



**Calidad ambiental y espacios educativos. Evaluación de mejoras
en una institución pública del periurbano marplatense.**

IVÁN PEDRO PRADO

Proyecto Final de Ingeniería Ambiental

Facultad de Ingeniería

Universidad Fraternidad de Agrupaciones Santo Tomás de Aquino (UFASTA)

Dr. Ing. Justo José Roberts

Tutor: Universidad Nacional de Mar del Plata
Facultad de Ingeniería

PhD. Eng. Samir El-Omari

Co-tutor: University of Wisconsin-Platteville (USA).
College of Engineering, Mathematics and Science

El presente trabajo final de graduación forma parte de un proyecto que está encuadrado en los temas de investigación del “*Grupo de Investigación y Desarrollo en GeoTecnologías y Energía (GIDGE)*” perteneciente al Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Agradecimientos

Se acerca el fin de una etapa y quiero expresar mi agradecimiento a todas aquellas personas que me acompañaron a lo largo de este camino.

A mi familia por su apoyo durante toda la carrera.

A Juli, Sato, Iyi, Lari, Jaz, Coti, Lucio, Mauri y Juan Cruz por haber estado siempre, en todo momento.

A Sofi, Pau, Aldi, Facu, Magui y Lucas por las mañanas y tardes de estudio, risas y mates. Hicieron que este trayecto fuese mucho más divertido y ameno.

A mi Director el Dr. Ing. Justo Roberts y a mi Co-Director PhD. Eng. Samir El-Omari por el apoyo brindado en este trabajo.

Al Ing. Oscar Noguera por toda su ayuda, tiempo y experiencia para que pudiese desarrollar esta Tesis de Grado.

Al Grupo de Investigación y Desarrollo en Geotecnologías y Energía (GIDGE) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata, por darme el marco necesario para desarrollar mi Proyecto Final y brindarme la experiencia de todos sus integrantes, así como la posibilidad de interactuar con distintas disciplinas.

A los Ingenieros e Ingenieras Justin Prochaska, Elizabeth Rueden, Isaac Brosinski, Kyle Ranker y Chloe Thomas de la Universidad de Wisconsin-Platteville, Estados Unidos (UWPLATT) por el año de trabajo y los lindos momentos compartidos.

A toda la comunidad educativa de la Escuela N°43 “John F. Kennedy”, en particular a su Directora Virginia Boggia. Sin su colaboración y buena predisposición, este trabajo no hubiese sido posible.

A los y las integrantes del Grupo de Investigación Ecosistemas (FI-UFASTA) – Dra. Silvia de Marco, Dr. Jorge Marcovecchio, Dr. José Luis Cionchi, Dra. Ing. Paula Barral, MSc. María Juliana Bó, Esp. Ing. Mariano Sollazzo, Cart. Adriana Lopez de Armentia, Lic. María Cecilia Finocchietti y Dra. Ximena Sirimarco -, por haber sido quienes me permitieron adentrarme en el ámbito de la investigación científica y la docencia.

Por último, a la Universidad FASTA, en especial a docentes y personal de la Facultad de Ingeniería, por haberme permitido estudiar Ingeniería Ambiental en Mar del Plata.

Resumen

La industria de la construcción posee una estrecha relación con el ambiente y la salud humana. Dicho sector utiliza recursos tales como agua, energía, materias primas y genera impactos negativos de distinta relevancia en la calidad ambiental exterior e interior de las infraestructuras, a lo largo de sus múltiples fases constructivas. El surgimiento de la construcción sostenible, busca mitigar esos impactos a través de la aplicación de variadas estrategias y tecnologías a lo largo del ciclo de vida de un proyecto.

El objetivo del presente trabajo es evaluar mejoras en el ambiente interno y exterior de la Escuela N°43 “John F. Kennedy” ubicada en el Barrio Parque Hermoso, Partido de General Pueyrredon, que propendan a facilitar los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Para cumplir con el objetivo planteado, se llevó adelante un diagnóstico técnico-ambiental considerando diferentes subsistemas de la institución. Paralelamente, y de forma tal de evaluar las percepciones que distintos actores de la comunidad educativa tienen sobre diversos aspectos de la infraestructura escolar, se realizaron entrevistas semi-estructuradas a informantes calificados e interrogantes a algunos estudiantes. A partir de ambas estrategias, se elaboró una matriz de interés-influencia logrando un mapeo de actores.

Como producto final se evaluaron y seleccionaron alternativas a implementar en la escuela que se concretaron en distintas propuestas, determinando los beneficios socio-ambientales que derivarían de su posible ejecución.

Como puntos relevantes, a través del desarrollo de dos casos de estudio, se propuso en primer lugar el rediseño del sistema de iluminación utilizando el software de cálculo y simulación Dialux Evo. En el segundo caso, se planteó la utilización de la energía solar a través de la instalación de un arreglo solar fotovoltaico para suministro de energía eléctrica limpia y el empleo de colectores solares térmicos para producir agua caliente sanitaria.

Por otro lado, se sugiere mejorar la ventilación y el aislamiento térmico de la estructura, el reemplazo de los calefactores, el mobiliario sanitario y el sistema de vuelco de aguas residuales, entre otras cosas.

Con vistas a futuro, con el objetivo de pasar de esta etapa de prefactibilidad a una de factibilidad, se recomienda que las medidas estructurales desarrolladas se profundicen realizando estudios que requieran mayor detalle y precisión.

A su vez, si se pretende alcanzar una comunidad verdaderamente sostenible y resiliente, dichas medidas deben acompañarse de un planteo integral de todos los aspectos abordados en la escuela. En este sentido, la educación ambiental cumple un rol preponderante transformando la forma de ser, pensar y actuar de los seres humanos y construyendo saberes y formación ambiental, a través de los cuales, se fomenta la participación ciudadana.

Palabras claves: construcción sostenible, espacios educativos, periurbano marplatense, diagnóstico técnico-ambiental, percepción de los actores.

Summary

The construction industry has a close relationship with the environment and the human health. This sector uses resources such as water, energy, raw materials and generates negative impacts of varying relevance on the outdoor and indoor environmental quality of the infrastructures, throughout its multiple construction phases. The arising of sustainable construction seeks to mitigate these impacts through the implementation of various strategies and technologies along the life cycle of a project.

The objective of the present work is to assess improvements in the indoor and outdoor environment of the School N°43 "John F. Kennedy" located in the Parque Hermoso neighborhood, Partido de General Pueyrredon, which aim to facilitate the teaching-learning processes.

In order to meet the stated objective, a technical-environmental diagnosis was carried out considering different subsystems of the institution. At the same time, with the purpose of evaluating the perceptions that different stakeholders within the educational community have about various aspects of the school infrastructure, semi-structured interviews and questions were conducted with key informants and students respectively. From both strategies, an interest-influence matrix was developed achieving a stakeholder mapping.

As a final product, alternatives to implement in the school were evaluated and selected. They were concretized in different proposals, determining the socio-environmental benefits that would derive from their possible execution.

As relevant points, through the development of two case studies, it was proposed firstly the redesign of the lighting system using the simulation and calculation software Dialux Evo. In the second case, it was considered the use of solar energy through the installation of a photovoltaic solar array for clean electric energy supply and the utilization of solar thermal collectors to produce domestic hot water.

On the other hand, it is suggested the enhancement of the ventilation and the thermal insulation of the structure, the replacement of heaters, the sanitary furniture and the sewage system, among other things.

With a view to the future, aiming at moving from this stage of pre-feasibility to a one of feasibility, it is recommended that the structural measures developed be deepened carrying out studies that require greater detail and accuracy.

In turn, if a truly sustainable and resilient community is to be achieved, such measures must be accompanied by a comprehensive approach to all aspects addressed at the school. In this sense, environmental education plays a leading role in transforming the way of being, thinking, acting of human beings, and building environmental knowledge and training, through which citizen participation is encouraged.

Keywords: sustainable construction, educational spaces, Mar del Plata's periurban, technical-environmental diagnosis, social perceptions.

Tabla de Contenidos

1.	<i>INTRODUCCIÓN</i>	1
2.	<i>OBJETIVOS</i>	4
2.1.	Objetivo general.....	4
2.2.	Objetivos específicos	4
3.	<i>MARCO TEÓRICO</i>	5
3.1.	El pensamiento sostenible en la construcción.....	5
3.2.	Análisis de grupos de interés o stakeholders: Entrevistas semi-estructuradas y matrices de interés-influencia como metodologías de análisis	7
4.	<i>METODOLOGÍA</i>	10
5.	<i>REVISIÓN DEL MARCO LEGAL</i>	15
5.1.	Constitución Nacional.....	15
5.2.	Legislación Nacional	15
5.3.	Constitución Provincial.....	18
5.4.	Legislación Provincial	18
6.	<i>ÁREA DE ESTUDIO</i>	24
6.1.	El partido de General Pueyrredon y las características del Periurbano	24
6.2.	La Escuela Provincial N°43 “John F. Kennedy”.....	29
7.	<i>DIAGNÓSTICO TÉCNICO - AMBIENTAL</i>	31
7.1.	Estructura edilicia	31
7.2.	Instalación eléctrica y niveles de iluminación	36
7.3.	Sistema de ventilación y calefacción	42
7.4.	Gestión de residuos y uso de agua	44
8.	<i>ASPECTOS SOCIALES: EL AMBIENTE INTERNO Y EXTERNO DE LA ESCUELA SEGÚN LAS PERCEPCIONES DE LA COMUNIDAD EDUCATIVA</i>	50
8.1.	Las percepciones sobre las condiciones edilicias	51
8.1.1.	Los servicios (cocina, baños) y los espacios recreativos	54
8.1.2.	Las inundaciones en el barrio	55
8.1.3.	Las condiciones edilicias y de habitabilidad y el desempeño de los estudiantes y maestros	55
8.2.	Las percepciones sobre la calefacción y ventilación	56
8.3.	Las percepciones sobre la iluminación y los efectos por ruidos y olores	57
8.4.	Las percepciones sobre el sistema eléctrico.....	58
8.5.	Las percepciones sobre la gestión de residuos y agua	58
8.6.	Las percepciones sobre el mobiliario escolar	59
8.7.	Las percepciones sobre la tecnología escolar	59
8.8.	Necesidades y características socioculturales de la comunidad educativa	60
8.9.	Acciones en los últimos años para mejorar el estado de la escuela	61
8.10.	El ambiente escolar según las percepciones de los estudiantes	63
8.11.	Mapeo de actores involucrados en el establecimiento educativo	65
8.11.1.	Identificación, clasificación y descripción de actores.....	66
8.11.2.	Propuesta de matriz interés – influencia	67
9.	<i>PROPUESTAS DE MEJORA: ASPECTOS EDILICIOS, VENTILACIÓN, CALEFACCIÓN, RESIDUOS Y USO DE AGUA</i>	70
9.1.	Estructura edilicia	70
9.2.	Sistema de ventilación y calefacción	70
9.3.	Gestión de residuos y uso de agua	71
9.4.	La gestión de la comunidad educativa ante el deterioro del edificio	74
10.	<i>PROPUESTAS DE MEJORA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y NIVELES DE ILUMINACIÓN</i>	76

10.1.	<i>ESTUDIO DE CASO I: Prefactibilidad Técnica de Proyecto de Luminotecnia</i>	76
10.1.1.	Instalación eléctrica.....	76
10.1.2.	Sistema de iluminación.....	76
10.1.2.1.	Aulas.....	79
10.1.2.2.	Comedor.....	82
10.1.2.3.	Sanitarios.....	85
10.1.2.4.	Gabinete docente.....	86
10.1.2.5.	Salón de Usos Múltiples (SUM).....	88
10.1.2.6.	Resumen de resultados.....	90
10.1.3.	Sistemas de Iluminación Natural.....	91
10.2.	<i>ESTUDIO DE CASO II: Prefactibilidad Técnica de Proyectos de Energía Solar Fotovoltaica y Térmica</i>	93
10.2.1.	Energía Fotovoltaica.....	95
10.2.1.1.	Dimensionamiento de la instalación.....	96
10.2.1.2.	Superficie disponible para instalación de los paneles FV.....	96
10.2.1.3.	Consumo eléctrico del establecimiento.....	99
10.2.1.4.	Generación solar fotovoltaica mensual.....	103
10.2.1.5.	Sombras entre paneles (auto sombreado).....	106
10.2.1.6.	Cantidad de paneles.....	107
10.2.1.7.	Producción de Energía mensual.....	108
10.2.1.8.	Dimensionado de la instalación.....	109
10.2.1.9.	Producción solar fotovoltaica con 120 paneles.....	113
10.2.2.	Energía Solar Térmica.....	115
10.2.2.1.	Producción de agua caliente sanitaria.....	116
10.2.2.2.	Consumo de agua caliente.....	116
10.2.2.3.	Superficie colectora solar total.....	120
10.2.2.4.	Porcentaje de sustitución.....	120
10.2.2.5.	Déficit energético.....	121
11.	<i>CONCLUSIONES</i>	124
12.	Referencias bibliográficas.....	129
13.	<i>ANEXOS</i>	135

Lista de tablas

TABLA 7.1. RELEVAMIENTO DE CARGAS ELÉCTRICAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	36
TABLA 7.2. CONSUMO ELÉCTRICO DEL PERÍODO ENERO 2018 – ABRIL 2019. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	37
TABLA 7.3. NÚMERO MÍNIMO DE PUNTOS DE MEDICIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	38
TABLA 7.4. NIVELES DE ILUMINACIÓN, ILUMINANCIA MEDIA Y UNIFORMIDAD PARA LAS AULAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	40
TABLA 7.5. NIVELES DE ILUMINACIÓN, ILUMINANCIA MEDIA Y UNIFORMIDAD PARA EL COMEDOR, GABINETE DE ORIENTACIÓN ESCOLAR Y SUM.	40
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	40
TABLA 7.6. NIVELES DE ILUMINACIÓN INDIVIDUALES PARA DIVERSOS SECTORES ESCOLARES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	40
TABLA 7.7. NIVELES DE ILUMINACIÓN MÍNIMOS RECOMENDADOS POR NORMAS. FUENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE CULTURA Y EDUCACIÓN.	41
TABLA 7.8. CONTENIDO DE LAS BOLSAS DE RESIDUOS PARA DOS DÍAS (25 Y 26 DE JUNIO DE 2019). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	45
TABLA 7.9. CONTENIDO DE BOLSAS DE RESIDUOS PARA UN DÍA (4 DE JULIO DE 2019).	46
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	46
TABLA 8.1. INSTITUCIONES PÚBLICAS Y DESCRIPCIÓN DEL ÁMBITO DE ACCIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	66
TABLA 8.2. COMUNIDAD EDUCATIVA Y DESCRIPCIÓN DEL ÁMBITO DE ACCIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA..	67
TABLA 8.3. INSTITUCIONES GREMIALES Y DESCRIPCIÓN DEL ÁMBITO DE ACCIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	67
TABLA 8.4. INSTITUCIONES PÚBLICAS Y DESCRIPCIÓN DEL ÁMBITO DE ACCIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	68
TABLA 10.1. RESUMEN DE NIVELES DE ILUMINACIÓN UTILIZADOS Y RECOMENDADOS POR NORMAS. FUENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE CULTURA Y EDUCACIÓN.....	79
TABLA 10.2. COLORES Y SU ÍNDICE DE REFLEXIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	80
TABLA 10.3. RESUMEN DE LOS DATOS TÉCNICOS DE LA SIMULACIÓN FINAL DEL AULA 2. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	81
TABLA 10.4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y CURVA FOTOMÉTRICA DE LA LUMINARIA UTILIZADA PARA LA SIMULACIÓN. FUENTE: LUCTRON SERIE AURE.	81
TABLA 10.5. RESUMEN DE LOS DATOS TÉCNICOS DE LA SIMULACIÓN FINAL PARA EL COMEDOR. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	83
TABLA 10.6. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y CURVA FOTOMÉTRICA DE LA LUMINARIA UTILIZADA PARA LA SIMULACIÓN. FUENTE: LUCTRON SERIE LOEN.....	84
TABLA 10.7. RESUMEN DE LOS DATOS TÉCNICOS DE LA SIMULACIÓN FINAL SANITARIO1. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	85
TABLA 10.8. RESUMEN DE LOS DATOS TÉCNICOS DE LA SIMULACIÓN FINAL DEL GABINETE DOCENTE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	87
TABLA 10.9. RESUMEN DE LOS DATOS TÉCNICOS DE LA SIMULACIÓN FINAL PARA EL SUM. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	89
TABLA 10.10. POTENCIA TOTAL, POTENCIA POR LUMINARIA Y CANTIDAD DE LUMINARIAS POR AMBIENTE.	91
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	91
TABLA 10.11. EQUIPOS Y POTENCIA ELÉCTRICA INSTALADA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	100
TABLA 10.12. POTENCIA INSTALADA Y FACTORES DE SIMULTANEIDAD. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	101
TABLA 10.13. ENERGÍA CONSUMIDA MENSUAL ESTIMADA PARA EL AÑO 2022. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	102
TABLA 10.14. VARIACIÓN PORCENTUAL ENTRE LA ENERGÍA CONSUMIDA Y ESTIMADA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	103
TABLA 10.15. CARACTERÍSTICAS DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO UTILIZADO PARA LOS CÁLCULOS. FUENTE: NB SOLAR.	104
TABLA 10.16. IRRADIANCIA SOLAR GLOBAL EN EL PLANO HORIZONTAL Y TEMPERATURA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	105
TABLA 10.17. POA PROMEDIO MENSUAL Y LA ENERGÍA INCIDENTE SOBRE EL PANEL MENSUAL Y TOTAL (SIN PÉRDIDAS). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	106
TABLA 10.18. PRODUCCIÓN DE ENERGÍA DC MENSUAL POR CADA MÓDULO (AZIMUT 0°). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	109
TABLA 10.19. ENERGÍA DC MENSUAL PRODUCIDA POR PANEL CON AZIMUT 0° Y 35°. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	111
TABLA 10.20. ENERGÍA AC PRODUCIDA POR LOS 21 PANELES Y CONSUMOS MENSUALES DE LA INSTALACIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	111
TABLA 10.21. PRODUCCIÓN SOLAR, CONSUMO ESTIMADO, ENERGÍA SUMINISTRADA POR LA RED Y PORCENTAJE DE AHORRO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	112
TABLA 10.22. ENERGÍAS DC Y AC PRODUCIDA POR LOS 120 PANELES Y LOS CONSUMOS MENSUALES DE LA INSTALACIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	114
TABLA 10.23. EFICIENCIA DEL COLECTOR Y ENERGÍA DISPONIBLE EN EL COLECTOR POR MES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	116
TABLA 10.24. CONSUMO DE AGUA CALIENTE POR PERSONA EN DISTINTOS TIPOS EDIFICIOS.FUENTE: NORMA UNE 94002 (2005).	117
TABLA 10.25. IRRADIANCIA EN EL PLANO DEL COLECTOR (POA) PROMEDIO MENSUAL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	119

Lista de figuras

FIGURA 1.1. CONCEPTO DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE O ECOLÓGICA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	2
FIGURA 3.1. ESQUEMATIZACIÓN DE LA LÍNEA DE BASE TRIPLE (TRIPLE BOTTOM LINE). FUENTE: U.S. GREEN BUILDING COUNCIL, 2014.	6
FIGURA 3.2. TIPOLOGÍA Y MÉTODOS PARA ELABORAR UN ANÁLISIS DE GRUPOS DE INTERÉS. FUENTE: ADAPTADO DE REED ET AL. (2009)	8
FIGURA 4.1. DIMENSIONES DE LA ESCUELA ABORDADAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	14
FIGURA 6.1. UBICACIÓN DEL PARTIDO DE GENERAL PUEYRREDON EN ARGENTINA Y LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. FUENTE: ZULAICA Y AGUILAR, 2016	24
FIGURA 6.2. SUBSISTEMAS QUE COMPONEN AL PERIURBANO Y SUS INTERRELACIONES. FUENTE: FERRARO ET AL., 2016.....	27
FIGURA 6.3. UNIDADES PRINCIPALES DEL PERIURBANO MARPLATENSE. FUENTE: FERRARO ET AL., 2016.	28
FIGURA 6.4. USOS DE SUELO DEL PERIURBANO Y LOCALIZACIÓN DE LA ESCUELA N°43. FUENTE: FERRARO ET AL., 2016.	29
FIGURA 7.1. PLANO DE LA ESCUELA CON IDENTIFICACIÓN DE ZONAS Y FUNCIONES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	31
FIGURA 7.2. CONSUMOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	37
FIGURA 7.3. VALORES DE ILUMINACIÓN MEDIDOS Y LOS PUNTOS DE MEDICIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	39
FIGURA 8.1. NUBE DE PALABRAS. RESPUESTAS A: ¿QUÉ TE GUSTA DE TU AULA Y DEL PATIO? ¿POR QUÉ? FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	63
FIGURA 8.2. NUBE DE PALABRAS. RESPUESTAS A: ¿QUÉ NO TE GUSTA DE TU AULA Y DEL PATIO? ¿POR QUÉ?.....	64
FIGURA 8.3. NUBE DE PALABRAS. RESPUESTAS A: ¿QUÉ CAMBIARÍAS?	65
FIGURA 8.4. MATRIZ DE INTERÉS – INFLUENCIA O MATRIZ DE STAKEHOLDERS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	68
FIGURA 9.1. SISTEMA DE VENTILACIÓN Y LUZ NATURAL COMBINADOS. ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO E INSTALACIÓN. FUENTE: FUENTE: ROOFINGSUPERSTORE.CO.UK, S/F.	71
FIGURA 9.2. EJEMPLO DE COMPOSTERA CASERA. FUENTE: ELBLOGVERDE.COM, 2018.	72
FIGURA 9.3. EJEMPLO DE ORGANIZADOR DE LIBROS Y LÁPICES HECHO A PARTIR DE CARTÓN REUTILIZADO. FUENTE: MANUALIDADESPARAHACERENCASA.COM, 2019.....	72
FIGURA 9.4. AISLANTE TÉRMICO DE ESPUMA DE CAUCHO NITRÍLICO (NBR) PARA TUBERÍAS. FUENTE: ADICEM.COM.AR, 2021.	73
FIGURA 9.5. ESQUEMA DE LA ESTRUCTURA DE UNA CÁMARA SÉPTICA. FUENTE: FUENTE: SSWM.INFO, S/F.	73
FIGURA 10.1. MODELO EN 3 DIMENSIONES DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DIALUX EVO.	79
FIGURA 10.2. ILUMINANCIAS (CURVAS ISOLUX), RENDERING DE COLORES FALSOS, SIMULACIÓN EN 3D DEL ARREGLO LUMÍNICO Y LUMINARIA SELECCIONADA PARA EL AULA N° 2. (VALORES EN LUX). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DIALUX Y DIALUX EVO.....	82
FIGURA 10.3. ILUMINANCIAS (CURVAS ISOLUX), RENDERING DE COLORES FALSOS, SIMULACIÓN EN 3D DEL ARREGLO LUMÍNICO Y LUMINARIA SELECCIONADA PARA EL COMEDOR. (VALORES EN LUX). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DIALUX Y DIALUX EVO.....	84
FIGURA 10.4. ILUMINANCIAS (CURVAS ISOLUX), RENDERING DE COLORES FALSOS, SIMULACIÓN EN 3D DEL ARREGLO LUMÍNICO DEL SANITARIO 1. (VALORES EN LUX). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DIALUX Y DIALUX EVO.	86
FIGURA 10.5. ILUMINANCIAS (CURVAS ISOLUX) Y RENDERING DE COLORES FALSOS DEL GABINETE DOCENTE. (VALORES EN LUX). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DIALUX Y DIALUX EVO.....	88
FIGURA 10.6. ILUMINANCIAS (CURVAS ISOLUX), RENDERING DE COLORES FALSOS, SIMULACIÓN EN 3D DEL ARREGLO LUMÍNICO Y LUMINARIA SELECCIONADA PARA EL SUM. (VALORES EN LUX). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DIALUX Y DIALUX EVO.	90
FIGURA 10.7. SISTEMA DE ILUMINACIÓN NATURAL EN UN AULA. ESQUEMAS DE FUNCIONAMIENTO E INSTALACIÓN. FUENTE: SOLATUBE.	92
FIGURA 10.8. REPRESENTACIÓN DEL ÁNGULO AZIMUT Y ÁNGULO DE INCLINACIÓN DE LAS PLACAS SOLARES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA ADAPTADO DE SUNFIELDS EUROPE (S/F).....	95
FIGURA 10.9. ZONAS PARA POSICIONAR LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA SOBRE EL PLANO Y EN LA IMAGEN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	98
FIGURA 10.10. ZONA 2 PARA POSICIONAR LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	99
FIGURA 10.11. CONSUMO ELÉCTRICO MENSUAL DE LA ESCUELA A LO LARGO DEL AÑO 2018. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	100
FIGURA 10.12. ENERGÍA CONSUMIDA MENSUAL REAL AÑO 2018 Y ESTIMADA AÑO 2022. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	102
FIGURA 10.13. ENERGÍA TOTAL MENSUAL QUE INCIDE EN LA SUPERFICIE DEL PANEL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	106
FIGURA 10.14. SEPARACIÓN ENTRE MÓDULOS SOLARES. FUENTE: EICKER, 2014.	107
FIGURA 10.15. DISPOSICIÓN PROPUESTA DE LOS PANELES Y ZONA DE TECHOS PARA LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	110
FIGURA 10.16. COMPARACIÓN ENTRE LA PRODUCCIÓN SOLAR DE 21 PANELES, EL CONSUMO REAL Y EL ESTIMADO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	112
FIGURA 10.17. COMPARACIÓN ENTRE LA PRODUCCIÓN SOLAR, LA ENERGÍA SUMINISTRADA POR LA RED Y EL CONSUMO ESTIMADO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	113

FIGURA 10.18. COMPARACIÓN ENTRE EL CONSUMO ESTIMADO Y LA PRODUCCIÓN SOLAR DE 120 PANELES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	114
FIGURA 10.19. DISPOSICIÓN PROPUESTA DE LOS COLECTORES Y ZONA DE TECHOS PARA LA INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	122
FIGURA 10.20. DISPOSICIÓN PROPUESTA DE LOS PANELES Y COLECTORES PARA LA INSTALACIÓN SOLAR. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	123

Lista de imágenes

IMAGEN 6.1. LOCALIZACIÓN Y CONTEXTO TERRITORIAL DE LA ESCUELA N°43. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	29
IMAGEN 7.1. LAS AULAS SE ENCUENTRAN UBICADAS SOBRE EL PERÍMETRO DEL PATIO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	32
IMAGEN 7.2. ORIENTACIÓN DE LA ESCUELA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	32
IMAGEN 7.3. VOLADIZO DEL TECHO, VENTANAS Y PUERTA CON VIDRIOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	33
IMAGEN 7.4. SUM. VENTANAS Y TECHO DE METAL SIN CIELORRASO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	33
IMAGEN 7.5. PUERTAS DE LAS AULAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	34
IMAGEN 7.6. EFECTO DE LA HUMEDAD EN LAS PAREDES DE LAS AULAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	34
IMAGEN 7.7. ESTADO DEL COMEDOR Y LA COCINA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	35
IMAGEN 7.8. SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE LAS AULAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	38
IMAGEN 7.9. TABLEROS ELÉCTRICOS PRINCIPAL Y SECUNDARIO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	42
IMAGEN 7.10. ELEVADOR AUTOMÁTICO DE TENSIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	42
IMAGEN 7.11. TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE GAS PROPANO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	43
IMAGEN 7.12. CALEFACTOR ANTIGUO A GAS PROPANO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	43
IMAGEN 7.13. SILOS DE GRANOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	44
IMAGEN 7.14. DEPÓSITO DE BOLSAS CON RESIDUOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	45
IMAGEN 7.15. TANQUES DE AGUA, EL PRINCIPAL (IZQ) Y EL SECUNDARIO (DER). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	46
IMAGEN 7.16. FILTRO DE PURIFICACIÓN DEL AGUA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	47
IMAGEN 7.17. TAPA DE LA CÁMARA SÉPTICA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	48
IMAGEN 7.18. ENTRADA PRINCIPAL Y LA LATERAL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	48
IMAGEN 7.19. PATIO INTERNO CENTRAL CON SECTORES ANEGADOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	49
IMAGEN 9.1. DIBUJOS Y PINTURAS EN DIFERENTES AULAS REALIZADAS POR ALUMNOS Y DOCENTES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.75	
IMAGEN 10.1. TIPOS Y ESTADOS DE LOS TECHOS DEL ESTABLECIMIENTO DONDE POSICIONAR LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	97

Tabla de símbolos

Símbolo	Nombre	Unidad
GHI	Irradiancia Horizontal Global	W/m ²
POA	Irradiancia sobre el plano del panel	W/m ²
α	ángulo de elevación mínimo durante el año	°
β	Angulo de inclinación del panel	°
γ	Angulo azimut del panel	°
T_m	Temperatura del modulo	°C
E_o	Irradiancia del panel en condiciones estándar	W/m ²
n	Factor de calidad del panel	-
P_{mp}	Potencia máxima en condiciones estándar	W
E_{ac}	Energía de corriente alterna	Wh
E_{dc}	Energía de corriente directa	Wh
η_o	eficiencia óptica del colector solar	-
G	irradiancia en el plano del colector solar	W/m ²
\dot{Q}_u	energía disponible por metro cuadrado, colector solar	Wh/m ²
ΔT	diferencia de temperatura del colector y ambiente	°C
a_1 y a_2	factores empíricos del colector	-

Lista de abreviaturas

Abreviatura	Significado
EOE	Equipo de Orientación Escolar
EAI	Educación Ambiental Integral
TIC	Tecnologías de Información y Comunicación
EJAI	Estrategia Jurisdiccional de Educación Ambiental Integral
ENEAI	Estrategia Nacional de Educación Ambiental Integral
CAMMESA	Compañía Administradora del Mercado Eléctrico Mayorista
COFEMA	Consejo Federal de Medio Ambiente
CFE	Consejo Federal de Educación
DGCyE	Dirección General de Cultura y Educación (Estado Provincial: PBA)
PGP	Partido de General Pueyrredon
EES	Escuela de Educación Secundaria
PBA	Provincia de Buenos Aires
3D	Tres dimensiones
LED	Light Emitting Diode
FV	Fotovoltaico/a
POA	Plane of Array
AC	Alternating Current
DC	Direct Current
ACS	Agua Caliente Sanitaria
HWC	Hot Water Coil
SST	Sistemas Solares Térmicos
GIDGE	Grupo de Investigación y Desarrollo en GeoTecnologías y Energía
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
SUM	Salón de Usos Múltiples

1. INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción posee una estrecha relación con el medio ambiente y la salud humana. Dicho sector, utiliza recursos tales como agua, energía, materias primas y genera impactos negativos de distinta relevancia en la calidad ambiental tanto exterior como interior de las infraestructuras, a lo largo de sus múltiples fases constructivas. Estas últimas comprenden la extracción y procesamiento de materias primas para fabricar materiales, la planificación y diseño del proyecto constructivo, su construcción, la operación y mantenimiento y el reciclado, reutilización o disposición final de las estructuras al final de su vida útil.

Entre los impactos sobre la calidad ambiental exterior, se pueden destacar la destrucción de hábitats debido al movimiento de suelos, la contaminación del agua y aire por la liberación de sustancias químicas tóxicas y gases de efecto invernadero derivados de las actividades de extracción de materias primas, producción y transporte de nuevos materiales, el uso de grandes cantidades de agua y energía para el correcto funcionamiento de las instalaciones y la generación de distintas corrientes de residuos durante la construcción y operación de las infraestructuras. A su vez, el transporte vehicular desde y hacia los edificios, contribuye a la contaminación y a un consumo energético adicional.

Por otro lado, los impactos sobre la calidad ambiental interior, hacen referencia a deficiencias en los sistemas que componen a los edificios (ventilación, iluminación, calefacción, etc.) que llevan al deterioro de la salud de los ocupantes de los mismos y a un peor desempeño en sus tareas diarias.

De forma tal de mitigar estos impactos sobre el ambiente exterior y, paralelamente, brindar una adecuada calidad ambiental interior para los ocupantes, surge el concepto de construcción sostenible o ecológica. Este término involucra la aplicación de estrategias y tecnologías que contribuyan a la sostenibilidad tanto del ambiente interior del edificio como del exterior, cualquiera sea la fase o etapa considerada. Es decir, puede implementarse a lo largo de todo el ciclo de vida de un proyecto.

En la Figura 1.1 se representa el concepto de construcción sostenible o ecológica de acuerdo a lo expresado en los párrafos anteriores.

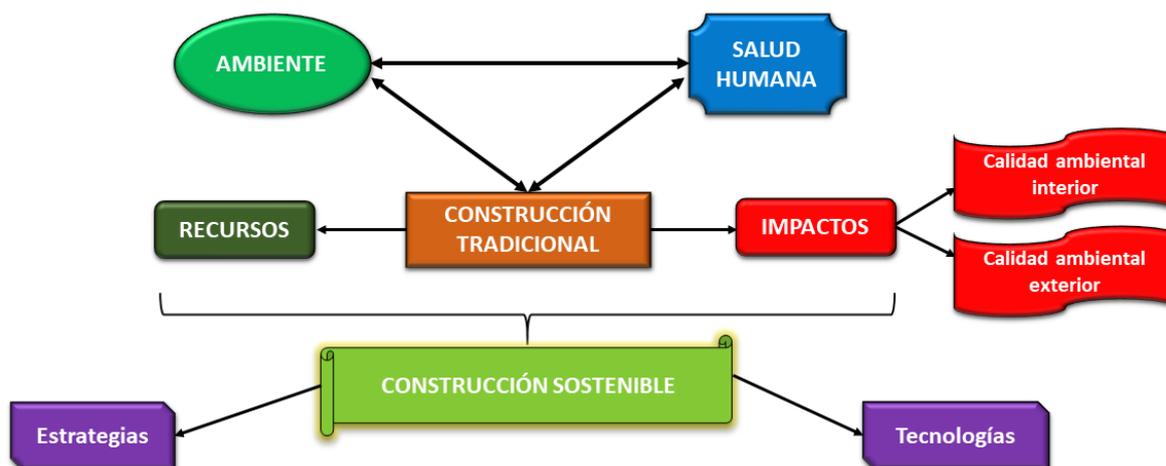


Figura 1.1. Concepto de construcción sostenible o ecológica. Fuente: Elaboración propia.

Dentro del amplio rango de establecimientos existentes, las escuelas tienen un rol clave en la sociedad. Aparte de su misión educativa, deben proveer a los estudiantes con un ambiente sano y seguro para facilitar el aprendizaje, combinando diferentes actividades en espacios relativamente pequeños (aulas, gimnasios, bibliotecas) y causando, a la vez, el menor impacto posible sobre el ambiente. En este sentido, “el entorno físico tiene dos elementos principales, la instalación arquitectónica y el ambiente, interactuando entre sí para fortalecer o limitar el aprendizaje de las niñas y los niños” (Castro Pérez y Morales Ramirez, 2015).

Asimismo, la Ley de Educación de la Provincia de Buenos Aires contempla entre sus objetivos:

“Proponer acciones de supervisión, normatización y resguardo de la calidad ambiental requerida para los espacios educativos y su entorno inmediato”.

“Promover la incorporación de prácticas permanentes de gestión ambiental en los establecimientos educativos para el uso racional y eficiente de sus recursos”. (Ley Provincial de Educación – Ley 13.688/07).

Debido a los impactos mencionados previamente y el exiguo desarrollo de esta temática a nivel local y nacional, urge la necesidad de visibilizarla destacando sus beneficios ambientales y sociales. En este contexto, como propósito del presente trabajo se plantea la evaluación de mejoras que consideren la calidad ambiental de la Escuela Provincial N°43 “John F. Kennedy”, localizada en el Barrio Parque Hermoso del partido de General Pueyrredon.

A tales efectos el presente trabajo muestra la ejecución de un diagnóstico técnico-ambiental de la institución, complementado con las percepciones que los distintos actores de la comunidad tienen respecto de las condiciones estructurales y funcionales del espacio físico donde se desarrolla la actividad educativa. A partir de dicho diagnóstico se elaboran propuestas que atienden a la mejora de cada uno de los aspectos relevados, con el propósito de brindar un ambiente adecuado y estimulante que facilite los procesos de enseñanza-aprendizaje.

2. OBJETIVOS

2.1. **Objetivo general**

Evaluar mejoras en el ambiente interno y exterior de la Escuela Provincial N°43 “John F. Kennedy”, Barrio Parque Hermoso, partido de General Pueyrredon, que propendan a facilitar los procesos de aprendizaje.

2.2. **Objetivos específicos**

- Establecer un diagnóstico técnico-ambiental de la institución considerando su estructura edilicia, el sistema eléctrico y los niveles de iluminación, el sistema de calefacción y ventilación, el manejo de residuos y el uso de agua.
- Analizar la percepción que tienen los distintos actores del proceso educativo respecto de las condiciones ambientales de la escuela.
- Evaluar y seleccionar las tecnologías y estrategias más adecuadas de plausible implementación en el establecimiento educativo.
- Determinar los beneficios ambientales y sociales derivados de la ejecución de lo descrito en el punto anterior.

3. MARCO TEÓRICO

En los siguientes apartados se desarrollan conceptos claves enmarcados dentro de la temática de la construcción sostenible. Su descripción permitirá una mejor comprensión del diagnóstico escolar y las propuestas planteadas.

3.1. El pensamiento sostenible en la construcción

Siguiendo lo precisado por el Consejo Estadounidense de Construcción Sostenible (U.S. Green Building Council, 2014), la sustentabilidad del entorno construido implica más que solo reducir su impacto ambiental. Significa crear lugares que sean ambientalmente responsables, saludables, justos, equitativos y rentables.

Para referirse al concepto de sostenibilidad, a menudo se utiliza el término línea de base triple (Triple Bottom Line). La expresión permite caracterizar cualquier tipo de proyecto en el entorno de la construcción y tiene como objetivo garantizar que los edificios y las comunidades creen valor para todas las partes interesadas, no solo para un grupo limitado (Figura 3.1). Con su aplicación, se pretende ver más allá de lo establecido e incorporar una visión a largo plazo para evaluar los posibles efectos y las prácticas recomendadas de tres tipos de recursos:

- ❖ **Personas (capital social):** Costos y beneficios para las personas que se ven influenciadas, directa o indirectamente, por un proyecto.
- ❖ **Planeta (capital natural):** Costos y beneficios de un proyecto en el entorno natural.
- ❖ **Ganancia (capital económico):** Costos y beneficios económicos de un proyecto para todas las partes interesadas y no solo su propietario.



Figura 3.1. Esquematación de la línea de base triple (Triple Bottom Line). Fuente: U.S. Green Building Council, 2014.

Por otro lado, existen tres pilares que son parte integral de la construcción sostenible. En primer lugar, en el *razonamiento aplicado a sistemas*, el entorno construido es entendido como un conjunto de elementos – materiales, recursos, energía, personas, información – que se interrelacionan en el espacio y a través del tiempo. La presencia de perturbaciones en una de sus partes afecta a las demás. Asimismo, exige que se adopte un enfoque hacia el *ciclo de vida*. De esta manera, se tienen en cuenta todas las etapas involucradas en un proyecto. Finalmente, si se quieren lograr resultados basados en sistemas completos a lo largo de todo su ciclo de vida, los profesionales implicados deben incorporar el concepto de *proceso integrado*. Aquí se resaltan las conexiones y la comunicación entre los profesionales y las partes involucradas durante toda la vida útil del proyecto. Bajo este marco, se rompen los límites disciplinarios y se rechazan los procesos de planificación y diseño lineales que, en ocasiones, dan lugar a soluciones ineficientes. De esta forma, se ahorra tiempo al fomentar la comunicación directa y agrupar a las personas en sesiones de trabajo colaborativo muy productivas. La óptica de cada disciplina involucrada colabora con la visión general que deriva en diseños más efectivos y detallados.

Distintos países han comenzado a incorporar el concepto, ya sea a través de la sanción de leyes o mediante certificaciones voluntarias de índole privada. Entre estas últimas pueden mencionarse BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method, Reino Unido), HQT (Haute Qualité Environnementale, Francia), CASBEE (Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency, Japón), Green Star (Australia) y LEED (Leadership in Energy and Environmental Design, Estados Unidos).

3.2. **Análisis de grupos de interés o stakeholders: Entrevistas semi-estructuradas y matrices de interés-influencia como metodologías de análisis**

De acuerdo a lo expresado por Reed et al. (2009) la participación pública se encuentra cada vez más arraigada en la política ambiental nacional e internacional, dado que los tomadores de decisiones reconocen la necesidad de entender quién es afectado por las decisiones y acciones que toman y quién tiene el poder de influenciar en su resultado, es decir, los grupos de interés o stakeholders. Muchas de las definiciones recientes de este concepto se basan en la que dio Edward Freeman en su libro *Strategic Management: A Stakeholder Approach* (1994). Este último plasmó el término como “cualquier grupo o individuo que puede afectar o es afectado por el logro de los objetivos de una organización”.

Siguiendo con el primer autor, los grupos de interés generalmente son identificados y seleccionados sobre una base ad hoc. Esto puede dar lugar a la marginalización de importantes actores, sesgar resultados y poner en peligro la viabilidad y el apoyo al proyecto. Debido a estos inconvenientes, existe una serie de métodos para llevar adelante un análisis de partes involucradas o “stakeholder analysis”, el cual es definido como un proceso que: a) define aspectos de un fenómeno social y cultural afectado por una acción o decisión; b) identifica individuos, grupos y organizaciones que son afectadas o pueden afectar partes del fenómeno (incluye entidades no humanas y no vivientes y generaciones futuras); y c) prioriza a estos individuos y grupos para su involucramiento en el proceso de toma de decisiones.

Este proceso, dentro de la gestión de recursos naturales, la política ambiental y el desarrollo, ha sido estimulado en parte por proyectos que no comprendían adecuadamente la dinámica de los actores involucrados y, como consecuencia, fracasaban. En estas áreas, se ha enfocado en entender las dinámicas de poder y mejorar la transparencia y equidad de la toma de decisiones de los proyectos. A su vez, ha dado lugar a la inclusión y al empoderamiento de grupos marginados como, por ejemplo, mujeres, personas menos privilegiadas o desfavorecidas y aquellas sin acceso a redes sociales bien establecidas. De no aplicarse, los actores más poderosos y mejor conectados pueden tener una mayor influencia sobre la toma de decisiones respecto a otros grupos.

En este contexto, existen diferentes métodos para llevar adelante el proceso, los cuales pueden ser agrupados en tres grandes grupos en función de su objetivo principal: I) Identificar actores involucrados; II) Diferenciar entre actores y categorizarlos; e III) Investigar las relaciones entre actores o partes involucradas (Figura 3.2). En el presente documento, son de interés los dos primeros grupos.

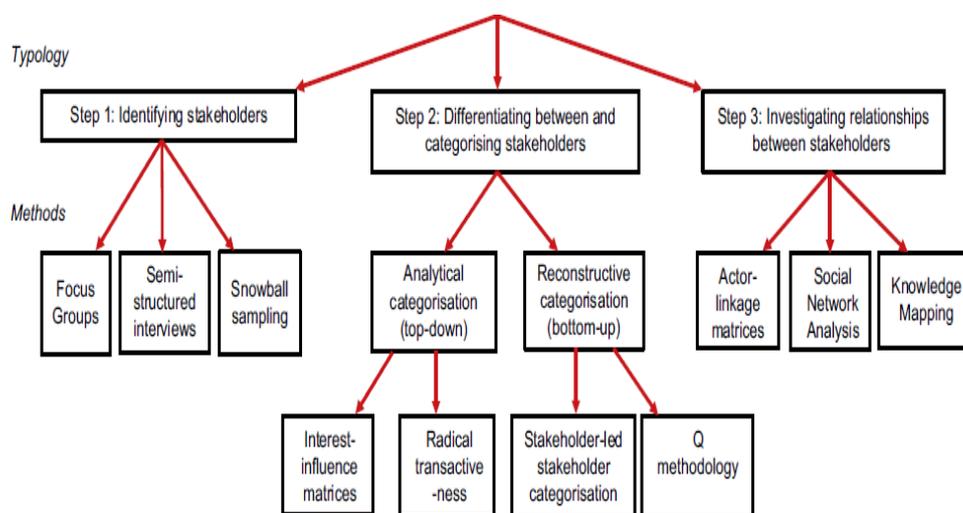


Figura 3.2. Tipología y métodos para elaborar un análisis de grupos de interés. Fuente: Adaptado de Reed et al. (2009)

Cada uno de los métodos en cuestión puede ser utilizado con o sin la participación activa de los actores. Sin embargo, esta es necesaria si no son claros los problemas más pertinentes a la investigación o si la información es incompleta respecto a la población de la cual se extraen las partes involucradas. A su vez, el nivel de participación puede variar considerablemente, comenzando por consultas pasivas –los actores solo brindan información para el análisis- hasta un involucramiento activo, donde hay un ida y vuelta de información entre investigadores y actores.

Retomando la tipología mencionada y considerando el primer grupo, puede decirse que para identificar a los actores es necesario, en primer lugar, entender de forma clara el fenómeno bajo investigación de manera tal de establecer sus límites. Dicho esto, la identificación es usualmente un proceso iterativo, durante el cual actores adicionales son añadidos a medida que el análisis continúa. Para ello pueden utilizarse métodos tales como, grupos focales (focus groups), muestreos de bola de nieve, entrevistas semi-estructuradas o una combinación de estos.

En relación a las entrevistas semi-estructuradas, implican la realización de una serie de preguntas predeterminadas pero abiertas a las partes involucradas. La información obtenida puede corroborar o complementar los datos adquiridos en grupos focales. Para llevarlas adelante son necesarios ciertos recursos como transporte, una grabadora y tiempo para su ejecución. A su vez, pueden ser útiles para obtener información detallada sobre las relaciones entre actores y triangular datos recolectados en grupos focales. Entre sus desventajas, debe destacarse que consumen tiempo lo que aumenta sus costos y es difícil alcanzar un consenso sobre las categorías resultantes de los actores.

Por otro lado, los métodos para diferenciar y categorizar a las partes involucradas tienden a seguir dos amplios enfoques: I) categorizaciones analíticas o “top-down” y II) categorizaciones reconstructivas o “bottom-up” (Dryzek y Berejikian (1993), citado en Reed et al., 2009, p. 1938). El primer enfoque involucra a un conjunto de métodos en los cuales la clasificación de partes involucradas es llevada a cabo por aquellos que conducen el análisis basándose en sus observaciones del fenómeno en estudio. Por su parte, las categorizaciones “bottom-up” permiten que los propios actores definan las categorías, lo cual lleva a que el análisis refleje sus preocupaciones de forma más cercana (Hare y Pahl-Wostl (2002), citado en Reed et al., 2009, p. 1939).

Las matrices de interés-influencia forman parte del primer enfoque descripto. Los actores son dispuestos en este tipo de esquema de acuerdo a su relativa influencia e interés por el fenómeno analizado. Entre sus fortalezas, se destaca la posibilidad de priorizar algunos grupos de interés para su inclusión o empoderamiento. A su vez, este método explicita las dinámicas de poder entorno a la problemática estudiada. Sin embargo, la identificación y priorización de ciertos grupos importantes, puede dar lugar a la sub-representación de otros menos poderosos. Asimismo, en ocasiones, es empleado sin participación directa de los actores en el análisis y, como consecuencia, puede reflejar los sesgos de los investigadores en lugar de las percepciones de los propios interesados. En este sentido, las percepciones ambientales resultan relevantes porque “constituyen guías para la acción, que no se pueden explicar cómo creaciones individuales sino como construcciones colectivas, diseminadas y recreadas por la vivencia y los testimonios personales. De esta forma, es posible configurar entre los actores sociales representaciones en torno a la experiencia social (positiva y/o negativa) con sus implicaciones colectivas y personales” (Fernández Moreno, 2008, p. 190).

En última instancia, hay una colección de métodos que han sido desarrollados para investigar las relaciones existentes entre actores (individuos o grupos) en el contexto de un determinado fenómeno. Los tres métodos principales que han sido utilizados con este fin son: matrices de vinculación de actores, análisis de redes sociales y mapeo del conocimiento.

En el marco de este trabajo, la escuela es considerada un sistema en el cual algunos de sus elementos o subsistemas son relevados y diagnosticados, resaltando las percepciones de la comunidad lo que da lugar a un entorno colaborativo enriquecedor. Como resultado de este proceso se proponen mejoras que, en caso de aplicarse, redundarán en beneficios para el capital social, natural y económico circundante.

4. METODOLOGÍA

En primera instancia, para tomar como punto de partida de la investigación, se definieron una serie de preguntas:

¿Inciden las condiciones ambientales internas y externas de la escuela en el aprendizaje de los estudiantes y la tarea docente?

¿Qué factores ambientales habría que considerar para favorecer los procesos de enseñanza-aprendizaje?

¿Qué problemas aparecen en el hábitat de los espacios destinados a la enseñanza?

¿Qué soluciones es posible aportar, teniendo en cuenta también la mirada de los actores sociales?

Establecidos estos interrogantes, el presente Proyecto Final contó con una combinación de tareas de gabinete y de campo, las cuales se fueron retroalimentando. Se llevó adelante una recopilación bibliográfica, cartográfica y de antecedentes referidos a la temática abordada y al área de estudio. Dicha selección, permitió establecer un marco teórico con conceptos claves relacionados a la construcción sostenible y la caracterización del medio socio-ambiental que circunda al establecimiento bajo análisis.

Se utilizaron las fuentes de información secundarias disponibles: artículos periodísticos, publicaciones científicas en revistas especializadas (Revista Electrónica Educare, Archivos Analíticos de Políticas Educativas, etc.), normativas nacionales y provinciales, tesis de grado y posgrado, documentación resultante de organismos del Estado (Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires, Ministerio de Educación de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Agencia de Extensión Rural INTA Mar del Plata, Ministerio de Energía y Minería de la Nación, etc.), de organismos nacionales privados (Argentina Green Building Council) y de organismos internacionales públicos y privados (U.S. Green Building Council, U.S. Department of Energy, World Green Building Council, etc.).

En este contexto, se planteó el desarrollo de tres dimensiones concretas de la institución educativa estudiada: técnica, ambiental y social (Figura 4.1).

En una primera etapa, desde el punto de vista técnico-ambiental, se ejecutó un relevamiento de la escuela considerando los parámetros listados a continuación:

- ✓ Estructura edilicia
- ✓ Instalación eléctrica y niveles de iluminación
- ✓ Sistema de ventilación y calefacción
- ✓ Gestión de residuos y uso del agua

Con respecto al primer parámetro, este fue relevado a través de la observación directa del edificio y su entorno. De esta manera, se consideraron los materiales de construcción, las condiciones de humedad de los distintos ambientes escolares y el aislamiento térmico de las ventanas, las puertas y el techo. Dada la influencia que tiene en particular sobre la iluminación, la ventilación y la calefacción de la escuela, también se determinó su orientación y la zona bioclimática donde se localiza.

En segundo lugar, el estado de la instalación eléctrica (tableros, cableado, protecciones eléctricas, llaves y tomacorrientes) fue constatado también mediante observación directa y se tomaron registros fotográficos. A su vez, se llevó adelante un censo de cargas eléctricas, el cual permitió establecer la potencia total instalada en el edificio a través de la suma de las potencias individuales de cada artefacto. Los hábitos de consumo de energía eléctrica de la institución se evaluaron mediante el estudio de las facturas de luz de años anteriores, pudiendo conocer la cantidad consumida (kWh) en dichos períodos.

Por su parte, el confort lumínico del establecimiento fue cuantificado midiendo los niveles de iluminación a través del método de la cuadrícula utilizando un luxómetro. Posteriormente, dichos valores fueron comparados con los requerimientos mínimos establecidos en el Capítulo 3 “*Condiciones de habitabilidad y confort*” del documento “*Conjunto de Normas y Recomendaciones Básicas de Arquitectura Escolar*” (Dirección General de Cultura y Educación, Provincia de Buenos Aires).

El método considerado es relevante ya que es el que más frecuentemente se utiliza. Se basa en la división de la zona analizada en varias áreas iguales, cada una de ellas idealmente cuadrada, formando una cuadrícula de puntos de medición que cubren toda la superficie a medir. A continuación, se mide la iluminancia existente en el centro de cada área a la altura de 0,8 metros sobre el nivel del suelo y luego se calcula un valor medio de iluminancia para compararlo con la legislación vigente (Decreto 351/79, Anexo IV, Tabla 2). La precisión de la iluminancia media está influenciada por el número de puntos de medición utilizados. En última instancia, se calcula y verifica la uniformidad de la iluminancia según el Decreto mencionado (Superintendencia de Riesgos del Trabajo, 2012).

En este documento, se compara la iluminancia media con la tabla de niveles mínimos de iluminancia según usos señalada en el “*Conjunto de Normas y Recomendaciones básicas de arquitectura escolar*”, dado que es específico para el diseño de establecimientos educativos.

En tercera instancia, los parámetros de ventilación y calefacción fueron abordados observando las instalaciones y con información aportada por distintos integrantes de la comunidad educativa. Dicho abordaje llevó a determinar cómo se renueva el aire interno en la escuela y cómo se calefaccionan las personas que allí asisten. También se constató el combustible utilizado para calefaccionar los ambientes y su forma de almacenamiento y recarga.

Por último, de manera de estimar la cantidad y caracterizar los tipos de residuos generados, se realizó un análisis de los mismos durante tres días diferentes. A su vez, se verificó su forma de almacenamiento y recolección. Paralelamente, en relación al uso del agua fue analizado su suministro, los usos predominantes y la situación de la infraestructura asociada al recurso.

En una segunda etapa de trabajo se abordó la dimensión social del Proyecto. La misma fue efectivizada mediante la realización de entrevistas semi-estructuradas a diferentes actores sociales pertenecientes a la comunidad educativa. Se llevaron a cabo diez entrevistas, individuales y grupales, en las que participaron en total 20 informantes calificados: maestras de 2^{do} a 6^{to} grado, directivos, integrantes del Equipo de Orientación Escolar (EOE) de la escuela, auxiliares y personal de cocina. A través de las entrevistas semiestructuradas (ver diseño y guión en Anexo I), se evaluaron las percepciones que los distintos actores tienen sobre diversos aspectos de la infraestructura escolar que definen las condiciones del ambiente interno y externo de la escuela.

Se diseñó un protocolo para las entrevistas con la flexibilidad de ajustar en cada una de ellas la guía de preguntas. Los ejes de las entrevistas se pueden agrupar en las siguientes áreas temáticas:

- Condiciones edilicias
- Calefacción y ventilación
- Iluminación, ruidos y olores
- Sistema eléctrico
- Gestión de residuos y agua
- Mobiliario escolar

- Tecnología escolar
- Consideraciones varias

Como complemento de las entrevistas, se implementaron talleres específicos sobre gestión de residuos y energías renovables dirigidos tanto a alumnos como maestros de la institución educativa. En este marco, también fue posible realizar una serie de preguntas a los estudiantes con el propósito de relevar su percepción respecto de las condiciones edilicias de la institución. En estas actividades participaron 71 alumnos de entre 10 y 14 años. Las mismas plantearon los siguientes interrogantes:

<i>¿Qué te gusta de tu aula y del patio?</i>	<i>¿Por qué?</i>
<i>¿Qué no te gusta de tu aula y del patio?</i>	<i>¿Por qué?</i>
<i>¿Qué cambiarías?</i>	-

A posteriori se llevó a cabo el procesamiento de las entrevistas realizadas y los interrogantes planteados a los estudiantes, así como la discusión y el ajuste de los resultados. Se evaluaron, también, los resultados de los talleres. La información proveniente de fuentes primarias permitió el análisis exhaustivo de las entrevistas y notas de campo. Este análisis interpretativo permitió identificar pautas, significados y contenidos, así como explorar sus conexiones, regularidad o singularidad.

El trabajo de campo en las distintas etapas mencionadas, se realizó durante el año 2019. En el caso de la información cualitativa se cuenta con registros de audio de cada una de las entrevistas. Asimismo se tomaron registros fotográficos de distintas facetas de la escuela.

Lo indagado a través de ambas estrategias, se utilizó luego para elaborar una matriz interés-influencia logrando, de esta manera, un mapeo de actores.

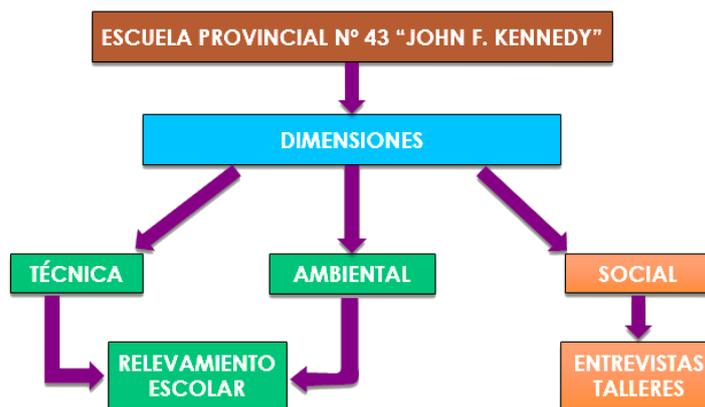


Figura 4.1. Dimensiones de la escuela abordadas. Fuente: Elaboración propia.

Por último, habiendo procesado toda la información mencionada –técnica, ambiental y social- se evaluaron y seleccionaron alternativas de mejora a implementar en la escuela.

Entre estas, se planteó el rediseño de la iluminación partiendo de una simulación realizada con los programas DIALux y DIALux Evo. Bajo este método, se escogieron las luminarias y su distribución más adecuada para cumplir con los requerimientos mínimos de la legislación.

A su vez, como tarea adicional motivada por los planteos desarrollados por los docentes y el personal auxiliar en relación al estado del sistema eléctrico (ver Capítulo 8), se llevó adelante una propuesta de instalación de un arreglo solar fotovoltaico sobre el techo de la escuela. En el mismo sentido, se propuso el aprovechamiento de la energía solar térmica para el uso de agua caliente sanitaria.

En última instancia, a partir de la selección establecida, se determinaron los beneficios socio-ambientales que derivarían de su posible ejecución.

Asimismo, el desarrollo de esta Tesis permitió que sus avances sean presentados y expuestos en la “*Jornada Doctoral Franco-América Austral 2020 (2da edición)*”, cuya temática principal fue “El medio ambiente” (ver Anexo IV).

5. REVISIÓN DEL MARCO LEGAL

Para el presente Proyecto Final es aplicable el marco normativo que se detalla a continuación, teniendo en cuenta el marco nacional y especialmente el marco provincial, ya que la Escuela N°43 corresponde a la jurisdicción provincial. A continuación se hace referencia a los artículos de la legislación vigente que se corresponden a la temática investigada.

5.1. Constitución Nacional

- **Artículo 14°:** La Constitución vigente en su Primera Parte, Capítulo Primero “Declaraciones, Derechos y Garantías” establece que todo habitante de la Nación goza del derecho a enseñar y aprender: *“Todos los habitantes de la Nación gozan de los siguientes derechos conforme a las leyes que reglamenten su ejercicio; a saber: De trabajar y ejercer toda industria lícita; de navegar y comerciar; de peticionar a las autoridades; de entrar, permanecer, transitar y salir del territorio argentino; de publicar sus ideas por la prensa sin censura previa; de usar y disponer de su propiedad; de asociarse con fines útiles; de profesar libremente su culto; **de enseñar y aprender**”*.

5.2. Legislación Nacional

- **Ley N° 26.206/06: Ley de Educación Nacional.**

Regula el ejercicio del derecho de enseñar y aprender que está consagrado por el Artículo 14° de la Constitución Nacional y los tratados internacionales incorporados a ella. A su vez, reconoce a la educación y el conocimiento como un bien público y un derecho personal y social, garantizado por el Estado.

La responsabilidad principal e indelegable de proveer una educación integral, permanente y de calidad para todos los habitantes del país recae en el Estado Nacional, las Provincias y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. A su vez, involucra en el compromiso con las acciones educativas a los municipios, las confesiones religiosas reconocidas oficialmente, las organizaciones sociales y las familias. El ejercicio de este derecho constitucional debe darse garantizando igualdad, gratuidad y equidad.

En este marco, el Estado es quien debe garantizar las condiciones materiales y culturales para que todos los alumnos logren aprendizajes de calidad, sin importar su origen social, radicación geográfica, género o identidad cultural. Los estudiantes tienen el derecho de “desarrollar sus aprendizajes en edificios que respondan a normas de seguridad y

salubridad, con instalaciones y equipamiento que aseguren la calidad del servicio educativo” (Art. 126°, inciso J). Además, las Provincias y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires deben establecer contenidos curriculares acordes a sus realidades sociales, culturales y productivas. A su vez, deben promover la definición de proyectos institucionales que permitan a las escuelas establecer sus propios desarrollos curriculares.

Dentro de la estructura del Sistema Educativo Nacional, en la cual se desarrollan cuatro niveles y ocho modalidades, se encuentra la Educación Primaria. Es obligatoria, está destinada a educar niños y niñas a partir de los seis años de edad y tiene como finalidad proporcionar una educación integral, básica y común.

El acceso y dominio de las tecnologías de la información y la comunicación formarán parte de los contenidos curriculares de las instituciones educativas. Son indispensables para la inclusión de los estudiantes en la sociedad del conocimiento. Paralelamente, el Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología, en acuerdo con el Consejo Federal de Educación, dispondrá de las medidas necesarias para proveer la educación ambiental en todos los niveles y modalidades del Sistema Educativo Nacional. Su finalidad será la de “promover valores, comportamientos y actitudes que sean acordes con un ambiente equilibrado y la protección de la diversidad biológica; que propendan a la preservación de los recursos naturales y a su utilización sostenible y que mejoren la calidad de vida de la población” (Art. 89°).

➤ ***Ley N° 27621/21: Ley para la implementación de la Educación Ambiental Integral en la República Argentina***

Tiene por objeto establecer el derecho a la educación ambiental integral como una política pública nacional.

Define a la Educación Ambiental Integral (EAI) como “un proceso educativo permanente con contenidos temáticos específicos y transversales, que tiene como propósito general la formación de una conciencia ambiental, a la que articulan e impulsan procesos educativos integrales orientados a la construcción de una racionalidad, en la cual distintos conocimientos, saberes, valores y prácticas confluyan y aporten a la formación ciudadana y al ejercicio del derecho a un ambiente sano, digno y diverso”. Además, “defiende la sustentabilidad como proyecto social, el desarrollo con justicia social, la distribución de la riqueza, preservación de la naturaleza, igualdad de género, protección de la salud, democracia participativa y respeto por la diversidad cultural. Busca el equilibrio entre diversas

dimensiones como la social, la ecológica, la política y la económica, en el marco de una ética que promueve una nueva forma de habitar nuestra casa común” (Art. 2º).

La educación ambiental se fundamenta en los siguientes principios: a) Abordaje interpretativo y holístico; b) Respeto y valor de la biodiversidad; c) Principio de equidad; d) Principio de igualdad desde el enfoque de género; e) Reconocimiento de la diversidad cultural; f) Participación y formación ciudadana; g) El cuidado del patrimonio natural y cultural; h) La problemática ambiental y los procesos sociohistóricos; i) Educación en valores; j) Pensamiento crítico e innovador; k) El ejercicio ciudadano del derecho a un ambiente sano.

Se crea la Estrategia Nacional de Educación Ambiental Integral (ENEAI) como un “instrumento de planificación estratégica y de la aplicación de una política pública nacional permanente y concertada que alcance a todos los ámbitos formales y no formales de la educación, de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) y medios de comunicación. Está dirigida a todas las edades, grupos y sectores sociales, con el fin de territorializar la educación ambiental mediante acciones en el corto, mediano y largo plazo” (Art. 2º).

La Estrategia Jurisdiccional de Educación Ambiental Integral (EJEAI) se establece como “la instrumentación y adecuación de la implementación de la Estrategia Nacional de Educación Ambiental Integral (ENEAI) en el ámbito provincial y de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires mediante los mecanismos de articulación correspondientes para la institucionalización y materialización de programas, proyectos, acciones y espacios participativos que promuevan la expresión, visión y experiencia de los diferentes actores y sectores (especialmente estatales, académicos, educativos y de la sociedad civil) y que mediante su implementación generen líneas de acción en las políticas ambientales regionales y locales, la promoción de alianzas institucionales, la profundización y consolidación de procesos de gestión en el mediano y largo plazo en el campo de la educación ambiental” (Art. 2º).

La Estrategia Nacional de Educación Ambiental Integral (ENEAI) es una responsabilidad compartida, con competencias y facultades diferenciadas, entre el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Ministerio de Educación, en articulación con el Consejo Federal de Medio Ambiente (COFEMA) y el Consejo Federal de Educación (CFE) (Art. 7º).

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación, las jurisdicciones provinciales, la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y el Consejo Federal de Medio Ambiente (COFEMA) tendrán la facultad de implementar la Estrategia Nacional de Educación Ambiental Integral (ENEAI) y las Estrategias Jurisdiccionales de Educación Ambiental Integral (EJEAI) en el ámbito de la educación no formal, Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) y medios de comunicación (Art. 8°).

El Ministerio de Educación de la Nación, de las jurisdicciones provinciales y de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, en articulación con el Consejo Federal de Educación (CFE), tendrán la facultad para implementar la Estrategia Nacional de Educación Ambiental Integral (ENEAI) y las Estrategias Jurisdiccionales de Educación Ambiental Integral (EJEAI), en los ámbitos de la educación formal, no formal, Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) y medios de comunicación.

5.3. Constitución Provincial

- **Artículo 11°:** Los habitantes de la Provincia son iguales ante la ley, y *gozan de los derechos y garantías que establece la Constitución Nacional*, los que emanan en su consecuencia a través de los tratados celebrados por la Nación y los que se expresan en esta Constitución.
- **Artículo 35°:** La libertad de enseñar y aprender no podrá ser coartada por medidas preventivas.

5.4. Legislación Provincial

- **Ley N° 13.688/07: Ley de Educación Provincial.**

En ella se regula el ejercicio del derecho de enseñar y aprender en la Provincia de Buenos Aires, conforme a los principios establecidos en la Constitución Nacional y los tratados internacionales incorporados a ella, en la Constitución Provincial y en la Ley de Educación Nacional. Se reconoce a la educación y el conocimiento como bienes públicos que constituyen derechos personales y sociales, garantizados por el Estado.

A través de la Dirección General de Cultura y Educación (DGCyE), el Estado Provincial toma la responsabilidad principal e indelegable de “proveer, garantizar y supervisar una educación integral, inclusiva, permanente y de calidad para todos sus habitantes, garantizando la igualdad, gratuidad y la justicia social en el ejercicio de este derecho, con la participación del conjunto de la comunidad educativa” (Art. 5°).

La Educación Primaria es uno de los niveles que conforman al Sistema Educativo Provincial. Es obligatoria, de seis años de educación y se constituye como una unidad pedagógica y organizativa para niños y niñas a partir de los seis años de edad. Entre sus diferentes objetivos y funciones se destaca “disponer las condiciones para el desarrollo integral de las prácticas de lectura y escritura y de los conocimientos necesarios para el manejo de las plataformas y los lenguajes producidos por las tecnologías de la información y la comunicación, así como para la producción y recepción crítica de los discursos mediáticos” (Art. 27º, inciso b).

Considera a la educación ambiental como una modalidad que atraviesa a todos los niveles educativos y es responsable de “aportar propuestas curriculares específicas que articulen con la educación común y que la complementen, enriqueciéndola, resaltando y destacando aquellos derechos, contenidos y prácticas acerca y en el ambiente, entendido como la resultante de interacciones entre sistemas ecológicos, socioeconómicos y culturales” (Art. 45º).

La DGCyE debe “garantizar un hábitat adecuado en los espacios destinados a la enseñanza teniendo en cuenta necesidades y características socioculturales y ambientales de la comunidad” (Art. 116º). En este sentido, es de su competencia desarrollar y/o coordinar lo referido a planificación, elaboración de normativa técnica y la proyección, ejecución y fiscalización de obras de infraestructura escolar. También debe coordinar acciones para proveer equipamiento escolar adecuado, respetando las normas vigentes en materia de seguridad e higiene.

Por otro lado, la DGCyE tendrá a su cargo la administración de la infraestructura escolar, la cual se realizará a través de un organismo técnico administrativo específico con el fin de garantizar la construcción y habitabilidad de los espacios donde se desarrollará la enseñanza. El organismo mencionado supervisará la infraestructura escolar en el territorio mediante la designación de inspectores regionales.

Este último también coordinará las políticas edilicias en función de la planificación y control del mantenimiento preventivo y correctivo de la infraestructura escolar y velará, junto al resto de las áreas, por su utilización óptima y sustentable. Se considerarán las propuestas de distintos actores de la comunidad (sindicatos, organizaciones sociales, profesionales) y se deberá tener en cuenta en el diseño y gestión del espacio físico educativo “las limitantes climáticas, los requerimientos energéticos, las condiciones resultantes de situaciones ambientales globales y locales emergentes del cambio climático y la transformación del

patrón energético” (Art. 117°). Deben ser considerados conceptos tales como: entorno saludable, diseño ambiental y bioclimático, tecnologías de conservación y de sistemas pasivos de acondicionamiento, usos sustentables de la energía, materiales y equipamiento sin impacto en la salud de la comunidad educativa.

Por su parte, la administración de los establecimientos educativos en ámbitos de competencia territorial distrital, excluyendo los aspectos técnicos-pedagógicos, es responsabilidad de los consejos escolares. Tienen diferentes facultades entre las que se encuentran: a) gestión de la provisión de muebles, útiles y demás elementos de equipamiento escolar y su distribución, b) implementación en los respectivos distritos la ejecución de los actos de administración emanados de la DGCyE, d) realización del censo de bienes de estado, e) conformación de las facturas por prestación de servicios públicos y realización de las auditorias correspondientes tendientes a un uso racional y eficiente de dichos servicios (Art. 170°).

➤ ***Decreto Provincial N°2299/11: Aprobación del “Reglamento General de las Instituciones Educativas de la Provincia de Buenos Aires”.***

✚ **Artículo 1°:** “Aprobar el “Reglamento General de las Instituciones Educativas de la Provincia de Buenos Aires”.

✚ **Artículo 2°:** “...el Reglamento aprobado en el artículo precedente es de orden público y será de aplicación en todas las instituciones educativas del sistema educativo provincial y supletoriamente en el Nivel Superior”.

✚ **Artículo 5°:** “Derogar el Decreto N° 6013/58 (Texto Ordenado Resolución N° 1698/83) y sus modificatorios y toda otra norma que se oponga al presente”.

➤ ***Reglamento General de las Instituciones Educativas de la Provincia de Buenos Aires***

El patrimonio escolar posee un rol preponderante. Las instituciones educativas son las responsables de conservar su patrimonio material (inmuebles, muebles, semovientes, máquinas, herramientas, equipamiento, material bibliográfico) e inmaterial (simbólico-cultural). Los bienes, objetos, colecciones y otros artículos que la institución considere que deban preservarse tendrán que estar documentados en un registro administrativo. En el caso de los bienes inmateriales, el establecimiento implementará estrategias que faciliten el

ejercicio de la memoria, el registro escrito, la narración oral de la historia institucional y la reflexión en común.

A su vez, la actividad educativa es desarrollada en un espacio físico que tiene función pedagógica y cumple con normas de habilitación, mantenimiento y cuidado. La responsabilidad de velar por el cumplimiento de esas normas recae en los organismos específicos de la DGCyE. La habilitación y construcción de edificios escolares corresponde a organismos de la Administración con competencia específica. Por su parte, los miembros de la comunidad educativa son responsables del cuidado del edificio y el cumplimiento de las normas de funcionalidad, según sus tareas específicas. En caso de comunicación de necesidades, inconvenientes o propuestas edilicias en los establecimientos de gestión estatal, los mismos deben realizarse a través del Consejo Escolar de Distrito. De manera similar, las modificaciones que afecten la infraestructura o las instalaciones deberán estar fundadas y autorizadas.

Existe la posibilidad de que distintos establecimientos escolares compartan un mismo espacio edilicio. Para ello, deberán contar con la autorización correspondiente y establecer los acuerdos que lleven a una mejor convivencia y aprovechamiento de las instalaciones. Los Directores de los establecimientos definirán los bienes considerados de uso común, no común y/o exclusivo en los horarios correspondientes a su funcionamiento. También determinarán el uso del edificio por parte de cada cooperadora escolar.

El edificio deberá tener adecuadas condiciones de habitabilidad y uso con el fin de facilitar los procesos de enseñanza-aprendizaje. Para lograrlo será necesaria la realización de tareas de limpieza, la ejecución de trabajos de conservación y reparación, el adecuado uso y empleo correcto de los bienes y el personal suficiente para cada actividad. Ellos deberán velar por el buen estado del patrimonio y educar a los alumnos en relación al cuidado y valorización del establecimiento. Será de suma importancia utilizar racionalmente los servicios como el agua, el gas y la electricidad.

Por otro lado, se establece que la seguridad en la escuela “es una construcción social, interdisciplinaria y situacional orientada a la detección, prevención e intervención frente a situaciones de riesgo propias de cada comunidad educativa y dirigida a la adopción de conductas institucionales y comunitarias consecuentes (Art. 110°). Además, es transversal a las actividades que se lleven a cabo en las instituciones y debe lograr una cultura de la prevención construida bajo políticas públicas que aseguren la existencia de ámbitos adecuados para el desarrollo de los procesos de enseñanza-aprendizaje. Dicho concepto no

puede dejar de lado la participación activa de los actores involucrados en la comunidad educativa, ya que son las personas quienes deben ser priorizadas. A su vez, los riesgos existentes deben ser comprendidos en su totalidad y la realización de análisis y evaluaciones, no tienen que limitarse solo a la cuestión edilicia y de infraestructura.

La DGCyE es la responsable de dictar la normativa que comprenda las orientaciones y prescripciones generales para elaborar Planes de prevención de riesgos, normas aplicables en materia de protocolos y procedimientos y los estándares de funcionamiento seguro de cada institución. Los establecimientos evaluarán las acciones preventivas y de seguridad asociadas a dichos estándares.

Bajo este marco, cada unidad educativa debe confeccionar su Plan de prevención del riesgo garantizando la participación de toda la comunidad educativa en cada una de las etapas a desarrollar tales como la descripción de riesgos, análisis, evaluación, estrategias propias de abordaje y articulación con los organismos competentes. El mismo debe ser supervisado y elevado al Consejo Escolar. Se deberán considerar las siguientes problemáticas: I) Infraestructura escolar, II) Enfermedades y accidentes, III) Manipulación y conservación de alimentos, IV) Situaciones de vulneración de derechos de alumnos, V) Uso responsable de la electricidad, agua, gas y nuevas tecnologías, VI) ruidos molestos, iluminación, ventilación, temperatura, VII) delitos en perjuicio de la institución o dentro de ella, VIII) vías de acceso al edificio y entorno, su iluminación, paradas de transporte público, estacionamientos, IX) rutas de acceso, de escape y circulación del personal y alumnos, X) reparaciones y obras eventuales, XI) actos de masiva concurrencia, XII) degradación y contaminación ambiental, XIII) catástrofes naturales, XIV) incendios, manipulación y estibaje de riesgos químicos y otros siniestros, XV) traslados y desplazamientos de alumnos y docentes, senderos seguros, XVI) riesgos propios de cada comunidad educativa.

➤ ***Conjunto de normas y recomendaciones básicas de arquitectura escolar***

Es un documento técnico-conceptual desarrollado sobre la base de la Ley Nacional de Educación N° 26.206 y la Ley Provincial de Educación N° 13.688. Tiene como fin pautar la construcción de los espacios educativos tanto de gestión pública como privada y su equipamiento a través de:

- Establecer patrones para la definición cuali-cuantitativa de los requerimientos de espacios-programas de necesidades- para los distintos niveles y modalidades de enseñanza y aprendizaje.

- Establecer condiciones de habitabilidad y confort indispensables para el desarrollo de las actividades educativas.
- Definir pautas de emplazamiento y organización de los conjuntos edilicios.
- Fijar criterios y aspectos normativos para la construcción y mantenimiento de los edificios escolares.

Las pautas desarrolladas se establecen para la construcción de edificios nuevos. En el caso de edificios existentes o ampliaciones de los mismos, se tomarán como referencia y se llevarán adelante según las posibilidades espaciales, de emplazamiento, de organización, etc.

El documento se estructura desarrollando, en primer lugar, los aspectos generales y comunes del sistema educativo y luego, al análisis se dirige a lo particular y específico de cada nivel o modalidad. En este sentido, entre los conceptos abordados se encuentran:

- La arquitectura escolar (concepción del edificio, localización y terreno, accesos, tamaños y superficies).
- Habitabilidad y confort (acondicionamiento térmico, servicios, requerimiento higrotérmico, asoleamiento, ventilación natural y artificial, acústica, iluminación natural y artificial).
- Condiciones técnicas, constructivas y de seguridad (muros, aberturas y elementos de protección, cubiertas, pisos, cielorrasos, revestimientos, instalaciones).
- Características regionales (zonas bioambientales).
- Programación arquitectónica según los niveles educativos.
- Supresión de barreras arquitectónicas para personas con discapacidades.
- Preservación y valorización de bienes del patrimonio cultural.

6. ÁREA DE ESTUDIO

6.1. El partido de General Pueyrredon y las características del Periurbano

El Partido de General Pueyrredon (PGP) es una unidad administrativa localizada en la República Argentina, más precisamente, en el sudeste de la Provincia de Buenos Aires (Figura 6.1.). Constituye uno de los 135 partidos que forman parte de la mencionada provincia. A su vez, limita hacia el noreste con el Partido de Mar Chiquita, al noroeste con Balcarce, al suroeste con General Alvarado y al sureste con el Océano Atlántico. Dentro de sus límites, se encuentra la ciudad de Mar del Plata que es la ciudad cabecera con 593.337 habitantes (INDEC, 2010).



Figura 6.1. Ubicación del Partido de General Pueyrredon en Argentina y la provincia de Buenos Aires.
Fuente: Zulaica y Aguilar, 2016

Desde el punto de vista geológico y geomorfológico, el Partido se encuentra localizado en las estribaciones orientales de las Sierras Septentrionales. Estas sierras constituyen un sistema de montañas en bloques. El levantamiento tectónico no se produjo por plegamientos sino por acción de fallas de alto ángulo (tres sistemas de fallas de dirección NO-SE, NE-SO y E-O); éste fenómeno le confiere a las sierras su típico aspecto de bloques elevados separados por amplios valles interserranos donde se desarrolla una fuerte cubierta de sedimentos de edad cenozoica (Municipalidad de General Pueyrredon, s/f). Esta topografía configura en

Mar del Plata una costa con entrantes (playas del centro, Punta Mogotes) y cabos (Punta Iglesia, Cabo Corrientes, Punta Cantera).

Al considerar los suelos predominantes, sobresalen los molisoles en base a lo establecido por el sistema de clasificación americana (Soil Taxonomy, 1975). Dentro de ellos prevalecen los Argiudoles típicos: suelos ricos desarrollados en lomadas eólicas de variada pendiente, a partir de depósitos loésicos del Pleistoceno tardío Holoceno. Estos presentan horizontes superficiales que superan los 20 cm de espesor, ricos en materia orgánica, de pH levemente ácido a neutro, y horizontes subsuperficiales enriquecidos en arcillas, con buen drenaje, con desarrollo de perfiles que superan los 50 cm hasta 1,5 m y con buena fertilidad.

Por otro lado, existen tanto recursos hídricos superficiales como subterráneos. Dentro del primer grupo, la topografía origina la formación de lagunas y quince cuencas de drenaje constituidas por arroyos distribuidas en dos vertientes, a saber: Vertiente Norte (Arroyos Seco, El Cardalito, Las Chacras –quinto orden-; Los Cueros, de los Patos, Santa Elena, Camet, La Tapera, del Barco –cuarto orden-; del Tigre –tercer orden-) y Vertiente Sur (Arroyos Chapadmalal –quinto orden-; Lobería, Corrientes, Seco, Las Brusquitas –cuarto orden-). Los cursos de agua del primero al tercer orden son cauces transitorios que solo llevan agua en época de lluvias. Los de cuarto y quinto orden son de régimen permanente (Municipalidad de General Pueyrredon, s/f).

A diferencia de los cursos de agua que son de escasa significación, las fuentes de agua subterránea son de muy buena calidad, fácilmente accesibles y se las puede obtener a muy bajo costo (Lima et al., 2017). En este sentido, el Partido se asienta sobre las unidades hidrogeológicas Basamento Impermeable y Complejo Clástico Permeable. Dentro de estos se diferencian las secciones de Hipoparaniana, Paraniiana y Epiparaniana. Esta última se define como un ambiente acuitado, de baja permeabilidad, dentro del cual se desarrollan lentes de mediana permeabilidad portadora de niveles acuíferos productivos. La recarga del sistema se produce de forma autóctona en toda la región a expensas de los excedentes de lluvias del ciclo hidrológico.

Por último, el clima de la región es de tipo “templado-húmedo” según el esquema de Köppen o del tipo “subhúmedo-húmedo, mesotermal, sin deficiencia de agua”, de acuerdo con el método de Thornthwaite (Burgos y Vidal, 1951). En particular, Mar del Plata está posicionada bajo la influencia de frentes fríos provenientes de la Patagonia y frentes cálidos que suelen ingresar por las provincias de Misiones y Corrientes. La temperatura media anual es de 14°C y las precipitaciones se distribuyen regularmente durante el año, alcanzando un

promedio anual de 920 mm. Los vientos del cuadrante N, NO, O y S son los más relevantes, con una velocidad promedio de 21 km/h (Municipalidad de General Pueyrredon, s/f).

Enmarcado en este contexto y bordeando al ejido urbano de Mar del Plata, se encuentra su periurbano. Ocupa unas 30.000 hectáreas que sirven de hogar a 170.000 habitantes (Ferraro et al., 2016) y se muestra como un espacio de frontera complejo, con límites difusos donde convergen y coexisten diversas dinámicas socioeconómicas, culturales y ambientales. Además, presenta distintos niveles de relación con la ciudad y el territorio circundante y, las dinámicas insertas en él, muchas veces se traducen en desequilibrios territoriales que se manifiestan en un deterioro ambiental y constantes conflictos sociales y de interés de diversos actores (Talavera y Villamizar, 2012).

Si bien carece de límites rígidos, es necesario establecer un “recorte” de la realidad para poder definir el sistema que se quiere analizar. En este sentido, según Ferraro et al. (2016) el periurbano se extiende desde una línea clara y precisa señalada por el amanzamiento, la presencia de agua por red y cloacas –sistema urbano-, hasta el límite donde se evidencia una presencia neta de agricultura y ganadería extensiva –sistema rural-.

Por otro lado, en cuanto a su estructura interna, los autores antes mencionados, distinguen los siguientes subsistemas (Figura 6.2.):

- ✓ **Subsistema físico:** representado por dos componentes.
 - ❖ **Físico-natural:** incluye el agua, el suelo y el aire que actúan de soporte, son fuentes de recursos y sumidero de desechos.
 - ❖ **Físico-construido:** incluye la infraestructura como redes viales, agua potable, cloacas, etc.
- ✓ **Subsistema socio-cultural:** Comprende al conjunto de la población y todas sus características demográficas, culturales, de empleo, de salud, educación, tecnológicas, etc. Las relaciones establecidas en este subsistema son generalmente de demanda sobre el resto de los subsistemas.
- ✓ **Subsistema productivo:** Abarca todas las actividades que se realizan en el periurbano.

- ❖ **Minero:** Incluye las actividades extractivas, tanto las de rocas de aplicación como la minería de suelos (ladrilleras). Se relaciona con el sistema urbano como proveedor de materias primas para la construcción material de la ciudad.
 - ❖ **Agroproductivo:** Es de gran complejidad ya que es el que mayores relaciones establece con el resto de los subsistemas, especialmente con el físico-natural. Provee de alimentos frescos al sistema urbano y presenta entremezcladas, en menor medida, actividades agrícolas y ganaderas extensivas.
 - ❖ **Industrial:** Comprende al parque industrial y las áreas periurbanas que el código de ordenamiento territorial (COT) admite como industriales.
 - ❖ **Turístico:** Son todas las actividades relacionadas directamente con el turismo.
- ✓ **Subsistema urbano-residencial:** Involucra las áreas periurbanas destinadas a residencias tanto permanentes como estacionales o de veraneo. Estas últimas se localizan principalmente en los sectores costeros.
 - ✓ **Subsistema digestor:** Es el conjunto de infraestructura de saneamiento urbano. Se incluyen el sitio de disposición final de residuos, la estación depuradora de aguas residuales y todas aquellas situaciones en las cuales los desechos de la ciudad son depositados o tratados en el sistema periurbano.

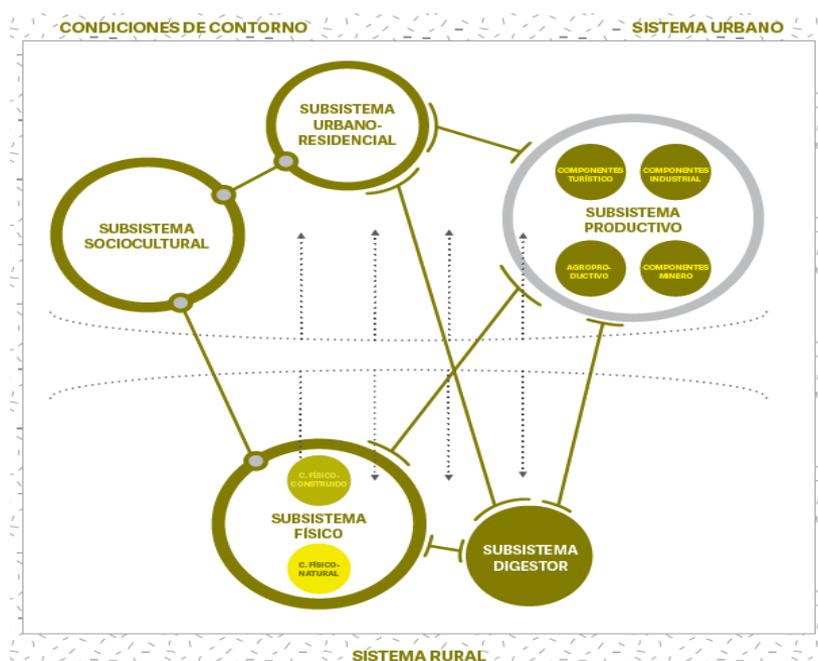


Figura 6.2. Subsistemas que componen al periurbano y sus interrelaciones. Fuente: Ferraro et al., 2016.

Un análisis integral de los subsistemas definidos anteriormente, permite diferenciar cinco sectores o unidades principales que tienen una mayor semejanza interna.

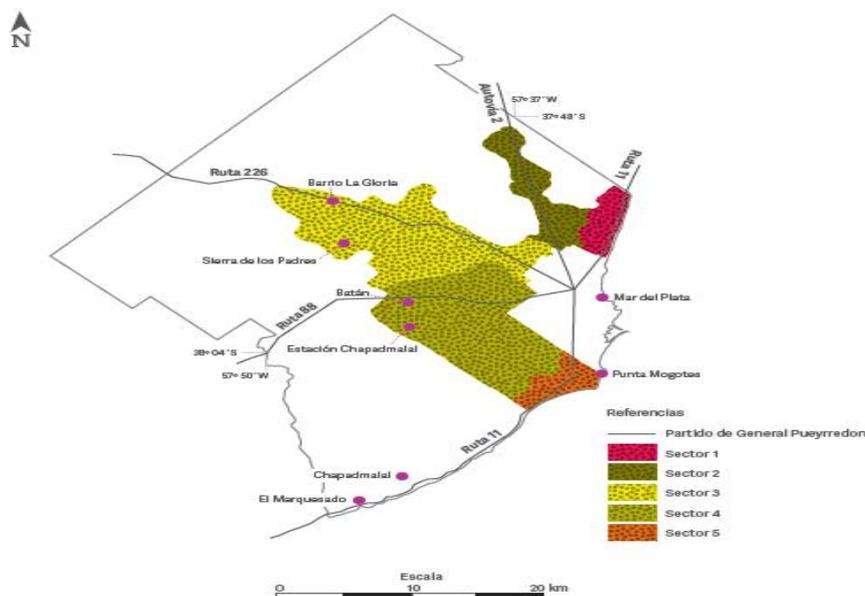


Figura 6.3. Unidades principales del periurbano marplatense. Fuente: Ferraro et al., 2016.

Observando en la Figura 6.3. se ve que, de los cinco sectores, solo dos situados al noreste y sudeste, tienen vinculación con la costa (sectores 1 y 5). El último, además, manifiesta una clara vocación turística. Hacia el interior del Partido, se distinguen los tres sectores. Dos de ellos, el sector 3 y el 4, agrupan la mayor parte de la población del periurbano. Mientras que el mencionado en última instancia presenta la mayor diversidad de usos entremezclados, el sector 3 se destaca fuertemente por la actividad hortícola. La última unidad identificada, el sector 2, se ubica en sentido noreste-este y su eje de expansión es la Autovía 2.

Las características mencionadas anteriormente, son solo algunas de las que se le pueden atribuir a las unidades identificadas. Existen particularidades en cada una de ellas relacionadas con los subsistemas del periurbano.

Por otro lado, los subsistemas descritos no se comportan como elementos aislados, sino que interactúan de forma dinámica dando lugar a diferentes configuraciones en el territorio. Los distintos usos de suelo (Figura 6.4.) son la resultante de esas interacciones.

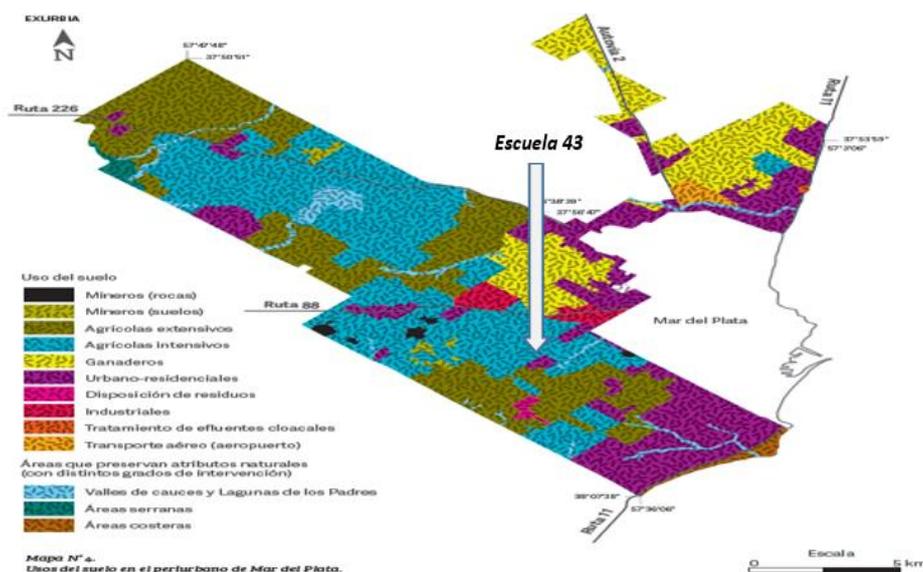


Figura 6.4. Usos de suelo del periurbano y localización de la Escuela N°43. Fuente: Ferraro et al., 2016.

6.2. La Escuela Provincial N°43 “John F. Kennedy”

La Escuela N°43 está ubicada en el contexto territorial del periurbano, más precisamente, en el Barrio Parque Hermoso, próximo al eje de la ruta 88 y a la ciudad de Batán (Imagen 6.1.). En dicho barrio, junto al lindante de Valle Hermoso, conviven actividades urbanas y rurales, con una fuerte predominancia de producciones intensivas de frutas y hortalizas que forman parte de la cuenca de abastecimiento de la ciudad y la zona. Siendo estas actividades las más relevantes también se desarrollan otras tales como avicultura, apicultura, cría de cerdos, agricultura extensiva (soja, trigo), minería de suelos y almacenamiento de cereales (Bocero et al., 2011).



Imagen 6.1. Localización y contexto territorial de la Escuela N°43. Fuente: Elaboración propia.

El barrio y el entorno que acogen a la escuela, se ubican en una zona propensa a anegamientos, carecen de adecuadas condiciones de infraestructura, acceso a servicios públicos (agua de red, gas natural, red cloacal, transporte público y recolección de residuos deficientes) y, no menos importante, presentan una estructura social compleja y heterogénea que es altamente vulnerable. En este sentido, predominan explotaciones familiares cuya población tiene orígenes diversos: del norte argentino y de países limítrofes, fundamentalmente Bolivia.

Estas condiciones de vida deficitarias, se ven agravadas por distintos problemas ambientales que existen en la zona. Estos se asocian a las actividades principales que allí se desarrollan: agricultura intensiva (potencial pérdida de suelos por erosión, contaminación por uso de agroquímicos, expansión de superficies cubiertas), minería de suelos y rocas (degradación paisajística, explotación de recursos no renovables), actividades industriales (contaminación directa o indirecta de recursos hídricos, contaminación directa por emisión de gases) y disposición final de residuos (sustitución de hábitats, aparición de vectores de enfermedades y contaminación de recursos hídricos como consecuencia de la lixiviación).

Por su parte, la institución primaria acoge a 260 estudiantes que asisten en dos turnos desarrollados entre las 8 y las 12 del mediodía y entre las 12:30 h y 16:30 h. Durante el turno matutino concurren 135 estudiantes, mientras que, a la tarde, lo hace la cantidad restante. En la escuela, además de cumplir con las actividades académicas usuales, también desayunan, almuerzan y meriendan. Debe destacarse que el día a día de esta escuela es compartido con la Escuela de Educación Secundaria N°60 (EES N°60) que cuenta con 170 estudiantes aproximadamente, siendo las instalaciones utilizadas por ambas instituciones.

A la escuela asisten estudiantes, cuyas familias viven, no solo en los barrios Parque y Valle Hermoso, sino también en Parque Palermo y Las Heras. No ajenas a la realidad del entorno, las familias de los dos últimos barrios mencionados son de escasos recursos socioeconómicos. Los jefes/as de familia suelen estar desempleados, no tienen estabilidad laboral y realizan tareas informales como las comúnmente denominadas “changas”. También suelen frecuentar el sitio de disposición final de residuos. Respecto a Valle Hermoso, quienes viven allí, mayoritariamente son de nacionalidad boliviana y trabajan y viven en las explotaciones agrícolas familiares. En ocasiones, en época de cosecha, se trasladan a otras localidades y en julio, en muchos casos, se ausentan durante un mes dado que viajan a Bolivia. Dicha situación hace fluctuar la matrícula escolar.

7. DIAGNÓSTICO TÉCNICO - AMBIENTAL

En los siguientes apartados se exponen los resultados del relevamiento realizado en la institución educativa teniendo en cuenta la metodología presentada en el capítulo 4.

7.1. Estructura edilicia

La institución cuenta con una superficie cubierta de 721m², de los cuales 378m² corresponden a aulas, 37m² a la biblioteca, 96m² a la cocina y el comedor, 77m² a salas de profesores y autoridades y 133m² al Salón de Usos Múltiples (SUM). Adicionalmente, posee un patio interno de 480m² y un pequeño jardín en el frente del edificio. Las aulas se encuentran ubicadas sobre el perímetro del patio (Imagen 7.1).

La figura 7.1 muestra el plano de la escuela con identificación de zonas y funciones. El plano base fue generado en AutoCAD en base a la información entregada por la institución.

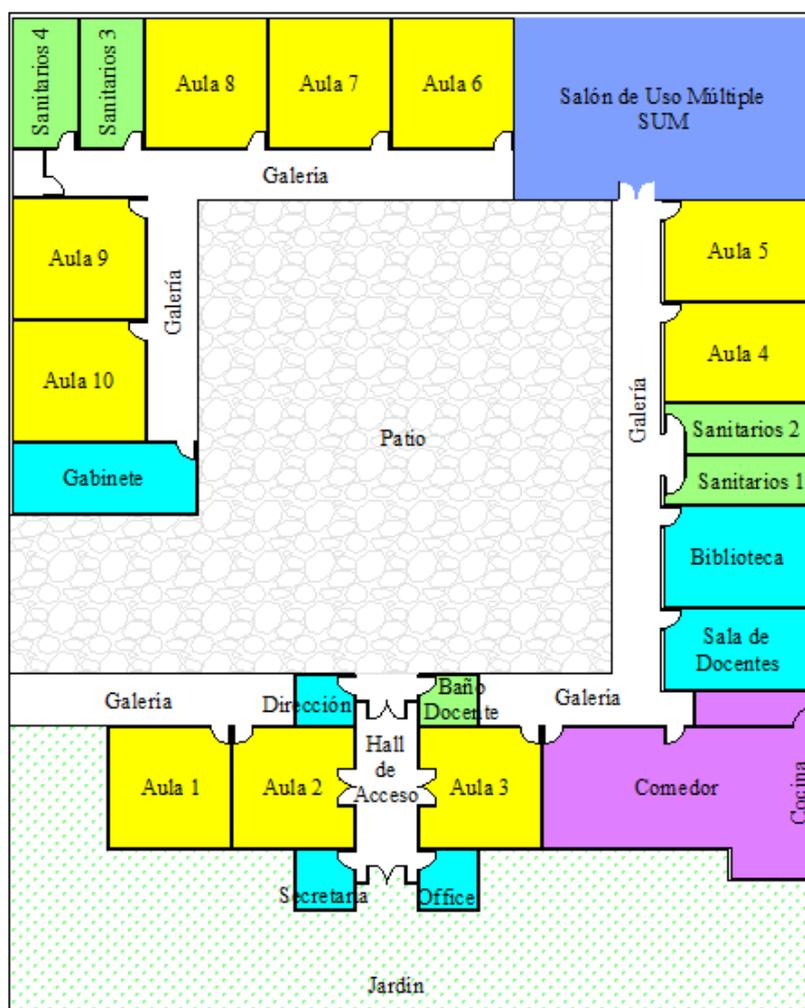


Figura 7.1. Plano de la Escuela con identificación de zonas y funciones. Fuente: Elaboración propia.



Imagen 7.1. Las aulas se encuentran ubicadas sobre el perímetro del patio. Fuente: Elaboración propia.

La entrada principal de la escuela se encuentra orientada hacia el noroeste mientras que las aulas traseras, se orientan hacia el sureste. Existen otros dos grupos de aulas cuyas orientaciones son suroeste y noreste. Dado que la orientación del edificio está desplazada, el aprovechamiento de luz solar dentro de las aulas es mínimo (Imagen 7.2).

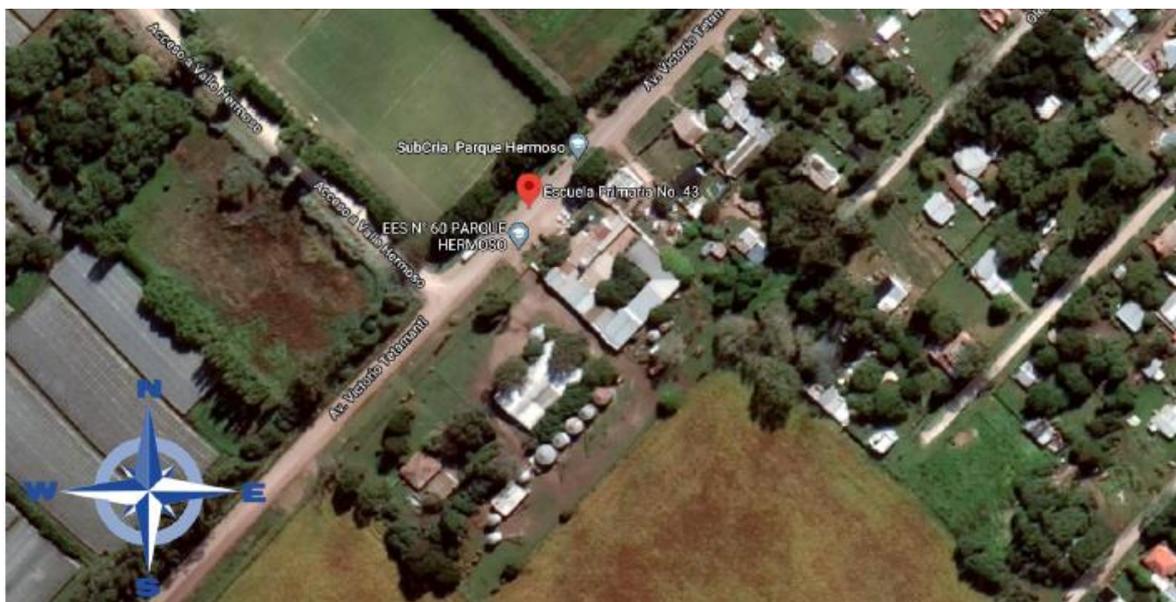


Imagen 7.2. Orientación de la escuela. Fuente: Elaboración propia.

El edificio está construido principalmente con pisos y paredes de concreto. Las paredes fueron construidas con bloques sólidos y estuco tanto en su cara interior como exterior. Por su parte, los techos están compuestos por chapas de metal corrugado pero los cielorrasos son de madera. Estos últimos no presentan aislamiento en su estructura. Los voladizos del techo están ubicados frente a las aulas (Imagen 7.3.) constituyen una estructura fija generando una galería de circulación que antecede al patio. Estos voladizos disminuyen el ingreso de luz natural a las aulas.

Respecto a las ventanas, todas tienen un marco de madera y un único vidrio. La mayoría de las aulas contienen cuatro ventanas que utilizan gran parte del área de la pared. Dos de

ellas son exteriores y están fijas mientras que las otras dos, son interiores y corredizas (Imagen 7.3).



Imagen 7.3. Voladizo del techo, ventanas y puerta con vidrios. Fuente: Elaboración propia.

En el salón de usos múltiples, las ventanas tienen las mismas características constructivas pero se encuentran a una altura considerable sobre la pared dificultando su apertura y cierre. El techo está construido con chapas de metal corrugado y no tiene un cielorraso de aislación (Imagen 7.4.).

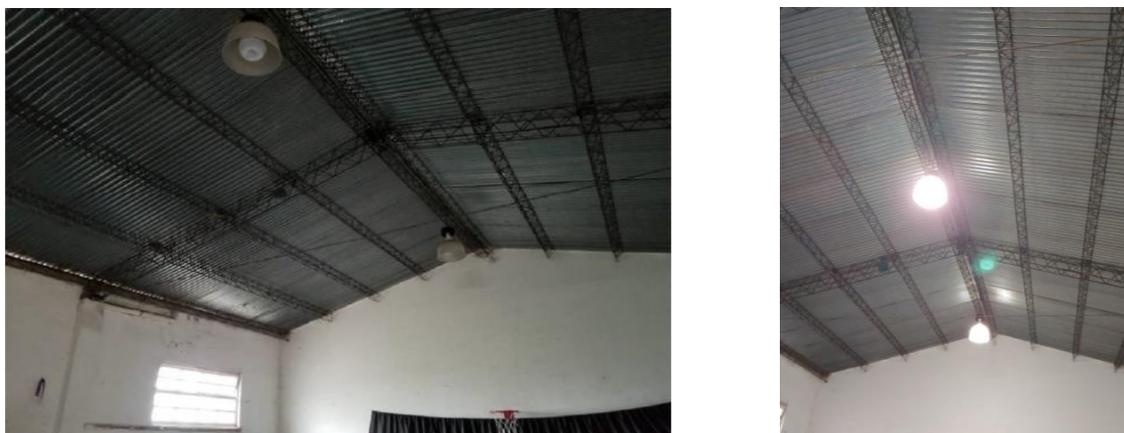


Imagen 7.4. SUM. Ventanas y techo de metal sin cielorraso. Fuente: Elaboración propia.

Al observar las puertas del establecimiento se encuentran dos tipos. Las puertas de entrada a la escuela carecen de aislamiento y están hechas de acero y vidrio. Por otro lado, las de las aulas son de madera y, en algunas ocasiones, tienen insertas una ventana de vidrio simple en su parte superior (Imagen 7.5.). Estas tampoco tienen aislamiento ni burletes alrededor de sus marcos.

Del análisis de los elementos previamente descriptos, puede decirse que el aislamiento de la escuela no se incluyó correctamente en su diseño y en la fase constructiva.



Imagen 7.5. Puertas de las aulas. Fuente: Elaboración propia.

Los niveles de humedad dentro de los espacios educativos también son un problema. Una de las principales causas es el precario revestimiento de protección de las paredes externas. Además la mala ventilación contribuye a agravar el problema. Debido al clima la humedad es lo suficientemente alta durante el año. En el transcurso de las clases, el aire húmedo en las aulas provoca incomodidad en estos espacios. En otoño e invierno, la temperatura del aire exterior es demasiado fría como para abrir las ventanas y permitir el ingreso de aire fresco para su renovación. Como consecuencia de estos hechos, la pintura se desprende de las paredes (Imagen 7.6).



Imagen 7.6. Efecto de la humedad en las paredes de las aulas. Fuente: Elaboración propia.

El comedor y la cocina forman un ambiente único que está mal iluminado y ventilado. Los niveles de iluminación son muy bajos y no cumple con las normas, en el sector de trabajo (mesadas y cocinas) no hay iluminación localizada.

Existen tres ventanas relativamente pequeñas, una próxima a los hornos, lo que origina que sea insuficiente la iluminación natural y la ventilación con aire del exterior.

Las cocinas y hornos están en el mismo ambiente y son de muy fácil acceso para los estudiantes. Lo mismo ocurre con las áreas de trabajo de la cocina, generando un espacio de alto riesgo para los niños/as y para el personal de la escuela. Asimismo, la temperatura ambiente es elevada, hay olores y vapores originados por los procesos de cocción.

Existen dos ventiladores de techo que sólo provocan el movimiento de aire interior sin renovación del mismo y por lo tanto no aportan el confort ni la ventilación necesaria. Se visualizan cables y prolongadores eléctricos dispuestos en forma precaria. Hay paredes con presencia de humedad y la pintura está deteriorada.

El agua caliente sanitaria para las actividades (cocinar y limpiar) está disponible a través de un termotanque a gas propano de sólo 160 litros.

El mobiliario (mesas y bancos) está en mal estado y no es suficiente para la totalidad de los estudiantes, lo que origina que los alumnos cuando están sentados disponen de espacios reducidos para comer. Por esta situación se deben organizar turnos para el almuerzo.

Por lo expuesto se trata de un ambiente riesgoso y poco confortable para los estudiantes y todo el personal de la escuela.

En la Imagen 7.7 se puede apreciar, con mayor detalle, lo expuesto anteriormente sobre el comedor y la cocina.



Imagen 7.7. Estado del comedor y la cocina. Fuente: Elaboración propia.

7.2. Instalación eléctrica y niveles de iluminación

De forma tal de conocer la potencia eléctrica instalada en la escuela, se realizó un relevamiento de cargas. Los resultados del mismo pueden observarse en la tabla 7.1:

Artefactos	Ubicación	Cantidad	Potencia individual [W]	Potencia total [W]
Electrodomésticos				
Bomba de agua	-	2	290	580
Computadora	Aula 3 (Sala de computación)	11	300	3.300
Minicomponente	Aula 3 (Sala de computación)	1	60	60
Computadora	Biblioteca	1	300	300
Televisor color 20"	Biblioteca	1	70	70
Heladera	Cocina docente	1	150	150
Freezer	Comedor	1	180	180
Minicomponente	Comedor	1	60	60
Ventilador de techo	Comedor	2	60	120
Computadora	Secretaría	1	300	300
Iluminación				
Lámpara tubular fluorescente	Aula 1	4	40	160
Lámpara tubular fluorescente	Aula 2	4	40	160
Lámpara tubular fluorescente	Aula 3 (Sala de computación)	4	40	160
Lámpara tubular fluorescente	Aula 4	4	40	160
Lámpara tubular fluorescente	Aula 5	4	40	160
Lámpara tubular fluorescente	Aula 6	8	40	320
Lámpara tubular fluorescente	Aula 7	8	40	320
Lámpara tubular fluorescente	Aula 8	8	40	320
Lámpara tubular fluorescente	Aula 9	8	40	320
Lámpara tubular fluorescente	Aula 10	8	40	320
Lámpara tubular fluorescente	Baño docente	1	40	40
Lámpara tubular fluorescente	Biblioteca	4	40	160
Lámpara tubular fluorescente	Cocina docente	1	40	40
Lámpara tubular fluorescente	Comedor	8	40	320
Lámpara incandescente	Comedor	1	60	60
Lámpara incandescente	Departamento de educación física	1	60	60
Lámpara tubular fluorescente	Dirección	1	40	40
Lámpara incandescente	Entrada general	2	60	120
Lámpara tubular fluorescente	Entrada general	1	105	105
Lámpara tubular fluorescente	Gabinete	4	40	160
Lámpara incandescente	Galería exterior	3	60	180
Lámpara incandescente	Galería interior	7	60	420
Reflector	Galería interior	1	150	150
Lámpara tubular fluorescente	Preceptoría	2	40	80
Lámpara tubular fluorescente	Sanitarios 1	8	40	320
Lámpara tubular fluorescente	Sanitarios 2	8	40	320
Lámpara tubular fluorescente	Secretaría	1	40	40
Reflector	SUM	2	500	1.000
			138	11.135

Tabla 7.1. Relevamiento de cargas eléctricas. Fuente: Elaboración propia.

La potencia total de los artefactos presentes en el establecimiento asciende a 11.135 W. El principal aporte corresponde a la iluminación de las aulas y otros espacios comunes con un 55% de la potencia total aproximadamente. El uso de algunos de estos dispositivos, como en el caso de las computadoras, se ve obstaculizado dado que los circuitos de la instalación eléctrica son deficientes y su capacidad para alimentar equipos es limitada.

Por otro lado, a partir de las facturas de energía eléctrica, se estimó el consumo a lo largo del año. Se consideró el período enero 2018 – abril 2019, ver Tabla 7.2.

Bimestres	Consumo (kWh)
2018	
1 (enero – febrero)	1.230
2 (marzo – abril)	1.922
3 (mayo – junio)	2.309
4 (julio – agosto)	2.323
5 (septiembre – octubre)	2.528
6 (noviembre – diciembre)	2.356
2019	
1 (enero – febrero)	1.564
2 (marzo – abril)	2.143

Tabla 7.2. Consumo eléctrico del período enero 2018 – abril 2019. Fuente: Elaboración propia.

Observando el cuadro anterior, se puede ver que los meses de mayor consumo corresponden al período del ciclo lectivo (marzo – diciembre), con una merma del consumo en el receso de verano dado que no se dan actividades extracurriculares, ver Figura 7.2.

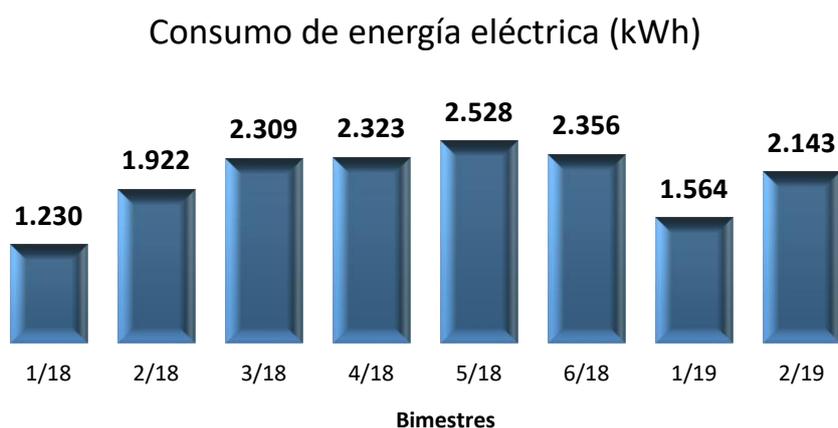


Figura 7.2. Consumos de energía eléctrica. Fuente: Elaboración propia.

Con referencia al sistema de iluminación existente, se comprobó que es deficiente y no cumple con las normativas vigentes. Las luminarias son antiguas y, por lo general, poseen dos lámparas tubulares fluorescentes por equipo (Imagen 7.8). Además se comprobó que en algunas aulas hay faltante de lámparas o están sin funcionar.



Imagen 7.8. Sistema de iluminación de las aulas. Fuente: Elaboración propia.

De forma tal de corroborar el punto anterior, se evaluó la condición de iluminación de los diferentes espacios educativos. Las mediciones se basan en el método de la cuadrícula. En primer lugar, mediante las ecuaciones (7.1) y (7.2), se calculó un número mínimo de puntos de medición para los distintos espacios y se presentan en la Tabla 7.3.

$$\text{Índice de local (X)} = \frac{\text{Largo} \times \text{Ancho}}{\text{Altura de montaje} * (\text{Largo} + \text{Ancho})} \quad (7.1)$$

$$\text{Número mínimo de puntos de medición} = (x + 2)^2 \quad (7.2)$$

Espacio	Dimensiones (m)			Índice de local (x)	Número mínimo de puntos de medición
	Largo	Ancho	Altura de montaje		
Aula 1	6	6	2,5	1,20	10
Aula 2	6	6	2,5	1,20	10
Aula 3	6	6	2,5	1,20	10
Aula 4	5	7,43	2,5	1,20	10
Aula 5	5	7,43	2,5	1,20	10
Aula 6	6,5	6	2,5	1,25	11
Aula 7	6,5	6	2,5	1,25	11
Aula 8	6,5	6	2,5	1,25	11
Aula 9	6	6,55	2,5	1,25	11
Aula 10	6	6,55	2,5	1,25	11
Dirección	2,5	2,9	2,5	0,54	6
Pasillo	9	3	2,5	0,90	8
Office	3	2,9	2,5	0,59	8
Baño docente	2,5	2,9	2,5	0,54	6
Comedor	6	13,43	2,5	1,66	13
Secretaría	3	2,9	2,5	0,59	7
Gabinete	3,5	9,05	2,5	1,01	9
Sala de docentes	4	7,43	2,5	1,04	9
Sanitarios 1	2,45	7,43	2,5	0,74	7
Sanitarios 2	2,45	7,43	2,5	0,74	7
Sanitarios 3	6,5	3,18	2,5	0,85	8
Sanitarios 4	6,5	3,18	2,5	0,85	8
SUM	9	14,75	4	1,40	12

Tabla 7.3. Número mínimo de puntos de medición. Fuente: Elaboración propia.

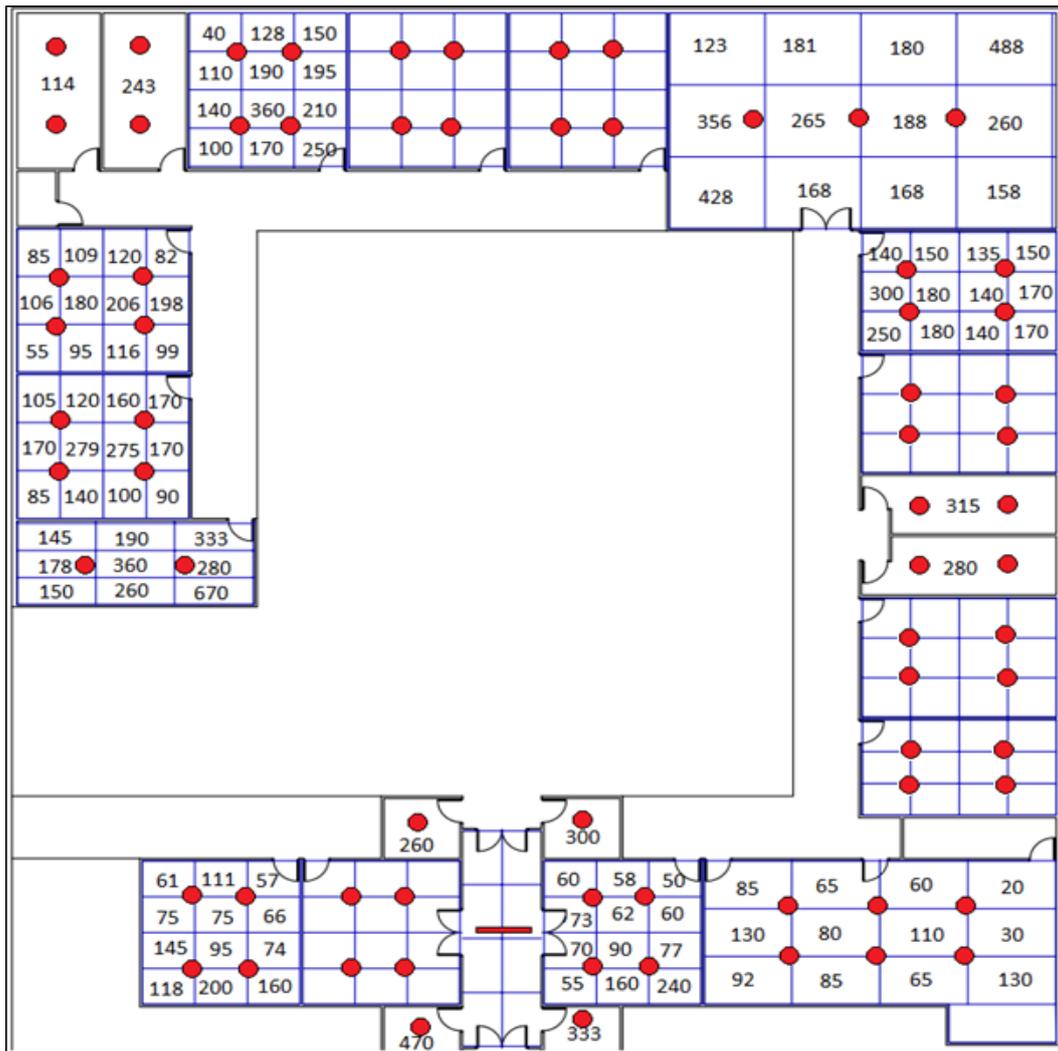


Figura 7.3. Valores de iluminación medidos y los puntos de medición. Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, para cada sector evaluado, fueron calculados los valores de iluminancia media con la ecuación (7.3) y la uniformidad de la iluminancia con la ecuación (7.4).

En el caso particular de las aulas de iguales dimensiones y características se realizaron los cálculos de las que presentaban peores condiciones. Los resultados pueden observarse en las Tablas 7.4, 7.5 y 7.6.

$$E \text{ media} = \frac{\sum \text{valores medidos [lux]}}{\text{cantidad de puntos medidos}} \quad (7.3)$$

$$E \text{ mínima} \geq \frac{E \text{ media}}{2} \quad (7.4)$$

Aulas	Niveles de iluminación [lux]												Mín	Máx	Emedia	$E_{min} \geq \frac{E_{media}}{2}$
1	61	111	57	75	75	66	145	95	74	118	200	160	57	200	103	Verifica
3	60	58	50	73	62	60	70	90	77	55	160	240	50	240	88	Verifica
5	140	150	135	150	300	180	140	170	250	180	140	170	135	300	175	Verifica
8	40	128	150	110	190	195	140	360	210	100	170	250	40	360	170	No verifica
9	85	109	120	82	106	180	206	198	55	95	116	99	55	206	121	No verifica
10	105	120	160	170	170	279	275	170	85	140	100	90	85	279	155	Verifica

Tabla 7.4. Niveles de iluminación, iluminancia media y uniformidad para las aulas. Fuente: Elaboración propia.

Sector	Niveles de iluminación [lux]												Mín	Máx	Emedia	$E_{min} \geq \frac{E_{media}}{2}$
Comedor	85	65	60	20	130	80	110	30	92	85	65	130	20	130	79	No verifica
SUM	123	181	180	486	356	265	188	260	426	168	168	158	123	486	246	No verifica
Gabinete	145	190	333	178	360	280	150	260	670	-	-	-	145	670	285	Verifica

Tabla 7.5. Niveles de iluminación, iluminancia media y uniformidad para el comedor, gabinete de orientación escolar y SUM. Fuente: Elaboración propia.

Sector	Niveles de iluminación individuales [lux]
Dirección	260
Secretaría	470
Baños docentes	300
Oficina	333
Sanitarios 1	280
Sanitarios 2	315
Sanitarios 3	243
Sanitarios 4	114

Tabla 7.6. Niveles de iluminación individuales para diversos sectores escolares. Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, los niveles de iluminancia media calculados fueron comparados con los niveles mínimos recomendados por el *Conjunto de Normas y Recomendaciones Básicas de Arquitectura Escolar* (Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires, 2014).

Los valores de referencia se observan en la Tabla 7.7.

Espacios	Niveles mínimos [lux]
Aulas	
Nivel Inicial	500
<i>Nivel Primario</i>	500
Nivel Secundario	500
Aulas Especiales	
Talleres para trabajos manuales	400
Informática	300
Dibujo	750
Laboratorios	400
<i>Biblioteca</i>	300
Sala de lectura (localizada)	500
Administración	
<i>Oficinas</i>	300
Archivos	150
Circulaciones, rampas, escaleras	100
<i>Sanitarios y vestuarios</i>	200
<i>Gimnasios</i>	400
Espacios Exteriores	
Accesos, patios	100

Tabla 7.7. Niveles de iluminación mínimos recomendados por normas.

Fuente: Dirección General de Cultura y Educación.

De dicha comparación puede destacarse, en primer lugar, que los niveles actuales en las aulas medidas están entre un 65 y 82 por ciento por debajo del mínimo recomendado. Estos espacios son de especial relevancia ya que es donde los estudiantes pasan la mayor parte del tiempo y realizan sus actividades escolares. Por su parte, el Salón de Usos Múltiples (SUM), sitio donde se desarrollan actividades de educación física, tampoco cumple con el nivel mínimo de la categoría “gimnasios” por un valor del 38% aproximadamente. A su vez, el Gabinete de Orientación Escolar, espacio que puede ser catalogado como oficina ya que allí se reúnen usualmente maestros y directivos, no cumple con el nivel por un escaso margen.

Por otro lado, en algunos espacios se calculó un solo punto de medición debido a sus dimensiones. Tal es el caso de los sanitarios, los cuales mayoritariamente cumplen con el nivel recomendado. La secretaría y la dirección, sectores utilizados diariamente por el personal directivo y los maestros, también fueron clasificadas en la categoría “oficinas”. La secretaría cumplió con el nivel mínimo recomendado, no así la dirección.

Instalación eléctrica de la escuela: En el caso particular de la instalación eléctrica el relevamiento completo y su diagnóstico no fue incluido entre los objetivos iniciales de este trabajo final. De cualquier manera se realizó un relevamiento general visual, observando el mal estado de toda la instalación, se identificaron como principales problemas: caídas de tensión, cortes por sobrecargas, llaves y tomacorrientes rotos, con falta de la tapa de protección o desarmados. Los tableros eléctricos no poseen la protección correspondiente, lo

que origina riesgo por contacto directo a quien lo opere. Algunos de ellos están montados en paredes con humedad, ver Imagen 7.8.

Cabe mencionar que existe un elevador de tensión automático de 3,5 kW de potencia que se encuentra conectado a una parte de la instalación. El mismo está colocado sobre una pared con humedad como se muestra en la Imagen 7.9.



Imagen 7.9. Tableros eléctricos principal y secundario. Fuente: Elaboración propia.



Imagen 7.10. Elevador automático de tensión. Fuente: Elaboración propia.

7.3. Sistema de ventilación y calefacción

Actualmente, la ventilación de los ambientes escolares se limita a las ventanas existentes ubicadas sobre el patio central. Si bien abrirlas permite un flujo de aire desde el exterior, este sistema no permite la ventilación cruzada para el correcto recambio del mismo, provocando una pobre calidad de aire en el interior de los ambientes.

Por otro lado, los distintos sectores son caleccionados con unidades independientes cuyo combustible, gas propano, proviene de un único tanque de almacenamiento ubicado al frente del edificio (Imagen 7.10).

Las unidades calefactoras (del tipo tiro balanceado) son pequeñas y antiguas (Imagen 7.11.). Hay una sola por aula y, la mayoría de ellas, están ubicadas debajo de las ventanas.

Esta disposición torna al sistema ineficiente, dado que la entrada de aire a través de las ventanas en invierno, enfría rápidamente al que fue calentado por los calefactores. A su vez, las unidades no están complementadas con difusores o sopladores, dando lugar a una inadecuada distribución de calor al interior de los ambientes.



Imagen 7.11. Tanque de almacenamiento de gas propano. Fuente: Elaboración propia.



Imagen 7.12. Calefactor antiguo a gas propano. Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente a los problemas descritos en el interior de los espacios de enseñanza, la calidad del aire en el patio se ve empobrecida por la presencia de silos cerealeros ubicados detrás de la escuela (Imagen 7.12).

Cuando se descargan granos dentro del silo, una fracción de material particulado se dispersa en torno al patio central. Este inconveniente implica tareas de limpieza extra para el personal y, principalmente, potenciales problemas de salud para los estudiantes que utilizan este espacio en las clases de educación física y los recreos. En caso de estar abiertas las ventanas y puertas de los distintos espacios, el problema podría trasladarse al interior del edificio. En la imagen 7.12 se pueden observar la proximidad de los silos con la escuela.



Imagen 7.13. Silos de granos. Fuente: Elaboración propia.

7.4. Gestión de residuos y uso de agua

En el barrio Parque Hermoso, la recolección de residuos se realiza los días martes, jueves y sábado. Sin embargo, el establecimiento educativo funciona de lunes a viernes, por lo tanto, sus residuos son recolectados solamente los martes y jueves. Los residuos generados los viernes, se acumulan en un pequeño galpón ubicado detrás de la cocina hasta el siguiente día de recolección (Imagen 7.13). Como consecuencia, dicho sitio emana malos olores y atrae vectores de enfermedades como moscas y mosquitos. A su vez, la recolección no es diferenciada lo que provoca que los residuos húmedos y reciclables terminen en la misma bolsa. A pesar de esto, el personal de la escuela trata de reutilizar la mayor cantidad posible de materiales antes de descartarlos.



Imagen 7.14. Depósito de bolsas con residuos. Fuente: Elaboración propia.

Con el objetivo de conocer de forma aproximada los tipos y cantidades de residuos generados en la escuela, se llevó adelante un pesaje y caracterización en tres días diferentes. Además, la información cuantitativa recabada se verificó de forma cualitativa consultando con el personal directivo y de la cocina. A continuación, se visualizan los resultados de dicho relevamiento. La Tabla 7.8 muestra el contenido de las bolsas de residuos para dos días (25 y 26 de junio de 2019) y la tabla 7.9. el contenido de las bolsas para un día (4 de julio de 2019).

Bolsa	Peso (kg)	Contenido
1	2,2	Restos de alimentos
2	2,2	Restos de alimentos
3	15,4	Restos de alimentos
4	6,2	Restos de alimentos
5	3,9	Restos de alimentos
6	3,6	Restos de alimentos
7	1	Restos de alimentos
8	6,8	Restos de alimentos
9	1,6	Restos de alimentos
10	6,1	Restos de alimentos
11	3,8	Restos de alimentos
12	5,3	Restos de alimentos
13	5,3	Restos de alimentos
14	3,1	Papeles y restos de alimentos (cestos de aulas)
15	2,1	Papeles y restos de alimentos (cestos de aulas)
16	11,7	Papeles y restos de alimentos (cestos de aulas)
17	4,3	Hojas de los árboles del patio
TOTAL	84,6	

Tabla 7.8. Contenido de las bolsas de residuos para dos días (25 y 26 de junio de 2019).
Fuente: Elaboración propia.

Bolsa	Peso (Kg)	Contenido
1	2,3	Restos de alimentos
2	1,8	Restos de alimentos
3	4	Restos de alimentos
4	8,8	Restos de alimentos
5	1,2	Restos de alimentos
6	14,4	Restos de alimentos
7	1,4	Restos de alimentos
8	5	Restos de alimentos
TOTAL	38,9	

Tabla 7.9. Contenido de bolsas de residuos para un día (4 de julio de 2019).

Fuente: Elaboración propia.

De las tablas anteriores, puede verse que el mayor porcentaje de residuos corresponde a restos de alimentos. A su vez, dentro de ciertas bolsas, se encontraron restos de papeles mezclados con comida provenientes de los cestos de basura de las aulas y hojas de los árboles del patio. Estos resultados y las consultas hechas al personal, muestran que el sector de la cocina y el comedor tienen un rol preponderante en la generación de residuos de la escuela.

Al igual que el resto de los subsistemas que componen el edificio, el consumo de agua y su infraestructura asociada también presentan deficiencias e inconvenientes.

La institución, igual que el barrio donde se inserta, no está conectada a la red de agua potable de Mar del Plata. En este contexto, el agua es proveída por dos bombas que extraen el recurso desde las napas subterráneas. Una de esas bombas lleva agua hasta el tanque principal ubicado en el techo de la escuela, la otra la distribuye hacia los baños, en donde un tanque auxiliar se encuentra ubicado sobre los sanitarios de los alumnos. Ambos tanques de almacenamiento del agua se visualizan en la Imagen 7.14. Sus principales usos se dan en los baños y en la cocina.

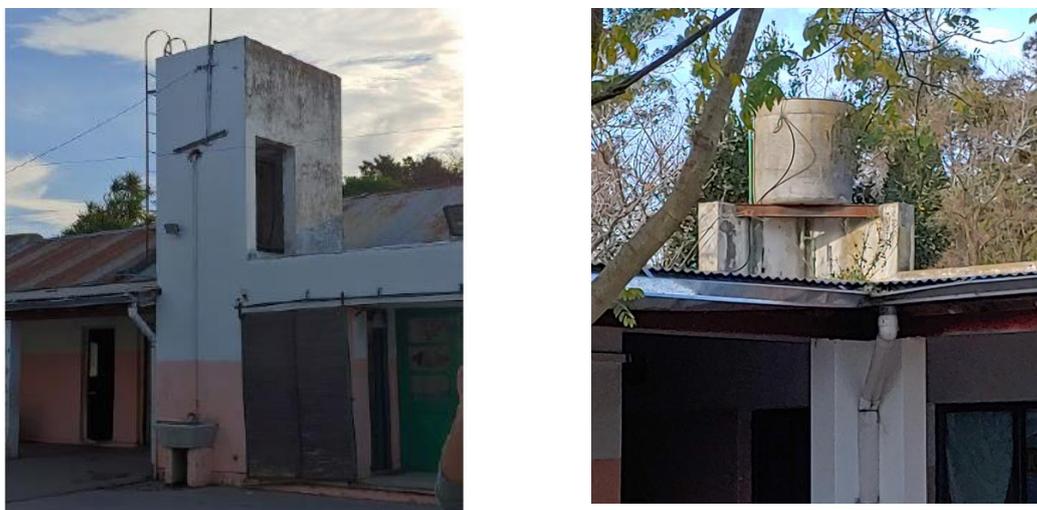


Imagen 7.15. Tanques de agua, el principal (izq) y el secundario (der). Fuente: Elaboración propia.

En la cocina, existe un filtro que purifica el agua previa a ser consumida (Imagen 7.15). Es el único dispositivo de purificación en todo el establecimiento y no pudo recabarse información respecto a su estado y vida útil. Se puede observar en la misma imagen la humedad y el deterioro de las paredes del lugar de instalación del filtro.



Imagen 7.16. Filtro de purificación del agua. Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, respecto a la calidad del recurso, no se han constatado problemas de salud debido a su consumo. Sin embargo, distintos actores mencionan que en los alrededores de la escuela, el agua subterránea está contaminada debido a la presencia del relleno sanitario del Partido de General Pueyrredon y su cinturón frutihortícola, sitio donde se utilizan agroquímicos. No se tuvo acceso a análisis de calidad de agua llevados adelante por instituciones provinciales.

Como se mencionó, el agua es utilizada en los baños y en la cocina. Desde el tanque principal, desciende un sistema de tuberías a cielo abierto que distribuye el agua hacia la cocina. Durante algunas mañanas en invierno, debido a las bajas temperaturas, el agua que fluye a través de esos caños se congela. En este contexto, la cocina permanece sin agua hasta que el sol calienta las tuberías y el líquido comienza a fluir nuevamente. Este inconveniente no está presente en el resto de la institución ya que el sistema de cañerías es diferente al descrito.

La escuela cuenta con cuatro baños para los estudiantes y uno para el personal que allí trabaja (maestros, auxiliares, personal directivo, etc.). Este último tiene un tamaño inadecuado en relación a la cantidad de gente que lo utiliza. A su vez, el mobiliario de todos

ellos está en mal estado, pudiéndose observar faltante de tapas de inodoros, botones de descarga y canillas rotas y mochilas de inodoros dañadas.

Asimismo, las aguas servidas son descargadas en pozos ciegos ya que la red cloacal de la ciudad no llega hasta la escuela y ni siquiera hasta gran parte del barrio. Se llevaron adelante reuniones por esta problemática pero no se vislumbran soluciones a corto plazo. En relación al pozo ciego, el personal no pudo indicar su exacta localización pero reconocen que es vaciado luego de cierto período de tiempo. Detrás de la cocina, hay una cámara séptica. Se pudo visualizar un conducto con un diámetro adecuado para disponer los efluentes líquidos. Sin embargo, el que es utilizado, tiene un menor diámetro, se obstruye y no puede verse por estar cubierto de plantas. La infraestructura sobre la superficie de la cámara es precaria (Imagen 7.16.).



Imagen 7.17. Tapa de la cámara séptica. Fuente: Elaboración propia.

Por último, también deben mencionarse las condiciones de anegamiento con las cuales convive toda la comunidad educativa. La entrada principal y la lateral se ubican en una zona baja y carece de un adecuado sistema de drenaje (Imagen 7.17.). Frente a la ocurrencia de lluvias fuertes, el acceso al establecimiento se inunda haciendo difícil la asistencia de los alumnos. Esta problemática no se circunscribe solo a la institución, también ocurre en otros sectores del barrio.



Imagen 7.18. Entrada principal y la lateral. Fuente: Elaboración propia.

En el caso particular del patio interno central, también se produce concentración de agua de lluvia en algunos sectores por problemas de su construcción y la falta de rejillas apropiadas que evacúen rápidamente el agua acumulada (Imagen 7.18). Los alumnos y docentes, los días de lluvia, circulan siguiendo las galerías pero hay sectores que deben cruzar por el patio.



Imagen 7.19. Patio interno central con sectores anegados. Fuente: Elaboración propia.

8. ASPECTOS SOCIALES: EL AMBIENTE INTERNO Y EXTERNO DE LA ESCUELA SEGÚN LAS PERCEPCIONES DE LA COMUNIDAD EDUCATIVA

Recabar las opiniones y percepciones acerca de la situación edilicia de la escuela, desde una perspectiva ambiental, permitió la participación de la comunidad educativa desde sus vivencias, enriqueciendo el proyecto.

Entre las distintas actividades que se llevaron a cabo, se implementaron entrevistas semi-estructuradas que consideraron la problemática general del edificio y su entorno. Para su diseño se tuvo en cuenta que el aprendizaje es multifactorial y complejo, requiere de la existencia de condiciones ambientales mínimas, esencialmente porque el ambiente enseña por sí mismo.

Por lo tanto, el ambiente es concebido como los aspectos “físicos, sociales y humanos que configuran el espacio-tiempo... en que el ser humano vivencia experiencias diversas que le permiten con más o menos facilidad generar aprendizajes que favorecen su desarrollo integral” (Romo (2012), citado en Castro Pérez y Morales Ramírez, 2015 p.4).

Los actores participantes –maestros, directivos docentes, miembros del equipo de Orientación Escolar, personal auxiliar y estudiantes– fueron seleccionados intencionalmente, a través de la coordinación con las autoridades de la escuela.

Las entrevistas tuvieron como objetivo revisar las opiniones de los actores participantes sobre la estructura general del edificio, contemplando los siguientes aspectos: las condiciones edilicias (tamaño de las aulas, espacios en general, funciones y problemas edilicios). A los que se suman las características y estado de la calefacción y ventilación, iluminación, ruidos y olores, y sistema eléctrico.

Por otra parte se indagaron las percepciones sobre el manejo de residuos, la provisión y calidad del agua. Por último, consideraciones acerca de las condiciones del mobiliario, el acceso a tecnología escolar, las posibilidades de tener en cuenta las características socioculturales de la comunidad educativa y toda referencia de parte de los entrevistados a las problemáticas vinculadas a los entornos ambientales de la escuela que fuera necesario tomar en cuenta.

Siguiendo a Trujillo Benítez (2015) en las entrevistas se consideraron las funciones de los edificios escolares que permiten clasificarlos en espacios docentes, recreativos, de gestión, de circulación y comunicación y de servicios.

Los espacios docentes son aquellos en los que se realiza una actividad programada de acuerdo a los requisitos de la currícula, las aulas propiamente dichas y las aulas destinadas a biblioteca, informática, audiovisuales, sala de uso múltiple (SUM), etc.

Los espacios de gestión son los ámbitos tales como los despachos de dirección, secretarías, salas de maestros, de reuniones, de trabajo individual y colectivo para maestros y profesores, donde puedan efectuar sus tareas fuera del horario de clase.

Los espacios recreativos refieren a los patios, salas de juegos, aquellos espacios que son apropiados por los estudiantes. Los espacios de circulación y comunicación, tales como pasillos, escaleras, permiten la circulación física por la escuela. Por último, los servicios que describen a los espacios sanitarios y el comedor.

Los resultados del relevamiento afirmaron muchas de las observaciones técnicas realizadas en los distintos ámbitos de la escuela y mostraron las carencias existentes, los recursos y materiales limitados y precarios.

En los ítems que van del punto 8.1 a 8.9 inclusive se registran las percepciones y valoraciones de maestros, autoridades, miembros del equipo de Orientación Escolar y personal auxiliar. En el ítem 8.10 las valoraciones de los estudiantes y finalmente en el ítem 8.11 se mapean los actores involucrados en el establecimiento educativo y se avanza sobre una propuesta de matriz interés – influencia.

8.1. Las percepciones sobre las condiciones edilicias

Es importante señalar que “el ambiente constituye por sí mismo un mensaje curricular, un modelo educativo, una forma de plantear el sentido de lo que pretendemos conseguir (...) Cada ambiente se configura como un paisaje, bajo una estética, unos materiales y unas acciones que los diferencian unos de otros” (Abad, 2006).

Uno de los primeros temas abordados fueron los espacios docentes, específicamente el tamaño de las aulas. En general, los entrevistados consideran que el tamaño de las aulas es adecuado en relación a la cantidad de alumnos. Sin embargo, algunos docentes resaltan que no tienen suficiente espacio. Lo que se pone en consideración son las características del mobiliario y su distribución que no facilita la tarea docente.

“Es un promedio de 20 chicos. Hay algunos como primerito que son más. Están un poco ajustados pero bien” (Maestra de 3er grado, 2019).

“Por lo menos en dos de las aulas, las que están en el frente, yo no tengo suficiente espacio. Si bien la matrícula es baja, pero por la mañana es más alta, está llena de mesas y no te permite el tránsito, si un chico se tira para atrás se choca con el que está atrás” (Maestra de 3er y 4to grado, 2019).

Con respecto a los espacios de gestión, los maestros no cuentan con una sala donde puedan descansar, o realizar otras actividades escolares mientras no están dando clase. En el turno tarde (de la escuela primaria), suelen utilizar la biblioteca, pero no la pueden usar durante la mañana porque está ocupada por la escuela secundaria. Durante la mañana suelen recurrir a una cocina pequeña que es inadecuada e incómoda. O bien los dos turnos suelen usar el gabinete de orientación escolar. Lo mismo ocurre con los auxiliares.

“Y... el tema del descanso no. Es un lugar muy chiquitito, donde por ahí no tenemos un lugar para trabajar. Si hay dos o tres docentes que tenemos horas institucionales no podemos estar en ese lugar todos a la vez porque no hay lugar” (Maestra de 5to grado, 2019).

“No tenemos espacio. Generalmente se utiliza la biblioteca. Pero en el turno tarde, porque en el turno mañana está ocupada por secundaria” (Maestra de 3er grado, 2019).

Existen opiniones divididas respecto a si los ambientes de la escuela cumplen con la función que se les asignó. A su vez, existen ambientes escolares como la biblioteca, el SUM y el gabinete de orientación escolar que tienen diferentes usos dentro del horario escolar. El patio, el SUM y la biblioteca, se mencionan como espacios donde existe más superposición de usos. La utilización de dichos espacios tanto por primaria como por secundaria, conlleva dificultades en el día a día.

Algunos testimonios recabados manifiestan:

“En general, los espacios de la escuela (aula, biblioteca, comedor, SUM, gabinete) cumplen con la función que se les asignó, excepto un cuarto que actualmente es la Dirección. Originalmente allí se almacenaba leña para calefaccionar las aulas.

Existen diferentes usos en los distintos ambientes de la escuela dentro del horario escolar. Todos los espacios son utilizados por el alumnado y sus docentes con fines pedagógicos. En el comedor, a veces se realizan talleres para alumnos y familias relacionados con la alimentación saludable. Existe superposición de usos en los distintos ambientes dentro del horario escolar. El patio y el SUM son los que más superposición generan. Son utilizados por ambas escuelas en ambos turnos, para actos escolares, ensayos, clases de educación física, clases de folclore, etc.” (Directivo docente, 2019).

“Sí... por ahí este espacio [gabinete de orientación escolar] es un poco multifunción y también la biblioteca. Por ejemplo, este espacio es para uso nuestro pero en parte lo usan como depósito, pero

también se usa cuando los docentes tienen una reunión con los papás, cuando hay reuniones de red se hacen acá también. La biblioteca, que se comparte con la secundaria, como hay un segundo año de mucha matrícula, tuvo que usar la biblioteca para dar clase. Nos quita ese espacio a la primaria”

(Miembro del Equipo de Orientación Escolar, 2019).

Todos los entrevistados manifiestan que el estado general del edificio se encuentra muy deteriorado. Los problemas más evidenciados están vinculados a:

- Presencia de humedad en las paredes
- Filtraciones en los techos
- Ventanas rotas
- Problemas y ausencia de calefacción
- Mobiliario en mal estado, poca iluminación y falta de espacio

Así lo expresan distintos actores:

“Es una edificación tan antigua, que no ha tenido mantenimiento suficiente, por lo tanto los materiales están saturados, tenemos paredes muy destruidas, ahora estamos observando este caño que se está cayendo, este caño de desagüe pluvial, las canaletas se están cayendo” (Maestra de 3er y 4to grado, 2019).

“Bueno, acá también hay humedad. Yo soy muy friolenta, y la calefacción es un problema en esta escuela porque las aberturas no cierran. Esta ventana no cierra. Y hay calefactores, pero por ejemplo este anda cuando quiere, no hay gas natural entonces a veces se acaba el gas y no hay más. El SUM es muy grande y te morís de frío” (Fonoaudióloga, 2019).

“La pared del salón de adelante por ejemplo, donde estoy yo, le ponemos polipropileno porque está completamente deteriorada por la humedad, ya no hay forma de arreglarla, está saturada, digamos que hay que romperla y volver a hacerla” (Maestra de 3er y 4to grado, 2019).

En términos generales, los entrevistados manifiestan que las aulas y el resto de los espacios están limpios y se destaca la tarea que realizan los auxiliares. Sin embargo, algunos de ellos mencionan que el contexto donde se inserta la escuela, imposibilita que la limpieza de la institución sea total o completa (calles de tierra, entorno rural, presencia de perros).

“Digamos, acá los auxiliares limpian. Lo que sucede es que como vivimos en un contexto donde hay un patio, hay calles de tierra, entran perros, nunca hay una limpieza al 100%. Siempre los pisos están sucios por ejemplo” (Miembro del Equipo de Orientación Escolar, 2019).

“Las aulas y el resto de los espacios no están limpios. Al estar en una zona rural, es difícil mantener la limpieza. Las calles aledañas son de tierra” (Directivo docente, 2019).

8.1.1. Los servicios (cocina, baños) y los espacios recreativos

Se considera que la cocina es adecuada para la cantidad de alumnos aunque, en ocasiones, se muestra como abarrotada sobre todo para alumnos de secundaria. Existen problemas estructurales en la distribución de espacios, conexión de gas, electricidad, falta de utensilios de cocina, malos olores y roturas de desagües.

Algunos comentarios al respecto indican:

“Si, sin ninguna duda. Lo primero que hay que hacer es la cocina. No se puede trabajar como se está trabajando porque se está dando alimentos a los chicos. La heladera, no hay heladera, la luz está precaria, un cable que está colgando. Esa mesada no tiene que estar en la parte de alimentos, tiene que ser todo de acero inoxidable. Desde mi punto de vista, no se le puede dar de comer así a los chicos” (Personal Auxiliar, 2019).

“La cocina es adecuada para la cantidad de alumnos que la utilizan pero, es insuficiente para los alumnos más grandes (secundaria), que almuerzan más apretados por falta de espacio. Al estar lindera a una granja con silos, es habitual la presencia de roedores a pesar de las precauciones y controles de plagas. Las cañerías de agua y desagües son antiguas y en ocasiones se rompen o tapan produciendo derrames, malos olores y deterioro de las paredes por donde pasan. Ocasionan problemas en la propiedad vecina. La cámara desengrasadora se rebalsa. Los pozos de desagües se desmoronan. Contaminación de pozo de agua por filtraciones” (Directivo docente, 2019).

Se manifiesta de forma dividida si los baños son suficientes para la cantidad de alumnos. A su vez, se muestra que los baños no son suficientes para la cantidad de maestros. Maestros y auxiliares comparten un único baño. Se evidencian problemas como roturas en las mochilas, taponamientos de los inodoros, pérdidas de agua y lavatorios inaccesibles para niños pequeños. El esfuerzo del personal acompaña la limpieza de los baños, pero no siempre se logra el objetivo.

Algunas opiniones:

“Los baños son suficientes en relación a la cantidad de alumnos. Son insuficientes en relación a la cantidad de maestros. Están limpios pero tienen problemas como pérdidas de agua” (Maestra de 4to grado, 2019).

“No son suficientes y no están distribuidos estratégicamente. Tendrían que estar en otra zona. Tendría que haber otra batería de baños más cerca de las aulas, están muy alejados, muy al fondo. Las docentes perdemos control del acceso a los baños, tendría que estar más a la vista y quedan en el

recoveco. Además creo que tienen 4 inodoros, no hay más y cada dos por tres uno están anulado”
(Maestra de 3er y 4to grado, 2019).

“Los baños no son suficientes en relación a la cantidad de alumnos y maestros. Si bien se cuida la limpieza, al no ser suficientes ni estar en óptimas condiciones se ensucian demasiado. Se tapan los inodoros y se rompen sus mochilas. Los lavatorios son demasiado altos para los niños más pequeños” (Directivo docente, 2019).

Existe consenso entre los entrevistados que el patio es adecuado para la cantidad de alumnos. Lo mismo ocurre en general con la limpieza aunque suelen existir algunos problemas de desniveles, acumulación de tierra, hojas y ramas por el contexto territorial de la escuela. Manifiestan la dificultad de aprovechar este espacio en invierno por la falta de un lugar cerrado cuando llueve o hace frío.

“Sería genial poder tener un espacio semi-cerrado para cuando llueve o hace mucho frío los chicos puedan salir a recrearse. Se siente más el frío que en la ciudad” (Miembro del Equipo de Orientación Escolar, 2019).

8.1.2. Las inundaciones en el barrio

Se evidencia entre los entrevistados que cuando llueve se producen inundaciones en los barrios aledaños al centro educativo. La escuela propiamente dicha no se inunda, pero si se encharcan y embarran sus accesos, el patio y las zonas circundantes.

“La escuela no se inunda cuando llueve. El patio, la zona de acceso y la entrada a la escuela se encharcan. La calle Tetamanti está más elevada que el resto de la zona, esto hace que se inunden los accesos a la escuela y las familias que viven en el barrio” (Directivo docente, 2019).

“Hay veces [cuando llueve] que los nenes no pueden venir porque, de por sí el colectivo no entra a Valle. Hay nenes que les filtra agua dentro de las casas. Si es una zona baja sobre todo para el otro lado” (Bibliotecaria, 2019).

La escuela está ubicada sobre una avenida asfaltada, pero en el barrio y en los barrios adyacentes las calles son de tierra y se tornan intransitables los días de lluvia, complejizando la asistencia de los estudiantes a la escuela.

8.1.3. Las condiciones edilicias y de habitabilidad y el desempeño de los estudiantes y maestros

En general, los entrevistados creen que las condiciones edilicias y de habitabilidad inciden en el desempeño de alumnos y maestros. También, en algún caso se pone en

consideración que el lugar donde viven los alumnos está en peores condiciones que la escuela, minimizando en este sentido las condiciones edilicias deficitarias de la institución.

Los comentarios al respecto indican:

“Sí que incide, por ejemplo cuando es pleno invierno, y llueve y hay temporal, las familias ya no los pueden traer. Entonces vos, tu clase ya no la podés desarrollar normalmente, porque contás con 5/6 alumnos. Entonces no podés avanzar en los contenidos porque no tenés suficiente matrícula. Incide un montón, o el hecho de estar acá, si no hay luz, se corta, al menor viento se corta la luz en todo el barrio” (Maestra de 3er y 4to grado, 2019).

“Las condiciones edilicias y de habitabilidad inciden en el desempeño de alumnos y maestros. El desempeño diario, la calidad de vida y los procesos de aprendizaje se ven influenciados e impactados por la falta de luz adecuada, pérdida de calor en invierno, el sistema eléctrico obsoleto que provoca que salten las llaves térmicas, el mobiliario inapropiado y la falta de espacios propios y adecuados para cada institución. Si se contara con un ambiente adecuado, habría mejor predisposición para el aprendizaje” (Directivo docente, 2019).

“Yo creo que no porque son chicos que están acostumbrados a incluso vivir peor de lo que pasan en la escuela. Entonces esto es un lindo lugar para ellos” (Fonoaudióloga, 2019).

Los entrevistados mencionan variadas cosas que cambiarían si tuvieran la posibilidad. Entre ellas se encuentran: ampliar la dirección y construir una sala de maestros, mejorar la cocina, calefacción, instalación eléctrica, humedad, techos, ventanas. Como resumen, se podría decir que se necesitan reformas estructurales en todos los espacios escolares.

8.2. Las percepciones sobre la calefacción y ventilación

En general, los entrevistados manifiestan que la escuela no está bien calefaccionada, hace frío y tampoco está bien ventilada. Cuando hace calor, los alumnos sufren las altas temperaturas y hay presencia de moscas y mosquitos.

“Las aulas y el resto de los ambientes no están bien calefaccionados durante el invierno. Se pierde calor a través de ventanas y puertas. Los calefactores se rompen frecuentemente.

Las aulas y el resto de los ambientes no son frescos en épocas estivales. Las puertas y ventanas dejan pasar bastante corriente de aire, esto hace difícil mantener frescos los espacios.

En las aulas se siente el ambiente viciado. Pasa cuando los grupos de alumnos son numerosos. Para mantener el calor de la calefacción, se trata de mantener todo cerrado lo máximo posible. El aire viciado se siente desde media mañana y desde media tarde en adelante” (Directivo docente, 2019).

“Otro problema es el de la calefacción. En este espacio (gabinete de orientación escolar), tenemos ese calefactor que como te darás cuenta no anda, se apaga y no alcanza a calefaccionar todo. Lo mismo pasa con otros salones” (Miembro del Equipo de Orientación Escolar, 2019).

“Cuando hubo esas temperaturas de 27°C, ya ahí los nenes en la biblioteca los nenes me decían “seño no puedo más, seño tengo calor”, y tenía ventana abierta de par en par, puerta abierta, más no podía” (Bibliotecaria, 2019).

8.3. Las percepciones sobre la iluminación y los efectos por ruidos y olores

Castro Pérez y Morales Ramírez (2015) sostienen que: “Otros elementos que determinan las características del espacio físico son la luz natural, artificial, los olores y los sonidos. Respecto a la luz natural cabe mencionar, que forma parte de la estética, de ahí la importancia de complementarla con la luz artificial cuando el día está nublado o lluvioso, privilegiando la visibilidad” (p.10).

Los entrevistados, en general, señalan que la iluminación natural no es suficiente y la artificial tampoco ni está bien distribuida. En ocasiones, suele haber cortes de luz donde se dificulta el trabajo docente y de los estudiantes. Además, manifiestan que las condiciones de iluminación inciden en el desempeño escolar.

“Las aulas y el resto de los ambientes no tienen una adecuada iluminación. Si bien las ventanas parecen amplias, las aulas no están bien iluminadas. No hay suficiente iluminación natural. La iluminación artificial no está bien distribuida ni es suficiente” (Directivo docente, 2019).

“El salón de adelante que es el mío no tiene iluminación, porque directamente está distribuido de tal manera, la forma del salón, que tiene los árboles del lado de afuera, que no permite la luz solar, y los techos son altos y de madera, absorbe toda la luz. Estoy a oscuras. De hecho si es un día nublado y se corta la luz, no se puede trabajar” (Maestra de 3er y 4to grado, 2019).

Con respecto a los ruidos manifiestan que los más perturbadores provienen del patio y que en general son característicos del ambiente escolar. En ocasiones, puede haber molestias por el ruido del tráfico o de los silos ubicados detrás de la escuela. Las opiniones están divididas respecto a si inciden en el desempeño escolar.

“Acá por suerte no hay ruidos como tráfico, bocinas, esas cosas así no. El año pasado, cuando secundaria tenía el taller de música en el SUM, estaban ahí pero aun así los escuchábamos. A veces a la secundaria le molestan algunas actividades de primaria y al revés. El SUM cuando lo necesitamos para actos, que se escuche bien, no se escucha nada” (Miembro del Equipo de Orientación Escolar, 2019).

“Los alumnos y maestros escuchan ruidos perturbadores del exterior. Estos ruidos afectan el desempeño de ambos. Cuando hay grupos de alumnos en el patio, los alumnos que están en las aulas reciben la perturbación sonora que proviene del patio” (Directivo docente, 2019).

Se menciona principalmente la presencia de olores y vectores sanitarios (mosquitos, moscas) durante el período primavera – verano. Las razones señaladas son la cercanía al relleno sanitario, a las quintas del cordón frutihortícola y al silo ubicado detrás de la escuela.

“Sí, se sienten más los olores que los ruidos. Hay época cuando abonan, en octubre-noviembre. Y también la presencia de moscas” (Maestra de 3er grado, 2019).

“Olores, todos los que se te ocurra, desde la tierra abonada hasta según como rota el viento y en verano el olor del basural que tenemos acá a 12/14 cuadras, el de los granos, si olores sí hay muchos” (Maestra de 3er y 4to grado, 2019).

8.4. Las percepciones sobre el sistema eléctrico

Se evidencia, según los entrevistados, que existen cortes de luz tanto por causas externas como internas del edificio escolar. Estos cortes, influyen en el desempeño escolar.

“A veces hay luces encendidas sin necesidad. También existen reiterados cortes de luz. Algunos se producen por causas externas y otros por desperfectos eléctricos del edificio. Esto último se da cuando se utilizan enchufes para cargas de computadoras, calventores en espacios que no cuentan con calefactor o en eventos especiales en los que hay mayor demanda de energía. Se dan mayormente en invierno. Los cortes de luz afectan el desempeño de estudiantes y maestros. Por estos cortes de luz, hay determinadas actividades que no pueden realizarse porque requieren de energía eléctrica. Habría que cambiar la instalación eléctrica porque es antigua e inadecuada para el uso que la modernidad y la tecnología actual impone” (Directivo docente, 2019).

8.5. Las percepciones sobre la gestión de residuos y agua

Se manifiesta, en general, que el manejo de los residuos es inadecuado y se proponen alternativas como separación, compostaje y reciclado. Respecto al agua, no existen cortes frecuentes ni problemas de suministro, salvo en el sector de cocina donde la instalación es externa y el agua se congela. En zonas aledañas, existieron problemas de calidad de agua, se hicieron estudios. Parte del mobiliario sanitario se encuentra en mal estado, el manejo de agua podría mejorarse y es esencial para el funcionamiento de la escuela.

El personal directivo ilustra las problemáticas señaladas:

“Los residuos generados en la escuela están manejados de manera inadecuada. Se debería hacer separación de residuos en la escuela y reciclado. La escuela no tiene cortes de agua. Utiliza agua de pozo. Solo se corta la salida de agua cuando por las bajas temperaturas invernales, se congela la

salida del tanque. Deben esperar a que el sol a media mañana la descongele. Esto es reiterado en invierno, en los días de temperatura muy bajas. El agua es suficiente, sin embargo hubo problemas con la calidad del agua, se contamina y un estudio reciente indicó que no es apta para consumo humano. Se realizó el correspondiente reclamo al consejo escolar y están a la espera de la solución. Mientras esperan, traen agua apta para consumo desde sus propias casas” (Directivo docente, 2019).

8.6. Las percepciones sobre el mobiliario escolar

Existe un consenso generalizado de que el mobiliario escolar no es suficiente para la cantidad de alumnos ni está en buen estado. Se necesitarían soluciones de fondo para mejorar esta situación.

Las manifestaciones de los distintos actores van en esa dirección:

“Por empezar hay sillas sin respaldos, hay bancos rotos. Que está bien, mucha responsabilidad la tienen los chicos, que no cuidan. Pero vos tenés sillas sin respaldo, estantes salidos, chapas que se doblan un poco que es un peligro” (Maestra de 3er grado, 2019).

“La cocina todo baila. Los chicos están constantemente poniéndole papeles abajo” (Fonoaudióloga, 2019).

“No está en buen estado y casi siempre somos las maestras las que los arreglamos, le ponemos la tapa, conseguimos un candado, le ponemos trabas, los pintamos, pero tampoco son mobiliarios adecuados y modernos de manera funcional, porque ocupan demasiado espacio, cuando en realidad ahora sabemos que hay mobiliarios de uso escolar y administrativos que son mucho más funcionales, acá tenés armarios muy antiguos con lo cual te ocupan casi el espacio de cuatro chicos sentados. Te entorpece el funcionamiento. Y los pizarrones fueron cambiados hace 4 años, fuimos comprándolos las maestras con la cooperadora. Son con fibrones, esa fue una compra de las docentes” (Maestra de 3er y 4to grado, 2019).

8.7. Las percepciones sobre la tecnología escolar

Hay acuerdo entre los entrevistados respecto a la importancia de contar con internet, computadoras y celulares como estrategia pedagógica para favorecer el desarrollo de los estudiantes. En la escuela hay computadoras pero muchas de ellas no funcionan y además no cuentan con conectividad. En sus hogares no todos los estudiantes tienen la posibilidad de acceder a un dispositivo electrónico y a internet.

Muchas opiniones reflejan las carencias y limitaciones que tienen los maestros para concretar su tarea docente y ponen de relieve las desigualdades que sufren los estudiantes al estar insertos en contextos desfavorables, donde la intervención del Estado es parcial o tardía o bien denota un estado ausente.

“Para mí lo más importante es tener Internet. Porque hoy en día, en clase, se usa mucho el celular como dispositivo. Siempre mediando el docente, pero se utiliza. Y, al no haber Internet, es difícil. Hay veces que tenés que compartir datos de tu celular para realizar alguna actividad. La velocidad no es la misma, es difícil poder subir trabajos a distintas plataformas. Hay muchos programas que nos ayudarían a agilizar el trabajo pero se necesita Internet” (Maestra de 3er grado, 2019).

“De todas las computadoras que están en los carritos todas tienen algún problema, falta de tecla, no anda un programa, no prenden” (Maestro de 5to año, 2019).

“Las computadoras no son suficientes. Las computadoras se usan para trabajar en clase mediante la utilización de aplicaciones y recursos educativos para las distintas áreas y también con procesadores de texto, powerpoint para presentación de trabajos grupales y exposiciones. Es imprescindible para la formación de estudiantes el acceso a internet, tener computadoras, un cañón” (Directivo docente, 2019).

8.8. Necesidades y características socioculturales de la comunidad educativa

En este apartado se pone el foco en la diversidad cultural en la escuela, que “... está relacionada con la asistencia de alumnos que proceden de familias extranjeras, sobre todo de países limítrofes, pero también esta diversidad tiene que ver con formas de vida, diferentes a las conocidas y esperadas por los docentes. Esta situación replantea, al interior de la escuela, una mirada en la relación *nosotros – otros* que tensiona la vigencia de un supuesto sentido de la homogeneidad” (Dirección de Prospectiva e Investigación Educativa, 2011, p. 29).

A la escuela asisten migrantes de origen boliviano, paraguayo y del norte de nuestro país. Y también chicos que viven en los barrios cercanos a la institución. Sus familias, en algunos casos, trabajan junto a ellos dentro del predio de disposición final de residuos o en las quintas del cinturón frutihortícola. En este último caso viven y trabajan en explotaciones hortícolas y es común su traslado en busca de posibilidades de trabajo a otras localidades y espacios productivos, así como ausentarse de julio hasta agosto, cuando suelen viajar a Bolivia. Esta situación hace fluctuar permanentemente la matrícula.

De acuerdo a lo aportado por el Personal Directivo de la escuela, los niños/as de origen boliviano predominan en los primeros grados. En estos casos: *“hay chicos que dejan, son chicos que trabajan en el campo y a veces se van por trabajo”* (Maestra de 3er grado, 2019).

Frente a considerar en el cuestionario si el hábitat de los espacios destinados a la enseñanza tiene en cuenta las necesidades y características socioculturales de las comunidad educativa, las respuestas son disímiles, en algunos casos positivas, en otros negativas y en otras aparecen otros sentidos o formas de percibir la problemática.

“Sí, en los espacios destinados a la enseñanza se tienen en cuenta las necesidades y características socioculturales de la comunidad educativa” (Maestra de 3er grado, 2019).

“Es una escuela que tienen una comunidad muy tranquila. Por ahí no hay un proyecto que se adecue a la comunidad educativa que trabaje con el tema de las quintas, no he visto. No nos han bajado línea para trabajar con esos temas” (Maestro de 5to grado, 2019).

“Con los chicos acá, no hay ningún tipo de distinción. Ni la escuela hacia ellos, ni ellos manifiestan una problemática en relación a eso” (Miembro del Equipo de Orientación Escolar, 2019).

“Yo igual a veces, disiento en algunas lecturas que hacen algunos colegas, con respecto a si ellos conocen del campo entonces tendríamos que armarle una quinta, viven en la quinta, basta de quinta, saben más que una, porque me van explicando a mí como van carpiendo, como arman surcos y vocabulario específico de campo, del cual yo desconozco, saben los tiempos de cosecha, saben todo, para que le vas a poner una quinta. Además los que vienen a la tarde, trabajan a la mañana, ayudan a su familia en el campo. Lo ideal sería la implementación de otro tipo de tecnología que tenga que ver con no sé, ellos preguntan siempre por la astronomía, telescopios, microscopios, aquellas cosas que son ajenas a su realidad” (Maestra de 3er y 4to grado, 2019).

“El hábitat de los espacios destinados a la enseñanza no tiene en cuenta las necesidades y características socioculturales de la comunidad educativa. Faltarían espacios para talleres de huertas y de reciclado de residuos. Con estos temas, la comunidad está muy relacionada” (Directivo docente, 2019).

Se vislumbran en los discursos presentes percepciones y significaciones que entran en conflicto con otros que al estar naturalizados no aparecen siquiera como enunciación.

De acuerdo a la Dirección de Prospectiva e Investigación Educativa “Según Sinisi (2001), aunque la escuela no reproduzca de manera mecánica procesos de discriminación y de desigualdad, sí enmascara y naturaliza esos procesos en la conformación de una *normalidad integradora* de la diversidad cultural existente” (2011, p.29).

8.9. Acciones en los últimos años para mejorar el estado de la escuela

Los distintos actores destacan que se han hecho arreglos edilicios de todo tipo para mejorar lo que no estaba en buen estado o lo que hacía falta. Pero siempre en las respuestas se pone el acento en el rol que ha jugado la cooperadora y la comunidad educativa en su conjunto para mejorar la situación en el edificio escolar (familias, docentes, auxiliares, maestranza).

“En los últimos años, para mejorar lo que no está en buen estado o lo que falta, se realizaron reparaciones edilicias de todo tipo. En techos, reparación de grietas y pintura de paredes, desagües, mobiliario, cañerías, instalaciones eléctricas. Estas reparaciones son costosas y muchas veces terminan siendo un parche” (Directivo docente, 2019).

“Pintamos nosotras, compramos las pizarras, pintamos nosotras las paredes con el profe de plástica, de artística, que es muralista entonces para algunas paredes que están muy deterioradas, mi aula está hecho un bosque con personajes, es la pared que está rota y fea, entonces para levantarla un poco y darle luz. Entonces eso lo hacemos nosotras, trayendo acrílicos, cosas. O a veces alguna familia ayuda, yo pedí ayuda para un cambio de cerradura a un papá, ellos se acercan” (Maestra de 3er y 4to grado, 2019).

“Han venido ellos a la escuela, papás, abuelos, generaciones. Se preocupan, vamos a arreglar con la cooperadora, es una escuela que tiene una fuerte presencia de la cooperadora, de las familias y vienen a arreglar, pintar el zoom, sacar el tema del agua” (Maestra de 3er y 4to grado, 2019).

“Si bien se hacen todos los reclamos que corresponden al consejo escolar para que provea los elementos y recursos, muchas de las cosas que se arreglan acá en la escuela, surge de la cooperadora. Es todo un tema, en la cooperadora tampoco es mucho lo que se cobra porque también se tiene en cuenta el contexto. Son \$300 al año, muchos papás no lo pueden pagar. Es todo a pulmón” (Miembro del Equipo de Orientación Escolar, 2019).

“Los padres, salvo que haya algo muy significativo, es una comunidad muy tranquila. Entonces no es como por ahí una escuela de otro barrio, donde te hacen un piquete en la puerta. Lo que pasa es que así y todo como nosotros podemos percibir la escuela, los chicos, muchos de ellos, ven muchas mejores condiciones en la escuela en relación a sus propias viviendas. Tienen pisos de tierra, las paredes son de chapa, donde no tienen agua. Nos han tocado casos de nenes que han tenido que ir a buscar el agua al comedor del barrio. Ellos no lo ven como un problema” (Miembro del Equipo de Orientación Escolar, 2019).

Lo prioritario para estos actores en pos de facilitar los procesos de aprendizaje y el desempeño de toda la comunidad educativa requiere de mejoras permanentes y no puntuales – “parches” – de la infraestructura del edificio escolar. Los reclamos que demandan la solución definitiva de la humedad en paredes y techos, las deficiencias en la calefacción, en la iluminación, en la instalación eléctrica, en el mobiliario escolar, la urgencia que acompaña el arreglo de techos, puertas y ventanas, y aspectos de la cocina, así como la falta de espacios separados entre primaria y secundaria solo ponen en evidencia que esta escuela primaria, ubicada a pocos kilómetros de la ciudad de Mar del Plata, no es una prioridad en la educación y está inmersa en condiciones desfavorables que complejizan y generan desigualdad en el proceso educativo.

En definitiva, lo escolar y su ambiente interno y externo adquieren distintos sentidos en la narrativa de estos actores, que representan a parte de la comunidad educativa, y en la forma en que se concreta la experiencia escolar.

8.10. El ambiente escolar según las percepciones de los estudiantes

A continuación se muestran los resultados que provienen de realizar una serie de preguntas a los estudiantes sobre las condiciones edilicias de la institución. Los mismos se visualizan en la construcción de tres nubes de palabras.

Primera pregunta: ¿Qué te gusta de tu aula y del patio? ¿Por qué?



Figura 8.1. Nube de palabras. Respuestas a: ¿Qué te gusta de tu aula y del patio? ¿Por qué? Fuente: Elaboración propia.

Al realizar dicha pregunta a los estudiantes, mencionan entre sus respuestas las paredes de las aulas, los dibujos y decoraciones colocados en ellas, el pizarrón, el mástil presente en el centro del patio y su vegetación (“árboles”). En un menor orden de importancia, se ve que son relevantes los calefactores de las aulas, las sillas y las ventanas.

Entre las razones que se dan para elegir dichos elementos están, por ejemplo, que las ventanas dan iluminación y ventilan el aula, los dibujos y decoraciones se ven como un elemento estético agradable (“lindo”), los calefactores mantienen un confort térmico

actores- en cuanto a sus intereses e influencias- frente a la necesidad de mejoramiento de las condiciones ambientales internas y externas de la escuela.

8.11.1. *Identificación, clasificación y descripción de actores*

En primer lugar, los actores involucrados identificados, se clasificaron en tres categorías según su ámbito de acción:

- ❖ Instituciones públicas: Aquellos actores que definen el sector educativo desde un punto de vista de gestión pública, es decir, a través de la formulación y elaboración de políticas públicas educativas (Tabla 8.1.).
- ❖ Comunidad educativa: Aquellos actores presentes en el día a día de la institución escolar (Tabla 8.2.).
- ❖ Instituciones gremiales: Nuclea a los sindicatos que velan por los derechos de los trabajadores del ámbito educativo (Tabla 8.3.).

Instituciones públicas	Descripción
<i>Consejo Escolar General Pueyrredon</i>	Responsable de la administración de los establecimientos educativos en ámbitos de competencia territorial distrital, excluyendo aquellos aspectos técnico-pedagógicos
<i>Dirección General de Cultura y Educación (DGCyE – PBA)</i>	Organismo Provincial que debe garantizar hábitats adecuados en aquellos espacios destinados a la enseñanza, considerando necesidades y características socioculturales y ambientales de la comunidad

Tabla 8.1. Instituciones públicas y descripción del ámbito de acción. Fuente: Elaboración propia.

Comunidad educativa	Descripción
<i>Estudiantes</i>	Niños y niñas que asisten a clase y a las actividades propuestas en la escuela
<i>Familias</i>	Familiares directos de aquellos niños y niñas que asisten a la escuela
<i>Docentes</i>	Personal responsable de impartir clases de diferentes asignaturas
<i>Equipo de Orientación Escolar (EOE)</i>	Gabinete integrado por docentes, psicólogos/as y psicopedagogos/as que brindan apoyo escolar a estudiantes con diversas dificultades
<i>Cooperadora Escolar</i>	Asociación escolar integrada por diferentes actores de la comunidad educativa. Se encarga de la búsqueda y financiación de recursos para mejorar los espacios educativos
<i>Dirección</i>	Autoridad máxima de la escuela encargada de llevar adelante su gestión

Tabla 8.2. Comunidad educativa y descripción del ámbito de acción. Fuente: Elaboración propia..

Instituciones gremiales	Descripción
<i>Sindicatos</i>	Asociaciones de trabajadores que buscan defender los derechos e intereses de sus asociados

Tabla 8.3. Instituciones gremiales y descripción del ámbito de acción. Fuente: Elaboración propia..

8.11.2. Propuesta de matriz interés – influencia

A continuación, los actores fueron evaluados en función de su interés e influencia para provocar transformaciones en las condiciones ambientales del establecimiento educativo y cambios en la institución que vayan en la dirección de mejorar todos los aspectos negativos presentados a lo largo del presente trabajo.

El resultado de dicho proceso puede verse en la siguiente matriz de interés – influencia o matriz de stakeholders (Figura 8.4.):

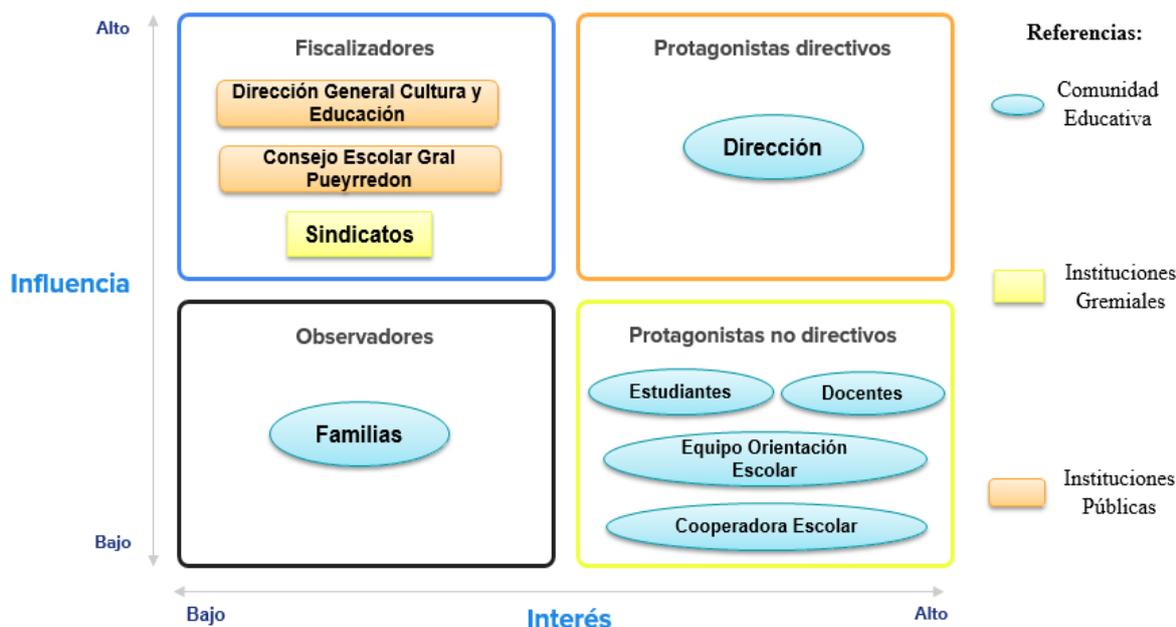


Figura 8.4. Matriz de interés – influencia o matriz de stakeholders. Fuente: Elaboración propia.

Dentro de la matriz, los actores se insertaron en cuatro grupos bien definidos de acuerdo a los niveles de interés e influencia evaluados¹. Los mismos se presentan en la Tabla 8.4 que se muestra a continuación:

Interés	Influencia	Matriz Interés – Influencia
Alto	Alta	<i>Protagonistas directivos</i>
Alto	Baja	<i>Protagonistas no directivos</i>
Bajo	Baja	<i>Observadores</i>
Bajo	Alta	<i>Fiscalizadores</i>

Tabla 8.4. Instituciones públicas y descripción del ámbito de acción. Fuente: Elaboración propia.

Protagonistas directivos: Aquellos con alto interés para promover transformaciones y alta influencia en las decisiones y para articular con otros actores relevantes de igual o superior jerarquía (provincial, nacional).

Protagonistas no directivos: Tienen alto grado de interés por participar en decisiones que lleven a mejoras escolares pero, por el contrario, una baja influencia sobre dichas decisiones.

Observadores: Agrupa a los actores con bajo nivel de interés e influencia respecto a los cambios y mejoras potenciales en la institución escolar. Las acciones y decisiones de este grupo tienen bajo impacto.

¹En relación a la categorización de los actores se siguió parcialmente la propuesta de Mardones Rivera, 2017.

Fiscalizadores: Enmarca a aquellos grupos o individuos con alta influencia pero bajo interés por la promoción e impulso de mejoras en los espacios educativos.

Bajo este marco, entre los *protagonistas* se seleccionó a la Dirección Escolar dado que, al ser quién lleva la gestión de la escuela, ha mostrado alto interés en promover cambios y, a su vez, dicha jerarquía permite la interacción y articulación con otros actores relevantes o tomadores de decisiones para dicho fin.

En el grupo de *colaboradores*, se ubican la mayoría de los actores pertenecientes a la comunidad educativa – estudiantes, docentes, Equipo de Orientación Escolar, Cooperadora Escolar -. Son aquellos que comparten el día a día de la institución, sus aspectos positivos, negativos y se muestran interesados a la hora de aspirar a transformaciones profundas. Sin embargo, sus acciones son de bajo impacto para influenciar decisiones y actores que puedan cambiar rotundamente la situación actual.

Como *observadores* fueron colocadas las familias de los estudiantes. Sus acciones no tienen influencia sobre actores o sectores relevantes y, si bien muestran interés por el día a día de sus hijos/as en la escuela, no se traduce en lo mismo para la institución y su futuro.

Dentro de los *fiscalizadores*, se enmarcaron agencias del sector público e instituciones gremiales que tienen distintos roles de administración y supervisión. La Dirección General de Cultura y Educación y el Consejo Escolar, deben administrar y garantizar hábitats adecuados en los espacios destinados a la enseñanza. Por su parte, los sindicatos tienen el rol de defender los derechos e intereses de los trabajadores de la educación asociados. A pesar de estos roles, y de tener alta influencia en ámbitos de poder y toma de decisiones, no tienen un mayor involucramiento con la comunidad educativa.

Este capítulo rescata las percepciones y valoraciones de los distintos actores involucrados en el ámbito educativo de la escuela analizada. Sus testimonios permiten avanzar en una primera propuesta de una matriz interés-influencia y elaborar una categorización que resulta de quienes, de una manera u otra, tienen mucho que decir y aportar especialmente de las condiciones ambientales en que se desarrolla el proceso de enseñanza-aprendizaje. Estos son datos fundamentales que acompañan y refuerzan el diagnóstico técnico-ambiental y se enmarcan en las propuestas que se presentan a continuación, visibilizando las voces de los que, a diario, a través de sus actitudes o acciones pueden influir en el éxito o fracaso de la labor educativa.

9. PROPUESTAS DE MEJORA: ASPECTOS EDILICIOS, VENTILACIÓN, CALEFACCIÓN, RESIDUOS Y USO DE AGUA

Para cada uno de los parámetros analizados con anterioridad, se propone una serie de medidas de manera tal de corregir los defectos encontrados y, como consecuencia, mejorar la calidad ambiental de la institución escolar para todas aquellas personas que la utilizan diariamente.

9.1. Estructura edilicia

Se considera relevante adicionar aislamiento a paredes y cielorrasos. Dicha medida mejorará de forma contundente la eficiencia energética del edificio. Aislar los pisos creando una barrera encima de la losa también podría implementarse con el mismo propósito aunque implicaría mayores costos. Respecto a las ventanas de vidrio simple, deben ser mejoradas con un sistema de doble vidrio y, en conjunto con las puertas, sus bordes deben ser sellados completamente para aumentar las propiedades de aislación.

Por otro lado, se propone quitar los voladizos del techo ubicados frente a las aulas y reemplazarlos con toldos retráctiles. La estructura existente que da soporte a los voladizos podría permanecer y servir como guías para los nuevos toldos. En invierno se podrían retraer los toldos permitiendo una mayor exposición de las aulas al sol. La masa térmica de las paredes puede ayudar a calentar los espacios. Por el contrario, durante el verano, la nueva estructura podría extenderse para bloquear la luz solar y mantener las aulas frescas.

9.2. Sistema de ventilación y calefacción

Existen diversas opciones para darle a los distintos ámbitos educativos una mejor ventilación. Una de ellas, aplicable sólo a algunas aulas, es la colocación de nuevas ventanas en lados opuestos del espacio a una mayor altura sobre la pared. Si ambas ventanas se abren simultáneamente, el aire puede fluir permitiendo la ventilación cruzada con su consecuente renovación. Esta opción sería aplicable a las aulas que presentan paredes externas para colocar estas aberturas.

Como segunda alternativa, se pueden instalar sistemas de ventilación y luz natural combinados en los techos. Estos dispositivos pueden permitir el flujo de aire y, a su vez, el paso de mayor luz natural (Figura 9.1).

Con estas medidas, también se ayudará a mitigar los problemas de humedad ambiente mencionados.

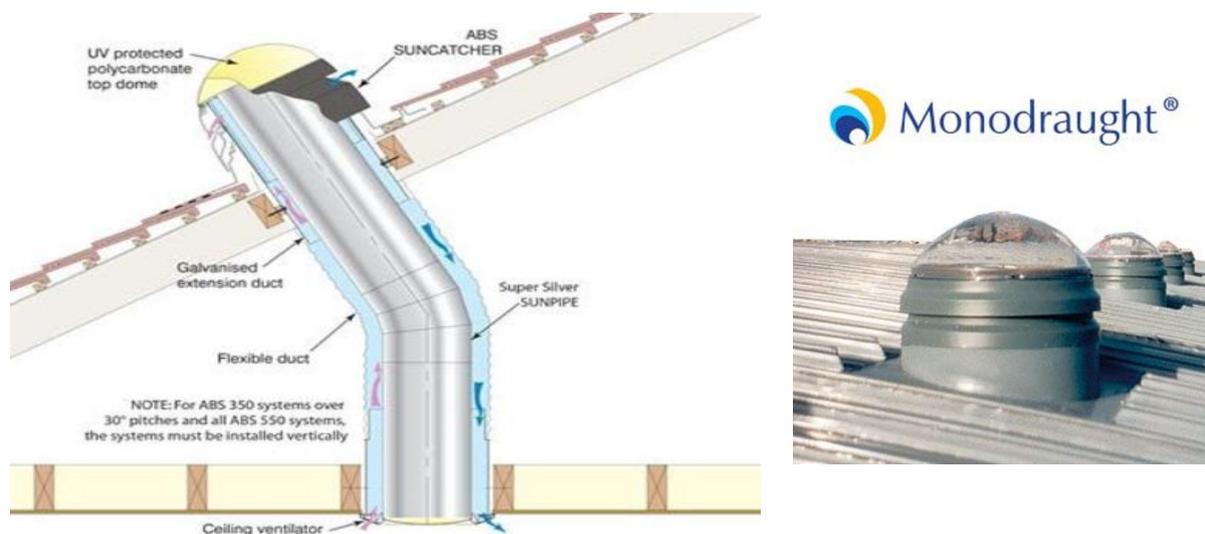


Figura 9.1. Sistema de ventilación y luz natural combinados. Esquema de funcionamiento e instalación. Fuente: Fuente: roofingsuperstore.co.uk, s/f.

Respecto a la calefacción, se propone el reemplazo de las unidades de calefacción actuales por otras más eficientes con difusores para permitir que el calor se distribuya uniformemente en los distintos espacios. Otra alternativa sería un sistema de calefacción central por radiadores, ya que posee una mayor eficiencia y es más seguro. Sin embargo, se incurriría en costos elevados debido a que implicaría una obra nueva.

Por otra parte, se sugiere colocar una segunda unidad de almacenamiento de gas propano, que actuaría como respaldo y se lograría mejorar la continuidad del servicio de gas. Esta opción permitiría disminuir los días de racionamiento del gas mientras se espera la recarga del tanque que tarda varios días por la parte burocrática del pedido. Este nuevo tanque puede ser instalado junto con el actual que está ubicado al frente del edificio (ver Imagen 7.10).

9.3. Gestión de residuos y uso de agua

En relación a la gestión de residuos, las recomendaciones varían dependiendo del tipo de residuo considerado. Con el objetivo de aprovechar los residuos húmedos – restos de alimentos - un sector de la escuela podría destinarse para llevar adelante un programa de compostaje utilizando composteras caseras (Figura 9.2). Con la implementación de esta medida, habría una menor proporción de bolsas, lixiviados, malos olores y vectores de enfermedades en el establecimiento y sus alrededores.



Figura 9.2. Ejemplo de compostera casera. Fuente: elblogverde.com, 2018.

A pesar de que en la escuela no hay espacios verdes para utilizar el compost generado, podría ser donado al personal o a los estudiantes. Este programa también podría ser implementado en conjunto con talleres para los niños y niñas, enfatizando y promoviendo la producción de compost en sus hogares.

Por otro lado, a pesar de que se intentan reutilizar los residuos secos (papel, cartón) se propone como alternativa su recolección y donación a recicladores informales o a cooperativas locales. Posteriormente, pueden ser vendidos y reinsertos en el sistema productivo como materias primas para fabricar nuevos productos. A su vez, una fracción de estos residuos podría ser utilizada en iniciativas escolares de manualidades tomando como concepto central las 3R (reducir, reutilizar, reciclar) (Figura 9.3.).



Figura 9.3. Ejemplo de organizador de libros y lápices hecho a partir de cartón reutilizado. Fuente: manualidadesparahacerencasa.com, 2019.

Existen diversas opciones para mejorar la eficiencia en el uso del agua en la institución. En primer lugar, el filtro ubicado en la cocina parece ser antiguo. Debe ser estrictamente revisado y, en caso de mostrar ineficiencias o un mal funcionamiento, debe ser reemplazado por un sistema de filtrado más moderno. Se recomienda la instalación de dos de estos sistemas, para el caso de que uno falle. En segundo lugar, el sistema de conductos externos

que transporta el agua hacia la cocina debe revestirse con un material aislante para evitar que el agua se congele (Figura 9.4.).



Figura 9.4. Aislante térmico de espuma de caucho nitrílico (NBR) para tuberías. Fuente: adicem.com.ar, 2021.

A su vez, el mobiliario sanitario debe ser sustituido. Algunas alternativas podrían ser: inodoros de doble descarga, mingitorios y grifería de bajo consumo. Estos cambios reducirán la cantidad de agua consumida dentro de la escuela.

La estructura superficial por encima de la cámara séptica debe ser reparada correctamente con materiales rígidos y estables. En relación a la cámara propiamente dicha, se recomienda su reemplazo por otra con un tratamiento eficiente de aguas residuales (Figura 9.5). Dentro del mismo entorno, el conducto que no se está utilizando debe suplantar al actual. A su vez, conocer la ubicación precisa de los pozos ciegos es clave para verificar si son necesarias reparaciones en su estructura. Esto evitará filtraciones a las aguas subterráneas.

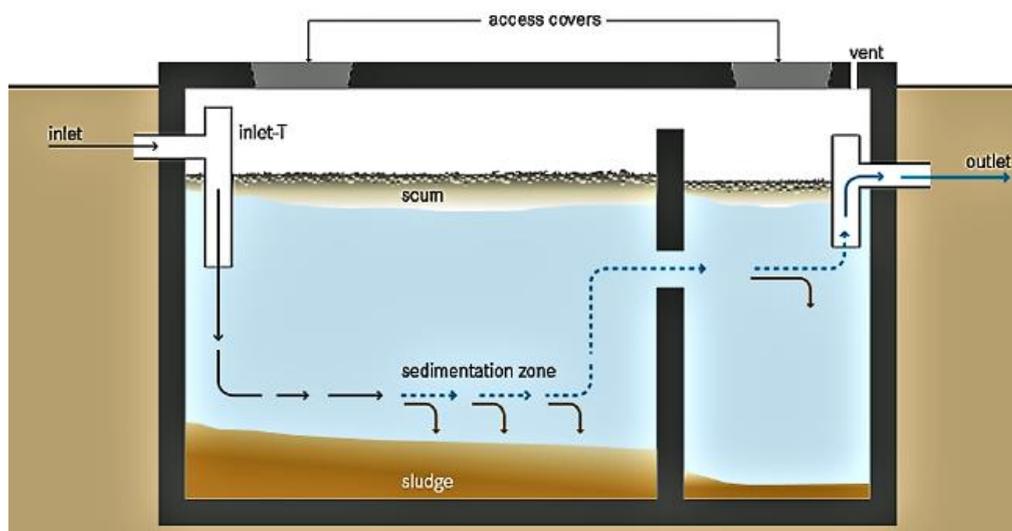


Figura 9.5. Esquema de la estructura de una cámara séptica. Fuente: Fuente: sswm.info, s/f.

No menos importante, dados los anegamientos que se dan en la entrada de la escuela, como solución ideal se debe construir un sistema de drenaje adecuado. Sin embargo, mientras tanto, para permitir a los estudiantes asistir a clases en días lluviosos, es necesaria una solución provisoria. Esto podría llevarse adelante disponiendo materiales como concreto en lugares donde se forma lodo luego de fuertes lluvias.

En última instancia, como complemento de las medidas estructurales planteadas, la educación puede ser una herramienta eficiente para generar conciencia y reducir la huella ecológica. Bajo este marco, se recomienda que tanto maestros como estudiantes, organicen talleres y clases que aborden la temática del cuidado de los recursos hídricos en todas sus formas.

9.4. La gestión de la comunidad educativa ante el deterioro del edificio

Finalmente, una característica positiva y que debe ser resaltada: es la actitud y el esfuerzo personal de los docentes para lograr generar ambientes agradables y cálidos para los estudiantes.

El personal y las acciones de la cooperadora escolar junto con los alumnos han decorado las paredes con pinturas y materiales didácticos, embelleciendo con sensibilidad los ámbitos cotidianos de trabajo que contrastan con el estado de deterioro de la escuela y su infraestructura, responsabilidad directa de las autoridades del Estado Provincial.

En la Imagen 9.1 se muestran dibujos y pinturas en las diferentes aulas que dan cuenta de lo señalado.

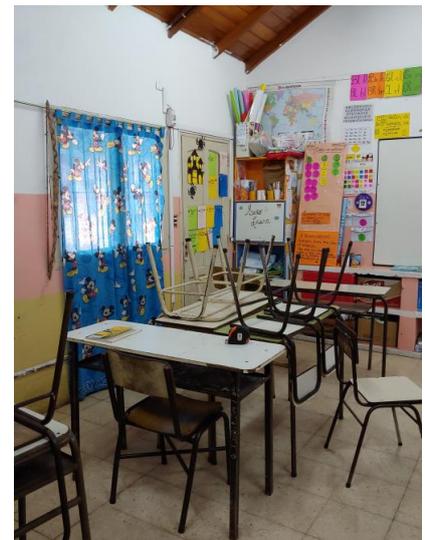
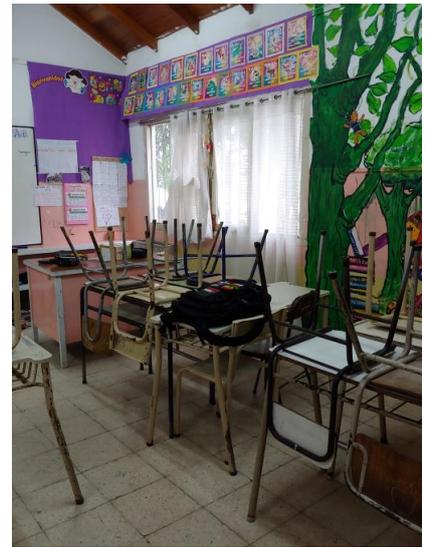


Imagen 9.1. Dibujos y pinturas en diferentes aulas realizadas por alumnos y docentes. Fuente: Elaboración propia.

10. PROPUESTAS DE MEJORA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y NIVELES DE ILUMINACIÓN

En los siguientes apartados se presentan dos estudios de caso que sirven como propuesta para la mejora y optimización de la instalación eléctrica, los niveles de iluminación y el consumo energético.

En el caso I se realiza un estudio técnico completo del sistema de iluminación para adaptar los niveles de iluminación a las normas vigentes y realizar el reemplazo de las luminarias actuales por nuevas alternativas tecnológicas más eficientes.

En el caso II se evalúa la utilización de energías renovables, a través de la energía solar fotovoltaica y térmica, con el objetivo de disminuir el consumo de energía eléctrica de la red y aportar al suministro de agua caliente sanitaria (ACS) en la escuela.

10.1. ESTUDIO DE CASO I: Prefactibilidad Técnica de Proyecto de Luminotecnia.

10.1.1. Instalación eléctrica.

Como se mencionó en el capítulo 9, se realizó un relevamiento general de la instalación eléctrica donde se resaltaron las principales deficiencias. Por la complejidad del tema, una evaluación completa y en detalle de la instalación existente y la propuesta de mejora excede el alcance del presente trabajo y deberán ser resueltas por profesionales de la ingeniería eléctrica.

10.1.2. Sistema de iluminación.

La luz es el principal transportador de información a los cinco sentidos del cuerpo. Esta es la razón fundamental por la cual los estudiantes necesitan una *iluminación artificial correcta* para mantener la concentración durante el proceso de aprendizaje y obtener una sensación de bienestar dentro del aula.

Los centros de enseñanza tienen requisitos específicos de iluminación por el tipo de actividades que en ellos se desarrollan. Una deficiente iluminación en las aulas y espacios destinados a impartir clases, aprendizaje y estudio, puede ocasionar fatiga visual, lesiones en la vista e incluso podría ser causa del incremento del índice de fracaso escolar por bajo rendimiento de los alumnos.

Un aula escolar es un ambiente de trabajo donde la concentración y el rendimiento son fundamentales para el funcionamiento de la actividad diaria. La iluminación debe ser adecuada para todas las actividades que intervienen en el proceso de enseñanza aprendizaje, como lo son la escritura, lectura de libros, uso de computadoras, etc.

La iluminación correcta y adecuada de un ambiente y los parámetros de calidad de la iluminación como la uniformidad, el índice de deslumbramiento y el rendimiento del color permiten condiciones de confort y desempeño de las tareas de forma más segura y con alto rendimiento, ya que incrementa la visibilidad en el entorno del trabajo.

Color de la luz: El color de la luz a utilizar dentro de un aula puede variar de tono (frío, neutro o cálido) y del nivel de iluminación. Este color es el que afecta directamente en el comportamiento de los alumnos. Un entorno luminoso optimizado en las aulas, puede tener una influencia directa en el rendimiento académico. Estudios han demostrado que:

- Una temperatura de color más alta (tono frío) puede aumentar la agudeza visual.
- Los niveles de luz más altos y las temperaturas de color más altas mejoran los niveles de concentración y reducen los errores.
- Los niveles óptimos de luz y la temperatura del color pueden causar una mayor fluidez en la lectura oral, velocidad de lectura y comprensión lectora.

Por lo tanto, la mejor opción es contar con lámparas con colores fríos que proporcionan ambientes similares al natural y sensación de aire libre.

Luz natural: La luz natural es fundamental para realizar cualquier tipo de actividad y más si consideramos el rendimiento escolar. En lo posible se debe optimizar el uso de las ventanas y puertas y de ser necesario, evaluar el uso de tubos solares.

Reproducción cromática: La calidad cromática de la luz expresa cómo se reproducen fielmente los colores bajo las luces. Se define a través del Índice de Rendimiento del Color (IRC), su valor está entre 0 y 100, cuanto más alto mejor será la reproducción y la luz será de una mayor calidad. Para las aulas este índice debe ser superior a 85.

Uniformidad: Este concepto hace referencia a valores constantes y similares de luz en el área de trabajo, ya sea en interiores o exteriores. Cuando un área de trabajo no tiene un buen nivel de uniformidad se crean espacios oscuros entre cada luminaria.

Índice de reflexión: indica como la iluminancia media tiene dependencia directa con los distintos colores de las paredes, techo y suelo. Las pinturas, tipos de materiales, superficies y acabados tienen efecto en la iluminación.

Calidad y eficiencia con luces LED: Con estas luces se consigue una instalación con un nivel de iluminación de excelente calidad y eficiencia. Es posible la creación de ambientes agradables y estimulantes para los estudiantes. Permiten ahorrar energía y disminuir los gastos de facturación. Las estadísticas indican que muchos sistemas de luz ineficiente dentro de los centros educativos llegan a representar entre el 50% y el 70% de las facturas eléctricas.

Deslumbramiento y reflejos: Las lámparas deben ir colocadas en luminarias con difusores o elementos que puedan evitar al máximo un posible deslumbramiento y los reflejos. Las mesas o escritorios deben ser de materiales que impidan o minimicen los reflejos y deben estar colocados de forma tal de evitar que la luz pueda llegar directamente a la superficie de trabajo. Una equivocada colocación de luminarias en el campo visual provocaría encandilamiento o deslumbramientos que produciría fatiga ocular.

Por otra parte, el estudio y el relevamiento realizado en la escuela mostraron las deficiencias existentes. Se llevaron a cabo las mediciones de la iluminancia en las distintas dependencias y también se calculó el nivel de uniformidad de la iluminancia. Los resultados fueron presentados y desarrollados en el capítulo 7 correspondiente al diagnóstico de la escuela.

Por lo expresado, se propone un nuevo diseño del sistema de iluminación. Para la realización de este proyecto de prefactibilidad técnica se utilizaron los programas de cálculo y simulación DIALux y DIALux Evo. Estos softwares permitieron la realización de distintas simulaciones para seleccionar la opción técnica más conveniente para los distintos espacios de la escuela.

En la Figura 10.1 se muestra el modelo en tres dimensiones (3D) empleado para simular el nuevo sistema. El plano base fue generado con el software AutoCAD con la información entregada por personal de la escuela.

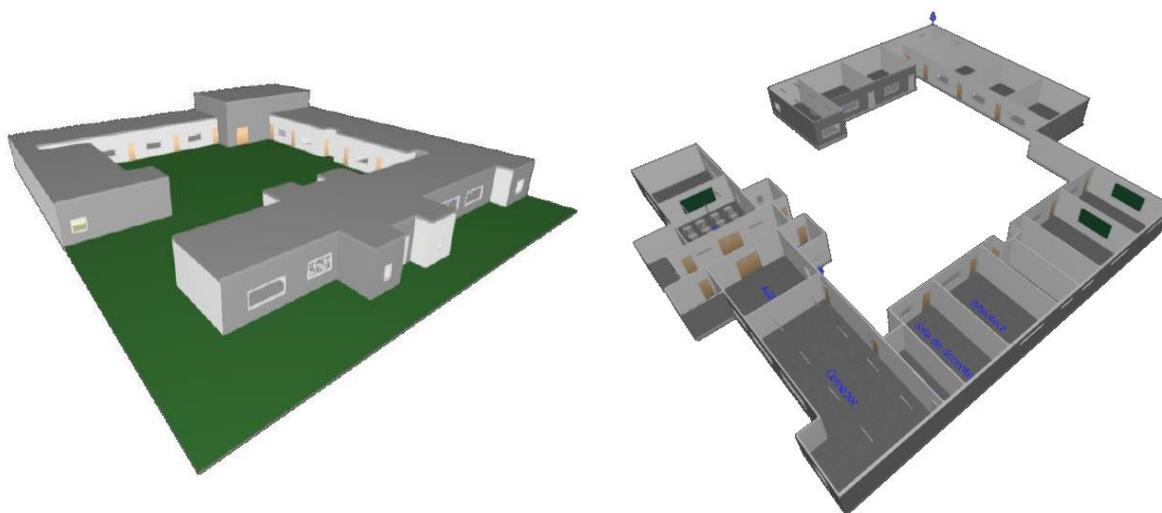


Figura 10.1. Modelo en 3 dimensiones de la institución educativa. Fuente: Elaboración propia con DIALux Evo.

Los niveles de iluminación mínimos sobre el área de trabajo fueron presentados en la Tabla 7.7, estos valores están sugeridos por las normas de la Dirección General de Cultura y Educación. En la Tabla 10.1 se presenta un resumen de la tabla citada anteriormente que muestra los datos utilizados en este trabajo.

Espacios	Niveles mínimos [lux]	
	Aulas	
<i>Nivel Primario</i>		500
	Aulas Especiales	
<i>Biblioteca</i>		300
	Administración	
<i>Oficinas</i>		300
<i>Sanitarios y vestuarios</i>		200
<i>Gimnasios</i>		400

Tabla 10.1. Resumen de niveles de iluminación utilizados y recomendados por normas. Fuente: Dirección General de Cultura y Educación.

10.1.2.1. Aulas

Para los cálculos se analizó el aula número 2, como todas las aulas tienen dimensiones similares, se adoptó el mismo diseño para todas ellas.

Para las aulas el valor recomendado de iluminación mínima es de 500 lux (Tabla 10.1). Este valor es claramente superior a los valores medidos durante el relevamiento y presentados en el capítulo 7 (Tabla 7.4). El valor de iluminancia media medido en las aulas es 135 lux (en promedio del total de las aulas).

Para cumplir con los requerimientos técnicos hay que aumentar la iluminación sobre el área de trabajo a los mínimos recomendados y mejorar la uniformidad.

Por lo tanto, es necesario diseñar un nuevo sistema de iluminación eficiente con los niveles recomendados para garantizar un nivel de calidad que contribuya al confort visual de acuerdo a las tareas a desarrollar en cada ambiente.

Tomando en cuenta el Índice de reflexión se recomienda utilizar colores claros donde dicho índice sea como mínimo del 70%. En la Tabla 10.2 se presentan algunos colores y su índice de reflexión. Estos colores fueron seleccionados como ejemplos porque forman parte de los frisos, usados en la mitad inferior de las paredes, en algunas aulas.

Color	Reflexión (%)
Blanco (brillante)	86
Azul	23
Verde	53
Celeste claro	70

Tabla 10.2. Colores y su índice de reflexión. Fuente: Elaboración propia.

A los efectos de determinar el nivel de iluminación se realizaron una serie de simulaciones utilizando diferentes tipos de luminarias LED que se situaron a 3 metros del suelo.

Finalmente, para cumplir con las exigencias mínimas de la normativa vigente, se eligieron luminarias LUCTRON serie AURE 100068-750-OP-X.

Se recomienda para las aulas:

- Cuatro módulos con lámparas de tecnología LED de 68 W y 12.000 lm en un arreglo de 2 x 2 paralelo al pizarrón.
- Pintura de colores claros con índice de reflexión 70% o mayor para las paredes.

Con esta configuración:

- La iluminación media calculada es de 564 lux.
- La potencia total de iluminación en el aula es de 272 W.
- El valor de eficiencia energética es de 7.34 W/m² (Área del Aula: 37.05 m²).
- El factor de mantenimiento considerado es de 0,80.

En la Tabla 10.3 se presenta un resumen de los datos técnicos de la simulación final.

Debido al tamaño de las aulas, como a las luminarias propuestas, que poseen difusores y están montadas a una gran altura, no se produce deslumbramiento.

Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80 Valores en Lux, Escala 1:79

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	564	305	771	0.540
Suelo	20	476	307	549	0.644
Techo	70	130	100	164	0.767
Paredes (4)	50	313	103	715	/

Plano útil:
 Altura: 0.850 m
 Trama: 64 x 64 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	LUSTRON AURE-100068-750-OP-X (1.000)	8400	12000	68.0
			Total: 33600	Total: 48000	272.0

Valor de eficiencia energética: $7.34 \text{ W/m}^2 = 1.30 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 37.05 m^2)

Tabla 10.3. Resumen de los datos técnicos de la simulación final del Aula 2. Fuente: Elaboración propia.

La luminaria seleccionada y sus datos técnicos utilizados en las simulaciones finales para las aulas se observa en la Tabla 10.4. En el Anexo II se encuentran los datos completos.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

MODELO	AURE-2000136-7XX-EMOP-X	AURE-100068-7XX-EMOP-X
LÚMENES LEDs	24.000 lm	12.000 lm
POTENCIA LED	136W	68W
DIMENSIONES (L x A x H)	2000 mm x 94 mm x 60 mm	1000 mm x 94 mm x 60 mm
CCT - (CRI)	5.000 K (opc. 3.000 K; 4.000 K) - (75+ / 80+ / 90+)	
GRADO DE PROTECCION	IP 65	
VIDA ÚTIL ESTIMADA	>75.000 hs	
HAZ	120°	
ALIMENTACIÓN	100-240 V ; 50-60 Hz	
MONTAJE	Embutir - Suspender	

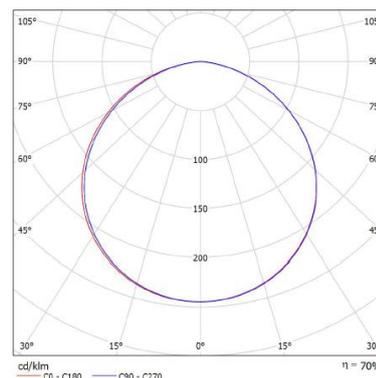


Tabla 10.4. Especificaciones técnicas y curva fotométrica de la luminaria utilizada para la simulación. Fuente: Lustron serie Aure.

En la Figura 10.2 como resultado de la simulación final se observan: las Iluminancias medias (curvas isolux), el rendering de colores falsos, el resultado de la simulación en 3D del arreglo lumínico y la luminaria seleccionada para el aula N° 2 considerando el plano de los pupitres. Los valores están expresados en lux y los softwares utilizados son: DIALux y DIALux Evo.

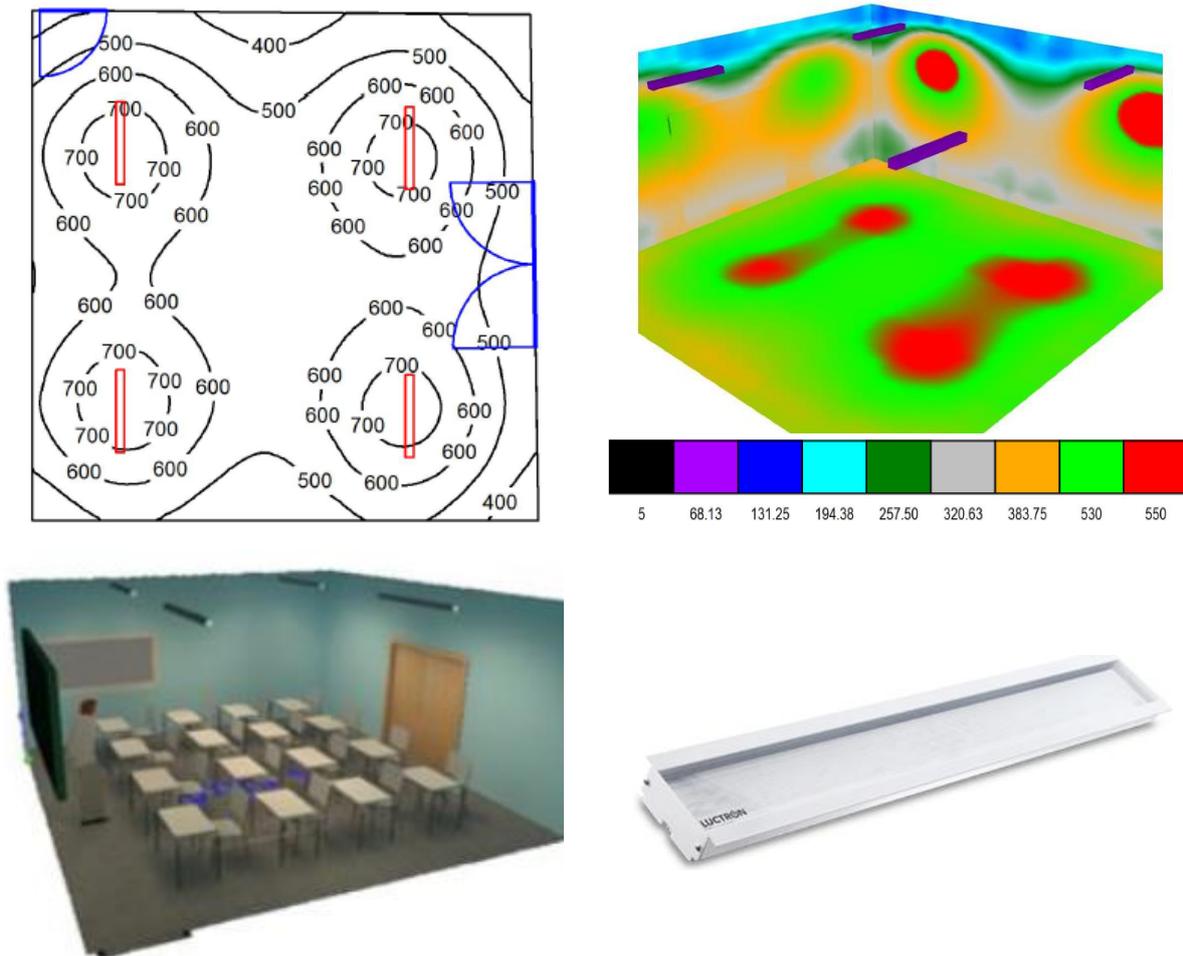


Figura 10.2. Iluminancias (curvas isolux), Rendering de colores falsos, Simulación en 3D del arreglo lumínico y luminaria seleccionada para el aula N^o 2. (Valores en lux). Fuente: Elaboración propia con DIALux y DIALux Evo.

El informe completo de la simulación con sus datos técnicos finales está disponible en el Anexo II.

Para el resto de las aulas, debido a que presentan similares dimensiones y características, se sugiere utilizar la misma cantidad y modelo de luminarias.

10.1.2.2. Comedor

Para el comedor el valor recomendado de iluminación mínima sobre las mesas es de 300 a 400 lux. El valor de iluminancia media medido en el comedor es de 79 lux (ver Tabla 7.5), este valor es claramente inferior al valor recomendado mínimo. Además, no cumple con el requisito de uniformidad establecido.

En el caso particular de la cocina, además de la iluminación general se recomienda *agregar iluminación localizada* en las áreas de trabajo (mesadas, cocinas y hornos).

Para realizar las simulaciones se utilizó un arreglo de 4 x 2 con las luminarias LUCTRON modelo LOEN 34-OB-M2 y se consideró que las paredes están pintadas de colores claros (índice de reflexión mayor a 70 %). La altura de montaje se consideró de 3 metros.

Se recomienda para el comedor:

- Ocho módulos con lámparas de tecnología LED de 34 W y 5.836 lm en un arreglo de 4 x 2 colocado en forma longitudinal.
- Pintura de colores claros con índice de reflexión 70% o mayor para las paredes.

Con esta configuración:

- La iluminación media calculada es de 449 lux sobre el plano útil.
- La potencia total de iluminación del comedor es de 272 W.
- El valor de eficiencia energética es de 3.11 W/m² (Área del comedor: 87.48 m²).
- El factor de mantenimiento considerado es de 0,80.

En la Tabla 10.5 se presenta un resumen de los datos técnicos de la simulación final.

Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80			Valores en Lux, Escala 1:99		
Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	449	157	634	0.349
Suelo	32	413	176	529	0.425
Techo	70	182	115	312	0.634
Paredes (6)	80	302	122	813	/

Plano útil:
 Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	LUCTRON LOEN-34-OB-M2 (1.000)	5836	5760	34.0
			Total: 46685	Total: 46080	272.0

Valor de eficiencia energética: 3.11 W/m² = 0.69 W/m²/100 lx (Base: 87.48 m²)

Tabla 10.5. Resumen de los datos técnicos de la simulación final para el comedor. Fuente: Elaboración propia.

La luminaria seleccionada y sus datos técnicos utilizados en las simulaciones finales de las aulas se observa en la Tabla 10.6. En el Anexo II se encuentran los datos completos.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

MODELO	LOEN
LÚMENES	2.000 a 18.005 lm *
POTENCIA / CONSUMO	12 W - 105 W
DIMENSIONES (LxAxH)	300 a 1800 x 94 x 60 mm
CRI	80+ / 90+
CCT	3.000 K; 4.000 K; 5.000 K
VIDA ÚTIL ESTIMADA	>75.000 hs
HAZ	120°
ALIMENTACIÓN	220-240 V ; 50-60 Hz
MONTAJE	Embutir - Aplicar - Suspender

* según modelo

Emisión de luz 1:

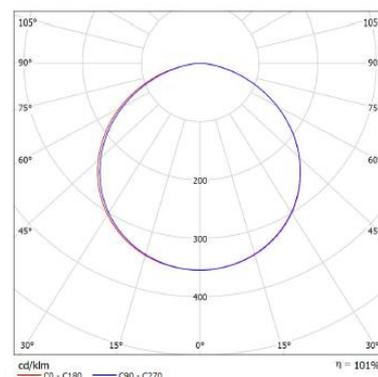


Tabla 10.6. Especificaciones técnicas y curva fotométrica de la luminaria utilizada para la simulación. Fuente: Lutron serie Loen.

En la Figura 10.3 como resultado de la simulación final se observan: las Iluminancias medias (curvas isolux), el rendering de colores falsos, el resultado de la simulación en 3D del arreglo lumínico y la luminaria seleccionada para el comedor considerando el plano de las mesas. Los valores están expresados en lux y los softwares utilizados son: DIALux y DIALux Evo.

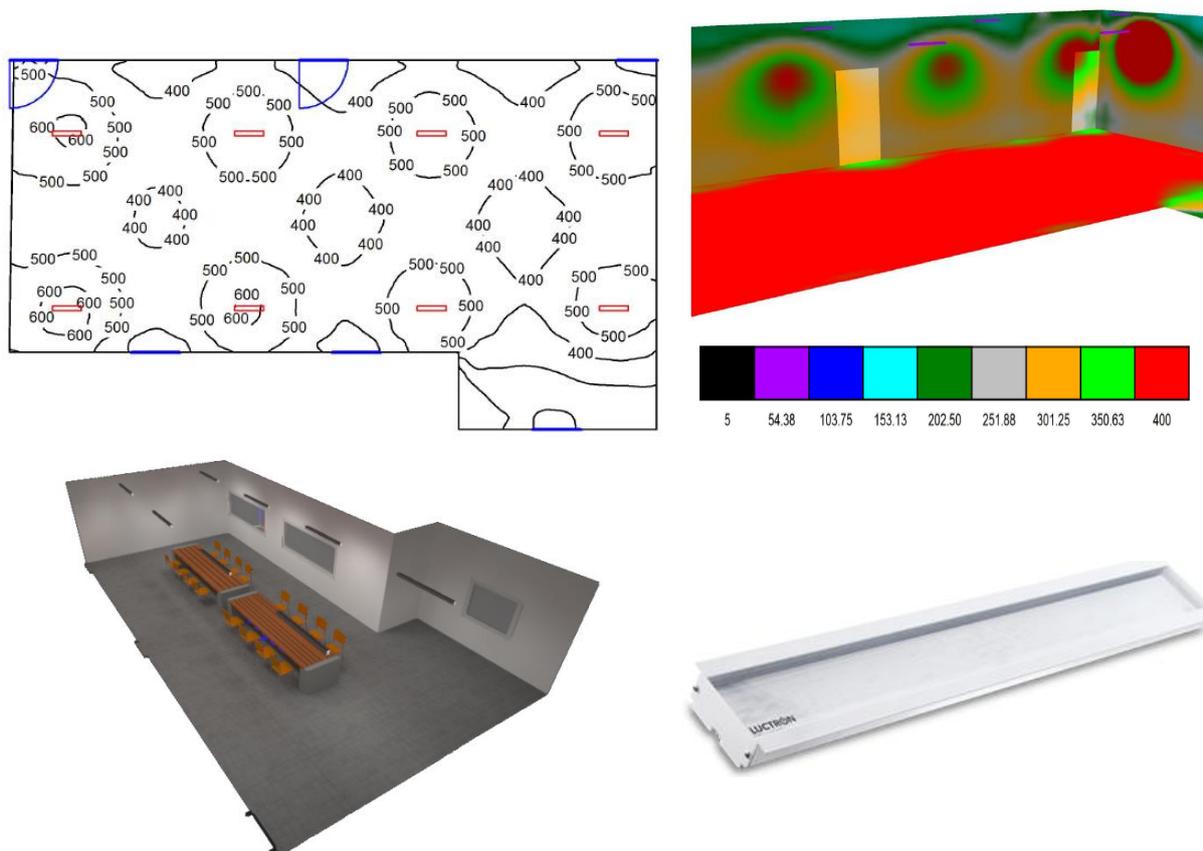


Figura 10.3. Iluminancias (curvas isolux), Rendering de colores falsos, Simulación en 3D del arreglo lumínico y luminaria seleccionada para el comedor. (Valores en lux). Fuente: Elaboración propia con DIALux y DIALux Evo.

El informe completo de la simulación con sus datos técnicos finales está disponible en el Anexo II.

10.1.2.3. Sanitarios

Para los sanitarios el valor recomendado de iluminación es de 200 lux (Tabla 10.1). El valor medido para el sanitario número 1 fue de 280 lux. Este valor es superior al valor recomendado mínimo, pero se propone hacer el recambio por las luminarias LED y así unificar todo el sistema de iluminación con esta nueva tecnología.

Se utilizará el mismo tipo de luminarias que en el comedor en un arreglo 2 x 1 y las paredes pintadas de colores claros (índice de reflexión mayor a 70 %). La altura de montaje se consideró de 3 metros.

Se recomienda para los sanitarios:

- Dos módulos con lámparas de tecnología LED de 34 W y 5.836 lm en un arreglo de 2 x 1 colocado en forma longitudinal.
- Pintura de colores claros con índice de reflexión 70% o mayor para las paredes.

Con esta configuración:

- La iluminación media calculada es de 298 lux sobre el plano útil.
- La potencia total de iluminación de cada sanitario es de 68 W.
- El valor de eficiencia energética es de 3.96 W/m² (Área del sanitario1: 17.19 m²).
- El factor de mantenimiento considerado es de 0,80.

En la Tabla 10.7 se presenta un resumen de los datos técnicos de la simulación final.

Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80						Valores en Lux, Escala 1:54	
Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m		
Plano útil	/	298	161	396	0.540		
Suelo	20	239	153	277	0.638		
Techo	70	116	75	153	0.650		
Paredes (6)	76	182	79	394	/		
Plano útil:							
Altura:	0.850 m						
Trama:	128 x 64 Puntos						
Zona marginal:	0.000 m						
Lista de piezas - Luminarias							
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]		
1	2	LUSTRON LOEN-34-OB-M2 (1.000)	5836	5760	34.0		
			Total: 11671	Total: 11520	68.0		

Valor de eficiencia energética: 3.96 W/m² = 1.33 W/m²/100 lx (Base: 17.19 m²)

Tabla 10.7. Resumen de los datos técnicos de la simulación final sanitario1. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 10.4 como resultado de la simulación final se observan: las Iluminancias medias (curvas isolux), el rendering de colores falsos y el resultado de la simulación en 3D

del arreglo lumínico para el comedor considerando el plano de las mesas. Los valores están expresados en lux y los softwares utilizados son: DIALux y DIALux Evo.

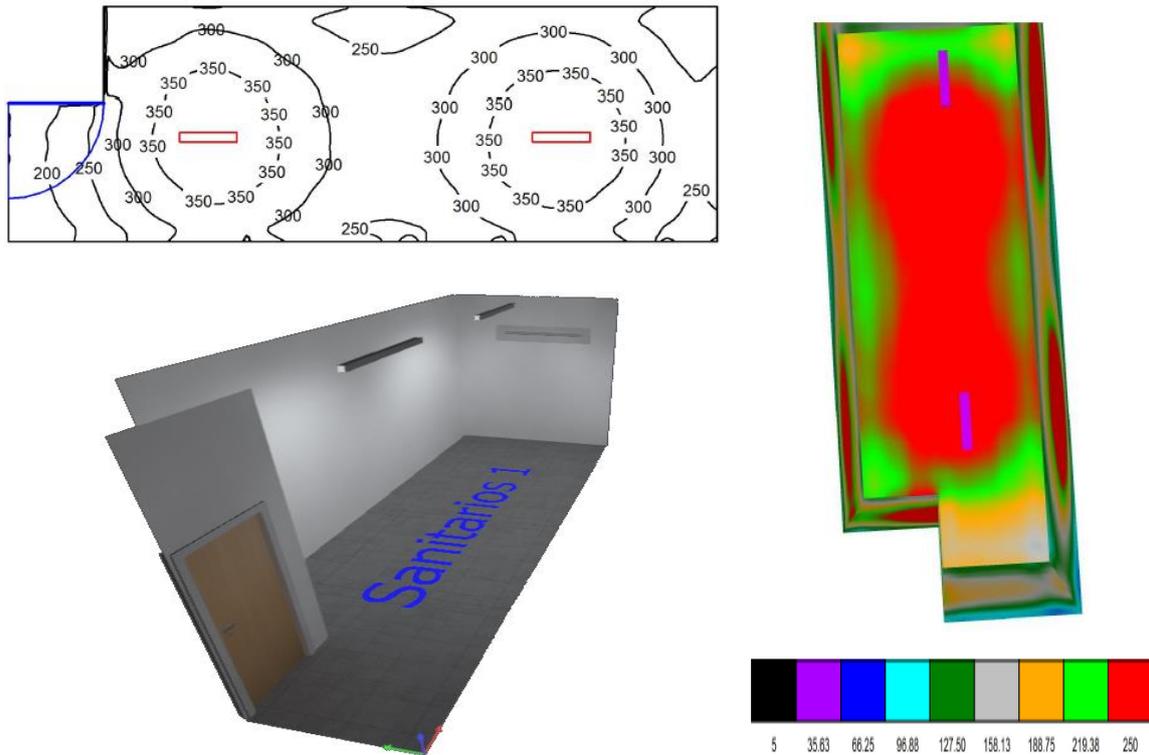


Figura 10.4. Iluminancias (curvas isolux), Rendering de colores falsos, Simulación en 3D del arreglo lumínico del sanitario 1. (Valores en lux). Fuente: Elaboración propia con DIALux y DIALux Evo.

El informe completo de la simulación con sus datos técnicos finales está disponible en el Anexo II.

10.1.2.4. Gabinete docente

Para el gabinete el valor recomendado de iluminación media es de 300 lux (Tabla 10.1). El valor medido fue de 285 lux (Tabla 7.5).

Se propone usar las mismas luminarias que en el comedor en un arreglo de 2 x 2 con las paredes pintadas de colores claros (índice de reflexión mayor a 70 %). La altura de montaje se consideró de 3 metros.

Se recomienda para los sanitarios:

- Dos módulos con lámparas de tecnología LED de 34 W y 5.836 lm en un arreglo de 2 x 2 colocado en forma longitudinal.
- Pintura de colores claros con índice de reflexión 70% o mayor para las paredes.

Con esta configuración:

- La iluminación media calculada es de 514 lux sobre el plano útil.
- La potencia total de iluminación para el gabinete es de 136 W.
- El valor de eficiencia energética es de 4.29 W/m² (Área del gabinete: 31.68 m²).
- El factor de mantenimiento considerado es de 0,80.

En la Tabla 10.8 se presenta un resumen de los datos técnicos de la simulación final.

Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80				Valores en Lux, Escala 1:65	
Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	514	258	738	0.502
Suelo	20	439	277	540	0.631
Techo	70	184	125	258	0.680
Paredes (4)	76	313	138	980	/

Plano útil:
 Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 64 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	LUCTRON LOEN-34-OB-M2 (1.000)	5836	5760	34.0
			Total: 23343	Total: 23040	136.0

Valor de eficiencia energética: 4.29 W/m² = 0.83 W/m²/100 lx (Base: 31.68 m²)

Tabla 10.8. Resumen de los datos técnicos de la simulación final del gabinete docente. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 10.5 como resultado de la simulación final se observan: las Iluminancias medias (curvas isolux) y el rendering de colores falsos para el gabinete docente considerando el plano de los escritorios. Los valores están expresados en lux y los softwares utilizados son: DIALux y DIALux Evo.

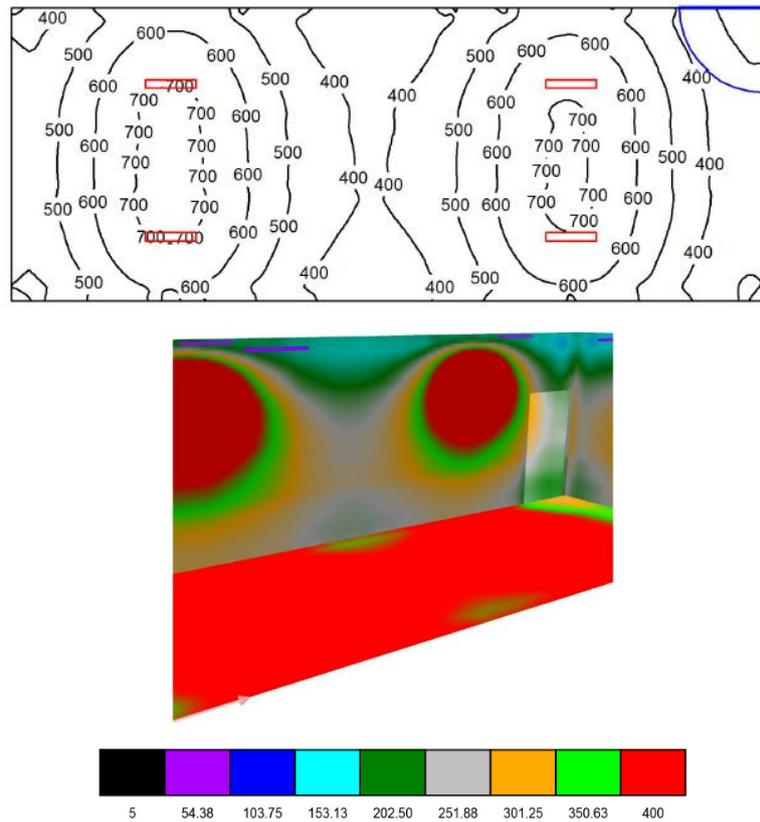


Figura 10.5. Iluminancias (curvas isolux) y Rendering de colores falsos del gabinete docente. (Valores en lux).
Fuente: Elaboración propia con DIALux y DIALux Evo.

El informe completo de la simulación con sus datos técnicos finales está disponible en el Anexo II.

10.1.2.5. Salón de Usos Múltiples (SUM)

Para el SUM el valor recomendado de iluminación es de 400 lux (Tabla 10.1). El valor medido fue de 246 lux (Tabla 7.5). Además, no cumple con el requisito de uniformidad establecido.

En el Salón de Usos Múltiples (SUM) es necesario colocar luminarias colgantes con mayor potencia lumínica.

Para realizar las simulaciones se utilizó un arreglo de 3 x 2 con las luminarias LUCTRON serie LOEN 68-OB-M2, la misma luminaria pero de mayor potencia. Estas luminarias deberán contar con algún tipo de protección tipo rejilla, ya que se instalan en un lugar en el cual es factible que se practiquen deportes con pelota.

En la Tabla 10.6 se muestran las especificaciones técnicas y la curva fotométrica de la luminaria. Las paredes están pintadas de colores claros (índice de reflexión mayor a 70 %) y la altura de montaje se consideró de 3 metros.

Se recomienda para el SUM:

- Ocho módulos con lámparas de tecnología LED de 68 W y 11.520 lm en un arreglo de 3 x 2 colocado en forma longitudinal.
- Pintura de colores claros con índice de reflexión 70% o mayor para las paredes.

Con esta configuración:

- La iluminación media calculada es de 431 lux sobre el plano útil.
- La potencia total de iluminación del SUM es de 408 W.
- El valor de eficiencia energética es de 3.07 W/m² (Área del SUM: 132.75 m²).
- El factor de mantenimiento considerado es de 0,80.

En la Tabla 10.9 se presenta un resumen de los datos técnicos de la simulación final.

Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80			Valores en Lux, Escala 1:116		
Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	431	213	884	0.496
Suelo	20	396	275	575	0.695
Techo	70	120	96	227	0.802
Paredes (4)	76	257	102	593	/

Plano útil:
 Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	LUSTRON LOEN-68-OB-M2 (1.000)	11671	11520	68.0
			Total: 70028	Total: 69120	408.0

Valor de eficiencia energética: 3.07 W/m² = 0.71 W/m²/100 lx (Base: 132.75 m²)

Tabla 10.9. Resumen de los datos técnicos de la simulación final para el SUM. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 10.6 como resultado de la simulación final se observan: las iluminancias medias (curvas isolux), el rendering de colores falsos, el resultado de la simulación en 3D del arreglo lumínico y la luminaria seleccionada para el comedor considerando el plano de las mesas. Los valores están expresados en lux y los softwares utilizados son: DIALux y DIALux Evo.

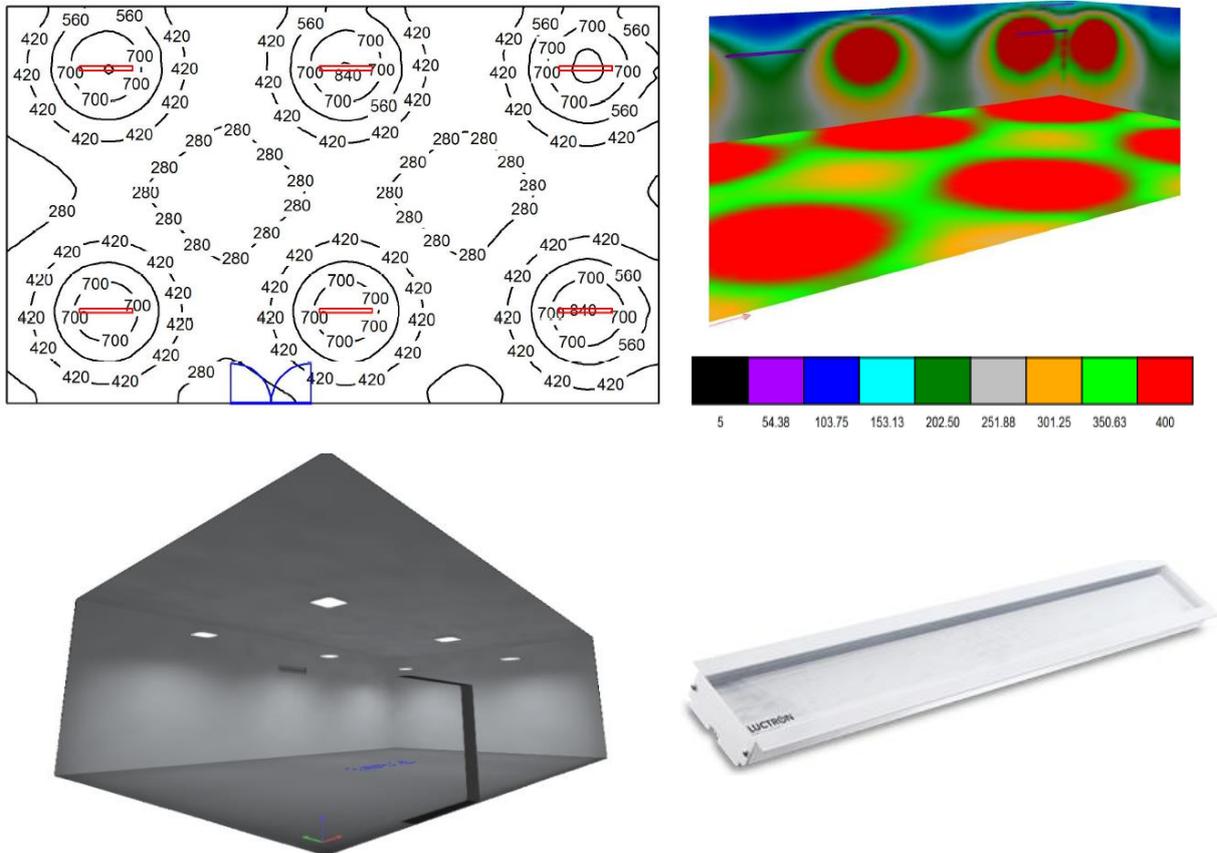


Figura 10.6. Iluminancias (curvas isolux), Rendering de colores falsos, Simulación en 3D del arreglo lumínico y luminaria seleccionada para el SUM. (Valores en lux). Fuente: Elaboración propia con DIALux y DIALux Evo.

El informe completo de la simulación con sus datos técnicos finales está disponible en el Anexo II.

10.1.2.6. Resumen de resultados

Se utilizaron luminarias Lutron de las series Aure y Loen con distintos valores de potencia, de acuerdo al tipo de ambiente, para todas las áreas del establecimiento.

Para los espacios más pequeños (por ejemplo, dirección, oficina, baño de docentes y office) se pueden utilizar una luminaria LED de 27W, pero podrían utilizarse focos LED.

En la Tabla 10.10 se muestran para cada ambiente, la potencia total, la potencia por luminaria y la cantidad de luminarias.

Lugar	Potencia luminaria [W]	Cantidad	TOTAL [W]
Aula 1	68	4	272
Aula 2	68	4	272
Aula 3	68	4	272
Aula 4	68	4	272
Aula 5	68	4	272
Aula 6	68	4	272
Aula 7	68	4	272
Aula 8	68	4	272
Aula 9	68	4	272
Aula 10	68	4	272
Dirección	27	1	27
Hall de acceso	27	1	27
Office	27	1	27
Baño docente	27	1	27
Comedor	34	8	272
Secretaria	27	1	27
Gabinete	34	4	136
Sala de docentes	27	4	108
Biblioteca	27	4	108
Sanitarios 1	34	2	68
Sanitarios 2	34	2	68
Sanitarios 3	34	2	68
Sanitarios 4	34	2	68
SUM	68	6	408
		TOTAL	4.159

*Tabla 10.10. Potencia total, potencia por luminaria y cantidad de luminarias por ambiente.
Fuente: Elaboración propia.*

10.1.3. Sistemas de Iluminación Natural

Con el objetivo de sumar luz natural diurna a los principales ambientes se propone utilizar las opciones que presentan los Sistemas de Iluminación Natural diseñados con Tecnología Pasiva.

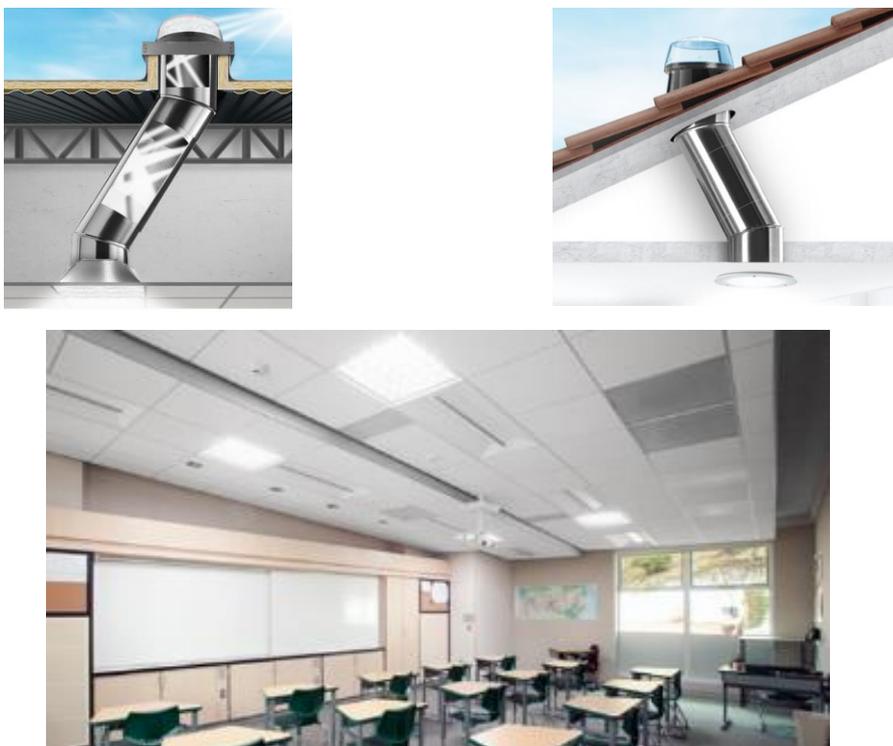
Estos sistemas utilizan tecnología óptica pasiva para tomar la luz solar a través de un receptor en el techo y por medio de ductos se transfiere la luz diurna de manera eficiente hasta los difusores colocados en el ambiente a iluminar.

Al captar la luz solar presenta una excelente reproducción del color, tan necesaria para las tareas que se realizan en las aulas, oficinas, biblioteca y en el resto de los ambientes de la escuela.

Los tubos de extensión proporcionan la longitud y los ángulos (incluso curvas de 90°) necesarios para conducir la luz hasta el lugar que corresponda. Poseen accesorios que permiten controlar los niveles de luz que ingresan al ambiente y también para minimizar el ingreso de calor. Al ser un sistema pasivo reduce significativamente los costos y el mantenimiento de la instalación.

Por otra parte, como el horario de funcionamiento de la escuela es diurno, estos sistemas permitirían disminuir al máximo el uso de la iluminación artificial con el consecuente beneficio de ahorro en las facturas de consumo de electricidad y generando una instalación más eficiente desde el punto energético.

En la Figura 10.7 se puede observar un aula con la instalación de estos sistemas y los esquemas de cómo funcionan los equipos montados en diferentes techos.



*Figura 10.7. Sistema de iluminación natural en un aula. Esquemas de funcionamiento e instalación.
Fuente: Solatube.*

Por otra parte, también existen equipos que combinan la iluminación natural con un sistema de ventilación y renovación del aire en el ambiente. Estos sistemas combinados están explicados en el punto 9.2. *Sistema de ventilación y calefacción.*

10.2. ESTUDIO DE CASO II: Prefactibilidad Técnica de Proyectos de Energía Solar Fotovoltaica y Térmica.

Como se mencionó en la metodología (capítulo 5), el tema de la utilización de las energías renovables no se incluyó en la propuesta aprobada para el inicio de esta tesis de grado. De todas maneras, se decidió incluir un proyecto de utilización de la energía solar para generación de electricidad y calor como aporte del presente estudio.

Esta idea de ampliar los temas de la tesis, surgió después de las entrevistas realizadas al personal docente y auxiliar, quienes señalaron una serie de inconvenientes y problemas que ocurren en la escuela e impactan negativamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje (ver en detalle capítulo 8). Por lo tanto, en este apartado se plantean propuestas que permiten sumar mejoras utilizando energías renovables.

Este estudio de aplicación de la energía solar consta de dos partes: la primera se refiere a los cálculos de la energía fotovoltaica y la segunda corresponde al sistema de energía térmica.

Para los cálculos se deben tener en cuenta una serie de consideraciones iniciales y específicas que se describen en forma general en los párrafos siguientes.

Orientación e inclinación óptima de las placas solares

La orientación e inclinación correcta de las placas solares en una instalación solar (fotovoltaica o térmica) tienen una gran importancia a la hora de lograr la mayor eficiencia del sistema. Teniendo en cuenta estos dos factores podremos garantizar el funcionamiento óptimo de nuestra instalación, obtener el máximo rendimiento y aumentar la producción de las placas solares.

La radiación solar depende de la inclinación con que llega a la superficie de la tierra y del ángulo en que se encuentra el sol respecto del norte. Las estaciones del año se diferencian por el ángulo de inclinación de los rayos del sol, lo que afecta a la cantidad de energía que llega efectivamente a la tierra. Estos datos dependen del azimut y la altitud del sol respecto del cenit. Es importante también considerar la nubosidad y la época del año en que se quiere aprovechar la radiación del sol (Secretaría de Gobierno de Energía, 2019).

El *ángulo Azimutal*: es el ángulo que forma el sol y el Norte, medido en sentido de rotación de las agujas de un reloj alrededor del horizonte del observador (ver Figura 10.8). El

ángulo de azimut varía con la latitud, la época del año y durante todo el día. Este ángulo estará definido por la orientación del edificio respecto al Norte.

Orientación óptima de las placas solares: En Argentina, la alineación óptima es la orientación Norte (azimut = 0°) donde la radiación del sol incide perpendicularmente sobre la superficie terrestre. Si la orientación de los paneles difiere del Norte no se llegará a los niveles de producción ideal, es decir, la instalación tendrá menos rendimiento.

En relación a las horas del día, si está orientada al Este, el principal aprovechamiento de producción solar será por la mañana, al contrario, si está orientada al Oeste, el mejor beneficio solar será por la tarde.

Inclinación óptima de las placas: esta inclinación, respecto de la horizontal, varía entre los 25° y 65° de latitud dependiendo del lugar de la Argentina donde se hará la instalación (Grossi Gallegos y Righini, 2012). Para poder establecer la mejor inclinación de las placas solares, se deberá valorar inicialmente cuándo se realiza el consumo eléctrico, si es en verano, invierno o todo el año. En los meses de verano será la latitud de su ubicación menos 10° y en invierno la latitud de su ubicación más 10°. Todo el año será latitud menos 10°.

- Verano: Latitud de la instalación -10°
- Invierno: Latitud de la instalación +10°
- Todo el año: Latitud de la instalación -10°

Cabe aclarar que estos valores de inclinación son recomendaciones derivadas de valores promedio. Cada instalación, en función de su localización geográfica, posee un valor de inclinación óptimo que puede ser calculado de forma individual. De cualquier forma, para un estudio de pre-factibilidad los valores recomendados son válidos.

Por otra parte, la temperatura óptima de funcionamiento de los paneles solares se sitúa entre los 20 y los 25 grados. Por encima de esta temperatura, el rendimiento de las placas solares se reduce ligeramente. De hecho, según la mayoría de los fabricantes, a 40°C el rendimiento se sitúa alrededor del 80%. Para nuestro caso el rango de temperatura media mensual se observa en la Tabla 10.16.

Sombras

Las sombras son otro factor importante a tener en cuenta a la hora de dimensionar una instalación solar, las mismas pueden ser generadas por obstáculos cercanos (por ejemplo edificios linderos), o los mismos paneles en función de cómo se instale el arreglo.

Heliofanía

La heliofanía es un indicador útil, ya que indica las horas efectivas o relativas de sol brillante y nos indica el promedio que se da en cada mes. Las tablas del Servicio Meteorológico Nacional nos indican la heliofanía absoluta y la relativa, esta última es quizás la más útil, ya que al estar expresada en forma relativa nos indica el porcentaje de horas del día en la que disponemos de radiación directa. Así podremos evaluar la conveniencia de utilizar sistemas de captación solar (Secretaría de Gobierno de Energía, 2019).

Finalmente, los ángulos de inclinación de las placas solares, así como su orientación azimut (desviación respecto al Norte) son de gran importancia a la hora de instalar un buen sistema solar, ya que afectará a su rendimiento y a la captación de la energía de la instalación. Pequeñas desviaciones se pueden aceptar, no obstante, nunca se deben orientar hacia el sur.

En el caso de estudio planteado para la escuela, nuestra instalación solar tendrá un azimut de 35° establecido por la orientación del edificio y un ángulo de inclinación de los paneles de 30° . La temperatura de funcionamiento de los paneles solares estará entre los 10 y los 23 grados.

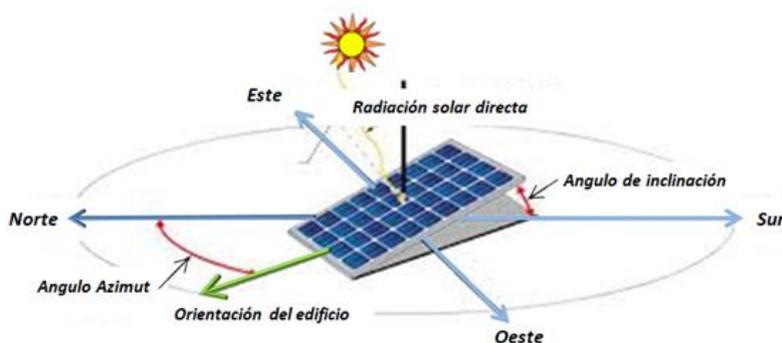


Figura 10.8. Representación del ángulo Azimut y ángulo de inclinación de las placas solares. Fuente: Elaboración propia adaptado de Sunfields Europe (s/f)

10.2.1. Energía Fotovoltaica

Esta alternativa permitirá:

- Bajar el consumo energético y disminuir los gastos de la tarifa eléctrica al sumar su producción directamente al sistema de la escuela. La mayor parte del horario escolar es diurno y coincide con la mejor producción de los paneles solares.
- Mejorar la continuidad del servicio si se adiciona un banco de baterías para almacenamiento de energía. Esta opción solucionaría los reiterados cortes de energía (por

ejemplo: viento, lluvia, etc.) debido al deficiente suministro externo de la empresa de servicio originado en la precariedad de la red eléctrica en esa zona. Este problema de cortes de energía lleva a perder horas de clases, inclusive a suspender la actividad, como fue citado en reiteradas oportunidades por el personal de la escuela. Las baterías se recargarían con el excedente de generación solar en horarios sin actividad escolar.

El cálculo del banco de baterías excede a los alcances de esta tesis. Deberá ser realizado por profesionales de la ingeniería eléctrica ya que debe ser analizado y calculado en forma integral con la instalación eléctrica y con la integración del sistema fotovoltaico.

10.2.1.1. Dimensionamiento de la instalación

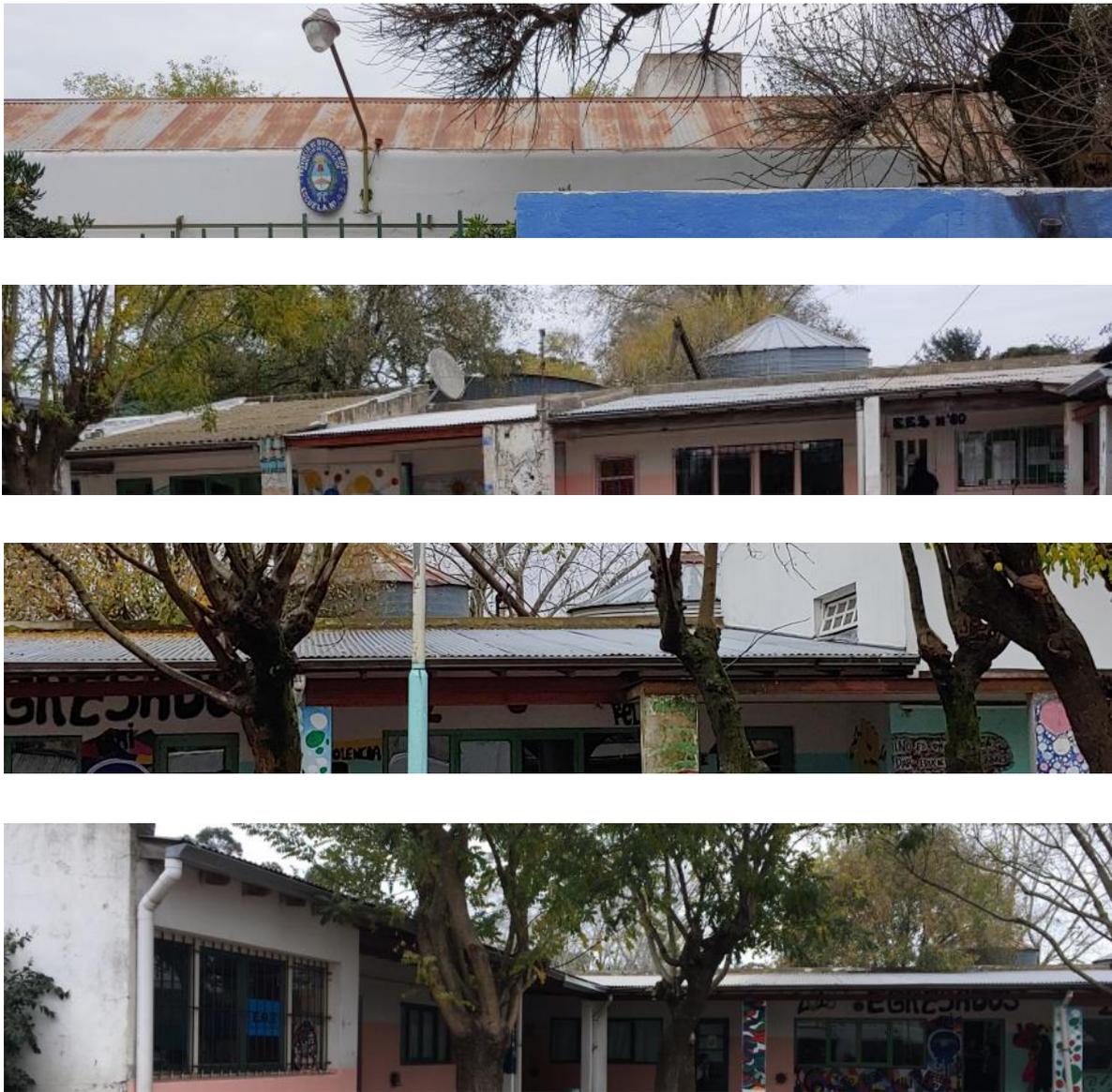
Para realizar los cálculos se deben considerar:

- Superficie disponible para instalación de los paneles FV
- Consumo eléctrico del establecimiento
- Generación solar fotovoltaica mensual

10.2.1.2. Superficie disponible para instalación de los paneles FV.

Durante las visitas a la escuela se inspeccionaron los diferentes techos del edificio para determinar si es posible colocar paneles solares en ellos. Los techos de chapa actuales están en muy malas condiciones, por lo que se debe analizar si pueden resistir el peso de la instalación del sistema fotovoltaico. En la Imagen 10.1 pueden identificarse los tipos y estados de los techos del establecimiento.





*Imagen 10.1. Tipos y estados de los techos del establecimiento donde posicionar la instalación fotovoltaica.
Fuente: Elaboración propia.*

Existen varias zonas para posicionar la instalación fotovoltaica (Figura 10.9). Un cálculo aproximado del área total disponible en los techos da como resultado 930 m^2 . Esta evaluación sólo considera el área disponible, pero, no contempla todos los factores involucrados (por ejemplo: estructura del edificio), ya que alguno de ellos podría inutilizar el uso de un sector del techo.

Si hacemos un cálculo conservador y consideramos que sólo el 50% del área de techado estará disponible, el área teórica utilizable para la instalación, será:

$$\text{Área utilizable} = 0,5 * 930 = 465 \approx 460 \text{ [m}^2\text{]}$$

En la Figura 10.9 se muestra la ubicación de la escuela con referencia a la dirección norte. Esta orientación es importante para la instalación de los paneles solares y la generación de la energía. En la misma figura se detallan las distintas áreas del techo disponibles.

De acuerdo a la evaluación realizada, se puede señalar:

Zona 1: sólo será utilizable la porción que da a la calle, al frente hay un árbol hacia la derecha, aparentemente la parte izquierda se encuentra libre de sombras.

Zona 2: representar un buen lugar para la generación solar, libre de sombras y obstáculos.

Zonas 3 y 4: en el patio central hay presencia de árboles. Esto podría llegar a reducir la generación ya que se pueden producir sombras en horas de la tarde, lo cual se debe verificar y evaluar en detalle. En la zona 3 (lado derecho del rectángulo) se encuentra el SUM donde su techo está sobrelevado y la influencia de las sombras es casi nula.

No existen áreas de terreno disponibles donde se pueda realizar la colocación de los paneles a nivel suelo.

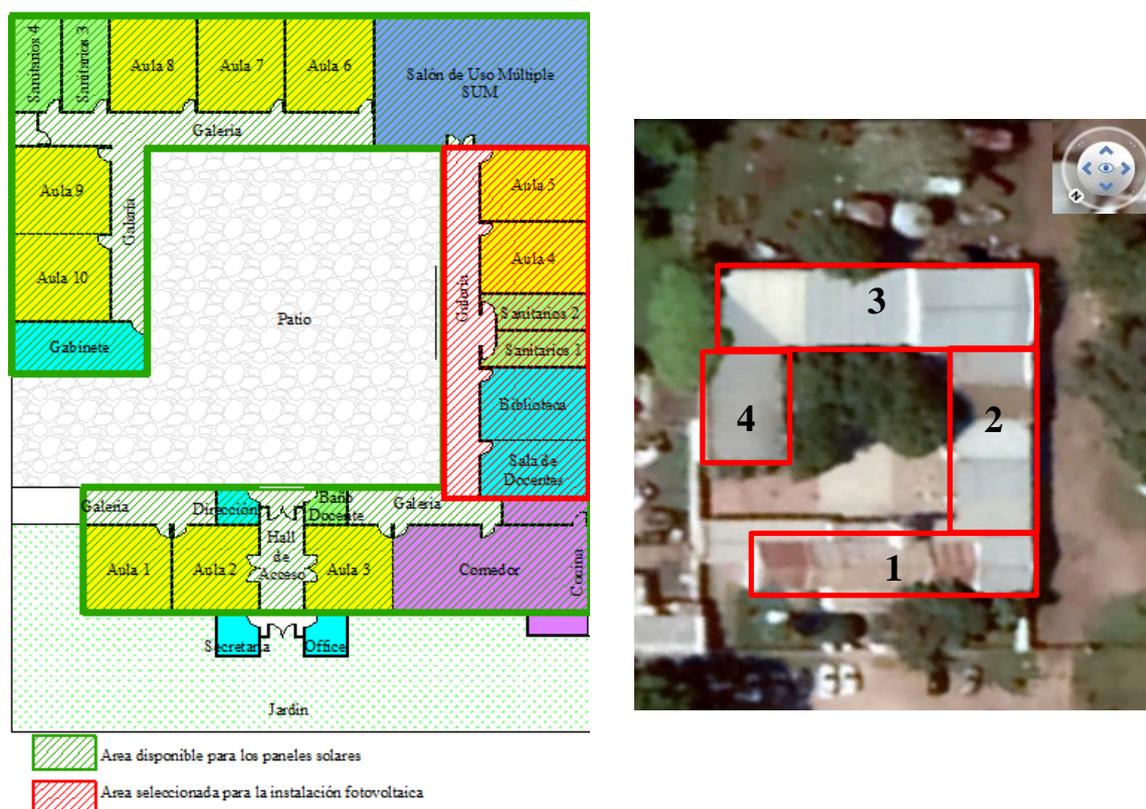


Figura 10.9. Zonas para posicionar la instalación fotovoltaica sobre el plano y en la imagen. Fuente: Elaboración propia.

Para este caso de aplicación se decidió utilizar el área del techo de la Zona 2, la que se extiende desde el aula 5 hasta la sala de docentes (Figura 10.10). Presenta un área continua y amplia para posicionar paneles y no hay una inclinación que dificulte su montaje.

El lugar donde se propone colocar el sistema fotovoltaico mide aproximadamente 8 x 20 metros (160 m^2).

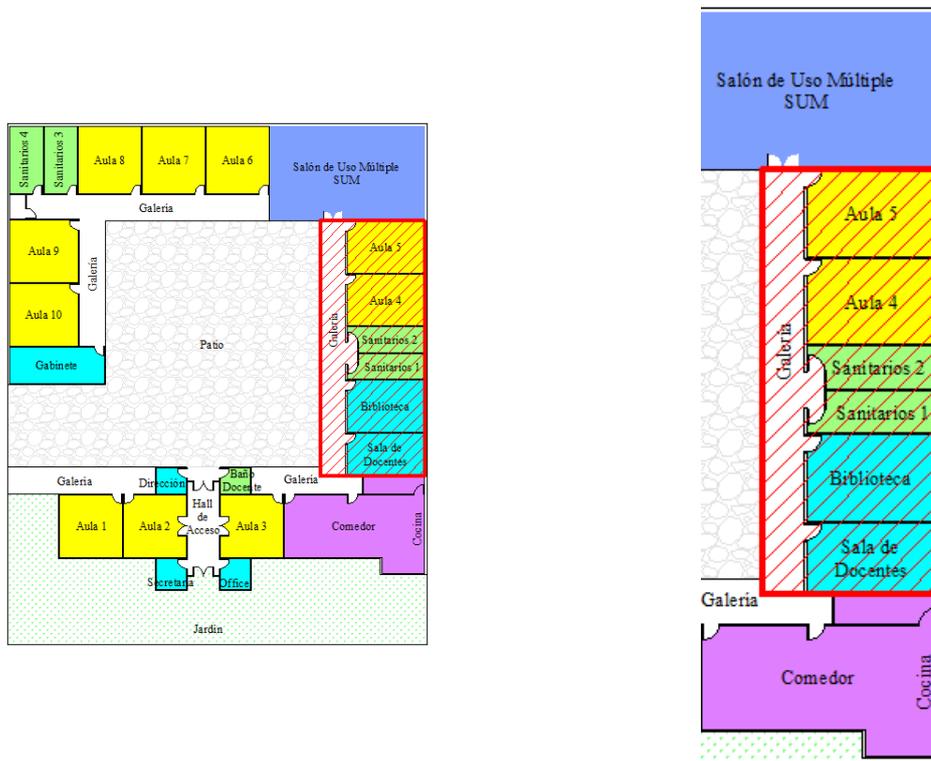


Figura 10.10. Zona 2 para posicionar la instalación fotovoltaica. Fuente: Elaboración propia.

10.2.1.3. Consumo eléctrico del establecimiento

A partir de las facturas de consumo eléctrico real, se tomó como referencia el año 2018 y se elaboró el gráfico de consumo bimestral que fue mostrado en la Tabla 7.2. Estos datos se procesaron para determinar los consumos mensuales (Figura 10.11).

Posteriormente estos datos mensuales serán comparados con los consumos estimados al incorporar la iluminación LED y con la generación fotovoltaica a lo largo de un año.

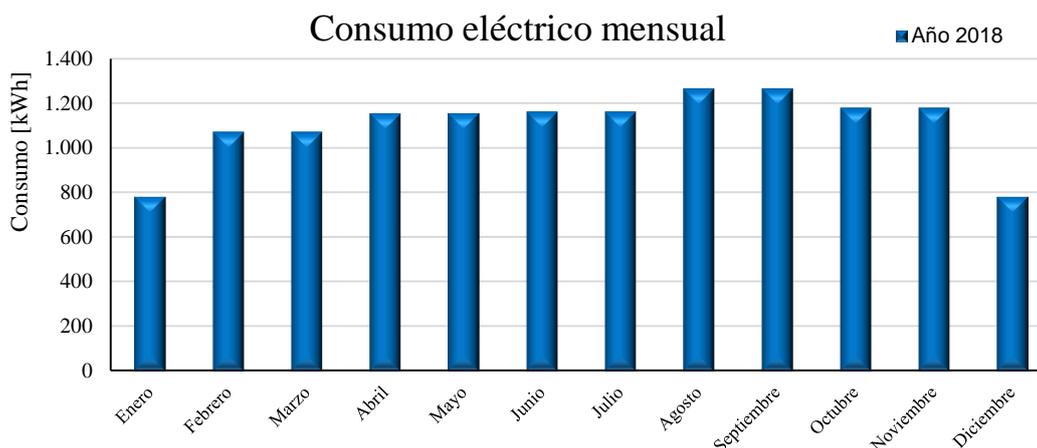


Figura 10.11. Consumo eléctrico mensual de la escuela a lo largo del año 2018. Fuente: Elaboración propia.

A partir del relevamiento de la instalación eléctrica se determinaron las cargas de la escuela y se observó que el mayor consumo estaba determinado por la iluminación.

Para el proceso de cálculo se supone que el consumo de iluminación es constante durante todo el horario de operación del establecimiento. La escuela funciona de 7:30 a 17:30 h, está abierta de lunes a viernes y los consumos del fin de semana son mínimos.

Como potencia instalada en iluminación se considera la nueva potencia de la iluminación LED que fue calculada en la sección anterior (Tabla 10.10). La potencia total es:

$$P_{\text{iluminación}} = 4.159 \text{ [W]}$$

La Tabla 10.11 presenta los datos relevados de potencia eléctrica instalada de otros equipos.

Equipo	Ubicación	Cantidad	Potencia [W]	Potencia Total [W]
Bomba de agua	-	1	290	290
Computadora	Aula 3	11	300	3300
Computadora	Secretaria	1	300	300
Computadora	Biblioteca	1	300	300
Minicomponente	Aula 3	1	60	60
Minicomponente	Comedor	1	60	60
Televisor color 20"	Biblioteca	1	70	70
Heladera	Cocina	1	150	150
Freezer	Comedor	1	180	180
Ventilador de techo	Comedor	2	60	120
TOTAL				4.830

Tabla 10.11. Equipos y potencia eléctrica instalada. Fuente: Elaboración propia.

Como estos equipos no estarán en funcionamiento simultaneo, se decide utilizar un factor de simultaneidad del 65%. Sólo se considera una bomba de agua porque la segunda está de respaldo.

$$Potencia_{equipos} = 4.830 * 0,65 = 3.140 [W]$$

Para el caso de la iluminación también se decide utilizar un factor de simultaneidad, en este caso del 85% ya que hay ambientes que sólo están iluminados cuando están en un uso específico, por ejemplo, SUM, comedor, office.

Además, se deben aplicar los conceptos del ahorro y el uso racional de la energía, apagando las luces en los ambientes donde no hay actividad.

$$Potencia_{iluminación} = 4.159 * 0,85 = 3.535 [W]$$

En la Tabla 10.12 se muestran los valores estimados y la potencia total simultánea. Para los cálculos se utilizará esta potencia: 6.675 [W].

Consumos	Potencia instalada [W]	simultaneidad	Potencia [W]
equipos	4.830	0,65	3.140
iluminación	4.159	0,85	3.535
Total			6.675

Tabla 10. 12. Potencia instalada y factores de simultaneidad. Fuente: Elaboración propia.

Para realizar un cálculo estimado de la energía mensual a consumir, se consideraron la cantidad de días hábiles discriminados por mes y 10 horas diarias de funcionamiento de la escuela. Para los meses de verano donde la actividad de la escuela es mínima se consideraron menor cantidad de horas. La ecuación (10.1) se utiliza para los cálculos mensuales.

$$Energía_{consumida\ mensual} = Potencia [W] * Horas[hs] * Días[dias] * \left(\frac{1}{1000}\right) \left[\frac{kWh}{mes}\right] \quad (10.1)$$

En la Tabla 10.13 se representan los datos calculados:

Mes	Potencia [W]	Días [Hs]	días hábiles	Consumo estimado año 2022 [kWh]
Enero	6.675	6	20	801
Febrero	6.675	10	19	1.268
Marzo	6.675	10	21	1.402
Abril	6.675	10	20	1.335
Mayo	6.675	10	20	1.335
Junio	6.675	10	20	1.335
Julio	6.675	10	21	1.402
Agosto	6.675	10	22	1.468
Septiembre	6.675	10	22	1.468
Octubre	6.675	10	19	1.268
Noviembre	6.675	10	21	1.402
Diciembre	6.675	6	20	801
Total				14.484

Tabla 10.13. Energía consumida mensual estimada para el año 2022. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 10.12 se observa la energía eléctrica consumida real del año 2018 y el estimado para el año 2022 expresado en forma mensual. Se puede observar que hubo un aumento de potencia por el nuevo sistema de iluminación para lograr los valores exigidos por las normas, pero al utilizar las luminarias LED el consumo de energía se mantiene en valores cercanos a los del viejo sistema.

Si bien el consumo estimado anual para el año 2022 es mayor respecto al 2018, siendo este aumento del 9,54%, se debe recordar que *los nuevos niveles mínimos de iluminación se han prácticamente cuadruplicado con respecto a la instalación existente.*

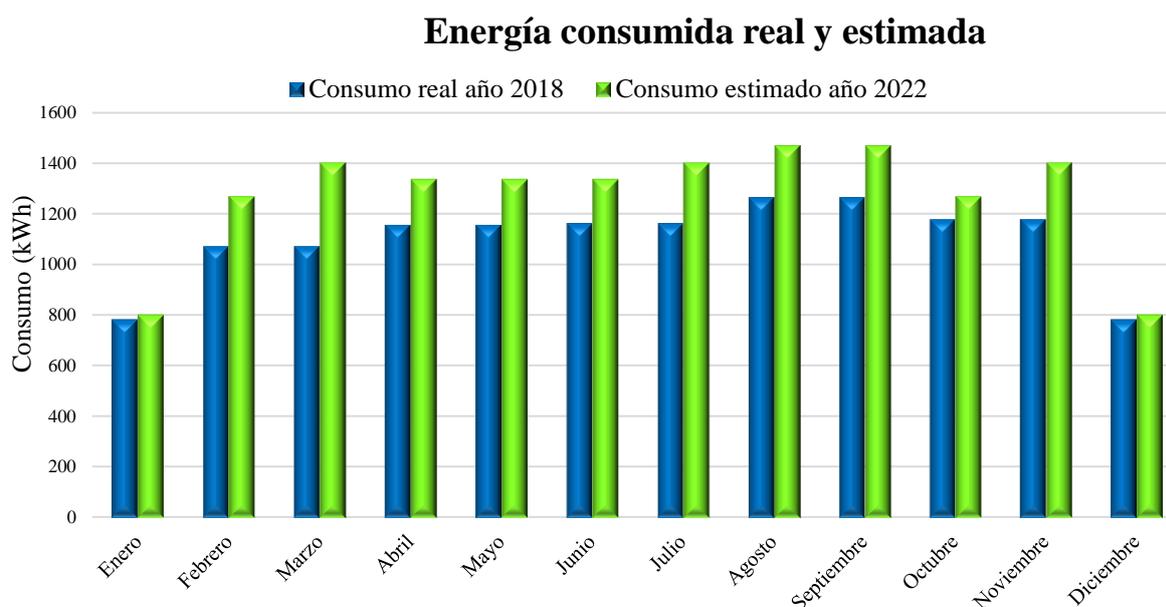


Figura 10.12. Energía consumida mensual real año 2018 y estimada año 2022. Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 10.14 se representa la variación porcentual entre el consumo real del año 2018 y del estimado para el 2022.

Mes	Consumo año 2018 [kWh]	Consumos año 2022 [kWh]	Variación %
Enero	782	801	2,42%
Febrero	1072	1.268	18,36%
Marzo	1072	1.402	30,81%
Abril	1155	1.335	15,63%
Mayo	1155	1.335	15,63%
Junio	1162	1.335	14,93%
Julio	1162	1.402	20,68%
Agosto	1264	1.468	16,17%
Septiembre	1264	1.468	16,17%
Octubre	1178	1.268	7,66%
Noviembre	1178	1.402	18,99%
Diciembre	782	801	2,42%
Total	13.223	14.484	9,54%

Tabla 10.14. Variación porcentual entre la energía consumida y estimada. Fuente: Elaboración propia.

10.2.1.4. Generación solar fotovoltaica mensual.

Para calcular la producción de energía se utilizaron los datos de irradiación solar medidos en el techo del edificio de la Facultad de Ingeniería (UNMdP) ubicado a pocos kilómetros de la escuela (Grupo GIDGE, 2020; Roberts y Prado, 2019; Murcia et al, 2017). Los datos geográficos utilizados son los de la ciudad de Mar del Plata:

- Latitud: 38° Sur
- Longitud: 57° Oeste

Para el dimensionamiento de la instalación se adoptaron los mismos paneles solares instalados en la Facultad de Ingeniería, marca Ningbo Solar, de 280W y 72 células (Tabla 10.15). La información técnica completa se encuentra en el Anexo III. Sus características principales son:

- $P_{max} = 280 [W]$
- $V_{mp} = 35 [V]$
- $I_{mp} = 8 [A]$
- $V_{oc} = 44 [V]$
- $I_{sc} = 8,43 [A]$
- Dimensiones: $1958 \times 992 [mm] \cong 2 \times 1[m]$
- Peso: $23,5 [kg]$

Módulo PV	
Fabricante/Modelo	Ningbo Solar (NB Solar)
Tipo de células	Poli-Si
Potencia nominal	280W
Número de células en serie	72
Área	1,94 m ²
Corriente en MPP	6,42 A
Tensión en MPP	31,8 V
Corriente de cortocircuito	6,83 A
Tensión de circuito abierto	40,7 V
Temperatura de células en NOCT	46°C
Coefficiente de temperatura de I_{sc}	+0,05 %/°C
Coefficiente de temperatura de V_{oc}	-0,32%/°C
Coefficiente de temperatura de P_{mp}	-0,85 %/°C
Eficiencia a STC	14,4%

Tabla 10.15. Características del módulo fotovoltaico utilizado para los cálculos. Fuente: NB Solar.

Irradiancia solar: Es la magnitud que describe la radiación o intensidad de iluminación solar que llega a un lugar medida como una potencia instantánea por unidad de superficie (normal a la dirección de propagación de la radiación). Su valor depende críticamente de la latitud, la época del año, las horas del día y el clima imperante en el lugar. Sus unidades en el Sistema Internacional (SI) son el W/m².

Irradiancia solar global: se puede interpretar como la suma de la radiación directa, difusa y reflejada sobre una misma superficie. Es el total de la radiación que llega a un determinado lugar.

Para diversas aplicaciones energéticas del recurso solar, es necesario conocer la irradiación solar incidente sobre una superficie inclinada y orientada. Usualmente, no se dispone de mediciones para la superficie de interés, motivo por el cual generalmente los valores deben ser estimados a partir de la irradiación solar global y difusa medidas en plano horizontal. (Denegri et al., 2018).

En la mayoría de los casos, la información disponible para calcular la energía generada por un panel solar fotovoltaico es la irradiación solar global en el plano horizontal (GHI). Esta irradiación es la cantidad total de radiación solar en una superficie horizontal en el plano de la tierra. Sin embargo, la potencia de salida del panel solar fotovoltaico depende de la cantidad de radiación solar que incide sobre la superficie del panel, que, en general, está inclinado un cierto ángulo en relación con la horizontal con el objetivo de maximizar la captura de energía.

Para simular el funcionamiento de un sistema solar fotovoltaico, se debe calcular la irradiancia solar global incidente en la superficie del panel (Plane of Array irradiance, POA) (Häberlin, 2012).

Los datos de la irradiancia solar global en el plano horizontal (GHI) y la Temperatura medidos en la Facultad de Ingeniería se presentan en la Tabla 10.16:

Mes	GHI (W/m ²)	Temperatura (°C)
Enero	509	23
Febrero	508	23
Marzo	456	21
Abril	264	19
Mayo	226	15
Junio	192	11
Julio	185	10
Agosto	283	12
Setiembre	329	15
Octubre	432	16
Noviembre	485	19
Diciembre	567	21

Tabla 10.16. Irradiancia solar global en el plano horizontal y Temperatura. Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, se calculó la energía por metro cuadrado que hay disponible en el lugar, estos datos fueron procesados en el Grupo de Investigación GIDGE (Energy Audit Report. UNMdP-UWPLATT International Exchange Project for Energy Efficiency Education) (Grupo GIDGE, 2020).

Considerando una superficie con un ángulo de inclinación de 30° orientada al Norte (ángulo de azimut de 0°) para Mar del Plata (Latitud 38°S, Longitud 57°O). También se evaluó la irradiancia efectiva en el plano del panel (POA).

El POA promedio mensual y la energía que incide en el panel, que tiene una orientación de 30°, durante cada mes se presentan en la Tabla 10.17. Esta es la energía que llega al panel solar, pero no toda se convertirá en energía eléctrica, habrá pérdidas debido a diversos factores, por lo tanto, la energía utilizable será menor.

La Figura 10.13 representa los valores de la energía (sin pérdidas) por mes que incide en la superficie del panel con una orientación de 30°.

Mes	POA (W/m ²)	Energía incidente (kWh/m ²)
Enero	477	186
Febrero	512	169
Marzo	515	164
Abril	320	85
Mayo	318	86
Junio	290	72
Julio	252	65
Agosto	368	107
Setiembre	383	118
Octubre	455	143
Noviembre	466	131
Diciembre	523	145
Total año		1.472

Tabla 10.17. POA promedio mensual y la energía incidente sobre el panel mensual y total (sin pérdidas).
Fuente: Elaboración propia.

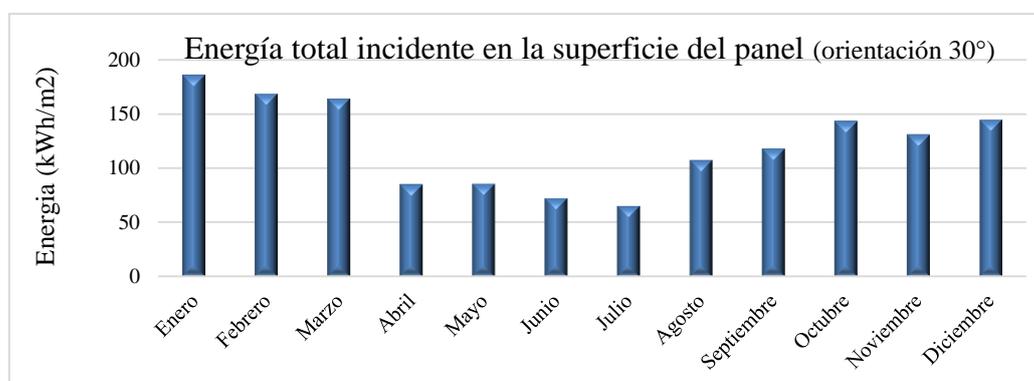


Figura 10.13. Energía total mensual que incide en la superficie del panel. Fuente: Elaboración propia.

10.2.1.5. Sombras entre paneles (auto sombreado)

El siguiente punto consistió en calcular la separación mínima (D) entre los módulos solares para evitar el auto sombreado (sombreado entre filas de paneles adyacentes).

No es posible evitar al 100% los efectos de sombreado entre paneles debido a que durante la mañana y tarde, el sol está en un ángulo bajo y el efecto es inevitable. Sin embargo, en general solo importan las horas del mediodía cuando las irradiancias son mayores.

Para determinar la disposición óptima del arreglo fotovoltaico es necesario considerar una separación mínima entre paneles, este cálculo se realiza por medio de la ecuación (10.2) (Eicker, 2014).

$$\frac{D}{L} = \cos\beta + \sin\beta * \frac{\cos\alpha}{\sin\alpha} \quad (10.2)$$

Siendo:

- D: separación mínima entre paneles [m].
- L: altura del panel solar [m].
- α : ángulo de elevación mínimo durante el año [°].
- β : ángulo de inclinación de los paneles [°].

La Figura 10.14 muestra en forma esquemática la separación de los módulos y las variables consideradas en los cálculos.

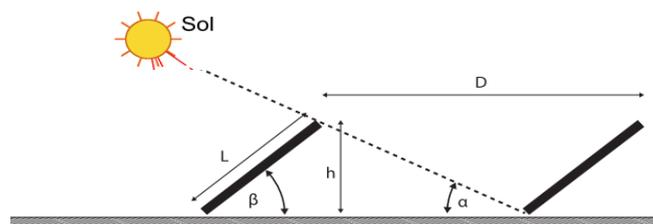


Figura 10.14. Separación entre módulos solares. Fuente: Eicker, 2014.

Para el cálculo se considera:

$\alpha = 28^\circ$ (este valor corresponde para el hemisferio sur y es el día 21 de junio).

$\beta = 30^\circ$ (se adopta este ángulo de inclinación para los paneles).

$L = 1$ [m] (dimensiones del panel solar: 1.958×992 [mm] $\cong 2 \times 1$ [m])

Realizando los cálculos:

$$\frac{D}{L} = \cos(30^\circ) + \sin(30^\circ) * \frac{\cos 28}{\sin 28} = 1,8$$

La distancia D de separación calculada es: $D = 1,8 * 1 \cong 1,8$ [m]

Por lo tanto, la separación mínima (D) entre paneles es igual a 1,8 metros.

10.2.1.6. Cantidad de paneles

Definida la separación mínima (D) fue posible calcular, aproximadamente, la cantidad de paneles que se podrían colocar en la superficie disponible teniendo en cuenta esa separación. Se analizaron dos casos:

A). *Área útil total*: considerando la superficie teórica disponible de todos los techos, la cantidad máxima teórica de paneles será:

$$N = \frac{\textit{Area util}}{\textit{largo necesario} * \textit{ancho panel}} = \frac{460}{1,8 * 2} = 127 \textit{ paneles}$$

B) *Zona 2*: esta área fue seleccionada para el caso de aplicación de acuerdo a lo expresado anteriormente (ver Figura 10.9). Se toma como área útil el 50% de la superficie de la zona. La cantidad teórica de paneles será:

$$N = \frac{\textit{Area util}}{\textit{largo necesario} * \textit{ancho panel}} = \frac{80}{1,8 * 2} = 23 \textit{ paneles}$$

10.2.1.7. Producción de Energía mensual

Las células que componen los módulos generan una corriente continua por el efecto fotovoltaico. La energía solar captada tiene dos posibles trayectorias de flujo, dependiendo de su conexión para los consumos finales, esto es en Corriente Continua (DC: Direct Current) o en Corriente Alterna (AC: Alternating Current).

En los sistemas DC, la energía solar generada pasa a través de un regulador de carga y luego va directamente al consumo en corriente continua, se considera que prácticamente no hay pérdidas eléctricas.

En los sistemas AC, la energía solar primero fluye a través de un inversor de conexión DC/AC y luego circula a las cargas de corriente alterna. En este caso se deben considerar las pérdidas en el inversor y otros elementos, por lo tanto, la energía utilizable es menor.

Finalmente, por medio de operaciones realizadas con Python se calcula la energía mensual que podría obtenerse por cada panel a lo largo del año (cálculos realizados en el Grupo de Investigación GIDGE). Python es un lenguaje de programación de propósito general y de alto nivel.

La producción de Energía DC mensual por cada módulo se presenta en la Tabla 10.18 (los decimales han sido redondeado).

Mes	Energía DC (kWh/módulo) Orientación Norte: azimut 0°
Enero	47
Febrero	43
Marzo	43
Abril	23
Mayo	23
Junio	20
Julio	19
Agosto	30
Setiembre	32
Octubre	39
Noviembre	35
Diciembre	37

Tabla 10.18. Producción de Energía DC mensual por cada módulo (azimut 0°). Fuente: Elaboración propia.

10.2.1.8. Dimensionado de la instalación.

En base a la Ley 27.424 de “Fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable Integrada a la Red Eléctrica Pública” (Cammesa, 2017), se decidió dimensionar una instalación conectada a red (grid-tied) sin sistema de almacenamiento (baterías), con la posibilidad de compra/venta de energía de la red.

La instalación se dimensionó para cubrir la demanda eléctrica durante los meses de menor consumo como diciembre y enero (ver Tabla 10.14), de esta forma no habrá exceso de energía durante el verano. Esta decisión se justifica por:

- a) Los ingresos por venta de energía solar a la red son mínimos, debido a que las empresas distribuidoras compran la energía producida a muy bajo precio.
- b) El sistema resultante será menor en tamaño, siendo más fácil ubicarlo en el espacio disponible.

Con este criterio la cantidad de paneles resulta:

$$\text{N}^\circ \text{ paneles} = \frac{\text{Mes de menor consumo}}{\text{Energía producida por panel}} = \frac{801}{(47 + 37)/2} = 19,07 \text{ paneles}$$

Considerando un promedio de producción de energía por panel durante los meses de enero (47 kWh) y diciembre (37 kWh) (ver Tabla 10.18). El número teórico debe ser como mínimo de 19 paneles.

Teniendo en cuenta el espacio seleccionado, se adopta una cantidad de 21 paneles.

Finalmente, los 21 paneles irán montados paralelos al techo, dispuestos en un arreglo de 3 x 7 paneles y una separación entre paneles de 1,8 metros. Tendrán un ángulo azimut aproximado de 35° , dado que ésta es la orientación del edificio y se montarán con un ángulo de inclinación de 30° . (Figura 10.15).

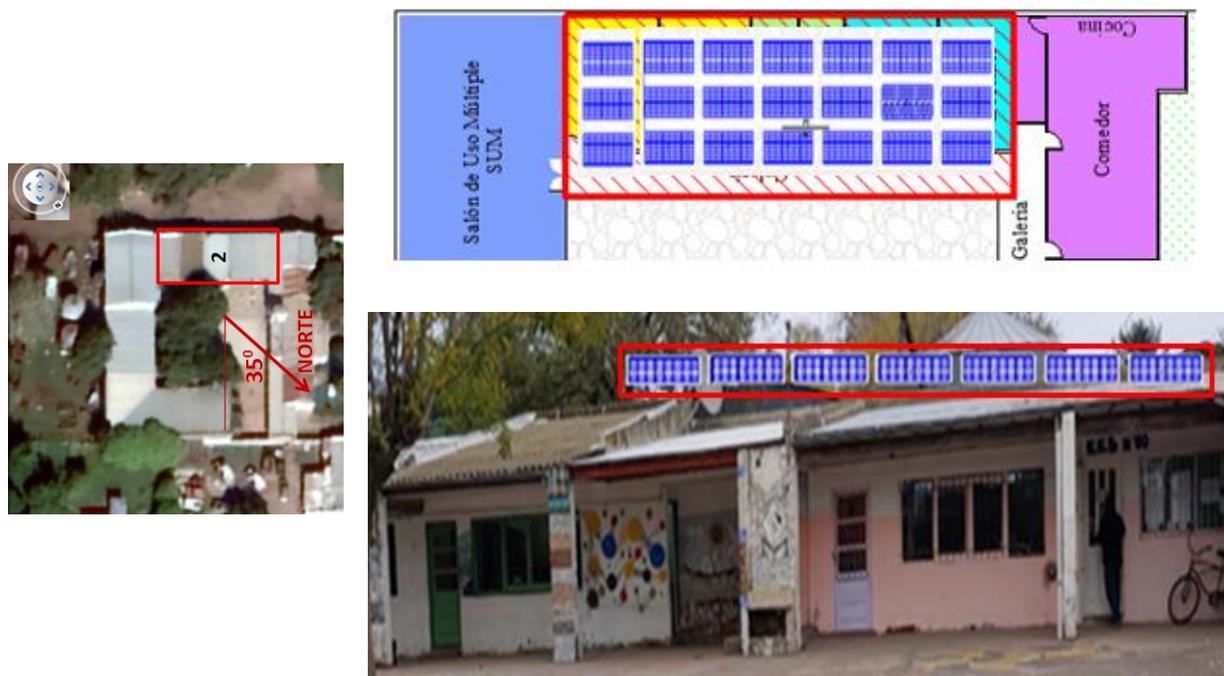


Figura 10.15. Disposición propuesta de los paneles y zona de techos para la instalación fotovoltaica.
Fuente: Elaboración propia.

La diferencia entre el ángulo azimut de 35° fijado por la orientación del edificio y el de azimut 0° correspondiente a la orientación Norte, es mínima y prácticamente no influye en los cálculos de la Energía DC mensual por panel, está dentro de los porcentajes de error admitidos en este tipo de cálculos.

La Tabla 10.19 compara la Energía DC producida por panel para una orientación norte (azimut 0°) y una con azimut 35° .

Energía DC mensual por panel (kWh)		
Mes	azimut 0°	azimut 35°
Enero	47,96	47,36
Febrero	43,50	41,54
Marzo	43,09	41,21
Abril	22,78	21,05
Mayo	23,64	21,51
Junio	20,47	18,50
Julio	18,66	17,24
Agosto	30,33	28,14
Septiembre	32,12	30,31
Octubre	39,12	37,80
Noviembre	35,05	33,68
Diciembre	37,92	36,74

Tabla 10.19. Energía DC mensual producida por panel con azimut 0° y 35°. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se calculó la Energía AC producida por la instalación completa. Para los cálculos se consideraron pérdidas por conexionado entre paneles (mismatch) del 1%, pérdidas de cableado del 1% y pérdidas del inversor del 3%.

Las pérdidas de conexionado entre paneles o mismatch son pérdidas energéticas originadas por la conexión de módulos de potencias ligeramente diferentes para formar un generador fotovoltaico (Yuba Solar, 2015).

La Tabla 10.20 muestra la Energía AC producida por los 21 paneles, descontando todas las pérdidas y los consumos mensuales de la instalación.

Mes	Energía AC (kWh) 21 paneles	Consumo año 2018 (kWh)	Consumo 2022 (kWh)
Enero	947	782	801
Febrero	858	1.072	1.268
Marzo	850	1.072	1.402
Abril	451	1.155	1.335
Mayo	468	1.155	1.335
Junio	406	1.162	1.335
Julio	370	1.162	1.402
Agosto	601	1.264	1.468
Setiembre	636	1.264	1.468
Octubre	773	1.178	1.268
Noviembre	692	1.178	1.402
Diciembre	748	782	801
Total	7.800		14.484

Tabla 10.20. Energía AC producida por los 21 paneles y consumos mensuales de la instalación. Fuente: Elaboración propia.

La Figura 10.16 compara la producción solar de los 21 módulos y el consumo escolar del año 2018 y el consumo estimado para el año 2022. Se observa que prácticamente no hay exceso de generación durante el verano.

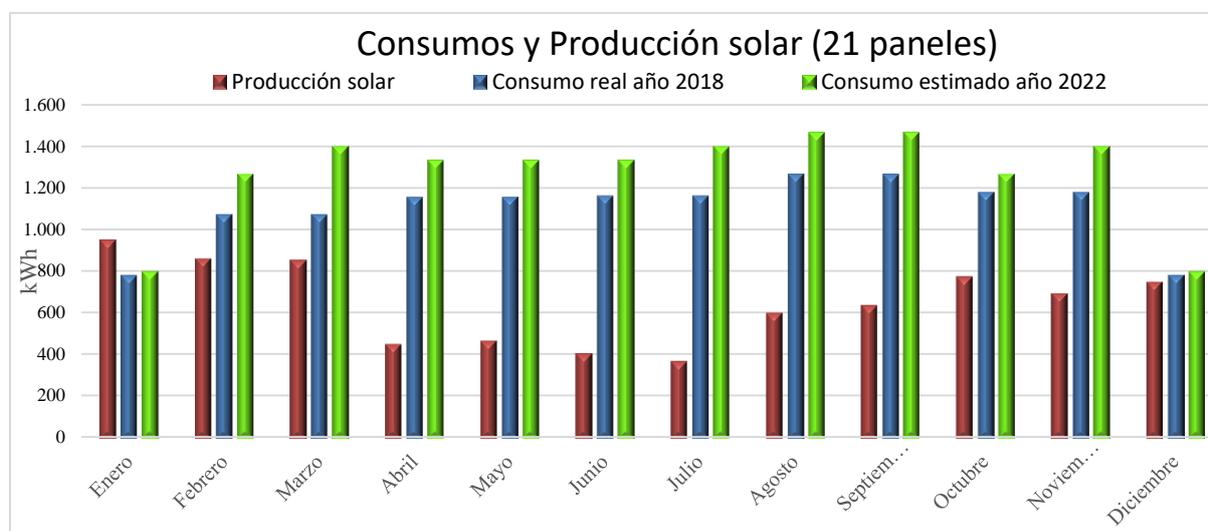


Figura 10.16. Comparación entre la producción solar de 21 paneles, el consumo real y el estimado. Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 10.21 se observa la cantidad mensual de energía que la escuela debería comprar a la empresa proveedora todos los meses, salvo en enero. En este mes se cubre el 100% del consumo y se produce un excedente del 18,20% de generación de energía solar. También se visualiza un porcentaje de ahorro significativo de la energía que se dejaría de comprar a la red, variando entre un máximo del 100% para enero y un mínimo del 26,39% para el mes de julio. El ahorro estimado para todo el año sería del 51,03%, es decir, prácticamente se cubriría el 50% de la demanda anual con la generación solar fotovoltaica.

Mes	Producción Solar	Consumo estimado 2022	Energía de la Red [kWh]	% de ahorro
Enero	947	801	-146	118,20%
Febrero	858	1.268	410	67,67%
Marzo	850	1.402	551	60,68%
Abril	451	1.335	884	33,77%
Mayo	468	1.335	867	35,09%
Junio	406	1.335	929	30,42%
Julio	370	1.402	1.032	26,39%
Agosto	601	1.468	868	40,90%
Septiembre	636	1.468	833	43,29%
Octubre	773	1.268	495	60,94%
Noviembre	692	1.402	710	49,35%
Diciembre	748	801	53	93,40%
Total	7.799	15.285	7.485	51,03%

Tabla 10.21. Producción solar, consumo estimado, energía suministrada por la red y porcentaje de ahorro. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 10.17 se compara la cantidad de energía por producción solar, el consumo estimado para el año 2022 y la energía que a ser suministrada por la red en forma mensual.

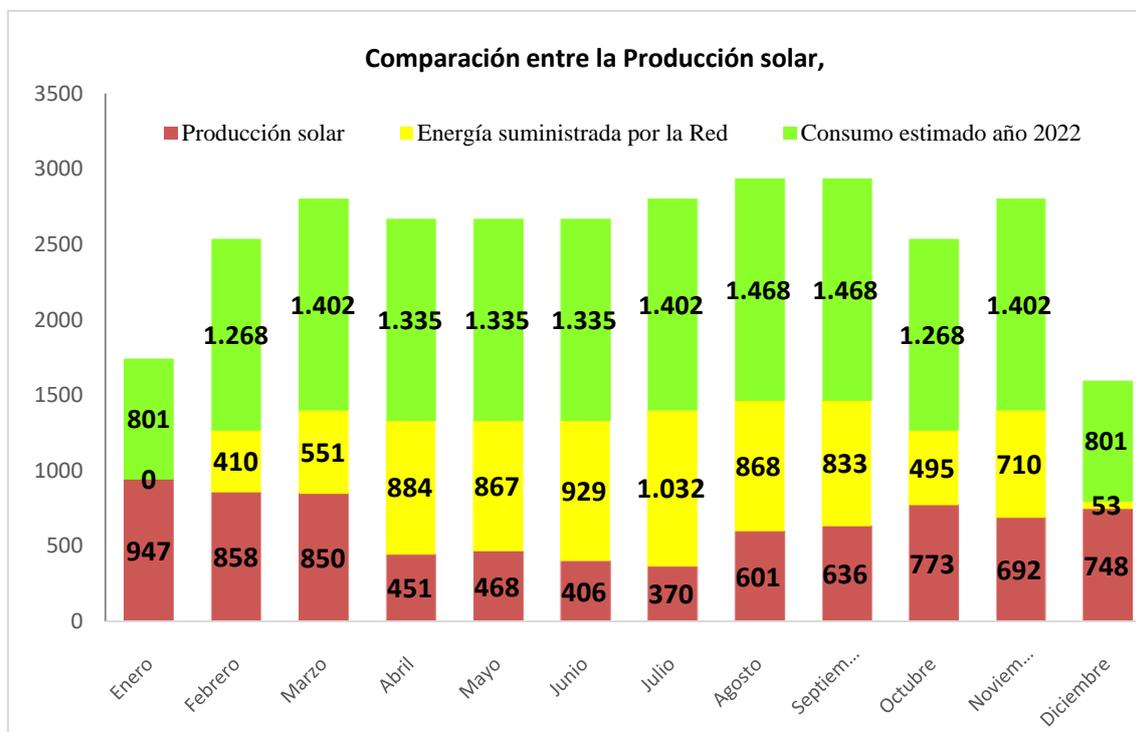


Figura 10.17. Comparación entre la Producción solar, la Energía suministrada por la red y el Consumo estimado. Fuente: Elaboración propia.

10.2.1.9. Producción solar fotovoltaica con 120 paneles

Con el objetivo de demostrar el potencial de producción solar fotovoltaica del establecimiento, se realizó el cálculo de la opción A). Área útil total: considerando la superficie teórica disponible de todos los techos (Ver apartado 10.2.1.6.).

De acuerdo a cálculos previos se podrían colocar 120 paneles. La energía que podría obtenerse a lo largo del año se calcula por medio de Python. Se consideró el mismo tipo y porcentaje de pérdidas que en la opción B). Zona 2..

La Tabla 10.22 muestra las Energías DC y AC producida por los 120 paneles y los consumos mensuales de la instalación en el año 2022.

Mes	Energía DC (kWh/panel)	Energía DC(kWh) 120 paneles	Energía AC (kWh) 120 paneles	Consumos año 2022 (kWh)
Enero	47	5.690	5.410	801
Febrero	43	5.160	4.906	1.268
Marzo	43	5.112	4.860	1.402
Abril	23	2.710	2.576	1.335
Mayo	23	2.815	2.676	1.335
Junio	20	2.441	2.320	1.335
Julio	19	2.224	2.114	1.402
Agosto	30	3.610	3.432	1.468
Septiembre	32	3.821	3.632	1.468
Octubre	39	4.645	4.416	1.268
Noviembre	35	4.158	3.953	1.402
Diciembre	37	4.496	4.275	801
		Total	44.570	14.484

Tabla 10.22. Energías DC y AC producida por los 120 paneles y los consumos mensuales de la instalación.
Fuente: Elaboración propia.

La Figura 10.18 compara la producción solar de los 120 paneles y el consumo estimado de energía para el año 2022.

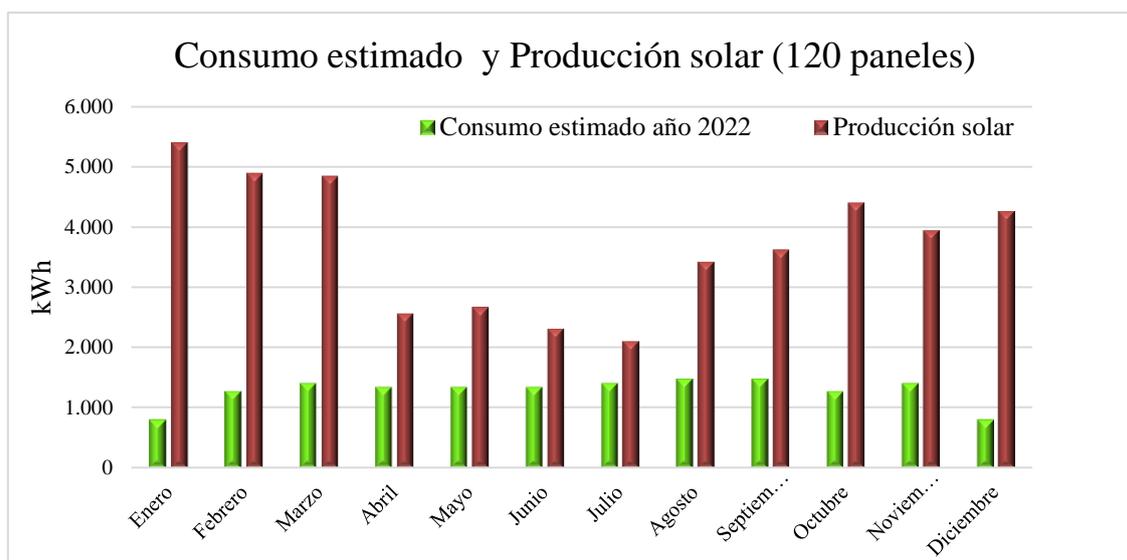


Figura 10.18. Comparación entre el consumo estimado y la producción solar de 120 paneles. Fuente: Elaboración propia.

Esta opción muestra el potencial de una instalación fotovoltaica utilizando todos los techos de la escuela, la instalación estaría claramente sobredimensionada para las necesidades de la escuela. Actualmente no es redituable vender energía a la red pero, en un futuro pueden existir cambios que conlleven la necesidad de aumentar la cantidad de paneles y esto muestra que es posible realizarlo.

Finalmente, como resultado de este estudio de prefactibilidad técnica se concluye que la mejor opción para el caso de estudiado consiste en la instalación de 21 paneles bajo los objetivos y requerimientos planteados inicialmente.

10.2.2. Energía Solar Térmica

Los Sistemas Solares Térmicos (SST) aprovechan la energía radiante del sol para calentar agua o cualquier otro fluido que posteriormente será utilizado en diversas aplicaciones, como agua caliente sanitaria, climatización de procesos industriales o para otros usos.

Un sistema solar térmico consta de dos componentes esenciales: el colector y el tanque acumulador. El colector se encarga de transformar la energía solar en calor y calentar un fluido que circula en su interior. El tanque acumulador almacena el fluido caliente para su posterior uso en las distintas aplicaciones. Ambos componentes principales forman un sistema cuyo acoplamiento se define de forma específica para cada aplicación y caso de uso.

Los sistemas solares térmicos presentan un rendimiento de conversión energética de radiación disponible a energía útil mayor al 50%, siendo uno de los factores de conversión más altos entre las diferentes energías renovables ((Secretaría de Gobierno de Energía, 2019).).

En este apartado se calculó la superficie colectora total y el volumen de acumulación necesario para satisfacer las necesidades de consumo de agua caliente sanitaria (ACS) de la escuela.

Para estimar el potencial de la energía térmica teórica generada por el sol, primero se calculó la energía disponible en la superficie de un colector solar. Este cálculo es el mismo al realizado en el apartado correspondiente a los módulos fotovoltaicos (Tabla 10.17). A continuación, se calculó la eficiencia de los colectores solares (Eicker, 2014; Secretaría de Gobierno de Energía, 2019) utilizando las ecuaciones (10.3) y (10.4):

$$\eta = \eta_o - \frac{a_1 \Delta T}{G} - \frac{a_2 \Delta T^2}{G} \quad (10.3)$$

$$\dot{Q}_u = \eta * (A * G) \quad (10.4)$$

Dónde:

- η_o : eficiencia óptica del colector
- \dot{Q}_u : energía disponible por metro cuadrado $\left[\frac{Wh}{m^2}\right]$.
- G : irradiancia en el plano del colector $\left[\frac{W}{m^2}\right]$.
- ΔT : diferencia de temperatura del colector y ambiente [$^{\circ}C$].
- a_1 y a_2 factores empíricos del colector

- A : área del colector [m^2]

Tanto η_o como a_1 y a_2 son datos del fabricante.

Se tomó como referencia un colector plano marca *Schiuco de tipo "flat-plate"* y dimensiones 2.037 x 1.137 [mm] con los siguientes parámetros:

$$\eta_o: 79,9\%$$

$$a_1 = 3,97 [W/m^2K]$$

$$a_2 = 0,016 [W/m^2K^2]$$

En el Anexo III se presenta información con los datos técnicos completos del colector.

10.2.2.1. Producción de agua caliente sanitaria

Con los datos técnicos del colector, se calcularon el rendimiento y la energía útil para cada mes, que se visualizan en la Tabla 10.23. La energía útil es la *energía disponible* en el colector solar, no incluye las pérdidas térmicas del resto de la instalación.

Mes	Eficiencia del colector	Energía disponible en colector (kWh/m ²)
Enero	79,36	148,39
Febrero	79,44	134,39
Marzo	79,33	130,93
Abril	78,98	67,82
Mayo	79,02	68,34
Junio	78,75	57,32
Julio	78,59	51,82
Agosto	78,97	85,5
Setiembre	79,16	93,86
Octubre	79,3	114,25
Noviembre	79,24	104,37
Diciembre	79,38	115,38
Total		1.172,37

Tabla 10.23. Eficiencia del colector y energía disponible en el colector por mes. Fuente: Elaboración propia.

10.2.2.2. Consumo de agua caliente

La cantidad de agua caliente, es determinada por el número de usuarios y sus hábitos de consumo. La forma de uso es importante porque los consumos varían durante el día. Para estimar el consumo de agua caliente por persona se utilizó la Tabla 10.24:

Tabla 4.1. Demanda de referencia a 60 °C⁽¹⁾

Criterio de demanda	Litros/día·unidad	unidad
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de salud	41	Por persona
Hotel *****	69	Por persona
Hotel ****	55	Por persona
Hotel ***	41	Por persona
Hotel/hostal **	34	Por persona
Camping	21	Por persona
Hostal/pensión *	28	Por persona
Residencia	41	Por persona
Centro penitenciario	28	Por persona
Albergue	24	Por persona
Vestuarios/Duchas colectivas	21	Por persona
Escuela sin ducha	4	Por persona
Escuela con ducha	21	Por persona
Cuarteles	28	Por persona
Fábricas y talleres	21	Por persona
Oficinas	2	Por persona
Gimnasios	21	Por persona
Restaurantes	8	Por persona
Cafeterías	1	Por persona

(1) Los valores de demanda ofrecidos en esta tabla tienen la función de determinar la fracción solar mínima a abastecer mediante la aplicación de la tabla 2.1. Las demandas de ACS a 60 °C se han obtenido de la norma UNE 94002. Para el cálculo se ha utilizado la ecuación (3.2.) con los valores de $T_i = 12$ °C (constante) y $T = 45$ °C.

Tabla 10.24. Consumo de agua caliente por persona en distintos tipos edificios. Fuente: Norma UNE 94002 (2005).

Hay que tener en cuenta que, generalmente, los consumos unitarios medios de las tablas están calculados tomando como referencia una temperatura final en el acumulador de 60 °C. Normalmente, se consideran los consumos unitarios máximos de ACS a una temperatura de 45 °C en litros/día y en función del criterio de consumo (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía -IDAE-, 2002).

Para nuestro caso se considera que la temperatura final en el acumulador es de 60 °C y se complementa con la diferencia de temperatura media del ingreso de agua para invierno y verano.

La escuela tiene dos turnos (mañana/tarde) y asisten aproximadamente 100 alumnos por turno, considerando que el establecimiento no tiene duchas se utilizan 4 litros por persona (Tabla 10.24), por lo tanto, el tanque acumulador de agua caliente se estima en:

$$V_{\text{tanque}} = 100 * 4 = 400 \text{ litros}$$

El agua caliente se utilizará principalmente en la cocina (mayor consumo) y en los dos baños. Uno de los baños se encuentra distante de la cocina, por ello, se decidió dotar a este baño de un sistema independiente.

Debido a que los tamaños de colectores solares y tanques están estandarizados, se decidió utilizar un colector/tanque de 70 litros para el baño y un tanque de 300 litros para la cocina y otros espacios donde se requiera agua caliente. Al tomar esta decisión, se redujo el tamaño del tanque principal.

Por otra parte, dado que el recurso solar es intermitente, es necesario contar con un sistema de apoyo auxiliar que pueda atender la demanda energética en momentos de poco sol, para este caso se puede utilizar el termotanque existente, de 160 litros, que posee encendido automático o reemplazarlo por uno nuevo de alta eficiencia (a gas o eléctrico).

A continuación, se calculó la energía necesaria y la disponible, como el calor es la *energía intercambiada* entre un cuerpo y su entorno por encontrarse a distinta temperatura, se utiliza la ecuación (10.5). Esta expresión relaciona la cantidad de calor Q que intercambia una sustancia de masa m , de calor específico C y con una variación de temperatura ΔT (Eicker, 2014).

$$Q = \dot{m} * C * \Delta T \quad (10.5)$$

Para nuestro caso, se utilizó el agua como sustancia de intercambio. Siendo:

- C : calor específico del agua. $C = 4,186 \left[\frac{kJ}{kg^{\circ}C} \right] = 0,00116 \left[\frac{kWh}{kg^{\circ}C} \right] = 1 \left[\frac{kcal}{kg^{\circ}C} \right]$.
- m : masa del agua a calentar. Se considera una densidad de $1 \left[\frac{kg}{litro} \right]$.
- ΔT : salto térmico. $\Delta T = (T_{acs} - T_{red})$ [°C]
- T_{acs} : temperatura media del agua caliente sanitaria en el acumulador [°C].
- T_{red} : Temperatura media del agua de ingreso de la red [°C].

Se eligió una tasa de producción de agua caliente de 100 kg/hora para llenar el tanque principal en 3 horas. Se supone una temperatura media de salida de 60°C y una temperatura media de entrada de 10°C (durante el invierno). Para los cálculos se utilizaron kilocalorías y kilovatios hora.

La energía necesaria para calentar el agua hasta la temperatura deseada considerando el salto térmico es:

$$\dot{Q}_{necesaria} = 100 \left[\frac{kg}{hora} \right] * 0,00116 \left[\frac{kWh}{kcal} \right] * 1 \left[\frac{kcal}{kg^{\circ}C} \right] * (60 - 10) [^{\circ}C] = 5,800 [kWh]$$

Para calcular la energía neta disponible por m² que puede aportar la superficie colectora, se utilizó la irradiancia en el plano del colector (POA) que fue estimada para el cálculo fotovoltaico. De la Tabla 10.17 se extraen los siguientes datos:

Mes	POA (W/m ²)
Enero	477
Febrero	512
Marzo	515
Abril	320
Mayo	318
Junio	290
Julio	252
Agosto	368
Setiembre	383
Octubre	455
Noviembre	466
Diciembre	523

Tabla 10.25. Irradiancia en el plano del colector (POA) promedio mensual. Fuente: Elaboración propia.

Se usó el valor mínimo durante julio, considerando el rendimiento y la superficie de captación del colector seleccionado, por lo tanto la energía disponible es:

$$\dot{Q}_{disponible} = 252 \left[\frac{W}{m^2} \right] * 0,78 * 2,32 \left[\frac{m^2}{colector} \right] = 456 \left[\frac{Wh}{colector} \right]$$

El número de colectores será:

$$N = \frac{\dot{Q}_{necesaria}}{\dot{Q}_{disponible}} = \frac{5.800}{456} \cong 13 \text{ colectores}$$

Si se realiza el mismo cálculo para un día de verano, por ejemplo diciembre, considerando la misma tasa de producción de agua caliente de 100 kg/hora, una temperatura media de salida de 60°C y una temperatura media de entrada de 15°C, la energía necesaria para calentar el agua será:

$$\dot{Q}_{necesaria} = 100 \left[\frac{kg}{hora} \right] * 0,00116 \left[\frac{kWh}{kcal} \right] * 1 \left[\frac{kcal}{kg^{\circ}C} \right] * (60 - 15) [^{\circ}C] = 5,220 [kWh]$$

La energía disponible es:

$$\dot{Q}_{disponible} = 523 \left[\frac{W}{m^2} \right] * 0,79 * 2,32 \left[\frac{m^2}{colector} \right] = 958 \left[\frac{Wh}{colector} \right]$$

$$N = \frac{\dot{Q}_{necesario}}{\dot{Q}_{disponible}} = \frac{5.220}{958} \cong 6 \text{ colectores}$$

El número estimado de colectores necesarios puede estar entre 6 y 13.

Dado que se trata de un estudio de prefactibilidad técnica y los cálculos se han realizado con estimaciones conservadoras, se propone utilizar 6 colectores. La justificación de la elección de la cantidad mínima de colectores y otros aspectos técnicos a tener en cuenta en la aplicación de la energía solar térmica, se desarrollan al final de este capítulo.

10.2.2.3. Superficie colectora solar total

La superficie colectora real a instalar, que representa el área válida para la utilización de la energía solar, se obtuvo al multiplicar la superficie útil de uno de los colectores por la cantidad elegida. A este valor hay que aplicarle el rendimiento del colector para cada mes considerado.

$$S_{\text{colectora real}} = 6 [\text{colector}] * 2,32 \left[\frac{m^2}{\text{colector}} \right] = 13,92 [m^2]$$

10.2.2.4. Porcentaje de sustitución

Representa la fracción del consumo energético que se satisface mediante el aporte de la energía solar. En los meses en los que el aporte solar es superior al consumo, este porcentaje será, lógicamente, igual al 100%.

A continuación se realizaron los cálculos para los meses de julio y diciembre. En ambos casos, el rendimiento de los colectores estaba incluido en los cálculos de $\dot{Q}_{\text{disponible}}$.

Para el mes de julio se obtiene:

$$\% \text{ sustitución} = \frac{\dot{Q}_{\text{disponible}} * 6 (\text{colectores})}{\dot{Q}_{\text{necesaria}}} = \frac{2.736}{5.800} = 0,4718 = 47,18 \%$$

En el mes de julio la energía solar aportaría prácticamente el 50% de las necesidades energéticas.

Para el mes de diciembre se obtiene:

$$\% \text{ sustitución} = \frac{\dot{Q}_{\text{disponible}} * 6 (\text{colectores})}{\dot{Q}_{\text{necesaria}}} = \frac{5.748}{5.220} = 1,1011 = 110,11 \%$$

En el mes de diciembre la energía solar aportaría el 100 % de las necesidades energéticas y habría un excedente del 10 %.

10.2.2.5. Déficit energético

Representa la energía auxiliar que hay que aportar en los meses en que la energía solar no es suficiente para cubrir el 100% de las necesidades. Lógicamente el déficit energético será nulo en los meses en que la instalación solar cubra el 100% de las necesidades energéticas.

A continuación se realizaron los cálculos para los meses de julio y diciembre. En ambos casos, el rendimiento de los colectores estaba incluido en los cálculos de $\dot{Q}_{disponible}$.

Para el mes de julio se obtiene:

$$Deficit = \dot{Q}_{disponible} * 6 (colectores) - \dot{Q}_{necesaria} = 2.736 - 5.800 = -3.064[Wh]$$

En el mes de julio existe déficit energético, es decir, la energía solar no alcanza para cubrir las necesidades energéticas, por lo tanto, se necesitará una fuente auxiliar para aportar el faltante de 3.064 [Wh].

Para el mes de diciembre se obtiene:

$$Deficit = \dot{Q}_{disponible} * 6 (colectores) - \dot{Q}_{necesaria} = 5.748 - 5.220 = + 528[Wh]$$

En el mes de diciembre el déficit energético sería igual a cero, es decir no hay déficit, la energía solar cubriría todas las necesidades energéticas y habría un excedente de 528[Wh].

Para la estimación, se evaluaron los meses más críticos de invierno (julio) y de verano (diciembre). En ambos casos se consideró un coeficiente de utilización del ACS del 100%.

Un cálculo con más detalle requiere analizar las demandas para cada mes del año. Luego de calcular la energía útil disponible total para los colectores solares de la instalación, se deberían incluir las pérdidas térmicas de caños y tanques de almacenamiento.

Habiendo finalizado el proceso de cálculo, en la Figura 10.19 se puede observar la disposición y la ubicación propuesta sobre el techo del sector del comedor y la cocina. Este lugar es donde se consume la mayor cantidad del ACS, allí se encuentra el termotanque que

funcionaría como equipo auxiliar. Las cañerías de conexión serían mínimas con la consiguiente disminución de pérdidas térmicas en los caños. Además, el tanque principal de agua de la escuela está situado a pocos metros de la entrada de los colectores.

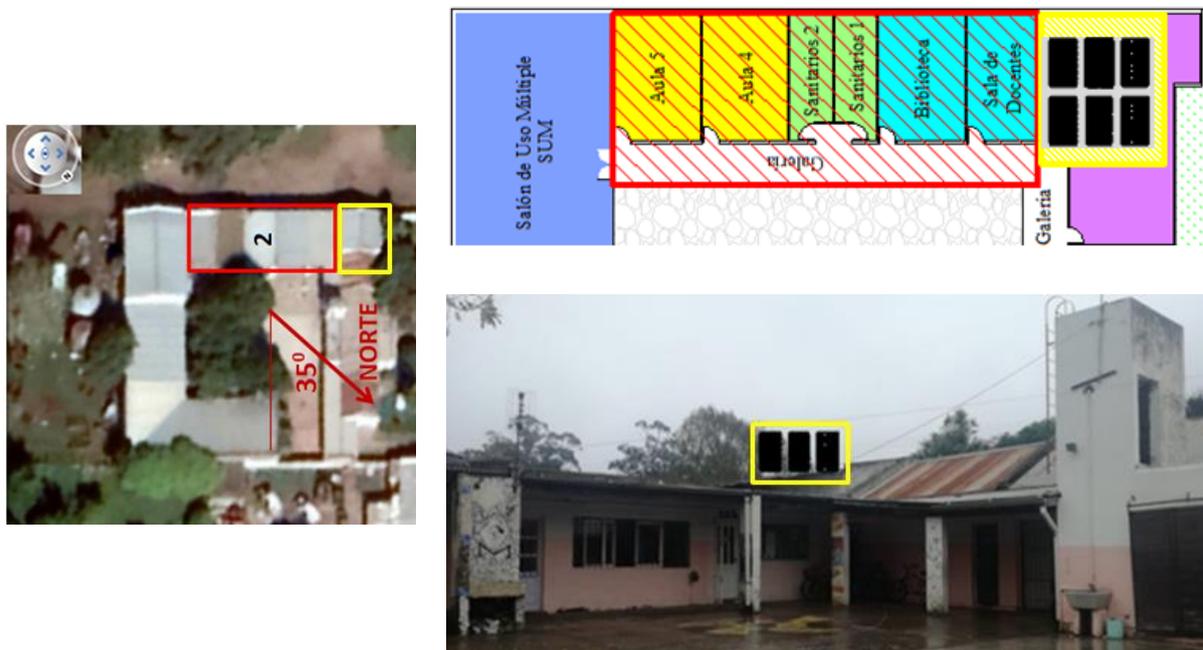


Figura 10.19. Disposición propuesta de los colectores y zona de techos para la instalación solar térmica.
Fuente: Elaboración propia.

El motivo de utilizar el número de colectores cercanos al mínimo, se basó en las siguientes consideraciones: la escuela está cerrada en verano (nulo o escaso uso de agua caliente) y es el período de más altas temperaturas en la región. Esto origina un sobrecalentamiento del agua en los tanques y en todo el sistema de los colectores que puede llegar a superar las temperaturas máximas de diseño de la instalación térmica.

Los colectores planos de alta eficiencia pueden alcanzar temperaturas entre 50 y 100 °C, además se diseñan para soportar presiones internas de 1,5 veces superiores a las que se espera en funcionamiento. Estas placas solares térmicas funcionan con un fluido que capta la energía solar y la transmite al agua para calentarla.

Generalmente, se considera que existe peligro de sobrecalentamiento cuando el fluido intercambiador supera los 90 °C. En el caso de que se llegase al punto de ebullición, las paredes de los tubos y de los captadores se dilatarían llegando a sufrir daños graves. Además, las muy altas temperaturas degradan los materiales y por lo tanto se acorta la vida útil de la instalación.

Para solucionar los problemas de sobrecalentamiento, la instalación debe incluir un sistema completo de seguridad. Por un lado, debe tener un sistema de dispersión de calor que funcione de forma eficiente y que no permita superar la temperatura máxima permitida. Por otra parte, cuando se detecta un aumento de la presión por encima de determinados valores de seguridad, el sistema debe contar con una válvula de seguridad que permita liberar agua caliente o vapor. Esto previene errores de funcionamiento o accidentes, pero lo ideal es evitar que se llegue a ese punto.

A la hora de diseñar una instalación solar térmica, se debe tener en cuenta este posible escenario. Se deben instalar drenajes diseñados de tal forma que, en caso de necesitar expulsar líquido o vapor a altas temperaturas, la operación se realice sin riesgos y sin provocar daños en el propio sistema o en el edificio.

Finalmente, en la Figura 10.20, se puede observar, en forma esquemática, la disposición definitiva de la ubicación de los paneles y colectores y la zona de techos para la instalación solar propuesta.



Figura 10.20. Disposición propuesta de los paneles y colectores para la instalación solar. Fuente: Elaboración propia.

11. CONCLUSIONES

El presente trabajo aborda las características ambientales de una escuela pública de infraestructura precaria y deficiente, inserta en una zona vulnerable socioeconómicamente y donde asisten niños/as de escasos recursos. La temática es relevante ya que visibiliza las condiciones del ambiente interno y externo de la escuela a los efectos de generar mejoras que faciliten los contextos y procesos de aprendizaje de los estudiantes, así como las condiciones de trabajo de los docentes, cuestiones vitales para la construcción cotidiana del hecho educativo.

Se trata de una propuesta integral que aborda los aspectos técnicos-ambientales y sociales de la problemática tratada en la escuela. En este sentido la posibilidad de tener en cuenta la voz de los actores de la comunidad educativa, a través de sus percepciones y opiniones, ha enriquecido el diagnóstico llevado a cabo.

En primera instancia, se realizó un diagnóstico técnico-ambiental por medio de un relevamiento in situ complementado con registros fotográficos, del cual se resaltan los siguientes puntos:

- ❖ En la estructura edilicia, se visualizan como problemas relevantes el deterioro en los techos, la falta de aislamiento térmico en techos, ventanas y puertas, la humedad en las paredes y el poco aprovechamiento de luz natural en los espacios educativos dada la orientación del edificio.
- ❖ El comedor y la cocina se encuentran en un único ambiente mal iluminado y ventilado que presenta diversos problemas: los hornos y cocinas son de fácil acceso para los estudiantes, hay cables y prolongadores eléctricos dispuestos de forma precaria, se observa humedad en las paredes y el mobiliario está en mal estado y es insuficiente.
- ❖ Se observó el mal estado general de toda la instalación eléctrica, con diferentes problemas, a saber: caídas de tensión, cortes por sobrecargas, llaves y tomacorrientes rotos, tableros eléctricos sin protección y con riesgo por contacto directo a quien lo opere.
- ❖ El principal aporte a la potencia eléctrica total instalada corresponde a la iluminación de las aulas y otros espacios educativos con un 55% de la potencia total aproximadamente. A su vez, los meses de mayor consumo de energía eléctrica recaen durante el período del ciclo lectivo, con una merma en el receso de verano.

- ❖ El sistema de iluminación es deficiente y no cumple con las normativas vigentes. Las luminarias son antiguas, generalmente poseen dos lámparas tubulares por equipo y, en ciertas aulas, hay faltantes o no funcionan.
- ❖ Respecto a la ventilación de los espacios educativos, está limitada a las ventanas existentes ubicadas sobre el patio central. Por su parte, las unidades de calefacción son pequeñas, antiguas, hay una sola por aula, no tienen difusores y su ubicación debajo de las ventanas torna al sistema ineficiente. El combustible para los calefactores (gas propano), proviene de un único tanque localizado al frente del edificio.
- ❖ En el patio central, la calidad del aire se ve empobrecida por la presencia de silos cerealeros ubicados detrás de la escuela. La descarga de granos provoca la dispersión de material particulado en el patio, lo que implica tareas de limpieza extra y potenciales problemas de salud para los estudiantes y personal educativo.
- ❖ En relación a la gestión de residuos, la recolección en el barrio no es diferenciada. A su vez, los días viernes no hay servicio de recolección por lo cual, lo generado ese día, se acumula en un pequeño galpón emanando malos olores y atrayendo vectores de enfermedades.
- ❖ Del pesaje y caracterización de los residuos y la consulta al personal, se consigna que el mayor porcentaje corresponde a restos de alimentos. A su vez, se da la presencia de restos de papeles provenientes de las aulas y hojas de los árboles del patio. El sector de la cocina y el comedor tienen un rol preponderante en la generación de residuos de la institución.
- ❖ En cuanto al aprovechamiento del recurso hídrico, su mayor consumo se da en los baños y la cocina. Asimismo, es extraído por bombas desde las napas subterráneas dado que la institución no está conectada a la red de agua potable de Mar del Plata.
- ❖ En la cocina existe un único filtro que purifica el agua previa a ser consumida. No pudo recabarse información respecto a su estado y vida útil.
- ❖ Se evidencia un problema de congelamiento de agua en invierno en el sistema de tuberías a cielo abierto que distribuye el recurso hacia la cocina.
- ❖ No se señalan problemas de salud derivados del consumo de agua. Sin embargo, actores consultados mencionan problemas de contaminación de agua subterránea en los alrededores del establecimiento, debido a la presencia del relleno sanitario y el

cinturón frutihortícola. No se tuvo acceso a análisis de calidad de agua para corroborar este punto.

- ❖ Al interior de los sanitarios, el mobiliario se encuentra en mal estado observándose tapas de inodoros faltantes, canillas y botones de descarga rotos y mochilas de inodoros dañadas. El baño utilizado por el personal docente y auxiliar tiene un tamaño inadecuado en relación a la cantidad de gente que lo utiliza.
- ❖ La red cloacal de la ciudad no alcanza a la escuela ni a gran parte del barrio, por lo tanto, las aguas servidas son descargadas en pozos ciegos, de los cuales se desconoce su exacta localización, pero el personal reconoce que son vaciados con periodicidad.
- ❖ Detrás de la cocina, se encuentra una cámara séptica cuya estructura superficial muestra signos de precariedad. Asimismo, cubierto entre plantas, se observó un conducto de diámetro pequeño utilizado para verter efluentes líquidos. El mismo se obstruye y, el conducto adecuado, puede verse a simple vista pero no se dedica para tal fin.
- ❖ La entrada principal y lateral de la escuela se sitúan en una zona baja y carecen de un adecuado sistema de drenaje. En situaciones de lluvias fuertes, el acceso a la institución se inunda dificultando la asistencia de los estudiantes y el personal. A su vez, en el patio central hay encharcamientos debido a problemas en su construcción y ausencia de rejillas adecuadas que evacuen el agua. En otros sectores del barrio ocurre la misma situación.

Desde el punto de vista social la perspectiva cualitativa planteada permitió, a través de las entrevistas semiestructuradas realizadas al equipo docente y personal auxiliar y las preguntas a los estudiantes, recabar información sustantiva vinculada a los aspectos estructurales y ambientales y adicional, como la referida a la tecnología y mobiliario escolar y a las condiciones y necesidades socioculturales de la comunidad educativa. El conjunto de los testimonios posibilitó ampliar el diagnóstico y tener en cuenta la valoración que los actores asignan a las distintas problemáticas.

Los aportes de los distintos actores posibilitaron elaborar una matriz preliminar de interés-influencia, una herramienta clave para identificar los intereses y ponderar los niveles de influencia o poder de los distintos actores implicados en el ámbito educativo. Esto posibilitará en un futuro plan de acción, reconocer la posición de los involucrados frente a la necesidad de mejoramiento de las condiciones ambientales internas y externas de la escuela.

La integralidad alcanzada debido a las tres dimensiones planteadas, permitió el desarrollo de diferentes propuestas de carácter prioritario, entre las que se encuentran:

- ❖ Adicionar aislamiento térmico en paredes externas y cielorrasos. En el mismo sentido, es necesario el reemplazo de las ventanas con vidrio simple por un sistema de doble vidrio y el sellado sus bordes junto al de las puertas para incrementar las propiedades de aislación. Asimismo, se deben sustituir los techos deteriorados.
- ❖ Retirar de los voladizos fijos ubicados frente a las aulas y sustituirlos por toldos retráctiles para mejorar el aprovechamiento de luz natural.
- ❖ Colocar nuevas ventanas a una mayor altura en los lados opuestos de algunas aulas para permitir una mejor circulación de aire. Asimismo, como alternativa adicional, se sugiere el montaje de sistemas combinados de ventilación y luz natural en los techos.
- ❖ Reemplazar los calefactores actuales por otros más eficientes con difusores que permitan distribuir el calor de manera más uniforme. A su vez, se aconseja colocar una segunda unidad de almacenamiento de gas propano como respaldo de la existente.
- ❖ De manera tal de aprovechar los residuos alimenticios, se sugiere destinar un sector de la escuela para llevar adelante un programa de compostaje utilizando composteras caseras complementándolo con talleres para los estudiantes. En relación a los residuos secos, se plantea su recolección y donación a recicladores informales o a cooperativas locales y su aprovechamiento a través de iniciativas escolares de manualidades.
- ❖ Revisar de forma rigurosa el filtro de agua ubicado en la cocina. De ser necesario, se debe reemplazar por un sistema más moderno instalando dos de ellos. A su vez, los conductos externos que transportan agua hacia la cocina, deben revestirse con material aislante.
- ❖ Sustituir el mobiliario sanitario existente por diversas opciones más eficientes en el consumo de agua: inodoros con doble descarga, mingitorios y grifería de bajo consumo.
- ❖ Revisar y reemplazar la cámara séptica existente, utilizar el conducto adecuado para el vuelco de aguas residuales y establecer la ubicación precisa de los pozos ciegos.
- ❖ Disponer materiales rígidos y estables en la entrada de la escuela, como solución provisoria para permitir la asistencia de los estudiantes en días de lluvias fuertes.

- ❖ Rediseñar el sistema de iluminación mediante la utilización del programa DIALux Evo, eligiendo las luminarias más adecuadas y su mejor distribución en los distintos espacios educativos.
- ❖ Instalar un arreglo solar fotovoltaico compuesto por 21 paneles en una superficie de 160 m² sobre uno de los techos de la escuela.
- ❖ Emplear colectores solares térmicos para la producción de agua caliente sanitaria.

De la potencial aplicación de las medidas planteadas surgirán diferentes beneficios socioambientales para toda la comunidad educativa. Mejorar de forma certera la eficiencia energética del establecimiento dará lugar a un menor consumo de energía. Esto impulsará de forma indirecta un menor requerimiento en sistemas robustos de ventilación y calefacción. Por su parte, las mejoras en estos últimos subsistemas, contribuirán a combatir la humedad, evitar la presencia de contaminantes y sustancias que dañen la salud y eliminar la sensación de aire concentrado o viciado. Por otro lado, optimizar la gestión de residuos al interior de la escuela, reducirá la aparición de malos olores, lixiviados y vectores de enfermedades y, además, permitirá concientizar a los estudiantes en la temática. De forma similar, las mejoras sugeridas sobre el uso de agua y vertido de aguas residuales buscan, en primer lugar, evitar consumos excesivos del recurso, enfermedades derivadas de su mala calidad y, al mismo tiempo, introducir el tópico en la comunidad.

En última instancia, se recomienda que las medidas estructurales desarrolladas se profundicen realizando estudios que requieran mayor nivel de detalle y precisión técnica, con el objetivo de pasar de una etapa de prefactibilidad a una de factibilidad en la cual se incluya una evaluación económica de los cambios propuestos. A su vez, si se pretende alcanzar una comunidad verdaderamente sostenible y resiliente, dichas medidas no son suficientes. Allí es donde surge la educación ambiental cumpliendo un rol preponderante. Esta constituye un proceso clave que se propone transformar la forma de ser, pensar y actuar de los seres humanos. A través de la construcción de saberes y formación ambiental, se fomenta la participación ciudadana, en este caso de todos aquellos que integran la comunidad educativa, en los procesos de toma de decisiones estratégicas y a largo plazo en el involucramiento de todos y todas respetando las características socio-culturales de los actores.

12. Referencias bibliográficas

Abad, J. (2006). “La escuela como ámbito estético según la pedagogía reggiana”. En: *Revista, Aula de Infantil*, N°1, pp. 10-16.

adicem.com.ar (2021). “Línea tubos de espuma isolant”. Recuperado de: <http://www.adicem.com.ar/isolant-e.html>

AutoCAD. Recuperado de: <https://latinoamerica.autodesk.com/products/autocad/overview>

Benez, M. C.; Kauffer Michel, E.F.; Álvarez Gordillo, G. (2010). “Percepciones ambientales de la calidad del agua superficial en la microcuenca del río Fogótico, Chiapas”. En: *Frontera Norte*, 22(43), pp. 129-158.

Brecl, K. y Topič, M. (2011). “Self-shading losses of fixed free-standing PV arrays”. En: *Renewable Energy*, 36 (11), pp. 3211–3216.

Bocero, S.; Di Bona, A. y Paz, M. (2011). Informe sobre problemáticas socio-ambientales: Escuela Provincial N°43, Barrio Parque Hermoso, Partido de General Pueyrredon. Mar del Plata, Argentina: Grupo de Investigación Desarrollo Rural, Ambiente y Geotecnologías, Facultad de Humanidades, Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP).

Burgos J.J. y Vidal, A. (1951). “Los climas de la República Argentina según la nueva clasificación de Thornthwaite”. En: *Revista Meteoros*, 1(1), pp. 3-32.

Cammesa (2017). Ley 27424. Régimen de fomento a la generación distribuida de energía renovable integrada a la red eléctrica pública. Recuperado de: <https://portalweb.cammesa.com/Documentos%20compartidos/Noticias/Ley%2027424-2017.pdf>.

Castellanos, J. P. y Gebrikian F. (2012). Energías Renovables y Generación Distribuida en el Ambito Rural del Partido de General Pueyrredon. Proyecto Final de grado. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata.

Castro Pérez, M. y Morales Ramirez, M. E. (2015). “Los ambientes del aula que promueven el aprendizaje, desde la perspectiva de los niños y niñas escolares”. En: *Revista Electrónica Educare (Educare Electronic Journal)*, 19(3), 1-32. Recuperado de: <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/EDUCARE/article/download/6874/7076?inline=1>

Ciancaglini, J.F. (2019). Proyecto y diseño de un sistema de generación fotovoltaica en el actual edificio INTEMA. Proyecto Final de Grado. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata.

Constitución de la Nación Argentina. Artículo 14. 3 de enero de 1995 (Argentina).

Constitución de la Provincia de Buenos Aires. Artículo 11° y 35°.

Decreto Provincial 2.299 de 2011. Artículos 1°, 2°, 5°. Aprobación del Reglamento General de las Instituciones Educativas de la Provincia de Buenos Aires. 22 de noviembre de 2011.

Denegri, M.J; Righini, R.; Raichijk, C. (2018). “Irradiación solar global en una superficie inclinada y orientada: Comparación de modelos en Luján”. Universidad Nacional de Luján. Buenos Aires, Argentina.

Dialux. Recuperado de: <https://www.dialux.com/en-GB/>

Dirección de Prospectiva e Investigación Educativa (2011) La escuela primaria en contextos desfavorables desde la mirada de las directoras y los directores. Documento de trabajo de circulación interna. Dirección Provincial de Planeamiento. DGCyE.

Dirección General de Cultura y Educación, Provincia de Buenos Aires (2014). Conjunto de Normas y Recomendaciones Básicas de Arquitectura Escolar. Buenos Aires, Argentina.

Dirección General de Cultura y Educación, Provincia de Buenos Aires (2012). Reglamento General de las Instituciones Educativas de la Provincia de Buenos Aires. 1ª ed. La Plata: Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires.

Eicker, U. (2014). Energy Efficient Buildings with Solar and Geothermal Resources. 1ª ed. Chichester,UK: John Wiley & Sons Ltd.

elblogverde.com (2018). “Cómo hacer una compostera casera”. Recuperado de: <https://elblogverde.com/compostera-casera/>

Fernández Moreno, Y. (2008). “¿Por qué estudiar las percepciones ambientales? Una revisión de la literatura mexicana con énfasis en Áreas Naturales Protegidas”. En: *Espiral, Estudios sobre Estado y Sociedad*, 15(43), pp. 179-202.

Ferraro, R.; Zulaica, L. y Echechuri, H. (2016). Exurbia, los límites móviles de Mar del Plata. (1ª ed.). Mar del Plata: Universidad Nacional de Mar del Plata.

Fundación Plan por la niñez - www.plan.org.co- (2015). Herramienta de mapeo y articulación oferta institucional existente territorios de Chocó y La Guajira. Bogotá D.C., Colombia.

Grossi Gallegos, H. y Righini, R. (2012). “Ángulo óptimo para planos colectores de energía solar integrados a edificios”. En: *Revista AVERMA*, Vol. 16, pp. 1-7.

Grupo de Investigación y Desarrollo en Geotecnologías y Energía –GIDGE- (2020). Energy Audit Report. UNMdP-UWPLATT International Exchange Project for Energy Efficiency Education. Universidad Nacional de Mar del Plata. Mar del Plata, Argentina.

Häberlin, H (2012). *Photovoltaics: System Design and Practice*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd.

Hoyuelos, A. (2005). “Estrategias constructivas espaciales en la escuela”. En: I. Cabanellas y C. Eslava (Coords.), *Territorios de la infancia. Diálogos entre la arquitectura y la pedagogía* (pp.175-180). Barcelona: Editorial Graó.

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía -IDAE- (2002). “Cálculo de demandas energéticas”. Anexo IV. Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura. España. Recuperado de: www.idae.es

Jaramillo, L. (2007). “Planta física a nivel interno y externo. Disposición del ambiente en el aula”. Instituto de Estudios Superiores en Educación, Universidad del Norte. Recuperado de: <http://ylang-ylang.uninorte.edu.co:8080/drupal/files/DisposicionAmbienteAula.pdf>

Ley 26.206 de 2006. Ley de Educación Nacional. 27 de diciembre de 2006. B.O. N° 31062.

Ley 27.621 de 2021. Ley para la implementación de la Educación Ambiental Integral en la República Argentina. 3 de junio de 2021. B.O. N° 34670.

Ley 13.688 de 2007. Ley Provincial de Educación. 5 de julio de 2007. B.O. N° 25692.

Lima, M. L.; Barilari, A.; Corleto, B.; Alborno, D.; Massone, H.; Fresta, P.; Veras, N.; Pertini, I.; Asili, V. y Damiano, M. F. (2017). “Aplicación de técnicas multicriterio en

estudios de sistemas hídricos en el Partido de General Pueyrredon. Provincia de Buenos Aires, Argentina”. En: *XXVI Congreso Nacional del Agua*. Córdoba, Argentina.

Lutron Led Lighting. Recuperado de: <https://iluminacionled.lutron.com.ar>

manualidadesparahacerencasa.com (2019). “Fáciles y útiles manualidades de carton reciclado”. Recuperado de: <https://manualidadesparahacerencasa.com/manualidades-de-carton-reciclado/>

Mardones Rivera, G. (2017) “Mapeo de actores en la zona de amortiguación del Parque Nacional Alerce Andino y la Reserva Nacional Llanquihue, Chile”. En: *Revista Geográfica de Valparaíso*, N°54, pp. 1-22.

Municipalidad de General Pueyrredon (s/f). “El clima en Mar del Plata”. Recuperado de: <https://www.mardelplata.gob.ar/Contenido/el-clima-en-mar-del-plata>

Municipalidad de General Pueyrredon (s/f). “Orografía e hidrografía”. Recuperado de: <https://www.mardelplata.gob.ar/Contenido/información-estratégica-orografía-e-hidrografía>

Murcia, G.J.; Gonzalez, S. A.; Echeverria, N. I.; Garin, E.; Branda, J. C. (2017). “Efecto de las Condiciones Meteorologicas de Mar del Plata en la Produccion Fotovoltaica”. En: *The 12th Latin-American Congress on Electricity Generation and Transmission - CLAGTEE 2017-*. Mar del Plata, Argentina.

Murillo, F.J., y Martínez-Garrido, C. (2012). “Las condiciones ambientales en las aulas de Primaria en Iberoamérica y su relación con el desempeño académico”. En: *Archivos Analíticos de Políticas Educativas*, 20(18) pp. Recuperado de: <http://epaa.asu.edu/ojs/article/view/1002>

Navntoft, C.; Biurrún, N.; Cristófalo, M.P.; Cuccorese, S.; Ramos Defferrari, I.; Raggio, D. (2019). Manual de generación distribuida solar fotovoltaica. 1ª ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética, Secretaría de Gobierno de Energía.

NB Solar. Recuperado de: <http://www.nb-solar.com>

Norma UNE 94002 del 2005. Instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente sanitaria. Cálculo de la demanda de energía térmica. España.

Prado, I. P. (2020). “Calidad ambiental y espacios educativos. Evaluación de mejoras en una institución pública del periurbano marplatense”. En: *Segunda Jornada Doctoral Franco-América Austral*. Buenos Aires, Argentina. Disponible en: <https://jdfa.hypotheses.org/445>

Reed, M.S.; Graves, A.; Dandy, N.; Posthumus, H.; Hubacek, K.; Morris, J.; Prell, C.; Quinn, C.H.; Stringer, L.C. (2009). “Who’s in and why? A typology of stakeholder analysis methods for natural resource management”. En: *Journal of Environmental Management*, 90 (5), 1933-1949.

Roberts, J.J. y Prado, P.O. (2019). “Renewable Energy-based Electricity Supply System for a School”. En: *The 13th Latin-American Congress on Electricity Generation and Transmission - CLAGTEE 2019-*. Santiago de Chile, Chile.

Romo, V. (2012). “Espacios educativos desafiantes en educación Infantil”. En: V. Peralta y L. Hernández (Coords.), *Antología de experiencias de la educación inicial iberoamericana* (pp. 141-145). Recuperado de <http://www.oei.es/metas2021/infancia2.pdf>

roofingsuperstore.co.uk (s/f). “Monodraught ABS Suncatcher Natural Daylight and Ventilation System”. Recuperado de: <https://www.roofingsuperstore.co.uk/product/monodraught-abs-suncatcher-natural-daylight-and-ventilation-system.html>

Secretaría de Gobierno de Energía (2019). *Introducción a la energía solar térmica*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Secretaría de Gobierno de Energía.

Silva, M. (2020). *Modelado y estudio del impacto de sombras sobre paneles solares fotovoltaico*. Proyecto Final de Grado. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata.

Soil Survey Staff (1975). *Soil Taxonomy: A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys*. USDA Agricultural Handbook, N°436. Washington, DC.

Solatube. Recuperado de: <https://solatube.com.ar/>

sswm.info (s/f). “Septic Tank”. Recuperado de: <https://sswm.info/sswm-solutions-bop-markets/affordable-wash-services-and-products/affordable-technologies-sanitation/septic-tank>

Sunfields Europe (s/f). “¿Cómo afecta la orientación e inclinación de las placas solares?”. Recuperado de: <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/como-varia-la-captacion-de-energia-solar-en-superficies-inclinadas/>

Superintendencia de Riesgos del Trabajo (2012). Guía Práctica N°1: La iluminación en el ambiente laboral. Recuperado de: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/res_srt_84_12-guia-practica.pdf

Talavera, H. y Villamizar, N. (2012). “Presentación del problema y justificación para la realización del Seminario” (Documento de Trabajo). En: *Seminario Bordes Urbanos: Procesos Territoriales Colombia, Chile, Gran Bretaña, India, China*. Instituto Hábitat, Ciudad y Territorio -Universidad Nacional de Colombia- y Red Arquitectura del Territorio. Bogotá, Colombia.

Trujillo Benítez; L. (2015). La importancia de los espacios escolares en la enseñanza-aprendizaje de los alumnos. Trabajo de Fin de Grado, Universidad de Málaga. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10630/9069>

U.S. Green Building Council (2014). LEED Core Concepts Guide: An introduction to LEED and Green Building. Third edition. (3^{era} Ed.). Washington, DC: U.S. Green Building Council.

Vico Pietro, F. (2016). “Entorno estético y contexto lúdico en Educación Infantil: un espacio para el Nuevo professor”. En: *Arte y Movimiento*, N° 14, pp. 55-63.

Yuba Solar (2015). “Factores de pérdidas energéticas fotovoltaicas”. Recuperado de: <http://www.yubasolar.net/2015/03/factores-de-perdidas-energeticas.html>

Zulaica, L. y Rampoldi Aguilar, R. (2009). “Habitabilidad y calidad de vida en tres barrios del límite urbano-rural de la ciudad de Mar del Plata (Provincia de Buenos Aires, Argentina)”. En: *Revista Hologramática*, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Lomas de Zamora, 1(10), pp. 27-58.

13. ANEXOS

Anexo I: Modelo de entrevistas semiestructuradas (diseño y gui3n)

Anexo II: Sistema de Iluminaci3n

- Informes completos de las simulaciones de los ambientes seleccionados.
 - Aulas
 - Comedor
 - Sanitarios
 - Gabinete docente
 - Sal3n de usos m3ltiples (SUM)
- Informaci3n T3cnica de las luminarias.

Anexo III: Energ3a Solar fotovoltaica y T3rmica

- Informaci3n T3cnica del panel fotovoltaico
- Informaci3n T3cnica del colector solar t3rmico

Anexo IV: Publicaci3n en la “Jornada Doctoral Franco-Am3rica Austral”

- Prado Iv3n - Ponencia Completa Jornada Doctoral -JDFA-
- Programa Jornada Doctoral Franco-Am3rica Austral (Resumen)

Anexo I: Modelo de entrevistas semiestructuradas (diseño y gui3n).

1.-ESTRUCTURA GENERAL DEL EDIFICIO

1.1. CONDICIONES EDILICIAS DE LA ESCUELA

- 1.1.1 ¿Considera que el tamaño de las aulas es adecuado para la cantidad de alumnos?
SI NO
- 1.1.2. ¿Considera que los espacios donde los maestros descansan o realizan distintas actividades escolares (fuera del salón de clase) son adecuados para la cantidad de maestros?
SI NO
- 1.1.3 ¿ Los espacios (aulas/salas/salones) cumplen la función que se les ha asignado?
SI NO Explique.....
- 1.1.4 Mencionar cuales son los espacios y sus usos.....
- 1.1.5 ¿Las aulas y el resto de los espacios están limpios? SI NO
- 1.1.6 **¿ Qué problemas suelen tener los espacios mencionados?**
.....
- 1.1.7 ¿La escuela se inunda cuando llueve? SI NO
- 1.1.8. ¿Qué sectores del edificio quedan afectados?
.....
- 1.1.9 ¿En las inundaciones se afecta el acceso y las zonas aledañas de la escuela? SI NO
- 1.1.10. ¿Considera que los baños son suficientes en relación a la cantidad de alumnos?
SI NO
- 1.1.11 ¿Considera que los baños son suficientes en relación a la cantidad de maestros?
Si NO
- 1.1.12. ¿Los baños están limpios? SI NO
- 1.1. 13. **¿ Qué problemas suelen tener los baños?**
.....
- 1.1.14. ¿La cocina es adecuada a la cantidad de alumnos que la utilizan? SI NO.....
- 1.1.15. ¿La limpieza es adecuada? SI NO
- 1.1.16. **¿Qué problemas suele tener la cocina?**
.....
- 1.1.17. ¿El tamaño de patio es adecuado en relación a la cantidad de alumnos? SI NO.....
- 1.1.18 ¿ La limpieza del patio es adecuada? SI NO
- 1.1.19. **¿Qué problemas suele tener tiene el patio?**
.....

1.1.20. ¿Hay diferentes usos en los distintos ambientes de la escuela dentro del horario escolar?

SI NO Explique.....

1.1.21. ¿Hay superposición de usos en los distintos ambientes dentro del horario escolar?

Si No Explique.....

1.1.22. **¿Las condiciones edilicias y de habitabilidad inciden en el desempeño de los alumnos y maestros?** SI NO Explique.....

.....

1.1.23. **¿Qué cambiaría?**.....

1.2. CALEFACCIÓN, VENTILACIÓN

1.2.1. ¿Las aulas y el resto de los ambientes están bien calefaccionados durante el invierno?

SI NO Explique.....

1.2.2. ¿Las aulas y el resto de los ambientes son frescos en épocas estivales? SI NO

Explique.....

1.2.3. ¿En las aulas se siente el ambiente viciado? SI NO

1.2.4. ¿En qué momento del día y del año esta situación es más intensa?.....

1.2.5. **¿Las condiciones de calefacción y de ventilación inciden en el desempeño de los alumnos y maestros?** SI NO

Explique.....

1.2.6. **¿Qué cambiaría?**.....

1.3. ILUMINACIÓN

1.3.1. ¿Las aulas y el resto de los ambientes cuentan con una adecuada iluminación? SI NO

1.3.2. ¿La iluminación natural es suficiente? SI NO

1.3.3. ¿La iluminación artificial está bien distribuida y es suficiente? SI NO

1.3.4. ¿Hay iluminación externa nocturna perimetral? SI NO ¿Es adecuada? SI NO

1.3.5. **¿Las condiciones de iluminación inciden en el desempeño de los alumnos y maestros?**

SI NO

Explique:.....

1.3.6. **¿Qué cambiaría?**.....

3.- MOBILIARIO ESCOLAR

3.1. ¿La cantidad de mobiliario es adecuado? SI NO

3.2. ¿Está en buen estado? SI NO

3.3. ¿Qué considera que haría falta para mejorar el desempeño escolar?

Explique:.....

4.- TECNOLOGÍA ESCOLAR

4.1. ¿Las computadoras son suficientes? SI NO

4.2. ¿Qué uso le dan a las computadoras?.....

4.3. ¿Qué dispositivos informáticos y digitales considera que son imprescindibles para la formación de los estudiantes?

.....

5.- CONSIDERACIONES VARIAS

5.1. ¿El hábitat de los espacios destinados a la enseñanza tiene en cuenta las necesidades y características socioculturales de la comunidad educativa?

.....

5.2. ¿Que se ha hecho en los últimos años para mejorar lo que no está en buen estado o lo que falta?

.....

5.3. ¿Qué es lo que Ud. considera prioritario para mejorar las condiciones generales de la escuela?

.....

5.4. ¿ Hay aspectos edilicios o de funcionamiento de la escuela a mejorar/ reparar/ incorporar/ desechar que no han sido señalados en este cuestionario? ¿Por favor haga un detalle de los mismos?

.....

Anexo II: Sistema de Iluminación.

- Informes completos de las simulaciones de los ambientes seleccionados.
 - Aulas
 - Comedor
 - Sanitarios
 - Gabinete docente
 - Salón de usos múltiples (SUM)

- Información Técnica de las luminarias.

Aulas

LUCTRON S.A.

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Dto Proyectos luminotécnicos - LUCTRON S.A.

Índice

Proyecto 1

Portada del proyecto	1
Índice	2
Lista de luminarias	3
LUCTRON AURE-100068-750-OP-X	
Hoja de datos de luminarias	4
Local 1	
Lista de luminarias	5
Luminarias (ubicación)	6
Luminarias (lista de coordenadas)	7
Escenas de luz	
Escena de luz 1	
Resumen	8
Resultados luminotécnicos	9
Rendering (procesado) de colores falsos	10
Superficies del local	
Superficie de cálculo 1	
Isolíneas (E, perpendicular)	11
Gráfico de valores (E, perpendicular)	12
Suelo	
Gráfico de valores (E)	13
Isolíneas (L)	14

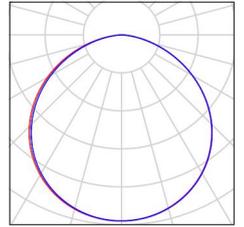
LUCTRON S.A.

Proyecto elaborado Dto Proyectos luminotécnicos - LUCTRON
por S.A.
Teléfono
Fax
e-Mail

Proyecto 1 / Lista de luminarias

4 Pieza LUCTRON AURE-100068-750-OP-X
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 8400 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 12000 lm
Potencia de las luminarias: 68.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 48 80 96 100 70
Lámpara: 2 x MH-02 ASY.V17 (Factor de corrección 1.000).

Dispone de una imagen
de la luminaria en
nuestro catálogo de
luminarias.



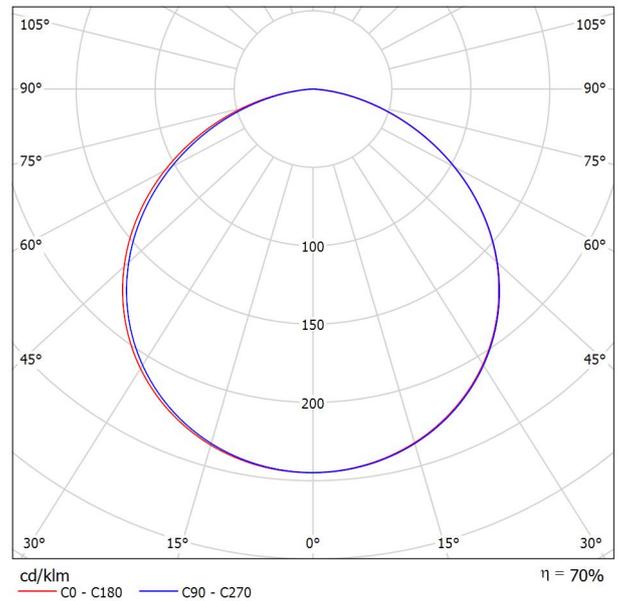
LUSTRON S.A.

Proyecto elaborado por Dto Proyectos luminotécnicos - LUCSTRON S.A.
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

LUSTRON AURE-100068-750-OP-X / Hoja de datos de luminarias

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 48 80 96 100 70

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

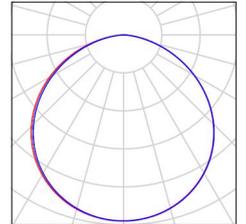
LUCTRON S.A.

Proyecto elaborado Dto Proyectos luminotécnicos - LUCTRON
por S.A.
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Lista de luminarias

4 Pieza LUCTRON AURE-100068-750-OP-X
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 8400 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 12000 lm
Potencia de las luminarias: 68.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 48 80 96 100 70
Lámpara: 2 x MH-02 ASY.V17 (Factor de corrección 1.000).

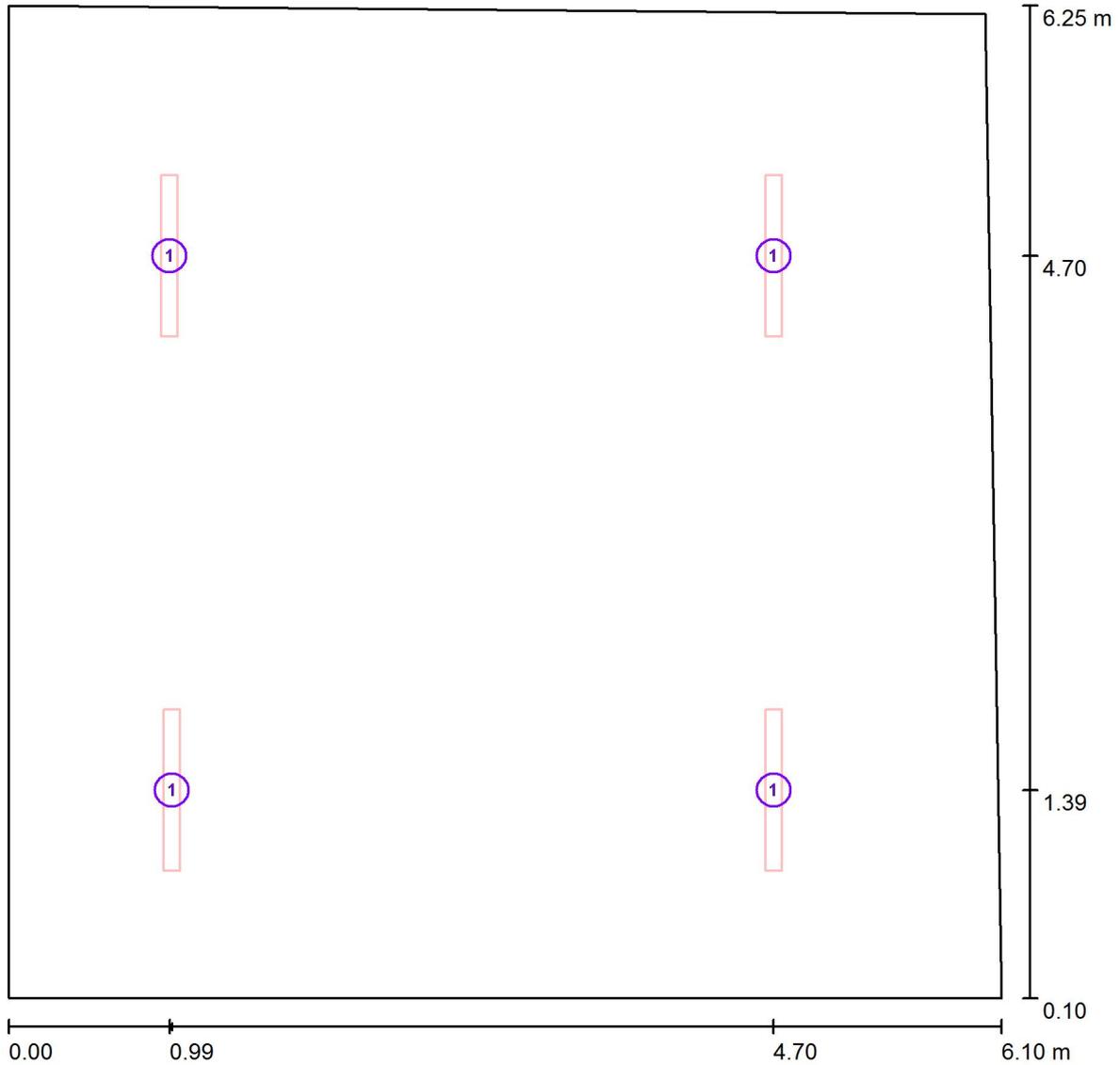
Dispone de una imagen
de la luminaria en
nuestro catálogo de
luminarias.



LUSTRON S.A.

Proyecto elaborado por Dto Proyectos luminotécnicos - LUCSTRON S.A.
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Local 1 / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 44

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	4	LUCSTRON AURE-100068-750-OP-X

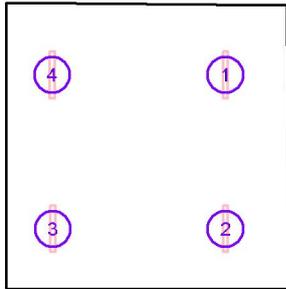
LUSTRON S.A.

Proyecto elaborado por Dto Proyectos luminotécnicos - LUCSTRON S.A.
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Local 1 / Luminarias (lista de coordenadas)

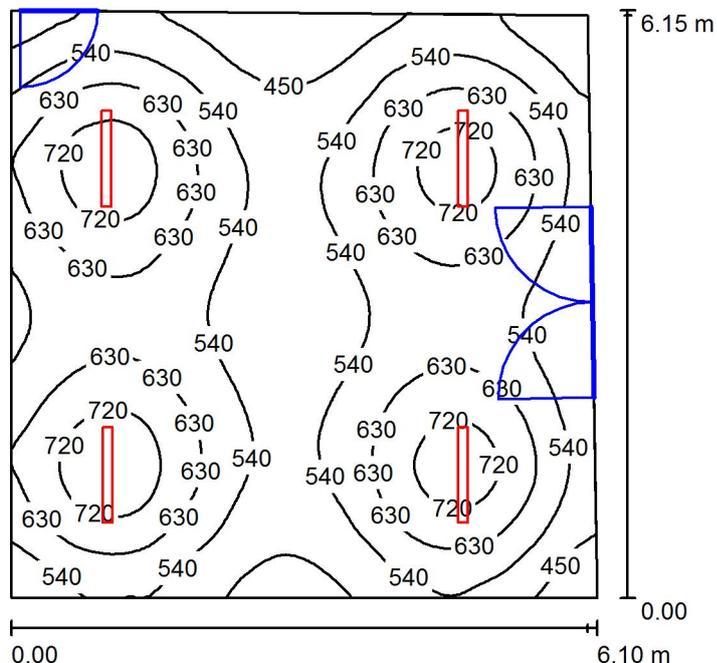
LUSTRON AURE-100068-750-OP-X

8400 lm, 68.0 W, 1 x 2 x MH-02 ASY.V17 (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	4.700	4.700	3.000	0.0	0.0	0.0
2	4.700	1.389	3.000	0.0	0.0	0.0
3	1.003	1.389	3.000	0.0	0.0	0.0
4	0.989	4.700	3.000	0.0	0.0	0.0

Local 1 / Escena de luz 1 / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:79

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	580	364	785	0.627
Suelo	32	493	338	558	0.685
Techo	70	171	133	213	0.779
Paredes (4)	52	357	142	821	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 64 x 64 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	LUSTRON AURE-100068-750-OP-X (1.000)	8400	12000	68.0
			Total: 33600	Total: 48000	272.0

Valor de eficiencia energética: 7.34 W/m² = 1.27 W/m²/100 lx (Base: 37.05 m²)

LUCTRON S.A.

Proyecto elaborado por Dto Proyectos luminotécnicos - LUCTRON S.A.
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Escena de luz 1 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 33600 lm
Potencia total: 272.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	426	154	580	/	/
Superficie de cálculo 1	437	154	592	/	/
Suelo	334	159	493	32	50
Techo	0.00	171	171	70	38
Pared 1	198	159	356	52	59
Pared 2	181	159	340	52	56
Pared 3	169	161	330	52	55
Pared 4	238	161	400	52	66

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_m : 0.627 (1:2)

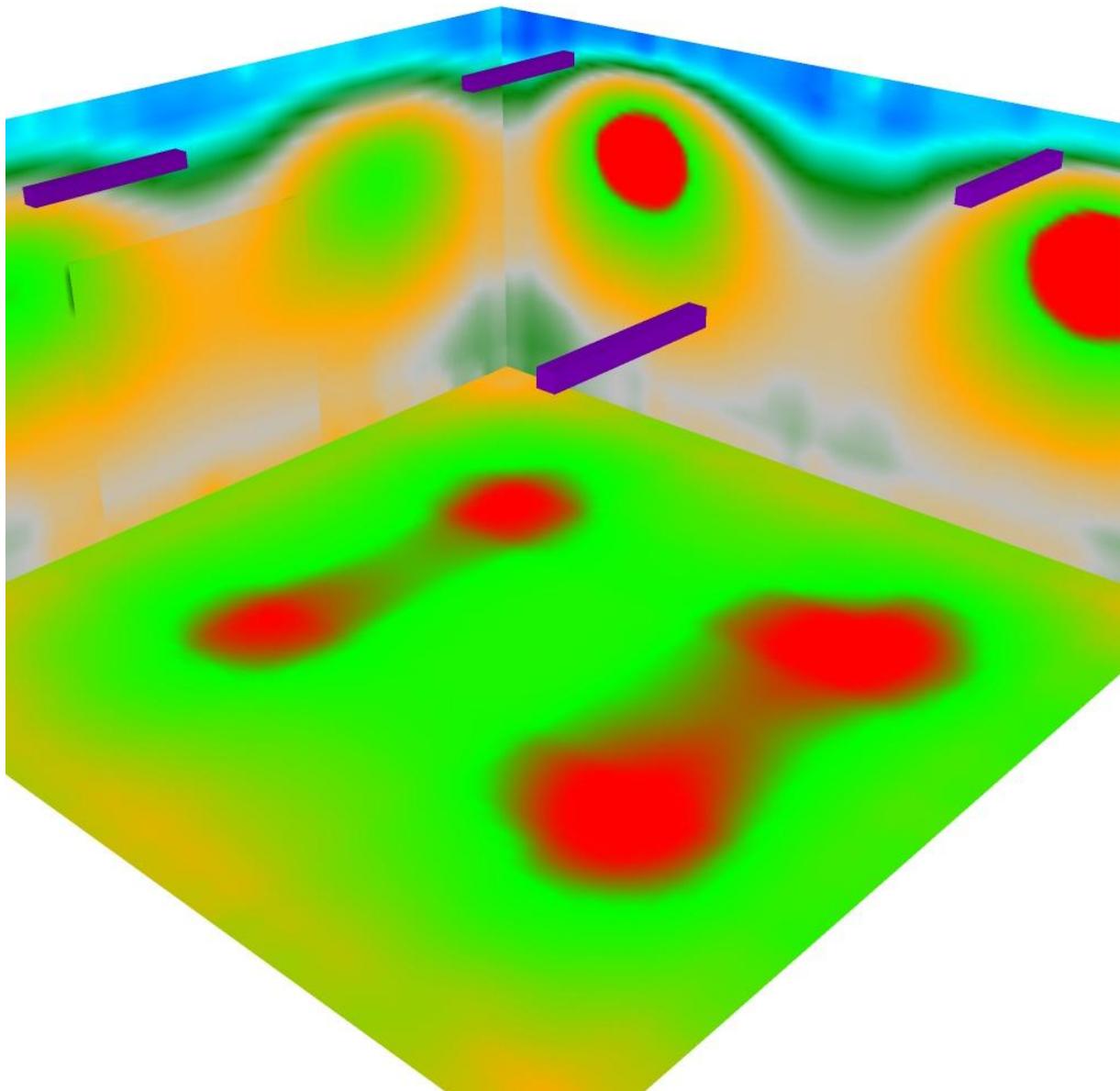
E_{\min} / E_{\max} : 0.463 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $7.34 \text{ W/m}^2 = 1.27 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 37.05 m^2)

LUSTRON S.A.

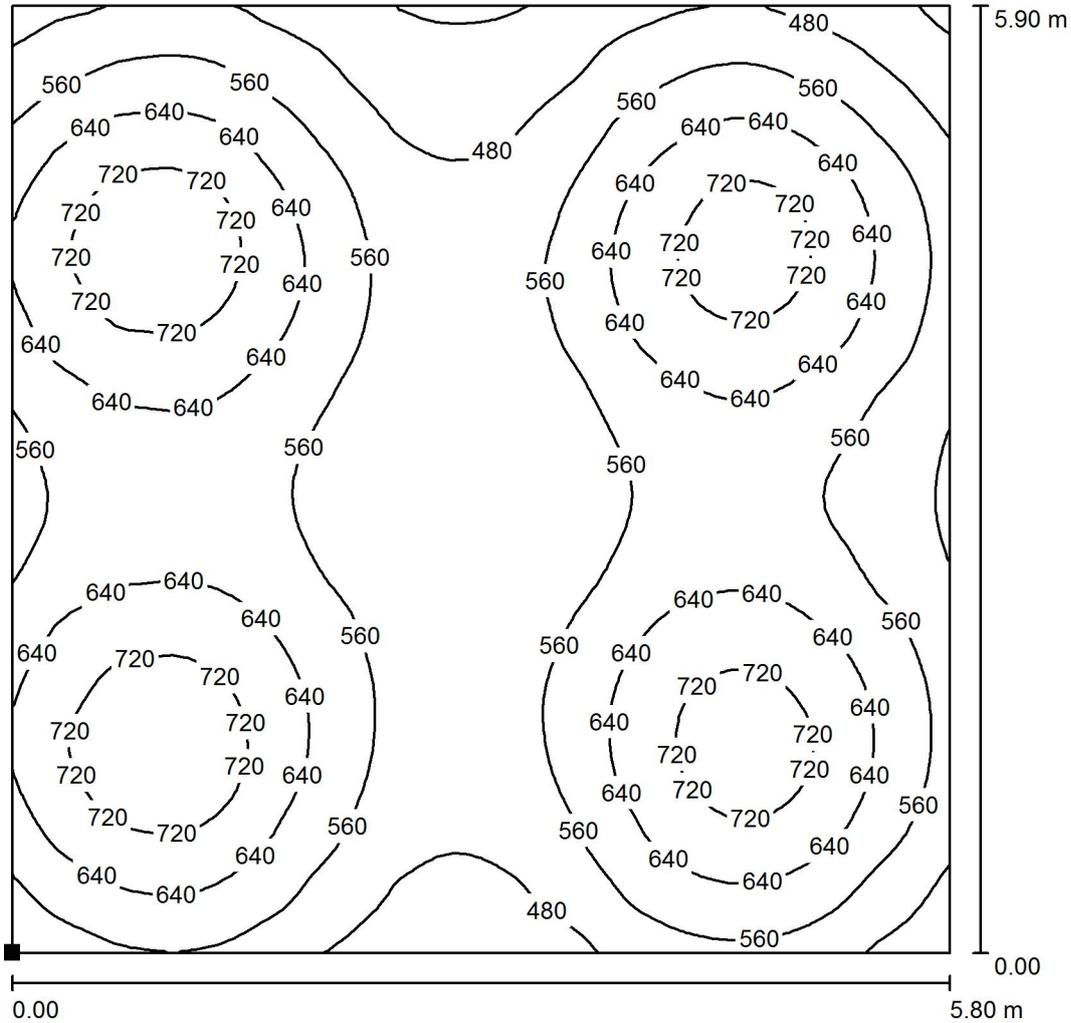
Proyecto elaborado por Dto Proyectos luminotécnicos - LUCSTRON S.A.
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Escena de luz 1 / Rendering (procesado) de colores falsos



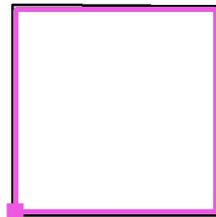
5 68.13 131.25 194.38 257.50 320.63 383.75 530 550 lx

Local 1 / Escena de luz 1 / Superficie de cálculo 1 / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 47

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(0.100 m, 0.200 m, 0.850 m)



Trama: 64 x 64 Puntos

E_m [lx]
592

E_{min} [lx]
383

E_{max} [lx]
782

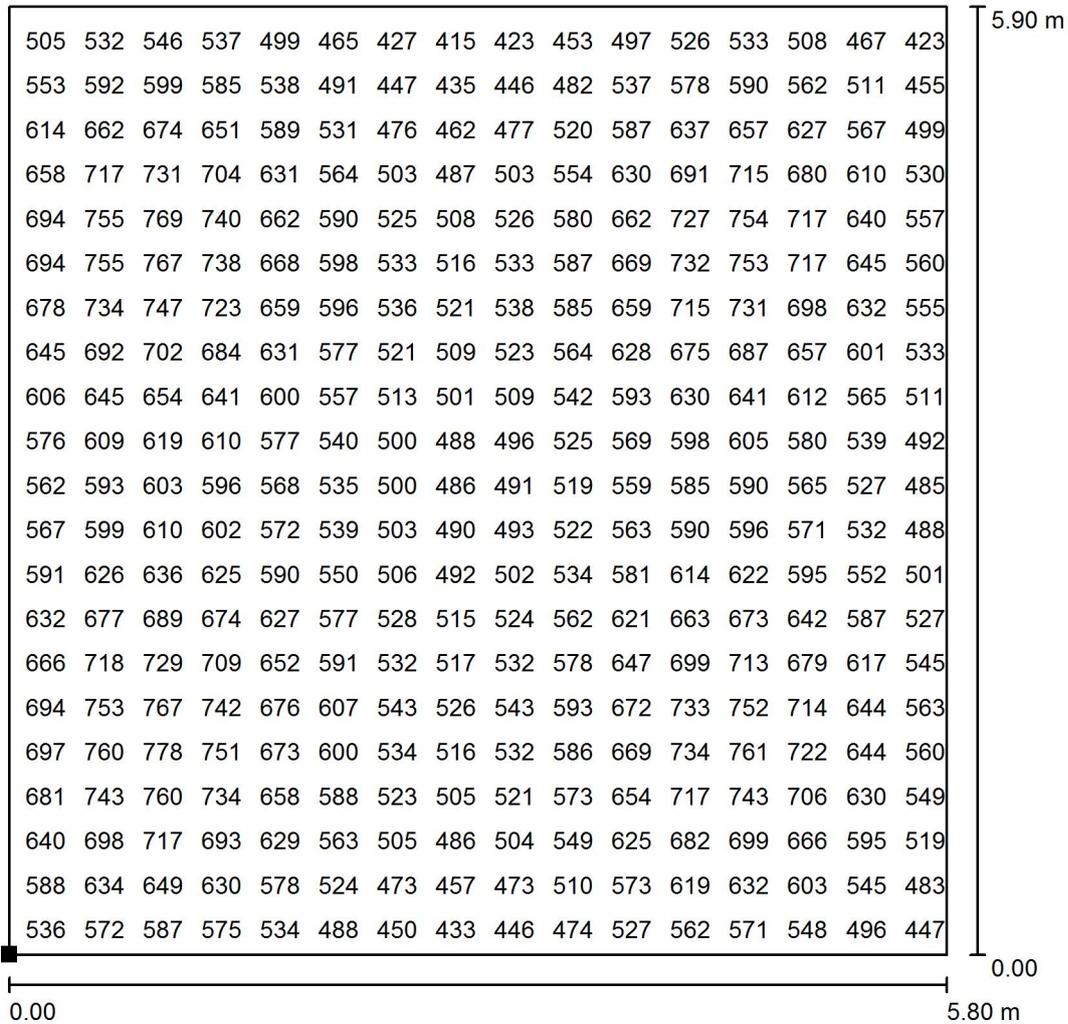
E_{min} / E_m
0.648

E_{min} / E_{max}
0.490

LUCTRON S.A.

Proyecto elaborado por Dto Proyectos luminotécnicos - LUCTRON S.A.
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

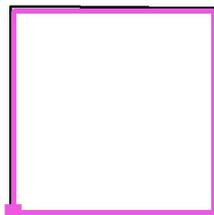
Local 1 / Escena de luz 1 / Superficie de cálculo 1 / Gráfico de valores (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 47

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado:
 (0.100 m, 0.200 m, 0.850 m)



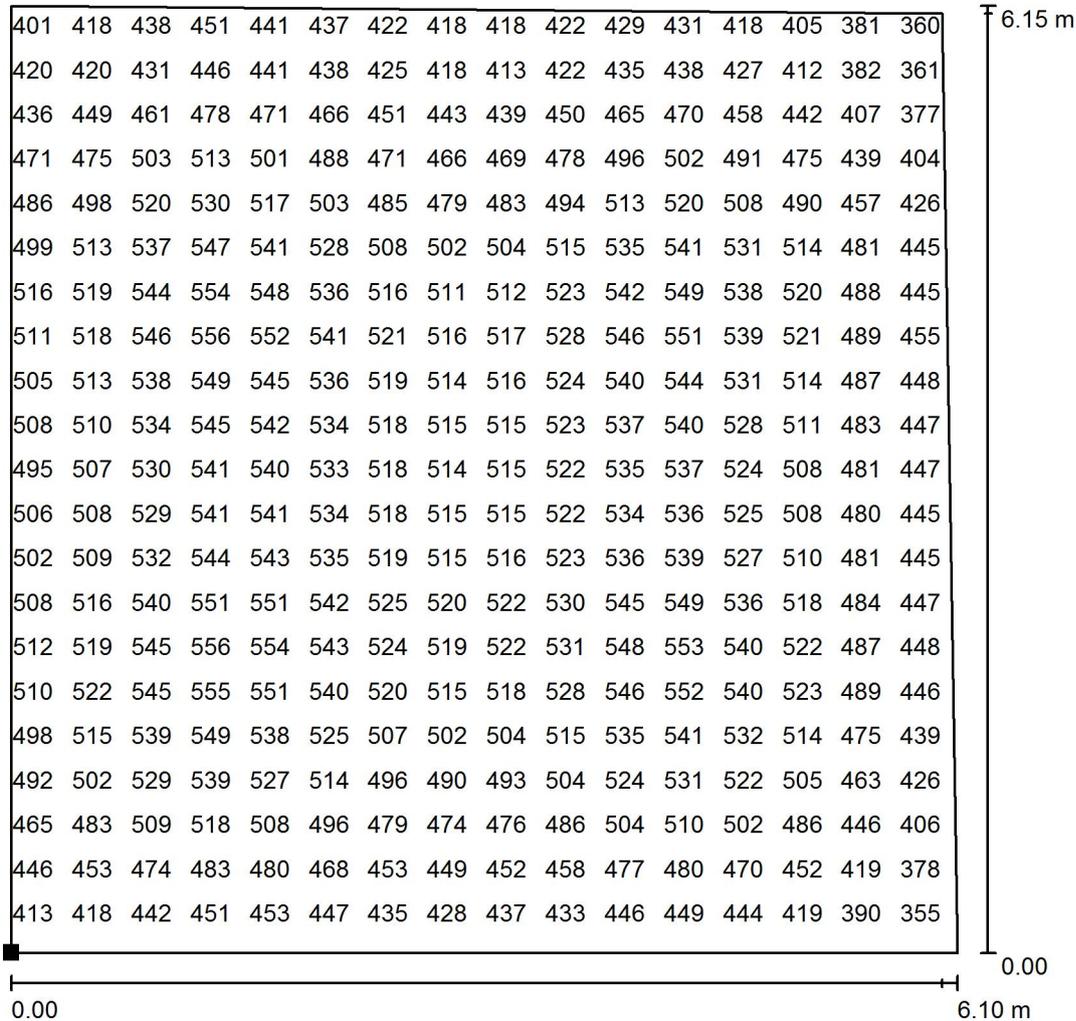
Trama: 64 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
592	383	782	0.648	0.490

LUCTRON S.A.

Proyecto elaborado por Dto Proyectos luminotécnicos - LUCTRON S.A.
Teléfono
Fax
e-Mail

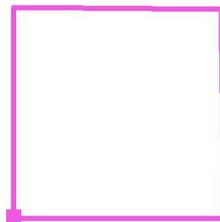
Local 1 / Escena de luz 1 / Suelo / Gráfico de valores (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 49

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(0.000 m, 0.100 m, 0.000 m)



Trama: 64 x 64 Puntos

E_m [lx]
493

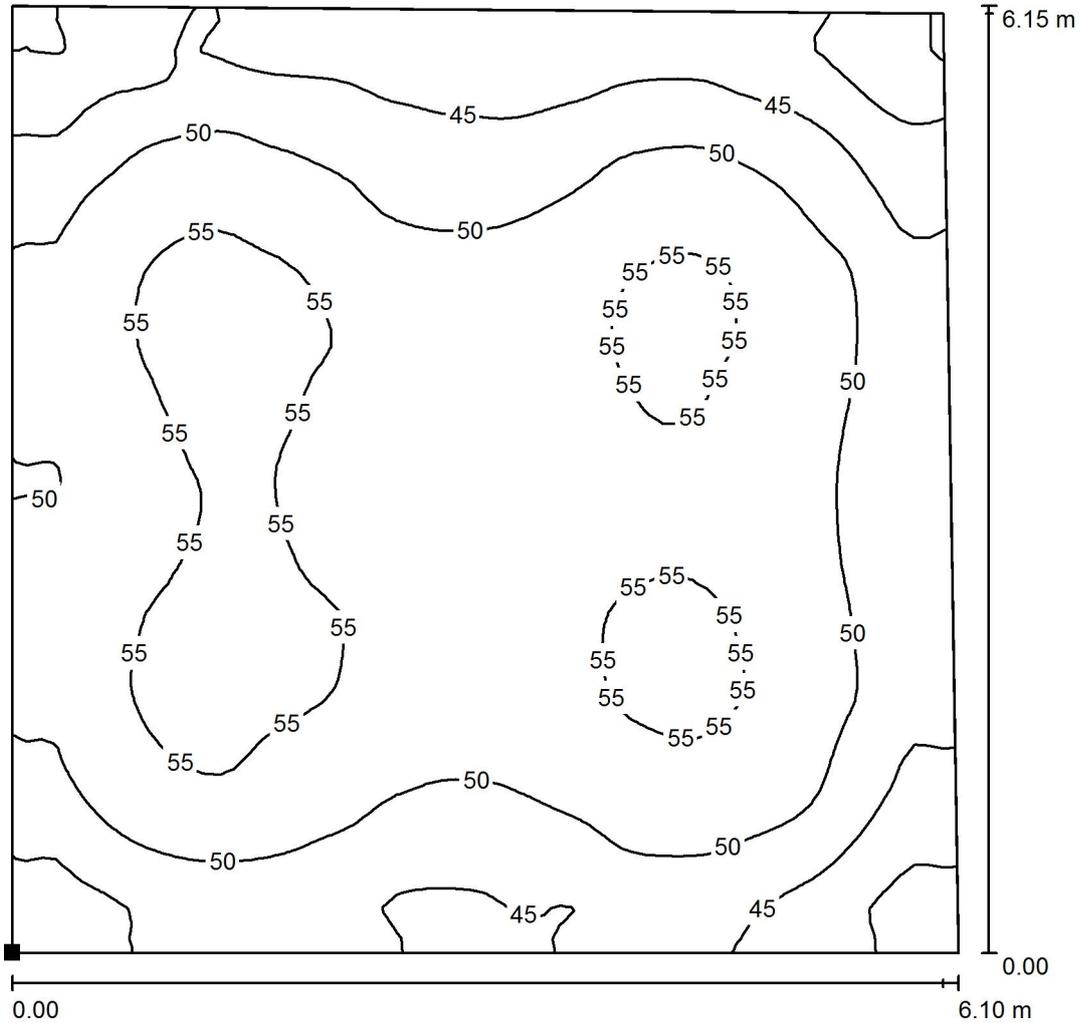
E_{min} [lx]
338

E_{max} [lx]
558

E_{min} / E_m
0.685

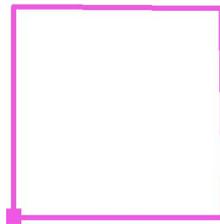
E_{min} / E_{max}
0.606

Local 1 / Escena de luz 1 / Suelo / Isolíneas (L)



Valores en Candela/m², Escala 1 : 49

Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado:
 (0.000 m, 0.100 m, 0.000 m)



Trama: 64 x 64 Puntos

L_m [cd/m²]
 50

L_{min} [cd/m²]
 34

L_{max} [cd/m²]
 57

Comedor

LUCTRON S.A.

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Dto Proyectos luminotécnicos - LUCTRON
S.A.

Índice

Proyecto 1	
Portada del proyecto	1
Índice	2
Lista de luminarias	3
LUCTRON LOEN-34-OB-M2	
Hoja de datos de luminarias	4
Local 1	
Lista de luminarias	5
Luminarias (ubicación)	6
Luminarias (lista de coordenadas)	7
Escenas de luz	
Escena de luz 1	
Resumen	8
Resultados luminotécnicos	9
Rendering (procesado) de colores falsos	10
Superficies del local	
Plano útil	
Isolíneas (E)	11
Gráfico de valores (E)	12
Suelo	
Isolíneas (E)	13
Gráfico de valores (E)	14

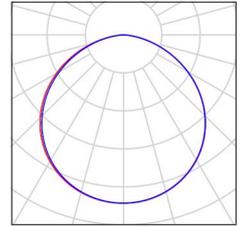
LUCTRON S.A.

Proyecto elaborado Dto Proyectos luminotécnicos - LUCTRON
por S.A.
Teléfono
Fax
e-Mail

Proyecto 1 / Lista de luminarias

8 Pieza LUCTRON LOEN-34-OB-M2
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 5836 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5760 lm
Potencia de las luminarias: 34.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 48 80 96 100 101
Lámpara: 1 x LED SAMSUNG LM561B+ (Factor de corrección 1.000).

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



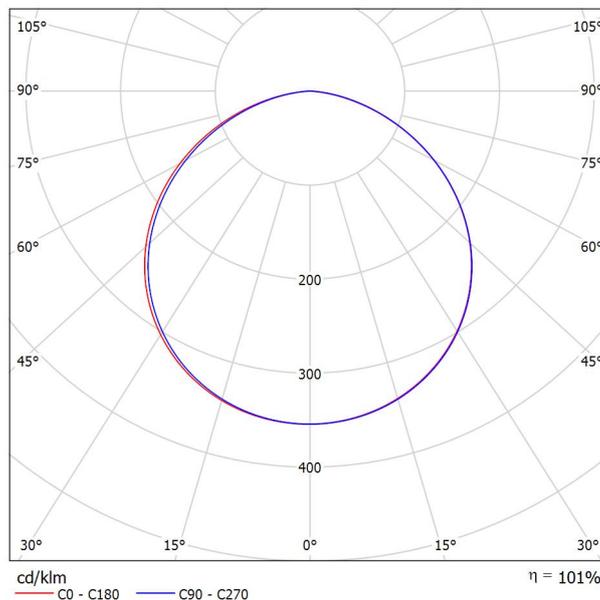
LUSTRON S.A.

Proyecto elaborado por Dto Proyectos luminotécnicos - LUCSTRON S.A.
Teléfono
Fax
e-Mail

LUSTRON LOEN-34-OB-M2 / Hoja de datos de luminarias

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 48 80 96 100 101

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

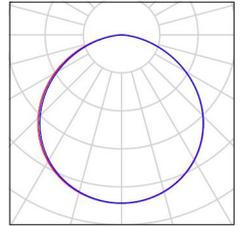
LUCTRON S.A.

Proyecto elaborado Dto Proyectos luminotécnicos - LUCTRON
por S.A.
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Lista de luminarias

8 Pieza LUCTRON LOEN-34-OB-M2
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 5836 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5760 lm
Potencia de las luminarias: 34.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 48 80 96 100 101
Lámpara: 1 x LED SAMSUNG LM561B+ (Factor de corrección 1.000).

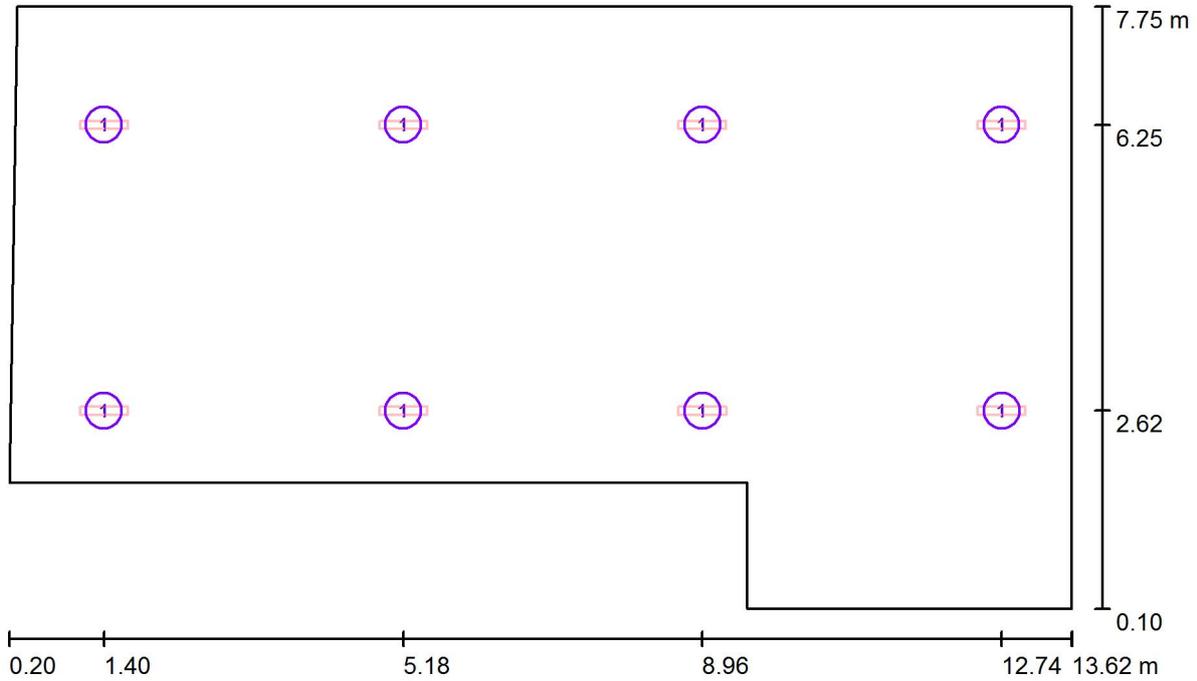
Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



LUSTRON S.A.

Proyecto elaborado por Dto Proyectos luminotécnicos - LUCSTRON S.A.
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Local 1 / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 96

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	8	LUCSTRON LOEN-34-OB-M2

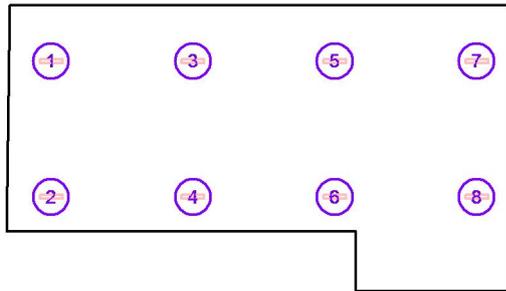
LUSTRON S.A.

Proyecto elaborado por Dto Proyectos luminotécnicos - LUCSTRON S.A.
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Local 1 / Luminarias (lista de coordenadas)

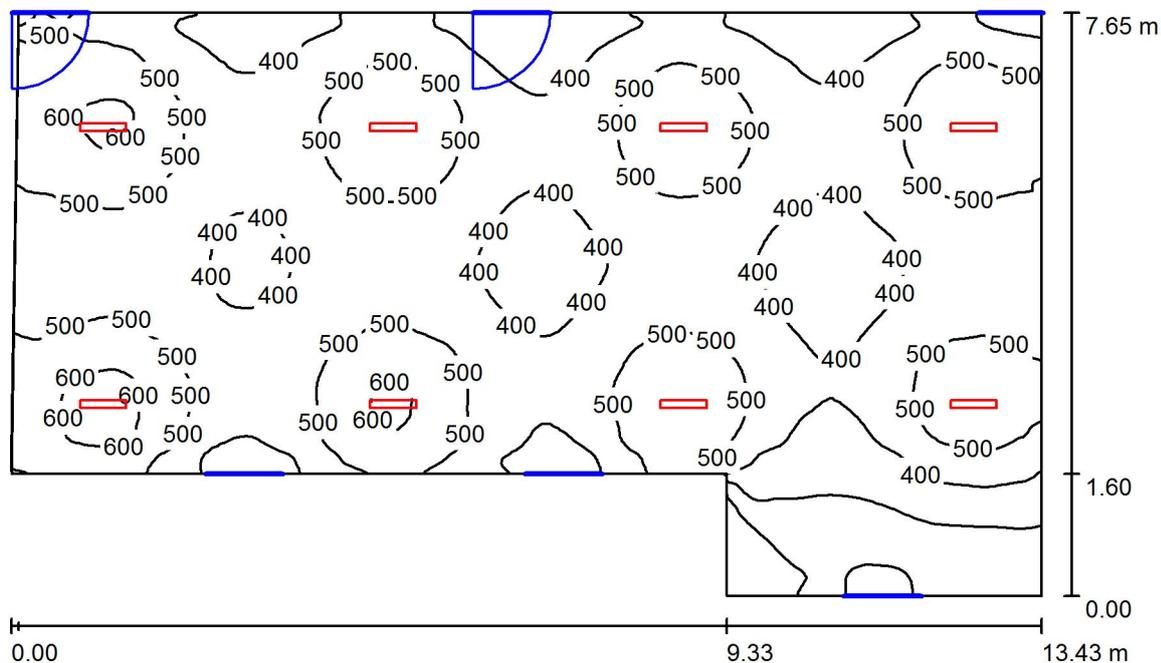
LUSTRON LOEN-34-OB-M2

5836 lm, 34.0 W, 1 x 1 x LED SAMSUNG LM561B+ (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.399	6.249	3.000	0.0	0.0	-89.9
2	1.399	2.617	3.000	0.0	0.0	-89.9
3	5.179	6.249	3.000	0.0	0.0	-89.9
4	5.180	2.617	3.000	0.0	0.0	-89.9
5	8.960	6.249	3.000	0.0	0.0	-89.9
6	8.960	2.617	3.000	0.0	0.0	-89.9
7	12.740	6.249	3.000	0.0	0.0	-89.9
8	12.740	2.617	3.000	0.0	0.0	-89.9

Local 1 / Escena de luz 1 / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:99

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	449	157	634	0.349
Suelo	32	413	176	529	0.425
Techo	70	182	115	312	0.634
Paredes (6)	80	302	122	813	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	LUSTRON LOEN-34-OB-M2 (1.000)	5836	5760	34.0
			Total: 46685	Total: 46080	272.0

Valor de eficiencia energética: 3.11 W/m² = 0.69 W/m²/100 lx (Base: 87.48 m²)

LUCTRON S.A.

Proyecto elaborado por Dto Proyectos luminotécnicos - LUCTRON S.A.
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Escena de luz 1 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 46685 lm
Potencia total: 272.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	279	170	449	/	/
Suelo	235	178	413	32	42
Techo	0.00	182	182	70	41
Pared 1	170	176	346	80	88
Pared 2	23	135	159	80	40
Pared 3	53	139	192	80	49
Pared 4	153	150	303	80	77
Pared 5	126	173	298	80	76
Pared 6	151	204	355	80	90

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_{\max} : 0.349 (1:3)

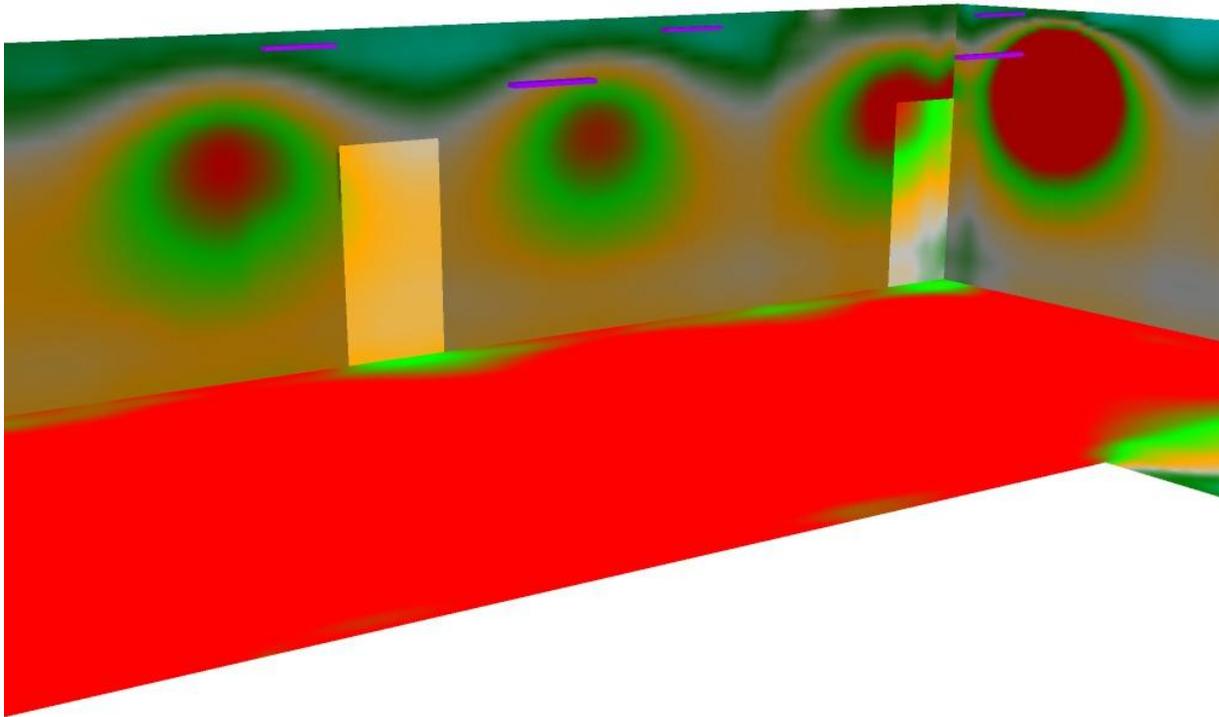
E_{\min} / E_{\max} : 0.247 (1:4)

Valor de eficiencia energética: $3.11 \text{ W/m}^2 = 0.69 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 87.48 m^2)

LUSTRON S.A.

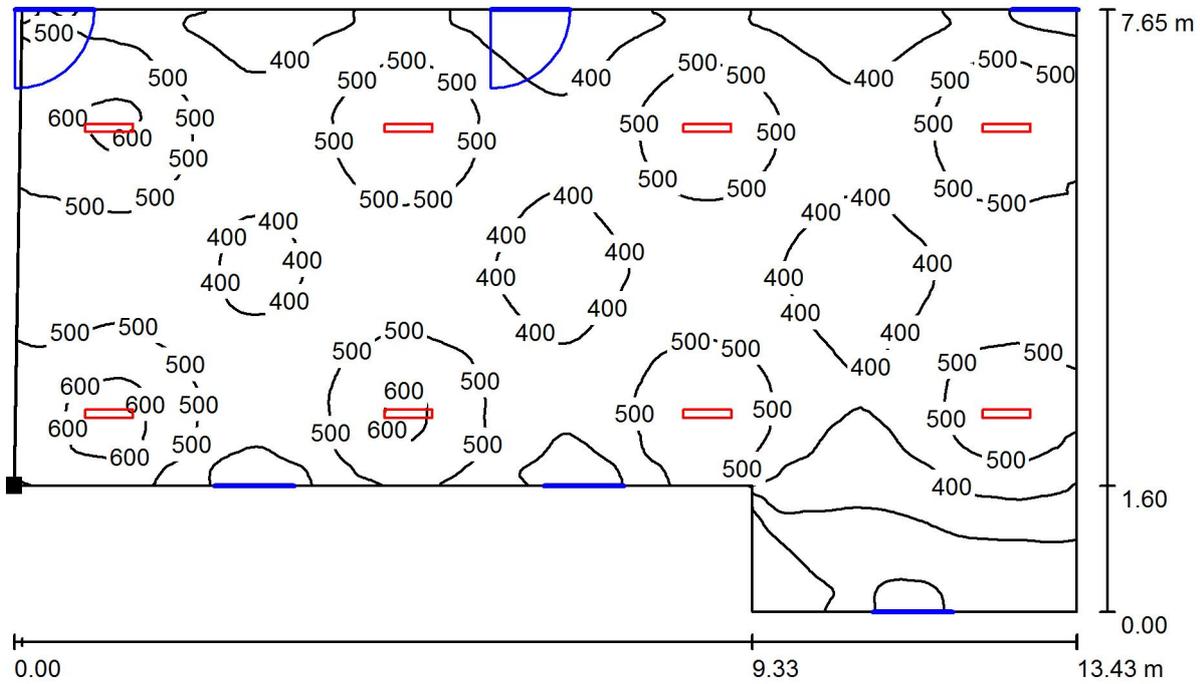
Proyecto elaborado por Dto Proyectos luminotécnicos - LUCSTRON S.A.
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Escena de luz 1 / Rendering (procesado) de colores falsos



5 54.38 103.75 153.13 202.50 251.88 301.25 350.63 400 lx

Local 1 / Escena de luz 1 / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 96

Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado:
 (0.200 m, 1.700 m, 0.850 m)



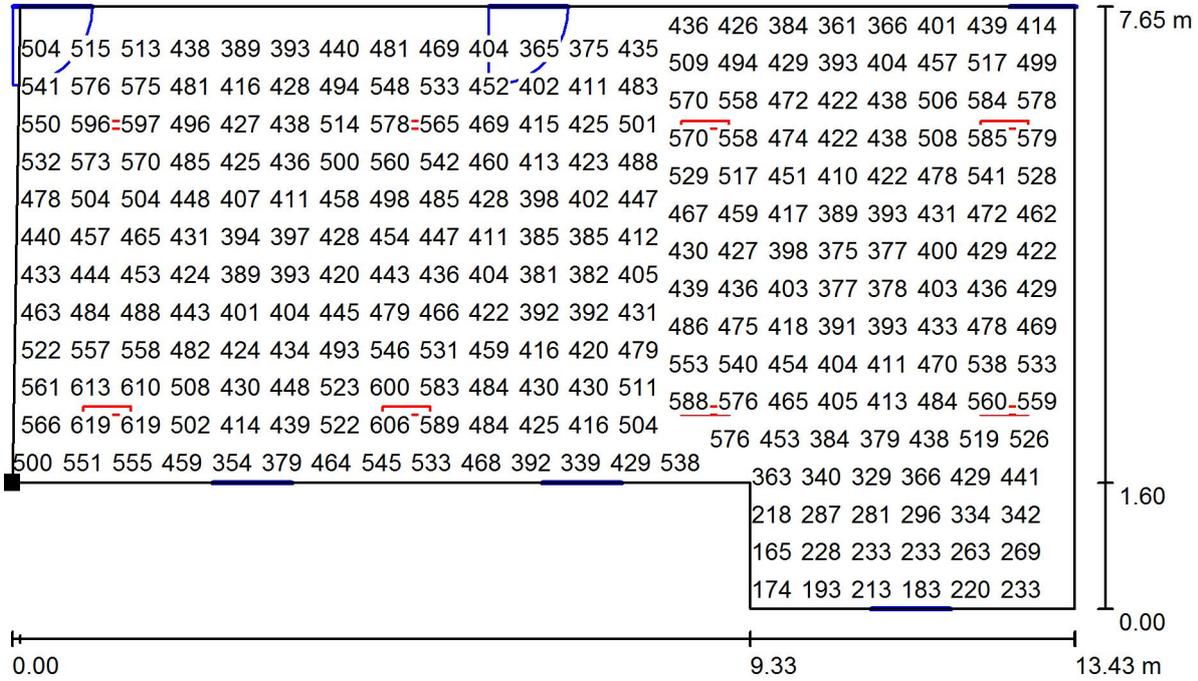
Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
449	157	634	0.349	0.247

LUSTRON S.A.

Proyecto elaborado por Dto Proyectos luminotécnicos - LUCSTRON S.A.
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Local 1 / Escena de luz 1 / Plano útil / Gráfico de valores (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 96

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado:
 (0.200 m, 1.700 m, 0.850 m)



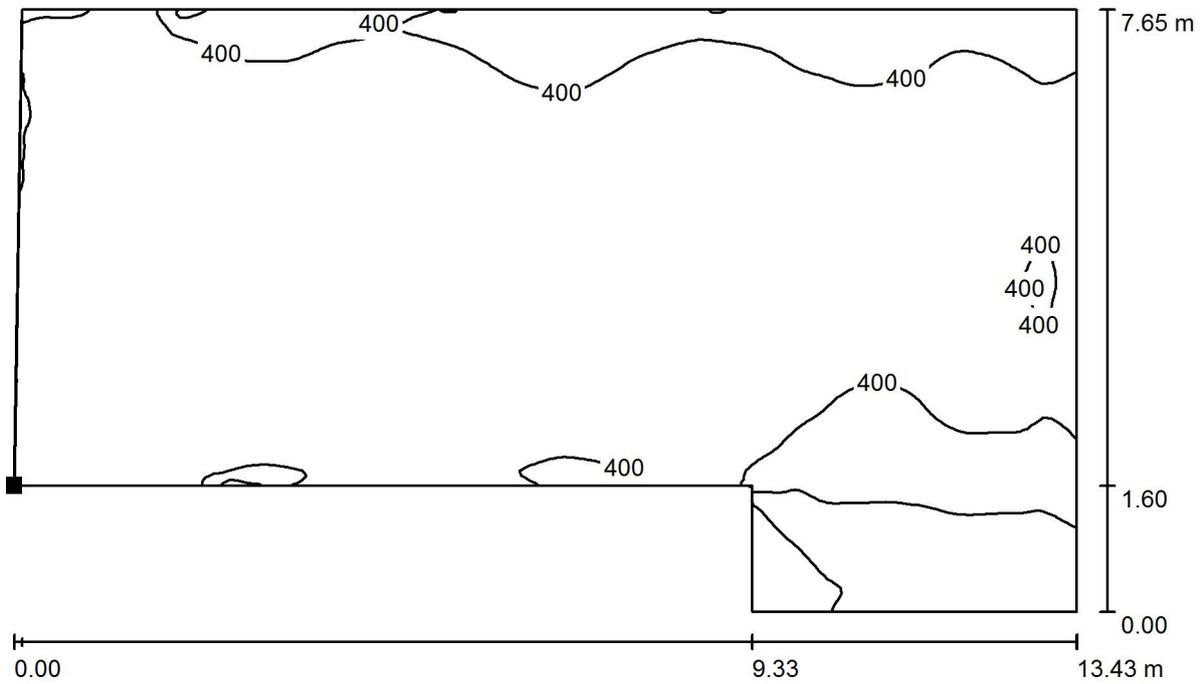
Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
449	157	634	0.349	0.247

LUSTRON S.A.

Proyecto elaborado por Dto Proyectos luminotécnicos - LUCSTRON S.A.
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Local 1 / Escena de luz 1 / Suelo / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 96

Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado:
 (0.200 m, 1.700 m, 0.000 m)



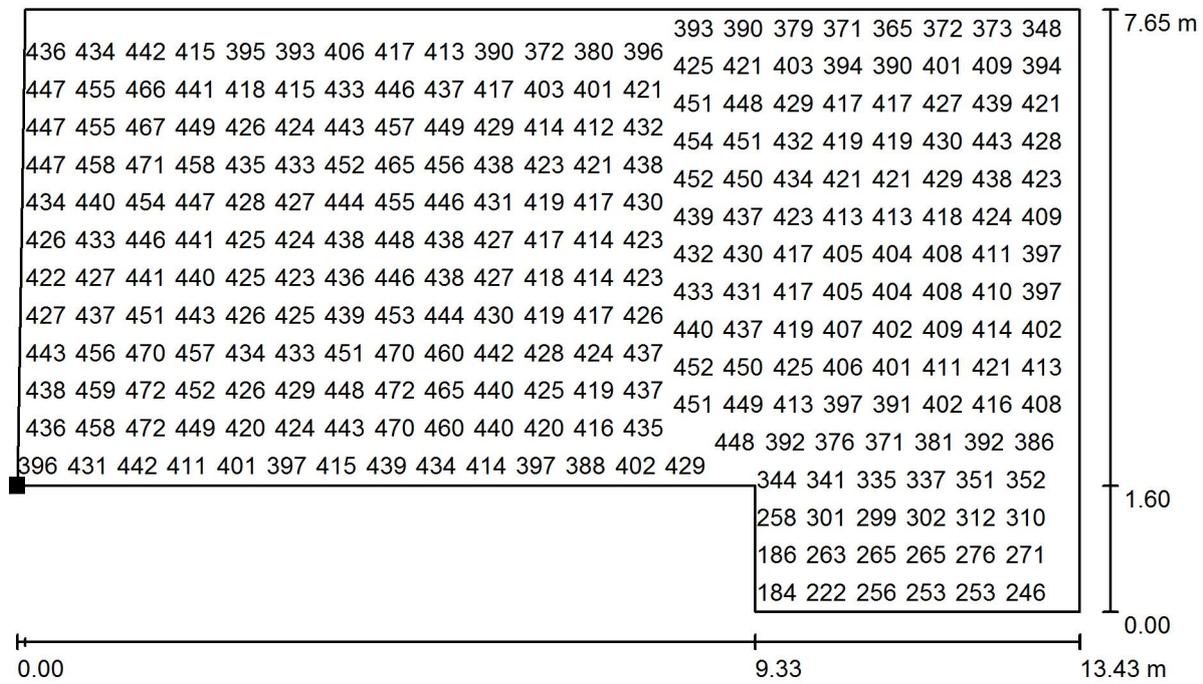
Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
413	176	529	0.425	0.332

LUSTRON S.A.

Proyecto elaborado por Dto Proyectos luminotécnicos - LUCSTRON S.A.
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Local 1 / Escena de luz 1 / Suelo / Gráfico de valores (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 96

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado:
 (0.200 m, 1.700 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
413	176	529	0.425	0.332

Sanitarios

LUCTRON S.A.

Proyecto elaborado por
Dto Proyectos luminotécnicos - LUCTRON S.A.
Teléfono
Fax
e-Mail

Índice

Proyecto 1	
Portada del proyecto	1
Índice	2
Lista de luminarias	3
LUCTRON LOEN-34-OB-M2	
Hoja de datos de luminarias	4
Local 1	
Lista de luminarias	5
Luminarias (ubicación)	6
Luminarias (lista de coordenadas)	7
Escenas de luz	
Escena de luz 1	
Resumen	8
Resultados luminotécnicos	9
Rendering (procesado) de colores falsos	10
Superficies del local	
Plano útil	
Isolíneas (E)	11
Gráfico de valores (E)	12
Suelo	
Isolíneas (E)	13
Gráfico de valores (E)	14

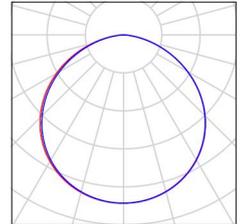
LUCTRON S.A.

Proyecto elaborado Dto Proyectos luminotécnicos - LUCTRON
por S.A.
Teléfono
Fax
e-Mail

Proyecto 1 / Lista de luminarias

2 Pieza LUCTRON LOEN-34-OB-M2
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 5836 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5760 lm
Potencia de las luminarias: 34.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 48 80 96 100 101
Lámpara: 1 x LED SAMSUNG LM561B+ (Factor de corrección 1.000).

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



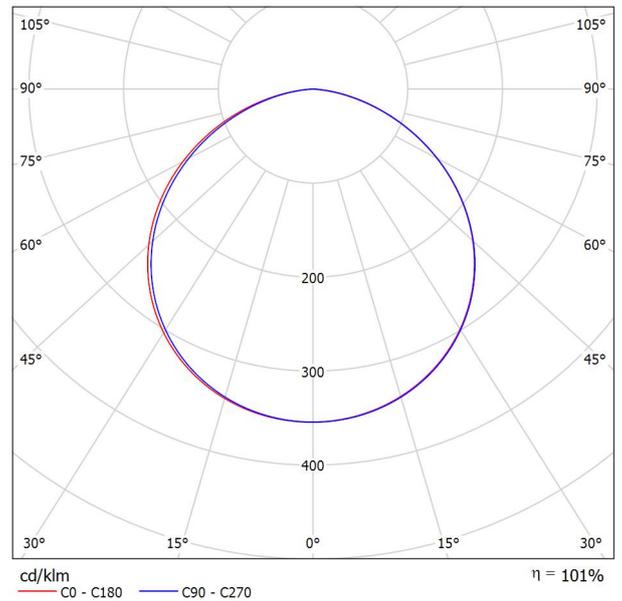
LUSTRON S.A.

Proyecto elaborado por Dto Proyectos luminotécnicos - LUCSTRON S.A.
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

LUSTRON LOEN-34-OB-M2 / Hoja de datos de luminarias

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 48 80 96 100 101

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

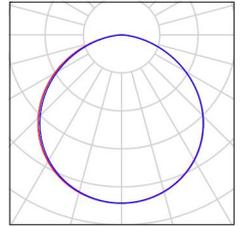
LUCTRON S.A.

Proyecto elaborado Dto Proyectos luminotécnicos - LUCTRON
por S.A.
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Lista de luminarias

2 Pieza LUCTRON LOEN-34-OB-M2
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 5836 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5760 lm
Potencia de las luminarias: 34.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 48 80 96 100 101
Lámpara: 1 x LED SAMSUNG LM561B+ (Factor de corrección 1.000).

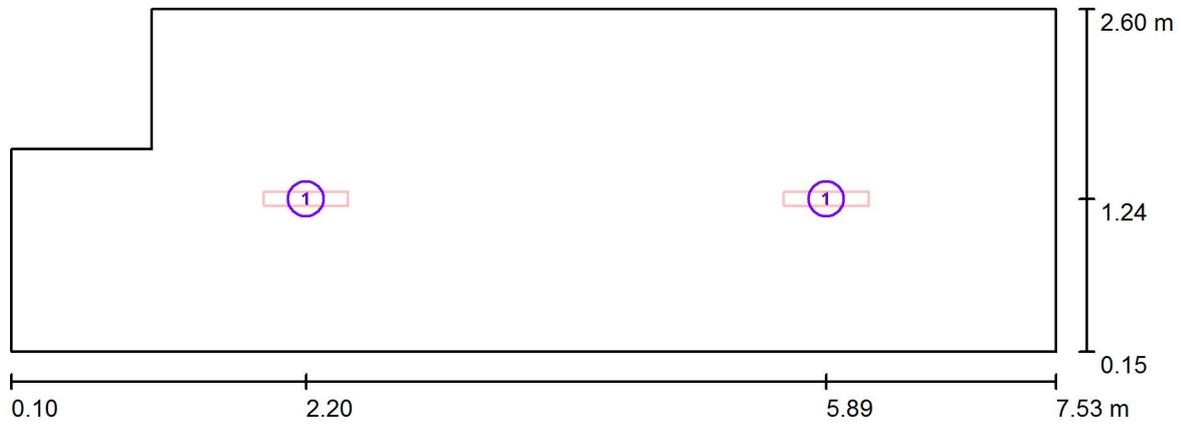
Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



LUSTRON S.A.

Proyecto elaborado por Dto Proyectos luminotécnicos - LUCSTRON S.A.
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 54

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	2	LUCSTRON LOEN-34-OB-M2

LUSTRON S.A.

Proyecto elaborado por Dto Proyectos luminotécnicos - LUCSTRON S.A.
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Local 1 / Luminarias (lista de coordenadas)

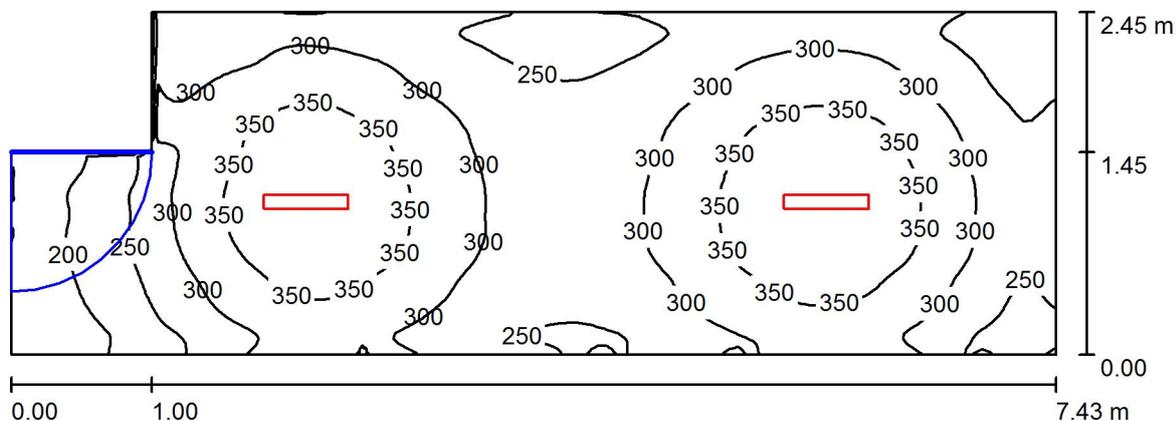
LUSTRON LOEN-34-OB-M2

5836 lm, 34.0 W, 1 x 1 x LED SAMSUNG LM561B+ (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	5.894	1.242	3.000	0.0	0.0	89.7
2	2.196	1.242	3.000	0.0	0.0	89.7

Local 1 / Escena de luz 1 / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:54

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	298	161	396	0.540
Suelo	20	239	153	277	0.638
Techo	70	116	75	153	0.650
Paredes (6)	76	182	79	394	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	LUSTRON LOEN-34-OB-M2 (1.000)	5836	5760	34.0
Total:			11671	Total: 11520	68.0

Valor de eficiencia energética: $3.96 \text{ W/m}^2 = 1.33 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 17.19 m^2)

LUCTRON S.A.

Proyecto elaborado por Dto Proyectos luminotécnicos - LUCTRON S.A.
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Escena de luz 1 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 11671 lm
Potencia total: 68.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	172	126	298	/	/
Suelo	119	120	239	20	15
Techo	0.00	116	116	70	26
Pared 1	86	103	190	76	46
Pared 2	71	111	182	76	44
Pared 3	77	110	187	76	45
Pared 4	87	115	202	76	49
Pared 5	21	103	124	76	30
Pared 6	53	92	145	76	35

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_{\max} : 0.540 (1:2)

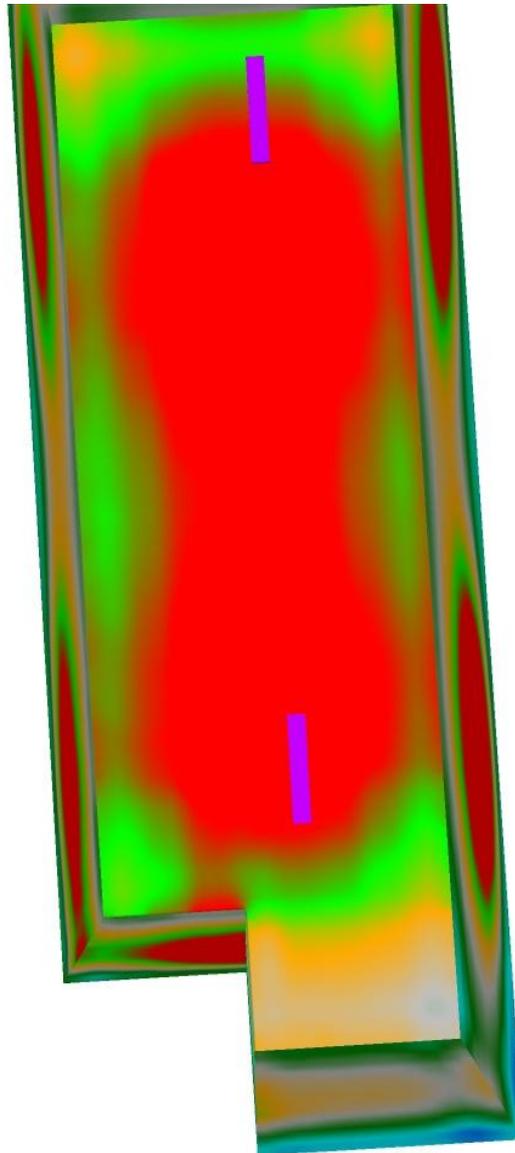
E_{\min} / E_{\max} : 0.407 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $3.96 \text{ W/m}^2 = 1.33 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 17.19 m^2)

LUCTRON S.A.

Proyecto elaborado por Dto Proyectos luminotécnicos - LUCTRON S.A.
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Escena de luz 1 / Rendering (procesado) de colores falsos

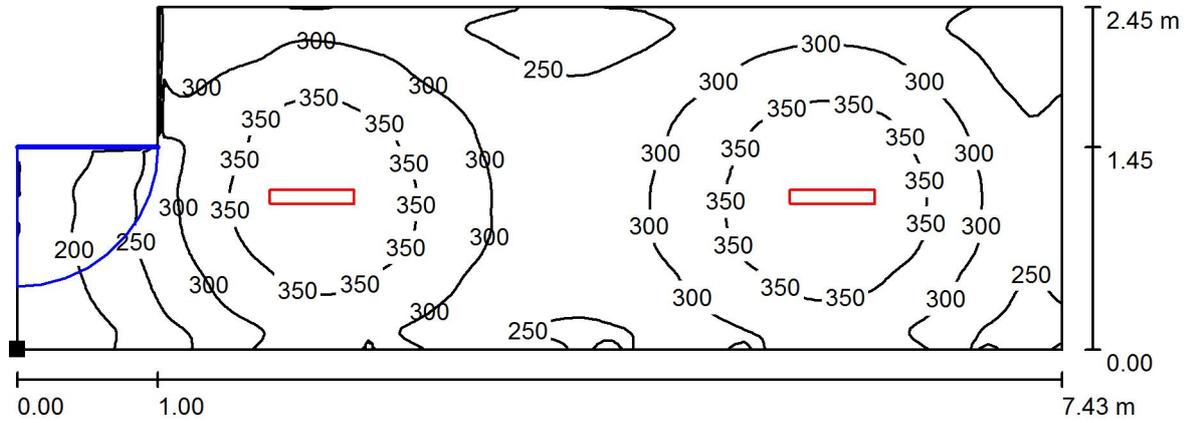


5 35.63 66.25 96.88 127.50 158.13 188.75 219.38 250 lx

LUCTRON S.A.

Proyecto elaborado por Dto Proyectos luminotécnicos - LUCTRON S.A.
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Local 1 / Escena de luz 1 / Plano útil / Isolíneas (E)



Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado:
 (0.100 m, 0.150 m, 0.850 m)

Valores en Lux, Escala 1 : 54



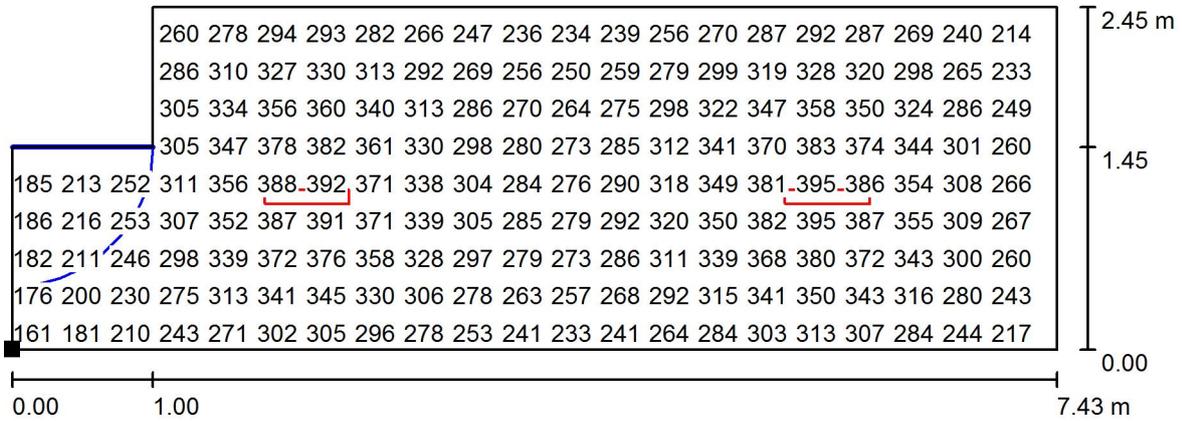
Trama: 128 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
298	161	396	0.540	0.407

LUCTRON S.A.

Proyecto elaborado por Dto Proyectos luminotécnicos - LUCTRON S.A.
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Local 1 / Escena de luz 1 / Plano útil / Gráfico de valores (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 54

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado:
 (0.100 m, 0.150 m, 0.850 m)



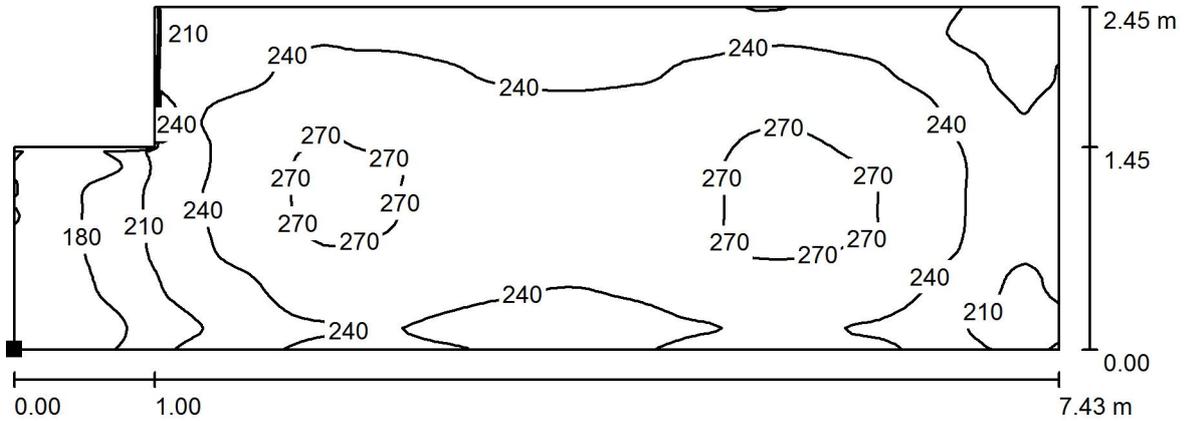
Trama: 128 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
298	161	396	0.540	0.407

LUCTRON S.A.

Proyecto elaborado por Dto Proyectos luminotécnicos - LUCTRON S.A.
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Local 1 / Escena de luz 1 / Suelo / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 54

Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado:
 (0.100 m, 0.150 m, 0.000 m)



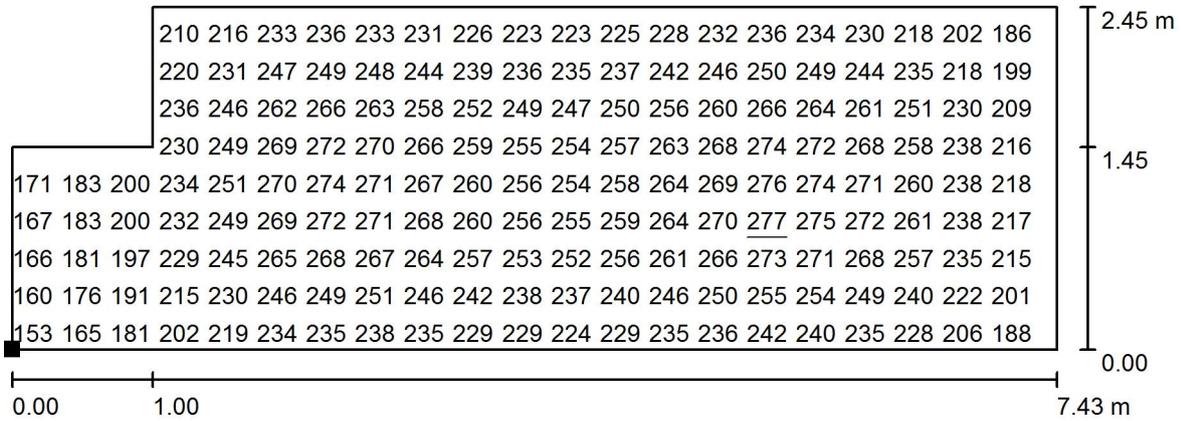
Trama: 128 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
239	153	277	0.638	0.551

LUCTRON S.A.

Proyecto elaborado por Dto Proyectos luminotécnicos - LUCTRON S.A.
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Local 1 / Escena de luz 1 / Suelo / Gráfico de valores (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 54

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado:
 (0.100 m, 0.150 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
239	153	277	0.638	0.551

Gabinete docente

LUCTRON S.A.

Proyecto elaborado por
Dto Proyectos luminotécnicos - LUCTRON S.A.
Teléfono
Fax
e-Mail

Índice

Proyecto 1	
Portada del proyecto	1
Índice	2
Lista de luminarias	3
LUCTRON LOEN-34-OB-M2	
Hoja de datos de luminarias	4
Local 1	
Lista de luminarias	5
Luminarias (ubicación)	6
Luminarias (lista de coordenadas)	7
Escenas de luz	
Escena de luz 1	
Resumen	8
Resultados luminotécnicos	9
Rendering (procesado) de colores falsos	10
Superficies del local	
Plano útil	
Isolíneas (E)	11
Gráfico de valores (E)	12
Suelo	
Isolíneas (E)	13
Gráfico de valores (E)	14

LUCTRON S.A.

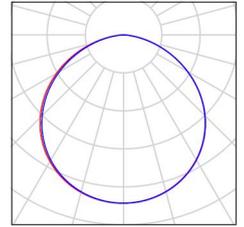
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Dto Proyectos luminotécnicos - LUCTRON S.A.

Proyecto 1 / Lista de luminarias

4 Pieza LUCTRON LOEN-34-OB-M2
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 5836 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5760 lm
Potencia de las luminarias: 34.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 48 80 96 100 101
Lámpara: 1 x LED SAMSUNG LM561B+ (Factor de corrección 1.000).

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



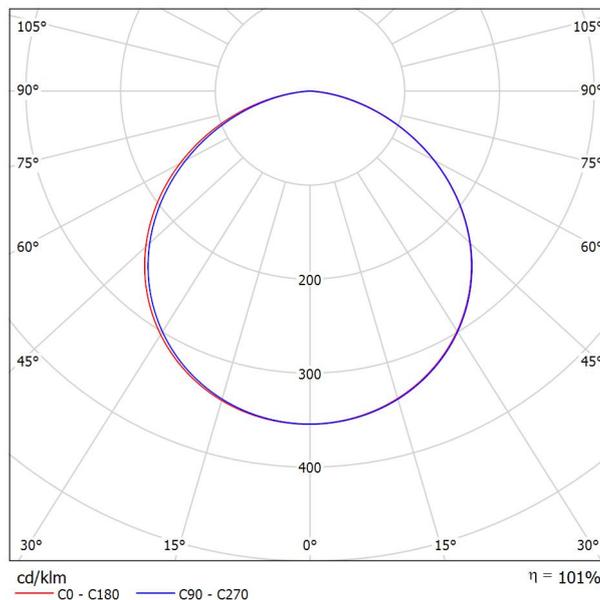
LUSTRON S.A.

Proyecto elaborado por Dto Proyectos luminotécnicos - LUCSTRON S.A.
Teléfono
Fax
e-Mail

LUSTRON LOEN-34-OB-M2 / Hoja de datos de luminarias

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 48 80 96 100 101

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

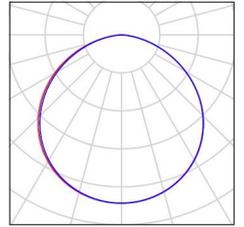
LUCTRON S.A.

Proyecto elaborado Dto Proyectos luminotécnicos - LUCTRON
por S.A.
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Lista de luminarias

4 Pieza LUCTRON LOEN-34-OB-M2
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 5836 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5760 lm
Potencia de las luminarias: 34.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 48 80 96 100 101
Lámpara: 1 x LED SAMSUNG LM561B+ (Factor
de corrección 1.000).

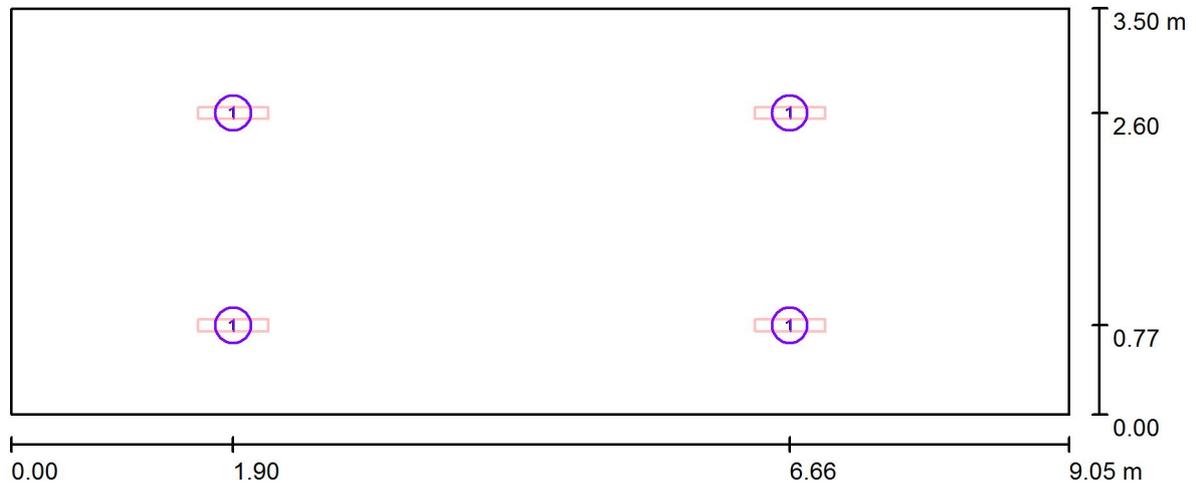
Dispone de una imagen
de la luminaria en
nuestro catálogo de
luminarias.



LUSTRON S.A.

Proyecto elaborado por Dto Proyectos luminotécnicos - LUCSTRON S.A.
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 65

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	4	LUSTRON LOEN-34-OB-M2

LUSTRON S.A.

Proyecto elaborado por Dto Proyectos luminotécnicos - LUCSTRON S.A.
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Local 1 / Luminarias (lista de coordenadas)

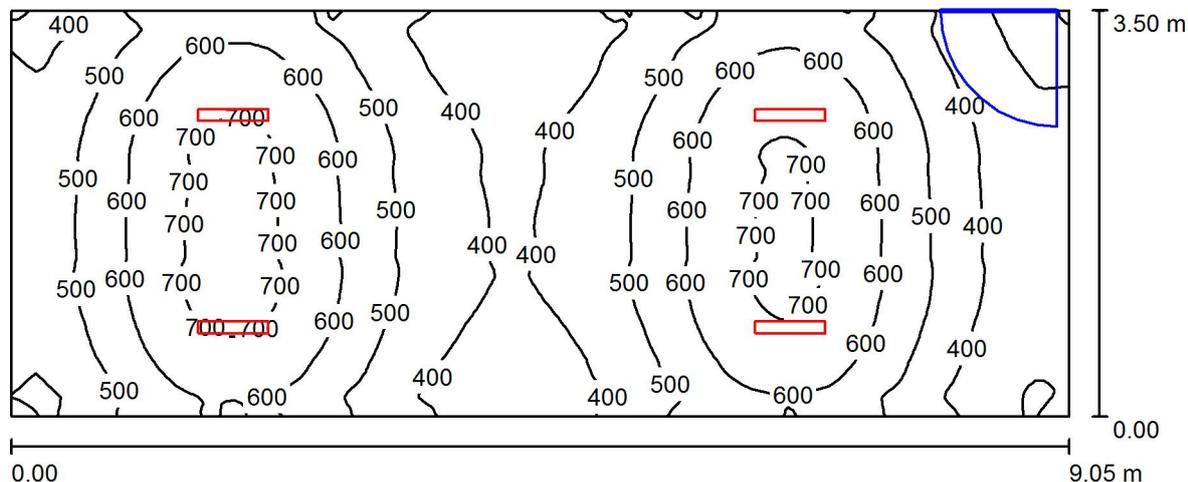
LUSTRON LOEN-34-OB-M2

5836 lm, 34.0 W, 1 x 1 x LED SAMSUNG LM561B+ (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.900	2.600	3.000	0.0	0.0	89.9
2	6.664	2.600	3.000	0.0	0.0	89.9
3	1.900	0.769	3.000	0.0	0.0	89.9
4	6.664	0.769	3.000	0.0	0.0	89.9

Local 1 / Escena de luz 1 / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:65

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	514	258	738	0.502
Suelo	20	439	277	540	0.631
Techo	70	184	125	258	0.680
Paredes (4)	76	313	138	980	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	LUCTRON LOEN-34-OB-M2 (1.000)	5836	5760	34.0
			Total: 23343	Total: 23040	136.0

Valor de eficiencia energética: 4.29 W/m² = 0.83 W/m²/100 lx (Base: 31.68 m²)

LUCTRON S.A.

Proyecto elaborado por Dto Proyectos luminotécnicos - LUCTRON S.A.
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Escena de luz 1 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 23343 lm
Potencia total: 136.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	321	194	514	/	/
Suelo	244	194	439	20	28
Techo	0.00	184	184	70	41
Pared 1	167	164	331	76	80
Pared 2	93	157	250	76	61
Pared 3	154	166	320	76	77
Pared 4	128	180	308	76	75

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_{\max} : 0.502 (1:2)

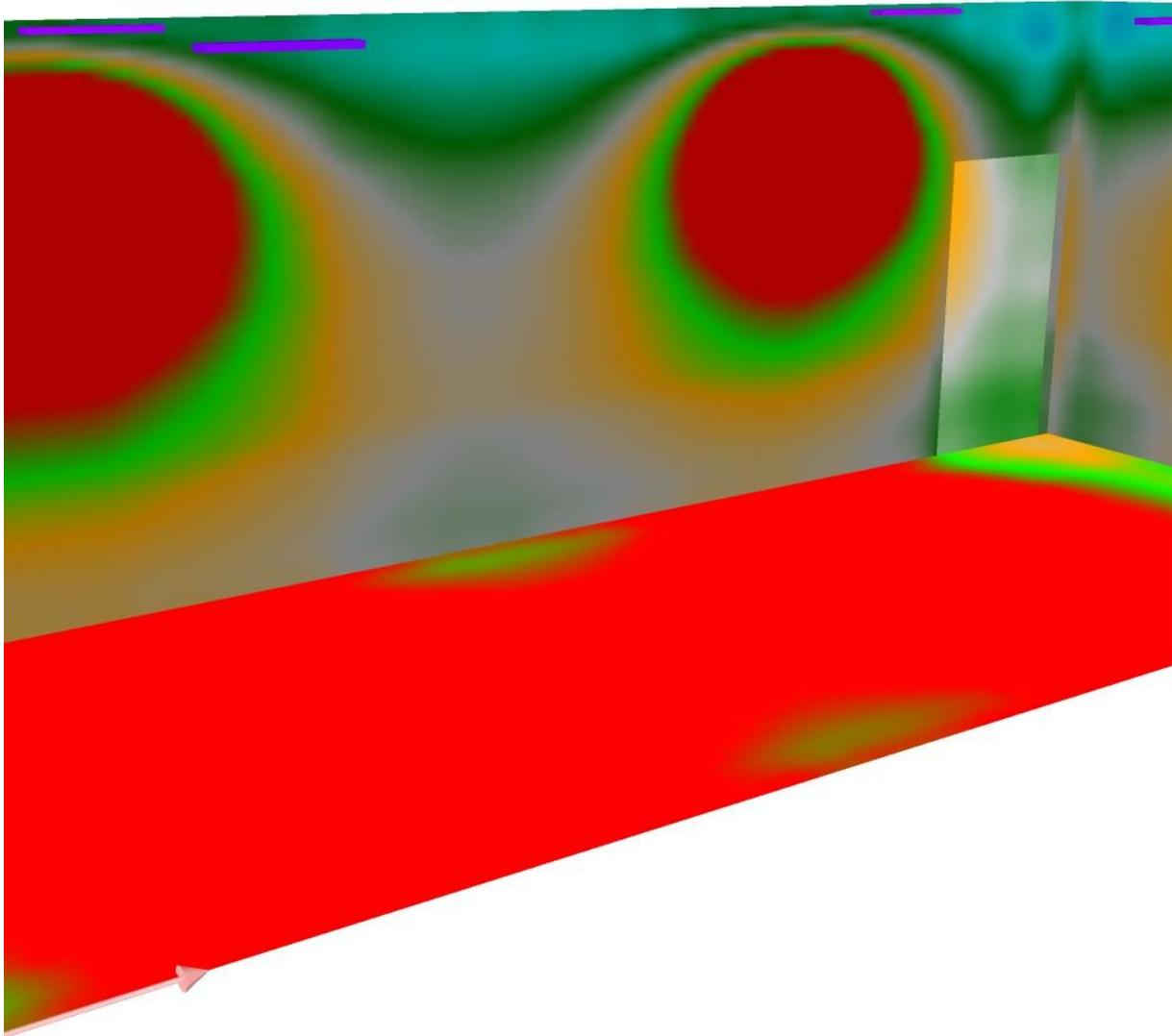
E_{\min} / E_{\max} : 0.350 (1:3)

Valor de eficiencia energética: 4.29 W/m² = 0.83 W/m²/100 lx (Base: 31.68 m²)

LUSTRON S.A.

Proyecto elaborado por Dto Proyectos luminotécnicos - LUCSTRON S.A.
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Escena de luz 1 / Rendering (procesado) de colores falsos

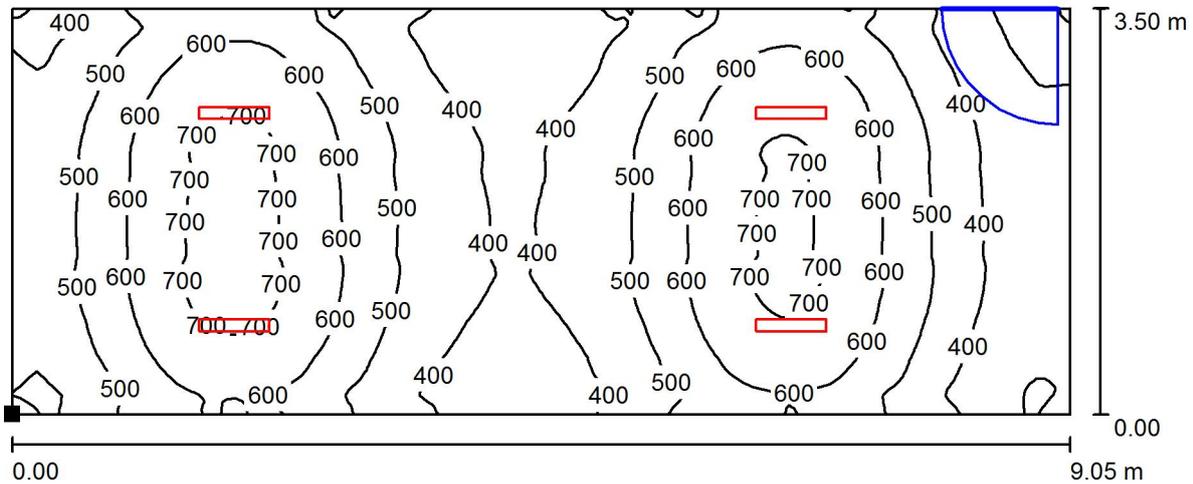


5 54.38 103.75 153.13 202.50 251.88 301.25 350.63 400 lx

LUSTRON S.A.

Proyecto elaborado por Dto Proyectos luminotécnicos - LUCSTRON S.A.
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Local 1 / Escena de luz 1 / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 65

Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado:
 (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)



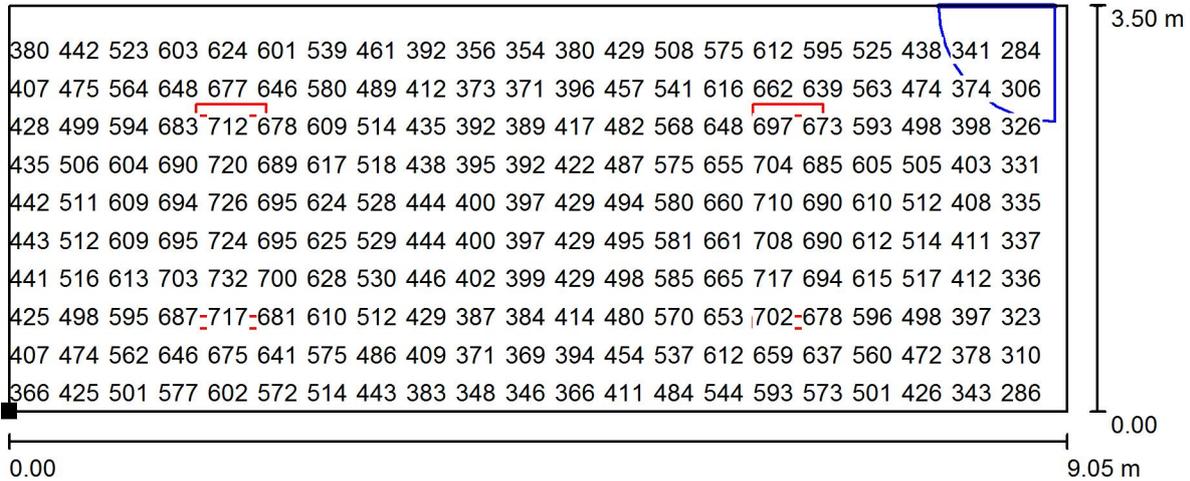
Trama: 128 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
514	258	738	0.502	0.350

LUSTRON S.A.

Proyecto elaborado por Dto Proyectos luminotécnicos - LUCSTRON S.A.
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Local 1 / Escena de luz 1 / Plano útil / Gráfico de valores (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 65

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado:
 (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)



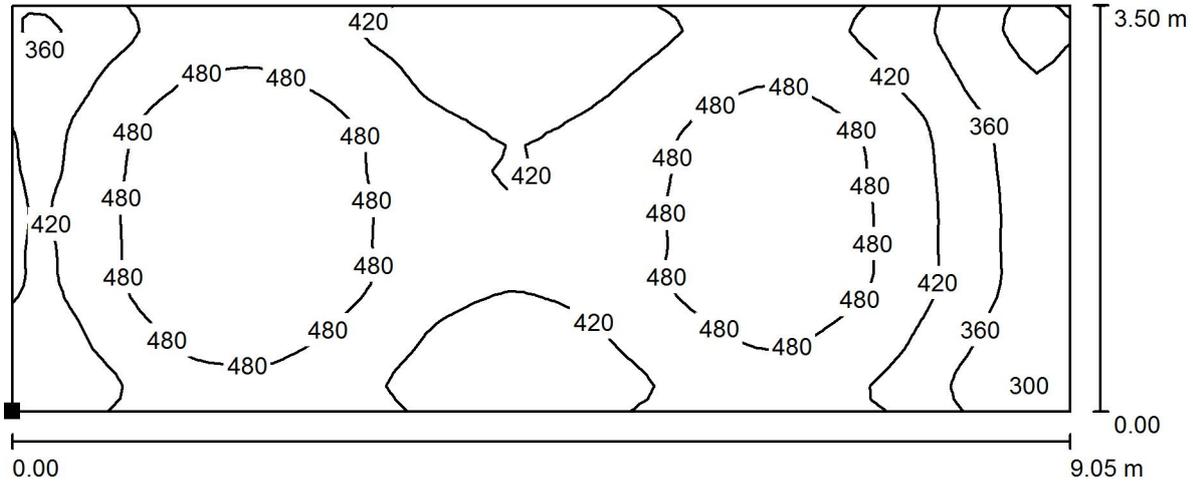
Trama: 128 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
514	258	738	0.502	0.350

LUCTRON S.A.

Proyecto elaborado por Dto Proyectos luminotécnicos - LUCTRON S.A.
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Local 1 / Escena de luz 1 / Suelo / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 65

Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado:
 (0.000 m, 0.000 m, 0.000 m)



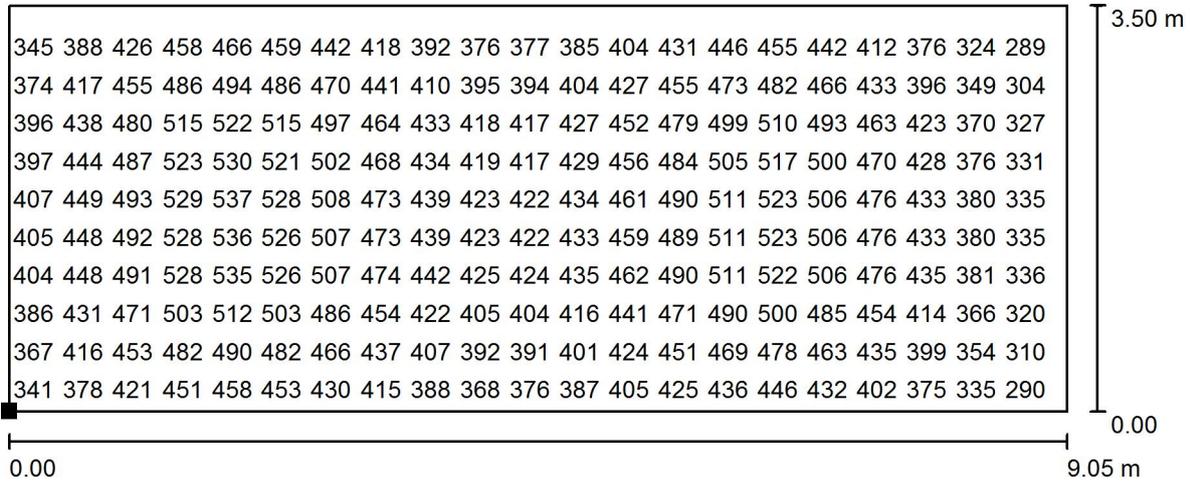
Trama: 64 x 32 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
439	277	540	0.631	0.512

LUSTRON S.A.

Proyecto elaborado por Dto Proyectos luminotécnicos - LUCSTRON S.A.
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Local 1 / Escena de luz 1 / Suelo / Gráfico de valores (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 65

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado:
 (0.000 m, 0.000 m, 0.000 m)



Trama: 64 x 32 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
439	277	540	0.631	0.512

Salón de usos múltiples (SUM)

LUCTRON S.A.

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Dto Proyectos luminotécnicos - LUCTRON S.A.

Índice

Proyecto 1	
Portada del proyecto	1
Índice	2
Lista de luminarias	3
LUCTRON LOEN-68-OB-M2	
Hoja de datos de luminarias	4
Local 1	
Lista de luminarias	5
Luminarias (ubicación)	6
Luminarias (lista de coordenadas)	7
Escenas de luz	
Escena de luz 1	
Resumen	8
Resultados luminotécnicos	9
Rendering (procesado) de colores falsos	10
Superficies del local	
Plano útil	
Isolíneas (E)	11
Gráfico de valores (E)	12
Suelo	
Isolíneas (E)	13
Gráfico de valores (E)	14

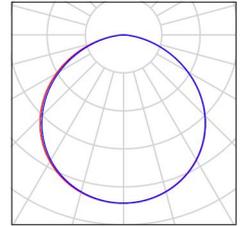
LUCTRON S.A.

Proyecto elaborado Dto Proyectos luminotécnicos - LUCTRON
por S.A.
Teléfono
Fax
e-Mail

Proyecto 1 / Lista de luminarias

6 Pieza LUCTRON LOEN-68-OB-M2
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 11671 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 11520 lm
Potencia de las luminarias: 68.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 48 80 96 100 101
Lámpara: 1 x LED SAMSUNG LM561B+ (Factor
de corrección 1.000).

Dispone de una imagen
de la luminaria en
nuestro catálogo de
luminarias.



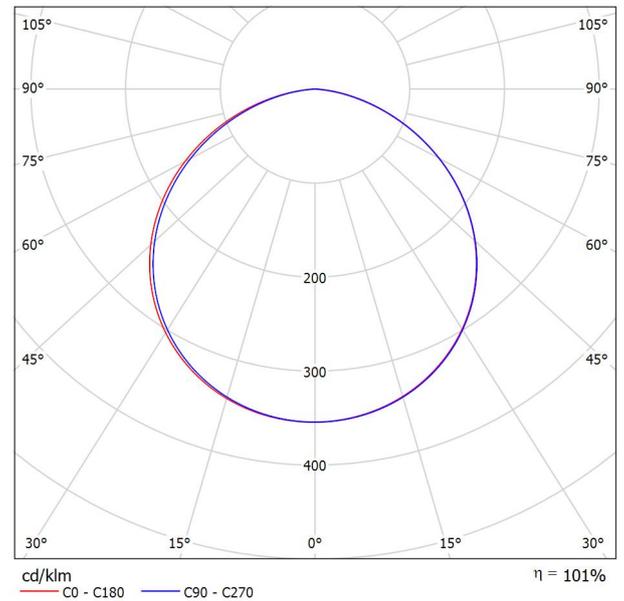
LUSTRON S.A.

Proyecto elaborado por Dto Proyectos luminotécnicos - LUCSTRON S.A.
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

LUSTRON LOEN-68-OB-M2 / Hoja de datos de luminarias

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 48 80 96 100 101

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

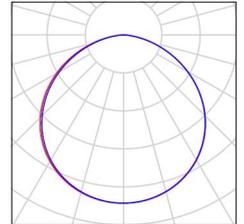
LUCTRON S.A.

Proyecto elaborado Dto Proyectos luminotécnicos - LUCTRON
por S.A.
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Lista de luminarias

6 Pieza LUCTRON LOEN-68-OB-M2
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 11671 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 11520 lm
Potencia de las luminarias: 68.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 48 80 96 100 101
Lámpara: 1 x LED SAMSUNG LM561B+ (Factor
de corrección 1.000).

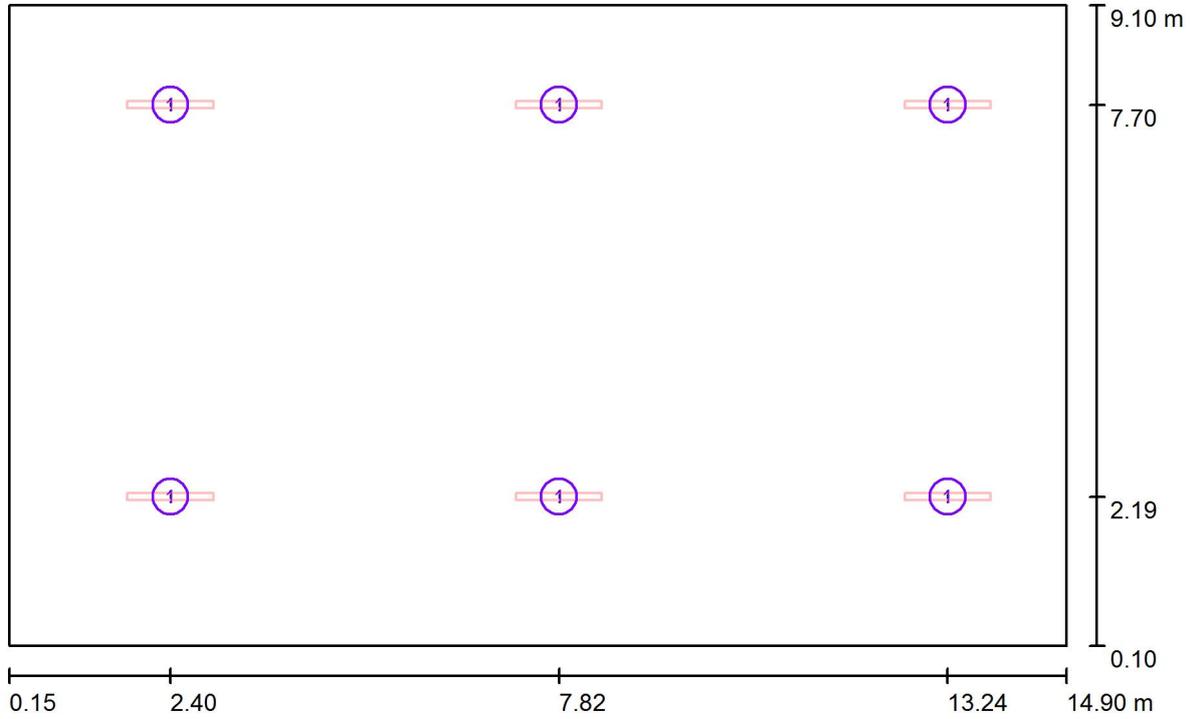
Dispone de una imagen
de la luminaria en
nuestro catálogo de
luminarias.



LUSTRON S.A.

Proyecto elaborado por Dto Proyectos luminotécnicos - LUCSTRON S.A.
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Local 1 / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 106

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	6	LUCSTRON LOEN-68-OB-M2

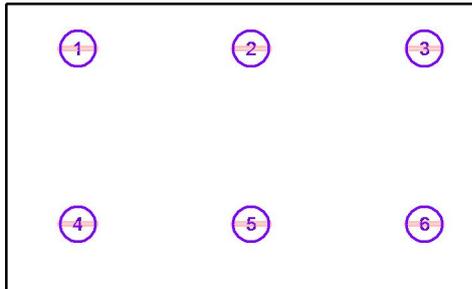
LUSTRON S.A.

Proyecto elaborado por Dto Proyectos luminotécnicos - LUCSTRON S.A.
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Local 1 / Luminarias (lista de coordenadas)

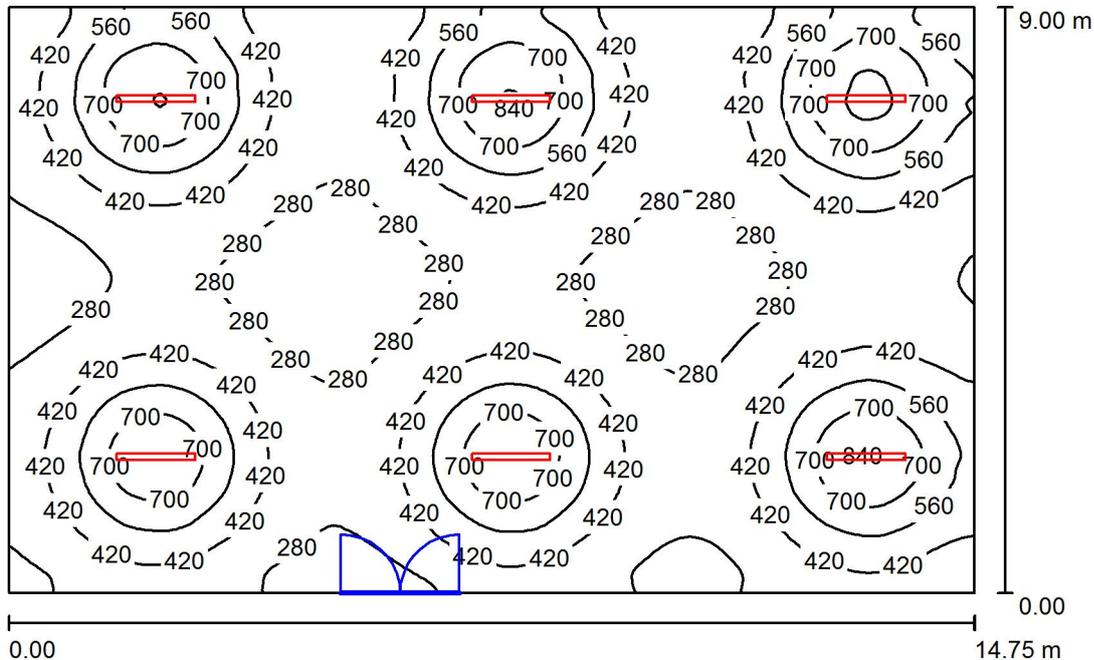
LUSTRON LOEN-68-OB-M2

11671 lm, 68.0 W, 1 x 1 x LED SAMSUNG LM561B+ (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	2.400	7.700	3.000	0.0	0.0	90.0
2	7.821	7.700	3.000	0.0	0.0	90.0
3	13.242	7.700	3.000	0.0	0.0	90.0
4	2.400	2.194	3.000	0.0	0.0	90.0
5	7.821	2.194	3.000	0.0	0.0	90.0
6	13.242	2.194	3.000	0.0	0.0	90.0

Local 1 / Escena de luz 1 / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:116

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	431	213	884	0.496
Suelo	20	396	275	575	0.695
Techo	70	120	96	227	0.802
Paredes (4)	76	257	102	593	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	LUSTRON LOEN-68-OB-M2 (1.000)	11671	11520	68.0
			Total: 70028	Total: 69120	408.0

Valor de eficiencia energética: 3.07 W/m² = 0.71 W/m²/100 lx (Base: 132.75 m²)

LUCTRON S.A.

Proyecto elaborado por Dto Proyectos luminotécnicos - LUCTRON S.A.
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Local 1 / Escena de luz 1 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 70028 lm
 Potencia total: 408.0 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	315	116	431	/	/
Suelo	270	127	396	20	25
Techo	0.00	120	120	70	27
Pared 1	122	114	236	76	57
Pared 2	157	124	281	76	68
Pared 3	169	114	283	76	68
Pared 4	112	114	226	76	55

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_{\max} : 0.496 (1:2)

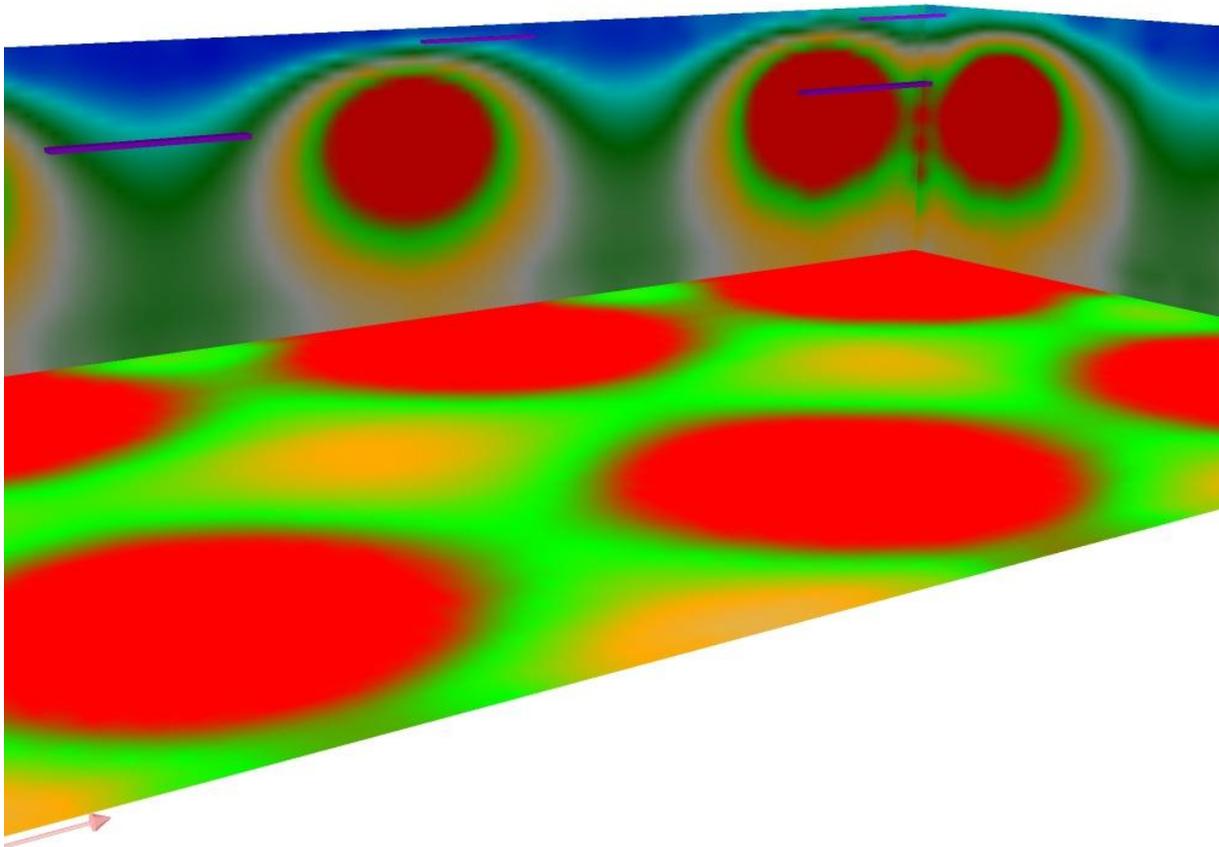
E_{\min} / E_{\max} : 0.242 (1:4)

Valor de eficiencia energética: $3.07 \text{ W/m}^2 = 0.71 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 132.75 m^2)

LUSTRON S.A.

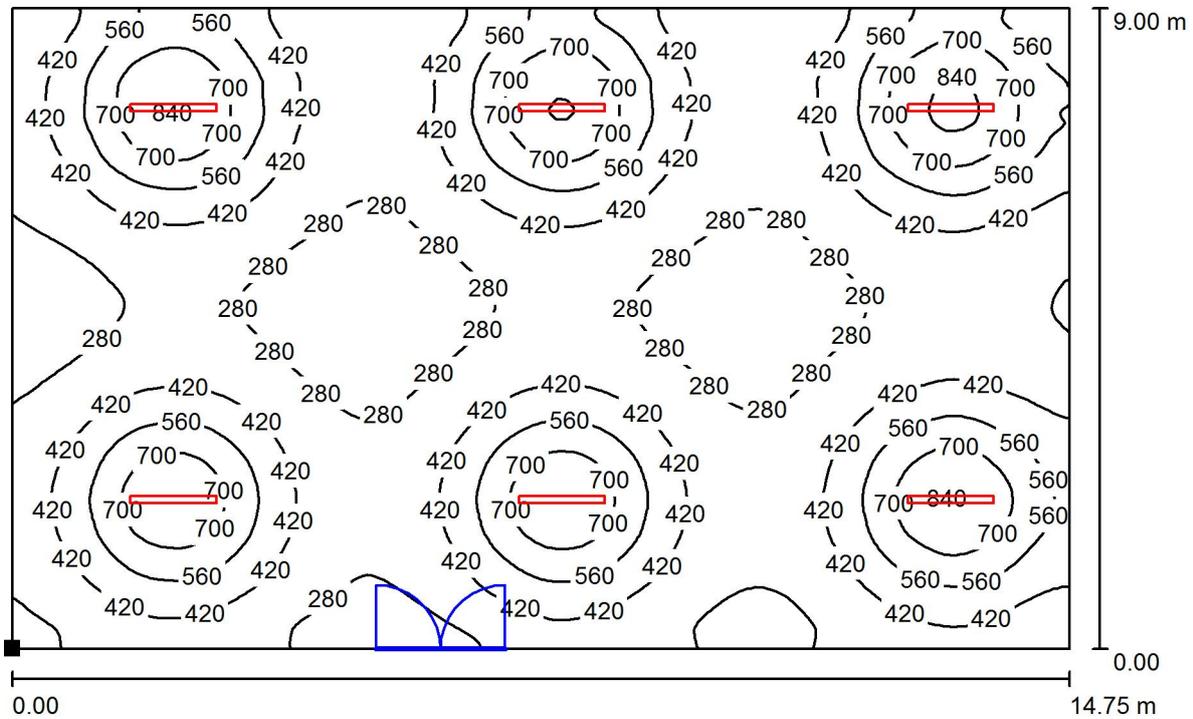
Proyecto elaborado por Dto Proyectos luminotécnicos - LUCSTRON S.A.
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Escena de luz 1 / Rendering (procesado) de colores falsos



5 54.38 103.75 153.13 202.50 251.88 301.25 350.63 400 lx

Local 1 / Escena de luz 1 / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 106

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(0.150 m, 0.100 m, 0.850 m)



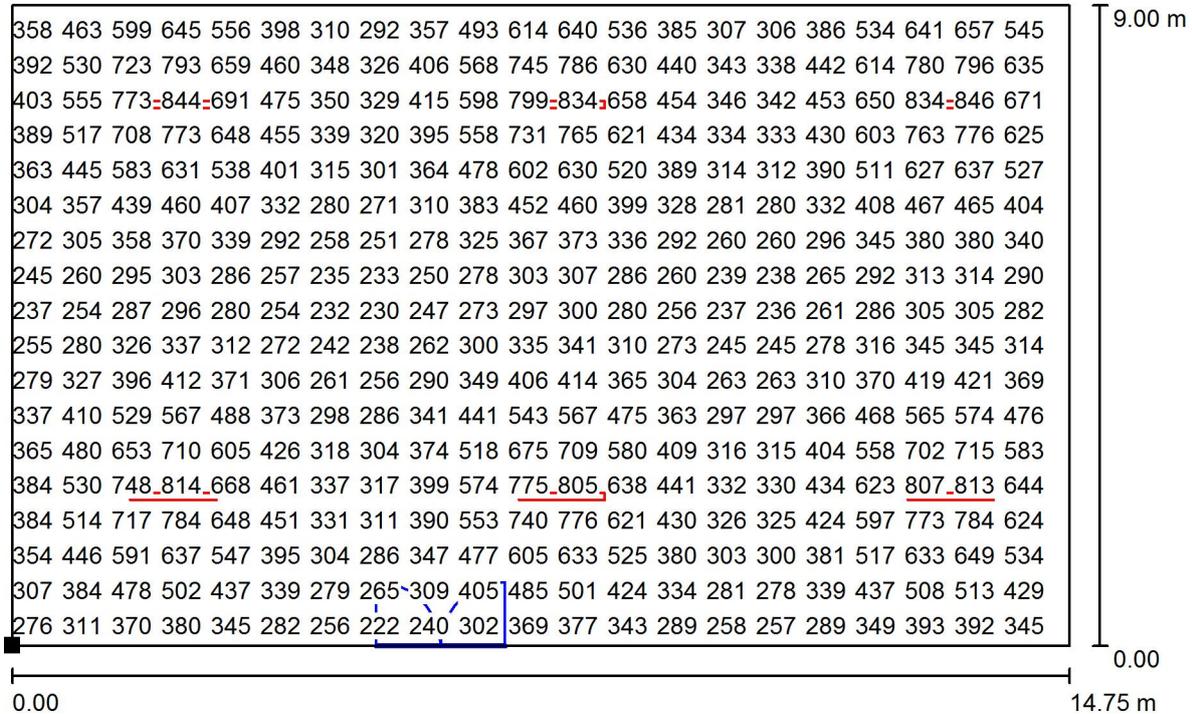
Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
431	213	884	0.496	0.242

LUCTRON S.A.

Proyecto elaborado por Dto Proyectos luminotécnicos - LUCTRON S.A.
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Escena de luz 1 / Plano útil / Gráfico de valores (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 106

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(0.150 m, 0.100 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]
431

E_{min} [lx]
213

E_{max} [lx]
884

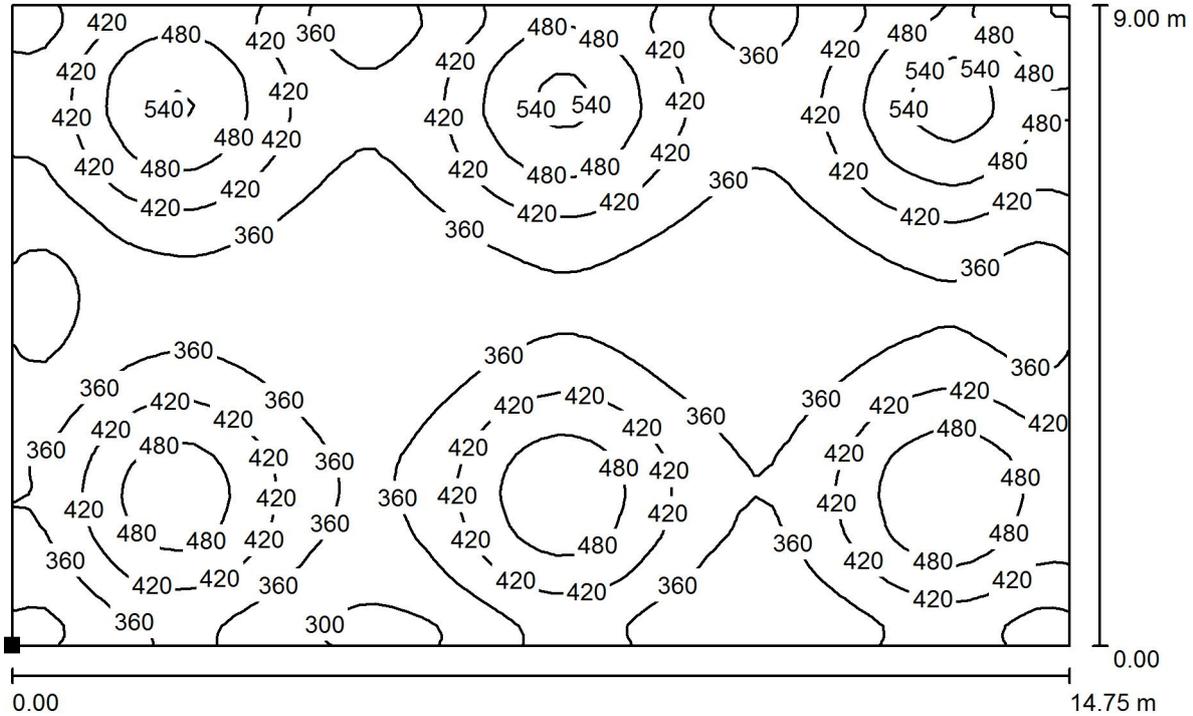
E_{min} / E_m
0.496

E_{min} / E_{max}
0.242

LUSTRON S.A.

Proyecto elaborado por Dto Proyectos luminotécnicos - LUCSTRON S.A.
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Local 1 / Escena de luz 1 / Suelo / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 106

Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado:
 (0.150 m, 0.100 m, 0.000 m)



Trama: 64 x 64 Puntos

E_m [lx]
396

E_{min} [lx]
275

E_{max} [lx]
575

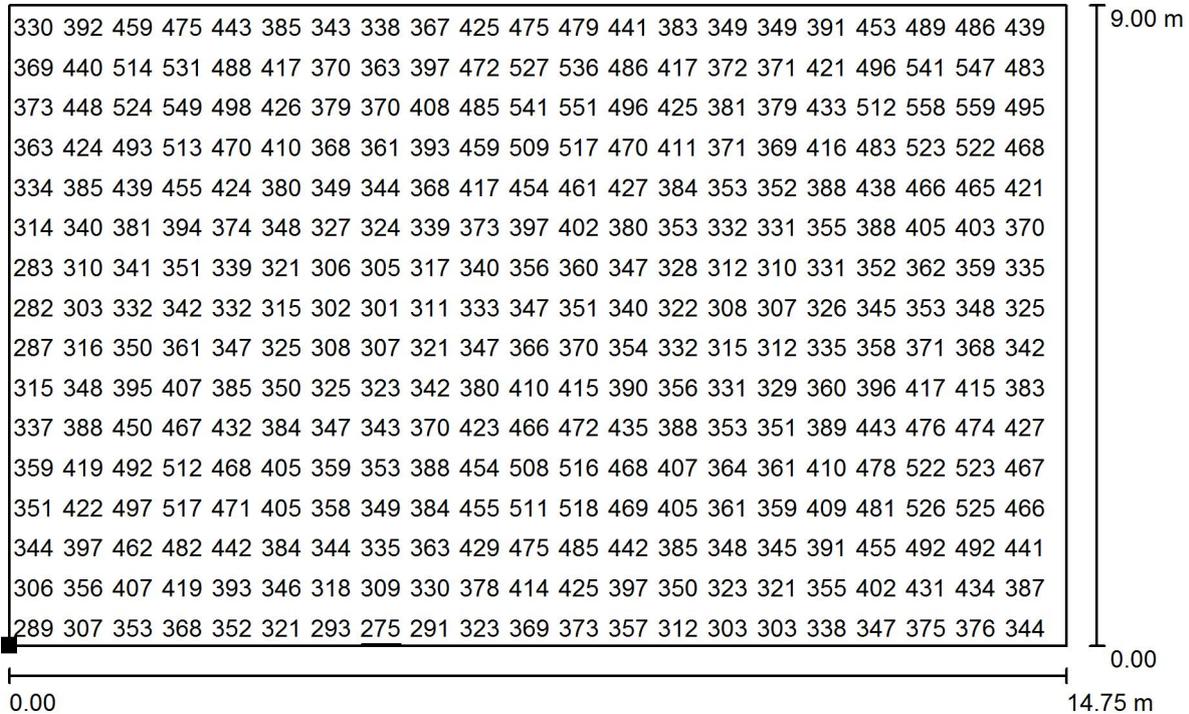
E_{min} / E_m
0.695

E_{min} / E_{max}
0.479

LUSTRON S.A.

Proyecto elaborado por Dto Proyectos luminotécnicos - LUCSTRON S.A.
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Escena de luz 1 / Suelo / Gráfico de valores (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 106

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(0.150 m, 0.100 m, 0.000 m)



Trama: 64 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
396	275	575	0.695	0.479

Información Técnica de las luminarias

Serie

AURE

Las luminarias de la serie AURE tienen un revolucionario diseño minimalista y elegante para ser instaladas en las aplicaciones profesionales mas exigentes. Otorgan una intensa y homogénea iluminación con larga vida útil. Su diseño delgado, liviano y de fácil instalación lo convierten en una solución ideal para nuevos proyectos. La serie AURE entrega altos niveles de lúmenes con consumos extremadamente reducidos, obteniendo eficiencias óptimas en las instalaciones. Su utilización son múltiples en diversas aplicaciones como aleros de estaciones de servicio, retailers, oficinas, sectores industriales.



ALEROS DE ESTACIONES DE SERVICIO | CANOPY SECTORES INDUSTRIALES | DEPOSITOS



Ahorro energético del 50% al 80%
reemplazando las luminarias existentes.



Instalación rápida y simple.



Led **OSRAM** alta eficiencia.
Vida útil estimada >75.000 hs



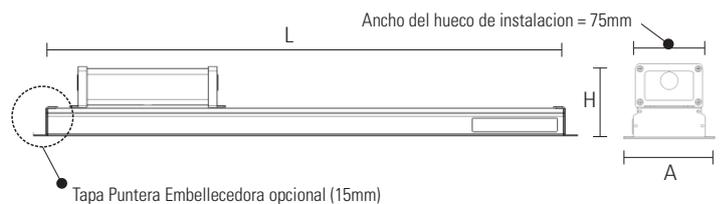
Encendido / apagado instantáneos e
ilimitados.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

MODELO	AURE-2000136-7XX-EMOP-X	AURE-100068-7XX-EMOP-X
LÚMENES LEDs	24.000 lm	12.000 lm
POTENCIA LED	136W	68W
DIMENSIONES (L x A x H)	2000 mm x 94 mm x 60 mm	1000 mm x 94 mm x 60 mm
CCT - (CRI)	5.000 K (opc. 3.000 K; 4.000 K) - (75+ / 80+ / 90+)	
GRADO DE PROTECCION	IP 65	
VIDA ÚTIL ESTIMADA	>75.000 hs	
HAZ	120°	
ALIMENTACIÓN	100-240 V ; 50-60 Hz	
MONTAJE	Embutir - Suspender	

DIMENSIONES



LOS VALORES DE FLUJO LUMÍNICO Y POTENCIA PUEDEN AJUSTARSE DE FABRICA CONFORME EL PROYECTO LUMÍNICO DE LA OBRA LO REQUIERA.

Serie
LOEN

Las luminarias LOEN otorgan un revolucionario diseño minimalista y elegante para cualquier tipo de techo, otorgando una intensa y homogénea iluminación. Su diseño delgado, liviano y de fácil instalación lo hacen ideal para el reemplazo de las luminarias existentes o nuevos proyectos. La serie LOEN entrega hasta 18.005 lúmenes con eficiencias mayores a 170LPW. Sus versátiles modelos permiten el uso en diferentes aplicaciones como, retailers, oficinas, sectores industriales o locales comerciales que busquen una iluminación profesional de alta eficiencia energética.



OFICINAS | ESCUELAS SHOP´S | RETAIL



Ahorro energético del 50% al 80% reemplazando las luminarias existentes.



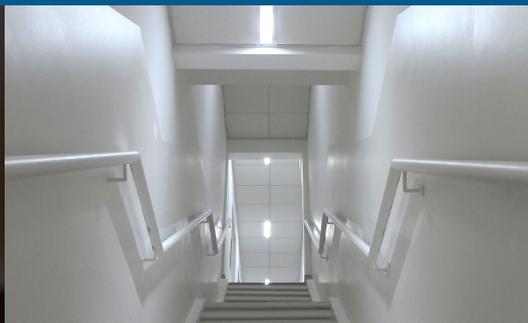
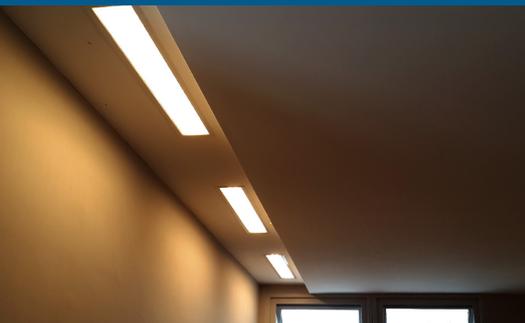
Instalación rápida y simple.



Led **OSRAM** alta eficiencia.
Vida útil estimada >75.000 hs



Encendido / apagado instantáneos e ilimitados.

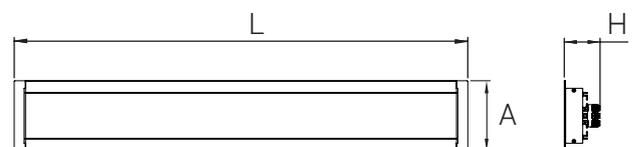


ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

MODELO	LOEN
LÚMENES	2.000 a 18.005 lm *
POTENCIA / CONSUMO	12 W - 105 W
DIMENSIONES (LxAxH)	300 a 1800 x 94 x 60 mm
CRI	80+ / 90+
CCT	3.000 K; 4.000 K; 5.000 K
VIDA ÚTIL ESTIMADA	>75.000 hs
HAZ	120°
ALIMENTACIÓN	220-240 V ; 50-60 Hz
MONTAJE	Embutir - Aplicar - Suspender

* según modelo

DIMENSIONES





Códigos y aprobaciones

- A440-05 (AMANDA/CSA) • ICC
- Código de edificación de Florida/Zona de viento de alta velocidad Ciudad de Los Angeles
- TDI - (ICC pendiente) • Energy Star®/NFRG

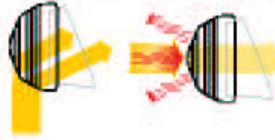
Tecnología punta para obtener mayores prestaciones



Innovation in Daylighting™

Sistema de iluminación natural de Solatube®

1 Tecnología Raybender® 3000



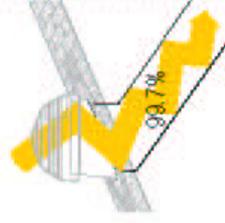
- Lentes de domo patentadas de captura de la luz natural
- Redirige la luz solar de bajo ángulo
- Rechazo de la luz solar del mediodía demasiado intensa
- Iluminación consistente a lo largo del día

2 LightTracker™



- Deflector de domo patentado
- Redirige la luz solar de bajo ángulo del invierno
- Amplifica la entrada de luz para el aumento de la salida
- Prestaciones insuperables durante todo el año

3 Spectralight® Infinity



- Los tubos más reflectantes del mundo
- 99,7% de reflectividad
- Reproducción del color más puro posible
- Transfiere la luz solar a 30'9m

4 Diseño de la difusión de la luz



- Bloquea los rayos ultravioleta
- Lentes ópticas que proporcionan una difusión superior
- Diseñado para la comodidad visual

Zona de CAPTACIÓN

La luz solar es captada por el domo y dirigida hacia abajo por el tubo.

1

2

3

Zona de TRANSFERENCIA

La luz solar se direcciona hacia abajo a través del ático.

4

Zona de DISTRIBUCIÓN

La luz solar se distribuye a través de la habitación.



ALUOEST S.A.
Todo en aluminio

0800-999-4113

Av. Juan B. Justo 3637 (B1702AKE) Ciudadela
Buenos Aires, Argentina. Lin. Rot.: 5411-4488-2940
mail: solatube@aluoest.com.ar
www.aluoest.com.ar

**Máximo rendimiento
GARANTIZADO***

Todo el día. Todo el año.



La luz adecuada para cada habitación

La serie Brighten Up® transforma las habitaciones de difícil iluminación y que a menudo acaban cayendo en desuso en espacios extraordinarios llenos de luz natural pura. De gran eficacia y fácil instalación, la serie Brighten Up® de Solatube ha sido diseñada para iluminar espacios de difícil acceso. Elija el tamaño adecuado para su habitación.

Modelo	Tamaño Del Tubo (in.)	EDCS*	Área de cobertura de la luz (módulo)	Longitud potencial del tubo
Solatube 160 DS	10 pulg. / 250mm	160 pulg. ² / 1032 cm ²	150-200 pies ² / 14-19 m ²	20 pies+ / 6m+
Solatube 290 DS	14 pulg. / 350mm	290 pulg. ² / 1871 cm ²	250-300 pies ² / 23-28 m ²	30 pies+ / 9m+

* La EDCS (superficie efectiva de captación de luz) representa la superficie del domo que recoge y dirige la luz solar. Un sistema de iluminación con domo transparente sin lente y tubos de 250 mm tiene una EDCS de 506 centímetros cuadrados. Compare la diferencia.

Ideal para:

- Cuartos de baño
- Vestíbulos
- Armarios
- Lavaderos
- Oficina en el hogar/ estudios
- Cocinas
- Corredores
- Salas de estar



Ofrecemos un Solatube 21-C o 21-O para habitaciones grandes. Disponible bajo pedido especial.

Difusor OptiView®



Difusor Vusion™

Difusores

Dos posibilidades diferentes de difusores diseñados con lentes de marca registrada para la difusión de luz de gran eficacia. Cada uno de ellos pone de relieve un elegante anillo de perfil rebajado en blanco. Estos difusores sin costuras atractivos y con estilo se integran en la mayoría de las superficies de techo sin piezas de fijación visibles.

Difusor OptiView®

Este difusor tecnológicamente superior proporciona una luz natural cristalina y una visión única del firmamento.

Difusor Vusion™

El diseño actual del difusor Vusion combina con la mayoría de los estilos de decoración.

Accesorios

Kit de luz accesoria

El Kit de Luz de Solatube requiere la conveniencia de una luz conmutada para el uso nocturno.

Incandescente

Admite una bombilla de 100 vatios en el modelo 160 DS y dos bombillas de 100 vatios en el modelo 290 DS

Fluorescente Compacto

Utiliza una bombilla de 26 vatios en el modelo 160 DS y en el modelo 290 DS



Kit complementario de ventilación

El Solatube 160 DS está disponible con un kit complementario de ventilación adicional. Cuando se combina con este accesorio innovador, el elemento de fijación del techo de 2 en 1 minimiza las penetraciones para ofrecer un aspecto más atractivo.

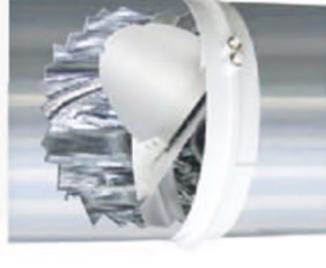


Tapa opcional de la salida de ventilación del tejado



Difusor del kit de ventilación

Regulador de luz natural*



* Patent #7,082,726

Nuestro deflector de mariposa con regulador patentado regula fácilmente la cantidad de luz que entra en una habitación mediante un práctico interruptor.

- Perfecto para dormitorios, salas de estar y oficinas
- El interruptor de pared proporciona el control adecuado de baja tensión

El interruptor de graduación de la luz (de venta por separado) incluye un interruptor DPDT, una placa de pared y 4,5 m de cable. Un mismo interruptor permite controlar varios reguladores de luz.



Bandas para Juntas

Disponemos de kits de cubrejuntas para todo tipo de techos e inclinaciones. Están fabricados como una pieza simple sin costuras para lograr tejados sin goteras.



Plano



Teja de madera o tabla



Teja



Montaje en barrera*

Kit de instalación especial para techos de metal disponible bajo solicitud. Disponible en el 290 DS Accesorios

Anexo III: Energía Solar fotovoltaica y Térmica.

- Información Técnica del panel fotovoltaico
- Información Técnica del colector solar térmico



Poly-Crystalline TPB156×156-72-P



Special attention has been given to the use of high quality components. High strength frames ensure that modules will exceed physical load requirements. Snow pressure of 5400PA and wind pressure of 2400PA are standards for nbsolar modules.



The company meets the rigorous requirement of ISO9001 Quality Management System, ISO14001 Environmental Management System and OHSAS18001 Occupation Health Safety Management System. It can guarantee nbsolar has strict and efficient management and manufacturing environment.



Each module produces positive power up to 5W greater than product rating power.



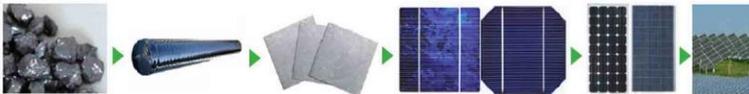
With over 30 years experience in manufacturing solar modules, nbsolar has the experience and advanced technology to produce modules with 15% plus efficiency. High performance in low light conditions ensures the maximum available energy production.



The modules are certified by all major authorities, like TÜV, UL, VDE, MCS, JET, CEC and others.



The nbsolar modules carry a 10 year workmanship limited warranty and a 25 year linear performance limited warranty. The nbsolar is a company with proven worldwide performance and trusted by all.



The completed production line of nbsolar profoundly ensures the quality of nbsolar products and the competition advantage of the company.





nbsolar

Poly-Crystalline

TPB156×156-72-P 280W 285W 290W

Electrical Characteristics at Standard Test Conditions (STC):

Maximum Power (Pmax):	280W	285W	290W
Power Tolerance:	0~+5W	0~+5W	0~+5W
Rated Voltage at Pmax (Vmp):	35.0V	35.1V	35.2V
Rated Current at Pmax (Imp):	8.00A	8.12A	8.24A
Open-circuit Voltage (Voc):	44.0V	44.1V	44.2V
Short-circuit Current (Isc):	8.43A	8.51A	8.59A
Module Efficiency (ηm):	14.4%	14.7%	14.9%

• STC: Irradiance 1000W/m²; Cell temperature 25°C; Air mass AM1.5 according to EN60904-3.

Electrical Characteristics at Nominal Operating Cell Temperature (NOTC):

Maximum Power (Pmax):	204.1W	208.5W	211.8W
Rated Voltage at Pmax (Vmp):	31.8V	31.9V	32.0V
Rated Current at Pmax (Imp):	6.42A	6.52A	6.62A
Open-circuit Voltage (Voc):	40.7V	40.8V	40.9V
Short-circuit Current (Isc):	6.83A	6.89A	6.96A

• NOTC: Irradiance 800W/m²; Ambient temperature 20°C/s; wind speed 1m/s.
 • Average efficiency reduction of 4.5% at 200W/m² according to EN60904-1.

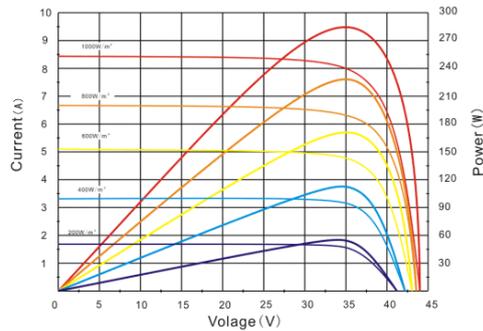
Thermal Characteristics:

Nominal Operating Cell Temperature (NOCT):	46°C
Temperature Coefficient of Pmax (γ Pmp):	-0.45%/°C
Temperature Coefficient of Voc (β Voc):	-0.32%/°C
Temperature Coefficient of Isc (α Isc):	+0.05%/°C

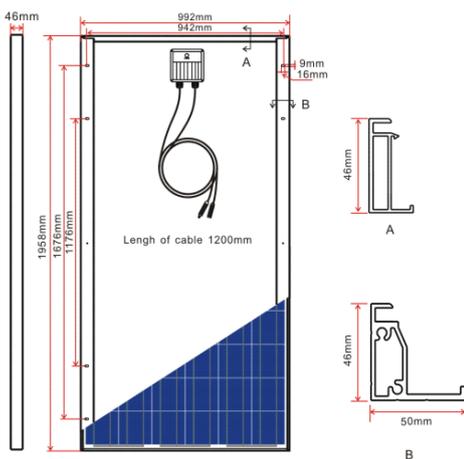
Construction Characteristics:

Front Cover:	low-iron tempered glass/3.2mm
Cell:	72 pcs poly-crystalline 156×156mm
Frame:	anodized aluminum alloy/silver
Junction Box (protection degree):	IP65
Cable (length/cross-sectional area):	1200mm/4mm ²
Connector (protection degree):	IP65
Module Dimension (L×W×H):	1958×992×46mm
Weight:	23.5kg

I-V (285W)



Dimensions (tolerance ±2mm)



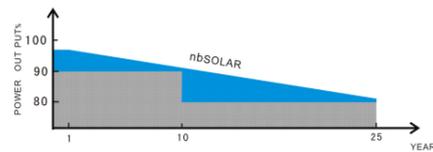
Rating Characteristics:

Maximum System Voltage:	1000VDC (IEC), 600VDC (UL)
Application Class:	Class A
Fire Resistance Class:	Class C (UL)
Maximum Over-Current Rating:	16A (IEC), 15A (UL)
Operating Temperature:	85% Rh, -40°C ~ +85°C (IEC), -40°C ~ +90°C (UL)
Maximum Snow Loads (front):	5400Pa
Maximum Wind Loads (front & back):	2400Pa
Maximum Hailstone Impact (diameter @ 23m/s):	25mm

Packing Characteristics:

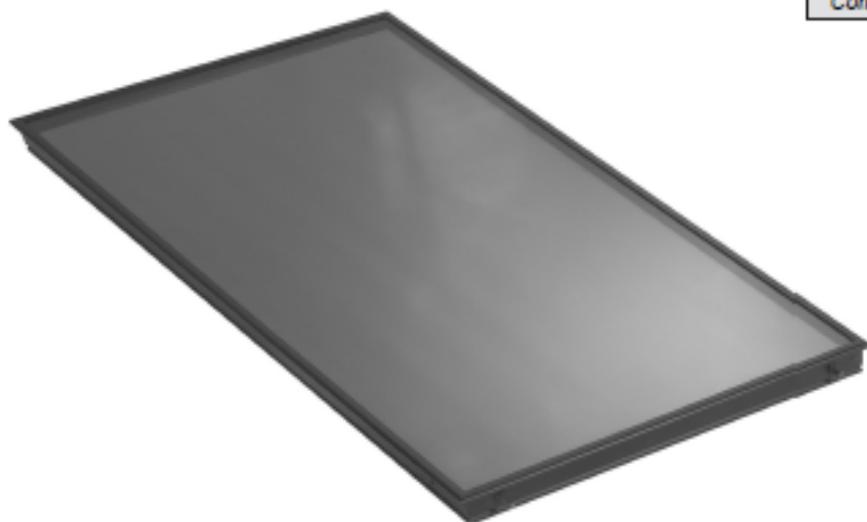
Number of Modules Per Pallet:	20 pcs
Number of Pallets Per 40' Container:	22 pallets
Gross Weight Per Pallet:	490kg

Warranty:



Please refer to nbSolar Power Product Warranty for details.





Art. No.: 221 894
Description: SchücoSol K

Flat-plate solar collector

Size (L x W x D):	2037 x 1137 x 80 mm
Collector surface:	2.32 m ²
Weight:	44.0 kg
Efficiency:	η_{01} = 79.9 %
Coefficient of heat loss:	k_1 = 3.97 W/m ² K
	k_2 = 0.018 W/m ² K ²
Angle of radiation correction factor:	k_{SOI} = 0.95
Thermal output:	1.7 kW

Absorber

Emission:	ϵ = 5.0 %
Absorption:	α = 95.0 %
Absorber surface:	2.15 m ²
Aperture surface:	2.14 m ²
Material:	Copper
Coating:	Sunselect

Hydraulics

Heat transfer volume:	1.54 l
Minimum volume flow:	2.50 l/min
(up to max. 5 panels in series)	
Pressure loss (at 2.5 l/min - water):	60.0 mbar
Connector:	12.0 mm
Connector type:	Clamp ring
Operating pressure:	3.2 bar
Permissible operating excess pressure:	10.0 bar
Test pressure:	20 bar
Standstill temperature:	200°C
Permissible flow temperature:	120°C

Front cover

Solar glazing:	Low-iron, high transparency
Transmittance:	> 91.0 %
Thickness:	4.0 mm

Housing

Material:	Aluminium black (black anodized, similar to RAL 9011, graphite black)
Gaskets:	EPDM/silicone
Thermal insulation:	40 mm mineral wool

SchücoSol K

The SchücoSol K high-performance flat-plate solar collector converts solar energy into heat. It can be used to generate hot water in the home (e.g. central heating) and to heat swimming pools. The high quality Sunselect absorber coating and optimised thermal insulation keep energy losses to a minimum. The heat is transferred to the storage cylinder by means of frost-protected, non-toxic solar fluid.

This solar collector was developed with maximum longevity and ease of assembly in mind, together with high performance.

"Blackaluminium" is the standard finish for SchücoSol K.

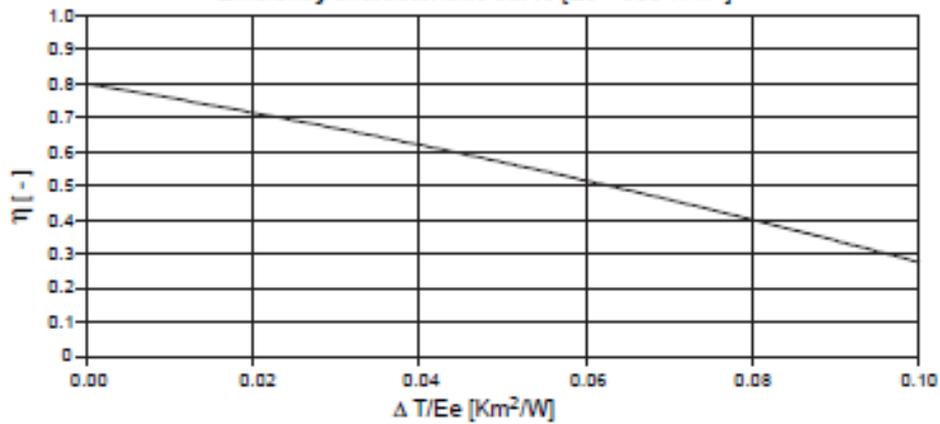
Piping: meander, 2 connectors on short collector side.

Quality features, certificates

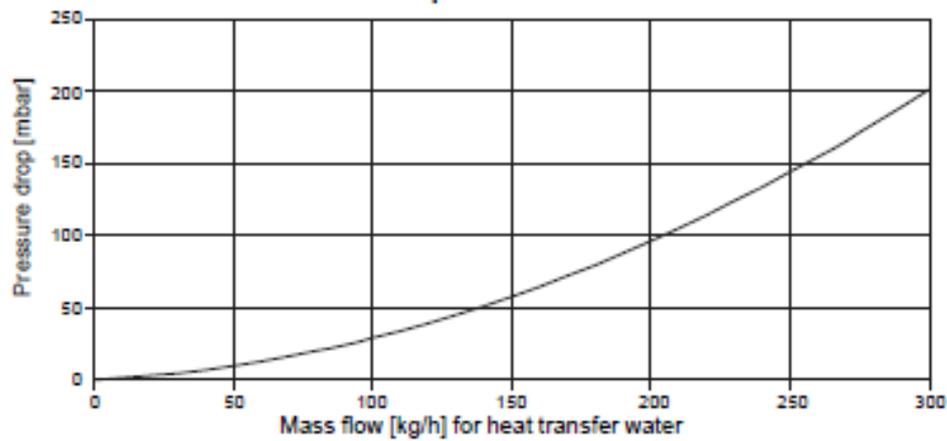
- High level of efficiency due to Sunselect coating on the absorber
- Low energy loss thanks to excellent thermal insulation
- Suitable for roof-mounted, integrated roof and flat-roof assembly
Mounting orientation: Adjacent to one another (portrait), above each other (landscape) and two collectors one above the other (portrait)
- Robust aluminium frame for maximum durability
- Highly reliable with long useful life due to the use of high quality, corrosion-resistant materials
- High-transparency glass covering
- Easy to assemble, installation using special mounting systems, collector-connector-kits or collector connector and installation accessories
- Compact size
- Blue Angel
- CE mark
- EC guide lines 97/23/EC (pressure device guidelines)
- Test in accordance with DIN EN 12975-2 (ISFH)



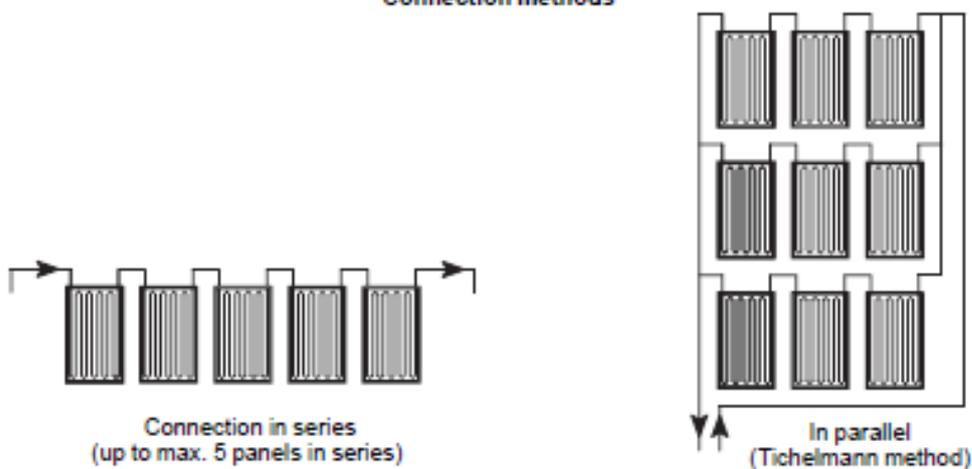
Efficiency characteristic curve [$E_e = 800 \text{ W/m}^2$]



Pressure drop characteristic curve



Connection methods



Anexo IV: Publicación en la “Jornada Doctoral Franco-América Austral”.

- Prado Iván - Ponencia Completa Jornada Doctoral -JDFA-
- Programa Jornada Doctoral Franco-América Austral (Resumen)

CALIDAD AMBIENTAL Y ESPACIOS EDUCATIVOS. EVALUACIÓN DE MEJORAS EN UNA INSTITUCIÓN PÚBLICA DEL PERIURBANO MARPLATENSE

Iván Pedro Prado

*Grupo de Investigación y Desarrollo en Geotecnologías y Energía (GIDGE)
Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP). Buenos Aires. Argentina.*

INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción posee una estrecha relación con el ambiente y la salud humana. Dicho sector, utiliza recursos tales como agua, energía, materias primas y genera impactos negativos de distinta relevancia en la calidad ambiental tanto exterior como interior de las infraestructuras, a lo largo de sus múltiples fases constructivas. Estas comprenden la extracción y procesamiento de materias primas para fabricar materiales, la planificación y diseño del proyecto constructivo, su construcción, la operación y mantenimiento y el reciclado, reutilización o disposición final de las estructuras al final de su vida útil.

Entre los impactos sobre la calidad ambiental exterior, se pueden destacar la destrucción de hábitats debido al movimiento de suelos, la contaminación del agua y aire por la liberación de sustancias químicas tóxicas y gases de efecto invernadero derivados de las actividades de extracción de materias primas, producción y transporte de nuevos materiales, el uso de grandes cantidades de agua y energía para el correcto funcionamiento de las instalaciones y la generación de distintas corrientes de residuos durante la construcción y operación de las infraestructuras. A su vez, el transporte vehicular desde y hacia los edificios, contribuye a la contaminación y a un consumo energético adicional. Por otro lado, los impactos sobre la calidad ambiental interior, hacen referencia a deficiencias en los subsistemas que componen a los edificios (ventilación, iluminación, calefacción, etc.), que llevan al deterioro de la salud de los ocupantes de los mismos y a un peor desempeño en sus tareas diarias.

De forma tal de mitigar estos impactos sobre el ambiente exterior y, paralelamente, brindar una adecuada calidad ambiental interior para los ocupantes, surge el concepto de *construcción sostenible o ecológica*. Este término involucra la aplicación de estrategias y tecnologías que contribuyan a la sostenibilidad tanto del ambiente interior del edificio como del exterior, cualquiera sea la fase o etapa considerada. Es decir, puede implementarse a lo largo de todo el ciclo de vida de un proyecto.

En el presente trabajo se propone evaluar la incorporación de mejoras que consideren la calidad ambiental en una escuela primaria pública del partido de General Pueyrredon, ubicada en el borde

periurbano de la ciudad de Mar del Plata y con carencias significativas desde el punto de vista edilicio, ambiental y social.

Dentro del amplio rango de establecimientos existentes, las escuelas tienen un rol clave. Aparte de su misión educativa, deben proveer a los estudiantes con un ambiente sano y seguro para facilitar su aprendizaje, combinando diferentes actividades en espacios relativamente pequeños (aulas, gimnasios, bibliotecas) y causando, a la vez, el menor impacto posible sobre el ambiente. En este sentido, “el entorno físico tiene dos elementos principales, la instalación arquitectónica y el ambiente; interactuando entre sí para fortalecer o limitar el aprendizaje de las niñas y los niños” (Castro y Morales, 2015).

El trabajo que aquí se desarrolla, se encuentra enmarcado dentro del “Proyecto de Intercambio Educativo Internacional para Capacitación en Eficiencia Energética” (*UNMdP-UWPLATT International Exchange Project for Energy Efficiency Education*). Este fue llevado adelante por el “Grupo de Investigación y Desarrollo en Geotecnologías y Energía (GIDGE)”, perteneciente a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP), en conjunto con la University of Wisconsin-Platteville (UWPLATT), Estados Unidos. A su vez, fue posible luego de obtener el premio “100,000 Strong in the Americas Innovation Fund” otorgado por el Departamento de Estado de los Estados Unidos de América (U.S. Department of State), Partners of the Americas, la Asociación de Educadores Internacionales (Association of International Educators-NAFSA-) y Chevron Corporation.

Por otro lado, este documento también se basa en mi Proyecto Final de Graduación de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad FASTA (UFASTA), Mar del Plata. En el mismo se desarrolla un estudio de prefactibilidad considerando la temática previamente planteada.

En este marco, debido a los impactos mencionados previamente y al exiguo desarrollo de la temática a nivel local y nacional, urge la necesidad de considerarla y visibilizarla. De esta forma, en primer lugar, se explicitan los objetivos y la metodología del proyecto. A continuación se describe el área donde se localiza la escuela N°43, y luego se muestra un avance de los resultados obtenidos a través del análisis del estado de situación del establecimiento educativo, de la percepción de los actores sociales sobre la problemática y las propuestas de mejoramiento de las condiciones ambientales. Y por último, las consideraciones finales.

OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

Como objetivo general se busca evaluar mejoras en el ambiente interno y exterior de la Escuela Provincial N°43 “John F. Kennedy”, Barrio Parque Hermoso, Partido de General Pueyrredon (provincia de Buenos Aires), que propendan a facilitar los procesos de aprendizaje. De manera tal de alcanzar este objetivo, se determinan los siguientes objetivos específicos, a saber:

- Establecer una línea de base técnica de la Institución considerando su estructura edilicia, el sistema eléctrico y niveles de iluminación, el sistema de ventilación y calefacción, el manejo de residuos y el uso de agua.
- Analizar la percepción que tienen los distintos actores del proceso educativo respecto de las condiciones edilicias y ambientales de la escuela.
- Evaluar y seleccionar las tecnologías y estrategias más adecuadas, de plausible implementación en el establecimiento educativo.

En este contexto, se planteó el desarrollo de tres dimensiones concretas de la institución: técnica, social y ambiental. En primer lugar, desde el punto de vista técnico-ambiental, se ejecutó un relevamiento de la escuela considerando los parámetros listados a continuación:

- ✓ Estructura edilicia
- ✓ Instalación eléctrica y niveles de iluminación
- ✓ Sistema de ventilación y calefacción
- ✓ Manejo de residuos y uso del agua

Con respecto al primer parámetro, se consideraron aspectos tales como la zona bioclimática del edificio, su orientación, el estado del aislamiento térmico de ventanas, puertas y techo, las condiciones internas de humedad, el tipo de vidrio y marco de las ventanas y los materiales de construcción del edificio. En segundo lugar, se revisaron los hábitos de consumo de electricidad de la escuela, las cargas eléctricas existentes, el tipo y nivel de iluminación. En relación a la ventilación y calefacción, se analizó el sistema utilizado para la renovación de aire interno, se determinó el combustible utilizado para calefaccionar el establecimiento, su forma de almacenamiento y recarga y los hábitos de consumo. En último lugar, se estudiaron los tipos y cantidades aproximados de residuos generados, su almacenamiento y el sistema de recolección. Paralelamente, también se examinó la forma en que la escuela se abastece de agua, sus usos principales y el estado de la infraestructura asociada.

Por otro lado, la dimensión social del trabajo fue efectivizada mediante la realización de entrevistas semi-estructuradas a actores sociales involucrados en la comunidad educativa. En estas entrevistas

participaron maestras de 2do a 6to grado, integrantes del Equipo de Orientación Escolar (EOE) de la escuela, auxiliares y personal de cocina.

Como complemento de las entrevistas, se implementaron talleres específicos sobre gestión de residuos y energías renovables dirigidos tanto a alumnos como maestros de la institución educativa. En los talleres los alumnos de entre 10 y 14 años participaron en distintas actividades, que permitieron relevar su percepción respecto de las condiciones edilicias de la institución.

LA ESCUELA N° 43 Y SU CONTEXTO TERRITORIAL: EL PERIURBANO MARPLATENSE

El Partido de General Pueyrredon (PGP) es una unidad administrativa localizada en la República Argentina, más precisamente, en el sudeste de la Provincia de Buenos Aires. Constituye uno de los 135 partidos que forman parte de la mencionada provincia. Dentro de sus límites, se encuentra la ciudad de Mar del Plata que, a su vez, es la ciudad cabecera con 593.337 habitantes (INDEC, 2010).

Bordeando al ejido urbano de esta ciudad, se encuentra el periurbano marplatense. Ocupa unas 30.000 hectáreas que sirven de hogar a 170.000 habitantes (Ferraro et al., 2016) y se muestra como un espacio de frontera complejo, con límites difusos donde convergen y coexisten diversas dinámicas socioeconómicas, culturales y ambientales. Considerando su estructura pueden distinguirse cinco subsistemas: físico (natural y construido), sociocultural, productivo (minero, agroproductivo, industrial, turístico), urbano-residencial y digestor. Estos no se comportan como elementos aislados, sino que interactúan de forma dinámica dando lugar a diferentes configuraciones en el territorio. Los distintos usos de suelo (Mapa 1) son la resultante de esas interacciones.

La escuela N° 43 está ubicada en el Barrio Parque Hermoso (Mapa 1), en el contexto territorial del periurbano. Dicho barrio junto al lindante de Valle Hermoso, dan lugar a un espacio de borde donde conviven actividades urbanas y rurales, con una fuerte predominancia de producciones agropecuarias intensivas. Siendo la horticultura a campo y bajo cubierta la actividad más relevante, también se desarrollan otras, tales como, avicultura, cría de cerdos, fruticultura, agricultura extensiva (soja, trigo), minería de suelos y almacenamiento de cereales.

Estos barrios carecen de adecuadas condiciones de infraestructura y acceso a servicios básicos como red de agua, conexión a la red cloacal y gas. La Escuela se encuentra inserta entre territorios productivos donde existe una estructura social compleja y heterogénea. La población tiene orígenes

diversos, del conurbano bonaerense, del norte argentino y de países limítrofes, fundamentalmente de Bolivia, y en muchos casos están inmersos en situaciones de vulnerabilidad social.

Esta institución primaria acoge a 260 estudiantes que asisten en dos turnos desarrollados entre las 8 y las 12 del mediodía y entre las 12:30 y 16:30 hs. Durante el turno matutino concurren 135 estudiantes, mientras que a la tarde, lo hace la cantidad restante. En la escuela, además de cumplir con las actividades académicas usuales, también desayunan, almuerzan y meriendan.

ESTADO DE SITUACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO EDUCATIVO

En el presente apartado se muestra una síntesis de los aspectos técnico-ambientales relevados en la institución educativa, teniendo en cuenta los parámetros antes mencionados.

Estructura edilicia

- El edificio cuenta con una superficie cubierta de 721 m². De ese total, 378 m² corresponden a las aulas, 37 m² a la biblioteca, 96 m² a la cocina y el comedor, 133 m² al salón de usos múltiples (SUM) y 77 m² a salas de profesores y autoridades. En el centro del edificio, hay un patio interno de 480 m². Las aulas se ubican sobre el perímetro del patio.
- La entrada de la escuela se encuentra orientada hacia el noroeste mientras que las aulas traseras, se orientan hacia el sureste.
- El edificio está construido principalmente con pisos y paredes de concreto. Estas últimas se construyeron con bloques sólidos y estuco tanto en sus caras interiores como exteriores. Los techos de la escuela son de chapas de metal corrugado. En las aulas y las demás reparticiones, los cielorrasos son de madera.
- Las ventanas del establecimiento, tienen un marco de madera y un único vidrio. La mayoría de las aulas contienen cuatro ventanas, dos exteriores fijas y dos interiores corredizas que pueden ser abiertas. En el salón de usos múltiples, las ventanas tienen las mismas características.
- Las puertas son de madera y, algunas de ellas, tienen insertas una ventana de vidrio simple.
- El aislamiento térmico del edificio no fue correctamente considerado a la hora de su diseño y construcción.
- Las aulas externas poseen voladizos frente a ellas, brindando una mínima protección ante condiciones climáticas adversas.
- Hay presencia de humedad en las paredes y problemas de filtraciones y óxidos en las chapas metálicas de los techos.

- El establecimiento cuenta con cuatro grupos de baños para alumnos y uno para el resto del personal. El mobiliario se encuentra en mal estado, con tapas de inodoro, canillas y botones de descarga rotos.

Instalación eléctrica y niveles de iluminación

- La potencia total de los artefactos eléctricos presentes en el establecimiento asciende a 10,8 kW. El principal aporte corresponde a la iluminación de las aulas y zonas comunes (55%) con lámparas tubulares fluorescentes de 40 W. Además hay trece computadoras en aulas y secretaría (36%) y los electrodomésticos utilizados en la cocina y la bomba de agua (9%).
- A partir de las facturas de energía eléctrica se pudo estimar el consumo a lo largo de año. Los meses de mayor consumo corresponden al período lectivo de marzo a diciembre, con una merma del consumo en los períodos de receso de verano.
- Para el correcto dimensionamiento del sistema de generación eléctrica fue necesario conocer la curva de consumo diario del establecimiento. A partir del conocimiento de las cargas presentes y los hábitos de consumo, se estimaron las curvas de consumo horarias. Luego se generó una curva de carga horaria anual introduciendo factores de variabilidad horarios y diarios.
- Los circuitos de la instalación eléctrica son deficientes ya que su capacidad para alimentar distintos dispositivos y aparatos es limitada.
- Los niveles de iluminación son inadecuados. En todos los casos, no se verifican los niveles mínimos y la uniformidad establecidos por las normas técnicas.

Sistema de ventilación y calefacción

- La ventilación se limita a las ventanas existentes, sin un adecuado intercambio de aire, provocando una pobre calidad de aire interior.
- Los distintos sectores son calefaccionados con unidades independientes cuyo combustible, gas propano, proviene de un único tanque de almacenamiento ubicado al frente del edificio. En algunas ocasiones se deben apagar los calefactores por las demoras en la recarga del tanque.
- Las unidades de calefacción son pequeñas, no tienen difusores y por lo general están mal ubicadas. Hay una sola unidad por aula lo que genera una mala distribución del calor.

Manejo de residuos y agua

- la mayoría de los residuos relevados provienen de la cocina y el comedor, siendo estos restos de los alimentos. También se constataron residuos de papel y hojas de los árboles del patio. Los mismos son almacenados en un pequeño depósito detrás de la cocina previo a su recolección. Esta última no es diferenciada y se realiza tres veces por semana.

- El sitio de disposición inicial en ocasiones tiene mal olor y fomenta la aparición de vectores de enfermedades (moscas, mosquitos).
- El uso de agua y su infraestructura asociada, muestra importantes deficiencias y es antigua.
- El suministro de agua se obtiene a través de bombas que extraen agua subterránea. Dos bombas cumplen con esta tarea llevando el recurso hídrico a los baños y al tanque de agua de la escuela, ubicado en el techo.
- Los usos principales se dan en la cocina y los baños. Previo a su consumo un filtro la purifica.
- Se evidencian problemas con el suministro y en la calidad del agua.

LA COMUNIDAD EDUCATIVA Y SU PERCEPCIÓN ACERCA DE LA SITUACIÓN EDILICIA Y AMBIENTAL DE LA ESCUELA

Recabar las opiniones y percepciones acerca de la situación edilicia de la escuela, desde una perspectiva ambiental, permitió la participación de la comunidad educativa desde sus vivencias, enriqueciendo el proyecto. Entre las distintas actividades que se llevaron a cabo, se implementaron entrevistas semi-estructuradas que consideraron la problemática general del edificio. Para su diseño se tuvo en cuenta que el aprendizaje es multifactorial y complejo, requiere de la existencia de condiciones ambientales mínimas, esencialmente porque el ambiente enseña por sí mismo.

Por lo tanto, el ambiente es concebido como los aspectos “físicos, sociales y humanos que configuran el espacio-tiempo... en que el ser humano vivencia experiencias diversas que le permiten con más o menos facilidad generar aprendizajes que favorecen su desarrollo integral” (Romo, 2012).

A continuación algunos testimonios dan cuenta de las condiciones en que se encuentra la escuela:

“La falta de luz adecuada, la pérdida de calor en invierno, el sistema eléctrico obsoleto que hacen saltar las llaves térmicas, el mobiliario inapropiado, la falta de espacio, dificultan el desempeño diario e inciden negativamente en la calidad de vida de alumnos y docentes, impactando también en los procesos de aprendizaje. El contar con un ambiente adecuado sin dudas predispone mejor para el aprendizaje” (Referente Directivo, 2019).

“En los baños se cuida la limpieza, pero al no ser suficientes ni estar en óptimas condiciones se ensucian demasiado. Suelen taparse los inodoros y romperse las mochilas. Los lavatorios son demasiado altos para los niños más pequeños” (Maestra de grado, 2019)

“Cuando hace mucho frío en invierno, las cañerías de bajada del tanque hasta la entrada están externas y el agua se congela dentro de los caños y te quedas sin agua hasta que empieza a calentar un poquito el sol que permite el paso del agua de vuelta. En días de heladas fuertes, hasta las 10:30 u 11 de la mañana no tenes agua en esta parte de la cocina, sí tenes en la escuela. La escuela tiene otra bajada de cañerías, es distinta. Es un problema específico de la cocina” (Auxiliar de cocina, 2019).

PROPONIENDO ALTERNATIVAS QUE MEJOREN LAS CONDICIONES AMBIENTALES DE LA ESCUELA

Para cada uno de los aspectos abordados con anterioridad se realizaron distintas propuestas de mejora de las condiciones edilicias y ambientales.

Estructura edilicia

- ✓ En primer lugar, se recomienda añadir un adecuado aislamiento térmico a las paredes y los techos. Además, las ventanas deben contener doble vidrio y estar selladas, al igual que las puertas. De forma tal de aumentar la luz natural que llega a las aulas, se pueden reemplazar los voladizos fijos que están frente a ellas por toldos o techos retráctiles. Durante el invierno, se retraen permitiendo una mayor exposición al sol y logrando una mayor temperatura interior. Por el contrario, en verano se extienden bloqueando la luz del sol y haciendo de las aulas un lugar más fresco.
- ✓ El mobiliario de los baños tiene que ser reemplazado por otro más eficiente, a saber: inodoros con doble descarga, canillas y mingitorios con una mayor categoría de eficiencia y adecuado a las necesidades de los niños y niñas.
- ✓ Respecto al manejo de las aguas residuales del edificio, se recomienda revisar la cámara séptica para detectar ineficiencias. La estructura superficial ubicada encima de ella, debe ser reparada adecuadamente. No menos importante es la verificación del estado del pozo ciego.

La instalación eléctrica y niveles de iluminación

- ✓ En este apartado, se plantea un sistema de iluminación eficiente que cumpla con los requerimientos técnicos mínimos. Mediante una serie de simulaciones con el software Dialux Evo se elaboró una propuesta completa para el establecimiento. Para las aulas, se propone la utilización de luminarias con lámparas LED. Para el resto de los sectores se llega a conclusiones similares.
- ✓ En esta instancia, también se analiza el uso de *energías renovables* para cubrir parte de la demanda energética de la institución. A través del software Homer para estudios con sistemas híbridos de energía, se simuló diferentes escenarios donde se contempla la utilización de energía solar fotovoltaica, eólica, combinadas con la conexión a la red eléctrica. Finalmente, se definió como la mejor alternativa la opción de utilizar energía solar fotovoltaica con la conexión a la red contemplando una confiabilidad del suministro de energía eléctrica del 100%. Se propone un arreglo de 18 módulos fotovoltaicos colocados sobre el techo de la escuela.

- ✓ A su vez, la energía solar térmica, a través de colectores solares, puede ser aprovechada para el agua caliente sanitaria (ACS) como complemento a los termotanques existentes y así disminuir el consumo de gas licuado. Habiendo efectuado los cálculos necesarios, 15 colectores sería el adecuado para este fin. Los resultados obtenidos no son concluyentes, se recomiendan investigaciones más detalladas que ratifiquen su viabilidad.

Sistema de ventilación y calefacción

- ✓ Con respecto al sistema de ventilación, una alternativa sería instalar conductos o rejillas de ventilación en el techo. No solo permitirían un mejor flujo de aire, sino que también, abrirían paso a más luz natural. El mejoramiento de este sistema, ayudaría a mitigar el problema de humedad en las paredes y reduciría la necesidad de un sistema de enfriamiento adicional.
- ✓ Por otro lado, el reemplazo de los calefactores actuales por unidades más eficientes con difusores, permitiría dispersar el calor de una manera más uniforme en los distintos espacios.

Manejo de residuos y agua

- ✓ Las sugerencias relacionadas con el manejo de residuos varían de acuerdo al tipo de residuo considerado. Algunos restos de alimentos, pueden ser utilizados para llevar adelante un programa de compostaje. Los espacios interiores de la escuela son escasos para su potencial uso, pero podría ser entregado a los alumnos y el personal para uso doméstico. Su implementación podría darse en conjunto con talleres para estudiantes, enfatizando y promoviendo los conceptos de economía circular y las 3R (reducir, reutilizar, reciclar). Esta iniciativa permitiría reducir la cantidad de residuos generados, lixiviados, malos olores y vectores de enfermedades. Por su parte, los residuos reciclables limpios y secos (papel, cartón, etc.) pueden ser donados a recolectores informales o a cooperativas locales, para su posterior transformación en la industria de productos reciclados. Un porcentaje de estos residuos también pueden utilizarse dentro del colegio en diferentes actividades que involucren manualidades, actividades artísticas, entre otras.
- ✓ La mejora en el uso agua se da a partir de varias alternativas. La primera involucra una revisión y, de ser necesario, un cambio del filtro de la cocina. Luego, la red exterior de conductos que va hacia la cocina, debe ser revestida con material aislante para evitar el congelamiento de agua.

CONSIDERACIONES FINALES

Luego de analizar el establecimiento en cuestión, se evidencia que existen diversas falencias en cada uno de los subsistemas que componen al edificio. En este contexto, cada una de las medidas

sugeridas tendió a mejorar la calidad ambiental de la institución y, a través de ella, facilitar los procesos de aprendizaje y el desempeño de toda la comunidad educativa. Dichas propuestas no fueron el resultado del trabajo de un equipo técnico solamente, sino que se tuvo en cuenta, a través de la realización de entrevistas semi-estructuradas, la percepción que los distintos actores sociales involucrados tenían sobre el estado de la escuela.

A su vez, si se pretende alcanzar una comunidad verdaderamente sostenible y resiliente, las medidas estructurales no son suficientes. Allí es donde surge la educación ambiental cumpliendo un rol preponderante. Esta constituye un proceso clave que se propone transformar la forma de ser, pensar y actuar de los seres humanos. A través de la construcción de saberes y formación ambiental, se fomenta la participación ciudadana en los procesos de toma de decisiones estratégicas y a largo plazo que nos involucren a todos y todas.

Bibliografía

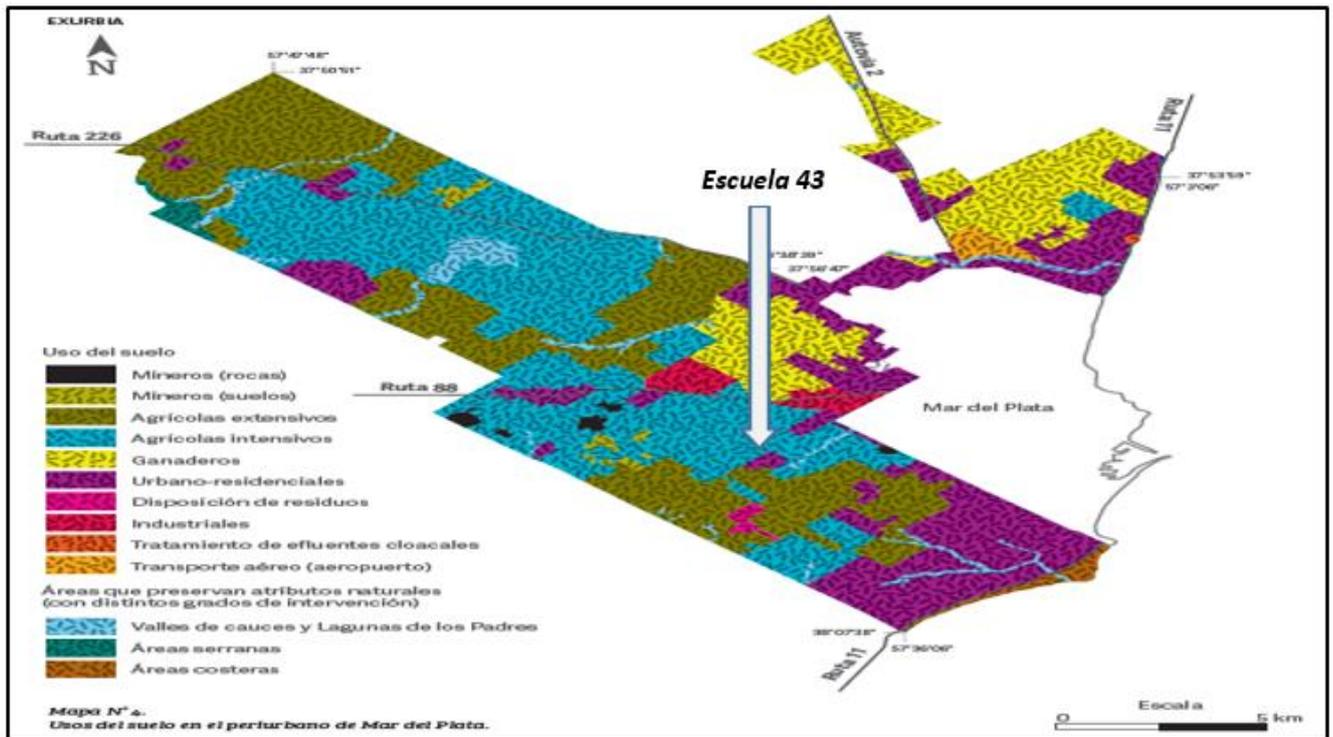
Bocero, S., Di Bona, A., Paz, M. (2011) *“Informe sobre problemáticas socio-ambientales: Escuela Provincial N°43, Barrio Parque Hermoso, Partido de General Pueyrredon”*. Mar del Plata, Argentina: Grupo de Investigación Desarrollo Rural, Ambiente y Geotecnologías, Facultad de Humanidades, Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP).

Castro, M. y Morales, M.E. (2015) *“Los ambientes de aula que promueven el aprendizaje, desde la perspectiva de los niños y las niñas escolares”*. En: *Revista Electrónica Educare (Educare Electronic Journal)*. Recuperado de <http://www.una.ac.cr/educare>

Dirección de Educación (Subsecretaría de Ahorro y Eficiencia Energética), Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Programa Escuelas Verdes (CABA), Dirección de Escuelas Técnicas (Prov. Jujuy), Instituto Nacional de Educación Tecnológica (2017). *“Proyecto de autodiagnóstico de eficiencia energética en escuelas técnicas. Manual de contenidos y guía de aplicación”*. Programa Nacional de Educación para la Eficiencia Energética, Subsecretaría de Ahorro y Eficiencia Energética, Ministerio de Energía y Minería de la Nación.

Ferraro, R., Zulaica, L., Echehuri H. (2016). *“Exurbia: los límites móviles de Mar del Plata”*. Mar del Plata: Universidad Nacional de Mar del Plata.

Romo, V. (2012). *“Espacios educativos desafiantes en educación Infantil”*. En V. Peralta y L. Hernández (Coords.), *Antología de experiencias de la educación inicial iberoamericana* (pp. 141-145). OEI y UNICEF. Recuperado de <http://www.oei.es/metas2021/infancia2.pdf>



Mapa 1. Usos de suelo del periurbano marplatense. *Fuente:* Ferraro et al., 2016



Jornada Doctoral Franco-américa austral

2^{da} edición

Temática "EL MEDIO AMBIENTE"

27 de noviembre

9 > 20.30 hs

(GTM3 Buenos Aires, Argentina, América)

+ INFO jdfa.hypotheses.org

EVENTO
ONLINE

PROGRAMA

MAÑANA

9:00

SESIÓN INAUGURAL

PRESENTACIÓN DE LA JORNADA

Sra Camille Laurent, coordinadora del polo cono sur del Instituto de las Américas

DISCURSOS DE APERTURA

Sra Claudia Scherer-Effosse, Embajadora de Francia en Argentina

Sr Yves Saint-Geours, Embajador, Presidente del Instituto de las Américas

INSTITUTO FRANCÉS DE ESTUDIOS ANDINOS Y CENTRO FRANCO ARGENTINO : ACTIVIDADES Y ESTRATEGIAS

Aliocha Maldavsky (directora del IFEA) y Christophe Giudicelli (director del CFA),
con la presencia del Embajador Yves Saint-Geours

<https://zoom.us/j/99385308654>

10:00

PRIMER CICLO DE MESAS REDONDAS

Conflictos territoriales y luchas indígenas

Presidenta:
G. Esposito

<https://us02web.zoom.us/j/81591091005>

Bio-remediación I

Presidente:
L. Erijman

<https://zoom.us/j/91435735455>

Derecho ambiental

Presidenta:
J. Mira

<https://us02web.zoom.us/j/82638405805>

Producción de la « Naturaleza » y Extractivismo

Presidenta:
F. Arancibia

<https://us02web.zoom.us/j/81966256016>

Entender el planeta. Técnicas y modelos predictivos

Presidenta:
P. Minotti

<https://us02web.zoom.us/j/86396552618>

11:45

PAUSA

12:15

SEGUNDO CICLO DE MESAS REDONDAS

Energía y Mega infraestructuras

Presidente:
B. Fornillo

<https://us02web.zoom.us/j/85284295449>

Bio-remediación II

Presidenta:
C. Vazquez

<https://us02web.zoom.us/j/89546324013>

Políticas públicas, riesgos globales y climáticos

Presidenta:
P. Moraga

<https://us02web.zoom.us/j/82013466928>

Literatura y filosofía de la naturaleza

Presidenta:
L. Langbehn

<https://zoom.us/j/91917650635>

Diseño y tecnologías innovadoras

Presidente:
A. Bothagaray

<https://us02web.zoom.us/j/84305580540>

MEDIODÍA

14:00

PAUSA

TARDE

15:30

TERCER CICLO DE MESAS REDONDAS

Discursos y resistencia

Presidente:
F. Poupeau

<https://us02web.zoom.us/j/89494446313>

Bio-remediación III

Presidente:
M. Guidoli

<https://us02web.zoom.us/j/83167085501>

Escasez hídrica

Presidente:
F. Roig

<https://us02web.zoom.us/j/87288670708>

Alternativas

Presidente:
C. Santos

<https://zoom.us/j/94183234235>

Agricultura y sustentabilidad

Presidenta:
M. Schmidt

<https://us02web.zoom.us/j/85489934827>

17:15

PAUSA

17:45

RESTITUCIÓN DE LAS MESAS REDONDAS

19:15

DISCURSO DE CIERRE

Sr. Lionel Paradisi-Coulouma, Consejero de cooperación y acción cultural, director del Institut français

Sr. Christian Estrade, Consejero de cooperación y acción cultural, director del Institut français de Chile

<https://us02web.zoom.us/j/84775230251>

20:00

CONCIERTO DE CIERRE

Juampidicesare

<https://us02web.zoom.us/j/81900819219>

PROGRAMA

12:15-14:00

SEGUNDO CICLO DE MESAS REDONDAS

6 Energía y Mega-infraestructuras

Presidente: Bruno Fornillo

Moderador: Rodrigo López Plantey

Candidato/as:

Daiana Elisa Melón

"Resistencias populares a represas hidroeléctricas en el marco de IIRSA."

Jonatan Andrés Nuñez

"Hidrocarburos extremos en Sudamérica.

Un acercamiento a los casos de Vaca Muerta y el Pré-sal."

Agustina Súnico

"La dinámica del conflicto socio-ambiental en la Cuenca Neuquina (2006-2018). Un análisis cuantitativo de los episodios contenciosos."

Ariel Octavio Ocantos

"Megaproyectos de infraestructura hídrica y sustentabilidad ecológica. Análisis del tramo argentino de la Hidrovía Paraguay-Paran."

7 Bio-remediación II

Presidenta: Cristina Vázquez

Moderadora: Malika Chazelas

Candidato/as:

Silvana Florencia Benitez

"Bio-filtros fúngicos: una alternativa eco-amigable para el tratamiento de aguas residuales de la industria citrícola."

Ana Silvia Tatarin

"Micorremediación y compostaje como estrategias promisorias para la limpieza de suelos contaminados con Cr(VI)."

Federico Martín Ivanic

"Contaminantes emergentes de origen ganadero en el ambiente: simulación degradativa en laboratorio."

Anibal Sebastian Chelaliche

"Micorremediación Molecular: Avances en la remoción de los Bifenilos Policlorados."

8 Políticas públicas, riesgos globales y climáticos

Presidenta: Pilar Moraga Sariego

Moderadora: Andrea Sosa

Candidato/as:

Aracely Burgos Ayala

"Inclusión social en la gestión de los servicios ecosistémicos por las Corporaciones Autónomas Regionales en Colombia."

Irene Valitutto

"Vínculos entre los conceptos de medio ambiente, riesgo y urbanización. ¿Cuáles riesgos y para quién? Un espacio al margen: la Lomas de Lima."

Elisabeth Mohle Lucas Figueroa

"Las coaliciones estado-sociedad y sus visiones como determinantes de la política ambiental: ley de bosques y ley de glaciares en Argentina."

Chloé Cheyenne Bernard

"El medioambiente en la ratificación del acuerdo de libre comercio UE-Mercosur."

9 Literatura y filosofía de la naturaleza

Presidente: Lorenzo Langbehn

Moderadora: Natalia Caneva

Candidato/as:

Mariana de Cabo

"Flores artificiales: Baudelaire, la fotografía y el paisaje en el siglo XIX."

Estefanía Silvia Montecchio

"Crear el medio ambiente: el bestiario y la botánica vianescos."

Pedro Pablo Achondo Moya

"Eco-relatos patéticos en el Antropoceno y las huellas del tiempo en la lectura del espacio: la tejuela de alerce en el sur de Chile."

Magdalena Chouhy Clulow

"Relaciones humanos-animales en Paso Centurión. Conocimientos y prácticas en diálogo en un área en proceso de ambientalización."

10 Diseño y tecnologías innovadoras

Presidente: Andres Bothagaray

Moderadora: Noelia Noya Iglesias

Candidato/as:

Yi-Hsuan Tsai

"El rol de la biomasa en la bioeconomía del futuro."

Anthony Schrapffer

"Beneficio de integrar llanuras de inundación en los modelos de superficie: caso del Pantanal en la Cuenca del Plata."

Guillermo José Mendez

"Proposición, desarrollo y evaluación de incentivos para la aplicación de políticas de bajo impacto en el drenaje urbano."

Iván Pedro Prado

"Calidad ambiental y espacios educativos. Evaluación de mejoras en una institución pública del periurbano marplatense."