



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERIA,
INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES DE
TEMPERATURA, GASES, RUIDO E ILUMINACIÓN EN
EL FAB LAB DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE
CUENCA**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR: WILLIAM FABRICIO CASTRO CAMAS

DIRECTOR: ING. ANGEL GIOVANNY QUINDE ALVEAR MGS.

CUENCA - ECUADOR

2024

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA,
INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES DE TEMPERATURA,
GASES, RUIDO E ILUMINACIÓN EN EL FAB LAB DE LA
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR: WILLIAM FABRICIO CASTRO CAMAS

DIRECTOR: ING. ANGEL GIOVANNY QUINDE ALVEAR MGS.

CIUDAD - ECUADOR

2024

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y RESPONSABILIDAD

William Fabricio Castro Camas portador de la cédula de ciudadanía N° 0350064119. Declaro ser el autor de la obra: "Evaluación de las condiciones de temperatura, gases, ruido e iluminación en el Fab Lab de la Universidad Católica de Cuenca", sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, 17 de octubre de 2024

F: 

William Fabricio Castro Camas

0350064119

CERTIFICACIÓN

Yo, Ing. Ángel Giovanni Quinde Alver con CI: 0102190667. En calidad de director de tesis certifico que el trabajo “Evaluación de las condiciones de temperatura, gases, ruido e iluminación en el Fab Lab de la Universidad Católica de Cuenca” fue realizado por el estudiante William Fabricio Castro Camas, bajo mi supervisión.

Cuenca, 17 de octubre de 2024



F:

Ing. Ángel Giovanni Quinde Alver

Docente UAIIC

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por la vida, a mis padres por su apoyo a seguir la carrera universitaria, a mi familia y amigos por sus palabras de aliento y así mismo agradezco a mi tutor por su guía en este proyecto. Agradezco también a la directora de carrera por darme un apoyo incondicional para realizar este proyecto.

RESUMEN

Los Fab Labs (laboratorios de fabricación) se han consolidado como espacios de innovación, permitiendo la creación de prototipos y el desarrollo de proyectos en diversos campos. Es por este motivo que salvaguardar la integridad de quienes son parte de esta área se convierte en una problemática de alto impacto. Por tanto, la presente investigación tiene como objetivo evaluar las condiciones de temperatura, gas, ruido e iluminación en el Fab Lab de la Universidad Católica de Cuenca. La metodología empleada se basó en la recolección de datos mediante instrumentos de medición y la aplicación de procedimientos y estándares técnicos establecidos para garantizar un ambiente de trabajo seguro y saludable. Los resultados muestran que los análisis del laboratorio de la universidad revelaron fluctuaciones significativas en la temperatura, el ruido y la iluminación a lo largo del día. Por la mañana, la temperatura alcanza los 12,4 °C en zonas abiertas y baja a 8,4 °C en zonas específicas como el corte por láser. Los niveles de ruido alcanzan un máximo de hasta 110 dB, superan los límites recomendados. La iluminación también varía, con niveles de hasta 4200 lux cerca de las ventanas y mínimos extremos de menos de 100 lux en áreas clave como el mecanizado CNC. Las mediciones realizadas en el Fab Lab revelaron la presencia de variaciones significativas de temperatura, ruido e iluminación en algunas zonas, lo que podría representar una amenaza para la salud y el confort de los usuarios.

Palabras clave: Fab Lab, evaluación, temperatura, ruido, iluminación

ABSTRACT

Fab Labs (manufacturing laboratories) have established themselves as spaces for innovation, allowing the creation of prototypes and the development of projects in various fields. This is the reason why safeguarding the integrity of those who are part of this area becomes a high-impact problem. Therefore, the present research aims to evaluate the temperature, gas, noise, and lighting conditions in the Catholic University of Cuenca “Fab Lab”. The methodology was based on data collection using measurement instruments and the application of established technical procedures and standards to guarantee a safe and healthy work environment. The results show that the university's laboratory analyses revealed significant temperature, noise, and lighting fluctuations throughout the day. In the morning, the temperature reaches 12.4 °C in open areas and drops to 8.4 °C in specific areas such as laser cutting. Noise levels peak at up to 110 dB, exceeding recommended limits. Lighting also varies, with levels up to 4,200 lux near windows and extreme lows of less than 100 lux in critical areas such as CNC machining. Measurements conducted in the “Fab Lab” revealed the presence of significant variations in temperature, noise, and lighting in some areas, which could threaten users' health and comfort.

Keywords: Fab Lab, evaluation, temperature, noise, lighting

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|-----|
| DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y RESPONSABILIDAD..... | II |
| CERTIFICACIÓN | III |
| AGRADECIMIENTO | IV |
| RESUMEN | V |
| ABSTRACT..... | VI |
| TABLA DE CONTENIDO | VII |
| ÍNDICE DE TABLAS | IX |
| ÍNDICE DE FIGURAS | X |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPÍTULO 1..... | 4 |
| ANTECEDENTE..... | 4 |
| Formulación del problema | 4 |
| Delimitación del problema..... | 4 |
| Objetivos..... | 5 |
| General..... | 5 |
| Específicos | 5 |
| CAPÍTULO 2..... | 6 |
| ENFOQUE TEÓRICO METODOLÓGICO | 6 |
| Marco teórico..... | 6 |
| Análisis de confort en los FabLab | 6 |
| Métodos de evaluación | 7 |
| Confort térmico..... | 11 |
| Exposición a sustancias | 12 |
| Exposición al ruido | 12 |
| Iluminación | 13 |

| | |
|--|----|
| Normativa de evaluación | 14 |
| Metodología..... | 15 |
| CAPITULO 3..... | 17 |
| ANÁLISIS INTEGRAL DEL ENTORNO LABORAL | 17 |
| Evaluación general de riesgos..... | 17 |
| Medición de factores de riesgo | 17 |
| Gases..... | 19 |
| CAPITULO 4..... | 24 |
| INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS | 24 |
| Presentación de datos..... | 24 |
| Temperatura..... | 25 |
| Análisis de las Temperaturas Registradas | 30 |
| Gases..... | 31 |
| Ruido..... | 31 |
| Iluminación | 36 |
| Análisis de datos | 40 |
| Evaluación de datos | 48 |
| CAPITULO 5..... | 49 |
| RESULTADOS | 49 |
| Conclusiones..... | 49 |
| Recomendaciones | 51 |
| BIBLIOGRAFÍA | 52 |
| Anexos | 55 |
| Anexo 1 Toma de datos | 55 |
| Anexo 2: Equipos de medición..... | 56 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. TGBH según la cantidad de trabajo y descanso por hora | 19 |
| Tabla 2. Tiempo de exposición con base en el nivel sonoro | 21 |
| Tabla 3. Diferentes niveles de iluminación mínima recomendados | 21 |
| Tabla 4. Distribución del área del laboratorio | 25 |
| Tabla 5. Temperatura | 26 |
| Tabla 6. Ruido..... | 32 |
| Tabla 7. Luminosidad | 36 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Distribución de los puntos de control de luminosidad y temperatura | 24 |
| Figura 2. Control de gases y contaminantes | 31 |
| Figura 3. Evaluación de la temperatura en la mañana | 40 |
| Figura 4. Evaluación de la temperatura al medio día | 41 |
| Figura 5. Evaluación de la temperatura en la tarde..... | 42 |
| Figura 6. Evaluación del ruido en la mañana..... | 42 |
| Figura 7. Evaluación del ruido al medio día..... | 43 |
| Figura 8. Evaluación del ruido por la tarde | 44 |
| Figura 9. Evaluación de iluminación en la mañana | 44 |
| Figura 10. Evaluación de iluminación al medio día | 45 |
| Figura 11. Evaluación de iluminación en la tarde | 46 |

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, los Fab Labs (laboratorios de fabricación) se han consolidado como espacios de innovación de referencia, permitiendo la creación de prototipos y el desarrollo de proyectos interdisciplinarios en diversos campos. Estos laboratorios de creación digital son ampliamente utilizados en instituciones educativas como la Universidad Católica de Cuenca para fomentar la creatividad, la investigación y el aprendizaje práctico de los estudiantes. Sin embargo, el buen funcionamiento de un Fab Lab depende no sólo de su equipamiento técnico, sino también de las condiciones ambientales que pueden afectar la calidad y seguridad del trabajo que allí se realiza (Torres & Ríos, 2024).

Por ende, es fundamental efectuar una evaluación completa de aspectos como es el caso de: temperatura, gases, ruido e iluminación. Para hacer esto, se emplean equipos especiales para medir cada uno de estos aspectos. A la par también es fundamental revisar las reglas de seguridad para detectar cualquier peligro que pueda existir (López et al., 2021).

Dentro de este contexto, la evaluación de la temperatura es crucial para garantizar el confort térmico de los usuarios y el adecuado funcionamiento de los equipos. Para ello se emplean termómetros digitales de medición para registrar las fluctuaciones de temperatura en diferentes áreas. Un aspecto fundamental a considerar es la ventilación y al control de la temperatura ambiente para evitar situaciones extremas que puedan afectar la salud y el rendimiento de los que trabajan en el laboratorio (López et al., 2021).

El análisis del sonido por otro lado, requiere identificar niveles excesivos que pueden interferir con la concentración, el bienestar de los estudiantes y personal administrativo (Mogollón et al., 2020). Para ello se emplea un sonómetro y analizadores de espectro de zumbido. Se midieron los niveles de ruido en diversas zonas, identificando fuentes específicas y evaluando su impacto en el entorno laboral para así poder mitigar las molestias auditivas.

Además, se llevó a cabo una evaluación de los gases para detectar posibles contaminantes que puedan representar riesgos para la salud. Utilizando detectores de gases específicos y sensores de calidad del aire, por último, se evaluó la iluminación en

el laboratorio mediante el uso de luxómetros y fotómetros, asegurando niveles adecuados de iluminación para una óptima visibilidad, promoviendo así un entorno seguro y óptimo para los proyectos (Vásconez, 2020).

Con base en lo anteriormente descrito es acertado aseverar que la evaluación de factores como la temperatura, el gas, el ruido y la luz es importante para garantizar un ambiente de trabajo óptimo. Un control inadecuado de estos factores no sólo puede afectar la productividad y el rendimiento de un usuario, sino que también puede comprometer su salud y seguridad.

Para el desarrollo de un proyecto de esta envergadura se estratificó su consecución en diversos apartados. El capítulo 1; dentro de este se plantea la introducción, antecedentes, justificación y finalmente objetivos. El capítulo 2 se constituye de la parte teórica del proyecto, en este se aborda los conceptos pertinentes para el desarrollo y consecución de los objetivos planteados. En lo que respecta al capítulo 3 se presentan los datos del análisis del entorno de análisis para cada uno de los parámetros (temperatura, gases, ruido e iluminación). El capítulo 4 por su parte consiste en interpretación cuantificativa de los datos asimilados durante la recopilación de información. Finalmente, en el capítulo 5 se presentan los resultados con base en la normativa existente a la par de las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES

Formulación del problema

El Fab Lab de la Universidad Católica de Cuenca es un lugar de vanguardia para la experimentación y la creación de prototipos, donde la comunidad académica y profesional se sumerge en proyectos innovadores aprovechando tecnologías avanzadas. Sin embargo, esta área de creatividad se ve amenazada por condiciones ambientales adversas que podrían comprometer su efectividad y seguridad. La ausencia de una evaluación exhaustiva de estas condiciones podría desencadenar riesgos significativos para la salud y el bienestar de los usuarios, así como la disminución de la productividad y el deterioro de los equipos.

Entre las condiciones ambientales que podría afectar el desempeño y la seguridad en el Fab Lab se incluyen fluctuaciones extremas de temperatura que pueden interferir con el funcionamiento de los equipos y el confort de los usuarios. Además, niveles de sonido excesivos podrían causar distracción y fatiga, mientras que la presencia de gases nocivos podría representar un riesgo directo para la salud. El ruido molesto y las deficiencias en la iluminación no solo pueden afectar la concentración y el ánimo de quienes trabajan en el Fab Lab, sino también influir negativamente en la calidad de los productos y prototipos desarrollados.

Es por este motivo que abordar esta carencia de manera adecuada puede garantizar un entorno de trabajo óptimo que fomente la innovación, protegiendo simultáneamente la salud y el bienestar de los usuarios.

Delimitación del problema

El Fab Lab de la Universidad Católica de Cuenca es un lugar tecnológico que proporciona a sus usuarios el asesoramiento, capacitación, maquinaria y herramientas para la fabricación de (casi) cualquier cosa. Varias máquinas controladas por ordenadores permiten crear objetos como maquetas, prototipos, partes y piezas etc.

Objetivos

General

Evaluar las condiciones de temperatura, gases, ruido e iluminación en el Fab Lab de la Universidad Católica de Cuenca, mediante la recolección de datos utilizando equipos de medición y la aplicación de procedimientos y normas técnicas establecidas que asegure un ambiente de trabajo seguro y saludable para los estudiantes y personal administrativo del Fab Lab.

Específicos

Analizar los fundamentos teóricos sobre las condiciones de temperatura, gases, ruido e iluminación del Fab Lab de la Universidad Católica de Cuenca.

Realizar mediciones precisas de temperatura, gases, ruido e iluminación en diferentes áreas del Fab Lab de la Universidad Católica de Cuenca, utilizando equipos de medición, con el fin de identificar posibles zonas de riesgo y proponer medidas correctivas para garantizar un ambiente adecuado para el trabajo.

Evaluar y comparar los datos recopilados con la normativa legal para garantizar el cumplimiento de las normas.

CAPÍTULO 2

ENFOQUE TEÓRICO METODOLÓGICO

Marco teórico

Análisis de confort en los FabLab

El FabLab, como parte de una red global de laboratorios de fabricación, se constituye como un espacio dedicado a transformar los métodos de producción, con el objetivo de reducir la contaminación y promover la autosuficiencia. Dentro de estos espacios, profesionales de diversas disciplinas convergen para llevar a cabo proyectos innovadores, contando con el respaldo de los recursos materiales y herramientas proporcionadas por el propio FabLab. (Colobrans et al., 2020).

Sin embargo, para que estos ambientes sean realmente efectivos, es crucial considerar los factores ambientales que influyen directamente en el desempeño de las actividades laborales. La ergonomía ambiental se enfoca en el análisis y gestión de condiciones como la temperatura, el nivel de ruido, la calidad lumínica y la presencia de gases técnicos (Bonilla et al., 2021).

Las fluctuaciones extremas de temperatura pueden no solo afectar el confort de los trabajadores, sino también su salud y seguridad en el entorno laboral. Estudios han demostrado que la exposición a temperaturas extremas puede disminuir la capacidad de aprendizaje y la motivación, impactando negativamente en la productividad y el rendimiento laboral (Bonilla et al., 2021).

El ruido excesivo también representa un riesgo para la salud y el bienestar de los trabajadores en el FabLab. La exposición prolongada al ruido puede causar problemas auditivos, fatiga y dificultades de comunicación, lo que afecta directamente la calidad del trabajo y la interacción social (Lucas & Artega , 2019).

La presencia de gases técnicos, comunes en entornos de fabricación, plantea riesgos adicionales para la salud de los empleados si no se gestionan adecuadamente. Desde problemas respiratorios hasta riesgos de explosión, la exposición a estos gases puede tener consecuencias graves (Lucas & Artega , 2019).

Además, una iluminación inadecuada en el lugar de trabajo puede provocar fatiga visual, dificultades para distinguir objetos y aumentar el riesgo de accidentes. La correcta iluminación es crucial para garantizar condiciones de trabajo seguras y confortables (Noroña & Vila, 2022).

Por último, una gestión deficiente de las condiciones ambientales en el FabLab no solo afecta la salud y seguridad de los trabajadores, sino que también puede socavar la productividad y la calidad de los proyectos desarrollados. Es imperativo abordar estos aspectos para crear un entorno laboral óptimo que fomente la innovación y el bienestar de todos los involucrados. (Noroña & Vila, 2022).

Para lograr esta medición es fundamental denotar que actualmente existen varias maneras para estimar su valoración. Estas pueden darse con base su nivel de especificidad, en métodos específicos y generales. Por su nivel de subjetividad, en objetivos y subjetivos. Y finalmente, según su facilidad de uso, en simples, rápidos y laboriosos.

Métodos de evaluación

De entre todos los métodos de evaluación objetiva que realizan una valoración de las condiciones de trabajo, se pueden destacar por ser los más tradicional y ampliamente utilizados, los siguientes: Método LEST, Método Los perfiles de puestos (RENAULT), Método FAGOR, Método Ergonomic Workplace Analysis y Método ANACT (Pons & Nogareda , 1999).

Método LEST

El método LEST, desarrollado por el Laboratoire d'Ergonomie et de Sécurité du Travail en Francia, se centra en la evaluación de las condiciones laborales utilizando un enfoque multidimensional. Su principal objetivo es identificar factores de riesgo ergonómicos en el lugar de trabajo y proponer soluciones para mejorar el bienestar de los trabajadores. Este método evalúa aspectos como el contenido del trabajo, las relaciones sociales, el entorno físico y las condiciones de seguridad (Macías, 2020).

Según Onofre (2019) una de las principales características del método LEST es su capacidad para evaluar los factores físicos y psicológicos del entorno laboral. Para ello,

tiene en cuenta variables como la carga física, la postura, el uso de equipos y la organización del trabajo, pero también factores relacionados con el estrés, la carga mental y las relaciones interpersonales dentro de la empresa. Esta visión holística permite una evaluación más completa de los riesgos laborales.

Este método ofrece varias herramientas que facilitan la recopilación de datos en el lugar de trabajo, como cuestionarios y observación directa. La información recopilada permite realizar diagnósticos para identificar áreas problemáticas y proponer cambios en el diseño del trabajo o los procesos organizacionales. Así, el método LEST pretende no sólo prevenir accidentes y enfermedades profesionales, sino también optimizar la productividad y el bienestar general de los trabajadores (Macías, 2020).

Método perfiles de puestos (RENAULT)

El método de perfil de puestos de trabajo fue desarrollado por la empresa automovilística Renault como herramienta para analizar y mejorar los puestos de trabajo, garantizando una mejor adecuación entre el trabajador y sus tareas. Este método adopta un enfoque centrado en la persona y enfatiza las habilidades y competencias necesarias para realizar mejor un trabajo, así como la ergonomía del trabajo (Romero & Lora, 2020).

El principal objetivo del método es definir con precisión los requisitos de cada puesto de trabajo en términos de habilidades y exigencias tanto físicas como cognitivas. Para ello se utiliza un perfil que describe detalladamente las características del trabajo, como condiciones físicas, actividades repetitivas, carga mental y contactos sociales necesarios. Este perfil se utiliza no sólo para evaluar el trabajo sino también para seleccionar y formar a los empleados (Mejia, 2019).

Una vez definido el perfil laboral, el método facilita la identificación de brechas entre las capacidades del trabajador y los requisitos del puesto, permitiendo ajustes ergonómicos o redistribución de tareas. Tiene un impacto positivo en la productividad, la seguridad y el bienestar de los empleados, ya que ayuda a evitar el estrés físico y mental y promueve un ambiente de trabajo más saludable y eficiente (Mejia, 2019).

Método FAGOR

El método FAGOR, desarrollado por la cooperativa industrial española FAGOR, se centra en la integración de principios ergonómicos en el diseño de los lugares de trabajo, con un enfoque colaborativo entre los trabajadores y los responsables de la seguridad y la producción. Este método reconoce que los propios empleados pueden proporcionar información valiosa para identificar y resolver problemas ergonómicos a través de su experiencia (Macías, 2020).

Según Romero y Lora (2020) el proceso comienza recopilando información directamente de los trabajadores sobre las condiciones laborales, movimientos repetitivos, posturas y limitaciones físicas a través de entrevistas y cuestionarios. Esta información se complementa con observaciones y mediciones realizadas por expertos en ergonomía. Estos datos ayudan a identificar áreas problemáticas en términos de salud y seguridad, como posturas incómodas o condiciones ambientales inadecuadas.

El enfoque participativo del método FAGOR pretende no sólo mejorar la ergonomía de los lugares de trabajo, sino también promover una cultura de prevención dentro de la empresa. Los trabajadores, al participar activamente en el proceso, se involucran más en las soluciones implementadas, aumentando así su eficacia. Este método ha demostrado ser eficaz no sólo para reducir los riesgos laborales sino también para aumentar la satisfacción de los empleados y mejorar el rendimiento de la producción (Escobar, 2020).

Método Ergonomic Workplace Analysis

El método de Análisis Ergonómico del Lugar de Trabajo (EWA) es una herramienta de análisis ergonómico que se utiliza para evaluar las condiciones de trabajo y sugerir mejoras para reducir el riesgo de accidentes laborales. Este método se basa en un análisis detallado de las tareas, posturas, actividades repetitivas y esfuerzos físicos que realiza un trabajador en el lugar de trabajo. El objetivo es adaptar el entorno laboral a las capacidades y limitaciones humanas (Mendoza , 1999).

Uno de los elementos clave de EWA es el énfasis en identificar factores de riesgo específicos, como levantar objetos, posturas incómodas o actividades repetitivas. La observación directa, las entrevistas y las mediciones precisas permiten detectar aspectos con mayor probabilidad de provocar malestar, fatiga o posibles lesiones a los

trabajadores. Además, también se tienen en cuenta factores ambientales como la luz, el ruido y la temperatura para garantizar un entorno saludable (Macías, 2020).

A partir de los resultados del análisis se hacen recomendaciones para rediseñar el lugar de trabajo o implementar herramientas ergonómicas para mejorar las condiciones laborales. EWA se utiliza ampliamente en diversas industrias porque proporciona un enfoque sistemático y práctico para reducir los riesgos comerciales y al mismo tiempo mejorar la productividad y la satisfacción de los empleados.

Método ANACT

La metodología ANACT fue desarrollada por la Agencia Nacional para la Mejora de las Condiciones de Trabajo de Francia y tiene como objetivo promover un enfoque global para mejorar el bienestar en el trabajo. Este método se centra no sólo en las condiciones físicas del entorno laboral, sino también en las dimensiones organizacional, psicológica y social. Busca mejorar la calidad de vida en el lugar de trabajo a través de un enfoque participativo y multidisciplinario (Lescano, 2018).

Una de las principales características de la metodología ANACT es que enfatiza la participación activa de todas las partes interesadas relevantes, incluidos trabajadores, gerentes y expertos en seguridad y salud. El proceso comienza con un diagnóstico integral que incluye aspectos tanto técnicos como organizativos, como la distribución del trabajo, la gestión del tiempo y las relaciones sociales dentro del equipo. Esto permite identificar tanto los riesgos ergonómicos como los factores que provocan estrés o insatisfacción (Bejarano & Chuquimarca, 2023).

Una vez identificados los problemas, el método ofrece soluciones que se relacionan no sólo con las condiciones físicas, sino también con la mejora de la organización del trabajo y la dinámica interna. El enfoque holístico de la metodología ANACT la convierte en una poderosa herramienta para transformar los entornos laborales, ya que promueve la salud, el bienestar y la productividad a largo plazo, al tiempo que involucra a todos los interesados en el proceso de mejora (Bejarano & Chuquimarca, 2023).

Confort térmico

La temperatura en el lugar de trabajo es un factor crucial para el bienestar y la productividad de los empleados. Existen varios métodos para evaluar el ambiente térmico y determinar si hay riesgo de estrés térmico:

Índice WBGT: Este índice combina la temperatura de globo (TG) y la temperatura húmeda natural (THN). Se utiliza para discriminar rápidamente si existe riesgo de estrés térmico. En verano, se recomienda que la temperatura sea de 26°C o inferior, con una humedad relativa entre el 45% y el 60%. En invierno, la temperatura debe ser de 21°C o superior, con una humedad relativa entre el 45% y el 50% (Lescano, 2018).

Confort térmico: Para un ambiente de oficina con actividad ligera y ropa típica de oficina, la temperatura operativa debería estar entre 20°C y 24°C en invierno y entre 35°C y 60°C en verano, con una humedad relativa preferiblemente entre el 30% y el 70%.

La existencia de calor en el ambiente laboral constituye frecuentemente una fuente de problemas que se traducen en quejas por falta de confort, bajo rendimiento en el trabajo y, en ocasiones, riesgos para la salud (Pons & Nogareda , 1999).

El estudio del ambiente térmico requiere el conocimiento de una serie de variables del ambiente, del tipo de trabajo y del individuo. La mayor parte de las posibles combinaciones de estas variables que se presentan en el mundo del trabajo, dan lugar a situaciones de inconfort, sin que exista riesgo para la salud. Con menor frecuencia pueden encontrarse situaciones laborales térmicamente confortables y, pocas veces, el ambiente térmico puede generar un riesgo para la salud. Esto último está condicionado casi siempre a la existencia de radiación térmica (superficies calientes), humedad (> 60%) y trabajos que impliquen un cierto esfuerzo físico.

El riesgo de estrés térmico, para una persona expuesta a un ambiente caluroso, depende de la producción de calor de su organismo como resultado de su actividad física y de las características del ambiente que le rodea, que condiciona el intercambio de calor entre el ambiente y su cuerpo. Cuando el calor generado por el organismo no puede ser emitido al ambiente, se acumula en el interior del cuerpo y la temperatura de éste tiende a aumentar, pudiendo producirse daños irreversibles (Mendoza , 1999).

Exposición a sustancias

Las condiciones y el medio ambiente de trabajo pueden variar significativamente según el área o sector analizado. Sin embargo, existe una constante: en toda organización, hay variables dependientes conocidas como CyMAT (Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo), en las que se da un proceso dinámico e individual de cambio constante. Estas condiciones pueden afectar la salud y el bienestar de los trabajadores (Escobar, 2020).

En el ámbito laboral, es fundamental considerar la exposición a sustancias peligrosas, como gases, vapores y químicos. Estos elementos, ya sea visibles o “silenciosos”, pueden afectar la seguridad y la salud de los empleados. La exposición puede ocurrir por inhalación, penetración cutánea o ingestión (Mendoza , 1999).

Para prevenir riesgos relacionados con gases y vapores, se deben tomar medidas adecuadas:

- Evaluación de riesgos: Antes de implementar medidas preventivas, es esencial evaluar exhaustivamente los gases y vapores presentes en el entorno laboral.
- Ventilación adecuada: Una buena ventilación ayuda a controlar la concentración de sustancias en el aire.
- Uso de EPP (Equipo de Protección Personal): Utilizar EPP específico según el tipo de exposición.
- Sustitución y reducción de riesgos: Buscar alternativas menos peligrosas.
- Formación y sensibilización: Capacitar a los trabajadores sobre los riesgos y medidas preventivas

Exposición al ruido

La evaluación de la exposición al ruido es fundamental para garantizar la salud y seguridad de los trabajadores. Aquí tienes algunas consideraciones importantes:

Real Decreto 286/2006:

- Este reglamento establece las medidas para proteger a los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

- Incluye criterios de referencia, evaluación de riesgos, protección individual y limitación de la exposición.

Calculador del INSST:

- El Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) proporciona una herramienta para calcular el nivel de exposición diario (LAeq,d) a partir de datos de medición de campo.

Evaluación basada en medición:

- El empresario debe evaluar los niveles de ruido a los que están expuestos los trabajadores.
- Esto se realiza en cumplimiento de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. (consolidada, 2023)

Iluminación

Una iluminación inadecuada constituye un riesgo en cuanto que la apreciación errónea de la posición, forma o velocidad de un objeto puede provocar errores y accidentes, debidos, en la mayoría de los casos, a la falta de visibilidad y deslumbramiento. Asimismo, una iluminación inadecuada puede provocar la aparición de fatiga visual y otros trastornos visuales y oculares. Es necesario, por tanto, realizar un acondicionamiento de la iluminación en los puestos de trabajo, con objeto de favorecer la percepción visual y asegurar así la correcta ejecución de las tareas y la seguridad y bienestar de los trabajadores. Para tener una correcta iluminación hay que considerar varios factores, como la intensidad luminosa recibida por los trabajadores, posibles reflejos, color de la luz, o la posición del puesto de trabajo respecto a la luz (Sanz et al., 2016).

Normativa de evaluación

El Fab Lab de la Universidad Católica de Cuenca es un laboratorio donde las autoridades y estudiantes de todas las facultades pueden plasmar sus proyectos de forma física creando así prototipos, maquetas y piezas que puedan utilizar como muestras para sus trabajos y presentaciones de diseño.

Poder plasmar las ideas de los estudiantes y profesionales realizando pruebas de sus diseños en el laboratorio es esencial, las condiciones adecuadas donde no les afecte la temperatura, gases, ruido e iluminación; realizando una evaluación de estas condiciones, se debe aplicar las normas presentadas en el Decreto ejecutivo 2393.

El Decreto Ejecutivo 2393 (2000) establece el reglamento para la seguridad y salud de los trabajadores, así como para la mejora del entorno laboral. En el Capítulo V, titulado "Medio Ambiente y Riesgos Laborales por Factores Físicos, Químicos y Biológicos", se detallan las normas que deben considerarse en el lugar de trabajo. En este caso, esta normativa es sumamente útil para identificar las condiciones del laboratorio Fab Lab a través de la evaluación realizada. El Art. 53 condiciones generales ambientales para ser mayormente específico de denota que la ventilación, temperatura y humedad menciona que en los trabajos se debe mantener condiciones ambientales cómodas para los trabajadores.

En locales de trabajo cerrados, se debe proporcionar al menos 30 metros cúbicos de aire fresco y limpio por hora y por trabajador, o garantizar una renovación del aire al menos seis veces por hora. La circulación del aire debe evitar corrientes molestas, con una velocidad no mayor a 15 metros por minuto en temperatura normal y hasta 45 metros por minuto en ambientes cálidos. Por otro lado, en procesos industriales con contaminantes físicos, químicos o biológicos, se priorizará la prevención evitando su generación, emisión o transmisión, y solo se recurrirá a protección personal cuando estas medidas sean técnicamente inviables (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, 2000).

Se fijan como límites normales de temperatura de bulbo seco y húmedo aquellas que en el gráfico de confort térmico indiquen una sensación confortable; se deberá condicionar los locales de trabajo dentro de tales límites, siempre que el proceso de fabricación y demás condiciones lo permitan.

En los centros de trabajo expuestos a altas y bajas temperaturas se procurará evitarlas variaciones bruscas.

A la par es importante destacar que, en trabajos realizados en locales cerrados con temperaturas extremas de frío o calor, se restringirá la permanencia de los operarios mediante la implementación de turnos adecuados. Las instalaciones que generen calor o frío, cuando el proceso lo permita, deberán estar separadas de los lugares de trabajo para evitar riesgos de incendio, explosión, emisión de gases nocivos y exposición directa a radiaciones de calor, frío o corrientes de aire perjudiciales para la salud de los trabajadores (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, 2000).

Metodología

Al respecto del objetivo específico 1, la metodología empleada se basó en la recopilación de información bibliográfica mediante la consulta de libros, revistas y artículos de alta relevancia, complementada con estrategias de investigación de campo para obtener datos adicionales. Se emplearon bases de datos digitales de acceso suscrito, como Scopus, Springer, Web of Science, Scielo, Redalyc y E-book Central, además de la biblioteca virtual de la Universidad Católica de Cuenca, para obtener información pertinente sobre la utilización de equipos y medición de temperatura, gases, ruido e iluminación basados en normativas específicas que permitan el levantamiento de información en el Fab Lab de la Universidad Católica de Cuenca.

El segundo objetivo específico, partió de un análisis del espacio físico del Fab Lab, identificando áreas clave para la medición. También se tuvo en cuenta la variabilidad horaria para medir los niveles pico. El proceso de medición se llevó a cabo utilizando equipos especializados para permitir una recopilación de datos precisa y confiable. Para la temperatura, se utilizaron registradores de datos para capturar las variaciones térmicas en diferentes momentos del día. Los gases se midieron mediante detectores y sensores que pudieron identificar la presencia y concentración de gases como CO₂, monóxido de carbono (CO), que pueden estar presentes en el aire debido a los procesos de fabricación. El ruido se midió mediante un sonómetro que registra los niveles de decibelios (dB) en zonas donde el uso de maquinaria puede generar niveles sonoros importantes. Finalmente, se midió la luz mediante un luxómetro para comprobar que la intensidad lumínica en las distintas zonas era suficiente y cumplía con los estándares de confort visual.

Una vez recopilados los datos se procedió a su análisis. Las mediciones se organizaron en tablas y gráficos para identificar patrones o anomalías en las condiciones de las áreas estudiadas. Las áreas con valores fuera de los límites aceptables, como niveles de ruido superiores a los límites permitidos o iluminación inadecuada, fueron evaluadas de acuerdo a la normativa vigente.

Finalmente, una vez recolectados los datos, se realizó una comparación exhaustiva con las normativas vigentes en cuanto a temperatura, gases, ruido e iluminación, garantizando que el Fab Lab cumpla con los estándares de seguridad ocupacional. Para ello, se utilizarán valores de referencia establecidos por organismos como el Decreto 286/2006, calculadora del INSST y la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

CAPITULO 3

ANÁLISIS INTEGRAL DEL ENTORNO LABORAL

Evaluación general de riesgos

La evaluación de riesgos laborales es el proceso sistemático de identificar y analizar los riesgos presentes en el entorno de trabajo, con el objetivo de implementar medidas preventivas que garanticen la seguridad y salud de los trabajadores. Este proceso incluye la identificación de peligros, la estimación de la magnitud de los riesgos y la determinación de las medidas necesarias para controlar dichos riesgos.

Temperatura: La exposición a temperaturas extremas, tanto altas como bajas, puede afectar la salud de los trabajadores. Es esencial evaluar las condiciones térmicas del lugar de trabajo y adoptar medidas como la ventilación adecuada, el uso de ropa apropiada y la implementación de pausas regulares para evitar el estrés térmico.

Gases: La presencia de gases tóxicos o inflamables en el ambiente laboral puede representar un riesgo significativo. La evaluación incluye la identificación de fuentes de emisión, la medición de concentraciones y la implementación de sistemas de ventilación y detección de gases para prevenir intoxicaciones y explosiones.

Ruido: La exposición prolongada a niveles elevados de ruido puede causar pérdida auditiva y otros problemas de salud. La evaluación del ruido implica medir los niveles sonoros en diferentes áreas de trabajo y aplicar medidas como el uso de protectores auditivos y la insonorización de equipos.

Iluminación: Una iluminación inadecuada puede provocar fatiga visual y aumentar el riesgo de accidentes. La evaluación de la iluminación incluye la medición de la intensidad lumínica y la distribución de la luz en el área de trabajo, asegurando que se cumplan los estándares adecuados para cada tipo de tarea (Ministerio de trabajo y asuntos Sociales , 1997).

Medición de factores de riesgo

La medición de factores de riesgo implica evaluar la probabilidad y el impacto de eventos adversos que podrían afectar a una organización o individuo. Este proceso incluye varios pasos clave:

- **Identificación de Riesgos:** Reconocer los posibles riesgos que podrían surgir.
- **Evaluación de la Frecuencia:** Determinar la probabilidad de que ocurra cada riesgo.
- **Evaluación de la Gravedad:** Analizar las posibles consecuencias o impactos de cada riesgo.
- **Análisis de Datos:** Utilizar métricas específicas y herramientas como análisis de datos, KPIs y software especializado para medir y monitorear los riesgos.

Planificación de Respuestas: Desarrollar estrategias para mitigar o gestionar los riesgos identificados (ISSA Excelencia en la Seguridad, 2022).

Temperatura

Al respecto de la temperatura, el artículo 54 concerniente al Decreto Ejecutivo 2393 sobre condiciones generales de calor, ventilación, temperatura y humedad establece que los lugares de trabajo deben proporcionar un ambiente confortable para los trabajadores. En locales cerrados se debe garantizar un mínimo de 30 metros cúbicos de aire fresco y limpio por empleado y hora, o una renovación total del aire de al menos seis veces por hora. Se debe ajustar la circulación del aire para evitar molestas corrientes de aire, la velocidad máxima debe ser de 15 metros por minuto en condiciones normales y de 45 metros por minuto en ambientes calurosos.

En los procesos industriales que utilicen contaminantes físicos, químicos o biológicos se debe dar prioridad a la prevención evitando su producción, emisión o transmisión, recurriendo a la protección personal sólo cuando estas medidas no sean posibles.

La temperatura ambiente debe mantenerse dentro del rango de confort térmico y deben evitarse cambios extremos de temperatura. Además, cuando el trabajo se realiza en espacios confinados que implican calor o frío extremos, la estadía de los trabajadores debe limitarse al turno apropiado. Las instalaciones que produzcan calor o frío deben estar lo más separadas posible de los lugares de trabajo para evitar riesgos como incendio, explosión, gases nocivos o radiaciones peligrosas. Es por tal motivo que a continuación se enlista la tabla 1.- se denota la temperatura de bulbo húmedo según la cantidad de trabajo y descanso en cada hora.

Tabla 1.

TGBH según la cantidad de trabajo y descanso por hora

| TIPO DE TRABAJO | LIVIANA (Inferior a 200 Kcal/hora) | MODERADA (De 200 a 350 Kcal/hora) | PESADA (Igual o mayor a 350 Kcal/hora) |
|--|---|--|---|
| Trabajo continuo 75% trabajo, 25% descanso cada hora | TGBH = 30.0 | TGBH = 26.7 | TGBH = 25.0 |
| 50% trabajo, 50% descanso, cada hora | TGBH = 30.6 | TGBH = 28.0 | TGBH = 25.9 |
| 25% trabajo, 75% descanso, cada hora | TGBH = 31.4 | TGBH = 29.4 | TGBH = 27.9 |
| 25% trabajo, 75% descanso, cada hora | TGBH = 32.2 | TGBH = 31.1 | TGBH = 30.0 |

Nota: (Colobrans et al., 2020)

Gases

En lo que respecta a la emisión de gases el Art. 67 del decreto ejecutivo 2393, que trata sobre vertidos, desechos y contaminación ambiental, establece que la eliminación de desechos sólidos, líquidos o gaseosos debe realizarse cumpliendo estrictamente la legislación ambiental vigente. Los miembros del Comité Interinstitucional de Seguridad e Higiene del Trabajo son responsables de supervisar este cumplimiento y reportar cualquier infracción a las autoridades correspondientes. Además, la norma de calidad del aire ambiente, contenida en el anexo 4 del libro vi, se emite bajo la Ley de Gestión Ambiental y su reglamento para la prevención y control de la contaminación, y es de aplicación obligatoria en todo el país.

La presente norma técnica establece:

- Los objetivos de calidad del aire ambiente.
- Los límites permisibles de los contaminantes criterio y contaminantes no convencionales del aire ambiente.

- Los métodos y procedimientos para la determinación de los contaminantes en el aire ambiente.

La presente norma tiene como objeto principal el preservar la salud de las personas, la calidad del aire ambiente, el bienestar de los ecosistemas y del ambiente en general. Para cumplir con este objetivo, esta norma establece los límites máximos permisibles de contaminantes en el aire ambiente a nivel de suelo. La norma también provee los métodos y procedimientos destinados a la determinación de las concentraciones de contaminantes en el aire ambiente.

Para el propósito de esta norma se consideran las definiciones establecidas en el Reglamento a la Ley de Prevención y Control de la Contaminación, y las que a continuación se indican:

Aire también denominado "aire ambiente", cualquier porción no confinada de la atmósfera, y se define como mezcla gaseosa cuya composición normal es, de por lo menos, veinte por ciento (20%) de oxígeno, setenta y nueve por ciento (79%) nitrógeno y uno por ciento (1%) de dióxido de carbono, además de proporciones variables de gases inertes y vapor de agua, en relación volumétrica.

Ruido

El Art. 55 sobre ruido y vibración del decreto ejecutivo 2393 establece que, en los procesos industriales con contaminantes físicos, químicos o biológicos, la prevención de riesgos para la salud debe priorizar evitar su generación, luego su emisión, y por último su transmisión. Solo cuando estas medidas sean técnicamente inviables, se recurrirá a la protección personal o a la limitación de la exposición al contaminante.

Las máquinas que generen ruidos o vibraciones deben anclarse utilizando técnicas que garanticen su equilibrio estático y dinámico, empleando soportes anti vibratorios o aislamiento de la estructura. Si el proceso lo permite, dichas máquinas deben ubicarse en recintos aislados y someterse a un mantenimiento adecuado para reducir la emisión de estos contaminantes. El límite máximo de presión sonora se establece en 85 decibeles, medidos en el lugar donde el trabajador habitualmente coloca su cabeza, para un ruido continuo durante 8 horas de trabajo. En trabajos que requieran actividad intelectual, vigilancia o concentración, el ruido no debe superar los 70 decibeles.

Para el caso de ruido continuo, los niveles sonoros, medidos en decibeles con el filtro "A" en posición lenta, que se permitirán, estarán relacionados con el tiempo de exposición según la tabla 2, expuesta a continuación:

Tabla 2.

Tiempo de exposición con base en el nivel sonoro

| Nivel sonoro/dB (A- lento) | Tiempo de exposición por jornada/hora |
|---------------------------------------|--|
| 85 | 8 |
| 90 | 4 |
| 95 | 2 |
| 100 | 1 |

Nota: (Colobrans et al., 2020) En ningún caso se permitirá sobrepasar el nivel de 115 dB (A) cualquiera que sea el tipo de trabajo.

Los distintos niveles sonoros y sus correspondientes tiempos de exposición permitidos señalados, corresponden a exposiciones continuas equivalentes en que la dosis de ruido diaria (D) es igual a 1. En el caso de exposición intermitente a ruido continuo, debe considerarse el efecto combinado de aquellos niveles sonoros que son iguales o que excedan de 85 dB (A).

Iluminación

Todos los lugares de trabajo y tránsito deberán estar dotados de suficiente iluminación natural o artificial, para que el trabajador pueda efectuar sus labores con seguridad y sin daño para los ojos. Los niveles mínimos de iluminación se calcularán en base tabla 3.

Tabla 3.

Diferentes niveles de iluminación mínima recomendados

| ILUMINACIÓN MÍNIMA | ACTIVIDADES |
|---------------------------|-------------------------------------|
| 20 luxes | Pasillos, patios y lugares de paso. |

| | |
|------------|---|
| 50 luxes | Operaciones donde la distinción no es esencial: manejo de materias, desechos, embalaje, servicios higiénicos. |
| 100 luxes | Ligera distinción de detalles: fabricación de productos de hierro y acero, textiles, manufactura, salas de máquinas, calderos, ascensores. |
| 200 luxes | Distinción moderada de detalles: talleres de metal mecánica, costura, industria de conserva, imprentas. |
| 300 luxes | Distinción media de detalles: trabajos de montaje, pintura a pistola, tipografía, contabilidad, taquigrafía. |
| 500 luxes | Distinción fina de detalles bajo condiciones de contraste: corrección de pruebas, fresado y torneado, dibujo. |
| 1000 luxes | Distinción extremadamente fina de detalles bajo condiciones difíciles: trabajos con colores o artistas, inspección delicada, montaje de precisión electrónicos y relojería. |

Nota: (Escobar, 2020)

Los valores mencionados se refieren a los planos operativos de las máquinas o herramientas, considerando que los niveles de deslumbramiento y uniformidad sean adecuados. Se debe realizar una limpieza periódica y, si es necesario, renovar las superficies que proporcionan la iluminación para mantener su transparencia constante.

Al respecto del Art. 57. Iluminación artificial del decreto ejecutivo 2393. Se establece que en las áreas de trabajo que carezcan de iluminación natural adecuada, o donde las sombras interfieran con las operaciones, se debe utilizar iluminación artificial adecuada que garantice seguridad y no altere la atmósfera del lugar ni represente un riesgo de incendio o explosión. Las áreas que, de acuerdo con este reglamento y otras normativas relacionadas con la energía eléctrica, puedan ser peligrosas, deberán ser señalizadas y especificadas.

Cuando la naturaleza del trabajo requiera una iluminación intensa en un área específica, se combinará la iluminación general con una fuente localizada, ajustada a la

tarea para evitar deslumbramientos. En este caso, la iluminación general debe ser al menos un tercio de la iluminación localizada, medida en lux.

Uniformidad de la iluminación general

La relación entre los valores mínimos y máximos de la iluminación general, medida en lux, no debe ser inferior a 0,7 para asegurar la uniformidad en los espacios. Es importante acotar que, para prevenir deslumbramientos, se deben adoptar las siguientes medidas:

- No se deben usar lámparas sin protección a menos de 5 metros del suelo, salvo aquellas con protección antideslumbrante incorporada en su fabricación.
- Para la iluminación localizada, se deben usar reflectores o pantallas difusoras que oculten completamente el punto de luz a la vista del trabajador.
- En los puestos de trabajo que requieran una iluminación dirigida, se debe evitar que el ángulo del rayo luminoso con la horizontal del ojo del trabajador sea inferior a 30 grados, siendo el valor ideal 45 grados.
- Los reflejos y las imágenes de las fuentes de luz en superficies brillantes deben evitarse usando pinturas mates, pantallas u otros métodos adecuados.

Fuentes oscilantes

Se prohíbe el empleo de fuentes de luz que produzcan oscilaciones en la emisión de flujo luminoso, con excepción de las luces de advertencia.

Iluminación fluorescente

Cuando se utilice iluminación fluorescente, los focos deben ser al menos dobles, conectados distribuidos entre las fases y no alimentados con corriente que tenga menos de cincuenta ciclos por segundo.

Iluminación de locales con riesgos especiales

En los locales donde haya riesgos de explosión o incendio debido a las actividades o materiales almacenados, el sistema de iluminación debe ser antideflagrante.

CAPITULO 4

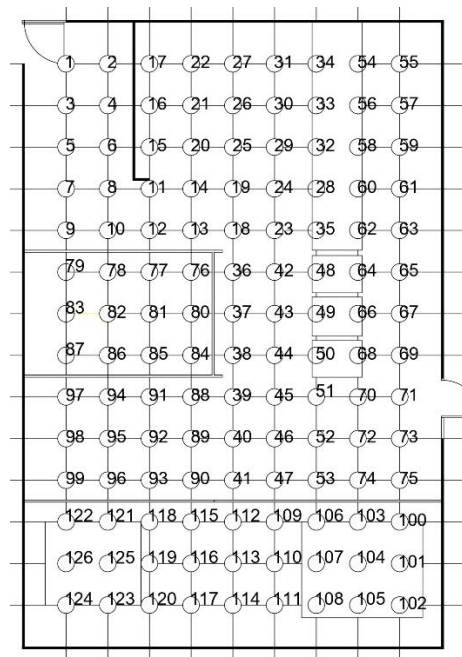
INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

Presentación de datos

En el FAB LAB de la Universidad Católica de Cuenca se realizaron 126 mediciones relacionadas con el control de temperatura, luminosidad y ruido, con el objetivo de garantizar un entorno óptimo para el funcionamiento de los equipos y el bienestar del personal. El control de la temperatura permite mantener condiciones adecuadas para las máquinas y la comodidad de los usuarios, mientras que las mediciones de luminosidad aseguran una iluminación eficiente, optimizando el uso de energía. Asimismo, el monitoreo del ruido busca reducir su impacto en la concentración y salud de los ayudantes de laboratorio y de los estudiantes, contribuyendo a un ambiente laboral más saludable y eficiente.

Figura 1.

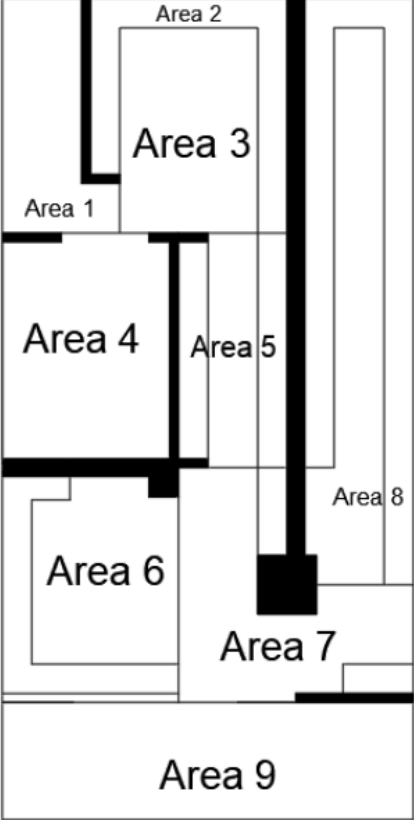
Distribución de los puntos de control de luminosidad y temperatura



Nota: La información y el diseño que se destaca fue recabada por el autor

Tabla 4.

Distribución del área del laboratorio

| Área Fab Lab | Nombre del área |
|--|-------------------------------|
|  | Área 1 Ventanal |
| | Área 2 Mesón Lateral |
| | Área 3 Mesa central |
| | Área 4 Oficina administrativa |
| | Área 5 Cafetería |
| | Área 6 Mesa posterior |
| | Área 7 Cama plana |
| | Área 8 Diseño e impresión |
| | Área 9 Corte láser |

Nota: La información que se destaca fue recabada del autor Danny Beltrán de su trabajo “Propuesta para la implementación de la metodología 5s en el laboratorio Fab-Lab de la Universidad Católica de Cuenca”

Temperatura

El análisis de las temperaturas registradas en el FAB LAB a lo largo del día se puede realizar en función de la normativa ecuatoriana, como el Reglamento de Seguridad y Salud para los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, que establece parámetros de confort térmico para garantizar condiciones laborales adecuadas.

Esta normativa se fundamenta en la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 2266) y también hace referencia a directrices de la Organización Internacional del Trabajo (OIT).

Tabla 5.

Temperatura

| En la mañana (°C) | Nota | Medio día (°C) | Nota2 | Tarde (°C) | Nota3 |
|--------------------------|-------------|-----------------------|--------------|-------------------|--------------|
| 8,3 | | 8,8 | | 8,9 | |
| 8,1 | | 8,5 | | 8,8 | |
| 8,3 | | 8,8 | | 9,1 | |
| 8,5 | | 8,8 | | 9,3 | |
| 8,7 | | 9 | | 9,4 | |
| 8,4 | | 8,6 | | 8,8 | |
| 8,3 | | 8,8 | | 9,4 | |
| 8,4 | | 9 | | 9 | |
| 8,3 | | 8,7 | | 9,3 | |
| 8,8 | | 8,9 | | 9,5 | |
| 8,5 | | 8,8 | | 8,8 | |
| 8,4 | | 8,7 | | 9 | |
| 8,5 | | 8,7 | | 8,9 | |
| 8,7 | | 9 | | 9 | |
| 8,7 | | 8,9 | | 9,7 | |
| 8,7 | | 9,5 | | 9,3 | |
| 8,7 | | 9,1 | | 9,6 | |
| 8,3 | | 8,9 | | 8,9 | |
| 8,6 | | 9 | | 9 | |
| 8,6 | | 8,9 | | 9,1 | |
| 8,7 | | 9,1 | | 9,4 | |
| 8,8 | | 9 | | 9,5 | |
| 8,5 | | 8,9 | | 9,3 | |
| 8,9 | | 8,9 | | 9,2 | |

| En la mañana (°C) | Nota | Medio día (°C) | Nota2 | Tarde (°C) | Nota3 |
|--------------------------|-------------|-----------------------|--------------|-------------------|--------------|
| 10,2 | | 8,9 | | 9,4 | |
| 10 | | 9 | | 9,4 | |
| 10 | Café | 9,1 | | 9,5 | |
| 10 | | 8,8 | | 9,3 | |
| 10,1 | | 9 | | 9,4 | |
| 10,2 | | 9,1 | | 9,4 | |
| 10,3 | | 9 | | 9,3 | |
| 10,2 | | 8,9 | | 9,4 | |
| 10,1 | | 9,1 | | 9,6 | |
| 10 | | 9,1 | | 9,5 | |
| 10 | | 8,8 | | 9,3 | |
| 10,3 | | 8,9 | | 9,3 | |
| 10 | | 9 | | 9,2 | |
| 10,2 | | 9,2 | | 9,5 | |
| 10,1 | | 9,1 | | 9,6 | |
| 10,2 | | 8,9 | | 9,9 | |
| 10,2 | | 9 | | 9 | |
| 10,1 | | 8,7 | | 9 | |
| 10,1 | | 9 | | 8,9 | |
| 10,2 | | 9 | | 9,5 | |
| 10,1 | | 8,8 | | 9,7 | |
| 10,9 | | 8,7 | | 9,6 | |
| 10,3 | | 8,9 | | 9,7 | |
| 10,5 | | 8,7 | | 9,4 | |
| 10,5 | | 9,1 | | 9,6 | |
| 10,8 | | 8,9 | | 9,4 | |
| 10,6 | | 9,1 | | 9,3 | |
| 10,7 | | 9,2 | | 9,2 | |
| 10,5 | | 9 | | 9,1 | |
| 10 | | 9,4 | Ventana | 9 | |

| En la mañana (°C) | Nota | Medio día (°C) | Nota2 | Tarde (°C) | Nota3 |
|--------------------------|-------------|-----------------------|--------------|-------------------|--------------|
| 10,6 | | 9,2 | | 9,4 | |
| 10,5 | | 9,5 | | 9,7 | |
| 11 | | 9,4 | | 10 | |
| 10,6 | | 9,3 | | 9,7 | |
| 11 | | 9,1 | | 10 | |
| 10,4 | | 9,2 | | 9,6 | |
| 11 | | 9,2 | | 9,5 | |
| 11,3 | | 9,1 | | 9,9 | |
| 11,9 | | 9,4 | | 9,8 | |
| 11,1 | | 9,4 | | 10 | |
| 12,2 | | 9,6 | | 10,4 | |
| 11,1 | | 8,9 | | 10,1 | |
| 10,8 | | 9,1 | | 9,8 | |
| 11,2 | | 9 | | 9,9 | |
| 11,2 | | 8,9 | | 9,9 | |
| 10,9 | | 9,1 | | 10,7 | |
| 11,5 | | 9,7 | | 9,7 | |
| 10,9 | | 9,6 | | 9,1 | |
| 11,3 | | 9,2 | | 9,4 | |
| 10,8 | | 9,3 | | 9,4 | |
| 10,9 | | 9,1 | | 9,2 | |
| 11 | | 9,6 | | 8,9 | |
| 10,8 | | 9,4 | | 9,4 | |
| 10,9 | | 9,3 | | 9,5 | |
| 7,6 | | 9,1 | | 9,2 | |
| 11,6 | | 9,3 | | 9,3 | |
| 11,1 | | 9,2 | | 9,7 | |
| 11,6 | | 9,9 | | 9,9 | |
| 8,3 | | 9 | | 8,5 | |
| 11,2 | | 9,3 | | 9,6 | |

| En la mañana (°C) | Nota | Medio día (°C) | Nota2 | Tarde (°C) | Nota3 |
|--------------------------|-------------|-----------------------|-------------------------------|-------------------|--------------|
| 10,9 | | 9,4 | | 9,4 | |
| 11,2 | | 9,3 | | 9,3 | |
| 8,4 | | 8,9 | | 9,5 | |
| 11,2 | | 10,3 | | 10,4 | |
| 11,2 | | 9,6 | | 9,3 | |
| 11,5 | | 9,9 | | 9,6 | |
| 11,6 | | 9 | | 9,7 | |
| 11 | | 9,2 | | 9,4 | |
| 10,5 | | 8,6 | | 10,3 | |
| 10,3 | | 8,8 | | 9,9 | |
| 11,3 | | 9,3 | | 9,7 | |
| 11 | | 9,3 | | 9,6 | |
| 10,9 | | 9,6 | | 9,7 | |
| 11,3 | | 9,3 | | 9,7 | |
| 11,1 | | 9,9 | | 9,5 | |
| 10,6 | | 9,2 | Maquina láser encendido | 9,5 | |
| 10,4 | | 9 | | 9,3 | |
| 10,5 | | 9,1 | | 9,4 | |
| 10,4 | | 9,8 | | 9,9 | |
| 10,6 | | 9,8 | | 8,9 | |
| 10,5 | | 9,8 | | 9,5 | |
| 10,4 | | 9,8 | | 9,8 | |
| 10,2 | | 9,8 | | 9,3 | |
| 10,7 | | 9,8 | | 9,5 | |
| 10,4 | | 9,8 | | 10,2 | |
| 10,4 | | 9,8 | | 9,4 | |
| 10,4 | | 9,8 | | 10,7 | |
| 10,4 | | 9,8 | | 9,6 | |

| En la mañana (°C) | Nota | Medio día (°C) | Nota2 | Tarde (°C) | Nota3 |
|--------------------------|-------------|-----------------------|--------------|-------------------|--------------|
| 10,5 | | 9,8 | | 9,5 | |
| 10,4 | | 9,8 | | 9,6 | |
| 10,7 | | 9,8 | | 9,6 | |
| 10,8 | | 9,8 | | 9,7 | |
| 10,5 | | 9,8 | | 9,9 | |
| 11,1 | | 9,8 | | 9,5 | |
| 10,5 | | 9,8 | | 10 | |
| 10,4 | | 9,8 | | 10,3 | |
| 10,6 | | 9,8 | | 10,2 | |
| 10,7 | | 9,8 | | 10,3 | |
| 10,3 | | 9,8 | | 10,3 | |
| 10,5 | | 9,8 | | 10,3 | |
| 8,1 | | 9,8 | | 10,3 | |
| 8,3 | | 9,8 | | 10,3 | |

Nota: La información que se destaca fue recabada del Fab Lab de la Universidad Católica de Cuenca

Análisis de las Temperaturas Registradas

De acuerdo con las recomendaciones internacionales y la normativa ecuatoriana (NTE INEN 2266), el rango de confort térmico en laboratorios de ciencia y tecnología debe estar entre 20°C y 24°C, con una humedad relativa del 30% al 60%, asegurando la precisión en el trabajo y el bienestar de los usuarios.

- Rango de temperaturas en la mañana: De 7.6°C a 12.2°C
- Rango de temperaturas al medio día: De 8.7°C a 10.3°C
- Rango de temperaturas en la tarde: De 8.5°C a 10.7°C

Las temperaturas registradas en el FAB LAB están por debajo de estos valores, oscilando entre 7.6°C y 12.2°C, lo cual indica un ambiente frío.

Gases

Durante la evaluación del laboratorio, no se detectó la presencia de gases nocivos o contaminantes en el ambiente. Esto sugiere que los sistemas de ventilación y extracción de aire del laboratorio están funcionando adecuadamente, cumpliendo con las normativas de seguridad y salud ocupacional que exigen un control riguroso de la calidad del aire. La ausencia de gases potencialmente peligrosos garantiza un entorno seguro para los trabajadores y el correcto funcionamiento de los equipos, especialmente aquellos sensibles a contaminantes en el aire, como los instrumentos de medición de precisión y análisis.

Figura 2.

Control de gases y contaminantes



Nota: La información que se destaca fue recabada del Fab Lab de la Universidad Católica de Cuenca

Ruido

De acuerdo con lo establecido en la Norma Ecuatoriana de Seguridad y Salud en el Trabajo (NTE INEN 2200): Esta norma establece los límites de ruido en ambientes

laborales para proteger la salud de los trabajadores, siguiendo directrices similares a las internacionales.

Tabla 6.

Análisis de Ruido

| En la mañana | Nota | Medio día | Nota2 | Tarde | Nota3 |
|---------------------|----------------|------------------|--------------------------|--------------|--------------|
| (dB) | | (dB) | | (dB) | |
| 96,4 | | 95,7 | | 95 | |
| 95,8 | | 96,3 | | 97,3 | |
| 98,9 | | 96,6 | | 97,6 | |
| 96,3 | | 95,7 | | 96,6 | |
| 97,1 | | 96,7 | | 99,4 | |
| 96,4 | | 97,5 | | 97,5 | |
| 97,7 | | 96,8 | | 97,5 | |
| 96,4 | | 98,7 | | 95,3 | |
| 100,1 | | 99,2 | | 97,8 | |
| 96,3 | | 96,7 | | 96,5 | |
| 95,5 | | 96,4 | | 98,5 | |
| 96,9 | | 98,6 | | 98,5 | |
| 93,2 | | 97,7 | | 93,2 | |
| 94,3 | | 95,4 | | 96 | |
| 95 | | 95,7 | | 99,7 | |
| 96,7 | | 96,9 | | 96,5 | |
| 96,7 | | 99,4 | | 98 | |
| 92,1 | | 98,9 | | 94,5 | |
| 93,2 | | 92,6 | | 93,7 | |
| 93,7 | | 97,4 | | 96,1 | |
| 96,8 | | 94 | | 95,3 | |
| 98,6 | | 98,8 | | 97,5 | |
| 93,7 | | 96,2 | | 98,1 | |
| 92,7 | | 93,7 | | 96,1 | |
| 98,2 | | 94,5 | | 94,1 | |
| 95,3 | | 96,6 | | 95,3 | |
| 101 | Tv prendida | 100,7 | Maquina encendid o | 96,5 | |
| 95,4 | | 102,7 | | 98,7 | |
| 93,7 | | 95,5 | | 95,2 | |
| 93,6 | | 94,7 | | 98,4 | |
| 97,2 | | 95,5 | | 96,3 | |

| En la mañana (dB) | Nota | Medio (dB) | día | Nota2 | Tarde (dB) | Nota3 |
|------------------------------------|-------------|-----------------------------|------------|--------------|-----------------------------|--------------------------|
| 98,7 | | | 95,3 | | 97,6 | |
| 95,6 | | | 93,1 | | 97,7 | |
| 96 | | | 92,7 | | 97,1 | |
| 94,1 | | | 95,8 | | 97,7 | |
| 95,5 | | | 97,2 | | 101,8 | |
| 95 | | | 97,7 | | 99,5 | |
| 95,7 | | | 96,8 | | 98,2 | |
| 101,5 | | | 101,1 | | 99,3 | |
| 97,3 | | | 96 | | 98,7 | |
| 98,2 | | | 95 | | 101,6 | |
| 94 | | | 100,9 | | 97,1 | |
| 95,1 | | | 97,3 | | 98,3 | |
| 96,6 | | | 96,8 | | 98,1 | |
| 97,5 | | | 97 | | 97,9 | Maquina encendid a |
| 97,3 | | | 105,2 | | 99,9 | |
| 99,1 | | | 97,8 | | 101,1 | |
| 95,6 | | | 99,9 | | 96,5 | |
| 95,9 | | | 98 | | 95,1 | |
| 95 | | | 96 | | 97 | |
| 101 | | | 97,1 | | 100,2 | |
| 98,2 | | | 98,7 | | 102,3 | |
| 99,5 | | | 99,4 | | 101,5 | |
| 97,5 | | | 99 | | 98,3 | |
| 99,2 | | | 99,8 | | 99,4 | |
| 96 | | | 98,7 | | 94,7 | |
| 99,5 | | | 100,3 | | 96,2 | |
| 100,6 | | | 95,8 | | 97,2 | |
| 99 | | | 96 | | 97,3 | |
| 95,8 | | | 98,9 | | 96,3 | |
| 96,1 | | | 97,5 | | 96,5 | |
| 95,5 | | | 99,9 | | 97 | |
| 97,1 | | | 99,5 | | 98,8 | |
| 99,2 | | | 98,5 | | 98,9 | |
| 97,2 | | | 102 | | 99,1 | |
| 96,3 | | | 100,4 | | 96,8 | |
| 97,5 | | | 96,3 | | 99,1 | |
| 97,1 | | | 102,9 | | 100,5 | |
| 98,3 | | | 97,1 | | 98,5 | |

| En la mañana (dB) | Nota | Medio (dB) | día | Nota2 | Tarde (dB) | Nota3 |
|--------------------------|------------------------------|-------------------|------------|----------------------------|-------------------|--------------|
| 99 | Máquina de pintura encendida | 97,6 | | | 98,5 | |
| 99,1 | | 98,7 | | | 104,3 | |
| 100 | | 99,5 | | | 101,5 | |
| 101,2 | | 100,3 | | | 102,9 | |
| 104,3 | | 106 | | | 101,7 | |
| 102,8 | | 100,9 | | | 103 | |
| 98 | | 97,5 | | | 97,1 | |
| 100 | | 98,5 | | | 99 | |
| 99,5 | | 99,6 | | | 100,2 | |
| 88,2 | | 95,3 | | | 100,4 | |
| 103,8 | | 96,3 | | | 100,8 | |
| 99 | | 97,8 | | | 99,9 | |
| 99,8 | | 99,6 | | | 102,8 | |
| 94,7 | | 98,1 | | | 98,3 | |
| 98,3 | | 97,5 | | | 98,9 | |
| 101 | | 98,3 | | | 100,5 | |
| 100 | | 99,9 | | | 101 | |
| 82,9 | | 85,3 | | | 98,5 | |
| 99,1 | Máquina de pintura encendida | 97,4 | | | 99 | |
| 98,3 | | 96,6 | | | 98,4 | |
| 100,5 | | 97,1 | | | 99 | |
| 100,2 | | 98,8 | | | 105 | |
| 101 | | 99,1 | | | 99,9 | |
| 100,1 | | 99,4 | | | 101,6 | |
| 99,8 | | 99,2 | | | 100,2 | |
| 100,1 | | 98,4 | | | 101,3 | |
| 102,4 | | 99,9 | | | 102 | |
| 109 | | 100,3 | | | 108,3 | |
| 101,1 | | 102,1 | | | 103,1 | |
| 102,1 | | 100,2 | | | 101,3 | |
| 100,4 | | 101,9 | | Máquina de láser encendido | 101,2 | |
| 99,8 | | 100,8 | | | 100,7 | |
| 101,1 | | 101,4 | | | 101,5 | |
| 103,7 | | 100,8 | | | 102,3 | |

| En la mañana (dB) | Nota | Medio (dB) | día | Nota2 | Tarde (dB) | Nota3 |
|------------------------------------|-------------|-----------------------------|------------|--------------|-----------------------------|--------------|
| 102,2 | | 102,1 | | | 101,2 | |
| 102 | | 102 | | | 101,5 | |
| 100,8 | | 101 | | | 101,7 | |
| 102,2 | | 101 | | | 100,6 | |
| 102 | | 100,4 | | | 101,1 | |
| 101,7 | | 100,8 | | | 101,4 | |
| 101,4 | | 101 | | | 100,8 | |
| 101,8 | | 101,6 | | | 101 | |
| 106,8 | | 100,5 | | | 100,5 | |
| 101,4 | | 102,3 | | | 100 | |
| 104,8 | | 100,2 | | | 103 | |
| 103,1 | | 102,4 | | | 102 | |
| 102,2 | | 100,1 | | | 101,5 | |
| 103,9 | | 102,5 | | | 103,1 | |
| 101,8 | | 101,3 | | | 101,4 | |
| 101,4 | | 101,1 | | | 100,2 | |
| 100,8 | | 102,8 | | | 101,8 | |
| 103 | | 103,2 | | | 103,8 | |
| 103,1 | | 104 | | | 105 | |
| 102,2 | | 102,7 | | | 102,6 | |
| 102,8 | | 102,6 | | | 104,2 | |
| 97,2 | | 100,5 | | | 103,2 | |
| 99 | | 102 | | | 103,1 | |

Nota: La información que se destaca fue recabada del Fab Lab de la Universidad Católica de Cuenca

La tabla 6 contiene mediciones del ruido en tres momentos del día, con valores que van desde aproximadamente 82.9 dB hasta 109 dB, estos valores superan el límite máximo permisible de 70 dB para áreas industriales según la NTE INEN 2200, lo que indica un exceso de ruido en las horas diurnas, en la tarde, los valores también sobrepasan el límite, con niveles de hasta 108.3 dB.

El nivel de exposición equivalente (L_{eq}) es una medida que representa un nivel promedio de exposición al ruido durante un periodo de tiempo específico. Se calcula usando la siguiente fórmula:

$$L_{eq} = 10 * \log_{10} \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}} \right)$$

Donde:

- L_i son los niveles de ruido medidos.
- n es el número total de mediciones.

$$L_{eq} = 10 * \log_{10} \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}} \right)$$

Los valores de L_{eq} calculados 97.25 dB, 97.01 dB y 97.40 dB son muy superiores con alrededor de 27.22 unidades en promedio con respecto al límite establecido por la normativa de 70 dB. Esto implica que el personal está expuesto a niveles peligrosos de ruido durante todo el día.

La exposición prolongada a niveles de ruido por encima de 85 dB puede causar pérdida auditiva temporal o permanente. Dado que el nivel de exposición equivalente en el laboratorio está en torno a los 97 dB, los trabajadores están en alto riesgo de sufrir problemas de audición si no se toman medidas de control y protección. Según estudios, la exposición a ruidos por encima de 100 dB durante más de 15 minutos sin protección puede causar daño auditivo irreversible.

Iluminación

Se recolectan datos del nivel lumínico y se registran los siguientes valores para ser utilizados para evaluación, información general, condiciones físicas y medición del nivel de lumínico del FAB LAB de la Universidad Católica de Cuenca.

Los valores sugeridos por normas como la ISO 8995 o el CEN EN 12464, que sugieren que los niveles de iluminación en áreas de trabajo sean de al menos 500 lux para tareas normales y de 750 a 1000 lux para trabajos que requieran de manipulación de finos y pequeños componentes.

Tabla 7.

Luminosidad

| En la mañana (Lux) | Nota | Medio día (Lux) | Nota2 | Tarde (Lux) | Nota 3 |
|-------------------------------|-------------|----------------------------|--------------|------------------------|---------------|
| 375 | | 309 | | 267 | |
| 161 | | 302 | | 330 | |

| En la mañana (Lux) | Nota | Medio día (Lux) | Nota2 | Tarde (Lux) | Nota 3 |
|-------------------------------|-------------|----------------------------|--------------|------------------------|---------------|
| 1181 | | 1153 | | 1389 | |
| 1759 | | 1841 | | 1375 | |
| 2481 | | 2081 | | 2158 | |
| 2810 | | 2849 | | 2625 | |
| 1549 | | 1386 | | 1293 | |
| 169 | | 1819 | | 1741 | |
| 2153 | | 196 | | 181 | |
| 786 | | 255 | | 393 | |
| 1353 | | 1633 | | 1826 | |
| 1281 | | 1556 | | 1229 | |
| 2081 | | 2441 | | 2334 | |
| 2694 | | 2650 | | 2350 | |
| 1870 | | 1701 | | 1840 | |
| 2165 | | 2270 | | 2180 | |
| 1942 | | 2081 | | 1729 | |
| 3073 | | 3197 | | 3098 | |
| 3457 | | 3183 | | 3580 | |
| 2280 | | 2274 | | 2605 | |
| 3617 | | 3504 | | 3501 | |
| 3090 | | 2757 | | 2849 | |
| 2859 | | 2745 | | 3106 | |
| 2629 | | 2927 | | 3145 | |
| 2406 | | 2281 | | 2449 | |
| 3686 | | 2381 | | 3617 | |
| 3001 | | 2889 | | 2925 | |
| 1518 | | 1428 | | 1428 | |
| 2872 | | 2793 | | 2830 | |
| 2165 | | 2273 | | 1625 | |
| 3422 | | 2589 | | 2243 | |
| 1857 | | 1733 | | 956 | |
| 1569 | | 782 | | 2142 | |
| 1038 | | 1801 | | 1047 | |
| 1428 | | 1194 | | 862 | |
| 351 | | 323 | | 556 | |
| 88 | | 105 | | 124 | |
| 62 | | 85 | | 85 | |
| 48 | | 62 | | 105 | |
| 117 | | 155 | | 207 | |
| 190 | | 144 | | 183 | |
| 850 | | 148 | | 923 | |
| 186 | | 239 | | 192 | |
| 155 | | 193 | | 123 | |

| En la mañana (Lux) | Nota | Medio día (Lux) | Nota2 | Tarde (Lux) | Nota 3 |
|-------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|------------------------|---------------------------------|
| 144 | | 74 | | 276 | |
| 285 | | 238 | | 290 | |
| 304 | | 242 | | 394 | |
| 380 | | 357 | | 212 | |
| 324 | | 491 | | 52 | |
| 137 | | 330 | | 293 | |
| 205 | | 231 | | 354 | Puerta abierta |
| 401 | | 290 | | 343 | |
| 379 | | 269 | | 297 | |
| 768 | | 765 | Luz del sol por las ventanas | 318 | Ventanas y luz del sol |
| 1625 | | 1309 | | 348 | |
| 857 | | 903 | | 452 | |
| 3012 | | 3450 | | 988 | |
| 1070 | | 1333 | | 950 | |
| 2287 | | 3976 | | 1940 | |
| 782 | | 1180 | | 844 | |
| 1685 | | 4000 | | 4000 | |
| 1034 | | 1250 | | 894 | |
| 1512 | | 2512 | | 4000 | |
| 899 | | 1361 | | 552 | |
| 1772 | Puerta abierta luz del sol | 2405 | | 630 | |
| 742 | | 1696 | | 510 | |
| 1905 | | 4000 | | 564 | |
| 624 | | 919 | | 552 | |
| 925 | | 2083 | | 3400 | |
| 352 | | 324 | | 270 | |
| 641 | | 318 | | 418 | |
| 545 | | 333 | | 344 | |
| 602 | | 223 | | 383 | |
| 573 | | 431 | | 372 | |
| 444 | | 218 | | 235 | |
| 106 | | 143 | | 78 | |
| 19 | | 34 | | 29 | |
| 16 | | 13 | | 14 | |
| 22 | | 20 | | 21 | |
| 210 | | 192 | | 170 | |

| En la mañana (Lux) | Nota | Medio día (Lux) | Nota2 | Tarde (Lux) | Nota 3 |
|-------------------------------|-------------|----------------------------|--------------|------------------------|---------------|
| 362 | | 301 | | 301 | |
| 110 | | 73 | | 90 | |
| 61 | | 69 | | 100 | |
| 260 | | 200 | | 201 | |
| 462 | | 372 | | 340 | |
| 88 | | 70 | | 74 | |
| 12 | | 14 | | 11 | |
| 162 | | 138 | | 168 | |
| 316 | | 271 | | 275 | |
| 248 | | 206 | | 195 | |
| 239 | | 227 | | 229 | |
| 530 | | 472 | | 422 | |
| 401 | | 301 | | 315 | |
| 259 | | 230 | | 230 | |
| 547 | | 449 | | 443 | |
| 364 | | 291 | | 226 | |
| 244 | | 181 | | 160 | |
| 303 | | 228 | | 219 | |
| 192 | | 161 | | 144 | |
| 207 | | 210 | | 237 | |
| 234 | | 225 | | 262 | |
| 145 | | 128 | | 201 | |
| 427 | | 441 | | 484 | |
| 536 | | 601 | | 808 | |
| 419 | | 401 | | 402 | |
| 745 | | 948 | | 487 | |
| 762 | | 1333 | | 559 | |
| 412 | | 502 | | 892 | |
| 590 | | 611 | | 455 | |
| 790 | | 849 | | 708 | |
| 317 | | 316 | | 895 | |
| 309 | | 291 | | 126 | |
| 297 | | 270 | | 242 | |
| 186 | | 155 | | 191 | |
| 456 | | 504 | | 383 | |
| 525 | | 487 | | 437 | |
| 253 | | 135 | | 314 | |
| 559 | | 365 | | 297 | |
| 680 | | 397 | | 361 | |
| 171 | | 122 | | 145 | |
| 396 | | 188 | | 152 | |
| 438 | | 301 | | 192 | |

| En la mañana (Lux) | Nota | Medio día (Lux) | Nota2 | Tarde (Lux) | Nota 3 |
|-------------------------------|-------------|----------------------------|--------------|------------------------|---------------|
| 213 | | 96 | | 111 | |
| 234 | | 112 | | 143 | |
| 540 | | 534 | | 450 | |
| 633 | | 750 | | 512 | |

Nota: La información que se destaca fue recabada del Fab Lab de la Universidad Católica de Cuenca

La normativa Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1154, que establece valores de referencia para distintos tipos de espacios laborales y académicos, de acuerdo con la normativa, los laboratorios requieren un nivel de iluminación de 500 a 750 lux, dependiendo del tipo de actividad realizada. Este rango será nuestro criterio para evaluar los datos proporcionados.

Promedios de iluminación:

- Mañana: 944.81 lux
- Medio día: 985.29 lux
- Tarde: 889.86 lux

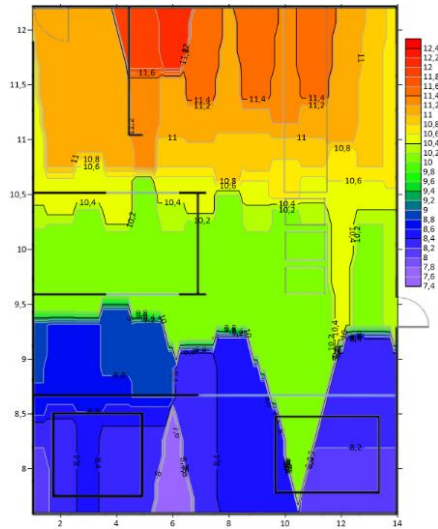
Estos valores promedio están por encima del rango recomendado por la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1154. La mayoría de los valores están por fuera del rango sugerido, lo que indica que se debe ajustar la iluminación en el laboratorio, especialmente para evitar niveles excesivamente altos.

Análisis de datos

Evaluación de la temperatura en la mañana

Figura 3.

Evaluación de la temperatura en la mañana

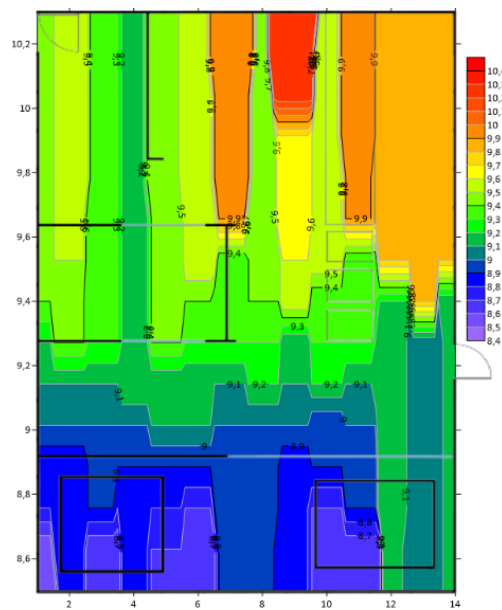


Nota: La información que se destaca fue recabada del Fab Lab de la Universidad Católica de Cuenca

En la Figura 3 el área con mayor exposición a temperatura en las mañanas se encuentra a 12.4 °C, lo que corresponde al mesón lateral está ubicada contra la pared, con una mesa de trabajo en el centro, en este sector se encuentran maquinaria 3D y casilleros de almacenamiento, además de ellos se operan computadoras de trabajo sobre el mesón.

Figura 4.

Evaluación de la temperatura al medio día

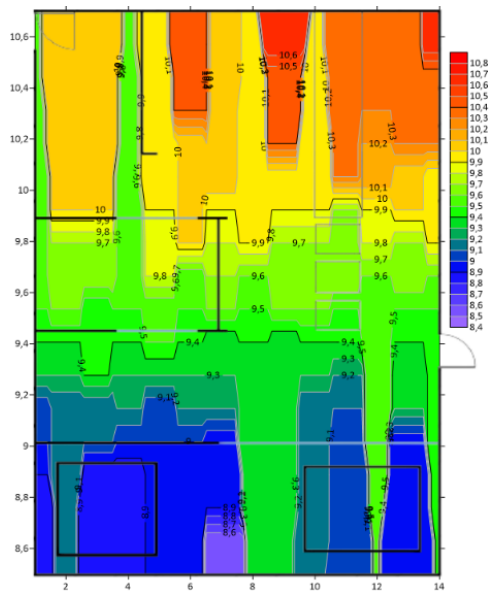


Nota: La información que se destaca fue recabada del Fab Lab de la Universidad Católica de Cuenca

En el área con mayor exposición a temperatura al medio día se encuentra a 10.4 °C, que es el mesón en U lado derecho y parte de la mesa de centro, en este sector se encuentran impresoras 3D y un ordenador, el área con menor temperatura es de 8.4 °C correspondiente al corte laser y maquinado CNC.

Figura 5.

Evaluación de la temperatura en la tarde

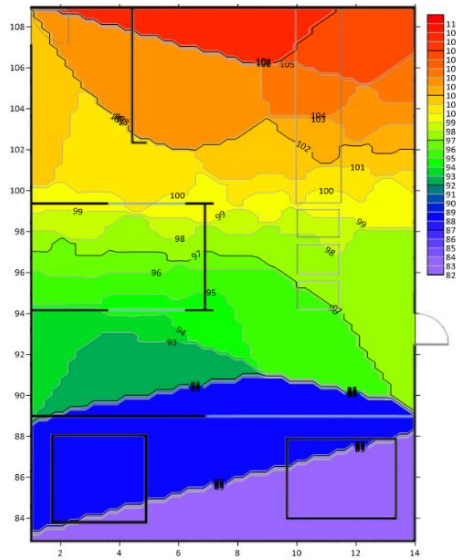


Nota: La información que se destaca fue recabada del Fab Lab de la Universidad Católica de Cuenca

En la tarde encontramos varios puntos con temperaturas que oscilan entre 10.4 y 10.8°C, que corresponden al área de impresión 3D, además del área de diseño gráfico e impresión, esta zona es utilizada para la impresión de documentos y procesos de sublimación.

Figura 6.

Evaluación del ruido en la mañana

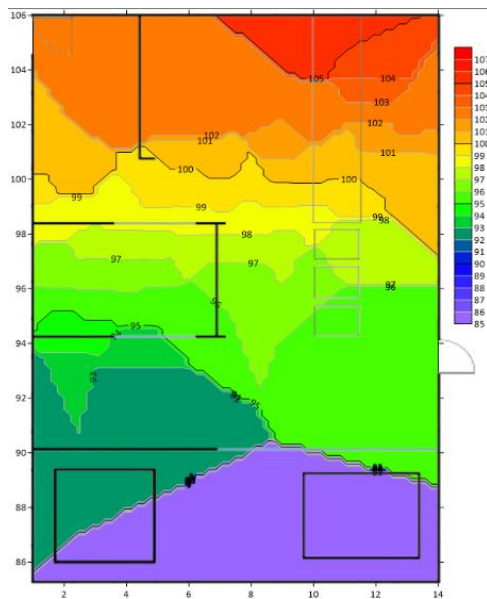


Nota: La información que se destaca fue recabada del Fab Lab de la Universidad Católica de Cuenca

La mayor cantidad de ruido presente en el laboratorio es en las mañanas ya que muestra un pico 110 dB, lo que corresponde al ventanal que está a la entrada del laboratorio y al mesón lateral en U. Además, existe moderada cantidad 95 a 96 dB de ruido en el área de diseño gráfico e impresión.

Figura 7.

Evaluación del ruido al medio día

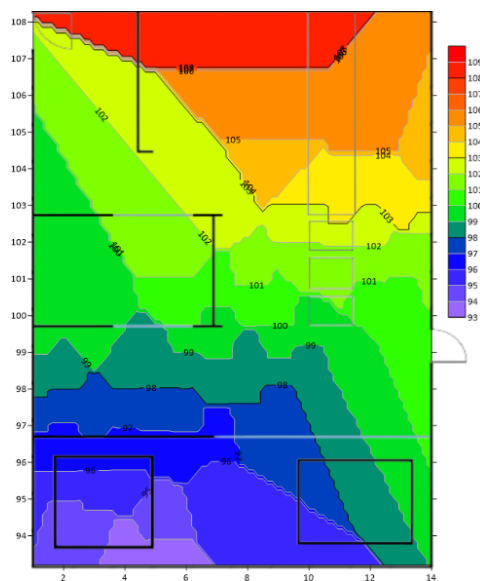


Nota: La información que se destaca fue recabada del Fab Lab de la Universidad Católica de Cuenca

Al medio día, la cantidad máxima de ruido registrada alcanza los 107 dB, lo cual supera ampliamente los niveles recomendados para ambientes laborales. Además, se detecta ruido significativo 100 a 109 dB en el mesón lateral derecho en forma de U y en el área de diseño gráfico e impresión.

Figura 8.

Evaluación del ruido por la tarde

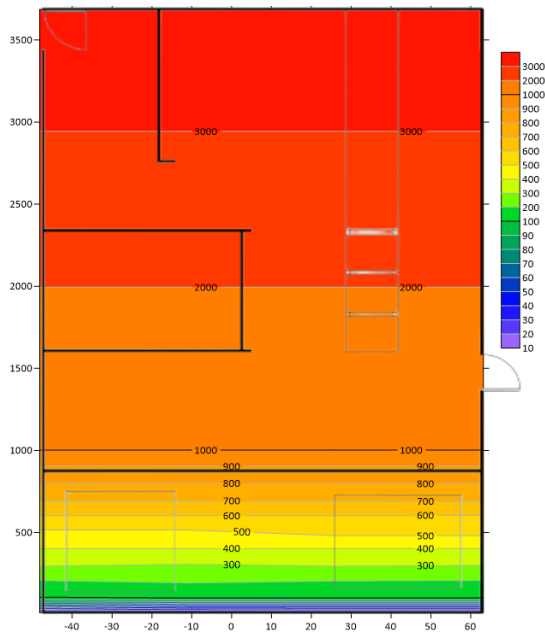


Nota: La información que se destaca fue recabada del Fab Lab de la Universidad Católica de Cuenca

En la Figura 8 se destaca que la mayor cantidad de ruido se encuentra en el área 2 del mesón lateral en U. En esta se evidencian un valor de alrededor de 109 dB, Por otro lado, en lo que respecta al área 3 se destaca un valor de 106 dB que corresponde a la mesa central. El área que representa un mínimo valor se traduce en las áreas 6 y 9; mesa posterior y diseño gráfico respectivamente con un valor de 93 a 94 dB.

Figura 9.

Evaluación de iluminación en la mañana

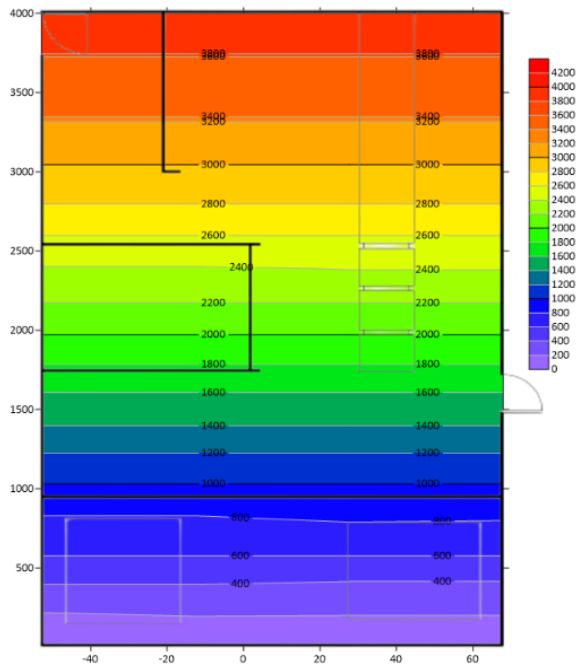


Nota: La información que se destaca fue recabada del Fab Lab de la Universidad Católica de Cuenca

En la Figura 9 se observa que la mayor cantidad de iluminación durante la mañana se encuentra en las áreas 1 a 3, correspondientes al ventanal, el mesón lateral en U y la mesa central, con un nivel aproximado de 3000 luxes. Por otro lado, en las áreas 4 y 5, que corresponden a la oficina y la cafetería, se registra un valor de 2000 luxes. El área con el nivel de iluminación más bajo es la 9, que corresponde al departamento de corte láser y maquinado, con un valor de 30 luxes.

Figura 10.

Evaluación de iluminación al medio día

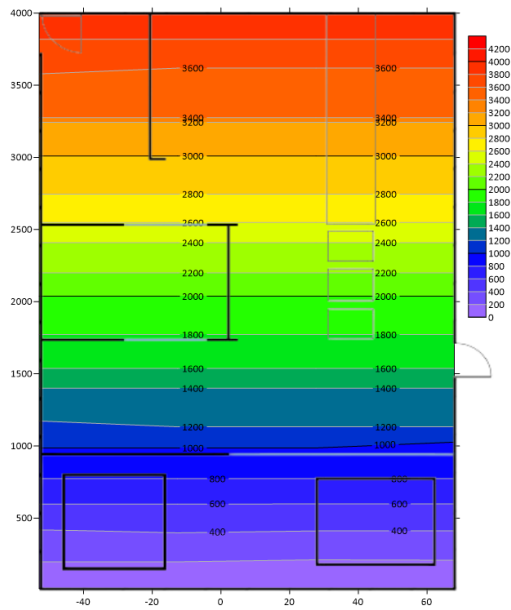


Nota: La información que se destaca fue recabada del Fab Lab de la Universidad Católica de Cuenca

En la Figura 10 se destaca que la mayor cantidad de iluminación al medio día, se encuentra en el área 1 a 3 del ventanal, mesón lateral en U, mesa central. En esta se evidencian un valor de alrededor de 4200 luxes. Además, en lo que respecta al área 4 y 5 se destaca un valor de 3000 luxes que corresponde a la oficina y cafetería. El área que representa un mínimo valor corresponde al área 6, 7 y 9 que corresponde a mesa posterior, cama plana y departamento de corte laser y maquinado con un valor de 800 a 400 luxes. Es importante resaltar que el valor mínimo corresponde al área 9 con un valor inferior a los 100 luxes.

Figura 11.

Evaluación de iluminación en la tarde



Nota: La información que se destaca fue recabada del Fab Lab de la Universidad Católica de Cuenca

En la Figura 11 se destaca que la mayor cantidad de iluminación en la tarde, se encuentra en el área 1 a 3 del ventanal, mesón lateral en U, mesa central. En esta se evidencian un valor de alrededor de 4000 luxes. Además, en lo que respecta al área 4 y 5 se destaca un valor de 2800 luxes que corresponde a la oficina y cafetería. El área que representa un mínimo valor corresponde al área 6, 7 y 9 que corresponde a mesa posterior, cama plana y departamento de corte laser y maquinado con un valor de 600 a 400 luxes. Es importante resaltar que el valor mínimo corresponde al área 9 con un valor inferior a los 100 luxes.

Las zonas 4 y 5 experimentan un aumento significativo de luz alrededor del mediodía, lo que indica un mayor suministro de luz a esa hora. Sin embargo, la iluminación en estas áreas es relativamente constante y no fluctúa mucho durante el día. Esto demuestra que, aunque estén lejos de la principal fuente de luz natural, siguen recibiendo suficiente luz durante todo el día. Por el contrario, las zonas 6, 7 y 9 tienen niveles de luz consistentemente más bajos que las demás. La zona 9, en particular, recibe la menor cantidad de luz natural en cualquier momento del día, lo que puede deberse a su ubicación o a la falta de acceso directo a fuentes de luz natural. Aunque hay un ligero

aumento de la iluminación durante la tarde, la iluminación en estas zonas sigue siendo insuficiente para algunos tipos de tareas.

Evaluación de datos

El análisis global de las condiciones de temperatura, ruido e iluminación en el laboratorio universitario revela importantes fluctuaciones a lo largo del día. En la mañana, la temperatura en el área más expuesta alcanza 12.4 °C, especialmente en el mesón lateral, lo que podría afectar el confort de los usuarios y el rendimiento de los equipos como las impresoras 3D y las computadoras. Al medio día, la temperatura desciende a 10.4 °C en el mesón lateral en U, y en algunas zonas alcanza un mínimo de 8.4 °C, como en el área de corte láser y maquinado CNC, lo que podría perjudicar el funcionamiento óptimo de las máquinas y causar incomodidad para los operarios.

En términos de ruido, las mañanas presentan el nivel más elevado, con picos de hasta 110 dB, principalmente en el ventanal y el mesón lateral en U. Este nivel de ruido excede los límites recomendados para entornos laborales, lo que representa un riesgo para la salud auditiva de los usuarios. Al medio día, los niveles de ruido bajan ligeramente a 107 dB, pero siguen siendo peligrosos, con la mayor concentración en las áreas de diseño gráfico e impresión. En la tarde, los valores de ruido siguen siendo altos, con registros de hasta 109 dB en algunas zonas.

En cuanto a la iluminación, las áreas cercanas al ventanal (1 a 3) registran niveles extremadamente altos, con hasta 3000 lux en la mañana y 4200 lux al mediodía, superando el rango recomendado para tareas visuales delicadas. Sin embargo, áreas como el departamento de corte láser y maquinado presentan niveles críticos de iluminación, con menos de 100 luxes durante el día, lo que es insuficiente para el tipo de actividades realizadas en esta zona. La tendencia continúa en la tarde, con zonas como la cafetería y la oficina recibiendo luz suficiente, mientras que áreas más alejadas de las fuentes de luz natural presentan iluminación deficiente.

CAPITULO 5

RESULTADOS

Conclusiones

Una vez finalizado el presente trabajo de investigación se puede denotar las siguientes conclusiones.

Una evaluación integral de las condiciones de temperatura, gases, ruido e iluminación en el Fab Lab de la Universidad Católica de Cuenca reveló que, si bien el ambiente es generalmente funcional para los procesos de fabricación, algunas áreas requieren ajustes para cumplir con los estándares de salud y seguridad. Las mediciones mostraron la necesidad de mejorar el control de la temperatura (7.6°C y 12.2°C en todas las áreas al respecto de la mañana), lo cual indica un ambiente frío y la reducción del ruido (al momento del día, con valores que van desde 82.9 dB hasta 109 dB superando el límite máximo permisible de 70 dB, en la tarde los valores también sobrepasan el límite, con niveles de hasta 108.3 dB). A la par también es necesario optimizar la iluminación en algunas zonas. Esto confirma la importancia del seguimiento continuo y de las medidas correctivas para garantizar un entorno adecuado, que contribuya al bienestar de los usuarios y a la eficiencia del trabajo en la fábrica.

El análisis teórico reveló que las condiciones ambientales en un entorno de trabajo como el estudiado son factores importantes que influyen tanto en el rendimiento de la máquina como en la salud y seguridad del usuario. Los principios fundamentales de ingeniería relacionados con la temperatura, los gases, el ruido y la iluminación indican que estos parámetros deben mantenerse dentro de límites razonables para evitar fallas en los equipos y garantizar un ambiente saludable. Además, se han identificado normas y directrices internacionales y nacionales que establecen límites permisibles para cada uno de estos factores.

Las mediciones realizadas en el Fab Lab revelaron la presencia de importantes variaciones de temperatura, y ruido en determinadas zonas, lo que podría suponer una amenaza para la salud y el confort de los usuarios. En cuanto a la iluminación, se encontraron áreas de baja visibilidad, que pueden afectar la precisión de las tareas manuales y el rendimiento general. Estos factores no sólo pueden afectar la eficiencia

operativa sino también causar problemas de salud a largo plazo, como fatiga ocular, problemas respiratorios o problemas de audición.

Finalmente, la evaluación de los datos obtenidos durante las mediciones en comparación con las normas legales vigentes en el Ecuador mostró que, si bien las condiciones para algunos parámetros se encuentran dentro de límites aceptables, algunas áreas no cumplen con los estándares requeridos, especialmente en lo que respecta al ruido e iluminación. Este incumplimiento puede tener consecuencias legales y afectar la salud y la seguridad de los usuarios del Fab Lab, así como la durabilidad y el rendimiento del equipo.

Recomendaciones

De igual manera se pueden enlistar las siguientes recomendaciones:

Para garantizar un entorno de trabajo seguro y saludable, se recomienda implementar un plan de gestión ambiental en el Fab Lab, que incluya un monitoreo periódico de la temperatura, la calidad del aire, el ruido y las condiciones de trabajo mediante sistemas de medición automatizados que identifiquen y analicen periódicamente estos parámetros, puesto que es necesario corregir las deficiencias identificadas, priorizar la instalación de sistemas de ventilación y filtrado del aire, barreras acústicas o dispositivos de protección contra el ruido, y mejorar la iluminación con fuentes regulables y energéticamente eficientes.

Dentro de este contexto se debería incluirse una formación periódica del personal administrativo y de los estudiantes sobre los fundamentos teóricos de las condiciones ambientales óptimas. Esto incluye crear conciencia sobre la importancia de mantener estos parámetros en niveles adecuados y cumplir con la normativa existente.

Así mismo, se recomienda contar con sistemas adecuados de ventilación y aire acondicionado para mantener la temperatura dentro del rango óptimo según su aplicabilidad o actividad desarrollada, especialmente en áreas donde se utilizan máquinas productoras de calor. También se recomienda instalar sensores para monitorear continuamente la calidad del aire, incluidas las concentraciones de gases potencialmente peligrosos, y adoptar sistemas de filtración en áreas críticas. En cuanto al ruido, se deben instalar barreras acústicas o disponer de dispositivos de protección auditiva. Por último, se debe mejorar la distribución lumínica con lámparas LED regulables y optimizar la luz natural.

Por último, pero no menos importante, es necesario adecuar las condiciones ambientales del Fab Lab para cumplir con los estándares nacionales e internacionales. Se recomienda medidas correctivas para resolver las discrepancias encontradas, como la instalación de sistemas adecuados de control de ruido, ventilación y aire acondicionado.

BIBLIOGRAFÍA

Bejarano, C., & Chuquimarca, L. (2023). Gestión de riesgos ergonómicos en los puestos de trabajo de la empresa Agrobest S.A. de la comunidad Gatazo Zambrano. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/11947>

Bonilla, S., Viera, D., & Guerra, P. (2021). *Seguridad industrial y capacitación: un enfoque preventivo de salud laboral*. Quito: Universidad Indoamericana.

Colobrants, J., Serra, A., & Matus, M. (2020). Los fab lab o la programación del mundo físico: Entre el bricoleur y el bricoler. *Economía Creativa*, 35.

consolidada, I. (2023). Calculador: Evaluación de la exposición al ruido, actualización. *legislacion consolidada*, 13.

Escobar, C. (2020). *Perfil antropométrico de trabajadores del Perú utilizando el método de escala proporcional*. http://revistas.udec.cl/index.php/Ergonomia_Investigacion/article/view/2409

Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. (2000). *Decreto Ejecutivo 2393. Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo*. <https://www.epemapar.gob.ec/wp-content/uploads/lotaip/2016/agosto/literal2/ejecutivo2393.pdf>

ISSA Excelencia en la Seguridad. (Octubre de 2022). *ISSA Excelencia en la Seguridad Social*. ISSA Excelencia en la Seguridad Social: <https://www.issa.int/es/guidelines/act/174308>

Lescano, M. (2018). Evaluación de los factores de riesgo psicosocial con el método ISTAS 21 versión media, para determinar las manifestaciones tempranas en la salud de los trabajadores. <https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/a4590fe1-cde9-4484-9ae1-8003c11ef2c6/content>

López, M., Román, E., & Oñate, C. (2021). Riesgos laborales por ruido e iluminación: caso de estudio de una empresa de calzado. *Odigos*, 17. <https://revista.uisrael.edu.ec/index.php/ro/article/view/444>

Lucas, P., & Artega, C. (2019). El clima laboral como factor clave en el rendimiento productivo de las empresas. estudio caso: Hardepex Cía. Ltda. *Cuadernos latinoamericanos de administracion*, 28.

Macías, M. (2020). El modelo decente de seguridad y salud laboral. Estrés y tecnoestrés derivados de los riesgos psicosociales como nueva forma de siniestralidad laboral. https://ejcls.adapt.it/index.php/rlde_adapt/article/view/813

Mejía, L. (2019). Perfil de puesto por competencias y su impacto en el proceso de selección y desempeño laboral de los colaboradores del Sistema de Administración Tributaria de Lima – SAT. Administración Tributaria de Lima. <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/10571>

Mendoza, P. (1999). Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT. 6.

Ministerio de trabajo y asuntos Sociales. (1997). Evaluación de riesgos laborales. *Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo*, 13.

Mogollón, M., Sambrano, N., & Moncada, A. (2020). Efectos del ruido en la calidad vocal de docentes de instituciones educativas. *Riics*, 15. <https://revista.uisrael.edu.ec/index.php/ro/article/view/444>

Noroña, D., & Vila, L. (2022). Exposición al ruido y su repercusión en la sordera laboral en trabajadores de la construcción. *Conecta Libertad*, 98.

Onofre, L. (2019). Influencia del estrés laboral en el desempeño laboral del personal de la Dirección de Talento Humano del Hospital de Especialidades Fuerzas Armadas n.º 1, Quito, en el año 2019. Universidad Andina Simón Bolívar. <https://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/8191>

Pons, I., & Nogareda, S. (1999). NTP 451: Evaluación de las condiciones de trabajo: métodos generales. 6.

Romero, Z., & Lora, H. (2020). La gestión de las compensaciones como estrategia para la retención, la eficiencia y la eficacia del talento humano. *Universidad de Cartagena*, 27(1), 87-98. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8071228>

Sanz, J., García , O., & Portela , J. (2016). EVALUACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE LA ILUMINACIÓN EN PUESTOS DE TRABAJO. *Servicio de Ediciones y Publicaciones. INSHT*, 28.

Torres , E., & Ríos, A. (2024). Fab-Lab, caja de herramientas para fortalecer los procesos de innovación en cooperación solidaria para la ciencia, la tecnología y la innovación (CS+CT&I). *Editorial*, 20.

Vásconez, D. (2020). Efectos contrastivos de la evaluación de la contaminación ambiental en dos zonas del Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador. *UPS*, 26.

Anexos

Anexo 1 Toma de datos

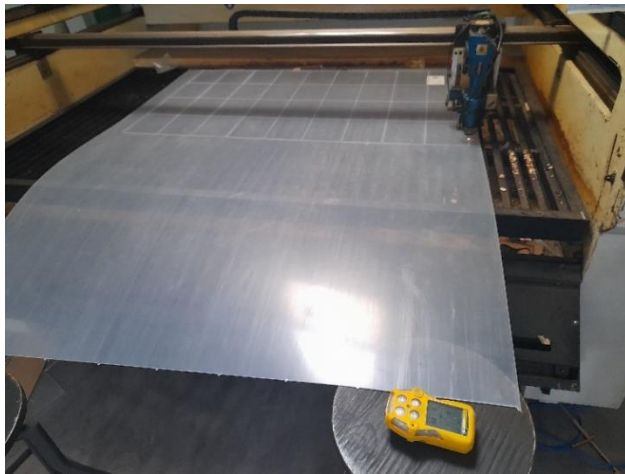


Señalización de 1 m² para la evaluación

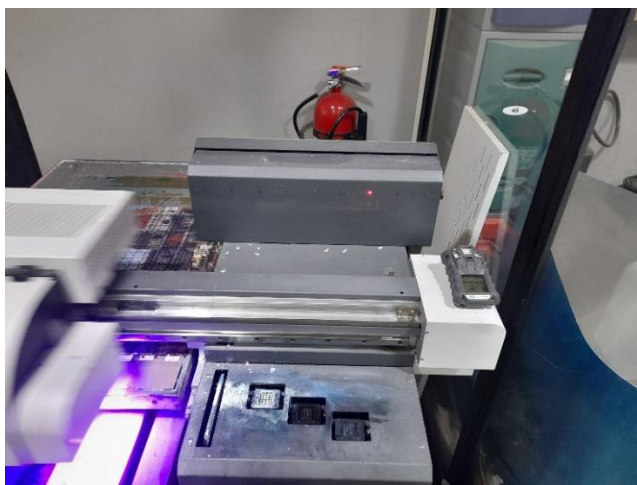
Anexo 2: Equipos de medición



Termómetro de aire, sonómetro y luxómetro



Detector de gases MSA



Detector de gases MSA

**AUTORIZACION DE PUBLICACION EN EL REPOSITORIO
INSTITUCIONAL**

Yo, William Fabricio Castro Camas portador de la cédula de ciudadanía N.º 0350064119. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación “Evaluación de las condiciones de temperatura, gases, ruido e iluminación en el Fab Lab de la Universidad Católica de Cuenca” de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, Así mismo; autorizo a la Universidad para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 17 de octubre de 2024

F: 

William Fabricio Castro Camas

0350064119