



*Universidad de Matanzas*  
*Facultad de Ciencias Empresariales*  
*Departamento Industrial*

*Tesis en opción al título de*  
*Ingeniera Industrial*

*Título: Propuesta de métodos objetivos para evaluar el ambiente laboral en la empresa Rayonitro Matanzas.*

*Autora: Lauren Cecilia Cárdenas Curbelo*

*Tutor: MSc. Yoel Almeda Barrios*

*Matanzas, 2021*

### **Declaración de autoridad**

Yo, Lauren Cecilia Cárdenas Curbelo, declaro que soy la única autora de este Trabajo de Diploma y autorizo a la Universidad de Matanzas y a la Empresa Rayonitro a hacer uso del mismo con los fines que estimen pertinente.

Y para que así conste:

---

Firma del autor

Lauren Cecilia Cárdenas Curbelo

---

Firma del tutor

MSc. Yoel Almeda Barrios

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Presidente del Tribunal**

**Firma**

---

---

**Miembro del Tribunal**

**Firma**

---

---

**Miembro del Tribunal**

**Firma**

---

---

**Dado en Matanzas, el día \_\_\_\_\_ del mes de \_\_\_\_\_ del año 2021.**

## *Pensamiento*

“Hay dos formas de ver la vida: una es creer que no existen los milagros, la otra es creer que todo es un milagro.”

ALBERT EINSTEIN

## *Agradecimientos:*

Quisiera agradecer:

- ✓ A mi amor, Víctor, por el apoyo mental, físico y material incondicional. Sin ti nunca hubiese podido completar esta meta
- ✓ A mi mamá Lizet por ser madre y padre y por sus sacrificios para sacarnos adelante a mi hermana y a mi
- ✓ A mi hermana Lily, por estar siempre para mí
- ✓ A mi pequeño príncipe Dylan, mi inspiración para crecer ante las dificultades
- ✓ A los dos mejores compañeros del mundo, Andy y Daniela, por sacarme de cada apuro en estos 5 años, sin ustedes las clases hubiesen sido muy aburridas
- ✓ A mi amiga Ana Gabriela, que ha resuelto cada duda de esta tesis, por su ayuda incondicional
- ✓ A mi tutor MSc. Yoel Almeda Barrios por ayudarme a poder terminar este trabajo por encima de las difícil situación y condiciones en las que nos encontramos
- ✓ A mis amigos y compañeros de aula por compartir estos cinco años y ayudarme en cada duda o problema que he tenido

A todos esos que de una manera u otra han hecho posible la realización de este sueño,

*Muchísimas Gracias*

## Índice

<b>Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1-Ambiente Laboral.....</b>	<b>6</b>
<b>1.1.1-Elementos que componen el ambiente laboral .....</b>	<b>8</b>
<b>1.1.2-Ambiente laboral en las empresas del sector químico .....</b>	<b>9</b>
<b>1.1.3- Efectos negativos del ruido, la iluminación, el calor y los contaminantes químicos .....</b>	<b>10</b>
<b>1.2-Ruido.....</b>	<b>14</b>
<b>1.2.1-Clasificación de los ruidos .....</b>	<b>14</b>
<b>1.2.2- Medición del ruido .....</b>	<b>15</b>
<b>1.2.3- Mapas de ruido.....</b>	<b>16</b>
<b>1.3-Iluminación.....</b>	<b>17</b>
<b>1.3.1- Tipos de iluminación.....</b>	<b>18</b>
<b>1.3.2-Magnitudes y unidades de la iluminación.....</b>	<b>18</b>
<b>1.3.3- Marco normativo vigente. La NC ISO 8995.....</b>	<b>20</b>
<b>1.4-Microclima.....</b>	<b>21</b>
<b>1.4.1-Factores del microclima laboral.....</b>	<b>23</b>
<b>1.4.2- Índices de evaluación del microclima.....</b>	<b>25</b>
<b>1.5-Contaminación por agentes químicos.....</b>	<b>27</b>
<b>1.5.2-Medición de los niveles de contaminación .....</b>	<b>28</b>
<b>Capítulo 2: Caracterización del objeto de estudio. Materiales y métodos.....</b>	<b>31</b>
<b>2.1- Breve caracterización del objeto de estudio.....</b>	<b>31</b>
<b>2.2-Evaluación de los elementos que componen el ambiente laboral .....</b>	<b>32</b>

<b>2.2.1- Evaluación del ruido .....</b>	<b>32</b>
<b>2.3.2- Evaluación de la iluminación.....</b>	<b>37</b>
<b>2.3.3- Evaluación del microclima laboral .....</b>	<b>39</b>
<b>2.3.4-Evaluación de los niveles de contaminación por agentes químicos.....</b>	<b>45</b>
<b>Conclusiones.....</b>	<b>48</b>
<b>Recomendaciones: .....</b>	<b>49</b>
<b>Referencias bibliográficas:.....</b>	<b>50</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>.....</b>

## **Resumen**

El ambiente laboral tiene una marcada influencia en los trabajadores de la empresa Rayonitro. La subjetividad de los actuales métodos de evaluación de factores que componen dicho ambiente en la organización constituye el problema científico a resolver en la presente investigación por lo que el objetivo general planteado es proponer métodos objetivos para la evaluación del ambiente laboral en la entidad. Se realizó un análisis documental sobre el tema tratado mediante la consulta bibliográfica actualizada en cuanto al comportamiento del ambiente laboral, en específico de los factores ruido, iluminación, microclima y contaminación por agentes químicos, en el sector de la industria química. Se explicaron las metodologías para realizar las evaluaciones de ruido, iluminación, microclima y contaminación química, compuestas principalmente por tres pasos básicos: la medición del valor del factor en el área de estudio, la determinación del valor de referencia por las normas vigentes y la comparación de estos dos valores.

## **Abstract**

The work environment has a marked influence on the workers of the Rayonitro company. The subjectivity of the current methods of evaluation of factors of the work environment in the organization constitutes the scientific problem to be solved in this investigation, so the proposed general objective was to propose objective methods for the evaluation of the working environment in the entity. A documentary analysis was carried out on the topic treated by means of the updated bibliographic consultation regarding the behavior of the work environment, specifically the noise, lighting, microclimate factors and contamination by chemical agents, in the chemical industry sector. The methodologies to carry out the noise, lighting, microclimate and chemical contamination evaluations, mainly composed of three basic steps, were explained: the measurement of the factor value in the study area, the determination of the reference value by current regulations and the comparison of these two values.

## **Introducción**

El estudio del ambiente laboral es una ciencia que ha surgido, como tantas otras, producto del desarrollo de la sociedad. Es decir, que ha sido el ritmo de desarrollo socioeconómico el que ha impuesto el objeto de estudio a las condiciones en que se desarrolla la actividad laboral.

Ambiente es un término con origen en el latín *ambiens*, que significa “que rodea”. Esta noción hace referencia al entorno que rodea a los seres vivos, y que condiciona sus circunstancias vitales. El ambiente, por tanto, está formado por diversas condiciones, tanto físicas como sociales, culturales y económicas.

Laboral se refiere al trabajo el cual, por su parte, es la medida del esfuerzo que realizan las personas. Se trata de la actividad productiva que un sujeto lleva a cabo y que es remunerada por medio de un salario.

Estas dos definiciones permiten acercarse a lo que es ambiente laboral, que está asociado a las condiciones que se viven dentro del entorno laboral. Este se compone de todas las circunstancias que inciden en la actividad dentro de una oficina, una fábrica, etc.

Al principio de la Revolución Industrial los accidentes eran mucho más probables debido a las condiciones de trabajo que tenían que enfrentar los operarios de las máquinas (calor, poca iluminación, exposición al polvo, entre otros), a esto se le añade la poca capacitación que recibían antes de comenzar a usarlas, lo que da la posibilidad de cometer innumerables errores, ayudado también por las características que presentaban que las hacían incómodas e inseguras de operarlas, debido a que para su fabricación no se tuvo en cuenta las habilidades y capacidades de quien la manipularía, solo que las mismas fueran fabricadas lo más productivas posibles (García Dihigo,2005a).

Según datos de la Organización Internacional de Trabajo (OIT) se producen 250 millones de accidentes laborales cada año en todo el mundo y 3.000 personas mueren cada día por causas relacionadas a los mismos. Además, se registran 160 millones de casos de enfermedades profesionales cada año y 1.1 millones de accidentes mortales en el mismo periodo. Así, las causas de muerte

vinculadas al trabajo se colocan por encima de los accidentes de tránsito, las guerras y la violencia.(Ziukov,2017)

En la prevención de lesiones ocupacionales se debe tener en cuenta: el tipo de tarea y sus características, el sistema de trabajo y el control de los diseños tecnológicos. Además, se debe considerar una política y un clima de seguridad organizacional, una cultura en seguridad en un sentido amplio (percepción, motivación y aptitud a través de la organización), además de las características del trabajador. Todos estos aspectos pueden incidir en la seguridad ocupacional, en el ambiente laboral, así como en los comportamientos seguros y, por consiguiente, en la disminución de lesiones (Barrera García,2016).

En América Latina, las estadísticas disponibles explican que en la región ocurren cinco millones de accidentes laborales cada año, 175000 accidentes diarios, 38 accidentes por minuto y fallecen 300 trabajadores diariamente por accidentes de trabajo (Mendoza Rodríguez,2019).

La industria química constituye un sector de alta incidencia en el desarrollo de otras actividades económicas en el país. El descubrimiento, desarrollo y aplicación de nuevos productos químicos ha permitido mejorar las condiciones de vida en la población, pero al mismo tiempo ha ocasionado efectos desfavorables para la salud humana y el medio ambiente laboral. Estos efectos se entienden como la introducción directa o indirecta de sustancias, vibraciones, calor o ruido en la atmosfera, el agua o el suelo, que puedan tener efectos perjudiciales para la salud humana o la calidad del medio ambiente.

Dentro del sector los riesgos laborales pueden ser muy diversos, pues el sector químico engloba numerosos subsectores como, por ejemplo, los dedicados a la fabricación de: productos inorgánicos básicos, productos orgánicos básicos, disolventes y materias primas, colorantes y pigmentos, fertilizantes y plaguicidas entre muchos más. Además, dentro de los diferentes subsectores, los riesgos dependen del diseño y la tecnología del proceso productivo, de los materiales utilizados, de los procedimientos y las prácticas de operación y mantenimiento, de la formación de los trabajadores, etc. Por tanto, los riesgos pueden ser muy diversos, dependiendo también de los puestos de trabajo.(Autores,2014)

La empresa Rayonitro, ubicada en la Zona Industrial, en el Reparto Dubrocq de la provincia de Matanzas, tiene su origen en la fusión de las antiguas Empresas de Fertilizantes Completos Cubanitro y Rayonera, aprobada por la junta central de Planificación en Resolución No. 1560 del 16 de agosto de 1984. Una vez constituida la nueva empresa formo parte de la Unión Química. El Objeto Empresarial aprobado es el siguiente: Producir y comercializar de Fertilizantes Químicos y Ácido Sulfúrico.

### **Justificativa de la investigación**

Específicamente el objeto de estudio lo constituye la empresa Rayonitro debido a la importancia de los procesos que se realizan en ella y por un interés manifiesto de la Dirección de Recursos Humanos de la entidad.

Debido a los riesgos laborales que enfrenta, la entidad le presta especial atención a los factores que inciden en el ambiente laboral de la empresa. Por tal motivo es necesario conocer las condiciones del ambiente laboral con el fin de garantizar un alto nivel de eficiencia en el desarrollo de las actividades y la disminución de los riesgos que afecten al desempeño y salud de los trabajadores.

Los siguientes elementos justifican el desarrollo de un estudio de ambiente laboral en la empresa:

- La Empresa Rayonitro se encuentra bajo el proceso de perfeccionamiento empresarial por lo que la dirección tiene interés en la realización de un estudio del ambiente laboral en la entidad principalmente los elementos de ruido, iluminación, temperatura y contaminación por agentes químicos.
- En entrevistas iniciales realizadas a especialistas de Capital Humano y Seguridad y Salud del Trabajo en la entidad, se detectaron quejas sobre la existencia de afectaciones en las condiciones del ambiente laboral.
- A partir de la Resolución 59 del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social se aprobó para esta empresa el pago por condiciones laborales anormales, fundamentado en gran medida por las exposiciones a estos riesgos por lo cual constituye una prioridad para la empresa que se trabaje

en el estudio y profundización de estos riesgos de forma tal que permita en un futuro desarrollar oportunas medidas para la reducción o eliminación de los mismos.

- A partir del análisis documental permitió identificar el Inventario de Riesgos Laborales aprobado en el Consejo de Dirección del mes de abril de año 2021 en la empresa. Aun cuando se verificó que dicho documento se encontraba actualizado, únicamente los métodos que se aplicaron en este fueron cuestionarios que se basan en la opinión de las personas acerca de la existencia de riesgos, lo cual es sumamente subjetivo y no permite cuantificar un valor real de la existencia de dicho riesgo al no compararse con los valores máximos admitidos que están recogidos en las normas que rigen el control de estos riesgos en nuestro país.

En respuesta a lo anteriormente planteado, esta investigación se centrará en la evaluación de solo cuatro factores del ambiente laboral: ruido, iluminación, microclima y contaminación por agentes químicos, debido al interés demostrado por los directivos de la empresa y en correspondencia con la disponibilidad de los instrumentos de medición necesarios.

Debido a lo expuesto hasta aquí se deriva el **problema científico** de esta investigación: la subjetividad de los actuales métodos de evaluación de factores del ambiente laboral en la empresa Rayonitro implica que se desconozcan los niveles reales de exposición de los trabajadores.

Para dar respuesta al este problema científico se determinó como **objetivo general** proponer métodos objetivos para la evaluación del ambiente laboral en la empresa Rayonitro.

De dicho objetivo general se derivan los siguientes **objetivos específicos**:

1. Determinar los fundamentos teóricos relacionados con el ambiente laboral, con énfasis en el ruido, la iluminación, el microclima laboral y la contaminación por agentes químicos.
2. Establecer los procedimientos objetivos de evaluación de cada elemento del ambiente laboral seleccionado.

Para la realización de esta investigación se utilizaron diferentes métodos tanto teóricos como empíricos. A nivel teórico se utilizaron el análisis y síntesis, abstracto- concreto, inducción- deducción y enfoque de sistema. A nivel empírico el análisis documental, entrevista, observación directa y medición.

La investigación está estructurada de la forma siguiente:

- ✓ Introducción: donde se brindan los primeros elementos sobre el tema a analizar, se fundamenta el problema científico a resolver a partir de la justificativa de la investigación y se declaran los objetivos que ayudarán a la realización del trabajo.
- ✓ Capítulo I: aborda el marco teórico referencial sobre los conceptos más importantes relacionados con el ruido, la iluminación, y el microclima, entre otros elementos que aportan un peso fundamental en el cumplimiento del objetivo general de esta investigación.
- ✓ Capítulo II: Durante el desarrollo de este capítulo se muestran los procedimientos que se llevaron a cabo para la evaluación de ruido, iluminación, microclima laboral y contaminación química.

Finalmente se ofrecen las Conclusiones, Recomendaciones provenientes de la investigación, la Bibliografía referenciada y los Anexos, como complemento de los resultados expuestos.

## **Capítulo 1: Marco teórico referencial**

En este capítulo se abordarán los principales conceptos y variables relacionados con algunos de los elementos que componen el ambiente laboral como son iluminación, ruido, microclima, contaminación química; se tendrán en cuenta aspectos como: magnitudes y unidades de iluminación, parámetros y características del sonido, la clasificación de los ruidos, análisis de los índices microclimáticos globales, los niveles de contaminación por agentes químicos, entre otros elementos que aportarán un peso fundamental en el cumplimiento del objetivo general de la investigación.

### **1.1-Ambiente Laboral**

Ambiente es un término con origen en el latín *ambiens*, que significa “que rodea”. Esta noción hace referencia al entorno que rodea a los seres vivos, y que condiciona sus circunstancias vitales. El ambiente, por tanto, está formado por diversas condiciones, tanto físicas como sociales, culturales y económicas.

Laboral se refiere al trabajo el cual, por su parte, es la medida del esfuerzo que realizan las personas. Se trata de la actividad productiva que un sujeto lleva a cabo y que es remunerada por medio de un salario.

Estas dos definiciones permiten acercarse a lo que es ambiente laboral, que está asociado a las condiciones que se viven dentro del entorno laboral. Este se compone de todas las circunstancias que inciden en la actividad dentro de una oficina, una fábrica, etc.

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) define al medio ambiente como el conjunto de todas las cosas vivas que nos rodean (Carranza,2015).

Según Landázuri Bastidas (2018) el clima laboral es el conjunto de circunstancias, acciones, actitudes, habilidades o condiciones que rodean y se presentan a una persona en su entorno laboral. Debido a esto se señaló que el clima laboral va a influir directamente en el grado de satisfacción y motivación de los trabajadores y, por ello, en la productividad de la empresa y en la consecución de sus objetivos.

La naturaleza y la característica de los ambientes de trabajo pueden originar problemas de salud en el trabajador. Por un lado, la presencia de determinadas condiciones en el medio ambiente de trabajo, tales como sustancias, insumos, maquinarias, etc.; que se traducen en ruido y contaminantes, entre otros; se constituyen en agentes de riesgo dentro del mundo en que vive cotidianamente el trabajador. De otra parte, las características sicosociales y las expectativas individuales crean una serie de presiones y responsabilidades en el trabajador, determinadas por su ubicación en el medio psicosocial.

Las características del ambiente que con mayor frecuencia se deben controlar según (Viña Brito,1987), (García Dihigo,1987), y (INSHT,2000) son: temperatura del aire, humedad, velocidad del viento, radiaciones electromagnéticas (tanto de origen natural como artificial), contaminación ambiental, sonido, vibraciones, aceleración y presión atmosférica.

Las condiciones de trabajo son consustanciales con el proceso de trabajo y hacen referencia al conjunto de factores que actúan sobre el individuo en relación de trabajo, determinando su actividad y provocando una serie de consecuencias, tanto para el propio individuo como para la empresa. Estos factores que constituyen las condiciones y el ambiente de trabajo (Fernando,2017).

La seguridad en el trabajo es la actividad que garantiza a los trabajadores condiciones seguras y que permite prever y eliminar sucesos que puedan ocasionar riesgos, es decir, vela por la salud del hombre en su entorno laboral y garantiza su protección (Rivera Senarega,2019).

Los riesgos, en general, se pueden clasificar en 5 grandes grupos: físicos, químicos, biológicos, psicofisiológicos y psico-sociales. Los riesgos físicos se pueden clasificar a su vez en: Mecánicos, Eléctricos y un grupo de ellos muy relacionados con el ambiente de trabajo los que se han denominado especialmente como Riesgos Físicos Relativos al Ambiente de Trabajo, entre los que se incluyen, los efectos o daños provocados por el Ruido, Vibraciones, Calor, Humedad, etc.(Colectivo de Autores, 2007).

Para Paz (2016) y Peñate García (2018) los factores de origen físico, químico o biológico son factores del medio ambiente presentes en el entorno de trabajo,

que aparecen en su forma original o modificada por el proceso de producción que repercuten negativamente en la salud. Se incluyen en este grupo contaminantes físicos (ruido, vibraciones, iluminación, radiaciones ionizantes, presión atmosférica) contaminantes químicos (gases, vapores, nieblas, aerosoles, humos) contaminantes biológicos (bacterias, virus, hongos).

### **1.1.1-Elementos que componen el ambiente laboral**

Toda organización es un sistema social; si esta funciona generando en su seno un ambiente óptimo, capaz de satisfacer las necesidades de los trabajadores, estos lograrán crecer, desarrollarse y encontrar su mayor satisfacción y autorrealización, lo que redundará en la consecución de los objetivos de la empresa (Nicolaci,2008a).

En la definición de estos factores, aun cuando tienen puntos comunes, los autores difieren en algunos casos en cuanto que elementos componen el ambiente laboral. En la tabla que aparece en el anexo 1 se establecen cuáles son los componentes del ambiente laboral a partir del análisis realizado por diferentes autores consultados.

Como se puede apreciar de los 12 autores consultados en su totalidad se refieren al ruido y la iluminación como factores del ambiente laboral. Algunos de los autores, aunque no se refieren al microclima específicamente hacen alusión a la temperatura y la humedad que son elementos que lo componen. Autores como (Alonso Becerra,2007) y (Trabajadores,2015) hacen referencia al microclima laboral al mencionar elementos como la velocidad del aire y las condiciones termohigrométricas respectivamente, y (García Dihigo,2005a) al hacer referencia al microclima menciona el ambiente térmico el cual recoge temperatura del aire en el puesto de trabajo (en °C), temperatura en diferentes temporadas (enero, abril, julio, octubre), temperatura del globo negro, grado hidrométrico y velocidad del aire en el puesto de trabajo.

Es de suma importancia que en la organización, se esfuercen y trabajen por garantizar las condiciones óptimas que posibilite el buen desempeño del trabajo, para ello es necesario crear un entorno que facilite la percepción y la atención de cada persona que labora en el área, manteniendo un control adecuado sobre

algunos elementos que pueden impedir el cumplimiento de los objetivos deseados, tales como (García Dihigo,2005b): exceso de ruido, mal diseño del sistema de iluminación, condiciones térmicas no adecuadas y mala calidad del aire.

En los factores del ambiente laboral se pueden diferenciar tres niveles: un primer nivel óptimo que define condiciones de comodidad para los trabajadores, un segundo nivel aceptable en que aparecen algunas manifestaciones que provocan malestar en los trabajadores, pero no tienen efectos adversos para la salud, y un tercer nivel crítico que de ser excedido provocaría la afectación de la salud de los trabajadores. La aspiración debe ser obtener el nivel óptimo, aunque transitoriamente, en algunas ocasiones, solo sea posible alcanzar los niveles aceptables. Las condiciones ambientales influyen además, en la posibilidad de que el trabajador reciba oportunamente la información que necesita para controlar el sistema (Falcón Castillo,2016).

### **1.1.2-Ambiente laboral en las empresas del sector químico**

Los trabajadores del sector químico se encuentran expuestos en su trabajo a una gran variedad de riesgos para su salud. La exposición varía en cuanto al diseño y la tecnología que posea la entidad, los materiales, los procedimientos y prácticas de operación y mantenimiento que se realicen, la formación de los trabajadores, pero también de los puestos de trabajo(Autores,2014).

El puesto de trabajo de operario de producción es uno de los más afectados por los riesgos laborales en los procesos químicos, debido a las tareas típicas que se realizan en cualquier proceso de fabricación como la preparación y mezcla de productos químicos, trabajos en cadena o en línea, manejo de equipos y maquinaria, carga y descarga de materias primas, etc.

Siempre que existan procesos en los que se utilice temperatura y presión para modificar la estructura molecular, o bien procesos en los que se creen nuevos productos a partir de distintas sustancias químicas, existe la posibilidad de incendio, explosión o emisión de líquidos, vapores, gases u otros productos intermedios tóxicos o inflamables. Sin la debida gestión preventiva, estas sustancias tienen el riesgo potencial de provocar daños catastróficos: es decir,

pueden afectar no solo a las personas que se encuentren trabajando sino también pueden tener un alcance más allá del lugar de trabajo. (Autores,2014)

En el ambiente de trabajo de una empresa química se identifican factores de riesgo, técnicos y humanos, asociados a condiciones y acciones inseguras. Las condiciones inseguras pueden ocasionar golpes, caídas a distinto nivel, contacto con objetos o sustancias tóxicas, sobreesfuerzos físicos o sobrecarga psíquica. Simultáneamente, el microclima de trabajo con exceso o escasez de iluminación, ruido, ventilación, temperatura, humedad, y la no menos importante, exposición a contaminantes químicos, facilitan la pérdida de la salud(Machuca Sánchez,2018).

### **1.1.3- Efectos negativos del ruido, la iluminación, el calor y los contaminantes químicos**

#### **Efectos negativos del ruido:**

Para determinar el efecto que causa se debe tomar en cuenta tanto la intensidad del ruido, así como el tiempo de exposición. Existen efectos que aparecen a corto plazo, mientras que otros irán apareciendo o empeorando a largo plazo. Se debe entender que hay dos tipos de efectos que pueden aparecer por el ruido, daños auditivos y daños no auditivos. De ahí se extrae la idea de que el ruido debe ser controlado por sus nocivos daños en la salud (Morillo Benavides,2016).

Efectos Auditivos: Aunque principalmente el ruido interfiere con la comunicación el efecto primario sobre la audición es que produce sordera. La deficiencia auditiva o pérdida progresiva de la audición es el riesgo más grave que puede sufrir el ser humano expuesto a elevados niveles de presión acústica.

La OMS señala que las personas con mayor riesgo de sufrir deficiencia auditiva son las expuestas a niveles de ruido por arriba de 75 dB, en ambientes laborales y con periodos de exposición superiores a ocho horas. Se considera que las personas expuestas al ruido ambiental por periodos hasta de 24 horas y un nivel menor de 70 dB, no sufrirán pérdida de la audición.

La pérdida en la audición se clasifica de tres maneras: de transmisión, de percepción y mixta. Pero esta exposición provoca diversos síntomas como la

pérdida auditiva que está relacionada con una hipoacusia, la diploacusia y recruitment, zumbidos en los oídos, dolores de oído y vértigo. Aunque también puede adelantar los efectos del paso del tiempo como la presbiacusia que es la sordera que aparece con el paso de los años a causa del envejecimiento biológico (Gonzalez Jimenez,2014).

El trauma acústico es un daño para la salud que se manifiesta en trabajadores sometidos a niveles sonoros importantes como consecuencia del ejercicio de su actividad laboral. Cuando un trabajador está expuesto de forma repetida durante largos periodos de tiempo a ruidos elevados, la energía sonora recibida en su oído, produce una fatiga y destrucción de las células auditivas situadas en el oído interno, que trae como consecuencia la pérdida de la capacidad auditiva. Esta lesión se produce de forma lenta, progresiva e insidiosa, a lo largo de los años.

#### **Efectos del déficit de iluminación:**

La iluminación industrial es uno de los principales factores ambientales que tiene como principal finalidad facilitar la visualización de las cosas dentro de su contexto espacial, de modo que el trabajo se pueda realizar en unas condiciones aceptables de eficacia comodidad y seguridad.

Los efectos negativos que puede ocasionar en los trabajadores la insuficiente iluminación, entre ellos: fatiga visual o general, dolores de cabeza, disminución de la agudeza visual y pérdida paulatina de la visión.

No sólo se producen efectos en los trabajadores sino en la eficiencia de la propia actividad laboral, ejemplos son: pérdidas de productividad y calidad del producto o servicio, aumento del número de errores en las operaciones además afectados aspectos sumamente importantes, el primero es el confort y segundo es el costo.

La experiencia demuestra que una buena iluminación resulta eficaz a la hora de mejorar la productividad y la calidad. Una buena iluminación disminuye el cansancio visual, disminuyendo los dolores de cabeza, aumenta el confort y la seguridad del trabajador, reduce el índice de errores y estimula al personal. Además, esto puede conseguirse con un ahorro energético mediante el uso de nuevas tecnologías (Quintana Wong,2017).

(Anda Gaibor,2019) plantea que los efectos que se presentan en las personas sometidas a un nivel inadecuado de iluminación relacionadas con la intensidad de este riesgo, generalmente son: bajo rendimiento laboral, incremento de errores asociados a la falta de visión por parte de la persona afectada e incidencia negativa sobre su estado de ánimo; los efectos específicos son: tensión ocular, donde los músculos ciliares del ojo humano regulan la abertura de la pupila de acuerdo con el brillo promedio del campo visual; fatiga ocular: tanto la deficiencia de iluminación como iluminación excesiva pueden causar fatiga, una medida de la misma es el ritmo del parpadeo, ya que la frecuencia con que una persona pestañea es un índice del grado de molestia que causa la tarea visual.

### **Efectos negativos del calor:**

Las altas temperaturas plantean un importante riesgo para la salud humana. Durante las olas de calor se incrementa la mortalidad, la morbilidad y el uso de los servicios de salud. Además de provocar efectos a corto plazo, la exposición al calor afecta a la salud a medio y largo plazo, por lo que se considera un problema de salud pública que debe recibir la atención de las autoridades (Tustin,2018).

En toda empresa en la que las condiciones de trabajo se ven afectadas por las condiciones climáticas externas, el plan de prevención debe de contemplar estar preparados para los días en que las condiciones ambientales estén más allá de lo que se considera “normal” en cada zona. Este debe contener un plan de acción que pueda ser activado durante los episodios de calor, con medidas técnicas, organizativas y de formación, para mandos y trabajadores, sobre las medidas adoptadas en la empresa y para la activación de los primeros auxilios y la atención sanitaria, aspectos muchas veces fundamentales para salvar vidas (Roelofs,2019).

El estrés térmico por calor es la causa de los diversos efectos patológicos que se producen cuando se acumula excesivo calor en el cuerpo. El riesgo de estrés térmico para una persona expuesta a un ambiente caluroso, depende de la producción de calor de su organismo como resultado de su actividad física y de

las características del ambiente que le rodea, el tiempo de exposición y factores personales (Espinoza Guano,2017).

Según el Instituto Sindical de Trabajo (2019) el exceso de calor en el cuerpo afecta a la salud, lo que puede manifestarse de distintas maneras: alteraciones y/o enfermedades relacionadas con el calor como erupciones cutáneas (sarpullidos), edema (hinchazón en tobillos, pies), calambres, agotamiento, pérdida de conciencia (síncope) y golpe de calor; efectos en la conducta, causantes de accidentes o incidentes; deshidratación grave; agravamiento de afecciones previas (pulmonares crónicas, las afecciones cardíacas, los trastornos renales y las enfermedades psiquiátricas).

### **Efectos de la contaminación por agentes químicos:**

Las sustancias químicas que penetran en nuestro cuerpo pueden llegar a diversos órganos o sistemas: sistema cardiovascular y sangre; piel, conductos biliares/ vesícula biliar y riñones; sistema inmunitario; sistema nervioso, sistema reproductivo; sistema respiratorio y sistema endocrino. Según la sustancia los efectos pueden aparecer a corto o a largo plazo.

Los diagnósticos de las patologías resultantes del contacto con sustancias químicas son muy diversos, aunque las más frecuentes son las que tienen que ver con las enfermedades respiratorias (asma profesional, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, enfermedades en la piel y cánceres ocupacionales por exposición a agentes químicos(Autores,2014).

La exposición a productos químicos tóxicos puede provocar también tasas mayores de accidentes laborales. Por ejemplo, los productos químicos como los solventes y los asfixiantes pueden frenar las reacciones de un trabajador al afectar a su sistema nervioso o reducir la cantidad de oxígeno que llega a sus pulmones. La lentitud en reaccionar puede ser muy grave (e incluso fatal) si el trabajador se encuentra en una situación peligrosa que exige una respuesta inmediata. Lamentablemente, cuando sucede un accidente, a menudo la dirección echa la culpa al trabajador, afirmando que no ha tenido cuidado. Esta tendencia a "echar la culpa a la víctima" es otro motivo más para conocer los productos con los que se trabaja, cuidar que se apliquen las adecuadas medidas de control y conocer los derechos que el trabajador tiene(Autores,2014).

## **1.2-Ruido**

El ruido es un sonido no deseado, causante de una sensación auditiva desagradable o molesta (Almeda Barrios,2018).

Desde el punto de vista físico el sonido se define como una forma de energía ondulatoria que aparece como variaciones en la presión y en la densidad de la atmósfera originadas por movimientos mecánicos (Caballero Núñez and Trujillo García,2016).

(García Dihigo,2016) y (Amable Álvarez,2017) definen al término sonido como la sensación producida en el oído por determinadas oscilaciones de la presión exterior, es la combinación de sonidos no coordinados que originan una sensación desagradable

El Instituto de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) y el Ministerio de Salud Pública en Cuba (MINSAP) han tratado de divulgar los efectos del ruido para una mayor concientización de la población. Así, en la Constitución de la República, en el capítulo VII expresa los deberes y derecho de los ciudadanos respecto a la protección e higiene del trabajo (Almenares,2019).

### **1.2.1-Clasificación de los ruidos**

Según (Alonso Becerra,2007) y (Mosquera Vega,2003) en la práctica se puede encontrar ruidos de diferentes características que de acuerdo a la variación del nivel de presión sonora en el tiempo se pueden clasificar en:

- Ruido constante: ruido cuyo nivel de presión sonora no varía significativamente durante el período de observación. Los niveles varían en no más de 5dB en las 8 horas laborales.
- Ruido no constante: ruido cuyo nivel de presión sonora varía significativamente durante el período de observación, es decir, los niveles varían en más de 5dB en las 8 horas laborales.
- Ruido fluctuante: ruido cuyo nivel cambia continuamente y en una apreciable extensión durante el período de observación.

- Ruido intermitente: ruido cuyo nivel disminuye repentinamente hasta el nivel de ruido de fondo, varias veces durante el período de observación, el tiempo durante el cual se mantiene a un nivel superior al ruido de fondo es de 1 segundo o más.
- Ruido de impulso: ruido que fluctúa a una razón extremadamente grande en tiempos menores a 1 segundo.

### **1.2.2- Medición del ruido**

Entre los instrumentos de medida del ruido cabe citar los sonómetros, los dosímetros y los equipos auxiliares. El instrumento básico es el sonómetro, un instrumento electrónico que consta de un micrófono, un amplificador, varios filtros, un circuito de elevación al cuadrado, un promediador exponencial y un medidor calibrado en decibelios (dB). Los sonómetros se clasifican por su precisión, desde el más preciso (tipo 0) hasta el más impreciso (tipo 3). El tipo 0 suele utilizarse en laboratorios, el tipo 1 se emplea para realizar otras mediciones de precisión del nivel sonoro, el tipo 2 es el medidor de uso general, y el tipo 3, el medidor de inspección, no está recomendado para uso industrial (Knut Ringen,2000).

### **Escalas de ponderación**

Con el objetivo de brindar una corrección o atenuación que se aproxime a la del oído humano, los instrumentos de medición del nivel de presión sonora - sonómetros- poseen filtros que responden fundamentalmente a cuatro escalas de ponderación: escala A (brinda atenuación similar a la del oído cuando soporta niveles de presión sonora baja), escala B (representa la atenuación para niveles intermedios), escala C (para niveles altos) y la escala D (para niveles muy altos (por encima de los 120dB)).

### **Análisis espectral de ruidos**

El análisis espectral considera el problema de determinar el contenido espectral de una señal en el dominio del tiempo a partir de un conjunto finito de mediciones, mediante técnicas paramétricas o no paramétrica. La longitud de registro infinita

de la secuencia de datos es una limitación importante en la calidad de la estimación del espectro de potencia (Marin,2020).

La inmensa mayoría de las fuentes emiten ruidos complejos, ya que están constituidos por componentes de diferentes frecuencias, por lo que se hace necesario un análisis de frecuencias de ruido para conocer su composición, para ello el espectro audible (20-20000 Hz) se divide en grupos o bandas de frecuencia. Las bandas más comúnmente utilizadas son las de octava, media octava y un tercio de octava.

Para medir un ruido, se emplean filtros que eliminan los componentes cuyas frecuencias están por encima o por debajo de unos límites o frecuencias de cada filtro, solo las frecuencias comprendidas entre las del filtro pasan a través de él, esa banda de frecuencias permisible se llama banda de paso y el valor  $f_1 - f_2$  se llama ancho de la banda.

Banda de octava: Es el intervalo de frecuencia comprendido entre una frecuencia determinada y otra igual al doble de la anterior ( $f_2 = 2 f_1$ ). Las frecuencias centrales más utilizadas son: 31.5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 y 8000 Hz (Alonso Becerra,2006).

### **1.2.3- Mapas de ruido**

Los mapas de ruido se han convertido en las últimas décadas en un instrumento esencial para la caracterización del grado de contaminación acústica en las ciudades y la generación de planes de mitigación sonora, son herramientas que permiten la evaluación de la condición acústica en un área determinada permitiendo mediante el mapa, determinar y catalogar los usos del suelo e implementar un plan de ordenamiento ambiental territorial sobre el ruido (Berrezueta,2018).

(Henry Onwe,2015) lo define como la representación cartográfica de los niveles de presión sonora (ruido) existentes en una zona concreta y en un período determinado.

La información que se puede obtener a partir de un mapa de ruido es muy útil para la planificación urbana, como herramienta de apoyo en el diseño de medidas de control de ruido ambiental (normas y otras disposiciones), para la

proyección de actividades que puedan generar cambios en el ambiente acústico (evaluación de impacto ambiental). Existen tres hechos importantes de destacar en la realización de mapas de ruido: en las ciudades la fuente dominante de ruido es el tráfico rodado, no existe un método estandarizado para realizar mapas de ruido, y que las fluctuaciones de la desviación estándar de las variaciones de las medidas en un período de tiempo (por ejemplo, un día), pueden ser del orden de 6 a 8 dB (Romero Duque,2016).

Según (Cantalapiedra Tascón,2018) los principales objetivos de un mapa de ruido son: analizar la exposición del ruido en un área concreta, realizar predicciones globales para un área concreta y llevar a cabo medidas correctoras y planes para disminuir la presencia de contaminación acústica.

### **1.3-Iluminación**

Según (Ureña,2012) la iluminación es la acción o efecto de iluminar. En la técnica se refiere al conjunto de dispositivos que se instalan para producir ciertos efectos luminosos, tanto prácticos como decorativos. Con la iluminación se pretende, en primer lugar, conseguir un nivel de iluminación interior o exterior, o iluminancia, adecuado al uso que se quiere dar al espacio iluminado, nivel que dependerá de la tarea que los usuarios hayan de realizar.

La iluminación para el trabajo abarca una amplia gama de interiores y de tareas laborales diferentes: desde oficinas y pequeños talleres a grandes naves industriales; desde la lectura, escritura y trabajo con ordenadores a trabajos de gran precisión o pesadas tareas fabriles. La calidad de la iluminación debe ser siempre lo bastante elevada como para garantizar un rendimiento visual suficiente en la tarea en cuestión (Van Bommel 2004).

Un sistema de iluminación es un conjunto de elementos, que se diseña para proporcionar una visibilidad clara y los aspectos estéticos requeridos en un espacio y actividades definidas. Esto se realiza seleccionando las mejores luminarias y lámparas que proporcionan el nivel de iluminación adecuado para cada tarea y se minimicen efectos de brillo directo y reflejado buscando en todos los casos optimizar el uso de energía y reducir el costo operativo (Almeda Barrios,2019).

Las recomendaciones del factor iluminación en espacios de trabajo son efectuadas con el fin de mejorar la seguridad de los trabajadores en oficinas, industrias, comercios, escuelas y hospitales. Se tienen como índices principales los niveles mínimos de iluminación para asegurar funcionalidad visual acorde a la tarea a realizar por el trabajador y la prevención de deslumbramientos por falta de uniformidad de la luz (Pattini,2012).

### **1.3.1- Tipos de iluminación**

Los sistemas de iluminación industrial pueden dividirse en varios grupos según el tipo de clasificación que se haga. Existen diferentes fuentes de luz que las podemos clasificar en naturales y artificiales. El Sol es la principal fuente natural e importante de luz sobre la Tierra. En cuanto a las fuentes artificiales se estaría hablando de la luz eléctrica de una bombilla, la luz de una vela, de las lámparas de aceite, entre otras (Colectivo de Autores,1996).

A continuación, se hace referencia a cada uno de estos sistemas.

- Iluminación Natural: Es sin duda la iluminación más económica y sana; es la que entra por las ventanas, puertas, rajadas, y claraboyas. Su calidad y cantidad dependen de la orientación (norte, sur, este, oeste, NE, NO, SE, SO), de la hora del día, de la estación, y de su ubicación. La iluminación natural es casi siempre general (Viña Brito,1986).
- Iluminación Artificial: La iluminación no es sólo un elemento necesario para desarrollar actividades en ambientes u horarios en que no hay luz natural. Se logra aplicando una corriente eléctrica a un dispositivo, cuyos componentes convierten dicha corriente eléctrica en luz. Los niveles de iluminación artificial han ido creciendo, junto con el desarrollo de nuevas lámparas, más eficientes, y económicas (Bruno,2014).

### **1.3.2-Magnitudes y unidades de la iluminación**

En el campo de la iluminación se utilizan habitualmente varias magnitudes. Las más significativas son las siguientes según el Sistema Internacional de Medidas (SIM) (Alonso Becerra,2007):

El flujo luminoso es la cantidad de energía visible emitida por una fuente en todas direcciones. Su unidad es el lumen (lm). El flujo luminoso es calculado de acuerdo con la sensibilidad espectral estándar del ojo humano.

$$\Phi = M\lambda \times V\lambda$$

Donde:

$\Phi$ : Energía espectral de una fuente recibida por el ojo o flujo luminoso (UM: lumen).

$M\lambda$ : Emisión espectral de una fuente de luz.

$V\lambda$ : Sensibilidad espectral del ojo humano.

La intensidad luminosa caracteriza la emisión de luz en función de su dirección es el flujo luminoso emitido por unidad de ángulo sólido. Su unidad es la candela.

$$I = \Phi / W$$

Donde:

I: Intensidad luminosa (UM: candela o lumen / estereorradián).

$\Phi$ : Flujo luminoso

W: Ángulo sólido

El nivel de iluminación es la parte del flujo luminoso total que incide sobre una superficie. Su unidad es el lux.

$$NI = E = \Phi / A$$

Donde:

E: Nivel de iluminación (UM: lux (lumen / m<sup>2</sup>))

$\Phi$ : Flujo luminoso.

A: Área.

El nivel de iluminación depende de la dirección de la luz y de la posición espacial de la superficie en relación con la fuente de luz; es por esto que usualmente es medido en el plano horizontal y en el vertical.

En un puesto de trabajo con PC tanto el nivel de iluminación vertical como horizontal son importantes: un documento sobre la mesa será iluminado por el nivel de iluminación horizontal mientras que en la pantalla por el vertical. En una oficina iluminada desde la parte superior la relación entre ambas cantidades es de 0,3 a 0,5. Por ejemplo, si la iluminación en la habitación es de 500 lux, el nivel de iluminación horizontal será de 500 lux mientras que el vertical estará entre 150 y 250 lux.

La luminancia o brillo expresa la real sensación de luminosidad que es recibida por el ojo, es la intensidad luminosa recibida por unidad de área en la dirección de la visión, es la intensidad de luz observada. Su unidad es candela /m<sup>2</sup> (Rojas León 2018).

Se puede definir también, para una superficie en una dirección determinada, como la relación entre la intensidad luminosa y la superficie vista por un observador situado en la misma dirección (superficie aparente).

$$L = I/A_{\text{proj}}$$

L: Luminancia o brillo (UM: candela / m<sup>2</sup>)

I: Intensidad luminosa reflejada.

Aproj: Área de la superficie proyectada en el plano normal a la dirección de la visión (Alonso Becerra,2007).

### **Métodos utilizados para el diseño de sistemas de iluminación**

Los métodos utilizados para el diseño de sistemas de iluminación son: el método de los lúmenes y el método punto por punto. El primero proporciona un nivel medio de iluminación en lux y se utiliza para diseñar los sistemas de iluminación general. El segundo se basa en el análisis de la contribución de cada luminaria a la iluminación y se utiliza para el diseño de los sistemas: general localizado y suplementario (Alonso Becerra,2007; Cabeza,2008; Falcón Castillo,2016).

#### **1.3.3- Marco normativo vigente. La NC ISO 8995**

La norma Internacional ISO 8995 fue preparada como la Norma CIE S 008 por la Comisión Internacional para la Iluminación, la cual ha sido reconocida por el Consejo de la ISO como una entidad Internacional de normalización. La norma

fue adoptada por la ISO según el procedimiento especial que exige la aprobación por el 75 %, como mínimo, de las entidades miembros con voto, y se ha publicado como una edición conjunta ISO/CIE.

Dicha norma contiene una serie de parámetros que contribuyen al entorno luminoso: distribución de la luminancia, la iluminancia, el deslumbramiento, la direccionalidad de la luz, aspecto del color de la luz y las superficies, el parpadeo, la luz natural, el mantenimiento.

Una distribución variada de las luminancias en el campo visual también afecta la comodidad visual y deben evitarse: las luminancias demasiado altas, porque pueden dar lugar a deslumbramiento, los contrastes demasiado altos de las luminancias que provocarán fatiga visual debido a la readaptación continua de los ojos y las luminancias demasiado bajas y los contrastes demasiado bajos de las luminancias, que dan por resultado un entorno de trabajo sombrío y falta de estimulación.

#### **1.4-Microclima**

El microclima laboral en Cuba es de gran importancia y constituye uno de los aspectos del ambiente laboral que más incide sobre los trabajadores. El clima cubano se caracteriza por temperaturas y humedades elevadas la mayor parte del año y éstas características desfavorables del clima se ven agravadas en algunos centros laborales por razones tecnológicas, pobre ventilación y radiación solar directa o indirecta.

La existencia de calor en el ambiente laboral constituye frecuentemente una fuente de problemas que se traducen en quejas por falta de confort, bajo rendimiento en el trabajo y, en ocasiones, riesgos para la salud. El estudio del ambiente térmico requiere del conocimiento de una serie de variables del ambiente, del tipo de trabajo y del individuo(Alonso Gomez,2019).

Moya García (2016) plantea que el ser humano necesita mantener una temperatura interna constante para desarrollar la vida normal. Para ello posee mecanismos fisiológicos que hacen que ésta se establezca a cierto nivel, unos 37°C y permanezca constante. Es básico mantener dentro de unos límites la

temperatura de los lugares de trabajo, así los trabajadores conservarán el equilibrio térmico durante la jornada laboral.

La existencia de unas condiciones térmicas extremas en el ambiente laboral constituye una fuente de problemas que afecta tanto a la salud de los trabajadores como a la eficiencia del desarrollo de las actividades laborales. (Fuentes BARGUES 2016).

Un grupo de individuos expuestos a condiciones microclimáticas equivalentes, realizando una misma actividad tienen apreciaciones diferentes sobre las condiciones de calor. Esta disparidad de criterios se debe a que existen variaciones individuales, diferencias entre unas personas y otras que provocan que unos toleren mejor el rigor del clima que otros. A continuación se muestran los principales factores que influyen en el intercambio térmico (Viña Brito,1986).

- **Metabolismo:** proceso de producción y utilización de la energía que se da dentro del cuerpo relacionado con las funciones corporales.
- **Aclimatación:** cuando una persona se expone por primera vez a una situación laboral no acostumbrada de clima caluroso, sus mecanismos termorreguladores no pueden acostumbrarse inmediatamente a los requerimientos, necesitando de 7 a 10 días para lograr la adaptación.
- **Capacidad de trabajo:** es un factor que refleja las aptitudes físicas para desarrollar trabajo. Las personas con alta capacidad de trabajo físico tienen un sistema cardiovascular eficiente, lo cual le favorece la eficiencia de la vasodilatación como mecanismo termorregulador.
- **Edad:** con la edad aumenta el esfuerzo que tiene que realizar el corazón para bombear la sangre a todo el organismo, fundamentalmente por el incremento de la resistencia en las paredes de las venas y arterias donde se depositan diversas lipoproteínas que dificultan la libre circulación sanguínea. Ello provoca una merma en la eficiencia cardiovascular.
- **Sexo:** aunque no se han encontrado diferencias significativas entre la capacidad de sudoración del hombre y la mujer, otros factores pudieran justificar los indicios de que las mujeres se aclimatan peor que los

hombres. Generalmente su menor aptitud física o la tensión fisiológica motivada por los ciclos menstruales pudiera ser la causa de ello.

- Color de la piel: aunque existen diferencias en cuanto a la absorción de determinadas radiaciones entre la piel clara y la oscura, en general no se han hallado diferencias significativas con relación a la capacidad de absorción de infrarrojos tanto para una piel como para la otra.

#### **1.4.1-Factores del microclima laboral**

La actividad física humana genera calor, pero no sólo la variación interna de calor proviene de dicha actividad, sino que también influye el medio ambiente.

Las condiciones climáticas, se ven agravadas, en muchos casos, por razones tecnológicas: equipos y productos en proceso, altas temperaturas y generación de vapor o por deficiencias en los diseños de las edificaciones: pobre ventilación, radiación solar directa o secundaria, lo que imponen una carga fisiológica al individuo que en ocasiones es mayor a la debida. Estas pueden interactuar además con otros factores desfavorables del ambiente laboral, provocando enfermedades y accidentes que son menos probables en situaciones de bienestar térmico.

Por esta razón García Dihigo (2017) afirma que los parámetros que conforman el microclima laboral dependen de las condiciones climatológicas y tecnológicas que condicionan los mecanismos de intercambio térmico entre el hombre y el medio laboral: temperatura y velocidad del aire, humedad relativa y radiación térmica; es muy importante aclarar que estos valores solo tienen validez para el punto donde fueron tomados y para ese instante específico y se detallarán a continuación.

Tanto Alonso Becerra (2007) como Knut Ringen (2000) concuerdan en que los principales factores que componen el microclima son:

- Temperatura del aire también denominada temperatura seca o temperatura de bulbo seco, es la temperatura que no está afectada por el contenido de vapor de agua en el aire. Se mide con un termómetro corriente cuyo bulbo debe estar expuesto al aire, pero protegido de la radiación infrarroja con una

pantalla adecuada. La temperatura del aire ( $t_a$ ) tiene que medirse con independencia de cualquier radiación térmica y con una exactitud de  $\pm 0,2$  °C entre 10 y 30 °C, y de  $\pm 0,5$  °C fuera de ese rango.

- Temperatura de bulbo húmedo la que está afectada por el contenido de vapor de agua del aire que se mide con un termómetro corriente cuyo bulbo se ha cubierto con una camiseta de algodón humedecida en agua y protegida de la radiación térmica. La *temperatura de bulbo húmedo* ( $t_w$ ), que es la temperatura mínima que alcanza un bulbo rodeado de una mecha húmeda protegido contra la radiación y ventilado a más de 2 m/s por el aire ambiental.
- Humedad relativa es la expresión en por ciento de la cantidad de vapor de agua existente en un volumen cualquiera de aire y la que habría en ese mismo volumen si estuviera saturado de vapor de agua, se puede determinar si se conoce la temperatura seca y la temperatura húmeda en la carta psicrométrica o midiéndola con un higrómetro.
- Velocidad del aire es la velocidad del aire sobre la piel del trabajador, tiene un efecto importante sobre el intercambio térmico del trabajador con el ambiente y se mide con diferentes tipos de anemómetros. La velocidad del aire debe medirse sin tener en cuenta la dirección del flujo de aire. De lo contrario, la medición tendrá que realizarse en tres ejes perpendiculares (x, y z) y calcular la velocidad global por la suma de vectores:

$$V_a = \sqrt{V_x^2 + V_y^2 + V_z^2}$$

El rango de medida recomendado por la norma ISO 7726 se extiende de 0,05 a 2 m/s. La exactitud exigida es del 5 %. Debe medirse como el valor medio de 1 o 3 minutos.

- Radiación térmica es una forma de radiación electromagnética. Todos los cuerpos radian calor en la banda infrarroja. Esta radiación puede tener origen natural (radiación solar directa o indirecta) o artificial (equipos o productos calientes).

- Temperatura media radiante es la temperatura que en un punto provoca el calor radiante emitido por las superficies de los cuerpos existentes y se determina por la expresión siguiente:

$$(TMR + 273)^2 = tg + 273^4 + 1,4\sqrt{Va}(tg - ts)10^6$$

Donde:

TMR: Temperatura media radiante (°C)

tg: Temperatura de globo (°C)

Va: Velocidad del aire (m/s)

ts: Temperatura del aire o seca en (°C)

- Temperatura de globo (tg) un indicador de la radiación térmica que se mide con un termómetro de globo consistente en un termómetro cuyo elemento sensible se ubica en una esfera hueca de cobre de 15 cm de diámetro pintada de negro mate y llena de aire.

#### 1.4.2- Índices de evaluación del microclima

Todos los índices tienen como finalidad establecer una relación cuantitativa entre los parámetros de una condición ambiental con relación a una situación referencial límite.

Los índices más utilizados para evaluar el estrés térmico son (Colectivo de Autores,2008):

- Índices para determinar grados de confort.
- Índice de la temperatura efectiva.
- Índice de la temperatura efectiva corregida.
- Índices PMV, PPD y norma ISO 7730.
- Índices para determinar situaciones de riesgo.
- **Índice WBGT (Temperatura de Globo y Bulbo Húmedo).**
- Índice de estrés Térmico IST.

A continuación, se explica en detalle aspectos del índice WBGT.

#### 1.4.2.1-Índice WBGT (Temperatura de Globo y Bulbo Húmedo)

Este índice fue establecido por Young y Minard, en los años 50, para la Marina Norteamericana, como método para estudiar el ambiente térmico durante la ejecución de ejercicios y entrenamientos militares. La gran ventaja de este método radica en su sencillez de aplicación: mediciones, cálculos e interpretación.

Este indicador ha sido utilizado con alguna frecuencia debido a su fácil determinación lo que hace posible emplearlo como un índice que, de carácter operativo, es decir para mantener una vigilancia continua sobre la sobrecarga térmica (ISO 7243, 1989).

El índice WBGT fue adoptado por NIOSH (1972), ACGIH (1990) e ISO 7243 (1989) y su uso se recomienda aún, hoy en día. En la norma ISO 7243 (1989), basada en el índice WBGT, se describe un método sencillo de utilizar en ambientes calurosos para establecer un diagnóstico "rápido". Dicha norma incluye también las especificaciones de los instrumentos de medida, como son los valores límite del WBGT para personas aclimatadas y no aclimatadas.

Este indicador consiste en la ponderación fraccionada de las temperaturas húmedas, de globo y a veces temperaturas secas. Las principales fórmulas que lo definen son:

- En Exteriores (con exposición solar)  $WBGT=0.7*TBH+0.2*TG+0.1*TBS$  (°C)
- En Interiores (sin exposición solar - a la sombra)  $WBGT=0.7*TBH+0.3*TG$  (°C)

Donde:

- TBS (Temperatura de bulbo seco o de referencia °C)
- TBH (Temperatura Húmeda °C)
- TG (Temperatura de globo °C)

## **1.5-Contaminación por agentes químicos**

Los productos químicos son todas las sustancias simples, los compuestos químicos y sus mezclas, ya sean naturales o sintéticas. Dichos productos pueden emplearse como sustancias puras (acetona y cloro), como disoluciones acuosas (amoníaco y ácido clorhídrico) o como preparados o mezclas (pinturas, productos de limpieza para uso doméstico, aceites, grasas, tintas y productos de tratamiento de superficies metálicas (Rodríguez,2007).

El riesgo químico es la probabilidad de que se produzca un daño a la salud o al medioambiente, como consecuencia de la exposición a una sustancia química determinada. El nivel del riesgo depende de muchos factores, tanto propios de los productos (sus características físico – químicas, toxicidad), como de otros propios de los procesos de trabajo, la organización y la tecnología en que se emplean (fallos de equipos, comportamiento humano inadecuado, deficiencias en los métodos de trabajo)(Rodríguez,2007).

La exposición a productos químicos tóxicos puede provocar también tasas mayores de accidentes laborales. Por ejemplo, los productos químicos como los solventes y los asfixiantes pueden frenar las reacciones de un trabajador al afectar a su sistema nervioso o reducir la cantidad de oxígeno que llega a sus pulmones. La lentitud en reaccionar puede ser muy grave (e incluso fatal) si el trabajador se encuentra en una situación peligrosa que exige una respuesta inmediata. Lamentablemente, cuando sucede un accidente, a menudo la dirección echa la culpa al trabajador, afirmando que no ha tenido cuidado. Esta tendencia a "echar la culpa a la víctima" es otro motivo más para conocer los productos con los que se trabaja, cuidar que se apliquen las adecuadas medidas de control y conocer los derechos que el trabajador tiene(Rodríguez,2007).

### **1.5.1 Factores de los que depende la contaminación química**

Hay distintos factores que determinan el tipo de efecto tóxico que puede provocar un producto químico: la vía de penetración del producto químico en el organismo, la absorción y los tejidos y órganos concretos en los que el producto químico se acumula o localiza, la forma material del producto químico (polvo, vapor, líquido, etc.), la toxicidad de los productos químicos, la concentración y la duración de la

exposición; y la reacción de cada trabajador al producto químico, que puede variar mucho de una persona a otra (Rodríguez,2007).

Los productos químicos pueden penetrar en el organismo por inhalación a través de los pulmones; absorción a través de la piel; ingestión a través de la boca.

Otro elemento a tener en cuenta es la absorción, significa que la sustancia química atraviesa membranas biológicas. En el caso de que una sustancia sea ingerida, ésta puede ser absorbida en cualquier parte del tracto gastrointestinal. Sin embargo, la mayor absorción se produce en el intestino delgado, de donde la sustancia química pasa al sistema circulatorio por la vena porta y es transportada directamente al hígado (Rodríguez,2007).

Después de que la sustancia química es absorbida, se distribuye por la sangre a todo el organismo causando efectos nocivos, especialmente en el órgano blanco. Se entiende por órgano blanco el órgano donde primero se evidencia un efecto nocivo. Para producir esos efectos la sustancia química debe alcanzar una concentración determinada en el órgano, razón por la cual es importante la dosis. La existencia de un órgano blanco no significa que en los otros órganos no se verifiquen efectos, y a medida que aumenta la dosis y el tiempo de exposición otros órganos serán afectados (Rodríguez,2007).

La forma material de un producto químico puede influir en cómo penetra en el organismo y, en alguna medida, en el daño que provoca. Las principales formas materiales de los productos químicos son: sólidos, polvos, líquidos, vapores y gases (Rodríguez,2007).

### **1.5.2-Medición de los niveles de contaminación**

La toxicidad es la capacidad de causar daño en un órgano determinado, alterar los procesos bioquímicos o alterar un sistema enzimático. Todos los productos químicos son tóxicos(Autores,2014). Hay tres grados de toxicidad:

- Muy tóxicas: Las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea en muy pequeñas cantidades pueden provocar efectos agudos o crónicos e incluso la muerte.
- Tóxicas: Las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea en pequeñas cantidades pueden provocar efectos agudos o crónicos e incluso la muerte. La diferencia entre éstas y las muy

tóxicas estriba en la dosis, o sea, para que las sustancias tóxicas hagan daño se necesita una dosis superior.

- Nocivas: Las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea pueden provocar efectos agudos o crónicos e incluso la muerte.

Esta clasificación depende de los conceptos de dosis letal, los cuales están en función de las vías de penetración al organismo. Se definen a continuación:

- Dosis letal media inhalatoria (DL50 inhalatoria): Es la dosis del producto nocivo que provoca la muerte del 50% de los animales de laboratorio, por su inhalación durante dos a cuatro horas de exposición (se expresa en miligramos de producto por litro de aire y un tiempo determinado de exposición, en horas, mg/ L.h).
- Dosis letal media cutánea (DL50 cutánea): Es la dosis del producto nocivo que provoca la muerte del 50% de los animales de laboratorio, al aplicarse una sola vez en la piel (se expresa en miligramos de la sustancia por kilogramo de peso del animal; mg/kg).
- Dosis letal media oral (DL50 oral): Es la dosis de producto químico nocivo que provoca la muerte del 50% de los animales de laboratorio, al introducirla de una sola vez en el estómago (se expresa en miligramos del producto por kilogramo de peso del animal; mg/kg).

En Cuba, desde la década de los 70 se establecieron a través de la NC 19-01-02 los valores de las concentraciones máximas admisibles (CMA) y a partir del año 1991 se emite la NC 19-01-63 que define los Niveles Límites Admisibles (NLA), los que incluyen:

Concentración Máxima Admisible (CMA): Concentración de la sustancia nociva en el aire de la zona de trabajo, que no puede excederse en ningún momento de la jornada laboral y a la que un trabajador puede exponerse en jornada de 8 horas diarias (8 h/d) durante toda la vida laboral, no provocándole enfermedad o alteración del estado normal de salud, detectable por los actuales métodos de investigación, ni en un plazo lejano de la presente y futura generación. Las concentraciones máximas admisibles se asocian con valores límites absolutos.

Concentración Promedio Admisible (CPA): Concentración promedio de la sustancia nociva en el aire de la zona de trabajo a la que un trabajador puede exponerse en jornada laboral de ocho horas diarias (8 h/d) durante toda la vida laboral, no provocándole enfermedad o alteración del estado normal de salud, detectable por los actuales métodos de investigación, ni en el curso de la actividad laboral ni en un plazo lejano de la presente y futura generación.(Rodríguez,2007)

En los anexos 5 y 6 se dan valores de CMA y CPA para varias sustancias, obtenido de la NC 19-01-63.

Categorías	$DL_{50}$ inhalatoria	$DL_{50}$ cutánea	$DL_{50}$ oral
Tóxicas	0.5	50	25
Muy tóxicas	0.5 – 2	50 – 400	25 – 200
Nocivas	2 - 20	400 - 2000	200 - 2000

Tabla 1.5 Clasificación de los productos químicos de acuerdo a las dosis letales medias.

Fuente: tomado de (Rodríguez,2007)

### Conclusiones parciales.

1. El ambiente laboral es el conjunto de factores físicos que actúan sobre una persona en situación de trabajo y se obtienen una serie de consecuencias para el trabajador y para la empresa.
2. Se analizaron los elementos de ruido, iluminación, microclima y contaminación por agentes químicos por ser los de mayor incidencia en el ambiente laboral de empresas del sector químico.
3. La evaluación del ambiente mediante métodos objetivos se basa en la medición y comparación de los niveles existentes con normas y legislaciones establecidas cubanas e internacionales.
4. Se demostraron las afectaciones provocadas a los trabajadores en entidades que presentan ruidos elevados, sobre o baja iluminación, condiciones microclimáticas extremas y exposición a la contaminación por agentes químicos.

## **Capítulo 2: Caracterización del objeto de estudio. Materiales y métodos**

En este capítulo se lleva a cabo una breve caracterización de la Rayonitro, objeto de estudio de la presente investigación y se describen los procedimientos de evaluación de ruido, iluminación, microclima laboral y contaminación por agentes químicos.

### **2.1- Breve caracterización del objeto de estudio**

La Empresa Rayonitro, ubicada en la Zona Industrial próxima al Puerto de la provincia de Matanzas, tiene su origen en la fusión de las antiguas Empresas de Fertilizantes Completos Cubanitro y Rayonera, aprobada por la Junta Central de Planificación en Resolución N° 1560 del 16 de agosto de 1984. Una vez constituida la nueva empresa formó parte de la Unión Química.

Su **misión**: " Satisfacer las necesidades de Fertilizantes Químicos y Ácido Sulfúrico, y otros productos químicos relacionados con estas producciones que demanden nuestros clientes, nacionales e internacionales en el momento oportuno, con una alta competitividad, economicidad y eficiencia".

La **visión**: " Obtendremos el liderazgo nacional en la oferta de fertilizantes químicos, desarrollando nuevas tecnologías, así como la primacía en la producción de ácido sulfúrico y otros productos químicos en el país".

El **objeto social**, El Objeto Empresarial aprobado es el siguiente: Producir y comercializar de Fertilizantes Químicos y Ácido Sulfúrico.

La entidad ha adoptado como política ser líder en los servicios que brinda, ejercer una dirección participativa, que contribuya a consolidar la motivación y el compromiso de los trabajadores por la calidad, con un enfoque sistemático y de mejora continua de la eficacia y eficiencia de su Sistema Gestión de Calidad, en un ambiente de seguridad y confianza, para sus clientes, sobre la base de la integridad personal de los participantes y del cumplimiento de los objetivos planificados, demostrando especial atención al cumplimiento de los requisitos pactados.

Su gestión está condicionada a la seguridad y salud de sus trabajadores, cumpliendo con lo establecido en la legislación vigente.

## Caracterización de la variable humana

La empresa cuenta con una plantilla 195 trabajadores, estructurada como se muestra en la tabla 2.1 y para mejor comprensión, los datos expuestos en la tabla fueron insertados en un gráfico de pastel (figura 2.1).

Tabla 2.1: Composición de la variable humana.

Categoría Ocupacional	Trabajadores	% del total
Cuadros	2	1.02
Servicios	10	5.12
Técnico	60	30.7
Administrativos	1	0.51
Operarios	112	57.4
Ejecutivos	10	5.12
Total	195	100

Fuente: Elaboración propia a partir de la plantilla actual.

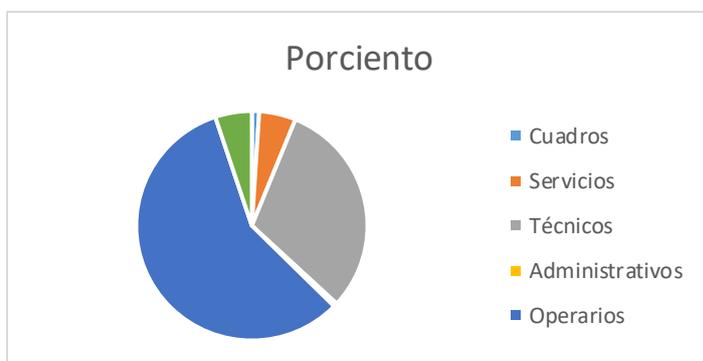


Figura 2.1: Distribución de los trabajadores por categoría ocupacional.

Fuente: Elaboración propia.

## 2.2-Evaluación de los elementos que componen el ambiente laboral

### 2.2.1- Evaluación del ruido

Medir los niveles de ruido existentes.

Según Rodríguez González et al. (2007) la medición del ruido permite conocer el nivel de nocividad del mismo a partir de los parámetros que lo identifican. Para medir los niveles de presión sonora existentes se utiliza como vía convencional un sonómetro y para el uso del mismo se tienen en cuenta los siguientes requisitos de cumplimiento obligatorio citados en (Torres Sotolongo 2014):

- Seleccionar días y horarios para efectuar las mediciones, en consideración del estado del tiempo, ya que no debe haber lluvias, lloviznas, tormentas eléctricas, y las superficies sobre las que se efectúen tienen que permanecer secas. Tampoco deben existir grandes diferencias de temperatura y humedad en el caso que dichas mediciones abarquen un gran número de horas en el día.
- Utilizar el mapa de ubicación con los puntos de medición para colocar el sonómetro en el lugar indicado.
- Medir la velocidad del viento a la altura del micrófono para que este no sobrepase los 3 m/s en el momento de realizar las mediciones.
- Colocar el sonómetro a 1.20 m sobre el nivel del suelo.
- El encargado de realizar las mediciones debe estar a 0,5 m de distancia del sonómetro.
- Equipo técnico en correcto estado.
- Presencia de la menor cantidad posible de personas.

Este último requisito es altamente importante puesto que cuando se pretende medir el ruido que genera una fuente puntual, la presencia innecesaria de personas puede modificar las características sonoras del local en cuanto a la propagación del sonido a partir de la absorción y reflexiones de las ondas en las superficies que lo componen. Opuestamente, si lo que se desea es medir el ruido generado por las personas en un local, entonces se obvia el cumplimiento de dicho requisito.

Para realizar las mediciones se cuenta con un sonómetro promediador integrador GK: 1290563 el cual ofrece directamente el NPS integrado (Leq (A)) en el área estudiada. Su deficiencia radica en que no muestra el análisis por

bandas de octava, lo cual impide identificar aquellas frecuencias donde el contaminante es más dañino y direccionar entonces el control a dichas frecuencias. Existen otras herramientas menos precisas como el empleo de la tecnología Android o softwares informáticos como el Smaart en sus disímiles versiones. La poca precisión de estas herramientas está dada por la baja calidad del micrófono del dispositivo móvil o laptop que se emplee. Como solución a esta deficiencia se plantea la vinculación del micrófono de alta calidad del sonómetro al software informático Smaart, el cual permite realizar un análisis por bandas de octava de los niveles de ruido existentes. De este modo, como muestra la figura 2.2, se complementan las fortalezas del micrófono del sonómetro con las facilidades que brinda el software, la información es más confiable y se logra la división por bandas de octava, punto clave para las siguientes fases de la metodología.



Figura 2.2: Sonómetro GK: 1290563 vinculado al software Smaart 7.

Fuente: Elaboración Propia.

### **Clasificar los ruidos existentes.**

Una vez identificados se clasifican los ruidos. Autores como (García Dihigo,2016) y (Rodríguez,2007), establecen como criterio básico de clasificación el que se realiza en función del nivel de presión sonora y su fluctuación en el tiempo, según el cual pueden ser ruidos constantes y ruidos no constantes; los primeros, según la respuesta lenta del sonómetro, varían en no más de 5 dB en las 8 horas laborables, mientras que los segundos varían en más de 5 dB.

El criterio de evaluación a utilizar dependerá de la clasificación otorgada; si los ruidos son constantes se aplica el Criterio N de evaluación de ruidos o el criterio del nivel sonoro L (dB(A)) y si son no constantes entonces se debe aplicar el Nivel Sonoro Equivalente Continuo (Leq (A)).

## Evaluar el nivel de ruido existente

### 1. Criterio N para ruidos constantes

Este criterio de evaluación se basa en una simplificación de las curvas isofónicas, el cual presupone un análisis por bandas de octava del ruido, solo que no lo establece en forma de curvas sino mediante tablas (García Dihigo, 2016); para ello se determina el nivel de presión sonora existente ( $L_{ex}$ ) dentro del local objeto de estudio a partir de la medición del sonómetro. Se busca el valor del Criterio N (N (dB)) a partir de la tabla 2.2 a la cual se entra por las columnas con el valor de la frecuencia de la banda de octava y en ella se busca el nivel de presión sonora existente, de no existir el valor exacto se toma el inmediato superior, y se traza una línea hasta coincidir con el valor de la primera columna que ofrece directamente el valor del criterio en cuestión.

Tabla 2.2: Valores del Criterio N de evaluación de ruido.

Criterio N	Frecuencia Media de las Bandas de Octava (Hz)							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	Valores dados de los niveles de las bandas							
35	63	52	44	39	35	32	30	28
40	67	57	49	44	40	37	35	33
45	71	61	54	49	45	42	40	38
50	75	66	59	54	50	47	45	44
55	79	70	63	58	55	52	50	49
60	83	74	68	63	60	57	55	54
65	87	79	72	68	65	63	61	60
70	91	83	77	73	70	68	66	64
75	95	87	82	78	75	73	71	69
80	99	92	86	83	80	78	76	74
85	103	96	91	88	85	83	81	80
90	107	106	96	93	90	88	86	85
95	111	105	100	97	95	93	91	90

100	115	109	105	102	100	98	96	95
105	118	113	110	107	105	103	102	100
110	122	118	114	112	110	108	107	105
115	126	122	119	117	115	113	112	110
120	130	126	124	122	120	118	117	116

Fuente: tomado de (Rodríguez,2007)

## 2. Nivel Sonoro Equivalente Continuo (Leq (A)) para ruidos no constantes

El cálculo del Nivel Sonoro Equivalente Continuo puede obtenerse directamente del sonómetro (si el mismo es promediador integrador) o se puede utilizar el procedimiento propuesto en la NC 871 del 2011, el cual se detalla a continuación:

1. Se realizan 180 mediciones del nivel de presión sonora ponderado A.
2. Las mediciones se realizan en intervalos de 5 segundos.
3. Los valores de las mediciones se colocan en la ecuación 2.1, donde LAi es el valor de la i-ésima medición.

$$Leq=10\log[1180\sum_{i=1}^{180}10^{L_{Ai}/10}] \text{ [dB]} \quad (2.1)$$

### **Determinar los niveles recomendados según su clasificación.**

Para los locales afectados se determina el nivel máximo admisible (NMA (dB)). Este valor se fija de acuerdo con las características del área en cuestión: si se está en presencia del interior de un local en la instalación, se emplea la tabla 1 de la Norma Cubana 871 del 2011 (Ver Anexo2).

### **Comparar los niveles existentes con los recomendados.**

Este paso determina la continuidad del estudio al realizar el siguiente análisis:

Si  $N \text{ (dB)} \text{ o } Leq \text{ (A) (dB)} \leq NMA \text{ (dB)}$ , entonces los niveles de ruido son adecuados y no perjudiciales, no es necesario continuar el estudio.

Si  $N \text{ (dB)} \text{ o } Leq \text{ (A) (dB)} > NMA \text{ (dB)}$ , entonces los niveles de ruido son inadecuados y perjudiciales, es necesaria la aplicación de medidas de control de ruido

### 2.3.2- Evaluación de la iluminación.

#### Medición de los niveles de iluminación existentes.

Las magnitudes más significativas que permiten evaluar las características de la luz pueden medirse con un instrumento denominado luxómetro.

El luxómetro (figura 2.4) está esencialmente constituido por una celda fotoeléctrica que bajo la acción de la luz engendra una corriente eléctrica que se mide con un miliamperímetro; el dispositivo informativo visual de este instrumento está graduado directamente en lux, de lo cual se deriva su nombre. Las mediciones con el luxómetro son puntuales, es decir sólo son representativas del punto en que es situada la celda fotoeléctrica en el momento de la medición y no de toda la superficie y mucho menos de todo el local.



Figura 2.4: Luxómetro.

Fuente: Elaboración Propia

El nivel de iluminación es la parte del flujo luminoso total que incide sobre una superficie y depende de la dirección de la luz y de la posición espacial de la superficie en relación a la fuente de luz. Para medir el nivel de iluminación en un plano se sitúa la celda fotoeléctrica en su reverso sobre la superficie, de forma tal que reciba la luz con el mismo ángulo que dicha superficie.

Para medir aproximadamente la luminancia se coloca la celda fotoeléctrica del luxómetro de frente a la superficie investigada y se va a separar lentamente hasta que el miliamperímetro se estabilice, lo cual sucede a una distancia entre 5 - 10 cm.

En la figura 2.5 se muestra la distribución de los puntos para efectuar la medición del nivel de iluminación para locales de trabajo y la ecuación siguiente se emplea para determinar nivel de iluminación existente en el mismo.

$$E_{exist} = \frac{1}{6MN} (\sum E \bar{d}^2 (M+N) + 2 \sum E \bar{x} \bar{z} + 2 \sum E \bar{o} \bar{MN}) \quad (2.2)$$

M: cantidad de filas al realizar la distribución de los puntos para medir iluminación del local

N: cantidad de columnas al realizar la distribución de los puntos para medir iluminación del local

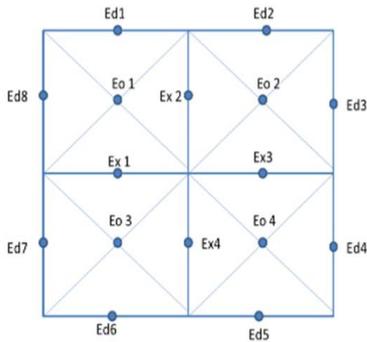


Figura 2.5: Distribución de los puntos para medir el nivel de iluminación en un local de trabajo.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 2.6 se muestra la distribución de los puntos para efectuar la medición del nivel de iluminación en los puestos de trabajo y la ecuación siguiente se emplea para determinar nivel de iluminación existente en el mismo.

$$E_{exist} = \frac{1}{6}(\sum Ed + 4Eg) \quad (2.3)$$

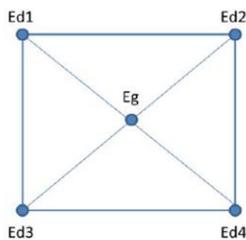


Figura 2.6: Distribución de los puntos para medir el nivel de iluminación en un puesto de trabajo.

Fuente: Elaboración propia

### **Evaluación de la iluminación para locales y puestos de trabajo.**

Para la evaluación de la iluminación se emplea la NC-ISO 8995/CIE S 008: 2003. Iluminación de puestos de trabajo en interiores, que permite comparar los niveles

de iluminación existentes, calculados previamente, con los niveles de iluminación recomendados o necesarios.

### **2.3.3- Evaluación del microclima laboral**

#### **Selección del índice más adecuado.**

Debido a las características del clima de nuestro país no se hace uso de los índices de estrés por frío pues no se ajustan a las condiciones reales de la investigación.

Para la selección del índice global de tensión térmica más conveniente se deben tener en cuenta las siguientes premisas:

- Debe integrar las variables de tensión térmica: tbs, tbh, tg.
- Que sea sensitivo. (...) condiciones microclimáticas equivalentes para un sujeto a una razón de trabajo, no necesariamente influirá de igual manera en otro sujeto u otra razón de trabajo. Ningún índice en el que se combinan factores medioambientales en un solo número puede ser apropiado para todos los individuos y razones de trabajo y no hay ninguna manera simple con la que puedan combinarse las características fisiológicas del sujeto con los factores físicos del ambiente para alcanzar una sola cifra (García Dihigo,1987).
- Que sea práctico y sencillo a la hora de ser medido. "Un índice ideal, debe incluir las condiciones del medio ambiente, los factores fisiológicos y las características del vestuario que permitiera ser utilizado para cualquier individuo bajo cualquier condición. Pero ello lo volvería tan complicado que limitaría su aplicación práctica (García Dihigo,1987).

Con las premisas anteriormente expuestas se realiza una comparación de índices de tensión térmica (ver anexo 3) (Falcón Castillo,2016).

Luego de realizar un profundo análisis de los índices microclimáticos expuestos con anterioridad respecto al cumplimiento de las premisas necesarias para el desarrollo del estudio, a partir de su conceptualización, variables que integra, condiciones para su aplicación, ventajas, desventajas, etc., se decide, con el fin de llevar a cabo una evaluación del microclima laboral a partir del estrés térmico

por calor, la utilización del Índice de la Temperatura de Bulbo Húmedo y de Globo (WBGT), como el índice más conveniente para la implementación de dicho estudio.

Con las siguientes razones se justifica la selección del índice WBGT: no incluye a otras variables que no sean de interés para la realización del estudio; la virtud del WBGT radica en su simplicidad, sólo unas pocas mediciones son requeridas las cuales pueden obtenerse por mediciones directas de los instrumentos de medición; el WBGT ayuda a identificar condiciones críticas y puede ser utilizado cuando no sea posible la aplicación de otros índices más sofisticados; según lo planteado por Chan (2013) es el de mayor validez y practicidad para predecir los efectos del estrés por calor en los trabajadores de la construcción.

### **Metodología para el cálculo del índice WBGT**

El índice WBGT se calcula a partir de la combinación de dos parámetros ambientales: la temperatura de globo TG y la temperatura húmeda natural THN. A veces se emplea también la temperatura seca del aire, TA.

Mediante las siguientes ecuaciones se obtiene el índice WBGT:

$WBGT = 0.7 THN + 0.3 TG$  (I) (en el interior de edificaciones o en el exterior, sin radiación solar) (2.4)

$WBGT = 0.7 THN + 0.2 TG + 0.1 TA$  (II) (en exteriores con radiación solar) (2.5)

Cuando la temperatura no es constante en los alrededores del puesto de trabajo, de forma que puede haber diferencias notables entre mediciones efectuadas a diferentes alturas, debe hallarse el índice **WBGT** realizando tres mediciones, a nivel de tobillos, abdomen y cabeza, utilizando la expresión (III):

$$WBGT = \frac{WBGT(cabeza) + 2 * WBGT(abdomen) + WBGT(tobillo)}{4} \text{ (III) (2.6)}$$

Las mediciones deben realizarse a 0.1 m, 1.1 m, y 1.7 m del suelo si la posición en el puesto de trabajo es de pie, y a 0.1 m, 0.6 m, y 1.1 m, si es sentado. Si el ambiente es homogéneo, basta con una medición a la altura del abdomen.

Este índice así hallado, expresa las características del ambiente y no debe sobrepasar un cierto valor límite que depende del calor metabólico que el individuo genera durante el trabajo (**M**).

Consumo metabólico Kcal/hora	WBGT límite °C			
	Persona aclimatada		Persona no aclimatada	
	v=0	v≠0	v=0	v≠0
≤ 100	33	33	32	32
100 ÷ 200	30	30	29	29
200 ÷ 310	28	28	26	26
310 ÷ 400	25	26	22	23
> 400	23	25	18	20

Tabla 2.3: Valores límite de referencia para el índice WBGT

Fuente:(ISO 7243)

Mediante lectura en la curva correspondiente, el máximo que puede alcanzar el índice WBGT según el valor que adopta el término **M**.

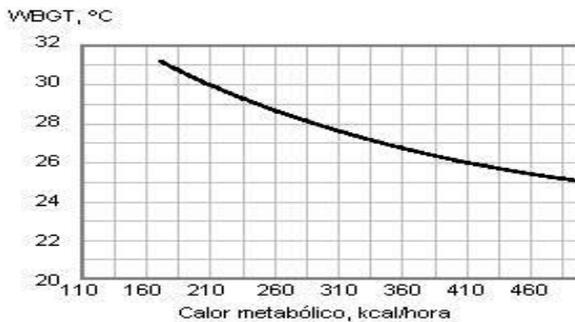


Figura 2.7: Valores límites del índice WBGT (ISO 7243)

Fuente: NTP 322

## Mediciones

Las mediciones de las variables que intervienen en este método de valoración deben realizarse preferentemente, durante los meses de verano y en las horas más cálidas de la jornada. Los instrumentos de medida deben cumplir los siguientes requisitos:

### 1. Temperatura de globo (TG):

Es la temperatura indicada por un sensor colocado en el centro de una esfera de las siguientes características: 150 mm de diámetro, coeficiente de emisión

medio: 90 (negro y mate), grosor: tan delgado como sea posible, escala de medición: 20 °C-120 °C. y precisión:  $\pm 0,5$  °C de 20 °C a 50 °C y  $\pm 1$  °C de 50 °C a 120 °C.

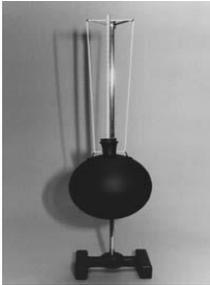


Figura 2.8: Termómetro de globo.

Fuente: tomado de (Alonso Becerra,2007)

## 2. Temperatura húmeda natural (THN):

Es el valor indicado por un sensor de temperatura recubierto de un tejido humedecido que es ventilado de forma natural, es decir, sin ventilación forzada. Esto último, diferencia a esta variable de la **temperatura húmeda psicrométrica**, que requiere una corriente de aire alrededor del sensor y que es la más conocida y utilizada en termodinámica y en las técnicas de climatización.

El sensor debe tener las siguientes características: forma cilíndrica, diámetro externo de  $6\text{mm} \pm 1\text{ mm}$ , longitud  $30\text{mm} \pm 5\text{mm}$ , rango de medida  $5\text{ °C}$  a  $40\text{ °C}$ , precisión  $\pm 0,5\text{ °C}$ . La parte sensible del sensor debe estar recubierta de un tejido (p.e. algodón) de alto poder absorbente de agua. El soporte del sensor debe tener un diámetro de  $6\text{mm}$ , y parte de él ( $20\text{ mm}$ ) debe estar cubierto por el tejido, para reducir el calor transmitido por conducción desde el soporte al sensor. El tejido debe formar una manga que ajuste sobre el sensor. No debe estar demasiado apretado ni demasiado holgado. El tejido debe mantenerse limpio. La parte inferior del tejido debe estar inmersa en agua destilada y la parte no sumergida del tejido, tendrá una longitud entre  $20\text{ mm}$  y  $30\text{ mm}$ . El recipiente del agua destilada estará protegido de la radiación térmica.

## 3. Temperatura seca del aire (TA):

Es la temperatura del aire medida, por ejemplo, con un termómetro convencional de mercurio u otro método adecuado y fiable.

- El sensor debe estar protegido de la radiación térmica, sin que esto impida la circulación natural de aire a su alrededor.

- Debe tener una escala de medida entre 20 °C y 60 °C ( $\pm 1^\circ\text{C}$ ).

A continuación, en la Figura 2.9 se muestra un psicrómetro de aspiración, que combina en el mismo instrumento los termómetros para medir la temperatura de bulbo seco y de bulbo húmedo.



Figura 2.9: Psicrómetro de aspiración.

Fuente: tomado de (Alonso Becerra,2007)

El primer termómetro es un termómetro común que indica la temperatura del aire ( $t_a$ ), que se refiere a la temperatura seca. El segundo consiste en un termómetro rodeado por una mecha húmeda generalmente hecha de algodón cuyo final se coloca en un recipiente con agua destilada. El agua sube por atracción capilar desde el recipiente que la contiene hasta el termómetro y se evapora con mayor o menor rapidez en dependencia de la humedad del aire. En la figura 2.10 que se muestra a continuación, se puede observar el principio de operación de un psicrómetro, donde se expone el proceso de medición de las temperaturas de bulbo seco y húmedo a partir de la utilización de este instrumento.

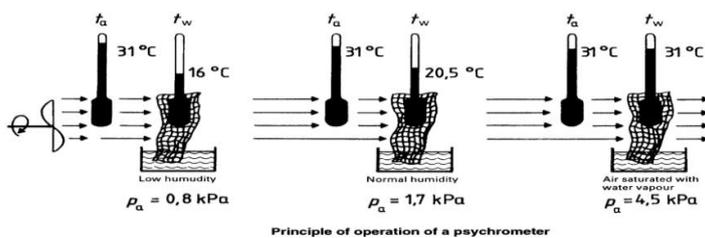


Figura 2.10: Principio de operación de un psicrómetro.

Fuente: tomado de ISO

7726 (1998)

Las temperaturas seca y húmeda obtenidas luego de la medición son utilizadas para determinar la humedad del aire.

#### 4. Humedad Relativa (Hr).

La humedad relativa es la expresión en por ciento de la cantidad de vapor de agua existente en un volumen cualquiera de aire y la que habría en ese mismo volumen si estuviera saturado de vapor de agua. Se puede determinar si se

conoce la temperatura seca y la temperatura húmeda en la carta psicométrica (ver anexo 4) donde se hacen coincidir ambos valores y en el punto en que se intercepten se busca la curva correspondiente de humedad relativa.

### 5. Velocidad del aire ( $V_a$ ).

La velocidad del aire es la velocidad del aire sobre la piel del trabajador, tiene un efecto importante sobre el intercambio térmico del trabajador con el ambiente y se mide con diferentes tipos de anemómetros, en la figura 2.11 se muestra el utilizado en la investigación.



Figura 2.11: Anemómetro.

Fuente: elaboración propia.

Cualquier otro sistema de medición de estas variables es válido si, después de calibrado, ofrece resultados de similar precisión que el sistema descrito.

### 6. Consumo metabólico ( $M$ )

La cantidad de calor producido por el organismo por unidad de tiempo es una variable que es necesario conocer para la valoración del estrés térmico. Para estimarla se puede utilizar el dato del consumo metabólico, que es la energía total generada por el organismo por unidad de tiempo (potencia), como consecuencia de la tarea que desarrolla el individuo, despreciando en este caso la potencia útil (puesto que el rendimiento es muy bajo) y considerando que toda la energía consumida se transforma en calorífica.

El término  $M$  puede medirse a través del consumo de oxígeno del individuo, o estimarlo mediante tablas. Esta última forma, es la más utilizada, pese a su imprecisión, por la complejidad instrumental que comporta la medida del oxígeno consumido.

### 2.3.4-Evaluación de los niveles de contaminación por agentes químicos

Cuando la exposición es a una sustancia química, debe garantizarse que tanto la concentración como la concentración promedio en la jornada de trabajo sean menores que la CMA y la CPA respectivamente.

La evaluación de la exposición es el proceso de medir o estimar la intensidad, frecuencia y duración de la exposición de sustancias tóxicas.

En caso de que la exposición sea a más de una sustancia, se pueden dar dos situaciones:

1. Si los efectos adversos de salud correspondientes a las sustancias son aditivos, es decir se producen en el (los) mismo (s) sistema (s) u órgano (s):

$$\sum_{i=1}^{i=n} C_i/NL A_i \leq 1 \quad (2.7)$$

2. Si los efectos de las sustancias difieren o actúan de forma independiente:

$$C_1 \leq NLA_1; C_2 \leq NLA_2; \dots; C_n \leq NLA_n$$

Como se puede observar existe una estrecha relación entre los NLA y el tiempo de exposición.

Cuando la exposición diaria es mayor de 8 horas, se puede calcular la CPA por la expresión siguiente:

$$CPA_x = CPA_8 F_R \quad (2.8)$$

Donde:

CPA<sub>x</sub>: CPA que se establece para el nuevo régimen de trabajo y descanso.

CPA<sub>8</sub>: CPA para la jornada de ocho horas.

F<sub>R</sub>: Factor de corrección, se calcula por:

$$F_R = \frac{8 \text{ horas}}{h_1} * \frac{h_D}{16 \text{ horas}} \quad (2.9)$$

h<sub>D</sub>: Horas de descanso del nuevo régimen (tiempo entre dos jornadas de trabajo consecutivas).

1. ht: Horas de trabajo de la nueva jornada laboral.

Los equipos de muestreo y medición que son utilizados para determinar las cantidades de sustancias en el ambiente se clasifican a continuación:

- Equipos de lectura directa indicativos. Se trata de dispositivos usados específicamente para contaminantes químicos que pueden alertarnos sobre su presencia, o darnos un valor aproximado de la cantidad que existe en la zona de trabajo. Su ventaja es que son equipos baratos y sencillos de manejar (ver Figura 2.12)



Figura 2.12: Tubos colorimétricos indicativos para agentes químicos.

Fuente: Elaboración propia

- Equipos de lectura directa de precisión. Suelen ser dispositivos electrónicos muy sensibles y precisos provistos de sondas que captan y analizan determinados contaminantes facilitando en tiempo real el tipo y la cantidad exacta de contaminante que necesitamos cuantificar (ver Figura 2.13)



Figura 2.13: Equipos de lectura directa de agentes químicos.

Fuente: Elaboración propia.

- Equipos de muestras para posterior análisis. Se trata de una combinación de una bomba que aspira una cantidad constante de aire y un dispositivo filtrante que retiene bien mecánicamente o químicamente el contaminante que se quiere analizar (ver Figura 2.14 y 2.15)



Figura 2.14: Bomba de muestreo

Fuente: Elaboración propia.

- Equipos de muestreo pasivo. Algunos contaminantes químicos pueden rastrearse por procesos de difusión en un medio de retención adecuado sin necesidad de forzar el paso de aire provocado por una bomba de aspiración .

### **Conclusiones parciales**

1. Los procedimientos de evaluación de los factores del ambiente laboral ruido, iluminación, microclima y contaminación por agentes químicos comprenden tres pasos básicos: la medición del valor del factor en el área de estudio, la determinación del valor de referencia por las normas vigentes y la comparación de estos dos valores.
2. Se establecieron los procedimientos para: la determinación de los ruidos constantes (el Criterio N o el criterio del nivel sonoro L (dB(A))) y no constantes (el Nivel Sonoro Equivalente Continuo (Leq (A))), la determinación de  $E_{exist}$  en puestos y en locales de trabajo para la iluminación, para la determinación del ISC y WBGT desde el punto de vista analítico y gráfico con el objetivo de evaluar las condiciones microclimáticas. y la determinación de los niveles de contaminación química mediante las concentraciones máximas y promedio admisibles.

## Conclusiones

1. Los riesgos físicos que mayor impacto tienen en la vida de los trabajadores del sector químico son de ruido, iluminación, microclima y contaminación por agentes químicos.
2. Se establecieron los procedimientos para: la determinación de los ruidos constantes (el Criterio N o el criterio del nivel sonoro L (dB(A))) y no constantes (el Nivel Sonoro Equivalente Continuo (Leq (A))), la determinación de  $E_{exist}$  en puestos y en locales de trabajo para la iluminación, para la determinación del ISC y WBGT desde el punto de vista analítico y gráfico con el objetivo de evaluar las condiciones microclimáticas. y la determinación de los niveles de contaminación química mediante las concentraciones máximas y promedio admisibles.
3. Los procedimientos de evaluación de los factores del ambiente laboral ruido, iluminación, microclima y contaminación atraviesan tres pasos básicos: la medición del valor del factor en el área de estudio, la determinación del valor de referencia por las normas vigentes y la comparación entre los dos valores obtenidos.

**Recomendaciones:**

1. Aplicar los métodos y procedimientos de evaluación descritos en el capítulo II de la investigación que permitan conocer los niveles de exposición de los trabajadores de la empresa.
2. Generalizar la aplicación de los métodos y procedimientos propuestos a otras empresas similares del sector químico.

## Referencias bibliográficas:

- ALMEDA BARRIOS, Y. Contribución al control de ruido y su valoración socioeconómica en instalaciones hoteleras. Universidad de Matanzas. Sede "Camilo Cienfuegos", 2018.
- ALMEDA BARRIOS, Y., MORA, A., ACOSTA PRIETO, J. L. ALONSO GOMEZ, L. Informe de los resultados de los estudios ergonómicos de iluminación. Matanzas: 2019.
- ALMENARES, M. J. Título: Evaluación de los riesgos laborales en el Taller Automotor de la Empresa Cubacar Varadero. Universidad de Matanzas, 2019.
- ALONSO BECERRA, A. *Ergonomía*. Edtion ed. La Habana: Ed. Félix Varela, 2007.
- ALONSO BECERRA, A. C. T., W. DOPICO GAROFALO, E. *Ergonomía*. Edtion ed., 2006.
- ALONSO GOMEZ, L. A. B., Y. ACOSTA PRIETO J. L. MORA, A. Informe de los resultados de los estudios ergonómicos de temperatura. Contrato 312 /19 /C. 2019.
- AMABLE ÁLVAREZ, I. M. M., J. DELGADO PÉREZ, L. ACEBO FIGUEROA, F. RIVERO LLOP, M. L. Contaminación ambiental por ruido. Revista Médica Electrónica, 2017, 39(3), 640-649.
- ANDA GAIBOR, M. J. Riesgos por iluminación en centros de trabajo de la Cooperativa de Transportes Trasandina Express. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, 2019.
- AUTORES, C. D. *Condiciones de Trabajo en el Sector Químico*. Edtion ed., 2014.
- BARRERA GARCÍA, A. G. D., A. PÉREZ FERNÁNDEZ, D. Identificación de factores incidentes en la accidentalidad laboral en empresas de Cienfuegos %J Ingeniería Industrial 2016, 37, 127-137.
- BENITEZ PRINCIPE, J. M. Evaluación de la gestión de riesgos ambientales, seguridad y salud ocupacional para el proyecto Planta Piloto de tratamientos de aguas de proceso de la chancadora Compañía Minera Antamira. Universidad Nacional "Santiago Atúnez de Mayolo", 2015.
- BERREZUETA, J. C., J. B. ESTRADA, E. O. ZAMBRANO, W. Metodología para la elaboración de mapas de ruido urbano en la ciudad de Machala. Conference Proceedings, 2018, 2.
- BRUNO, M. Iluminación. Tipos de Alumbrado. In., 2014.
- BUSTAMANTE GRANADA, I. F. Sistema de gestión en Seguridad basado en la norma OHSAS 18001 para Empresa Constructora Eléctrica IELCO. Universidad Politecnica Salesiana Sede Guayaquil, 2013.
- CABALLERO NÚÑEZ, A. D. M., M. A. AND T. A. TRUJILLO GARCÍA. Evaluacion del ambiente sonoro en la actividad de un astillero. In *RCI Revista Cubana de Ingeniería*. 2016, vol. 7, p. 64 - 70.
- CABEZA, M. A. C., MARÍA E. CORREDOR, EDWIN Evaluación de la iluminación en los puestos de trabajo de una empresa petrolera. *Visión Gerencial*, 2008, 1, 33-44.
- CANTALAPIEDRA TASCÓN, R. Desarrollo de un método simplificado para la elaboración de mapas de ruido en base a información del tráfico 2018.
- CARCAÑO SOLIS, R. A. A., C. CASTRO CAMPOS, C. Seguridad y salud en la construcción masiva de viviendas en México: caso de estudio 2006, 10(2).
- CÁRDENAS GRISALES, P. M. Evaluación y análisis de las prácticas en seguridad industrial y salud ocupacional en empresas de construcción en Colombia. Bogotá-Uniandes, 2011. *Ergonomía: Ergonomía y Salud Ocupacional* [online]. 2015 [cited 6 de febrero 2020].

CHAN, A. P. C. Y., W. CHAN, D. WONG, D. P. Using the thermal work limit as an environmental determinant of heat stress for construction workers. *Journal of management in engineering*, 2013, 29(4), 414-423.

COELLO ALMEIDA, V. D. R. Condiciones laborales que afectan el desempeño laboral de los asesores de American Call Center (ACC) del Departamento Inbound Pymes, empresa contratada para prestar servicios a Conecel (CLARO). Universidad de Guayaquil, 2014.

Ergonomic Check-point [online]. Ginebra, 1996.

COLECTIVO DE AUTORES *Temperatura. Protocolo. Curso de Higiene y Seguridad Industrial*. Edtion ed. Colombia, 2008.

COLECTIVO DE AUTORES *Seguridad y Salud en el Trabajo*. Edtion ed. La Habana, 2007. 24 - 73. p. ISBN 978-959-07-0418-5.

ESPIÑOZA GUANO, M. P. El estrés térmico por calor y su incidencia en la salud de los trabajadores. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas., 2017.

FALCÓN CASTILLO, C. Evaluación de las condiciones de ambiente laboral en el proceso de construcción y reparación de coches de arrastre y motor de la Empresa Industrial Ferroviaria "José Valdez Reyes". 2016.

FERNANDO, H. R. *Diagnóstico integral de las condiciones de trabajo y salud*. Edtion ed.: Ecoe Ediciones, 2017. ISBN 9587715012.

FUENTES BARGUES, J. L. R. A., A. M. GONZÁLEZ CRUZ, M. Assesment of Risk of Thermal Stress During Construction of a Warehouse. 2016.

GARCÍA DIHIGO, D. J. R. P., ING. G. *El hombre y su ambiente laboral*. Edtion ed., 2005a.

GARCÍA DIHIGO, J. *Protección e Higiene al Trabajo*. Edtion ed., 1987.

GARCÍA DIHIGO, J. *Ruido, vibraciones y presiones anormales*. Edtion ed.: Universidad de Matanzas, 2016.

GARCÍA DIHIGO, J. Temperaturas extremas y ventilación 2017.

GARCÍA DIHIGO, J. Y. R. P., G. *El hombre y su ambiente laboral*. Edtion ed., 2005b.

GONZALEZ JIMENEZ, J. E. Identificación de Problemas Acusticos en la Industria Automotriz y Comparación de Metodos para la Medición de Niveles de Exposición al Ruido según el Estandar ISO 9612. Caso Ayura Motor. Universidad de San Buenaventura, 2014.

HENRY ONWE, E. Elaboración del mapa de ruido de la Empresa Textil Eddio Teijeiro "Bellotex" utilizando el software Smaart 7. Universidad de Matanzas sede "Camilo Cienfuegos", 2015.

INSHT. Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de lugares de trabajo. In., 2000, vol. Consultado: 15 Abril, 2005.

INSTITUTO SINDICAL DE TRABAJO, A. Y. S. I.-C. *Exposición laboral a estrés térmico por calor y sus efectos en la salud*. Edtion ed. Valencia, 2019.

: 2000.

LANDÁZURI BASTIDAS, D. N. Factores del ambiente laboral que inciden en la productividad laboral en el Departamento de Justicia y Vigilancia, Municipio de Guayaquil. 2018.

MACHUCA SÁNCHEZ, D., DE POSADA VELA, J, NAVAS REYES, C. *Prevención de riesgos en industrias químicas*. Edtion ed. España, 2018.

MARIN, J. T., M. ARANDA, J. Estudio comparativo de técnicas de estimación espectral paramétricas y no paramétricas para la detección de señales GPS bajo condiciones de

alto ruido Comparison of parametric and non-parametric spectral estimation techniques for GPS signals detection in noisy conditions. *potencia*, 2020, 7, 896.

MARTÍNEZ , M. Diagnóstico ergonómico de los trabajadores en la industria de la construcción. Instituto Politecnico Nacional 2007.

MENDOZA RODRÍGUEZ, F. Identificación de riegos físicos en los trabajadores del talleres de mantenimiento de auto de una Empresa de Aseo 2019.

MORILLO BENAVIDES, F. X. Estudio y Análisis de la Concentración de Emisiones Contaminantes y Ruido Dentro de un Taller de Mecánica Automotriz Para Vehículos Pesados a Diésel. Universidad Internacional del Ecuador, 2016.

MOSQUERA VEGA, G. J. Base de Datos de Niveles de Ruido de Equipos que se usan en la Construcción, para Estudios de Impacto Ambiental. Universidad Austral de Chile., 2003.

MOYA GARCÍA , C. R. Programa de gestión en seguridad industrial, orientado a la prevención de accidentes y riesgos laborales para la empresa proveedora de madera y materiales de construcción Povemadera SA ubicada en la ciudad de Quito. Quito: UCE., 2016.

NICOLACI, M. Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (CyMAT). In. Universidad Nacional de Lomas de Zamora, 2008a.

NICOLACI, M. Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (CyMAT). HOLOGRAMÁTICA, 2008b, Número 8, V2, pp. 3- 48.

PATTINI, A. R., R. MONTEOLIVA, J. M. YAMÍN GARRETÓN, J. Iluminacion en Espacios de Trabajo. Propuestas al Protocolo de Medicon del Factor Iluminacion de la Suprintendencia de Riesgos de Trabajo.I. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente 2012, Vol. 16, 2012.

PAZ , A. S., M. MUÑIZ , J. Seguridad e higiene laboral: estrategia de la productividad organizacional en empresas de construcción. *Forum Humanes*, 2016, 4(2), 149-163.

PEÑATE GARCÍA, M. L. Evaluacion yGestion de los Riesgos Laborales en un Taller de Trabajos de Chapa y Pintura de Vehiculos. "Taller Numancia S. L.". Universidad de las Palmas de Gran Canaria, 2018.

QUINTANA WONG, G. C. Diseño de sistemas de iluminación general mediante el software DIALux. Caso de estudio: Cabina de pintura Empresa Industrial Ferroviaria "José Valdés Reyes". Universidad de Matanzas. Sede "Camilo Cienfuegos", 2017.

RIVERA SENAREGA, M. Actualización de inventario de riesgos laborales en el área de cítricos del Combinado Industrial "Héroes de Girón". Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos", 2019.

RODRÍGUEZ, I. *Seguridad y Salud*. Edtion ed. La Habana, 2007.

Oxford Research Encyclopedias [online]. Oxford University Press, 2019.

ROJAS LEÓN , R. B. A. P., B. K. Propuesta de ambientes confortables mediante análisis de las percepciones del observador en la iluminación industrial. Guayaquil: ULVR, 2018., 2018.

ROMERO DUQUE, G. A. A. C., J. JAIMES BECERRA, M. Generation of maps of noise (industrial) from geographic information systems. An approach from the literature. *Tecnura*, 2016, 20, 152-166.

TORRES SOTOLONGO , D. E. R. S., P. Procedimiento parala evaluación del ruido ambiental urbano en el municipio de Regla (Cuba) utilizando sistemas de información geografica. 2014.

TRABAJADORES, U. G. D. Condiciones de Trabajo. Prevención de riesgos laborales, 2015.

TUSTIN, A. W. L., G. E. JACKLITSCH, B. L. ET AL. Evaluation of Occupational Exposure Limits for Heat Stress in Outdoor Workers. United States, 2011-2016 2018.

UREÑA, S. P. Iluminacion con tecnologia tipo led para el sector industrial plan de mercado para el empresa Dup Ingenieria Electrica SA. Universidad Libre, 2012.

VAN BOMMEL , I. W. La iluminaci3n en el trabajo: Efectos visuales y biol3gicos. Royal Philips Electronics NV, 2004, 1-18.

VIÑA BRITO, S. *Ergonomía*. Edtion ed. Ciudad de La Habana, Cuba: Editorial Pueblo y Educaci3n, 1987.

VIÑA BRITO, S. Y. G. T., E. *Ergonomía*. Edtion ed. La Habana, 1986.

ZIUKOV, S. Normas de la OIT sobre Seguridad y Salud en el Trabajo. In O.I.D. TRABAJO. Ginebra, Suiza, 2017.

## Anexos

Anexo 1: Elementos que componen el ambiente laboral según diferentes autores.

Autores	Elementos						
	Ruido	Iluminación	Microclima	Radiación	Contaminantes	Vibraciones	Presión atmosférica
(García Dihigo,2005a)	X	X	X			X	
(Trabajadores,2015)	X	X	X	X	X	X	
(Carranza,2015)	X	X	X			X	X
(Alonso Becerra,2007)	X	X	X		X	X	
(Benitez Principe,2015)	X	X	X				
(Carcaño Solis,2006)	X	X	X			X	
(Martínez 2007)	X	X	X	X			
(Bustamante Granada,2013)	X	X	X	X		X	
(Paz 2016)	X	X		X		X	X
(Cárdenas Grisales,2011)	X	X		X		X	
(Nicolaci,2008b)	X	X	X				
(Coello Almeida,2014)	X	X	X				

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2: Tabla 1 de la NC 871 del 2011.

<b>Requisitos que debe satisfacer la actividad.</b>  <b>Tipo de actividad laboral</b>	<b>Valores máximos</b>	
	<b>Criterio N (dB)</b>	<b>Nivel sonoro equivalente continuo dB(A)</b>
1. Todos los puestos y locales de trabajo.	80	85
2. Ejecución de operaciones manuales con comunicación acústica, tales como la dirección de máquinas e instalaciones móviles.	75	80
3. Ejecución de operaciones manuales sin operaciones intermedias, tales como el equipamiento y el servicio de las máquinas, labores microscópicas en electrónica, la mecánica de precisión y la óptica, sin medios ópticos auxiliares (lupa, microscopio).	70	75
4. Solución de tareas cotidianas relativas a la actividad intelectual con requisitos constantes de comunicación con un público variable; ejecución de procesos motores, donde existen operaciones intermedias, tales como labores administrativas; atención a los clientes y servicios de consulta.	65	70
5. Requisitos relativos a la recepción y el procesamiento de la información acústica, tales como la observación en pizarras de distribución; el servicio telefónico y la telegrafía; el servicio de despacho; búsqueda de defectos en equipos electrónicos; dibujo técnico; tareas de diseño.	60	65
6. Solución de tareas complejas cumpliendo requisitos relativos a actividades intelectuales, tales como la actividad	55	60

de traducción, programación, trabajo en laboratorios docentes e investigativos.		
7. Trabajo creador, cumplimentando requisitos relativos a la recepción y el procesamiento de la información, tal como impartir clases, actividades médicas; actividades científicas; diseño.	45	50
<b>MEDIOS DE TRANSPORTE TERRESTRE.</b>		
8. Cabina de maquinistas de locomotoras diesel y eléctricas.	80	85
9. Local para personal en los vagones de recorrido largo.	60	65
10. Vagones interprovinciales de pasajeros y vagones restaurantes.	70	75
<b>MEDIOS DE TRANSPORTE MARITIMO.</b>		
11. Cuartos de máquinas de los buques.	80	85

Fuente: NC 871 del 2011.

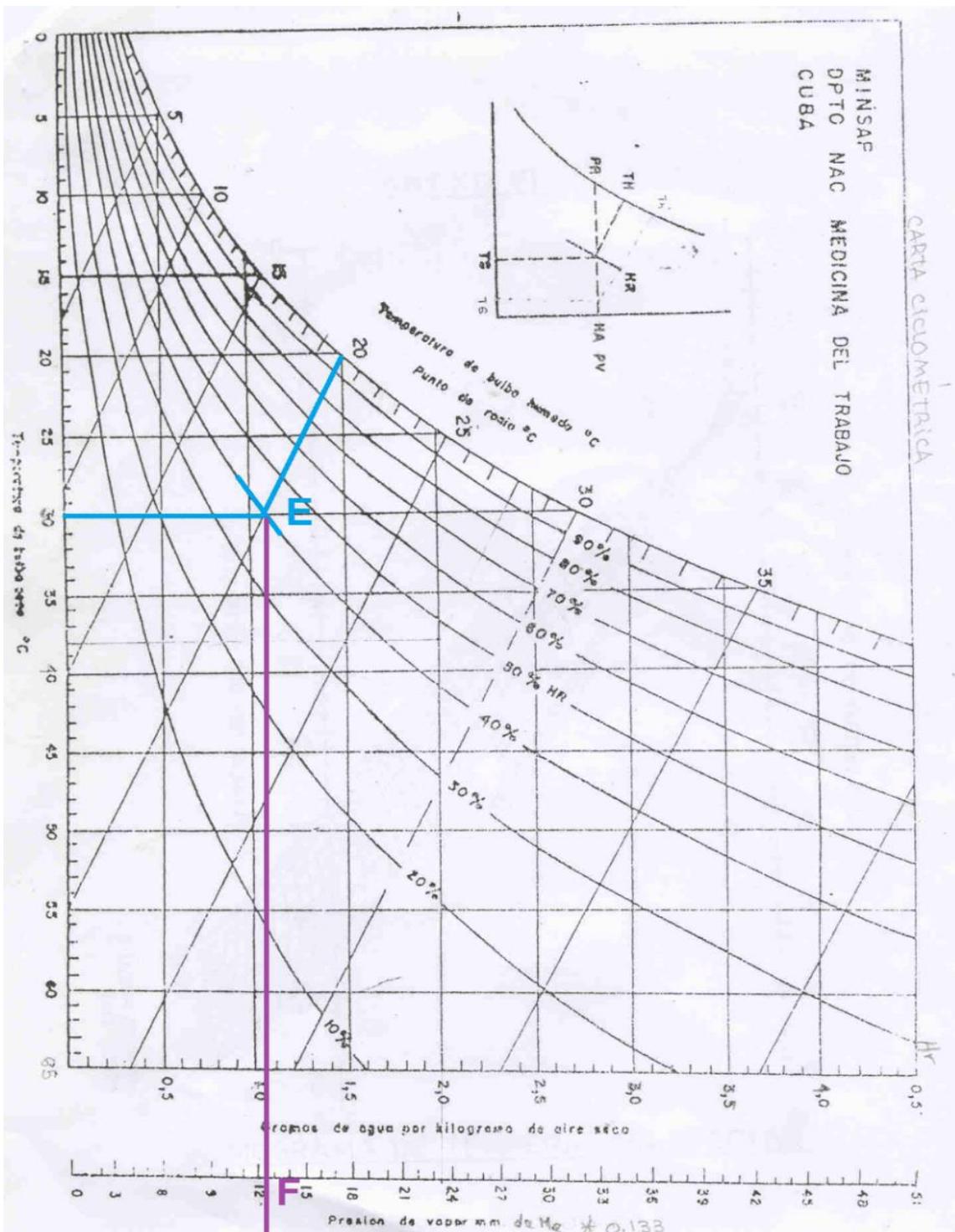
### Anexo3: Comparación de índices de tensión térmica.

Índice	Parámetros					
	Tbs	Tbh	Tg	Va	Ventajas	Desventajas
ITE: temperatura efectiva	X	X		X	-Índice sensorial empírico basado en la subjetividad humana. -Incluye las variables micro climáticas, dígase: tbs, tbh, y Va. -No tiene en cuenta el M ni los clo.	-No tiene en cuenta el calor radiante.
ITEC: temperatura efectiva corregida	X	X	X	X	-Incorpora la radiación. -Incluye las principales variables micro climáticas, dígase: tbs, tbh, tg y Va. -Índice sensorial empírico basado en la subjetividad humana. -No tiene en cuenta el M ni las ropas clo.	-Incorpora la radiación. -Incluye las principales variables micro climáticas, dígase: tbs, tbh, tg y Va. -Índice sensorial empírico basado en la subjetividad humana. -No tiene en cuenta el M ni las ropas clo.
PMV: voto medio estimado	X	X	X	X	-Verifica si un ambiente térmico dado cumple los requisitos de bienestar expuestos en el capítulo 6 de la Norma ISO 7730, (1996). -Es uno de los más completos	-Su cálculo es muy complejo y poco práctico. -Tiene en cuenta los clo y el M -Depende del uso de un ordenador.
WBGT: índice de temperatura de bulbo húmedo y globo.	X	X	X		-Su simplicidad, permite identificar condiciones críticas. -Es utilizado cuando no sea posible la aplicación de otros	-En exteriores desprecia la Va. -En interiores desprecia la Va y la tbs

					<p>índices más sofisticados.</p> <p>-No tiene en cuenta el M</p>	
ES: equivalencias séjour	X	X			<p>-Permite la transición de un medio a otro a partir de las sensaciones percibidas por las personas.</p>	<p>-Es aplicable cuando el individuo está en un estado estable.</p>
ITT: índice de tensión térmica.	X	X	X	X	<p>-Predice la razón de sudor requerida para lograr el balance térmico en los individuos.</p> <p>-No tiene en cuenta el M</p>	<p>-Su aplicación estricta lo hace ser una tarea complicada.</p> <p>-Incluye los clo.</p>

Fuente: (Rodríguez,2007)

Anexo 4: Determinación de la PVa mediante la carta psicrométrica.



Fuente: (Alonso Becerra, 2006)

Anexo 5: Niveles Límites Admisibles según la NC 19-01-63 (1991)

No	Nombre de la sustancia	NLA	
		CPA (mg/m <sup>3</sup> )	CMA (mg/m <sup>3</sup> )
58	Bromo	-	0,5
59	Bromobenceno	-	3
60	Bromoformo	-	5
61	Butiloacetato	400	1000
62	Cadmio, cianuro, óxido y sulfato (Cd <sup>2+</sup> )	0,03	0,1
63	Calcio óxido e hidróxido	-	0,5
64	Caprolactama	-	10
65	Carbono dióxido	-	9000
66	Carbono disulfuro	-	10
67	Carbono monóxido	20	100
68	Carbono tetracloruro	-	20
70	Ciclohexano	80	160
71	Ciclohexanona	20	40
72	Ciclohexilamina	-	40
73	Cinc óxido	5	10
74	Cloro	-	1
75	N - cloroanilina	-	0,05
76	P - cloroanilina	-	0,3
77	Clorobenceno	50	150
78	P - clorofenol	-	1
79	Cloroformo	25	50
80	Cianuro y sus compuestos	0,3	0,6
81	Clorobutadieno (Cloropreno)	10	30
82	Cobalto óxido	-	0,5
83	Cobre y sus compuestos	0,5	1
84	Cobre óxidos (humos)	0,2	0,4
85	Cresoles	20	40
86	Cromo óxido	0,5	1
87	Cromatos y dicromatos	0,05	0,1
160	Parafina (humos)	2	6
161	Paraldéhidó	-	5
162	Piridina	5	10
163	Plomo y sus compuestos	0,05	0,15
164	Plomo tetraetilo	-	0,005

Fuente:(Rodríguez,2007)

Anexo 6: Niveles Límites Admisibles según la NC 19-01-63 (1991) (continuación)

No	Nombre de la sustancia	CPA (mg/m <sup>3</sup> )
1	Aluminio y sus aleaciones	2
2	Apatita	6
3	Arcilla	6
4	Barita	6
5	Boro carburo y nitruro	6
6	Cal	6
7	Carbón <ul style="list-style-type: none"> <li>• Coke, pizarra y grafito</li> <li>• Carbón de piedra con contenido de SiO<sub>2</sub> menor que un 2%</li> </ul>	6 10
8	Cemento	6
9	Cobre y níquel minerales	4
10	Cobre y silicio aleaciones	4
11	Diatomita	1
12	Dolomita	6
13	Ferrocromo metálico (aleación de cromo con un 65% de hierro)	2
14	Fibras minerales excepto asbesto y vidrio	4
15	Fosforita	6
16	Hierro y níquel aglomerados	4
18	Hierro óxidos con impurezas de fluoruros o de un 3 a 6% de compuestos de manganeso	4
19	Hierro óxidos con impurezas de óxidos de manganeso de hasta un 3%	6
21	Magnesita	10
22	Negro de humo industrial con contenido de 3,4 benzopireno no mayor que 35 mg/kg	4

Fuente:(Rodríguez,2007)