

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**ESCUELA DE POSGRADO**



**PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD  
OCUPACIONAL PARA REDUCIR LOS RIESGOS EN EL  
LABORATORIO DE FÍSICA DE UNA UNIVERSIDAD DEL NORTE**

**MAESTRO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL CON MENCIÓN EN SEGURIDAD  
INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL**

**AUTOR**

**EDWIN ALDRIN CUMPA BARRIOS**

**ASESOR**

**JOSELITO SANCHEZ PEREZ**

<https://orcid.org/0000-0002-1525-8149>

**Chiclayo, 2021**

**PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PLAN DE SEGURIDAD Y  
SALUD OCUPACIONAL PARA REDUCIR LOS RIESGOS EN EL  
LABORATORIO DE FÍSICA DE UNA UNIVERSIDAD DEL  
NORTE**

PRESENTADA POR:  
**EDWIN ALDRIN CUMPA BARRIOS**

A la Escuela de Posgrado de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el grado académico de

**MAESTRO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL CON MENCIÓN EN SEGURIDAD  
INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL**

APROBADA POR:

Maximiliano Rodolfo Arroyo Ulloa  
PRESIDENTE

Cesar Ulises Cama Peláez  
SECRETARIO

Joselito Sánchez Pérez  
VOCAL

## **Dedicatoria**

A Dios que siempre está presente en mi vida, quien me protege y me da la fuerza necesaria para seguir adelante en cada uno de mis proyectos.

A mis hijas Fabiola y Fernanda y, a mi esposa Kelly, la razón más grande que tengo, para seguir adelante y vencer los obstáculos que se nos presenta cada día.

## **Agradecimientos**

Nuestro eterno agradecimiento a la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, quien nos da la oportunidad, de enriquecer nuestros conocimientos y nos permitirán desempeñarnos de mejor manera.

Al Mg. Ing, Joselito Sánchez Pérez en calidad de docente y asesor de tesis.

## Índice

RESUMEN.....	9
ABSTRACT .....	10
I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. MARCO TEÓRICO .....	14
2.1. ANTECEDENTES .....	14
2.2. BASES TEÓRICAS .....	17
2.2.1. <i>Sistema de gestión en seguridad y salud ocupacional</i> .....	17
2.2.2. <i>Evaluación y gestión de riesgos</i> .....	17
2.2.3. <i>¿Qué es un sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo (SG-SST)?</i> . .....	18
2.2.4. <i>La seguridad y salud en el trabajo (SST)</i> .....	19
2.2.5. <i>OHSAS 18001 - Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo</i> .....	19
2.2.6. <i>Principales cambios en el SST</i> .....	20
2.2.7. <i>Requisitos de un Sistema de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional (SGS y SO)</i> .....	21
2.2.8. <i>Salud Ocupacional</i> .....	21
2.2.9. <i>Identificación de peligros, evaluación de riesgos y determinación de controles (IPERC)</i> .....	22
III. METODOLOGÍA .....	28
3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN .....	28
3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	28
3.3. POBLACIÓN .....	28
3.4. MUESTRA Y MUESTREO .....	28
3.5. CRITERIOS DE SELECCIÓN .....	28
3.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	29
3.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	30
3.7.1. <i>Entrevistas</i> .....	30
3.7.2. <i>Análisis documental</i> .....	30
3.7.3. <i>Técnica de observación directa</i> .....	30
3.8. PROCEDIMIENTOS .....	30
3.9. PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS .....	30

3.10. CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	30
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>32</b>
4.1. DIAGNOSTICAR LA SITUACIÓN ACTUAL DEL LABORATORIO DE FÍSICA EN UNA UNIVERSIDAD DEL NORTE DESCRIPCIÓN GENERAL DEL CENTRO DE ENSEÑANZA DE EDUCACIÓN SUPERIOR .....	32
4.1.1. <i>Puntos de localización para determinar el nivel de intensidad sonora. Laboratorio de física de una universidad del Norte</i> .....	33
4.1.2. <i>Diagnóstico del nivel de intensidad e intensidad de la onda sonora por punto de localización</i> .....	46
4.1.3. <i>Puntos de localización para determinar el nivel de iluminancia. Laboratorio de física de una universidad del Norte</i> .....	48
4.2. REALIZAR LA PROPUESTA DEL DISEÑO DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL DEL LABORATORIO DE FÍSICA .....	62
4.2.1. <i>Propuesta de la reducción de riesgos de iluminación</i> .....	62
4.2.2. <i>Propuesta de la reducción de riesgos de sonido</i> .....	84
4.3. EVALUAR LA FACTIBILIDAD ECONÓMICA DE LA PROPUESTA DEL DISEÑO DE UN PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL .....	85
4.3.1. <i>Beneficios de las propuestas</i> .....	85
4.3.2. <i>Inversión de la propuesta</i> .....	87
4.3.3. <i>Costos de la propuesta</i> .....	87
4.3.4. <i>Flujo de caja</i> .....	89
<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>91</b>
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>92</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>92</b>
<b>VIII. REFERENCIAS .....</b>	<b>93</b>
<b>IX. ANEXOS .....</b>	<b>95</b>

## Lista de tablas

<b>Tabla 1.</b> Accidentes mortales por cada 100 mil horas trabajadas en Perú .....	12
<b>Tabla 2.</b> Formato de Matriz IPER (Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos).....	27
<b>Tabla 3.</b> Operacionalización de variables.....	29
<b>Tabla 4.</b> Registro de datos de nivel de intensidad de sonido, durante 12 horas del día en intervalos de 0,5 h (05 puntos de Localización).....	34
<b>Tabla 5.</b> Tabla resumen de valores promedios e incertidumbre de nivel de intensidad sonora por puntos de localización.....	40
<b>Tabla 6.</b> Tabla de Valores Máximos y Mínimos de Nivel de Intensidad Sonora por puntos de Localización .....	41
<b>Tabla 7.</b> Especificaciones del medidor de nivel de intensidad sonora con registrador de datos: center 322 sound.....	43
<b>Tabla 8.</b> Niveles máximos de ruidos .....	44
<b>Tabla 9.</b> Niveles sonoros de inmisión (ambientes interiores), transmitido por vía aérea.....	44
<b>Tabla 10.</b> Niveles sonoros de inmisión (ambientes interiores), transmitidos por vía estructural .....	45
<b>Tabla 11.</b> Evaluación del Nivel de Intensidad Sonora Experimental vs la Recomendada por Norma Técnica .....	45
<b>Tabla 12.</b> Nivel de intensidad e intensidad sonora por punto de localización .....	46
<b>Tabla 13.</b> Cálculo del error porcentual y del error relativo del nivel de intensidad sonora experimental respecto de la recomendada por punto de localización .....	47
<b>Tabla 14.</b> Registro de datos de nivel de iluminancia, durante 12 horas del día en intervalos de 0,5 h (05 puntos de localización) .....	49
<b>Tabla 15.</b> Tabla de resumen de valores promedios e incertidumbre de nivel de iluminancia por puntos de localización.....	55
<b>Tabla 16.</b> Tabla de valores máximos y mínimos de nivel de iluminancia por puntos de localización.....	55
<b>Tabla 17.</b> Especificaciones del medidor de nivel de iluminación o iluminancia: LX 1108....	58
<b>Tabla 18.</b> Requisitos mínimos de iluminación para la actividad educativa .....	59
<b>Tabla 19.</b> Evaluación del nivel de iluminancia experimental vs nivel de iluminancia recomendada por norma técnica.....	62

<b>Tabla 20.</b> Organización de las asignaturas en el área de mecánica de los cuerpos sólidos: física de los cuerpos rígidos y mecánica vectorial para ingenieros; prácticas experimentales en el laboratorio de física .....	65
<b>Tabla 21.</b> Organización de las asignaturas en el área de mecánica de fluidos: física de la masa y la energía y prácticas experimentales en el laboratorio de física .....	68
<b>Tabla 22.</b> Organización de las asignaturas en el área de electricidad, magnetismo y electromagnetismo: electricidad y magnetismo, máquinas eléctricas y prácticas experimentales en el laboratorio de física .....	71
<b>Tabla 23.</b> Tabla de factores de reflexión: techo, paredes y suelo.....	83
<b>Tabla 24.</b> Beneficios de las mejoras con las multas de SUNAFIL .....	86
<b>Tabla 25.</b> Inversión de cambio de luminarias.....	87
<b>Tabla 26.</b> Inversión del cambio de material acústico .....	87
<b>Tabla 27.</b> Costos de cambio de luminarias.....	87
<b>Tabla 28.</b> Costos del cambio de material acústico .....	88
<b>Tabla 29.</b> Costos de capacitaciones .....	88
<b>Tabla 30.</b> Flujo de caja de propuestas de implementación.....	89

## Lista de figuras

<b>Figura 1.</b> Sistemas de gestión.....	17
<b>Figura 2.</b> El ciclo Deming .....	18
<b>Figura 3.</b> Salud ocupacional como ciencia multidisciplinaria .....	22
<b>Figura 4.</b> Descripción de puntos de localización para determinar el nivel de intensidad sonora. Laboratorio de física.....	33
<b>Figura 5.</b> Nivel de intensidad sonora vs tiempo.....	39
<b>Figura 6.</b> Comparativo de nivel sonoro promedio medido con el nivel máximo permisible..	40
<b>Figura 7.</b> Valores Máximos y Mínimos de Nivel de Intensidad Sonora vs. Tiempo.....	42
<b>Figura 8.</b> Medidor de nivel de intensidad sonora: center 322 sound .....	43
<b>Figura 9.</b> Descripción de puntos de localización para determinar el nivel de iluminancia. Laboratorio de física.....	48
<b>Figura 10.</b> Nivel de iluminancia vs. tiempo .....	54
<b>Figura 11.</b> Valores máximos y mínimos de nivel de iluminancia vs. tiempo .....	57
<b>Figura 12.</b> Luxómetro LX1108 .....	58

## Resumen

Esta investigación busca generar una Propuesta de Diseño de un Plan de Seguridad y Salud Ocupacional para reducir los riesgos en el Laboratorio de Física de una Universidad del Norte; con ello se busca tener controlado todos los pormenores que se suscitan al desarrollar las diversas Prácticas Experimentales de las diversas asignaturas que hacen uso de Materiales y Equipos de naturaleza Mecánica, Eléctrica, Térmica, Sonora, etc. La Propuesta de este Diseño lograría reducir el conjunto de eventualidades a las que están expuestos tanto estudiante, docente y personal encargado si es que no se hace uso correcto de las Políticas de realización de las Prácticas Experimentales, para ello es necesario Identificar los Peligros y Evaluar los Riesgos de dichas áreas. Esta Propuesta genera una mayor apertura de interrelación entre las diversas actividades que desarrollan actividades Experimentales de redescubrimiento de las Leyes de la Física, así como de la aplicación de la técnica que se desarrolla en Ingeniería. Las propuestas de mejora en el Laboratorio de Física de una Universidad del Norte son económicamente viables, esto se debe a que se obtuvo un Valor Actual Neto de 3 253,64 soles, una Tasa Interna de Retorno de 26,15%, un beneficio costo de 1,27 y una tasa de recuperación de 1 año con 11 meses con 2 días.

**Palabras clave:** Plan de Seguridad, Seguridad Ocupacional, Riesgo

### **Abstract**

This research seeks to generate a Design Proposal for an Occupational Health and Safety Plan to reduce risks in the Physics Laboratory of a Universidad del Norte; With this, it is sought to have controlled all the details that arise when developing the various Experimental Practices of the various subjects that make use of Materials and Equipment of a Mechanical, Electrical, Thermal, Sonora nature, etc. The Proposal of this Design would reduce the set of eventualities to which both students, teachers and personnel in charge are exposed if the Policies for carrying out Experimental Practices are not used correctly, for this it is necessary to Identify the Hazards and Evaluate the Risks of these areas. This Proposal generates a greater opening of interrelation between the diverse activities that develop Experimental activities of rediscovery of the Laws of Physics, as well as the application of the technique that is developed in Engineering. The proposals for improvement in the Physics Laboratory of a University of the North are economically viable, this is because it obtained a Net Present Value of 3 253,64 soles, an Internal Rate of Return of 26,15%, a benefit cost of 1,27 and a recovery rate of 1 year with 11 months with 2 days.

**Keywords:** Security plan, Occupational security, Risk

## **I. Introducción**

En la actualidad, el enorme desarrollo de las industrias en todo el mundo, ha hecho que recientemente, dados los informes perturbadores que cada año brindan la OIT, OMS y la OPS, se le preste mayor atención a las estrategias e inspecciones para prevenir riesgos en el trabajo, así como accidentes y enfermedades laborales. Como consecuencias de dichos informes se viene implementando y difundiendo diversas metodologías y normas con respecto a la salud y seguridad ocupacional de los trabajadores.

El Perú también está viviendo esta situación, debido a que el ministerio de trabajo, en su labor fiscalizadora, ha detectado que muchas de las empresas del país no cumplen con algún plan estratégico en cuanto a seguridad y salud laboral, trayendo como consecuencia la generación de incidentes accidentes laborales, causados principalmente por que los trabajadores realizan sus tareas sin la protección necesaria es decir no utilizan equipo de protección personal alguno, lo cual ha ocasionado grandes daños en su integridad, poniendo muchas veces en peligro sus vidas (2.78 millones de muertes por año, según la OIT), frente a esto y tomando como referencias los datos de mortalidad de accidentes en el trabajo, el estado peruano decreta la Ley N° 29783 de seguridad y salud en el trabajo, en donde establece que el Perú como miembro de la Comunidad Andina de Naciones (CAN), posee este instrumento de seguridad y salud en el trabajo, y que todos los que forman parte de esta comunidad están obligados a efectuar estrategias para prevenir cualquier tipo de riesgo laboral, así como supervisar su acatamiento; y la tarea de los jefes de identificar, evaluar, prevenir y comunicar todo riesgo en el trabajo a sus empleados; y el derecho de éstos a que les informen de los riesgos que conllevan las tareas que efectúan. Es por ello que dicha ley tiene por objetivo la promoción de una cultura de prevención de riesgos laborales mediante el deber de prevención de los empleadores, el rol de fiscalización y control del estado y la participación de los trabajadores y sus organizaciones sindicales, quienes, a través del diálogo social, deben velar por la promoción, difusión y cumplimiento de la normativa sobre la materia.

El Perú no cuenta con regulaciones efectivas para la fiscalización de las compañías respecto de los riesgos a los trabajadores y mucho menos un método modelo para la evaluación de los riesgos para la vida.

**Tabla 1.** Accidentes mortales por cada 100 mil horas trabajadas en Perú

SECTOR/AÑO	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
<b>AGRARIO</b>	6,14	4,65	3,48	4,07	4,08	4,02	3,85	4,29	4,72	4,35
<b>INDUSTRIA</b>	7,63	7,09	6,65	6,27	5,92	5,78	6,09	5,77	5,51	5,41
<b>MINERÍA</b>	8,20	8,05	7,40	7,29	6,65	7,27	7,32	6,35	6,14	5,74
<b>CONSTRUCCIÓN</b>	17,61	15,3	16,43	17,4	17,0	17,0	17,0	15,6	15,5	13,1
<b>SERVICIOS</b>	5,45	5,05	4,81	4,21	3,85	3,6	4,03	4,00	3,72	3,92

Fuente: [1]

En el momento actual, se hace necesario que las universidades desarrollen políticas de implementación de laboratorios experimentales, al mismo tiempo que alimentan la posibilidad de generar investigación a partir del redescubrimiento de las leyes y principios que gobiernan las ciencias y su inmediata aplicación a la ingeniería.

La Universidad del Norte, dedicado al rubro de la enseñanza superior universitaria cuenta con laboratorios de ingeniería destinados a la realización de prácticas experimentales, algunas de ellas de naturaleza demostrativa y otras de corte investigativas; entre ellas las que se desarrollan en el laboratorio de física, el mismo que ha sido implementando para satisfacer la demanda en las áreas de: mecánica de los cuerpos sólidos, mecánica de los medios continuos y electricidad, magnetismo y electromagnetismo.

Ante la utilización de material y equipo destinado al desarrollo de las prácticas experimentales, se ha evidenciado el riesgo que existe ante una inadecuada manipulación por parte del personal que asiste al docente en la realización de las prácticas experimentales, así como del mismo estudiante, traduciéndose estos riesgos a los de naturaleza mecánica, y eléctrica específicamente. A ello se le suma la imposibilidad de que la voz del docente llegue con la misma intensidad a todos los estudiantes, debido a la inadecuada distribución de las mesas de trabajo, así como de la cercanía con una vía de alta transitabilidad durante las horas punta del día. También se ha evidenciado que existe una inadecuada distribución de lámparas que iluminan el ambiente, cuya iluminancia se ve disminuida debido a una desproporción entre el número de las mismas y el objeto a iluminar; entendiéndose que los haces luminosos pierden intensidad con la distancia radial al objeto y con la sombra que el ó los estudiantes proyectan sobre la mesa de trabajo.

El objetivo general que se persigue es proponer el diseño de un plan de seguridad y salud ocupacional para reducir los riesgos en el laboratorio de física en una universidad del norte; en tanto que los objetivos específicos son: diagnosticar la situación actual del laboratorio de física

en una universidad del norte; realizar la propuesta del diseño del plan de seguridad y salud ocupacional del laboratorio de física y como último objetivo: evaluar la factibilidad económica de la propuesta del diseño de un plan de seguridad y salud ocupacional.

Respecto de lo anteriormente mencionado, se busca generar un plan de seguridad y salud ocupacional que reduzca los riesgos en el laboratorio de física de la Universidad del Norte.

## II. Marco teórico

### 2.1. Antecedentes

Mediante el estudio de los niveles de ruido, iluminación, temperatura y su efecto en las enfermedades profesionales en la compañía CODELITESA S.A, realizada por Cristian Fredy Escobar Vinuesa [2], Ambato, Ecuador, se analiza la gestión de seguridad y salud ocupacional en la empresa de fabricación de productos plásticos. Además, se describe mediante modelos matemáticos y de manera gráfica estandarizados con la normatividad vigente, con la finalidad de detectar las inconformidades que se presentan en el aspecto sonoro, la iluminación y temperatura existente en las áreas de trabajo de las empresas estudiadas. Como resultado del diagnóstico situacional presentaron soluciones a los factores de riesgo, como mecanismo de atenuación de ruido, mapas de iluminación y determinación de temperatura, mediante la aplicación de modelamiento matemático con valores y niveles en magnitud acorde con estándares normalizados para un adecuado ambiente de trabajo. El ruido observado en el área de cajas se encuentra entre 64 y 69 dB y de acuerdo a la Norma ISO se encuentra de los parámetros permitidos no sobrepasando de 4 y 5 dB, por lo que el personal no se encontraría en alto riesgo por exposición a ruido industrial, aunque indican que con el tiempo podría ocasionar alteraciones físicas y psicológicas a los empleados que laboran en la compañía. Se determinó que la iluminación en la zona de legumbre tiene mayor riesgo con 88,4 lux, asimismo, indican que las áreas de Facturación y Recursos humanos han detectado problemas con un reducido número de luminarias, debido a que no ingresa luz natural adicional. Para el caso de temperatura, el valor medido hace referencia que la carga metabólica de 115,63 es aceptable según la norma UNE-EN 28996 y según la norma de temperatura NTP 323, encontrándose este resultado entre débil y moderado.

En el trabajo de investigación Evaluación de los niveles de iluminación en las áreas de trabajo del Laboratorio de Alta Tecnología de Xalapa, Veracruz, México, elaborado por Omar Hernández y Luis Lucio [3], procedieron con una visita de campo para el mapeo lumínico en basada en el método definido en la norma antes indicada, con utilización de fichas técnicas estandarizadas con su respectivo glosario de términos básicos, con la finalidad de realización de un estudio lumínico con fines de certificación basado en NOM-025-STPS-2008. Esta inspección se pudo desarrollar en circunstancias de normalidad del servicio y operación de los empleados que trabajan en dichas instalaciones en horario de trabajo entre 8:00 a 17:00 h o las 24 horas del día, en el caso del área de vigilancia. Después de haber evaluado 33 áreas, 18 de

ellas no se rigen con la normatividad técnica vigente. En el área de vigilancia trabajan entre 3 a 5 empleados de 8:00 a.m. a 5:00 p.m.; en el transcurso de la mañana la iluminación es poco eficiente, debido a que la empresa no se rige a lo dictaminado por la norma, siendo ésta de 119 luxes con luz natural + artificial y de la misma manera no cumple con lo mínimo de luz natural, pues ésta es en promedio de 22 luxes, como resultado de la inadecuada distribución de lámparas y su deficiente potencia lumínica.

El estudio de investigación para validación de métodos para la determinación del nivel de exposición al ruido e iluminación en el trabajo, realizado por Claudia Mercedes Alvear Niacata [4], Quito, Ecuador, validó distintas metodologías de ensayo para calcular el nivel de exposición al ruido e iluminación en el ambiente laboral, según los parámetros establecidos en las normas técnicas NTE INENISO 9612, NOM-025-STPS-2008, respectivamente. Cada método de ensayo aplicado se realizó en base al establecimiento de espacios de trabajo en el diseño experimental y tomando en cuenta la puesta a punto especificado en las normas técnicas bajo condiciones de repetibilidad y reproductibilidad. La metodología implementada respecto al nivel de ruido laboral cumple con los criterios de precisión ( $\% CVr \leq 10 \%$ , y  $\% CVR \leq 10 \%$ ) e incertidumbre total expandida ( $k=2$ ) ( $U \leq 10 \%$ ) que se establecieron al inicio del proceso de validación para las tres distintas estrategias de medición. Al comparar los parámetros de desempeño de las tres estrategias de medición, se concluye que al usar la estrategia basada en la función se obtiene los parámetros de desempeño más elevados ( $\% CVr$  (área de pintura) = 6,85 %,  $\% CVr$  (área de armado de estanterías) = 2,55 %, y  $\% CVR$  (área de pintura) = 7,24 %),  $\% CVR$  (área de armado de estanterías) = 3,06 %) que al usar otras estrategias. En este sentido, la implementación de mapas de ruido en el programa Surfer es la técnica más apropiada para la caracterización de un ambiente con alto nivel de emisión sonora. La metodología implementada para la determinación del nivel de iluminación en el trabajo se realizó mediante la norma técnica NOM-025-STPS-2008, para el que se verificó que el luxómetro cumple con los criterios de precisión ( $\% CVr \leq 10 \%$  y  $\% CVR \leq 20 \%$ ) e incertidumbre total expandida ( $k = 2$ ) ( $U \leq 10 \%$ ) que se establecieron al inicio del proceso de verificación. En el método de ensayo para la determinación del nivel de iluminación en el trabajo la reproducibilidad es la principal fuente de incertidumbre en los lugares de trabajo donde existe un alto grado de incidencia directa de luz natural ( $uR(\text{Mecánica FIQ}) = 72,51 \text{ lx}$ ,  $uR(\text{Área del caldero}) = 68,63 \text{ lx}$ ,  $uR(\text{Oficina DPEC}) = 53,41 \text{ lx}$ ); ya que la iluminancia es una magnitud que se mide directamente y no se la puede controlar al igual que las condiciones ambientales.

Barrera y Fonseca, en su tesis denominada Diseño de un sistema de gestión en seguridad y salud ocupacional basado en la norma OHSAS 18001 para el Centro Tecnológico de Automatización Industrial (CTAI) de la Pontificia Universidad Javeriana. El presente trabajo nace con la pauta de la creación de prácticas seguras en el Centro de Automatización Industrial en especial en los centros de mecanizado, donde el análisis, evaluación de los riesgos y la identificación de fuentes de riesgos potenciales es prioritario ya que este tema no solo compete a estudiantes, sino a todos los miembros de la comunidad que entran en contacto con las máquinas, como lo son profesores, empleados y personas interesadas [5].

Propuesta de implementación de un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo en el área de inyección de una empresa fabricante de productos plásticos. Investigación realizada por Mario Christian Carrasco Gonzáles [6] de la PUCP, Lima, Perú.

Esta investigación plantea implementar un sistema de gestión de seguridad y salud laboral para una compañía que fabrica mercadería de plástico, siendo éste un asunto de basto desarrollo a nivel mundial, con fines humanitarios como el mejoramiento de la calidad de vida de los empleados promoviendo y protegiendo la salud, previniendo accidentes laborales y enfermedades del tipo ocupacional. A lo largo de este estudio se hace una descripción de las generalidades respecto a la seguridad, salud e higiene en el trabajo, modelos más destacados de gestión de seguridad en el trabajo, las normas legales nacionales e internacionales vigentes, asimismo se realizó el diagnóstico de la compañía, la propuesta a implementar, detallando sus ventajas y desventajas y por último llegar a conclusiones y recomendaciones para el presente caso.

Creación de un Programa de Salud y Seguridad Laboral para los Laboratorios, talleres ubicados en el edificio de los Laboratorios de una Universidad Privada en Caracas. Investigación realizada por Fuenmayor Palacios, José [7], en la Universidad Privada de Caracas, Venezuela

La existencia de un laboratorio - taller de manufactura dentro de la estructura de estudio de los ingenieros Industriales, es un concepto innovador dentro del estudio de la Facultad. Los propósitos son académicos y autosustentables ya que también se proyecta que las instalaciones reporten comercial proporcionando soluciones dentro de la rama del mecanizado comercial.

## 2.2. Bases teóricas

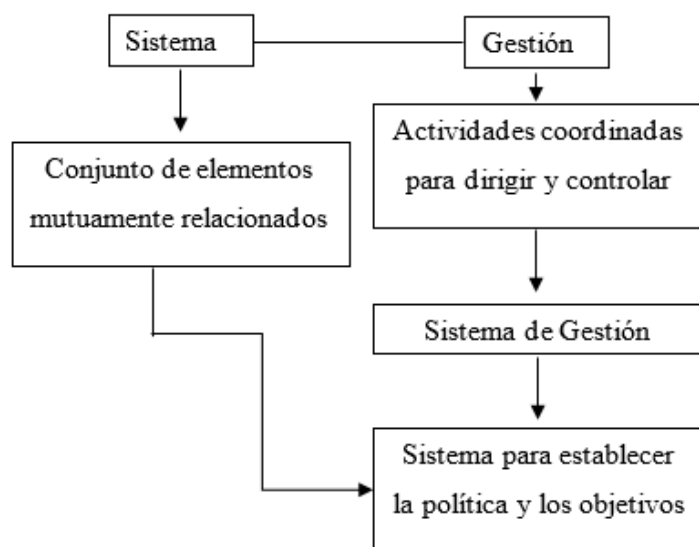
### 2.2.1. Sistema de gestión en seguridad y salud ocupacional

El diseño de un Sistema de Gestión debe obedecer a objetivos estratégicos que logren optimizar los procesos de la organización. [8]

Actualmente las Empresas se enfrentan a significativos retos como competitividad, rentabilidad, globalización, crecimiento y tecnología. Esto exige aprovechar al máximo el potencial de la organización. Implementar un Sistema de Gestión está destinada a eliminar los probables riesgos de la empresa con respecto a costos, satisfacción del cliente, aspectos comerciales y financieros, mejorar la marca, innovación del producto o servicio que brinde.

La seguridad e higiene en el trabajo, constituye adoptar medidas y desarrollar actividades preventivas de riesgos que surjan al desarrollar una labor. Al respecto existe el Convenio 155 de la OIT sobre Seguridad y Salud de los trabajadores y su ambiente de trabajo.

Según la Organización Mundial de la Salud, en 1946, la define como el nivel de bienestar físico, mental y social de un trabajador al desarrollar su labor, sin deterioro de su capacidad física o mental, enalteciendo su autoestima al considerarse útil a la sociedad.



**Figura 1.** Sistemas de gestión

Fuente: elaboración propia

### 2.2.2. Evaluación y gestión de riesgos

Para poder establecer la relación entre riesgo y peligro, primero se debe conocer sus definiciones. Por un lado, el peligro viene a ser la propiedad de un producto, proceso o situación para ocasionar algún daño, efecto negativo en la salud de una persona, o perjuicio a una cosa [9]. El riesgo es la posibilidad de que una persona pueda sufrir daños o que su salud se vea

comprometida al exponerse a un peligro en específico. La relación entre estos dos conceptos, que puede ser al instante o de largo plazo. Siendo su fórmula la siguiente:

$$\text{Peligro} \times \text{Exposición} = \text{Riesgo}$$

La metodología para evaluar un riesgo se constituye como mínimo de cinco pasos que se muestran a continuación:

Identificar el peligro.

Establecer los sujetos perjudicados y de qué manera.

Analizar el riesgo y establecer medidas.

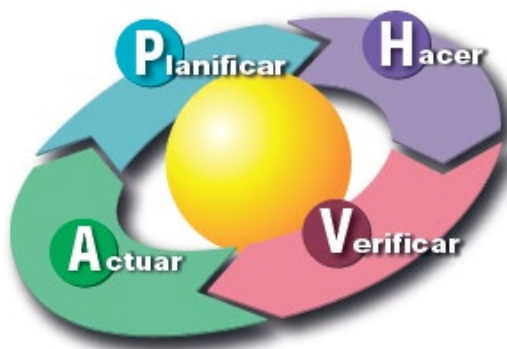
Llevar un registro de soluciones y llevarlas a cabo.

Examinar la evaluación y actualización si es necesaria.

Un proceso para evaluar riesgos se adaptará a las dimensiones y actividades de la compañía, sus recursos y capacidades técnicas que dispongan. Existen dos esenciales para el gestionamiento de riesgos en el ambiente laboral: establecer los límites de exposición profesional (LEP) y la elaboración de lista de enfermedades profesionales. En un país del primer mundo se suelen elaborar y mantener actualizadas listas de LEP, incluyendo peligros químicos, físicos (calor, ruido, radiación ionizante y no ionizante y frío) y peligros biológicos. La lista de valores límites de exposición (VLE) de la conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH) es una gran referencia en distintos países y sobresale por su amplia cobertura y firme procedimiento para evaluar

### 2.2.3. ¿Qué es un sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo (SG-SST)?

Consiste en estructura una secuencia de actividades preventivas de incidentes y/o accidentes laborales. Tiene como base criterios, normas y procedimientos reglamentados, factibles de ser evaluados y mejorados. [9]



**Figura 2.** El ciclo Deming

#### **2.2.4. La seguridad y salud en el trabajo (SST)**

Sistema multidisciplinario que promueve la prevención y protección de incidentes o accidentes en el ámbito laboral. Generando ambientes saludables y seguros para los trabajadores de las diferentes áreas de la organización. [10]

#### **2.2.5. OHSAS 18001 - Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo**

Consiste en una secuencia de políticas responsables de la seguridad y salud laboral, cuya implementación trasciende el ámbito laboral, hasta sus clientes y la sociedad dónde se desempeña. [11]

El cumplimiento de estas normas, certifican el compromiso de la empresa hacia sus colaboradores, al gestionar los riesgos operativos, mejorando su rendimiento.

La norma OHSAS 18001:2007 Considera los siguientes aspectos específicos:

- Detectar peligros, evaluar su riesgo para establecer su control.

- Debe cumplir los requisitos legales entre otros.

- Cumplir objetivos y programas regidos por la OHS.

- Establecer funciones, responsabilidades, autoridad, control de cuentas, así como proveer de los recursos necesarios.

- Determinar competencias, formación y promover la concientización de los participantes

- Incentivar a la participación, comunicación y consulta.

- Control operativo.

- Establecer un protocolo de actuación ante la ocurrencia de accidentes laborales.

- Implementar un Sistema de retroalimentación para el seguimiento, medición y control del rendimiento.

Fomentar la colaboración de los participantes hacia el logro de un trabajo seguro y saludable, para lograr su certificación.

**D.S. 005 – 2012 – TR:** Reglamento de la ley N° 29783, Ley de la Seguridad y Salud en el Trabajo.

**Ley 3022, Modifica la Ley 29783:** Otorga flexibilidad a las normativas de seguridad y salud en el trabajo que rigen desde el 12 de julio del año 2012, estableciendo cambios correctivos referentes a sobrecostos o excesos establecidos en la Ley 29783, de acuerdo a la realidad del empresariado peruano, específicamente las MYPES, que predominan el sector productivo.

## **2.2.6. Principales cambios en el SST**

### **2.1.6.1. Registros simplificados**

Las MIPYMEs, y las compañías y mayoría de instituciones que no desarrollan tareas de riesgo alto, tienen que llevar un registro y formato simple, los mismos que serán por separado o en un mismo libro de manera física o electrónica.

### **2.1.6.2. Tercerización**

El empleador tiene la facultad, en busca de brindar protección a la vida, salud e integridad de sus empleados, de concertar con profesionales o compañías expertas en SST para que implementen, gestionen, monitoreen y cumplan la normatividad de seguridad y salud laboral. Haciendo esto se evita ingresar en su planilla a médicos ocupacionales.

### **2.1.6.3. Exámenes médicos**

Por norma deben llevarse a cabo cada 2 años, excepto de tratarse de tareas de riesgo elevado, y para ello los mismos deberán ser al iniciar, en el transcurso y cuando se dé por finalizado el contrato.

### **2.1.6.4. Consejos Regionales SST**

La CONFIEP ya no podrá designar a los 3 representantes de los contratantes. Uno lo hará la Cámara de Comercio del lugar (incluye PERUCAMARAS), otro por la microempresa y otro por CONFIEP. En el Consejo Nacional de SST, la CONFIEP sigue designando a los cuatro representantes de los empleadores.

### **2.1.6.5. Responsabilidad penal del empleador**

Se ha hecho una corrección de la paupérrima categorización penal del Art. 168 – A del Código Penal. Así pues, para atribuir responsabilidad penal al representante del empleador, será imperante probar intencionalidad dolosa y que el MTPE lo haya pedido con anterioridad y que éste no haya puesto en marcha acciones que expongan a un peligro inminente la vida, salud e integridad de los empleados (se rebaja la pena máxima de 5 a 4 años).

Si se hace caso omiso de la normatividad, y muere el empleado o en su defecto sufre lesiones de gravedad, y el empleador haya podido prevenir los resultados, se le sancionará con un mínimo 6 y máximo 8 años, para las lesiones y muerte, respectivamente.

Además, se hace disposición de excluir de responsabilidad penal, si la muerte o lesiones es consecuencia de la inaplicabilidad de la normatividad de SST por parte del empleado.

#### **2.1.6.6. Multas laborales**

En el transcurso de tres años, la SUNAFIL multará con el máximo del 35% del monto correspondiente en cada situación. Pero en los casos de subsanación no habrá multa alguna.

En el caso de darse trabajo infantil, trabajo forzoso, libertad sindical y de asociación, obstrucción a las inspecciones, siendo faltas muy graves, la multa será la máxima habida y no el 35%.

#### **2.1.6.7. Vigencia**

La nueva Ley 30222, rige una vez transcurridas 24 horas de haberse publicado y su reglamento es supervisado por el MTPE.

#### **2.2.7. Requisitos de un Sistema de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional (SGS y SO)**

Aspectos mínimos.

Establecimiento de la Política de Seguridad Laboral

Sistema de Gestión propiamente dicho.

Asignación y definición de responsabilidades y organización preventiva.

Evaluación inicial de los riesgos.

Planificación de la actividad preventiva.

Establecimiento de metas y objetivos.

Establecimientos de programas de gestión.

Manual y documentación.

Definición y establecimientos de registros.

Evaluación del sistema.

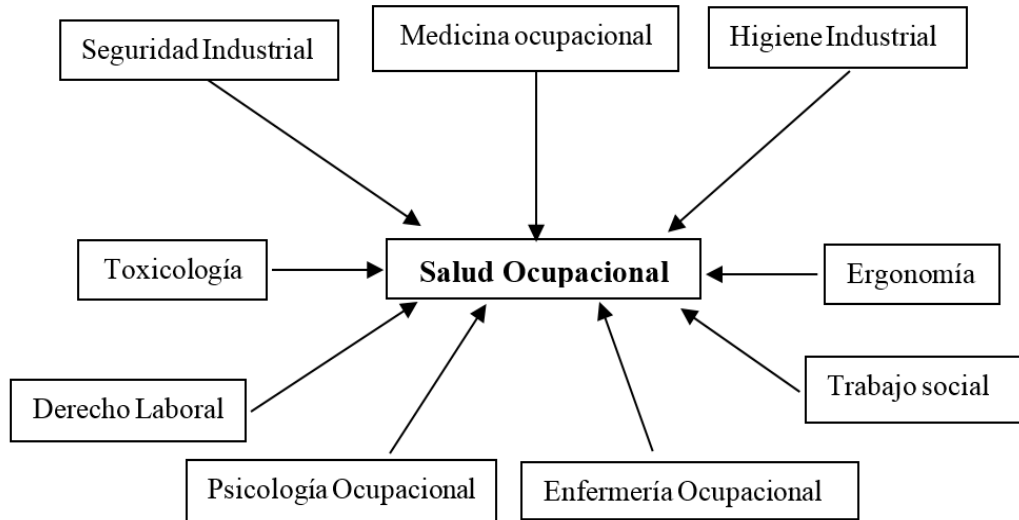
Comunicación.

#### **2.2.8. Salud Ocupacional**

Según el DS-005-2012-TR. Es el área de la salud pública que tiene por objetivo la promoción y mantenimiento del más alto estado de bienestar físico, mental y social de los empleados en cada una de sus actividades; la prevención de cualquier perjuicio para la salud ocasionado por el ambiente laboral y por elementos de riesgo; y la adecuación de la labor al empleado, considerando sus competencias y virtudes.

La OIT y la OMS [9], la definen como una ciencia de carácter multidisciplinario, que se encarga de la suscitación y conservación de la más alta categoría permisible de bienestar físico, mental y social de los empleados en todas sus ocupaciones; prever todo deterioro propiciado a la salud de los mismos por el entorno laboral; salvaguardar en su lugar de trabajo frente a cualquier

riesgo que resulte de la exposición de su salud al algún tipo de agente perjudicial; distribuir y sostener al empleado en un trabajo acorde a sus capacidades funcionales y de carácter psicológico y por último, ajustar el empleo al trabajador y cada uno en sus ocupaciones.



**Figura 3.** Salud ocupacional como ciencia multidisciplinaria

Fuente: elaboración propia

## 2.2.9. Identificación de peligros, evaluación de riesgos y determinación de controles (IPERC)

### 2.1.9.1. Peligro

Fuente de energía, situación o acto (o la combinación de ellas) que eventualmente puede ocasionar perjuicio al ser humano, maquinas, procedimientos y entorno. Para el DS 005-2012 TR), es un escenario o rasgo exclusivo de algún elemento con la capacidad de generar algún daño a los humanos, dispositivos, métodos y marco. [13]

#### A. Peligros mecánicos

Es el grupo de elementos materiales que tienen la capacidad de lesionar mediante el uso mecánico de alguna máquina, herramienta, pieza al emplear componentes preparados, del tipo sólido o fluido.

La definición de máquina engloba a todo conjunto de componente o instalación que transforma la energía en poder mecánico. Una máquina cuenta en su interior con una banda de concentración de energía, pudiendo ser del tipo cinético de partes movibles como del tipo eléctrico, neumático, etc.

Las maquina poseen:

#### Sistema de transmisión

Grupo de componentes del tipo mecánico que tiene por tarea la producción, transporte o transformación de energía empleada en el transcurso.

Se diferencia, puesto que el empleado no debe introducirse en las mismas mientras transcurre los procesos productivos.

### **Zona de operación (o punto de operación)**

Es el segmento de la maquinaria en donde se efectúa el esfuerzo sobre una pieza, a través de la energía que el sistema de transmisión otorga al componente activo de la misma máquina. El operario penetrará en esta zona en el desarrollo de la alimentación, extracción de piezas, o si es proceso automático, para corregir deficiencias de funcionamiento.

#### **a. Peligro de Cizallamiento**

Es un tipo de riesgo ubicado en el encuentro de los filos de dos objetos adyacentes entre sí, y que pueden separar un instrumental medio blando. La mayoría de dichos encuentros no se pueden proteger, y debe prestársele especial atención cuando funcione, puesto que en varias oportunidades no se puede distinguir bien el movimiento realizado por estos objetos por su elevada velocidad. Por lo general, el resultado de este peligro es la mutilación de alguna parte del cuerpo del empleado.

#### **b. Peligro de atrapamientos o de arrastres**

Se presenta cuando dos elementos se desplazan a la vez, siendo uno de estos el que gira como por ejemplo los cilindros de alimentación, engranajes, correas de transmisión, etc. Las manos y el cabello suelen ser las fracciones del cuerpo que corren más riesgo de ser agarradas, asimismo, la ropa que usan los trabajadores. Es por ello que se debe realizar el uso de ropa ajustada para impedir ser atrapada y salvaguardar las áreas contiguas a componentes giratorios y además se debe usar el pelo retraído.

#### **c. Peligro de aplastamiento**

Estas zonas se suelen presentar en el momento en que dos componentes se desplazan uno encima de otro, o también cuando uno está en movimiento y el otro no. Esta exposición impacta, por lo general, a los empleados que laboran en procesos de enganche, siendo atrapados entre la maquinaria y las paredes. De la misma manera los dedos y las manos se lesionan.

#### **d. De sólidos**

En varias ocasiones la maquinaria opera normalmente expulsando diversos fragmentos, como alguna piedra, rama entre otros, que son disparados a altas velocidades y que corren el riesgo de impactar a los empleados. Para protegerse, minimizar o sortear este tipo de peligro se debe utilizar un protector o deflector.

Además de los peligros descritos con anterioridad, también existen los peligros por corte o de seccionamiento, de enganche, de impacto, de perforación o de punzonamiento y de fricción o de abrasión.

## **B. Peligros Eléctricos**

Es el peligro derivado de la corriente eléctrica utilizada durante el desempeño laboral, entre ellos destacan los siguientes casos:

Descarga eléctrica, originado por el contacto directo con elementos de tensión.

Quemaduras ocasionadas por descarga eléctrica.

Caídas o golpes generados por descarga eléctrica.

Incendios y explosiones ocasionadas durante la jornada laboral.

Estos casos se derivan de firma accidental por deficiencia de la manipulación de equipos o herramientas, así como elementos dañados abruptamente por falta de mantenimiento.

## **C. Peligros Físicos**

Constituyen un intercambio abrupto de energía entre la persona y el entorno, sobrepasando la capacidad del cuerpo.

### **a. Ruido**

Esta palabra refiere a “un sonido no deseado que se escucha”, puesto que no es agradable, se interpone a lo percibido como sonido deseado y a veces daña el oído. Es el elemento de riesgo más dañino en el sector industrial (textil, calzado, metalurgia y metal mecánica, alimentos, cemento, minería, hidrocarburos y energía, pesquería, plástico y otros)

Efectos nocivos del ruido:

**Sordera Temporal.** Es un efecto nocivo del ruido en donde las células del oído pasan por un cambio brusco de la acústica y a veces tarda minutos, incluso horas para su recuperación.

**Hipoacusia Ocupacional.** Puede causar la muerte del oído interno, además de hacer que el individuo pierda permanentemente la audición. No se puede revertir.

### **b. Vibración**

**Vibración de cuerpo entero:** es un efecto mecánico que se transmite a la totalidad del cuerpo, por lo general mediante la espalda, plantas de los pies y glúteos, que tocan una plataforma vibrante, o coaccionada a movimientos de choque. Si se prolonga su efecto, produce, lesiones en la zona lumbar y en toda la columna vertebral

**Vibración de mano Brazo:** impacta mecánicamente y directo al sistema mano – brazo usualmente mediante las palmas de las manos y los dedos que están en contacto con

herramientas o piezas de maquinaria. Exponer al cuerpo a estas vibraciones produce daños a los sistemas vascular, óseo, articular, nervioso y muscular.

## **D. Peligros Químicos**

### **a. Gases o Vapores**

Gas es aquella sustancia que se constituye por moléculas que se dispersan de manera amplia a temperaturas y presión ordinaria (25°C y 760 mm Hg) y que ocupa la totalidad del entorno en el que está contenido. Vapor es el estado gaseoso de un elemento que normalmente es sólido o líquido.

### **b. Particulado**

Se constituye por partículas en estado sólido o líquido y se puede clasificar en:

**Polvos de Partículas sólidas:** son generadas al triturar, pulverizar o impactar algún elemento sólido, y está presente en las moliendas, perforaciones, esmerilados, lijados, etc. El tamaño de partículas de polvo es importante por los efectos fisiopatológicos; Fracción Inhalable. (< 10 um, 50% 4um), Fracción torácica. (<25 um,50% 10 um); Fracción respirable (< 10 um, 50% 4um).

**Humos:** son partículas suspendidas, que se forman al condensarse el vapor de alguna sustancia sólida. Comúnmente el humo metálico se forma al calentarse el metal a elevadas temperaturas o al fundirse. Ejemplos: Óxidos de Plomo, Mercurio, Zinc, Fierro, Manganeso, Cobre y Estaño.

**Neblinas:** partículas en estado líquido originadas al evaporarse una enorme cantidad de un líquido y su diámetro sobrepasa los 10um. Ejemplos: de ácido crómico, de ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, lixiviación de cobre (agitación de ácido)

**Nieblas o Rocío:** partículas en estado líquido suspendidas en el ambiente, generadas al condensarse y atomizarse mecánicamente líquidos.

### **Vías de entrada en el organismo:**

**Vía respiratoria:** Es la vía de ingreso más importante para la mayoría de los contaminantes químicos. **Vía dérmica:** Es la segunda vía de importancia en Higiene Industrial, comprende a toda la superficie que envuelve el cuerpo humano. Incluye el ingreso a través de una discontinuidad de la piel (heridas, cortes, punciones). **Vía digestiva:** De poca importancia en Higiene Industrial, salvo en operarios con hábitos de comer y beber en el puesto de trabajo. **Vía Ocular (a Través de los ojos):** Punto directo de ingreso al organismo para algunos solventes y riesgo del propio órgano por contacto directo.

## **E. Temperatura**

### **a. Efectos del calor**

El cuerpo al exponerse prolongadamente al calor en exceso sufre de calambres, agotamiento y golpes de calor (shock térmico).

### **b. Efectos del frío**

El cuerpo al ser expuesto prolongadamente al frío descomunal sufre de congelamiento, y al no tener circulación reduce la vida del tejido, y si no se trata oportunamente, genera incapacidad permanente.

## **F. Iluminación**

Es un elemento del medio ambiente que tiene por objetivo habilitar la visualización, de manera que la labor se realice en un entorno adecuado de eficacia, comodidad y seguridad. La intensidad, calidad y distribución de la iluminación natural y artificial en los establecimientos, deben ser adecuadas al tipo de trabajo. La iluminación influye en el bienestar físico, la actitud mental, la producción y la fatiga del trabajador. Siempre que sea posible se empleará iluminación natural.

## **G. Peligros Biológicos**

Estos peligros están conformando por microorganismos patógenos como virus, bacterias, hongos y parásitos, provenientes del hombre, animales, materias orgánicas y del medio ambiente, susceptibles de infectar al personal que labora en una organización causando graves daños en su salud.

Tabla 2. Formato de Matriz IPER (Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos)

Actividad	Peligro	Riesgo	Medidas de control existente	Evaluación de riesgo inicial					Medidas de control a implementar		Riesgo residual				
				Seguridad y salud							Después de la implementación de controles				
				Probabilidad (P)	Frecuencia (F)	Severidad (S)	Riesgo (PxFxS)	Nivel de riesgo	Medidas preventivas	Medidas mitigantes	Probabilidad (P)	Frecuencia (F)	Severidad (S)	Riesgo (PxFxS)	Nivel de riesgo
Transporte de mercadería	Vehículo motorizado	Accidente vehicular	Ninguno	6	6	20	720	MA	Entrenamiento en manejo defensivo a conductores	Implementar plan de respuesta a emergencias vehiculares	1	6	3	18	T
				6	6	10	360	A						0	T
				3	9	6	162	M						0	T
				0.5	3	6	9	T						0	T
								T						0	T

PARTE I

PARTE II

PARTE III

PARTE IV

Valoración del riesgo	Nivel de riesgo
> 400	Muy Alto
De 200 a < 400	Alto
De 70 a < 200	Moderado
De 20 a < 70	Tolerable

Fuente: [13]

### **III. Metodología**

#### **3.1. Tipo y Nivel de Investigación**

El estudio es del tipo aplicado puesto que se pretendió encontrar soluciones a los problemas del procesamiento diagnosticados mediante la aplicación de propuestas.

Es de nivel descriptiva, porque se basó en observar y describir el comportamiento de las variables.

#### **3.2. Diseño de Investigación**

Es cuantitativo porque se pretende cuantificar numéricamente los resultados de las mejoras aplicadas para cumplir cada objetivo antes mencionado.

Es no experimental, debido a que no existe manipulación de las variables y sólo se estudia el sistema.

#### **3.3. Población**

La población objeto de estudio comprende grupos de estudiantes que desarrollan las asignaturas en las áreas de: mecánica de los cuerpos sólidos, mecánica de los medios continuos y de electricidad, magnetismo y electromagnetismo.

La población estuvo conformada por 12 docentes, 2 administrativos, 2 asistentes y todo el personal que se encuentre en las instalaciones del laboratorio. Adicional a ello también se consideró las máquinas que emiten las ondas de sonido.

#### **3.4. Muestra y muestreo**

No se aplicará una técnica de muestreo para identificar la muestra debido a que se estudiará a la población en su totalidad al tener una población pequeña y con la fórmula determinada para su cálculo se obtiene el mismo resultado.

#### **3.5. Criterios de Selección**

Todo el personal que se encuentre en un tiempo determinado en las instalaciones físicas del laboratorio.

### 3.6. Operacionalización de variables

**Tabla 3.** Operacionalización de variables

Variable	Tipo de variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	
			Dimensiones	Indicadores
Plan de seguridad y salud ocupacional	Independiente	Es el control administrativo mediante el cual se planifica la gestión en la SSO durante un periodo	Programa anual de SSO	$\% \text{ Cumplimiento del programa anual de SSO} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de actividades realizadas del programa}}{\text{N}^\circ \text{ total de actividades programadas}} \times 100$
			Programa de capacitaciones de SSO	$\% \text{ Cumplimiento del programa de capacitaciones de SSO} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de actividades realizadas del programa}}{\text{N}^\circ \text{ total de actividades programadas}} \times 100$
Riesgos en el laboratorio de física	Dependiente	Probabilidad de que el peligro se materialice	Condiciones ambientales: Iluminación	$\% \text{ Cumplimiento adecuado de luminiscencia en puestos de trabajo} = \frac{\text{Cantidad de puestos de trabajo que cumplen los niveles permisibles de luminiscencia}}{\text{N}^\circ \text{ puestos de trabajo}} \times 100$
			Condiciones ambientales: Ruido	$\% \text{ Cumplimiento adecuado de ruido en puestos de trabajo} = \frac{\text{Cantidad de puestos de trabajo que cumplen los niveles permisibles de ruido}}{\text{N}^\circ \text{ puestos de trabajo}} \times 100$

### ***3.7. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos***

#### **3.7.1. Entrevistas**

Se entrevistaron a los asistentes de los docentes que realizan las sesiones experimentales en el área de física de la Universidad del Norte del País y que brindan servicio a la facultad de ingeniería.

#### **3.7.2. Análisis documental**

Se verificó la inexistencia del control de incidencias y de evaluación de riesgos por actividades desarrolladas en las sesiones experimentales.

#### **3.7.3. Técnica de observación directa**

Técnica que permitirá obtener datos específicos de las asignaturas de mecánica de los cuerpos sólidos, mecánica de los medios continuos y de electricidad, magnetismo y electromagnetismo que se imparten en el laboratorio de física de la Universidad del Norte.

### ***3.8. Procedimientos***

Se observaron que ciertas actividades que se desarrollan al interior del Laboratorio de Física de la Universidad del Norte del País, y presentan ciertas dificultades, en especial en la parte Mecánica, Sonido e Iluminación.

Se procedió a identificar materiales y Equipos que representan un riesgo mecánico al utilizar de forma inadecuada en las diversas Sesiones Experimentales.

Para el análisis del diagnóstico de la actividad sonora, se procedió a utilizar un Sonómetro: Center 322 sound; en tanto, que para medir la iluminación del ambiente se precisó de un Luxómetro: LX - 1108

### ***3.9. Plan de Procesamiento y análisis de datos***

Los datos se recogieron mediante las técnicas e instrumentos previamente indicados, los cuales se obtuvieron de la población antes señalada. La información fue procesada mediante hojas de cálculo del programa Microsoft Excel y se demostró de manera gráfica para permitir una apreciación fácil y rápida.

### ***3.10. Consideraciones éticas***

Según el apartado de Belmont, se debe considerar los siguientes principios:

**Consentimiento informado**, el derecho de estar informado de la investigación del que va a ser objeto de estudio, como muestra de respeto por la labor que está realizando.

**El criterio de beneficencia**, en el cual se garantiza el bienestar físico, mental y social del participante del estudio, resaltarle la importancia de la investigación y los alcances de la misma.

**El criterio de justicia**, por medio de la distribución por igual de los riesgos y beneficios en la participación de la investigación, como muestra de respeto, precisar que todos los participantes están en las mismas condiciones y que su evaluación será de la misma manera [15].

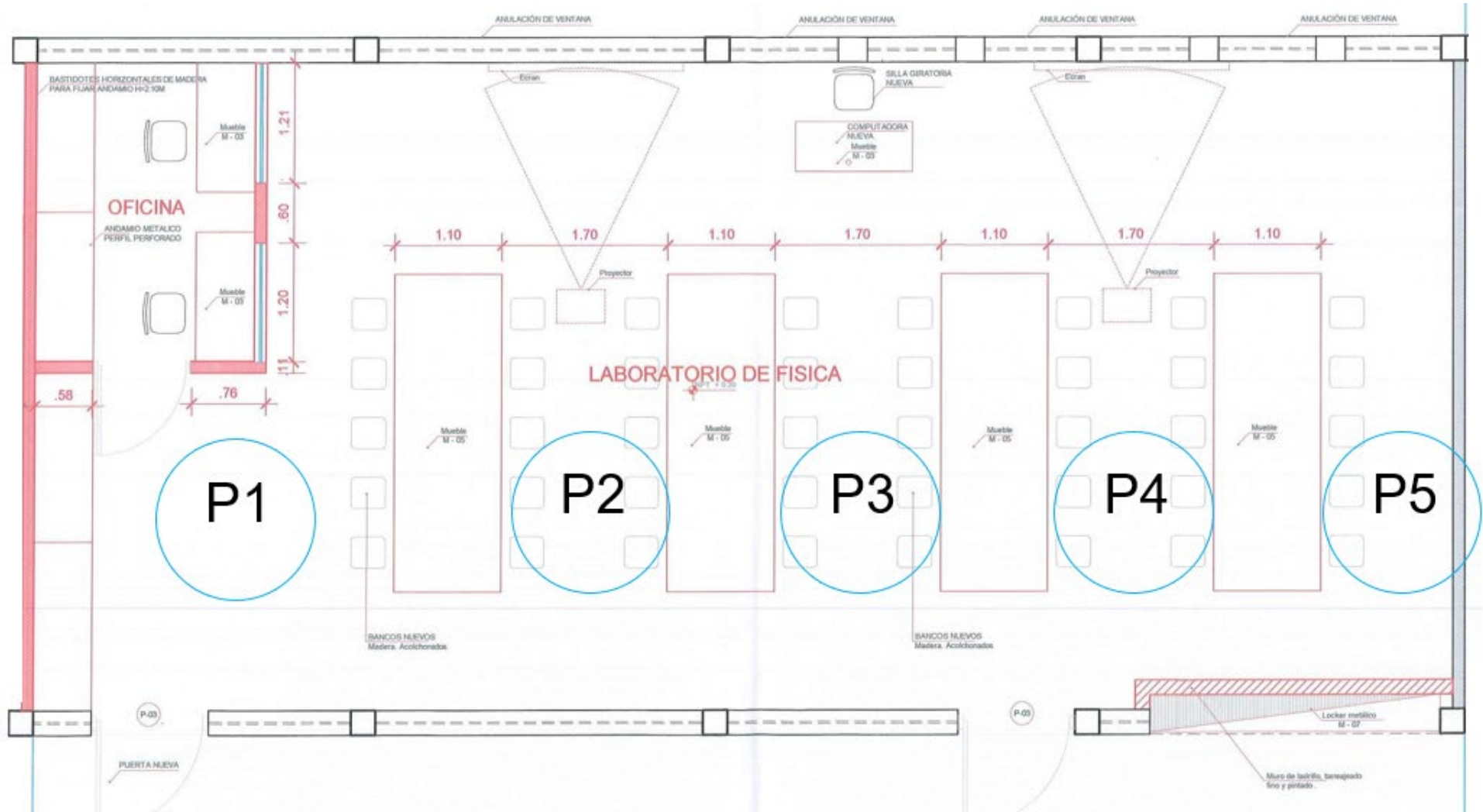
## **IV. Resultados**

### ***4.1. Diagnosticar la situación actual del laboratorio de física de una universidad del norte.***

#### ***Descripción general del centro de enseñanza de educación superior***

La Universidad del Norte del País, es un centro de enseñanza de educación superior, que alberga un promedio de 8 500 alumnos que desarrollan sus actividades académicas en un área aproximada de 2 hectáreas. Alberga 6 facultades, entre ellas la facultad de ingeniería, que cuenta con las escuelas profesionales de: ingeniería industrial, ingeniería civil ambiental, ingeniería de sistemas y computación e ingeniería mecánica eléctrica, al mismo tiempo que representante una de las facultades con la mayor cantidad de estudiantes en esta área de formación profesional.

#### 4.1.1. Puntos de Localización para determinar el nivel de intensidad sonora. Laboratorio de física de una universidad del Norte.



**Figura 4.** Descripción de puntos de localización para determinar el nivel de intensidad sonora. Laboratorio de Física.

**Tabla 4.** Registro de datos de nivel de intensidad de sonido, durante 12 horas del día en intervalos de 0,5 h (05 puntos de Localización)

$n_i$ Mediciones	Tiempo (h)	Nivel de Intensidad (dB), Punto N° 01	Nivel de Intensidad (dB), Punto N° 02	Nivel de Intensidad (dB), Punto N° 03	Nivel de Intensidad (dB) Punto N° 04	Nivel de Intensidad (dB), Punto N° 05
01	08:30	52,5	56,5	58,6	59,0	60,2
02	09:00	65,5	64,4	63,2	61,2	60,6
03	09:30	74,2	73,4	72,2	70,2	70,0
04	10:00	78,8	79,0	80,2	82,2	83,0
05	10:30	55,2	56,2	57,0	58,0	62,2
06	11:00	68,8	67,2	65,5	64,2	62,4
07	11:30	74,4	76,2	78,8	80,4	81,4
08	12:00	80,2	80,2	79,8	79,6	78,6
09	12:30	54,4	54,8	55,0	56,8	60,0
10	13,00	71,2	71,8	72,2	73,4	74,5
11	13:30	78,8	79,2	80,5	81,4	82,6
12	14:00	80,2	81,4	82,2	83,2	83,4
13	14:30	55,2	55,8	56,0	57,5	58,8
14	15:00	67,5	65,8	65,2	65,0	64,8

$n_i$ Mediciones	Tiempo (h)	Nivel de Intensidad (dB), Punto N° 01	Nivel de Intensidad (dB), Punto N° 02	Nivel de Intensidad (dB), Punto N° 03,	Nivel de Intensidad (dB) Punto N° 04,	Nivel de Intensidad (dB), Punto N° 05
15	15:30	69,8	70,4	71,4	72,2	74,4
16	16:00	76,2	77,0	74,4	78,0	80,2
17	16:30	56,0	56,5	56,8	60,0	60,6
18	17:00	74,8	73,4	72,2	71,8	70,2
19	17:30	56,6	58,2	59,0	62,4	65,0
20	18:00	81,2	81,0	79,8	78,8	78,0
21	18:30	56,0	56,8	57,2	58,8	60,2
22	19:00	64,0	63,8	63,4	62,2	60,0
23	19:30	72,2	72,4	76,2	76,8	77,2
24	20:00	82,0	81,8	81,0	79,8	79,2

**Análisis de Error:** Valor Promedio e Incertidumbre en el Cálculo del Nivel de Intensidad en el Punto 01:

$$\bar{\beta}_1 = \frac{\sum_{i=1}^{24} \beta_i}{24}$$

$$\bar{\beta}_1 = \frac{52,5 + 54,4 + 2(55,2) + 2(56,0) + 56,6 + 64,0 + 65,5 + 67,5 + 68,8 + 69,8 + 71,2 + 72,2 + 74,4 + 74,8 + 76,2 + 2(78,8) + 2(80,2) + 81,2 + 82,0}{24}$$

$$\bar{\beta}_1 = 68,6dB$$

$$\Delta\beta_1 = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{24} (\beta_i - \bar{\beta})^2}{n(n-1)}}$$

$$\Delta\beta_1 = \pm 2,1dB$$

$$\text{En consecuencia: } \beta_1 = (68,6 \pm 2,1)dB$$

**Análisis de Error:** Valor Promedio e Incertidumbre en el Cálculo del Nivel de Intensidad en el Punto 02:

$$\bar{\beta}_2 = \frac{\sum_{i=1}^{24} \beta_i}{24}$$

$$\bar{\beta}_2 = \frac{54,8 + 55,8 + 56,2 + 2(56,5) + 56,8 + 58,2 + 63,8 + 64,4 + 65,8 + 67,2 + 70,4 + 71,8 + 72,4 + 2(73,4) + 76,2 + 77,0 + 79,0 + 79,2 + 80,2 + 81,0 + 81,4 + 81,8}{24}$$

$$\bar{\beta}_2 = 68,9dB$$

$$\Delta\beta_2 = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{24} (\beta_i - \bar{\beta})^2}{n(n-1)}}$$

$$\Delta\beta_2 = \pm 2,0dB$$

$$\text{En consecuencia: } \beta_2 = (68,9 \pm 2,0)dB$$

**Análisis de Error:** Valor Promedio e Incertidumbre en el Cálculo del Nivel de Intensidad en el Punto 03:

$$\bar{\beta}_3 = \frac{\sum_{i=1}^{24} \beta_i}{24}$$

$$\bar{\beta}_3 = \frac{55,0 + 56,0 + 56,8 + 57,0 + 57,2 + 58,6 + 59,0 + 63,2 + 63,4 + 65,2 + 65,5 + 71,4 + 3(72,2) + 74,4 + 76,2 + 2(79,8) + 80,2 + 80,5 + 81,0 + 82,2}{24}$$

$$\bar{\beta}_3 = 69,1dB$$

$$\Delta\beta_3 = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{24} (\beta_i - \bar{\beta})^2}{n(n-1)}}$$

$$\Delta\beta_3 = \pm 2,0dB$$

$$\text{En consecuencia: } \beta_3 = (69,1 \pm 2,0)dB$$

**Análisis de Error:** Valor Promedio e Incertidumbre en el Cálculo del Nivel de Intensidad en el Punto 04:

$$\bar{\beta}_4 = \frac{\sum_{i=1}^{24} \beta_i}{24}$$

$$\bar{\beta}_4 = \frac{56,8 + 57,5 + 58,0 + 58,8 + 59,0 + 60,0 + 61,2 + 62,2 + 62,4 + 64,2 + 65,0 + 70,2 + 71,8 + 72,2 + 73,4 + 76,8 + 78,0 + 78,8 + 79,6 + 79,8 + 80,4 + 81,4 + 82,2 + 83,2}{24}$$

$$\bar{\beta}_4 = 69,8dB$$

$$\Delta\beta_4 = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{24} (\beta_i - \bar{\beta})^2}{n(n-1)}}$$

$$\Delta\beta_4 = \pm 2,0dB$$

$$\text{En consecuencia: } \beta_4 = (69,8 \pm 2,0)dB$$

**Análisis de Error:** Valor Promedio e Incertidumbre en el Cálculo del Nivel de Intensidad en el Punto 05:

$$\bar{\beta}_5 = \frac{\sum_{i=1}^{24} \beta_i}{24}$$

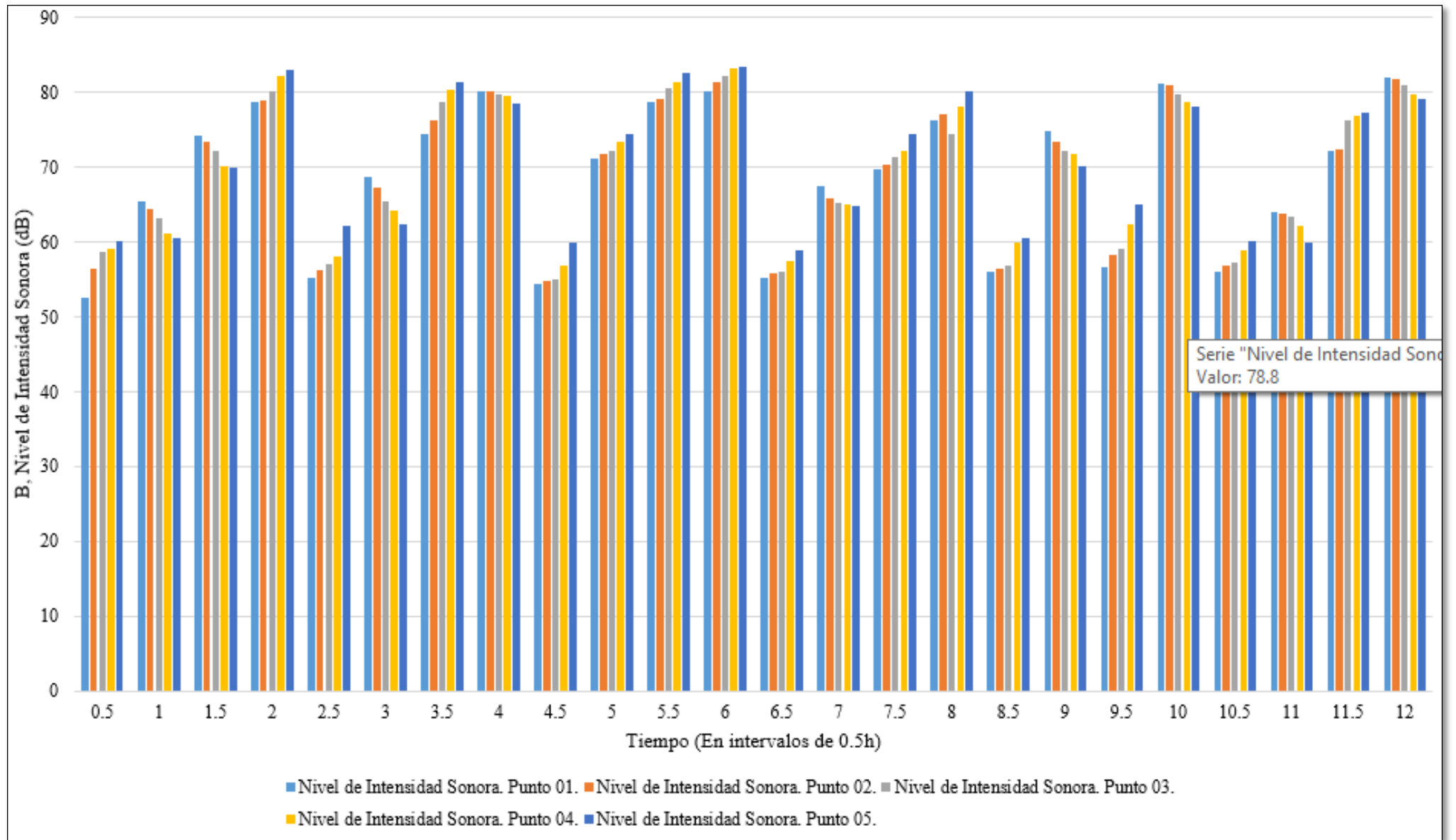
$$\bar{\beta}_5 = \frac{58,8 + 2(60,0) + 2(60,2) + 2(60,6) + 62,2 + 62,4 + 64,8 + 65,0 + 70,0 + 70,2 + 74,4 + 74,5 + 77,2 + 78,0 + 78,6 + 79,2 + 80,2 + 81,4 + 82,6 + 83,0 + 83,4}{24}$$

$$\bar{\beta}_5 = 70,3dB$$

$$\Delta\beta_5 = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{24} (\beta_i - \bar{\beta})^2}{n(n-1)}}$$

$$\Delta\beta_5 = \pm 1,9dB$$

En consecuencia:  $\beta_5 = (70,3 \pm 1,9)dB$

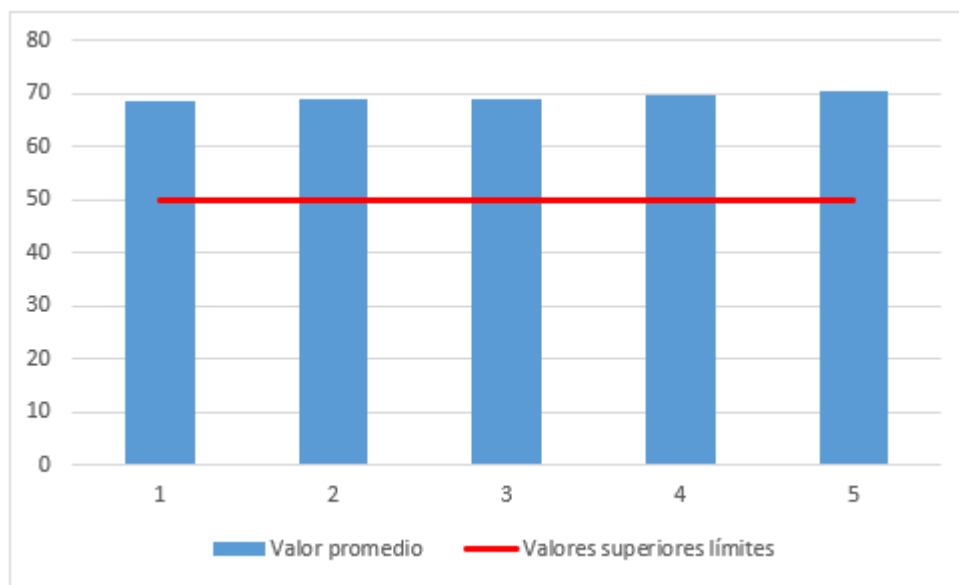


**Figura 5.** Nivel de intensidad sonora vs tiempo

**Tabla 5.** Tabla resumen de valores promedios e incertidumbre de nivel de intensidad sonora por puntos de localización

<b>i</b>	<b>Valor Promedio:</b> $\bar{\beta}_i$ (En db)	<b>Incertidumbre:</b> $\Delta\beta_i$ (En db)	<b>Error Relativo:</b> $\frac{\Delta\beta_i}{\bar{\beta}_i}$	<b>Error Porcentual:</b> $\frac{\Delta\beta_i}{\bar{\beta}_i} \times 100\%$
1	68,6	2,1	0,031	3,1
2	68,9	2,0	0,029	2,9
3	69,1	2,0	0,029	2,9
4	69,8	2,0	0,029	2,9
5	70,3	1,9	0,027	2,7

Fuente: Elaboración Propia

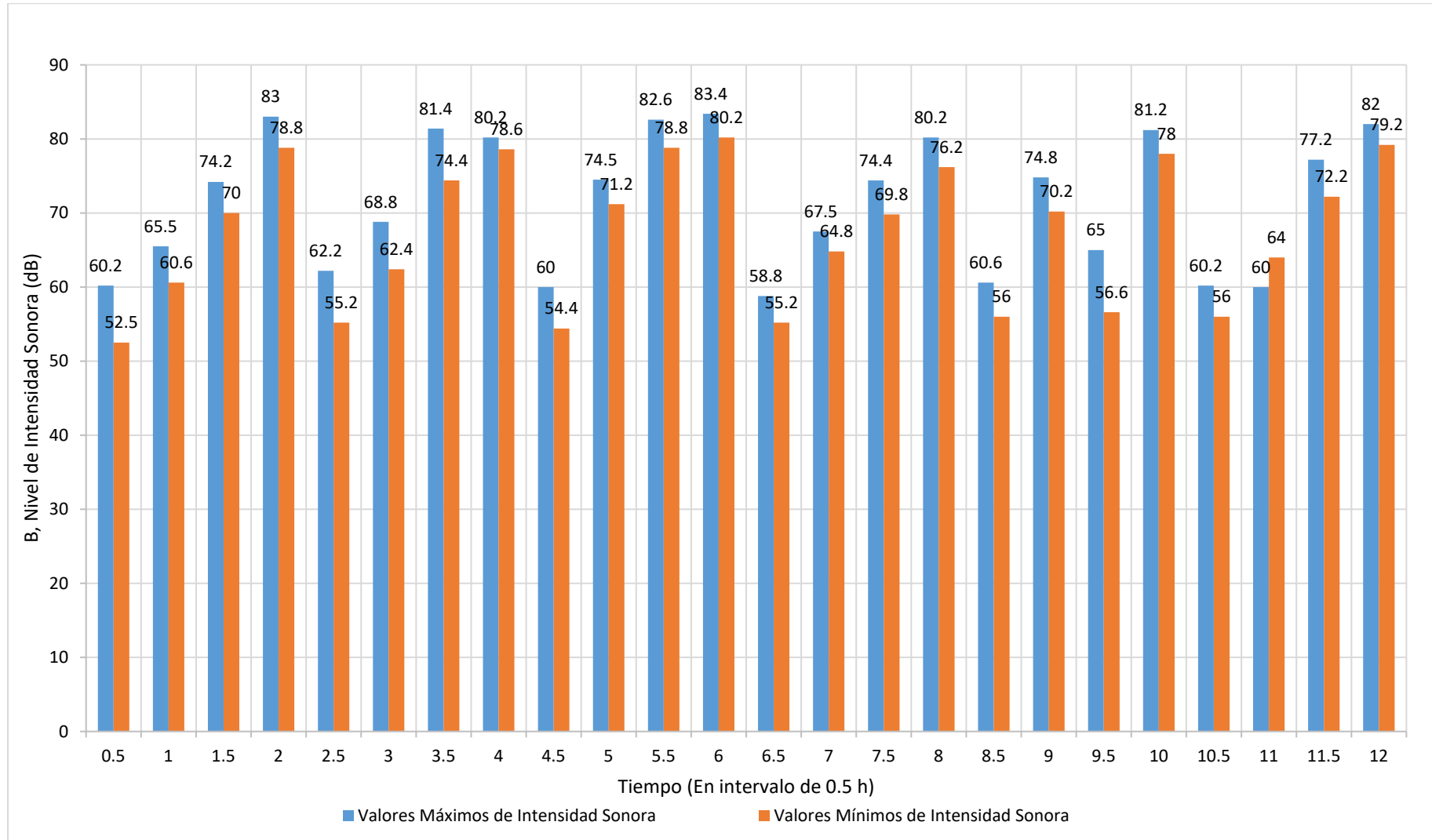


**Figura 6.** Comparativo de nivel sonoro promedio medido con el nivel máximo permisible

**Tabla 6.** Tabla de Valores Máximos y Mínimos de Nivel de Intensidad Sonora por puntos de Localización

$n_i$ Mediciones	Tiempo (h)	Valores Máximos de Nivel de Intensidad Sonora: $\beta_{max}$ (dB)	Valores Mínimos de Nivel de Intensidad Sonora: $\beta_{min}$ (dB)
1	08:30	60,2	52,5
2	09:00	65,5	60,6
3	09:30	74,2	70,0
4	10:00	83,0	78,8
5	10:30	62,2	55,2
6	11:00	68,8	62,4
7	11:30	81,4	74,4
8	12:00	80,2	78,6
9	12:30	60,0	54,4
10	13:00	74,5	71,2
11	13:30	82,6	78,8
12	14:00	83,4	80,2
13	14:30	58,8	55,2
14	15:00	67,5	64,8
15	15:30	74,4	69,8
16	16:00	80,2	76,2
17	16:30	60,6	56,0
18	17:00	74,8	70,2
19	17:30	65,0	56,6
20	18,00	81,2	78,0
21	18:30	60,2	56,0
22	19:00	60,0	64,0
23	19:30	77,2	72,2
24	20:00	82,0	79,2

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 7.** Valores Máximos y Mínimos de Nivel de Intensidad Sonora vs. Tiempo



**Figura 8.** Medidor de nivel de intensidad sonora: center 322 sound

Fuente: [16]

**Tabla 7.** Especificaciones del medidor de nivel de intensidad sonora con registrador de datos: center 322 sound

<b>Característica de la variable</b>	<b>Especificaciones</b>
Rango de nivel	Lo = 30 ~ 80dB; Medio = 50 ~ 100dB; Holo = 80 ~ 130dB
Precisión	$\pm 1.5\text{dB}$ (ref 94dB @ 1KHz)
Ponderación de frecuencia	A / C
Ponderación de tiempo: rápido, lento	Rango dinámico: 50 dB
Rango de frecuencia	31,5 Hz a 8 KHz
Micrófono	micrófono de condensador <u>electret</u>
Salidas auxiliares	Salida AC / DC
Batería	batería de 9 V
Dimensiones	275x64x30 mm
Peso	Aproximadamente 280g

Fuente: [16]

**Tabla 8.** Niveles máximos de ruidos

ZONAS DE APLICACIÓN	RUIDOS MOLESTOS		RUIDOS NOCIVOS
	HORARIO DIURNO (07:01 am a 10:00 pm)	HORARIO NOCTURNO (10:01 Pm a 07:00 am)	CUALQUIER HORARIO
ZONA DE PROTECCIÓN ESPECIAL (Establecimientos de salud, centros educativos, asilos y orfanatos) E1, E2, E3, H2, H3, H4 Z MONUMENTAL	50 decibeles	40 decibeles	$\geq 70$ decibels
ZONA RESIDENCIAL RDB, RDM, RDA, VT	60 decibeles	50 decibeles	$\geq 80$ decibels
ZONA COMERCIAL CV, CZ	70 decibeles	60 decibeles	$\geq 85$ decibels
ZONA INDUSTRIAL II	80 decibeles	70decibeles	$\geq 90$ decibels
ZONAS CRÍTICAS ZONA DE MÁXIMA PROTECCIÓN ZRP, OU			$\geq 70$ decibels

Fuente: [17]

**Tabla 9.** Niveles sonoros de inmisión (ambientes interiores), transmitido por vía aérea

USO DE LA EDIFICACIÓN		Valores (LAeq, T)	
		Expresados en <u>dB</u> A	
		HORARIO DIURNO (07:01 am a 10:00 pm)	HORARIO NOCTURNO (10:01 Pm a 07:00 am)
Hospitalario y Educativo		45	40
Residencia	Direccionado a fachada (sala, comedor o similares)	50	45
	Ambientes interiores (dormitorio, sala de estudios o similares)	50	40
Comercial		60	50

Fuente: [18] y [19]

**Tabla 10.** Niveles sonoros de inmisión (ambientes interiores), transmitidos por vía estructural

USO DE EDIFICACIÓN	TIPO DE RECINTO	Valores (LAeq, T) Expresados en dBA	
		Período Día	Período Noche
Vivienda o uso Residencial	Zonas comunes (patios interiores, piezas habitables, pasillos, aseo, cocina)	45	35
	Zonas de dormitorios		
Hospitalario	Zonas comunes	45	35
	Zonas de dormitorios	40	30
Educativo	Aulas	40	40
	Salas de lectura	35	35
Recreativo	Cines y teatros	35	35
Espectáculos	Bingos y salas de juego	45	45
Comerciales	Bares y establecimientos comerciales	45	45
Administrativos y oficinas	Despachos profesionales	40	40
	Oficinas	45	40

Fuente: [20]

**Tabla 11.** Evaluación del Nivel de Intensidad Sonora Experimental vs la Recomendada por Norma Técnica

Punto de localización al interior del laboratorio de física	$\beta$ : Nivel de intensidad sonora experimental (dB)	$\beta$ : Nivel de intensidad sonora recomendada (dB)	Nivel de riesgo (dB)
Punto 01	68,6	50	18,6
Punto 02	68,9	50	18,9
Punto 03	69,1	50	19,1
Punto 04	69,8	50	19,8
Punto 05	70,3	50	20,3

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.2. Diagnóstico del nivel de intensidad e intensidad de la onda sonora por punto de localización

Se sabe que el Nivel de Intensidad Sonora, viene dado por la siguiente expresión:

$$\beta = (10dB) \text{Log} \left( \frac{I}{I_0} \right), \text{ de donde } I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2} \text{ (umbral para la audición)}$$

Al despejar la Intensidad "I", de la expresión anterior, se tiene:  $I = 10^{0,1\beta-12}$

Para el Punto 01, se tiene:  $\beta_1 = 68,6$  dB, lo que implica:

$$I_1 = 10^{0,1\beta_1-12} = 10^{0,1(68,6)-12} = 7,24 \times 10^{-6} \frac{W}{m^2}$$

Para el Punto 02, se tiene:  $\beta_2 = 68,9$  dB, lo que implica:

$$I_2 = 10^{0,1\beta_2-12} = 10^{0,1(68,9)-12} = 7,76 \times 10^{-6} \frac{W}{m^2}$$

Para el Punto 03, se tiene:  $\beta_3 = 69,1$  dB, lo que implica:

$$I_3 = 10^{0,1\beta_3-12} = 10^{0,1(69,1)-12} = 8,12 \times 10^{-6} \frac{W}{m^2}$$

Para el Punto 04, se tiene:  $\beta_4 = 69,8$  dB, lo que implica:

$$I_4 = 10^{0,1\beta_4-12} = 10^{0,1(69,8)-12} = 9,55 \times 10^{-6} \frac{W}{m^2}$$

Para el Punto 05, se tiene:  $\beta_5 = 70,3$  dB, lo que implica:

$$I_5 = 10^{0,1\beta_5-12} = 10^{0,1(70,3)-12} = 10,72 \times 10^{-6} \frac{W}{m^2}$$

**Tabla 12.** Nivel de intensidad e intensidad sonora por punto de localización

<b>Punto de Localización al Interior del Laboratorio de Física</b>	<b><math>\beta</math>: Nivel de Intensidad Sonora Experimental (dB)</b>	<b>I: Intensidad Sonora Experimental <math>\left( \times 10^{-6} \frac{W}{m^2} \right)</math></b>
Punto 01	68,6	<b>7,24</b>
Punto 02	68,9	<b>7,76</b>
Punto 03	69,1	<b>8,12</b>
Punto 04	69,8	<b>9,55</b>
Punto 05	70,3	<b>10,72</b>

Fuente: Elaboración Propia

$$\text{En consecuencia: } \bar{I} = \frac{(7,24+7,76+8,12+9,55+10,72) \times 10^{-6} \frac{W}{m^2}}{5} = 8,68 \frac{W}{m^2}$$

A partir de la norma técnica que recomienda un nivel de intensidad sonora mínimo de 50 dB, para centros de enseñanza, se tiene que el valor de la intensidad de onda sonora es:

$$I_R = 10^{0,1(50)-12} = 0,1 \times 10^{-6} \frac{W}{m^2}$$

En resumen:

**Tabla 13.** Cálculo del error porcentual y del error relativo del nivel de intensidad sonora experimental respecto de la recomendada por punto de localización

<b>Punto de Localización al Interior del Laboratorio de Física</b>	<b><math>\beta</math>: Nivel de Intensidad Sonora Experimental (dB)</b>	<b><math>\beta_R</math>: Nivel de Intensidad Sonora Recomendada (dB)</b>	<b>Error Relativo: <math>ER = \frac{\beta - \beta_R}{\beta_R}</math></b>	<b>Error Porcentual <math>EP = \left(\frac{\beta - \beta_R}{\beta_R}\right) \%</math></b>
Punto 01	68,6	50	0,372	37,2
Punto 02	68,9	50	0,378	37,8
Punto 03	69,1	50	0,382	38,2
Punto 04	69,8	50	0,396	39,6
Punto 05	70,3	50	0,406	40,6

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.3. Puntos de localización para determinar el nivel de iluminancia. Laboratorio de física de una universidad del Norte

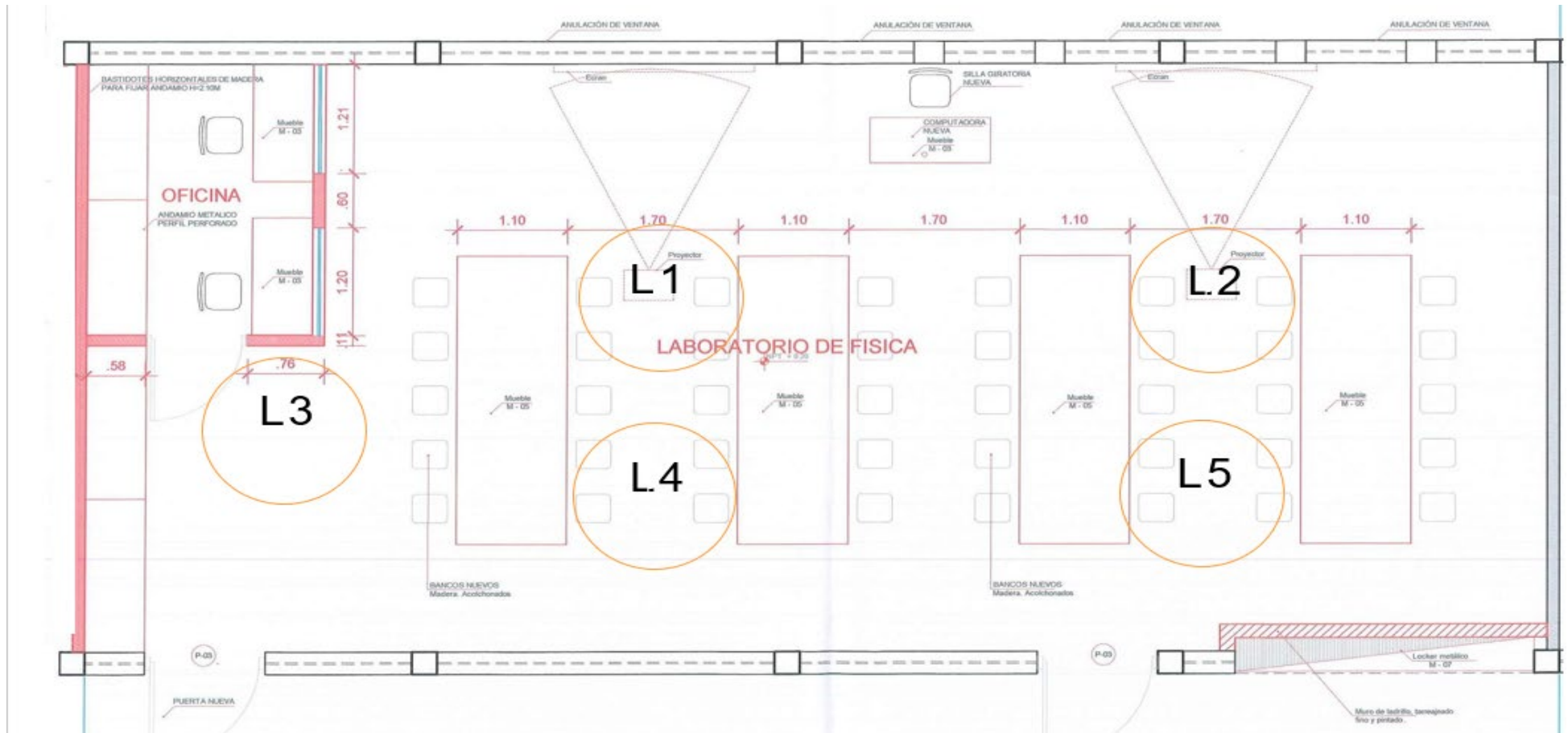


Figura 9. Descripción de puntos de localización para determinar el nivel de iluminancia. Laboratorio de Física.

**Tabla 14.** Registro de datos de nivel de iluminancia, durante 12 horas del día en intervalos de 0,5 h (05 puntos de localización)

$n_i$ Mediciones	Tiempo (h)	Nivel de Iluminancia $E(Lx)$ , Punto N° 01	Nivel de Iluminancia $E(Lx)$ , Punto N° 02	Nivel de Iluminancia $E(Lx)$ , Punto N° 03	Nivel de Iluminancia $E(Lx)$ , Punto N° 04	Nivel de Iluminancia $E(Lx)$ , Punto N° 05
01	08:30	420,0	450,0	385,0	410,0	352,0
02	09:00	420,0	460,0	385,0	410,0	362,0
03	09:30	415,0	460,0	390,0	395,0	362,0
04	10:00	415,0	450,0	390,0	395,0	362,0
05	10:30	415,0	450,0	385,0	390,0	350,0
06	11:00	435,0	455,0	382,0	390,0	350,0
07	11:30	435,0	455,0	382,0	395,0	362,0
08	12:00	435,0	460,0	384,0	410,0	350,0
09	12:30	418,0	460,0	384,0	410,0	374,0
10	13,00	420,0	465,0	384,0	410,0	374,0
11	13:30	420,0	465,0	390,0	390,0	374,0
12	14:00	430,0	450,0	390,0	390,0	360,0
13	14:30	435,0	455,0	385,0	390,0	360,0
14	15:00	420,0	455,0	385,0	395,0	372,0

$n_i$ Mediciones	Tiempo (h)	Nivel de Iluminancia $E(Lx)$ , Punto N° 01	Nivel de Iluminancia $E(Lx)$ , Punto N° 02	Nivel de Iluminancia $E(Lx)$ , Punto N° 03	Nivel de Iluminancia $E(Lx)$ , Punto N° 04	Nivel de Iluminancia $E(Lx)$ , Punto N° 05
15	15:30	415,0	465,0	390,0	415,0	372,0
16	16:00	418,0	465,0	392,0	415,0	372,0
17	16:30	425,0	465,0	392,0	415,0	365,0
18	17:00	430,0	450,0	392,0	415,0	365,0
19	17:30	420,0	455,0	380,0	410,0	365,0
20	18:00	425,0	465,0	380,0	410,0	365,0
21	18:30	425,0	455,0	380,0	410,0	370,0
22	19:00	430,0	460,0	385,0	415,0	370,0
23	19:30	415,0	465,0	380,0	400,0	360,0
24	20:00	415,0	460,0	390,0	400,0	350,0

Fuente: Elaboración Propia

**Análisis de Error:** Valor Promedio e Incertidumbre en el Cálculo del Nivel de Iluminancia en el Punto 01:

$$\bar{E}_1 = \frac{\sum_{i=1}^{24} E_i}{24}$$

$$\bar{E}_1 = \frac{6(415,0) + 2(418,0) + 6(420,0) + 3(425,0) + 3(430,0) + 4(435,0)}{24}$$

$$\bar{E}_1 = 423,0Lx$$

$$\Delta E_1 = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{24} (E_i - \bar{E})^2}{n(n-1)}}$$

$$\Delta E_1 = \pm 1,5Lx$$

$$\text{En consecuencia: } E_1 = (423,0 \pm 1,5)dB$$

**Análisis de Error:** Valor Promedio e Incertidumbre en el Cálculo del Nivel de Iluminancia en el Punto 02:

$$\bar{E}_2 = \frac{\sum_{i=1}^{24} E_i}{24}$$

$$\bar{E}_2 = \frac{5(450,0) + 6(455,0) + 6(460,0) + 7(465,0)}{24}$$

$$\bar{E}_2 = 458,1Lx$$

$$\Delta E_2 = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{24} (E_i - \bar{E})^2}{n(n-1)}}$$

$$\Delta E_2 = \pm 1,2Lx$$

$$\text{En consecuencia: } E_2 = (458,1 \pm 1,2)Lx$$

**Análisis de Error:** Valor Promedio e Incertidumbre en el Cálculo del Nivel de Iluminación en el Punto 03:

$$\bar{E}_3 = \frac{\sum_{i=1}^{24} E_i}{24}$$

$$\bar{E}_3 = \frac{4(380,0) + 2(382,0) + 3(384,0) + 6(385,0) + 6(390,0) + 3(392,0)}{24}$$

$$\bar{E}_3 = 385,9Lx$$

$$\Delta E_3 = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{24} (E_i - \bar{E})^2}{n(n-1)}}$$

$$\Delta E_3 = \pm 0,8Lx$$

$$\text{En consecuencia: } E_3 = (385,9 \pm 0,8)Lx$$

**Análisis de Error:** Valor Promedio e Incertidumbre en el Cálculo del Nivel de Iluminancia en el Punto 04:

$$\bar{E}_4 = \frac{\sum_{i=1}^{24} E_i}{24}$$

$$\bar{E}_4 = \frac{5(490,0) + 4(395,0) + 2(400,0) + 8(410,0) + 5(415,0)}{24}$$

$$\bar{E}_4 = 403,5Lx$$

$$\Delta E_4 = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{24} (E_i - \bar{E})^2}{n(n-1)}}$$

$$\Delta E_4 = \pm 2,0Lx$$

$$\text{En consecuencia: } E_4 = (403,5 \pm 2,0)Lx$$

**Análisis de Error:** Valor Promedio e Incertidumbre en el Cálculo del Nivel de Iluminancia en el Punto 05:

$$\bar{E}_5 = \frac{\sum_{i=1}^{24} E_i}{24}$$

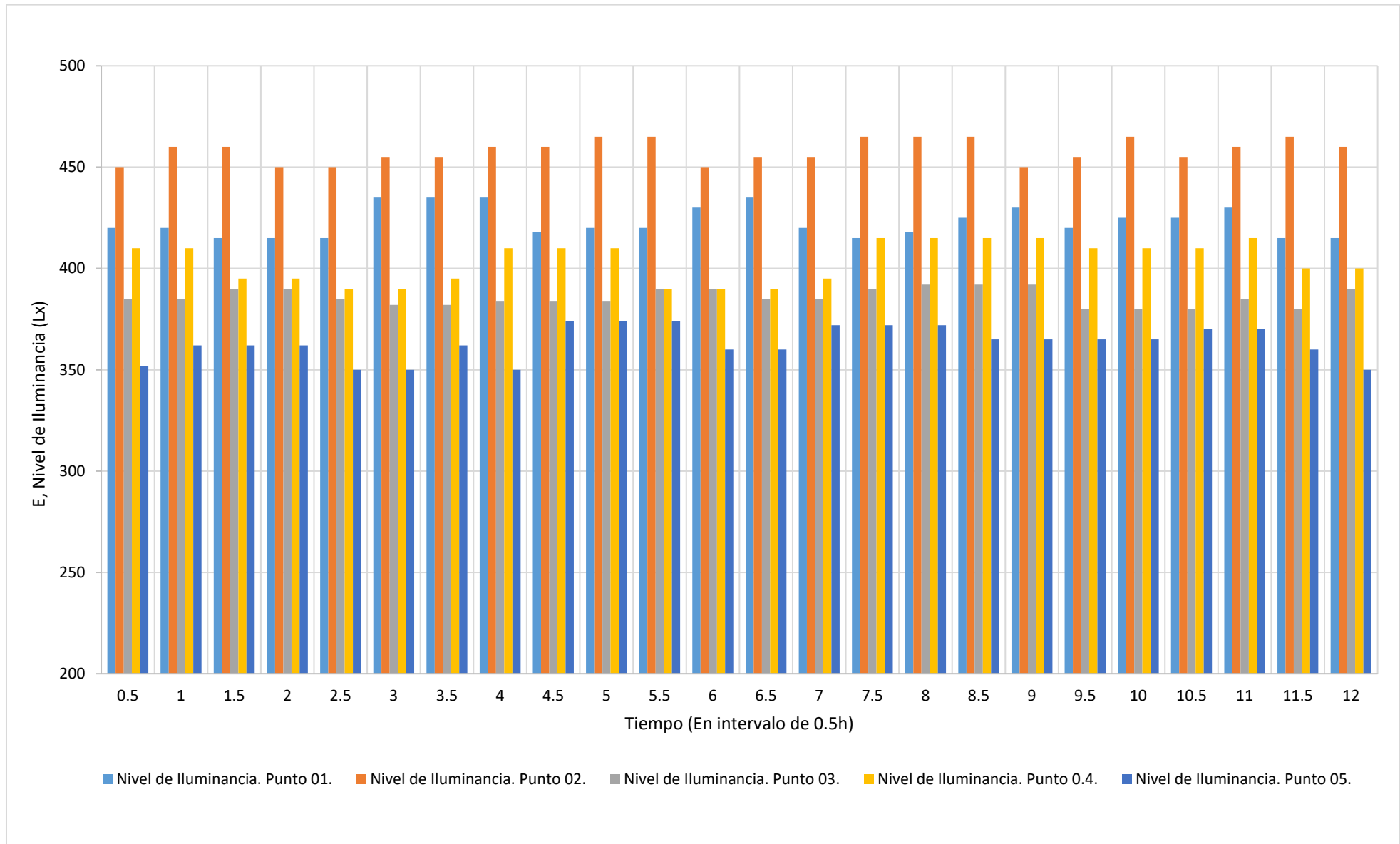
$$\bar{E}_5 = \frac{4(350,0) + 352,0 + 3(360,0) + 4(362,0) + 4(365,0) + 2(370,0) + 3(372,0) + 3(374,0)}{24}$$

$$\bar{E}_5 = 363,2dB$$

$$\Delta E_5 = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{24} (E_i - \bar{E})^2}{n(n-1)}}$$

$$\Delta E_5 = \pm 1,7Lx$$

En consecuencia:  $E_5 = (363,2 \pm 1,7)Lx$



**Figura 10.** Nivel de iluminancia vs. tiempo

**Tabla 15.** Tabla de resumen de valores promedios e incertidumbre de nivel de iluminancia por puntos de localización

<b>i</b>	<b>Valor Promedio: <math>\bar{E}_i</math> (En Lx)</b>	<b>Incertidumbre: <math>\Delta E_i</math> (En Lx)</b>	<b>Error Relativo: <math>\frac{\Delta E_i}{\bar{E}_i}</math></b>	<b>Error Porcentual: <math>\frac{\Delta E_i}{\bar{E}_i} \times 100\%</math></b>
1	423,0	1,5	$3,55 \times 10^{-3}$	0,36
2	458,1	1,2	$2,62 \times 10^{-3}$	0,26
3	385,9	0,8	$2,07 \times 10^{-3}$	0,21
4	403,5	2,0	$4,96 \times 10^{-3}$	0,50
5	363,2	1,7	$4,68 \times 10^{-3}$	0,47

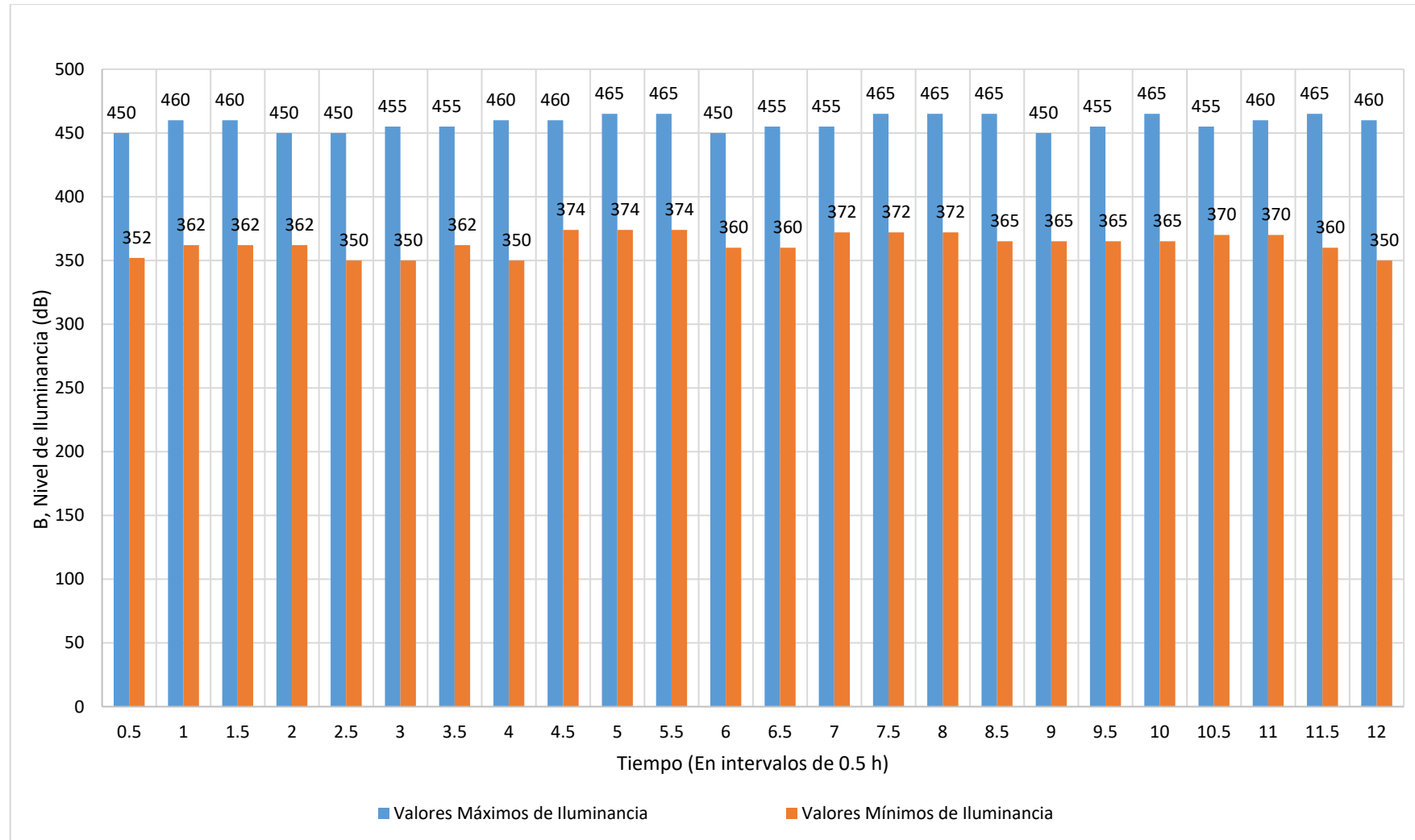
Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 16.** Tabla de valores máximos y mínimos de nivel de iluminancia por puntos de localización

<b><math>n_i</math> Mediciones</b>	<b>Tiempo (h)</b>	<b>Valores Máximos de Nivel de Iluminancia: <math>E_{max}</math> (Lx)</b>	<b>Valores Mínimos de Nivel de Iluminancia: <math>E_{min}</math> (Lx)</b>
1	08:30	450,0	352,0
2	09:00	460,0	362,0
3	09:30	460,0	362,0
4	10:00	450,0	362,0
5	10:30	450,0	350,0
6	11:00	455,0	350,0
7	11:30	455,0	362,0
8	12:00	460,0	350,0
9	12:30	460,0	374,0
10	13:00	465,0	374,0
11	13:30	465,0	374,0
12	14:00	450,0	360,0
13	14:30	455,0	360,0
14	15:00	455,0	372,0
15	15:30	465,0	372,0

16	16:00	465,0	372,0
17	16:30	465,0	365,0
18	17:00	450,0	365,0
19	17:30	455,0	365,0
20	18,00	465,0	365,0
21	18:30	455,0	370,0
22	19:00	460,0	370,0
23	19:30	465,0	360,0
24	20:00	460,0	350,0

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 11.** Valores máximos y mínimos de nivel de iluminancia vs. tiempo



**Figura 12.** Luxómetro LX1108

Fuente: [21]

**Tabla 17.** Especificaciones del medidor de nivel de iluminación o iluminancia: LX 1108

5 rangos: 40,00/400,0/4 000/40 000/400 000 Lux
Alta resolución: 0,01 Lux 100 Lux
Selección del tipo de iluminación: tungsteno, fluorescente, de sodio o de mercurio
El sensor utiliza la foto diodo y filtro de corrección de color, coseno angular corregido
Sensor de luz separada permite al usuario medir la luz en una posición óptima
Selección de unidades entre lux y <u>fotocandela</u>
Gran pantalla LCD con indicador gráfico de barras
Panel frontal de resistencia al agua
Utilice la llave de goma para la función de seleccionar
Circuito LSI proporciona alta fiabilidad y durabilidad
Botón de ajuste Zero
Retención de datos
Retención de picos
Función de memoria para visualizar la <u>max. y min</u>
Apagado automático o manual de la alimentación
Indicador de la batería baja

Fuente: [21]

Tabla 18. Requisitos mínimos de iluminación para la actividad educativa

2, EDUCACIÓN						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	$E_{av}$ lux	$UGR_t$	$U_0$	$R_a$	Requisitos específicos
	Sala de juegos	300	22	0,40	80	Debe evitarse altas iluminancias en las direcciones de visión desde abajo mediante la utilización d coberturas difusas
	Guarderías	300	22	0,40	80	Debe evitarse altas iluminancias en las direcciones de visión desde abajo mediante la utilización d coberturas difusas
	Sala de manualidades	300	19	0,60	80	
	Aulas de Profesores	300	19	0,60	80	La iluminación debe ser controlable
	Aulas para clases nocturnas y de educación en adultos	500	19	0,60	80	La iluminación debe ser controlable
	Sala de lectura	500	19	0,60	80	La iluminación debe ser controlable para colocar A/V necesarias
	Zona de pizarra	500	19	0,70	80	Deben evitarse las reflexiones especulares, El presentador/profesor debe iluminarse con la iluminancia vertical adecuada,
	Mesa de demostraciones	500	19	0,70	80	En salas de lectura 750 lx
	Locales de artes y oficios	500	19	0,60	80	
	Locales de arte (en escuelas de arte)	750	19	0,70	90	$5000\text{ k} \leq T_{cp} < 6500\text{ k}$
	Salas de dibujo técnico					
	Locales de prácticas y laboratorios	500	19	0,60	80	
	Aulas de Manualidades	500	19	0,60	80	

	Taller de enseñanza	500	19	0,60	80	
	Locales de práctica de música	300	19	0,60	80	
	Locales de prácticas de computación	300	19	0,60	80	
	Laboratorios de idiomas	300	19	0,60	80	
	Laboratorios de idiomas	300	19	0,60	80	
	Locales y talleres de preparación	500	22	0,40	80	
	Vestibulo de entrada	200	22	0,40	80	
	Areas de circulación, pasillos	100	25	0,40	80	
	Escaleras	150	25	0,40	80	
	Locales comunes de estudiantes y sala de reuniones	200	22	0,40	80	
	Locales de maestros	300	19	0,60	80	
	Biblioteca: estantería	200	19	0,60	80	
	Biblioteca: áreas de lectura	500	19	0,60	80	
	Almacenes de material de profesores	100	25	0,40	80	
	Salas deportivas, gimnasios y piscinas	300	22	0,60	80	En caso de no existir norma internacional véase la Norma EN 12193 para las condiciones de entrenamiento,

Fuente: [22]

*Leyenda:*

**N° ref:** Enumera el código para cada área interior, tarea o actividad.

**Tipo de interior, tarea o actividad:** Enumera aquellas área, tarea o actividades, para las que están dados los requisitos específicos. Si el área interior, tarea o actividad particular no está recogida, deben adoptarse los valores dado para una situación similar y comparable.

**$E_m$  lux:** Proporciona la iluminancia mantenida  $E_m$  en la superficie de referencia para el interior, tarea o actividad dada en la columna 2., La iluminancia media para cada tarea no debe caer por debajo del valor dado, independientemente de la edad, y el estado de instalación. Los valores son válidos para condiciones visuales normales, sin embargo, pueden incrementarse cuando: (a) El trabajo visual es crítico, (b) Los errores son costosos de rectificar, (c) la exactitud, la mayor productividad o la concentración incrementada son de gran importancia, (d) Los detalles de la tarea son de tamaño inusualmente pequeño o de bajo contraste. (e) La tarea es realizada durante un tiempo inusualmente largo, o (f) La capacidad del trabajador está por debajo de lo normal.

**$UGR_L$ :** Proporciona los límites de UGR máximos (Límite de Índice de Deslumbramiento Unificado,  $UGR_L$ ), que son aplicables a la situación recogida en la columna 2.

**$U_0$ :** Proporciona la uniformidad de iluminancia  $U_0$  sobre la superficie de referencia para la iluminancia mantenida dada en la columna 3.

**$R_a$ :** Proporciona los índices de reproducción cromática ( $R_a$ ) para la situación recogida en la columna 2.

**Requisitos específicos:** Proporciona los requisitos para las situaciones recogidas en la columna 2.

**Tabla 19.** Evaluación del nivel de iluminancia experimental vs nivel de iluminancia recomendada por norma técnica

<b>Punto de localización al interior del laboratorio de física</b>	<b><i>E</i>: Nivel de iluminancia experimental (Lx)</b>	<b><i>E</i>: Nivel de iluminancia mínima recomendada (Lx)</b>	<b>Nivel de riesgo (Lx)</b>
Punto 01	423,0	500	77,0
Punto 02	458,1	500	41,9
Punto 03	385,9	500	114,1
Punto 04	403,5	500	96,5
Punto 05	363,2	500	136,8

**4.2. Realizar la propuesta del diseño del plan de seguridad y salud ocupacional del laboratorio de física**

**4.2.1. Propuesta de la reducción de riesgos de iluminación**

Se ha utilizado la herramienta de cálculo **CALCILUM V.1.0**, que es una herramienta que permite diseñar y evaluar el ambiente luminoso.

## Dimensiones Físicas del ambiente

Introducción de los parámetros-Evaluación

Archivo Edición Ayuda

www.PreencionIntegral.com **CALCILUM v.1.0.**

**Introducción de los parámetros de evaluación**

**Dimensiones local:**

Longitud(L)	<input type="text" value="10"/>	m
Anchura (A)	<input type="text" value="7"/>	m
Altura (H)	<input type="text" value="3.25"/>	m
Altura plano trabajo (HPT)	<input type="text" value="0.95"/>	m ?

**Luminaria:**

Nº luminarias ancho	<input type="text" value="2"/>	
Nº luminarias largo	<input type="text" value="3"/>	
Suspensión	<input type="text" value="0"/>	m
Nº lámparas por luminaria	<input type="text" value="2"/>	
Flujo luminoso	<input type="text" value="3250"/>	lumenes
Tarea	<input type="text" value="Trabajos mixto (500 luxes)"/>	? ?

**Factores reflexión: ?**

Color de la pared	<input type="text" value="Claro"/>
Color del suelo	Oscuro
Color del techo	<input type="text" value="Claro"/>

**Calcular**

Resultados Obtenidos-Evaluación

Archivo Edición Ayuda

www.PreencionIntegral.com



## CALCILUM v.1.0.

### Resultado de la evaluación y sugerencias

El resultado de la evaluación es **410.89 luxes**.

**Se recomienda un nuevo diseño del puesto de trabajo ya que el nivel de iluminación del que se dispone es pobre respecto a los requerimientos de la tarea desarrollada**

Al menos debería de disponer de 500 lux.

**Tabla 20.** Organización de las asignaturas en el área de mecánica de los cuerpos sólidos: física de los cuerpos rígidos y mecánica vectorial para ingenieros; prácticas experimentales en el laboratorio de física

ÁREA DE APLICACIÓN	NÚMERO DE PRÁCTICA EXPERIMENTAL	MAQUINAS Y EQUIPOS	DESCRIPCIÓN DE LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS	NOMBRE DE LA PRÁCTICA EXPERIMENTAL
MECÁNICA DE LOS CUERPOS RÍGIDOS	01	Pie de Rey/vernier, Balanza de tres brazos, Micrómetros, cronómetros	Destinado a medir el mejor valor verdadero y la incertidumbre de la medida	Medición y Cálculo de Errores en la Experimentación
	02	Kit de Sensores de Fuerza, accesorio de polea	Verificación del Teorema de Lamy a través de tres fuerzas coplanares y concurrentes, haciendo uso de poleas sin fricción	Teorema de Lamy
	03	Kit de Sensores de Movimiento	Verificación del Movimiento Rectilíneo Uniforme y Uniformemente Variado haciendo uso de ondas ultrasónica y software	MRU - MRUV
	04	Kit de Sensores de Movimiento, Pista parabólica	Verificación del Movimiento Semi Parabólico a través de una pista para trayectorias curvas pequeñas con uso de software.	Movimiento <u>Semiparabólico</u>

	05	Kit de Sensores de Fuerza	Destinado a verificar la Segunda Condición de Equilibrio haciendo uso de los sensores de fuerza de alta resolución.	Segunda Condición de Equilibrio
	06	Kit de Sensores de Movimiento, <u>Fotocompuerta</u> , <u>Data Quest 2</u>	Verificación del Movimiento Vertical, haciendo uso de ondas ultrasónica y software	Movimiento Vertical
	07	Carro de dinámica y sistema de pista	Verificación de la Segunda Ley de Newton haciendo uso de un carro dinámico y software	Segunda Ley de Newton
	08	Kit de Sensores de Movimiento y rampa lisa, <u>Data Quest 2</u>	Destinado a verificar el Principio de Conservación de Energía Mecánica a través del uso de una rampa lisa y de un software	Principio de Conservación de Energía
MECÁNICA VECTORIAL PARA INGENIEROS	01	Kit de Sensores de Fuerza, accesorio de polea	Verificación del Teorema de Lamy a través de fuerzas coplanares y concurrentes, haciendo uso de poleas sin fricción	Equilibrio de una Partícula

	02	Kit de Sensores de Fuerza	Destinado a verificar el Momento que produce una fuerza que es perpendicular a su brazo o distancia.	Momento de una Fuerza
	03	Kit de Sensores de Movimiento	Verificación del Movimiento Rectilíneo Uniforme y Uniformemente Variado haciendo uso de ondas ultrasónica y software	Gráficas de movimiento
	04	Kit para Ley de Hooke y Principio de Arquímedes	Destinado al estudio de las leyes físicas pertinentes al empuje, Principio de Arquímedes, muelles helicoidales, equilibrio de un móvil suspendido por un muelle, fuerza restauradora, nociones de la dinámica de partícula, constante de elasticidad de un muelle, trabajo y energía en un muelle, etc.	Esfuerzo y Deformación de muelles helicoidales

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 21.** Organización de las asignaturas en el área de mecánica de fluidos: física de la masa y la energía y prácticas experimentales en el laboratorio de física

ÁREA DE APLICACIÓN	NÚMERO DE PRÁCTICA EXPERIMENTAL	MAQUINAS Y EQUIPOS	DESCRIPCIÓN DE LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS	NOMBRE DE LA PRÁCTICA EXPERIMENTAL
FÍSICA DE LA MASA Y LA ENERGÍA	01	Kit para Ley de Hooke y Principio de Arquímedes.	Destinado al estudio de las leyes físicas pertinentes al empuje, Principio de Arquímedes, muelles helicoidales, equilibrio de un móvil suspendido por un muelle, fuerza restauradora, nociones de la dinámica de partícula, constante de elasticidad de un muelle, trabajo y energía en un muelle, etc	Ley de Hooke
	02	Kit Péndulos Físicos	Verificación de la posición del centro de masa utilizando diferentes formas. Permite la observación del movimiento del péndulo físico, medidas de los parámetros, análisis de los	Movimiento Armónico Simple

			movimientos periódicos, leyes del péndulo físico, etc	
	03	Kit para la demostración del Movimiento Ondulatorio	Estudio de la generación de Ondas Mecánicas a lo largo de una cuerda tensa, haciendo variar la frecuencia de vibración mecánica	Movimiento Ondulatorio
	04	Calorímetro de agua didáctico. 200 mL	Estudio referente a los cambios de calor, calor específico de una sustancia, capacidad térmica, etc. Capacidad: 200 mL	Calor Específico de los Sólidos
	05	Kit demostrativo de los medios de propagación del calor	Destinado al estudio de los medios de propagación del calor, a demostrar las propagaciones por conducción, convección e irradiación y a comparar el grado de aislamiento térmico entre diferentes materiales, etc.	Ley de Enfriamiento de Newton
	06	Kit teoría cinética de los gases con transductor electromagnético.	Destinado al estudio de teoría cinética de los gases, efecto de la temperatura en la velocidad de las	Leyes de los Gases Ideales

			partículas, relación de volumen y presión bajo la misma temperatura, energía cinética media molecular, energía interna de un gas perfecto, lo que se entiende por modelo, etc.	
	07	Kit <u>Boyle</u> – <u>Marotte</u> con manómetro	Conjunto para el estudio de estática de los fluidos, comportamiento de los gases confinados y del comportamiento de estos gases en cuanto a la presión, a la temperatura y a su volumen, Ley de Boyle-Mariotte. Avance milimétrico con control para conteo de vuelta y fracción	Presión Hidrostática
	08	Kit demostrativo de la Ecuación de Bernoulli y Principio de Continuidad	Conjunto para el estudio de dinámica de los fluidos, comportamiento de los fluidos y verificación de ésta ecuación y principio.	Ecuación de Bernoulli y Principio de Continuidad

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 22.** Organización de las asignaturas en el área de electricidad, magnetismo y electromagnetismo: electricidad y magnetismo, máquinas eléctricas y prácticas experimentales en el laboratorio de física

ÁREA DE APLICACIÓN	NÚMERO DE PRÁCTICA EXPERIMENTAL	MAQUINAS Y EQUIPOS	DESCRIPCIÓN DE LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS	NOMBRE DE LA PRÁCTICA EXPERIMENTAL
ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO	01	Kit generador electrostático, generador de Van De Graaf	Estudio de la Electrostática, Ley de cargas, electrizaciones (fricción, contacto, inducción), descargas en la atmósfera, configuración de líneas de fuerza, análisis visual del campo eléctrico entre electrodos de diferentes formatos, etc	Carga Eléctrica. Ley de Coulomb
	02	Kit generador de Superficies Equipotenciales	Estudio del Campo Eléctrico a partir de diodos de diferentes formas.	Campo Eléctrico. Superficies Equipotenciales
	03	Condensador variable con kit de placas paralelas cambiables	Estudio de la capacidad de un condensador de placas paralelas	Condensador Eléctrico
	04	Panel para electrónica CC y CA	Estudio de resistores, lámparas, capacitares y diodos y sus asociaciones en serie, paralela y mixta, carga y descarga en capacitores, etc.	Circuito Eléctrico

	05	Panel <u>Dias</u> Blanco para leyes de Ohm	Estudio de la resistencia eléctrica, resistividad eléctrica y sus relaciones con la longitud, naturaleza del material y el área de la sección recta del conductor y Ley de Ohm.	Ley de Ohm
	06	Panel para electrónica con sensores y software	Estudio de varias asociaciones, desde circuitos CC, circuitos CA, descarga de capacitores, Leyes de Kirchhoff, Ley de Ohm, transistor, capacitancia, <u>etc</u>	Leyes de Kirchhoff
	07	Kit para Ley de Lenz – Faraday y corrientes de Foucault	Estudio de electromagnetismo, corrientes de Foucault, corrientes inducidas, corrientes parásitas, freno magnético, leyes de Lenz – Faraday, <u>etc</u>	Ley de Inducción de Faraday
	08	Transformador desmontable bajo	Estudio de los siguientes tópicos: Electromagnetismo (Carga eléctrica en un campo magnético, experimento de Oersted, Ley de Faraday y Lenz, campos magnéticos estáticos y dinámicos, corrientes de Foucault, Ley de Ampere, interacción entre dos conductores, solenoide, inducción electromagnética); Electrodinámica CA	Transformador Eléctrico

			(corrientes y Tensión alternadas, fenómenos electromagnéticos, transformadores elevadores y reductores de tensión, conversión de energía	
MÁQUINAS ELÉCTRICAS	01	Panel para electrónica CC y CA	Estudio de resistores, lámparas, capacitares y diodos y sus asociaciones en serie, paralela y mixta, carga y descarga en capacitores, etc.	Circuitos Eléctricos de Corriente Continua
	02	Panel para electrónica	Estudio y actividades básicas en electro – electrónica.	Instrumentos de Medida de Corriente Alterna
	03	Transformador desmontable	Estudio de los siguientes tópicos: Electromagnetismo (Carga eléctrica en un campo magnético, experimento de Oersted, Ley de Faraday y Lenz, campos magnéticos estáticos y dinámicos, corrientes de Foucault, Ley de Ampere, interacción entre dos conductores, solenoide, inducción electromagnética); Electrodinámica CA (corrientes y Tensión alternadas, fenómenos electromagnéticos, transformadores	Transformador Monofásico y Trifásico

			elevadores y reductores de tensión, conversión de energía)	
	04	Panel para electrónica con sensores y software	Destinado al estudio y actividades básicas en electrónica, asociaciones de resistores, Ley de Ohm, Leyes de Kirchhoff, capacitancia, asociaciones de capacitores, diodo, carga y descarga de un capacitor, transistor (operando como llave, como llave de efecto retardado), circuito oscilador o multivibrador en movimiento, circuito contador de tiempo, circuito llave de plancha dupla o circuito <u>flip-flop</u> , circuito de memoria, impurezas que transforman el semiconductor en semiconductor tipo N o P, diodo emisor de luz, etc. Observación: Este equipo debe acoplarse a la interfaz <u>CidepeLab</u>	Generadores y Motores

Fuente: Elaboración Propia

## PROPUESTA:

Introducción de los parámetros -Diseño

Archivo Edición Ayuda

www.PreencionIntegral.com





## CALCILUM v.1.0.

**Introducción de los parámetros de Diseño**

**Dimensiones local:**

Longitud(L)	<input type="text" value="10"/>	m	<b>Factores reflexión:</b> ?
Anchura (A)	<input type="text" value="7"/>	m	Color de la pared <input type="text" value="Claro"/>
Altura (H)	<input type="text" value="3.25"/>	m	Color del suelo <input type="text" value="Oscuro"/>
Altura plano trabajo (HPT)	<input type="text" value="0.95"/>	m ?	Color del techo <input type="text" value="Claro"/>

**Iluminación nominal:**  ?

Empotrada	Suspendida	Adosada	Downlights
			
<input type="text" value="Rectangular"/>	<input type="text" value="Rectangular"/>	<input type="text" value="Rectangular"/>	<input type="text" value="Redonda"/>

Forma: Rectangular  
Tipo: Suspendida

← →

Calcular →

## PROPUESTA 01:






Resultados obtenidos-Diseño

Archivo Edición Ayuda

www.PreencionIntegral.com

## CALCILUM v.1.0.

### Opciones de diseño

<b>Opción 1:</b>	TCS 214 1 'TL' D 58W	Total: <b>18</b> luminarias <b>18</b> lámparas	 <a href="#">Ver diseño</a>
<b>Opción 2:</b>	TCS 214 1 'TL' D 36W	Total: <b>28</b> luminarias <b>28</b> lámparas	 <a href="#">Ver diseño</a>
<b>Opción 3:</b>	TCS 214 2 'TL' D 36W	Total: <b>15</b> luminarias <b>30</b> lámparas	 <a href="#">Ver diseño</a>
<b>Opción 4:</b>	TCS 214 1 'TL' D 58W	Total: <b>18</b> luminarias <b>18</b> lámparas	 <a href="#">Ver diseño</a>
<b>Opción 5:</b>	TCS 214 2 'TL' D 58W	Total: <b>9</b> luminarias <b>18</b> lámparas	 <a href="#">Ver diseño</a>
<b>Opción 6:</b>	TCS 304 1 'TL' D 18W	Total: <b>70</b> luminarias <b>70</b> lámparas	 <a href="#">Ver diseño</a>
<b>Opción 7:</b>	TCS 304 2 'TL' D 18W	Total: <b>35</b> luminarias <b>70</b> lámparas	 <a href="#">Ver diseño</a>
<b>Opción 8:</b>	TCS 304 1 'TL' D 36W	Total: <b>28</b> luminarias <b>28</b> lámparas	 <a href="#">Ver diseño</a>
<b>Opción 9:</b>	TCS 304 1 'TL' D 58W	Total: <b>18</b> luminarias <b>18</b> lámparas	 <a href="#">Ver diseño</a>
<b>Opción 10:</b>	TCS 304 2 'TL' D 36W	Total: <b>15</b> luminarias <b>30</b> lámparas	 <a href="#">Ver diseño</a>


**Rediseñar** 

opción

Archivo Edición Ayuda

[www.PreencionIntegral.com](http://www.PreencionIntegral.com)

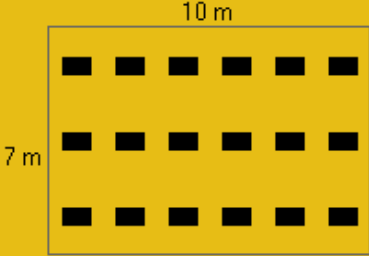
**Opción escogida**



**18** luminarias TCS 214

Con **1** lámpara tipo 'TL' D 58W por luminaria  
Flujo lámpara: 4600 lúmenes

Iluminancia deseada: 500 luxes  
**Iluminancia conseguida: 547.07 luxes**



Luminaria con una lámpara fluorescente y rejilla

## PROPUESTA 02:

Resultados obtenidos-Diseño

Archivo Edición Ayuda

www.PreencionIntegral.com

**CALCILUM v.1.0.**

### Opciones de diseño

<b>Opción 1:</b>	TCS 214 1 'TL' D 58W	Total: <b>18</b> luminarias <b>18</b> lámparas	 <b>Ver diseño</b>
<b>Opción 2:</b>	TCS 214 1 'TL' D 36W	Total: <b>28</b> luminarias <b>28</b> lámparas	 <b>Ver diseño</b>
<b>Opción 3:</b>	TCS 214 2 'TL' D 36W	Total: <b>15</b> luminarias <b>30</b> lámparas	 <b>Ver diseño</b>
<b>Opción 4:</b>	TCS 214 1 'TL' D 58W	Total: <b>18</b> luminarias <b>18</b> lámparas	 <b>Ver diseño</b>
<b>Opción 5:</b>	TCS 214 2 'TL' D 58W	Total: <b>9</b> luminarias <b>18</b> lámparas	 <b>Ver diseño</b>
<b>Opción 6:</b>	TCS 304 1 'TL' D 18W	Total: <b>70</b> luminarias <b>70</b> lámparas	 <b>Ver diseño</b>
<b>Opción 7:</b>	TCS 304 2 'TL' D 18W	Total: <b>35</b> luminarias <b>70</b> lámparas	 <b>Ver diseño</b>
<b>Opción 8:</b>	TCS 304 1 'TL' D 36W	Total: <b>28</b> luminarias <b>28</b> lámparas	 <b>Ver diseño</b>
<b>Opción 9:</b>	TCS 304 1 'TL' D 58W	Total: <b>18</b> luminarias <b>18</b> lámparas	 <b>Ver diseño</b>
<b>Opción 10:</b>	TCS 304 2 'TL' D 36W	Total: <b>15</b> luminarias <b>30</b> lámparas	 <b>Ver diseño</b>

**Rediseñar**  


opción

Archivo Edición Ayuda

www.PreencionIntegral.com

**Opción escogida**

28 luminarias TCS 214

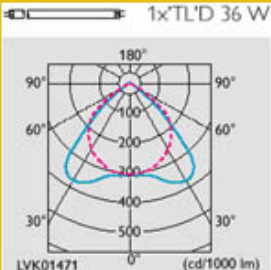
Con 1 lámpara tipo 'TL' D 36W por luminaria

Flujo lámpara: 2850 lúmenes

Iluminancia deseada: 500 luxes

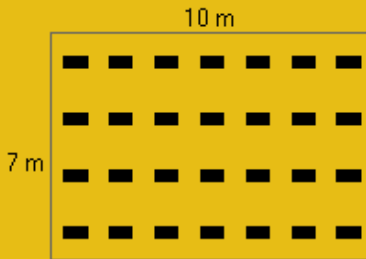
**Iluminancia conseguida: 527.25 luxes**

Fotométrico: 1x'TL'D 36 W



LVK01471 (cd/1000 lm)

- \* DIN 5035/7 60°-200cd/m<sup>2</sup>
- \* „Baja luminancia”
- \* CIBSE LG3 Cat.2




Luminaria con una lámpara fluorescente y rejilla

## PROPUESTA 03:

Resultados obtenidos-Diseño

— □ ×

Archivo Edición Ayuda

www.PreencionIntegral.com

**CALCILUM v.1.0.**

### Opciones de diseño

<b>Opción 1:</b>	TCS 214 1 'TL' D 58W	Total: <b>18</b> luminarias <b>18</b> lámparas	 <b>Ver diseño</b>
<b>Opción 2:</b>	TCS 214 1 'TL' D 36W	Total: <b>28</b> luminarias <b>28</b> lámparas	 <b>Ver diseño</b>
<b>Opción 3:</b>	TCS 214 2 'TL' D 36W	Total: <b>15</b> luminarias <b>30</b> lámparas	 <b>Ver diseño</b>
<b>Opción 4:</b>	TCS 214 1 'TL' D 58W	Total: <b>18</b> luminarias <b>18</b> lámparas	 <b>Ver diseño</b>
<b>Opción 5:</b>	TCS 214 2 'TL' D 58W	Total: <b>9</b> luminarias <b>18</b> lámparas	 <b>Ver diseño</b>
<b>Opción 6:</b>	TCS 304 1 'TL' D 18W	Total: <b>70</b> luminarias <b>70</b> lámparas	 <b>Ver diseño</b>
<b>Opción 7:</b>	TCS 304 2 'TL' D 18W	Total: <b>35</b> luminarias <b>70</b> lámparas	 <b>Ver diseño</b>
<b>Opción 8:</b>	TCS 304 1 'TL' D 36W	Total: <b>28</b> luminarias <b>28</b> lámparas	 <b>Ver diseño</b>
<b>Opción 9:</b>	TCS 304 1 'TL' D 58W	Total: <b>18</b> luminarias <b>18</b> lámparas	 <b>Ver diseño</b>
<b>Opción 10:</b>	TCS 304 2 'TL' D 36W	Total: <b>15</b> luminarias <b>30</b> lámparas	 <b>Ver diseño</b>


**Rediseñar**  


opción

Archivo Edición Ayuda

www.PreencionIntegral.com

**Opción escogida**



**15** luminarias TCS 214

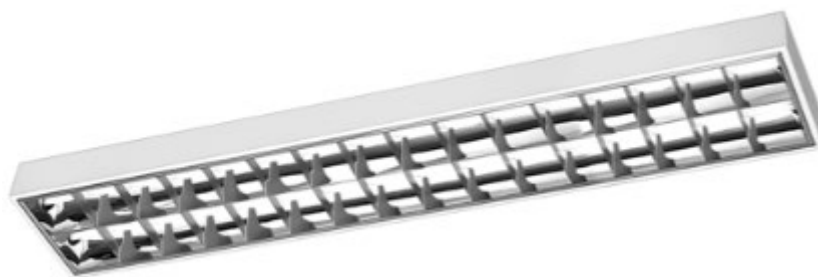
Con **2** lámparas tipo 'TL' D 36W por luminaria.  
Flujo lámpara: 2850 lúmenes

Illuminancia deseada: 500 luxes  
**Illuminancia conseguida: 564.91 luxes**



10 m

7 m



Luminaria con dos lámparas fluorescentes y rejilla

## Cálculo del Numero de luminarias a través del método de lúmenes para iluminación uniforme

Se le conoce con el nombre de Método de Factor de utilización, calcula de forma práctica el horizonte promedio de iluminancia en una instalación de alumbrado general, al mismo tiempo que proporciona una iluminancia media con un error  $\pm 5\%$  y nos da una idea aproximada de las necesidades de iluminación.

### i. Cálculo del Flujo Luminoso Total: $\Phi_T$

$$\Phi_T = \frac{E_m \cdot A}{C_u \cdot C_m}$$

Donde:

$E_m$  = Nivel de Iluminación medio (En Lux)

$\Phi_T$  = Flujo luminoso que un determinado local o zona necesita (En Lúmenes)

$A$  = Superficie a iluminar (En  $m^2$ )

$C_u$  = Coeficiente de Utilización (relación entre el Flujo Luminoso recibido por un objeto y el Flujo emitido por la fuente luminosa. La proporciona el fabricante de la luminaria)

$C_m$  = Coeficiente de mantenimiento (cociente que indica el grado de conservación de una luminaria)

Para nuestro análisis, tenemos lo siguiente:

A. Seleccionamos por Norma Técnica:  $E_m = 500 \text{ Lx}$

B. Cálculo del área del Área de la Zona de Trabajo: (Área del Laboratorio de Física de la Universidad del Norte)

$$A = a \cdot b = (10m)(7,0m) = 70,0 \text{ m}^2$$

C. Cálculo del Coeficiente de Utilización:  $C_u$

a. Cálculo del Índice Local "K"

$$K = \frac{a \cdot b}{h(a + b)}$$

De la figura, se tiene:

$$h = h' - d' - 0,95m = 3,25m - 0,1m - 0,95m$$

$$h = 2,2 m$$

En consecuencia:  $K = \frac{(10,0m)(7,0m)}{(2,2m)(17,0m)} = 1.87$

- b. Se selecciona el coeficiente de reflexión para techos, paredes y suelo. Para ello tenemos la siguiente tabla:

**Tabla 23.** Tabla de factores de reflexión: techo, paredes y suelo

	Color	Factor de Reflexión ( $\rho$ )
<b>Techo</b>	Blanco o muy claro	0,7
	Claro	0,5
	Medio	0,3
<b>Paredes</b>	Claro	0,5
	Medio	0,3
	Oscuro	0,1
<b>Suelo</b>	Claro	0,3
	Oscuro	0,1

- c. Cálculo del Coeficiente de Utilización ( $C_u$ ): Aplicando Interpolación Lineal respecto del Gráfico mostrado, se tiene:

Índice Local ( $K$ )                      Coeficiente de Utilización ( $C_u$ )

1,50                                      0,36

1,87                                       $C_u$

2,0                                        0,4

$$\frac{2,0 - 1,5}{1,87 - 1,5} = \frac{0,44 - 0,36}{C_u - 0,36}$$

$$C_u = \frac{(0,08)(0,37)}{0,5} + 0,36 \approx 0,42$$

- d. Seleccionamos el coeficiente de mantenimiento ( $C_m$ ), que representa el estado en que se ha conservado la luminaria, a partir de la tabla siguiente:

Ambiente	Coeficiente de Mantenimiento ( $C_m$ ),
Limpio	0,8
Sucio	0,6

En consecuencia, El flujo total mínimo del laboratorio de física de la Universidad del Norte, vendría dado por:

$$\Phi_T = \frac{E_m \cdot A}{C_u \cdot C_m} = \frac{(500 \text{ Lx})(70,0 \text{ m}^2)}{(0,42)(0,8)} \approx 104\ 167 \text{ Lúmenes}$$

**ii. Cálculo del Número de Lámparas requeridas( $N$ ):**

$$N = \frac{\text{Flujo Luminoso Total}}{\text{Flujo Luminoso de la lámpara a usar}} = \frac{\Phi_T}{\Phi_L} = \frac{104167 \text{ Lúmenes}}{3250 \text{ Lúmenes}} \approx 32$$

Lo que implica que la Propuesta 03, representa la mejor opción.

**4.2.2. Propuesta de la reducción de riesgos de sonido**

Teniendo en cuenta que el alto nivel sonoro proviene de fuentes externas al laboratorio, por ello se propone colocar material aislante acústico en las paredes y el techo de las instalaciones físicas en cuestión, Las dimensiones del laboratorio son de 7 metros de largo, 10 metros de ancho y 3,5 metros de altura, lo que suma un área total de 180,5 metros cuadrados.

$$\text{Área total} = \text{Área de las paredes} + \text{Área del techo}$$

$$\text{Área total} = 2 * (10 \text{ m} * 3,25 \text{ m}) + 2 * (7 \text{ m} * 3,25 \text{ m}) + 10 \text{ m} * 7 \text{ m}$$

$$\text{Área total} = 180,5 \text{ m}^2$$

El material aislante se especifica en el Anexo 6, donde se reduce en 22 dB el nivel sonoro, actualmente se tiene un nivel de 69,34 dB con una desviación técnica de 22 dB, reduciéndose a 47,34 dB, el cual se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la normativa legal.

#### ***4.3. Evaluar la Factibilidad Económica de la Propuesta del diseño de un plan de seguridad y salud ocupacional***

Con la propuesta de diseño de un plan de SSO, se realizó el análisis costo beneficio de los gastos asociados a las mejoras frente a los beneficios que trae consigo estas mejoras.

##### **4.3.1. Beneficios de las propuestas**

Los beneficios de las mejoras propuestas se basan en las multas por SUNAFIL:

Tabla 24. Beneficios de las mejoras con las multas de SUNAFIL

Problemas	Gravedad	Índice de multa	UIT 2021	Importe de sanción
Superar los límites de exposición a los agentes contaminantes que originen riesgos graves e inminentes para la seguridad y salud	Muy grave	0,99	4 400,00	4 356,00
Las acciones y omisiones que impidan a los trabajadores paralizar sus actividades en los casos de riesgo grave e inminente	Muy grave	0,99		4 356,00
No adoptar las medidas preventivas aplicables a las condiciones de trabajo de los que se derive un riesgo grave e inminente para la seguridad,	Muy grave	0,99		4 356,00
La vulneración de los derechos de información consulta y participación de los trabajadores relacionados a la prevención de riesgos laborales	Grave	0,59		2 596,00
No adoptar medidas sobre primeros auxilios lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores	Grave	0,59		2 596,00
Los incumplimientos de las disposiciones relacionadas con la SST sobre lugares de trabajo herramientas máquinas y equipos agentes físicos químicos y biológicos riesgos ergonómicos y psicosociales medidas de protección colectiva equipos de protección personal señalización de seguridad o medidas de higiene personal de los que se derive un riesgo grave para la seguridad o salud de los trabajadores,	Grave	0,59		2 596,00
No formar e informar suficiente y adecuadamente a los trabajadores sobre los riesgos del puesto de trabajo y las medidas preventivas aplicables	Grave	0,59		2 596,00
No planificar la acción preventiva de riesgos para la seguridad y salud	Grave	0,59		2 596,00
<b>TOTAL</b>				

#### 4.3.2. Inversión de la propuesta

La inversión de las propuestas de mejora se divide en:

Inversión de la adquisición de 15 luminarias y el costo de instalación de estos en el laboratorio, llegando a 4 200,00 soles.

**Tabla 25.** Inversión de cambio de luminarias

<b>Cambio de luminarias</b>	<b>INVERSIÓN (Soles)</b>
Adquisición de 15 luminarias	1 200,00
Instalación de luminarias	3 000,00
<b>TOTAL</b>	<b>4 200,00</b>

La inversión de la adquisición de 18 rollos aislantes y su instalación en las paredes y en techo del laboratorio, el cual asciende 5 800,00 soles.

**Tabla 26.** Inversión del cambio de material acústico

<b>Cambio de material acústico</b>	<b>INVERSIÓN (Soles)</b>
Adquisición de 18 rollos aislantes	1 800,00
Instalación de rollos aislantes	4 000,00
<b>TOTAL</b>	<b>5 800,00</b>

#### 4.3.3. Costos de la propuesta

Estos están divididos en:

Las 15 luminarias se cambian de forma anual, debido a que estas tienen una garantía de 1 año, y por lo tanto se calcula este costo en los 3 años siguientes al igual que su costo de instalación.

**Tabla 27.** Costos de cambio de luminarias

<b>Cambio de luminarias</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>
Adquisición de 15 luminarias	1 200,00	1 200,00	1 200,00
Instalación de luminarias	3 000,00	3 000,00	3 000,00
<b>TOTAL</b>	<b>4 200,00</b>	<b>4 200,00</b>	<b>4 200,00</b>

Los 18 rollos de aislamiento acústico se cambian de forma anual, debido a que estas tienen una garantía de 1 año, y por lo tanto se calcula este costo en los 3 años siguientes al igual que su costo de instalación.

**Tabla 28.** Costos del cambio de material acústico

<b>Cambio de material acústico</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>
Adquisición de 18 rollos aislantes	1 800,00	1 800,00	1 800,00
Instalación de rollos aislantes	4 000,00	4 000,00	4 000,00
<b>TOTAL</b>	<b>5 800,00</b>	<b>5 800,00</b>	<b>5 800,00</b>

Adicional se está considerando capacitaciones al personal, el cual se detalla en el Anexo 7, el cual costa de temas como los procedimientos de limpieza de instalaciones, importancia de aplicar controles para la reducción de riesgos y control del plan de seguridad y salud ocupacional y su impacto en la reducción de riesgos, junto con los costos de impresiones, del refrigerio y la retribución a los empleados por las capacitaciones.

**Tabla 29.** Costos de capacitaciones

<b>Capacitaciones al personal</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>
Concepto de capacitaciones	4 000,00	4 000,00	4 000,00
Impresiones y copias	250,00	250,00	250,00
Refrigerio	400,00	400,00	400,00
Pago a personal	1 431,60	1 431,60	1 431,60
<b>TOTAL</b>	<b>6 081,60</b>	<b>6 081,60</b>	<b>6 081,60</b>

## 4.3.4. Flujo de caja

Tabla 30. Flujo de caja de propuestas de implementación

	<b>AÑO 0</b>	<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>
<b>INGRESOS</b>		S/ 26 048,00	S/ 26 048,00	S/ 26 048,00
Beneficio de las propuestas		S/ 26 048,00	S/ 26 048,00	S/ 26 048,00
<b>INVERSIONES</b>	S/ 10 000,00	S/ 0,00	S/ 0,00	S/ 0,00
Propuesta de instalación de luminarias	S/ 4 200,00	S/ 0,00	S/ 0,00	S/ 0,00
Propuesta de instalación de material acústico	S/ 5 800,00	S/ 0,00	S/ 0,00	S/ 0,00
<b>COSTOS</b>	S/ 1 000,00	S/ 16 830,00	S/ 16 830,00	S/ 16 830,00
Cambio de luminarias	S/ 0,00	S/ 4 500,00	S/ 4 500,00	S/ 4 500,00
Cambio de material acústico	S/ 0,00	S/ 5 800,00	S/ 5 800,00	S/ 5 800,00
Capacitaciones al personal	S/ 0,00	S/ 5 000,00	S/ 5 000,00	S/ 5 000,00
Imprevisto 10%	S/ 1 000,00	S/ 1 530,00	S/ 1 530,00	S/ 1 530,00
<b>Utilidad Operativa</b>		S/ 9 218,00	S/ 9 218,00	S/ 9 218,00
(Depreciación)		S/ 1 030,00	S/ 1 030,00	S/ 1 030,00
<b>Utilidad antes de Impuestos</b>		S/ 8 188,00	S/ 8 188,00	S/ 8 188,00
(Impuesto a la Renta 30%)		S/ 2 456,40	S/ 2 456,40	S/ 2 456,40
<b>Flujo de Caja Anual</b>	<b>-S/ 11 000,00</b>	<b>S/ 5 731,60</b>	<b>S/ 5 731,60</b>	<b>S/ 5 731,60</b>
<b>Flujo de Caja Acumulado</b>	<b>-S/ 11 000,00</b>	<b>-S/ 5 268,40</b>	<b>S/ 463,20</b>	<b>S/ 6 194,80</b>
<b>VAN</b>		3 253,64		
<b>TIR</b>		26,15%		
<b>B/C</b>		1,27		
<b>TR</b>		1 año 11 meses con 2 días		

Con el cálculo del VAN y el TIR, se demuestra la viabilidad de las propuestas de mejora.

**VAN:**

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t}$$

Dónde:

Io = Inversión inicial

Ft = Flujo de caja (ganancias)

N = Período de tiempo (3 años)

r = Tasa de Interés seleccionada (0,10%)

Entonces en base a la tabla 82 se obtiene:

$$VAN = -11\,000,00 + \frac{5\,731,60}{(1+0,1)^1} + \frac{5\,731,60}{(1+0,1)^2} + \frac{5\,731,60}{(1+0,1)^3} = 3\,253,64 \text{ soles}$$

El VAN nos arroja como resultado de 3 253,64 soles, obtenido de la inversión inicial, y éste nos arroja positivo lo cual indica es que rentable y viable.

**TIR:**

$$TIR = \sum_{T=0}^{Fn} \frac{Fn}{(1+i)^n} = 0$$

Dónde:

Io = Inversión inicial

Ft = Flujo de caja (ganancias)

N = Período de tiempo (3 años)

r = Tasa de Interés seleccionada (10%)

Entonces en base a la tabla 30 se obtiene:

$$TIR = 0 = -11\,000,00 + \frac{5\,731,60}{(1+X)^1} + \frac{5\,731,60}{(1+X)^2} + \frac{5\,731,60}{(1+X)^3} = 26,15\%$$

La tasa interna de retorno nos arroja un resultado de 26,15% es mayor al 10%, indicando que la propuesta es viable y conviene más que colocar el dinero en un banco, ya que se obtiene mejores ganancias que los intereses del banco.

## V. Discusión

- Se debe saber que el Nivel de Intensidad sonora, que se midió en el ambiente del Laboratorio de Física de una universidad del Norte, resulta ser una suma de valores provenientes de diferentes fuentes cercanas al equipo de medición, porque lo se sugiere que para un cálculo más preciso, se determine también la intensidad de la onda sonora:  $I = \frac{1}{2}\rho(\omega S_m)^2 v = \frac{\Delta P_m^2}{2\rho v}$ , así como la amplitud de presión:  $\Delta P_m = \rho v \omega S_m$ , donde:  $\rho$ : Densidad del medio ( $\text{kg}/\text{m}^3$ );  $v$ : Velocidad de la onda en el aire ( $\text{m}/\text{s}$ );  $\omega$ : Frecuencia angular ( $\text{rad}/\text{s}$ ),  $S_m$ : Amplitud de Desplazamiento (m)
- Se debe saber que la propagación del sonido dentro de un recinto, implica un conjunto de fenómenos que afectan a las ondas sonoras, tales como la reflexión, difracción, difusión, absorción entre otros, por lo que cabe la posibilidad de aplicación de técnicas computacionales; y a partir de estos resultados se mejore la calidad acústica de estas salas y/o proponer ajustes que mejoren las respuestas.
- Una variable física, de naturaleza investigativa y de amplio espectro, lo constituye la medición de la Densidad de Energía acústica o energía acústica por unidad de volumen, esto es:  $\epsilon = \frac{\text{Energía Sonora}}{\text{volumen}} = \frac{\text{Intensidad}}{\text{velocidad}} = \frac{1}{\rho} \left( \frac{P_{RMS}}{v_{son}} \right)^2$ , donde:  $\rho$ : Densidad del medio ( $\text{kg}/\text{m}^3$ );  $P_{RMS}$ : Potencia cuadrática media (W) y  $v_{son}$ : Velocidad del sonido ( $\text{m}/\text{s}$ )
- Se debe saber que el Nivel de Intensidad sonora, que se midió en el ambiente del Laboratorio de Física de una universidad del Norte, resulta una suma de valores provenientes de diferentes fuentes cercanas al equipo de medición, porque se sugiere que para un cálculo más preciso, se determine también la intensidad de la onda sonora:  $I = \frac{1}{2}\rho(\omega S_m)^2 v = \frac{\Delta P_m^2}{2\rho v}$ , así como la amplitud de presión:  $\Delta P_m = \rho v \omega S_m$ , donde:  $\rho$ : Densidad del medio ( $\text{kg}/\text{m}^3$ );  $v$ : Velocidad de la onda en el aire ( $\text{m}/\text{s}$ );  $\omega$ : Frecuencia angular ( $\text{rad}/\text{s}$ ),  $S_m$ : Amplitud de Desplazamiento (m)

## VI. Conclusiones

- Al realizar la propuesta del diseño del plan de seguridad y salud ocupacional en el laboratorio de física de una Universidad del Norte se redujo los riesgos en el laboratorio, el cual fue por la aplicación de controles de ingeniería en base a los riesgos físicos de iluminación y sonido.
- La medición del Nivel de Intensidad Sonora en el Laboratorio de Física de la Universidad del Norte arroja que existe una desviación de la medida de 2,0 dB, respecto de su valor promedio de 69,34 dB, el cual está muy por encima del límite permisible de la normativa legal, En el caso de la medición del Nivel de Iluminancia en el Laboratorio de Física de la Universidad del Norte arroja que existe una desviación de la medida de 1,44 Lx, respecto de su valor promedio 406,74 Lx, no superando el límite mínimo permisible en la normativa legal.
- La propuesta de Diseño de un Plan de Seguridad de Seguridad y Salud Ocupacional, en el Laboratorio de Física de una Universidad del Norte, pasa por una redistribución del ambiente físico de Trabajo; de la ubicación del Material y Equipo de Laboratorio y de un reordenamiento de sus luminarias sobre las mesas de experimentación.
- Las propuestas de mejora en el Laboratorio de Física de una Universidad del Norte son económicamente viables, esto se debe a que se obtuvo un Valor Actual Neto de 3 253,64 soles, una Tasa Interna de Retorno de 26,15%, un beneficio costo de 1,27 y una tasa de recuperación de 1 año con 11 meses con 2 días.

## VII. Recomendaciones

- Se recomienda realizar un estudio para determinar los riesgos disergonómicos en el Laboratorio de física, y junto con ello realizar las mejoras respectivas en el diseño de los espacios de trabajo.
- Se recomienda realizar un estudio con respecto al confort térmico dentro del Laboratorio de física, y con ello establecer los mecanismos de ventilación más apropiado para el lugar.
- También se recomienda realizar estudios similares en las otras instalaciones físicas de la Universidad, para reducir los riesgos laborales.

## VIII. Referencias

- [1] Organización Internacional del Trabajo, «The prevention of occupational Diseases,» International Labour Organization, Genova, 2013.
- [2] E. V. Escobar Vinuesa, «Evaluación de los niveles de ruido, iluminación, temperatura y su efecto en las enfermedades profesionales en la empresa CODELITESA S.A.,» Ambato, 2014.
- [3] O. Hernández Fernández y L. Lucio González, «Evaluación de los niveles de iluminación en las áreas de trabajo del Laboratorio de Alta Tecnología de Xalapa (LATEX),» Xalapa, 2008.
- [4] C. M. Alvear Niacata, «Validación de métodos para la determinación del nivel de exposición al ruido e iluminación en el trabajo,» Quito, 2015.
- [5] J. M. Barrera Zarco y M. A. Fonseca Machuca, «Diseño de un sistema de gestión en seguridad y salud ocupacional basado en la norma OHSAS 18001 para el Centro Tecnológico de Automatización Industrial (CTAI) de la Pontificia Universidad Javeriana,» Bogotá, 2004.
- [6] M. C. Carrasco Gonzáles, «Propuesta de implementación de un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo en el área de inyección de una empresa fabricante de productos plásticos,» Lima, 2012.
- [7] J. Fuenmayor Palacios, «Creación de un programa de salud y seguridad laboral para los laboratorios, talleres ubicados en el edificio de los laboratorios de una universidad privada en Caracas,» Caracas, 2009.
- [8] R. Pressman, Ingeniería del software, Séptima ed., México: McGraw-Hill Interamericana Editores, 1998.
- [9] Organización Internacional del Trabajo (OIT), «Sistema de gestión de la SST: una herramienta para la mejora continua,» 2011.
- [10] Haight, *Sistema de Gestión de salud y seguridad en el trabajo*, 2013.
- [11] A. D. Gutiérrez Gutiérrez y S. A. Gómez Silva, «Impacto de un sistema de gestión integrado ohsas 18001:2007 e iso 14001:2004 en los índices de accidentabilidad de la compañía minera casapalca s.a.,» Trujillo, 2015.

- [12] OIT/OMS, «Informe del comité mixto OIT/OMS de Medicina del Trabajo. Novena reunión.» Ginebra, 1984.
- [13] Ley N°29783, «Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo,» [En línea]. Available: [http://www.trabajo.gob.pe/archivos/file/SNIL/normas/2011-0820\\_29783\\_1669.pdf](http://www.trabajo.gob.pe/archivos/file/SNIL/normas/2011-0820_29783_1669.pdf). [Último acceso: 21 Noviembre 2020].
- [14] C. Reyes Meza y H. Sánchez Carlessi, Metodología y diseños en la investigación científica, Lima: Visión Universitaria, 2006.
- [15] P. Alvarez, «Ética e investigación,» Universidad De Santiago de Cali, Cali, 2019.
- [16] C. T. Corp, «Sonómetro Center 322».
- [17] PCM, «Decreto Supremo N° 085-2003-PCM .- Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido.,» Lima, 2003.
- [18] Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, «Reglamento Nacional de Edificaciones,» Lima, 2006.
- [19] Organización Mundial de la Salud (OMS), «Escuchar sin riesgos,» 2010.
- [20] Organización Mundial de la Salud (OMS), «Guías para el ruido urbano,» Londres, 2000.
- [21] F. T. C. S.A.C., «Luxómetro LX-1108».
- [22] Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, «Norma técnica EM.010 Instalaciones eléctricas interiores del reglamento nacional de edificaciones,» El Peruano, Lima, 2019.

## IX. Anexos

**ANEXO N° 01.**  
**ENCUESTA DIRIGIDA AL PERSONAL ADMINISTRATIVO DEL LABORATORIO  
DE FÍSICA DE UNA UNIVERSIDAD DEL NORTE**

**INVESTIGADOR:** Lic. Fís. Edwin Aldrin Cumpa Barrios

**OBJETIVO:** Efectuar el diagnóstico sobre la situación actual de la Seguridad y Salud Ocupacional en el Laboratorio de Física de una Universidad del Norte

**INSTRUCCIONES:**

A continuación, marque con una (X) la alternativa o escriba la respuesta que considere pertinente.

1. ¿Existen normas preventivas de enfermedades laborales y de accidentes en el Laboratorio de Física de una Universidad del Norte?

Sí

No

Parcialmente

2. ¿Conoce usted si la empresa tiene establecido políticas y objetivos sobre Seguridad y Salud Ocupacional en el Laboratorio de Física de una Universidad del Norte?

Sí

No

Parcialmente

3. ¿Cuál de los siguientes factores (físicos, mecánicos o ergonómicos) tiene una mayor incidencia en el Laboratorio de Física de una Universidad del Norte?

Físicos

Mecánicos

Ergonómicos

4. ¿Tiene establecido la empresa, capacitar e inducir a su personal administrativo en temas de Seguridad y Salud Ocupacional del Laboratorio de Física de una Universidad del Norte?

Sí

No

Parcialmente

5. ¿Considera usted que el Laboratorio de Física de una Universidad del Norte se cumplen los procedimientos de Trabajo seguro?

Sí

No

Parcialmente

6. ¿Cree usted que el cumplimiento de las Normas de Seguridad y Salud Ocupacional en el Laboratorio de Física de una Universidad del Norte inciden en el buen desarrollo de las Sesiones Experimentales?

Sí

No

Parcialmente

7. ¿Considera usted, que la Seguridad y Salud en el Laboratorio de Física de una Universidad del Norte, mejoraría con la implementación de un Plan de Seguridad y Salud Ocupacional aplicando Normas Técnicas?

Sí

No

**ANEXO N° 02.****ENCUESTA DIRIGIDA AL PERSONAL DOCENTE QUE HACE USO DEL  
LABORATORIO DE FÍSICA DE UNA UNIVERSIDAD DEL NORTE****INVESTIGADOR:** Lic. Fís. Edwin Aldrin Cumpa Barrios**OBJETIVO:** Efectuar el diagnóstico sobre la situación actual de la Seguridad y Salud Ocupacional en el Laboratorio de Física de una Universidad del Norte**INSTRUCCIONES:**

El éxito de una indagación depende la objetividad y sinceridad de las respuestas. Las respuestas que se consignen son de carácter confidencial y serán utilizadas sólo para ésta investigación.

**Pregunta N° 01:** ¿Qué técnicas de Seguridad y Salud Ocupacional se aplican en el Laboratorio de Física de una Universidad del Norte que le permiten evaluar y controlar los riesgos laborales existentes?

**Pregunta N° 02:** ¿Conoce usted, sobre normas vigentes de Seguridad y Salud Ocupacional que se estén implementando en el Laboratorio de Física de una Universidad del Norte?

**Pregunta N° 03:** ¿Conoce usted, los requerimientos de un Sistema de Seguridad y Salud Ocupacional con los que cuenta el Laboratorio de Física de una Universidad del Norte y que estén legitimados bajo Normas Técnicas?

**Pregunta N° 04:** ¿Cree usted que es necesario la implementación de un Sistema de Seguridad y Salud Ocupacional y cuáles deberían de ser aplicadas en el Laboratorio de Física de una Universidad del Norte?

**Pregunta N° 05:** ¿Qué elementos considera usted como necesarios para hacer efectiva la Propuesta de Implementación de un Sistema de Seguridad y Salud Ocupacional en una Universidad del Norte?

---

## ANEXO N° 03.

TABLA N° 02: RAPIDEZ DEL SONIDO EN DIFERENTES MEDIOS

Medio	V (m/s)
Gases	
Aire (0°C)	331
Aire (20°C)	343
Hidrógeno (0°C)	1286
Oxígeno (0°C)	317
Helio (0°C)	972
Líquidos a 25°C	
Agua	1493
Alcohol metílico	1143
Agua de mar	1533
Sólidos	
Aluminio	5100
Cobre	3560
Acero	5130
Plomo	1322
Hule vulcanizado	54

TABLA N° 03: INTENSIDAD DE VARIOS SONIDOS

Fuente de sonido	Nivel de Sonido (dB)	Intensidad (W/m <sup>2</sup> )
Avión a chorro	140	100
Umbral del dolor	120	1
Concierto de rock a alta intensidad	120	1
Sirena a 30 m	100	1x10 <sup>-2</sup>
Tránsito de camiones	90	1x10 <sup>-3</sup>
Tránsito en calle muy congestionada	80	1x10 <sup>-4</sup>
Restaurante ruidoso	70	1x10 <sup>-5</sup>
Conversación a 50 cm	65	1x10 <sup>-6</sup>
Radio tranquilo	40	1x10 <sup>-8</sup>
Susurro	30	1x10 <sup>-9</sup>
Murmullo de hojas	10	1x10 <sup>-11</sup>
Umbral de audición	0	1x10 <sup>-12</sup>

## ANEXO N° 04.

## FICHA TÉCNICA: TL-D 36W/54 – 765 1SL/25



**COSTO:**  
**S/. 80.00**

## Colores estándares TL-D

### TL-D 36W/54-765 1SL/25

Las lámparas de colores estándares TL-D (diámetro del tubo de 26 mm) crean ambientes con blanco cálido o luz de día fría. Lámparas con eficacia y reproducción de color moderadas.

#### Advertencias y seguridad

- Es muy poco probable que si se rompe una lámpara, esto tenga un efecto sobre tu salud. Si se rompe una lámpara, ventila la habitación durante 30 minutos y retirará las partes, preferiblemente con guantes. Colocalas en una bolsa de plástico sellada y llevála a las instalaciones para reciclado de desechos de tu zona. No uses aspiradora.

#### Datos del producto

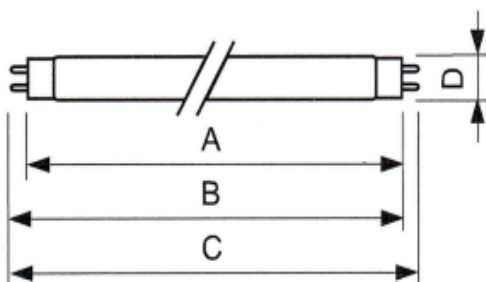
Funcionamiento de emergencia		Mecánicos y de carcasa	
Tapa y base	G13 [ Medium Bi-Pin Fluorescent]	Power (Rated) (Nom)	36.0 W
Vida útil para fallas del 10 % (nominal)	10000 h	Lamp Current (Nom)	0.440 A
Vida útil para fallas del 50 % (nominal)	13000 h	Voltaje (nominal)	103 V
Rendimiento inicial (conforme con IEC)		Controles y regulación	
Código de color	54-765	Con regulación de intensidad	SI
Flujo luminoso (nominal)	2500 lm	Datos técnicos de la luz	
Designación de color	Luz de día fría	Forma del foco	T8 [ 26 mm (T8)]
Conservación del flujo luminoso de 10000 h (nominal)	75 %	Aprobación y aplicación	
Conservación del flujo luminoso de 2000 h (nominal)	90 %	Contenido de mercurio (Hg) (nominal)	8,0 mg
Conservación del flujo luminoso de 5000 h (nominal)	80 %	Consumo de energía kWh/1000 h	43 kWh
Temperatura de color correlacionada (nominal)	6200 K	Datos de producto	
Índice de reproducción de color (Nom)	72	Código del producto completo	871150028621540

### Colores estándares TL-D

Nombre del producto del pedido	TL-D 36W/54-765 1SL/25
EAN/UPC: producto	8711500286215
Código del pedido	928048505440
Numerator - Quantity Per Pack	1
Numerator - Packs per outer box	25

Material Nr. (12NC)	928048505440
Net Weight (Piece)	134,400 g
Código ILCOS	FD-36/62/2A-E-G13

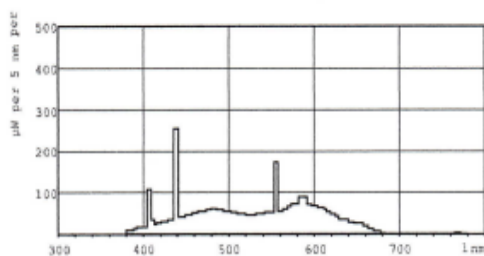
### Plano de dimensiones



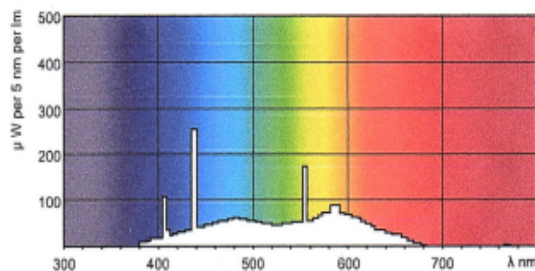
TL-D 36W/54-765

Product	D (max)	A (max)	B (max)	B (min)	C (max)
TL-D 36W/54-765 1SL/25	28 mm	1199,4 mm	1206,5 mm	1204,1 mm	1213,6 mm

### Datos fotométricos

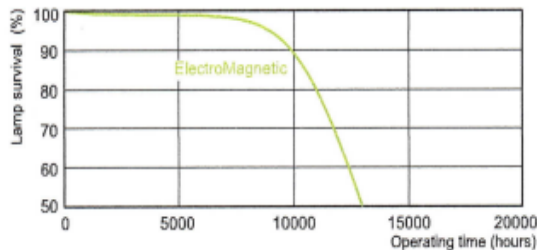


LDPB\_TL-DSTD\_54-765-Spectral power distribution B/W

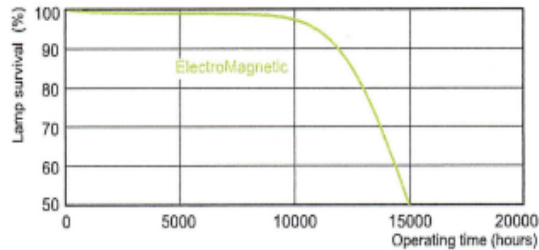


LDPO\_TL-DSTD\_54-765-Spectral power distribution Colour

### Lifetime



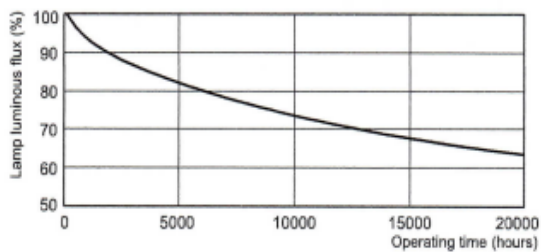
LDLE\_TL-DSTD\_0001-Life expectancy diagram



LDLE\_TL-DSTD\_0002-Life expectancy diagram

## Colores estándares TL-D

### Lifetime



LDLM\_TL-DSTD\_0001-Lumen maintenance diagram



© 2021 Signify Holding Todos los derechos reservados. Signify no proporciona ninguna representación ni garantía con respecto a la precisión ni la totalidad de la información incluida a continuación y no será responsable de ninguna acción que dependa de ella. La información presentada en este documento no está diseñada como una oferta comercial y no forma parte de ninguna cotización ni contrato, a menos que Signify acuerde lo contrario. Philips y el emblema del escudo Philips son marcas comerciales registradas de Koninklijke Philips N.V.

[www.lighting.philips.com](http://www.lighting.philips.com)

2021, Marzo 1 - Datos sujetos a cambios

## ANEXO N° 05.

## FICHA TÉCNICA: T8-F 36W/865

SYLVANIA

## T8 Luxline® Plus

F36W/865

0001512



## Características de la gama



## DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Color de la luz	865 Daylight
Tecnología	Fluorescent
Número de orden	0001512
Clase de energía	A
Forma de la lámpara	Linear
Acabado de lámpara	Coated
Regulable	Yes
Casquillo/Base	G13
Tipo	T8 Luxline Plus
Código EAN	5410288015125
CRI (Ra)	85
Temperatura de color (K)	6500
Flujo luminoso útil (clasificado) (lm)	3250
Efficacy (Rated) 100h (lm/W)	90
Potencia (nominal) (W)	36
Tensión (V)	103

**SYLVANIA****T8 Luxline® Plus****F36W/865****0001512****TABLA DE DATOS**

## Datos generales

Número de orden	0001512
Tecnología	Fluorescent
Clase de energía	A
Promedio de vida útil (nominal) (h)	20000
Forma de la lámpara	Linear
Acabado de lámpara	Coated
Regulable	Yes
Casquillo/Base	G13
Tipo	T8 Luxline Plus
Código EAN	5410288015125
SE del número electrónico	8356608
FI del número electrónico	4940470
Nombre del producto	F36W/865
Contenido de mercurio de la lámpara (mg)	2.8
Se necesita sistema de control	Yes
Clasificación de dispositivos	Open
Referencia IEC	IEC 60081
Referencia IEC 2	IEC 61195
Referencia IEC 3	
Finalidad prevista	General lighting
Lámpara para usos especiales	No
Transformador requerido	No
Cantidad del paquete a la venta	25
Factor de duración clasificado a 2.000 h, 50Hz	0.99
Factor de duración clasificado a 4.000 h, 50Hz	0.98
Factor de duración clasificado a 6.000 h, 50Hz	0.96
Factor de duración clasificado a 8.000 h, 50Hz	0.94
Factor de duración clasificado a 12.000 h, 50Hz	0.92
Factor de duración clasificado a 16.000 h, 50Hz	0.8
Factor de duración clasificado a 20.000 h, 50Hz	0.5

**SYLVANIA****T8 Luxline® Plus***F36W/865***0001512**

## Datos ópticos

Color de la luz	865 Daylight
CRI (Ra)	85
Temperatura de color (K)	6500
Flujo luminoso útil (clasificado) (lm)	3250
Flujo luminoso nominal a 35° C (lm)	
Flujo luminoso (nominal) (lm)	3250
Temperatura ambiente para flujo luminoso máximo (° C)	25
Factor de mantenimiento de lúmenes clasificado a 2.000 h, 50 Hz	0.96
Factor de mantenimiento de lúmenes clasificado a 4.000 h, 50 Hz	0.94
Factor de mantenimiento de lúmenes clasificado a 6.000 h, 50 Hz	0.92
Factor de mantenimiento de lúmenes clasificado a 8.000 h, 50 Hz	0.91
Factor de mantenimiento de lúmenes clasificado a 12.000 h, 50 Hz	0.9
Factor de mantenimiento de lúmenes clasificado a 16.000 h, 50 Hz	0.89
Factor de mantenimiento de lúmenes clasificado a 20.000 h, 50 Hz	0.87

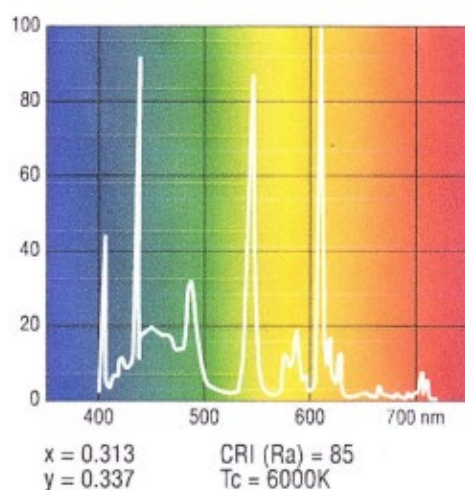
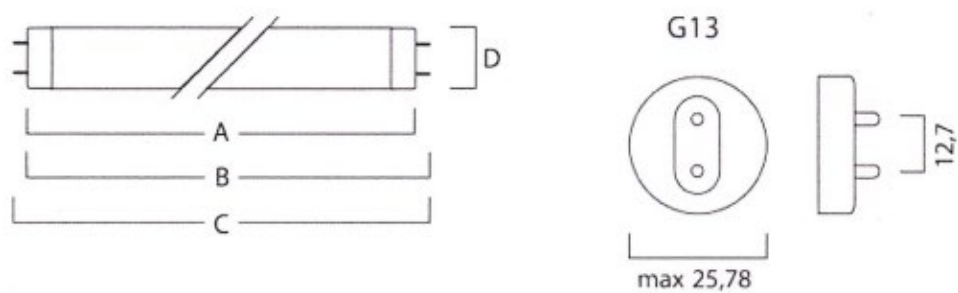
## Datos eléctricos

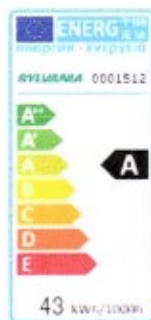
kWh por 1000 horas de encendido	43
Eficacia clasificada de la lámpara (lm/W), óptimo 100 H 50 Hz	90
Efficacy (Rated) 100h (lm/W)	90
Potencia (nominal) (W)	36
Potencia (clasificada) - Alta frecuencia (W)	32
Potencia (clasificada) (W)	32
Tensión (V)	103
Tensión de encendido (V)	0
Corriente (A)	0.43

**SYLVANIA****T8 Luxline® Plus***F36W/865***0001512**

## Datos físicos


<b>Peso (kg)</b>	0.16
<b>Longitud de base a base (mm) - A</b>	1199.4
<b>Longitud de base a patilla, mín.-máx. B</b>	1204.1-1206.5
<b>Max overall length (mm) - C</b>	1213.6
<b>Diámetro de la lámpara (mm) - D</b>	26
<b>Diámetro (mm)</b>	26
<b>Descripción del paquete</b>	Box/Sleeve
<b>Single package dimensions (L x W x H) (cm)</b>	121.40 x 2.90 x 2.80
<b>Outer package dimensions (L x W x H) (cm)</b>	124.00 x 15.50 x 15.00

**SYLVANIA****T8 Luxline® Plus***F36W/865***0001512****FOTOMETRÍA****DIBUJOS TÉCNICOS****ETIQUETADO ENERGÉTICO**

**SYLVANIA****T8 Luxline® Plus***F36W/865***0001512**

## ANEXO N° 06.

## Rollo aislante





Alto: 0.5 cm  
Ancho: 660 cm  
Largo: 150 cm

**Rollo Aislante Termoacústico 5mm 1.5x6.7 metros**

MAKENSI | SKU: 121009 Compartir

**COSTO:**

**S/. 100.00**

[Calcula](#) tus cuotas con Tarjeta oh!

## Características

Utilizado para aislar el calor, frío y sonido para paredes de madera o techos metálicos o de calamina en almacenes, bodegas, viviendas, salas, interior de carrocerías de automóviles, maletines, coolers para conservar temperatura, entre otros usos. Aislamiento de sonido hasta 22 dB. Densidad de la espuma: 20 Kg/m3. Reflectividad: 97%. Resistencia a las temperaturas: -50 a 90°C. Impermeable ante el agua. No genera corrosión. De fácil manejo e instalación: puede ser cortado con cualquier instrumento de corte incluyendo tijeras domésticas.

## Ficha técnica

Garantía	1 Año	Número de piezas	1
Altura Del Producto	0.5 cm	Marca	Makensi
Ancho Del Producto	660 cm	Aislamiento de sonido	Si
Profundidad Del Producto	150 cm	Aislamiento térmico	Si
Despacho 24 horas	Si	Rendimiento	10 m2
Modelo	Termoacústico	Peso Del Producto	2 kg
Tipo de Producto	Aislante Termoacústico	Norma	CTI ISO 11014-1:1994, GTS RoHS 2011/65/EU
Sub Tipo de Producto	Rollo		

## Observaciones adicionales

Las fotografías y descripción del producto son referenciales.

## Recomendaciones De Uso

Colocar la lámina de aluminio hacia la parte que va a estar en contacto con el calor, frío y sonido. Pegar con cualquier pegamento o silicona, inclusive puede ser engrampado o cosido. Al colocarse debajo de una calamina/policarbonato/techo, procurar dejar un espacio de ventilación entre esa superficie y el producto.

## ANEXO N° 07.

## Plan de capacitaciones al personal

TEMAS	AÑO 1				DIRIGIDO:	COSTO (S/)	OBJETIVO	DURACIÓN
	1	2	3	4				
Procedimientos de limpieza de instalaciones	X				12 docentes, 2 administrativos, 2 asistentes y 2 personal de limpieza	1 440,00	Conocer la importancia de seguir con los estándares establecidos que son necesarios para realizar la limpieza sin afectar la operatividad del material acústico.	3 horas
Importancia de aplicar controles para la reducción de riesgos		X			12 docentes, 2 administrativos y 2 asistentes	1 280,00	Conocer la importancia de aplicar los controles para la reducción de riesgos en las instalaciones de trabajo.	3 horas
Control del plan de seguridad y salud ocupacional y su impacto en la reducción de riesgos			X		12 docentes, 2 administrativos y 2 asistentes	1 280,00	Concientización al para que el personal realiza el control del plan de seguridad y salud ocupacional	3 horas
						4 000,00		