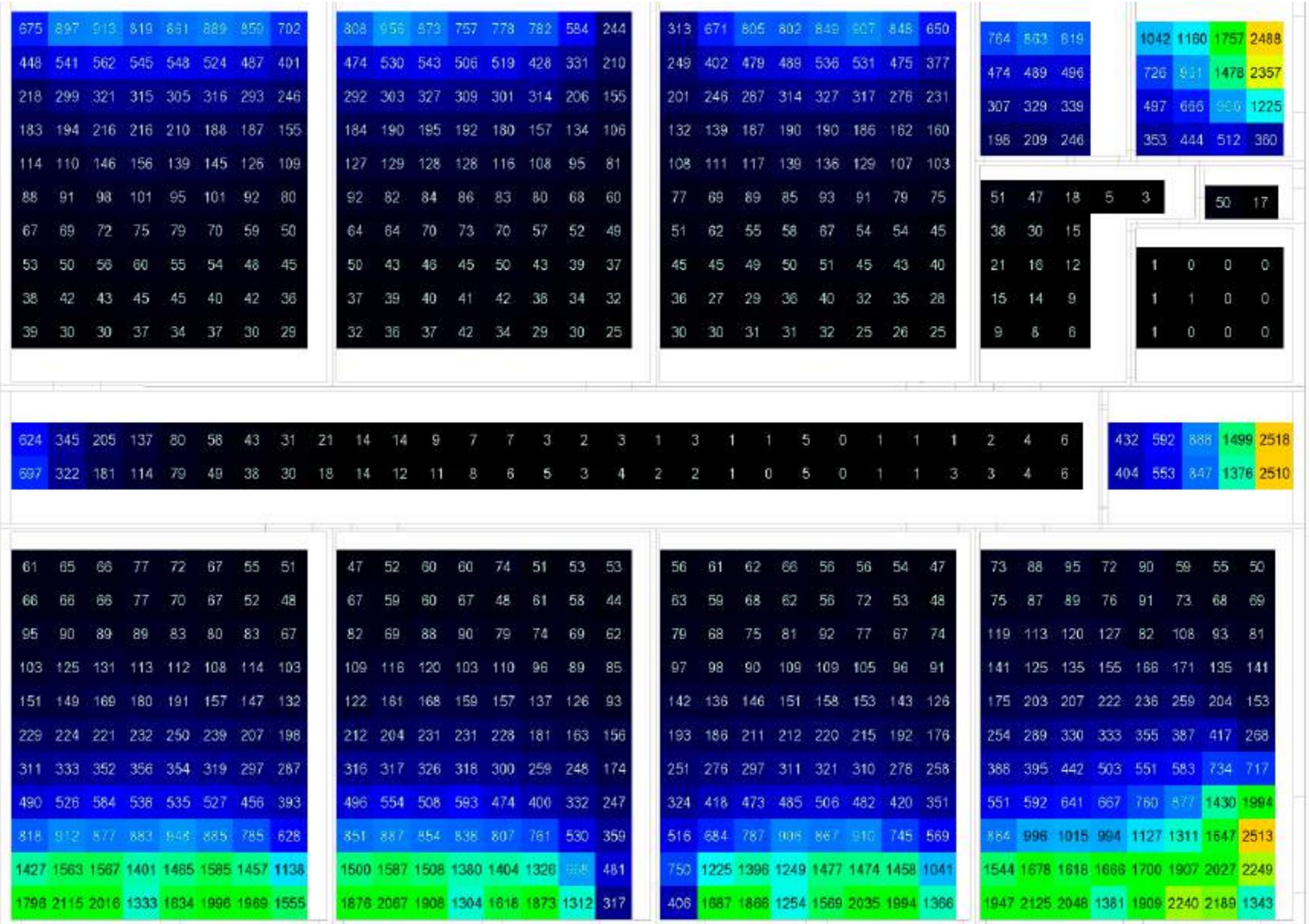
Este aumento permite alcanzar un nivel de confort adecuado, optimizando la capacidad de concentración y el rendimiento académico, a la vez que asegura el cumplimiento de los estándares mínimos establecidos a nivel nacional. Para el caso específico de Salcedo, que presenta un clima templado-andino, se recomienda tener una temperatura mínima de 18°C en espacios educativos, valor que la propuesta logra satisfacer de manera eficiente.

ESTADO ACTUAL

ILUMINANCIA DIC-FEB 10:00 AM

Figura 409. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja estado actual - invierno 10:00am.

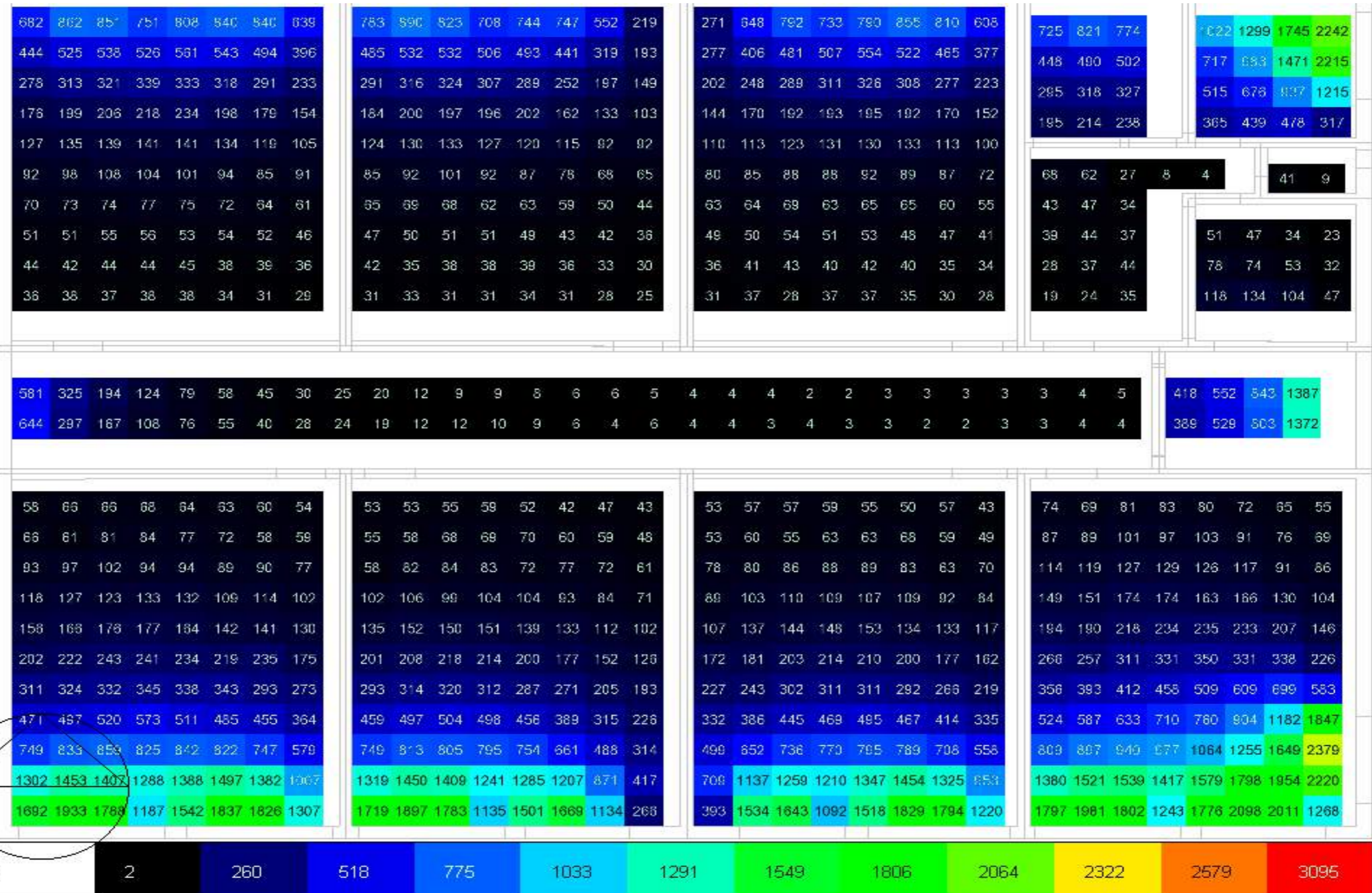
Planta Baja - Estado Actual



PROPUESTA

Planta Baja - Propuesta

Figura 410. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja propuesta - invierno 10:00am.



ESTADO ACTUAL

ILUMINANCIA DIC-FEB 10:00AM

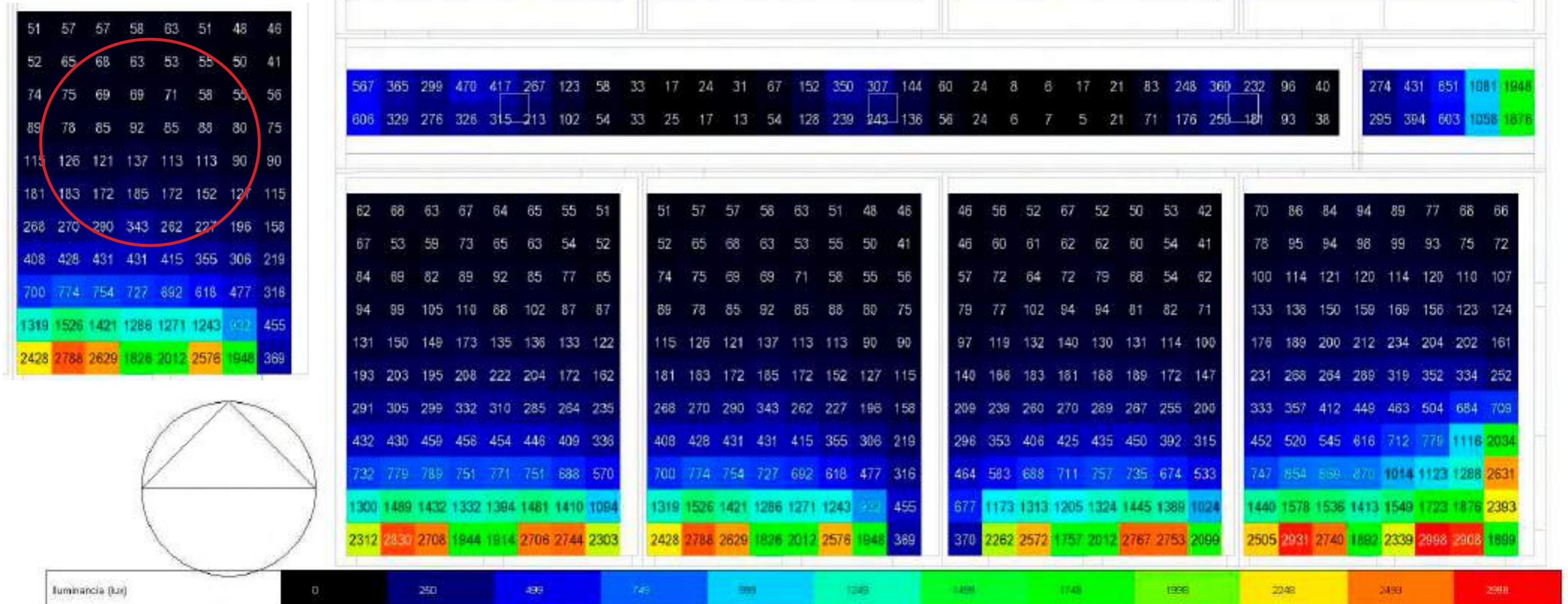
Planta Alta - Estado Actual

ANÁLISIS

En el análisis realizado en la planta alta del proyecto a las 10:00 a.m., se evidencia un déficit significativo en los niveles de iluminancia en relación con los parámetros establecidos por la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), la cual establece un valor mínimo de 300 lux para aulas educativas. En este caso, la simulación muestra una concentración de iluminancia cercana a la ventana, alcanzando un valor máximo de 1536 lux, mientras que en la zona central del aula los niveles descienden drásticamente hasta 79 lux. Esta disparidad refleja una distribución ineficiente de la luz natural, que compromete el confort visual y las condiciones adecuadas para el aprendizaje.

En cuanto al pasillo, se observa que los ductos de iluminación cenital existentes, con dimensiones de 60 x 60 cm, generan un valor máximo de 243 lux.

Figura 411. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta estado actual - invierno 10:00am.



PROPUESTA

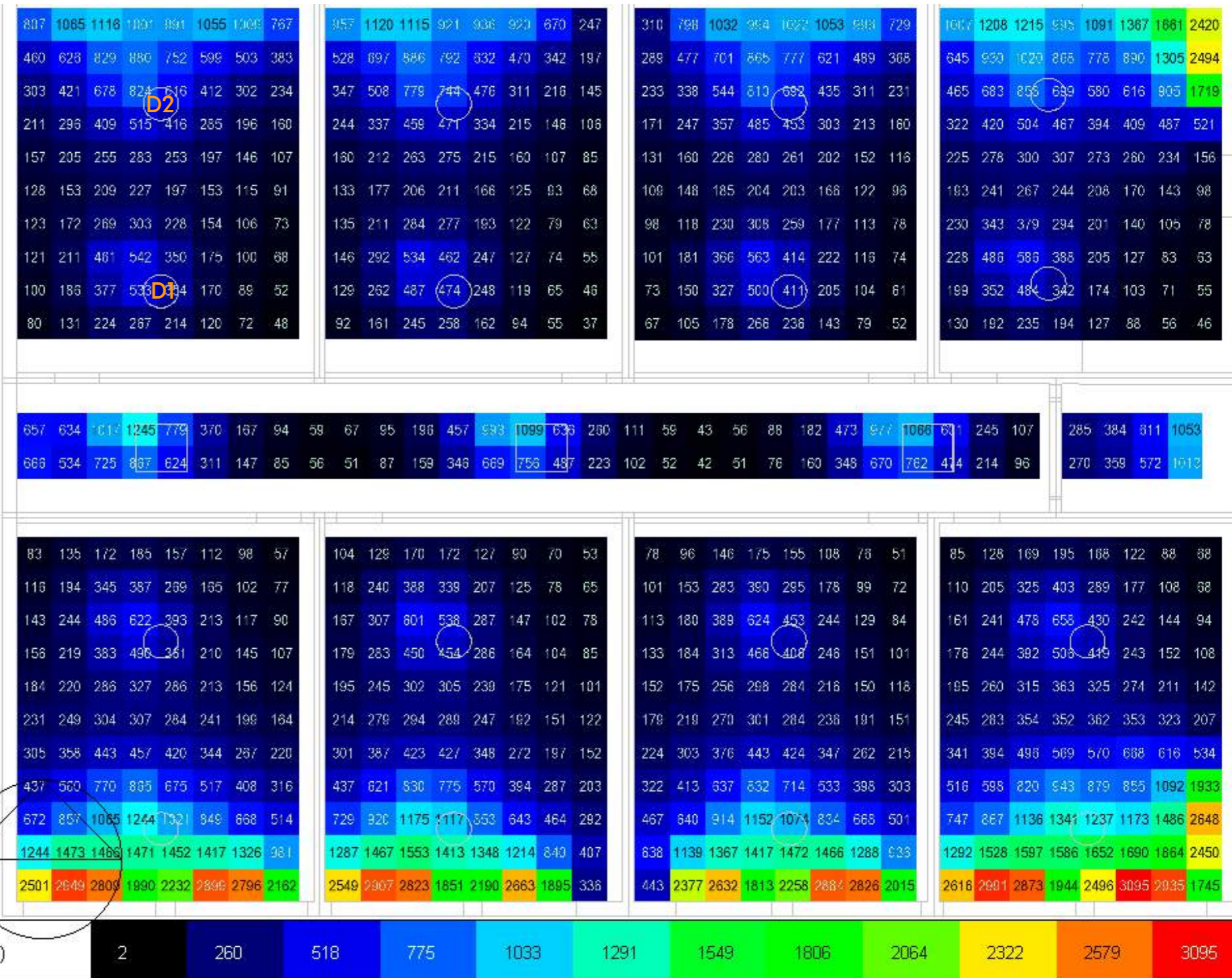
Planta Alta - Propuesta

Figura 412. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta propuesta - invierno 10:00am.

ANÁLISIS

Al aumentar la dimensión de los ductos existentes de 0.6 x 0.6 m a 1.00 x 1.00 m ya se empiezan a evidenciar cambios con un incremento de los luxes haciéndose mas evidente en los elementos implementados en la propuesta ya que el sol cada vez se acerca a su puntos mas alto.

Se observa que en los ductos de iluminación implementados en las aulas se genera un incremento de luxes de 79 lux a 593 lux, superando el mínimo requerido en la norma, esto debido a que el sol incide un poco mas en la cubierta.



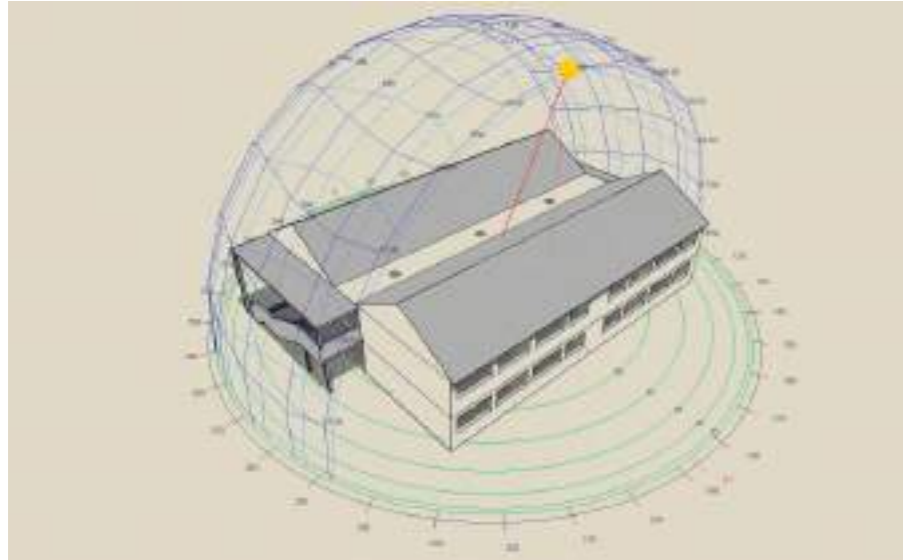
ILUMINANCIAS (LUX) OTOÑO 10:00AM

Ubicación	Estado actual	Propuesta	Diferencia
Ducto 1 aula	79 lux	408 lux	329lux
Ducto 2 aula	43lux	1074lux	643lux
Ducto pasillo	243 lux	1099 lux	856lux

ESTADO ACTUAL

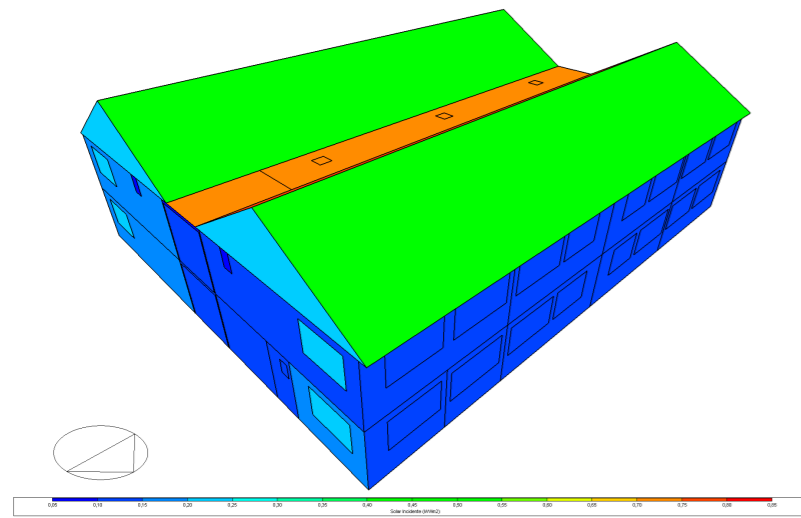
DIAGRAMA SOLAR

Figura413. Diagrama solar estado actual - invierno 12:00am.



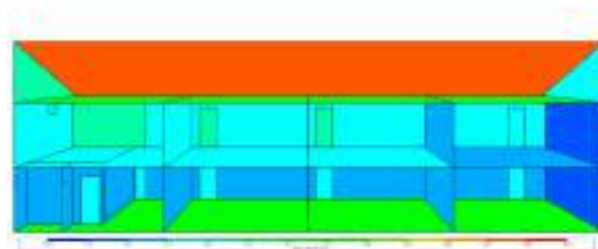
INCIDENCIA SOLAR - OESTE

Figura416. Incidencia solar oeste estado actual - invierno 12:00am.



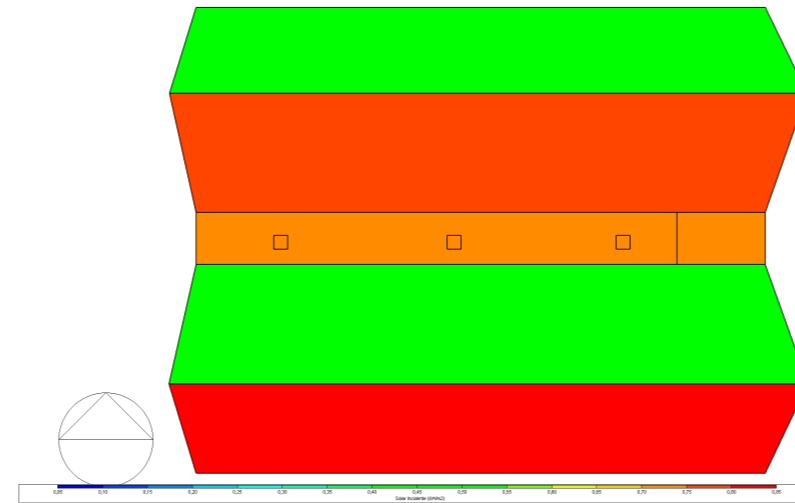
INCIDENCIA SOLAR - CORTE LONGITUDINAL

Figura419. Incidencia solar corte longitudinal estado actual- invierno 12:00am.



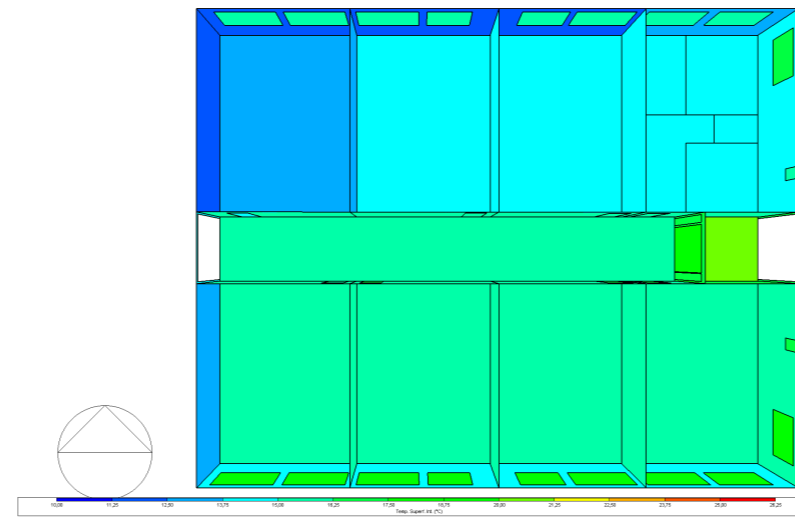
INCIDENCIA SOLAR - CUBIERTA

Figura414. Incidencia solar cubierta estado actual - invierno 12:00am.



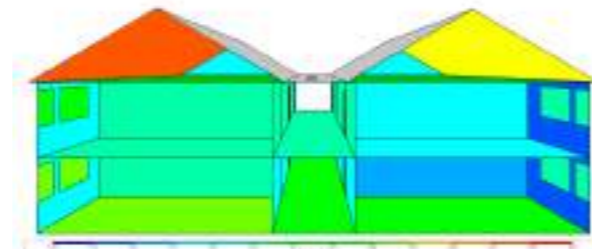
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA BAJA

Figura417. Incidencia solar planta baja estado actual - invierno 12:00am.



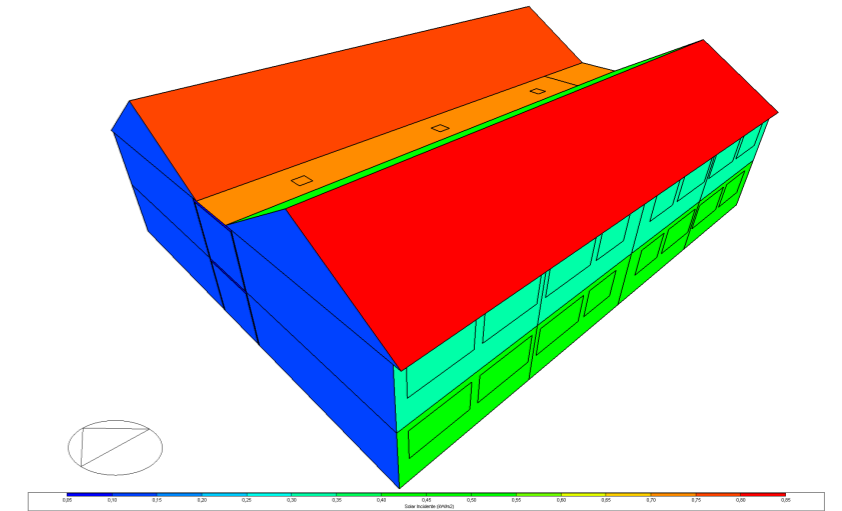
INCIDENCIA SOLAR - CORTE TRANSVERSAL

Figura420. Incidencia solar corte transversal estado actual - invierno 12:00am.



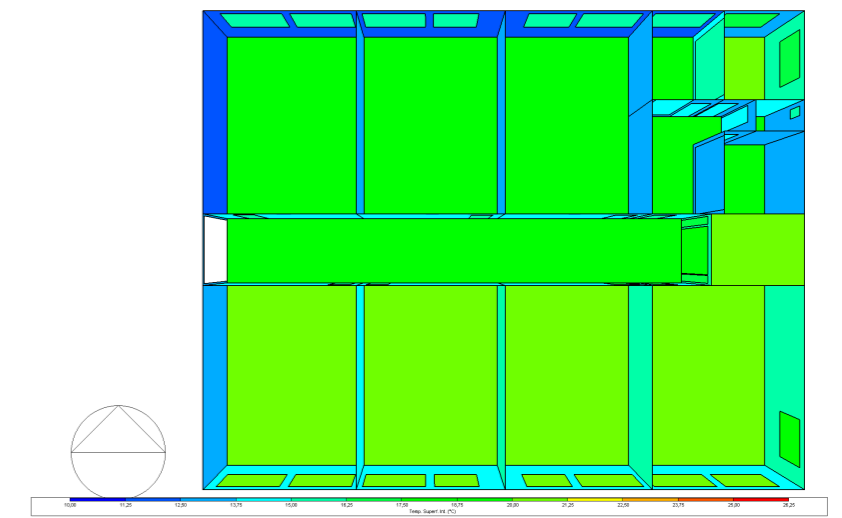
INCIDENCIA SOLAR - ESTE

Figura415. Incidencia solar este estado actual - invierno 12:00am.



INCIDENCIA SOLAR - PLANTA ALTA

Figura418. Incidencia solar planta alta estado actual- invierno 12:00am.



ANÁLISIS

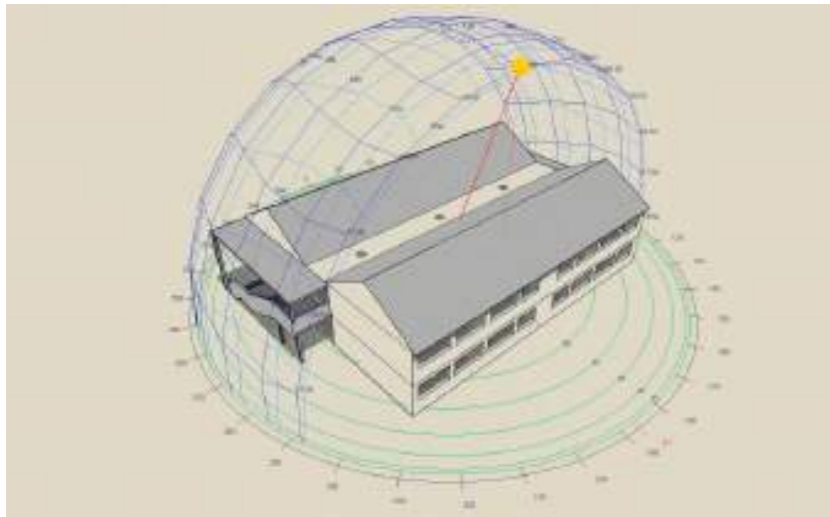
En la simulación realizada a las 12:00h durante la estación de invierno, se identifica que la **Cubierta** es la que resive mayor incidencia solar, mientras que la fachada **Este** presenta una menor incidencia de manera directa, la fachada **Oeste**, presenta una menor carga térmica debido a la orientación y el ángulo de incidencia solar en esa franja horaria.

En el interior, las mediciones reflejan temperaturas que oscilan entre **17 °C** y **18 °C**, valores que apenas cumple con el mínimo requerido en la norma para la zona Andina.

PROPUESTA

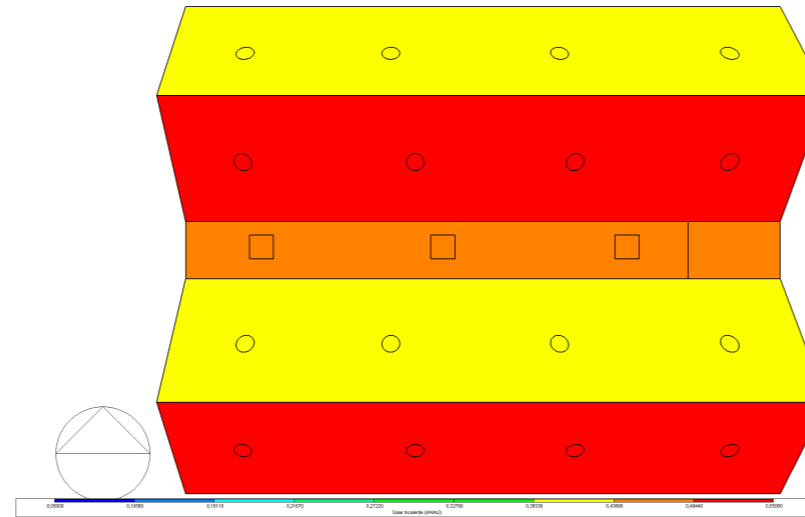
DIAGRAMA SOLAR

Figura421. Diagrama solar estado actual - invierno 12:00am.



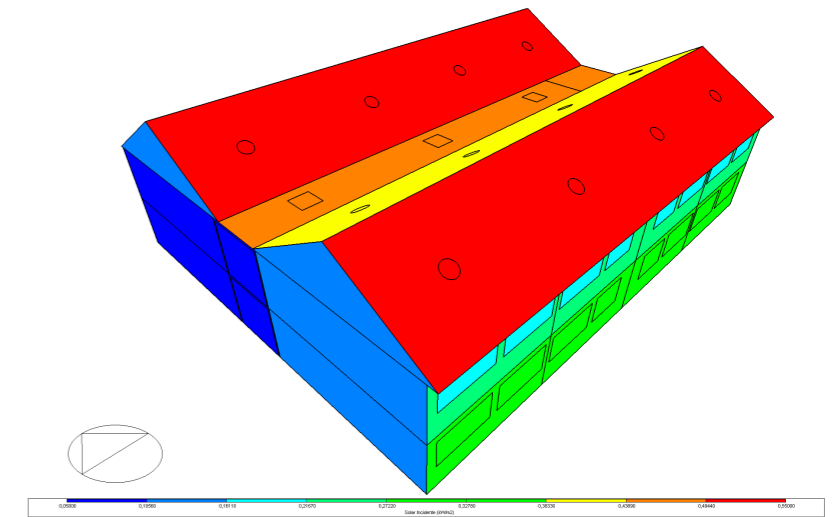
INCIDENCIA SOLAR - CUBIERTA

Figura422. Incidencia solar cubierta estado actual - invierno 12:00am.



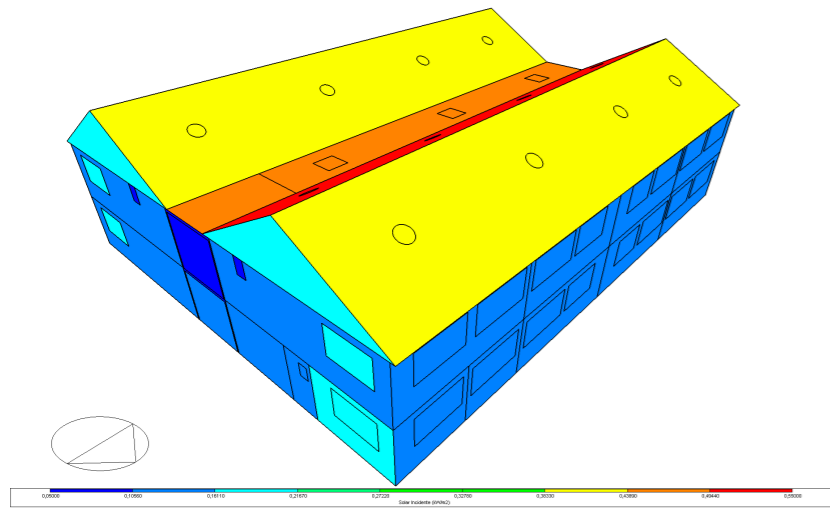
INCIDENCIA SOLAR - ESTE

Figura423. Incidencia solar este estado actual - invierno 12:00am.



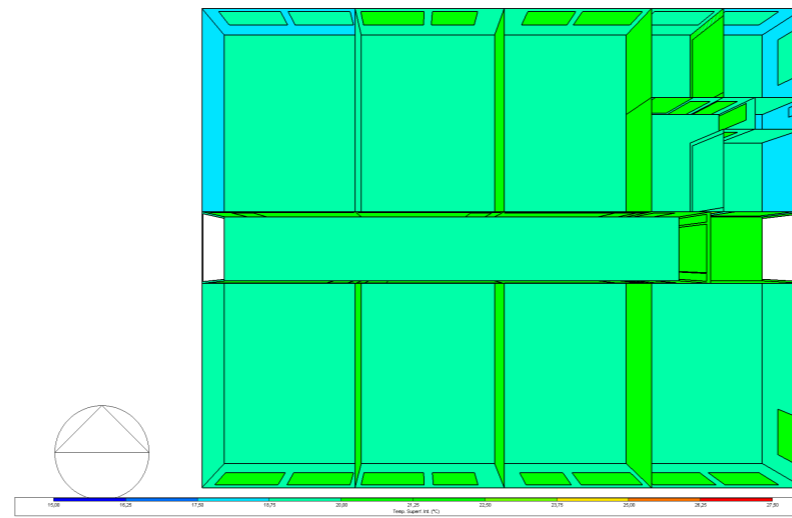
INCIDENCIA SOLAR - OESTE

Figura424. Incidencia solar oeste estado actual - invierno 12:00am.



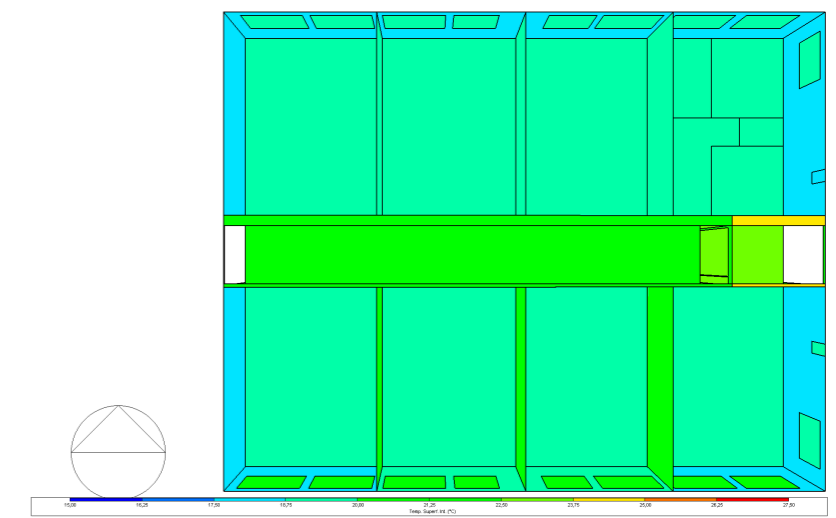
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA BAJA

Figura425. Incidencia solar planta baja estado actual - invierno 12:00am.



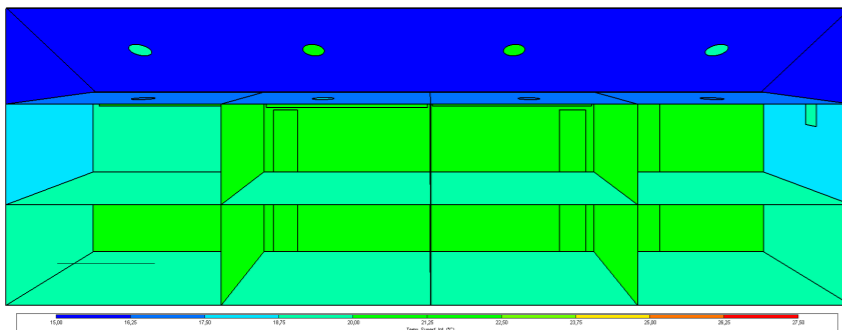
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA ALTA

Figura426. Incidencia solar planta alta estado actual - invierno 12:00am.



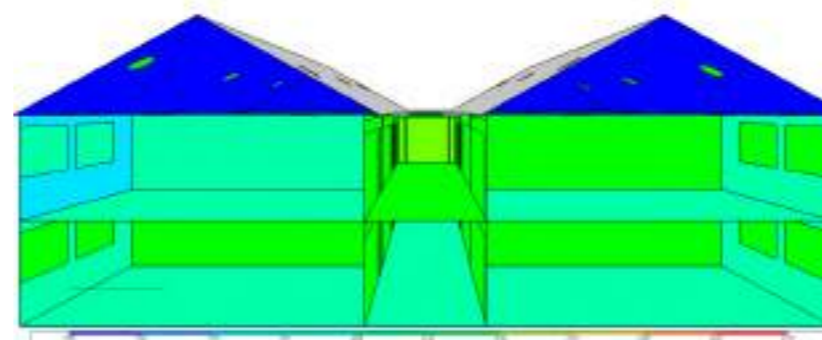
INCIDENCIA SOLAR - CORTE LONGITUDINAL

Figura427. Incidencia solar corte longitudinal estado actual - invierno 12:00am.



INCIDENCIA SOLAR - CORTE TRANSVERSAL

Figura428. Incidencia solar corte transversal estado actual - invierno 12:00am.



ANÁLISIS

En contraste, la simulación realizada con los datos ajustados según la propuesta evidencia una mejora significativa en el confort térmico de las aulas. Mientras que en el estado actual se registra una temperatura máxima de 18 °C, la propuesta eleva este valor hasta 21,0°C, lo que representa un incremento sustancial que contribuye directamente al bienestar térmico de los estudiantes.

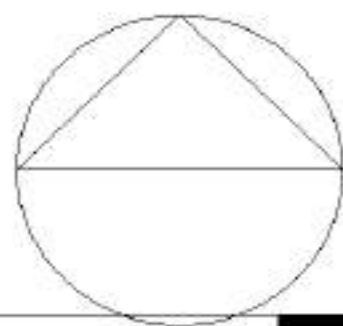
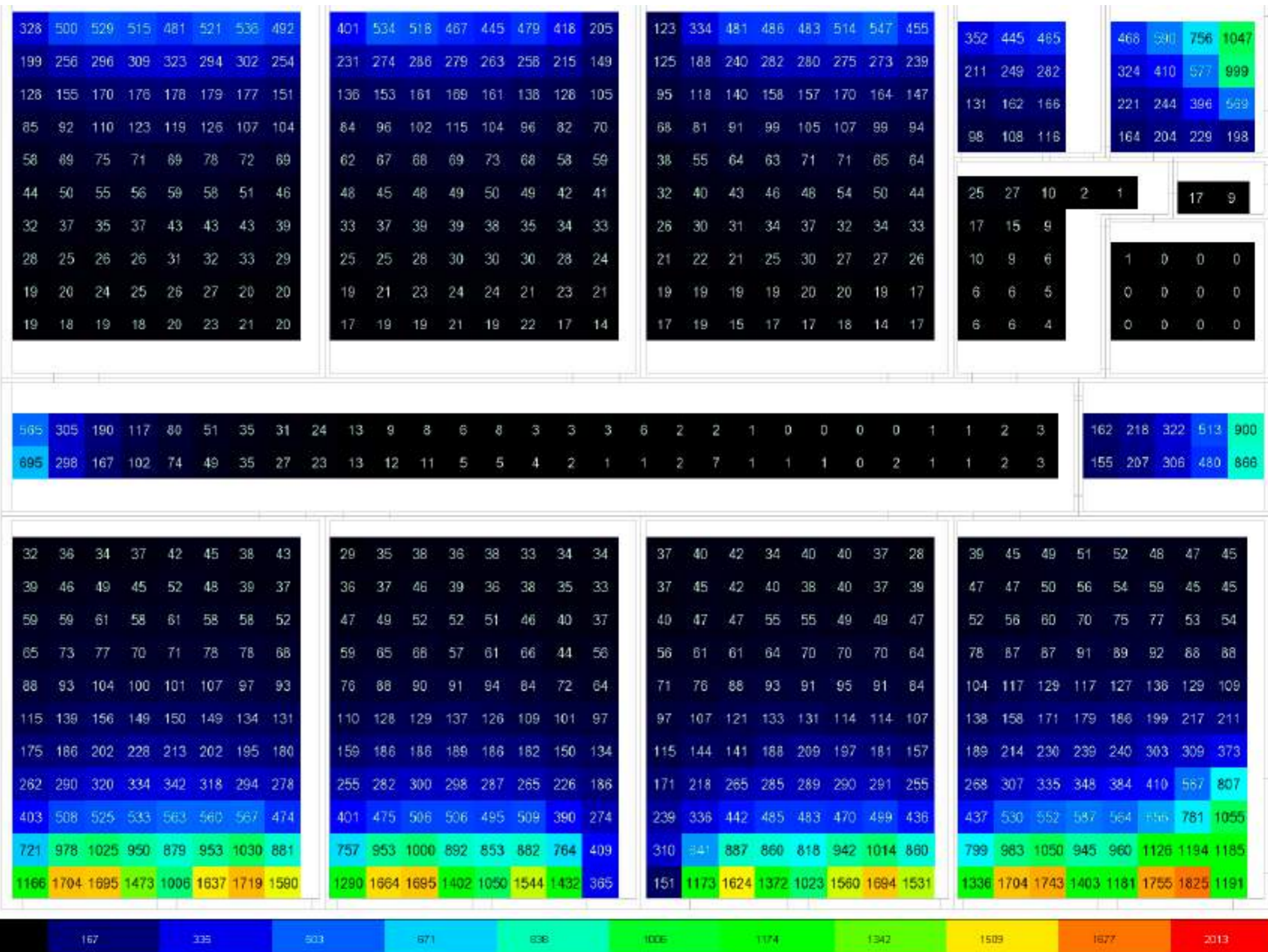
Este aumento permite alcanzar un nivel de confort adecuado, optimizando la capacidad de concentración y el rendimiento académico, a la vez que asegura el cumplimiento de los estándares mínimos establecidos a nivel nacional. Para el caso específico de Salcedo, que presenta un clima templado-andino, se recomienda tener una temperatura mínima de 18 °C en espacios educativos, valor que la propuesta logra satisfacer de manera eficiente.

ESTADO ACTUAL

ILUMINANCIA DIC-FEB 12:00 AM

Figura429. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja estado actual - invierno 12:00am.

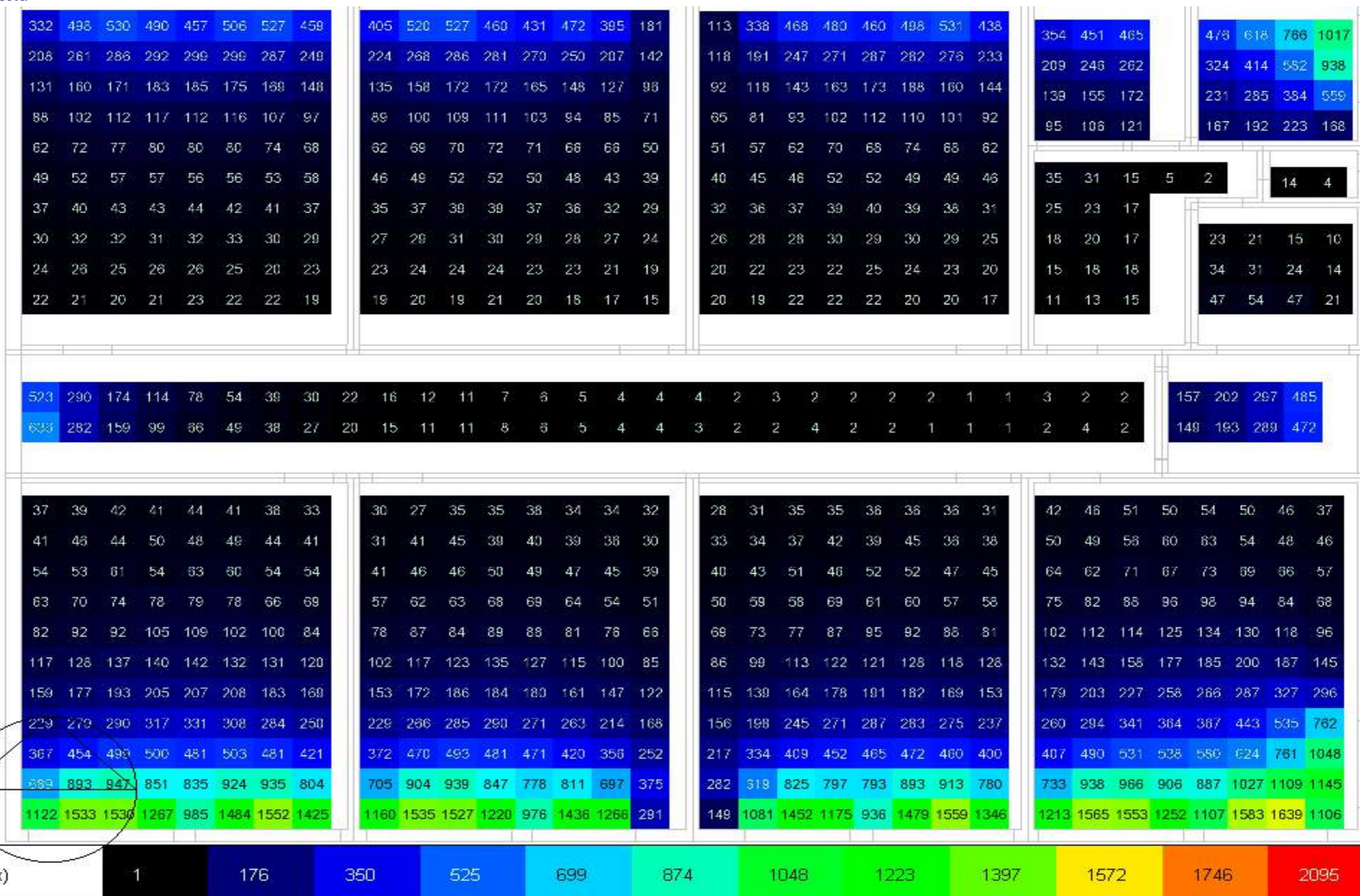
Planta Baja - Estado Actual



PROPUESTA

Planta Baja - Propuesta

Figura430. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja propuesta - invierno 12:00am.



ESTADO ACTUAL

ILUMINANCIA DIC-FEB 12:00AM

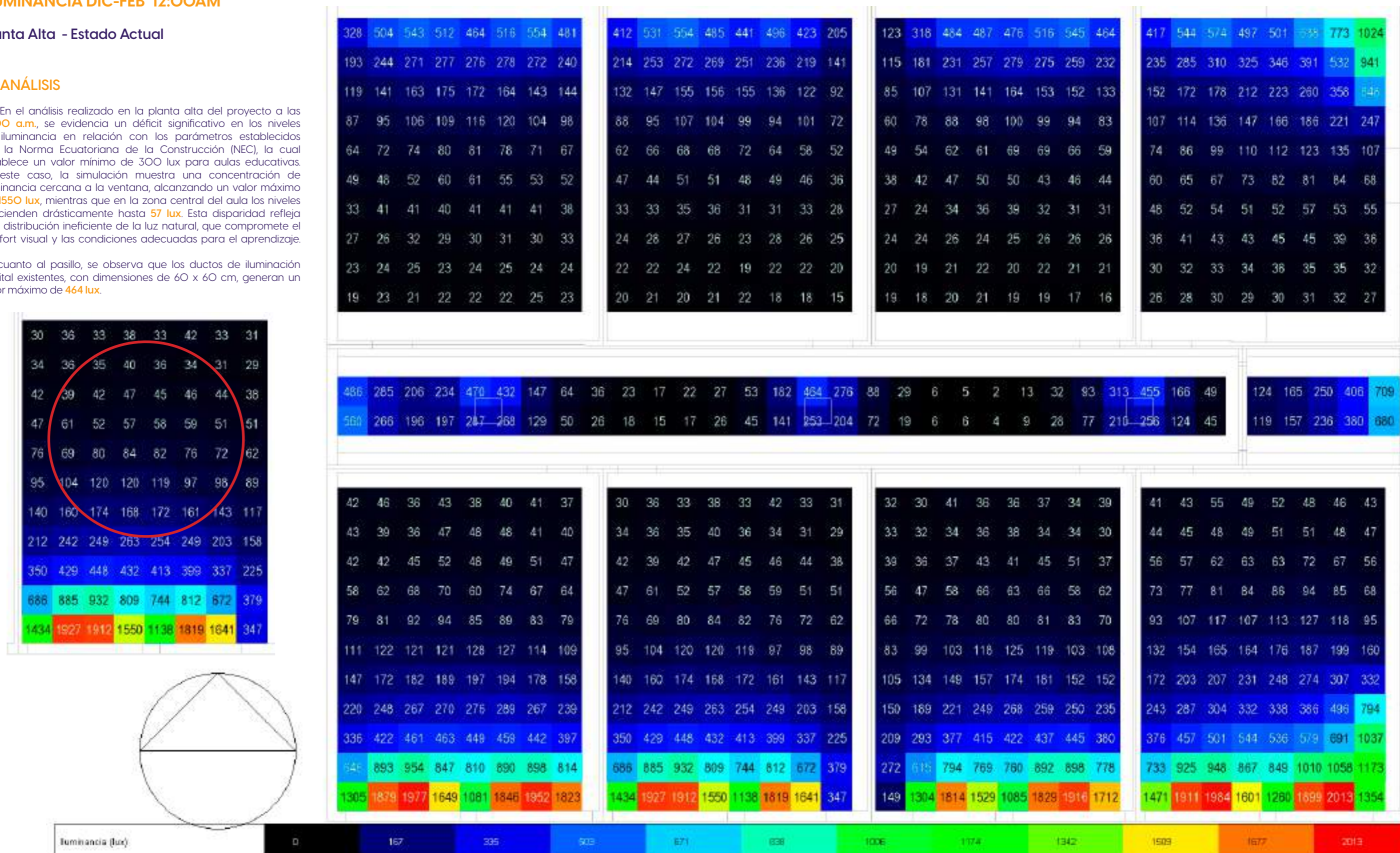
Planta Alta - Estado Actual

ANÁLISIS

En el análisis realizado en la planta alta del proyecto a las 12:00 a.m., se evidencia un déficit significativo en los niveles de iluminancia en relación con los parámetros establecidos por la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), la cual establece un valor mínimo de 300 lux para aulas educativas. En este caso, la simulación muestra una concentración de iluminancia cercana a la ventana, alcanzando un valor máximo de 1550 lux, mientras que en la zona central del aula los niveles descienden drásticamente hasta 57 lux. Esta disparidad refleja una distribución ineficiente de la luz natural, que compromete el confort visual y las condiciones adecuadas para el aprendizaje.

En cuanto al pasillo, se observa que los ductos de iluminación cenital existentes, con dimensiones de 60 x 60 cm, generan un valor máximo de 464 lux.

Figura431. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta estado actual - invierno 12:00am.



PROPUESTA

Planta Alta - Propuesta

Figura432. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta propuesta - invierno 12:00am.

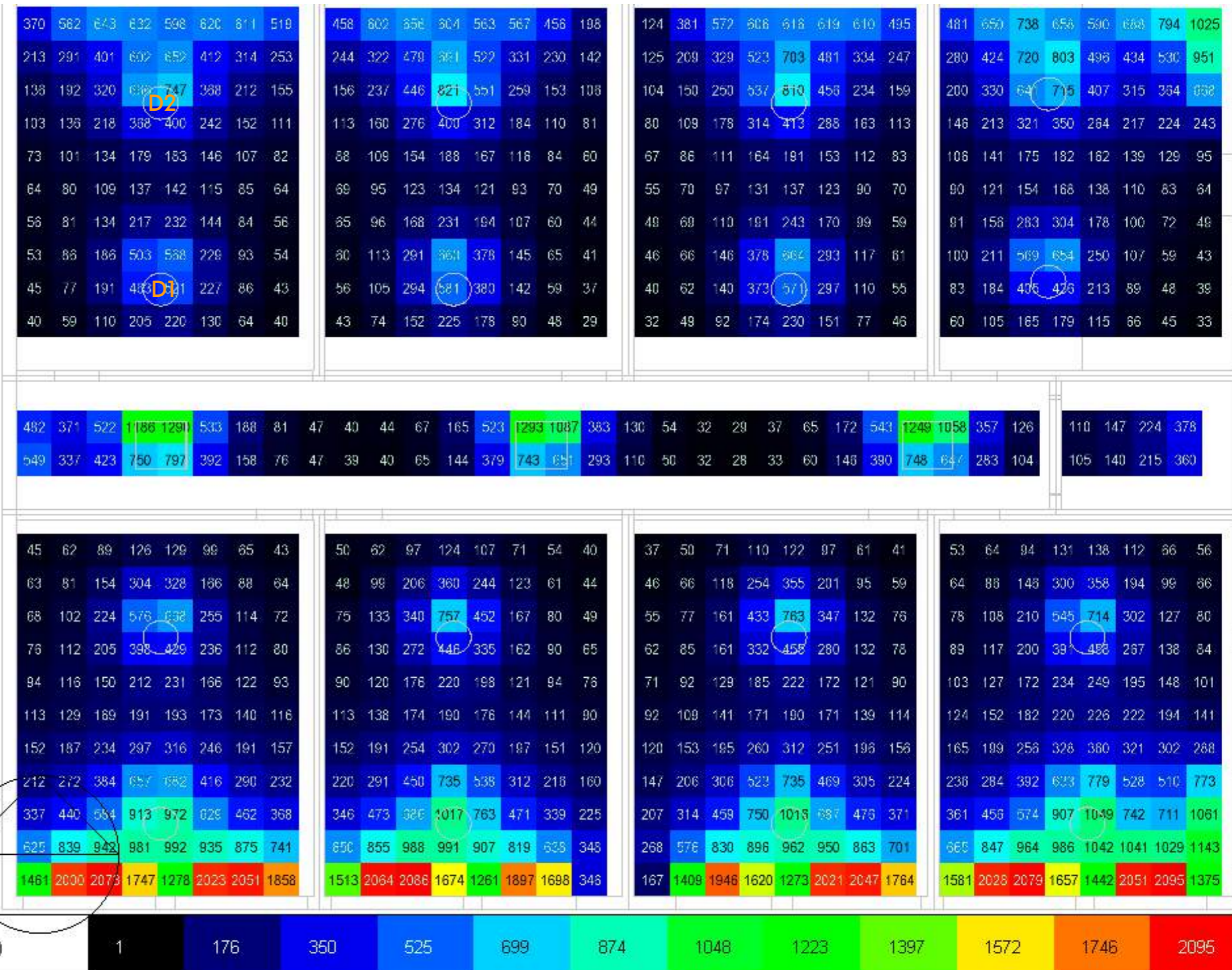
ANÁLISIS

Al aumentar la dimensión de los ductos existentes de 0.6 x 0.6 m a 1.00 x 1.00 m ya se empiezan a evidenciar cambios con un incremento de los luxes haciendose mas evidente en los elementos implementados en la propuesta ya que el sol cada vez se acerca a su puntos mas alto.

Se observa que en los ductos de iluminación implementados en las aulas se genera un incremento de luxes de **57 lux a 763 lux**, superando el minimo requerido en la norma, esto debido a que el sol incide totalmente en la cubierta.

ILUMINANCIAS (LUX) VERANO 12:00AM

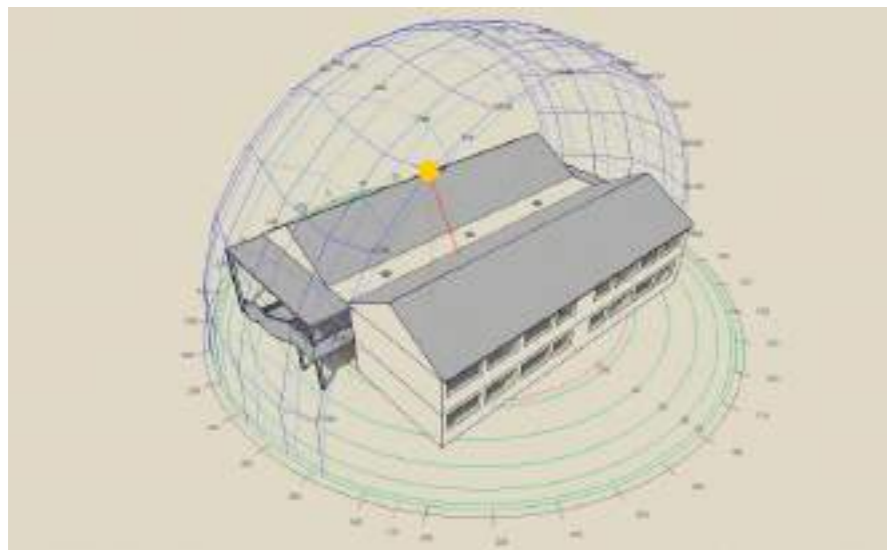
Ubicación	Estado actual	Propuesta	Diferencia
Ducto 1 aula	57 lux	763 lux	706 lux
Ducto 2 aula	175 lux	810 lux	635 lux
Ducto pasillo	464 lux	1249 lux	785 lux



ESTADO ACTUAL

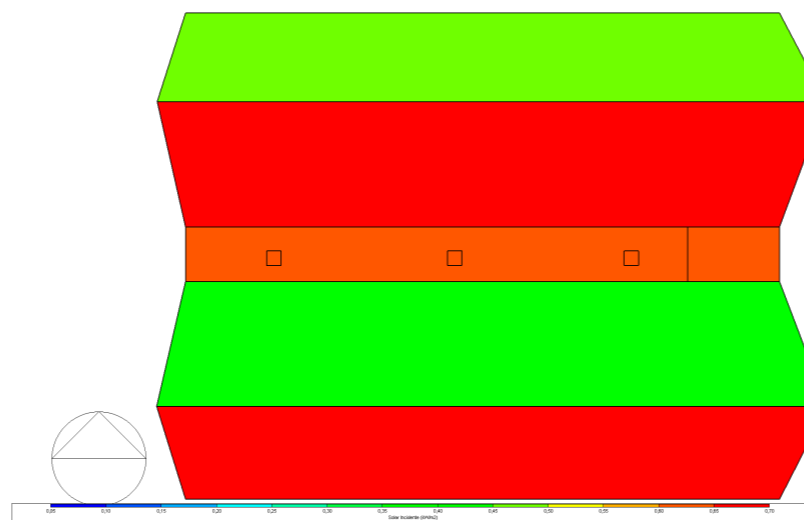
DIAGRAMA SOLAR

Figura433. Diagrama solar estado actual - invierno 14:00pm.



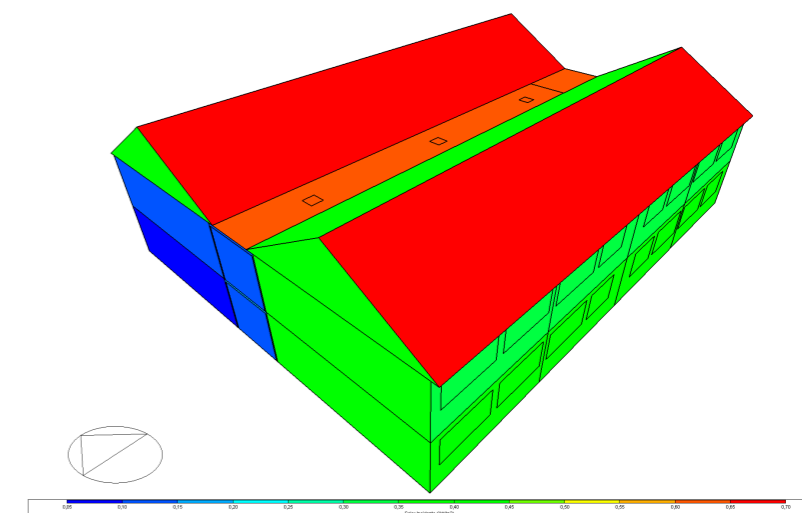
INCIDENCIA SOLAR - CUBIERTA

Figura434. Incidencia solar cubierta estado actual - invierno 14:00pm.



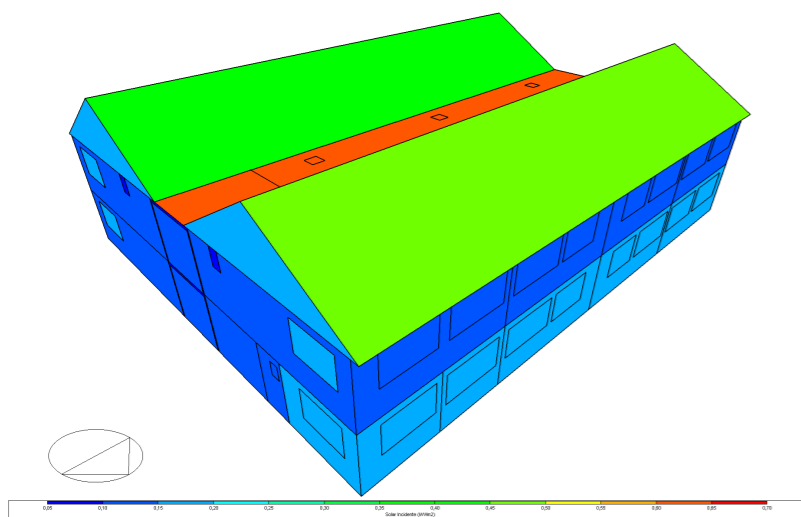
INCIDENCIA SOLAR - ESTE

Figura435. Incidencia solar este estado actual - invierno 14:00pm.



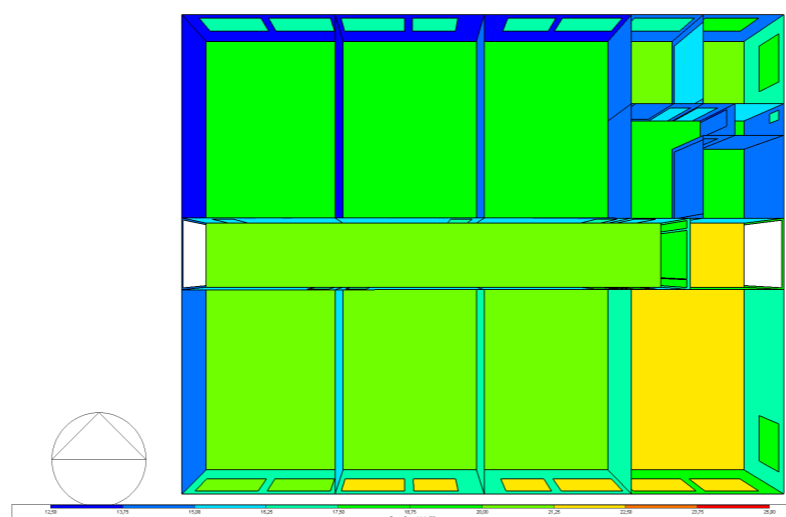
INCIDENCIA SOLAR - OESTE

Figura436. Incidencia solar oeste estado actual - invierno 14:00pm.



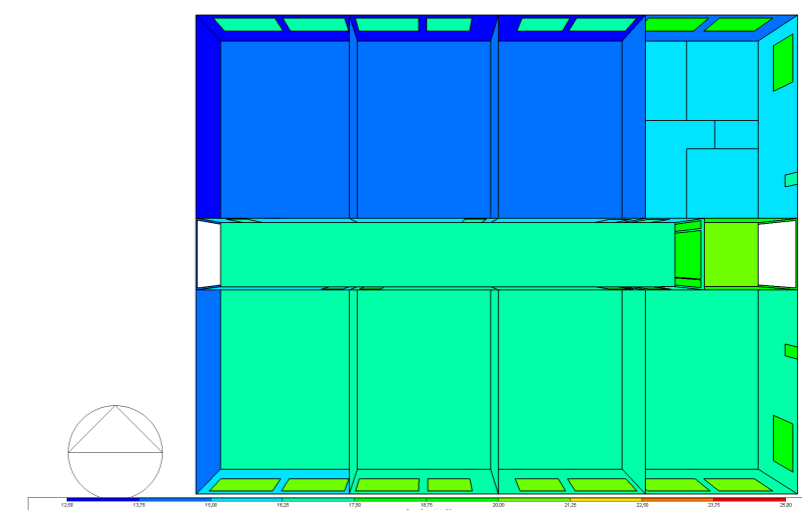
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA BAJA

Figura437. Incidencia solar planta baja estado actual - invierno 14:00pm.



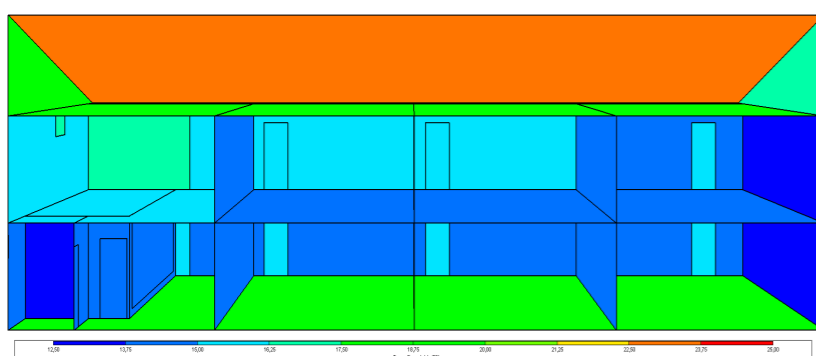
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA ALTA

Figura438. Incidencia solar planta alta estado actual - invierno 14:00pm.



INCIDENCIA SOLAR - CORTE LONGITUDINAL

Figura439. Incidencia solar corte longitudinal estado actual - invierno 14:00pm.



INCIDENCIA SOLAR - CORTE TRANSVERSAL

Figura440. Incidencia solar corte transversal estado actual - invierno 14:00pm.



ANÁLISIS

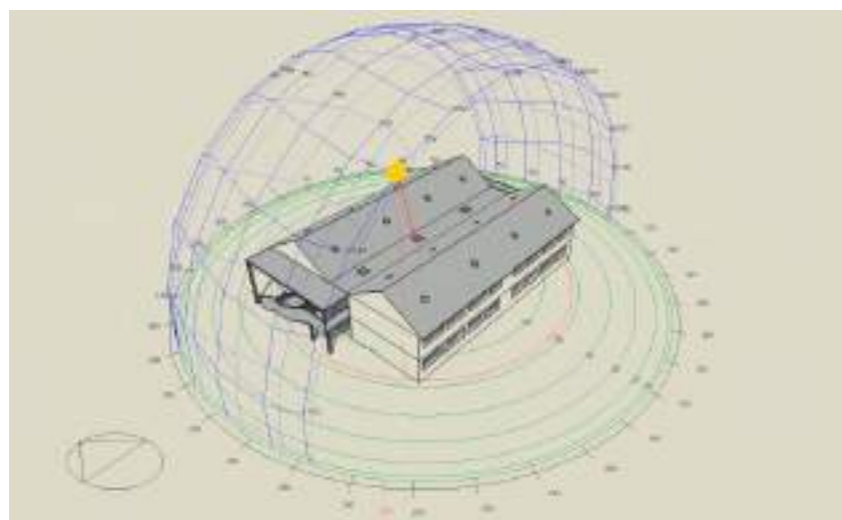
En la simulación realizada a las 14:00 h durante la estación de invierno, se identifica que la cubierta es la que recibe mayor incidencia solar, la fachada **Este** ya no presenta una incidencia solar directa, mientras que la fachada **Oeste**, empieza a tener una mayor incidencia solar esto debido al ángulo de incidencia solar en esa franja horaria.

En el interior, las mediciones reflejan temperaturas que oscilan entre **18°C** y **20°C**, valores que, en el contexto de un territorio andino, cumple y supera el mínimo requerido en la norma.

PROPUESTA

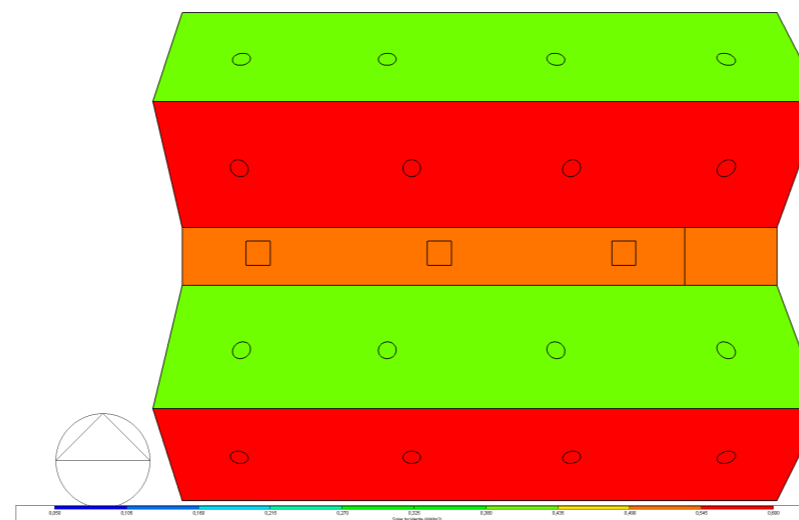
DIAGRAMA SOLAR

Figura441. Diagrama solar estado actual - invierno 14:00pm.



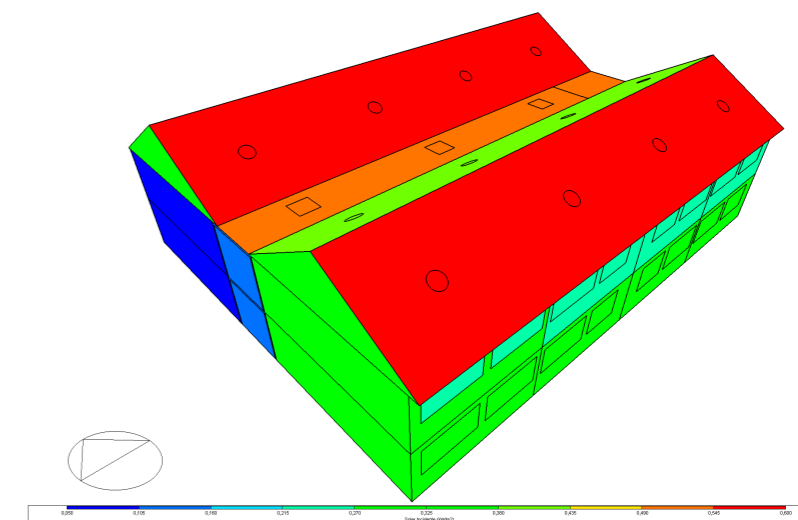
INCIDENCIA SOLAR - CUBIERTA

Figura442. Incidencia solar cubierta estado actual - invierno 14:00pm.



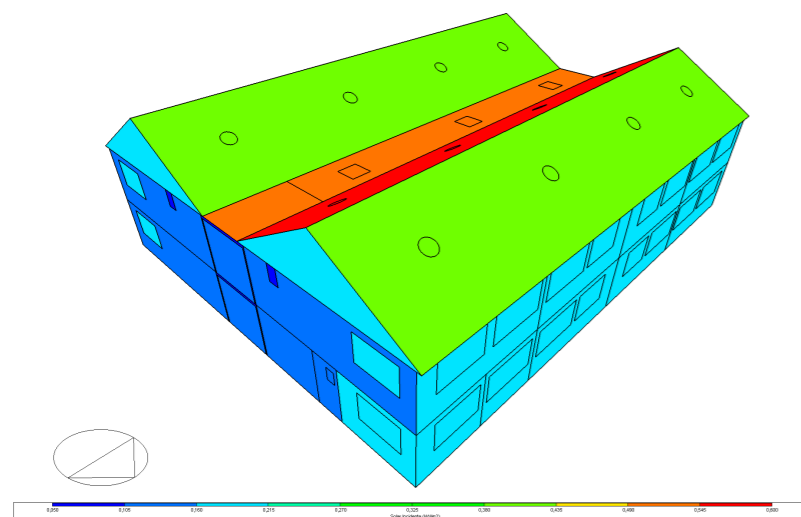
INCIDENCIA SOLAR - ESTE

Figura443. Incidencia solar este estado actual - invierno 14:00pm.



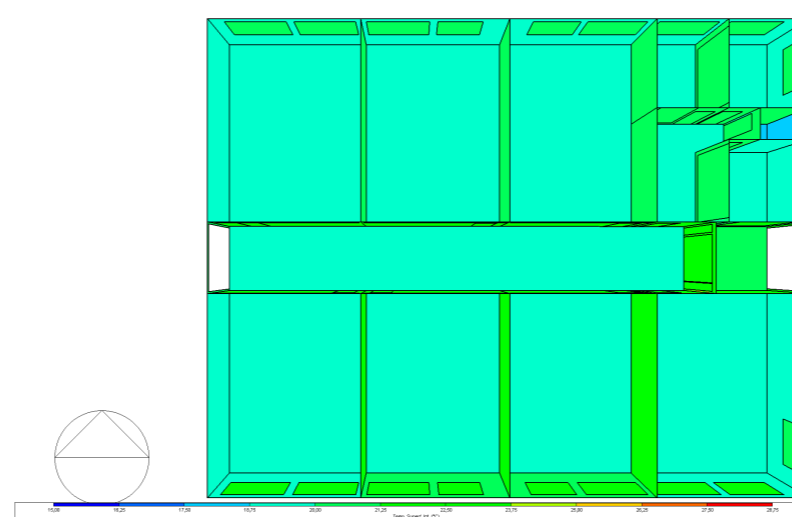
INCIDENCIA SOLAR - OESTE

Figura444. Incidencia solar oeste estado actual - invierno 14:00pm.



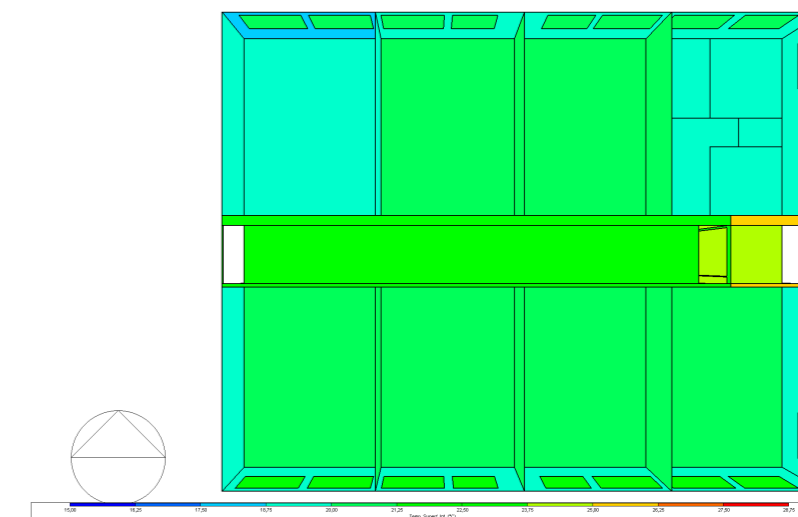
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA BAJA

Figura445. Incidencia solar planta baja estado actual - invierno 14:00pm.



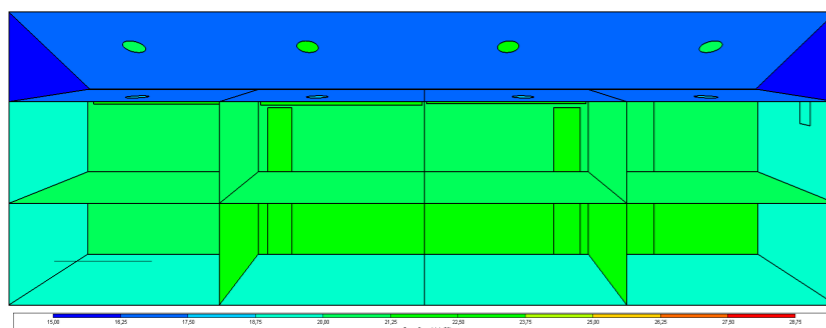
INCIDENCIA SOLAR - PLANTA ALTA

Figura446. Incidencia solar planta alta estado actual - invierno 14:00pm.



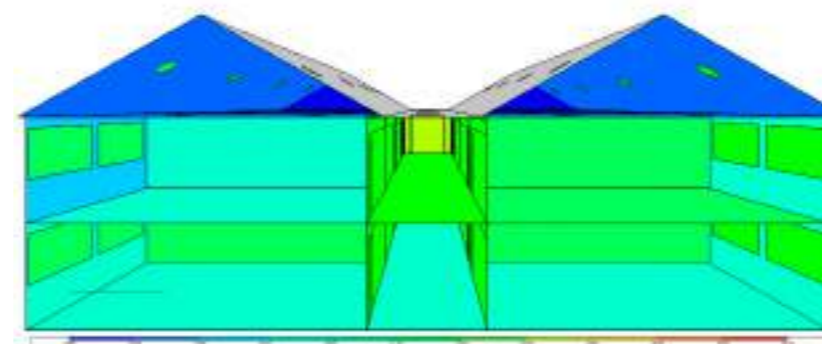
INCIDENCIA SOLAR - CORTE LONGITUDINAL

Figura447. Incidencia solar corte longitudinal estado actual - invierno 14:00pm.



INCIDENCIA SOLAR - CORTE TRANSVERSAL

Figura448. Incidencia solar corte transversal estado actual - invierno 14:00pm.



ANÁLISIS

En contraste, la simulación realizada con los datos ajustados según la propuesta evidencia una mejora significativa en el confort térmico de las aulas. Mientras que en el estado actual se registra una temperatura máxima de 20 °C, la propuesta eleva este valor hasta 21,0°C, lo que representa un incremento sustancial que contribuye directamente al bienestar térmico de los estudiantes.

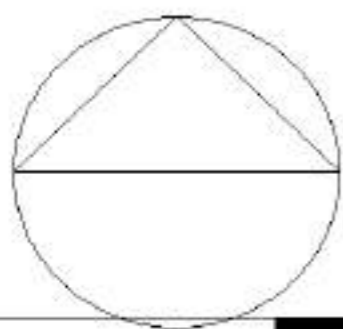
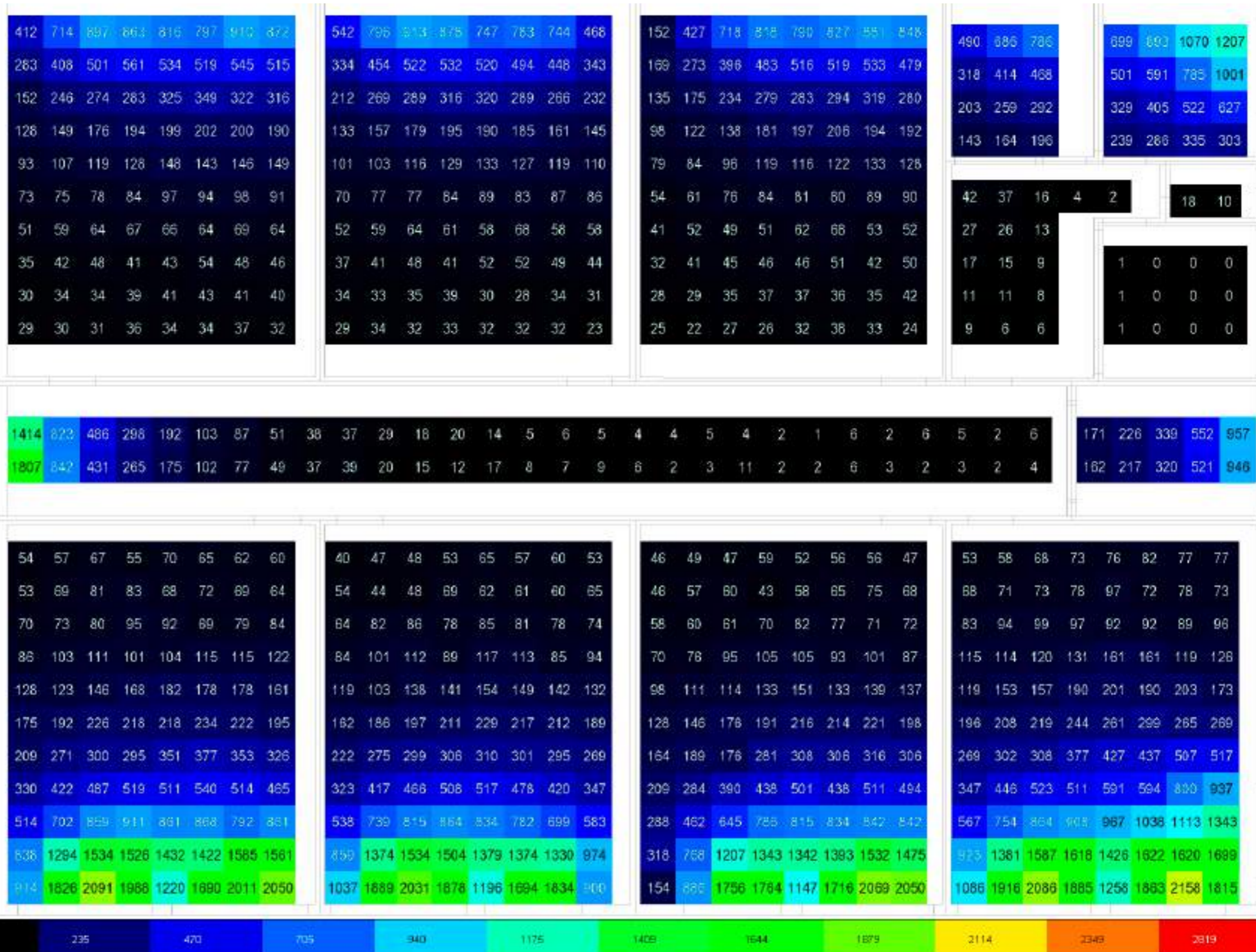
Este aumento permite alcanzar un nivel de confort adecuado, optimizando la capacidad de concentración y el rendimiento académico, a la vez que asegura el cumplimiento de los estándares mínimos establecidos a nivel nacional. Para el caso específico de Salcedo, que presenta un clima templado-andino, se recomienda tener una temperatura mínima de 18 °C en espacios educativos, valor que la propuesta logra satisfacer de manera eficiente.

ESTADO ACTUAL

ILUMINANCIA DIC-FEB 14:00 PM

Figura 449. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja estado actual - invierno 14:00pm.

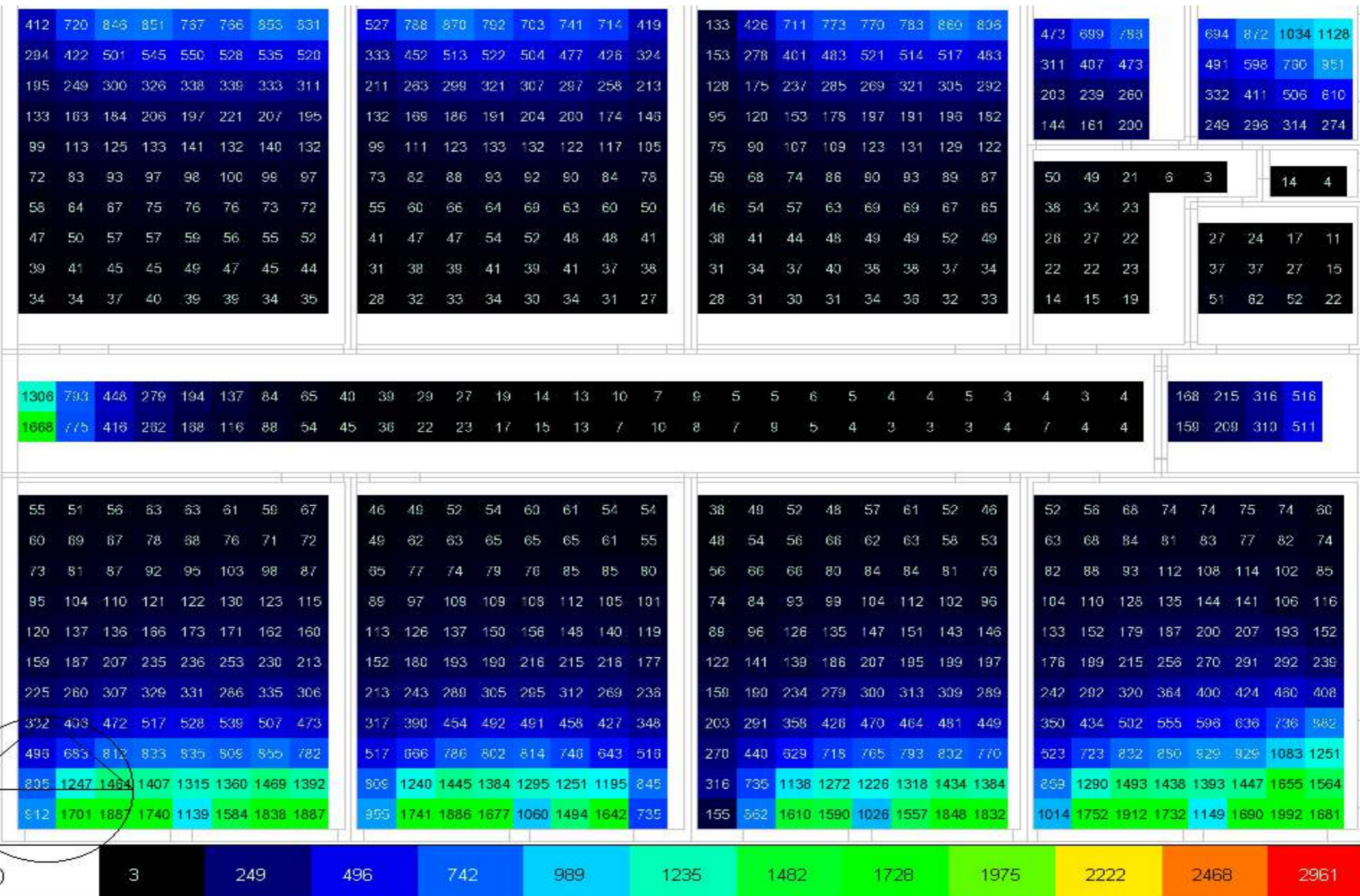
Planta Baja - Estado Actual



PROPUESTA

Planta Baja - Propuesta

Figura450. Diagrama de iluminancia (lux) planta baja propuesta - invierno 14:00pm.



ESTADO ACTUAL

ILUMINANCIA DIC-FEB 14:00PM

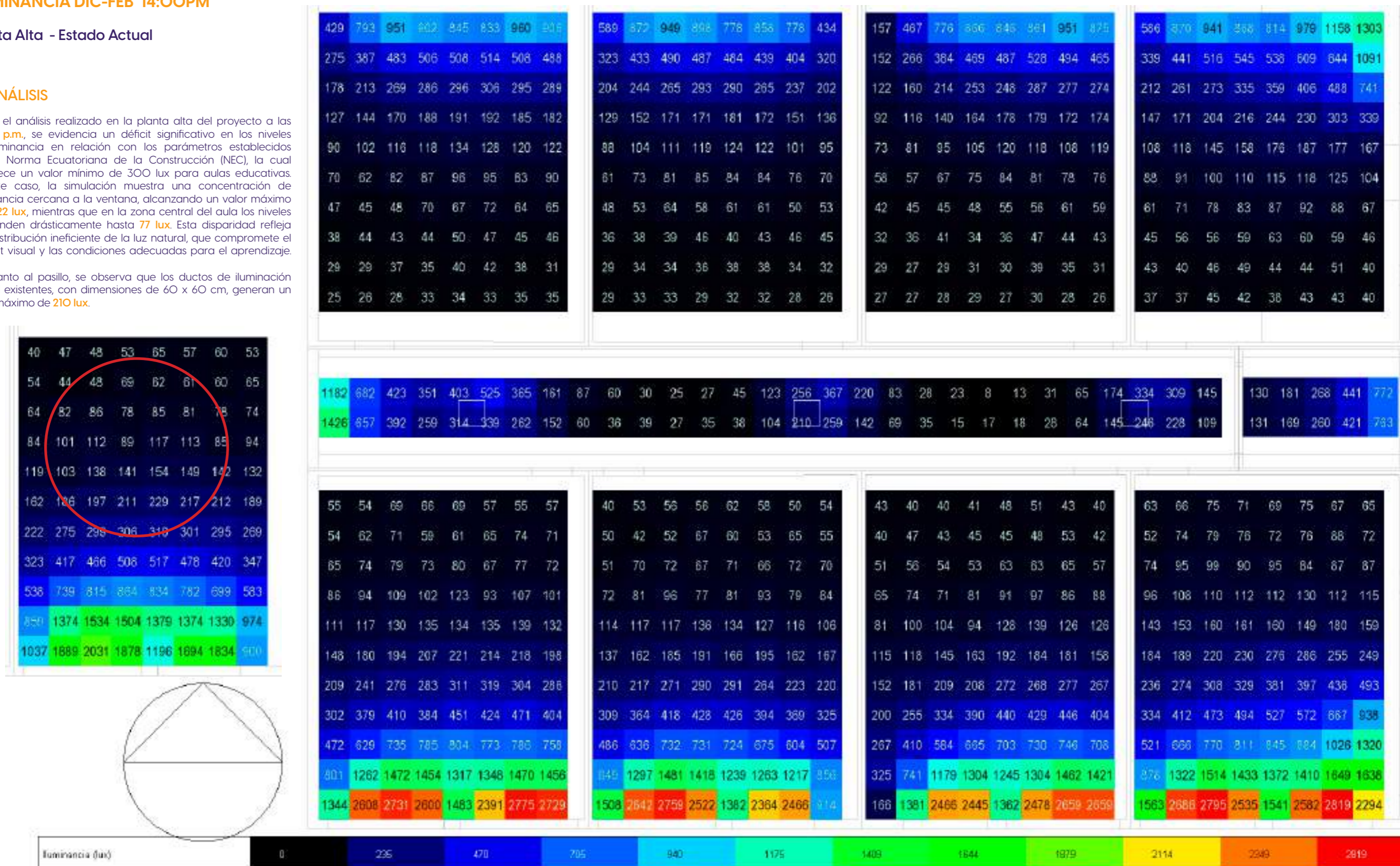
Planta Alta - Estado Actual

ANÁLISIS

En el análisis realizado en la planta alta del proyecto a las 14:00 p.m., se evidencia un déficit significativo en los niveles de iluminancia en relación con los parámetros establecidos por la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), la cual establece un valor mínimo de 300 lux para aulas educativas. En este caso, la simulación muestra una concentración de iluminancia cercana a la ventana, alcanzando un valor máximo de 2522 lux, mientras que en la zona central del aula los niveles descienden drásticamente hasta 77 lux. Esta disparidad refleja una distribución ineficiente de la luz natural, que compromete el confort visual y las condiciones adecuadas para el aprendizaje.

En cuanto al pasillo, se observa que los ductos de iluminación cenital existentes, con dimensiones de 60 x 60 cm, generan un valor máximo de 210 lux.

Figura 451. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta estado actual - invierno 14:00pm.



PROPUESTA

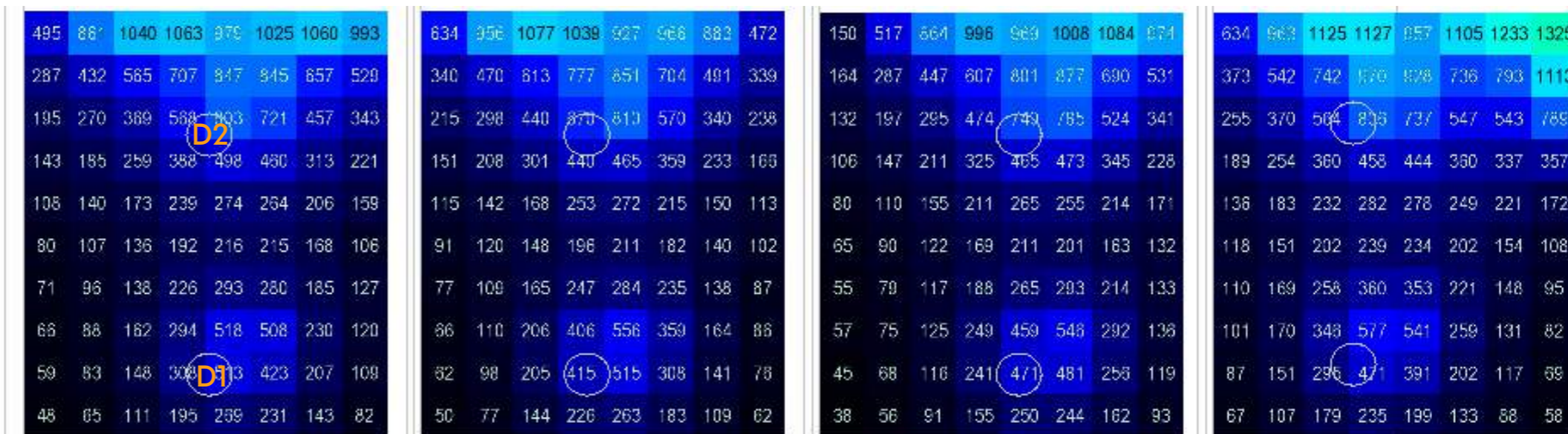
Planta Alta - Propuesta

Figura452. Diagrama de iluminancia (lux) planta alta propuesta - invierno 14:00pm.

ANÁLISIS

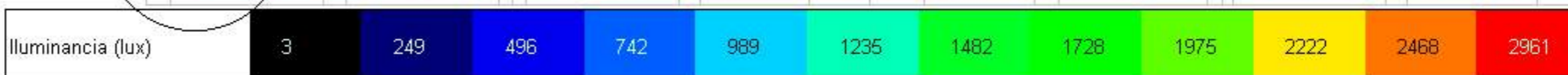
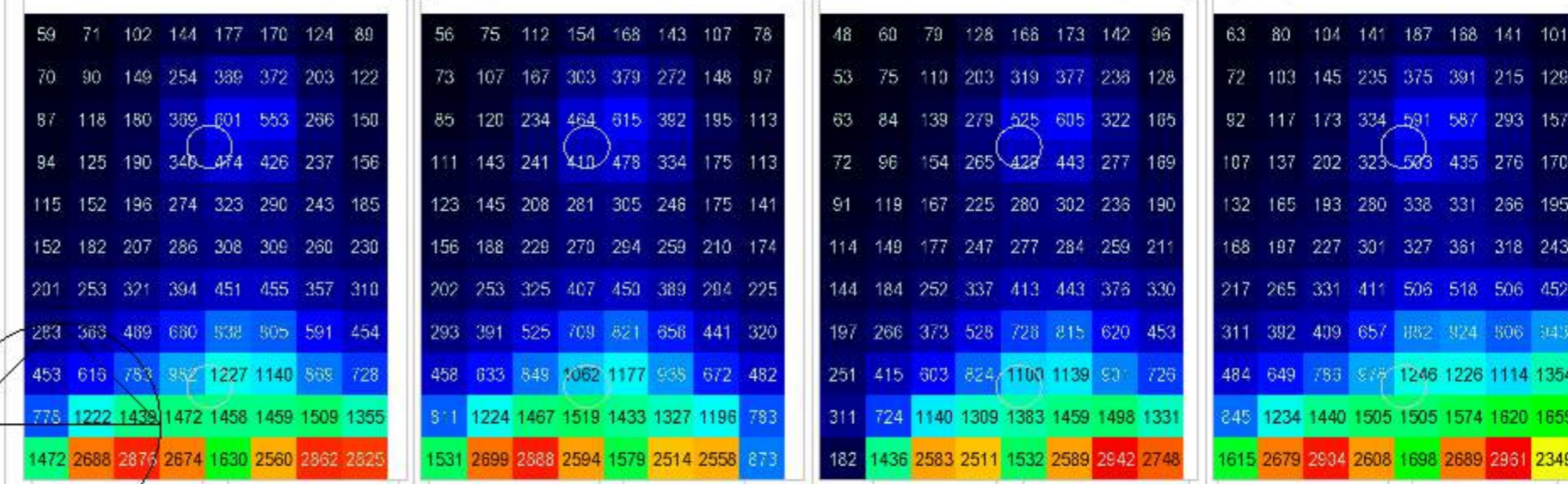
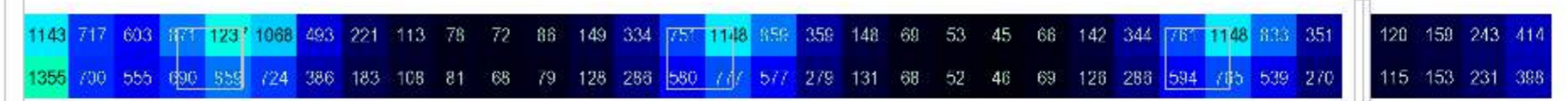
Al aumentar la dimensión de los ductos existentes de 0.6 x 0.6 m a 1.00 x 1.00 m ya se empiezan a evidenciar cambios con un incremento de los luxes haciendose mas evidente en los elementos implementados en la propuesta ya que el sol cada vez se acerca a su puntos mas alto.

Se observa que en los ductos de iluminación implementados en las aulas se genera un incremento de luxes de 77 lux a 410lux, superando el minimo requerido en la norma.



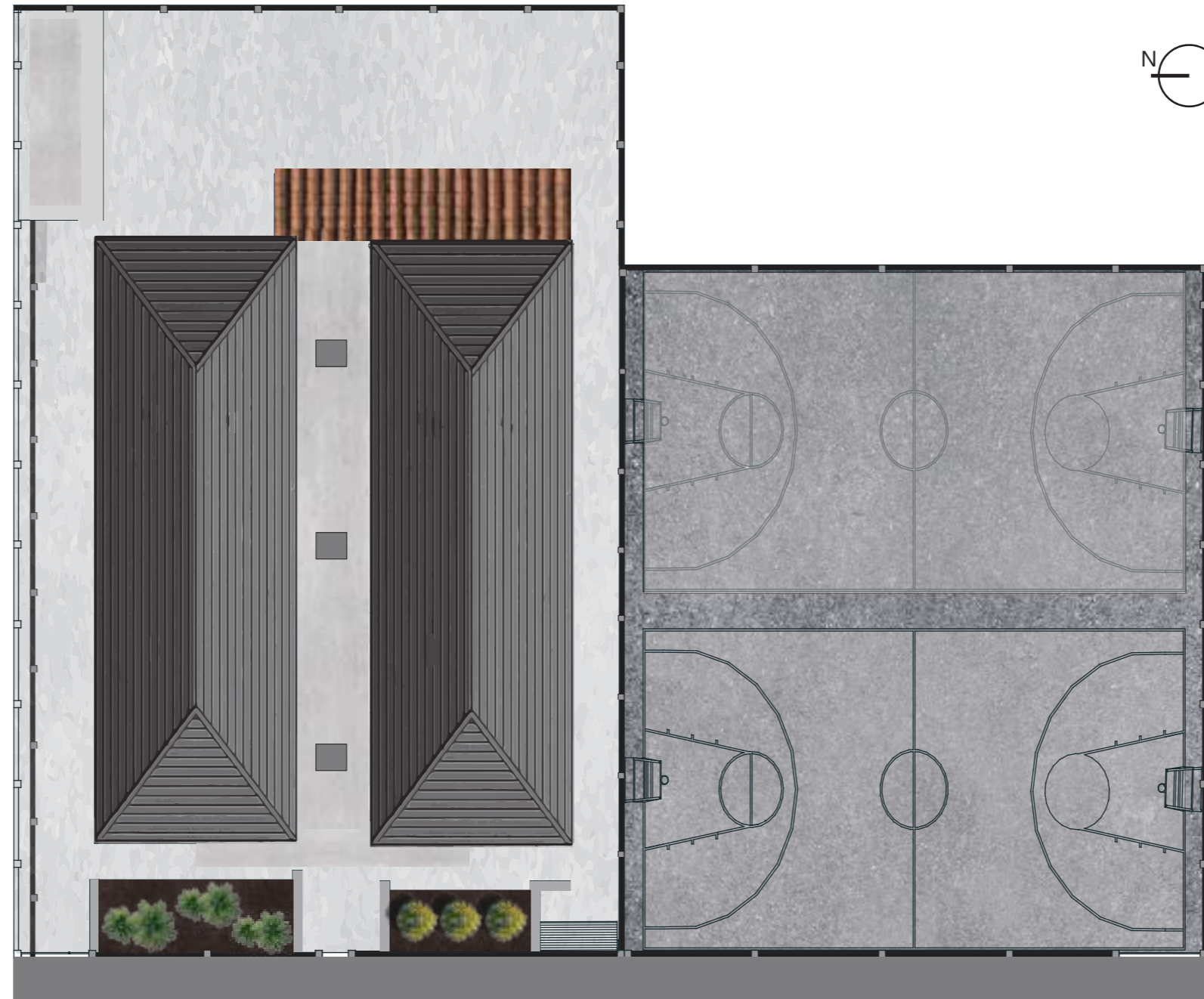
ILUMINANCIAS (LUX) VERANO 14:00PM

Ubicación	Estado actual	Propuesta	Diferencia
Ducto 1 aula	77 lux	410 lux	333lux
Ducto 2 aula	384lux	952lux	568lux
Ducto pasillo	210 lux	1148 lux	938lux



HORA	DUCTOS	PRIMAVERA		VERANO		OTOÑO		INVIERNO	
		ESTADO ACTUAL	PROPUESTA	ESTADO ACTUAL	PROPUESTA	ESTADO ACTUAL	PROPUESTA	ESTADO ACTUAL	PROPUESTA
07:00 am	D1	41 lux	132 lux	35 lux	550 lux	28 lux	105 lux	56 lux	147 lux
	D2	208 lux	284 lux	99 lux	324 lux	160 lux	271 lux	176 lux	290 lux
	DP	71 lux	220 lux	103 lux	224 lux	58 lux	173 lux	84 lux	248 lux
10:00 am	D1	85 lux	503 lux	105 lux	560 lux	79 lux	593 lux	79 lux	408 lux
	D2	452 lux	775 lux	523 lux	82 lux	346 lux	779 lux	43 lux	1074 lux
	DP	302 lux	1066 lux	44 lux	758 lux	274 lux	870 lux	243 lux	1099 lux
12:00 am	D1	30 lux	570 lux	73 lux	564 lux	73 lux	803 lux	57 lux	763 lux
	D2	119 lux	733 lux	286 lux	804 lux	119 lux	827 lux	175 lux	810 lux
	DP	541 lux	1271 lux	352 lux	1241 lux	405 lux	1345 lux	464 lux	1249 lux
14:00 pm	D1	36 lux	550 lux	123 lux	493 lux	52 lux	701 lux	77 lux	410 lux
	D2	388 lux	763 lux	383 lux	841 lux	243 lux	774 lux	384 lux	952 lux
	DP	432 lux	1247 lux	271 lux	1140 lux	348 lux	1054 lux	210 lux	1148 lux

Figura453. Implantación ilustrada Estado Actual



Escala gráfica: 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

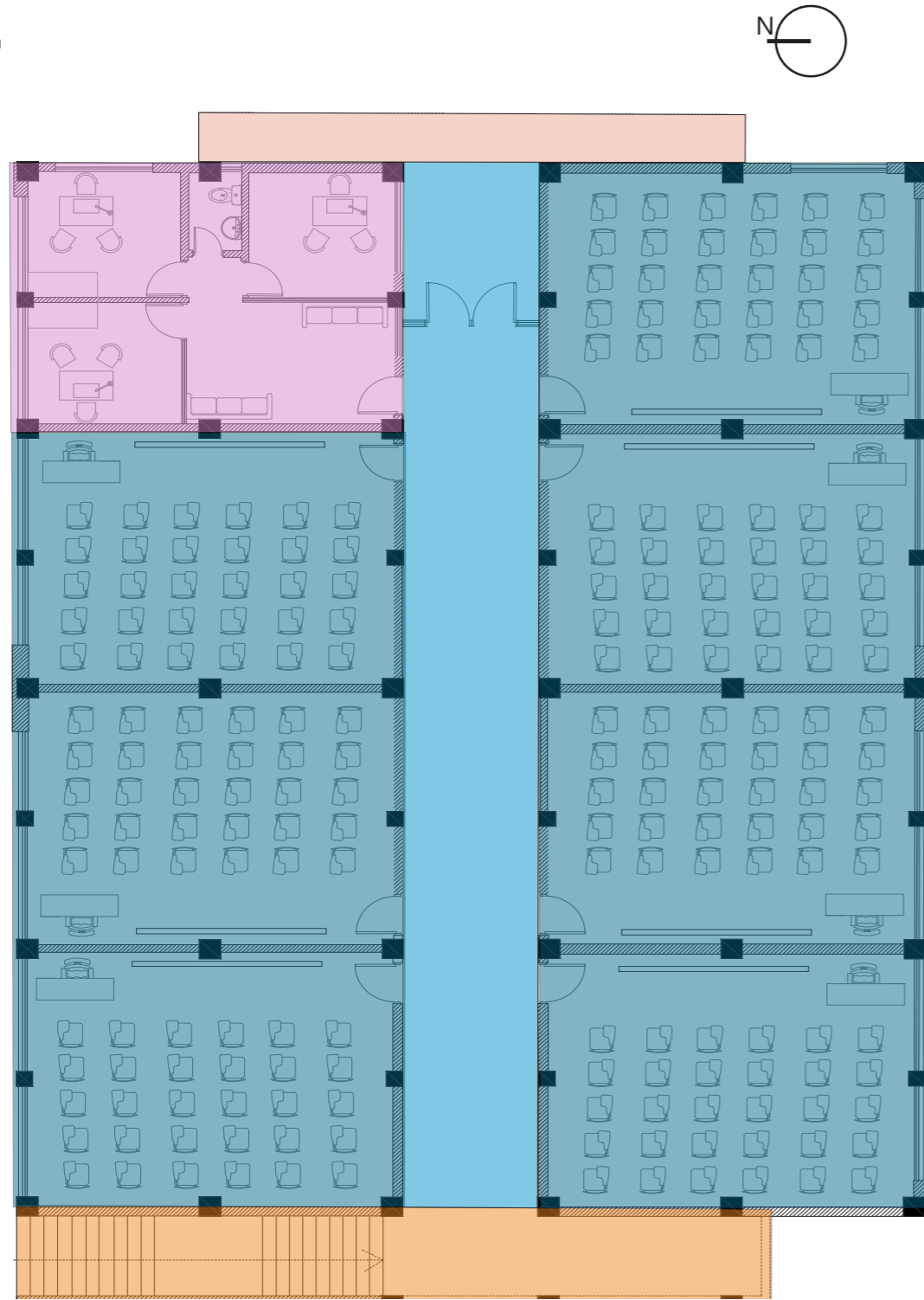
Figura454. Implantación ilustrada Propuesta



Escala gráfica: 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

Figura455. Plantas arquitectónicas estado actual.

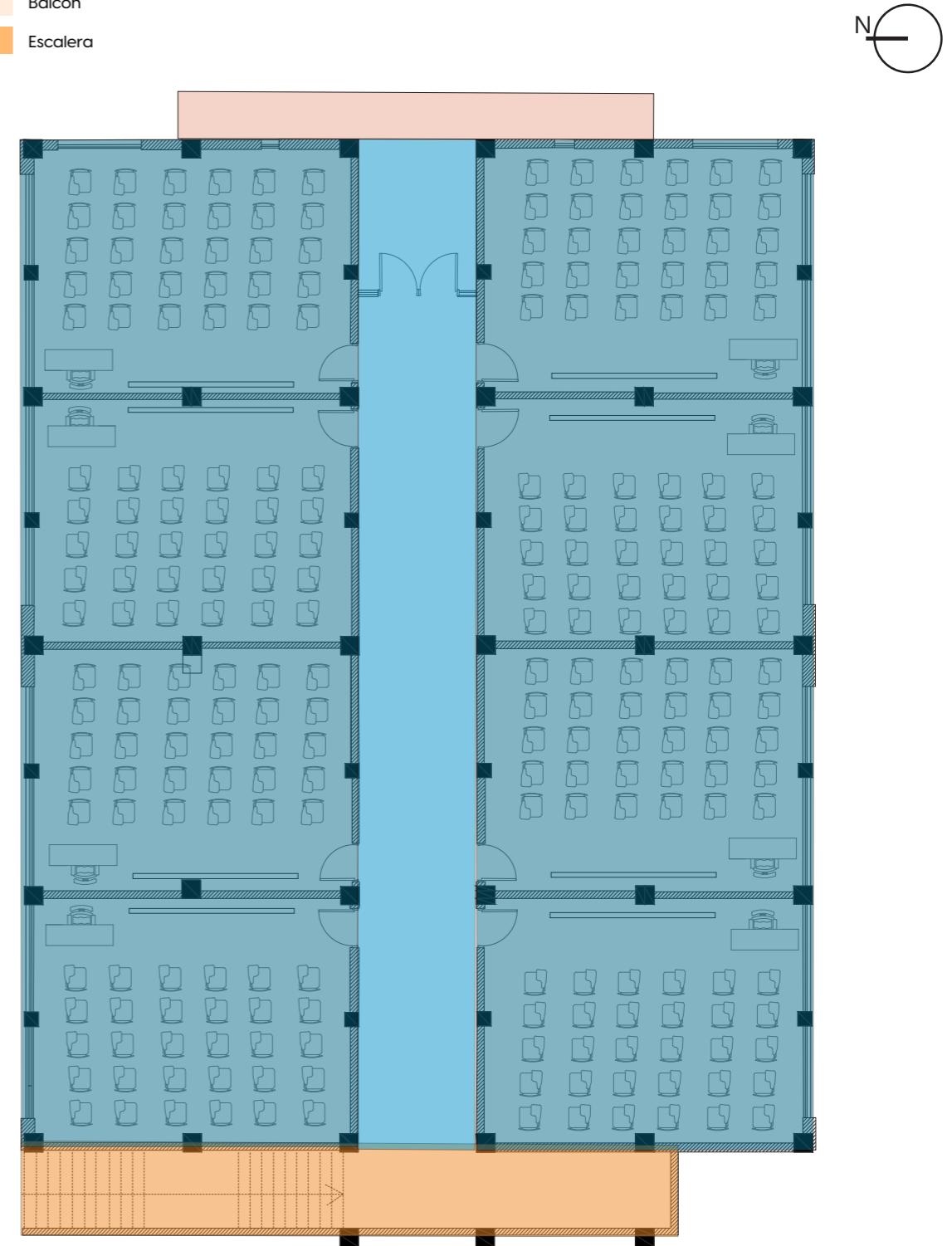
- Área administrativa
- Circulación
- Aulas Tipo
- Balcón
- Escalera



Planta Baja Actual

ESC:1/200

- Área administrativa
- Circulación
- Aulas Tipo
- Balcón
- Escalera

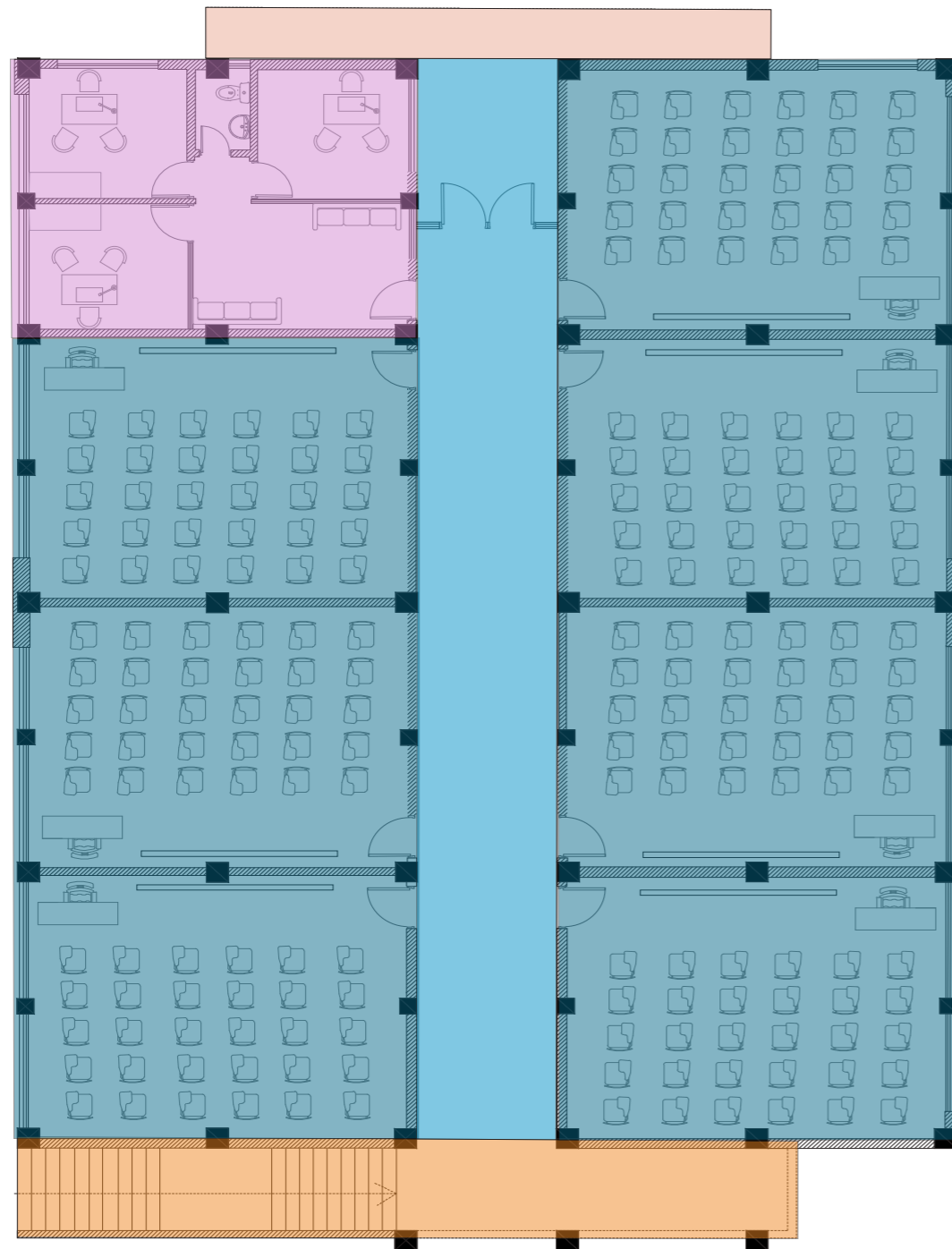


Planta Alta Actual

ESC:1/200

Figura 456. Plantas arquitectónicas estado actual.

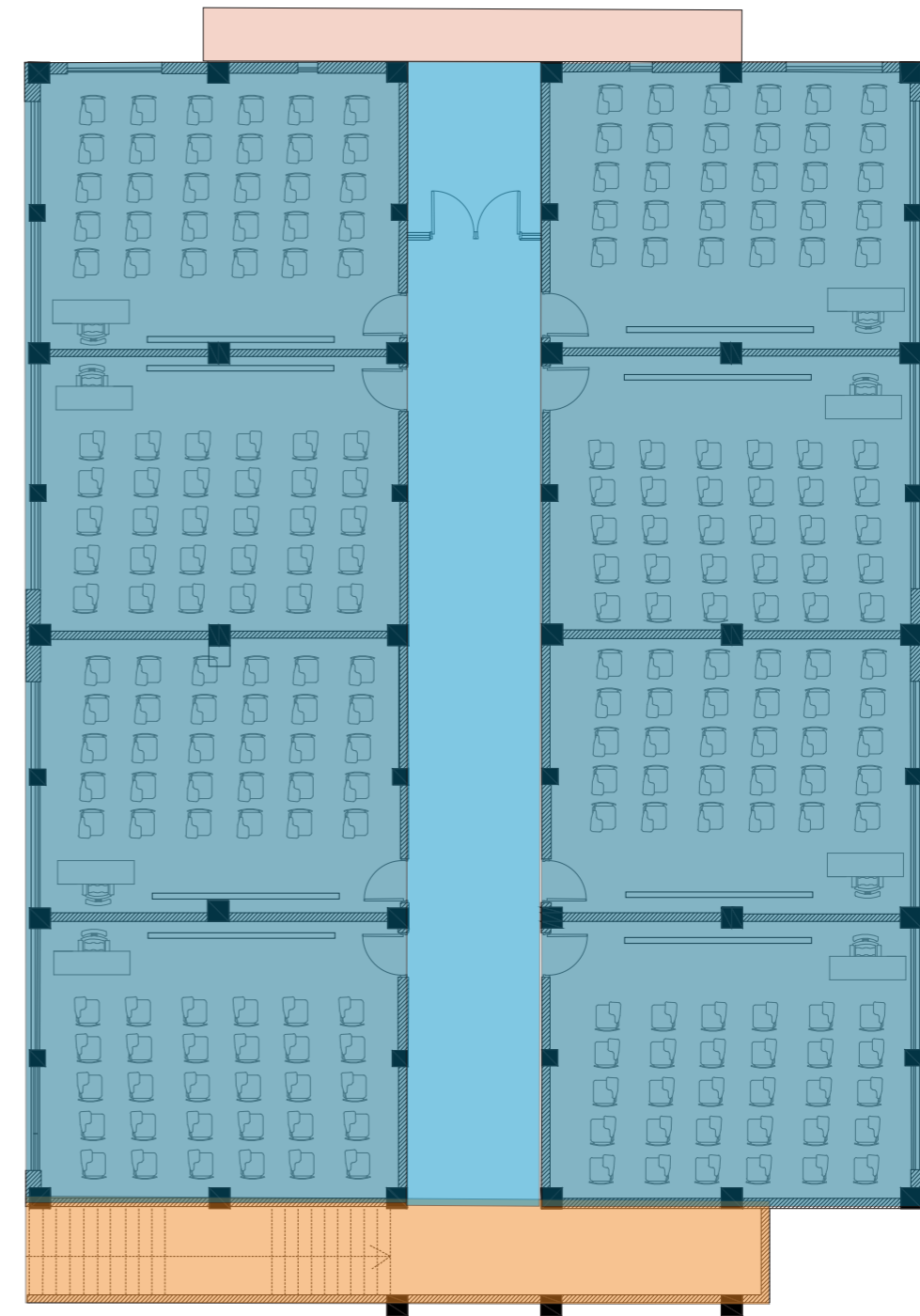
- Área administrativa
- Circulación
- Aulas Tipo
- Balcón
- Escalera



Planta Baja Propuesta

ESC:1/200

- Área administrativa
- Circulación
- Aulas Tipo
- Balcón
- Escalera



Planta Alta Propuesta

ESC:1/200

Fachada frontal



Fachada lateral derecha

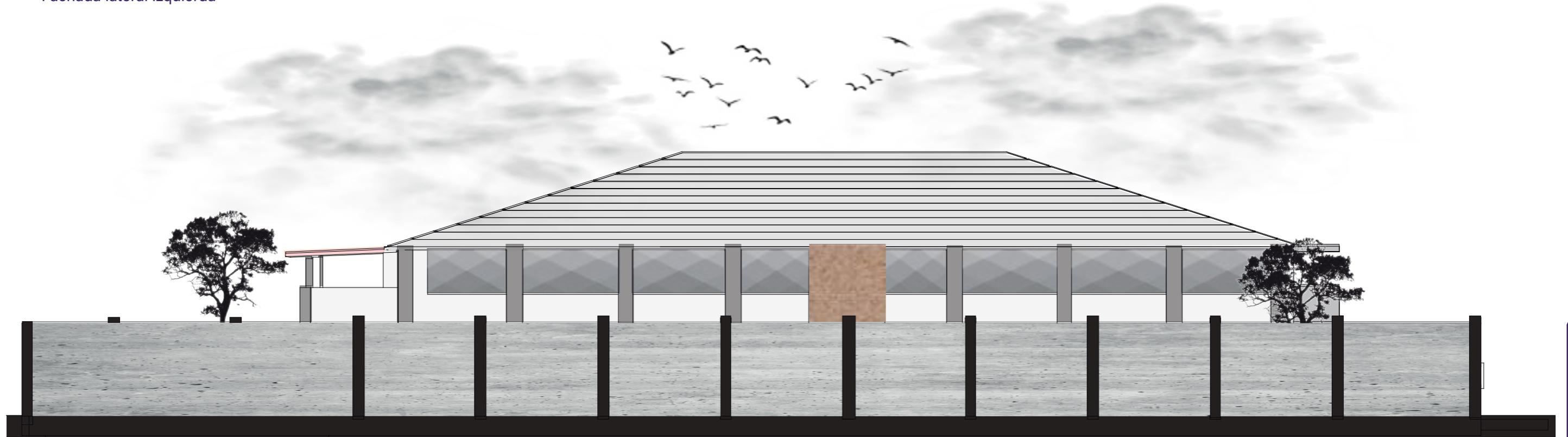
Escala gráfica:



Escala gráfica:



Fachada lateral izquierda



Escala gráfica: 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

Fachada posterior



Escala gráfica: 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

Fachada frontal



Fachada lateral derecha



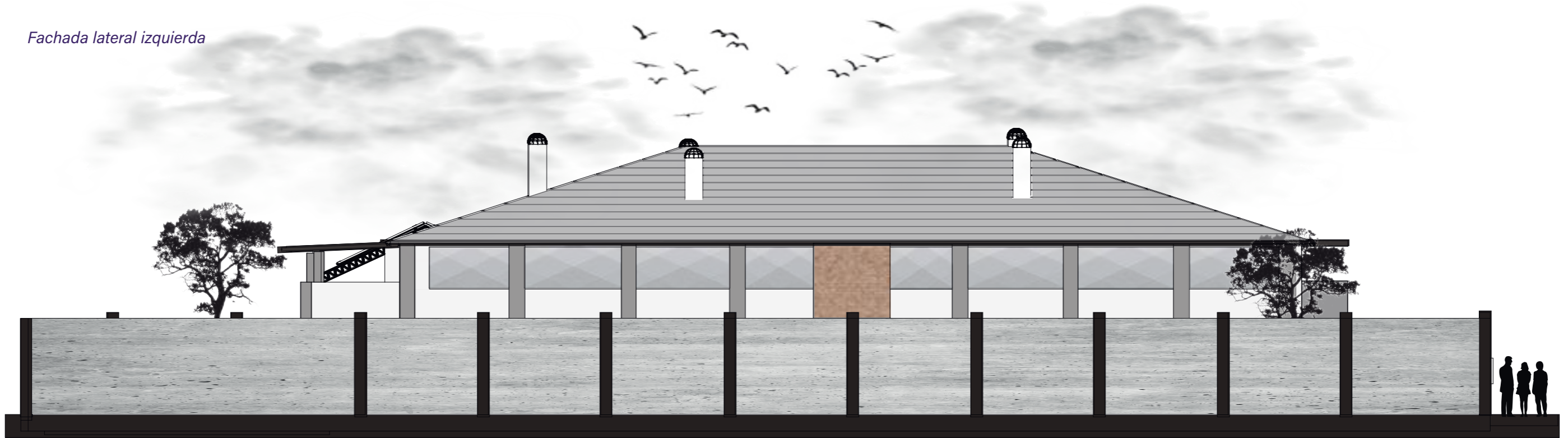
Escala gráfica:



Escala gráfica:



Fachada lateral izquierda



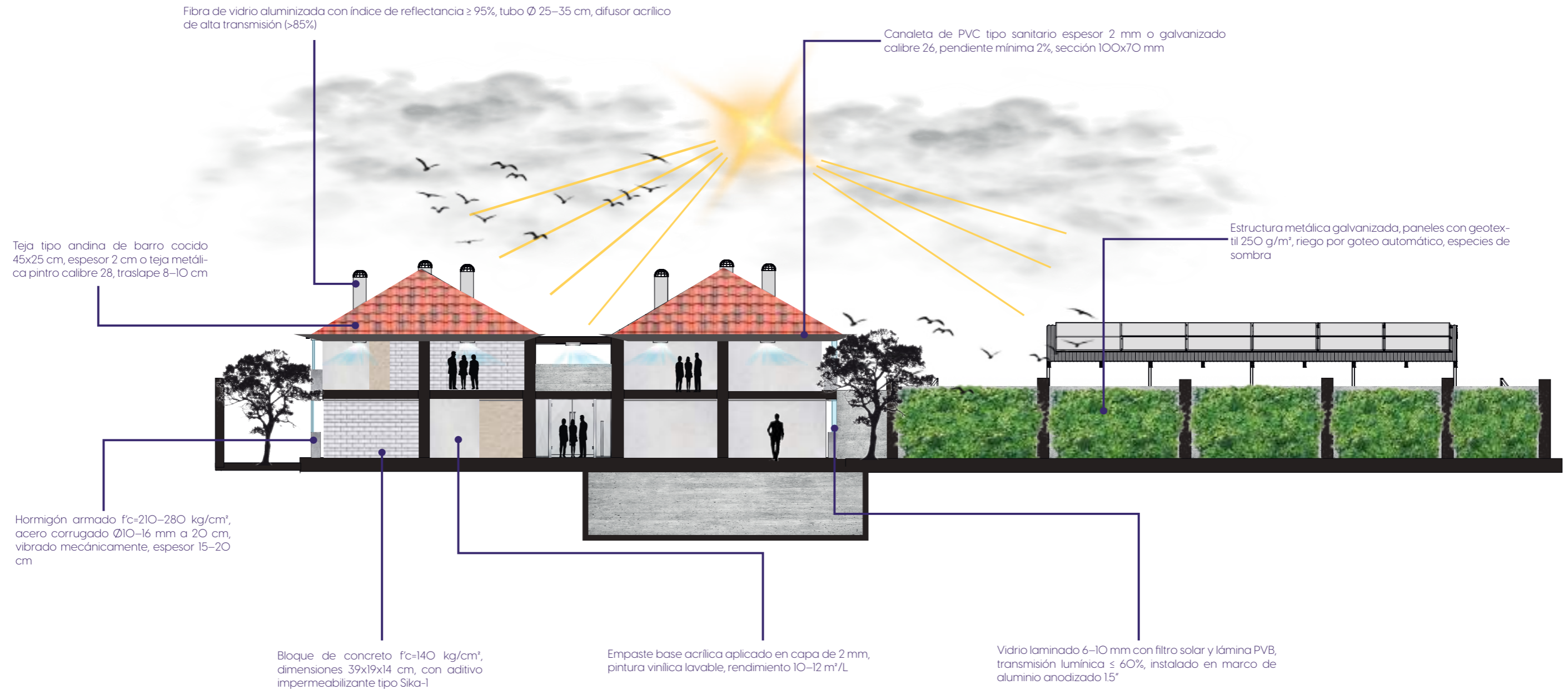
Fachada posterior

Escala gráfica:



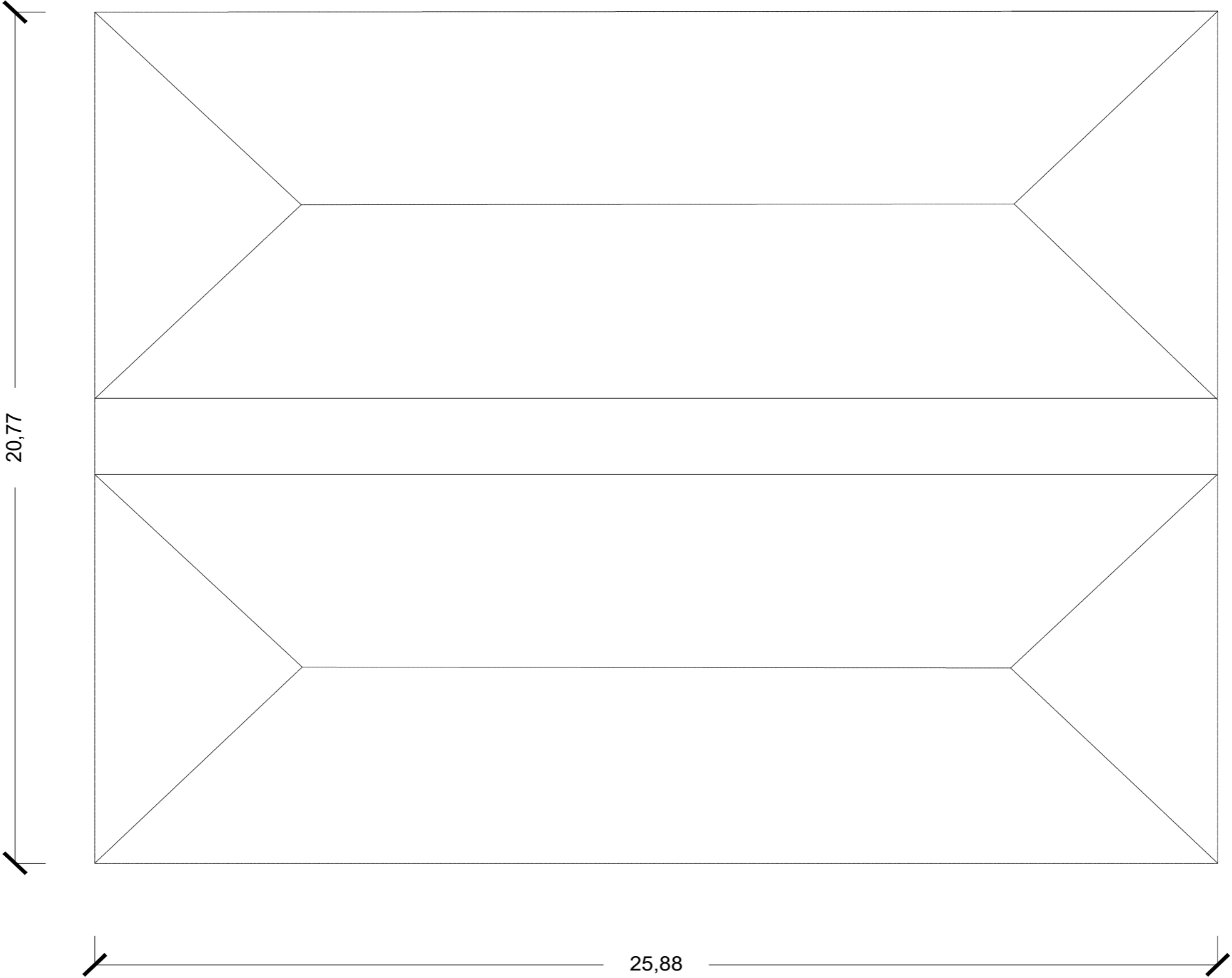
Escala gráfica:





CORTE TRANSVERSAL H-H'
 ESC:1/100

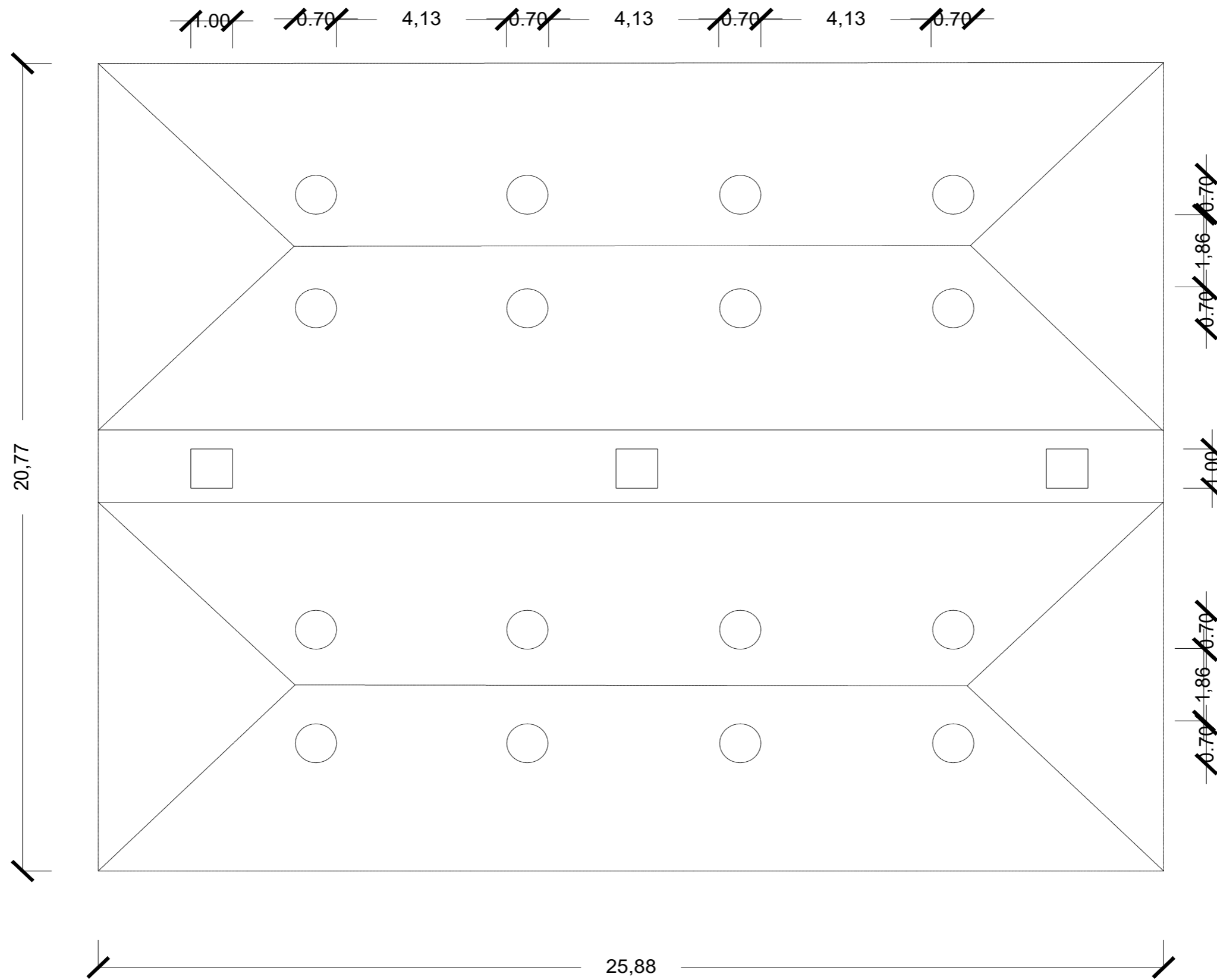
Figura458. Cubierta arquitectónicas Actual.



Cubierta Actual

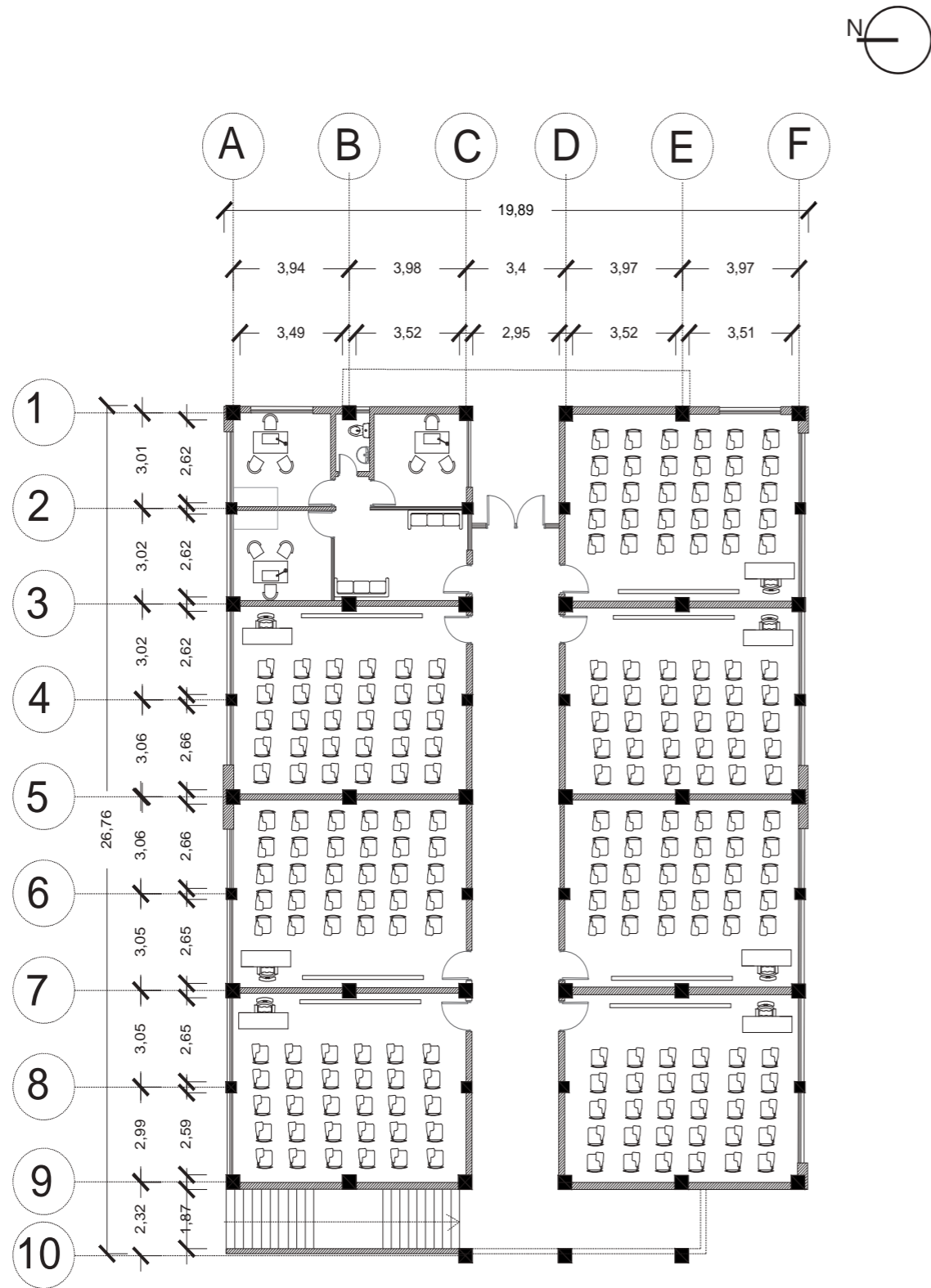
ESC:1/100

Figura459. Implantación arquitectónicas Propuesta.



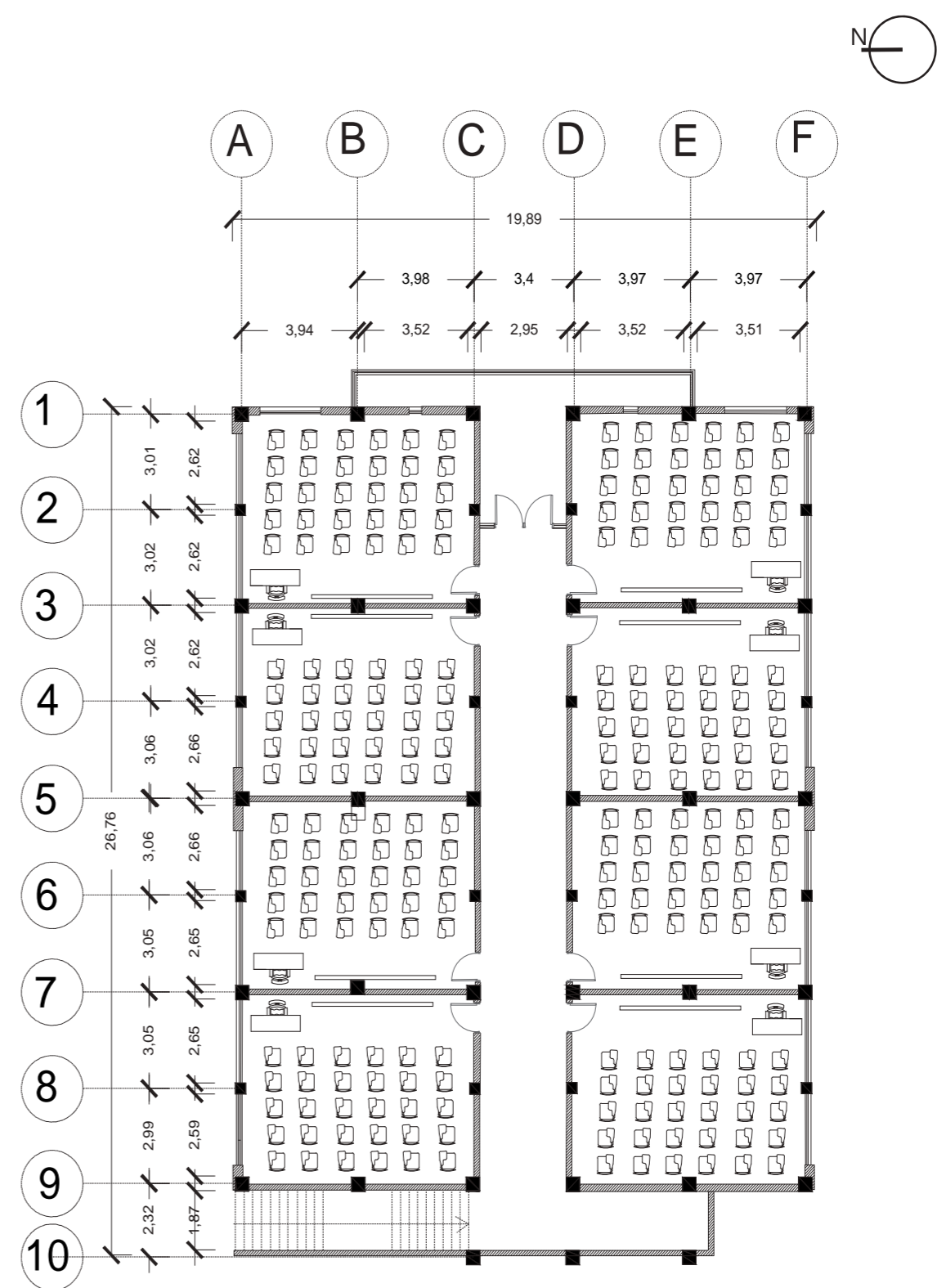
Cubierta Propuesta

ESC:1/100



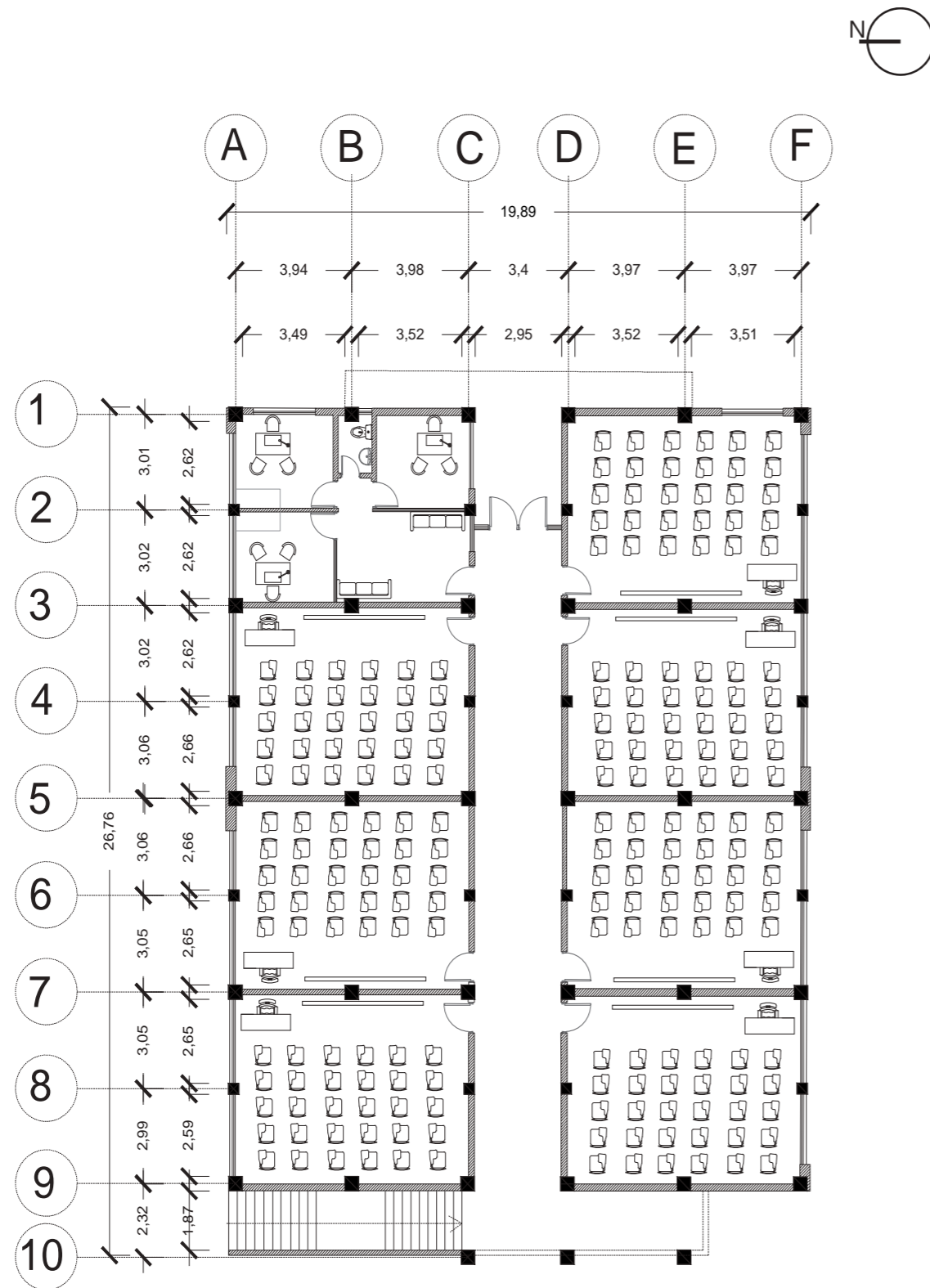
Planta Baja Actual

ESC:1/200



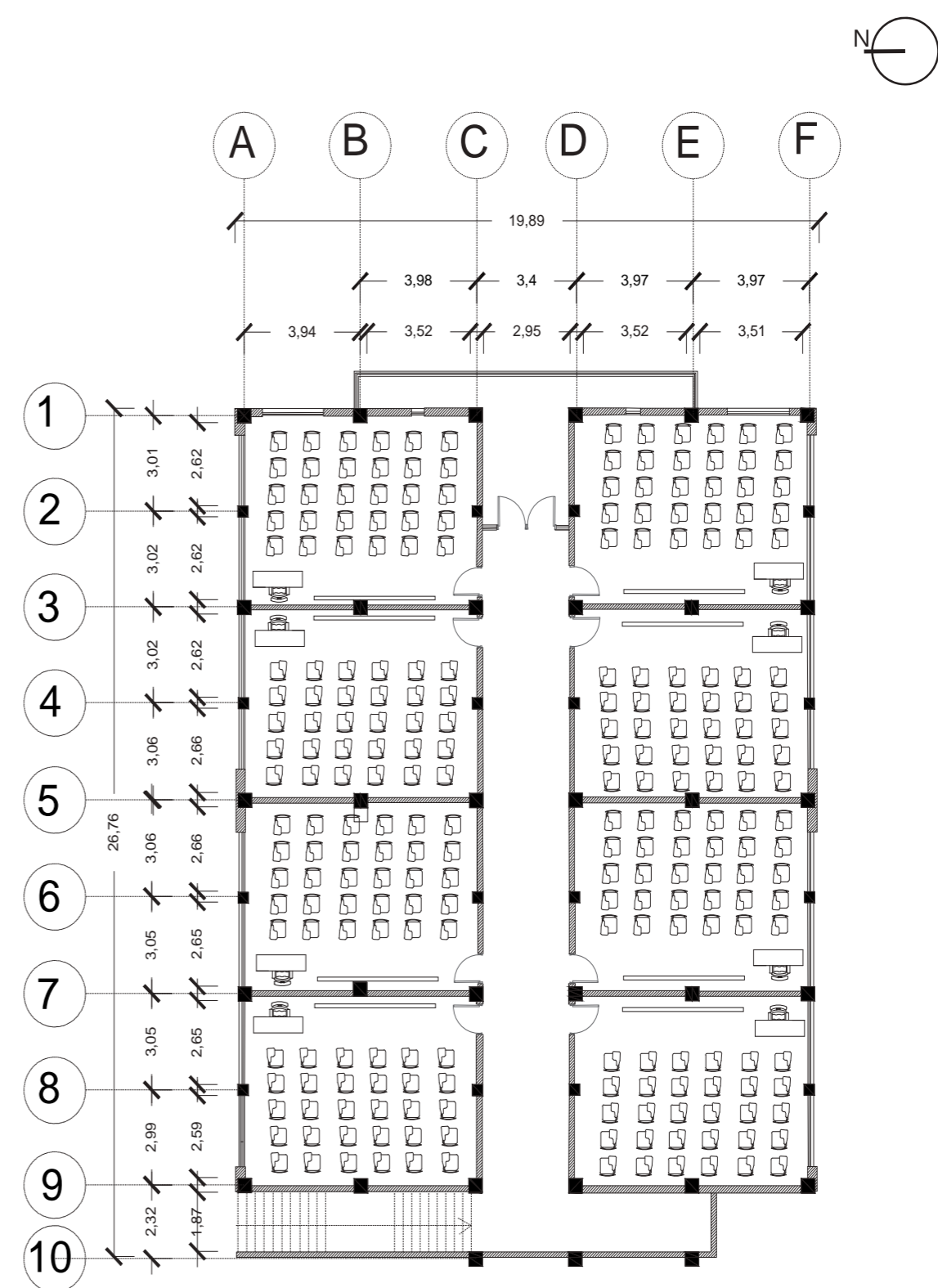
Planta Alta Actual

ESC:1/200



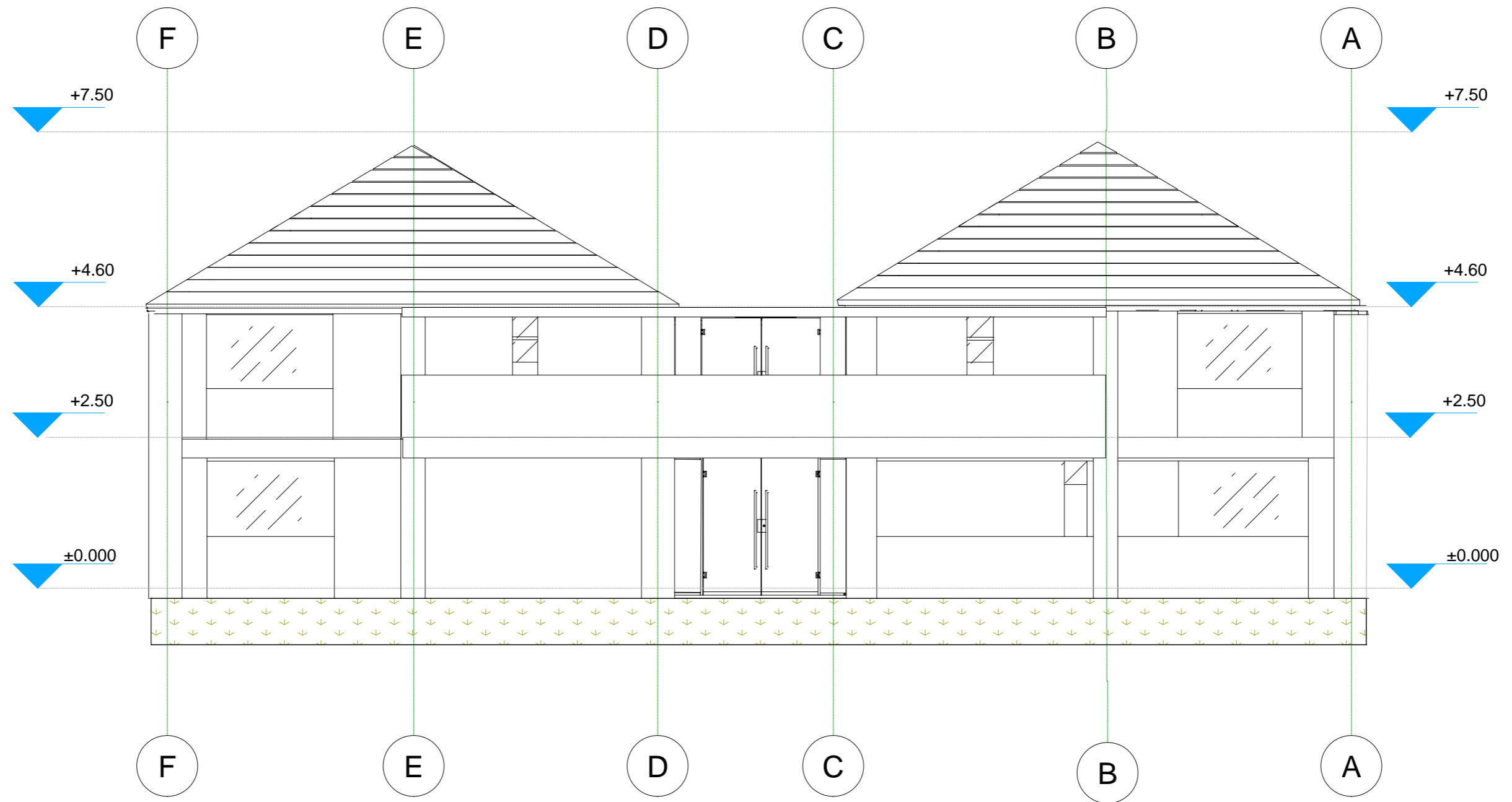
Planta Baja Propuesta

ESC:1/200

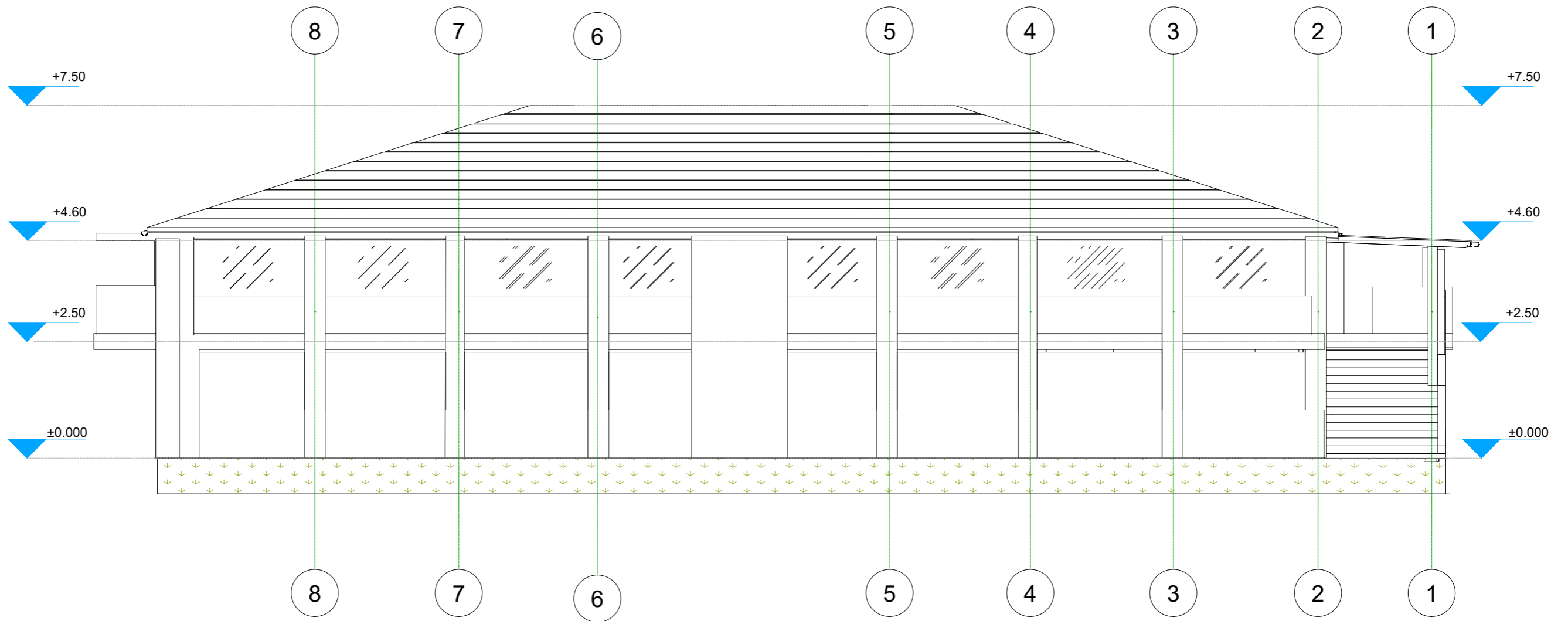


Planta Alta Propuesta

ESC:1/200

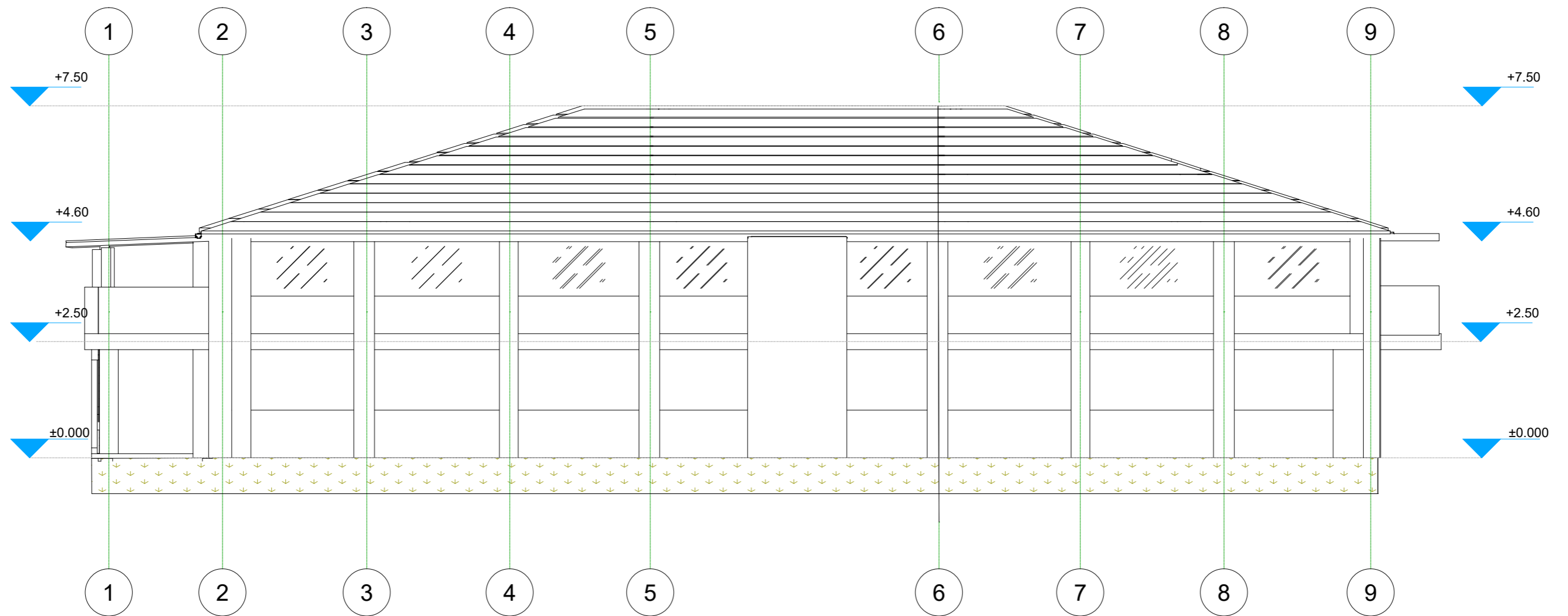


ESC:1/100



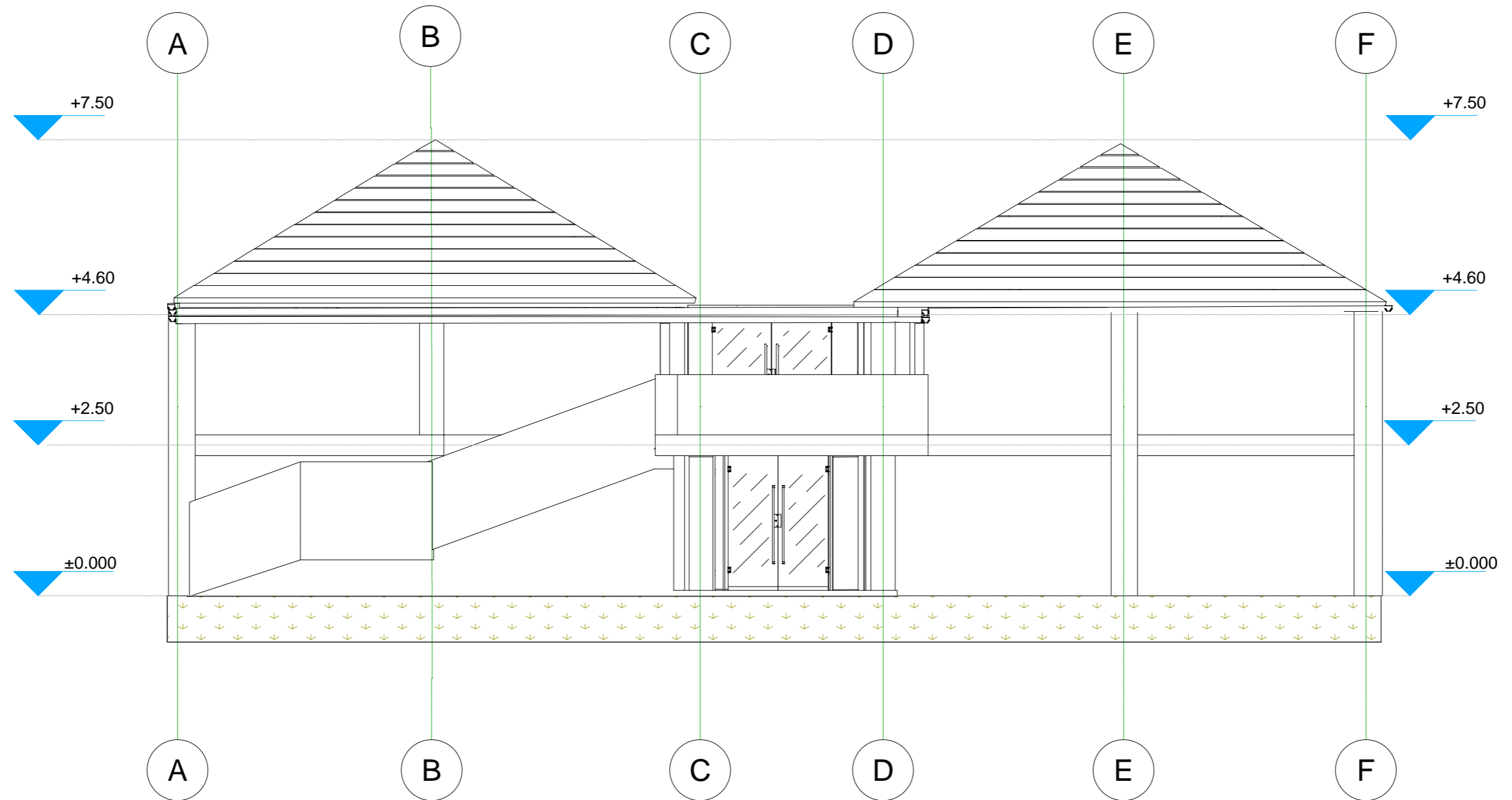
ESC:1/100

Fachada lateral derecha

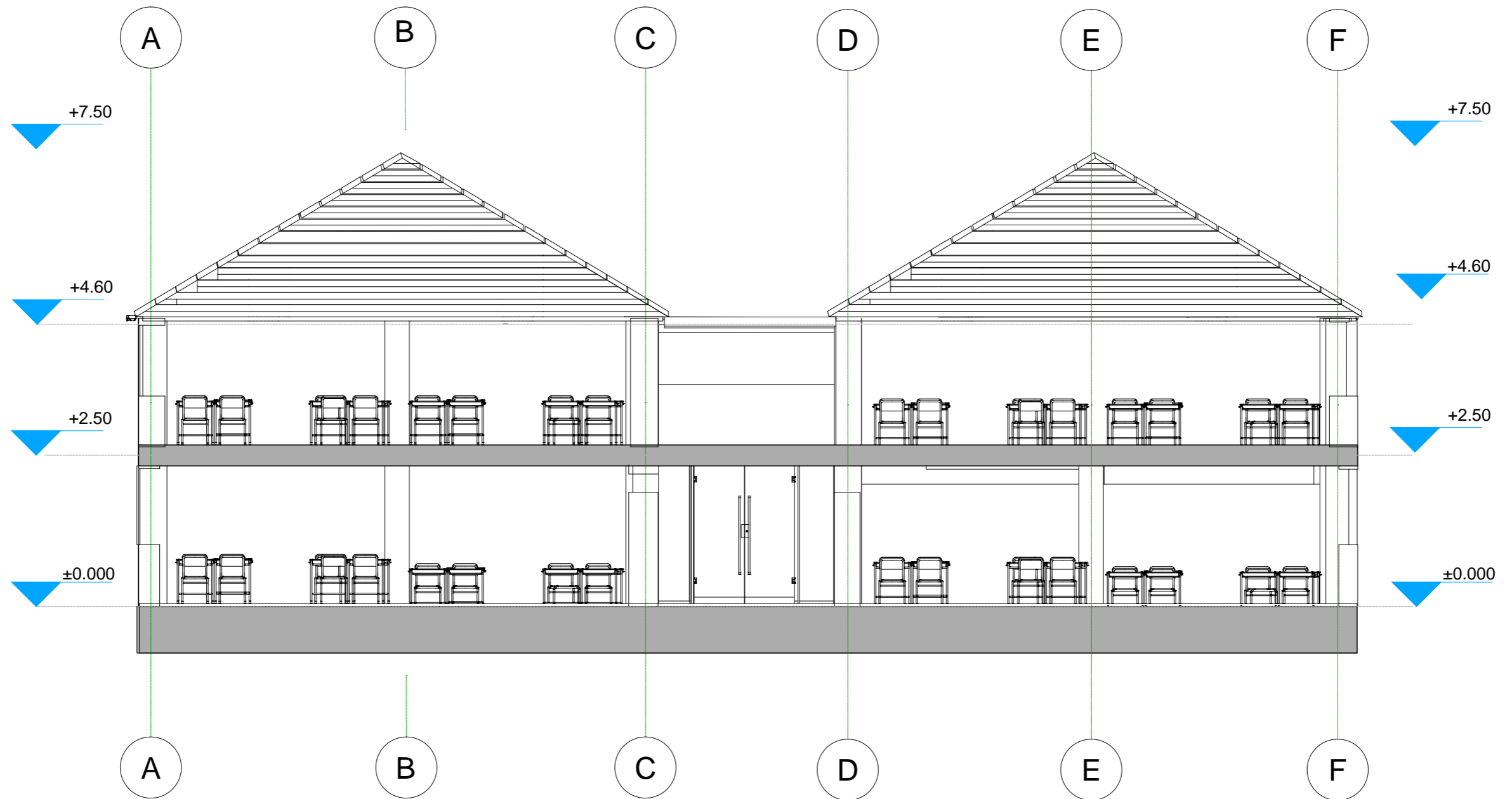


ESC:1/100

Fachada lateral posterior

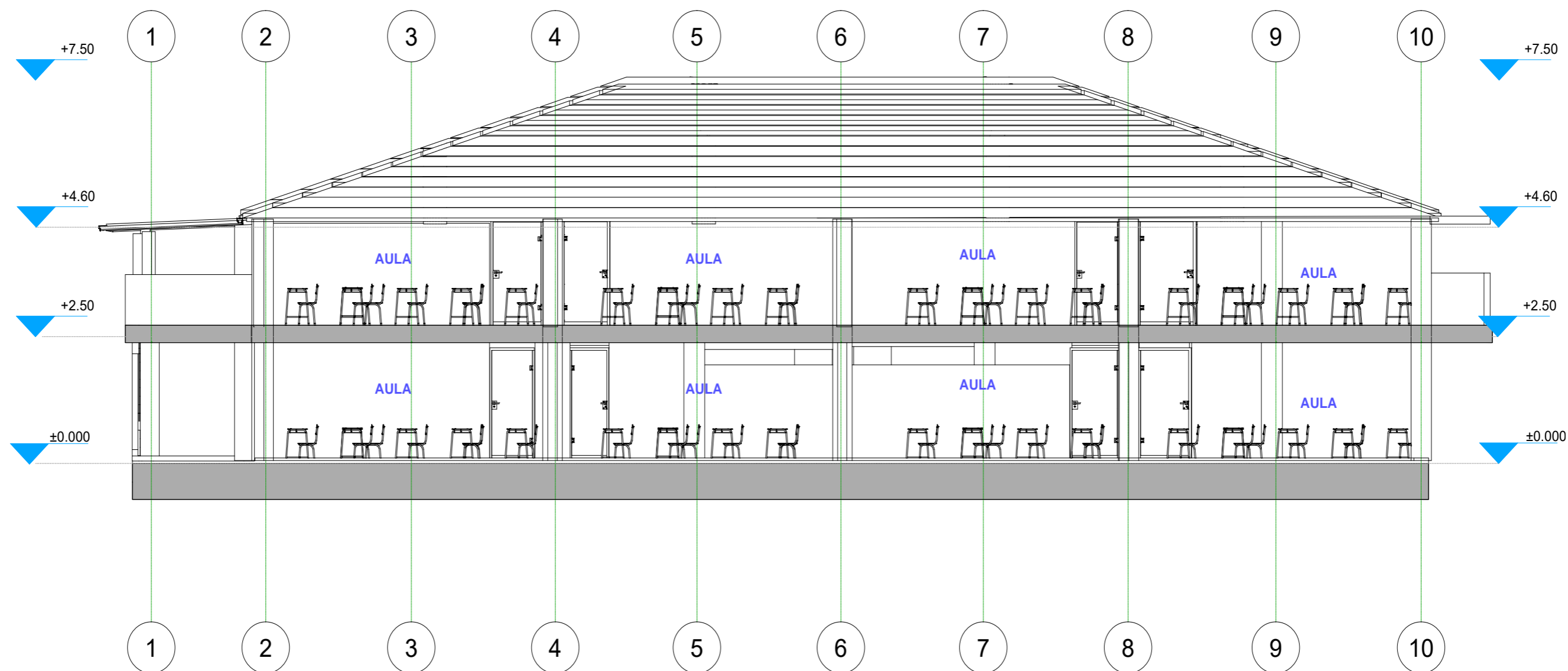


ESC:1/100



Corte Transversal

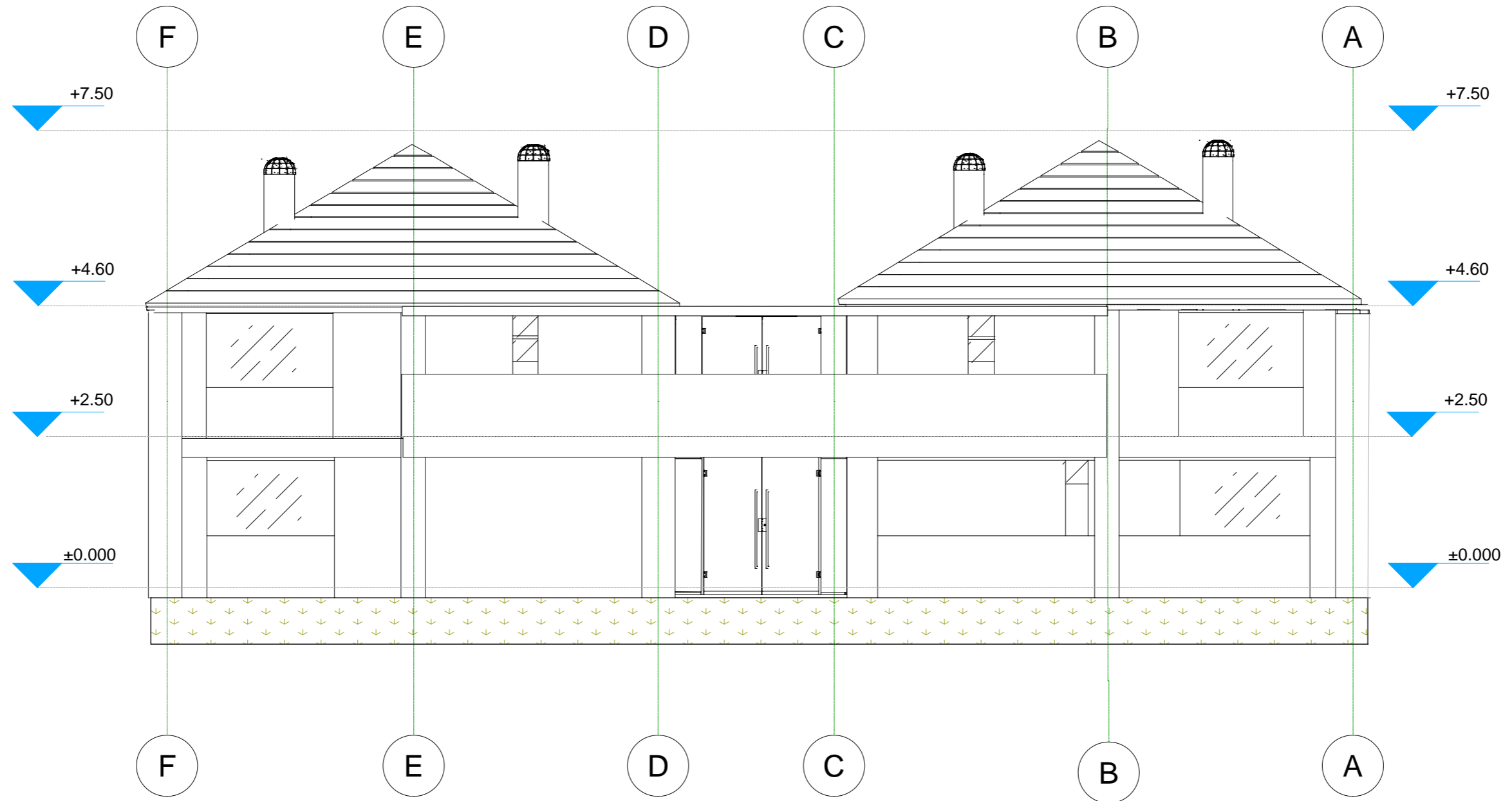
ESC:1/100



Corte Longitudinal

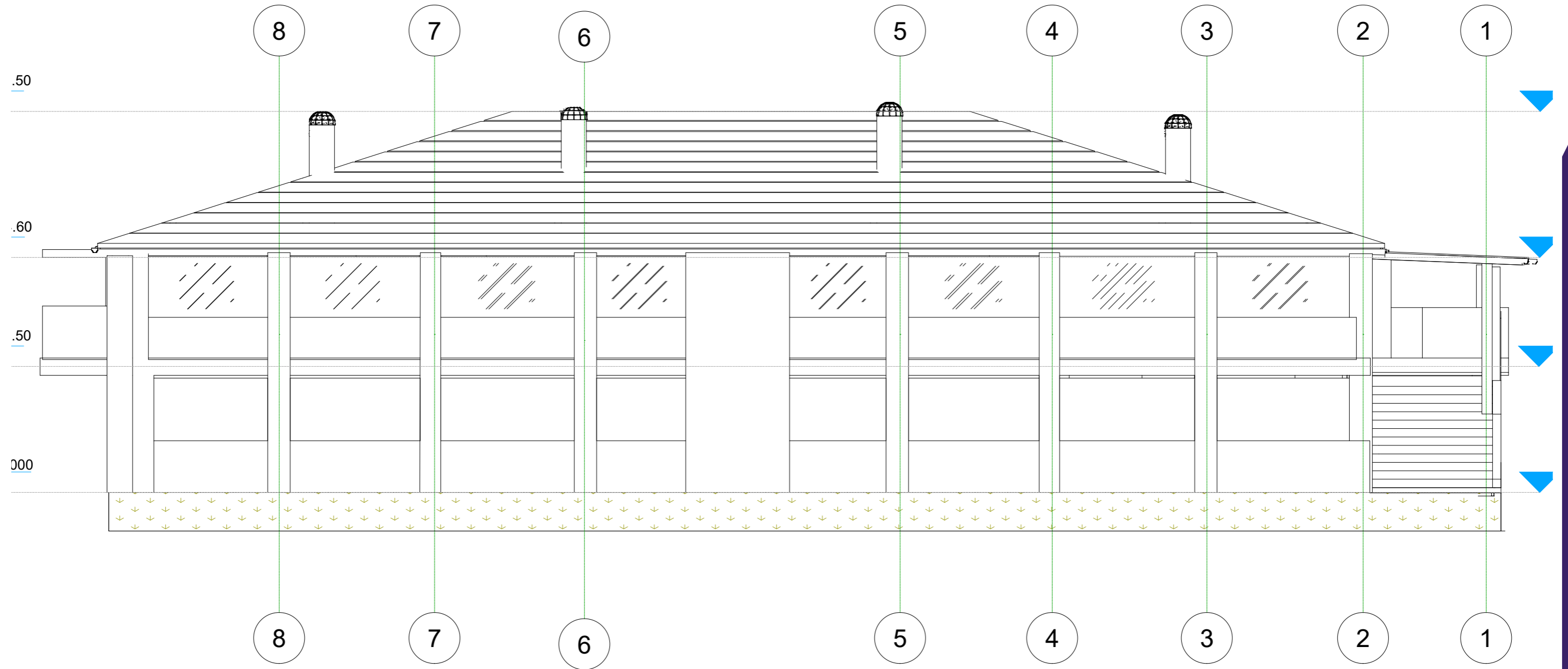
ESC:1/100

Fachada frontal



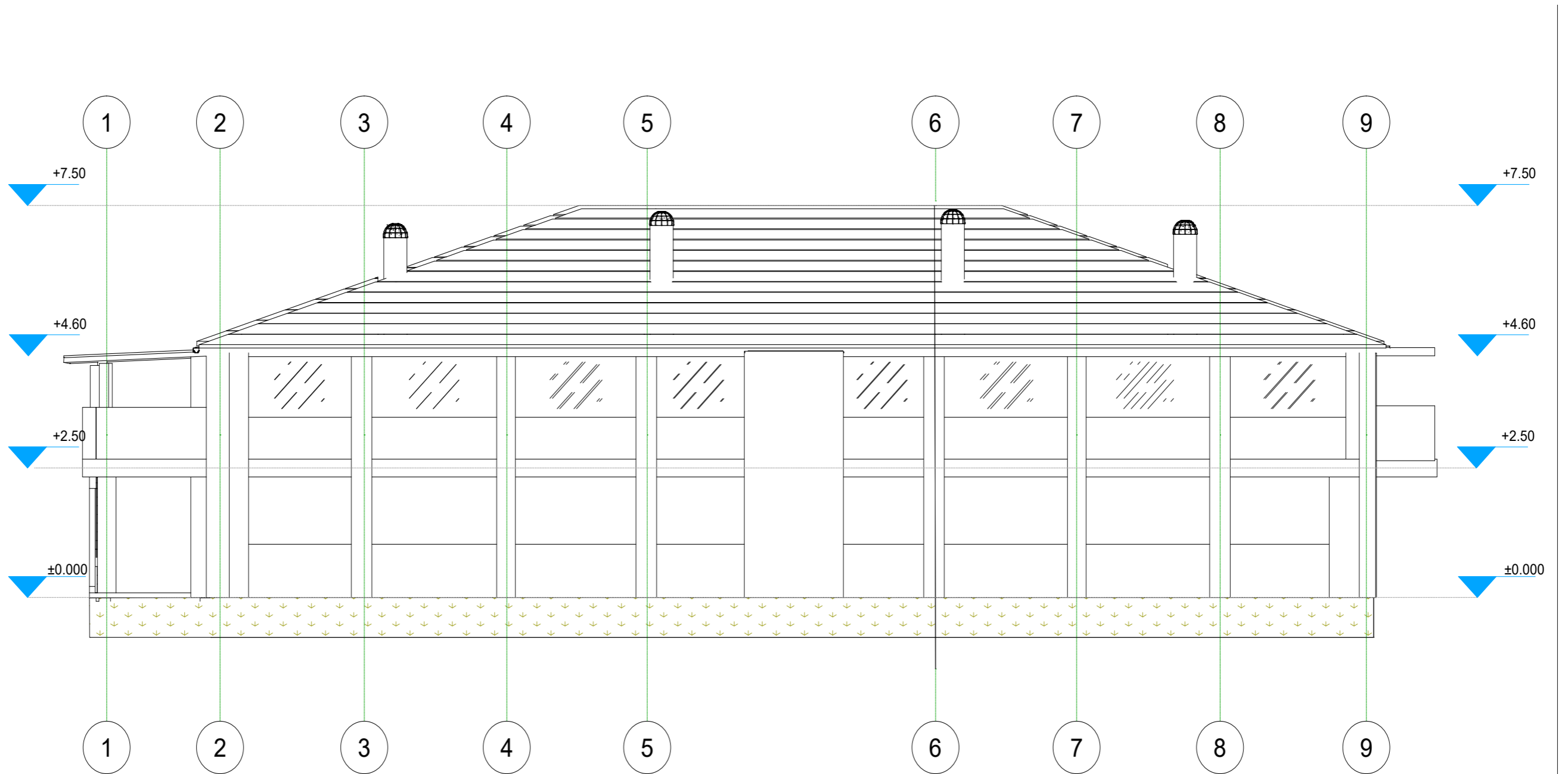
ESC:1/100

Fachada lateral izquierda

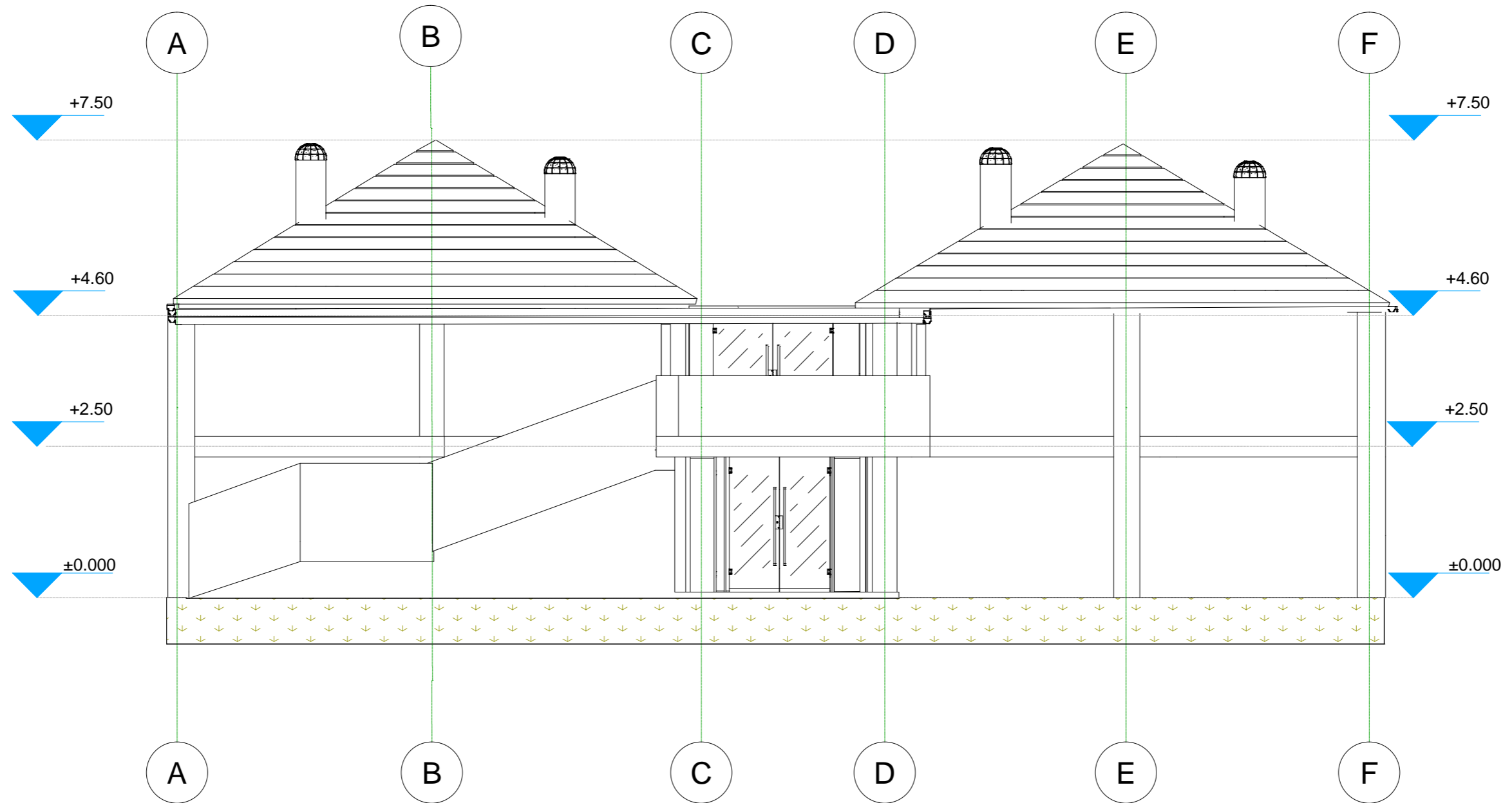


ESC:1/100

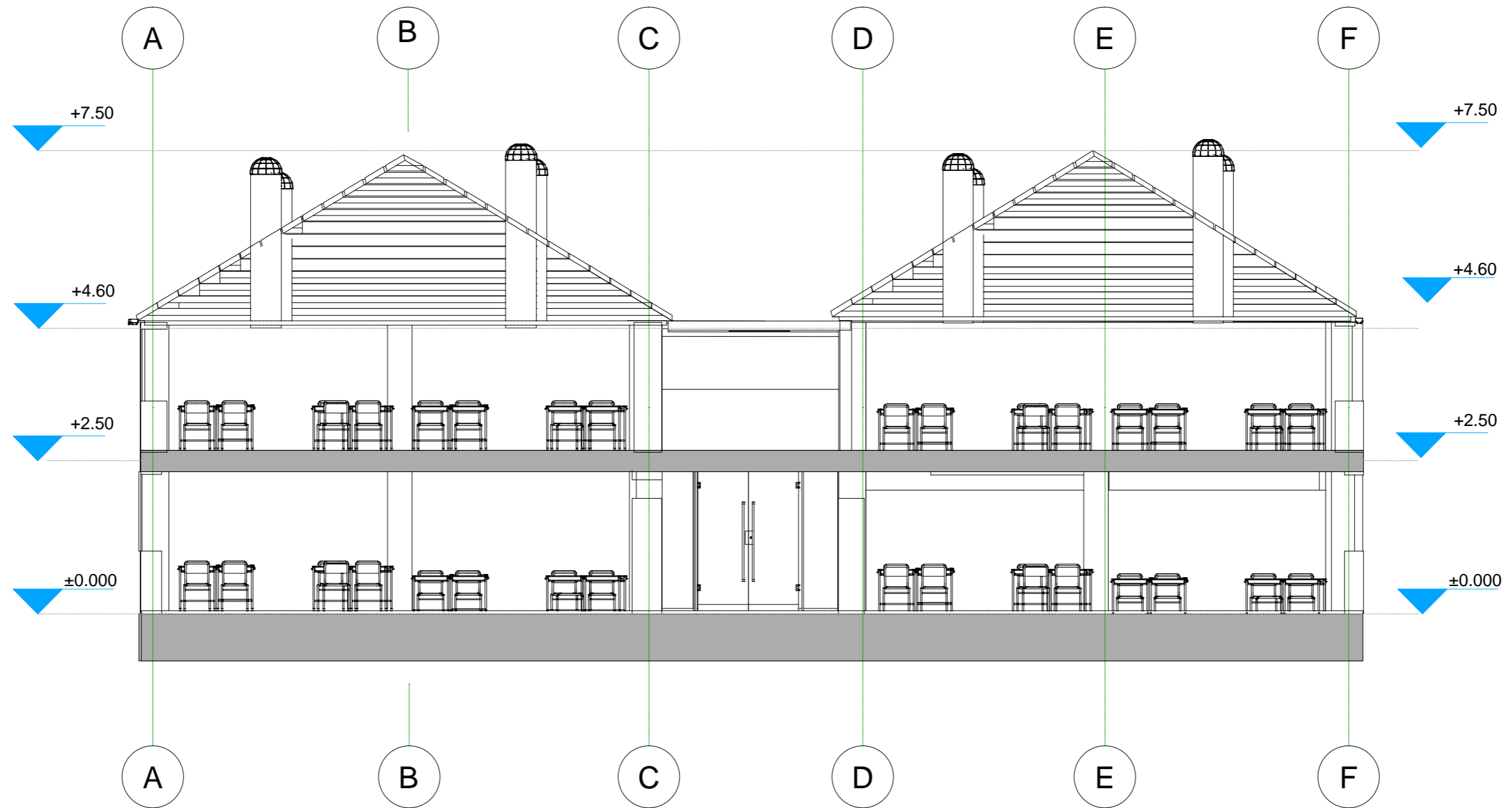
Fachada lateral derecha.



ESC:1/100

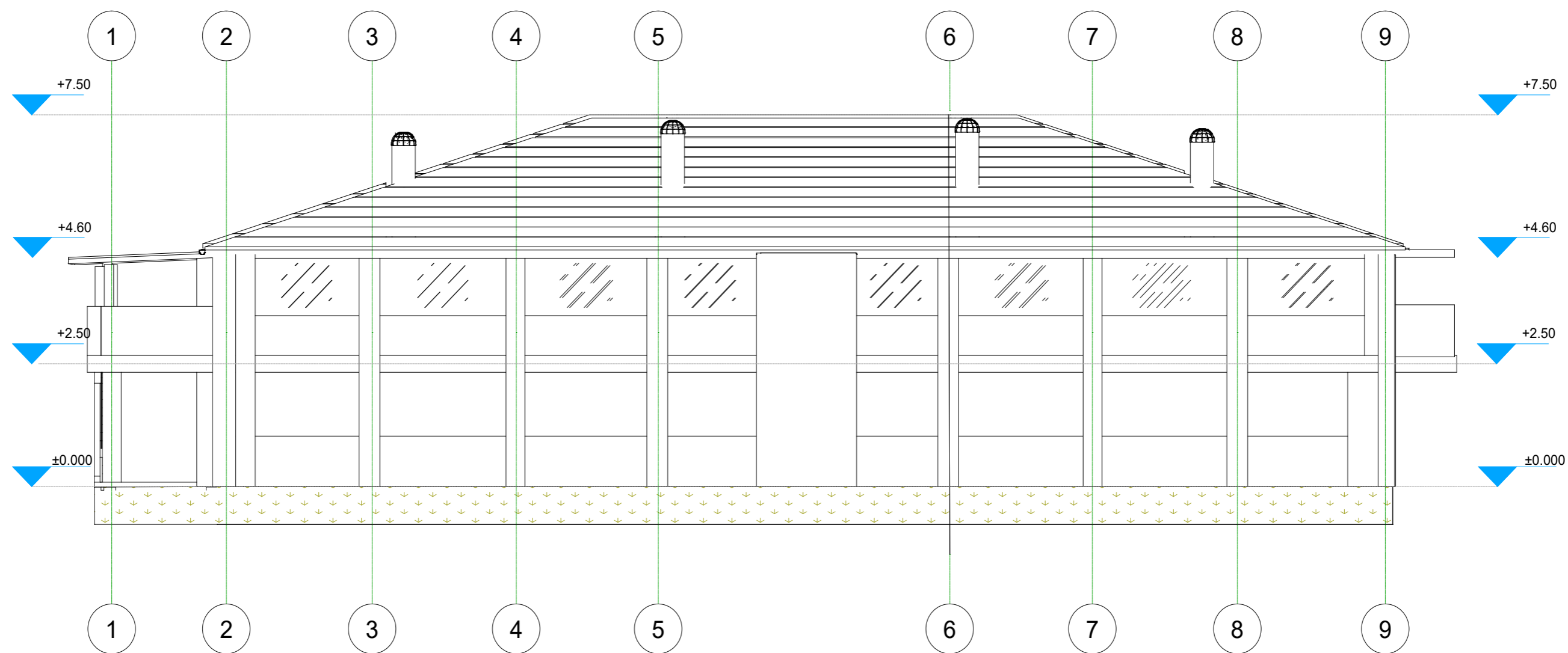


ESC:1/100



Corte Transversal

ESC:1/100



Corte Longitudinal

ESC:1/100

Figura474. Render 1

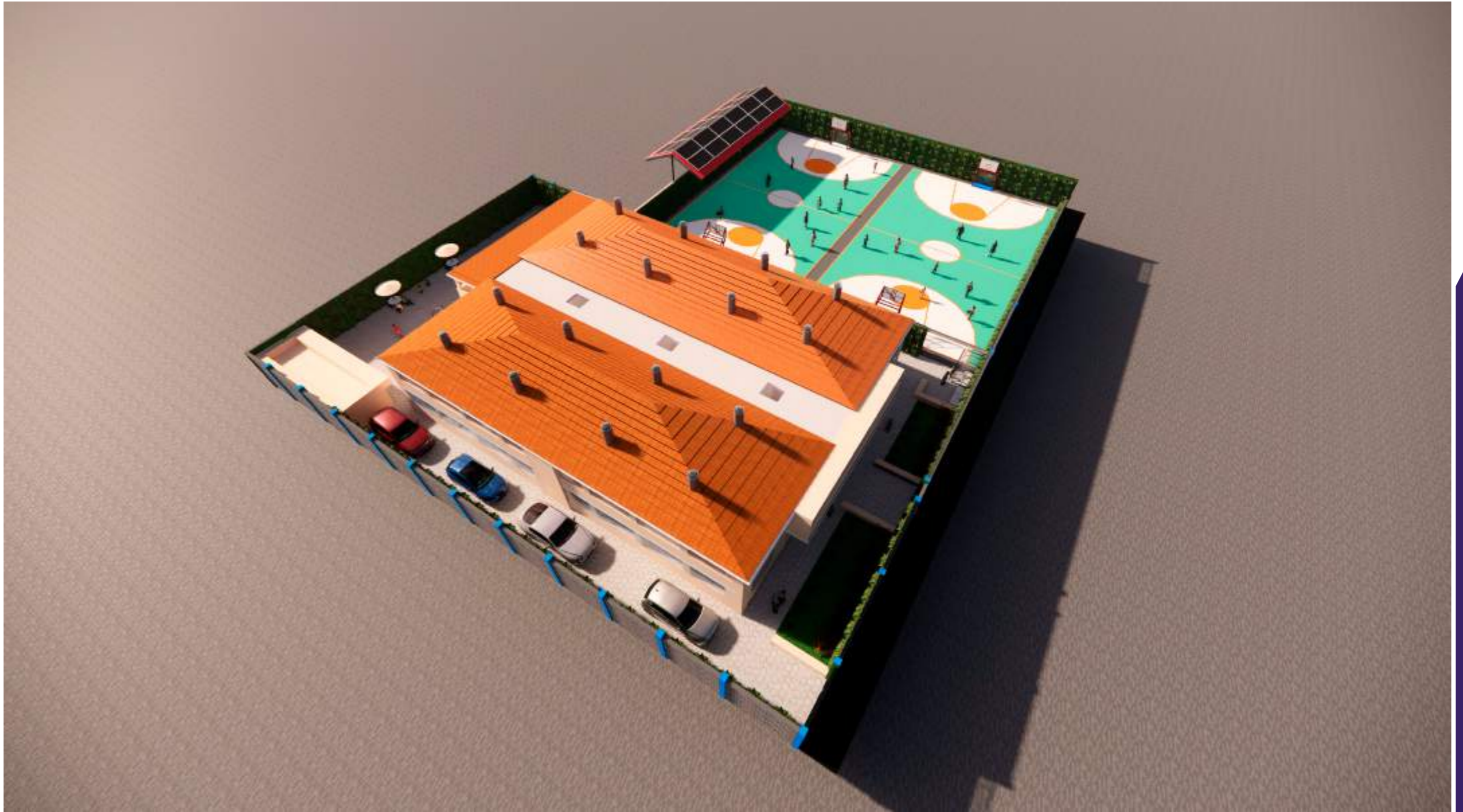


Figura475. Render 2



Figura476. Render 3



Figura477. Render 4



Figura478. Render 6



Figura479. QR Render y Recorrido virtual



Renders



Recorrido virtual

CONCLUSION OBJETIVO GENERAL

A través de la aplicación de metodologías de observación directa, fotogrametría 3D, recorridos 360°, análisis térmico y simulaciones digitales, se logró diagnosticar con precisión las principales deficiencias ambientales relacionadas con la iluminación natural, ventilación y confort térmico del establecimiento. Este diagnóstico permitió fundamentar la formulación de estrategias bioclimáticas pasivas, que optimizan el uso de los recursos naturales y mejoran significativamente las condiciones de habitabilidad y eficiencia energética del edificio.

Las estrategias aplicadas –como la ventilación cruzada, el aislamiento térmico en cubiertas y muros, los ductos de iluminación, los muros verdes, los sistemas de captación de agua lluvia y los paneles solares– demostraron, a través de simulaciones de desempeño térmico y lumínico, una reducción considerable en el consumo energético y una mejora del confort ambiental interior.

En conclusión, se cumplió plenamente con el objetivo general al generar un modelo de rediseño bioclimático integral, eficiente y replicable, que responde a las necesidades funcionales y ambientales de la infraestructura educativa. Este modelo no solo aporta a la sostenibilidad y resiliencia arquitectónica, sino que también contribuye al bienestar, rendimiento académico y conciencia ecológica de la comunidad educativa del Liceo Oxford, consolidando una propuesta técnica y ambientalmente viable para futuras intervenciones en el contexto andino ecuatoriano.

CONCLUSION OBJETIVO 1

A través de la aplicación de metodologías cualitativas-descriptivas, apoyadas en herramientas tecnológicas como Agisoft Metashape, recorridos 360° interactivos y levantamientos fotogramétricos tridimensionales, se logró obtener una representación fiel del estado físico y ambiental de la Unidad Educativa Liceo Oxford. La combinación de estos métodos con el análisis térmico mediante el software DJI Thermal Analysis Tool 3 y el registro climático local (INAMHI y NASA POWER) permitió desarrollar una triangulación metodológica que validó los resultados desde una perspectiva técnica, ambiental y contextual.

Los hallazgos evidencian deficiencias significativas en la iluminación natural, debido a la orientación inadecuada de los vanos y a la falta de elementos que regulen el ingreso de radiación solar; en la ventilación natural, por la ausencia de ventilación cruzada efectiva y el uso de materiales de baja permeabilidad al aire; y en el confort térmico, donde se identificaron zonas con acumulación de calor y espacios fríos por la falta de aislamiento térmico en cubiertas y muros.

De igual forma, el análisis fotogramétrico permitió visualizar de manera precisa las áreas críticas de sobrecalentamiento y sombreado insuficiente, mientras que los recorridos 360° complementaron la comprensión del comportamiento ambiental dentro del entorno escolar. Este proceso posibilitó la generación de un diagnóstico ambiental integral y georreferenciado, que constituye la base técnica para el desarrollo de estrategias bioclimáticas de mejora.

En conclusión, el objetivo fue alcanzado de manera exitosa, logrando identificar y documentar con rigor científico las principales deficiencias ambientales que afectan las condiciones de habitabilidad, eficiencia energética y confort de los espacios educativos. Los resultados obtenidos aportan información fundamental para orientar el rediseño arquitectónico con criterios de sostenibilidad y resiliencia climática, fortaleciendo el vínculo entre la infraestructura educativa y el bienestar de la comunidad escolar.

CONCLUSION OBJETIVO 2

se cumplió de manera efectiva al realizar un análisis técnico y ambiental detallado de las condiciones físicas del entorno escolar de la Unidad Educativa Liceo Oxford, empleando herramientas como la termografía infrarroja, fotogrametría 3D, recorridos 360°, entrevistas y registros climáticos locales. Estos métodos permitieron identificar con precisión los puntos críticos de deficiente ventilación, iluminación natural insuficiente y bajo confort térmico, generados principalmente por la orientación inadecuada del edificio, el uso de materiales constructivos con baja inercia térmica, y la ausencia de estrategias pasivas que regulen las condiciones internas del ambiente.

El estudio evidenció que las aulas presentan fluctuaciones térmicas marcadas, escasa entrada de luz natural y circulación limitada del aire, factores que afectan directamente la habitabilidad, el rendimiento académico y la eficiencia energética. La correlación de los datos obtenidos permitió consolidar un diagnóstico ambiental integral, reflejado en la matriz Insight, que organiza los resultados según variables de diseño, infraestructura, confort y sostenibilidad.

En síntesis, el objetivo fue alcanzado satisfactoriamente, logrando un conocimiento técnico profundo del comportamiento térmico, lumínico y ventilatorio del establecimiento. Estos resultados constituyen una base científica sólida para la formulación de estrategias de rediseño bioclimático, orientadas a mejorar el desempeño ambiental, optimizar los recursos naturales y garantizar el bienestar térmico y visual de los usuarios dentro del entorno educativo.

CONCLUSION OBJETIVO 3

enfocado en generar estrategias bioclimáticas de diseño en los espacios para mejorar las condiciones ambientales de la infraestructura educativa Oxford, mediante simulación de comportamiento térmico, fue alcanzado de manera exitosa.

A partir del diagnóstico ambiental obtenido en los objetivos previos, se desarrollaron estrategias arquitectónicas pasivas y sostenibles, diseñadas y evaluadas mediante herramientas digitales como Autodesk Revit, DesignBuilder y Ecotect, las cuales permitieron simular y comparar el desempeño térmico, lumínico y energético de la edificación antes y después de las intervenciones propuestas.

Entre las estrategias aplicadas destacan:

Aislamiento térmico y ventilación cruzada para mantener la temperatura interior estable y mejorar el confort térmico.

Ductos de iluminación y efecto chimenea, que favorecen la extracción de aire caliente y optimizan la calidad lumínica interior.

Muros verdes y cubiertas vegetales, para mejorar la calidad del aire y reducir la radiación solar directa sobre los muros.

Paneles solares y sistemas de recolección de agua lluvia, que promueven la autosuficiencia energética y el aprovechamiento de recursos naturales.

Las simulaciones térmicas demostraron una reducción significativa en la ganancia de calor, un incremento en la eficiencia energética y una mejora en los niveles de confort ambiental de las aulas. Asimismo, se evidenció que la aplicación de materiales pasivos y la correcta orientación solar reducen la dependencia de sistemas artificiales de climatización e iluminación.

En conclusión, este objetivo logró consolidar un modelo técnico de rediseño bioclimático contextualizado, viable desde el punto de vista ambiental, económico y social. Las estrategias formuladas no solo optimizan las condiciones de habitabilidad del Liceo Oxford, sino que también representan un referente replicable de arquitectura educativa sostenible para instituciones con similares características climáticas en la región andina del Ecuador.

Figura480. Anexo 1



Figura481. Anexo 2



Figura482. Anexo 3



Figura483. Anexo 4



Figura484. Anexo 5

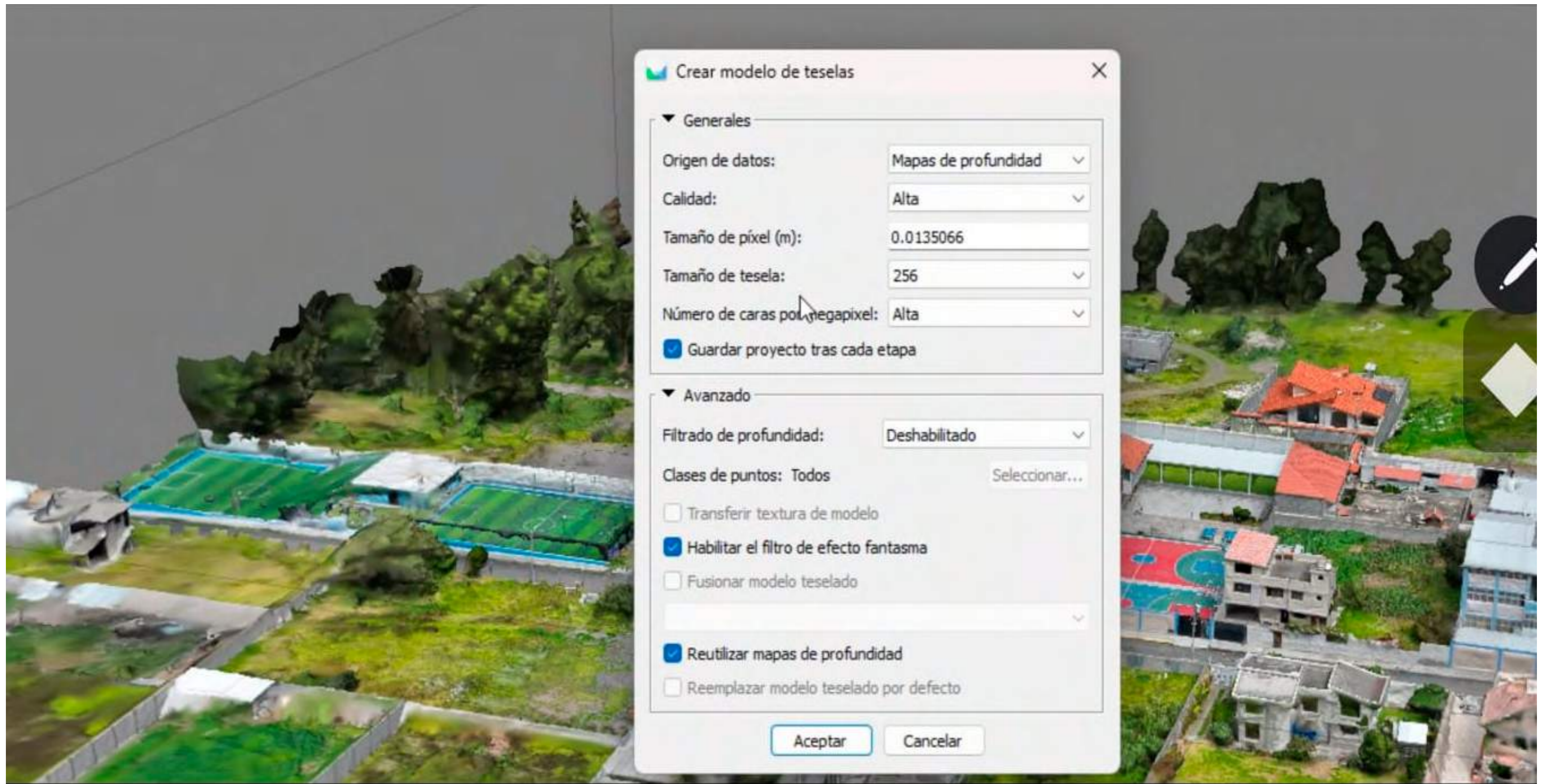


Figura485. Anexo 6

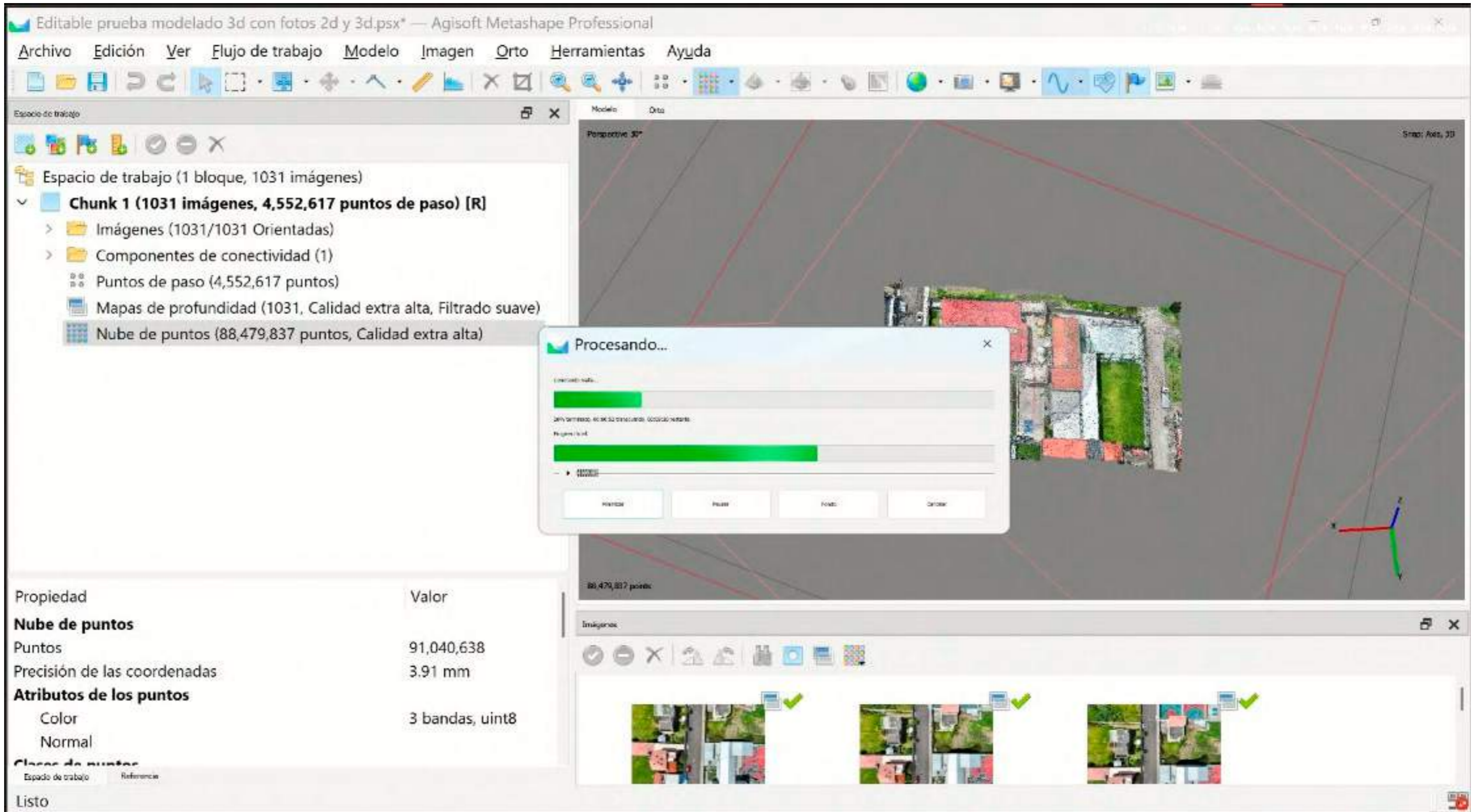


Figura486. Anexo 7

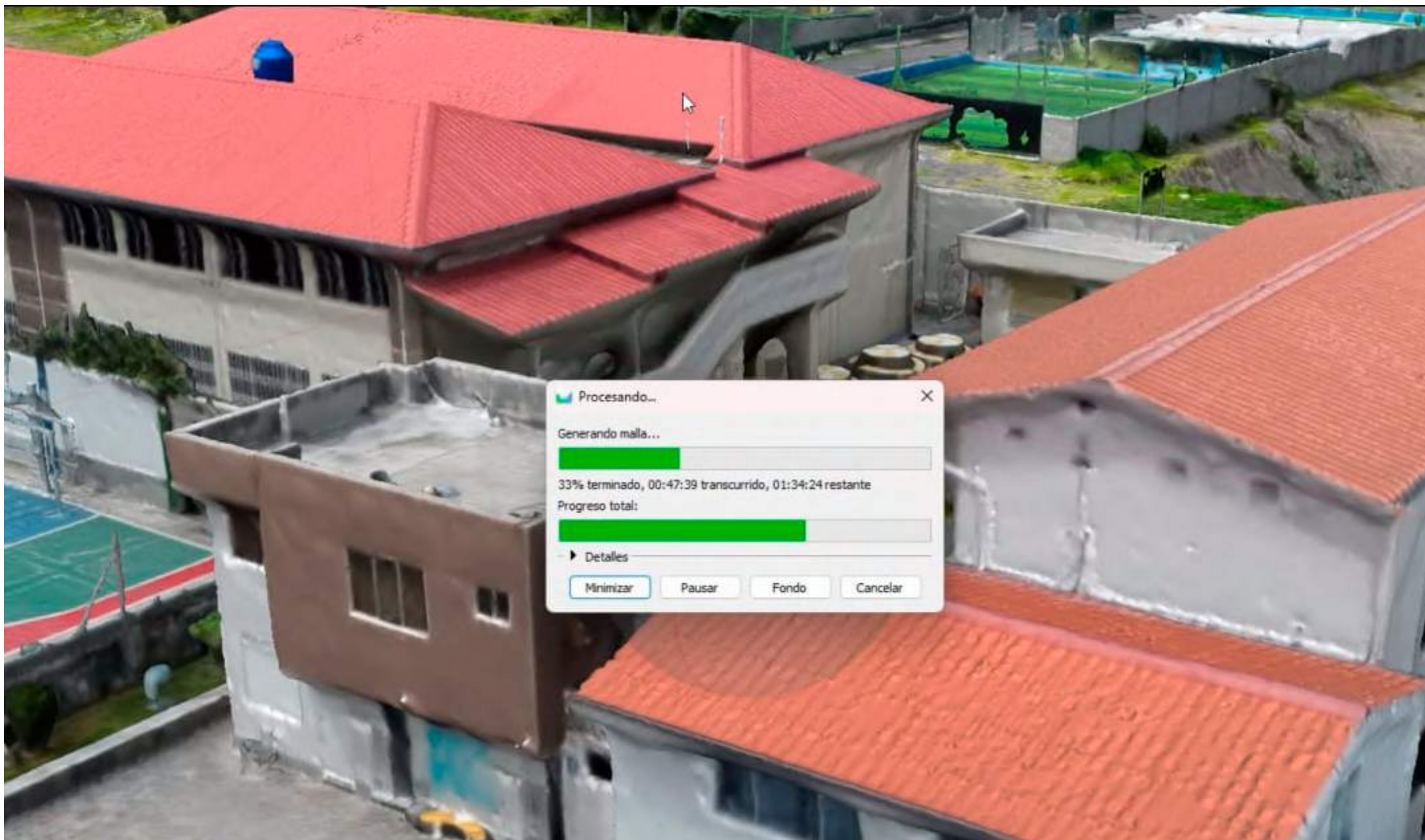
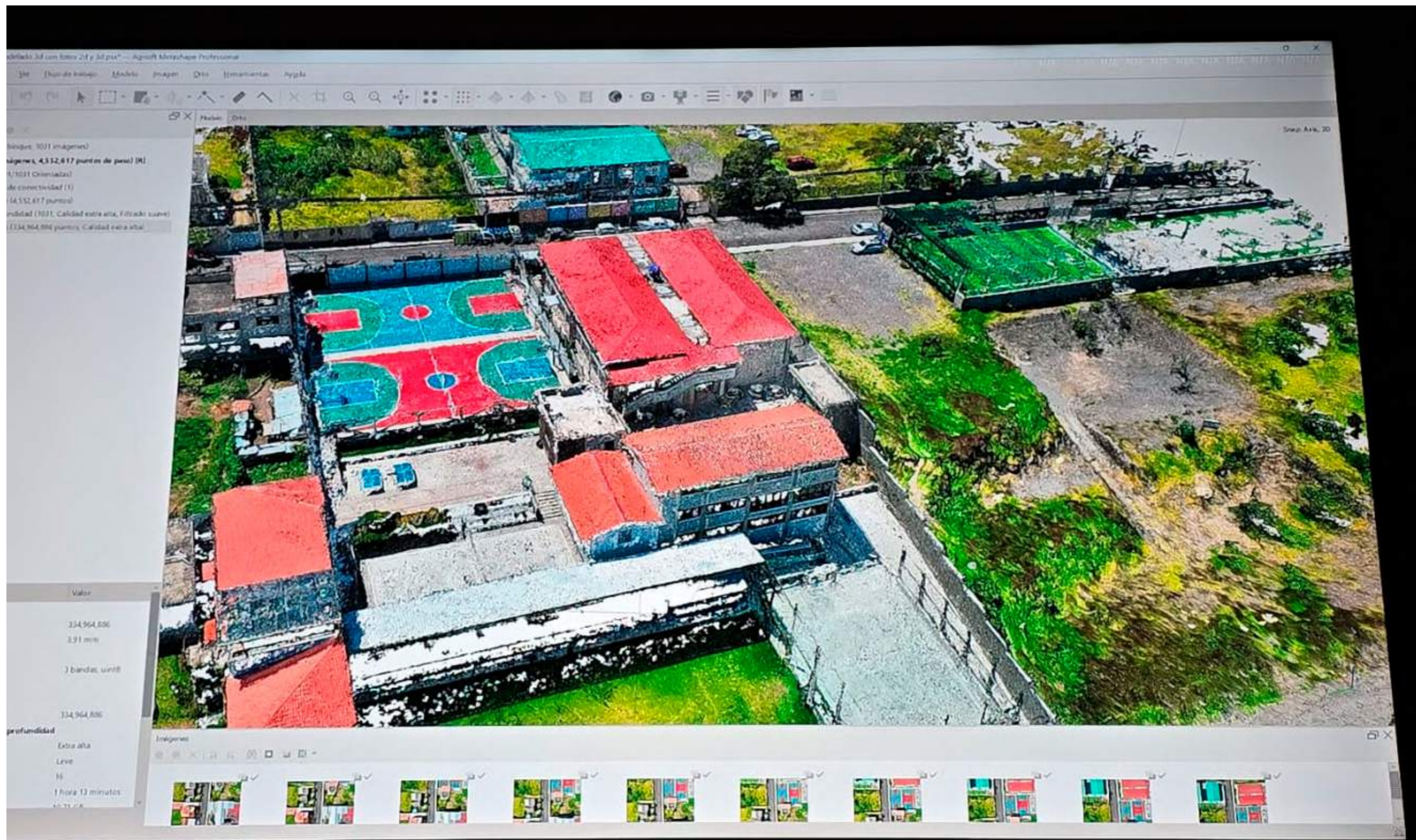
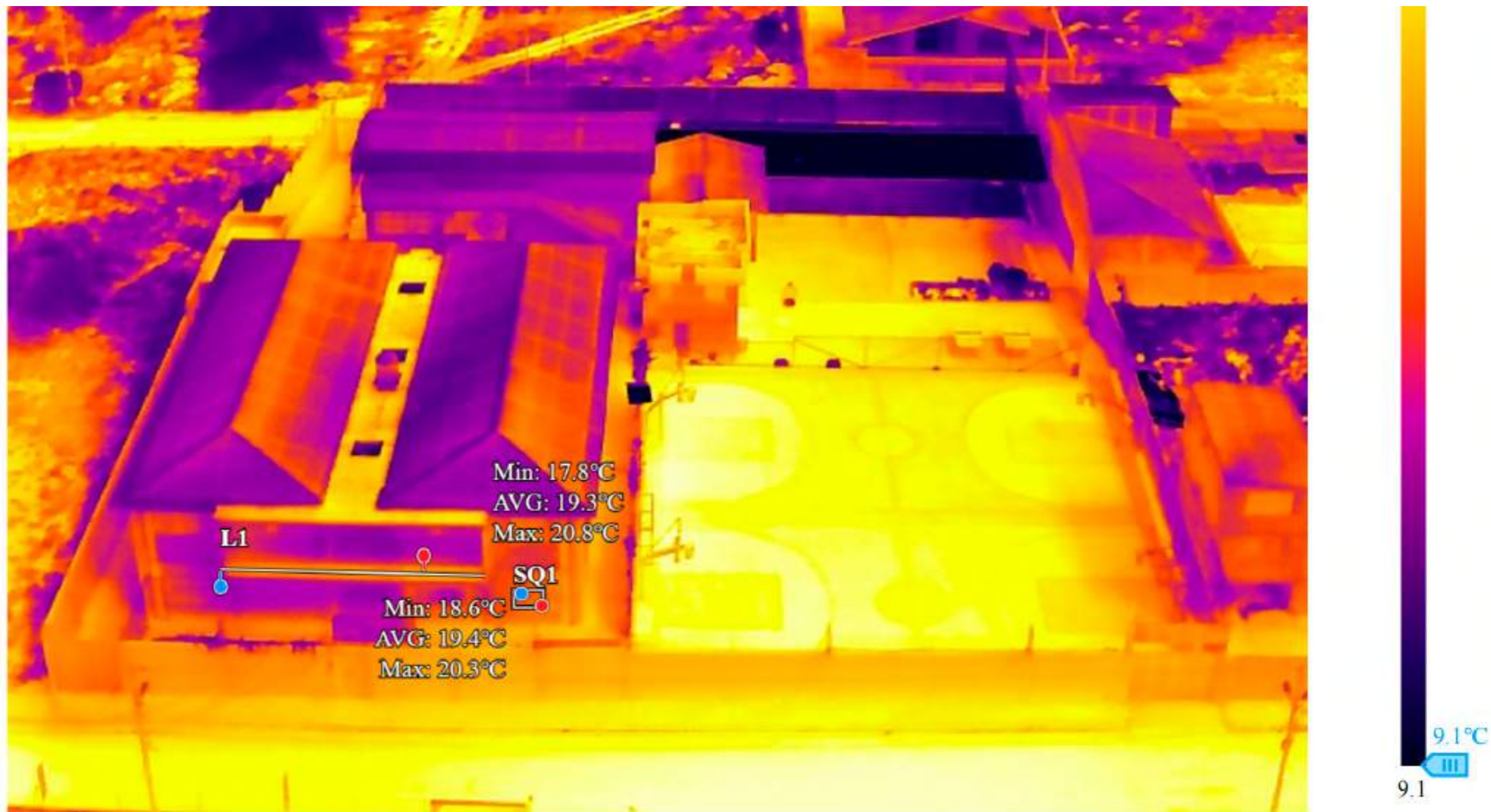


Figura487. Anexo 8



Figura488. Anexo 9





LUNES 5PM F.F.JPG

LUNES 5PM F.F.JPG

2025/06/30 03:38:11

Measurements

L1	MIN	17.8°C
	AVERAGE	19.3°C
	MAX	20.8°C
SQ1	MIN	18.6°C
	AVERAGE	19.4°C
	MAX	20.3°C

Parameters

Distance	5 m
Humidity	50%
Emissivity	0.95
Reflected Temp	13.8°C



Measurements

L1	MIN	16.2°C
	AVERAGE	17.1°C
	MAX	18.1°C
SQ1	MIN	16.8°C
	AVERAGE	17.4°C
	MAX	18.1°C
L2	MIN	13.7°C
	AVERAGE	17.2°C
	MAX	20.7°C

Parameters

Distance	5 m
Humidity	50%

Emissivity	0.95
Reflected Temp	14.1°C

Figura493. Anexo 14

