

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE INGENIERÍA

**Implementación de una Cámara Climática para
la Formación Práctica en Ingeniería**

TESIS

Que para obtener el título de

Ingenieros industriales

P R E S E N T A N

Claudio Ordoñez Gutiérrez

Beatriz Reyes Santiago

DIRECTOR DE TESIS

Dr. Jesús Manuel Dorador González



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Índice

Planteamiento del problema	7
Objetivo	9
Hipótesis	9
Alcance.....	9
Capítulo 1 Estado del arte	12
Cámaras de techo abierto (Open Top Chambers. OTC)	13
Cámaras de ambiente controlado.....	13
Cámaras de simulación ambiental para control de calidad	14
Simuladores de transportes	14
Simulador de manejo	15
Cámara de Hipoxia.....	15
Capítulo 2 Factores de riesgo en el clima laboral.....	18
Temperatura	18
Ruido	22
Humedad.....	25
Iluminación.....	28
Conclusiones del capítulo:	33
Construcción de la cámara de ambiente controlado.....	46
Conclusiones del capítulo:	48
Capítulo 4 Simulación de las variables.....	50
Simulación de ambientes de trabajo.....	50
Adquisición de equipo	55
Equipos adquiridos.....	56
Conclusión de capítulo.....	57
Capítulo 5 Manual de prácticas	59
Práctica 1	60
Práctica 2	62
Práctica 3	66

Análisis de las prácticas	69
Simulación de ambientes	72
Análisis de los resultados obtenidos en las prácticas.....	73
P1 G1: Prueba 1 Grupo 1.....	74
P1 G2: Prueba 1 Grupo 2.....	74
P2 G1: Prueba 2 Grupo 1.....	74
P2 G2: Prueba 2 Grupo 2.....	74
Análisis por variables	74
Análisis de la presión	74
Análisis de la temperatura.....	75
Análisis de la humedad.....	76
Análisis del ruido.....	78
Análisis de la luminosidad	78
Análisis por grupo.....	79
Análisis de presión	80
Análisis de temperatura	81
Análisis de la humedad.....	82
Análisis de ruido.....	83
Análisis de iluminación.....	84
Conclusiones.....	86
Apéndice	87
Glosario:	94
Anexos	96
Referencias:.....	97

Agradecimientos:

Durante la elaboración de esta tesis, muchas personas me preguntaron el motivo de hacerlo existiendo diversas formas para titularme. Yo simplemente quería aprovechar esta oportunidad para realizar una investigación seria ya que no pienso dedicarme a la investigación y escribir algo con el apoyo de mi compañera de tesis Beatriz que fuera nuestro. Esta parte la dedico a las personas me apoyaron algunas estando de acuerdo y otras difiriendo de la idea de hacerla, agradecerles me llevaría un capítulo completo así que trataré de ser lo más breve posible.

“A mi madre quien me impulsó con su inmenso cariño y sabiduría durante toda la carrera y enseñarme a luchar por mis sueños y nunca rendirme.”

“A mis tías quienes forman parte importante de mi vida y de muchas formas la complementan, gracias por su cariño y por siempre confiar en mí.”

“A mi hermano y primos sin ustedes mi vida no sería la misma, doy gracias a la vida por tenerlos y seguir compartiendo momentos indescritibles.”

“Al doctor Jesús Manuel dorador quien siempre mostró disposición y paciencia para guiarnos, y por hacer posible este proyecto.”

“A mis amigos quienes me apoyaron en los momentos difíciles y hacer de la escuela un segundo hogar.”

A Itzel quien me apoyó a dar el último empujón para concluir el proyecto brindándome ideas y cuestionamientos que complementaron el trabajo además de darle su toque de alegría a mis días.

“y A la profesora Claudia González y a su grupo quienes mostraron apertura para tomar los datos y lo hicieron con la mejor disposición”.

Claudio Adrián Ordoñez Gutiérrez

Agradecimientos:

Con este trabajo finaliza una de las mejores etapas de mi vida, y a su vez, una etapa que requirió de esfuerzo, dedicación y muchos sacrificios, con un único pero invaluable propósito, el conocimiento.

Son muchas las personas que en su momento han hecho bonita mi existencia, y que se ganaron un lugar especial en mi corazón, personas que influyeron con sus palabras, enseñanzas, apoyo y amor.

Gracias al Dr. Jesús Manuel Dorador, por guiarnos y dedicar su tiempo a este proyecto, por compartir sus conocimientos y experiencia, por sus consejos y su dedicación.

Gracias a mis padres Irene y Jaime, por enseñarme el valor del trabajo y la perseverancia, por su apoyo y amor incondicional, y por darme el regalo más grande de todos, la educación.

Gracias a mi hermano Misael, por acompañarme en todo este trayecto, por ser mi cómplice y apoyo.

Gracias a mi tía Mary (Q.E.P.D) por haber sido una segunda madre. A mi prima Gaby, a Sergio y a todos mis familiares.

Gracias a Sandra Luz Amaya Reyes, por su dedicación y amor a la enseñanza, por ser la maestra de la que más recuerdos memorables tengo.

Gracias a mis amigos por sus palabras de aliento en los momentos difíciles, por los buenos momentos y por todas las aventuras compartidas.

Gracias a la familia González Vargas, especialmente a Daniel.

Gracias a la UNAM, por brindarme profesores de excelencia, instalaciones de inigualable belleza y conocimientos de calidad, por prepararme para la vida profesional.

Beatriz Reyes Santiago

Resumen

El presente trabajo muestra el procedimiento llevado a cabo, para la creación de una Cámara de ambiente controlado en la Facultad de Ingeniería de la UNAM. Con ello se busca fortalecer la formación docente y estudiantil, mediante la enseñanza y el aprendizaje prácticos, en un ambiente análogo al profesional.

Este documento está dividido en dos ejes fundamentales; el primero se enfoca en el diseño conceptual y los antecedentes que permitieron llegar a él. El segundo se enfoca en la implementación y puesta en marcha de la cámara, mediante pruebas realizadas en un grupo piloto de alumnos, de la Facultad de Ingeniería.

En lo correspondiente a la etapa de diseño, se abordan datos relevantes, encontrados a partir de la consulta de trabajos de similar naturaleza; desarrollados a nivel nacional e internacional, con finalidades que van desde el ámbito deportivo, hasta el industrial. También se muestra el análisis realizado para determinar las dimensiones óptimas de la cámara y posteriormente se hace una comparación con las dimensiones del espacio disponible, según la función y el uso que se le han determinado. En vista de las múltiples variables que se pueden controlar en una cámara de este tipo, se realiza una selección de aquellas que juegan un papel determinante en el desempeño de un trabajador en la industria y se hace mención de aquellas Normas Oficiales Mexicanas que las refieren. Además, se muestra la metodología adoptada para elegir los equipos que serán responsables de la simulación de las variables.

En la parte correspondiente a la implementación se desarrolla la propuesta para un manual de prácticas, que permita la introducción a la cámara de ambiente controlado, así como el conocimiento de los equipos que lo componen, su correcto funcionamiento y los alcances de un laboratorio de este tipo, en beneficio de su formación profesional.

Asimismo se planteará el uso de la cámara para investigaciones relacionadas con el área de ingeniería en sistemas biomédicos.

Este trabajo se desarrolló en el marco de los proyectos PAPIME PE102915 "Diseño para manufactura y ensamble" y PE109818 "Enseñanza de la ergonomía".

Introducción

La Ingeniería en todas sus ramas juega un papel fundamental en el desarrollo de la sociedad. Esto se logra mediante el máximo aprovechamiento de recursos; materiales, tiempos, movimientos, esfuerzos, y será realizado a través del menor impacto ambiental posible. Este panorama, nos obliga a proporcionar educación de calidad, para lograr el egreso de ingenieros preparados.

En la actualidad existe una búsqueda constante y un interés creciente por la formación de profesionales competentes, se encuentra implícita la necesidad de que cuenten con herramientas adecuadas para poder incorporar sus conocimientos en el demandante clima laboral. En este contexto, la capacidad para resolver problemas, la aplicación de las bases teóricas en casos prácticos, la habilidad de trabajar en equipo, entre otras, deben destacar como cualidades primordiales de un egresado.

Por esta razón y por la inminente necesidad de aprovechar el gran avance de recursos tecnológicos disponibles en la actualidad, se impulsó la implementación de una cámara de ambiente controlado, para impulsar la formación práctica de los estudiantes, principalmente de la carrera de Ingeniería Industrial.

A través de esta herramienta, los estudiantes tendrán un acercamiento al mundo laboral al simular distintos ambientes de trabajo, en sus respectivas condiciones, esto permitirá establecer climas adecuados en función de las actividades que se realicen y a su vez, implementar normas de seguridad que ayuden en la prevención de riesgos laborales.

Todos los propósitos antes mencionados estarán respaldados por pruebas y datos susceptibles a ajustes y actualizaciones, que impulsen el máximo aprovechamiento del laboratorio.

Planteamiento del problema

Actualmente existen diversos factores que afectan el desempeño de los trabajadores al realizar una tarea determinada. y estos factores tienen un diferente grado de impacto. A razón de esto se propone la siguiente ecuación para caracterizar el nivel de desempeño de una actividad determinada:

$$E_p(x_1) + C_c(x_2) + H_p(x_3) + T_t(x_4) + E_a(x_5) = D$$

Dónde:

E_p = Experiencia previa de la actividad a realizar

C_c = Condiciones climáticas del ambiente de trabajo

H_p = Habilidades personales (por género, edad, etc)

T_t = Tiempo de la tarea o duración total

E_a = Estado anímico del trabajador

D = Desempeño del trabajador

Los valores x_1, x_2, x_3, x_4 corresponden a valores ponderados que actualmente se desconocen, pero indican que cada factor tiene un peso distinto sobre el desempeño del trabajador.

Existen muchos más factores que afectan el desempeño de un trabajador sin embargo el considerarlos implicaría un nivel más complejo de análisis y los resultados que se obtengan tendrían un mayor nivel de error.

En el cuarto semestre de la carrera de ingeniería industrial se imparte la asignatura de Estudio del trabajo. En el temario de la materia se abordan temas como: condiciones y medio ambiente de trabajo y también subtemas como:

- Definición de ergonomía y seguridad industrial.
- Condiciones de trabajo básicas (iluminación, ventilación, ruido, color, orden y limpieza, humedad).
- Instrumentos de medición.
- Tres divisiones básicas para el diseño del trabajo (uso del cuerpo humano, disposición del área de trabajo y uso de herramientas y dispositivos).¹

Sin embargo, la cámara de condiciones controladas con la que cuenta el laboratorio destinado a esta asignatura no cuenta con el espacio ni con las herramientas necesarias para el correcto desarrollo de las prácticas.

Por otro lado, es importante mencionar la importancia que tiene la práctica dentro de la enseñanza, puesto que permite interrelacionar los conocimientos adquiridos y prepara a los estudiantes para el ambiente laboral.

¹ Información consultada del plan de estudios 2016 de la carrera de Ingeniería Industrial de la UNAM. Fuente: http://www.ingenieria.unam.mx/programas_academicos/licenciatura/Industrial/2016/asignaturas_industrial_2016.pdf

Como consecuencia a las observaciones antes mencionadas, surge la propuesta para la creación de la Cámara de ambiente controlado. Debido a sus características, este espacio permitirá la realización de las prácticas de la asignatura en cuestión. Además ofrecerá la posibilidad de variar los parámetros ambientales, simulando así diversos climas de trabajo en la industria, con la posibilidad de buscar aquellas condiciones que favorezcan la realización de labores, y velando siempre por la seguridad y bienestar de los trabajadores.

Objetivo

El principal objetivo detrás de la construcción de la cámara de ambiente controlado es utilizar la tecnología en beneficio de la formación de los estudiantes que se preparan para incorporarse al mundo laboral.

En el proceso de formación muchas veces no se cuenta con las herramientas o las posibilidades de poner a los estudiantes en situaciones o ambientes realistas o con la mayor fidelidad a los del entorno de trabajo. Por esta razón centramos nuestra atención y capacidades en la elaboración de este proyecto, esperando que sirva también como antecedente para futuras innovaciones que se desarrollen sobre la misma línea de acción y siempre velando por el desarrollo de los futuros ingenieros.

Hipótesis

Las variables laborales ambientales como son ruido, iluminación, temperatura y humedad son un factor significativo que afecta el desempeño de los trabajadores al realizar una tarea determinada.

Alcance

El presente trabajo da conocer la propuesta de diseño, desarrollo, construcción y puesta en marcha de dicha cámara. La función principal es simular distintos ambientes de trabajo mediante el control de cuatro parámetros básicos: temperatura, humedad, ruido e iluminación.

Se mostrará también el proceso de diseño de las prácticas que han de realizarse en el interior del laboratorio, mediante las cuales se medirá la respuesta de los estudiantes, ante las variaciones ambientales.

Los resultados obtenidos en las prácticas y relacionados con el desempeño de los estudiantes en la realización de actividades específicas, nos permitirán obtener una serie

de datos susceptibles a ser analizados e interpretados como estándares de medición sobre las condiciones del trabajo. De esta manera se podrán establecer las condiciones ambientales óptimas de trabajo, la manera correcta de realizar las actividades y a su vez disminuir los riesgos de trabajo.

Cabe mencionar que a futuro se contempla la posibilidad de extender los beneficios de la cámara a los alumnos de otras carreras de la Facultad de Ingeniería.



Capítulo 1

Estado del arte



Capítulo 1 Estado del arte

Una cámara de simulación en general tiene por objetivo, recrear de la manera más cercana a la realidad, las principales condiciones, variables o factores que afectan un entorno o un producto.

A continuación se presentan algunas definiciones que para el propósito del proyecto, se adaptan al contexto de trabajo:

Según (Pierre, 2009) "...son objetos de aprendizaje que mediante un programa de software, intentan modelar parte de una réplica de los fenómenos de la realidad y su propósito es que el usuario construya conocimiento a partir del trabajo exploratorio, la inferencia y el aprendizaje por descubrimiento."²

Según (Banks, 2007) "...es el desarrollo de un modelo lógico matemático de un sistema, de tal forma que se tiene una imitación de la operación de un proceso de la vida real o de un sistema a través del tiempo. La simulación involucra la generación de una historia artificial de un sistema, la observación de esta historia mediante la manipulación experimental ayuda a inferir las características operacionales de tal sistema."³

Estas definiciones se encuentran estrechamente ligadas al propósito central de la construcción de la cámara de ambiente controlado, y de ellas podemos resaltar algunos aspectos importantes como:

- Las aplicaciones de la tecnología para el diseño, construcción y control de soluciones a las demandas de la vida cotidiana.
- La simulación de procesos reales a través del control de variables físicas que tienen algún grado de impacto sobre el cuerpo humano y sus funciones, productos o servicios.
- El análisis de los resultados, para conocer a detalle el impacto generado por las condiciones ambientales, y proponer medidas de prevención de riesgos, de transporte o de manejo.
- En la actualidad el mundo de la simulación ofrece una muy amplia gama de productos para sectores específicos. Para el objeto de estudio abarcado en este trabajo se muestran a continuación algunos trabajos relacionados.

²Pierre Peña, Msc. Teoría de Simuladores". 2009. [Consulta: 11 de diciembre de 2015]
Recuperado de : <https://es.scribd.com/document/242895107/TEORIA-DE-SIMULADORES>

³ Banks, Jerry. 2007. Dirección Nacional de Servicios Académicos Virtuales.. [Online] 2007. [Consulta: 11 de Diciembre de 2015.]
Recuperado de

<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4060010/lecciones/Capit%20ulo1/simulacion.htm>

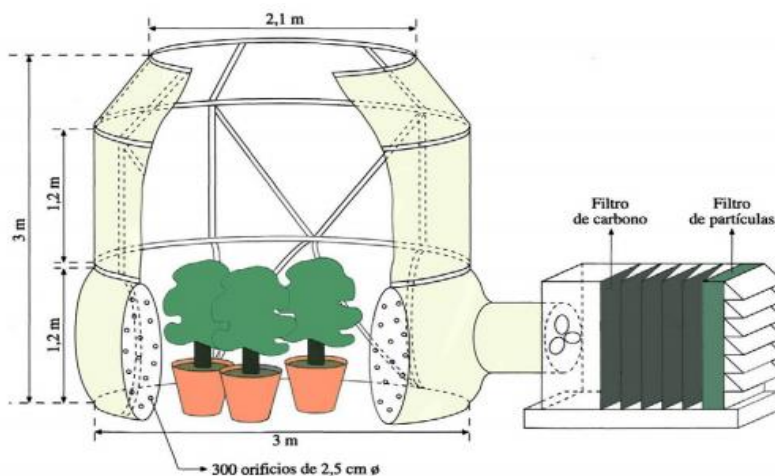
Cámaras de techo abierto (Open Top Chambers. OTC)

Son cámaras que permiten controlar parámetros físicos para simular condiciones que faciliten el estudio de material biológico (plantas). Funcionan mediante un conjunto de equipos capaces de modificar el ambiente donde se encuentra el material de estudio, permitiendo el paso de radiación solar y regulando la calidad en el aire mediante filtros de carbono y de partículas los cuales permiten simular diferentes escenarios únicamente a diferentes niveles de calidad del aire.

Todo esto con el objetivo de analizar el crecimiento y desarrollo de las plantas mediante diferentes niveles de calidad en el aire.

Las cámaras de OTC han sido una gran influencia en el crecimiento de plantas debido a su funcionamiento, el cual se asemeja al de un invernadero.

Figura 1.1 Esquema de cámara de techo abierto (OTC) y sistema de ventilación forzada con filtros



FUENTE: www.researchgate.net/publication/28161650

Cámaras de ambiente controlado

Dentro de la misma categoría, existen las cámaras de ambiente controlado, las cuales se usan principalmente para estudios de laboratorio y a diferencia de las OTC son cámaras cerradas.

Debido a su diseño y estructura permiten recrear una atmósfera mediante el control de variables tales como temperatura, luz, humedad, nutrientes, etc., lo cual posibilita la realización de pruebas variando uno o más parámetros y analizando el impacto que tienen en el crecimiento de las plantas.

Ventajas de las cámaras de ambiente controlado

- Permiten un estudio con una aproximación mejor.
- No permite interacción con variables externas al sistema.
- Permite controlar varios parámetros al mismo tiempo.
- Se ajusta con mayor precisión y exactitud.

Desventajas

- Problemas cuando se manejan contaminantes reactivos
- Escasez de materiales transparentes en el Rango UV-vi que sean químicamente inertes

Cámaras de simulación ambiental para control de calidad

Estas cámaras surgen a partir de la necesidad de mantener altos estándares de control de calidad en productos de distintas ramas de la industria.

Ya que, “la vida útil de los productos y/o componentes se puede ver severamente influenciada por las condiciones climáticas y por cambios bruscos de temperatura durante el transporte, almacenamiento o simplemente por su uso diario, la simulación ambiental es entonces la mejor forma de reproducir posibles fallos en los productos.”⁴

Este tipo de cámaras permiten predecir y estimar el tiempo de vida de distintos productos en condiciones particulares.

Simuladores de transportes

En algunos tipos de simuladores, además de la variación de las condiciones ambientales, también se hace uso de otras herramientas como son la proyección de

⁴ Antonio Roldán. (2006). El envejecimiento climático acelerado y la simulación de condiciones ambientales extremas con cámaras de ensayos. 2018, de interempresas Sitio web: <http://www.interempresas.net/Quimica/Articulos/7584-envejecimiento-climatico-acelerado-simulacion-condiciones-ambientales-extremas-camaras.html>

imágenes y sonidos que, dependiendo de las actividades a realizar, pueden jugar un papel fundamental, por ejemplo en la capacitación, para operación de transportes y maquinaria pesada.

Las imágenes y sonidos permiten reproducir con mayor fidelidad el área de trabajo bajo estudio, además de generar una función adicional, mediante la inserción de distractores espontáneos durante la capacitación.

Los simuladores de transportes que tienen aplicación directa en la capacitación del capital humano "...reducen considerablemente los costos, riesgos y el tiempo invertido en comparación con la formación en aviones y/o vehículos reales. Ya se trate de volar un avión, conducir un vehículo, o evacuar pasajeros de la cabina del avión, se necesita recrear la realidad."⁵

Las cabinas de capacitación son adaptadas para cumplir requerimientos específicos, por lo que las secuencias de imágenes y sonidos, así como el herramental y mobiliario internos, cambiarán de acuerdo con el sector industrial al que se refieran.

Simulador de manejo

Son cabinas que permiten la formación de conductores, tanto para la enseñanza básica como para la evaluación y expedición de licencias de conducir, a través de la simulación realista que contempla distintas circunstancias de riesgo. Estas cabinas ofrecen una amplia cartera de ventajas, como son: la automatización del proceso de expedición de licencias, incorruptibilidad en el sistema, gestión de usuarios e identificación de usuarios por medio de huella biométrica, entre otros.

Cámara de Hipoxia

Una cámara de hipoxia es un tipo de simulador principalmente usado en el mundo del deporte de alto rendimiento para simular distintas condiciones de altitud.

Resultan de gran utilidad debido a que existe una relación directamente proporcional entre el aumento de los valores sanguíneos (mayor producción de glóbulos rojos, hemoglobina y hematocrito) y el incremento de la capacidad de transporte de oxígeno en la sangre, derivando en un incremento de la resistencia.

⁵ Fuente: <https://www.boschrexroth.com/es/mx/industrias/aplicaciones-e-ingenieria-de-maquinaria/simuladores/motion-simulation-technology-1> - Consulta: 28 de abril de 2016

Otro beneficio relacionado con la mejora en el transporte de oxígeno se debe a un incremento en el número de vasos sanguíneos de bajo calibre (en la musculatura activa), incrementando su utilización.



Capítulo 2

Factores de riesgo en el clima laboral

Capítulo 2 Factores de riesgo en el clima laboral

Como se mencionó en el apartado introductorio, se ha contemplado la recreación de distintos entornos industriales, mediante la variación y control de cuatro parámetros principales: temperatura, iluminación, ruido y humedad.

La selección de estos parámetros, se encuentra en función del grado de impacto, que generan sobre el desempeño de los trabajadores y/u operadores, durante la realización de sus actividades⁶. A continuación se analiza de manera individual este grado de impacto mencionado.

Temperatura

La temperatura es un factor de suma relevancia para las prácticas que se implementarán mediante la cámara de ambiente controlado, ya que, en el ambiente laboral, en distintos tipos de industria, juega un papel determinante sobre el desempeño de los trabajadores.

El cuerpo humano tiene la capacidad de regular la temperatura interna para mantenerla dentro de los rangos que permitan el correcto funcionamiento del organismo, sin embargo, si se presenta una exposición a temperaturas elevadas durante largos periodos de tiempo, la temperatura interna del cuerpo puede verse afectada de tal manera que se ponga en riesgo la salud e incluso la vida.

Por esta razón se ha elegido la simulación de este parámetro dentro de la cámara de ambiente controlado, por la importancia de conocer las condiciones óptimas para la realización de actividades, así como las jornadas correctas de trabajo bajo estas condiciones.

Dentro del conjunto de las Normas Oficiales Mexicanas podemos obtener información acerca de los lineamientos referentes a esta variable, lo cual más adelante nos servirá de preámbulo para establecer las condiciones sobre las que se trabajará durante la realización de las prácticas dentro de la cámara.

La norma que hace referencia al factor de temperatura, es la **NORMA Oficial Mexicana NOM-015-STPS-2001**, bajo el título “**Condiciones térmicas elevadas o abatidas- Condiciones de seguridad e higiene**”. En la norma antes citada se presentan varias

⁶ Para el presente trabajo sólo se habla de cuatro parámetros, pero existen muchos más que conforman el clima laboral, y que afectan el desempeño de los trabajadores. La presión, es un claro ejemplo de esto, pero no se ha tomado en cuenta, debido a las consecuencias que podría generar sobre la salud, un cambio de presión durante la realización de las prácticas.

definiciones que para mayor practicidad han sido incorporadas al Glosario, y pueden ser consultadas en la parte final del documento.

En el apartado número 8 de esta norma se muestran tablas que nos son de gran utilidad, ya que se encuentran establecidos en valores numéricos los límites permisibles de exposición bajo condiciones específicas. Esto nos permitirá realizar una evaluación al momento de realizar la práctica correspondiente dentro de la cámara.

Existen dos tablas con las que trabajaremos en principio, la primera hace referencia a los límites máximos permisibles de exposición para condiciones térmicas elevadas y la segunda para condiciones térmicas abatidas.

La primera tabla que analizaremos será para condiciones térmicas elevadas. Esta se muestra a continuación:

TABLA 2.1

Límites máximos permisibles de exposición a condiciones térmicas elevadas

Temperatura máxima en °C			Porcentaje del tiempo de exposición y de no exposición
Régimen de trabajo			
Ligero	Moderado	Pesado	
30	26.7	25	100% de exposición
30.6	27.8	25.9	75% de exposición 25% de reposición en cada hora
31.7	29.4	27.8	50% de exposición 50% de reposición en cada hora
32.2	31.1	30	25% de exposición 75% de reposición en cada hora

FUENTE: <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/3581/stps/stps.htm>

En la Tabla 2.1 se establecen los tiempos máximos permisibles de exposición y el tiempo mínimo de recuperación para jornadas de trabajo de ocho horas.

Ejemplo con régimen de trabajo pesado

Analizando la tabla 2.1 podemos notar que, por ejemplo, para un régimen de trabajo *pesado* a una temperatura máxima de 30°C el tiempo de exposición por cada hora, debe ser únicamente del 25% del tiempo y 75% de reposición, es decir, que el trabajador solamente podrá permanecer en el lugar de trabajo con estas condiciones un lapso de 15 minutos y descansar 45 minutos. Se deberá trabajar en estas condiciones de manera repetitiva cada hora, hasta completar la jornada de trabajo diaria, estipulada por la ley, que es de 8 horas.

Esto se debe a que, la exposición a temperaturas elevadas, en combinación con la realización de actividad física pesada, propicia la rápida deshidratación del cuerpo, y a su vez aumenta la probabilidad de un desequilibrio en las proporciones de minerales en el trabajador/operario, afectando la seguridad y productividad del trabajador.

Ejemplo con régimen de trabajo ligero

Si ahora tomamos como ejemplo el caso de un régimen de trabajo *ligero*, y suponemos que la temperatura en el lugar de trabajo, es de igual manera, de 30° C, observamos en la tabla que el porcentaje de exposición puede ser del 100%, es decir, que podemos permanecer en la estación o área de trabajo, las ocho horas que indican la jornada laboral, sin necesidad de requerir un tiempo destinado a la recuperación o descanso.

La segunda tabla que analizaremos es la que se presenta a continuación y que hace referencia a los tiempos máximos permisibles de exposición en condiciones térmicas abatidas.

Es importante recalcar que el sector de la industria que hace referencia a un clima laboral con estas condiciones es mucho más específico, pero, es relevante conocer la normatividad relacionada ya que esta información nos será de utilidad en el diseño del Manual de Prácticas del Laboratorio de Estudio del Trabajo, que se abordará más adelante.

También cabe señalar que debido al equipo que se usará para simular las variaciones de temperatura, no se alcanzarán aquellas que se encuentren por debajo de los 18°C. Esta, a primera instancia, podría parecer una limitación. Pero, sin embargo, se debe tomar en cuenta que para realizar prácticas a temperaturas tan bajas se requiere de equipo especializado para poder realizar la exposición sin riesgos para la salud.

Condiciones térmicas abatidas.

TABLA 2.2

Límites máximos permisibles de exposición a condiciones térmicas abatidas

Temperatura en °C	Exposición Máxima Diaria
De 0 a -18	8 horas
Menores de -18 a -34	4 horas; sujeto a periodos continuos máximos de exposición de una hora; después de cada exposición, se debe tener un tiempo de no exposición al menos igual al tiempo de exposición.
Menores de -34 a -57	1 hora; sujeto a periodos continuos máximos de 30 minutos; después de cada exposición, se debe tener un tiempo de no exposición al menos 8 veces mayor que el tiempo de exposición.
Menores de -57	5 minutos

FUENTE: <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/3581/stps/stps.htm>

En la Tabla 2.2 se relacionan las temperaturas del índice de viento frío, tiempo de exposición máxima diaria y el tiempo de no exposición.

Un punto importante a mencionar de la tabla 2.2 respecto a la anterior, es la referencia usada para el tiempo de exposición máxima, ya que, en la *Tabla 2.1*, del apartado *Condiciones térmicas elevadas*, la información está referida a la jornada de trabajo establecida de acuerdo a la ley, que es de ocho horas. Sin embargo en la *Tabla 2.2* del apartado *Condiciones térmicas abatidas*, los límites de exposición establecidos hacen referencia a una jornada diaria, pudiendo ser esta menor a ocho horas, según sea el caso.

Es decir, que si la temperatura del clima laboral donde un operario/trabajador realiza sus actividades, es hasta de -18°C, podrá permanecer hasta ocho horas durante un día, aunque no se especifica si se requiere de un tiempo de recuperación, siempre y cuando se haga uso del equipo de seguridad que corresponda.

Por otro lado, si la temperatura del lugar de trabajo alcanza hasta -57°C, Sólo se podrá permanecer en el área un máximo de 5 minutos, por día. Ya que, si se supera este tiempo, las repercusiones al cuerpo humano podrían ser graves.

Simulación y control de la variable Temperatura

Para poder realizar una evaluación del desempeño de los estudiantes, en la cámara de ambiente controlado es indispensable variar los rangos de trabajo. Para esto se usarán límites de temperatura bajos y límites de temperatura altos. Estos fueron elegidos

respetando los estándares de temperatura y exposición máxima permisible fijados en la **Norma Oficial Mexicana NOM-015-STPS-2001 “Condiciones térmicas elevadas o abatidas-Condiciones de seguridad e higiene”**, para asegurar la integridad física de los practicantes.

La simulación de la temperatura se hará a partir de un sistema de aire acondicionado frío/caliente, con capacidad para 1 Tonelada de enfriamiento⁷, esta capacidad se calculó a partir de las dimensiones destinadas al laboratorio.

Ruido

El ruido es un parámetro que juega un papel muy importante dentro de la industria ya que se presenta en todos los tipos existentes, aunque sea en niveles mínimos.

Dentro de la industria, es uno de los factores que más se descuida, y esto se debe por un lado debido al poco interés por parte de los empleadores, y por otro, debido a la poca importancia que se brinda por parte de los empleados.

Como se sabe, para algunos empresarios, la compra de materiales de protección y herramental de trabajo, no se ve como una inversión sino como un gasto innecesario, incluso estando de por medio la salud de los empleados.

Aunque también se debe tener en cuenta que, en ocasiones, la falta de cuidado no se debe a la parte empleadora, sino a la parte trabajadora, que muestra poco interés hacia el uso de los aditamentos, argumentando, por ejemplo, que entorpecen su desempeño. Esta falta de interés se debe mayormente al desconocimiento de las repercusiones a la salud y a la desidia, y las cuestiones de salud auditiva no son la excepción.

Por estas razones, es fundamental que los estudiantes tengan conocimiento de la normatividad existente, ya que, al momento de incorporarse en el ambiente laboral, será una herramienta de suma utilidad para la preservación de su salud.

Dentro de la normatividad mexicana, la que hace referencia a condiciones de ruido en el área de trabajo, es la **Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001, CONDICIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE EN LOS CENTROS DE TRABAJO DONDE SE GENERE RUIDO.**

Una de las principales características a analizar, son los tiempos máximos de exposición de distintos niveles de ruido. Para facilitar la información e interpretación de la norma, comenzamos extrayendo una tabla de la norma antes referida.

⁷ Las características específicas del equipo de aire acondicionado se muestran en el apartado correspondiente.

TABLA 2.3
Límites máximos permisibles de exposición

NER	TMPE
90 dB (A)	8 Horas
93 dB (A)	4 Horas
96 dB (A)	2 Horas
99 dB (A)	1 Horas
102 dB (A)	30 Minutos
105 dB (A)	15 Minutos

FUENTE: <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/3581/stps/stps.htm>

Límites máximos permisibles de exposición de los trabajadores a ruido estable, inestable o impulsivo durante el ejercicio de sus labores, en una jornada laboral de 8 horas, según se enuncia en la siguiente tabla.

Evaluación de ruido en el área de trabajo

Determinación del nivel de exposición a ruido. Para poder llevar a cabo una correcta evaluación conforme a la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-011-STPS-2001, debe determinarse el nivel de exposición a ruido, para lo cual se establece el uso de alguno de los siguientes instrumentos:

- *Sonómetro clase 1 o clase 2;*
- *Sonómetro integrador clase 1 o clase 2;*
- *Medidor personal de exposición a ruido clase 1 o clase 2.*

Nota: Los sonómetros se clasifican según su grado de precisión en clase 0, 1, 2 y 3, siendo la clase 0 los de máxima precisión. Para muchas medidas normalizadas se recomienda utilizar los sonómetros que sean al menos de clase 1, pues los de clase 2 y 3 presentan mayores tolerancias.

Además de lo anterior, se debe incluir el error debido a la tolerancia del instrumento utilizado, y que es la siguiente:

- *- Instrumento Tipo 0: ± 0.4 dBA*
- *- Instrumento Tipo 1: ± 0.7 dBA*
- *- Instrumento Tipo 2: ± 1.0 dBA*

- - *Instrumento Tipo 3: ± 1.5 dBA⁸*

En la NOM-011 se hace referencia también a los materiales de apoyo para llevar a cabo la medición, por lo que a continuación se hace un listado (obtenido directamente de la norma) de los materiales requeridos para realizar esta calibración:

- *trípode de soporte para el sonómetro, sonómetro integrador o micrófono;*
- *reloj o cronómetro, externo o integrado al instrumento;*
- *medidor de longitud;*
- *pantalla contra viento;*
- *los formatos de registro correspondientes.*

La calibración de la instrumentación se debe realizar periódicamente, por un laboratorio externo, independiente y certificado. Los detalles se citan brevemente en la NOM-011 en el apartado *B.3.1 Calibración en laboratorio de calibración acreditado*.

El reconocimiento, según la información proporcionada en la norma, se refiere a recabar la información más relevante respecto al lugar a ser evaluado, con el fin de elegir el método más adecuado. Esto nos permitirá a su vez, darle prioridad a aquellas zonas que puedan ser una fuente relevante de información, proporcionándoles así aquellos puntos en los que, por estrategia, deberá realizarse la evaluación.

Los materiales citados en la norma, que se han considerado de mayor relevancia (por las razones mencionadas anteriormente) se muestran a continuación:

- planos de distribución de las áreas en que exista ruido y de la maquinaria y equipo generadora de ruido;*
- descripción del proceso de fabricación;*
- descripción de los puestos de trabajo expuestos a ruidos;*
- número de trabajadores expuestos a ruidos por área y por proceso de fabricación, incluyendo el tiempo de exposición;*

Al momento de hacer la medición, se deben cuidar algunos aspectos en el ambiente de medición, para garantizar así que ésta sea una muestra representativa de las condiciones normales de trabajo. Tales aspectos han sido extraídos de la norma:

- *La evaluación de los niveles sonoros debe realizarse bajo condiciones normales de operación.*

⁸Josué Roberto Hernández Juárez (2009). *Diseño de un Sonómetro*(Tesis de pregrado). Instituto Politécnico Nacional.Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica ,Zacatenco.

- *La evaluación debe realizarse como mínimo durante una jornada laboral de 8 horas y en aquella jornada que, bajo condiciones normales de operación, presente la mayor emisión de ruido.*
- *Si la evaluación dura más de una jornada laboral, en todas las jornadas en que se realice se deben conservar las condiciones normales de operación.*
- *Se debe usar pantalla contra viento en el micrófono de los instrumentos de medición, durante todo el tiempo que dure la evaluación.*

Puntos de medición.

Los puntos de medición deben seleccionarse de tal manera que describan el entorno ambiental de manera confiable, determinando su número, entre otros factores, por la ubicación de los puestos de trabajo o posiciones de control de la maquinaria y equipo del local de trabajo, el proceso de producción y las facilidades para su ubicación.

Todos los puntos de medición de una zona de evaluación deben identificarse con un número progresivo y registrar su posición en el plano correspondiente.

Humedad

Otro de los factores a modificar y evaluar dentro de la cámara climática es la humedad, un factor que influye de forma positiva o negativa en la comodidad de los trabajadores al realizar una determinada tarea. Para analizar este Factor usaremos la norma NORMA Oficial Mexicana NOM-015-STPS-2001.

La humedad es un concepto que, para los fines perseguidos en el presente trabajo, puede ser definida de manera práctica como “la cantidad de vapor de agua que está presente en el aire”.

Existen diversos tipos de humedad como lo son:

Humedad de saturación: Esta humedad es aquella que está presente en el aire o vapor y es representada mediante un porcentaje a mayor porcentaje mayor cantidad de agua en el vapor y a una temperatura dada el aire puede alcanzar un máximo nivel de humedad.

Humedad relativa: Porcentaje de humedad que tiene el aire respecto al máximo que admitiría. A medida que la temperatura aumenta, la humedad relativa disminuye, se considera una humedad relativa baja al ser inferior al 30% y una humedad relativa alta entre el 60-70%.

La importancia de este factor radica en la estrecha relación que guarda con la temperatura, originando un concepto denominado, confort, el cual se refiere a aquello que brinda comodidad y genera bienestar al usuario/trabajador.

Los factores que más influyen en el confort ambiental son la temperatura, la humedad y la ventilación. Estos factores interactúan entre sí; por ejemplo, si hay mucha humedad parece el calor es mayor de lo que indica la temperatura real, o si hay movimiento del aire, la temperatura parece menor.

Es imposible definir con exactitud los parámetros de un ambiente confortable, entre otras razones, porque las personas se sienten confortables en condiciones diferentes: cuando para una persona hace frío, otra encuentra ideal esa misma temperatura.⁹

Según el Real Decreto 486/1997 (España) establece con carácter general que las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no deben suponer un riesgo para la salud de los trabajadores, y que en la medida de lo posible tampoco deben constituir una fuente de incomodidad o molestia. A tal efecto, deberán evitarse las temperaturas y las humedades extremas, los cambios bruscos de temperatura.¹⁰

Humedad para un ambiente agradable de trabajo:

Para garantizar un ambiente de trabajo agradable, es importante asegurarse de que la humedad no baje del 40%. Cuando la humedad es menor del 30%, el riesgo de enfermedades aumenta ya que la humedad relativa recomendable está entre el 40% y el 50%.

La falta de humedad en un ambiente de trabajo con una puede causar, sequedad de la piel y dermatitis, dolores de cabeza, escozor de ojos y sinusitis, Aumento de la susceptibilidad a las infecciones, sensación de falta de aire entre otras.

En cuanto a la temperatura en locales cerrados, se establecen los siguientes intervalos de valores aceptables.

TABLA 2.4

Intervalos de temperatura para locales cerrados

Tipo de trabajo	Temperatura
Locales donde se realicen trabajos sedentarios (oficina o similares)	17 a 27°C
Locales donde se realicen trabajos ligeros	14 a 25°C

FUENTE: <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/3581/stps/stps.htm>

⁹ ISTASCCOO. (2015). Microclima: Temperatura, humedad y ventilación en los locales de trabajo. 2018, de ISTAS Sitio web: <http://www.istas.net/web/index.asp?idpagina=187>

¹⁰ Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (1997). REAL DECRETO 486/1997. 2018, de Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales Sitio web: <http://www.istas.net/web/abreenlace.asp?idenlace=269922/06/2017>

Forma de realizar la medición:

La forma en la que se debe realizar la medición se explica en el apartado 9.3.2 inciso de la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-015-STPS-2001, donde se especifican las tres medidas que deben tomarse y donde se deben realizar.

- La primera medición corresponde a el área inferior la cual se mide en la región de los tobillos a partir y va desde los 0.10 m a 0.05 en relación de donde realice su tarea.
- La segunda región corresponde a el área media y es la que tiene la mayor importancia ya que es donde se realiza la mayoría de las actividades, para esta medición existen 2 formas de tomarla. La primera si el trabajador se encuentra de pie, se mide desde 1.10 m hasta 0.05 m, por otro lado, si el trabajador se encuentra sentado la medición se toma desde 0.60 m hasta 0.05 m.
- La última medición corresponde a el área superior de la cabeza, al igual que la segunda medición se toma en cuenta si el trabajador se encuentra sentado o parado, si está sentado la medición se toma desde 1.10m hasta 0.05 m por otro lado si realiza la actividad de pie la medición se realiza desde 1.70 m hasta 0.05

Los incisos e) y f) del apartado citado anteriormente especifican que las mediciones deben ser registradas y al inicio y fin de los ciclos de exposición a los cuales labore el trabajador.

Estas tres medidas permiten conocer la temperatura de un lugar en diferentes puntos (diferentes alturas) además de que se ocupan para obtener la temperatura de bulbo húmedo la cual se obtiene mediante la siguiente ecuación.

$$I_{tg\ bh\ promedio} = \left[\frac{I_{tg\ bh\ cabeza} + 2I_{tg\ bh\ abdomen} + I_{tg\ bh\ tobillos}}{4} \right]$$

Dónde:

$I_{tg\ bh\ cabeza}$: Es el índice de temperatura de globo bulbo húmedo, medido en la región de la cabeza.

$I_{tg\ bh\ abdomen}$: Es el índice de temperatura de globo bulbo húmedo, medido en la región del abdomen.

$I_{tg\ bh\ tobillos}$: Es el índice de temperatura de globo bulbo húmedo medido, en la región de los tobillos.

Estas mediciones deben realizarse con un termómetro de bulbo con un paño de algodón humedecido (colocado en el bulbo).

La temperatura de bulbo húmedo permite conocer el nivel de humedad relativo de un área determinada.

Aunque existen métodos más directos para obtener la humedad de un ambiente de forma más simples con instrumentos más actualizados como lo son los higrómetros de alta precisión, los cuales comparan temperatura de bulbo seco con la temperatura de bulbo húmedo y se usan en servicios de meteorología.¹¹

Iluminación

Otro factor de gran importancia en la industria es la iluminación el cual repercute de manera directa en el desempeño de los trabajadores.

Citando al Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) “La iluminación es una parte fundamental en el acondicionamiento ergonómico de los puestos de trabajo”.

Uno de los problemas más comunes en los lugares de trabajo es la falta de conocimiento acerca de cómo deben estar iluminados diversos las áreas de trabajo respecto a las tareas que se realizan, si bien el ser humano tiene una gran capacidad para adaptarse a las diferentes calidades lumínicas cuando existe una deficiencia de la misma afecta directamente el desempeño ocasionando fatiga visual, errores y algunas veces hasta accidentes.

Las dos características a analizar serán el flujo luminoso y la intensidad luminosa.

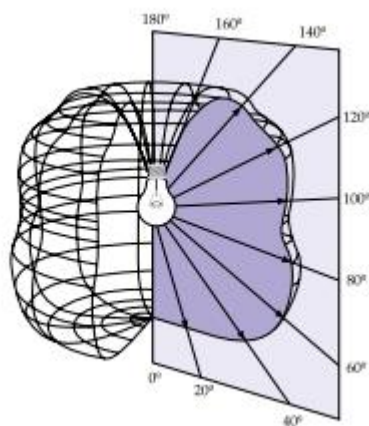
El flujo luminoso es la cantidad de energía en forma luminosa que es emitida por una fuente la cual se expresa en lúmenes.

La intensidad luminosa es el flujo luminoso por unidad de área que se expresa en candelas.

Cuando se enciende un foco si se analiza la intensidad luminosa como si fueran vectores, estos vectores se disparan hacia todas direcciones y la distribución de esta misma intensidad no es la misma para cada punto como se muestra en el sólido fotométrico en la siguiente figura.

¹¹ Obtenido de <http://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-humedad/higrometro-pce-3000.htm>. Consulta: 15/02/2017

Figura 2.1 Sólido fotométrico de una lámpara incandescente



FUENTE: Manual de iluminación, INDALI. (año).

www.insht.es/Ergonomia2/Contenidos/Promocionales/Iluminacion/ficheros/IluminacionPuestosTrabajoN.pdf

Lo antes mencionado es importante ya que la intensidad de luminosa varía dependiendo los ángulos de reflexión y la posición del punto de referencia y/u observador.- en este caso el trabajador.

Con el fin delimitar el parámetro de iluminación sobre el cual se trabajará dentro de la cámara es necesario conocer lo que establece la norma NOM-025-STPS-2008 la cual resulta de vital importancia para realizar las pruebas bajo las condiciones que están permitidas.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-025-STPS-2008, CONDICIONES DE ILUMINACIÓN EN LOS CENTROS DE TRABAJO. Esta norma enuncia ciertas consideraciones que se deben tener en los centros de trabajo al momento de considerar la iluminación destinada para cada área. A continuación se muestra una tabla de la misma norma, con algunas actividades y sus niveles de iluminación respectivos.

TABLA 2.5

Niveles de iluminación recomendados por actividad

Tarea visual del puesto de trabajo	Área de trabajo	Niveles mínimos de iluminación (luxes)
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando. Vigilancia, movimiento de vehículos.	Exteriores generales: patios y estacionamientos.	20

En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Interiores generales: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50
En interiores	áreas de circulación y pasillos; salas de espera, salas de descanso; cuartos de almacén; plataformas; cuartos de calderas.	100
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y máquina.	Servicios al personal: almacén rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y pailería.	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300
Distinción clara de detalles: máquinas y acabados delicados, ensamble de inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500
Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de precisión, manejo de piezas pequeñas.	Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies y laboratorios de control de calidad.	750
Alta exactitud en la distinción de detalles: ensamble, proceso e inspección de piezas pequeñas y complejas, acabado con pulidos finos.	Proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulidos finos.	1,000
Alto grado de especialización en la distinción de detalles.	Proceso de gran exactitud. Ejecución de tareas visuales: <ul style="list-style-type: none"> • de bajo contraste y tamaño muy pequeño por periodos prolongados; • exactas y muy prolongadas, y • muy especiales de extremadamente bajo contraste y pequeño tamaño. 	2,000

FUENTE: <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/3581/stps/stps.htm>

Otra de las consideraciones importantes que hace la norma en su apartado 8.2 en la serie de incisos son:

- Distribuciones de las áreas de trabajo del sistema de iluminación
- Intensidad de las lámparas.
- Colores y tipos de superficie a iluminar.

- Descripción de puestos de trabajo que necesitan de iluminación.
- La información sobre la percepción de las condiciones de iluminación por parte del trabajador al patrón.

Estos incisos servirán de apoyo para las condiciones de iluminación que se necesitan simular y también para construir de forma abstracta la cámara ideal de ambiente controlado.

Métodos para evaluar la iluminación en un lugar de trabajo :

Actualmente existen diversos métodos para evaluar el área de iluminación en un lugar de trabajo, de los métodos existentes se abordarán 2 métodos que son los más usados.

El primero es el método IES (Illuminating Engineering Society) el cual se usa para obtener la iluminación promedio en función de la geometría del lugar y solo cuando se cumplen las siguientes condiciones:

- El área sea regular y las luminarias se hallen simétricamente espaciadas en dos o más filas.
- El área sea regular con una luminaria colocada simétricamente.
- El área sea regular con una fila de luminarias.
- El área sea regular con una o más lámparas continuas. El área es regular con una fila de luminarias continuas.
- El área es regular con techo luminoso.

Con este método, las mediciones se toman en unos pocos puntos del lugar de trabajo considerado representativo de las mediciones que podrían llevarse a cabo en otros puntos de igual condición, con base en la regularidad del área del lugar y la simetría en la distribución de las luminarias.

12

Analizando los factores que afectan el flujo total como lo son:

Factor de mantenimiento: Pérdida de flujo luminoso de las lámparas, pérdida de reflexión del factor por transmisión o suciedad.

Coeficiente de utilización: Eficacia luminaria, dimensiones del local, etc.

Y usando como base la norma acerca de los niveles mínimos de iluminación en áreas de trabajo **NOM-025-STPS-2008** con el propósito de que los cálculos lleguen a los valores establecidos.

El segundo método se conoce como método de constante de salón:

¹² JAVIER LOZANO ALARCON. (2008). Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.. 2018, de Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Sitio web: <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/3581/stps/stps.htm>

Se utiliza para evaluar el nivel de iluminación promedio en el lugar de trabajo a partir de cierto número de mediciones y puntos de medición en función de la constante del salón.

Donde se toman en cuenta las dimensiones del salón como el ancho el largo y la altura para obtener el factor k como se muestra en la ecuación:

$$K = \frac{(A * L)}{[h(A + L)]}$$

En función de la constante que se obtenga del salón serán los puntos de medición que se tendrán que tomar distribuidos de forma simétrica para poder determinar la iluminación promedio

TABLA 2.6

Constante del salón

Constante del Salón	No. Mínimo de Puntos de Medición
< 1	4
1 y < 2	9
2 y < 3	16
≥ 3	25

FUENTE: <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/3581/stps/stps.htm>

Instrumentos de medición:

Con el objetivo de comprobar que los parámetros de iluminación para las condiciones de trabajo que se usarán en la cámara de ambiente controlado se cumplen, se requerirán instrumentos que puedan cuantificar esos datos.

El instrumento que nos permitirá medir la luz de una manera casi exacta es el luxómetro, el cual permite medir de manera sencilla la luminosidad de un ambiente en determinado punto mediante la transformación de una señal vía fotones a una lectura eléctrica.

Existen una gran variedad de luxómetros exactos y con amplios rangos de medición, sin embargo, para medir la iluminación dentro de la cámara de ambiente controlado no es necesario un instrumento con una gran exactitud, o una amplia variedad de funciones debido a que la cámara de ambiente controlado solo se necesita un valor que se aproxime al valor real para poder realizar las actividades dentro de esta.

Conclusiones del capítulo:

Las normas para cada variable de entrada (iluminación, ruido, humedad y temperatura) servirán como una guía para saber sobre qué rangos se podrán mover las variables y también para poder hacer la simulación de un ambiente de trabajo lo más parecido a la vida real. Conociendo los diferentes lugares de trabajo y sus condiciones de trabajo.



Capítulo 3

Diseño Antropométrico



Diseño Antropométrico

Actualmente el diseño antropométrico es un tema que muchas veces no se toma en cuenta al momento de diseñar los lugares de trabajo dedicados a diversas tareas. Algunos investigadores han hecho el esfuerzo por escribir, obtener datos, investigar y proponer diseños de lugares de trabajo que se adapten a las dimensiones promedio de una población determinada.

No obstante, es de suma importancia realizar un análisis dimensional ya que puede impactar en 2 aspectos importantes. En la producción y ejecución de tareas de los trabajadores y por otro lado en sus seguridad y comodidad al momento de realizar ciertas actividades.

Para abordar sobre el tema es preciso saber que es la antropometría y ergonomía.

Algunos autores coinciden en que la ergonomía es:

“Disciplina que estudia cómo las personas, las máquinas y el ambiente se comunican entre sí, para actuando entre sí o algunos de sus elementos, llegar a optimizar los criterios de eficacia, seguridad, comodidad y satisfacción” Pereda (1993).

De Acuerdo con Oliver (1996) La ergonomía se divide en diferentes tipos como son: ergonomía Psico-social, ergonomía cognitiva, ergonomía geométrica, ergonomía ambiental etc. Todas son de suma importancia sin embargo para el caso del diseño antropométrico de la cámara ambiental se usará la explicación de la ergonomía geométrica la cual dice lo siguiente: *“La ergonomía geométrica centra su atención en las relaciones del hombre con el lugar de trabajo, buscando optimizar el espacio y la postura del trabajo, ya sea estática o en movimiento”.*

Se puede entender que la ergonomía establece una conexión entre el trabajador, la actividad que realiza y donde la realiza.

La antropometría se define como: El tratado de las proporciones y medidas del cuerpo humano o bien el análisis de las medidas y las proporciones corporales del ser humano.

Y esta a su vez se divide en dos: antropometría estática y antropometría dinámica, la primera cual se refiere al estudio de las dimensiones del ser humano al mantener una misma posición mientras que la dinámica se enfoca en las dimensiones del ser humano al realizar una tarea determinada que involucre el movimiento del cuerpo.¹³

¹³Esperanza Valero Cabello. (2013). Antropometría. 2018, de Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo
FUENTE:

<http://www.insht.es/Ergonomia2/Contenidos/Promocionales/Diseno%20del%20puesto/DTEAntropometriaDP.pdf>

Medias de espacio de trabajo:

Al diseñar un espacio de trabajo se deben considerar las siguientes medidas:

- 1) Alcance hacia adelante (hasta el puño, con el sujeto de pie, erguido, contra una pared)
- 2) Estatura (distancia vertical del suelo al vértex)
- 3) Altura de los hombros (del suelo al acromion)
- 4) Altura de la punta de los dedos (del suelo al eje de agarre del puño)
- 5) Anchura de los hombros (anchura biacromial)
- 6) Anchura de la cadera, de pie (distancia entre caderas)
- 7) Altura sentado (desde el asiento hasta el vértex)
- 8) Altura de los ojos, sentado (desde el asiento hasta el vértice interior del ojo)
- 9) Altura de los hombros, sentado (del asiento al acromion)
- 10) Altura de las rodillas (desde el apoyo de los pies hasta la superficie superior del muslo)
- 11) Longitud de la parte inferior de la pierna (altura de la superficie de asiento)
- 12) Longitud del antebrazo (de la parte posterior del codo doblado aleje del puño)
- 13) Profundidad del cuerpo, sentado (profundidad del asiento)
- 14) Longitud de rodilla-nalga (desde la rótula hasta el punto más posterior de la nalga)
- 15) Distancia entre codos (distancia entre las superficies laterales de ambos codos)
- 16) Anchura de cadera, sentado (anchura del asiento)
- 17) Anchura del pie
- 18) Masa Corporal ¹⁴

¹⁴ Lino Carmeante Milián, Federico Alejandro Moncada Chevez, Engels Waldemar Borjas Leiva . (2014). Manual de Medidas Antropométricas. Costa Rica: Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas Informes Técnicos IRET.

Instrumentos de medición

Para realizar las medidas existen diferentes instrumentos que ayudaran a registrar los datos necesarios para el análisis. El instrumento que se usa comúnmente es el antropómetro, existen diversidad de antropómetros de diferentes tamaños y materiales, aunque el principio de funcionamiento es el mismo en casi todos.

Consta de una varilla grande la cual cuenta con dos mandíbulas móviles que se desplazan por la varilla, muy similar al funcionamiento de un vernier pero al tamaño de las dimensiones de un cuerpo humano.

Esta varilla se puede tomar desde diferentes ángulos y ayuda con mediciones como Ancho de espalda distancia del tobillo a la cadera, para al antropometría estática, y para la antropometría dinámica puede medir distancia entre codo y codo al momento de ensamblar un conjunto de piezas.

Figura 3.1 de Antropómetro



FUENTE: www.realmetinstitute.com/producto/antropometro-grande-negro/

Para realizar medidas circulares respecto a la cabeza se usa otro tipo de instrumentos llamado pelvímetros los cuales se ocupan para para medir los diámetros transversales pueden utilizarse distintos tipos de calibradores: los pelvímetros, para mediciones de hasta 600 mm o los cefalómetros, para medidas de hasta 300 mm.

Figura 3.2 Pelvímetro

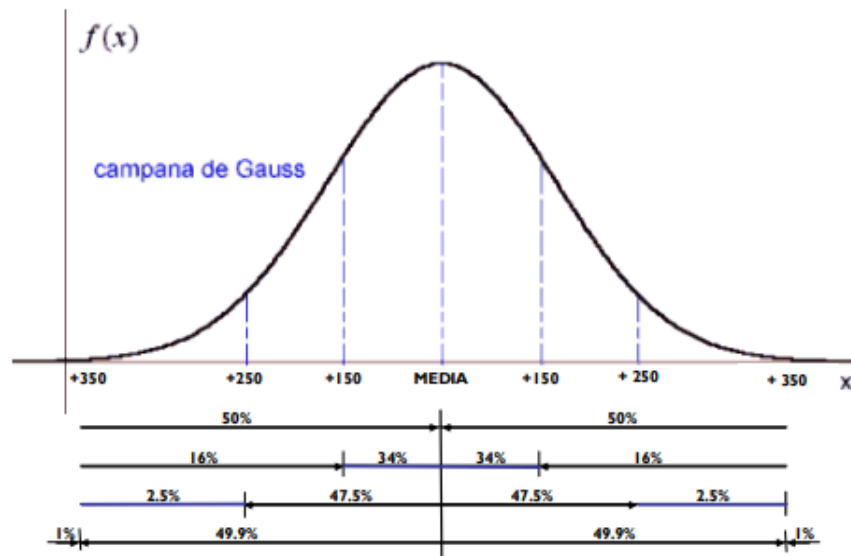


FUENTE: <https://tienda.fisaude.com/pelvimetro-martin-33-cm-hasta-fin-existencias-p-46394.html>

Distribución normal

En la antropometría el uso de la distribución normal es de lo más común y práctico, cuando se trata una población considerablemente homogénea la distribución de sus dimensiones antropométricas es normal por lo cual se le puede dar un tratamiento estadístico adecuado y conveniente, ya que muchas de sus variables aleatorias continuas representan una función de densidad cuya gráfica tiene forma de campana.

Figura 3.3 Curva de distribución normal



FUENTE:

www.maticasonline.es/BachilleratoCCSS/segundo/archivos/distribucion_normal/DISTRIBUCION%20NORMAL.htm

Los percentiles de la distribución relacionados con dimensiones del cuerpo humano como pueden ser la estatura, peso, longitud de la mano, etc., se encuentran dentro de la distribución. Por lo cual según la distribución existen pocas personas muy bajas y pocas personas muy altas según la media de la variable estatura.

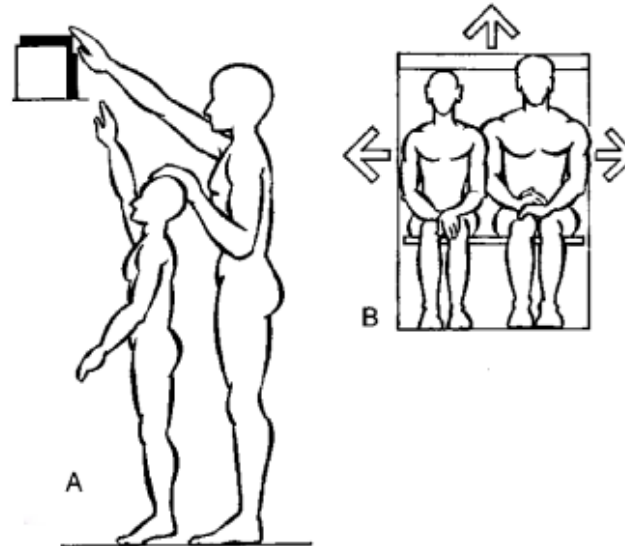
El concepto de percentil es muy útil ya que permite simplificar cuando se habla del porcentaje de personas que se va a tener en cuenta para el diseño. Los percentiles más empleados en diseño ergonómico son el P5 y el P95, es decir, que se proyecta para un 90% de los usuarios. Sin embargo, cuando se trata de garantizar la seguridad del usuario, se emplean los P1 y P99 que cubren a la mayor parte de la población (sólo deja fuera un 2%).

Normalmente se utiliza el P 5 para los alcances y dimensiones externas, mientras que para las dimensiones internas se emplea el P 95 (con la finalidad de que quepan las personas de mayor tamaño).¹⁵

¹⁵ Esperanza Valero Cabello . (2015). Antropometría. 2018, de Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo
FUENTE:

<http://www.insht.es/Ergonomia2/Contenidos/Promocionales/Diseno%20del%20puesto/DTEAntropometriaDP.pdf>

Figura 3.4 Ejemplo de utilización de percentiles para alcance en altura y dimensiones internas



FUENTE:

www.insht.es/Ergonomia2/Contenidos/Promocionales/Diseno%20del%20puesto/DTEAntropometriaDP.pdf

Datos antropométricos de la población mexicana.

Para diseñar las dimensiones mínimas necesarias para realizar tareas de ensamble, dentro de la cámara ambiental, lo ideal sería realizar medidas con la población que use esta cámara.

Sin embargo, debido a la complejidad de las mediciones y el número de personas que tendrían que ser medidas, para ser una muestra representativa a través de la cual se obtenga un promedio de dimensiones. Se decidió tomar como referencia las dimensiones antropométricas que se realizaron en la zona metropolitana de Guadalajara, Jalisco incluidas en el libro “Dimensiones humanas de población latinoamericana”.

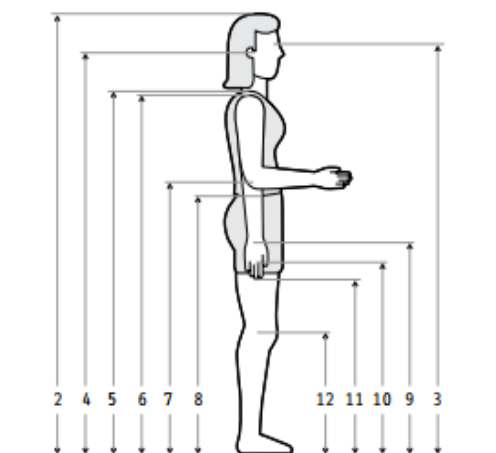
Estos datos servirán para verificar que la cámara ambiental cumple con las dimensiones adecuadas en función de los percentiles la población. Esto con el objetivo de asegurar que todos puedan usar el cuarto de ambiente controlado.

La población de estudio son estudiantes de la Universidad de Guadalajara de un rango de edades que va desde los 18 a los 24 años.

Estas tablas representan las mediciones por cada tipo de dimensión (estatura, altura al nudillo, etc.) para jóvenes entre 18-24 años del género femenino.

Medidas en posición de pie.

Figura 3.5 Diagrama de dimensiones antropométricas de una mujer de pie



FUENTE: <https://www.researchgate.net/publication/31722433/download>

TABLA 3.1

Percentiles de dimensiones antropométricas de una mujer de pie

Edad de 18 a 24 años

Dimensiones	18 años (n=91)					19-24 años (n=187)				
	\bar{x}	D.E.	Percentiles			\bar{x}	D.E.	Percentiles		
			5	50	95			5	50	95
1 Peso (Kg)	54.9	6.7	43.8	53.6	65.6	55.5	9.1	40.5	54	70.5
2 Estatura	1572	57	1478	1574	1666	1586	63	1485	1586	1690
3 Altura ojo	1468	56	1378	1468	1560	1478	61	1377	1482	1579
4 Altura oído	1442	56	1360	1444	1534	1467	61	1356	1460	1558
5 Altura vertiente humeral	1306	53	1219	1304	1393	1316	58	1220	1315	1412
6 Altura hombro	1274	60	1175	1280	1373	1287	55	1195	1290	1382
7 Altura codo	994	45	922	995	1060	1009	48	930	1007	1088
8 Altura codo flexionado	969	43	898	974	1040	976	46	900	976	1052
9 Altura muñeca	771	36	712	775	830	781	40	715	777	847
10 Altura nudillo	695	34	639	695	751	697	36	638	695	756
11 Altura dedo medio	605	34	549	608	661	608	34	552	607	664
12 Altura rodilla	445	27	400	445	490	444	28	398	441	490

FUENTE: www.researchgate.net/publication/31722433/download

TABLA 3.2

Percentiles de dimensiones antropométricas de una mujer de pie

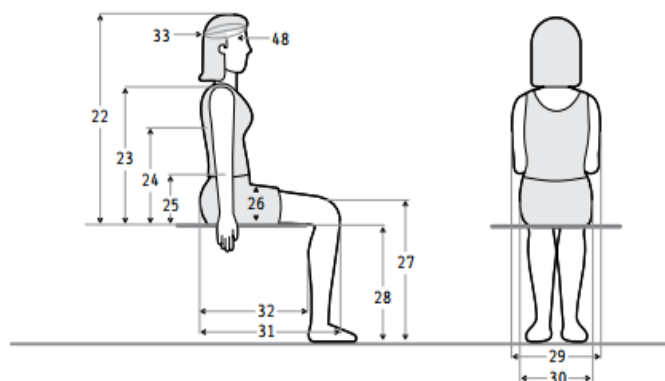
Edad de 18 a 24 años

Dimensiones		18 años (n=91)					19-24 años (n=187)				
				Percentiles					Percentiles		
		\bar{x}	D.E.	5	50	95	\bar{x}	D.E.	5	50	95
13	Diámetro máx. bideltoideo	403	24	363	402	442	409	29	361	407	457
14	Anchura máx. cuerpo	436	28	390	430	482	444	32	391	443	497
15	Diámetro transversal tórax	280	31	229	275	331	295	32	245	291	348
16	Diámetro bitrocantérico	324	24	284	323	364	319	38	256	323	382
17	Profundidad máx. cuerpo	241	26	199	237	284	251	33	197	245	305
18	Alcance brazo frontal	600	38	537	600	663	627	47	549	622	704
19	Alcance brazo lateral	705	35	647	709	763	716	36	657	718	775
20	Alcance máx. vertical	1876	100	1711	1894	2041	1926	102	1758	1920	2094
21	Profundidad tórax	184	20	151	184	217	191	23	153	187	229
45	Altura tobillo	64	8	51	62	77	63	8	50	63	76
49	Perímetro brazo	238	21	203	235	273	243	24	203	240	283
50	Perímetro pantorrilla	327	25	286	330	368	336	24	296	337	376

FUENTE: www.researchgate.net/publication/31722433/download

Medidas en posición sentada

Figura 3.6 Diagrama de dimensiones antropométricas de una mujer sentada



FUENTE: www.researchgate.net/publication/31722433/download

TABLA 3.3

Percentiles de dimensiones antropométricas de una mujer sentada

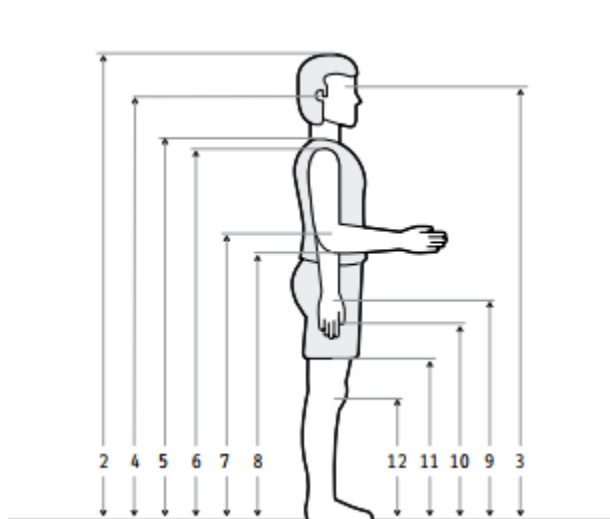
Edad de 18 a 24 años

Dimensiones		18 años (n=91)					19-24 años (n=187)				
				Percentiles					Percentiles		
		\bar{x}	D.E.	5	50	95	\bar{x}	D.E.	5	50	95
22	Altura normal sentado	839	28	793	840	885	838	32	785	840	886
23	Altura hombro sentado	550	26	509	549	588	547	27	502	546	592
24	Altura omoplato	427	28	381	427	473	428	29	380	430	476
25	Altura codo sentado	243	26	200	245	286	240	28	194	239	286
26	Altura máx. muslo	141	13	120	142	162	138	14	115	137	161
27	Altura rodilla sentado	478	22	442	478	514	480	25	439	479	521
28	Altura poplitea	385	21	352	386	422	399	24	359	400	439
29	Anchura codos	443	50	361	437	526	436	42	367	432	505
30	Anchura cadera sentado	374	33	320	374	428	372	33	320	368	431
31	Longitud nalga-rodilla	544	27	499	542	589	549	30	500	547	598
32	Longitud nalga-popliteo	438	28	392	438	484	453	30	404	453	502
33	Diámetro a-p cabeza	183	7	173	183	195	185	8	172	184	198
48	Perímetro cabeza	541	16	515	540	567	547	16	521	546	573

FUENTE: www.researchgate.net/publication/31722433/download

Estas tablas representan las mediciones por cada tipo de dimensión (estatura, altura al nudillo, etc.) para jóvenes entre 18-24 del género masculino.

Figura 3.7 Diagrama de dimensiones antropométricas de un hombre de pie



FUENTE: www.researchgate.net/publication/31722433/download

TABLA 3.4

Percentiles de dimensiones antropométricas de un hombre de pie

Edad de 18 a 24 años

Dimensiones		18 años (n=106)					19-24 años (n=97)				
				Percentiles					Percentiles		
		\bar{x}	D.E.	5	50	95	\bar{x}	D.E.	5	50	95
1	Peso (Kg)	68.1	11.6	48.9	67.2	87.2	68.2	12.4	47.7	64.9	88.7
2	Estatura	1707	60	1608	1707	1816	1709	63	1605	1708	1813
3	Altura ojo	1591	57	1497	1588	1685	1595	62	1493	1588	1697
4	Altura oído	1567	57	1473	1564	1661	1571	62	1469	1567	1673
5	Altura vertiente humeral	1425	57	1331	1430	1519	1428	59	1331	1423	1525
6	Altura hombro	1392	56	1300	1393	1484	1395	59	1298	1392	1492
7	Altura codo	1071	47	993	1073	1145	1082	50	1000	1081	1164
8	Altura codo flexionado	1047	45	973	1046	1121	1052	48	973	1055	1131
9	Altura muñeca	822	46	746	819	897	835	50	752	832	918
10	Altura nudillo	735	42	665	736	804	744	43	673	744	815
11	Altura dedo medio	637	38	574	635	700	649	41	556	649	717
12	Altura rodilla	485	34	429	485	541	479	30	430	478	529

FUENTE: www.researchgate.net/publication/31722433/download

TABLA 3.5

Percentiles de dimensiones antropométricas de un hombre de pie

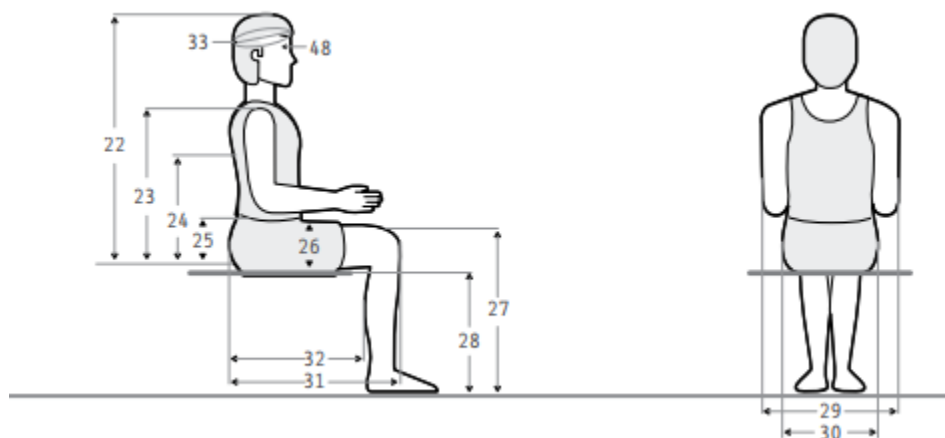
Edad de 18 a 24 años

Dimensiones		18 años (n=106)					19-24 años (n=97)				
				Percentiles					Percentiles		
		\bar{x}	D.E.	5	50	95	\bar{x}	D.E.	5	50	95
13	Diámetro máx. bideltoides	453	34	397	450	509	454	32	401	452	507
14	Anchura máx. cuerpo	480	41	412	486	550	488	42	419	485	557
15	Diámetro transversal tórax	323	31	272	321	374	329	33	274	327	383
16	Diámetro bitrocantérico	333	30	284	332	382	324	24	284	323	364
17	Profundidad máx. cuerpo	241	35	200	236	299	247	30	198	244	296
18	Alcance brazo frontal	665	31	614	666	716	682	39	618	679	746
19	Alcance brazo lateral	784	35	726	788	842	784	36	725	782	843
20	Alcance máx. vertical	2058	113	1872	2058	2244	2101	91	1951	2120	2251
21	Profundidad tórax	203	26	160	209	246	208	26	165	208	251
45	Altura tobillo	69	6	61	70	79	71	10	54	72	88
49	Perímetro brazo	268	34	212	265	324	270	33	216	265	324
50	Perímetro pantorrilla	348	32	296	350	401	353	29	305	350	401

FUENTE: www.researchgate.net/publication/31722433/download

Medidas en posición sentado

Figura 3.8 Diagrama de dimensiones antropométricas de un hombre sentado



FUENTE: www.researchgate.net/publication/31722433/download

TABLA 3.6

Percentiles de dimensiones antropométricas de un hombre sentado

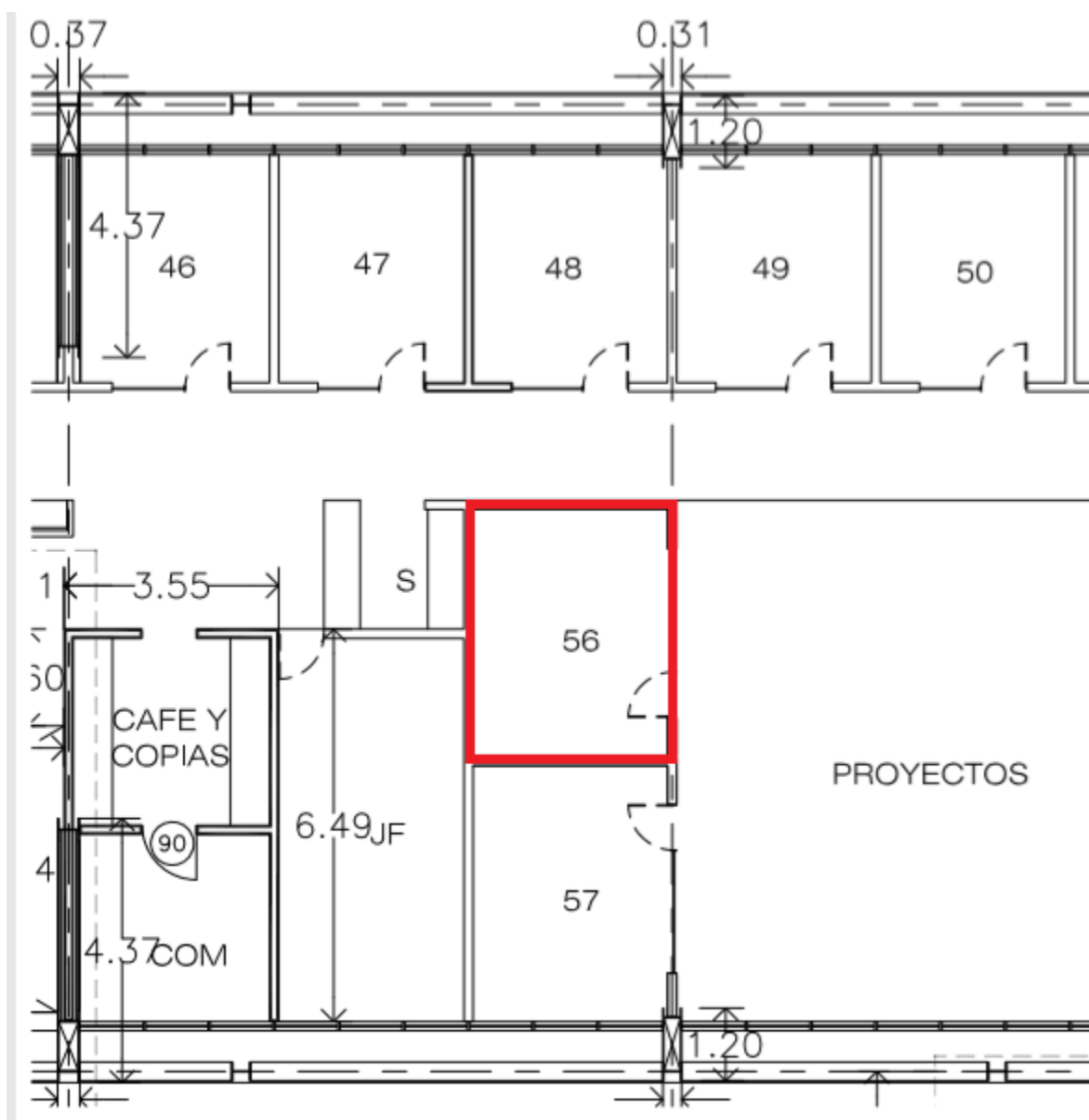
Edad de 18 a 24 años

Dimensiones	18 años (n=106)					19-24 años (n=97)					
	\bar{x}	D.E.	Percentiles			\bar{x}	D.E.	Percentiles			
			5	50	95			5	50	95	
22	Altura normal sentado	889	31	839	891	940	888	33	834	890	942
23	Altura hombro sentado	584	32	528	585	637	587	32	534	585	640
24	Altura omoplato	445	28	399	450	491	447	29	399	443	495
25	Altura codo sentado	241	32	188	241	294	241	33	187	241	295
26	Altura máx. muslo	152	15	127	153	177	150	15	125	148	175
27	Altura rodilla sentado	525	31	474	528	576	528	26	485	527	571
28	Altura poplítea	427	23	389	428	465	432	24	392	431	472
29	Anchura codos	508	56	416	501	600	485	52	399	476	571
30	Anchura cadera sentado	373	33	318	375	427	372	35	314	368	430
31	Longitud nalga-rodilla	582	32	529	581	635	588	28	542	584	634
32	Longitud nalga-poplíteo	459	33	404	458	516	473	33	418	471	527
33	Diámetro a-p cabeza	192	7	180	192	204	193	7	181	192	205
48	Perímetro cabeza	558	16	532	557	584	566	19	535	568	597

FUENTE: www.researchgate.net/publication/31722433/download

Plano del Centro de Ingeniería Avanzada (CIA). El cubículo marcado en el plano como el cubículo 56 es donde se instalarán los equipos y se realizarán las simulaciones de la cámara de ambiente controlado.

Figura 3.10 Plano y ubicación de la cámara climática dentro del Centro de Ingeniería Avanzada (CIA)



En función del plano elaborado y con las medidas tomadas indicar si efectivamente se cumple con los percentiles especificados previamente (rango de medidas de la población reportada en el libro “Medidas antropométricas de la población latinoamericana” con el diseño de la cámara actual).

Conclusiones del capítulo:

El espacio asignado para la cámara de ambiente excede las dimensiones necesarias para un o hasta cuatro alumnos puedan trabajar según las medidas de los percentiles 5% y 95% lo cual es idóneo para cualquier alumno que la use.

Es importante considerar la distribución de los lugares de trabajo ya que dentro de la cámara de ambiente controlado se pueden hacer diferentes configuraciones de lugares de trabajo cómo cambiar la posición de las mesas de trabajo, reacomodar los contenedores de material. Con el objetivo de adaptar el área de trabajo a las diferentes dimensiones corporales de cada alumno y proponer el que más aproveche su anatomía.



Capítulo 4

Simulación de variables



Capítulo 4 Simulación de las variables

Una vez definidas y explicadas las variables involucradas, así como su respectiva relevancia, se dará paso a la definición de los equipos que harán posible la simulación, y por tanto, la reproducción de un clima de origen artificial.

Es importante la cuidadosa selección de los equipos, ya que de ellos dependerá la simulación adecuada de cada una de las variables; iluminación, ruido, humedad y temperatura.

Para ello, se debe supervisar que cada una de las variables mencionadas cumpla con un rango de trabajo estable, así como con los límites permisibles establecidos en las normas correspondientes, ya que de esta manera podemos asegurar el bienestar de los alumnos al momento de la realización de las prácticas.

Es importante recalcar, que se han consultado las Normas Oficiales Mexicanas para tener una referencia sobre los rangos y condiciones de trabajo, así como los equipos y aditamentos de seguridad requeridos al realizar una exposición, en condiciones definidas en la industria, pero que, en la cámara climática de la que aquí se expone, si bien se respetarán las NOM, no se alcanzarán aquellos rangos de trabajo que requieran los ya mencionados equipos y/o aditamentos de seguridad.

Esto, ya que se planea la realización de las prácticas únicamente ingresando, a uno o más alumnos a la cámara, sometiéndolos a condiciones específicas (sin alcanzar rangos de trabajo muy altos o muy bajos), que no requieran estos equipos y/o aditamentos. Esto facilitará la realización de las prácticas, le proporcionará mayor flexibilidad a la cámara y permitirá la mejor asimilación de los alumnos, a los ambientes de trabajo a los que se vean sometidos.

Simulación de ambientes de trabajo

El objetivo principal de la cámara de ambiente controlado es poder recrear lo más parecido a la realidad, diferentes ambientes laborales incluyendo las condiciones de trabajo.

Para esto se analizaron diferentes tareas que se realizan en diferentes oficios y trabajos para agrupar en categorías algunos de los ambientes que se podrían simular sus condiciones como: ruido, iluminación, temperatura, humedad, etc.

Los lugares de trabajo que se buscarán simular son:

- Oficina
- Almacén
- Cafetería o Restaurante
- Taller de reparación o inspección

Los siguientes lugares de trabajo requieren condiciones muy específicas que por el momento no se pueden simular en la cámara pero con las adaptaciones adecuadas se podrían realizar en un futuro.

- Almacén en frío
- Cámara de revelado fotográfico

En cada lugar se realizan diferentes tipos de tareas y poseen condiciones diferentes de acuerdo con la Ley federal de trabajo en sus respectivas NOM's (NOM-025-STPS-2008 Iluminación, NOM-011-STPS-2001 Ruido y NOM-015-STPS-2001 Condiciones térmicas elevadas o abatidas) existe un rango de valores permisibles que dichas normas especifican al realizar un tarea determinada.

Se realizaron mediciones de dichas variables en 75 lugares de trabajo diferentes en algunas delegaciones de la Ciudad de México (Xochimilco, Iztapalapa, Tlalpan, Coyoacán, Milpa Alta) con el objetivo de comparar lo que especifican las normas contra lo que realmente pasa en dichas áreas de trabajo y así poder generar ambientes lo más reales posibles.

El formato donde se vaciaron los datos fue el siguiente:

TABLA 4.1

Formato para recopilación de datos en estaciones y lugares de trabajo

Tipo de lugar	Actividades principales	Luz Promedio(luxes)	Sonido Promedio (dBs)	Temperatura (°C)	Observaciones
Almacén Oficina Restaurante o cafetería Taller de reparación					

FUENTE: Elaboración propia

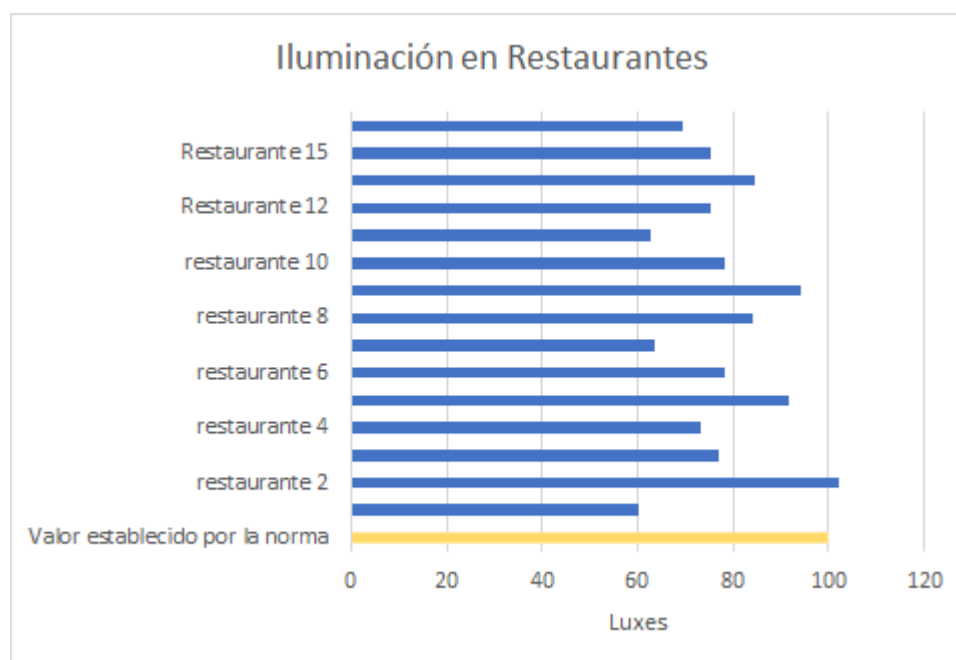
En este formato se registraron las medidas de los lugares de trabajo donde los empleados realizan sus diversas tareas y/o actividades y conocer los valores de iluminación y ruido a los que se ven afectados diariamente.

Restaurantes y cafeterías

Los datos fueron comparados con el valor de la NOM 025-STPS-2008 la cual especifica un rango de 100 luxes para las áreas de circulación y pasillos; salas de espera; salas de descanso; cuartos de almacén; plataformas; cuartos de calderas, las cuales corresponden a áreas de un restaurante y/o cafetería.

La información se presenta en la Figura 4.1.

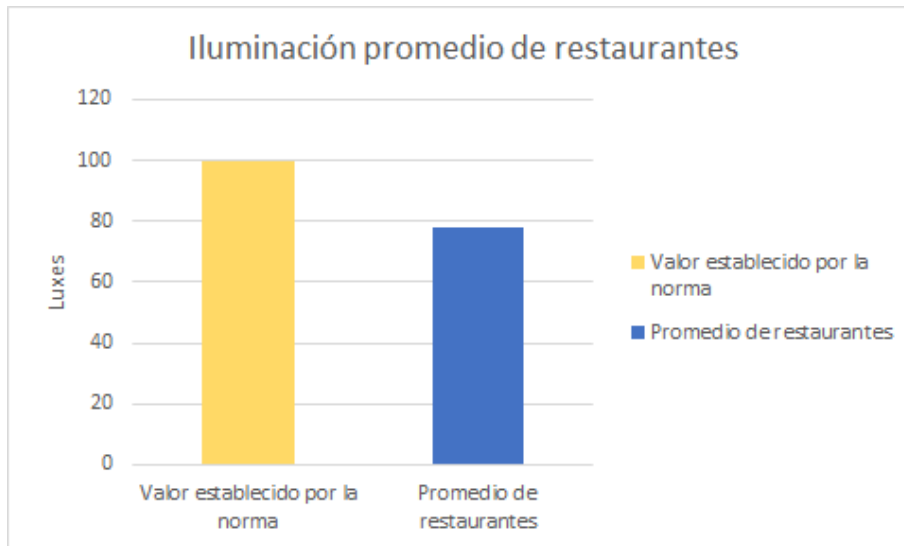
Figura 4.1 Condiciones de iluminación medidas en restaurantes



FUENTE: Elaboración propia

Obteniendo un promedio de los restaurantes y comparándolo con el valor de la norma se obtiene la gráfica mostrada en la Figura 4.2.

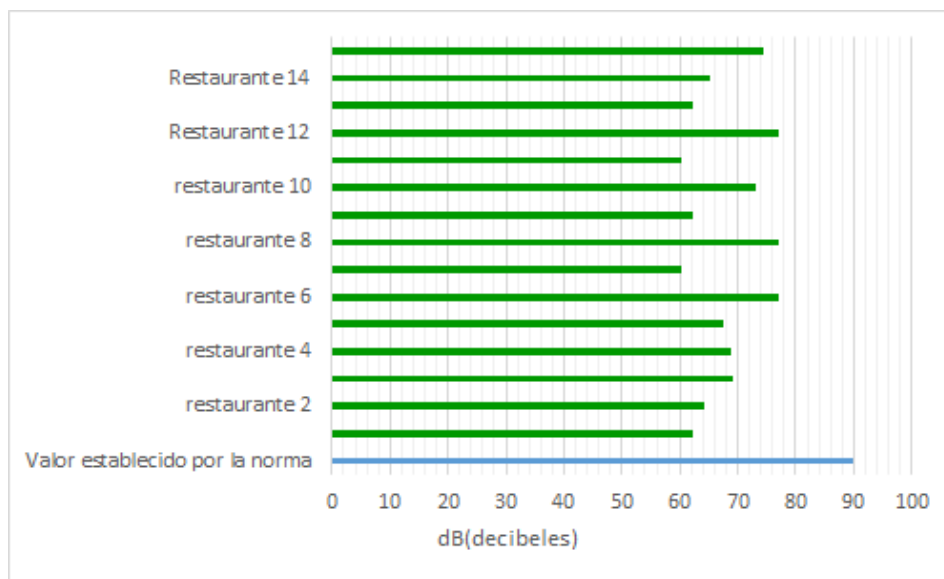
Figura 4.2 Gráfica comparativa entre promedio de valores en restaurantes y valores en la NOM 025 para iluminación



FUENTE: Elaboración propia

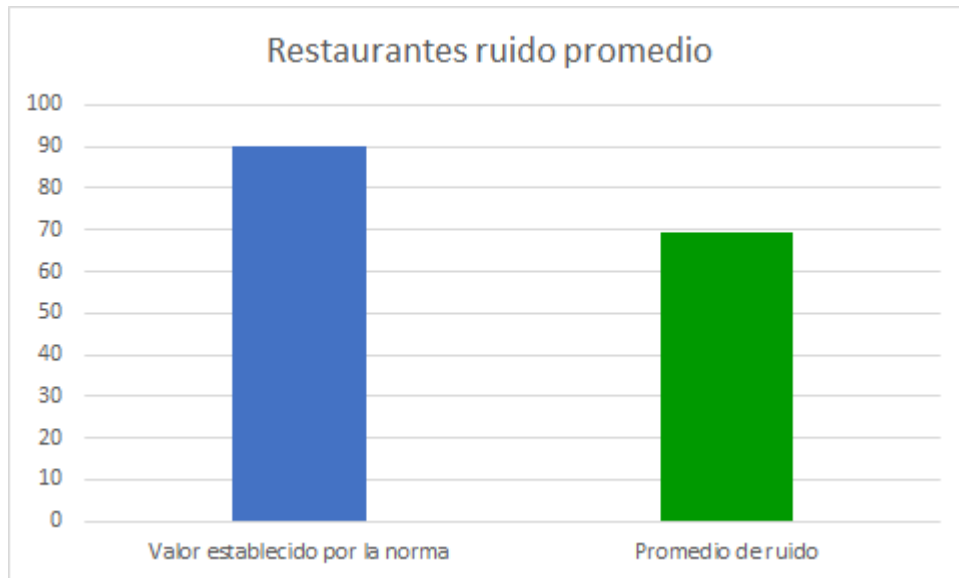
Para el segundo parámetro ruido la NOM-011-STPS-2001 establece tiempos de exposición bajo un límite permisible de dB. Se elaboró con base en una jornada de trabajo de 8 horas, la información obtenida se ilustró en la Figura 4.3.

Figura 4.3 Condiciones de ruido medidas en restaurantes



FUENTE: Elaboración propia

Figura 4.4 Gráfica comparativa del ruido promedio de restaurantes contra el límite permisible de la NOM 011



FUENTE: Elaboración propia

La mayoría de los restaurantes ,cafeterías, loncherías, etc. no contaban con un sistema de aire acondicionado por lo cual las temperaturas registradas en los datos son muy similares y no difieren considerablemente de la temperatura ambiental que van en un rango de 22°C a 26°C].

Oficinas, aulas de clases, salas de capacitación

El siguiente espacio de trabajo en donde se realizaron mediciones fue en oficinas, aulas de clases, salas de capacitación etc. donde se realizaron mediciones de iluminación y ruido.

De Acuerdo con la NOM-025 citada previamente, para este espacio de trabajo se usó el nivel de iluminación de 200 luxes que corresponde a lugares recepción y despacho , casetas de vigilancia, ya que las características de estos lugares se asimilan a las de una oficina u aula.

Para la variable de ruido se comparó el mismo rango en todos los lugares de trabajo ya que se hace el análisis para una jornada normal de 8 hrs a lo que el límite es de 90 dB.

Para la temperatura según la NOM-015-STPS-2001 expresa una gran cantidad de variables como tiempo de exposición a radiación solar , velocidad del viento etc. mismas se descartaron ya que todos las oficinas y aulas estaban en un lugar cerrado.

Para la temperatura se tomará la tabla que compara la temperatura contra el régimen de trabajo (Pesado, moderado, ligero). Para este caso es ligero por lo cual se toma el rango de valores de 17 a 25 [°C]. los resultados que se obtuvieron pueden consultarse en los apéndices .

Para los almacenes se ocupó la categoría que la norma expresa como “En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos. la cual establece un rango de iluminación mínima de 300 luxes.

Para el último lugar de trabajo lugares de inspección los parámetros de iluminación que establece la NOM-011 según la categoría de “Proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulidos finos”. la cual establece que debe existir un límite de iluminación de 1000 Luxes.

Paras la otras variables (temperatura, ruido) se ocuparan los mismos parámetros que se ocuparon en los lugares de trabajo anteriores.

Las gráficas comparativas de cada lugar de trabajo y de cada variable se encuentran del apéndice A4.1 al A4.9

A Pesar de que muchos lugares no tenían el conocimiento de los rangos de valores al que sus trabajadores deben laborar según la norma se aproximaron al valor establecido con algunas excepciones, esto resulta bastante útil ya que se podrá simular las condiciones que establecen las normas en la cámara climática, sin alejarse de forma gradual de las condiciones que se registraron en los diferentes lugares de trabajo.

Adquisición de equipo

Durante la búsqueda y comparación de equipos para la simulación de las variables, “...se deben tomar en cuenta una serie de factores que afectan directamente la elección. La mayoría de la información que es necesario recabar será útil en la comparación de varios equipos y también es la base para realizar una serie de cálculos y determinaciones posteriores”¹⁶.

Entre los factores más importantes que se contemplaron se encuentran los siguientes:

a) Proveedor; para realizar directamente las cotizaciones y obtener la información suficiente sobre los equipos.

¹⁶ Gabriel Baca Urbina. (2010). Evaluación de proyectos. México, D. F.: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. pág.94.

b) Precio; como uno de los factores de comparación más importantes entre equipos que cumplen con las mismas características.

c) Dimensiones; se consideró la integración de todos los equipos requeridos dentro del espacio disponible proporcionado para la instalación de la cámara.

d) Capacidad; este factor fue de gran relevancia durante la determinación de la capacidad de enfriamiento del aire acondicionado, por ejemplo.

e) Flexibilidad; aquella ofrecida por los equipos para someterse a condiciones de trabajo definidas, por ejemplo, la capacidad de trabajo de las cámaras bajo condiciones de mayor humedad y temperatura, etc.

Además es importante tomar en cuenta otros factores que pudieran afectar el desempeño de los equipos a futuro, como:

f) Mano de obra necesaria

g) Costo de mantenimiento

h) Consumo de energía eléctrica

i) Infraestructura necesaria

j) Equipos auxiliares

k) Costo de los fletes y de seguros

l) Costo de instalación y puesta en marcha

m) Existencia de refacciones en el país

Puesto que la adquisición de la maquinaria no determina el correcto funcionamiento futuro y el aprovechamiento del ciclo de vida, si no se tiene las medidas adecuadas.

Equipos adquiridos

Finalmente, los equipos que se adquirieron para la cámara son los que se muestran a continuación.

TABLA 4.1

Tabla de selección y adquisición de equipo

Equipo	Función	Especificaciones técnicas
Teatro en casa	Simulación de distractores auditivos	Temperatura Operación: 5°C – 35°C Almacenamiento: 10°C-60 °C Humedad Operación: 20%-80% Almacenamiento: 10%-90% Voltaje de fuente de poder CA 220V – 240V 50 Hz – 60 Hz Consumo de energía 318 Vatio. 230 Vatio (económico). 0.33 (Standby)
Proyector	Simulación de distractores visuales	
Aire acondicionado	Simulación de temperatura	
Calentador	Simulación de temperatura	
Luminarias	Simulación de luminosidad	

FUENTE: Elaboración propia

Conclusión de capítulo

Durante la búsqueda, selección y adquisición de los equipos, es fundamental verificar que estos cubran los requerimientos que estamos buscando, ya que la simulación de las variables en la composición de distintos ambientes de prueba es determinante sobre el desempeño de los trabajadores, por lo tanto, se convierte también en un factor fundamental el funcionamiento correcto y armónico de todos los equipos dentro del mismo sitio.



Capítulo 5

Manual de prácticas



Capítulo 5 Manual de prácticas

Uno de los alcances mencionados al principio de este trabajo es la propuesta para la elaboración de un Manual de prácticas que permita a los estudiantes conocer y usar el laboratorio, haciéndose así, acreedores de los beneficios para su formación académica brindados por la enseñanza práctica en la asignatura Estudio del trabajo (y que como se ha mencionado con anterioridad, a futuro podrán usar los alumnos de carreras distintas a Ingeniería Industrial).

Así pues, se presenta a continuación la propuesta de las primeras prácticas de lo que más adelante se concluirá como un manual, en el que primeramente se den a conocer los señalamientos para poder hacer uso correcto del laboratorio, y después una serie de prácticas diseñadas para llevarse a cabo dentro de la cámara climática.

La primera práctica posee un contenido meramente introductorio. Con esta se pretende que los alumnos conozcan la cámara y entiendan el concepto de trabajo. Así mismo que conozcan las herramientas que la componen, el uso correcto de los equipos de medición y los alcances y beneficios que un laboratorio de este tipo tiene en su formación académica.

La segunda práctica permitirá a los alumnos hacer una prueba sencilla, realizando una actividad manual de ensamble, primero bajo las condiciones existentes en el sitio de temperatura, humedad, iluminación y ruido, y posteriormente bajo condiciones específicas. Se hará una comparación entre los tiempos que dura el proceso, y se concluirán las condiciones aptas para realizar dicho trabajo.

Este manual tiene como objetivo ilustrar los procedimientos que deben seguirse en las prácticas con el objetivo de fomentar un aprendizaje en los alumnos, sin embargo, no es un manual definitivo y será necesario realizar varias pruebas con grupos pilotos para determinar mejoras o ajustes en las prácticas.

Para esto la Ingeniería González Hernández Claudia Ivette quien imparte la materia de Estudio del trabajo, nos ayudará apoyándonos con su grupo el cual servirá como el primer acercamiento de los estudiantes con la cámara de simulación, para modificaciones posteriores.



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ingeniería
División de Ingeniería Mecánica e Industrial
Departamento de Sistemas Biomédicos



Práctica 1

Introducción al uso de la Cámara de ambiente controlado

Objetivos

- El alumno conocerá los beneficios de la simulación controlada en la industria y en su formación académica.
- El alumno conocerá la cámara de ambiente controlado así como el funcionamiento y uso correcto de los instrumentos y equipos que la conforman.
- El alumno conocerá los rangos de trabajo posibles a simular en la cámara así como distintos climas laborales.

Cuestionario Previo.

1. Investigar y explicar brevemente ¿Qué es una cámara/laboratorio de ambiente controlado?
2. Investigar y desarrollar tres aplicaciones de las cámaras de ambiente controlado en la industria.
3. Identificar los equipos de simulación en el laboratorio de ambiente controlado y la variable que simula cada uno.
4. ¿Qué instrumentos se usan para medir la intensidad luminosa? Y en qué unidades se mide? (mínimo 2 ejemplos)
5. ¿Para qué sirve un sonómetro y que unidades arroja?
6. ¿Con qué instrumento se puede medir la humedad en un lugar determinado?
7. Describa brevemente la importancia de los siguientes factores dentro del desempeño laboral:
 - Iluminación
 - Ruido
 - Humedad
 - Temperatura
8. Investigar las condiciones de trabajo, para una actividad concreta, en tres tipos de industria.

9. Desarrollo

El alumno se familiarizará con los instrumentos que se encuentran en la cámara de ambiente controlado realizando diversas mediciones.

Medición de intensidad Luminosa

Formar equipos de 5 integrantes y seleccionar tres lugares con distintas intensidades lumínicas para realizar mediciones con el luxómetro.

Los lugares serán:

Dentro de la cámara de ambiente controlado, fuera de esta, dentro del edificio, fuera del edificio al aire libre.

Estas mediciones se repetirán con los otros instrumentos: termómetro y sonómetro en los mismos puntos. Los datos serán registrados en la Tabla 1.

Tabla 5.1

Tabla para recabar datos de la práctica

Variable	Cámara climática	Oficina	Aire libre	Taller o laboratorio
Temperatura				
Ruido				
Iluminación				

FUENTE: Elaboración propia

Concluir a qué se deben las diferencias de medidas y cuáles serían las condiciones óptimas para laborar.



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ingeniería
División de Ingeniería Mecánica e Industrial
Departamento de Sistemas Biomédicos



Práctica 2

Medición de desempeño en régimen de trabajo ligero

Objetivo

- El alumno identificará las condiciones óptimas de tipo ambiental para la realización de un trabajo de ensamble, mediante la comparación de estimadores de desempeño.

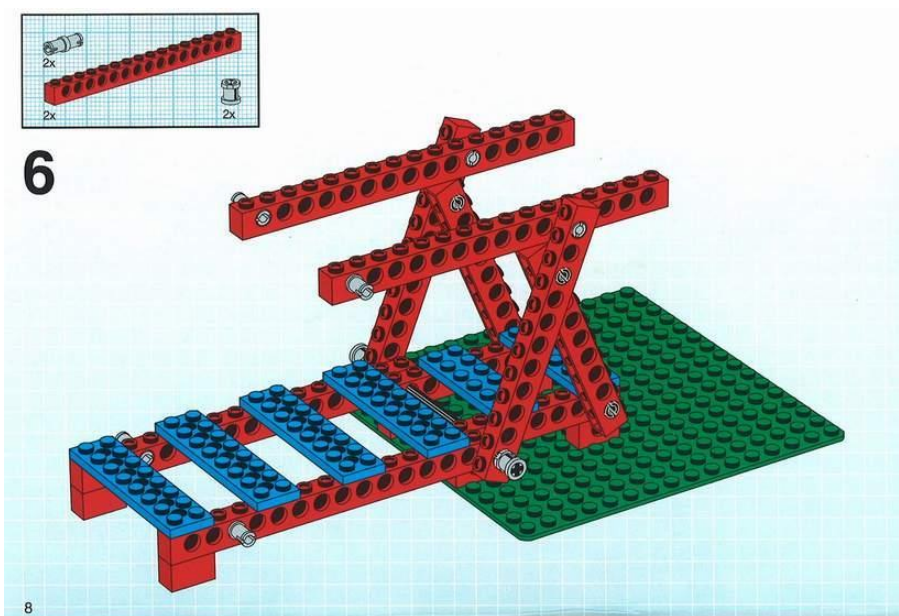
Cuestionario previo:

1. ¿Qué es ergonomía?
2. ¿Qué es antropometría?
3. ¿Qué es la STPS y para qué sirve?
4. ¿Qué NOM hace referencia a las condiciones de ruido en los lugares de trabajo?
5. ¿Cuáles son los límites máximos permisibles de exposición según los siguientes decibeles?
 - 90 dB(A)
 - 93 dB(A)
 - 96 dB(A)
 - 99 dB(A)
 - 102 dB(A)
6. ¿Qué NOM hace referencia a las condiciones de iluminación en las estaciones y lugares de trabajo?
7. ¿Cuáles son las consecuencias de una deficiente iluminación en un lugar de trabajo?
8. ¿Cuál es el nivel mínimo de iluminación (en luxes) que debe tener un taller de empaque y ensamble, aulas y oficinas?

Desarrollo

1. El grupo se dividirá en equipos de 4 personas alternando entre hombres y mujeres, eligieron un modelo Dacta por equipo y recibirán una capacitación previa al ingreso de la cámara.
2. La mitad de los integrantes de cada equipo ingresaran a la cámara y realizarán el ensamble del mismo modelo Dacta. Esta operación se realizará por un tiempo de 10 a 15 minutos. El diagrama de ensamble de la pieza se muestra en la Figura 1.

Figura 5.1 Modelo Dacta 9630 ensamble puente



FUENTE: http://lego.brickinstructions.com/lego_instructions/set/9630

3. Durante el ensamble los alumnos serán sometidos a las siguientes condiciones con ayuda del equipo de simulación (lámparas de diferentes intensidades, bocinas, aire acondicionado, etc.) también estarán bajo distracciones videos e imágenes en el proyector. Las condiciones de trabajo para la práctica se muestran en la Tabla 5.2

TABLA 5.2

Condiciones para la realización de la práctica

Iluminación	Ruido	Temperatura	Humedad
350 lux	85 dB	30 °C Temperatura ambiente)	40%

FUENTE: Elaboración propia

4. Durante el trabajo de ensamble la otra mitad de los integrantes del equipo tomarán las medidas de sus compañeros y anotarán observaciones en caso de ser necesario. El formato a llenarse es el siguiente:

TABLA 5.3

Formato para recopilación de datos

Equipo	Constitución	Modelo Dacta	Personas que realizan la prueba	Tiempo primera prueba [min]	Observaciones

FUENTE: Elaboración propia

5. Se repetirán las actividades 2, 3 y 4 bajo las condiciones de ruido y temperatura que se muestran en la Tabla 5.4 (los alumnos que realizaron la actividad 1 deberán ser los mismos que realicen esta actividad, con la finalidad de evitar alteraciones en los estimadores de desempeño).

Tabla 5.4

Condiciones para realización de la segunda parte de la práctica

Iluminación	Ruido	Temperatura	Humedad
1002 lux	105 dB	19 ° C	45%

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 5.5

Formato para recopilación de datos - Segunda parte de la práctica

Equipo	Constitución	Modelo Dacta	Personas que realizan la prueba	Tiempo segunda prueba [min]	Observaciones

FUENTE: Elaboración propia

6. Registrar los datos obtenidos Por medio de las medias comparar los resultados obtenidos bajo las condiciones de la *Tabla 5.3* y la *Tabla 5.5* y concluir.



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ingeniería
División de Ingeniería Mecánica e Industrial
Departamento de Sistemas Biomédicos



Práctica 3

Medición de desempeño en régimen de trabajo moderado

Objetivo

- El alumno identificará las condiciones óptimas de tipo ambiental para la realización de un trabajo de régimen moderado, mediante la obtención y comparación de estimadores de desempeño.

Cuestionario previo

1. Investigar y explicar brevemente qué es un régimen de trabajo moderado. Cite tres ejemplos.
2. Investigar y explicar brevemente qué es un régimen de trabajo pesado. Cite tres ejemplos.
3. ¿Qué NOM hace referencia a las condiciones de temperatura en los lugares de trabajo?
4. ¿Qué son las condiciones térmicas elevadas y térmicas abatidas?
5. ¿A partir de qué temperatura elevada se recomienda el uso de equipo de seguridad?
6. ¿A partir de qué temperatura abatida se recomienda el uso de equipo de seguridad?
7. ¿Recomendaría realizar actividades de régimen de trabajo pesado en condiciones térmicas abatidas? Justifique su respuesta

Desarrollo

1. El alumno diseñará un circuito de actividades que cumplan con el régimen de trabajo moderado.
2. Posteriormente realizará el circuito durante 10 minutos bajo las condiciones que se presentan en la *Tabla 5.6*

TABLA 5.6

Condiciones de trabajo para la práctica – Primera parte

Iluminación	Ruido	Temperatura	Humedad
	90 dB	23 °C (Temperatura ambiente)	

FUENTE: Elaboración propia

3. Un alumno que se encuentre al exterior de la cámara deberá medir el tiempo requerido para completar el circuito. Por lo menos 5 alumnos repetirán la misma actividad dentro de la cámara en condiciones de trabajo normales. Obtener la media de los tiempos. Los resultados deberán registrarse en la Tabla 5.7.

TABLA 5.7

Formato para recabar resultados de la práctica – Primera parte

Alumno	Número de veces que se completó el circuito	Tiempo para completar el primer circuito	Tiempo para completar el último circuito
Alumno 1			
Alumno 2			
Alumno 3			
Alumno 4			
Alumno 5			
Media			

FUENTE: Elaboración propia

4. Se repetirán las actividades 1,2 y 3 bajo las condiciones que se muestran en la Tabla 1.2 (los alumnos que realizaron la actividad 1 deberán ser los mismos que realicen esta actividad, esto con la finalidad de evitar alteraciones en los estimadores de desempeño).

TABLA 5.8

Condiciones de trabajo para la práctica – Segunda parte

Iluminación	Ruido	Temperatura	Humedad
	105 dB	15 ° C	

FUENTE: Elaboración propia

5. Registrar los resultados obtenidos y obtener las medias especificadas para cada columna.

TABLA 5.9

Formato para recabar resultados de la práctica – Segunda parte

Alumno	Número de veces que se completó el circuito	Tiempo para completar el primer circuito	Tiempo para completar el último circuito
Alumno 1			
Alumno 2			
Alumno 3			
Alumno 4			
Alumno 5			
Media			

FUENTE: Elaboración propia

6. Se repetirán las actividades 1,2 y 3 bajo las condiciones que se muestran en la Tabla 5.10 (los alumnos que realizaron la actividad 1 deberán ser los mismos que realicen esta actividad, esto con la finalidad de evitar alteraciones en los estimadores de desempeño).

Tabla 5.10

Condiciones de trabajo para la práctica – Tercera parte

Iluminación	Ruido	Temperatura	Humedad
	105 dB	31.1 ° C	

FUENTE: Elaboración propia

7. Registrar los resultados obtenidos y calcular la media para cada columna especificada.

Tabla 5.11

Formato para recabar resultados de la práctica – Tercera parte

Alumno	Número de veces que se completó el circuito	Tiempo para completar el primer circuito	Tiempo para completar el último circuito
Alumno 1			
Alumno 2			
Alumno 3			
Alumno 4			
Alumno 5			
Media			

FUENTE: Elaboración propia

8. Comparar las medias obtenidas y concluir.

Análisis de las prácticas

Retomando la ecuación planteada en la introducción de este trabajo

$$E_p(x_1) + C_c(x_2) + H_p(x_3) + T_t(x_4) + E_a(x_5) = D$$

La variable de interés es C_c que representa las condiciones ambientales y su importancia.

Para determinar que tanto repercute este factor el desempeño de un trabajador, el cual se medirá en el tiempo que tardan en completar el ensamble, se buscó atenuar el impacto de las otras variables.

Para E_x = Experiencia, los alumnos recibieron una capacitación previa de modo que al momento de realizar los ensambles dentro de la cámara el nivel de experiencia sobre el ensamble no modifique de manera significativa el tiempo.

Para H = habilidad del operario, se analizó a los mismos alumnos durante los ensambles y se compararon sus tiempos.

Para T_t = tiempo de la tarea, el tiempo de la tarea fue el mismo para todos los alumnos.

El estado de ánimo es un factor de suma importancia que impacta en las actividades de los alumnos, sin embargo resulta complicado homogeneizar el valor de ese factor por lo cual generará un nivel de incertidumbre en nuestros resultados finales.

Como ya se había mencionado anteriormente, tuvimos la oportunidad de llevar a cabo una práctica, con un grupo de alumnos de la carrera de Ingeniería Industrial que actualmente cursan el quinto semestre.

La práctica que se eligió para realizar con el grupo, es la Práctica 2, sugerida para el Manual de Prácticas bajo el nombre de Medición de desempeño en régimen de trabajo ligero, ya que este régimen nos garantiza la integridad y salud de los alumnos, mediante tareas de ensamble con un nivel de complejidad medio, y con condiciones ambientales que no alcanzan los límites superiores ni inferiores.

Las características del grupo con el que se trabajó son las siguientes:

Total alumnos: 23

Total mujeres: 5







Total de hombres: 20

Edad: Entre 20 y 23 años

Para la integración de grupos de trabajo en el desarrollo de la práctica se contempló el género, por lo cual la constitución de equipos quedó estructurada de la siguiente manera, considerando cuatro integrantes máximo por equipo:

Figura 5.2

Composición de equipos

Equipo	Constitución
1	
2	
3	
4	
5	
6	

Intencionalmente en los equipos 1, 4 y 5 se incluyó a una mujer, y dos en el caso del equipo 3, así como grupos únicamente de hombres los equipos 2 y 6, ya que el género también es un factor que tiene peso sobre el desempeño de tareas, y aunque no se encuentra dentro de los parámetros ambientales de análisis, puede reflejar algunas particularidades en los resultados de la práctica.

Los equipos 1, 2 y 3, realizaron la práctica en una primera sesión de trabajo el día 9 de mayo del presente año. Los equipos restantes se reunieron el día 11 de mayo del presente año.

Simulación de ambientes

Con los elementos de la cámara fue posible recrear 2 tipos de escenarios en donde los estudiantes ensamblaron las mismas piezas en cada escenario.

El primero fue un ambiente de oficina en donde se fijó un rango de temperatura entre 23°C y 26°C con un rango de iluminación de 250 a 300 luxes y un valor de sonido de 70 a 75 dB.

El segundo ambiente fue un “site” (lugar donde almacenan servidores y cableado de redes.) este lugar tiene características particulares, ya que debe mantenerse a una temperatura de 18°C y con un nivel de iluminación mayor a 600 Luxes.¹⁷

Los alumnos experimentaron estos 2 tipos de condiciones con un rango de 20 minutos de descanso entre cada actividad.

Uno de los principales indicadores para evaluar el desempeño, es el tiempo. Para los fines de la práctica realizada, se consideró el tiempo que dos integrantes de cada equipo tardaban para ensamblar el modelo de Lego correspondiente, en condiciones ambientales específicas.

Los tiempos obtenidos en ambas sesiones se muestran a continuación:

¹⁷ Data Centers Hoy. (2013). Temperatura óptima de un Data center. 05/03/2018, de Protección y administración de datos en la empresa Sitio web: <http://www.datacentershoy.com/2013/07/cual-es-la-temperatura-correcta-de-un.html>

TABLA 5.12

Tabla de tiempos resultantes para la realización de la Práctica 2 Medición de desempeño en régimen de trabajo ligero

Equipo	Constitución	Modelo Dacta	Personas que realizan la prueba	Tiempo primera prueba [min]	Tiempo segunda prueba [min]
1	3 hombres 1 mujer	9630	hombre-hombre hombre-mujer	5.58 7.35	9.19 6.05
2	4 hombres	9630	hombre-hombre hombre-hombre	13.40 6.39	7.46 4.62
3	2 mujeres 2 hombres	9665	mujer-mujer hombre-hombre	5.11 7.05	6.05 5.51
4	3 hombres 1 mujer	9630	hombre-mujer hombre-hombre	8.05 5.23	5.18 4.16
5	3 hombres 1 mujer	9630	hombre-hombre hombre-mujer	7.11 5.46	5.20 5.45
6*	3 hombres	9665	hombre-hombre hombre-hombre	5.05 4.20	3.45 3.04

FUENTE: Elaboración propia

*Debido a que en el equipo número 6 únicamente se contaba con 3 alumnos, uno de ellos participó tanto en la primera como en la segunda prueba.

Análisis de los resultados obtenidos en las prácticas

El sensor de Bosch nos ofrece la posibilidad de brindar lecturas de 6 parámetros ambientales, en un periodo de tiempo definido por el usuario.

La configuración que usamos nos arrojó lecturas cada tres segundos durante la duración de cada una de las pruebas. Sin embargo hay que aclarar que para las cuatro pruebas se obtuvo un número diferente de datos totales recabados, por lo que para poder hacer una comparación entre variables, se eligieron sólo los primeros 150 valores registrados para cada variable.

Para un manejo más sencillo de las gráficas, se adoptó la siguiente nomenclatura:

P1 G1: Prueba 1 Grupo 1

P1 G2: Prueba 1 Grupo 2

P2 G1: Prueba 2 Grupo 1

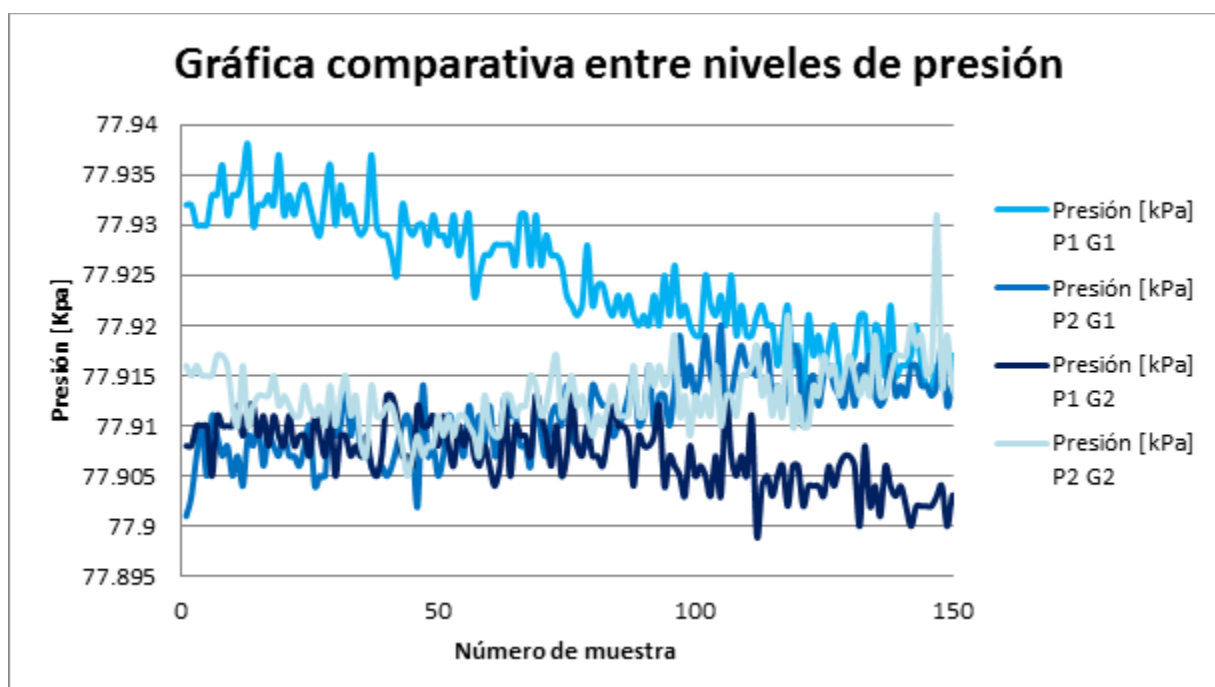
P2 G2: Prueba 2 Grupo 2

Análisis por variables

Análisis de la presión

De los valores recabados, a continuación, se analizan los niveles de presión obtenidos durante las cuatro pruebas, llevadas a cabo con los dos grupos.

Figura 5.3



FUENTE: Elaboración propia

Se observa que los cambios de presión son poco significativos para las cuatro pruebas, puesto que las variaciones se dan en unidades de décimas y centésimas de kPa. Sin embargo, para la primera línea de presión podemos observar que la variación es más notable, esto pudo deberse a que la presión empezó a registrarse a partir de que los alumnos estaban adentro de la cámara y la puerta del laboratorio se cerró. El abrir y

cerrar la puerta, así como el transcurso de los estudiantes a sus estaciones de trabajo son razones probables a este cambio.

En relación a la presión como dato general, sabemos que la presión atmosférica en la Ciudad de México es de 585 mmHg es decir, 77.9934 kPa.

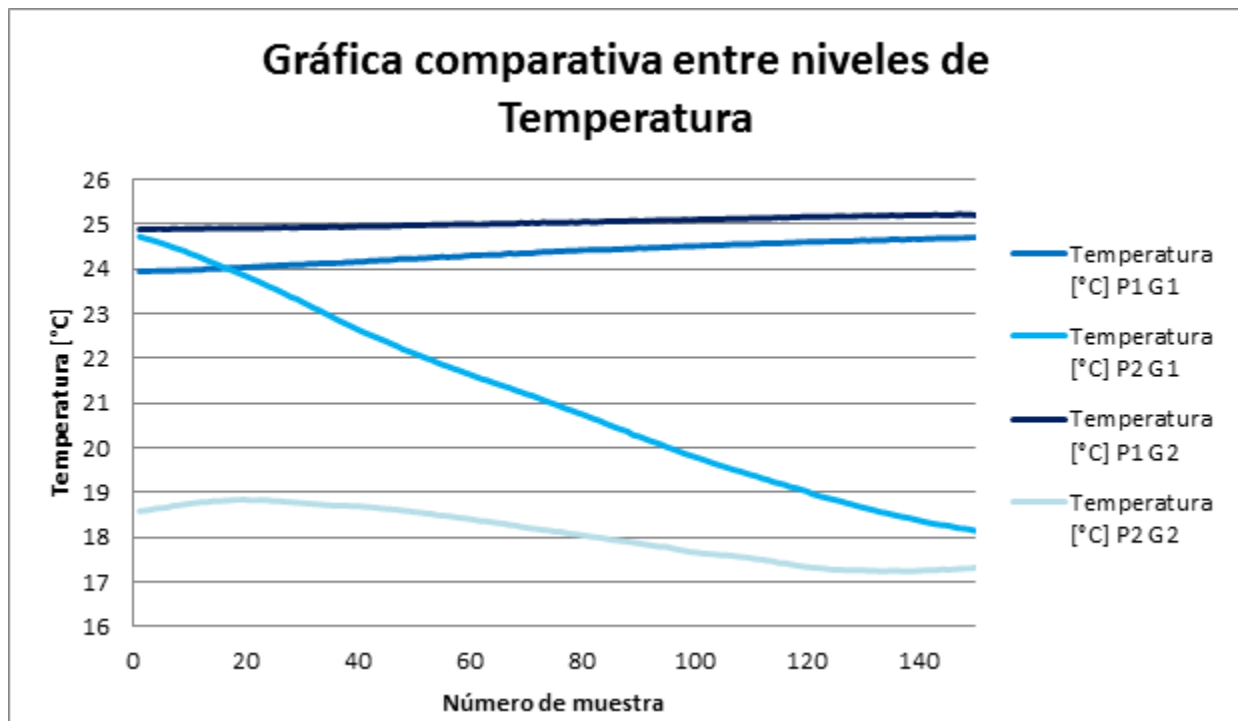
Ya que la variación de presión es un tema que requiere más conocimientos sobre la salud y capacidades de realizar actividades de los trabajadores (y en este caso de los estudiantes), decidimos mantener la cámara a una presión constante durante la evaluación en las cuatro pruebas, para evitar posibles afectaciones a la salud de los alumnos con los que realizamos la práctica.

Análisis de la temperatura

Del mismo modo en que se manejaron los datos de presión se manejarán los de temperatura, y subsecuentes.

A continuación se muestra la gráfica correspondiente a los datos de temperatura registrados por el sensor.

Figura 5.4



FUENTE: Elaboración propia

En la gráfica se aprecia que durante la prueba 1 del primer grupo, el incremento gradual de temperatura fue muy lento y no se alcanzó la temperatura fijada en el calentador, de 25 °C.

Para la prueba 1 del segundo grupo, el comportamiento de la curva de temperatura es muy similar, pero esta sí logra sobrepasar los 25 °C.

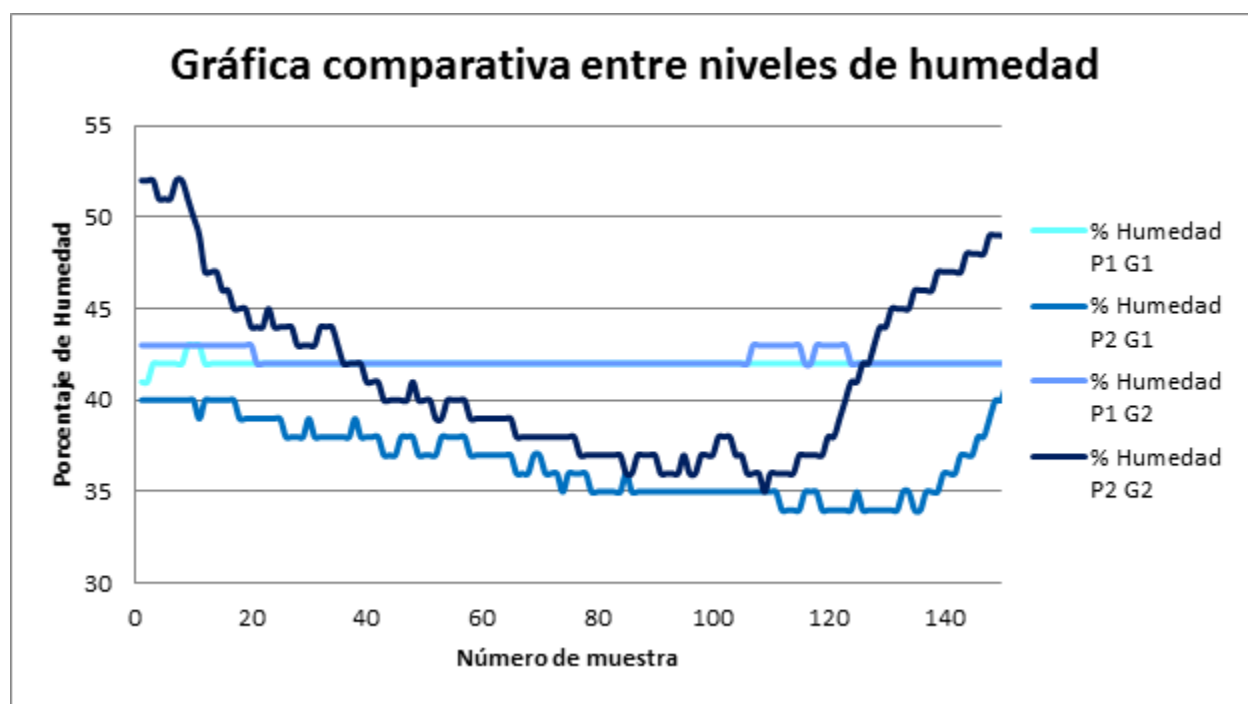
Por otro lado, en la realización de la segunda prueba con el primer grupo, podemos observar un descenso más abrupto en la curva de temperatura, desde un punto de partida cercano a los 25 °C hasta alcanzar casi la línea de los 18 °C. Este comportamiento tiene una explicación lógica, ya que al término de la primera prueba a 25 °C, se procedió a desalojar el laboratorio y se cerró la puerta. Cuando se realizó la siguiente temperatura a 18 °C no había transcurrido el tiempo suficiente para que la cámara alcanzara la temperatura ambiente, y cuando los alumnos iniciaron la segunda prueba tampoco se habían alcanzado los 18 °C. Es decir, que no dimos el tiempo suficiente para que la cámara se aclimatara a las siguientes condiciones de prueba. Por eso observamos un descenso gradual mucho más considerable.

Con la curva de temperatura durante la segunda prueba con el segundo grupo, podemos observar un comportamiento con menos variaciones. Al momento de iniciar con esta, la cámara ya cumplía (con un pequeño margen de error) las condiciones requeridas.

Análisis de la humedad

La gráfica de humedad generada a partir de los datos recopilados se muestra a continuación:

Figura 5.5



FUENTE: Elaboración propia

La humedad para la primera prueba tanto en el grupo 1 como en el grupo 2 se mantiene casi constante, presentando unas pequeñas variaciones por algunos cortos lapsos de tiempo.

Las variaciones más notables para este factor, se observan en la segunda prueba de cada grupo, es decir cuando la temperatura de la cámara se situó en 18 °C. Esto nos permite ver que cuando la temperatura es cercana a la temperatura ambiente (25 °C) el cambio de humedad es poco significativo, sin embargo, cuando la temperatura desciende, el cuerpo humano se adapta de una manera distinta.

“...cuando el cuerpo se expone a temperaturas muy bajas pierde más calor del que es capaz de generar, y los vasos sanguíneos de la piel se contraen para conservar la temperatura corporal”¹⁸. Esto ocasiona que exista una caída de la humedad emitida por el cuerpo humano a través de la transpiración, y por lo tanto, puede ser un factor que provoque cambios en los niveles de humedad de la habitación.

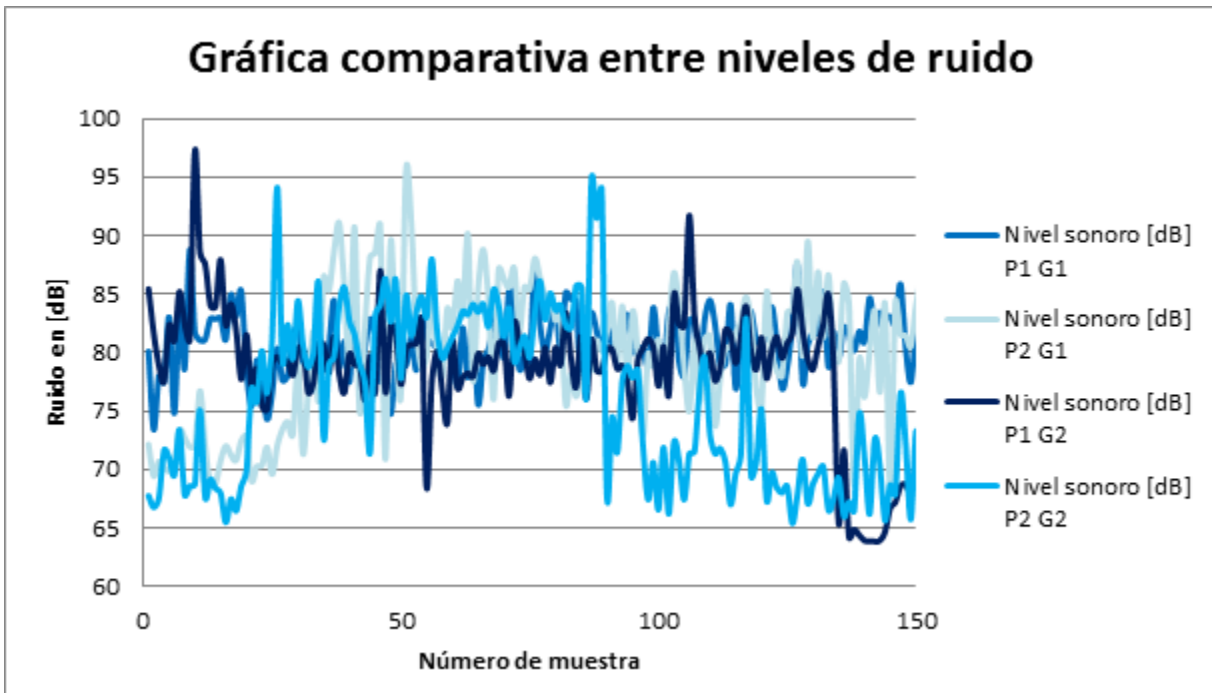
En el siguiente apartado en el que se analizará la humedad por grupo, se podrá observar gráficamente este comportamiento.

¹⁸ Elena Sanz. (2011). Así afecta el frío a la salud. 4 de junio del 2018, de Revista Muy Interesante Sitio web: <https://www.muyinteresante.es/salud/articulo/asi-afecta-el-frio-a-la-salud>

Análisis del ruido

La gráfica de niveles de ruido generada a partir de los datos recabados con el sensor, se muestra a continuación:

Figura 5.6



FUENTE: Elaboración propia

A diferencia de los factores analizados anteriormente, podemos observar que el comportamiento en las curvas de ruido presenta muchas más variaciones. Esto se debe a que la influencia del entorno sobre los niveles de ruido es mucho más significativa.

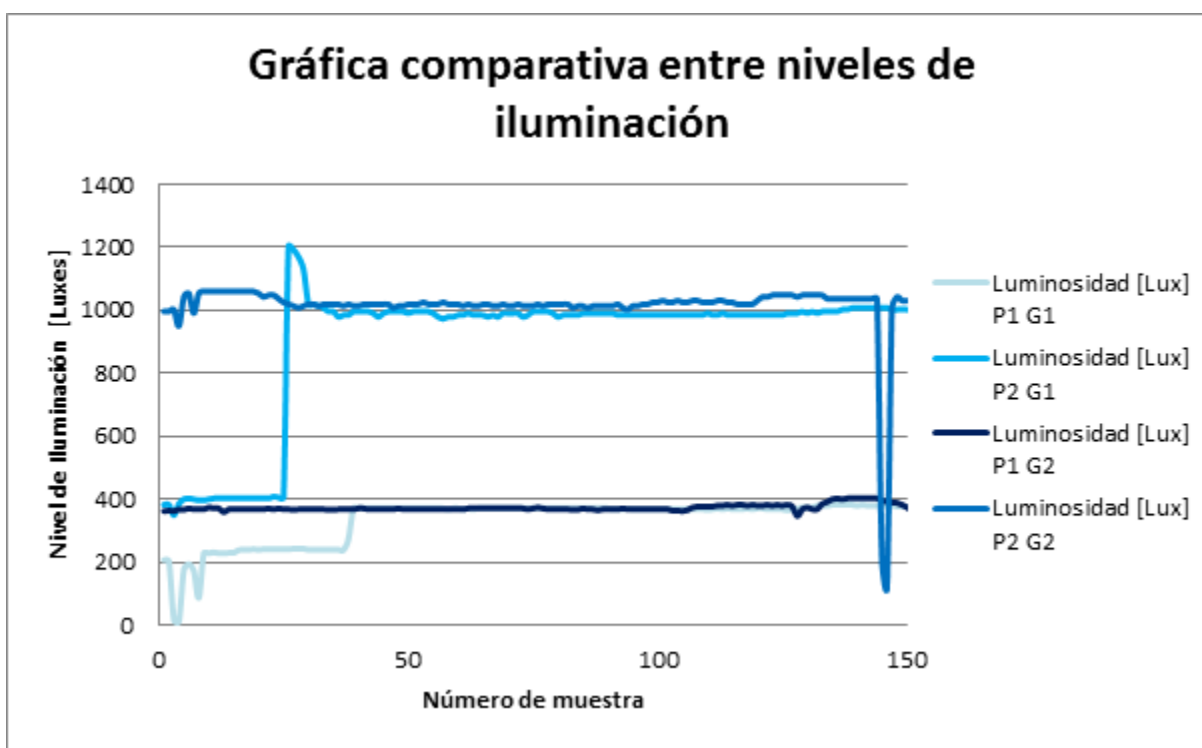
Es decir, que aunque se fije un valor determinado de ruido emitido por algún elemento, existen otros factores que pueden variar este comportamiento de manera importante.

Durante la realización de las pruebas, no se prohibió hablar, ya que para realizar los trabajos de ensamble es indispensable la comunicación, así como para idear una estrategia de trabajo. Las voces de los 6 alumnos en turno (durante cada prueba) afectan los niveles de ruido generales dentro de la cámara, arrojando como resultado estas notables variaciones.

Análisis de la luminosidad

La gráfica de niveles de luminosidad generada a partir de los datos recabados con el sensor, se muestra a continuación:

Figura 5.7



FUENTE: Elaboración propia

Como se observa, para la primera prueba de ambos grupos, los niveles de luminosidad registrados se mantienen en un rango reducido de valores que oscila entre 360 y 380 luxes, mayormente, con una pequeña variación inicial en la primera prueba del primer grupo. Esta caída en los niveles de luminosidad de la cámara pudo deberse a que alguno de los alumnos hiciera sombra con alguna parte del cuerpo, ya que el sensor fue colocado justo al centro de la mesa de ensamble.

Para la segunda prueba de ambos grupos, el nivel también se mantiene en un rango constante la mayor parte del tiempo, aunque la segunda prueba del primer grupo comienza con niveles bajos de luminosidad, así como el segundo grupo presenta una curva con una caída hacia el final de la segunda prueba, y las razones probables son las mismas que se plantean arriba, causar sombra con alguna parte del cuerpo durante la tarea de ensamble, por parte de los alumnos que se encontraban cerca del sensor.

Análisis por grupo

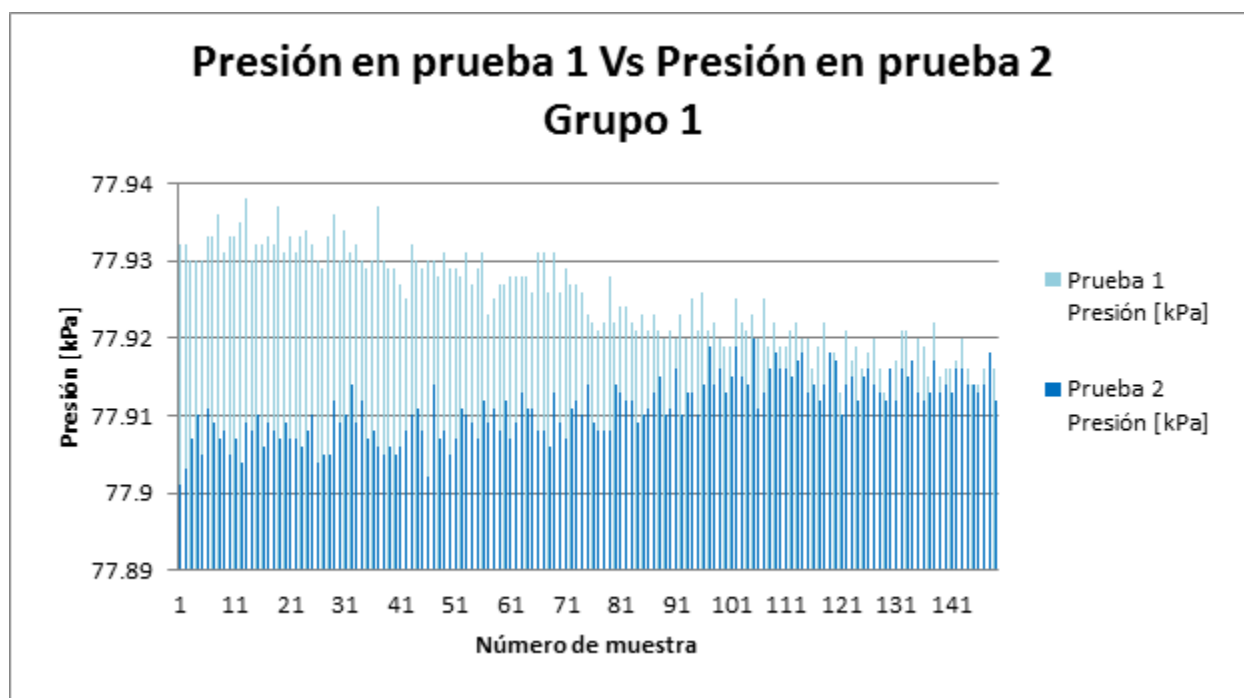
Otro análisis de gran relevancia es aquel que permite hacer una comparación entre las condiciones ambientales de la primera prueba con respecto a las condiciones ambientales de la segunda prueba, tanto para el primer grupo como para el segundo, de manera independiente.

Para este análisis se generaron diez gráficas a partir de los datos recabados, cinco de ellas corresponden al primer grupo y las cinco restantes al segundo grupo. Por lo tanto, y para no hacer una explicación recurrente, únicamente analizaremos las gráficas del primer grupo, y no por esto se da por entendido que la explicación de las gráficas del grupo 2 no sean relevantes, ni mucho menos que sean iguales a las del primer grupo, para su consulta, éstas han sido colocadas en el apéndice bajo la numeración A5.1, A5.2, A5.3 y A5.4.

Análisis de presión

La gráfica siguiente muestra en color azul claro cada una de las muestras de presión recabadas durante la prueba 1, y en color azul oscuro las muestras recabadas de presión de la prueba 2.

Figura 5.8



FUENTE: Elaboración propia

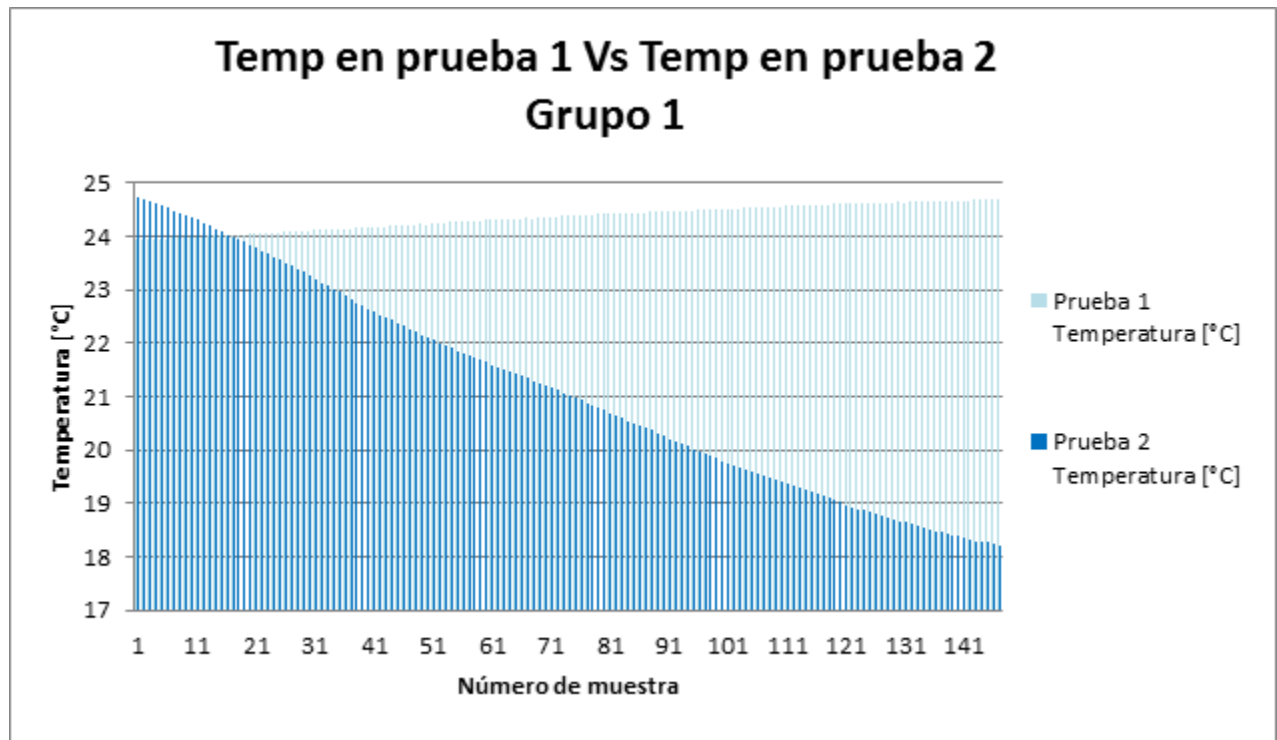
Podemos observar que los cambios de presión tienen variaciones mínimas, sugeridas por las unidades en que se miden. Se observa que al inicio de cada prueba, las presiones presentaban un distanciamiento más pronunciado, pero que una vez en

marcha las prueba, la presión tiende a un valor que ronda entre 77.91 y 77.92 kPa. Para este caso, a una temperatura de 25 °C la presión inicial era ligeramente más alta, y a 18 °C la presión inicial se encontraba un poco por debajo de la presión final de tendencia.

Análisis de temperatura

En la gráfica siguiente se recaban los datos de temperatura en las pruebas 1 y 2 realizadas con el grupo 1.

Figura 5.9

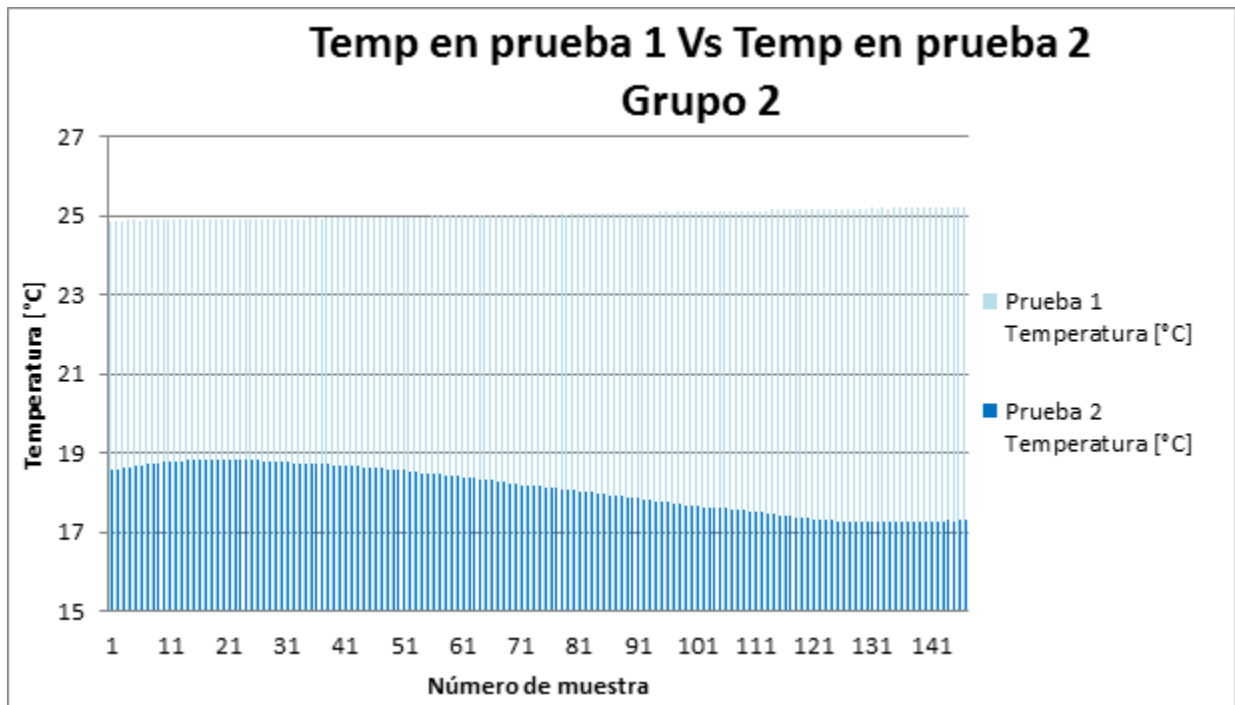


FUENTE: Elaboración propia

El comportamiento de los datos de la primer prueba, indican un incremento poco acelerado, ya que la temperatura ambiental es de alrededor de 23 °C y la temperatura establecida en el calentador fue de 25 °C. Para la segunda prueba se observa un comportamiento predeciblemente contrario, puesto que la temperatura fijada fue de 18 °C, la temperatura desciende de manera acelerada casi alcanzando este valor al término de la prueba.

Como se mencionó anteriormente, con el grupo 1 no se dio el tiempo necesario para que la cámara alcanzará las condiciones de temperatura necesarias entre una prueba y otra, por lo que como una excepción analizaremos la gráfica correspondiente del grupo 2, que se muestra a continuación.

Figura 5.10



FUENTE: Elaboración propia

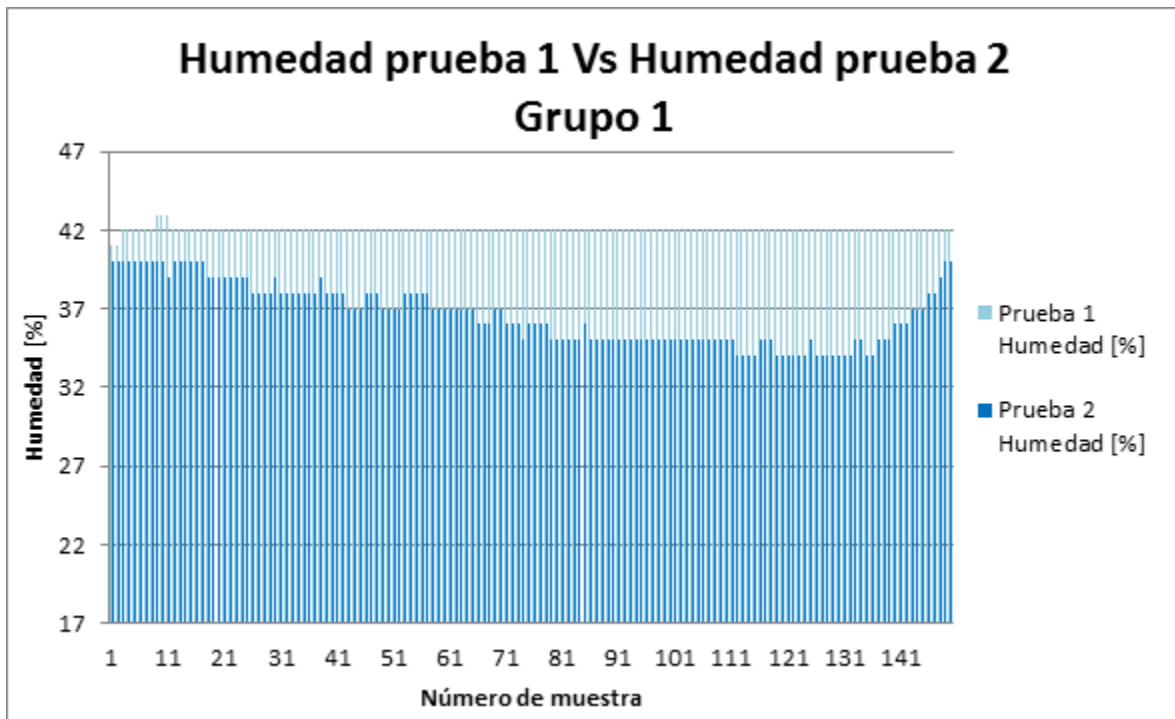
A diferencia de los datos recopilados para el grupo 1, en esta gráfica se puede notar claramente que la variación de la temperatura no es tan abrupta. Esto indica que para este grupo se dio el tiempo necesario antes de cada prueba para que la cámara alcanzará la temperatura de trabajo fijada, por lo tanto la tendencia de los datos muestra un comportamiento más estable.

El factor temperatura es mucho menos sensible, ya que si queremos pasar de una temperatura alta a una baja, o viceversa, debemos tener en consideración el tiempo que se requiere para esta transición, a diferencia por ejemplo del ruido o la iluminación, en donde se pueden obtener cambios inmediatos.

Análisis de la humedad

En la gráfica siguiente se representan los datos obtenidos para la variable de humedad en el grupo 1, durante la primera y segunda prueba.

Figura 5.11



FUENTE: Elaboración propia

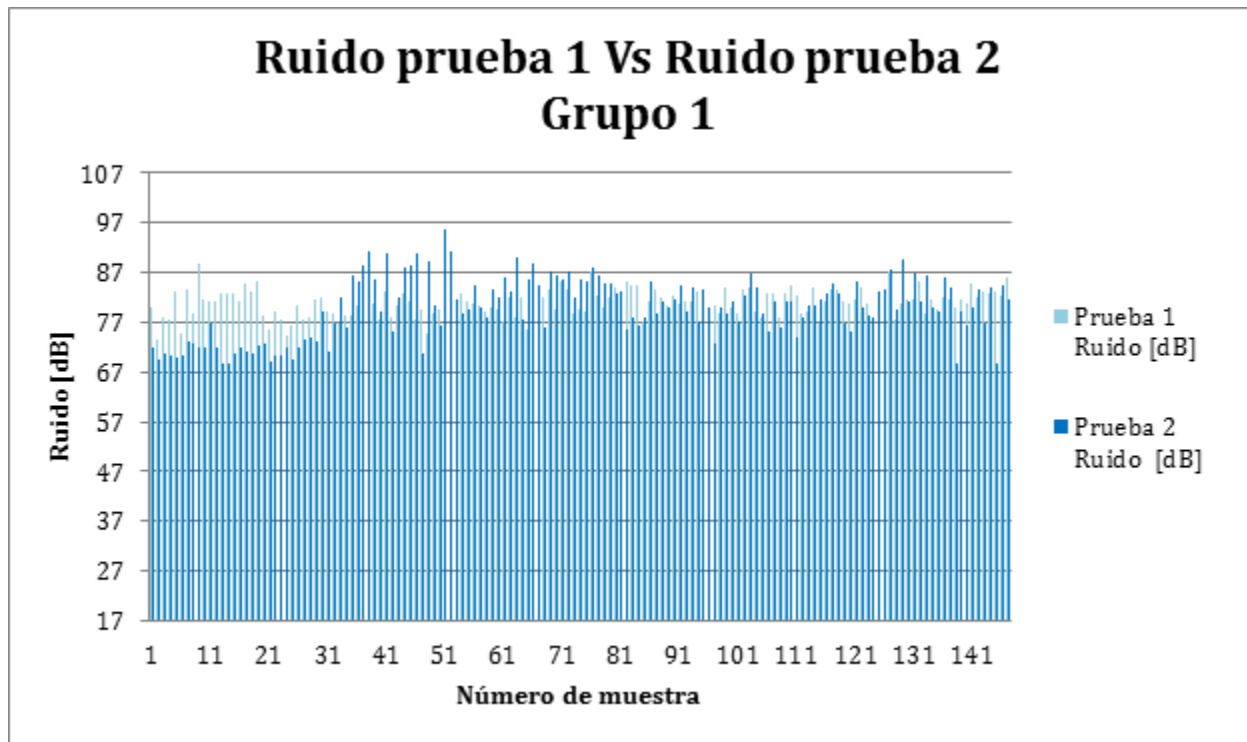
La gráfica de humedad que se generó con los datos muestrales tomados con el grupo 1 y que aquí se muestran a modo comparativo entre la primera y segunda prueba, permiten ver que cuando la temperatura de la cámara se situó en los 25 °C, la variación de humedad en el ambiente es casi nula, esto se debe a que la temperatura a la que el cuerpo humano aún percibe una sensación de bienestar y funciona con normalidad, es entre los 21 y 16 °C, por lo que se esperan pocas variaciones respecto a la transpiración corporal.

Sin embargo, como se mencionó anteriormente, cuando la temperatura ambiental disminuye, el cuerpo regula su funcionamiento para adaptarse a las condiciones externas y así mantener las condiciones internas dentro de su rango de funcionamiento normal. En la gráfica se aprecian estas variaciones de humedad a través de una caída de de humedad en la habitación hacia la mitad de la prueba y luego una elevación hacia el final de la misma.

Análisis de ruido

A continuación se hace la comparación de los datos muestrales de niveles de ruido, recopilados durante la prueba 1 y posteriormente durante la prueba en el grupo 1.

Figura 5.12



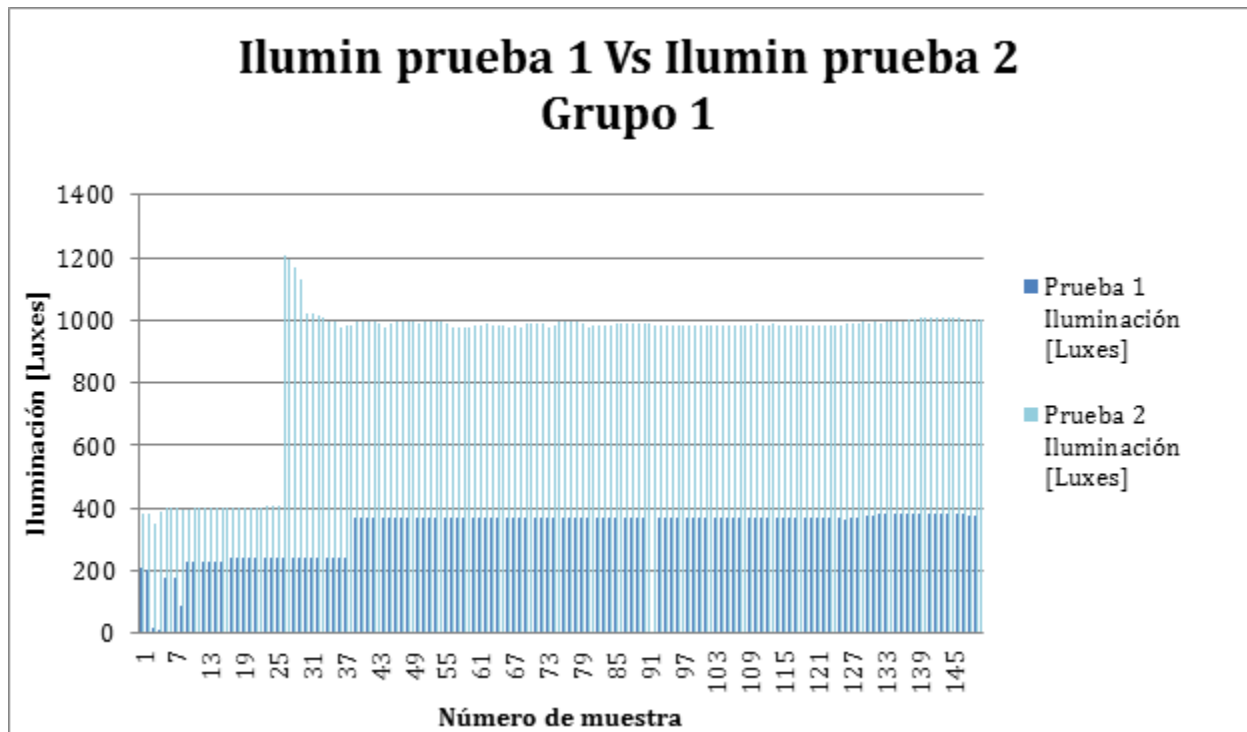
FUENTE: Elaboración propia

El nivel de ruido como se observa, se mantiene dentro de un margen principalmente entre 67 y 87 dB. El ruido es un factor que puede ser alterado fácilmente y de manera inmediata, por lo cual a diferencia de otras gráficas, vemos que el comportamiento de los datos no obedece a una respuesta constante, si no que presenta múltiples variaciones durante la duración de ambas prácticas. Estas variaciones se deben a ruido generado por la voz de los alumnos, por ruido generado durante el ensamble e incluso por aquel generado por el contacto con sillas, mesas y demás mobiliario de la cámara, independiente al ruido generado por el distractor que colocamos intencionalmente.

Análisis de iluminación

Finalmente siguiendo el mismo procedimiento, se muestra la gráfica del grupo 1 para los datos muestrales de niveles de iluminación.

Figura 5.13



FUENTE: Elaboración propia

Gráficamente es evidente la diferencia entre los niveles de iluminación establecidos para cada una de las pruebas, con pequeños lapsos donde se aprecian perturbaciones ligeras. En la primera prueba se estableció un nivel de iluminación de alcance más general en la cámara, y en la segunda un nivel de iluminación más específico según las zonas de trabajo que se determinaron, aunado a una mayor intensidad luminosa.

Las zonas en donde se presentan pequeños descensos en los niveles pudieron ser generadas por pequeños lapsos en los cuales una parte del cuerpo o algún material utilizado hicieron sombra sobre el sensor.

En general el comportamiento de los datos dibuja una trayectoria constante.

Conclusiones

Durante las pruebas que se realizaron obtuvimos datos con los cuales podemos comprobar si se validó la hipótesis y realizar algunas observaciones significativas que fueron detectadas durante la realización de la práctica.

Los alumnos fueron sometidos a dos tipos de condiciones contrastantes entre sí, bajo la premisa de que éstas reflejarán cambios negativos en el indicador de desempeño establecido a través del tiempo, es decir, un mayor tiempo debido a las condiciones y distracciones molestas. Sin embargo, sólo dos equipos redujeron su desempeño.

Las variables que se plantearon inicialmente en el proyecto, se redujeron en el mayor grado posible y a pesar de que estuvieron implicadas otras variables que afectaron el desempeño de los alumnos, se requerirían ajustes en el diseño de la cámara; el ajuste primordial propuesto sería aislarla para que no existan fugas de temperatura y humedad dentro de la misma, y para que el ruido no sea molesto para los espacios de trabajo más próximos. En el caso de las prácticas la propuesta es reducir el número de prácticas y enfocar su desarrollo a las condiciones climáticas, esto implica realizar más pruebas con una variación de parámetros más específica, es decir, variable por variable, y ver cuál de ellas genera el mayor impacto, o si ninguna lo genera de manera considerable, y aumentar el número de grupos que participan en la práctica para poder tener un factor de comparación y así un mayor grado de certeza en los datos obtenidos.

Con los datos obtenidos en nuestra investigación, sería incorrecto concluir que las condiciones ambientales en un lugar de trabajo afectan de manera significativa, a pesar de que afecten, esto depende mucho del tipo de trabajador y de la tarea que se esté realizando, por lo cual no se puede validar la hipótesis planteada en este trabajo.

Apéndice

Tabla A. 2

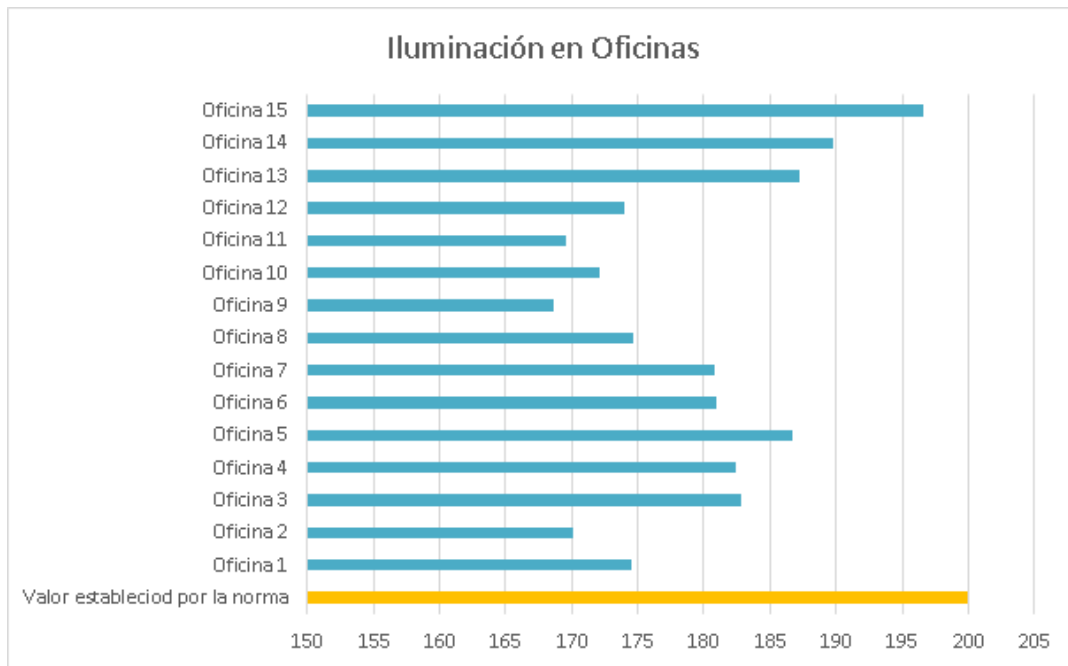
Magnitudes, abreviaturas y unidades. Ruido.

Magnitud	Abreviatura	Unidad
Nivel de exposición a ruido	NER	dB (A)
Nivel de presión acústica	NPA	dB
Nivel sonoro "A"	NSA	dB (A)
Nivel sonoro continuo equivalente "A"	NSCEA.T	dB (A)
Tiempo máximo permisible de exposición	TMPE	horas o minutos

NOTA:

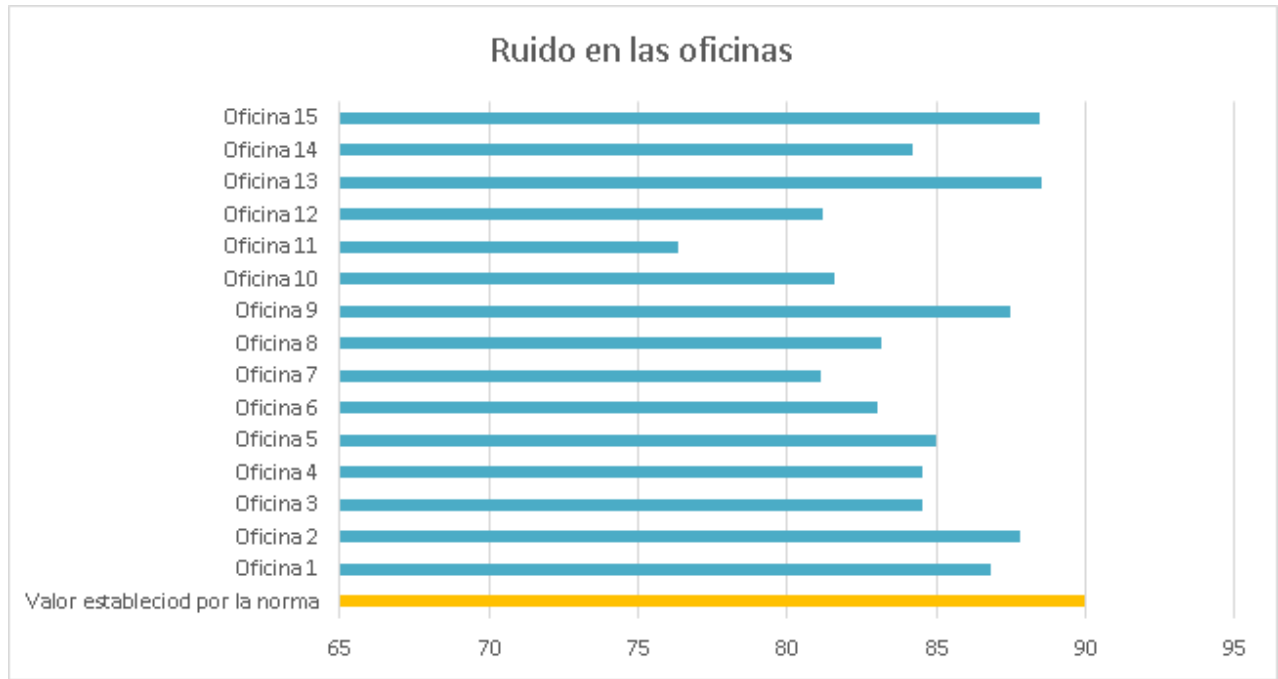
dB y dB(A) están referidos a 20 μ Pa

Gráfica A.4-1



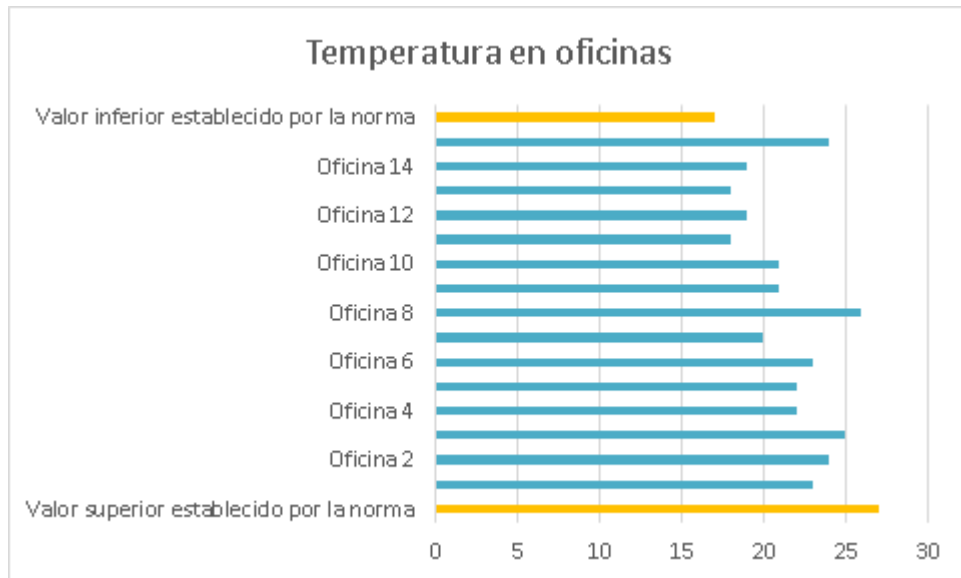
FUENTE: Elaboración propia

Gráfica A.4-2



FUENTE: Elaboración propia

Gráfica A.4-3



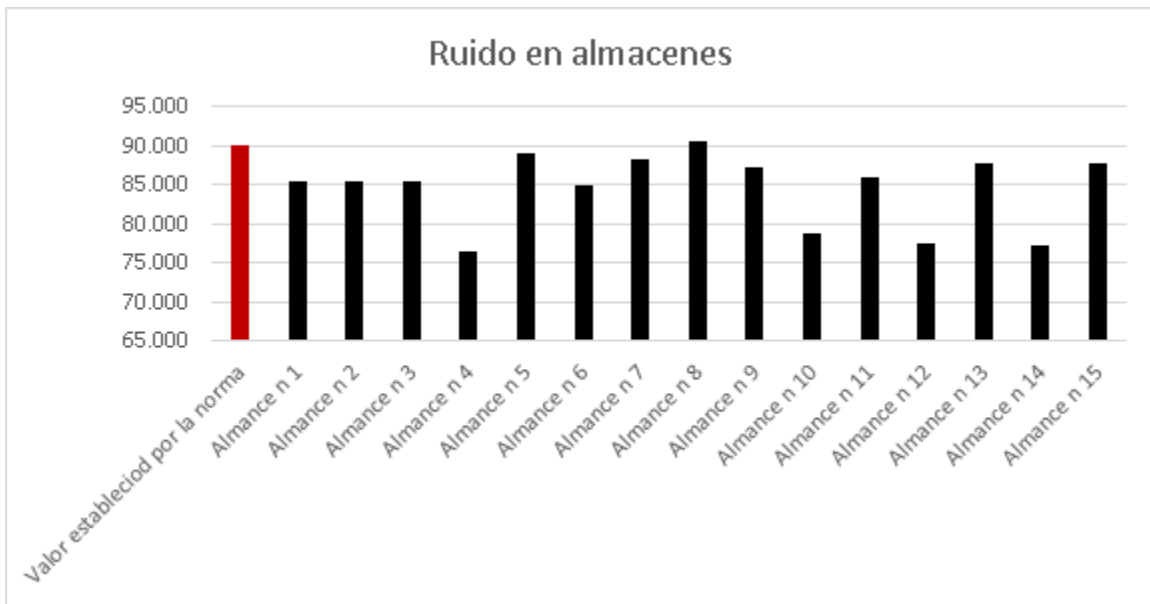
FUENTE: Elaboración propia

Gráfica A.4-4



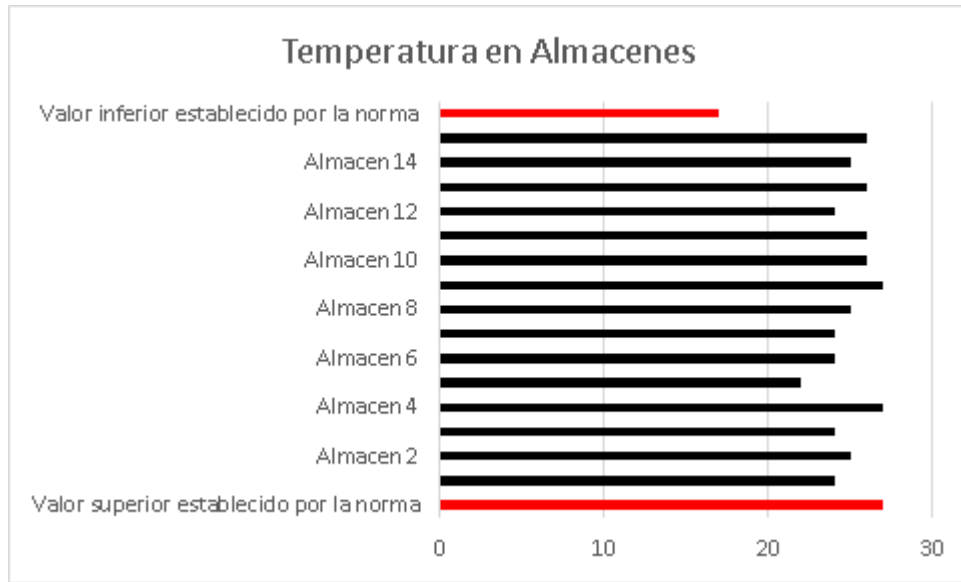
FUENTE: Elaboración propia

Gráfica A.4-5



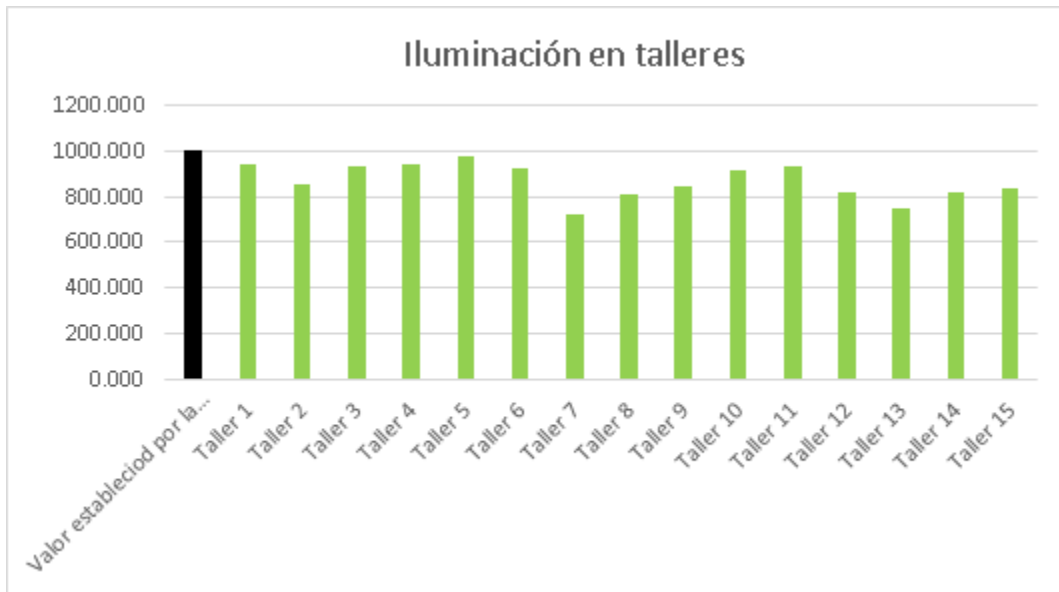
FUENTE: Elaboración propia

Gráfica A.4-6



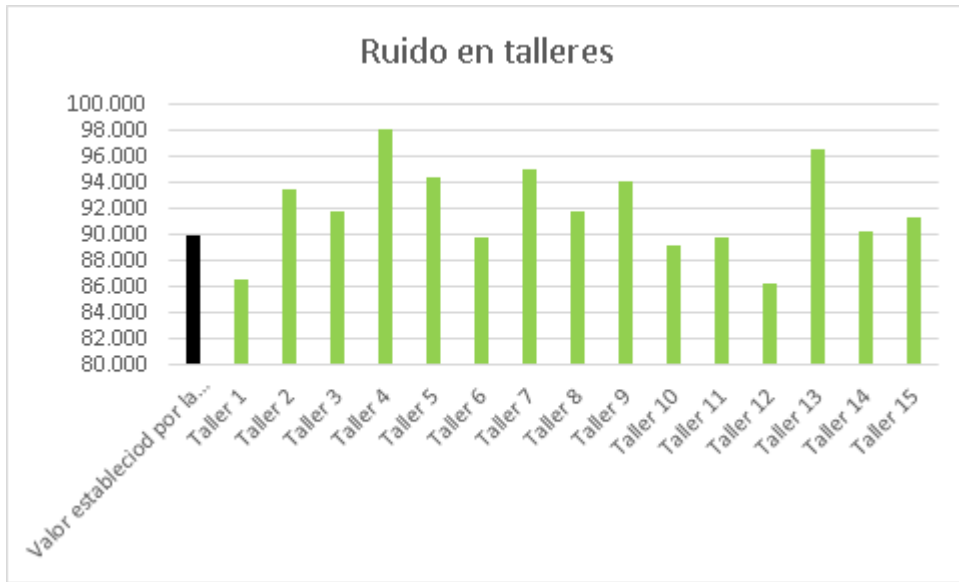
FUENTE: Elaboración propia

Gráfica A.4-7



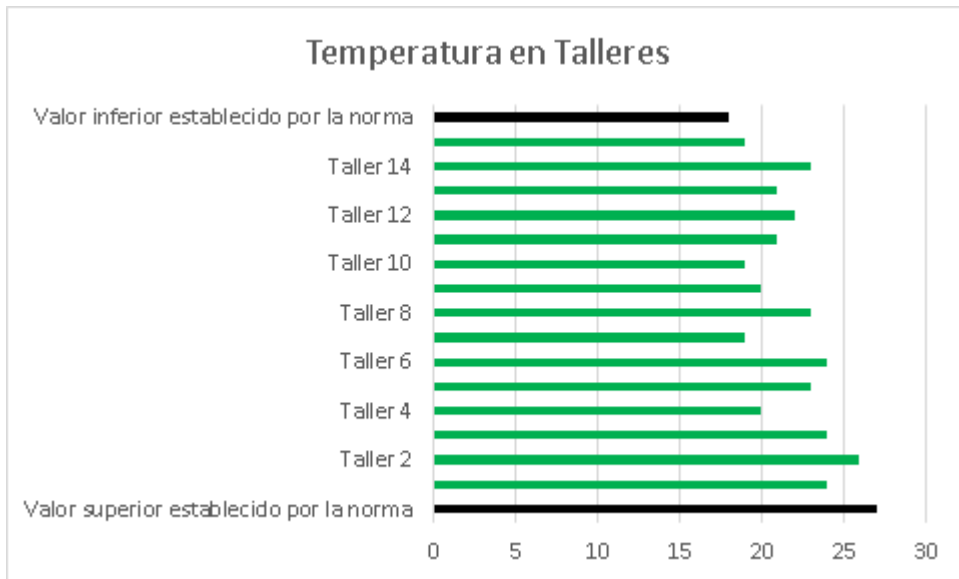
FUENTE: Elaboración propia

Gráfica A.4-8



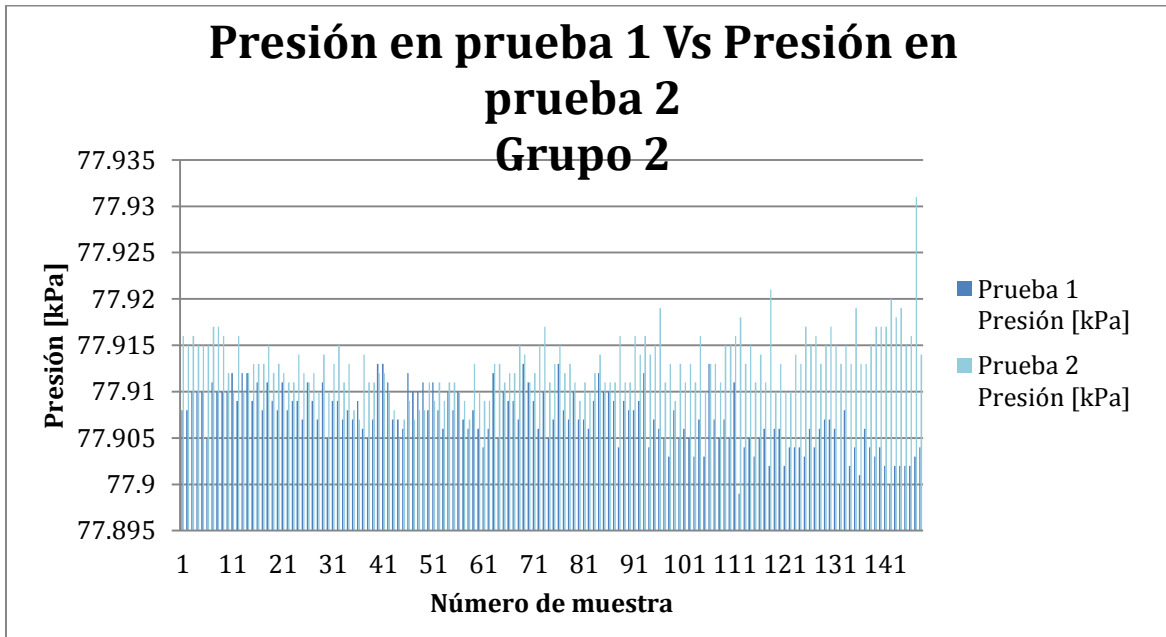
FUENTE: Elaboración propia

Gráfica A.4-9



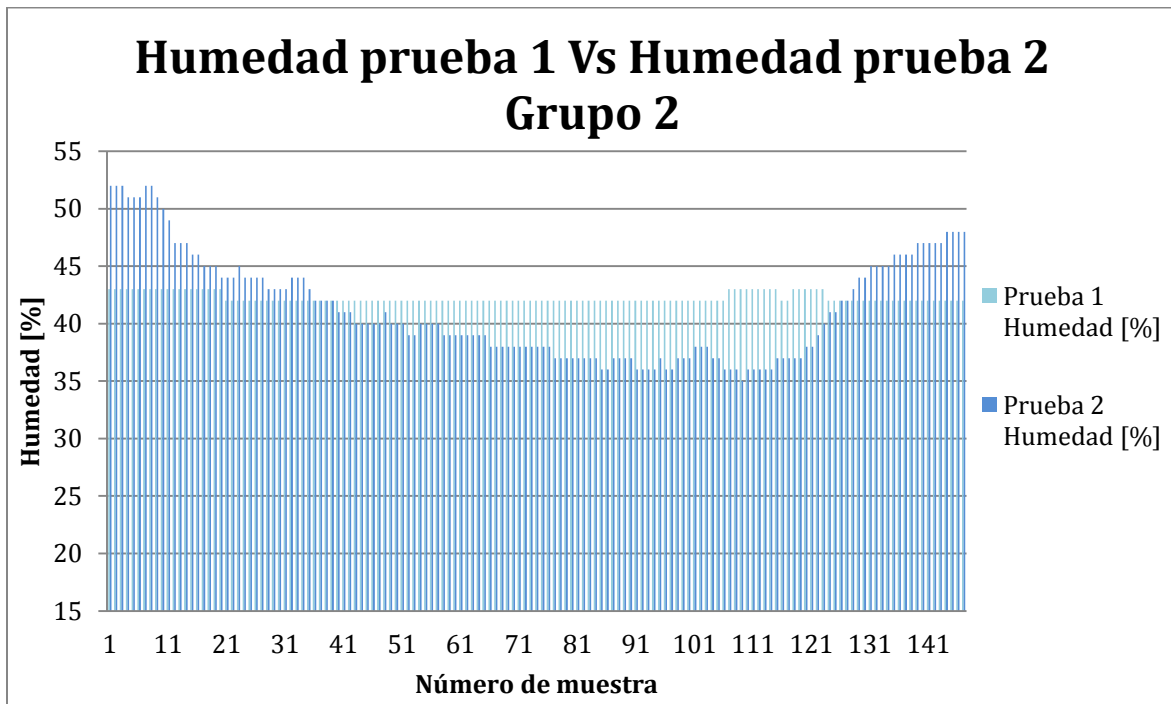
FUENTE: Elaboración propia

Gráfica A5.1



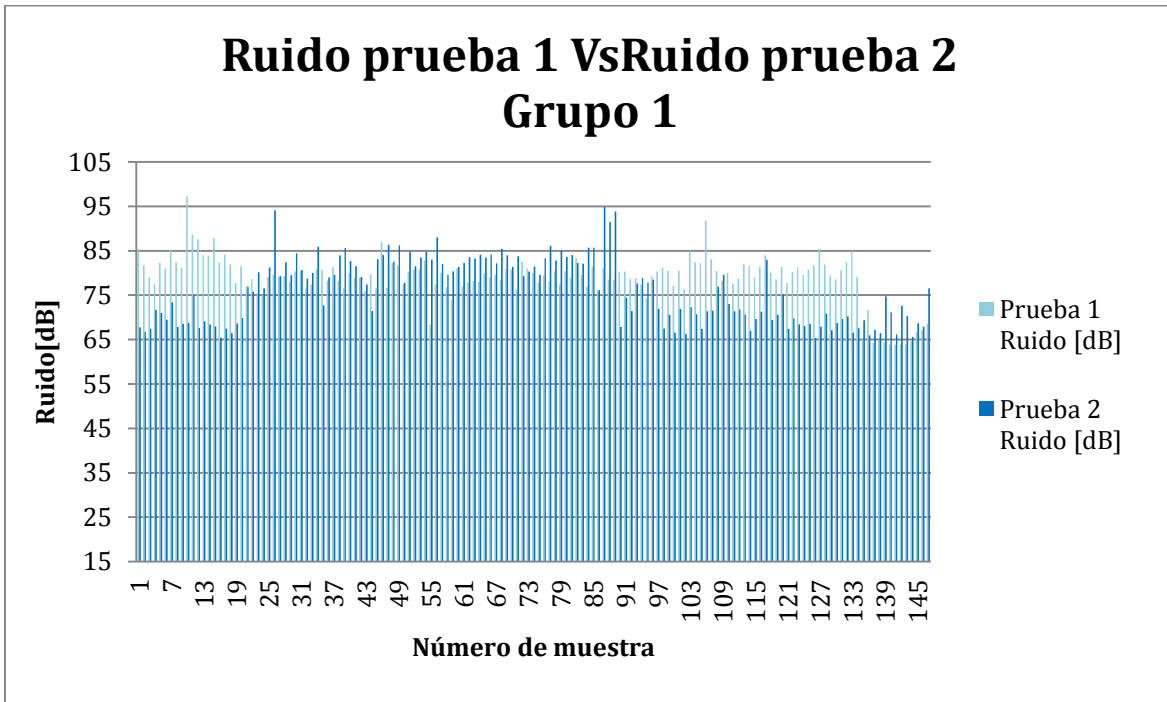
FUENTE: Elaboración propia

Gráfica A5.2



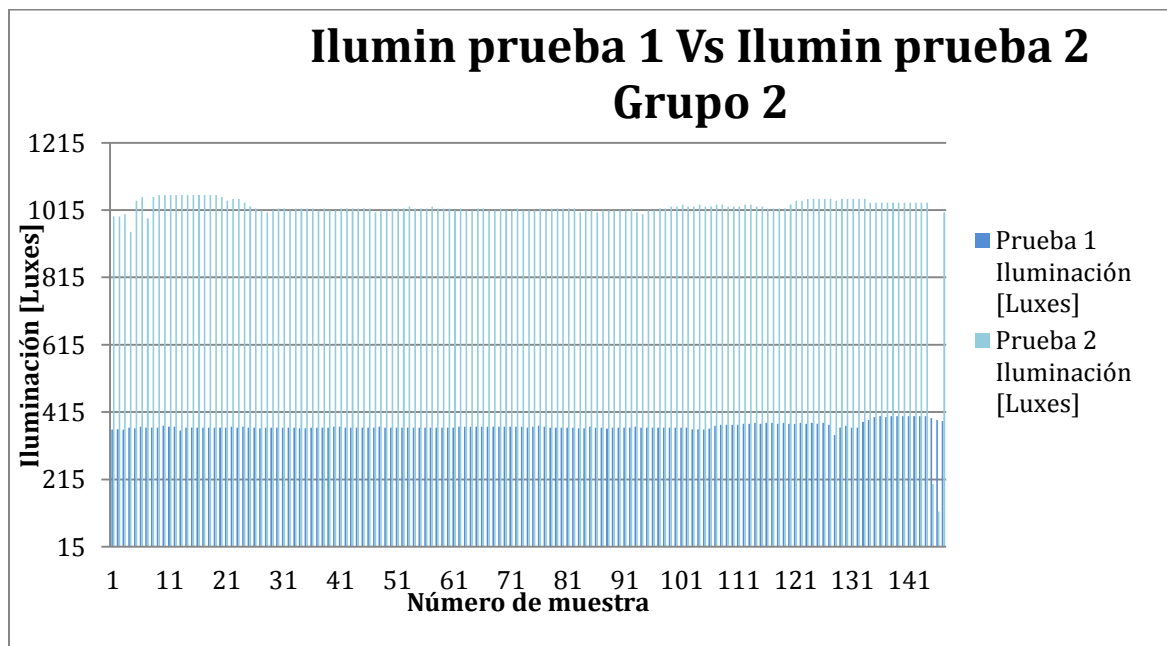
FUENTE: Elaboración propia

Gráfica A5.3



FUENTE: Elaboración propia

Gráfica A5.4



FUENTE: Elaboración propia

Glosario:

“Condición térmica abatida: es la situación ambiental capaz de producir pérdida de calor en el cuerpo humano, debido a las bajas temperaturas, que puede romper el equilibrio térmico del trabajador y tiende a disminuir su temperatura corporal central.

Condición térmica elevada: es la situación ambiental capaz de transmitir calor hacia el cuerpo humano o evitar que el cuerpo humano transmita calor hacia el medio en tal magnitud que pueda romper el equilibrio térmico del trabajador, y tienda a incrementar su temperatura corporal central.

Condición térmica extrema: es la situación ambiental capaz de permitir una ganancia o una pérdida de calor en el cuerpo humano en tal magnitud que modifique el equilibrio térmico del trabajador y que ocasione un incremento o decremento en su temperatura corporal central, capaz de alterar su salud.

Límite Máximo Permisible de Exposición (LMPE): es el nivel máximo de los indicadores térmicos del régimen de trabajo y del tiempo de exposición que se relacionan con el medio ambiente laboral, y que no deben superarse durante la exposición de los trabajadores en periodos de trabajo definidos”.¹⁹

Audiómetro: es un generador electroacústico de sonidos, utilizado para determinar el umbral de audición de la persona bajo evaluación.

Condiciones normales de operación: es la situación en que se realizan las actividades y que representan una jornada laboral típica en cada centro de trabajo.

Decibel: es una unidad de relación entre dos cantidades utilizada en acústica, y que se caracteriza por el empleo de una escala logarítmica de base 10. Se expresa en dB.

***Diagnóstico anatomo-funcional:** es un diagnóstico médico basado en el análisis de las características anatómicas y funcionales del trabajador derivadas de una enfermedad.

Exposición a ruido: es la interrelación del agente físico ruido y el trabajador en el ambiente laboral.

Frecuencia: es el número de ciclos por unidad de tiempo. Su unidad es el Hertz (Hz).

¹⁹ Norma Oficial Mexicana. Fuente: <http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/normatividad/normas/Nom-015.pdf> Consulta: 11 de Mayo de 2016

Monitoreo de efecto a la salud: es la medida y evaluación de daño a la salud, debido a la exposición a ruido en tejidos y órganos.

Nivel: es el logaritmo de la razón de dos cantidades del mismo tipo, siendo la del denominador usada como referencia. Se expresa en dB.

Nivel de exposición a ruido (NER): es el nivel sonoro "A" promedio referido a una exposición de 8 horas.

Período de observación: es el tiempo durante el cual el observador mide los niveles de ruido.

Ruido: son los sonidos cuyos niveles de presión acústica, en combinación con el tiempo de exposición de los trabajadores a ellos, pueden ser nocivos a la salud del trabajador.

Ruido estable: es aquel que se registra con variaciones en su nivel sonoro "A" dentro de un intervalo de 5 dB(A).

Ruido impulsivo: es aquel ruido inestable que se registra durante un período menor a un segundo.

Ruido inestable: es aquel que se registra con variaciones en su nivel sonoro "A" con un intervalo mayor a 5 dB(A).

Sonido: es una vibración acústica capaz de producir una sensación audible.

Tiempo máximo permisible de exposición (TMPE): es el tiempo bajo el cual la mayoría de los trabajadores pueden permanecer expuestos sin sufrir daños a la salud.

Anexos



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ingeniería
División de Ingeniería Mecánica e Industrial
Departamento de Sistemas Biomédicos



Evaluación de desempeño

Instrucciones

Evalúe las siguientes métricas según la escala proporcionada.

Laboratorio de ambiente controlado	Escala				
	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
¿Cómo consideras el equipamiento del laboratorio?					
¿Cómo consideras el manejo de los equipos del laboratorio?					
Actividades	Escala				
	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
¿Cómo consideras que fue la planificación de las actividades?					
La relación de las actividades con los temas vistos en clases:					
Responsables del laboratorio	Escala				
	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
¿Cómo consideras que fueron los conocimientos de quienes impartieron la práctica?					
¿Cómo consideras que fue la actitud de quienes impartieron la práctica?					

Sugerencias

Referencias:

Juan Rodrigo Esperanza Ureña. (2002). Establecimiento de un laboratorio de estudio del trabajo (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ingeniería.

Marisa Tesón Yudego. (2013). Influencia de los Factores ambientales en los Test Diagnósticos del Síndrome de Ojo Seco: Estudio en una Cámara de Ambiente Controlado. (Tesis doctoral). Instituto de Oftalmología Aplicada. Universidad de Valladolid.

Enrique Eduardo Tarifa. (2013). Teoría de Modelos y Simulación. 08/05/2016, de Universidad Nacional de Jujuy Sitio web: http://www.econ.unicen.edu.ar/attachments/1051_TecnicasII Simulacion.pdf

Asociación de Empresarios de la Zona Norte de Madrid. (2011). Condiciones Ambientales en Lugares de Trabajo. 14/07/2016, de A.F.E Área de formación y estudios Sitio web: http://www.acenoma.org/prl/boletin_3.pdf

Juan Pedro Ruiz Márquez. (2016). DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA CÁMARA DE TEMPERATURA CONTROLADA (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ingeniería.

José J. Cañas Delgado. (2011). Ergonomía en los sistemas de trabajo. España: Secretaría de Salud Laboral de la UGT-CEC.

Rosalío Ávila Chaurand, Lilia Roselia Prado León Elvia, Luz González Muñoz. (2007). Dimensiones antropométricas de población latinoamericana. México: Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño.

Enrique Hernández. (2013). Cuál es la temperatura ideal para vivir. 05/01/2018, de ABC sociedad Sitio web: <http://www.abc.es/sociedad/20130615/abci-temperatura-ideal-vivir-201306141909.html>

Complementarios

SEDEMA. (2018). Bases de datos - Red Automática de Monitoreo Atmosférico. 1 de junio de 2018, de SEDEMA Sitio web:

<http://www.aire.cdmx.gob.mx/default.php?opc=%27aKBn%27>

http://www.ingenieria.unam.mx/programas_academicos/licenciatura/Industrial/2016/asignaturas_industrial_2016.pdf