

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

**Ambiente Laboral en una Empresa Textil: Iluminación,
Temperatura y Humedad.**

**Fabián Andrés Rivera Torres
Myriam Deyaneira Galárraga Narváez**

Ingeniería Industrial

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito
para la obtención del título de
Ingeniero Industrial

Quito, 17 de mayo de 2021

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA

**Ambiente Laboral en una Empresa Textil: Iluminación,
Temperatura y Humedad.**

**Fabián Andrés Rivera Torres
Myriam Deyaneira Galárraga Narváez**

Nombre del profesor, Título académico

Pablo Dávila, Ph.D.

Quito, 17 de mayo de 2021

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: Fabián Andrés Rivera Torres

Código: 00131879

Cédula de identidad: 1722313341

Nombres y apellidos: Myriam Deyaneira Galárraga Narváez

Código: 00136286

Cédula de identidad: 1727325654

Lugar y fecha: Quito, 17 de mayo de 2021

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

RESUMEN

La seguridad y salud ocupacional se ha convertido en una prioridad para las empresas en los últimos años, por lo tanto, la legislación ecuatoriana señala la responsabilidad en la identificación, evaluación y generación de planes de acción antes los riesgos laborales. Existen varios factores que tienen consecuencias en la salud de los trabajadores, entre ellos se encuentran la iluminación, temperatura y humedad, siendo estos los factores estudiados y analizados a profundidad en el presente proyecto dentro de las áreas determinadas por una empresa textil. El proyecto involucra una identificación y valoración de riesgos inicial mediante el método binario INSHT, encuestas de autovaloración de condiciones de trabajo, donde se evidenció señales de inconformidad lumínica y térmica, además se evaluó las condiciones de iluminación, temperatura y humedad de la empresa mediante la implementación de la metodología INSHT, método WBGT y Fanger, donde se obtuvo resultados óptimos de acuerdo a la normativa vigente. Posteriormente, se desarrollaron las propuestas de mejora y se realizó la implementación parcial de las mejores propuestas en conjunto con la empresa.

Palabras clave: Seguridad, Enfermedades Profesionales, Riesgos, Iluminación, Ambiente Térmico, INSHT, WBGT, Fanger.

ABSTRACT

Occupational health and safety have become a priority for companies in recent years, therefore, Ecuadorian legislation indicates responsibility for the identification, evaluation, and generation of action plans for occupational hazards. There are several factors that have consequences on the health of workers, among them are lighting, temperature, and humidity, these being the factors studied and analyzed in depth in this project within the areas determined by a textile company. The project involves an initial risk identification and assessment using the INSHT binary method, self-assessment surveys of working conditions, where signs of light and thermal nonconformity were evidenced, in addition, the lighting conditions, temperature and humidity of the company were evaluated through the implementation of the INSHT methodology, WBGT and Fanger method, where optimal results were obtained according to current regulations. Subsequently, the improvement proposals were developed, and the partial implementation of the best proposals was carried out in conjunction with the company.

Key words: Safety, Occupational Diseases, Risks, Lighting, Thermal Environment, INSHT, WBGT, Fanger.

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción	13
2. Objetivo General.....	15
3. Objetivos Específicos	15
4. Revisión de literatura	16
4.1. Condiciones de Trabajo.....	16
4.2. Método de identificación y valoración de riesgos.....	17
4.2. Método Binario del INSHT	17
4.3. Métodos de evaluación de niveles de iluminación.....	17
4.3.1. Método INSHT	17
4.4. Métodos de evaluación de la temperatura y humedad	18
4.4.1. Método WBGT (TGBH)	18
4.4.1.1. Estrés Térmico	18
4.4.2. Método de Fanger.....	18
5. Metodología	19
5.1. Identificación y valoración de riesgos.....	19
5.2. Evaluación de los niveles de iluminación	20
5.3. Evaluación del ambiente térmico	21
5.3.1. Método WBGT	21
5.3.2. Método de Fanger.....	22
6. Ejecución.....	22
6.1. Diagnóstico.....	22
6.1.1 Levantamiento de la distribución de las áreas y máquinas.....	22
6.1.2 Método binario del INSHT	22
6.1.3 Encuesta de Condiciones de Trabajo.....	23
6.2. Validación cuantitativa del problema.....	24
6.2.1. Método INSHT	24
6.2.1.1 Conclusiones de los resultados de iluminación	25
6.2.2. Metodología WBGT y Fanger.....	26
6.2.2.1. Conclusiones de los resultados de ambiente térmico.....	27
6.3. Propuestas de mejora.....	28
6.3.1. Iluminación.....	28
6.3.2. Ambiente Térmico.....	29
6.3.3. Análisis financiero de las propuestas de mejora.....	29
6.4. Implementación de mejoras	30

7. Conclusiones	30
8. Limitaciones.....	31
9. Lecciones aprendidas y recomendaciones para futuros estudios	32
10. Referencias bibliográficas	32
11. Anexos de Tablas.....	37
12. Anexos de Figuras	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz 3x3 INSHT	37
Tabla 2. Formato de encuestas de autovaloración de condiciones de trabajo	37
Tabla 3. Especificaciones equipo LX200.....	40
Tabla 4. Límites máximos permisibles para exposición de iluminación laboral por jornada de trabajo por el Decreto Ejecutivo 2393	41
Tabla 5. Especificaciones técnicas Microtherm marca Casella	42
Tabla 6. Requerimientos para los equipos de medición para la temperatura húmeda natural.....	43
Tabla 7. Requerimientos para los equipos de medición para temperatura seca del aire	43
Tabla 8. Requerimientos para los equipos de medición para la temperatura de globo ..	44
Tabla 9. Artículo 54, numeral e; Decreto Ejecutivo 2393. Reglamento de Seguridad y Salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo, Expedido mediante Registro Oficial No 565, el 17 de noviembre del año 1986. Límites máximos permisibles a la exposición del índice WBGT	44
Tabla 10. Distribución de número de trabajadores expuestos por área (Hecho por los autores).....	44
Tabla 11. Resultados de la matriz 3x3	45
Tabla 12. Resultados Encuesta de Autovaloración de Condiciones de Trabajo (Hecho por los autores).....	45
Tabla 13. Límites permisibles de iluminación en cada área (Hecho por los autores)	46
Tabla 14. Resultados de las mediciones de niveles de iluminación a las 12h00 (Hecho por los autores).....	47
Tabla 15. Resultados de las mediciones de niveles de iluminación a las 08h30 (Hecho por los autores).....	47

Tabla 16. Resultados de las mediciones de niveles de iluminación a las 16h00 (Hecho por los autores).....	48
Tabla 17. Valores de aislamiento térmico ISO7730, 1984.....	48
Tabla 18. Límites permisibles de índice de estrés térmico máximo e índice de valor medio en cada área (Hecho por los autores).....	49
Tabla 19. Resultados de las 12h00 (Hecho por los autores)	49
Tabla 20. Resultados de las 8h30 (Hecho por los autores)	50
Tabla 21. Resultados de las 16h00 (Hecho por los autores)	50
Tabla 22. Valoración de Consecuencias método William Fine.....	51
Tabla 23. Valoración de Exposición método William Fine	51
Tabla 24. Valoración de Probabilidad método William Fine	51
Tabla 25. Valoración del costo de corrección método William Fine.....	51
Tabla 26. Valoración del grado de corrección método William Fine.....	52
Tabla 27. Criterios de justificación económica (Quezada y Miranda, 2019)	52
Tabla 28. Justificación económica.....	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Escala de sensación térmica propuesta por Fanger (Fanger, 1970).	53
Figura 2. Layout de la distribución de las áreas en la planta baja.....	53
Figura 3. Layout de la distribución de las áreas en la planta baja.....	54
Figura 4. Layout de la distribución de las luminarias en la planta baja	54
Figura 5. Layout de la distribución de las luminarias en la planta alta	55
Figura 6. Layout de la distribución de los puntos de medición en la planta baja.....	55
Figura 7. Layout de la distribución de los puntos de medición en la planta alta.....	56
Figura 8. Diseño uniforme térmico.....	56
Figura 9. Medición de la iluminación a las 12h00 área de producción	57
Figura 10. Medición de la iluminación área de producción.....	57
Figura 11. Medición de la iluminación área de producción.....	57
Figura 12. Medición de la iluminación en área de producción.....	58
Figura 13. Medición de iluminación en el área de bordado y estampado	58
Figura 14. Medición de iluminación en el área de bordado y estampado	58
Figura 15. Medición de iluminación en el área administrativa	59
Figura 16. Medición de iluminación en el área administrativa	59
Figura 17. Medición de iluminación en el área de planchado.....	59
Figura 18. Medición de iluminación en el área de planchado.....	60
Figura 19. Medición de iluminación en el área de corte.....	60
Figura 20. Medición de iluminación en el área de corte.....	60
Figura 21. Medición de iluminación en el área de corte.....	61
Figura 22. Resultados obtenidos por el Software Spring 3.0 punto 1 de producción.....	61
Figura 23. Resultados obtenidos por el Software Spring 3.0 punto 2 de producción.....	62
Figura 24. Resultados obtenidos por el Software Spring 3.0 punto 3 de producción.....	62

Figura 25. Resultados obtenidos por el Software Spring 3.0 punto 4 área de bordado ..	63
Figura 26. Resultados obtenidos por el Software Spring 3.0 punto 5 área administrativa	63
Figura 27. Resultados obtenidos por el Software Spring 3.0 punto 6 área de corte	64
Figura 28. Resultados obtenidos por el Software Spring 3.0 punto 7 área de planchado	64
Figura 29. Mediciones térmicas en el área de producción	65
Figura 30. Mediciones térmicas en el área de producción	65
Figura 31. Mediciones térmicas en el área de producción	65
Figura 32. Mediciones térmicas en el área de bordado	66
Figura 33. Mediciones térmicas en el área de producción	66
Figura 34. Mediciones térmicas en el área de administrativa	66
Figura 35. Mediciones térmicas en el área de administrativa	67
Figura 36. Mediciones térmicas en el área de planchado	67
Figura 37. Mediciones térmicas en el área de planchado	67

1. Introducción

La seguridad y salud ocupacional es cada vez más prioritaria para las empresas, ésta se ha convertido en una necesidad para la prevención, corrección, control y mejoramiento de las compañías y sus riesgos, logrando tener ambientes laborales adecuados que permitan a los trabajadores desempeñar sus actividades de forma sana y segura (Ortega et al., 2017). El desarrollo de las actividades económicas modernas implica la mejora continua de los procesos productivos en base a dos ámbitos importantes, la generación de riqueza y el cuidado del ser humano como principal recurso de productividad (Gómez, 2007). Para este último, tanto la legislación ecuatoriana, como la aplicación de normativas internacionales, señalan la responsabilidad de la empresa en la identificación, evaluación y planes de acción ante los riesgos de trabajo con la responsabilidad de alcanzar condiciones de trabajo saludables (IESS, 1986).

Adicionalmente, el tener un control sobre las condiciones de trabajo, reduce la posibilidad de que se presenten enfermedades y accidentes profesionales (Hernández, 2015). De acuerdo con el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social - IESS se reportaron 646 accidentes y enfermedades profesionales en los últimos 5 años en la industria textil, de los cuales el 49.33% fueron dentro del lugar de trabajo habitual, es decir, que estos no ocurrieron al ir o volver al trabajo o realizando alguna actividad ajena al lugar de trabajo habitual (IESS, 2021). Según un estudio realizado por Castañeada en el año 2017, la fatiga visual, cefalalgias, falta de concentración, debilidad, cansancio, entumecimiento de manos y efectos cardiorrespiratorios son efectos que causan una iluminación, temperatura y humedad inadecuadas en el entorno laboral, las cuales entran en la categoría de enfermedades profesionales y las causas de accidentes de trabajo.

Las cifras y efectos mencionados resaltan la necesidad de analizar la raíz de los riesgos, e identificar los factores que provocan los accidentes y enfermedades profesionales, con el

objeto de precautelar la integridad del factor humano, evadiendo pérdidas tanto humanas como económicas y previniendo problemas legales derivados de accidentes y enfermedades laborales (INSHT, s.f.). Por otra parte, existen numerosos estudios acerca de los ambientes laborales y sus necesidades para un trabajo adecuado, seguro y sano, sin embargo, no existe una cantidad significativa de investigaciones en el Ecuador con un enfoque hacia la iluminación, temperatura y humedad, temas que influyen considerablemente la productividad de las empresas (Juslén, 2007).

La iluminación se considera de gran importancia para las condiciones de trabajo, aunque los seres humanos tienen habilidad de adaptación a diversos ambientes con distintos tipos de iluminación, al no tratar adecuadamente ésta, se puede llegar a producir un aumento de la fatiga visual en los trabajadores, ocasionando una disminución del rendimiento laboral, lo cual influye en los errores que se pueden cometer durante las operaciones y actividades laborales, resultando en accidentes y enfermedades profesionales a mediano y largo plazo (INSHT, 2015). Por otro lado, el ambiente térmico en el puesto de trabajo también resulta ser un factor fundamental para el bienestar de los trabajadores, ya que puede causar la disminución del rendimiento mental y físico de las personas, provocando una reducción de producción, ya que la probabilidad de cometer errores aumenta porque a los trabajadores les toma más tiempo detectar los defectos en los productos (Luna y Monroy, 2011), además cabe mencionar que el término ambiente térmico engloba las condiciones de temperatura y humedad. El presente trabajo se ha enfocado en investigar varias metodologías que permitan determinar los niveles de flujo luminoso, el índice WBGT y el índice de valoración medio en una empresa textil Di-Lan Dotaciones Industriales, con el objetivo de determinar las mejores condiciones de un ambiente laboral seguro y sano en función de iluminación, temperatura y humedad.

Para poder realizar el presente estudio, se utilizaron métodos cualitativos como las encuestas de condiciones de trabajo y el método binario INSHT para ayudar a identificar los

riesgos relacionados con una iluminación, temperatura y humedad inadecuadas dentro de la empresa mencionada, y métodos cuantitativos como, el método INSHT, índice WGBT y Fanger, para evaluar el incomodidad lumínico y térmica en diferentes áreas y puestos de trabajo, con lo cual se pudo proponer planes de control, mitigación y mejora del ambiente laboral (INSHT, 2011).

2. Objetivo General

Analizar la iluminación, temperatura y humedad en una empresa textil mediante la aplicación de metodologías de medición para establecer conformidades en relación a normas y crear propuestas de mejora que permitan controlar, mitigar o eliminar el riesgo de accidentes laborales y enfermedades profesionales en los trabajadores de la empresa textil DI-LAN Dotaciones Industriales.

3. Objetivos Específicos

- Identificar los riesgos en cuanto a la iluminación, temperatura y humedad mediante una matriz 3x3 y encuestas de condiciones de trabajo.
- Valorar los riesgos de exposición a la incomodidad lumínica en las áreas determinadas por la empresa.
- Aplicar la metodología INSHT para evaluar las condiciones de iluminación actuales de la empresa.
- Aplicar la metodología de Fanger y de valoración del estrés térmico para evaluar las condiciones de temperatura y humedad actuales de la empresa.
- Valorar los riesgos de exposición a la incomodidad térmica en las áreas determinadas por la empresa.
- Comparar los valores obtenidos con normas y determinar si satisfacen éstas.

- Emitir propuestas de mejora y recomendaciones para controlar, mitigar o eliminar el riesgo de accidentes laborales y enfermedades profesionales en los trabajadores de DI-LAN Dotaciones Industriales.

4. Revisión de literatura

La revisión de literatura fue realizada tomando como referencia investigaciones relacionadas con el ambiente laboral en las empresas con enfoque en los temas de iluminación, temperatura y humedad.

Adicionalmente se tomó en cuenta las siguientes normativas, ya que contiene información relevante y regulatoria respecto a los temas de estudio:

- Decreto Ejecutivo 2393: REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO.
- Normas ISO homologadas por el INEN: NTE INEN-ISO 7730 2014: Ergonomía del ambiente térmico.
- NTE INEN 2849-1 2015; ACCESIBILIDAD UNIVERSAL Y DISEÑO PARA TODOS. PARTE 1: CRITERIOS DALCO PARA FACILITAR LA ACCESIBILIDAD AL ENTORNO.
- ILUMINACIÓN EN EL PUESTO DE TRABAJO: Criterios para la evaluación ergonómica y acondicionamiento de los puestos.

4.1. Condiciones de Trabajo

La salud de los trabajadores, en relación con las condiciones de trabajo, ha ido en deterioro en numerosas empresas debido a factores físicos, ergonómicos, psicosociales, entre otros. (Santana, 2012). Cuando las condiciones laborales no son adecuadas, se generan riesgos laborales que derivan en peligros para el trabajador (Salazar y San Lucas, 2018).

Los riesgos laborales analizados en el presente proyecto son de iluminación, temperatura y humedad, factores fundamentales en el desempeño del trabajador, debido a que, si los trabajadores no cuentan con una óptima visibilidad y un estado de comodidad térmica apropiado, pueden tener consecuencias como enfermedades profesionales, un menor desempeño en el trabajo, repercutiendo en pérdidas económicas para las empresas. (Cabeza et al., 2008).

4.2. Método de identificación y valoración de riesgos

4.2. Método Binario del INSHT

Según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), la evaluación y el análisis de riesgos necesariamente se deberán aplicar para cada puesto de trabajo donde se tome en cuenta todas las condiciones existentes a las que los trabajadores se encuentren expuestos (Calvo, 2015). Existen dos conceptos base para realizar la evaluación: a) la magnitud o consecuencias de los daños, y b) la probabilidad de que los daños sean materializados. Además, una de las características esenciales de este método es que se basa en la percepción del observador (INSHT, 1997).

4.3. Métodos de evaluación de niveles de iluminación

4.3.1. Método INSHT

La metodología del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo INSHT sirve para determinar el flujo luminoso en los distintos puestos de trabajo, con el objetivo de cumplir con las exigencias lumínicas que dispone la normativa. Esta metodología fue elegida por brindar resultados concretos acerca del estado de los niveles de iluminación (INSHT, 2015). Las mediciones se llevan a cabo en todas las áreas de la empresa, comparándolos con los límites permisibles por la normativa vigente (IESS, 1986).

4.4. Métodos de evaluación de la temperatura y humedad

4.4.1. Método WBGT (TGBH)

El índice de WBGT (índice de temperatura del globo negro y termómetro húmedo) (INSHT, s/f), es adecuado para evaluar el estrés térmico al que los trabajadores están expuestos durante sus actividades (INSHT, 2011).

Se calcula combinando dos parámetros principales, la temperatura húmeda natural (THN), y la temperatura de globo (TG), sin embargo, cuando el aire no se encuentra saturado de vapor, también se incluye la temperatura seca del aire (TA) (INSHT, s/f).

La THN es el valor proporcionado por un sensor de temperatura, el cual está cubierto de un tejido húmedo que es ventilado de forma natural, sin ser forzada dicha ventilación (INSHT, s/f), mientras que la TG es el valor de temperatura por radiación proporcionado por un sensor que se encuentra dentro de una esfera negra mate (INSHT, s/f).

4.4.1.1. Estrés Térmico

Al analizar el índice WBGT, se obtiene el índice de estrés térmico, que es la carga neta de calor al que los trabajadores se encuentran expuestos, sumado las condiciones ambientales, el nivel de actividad fisiológica, y las características del vestido que utilizan durante la jornada (Monroy y Luna, 2011). El estrés térmico es la base fundamental para determinar y analizar el ambiente térmico (Del Prado, 2016). Cuando este nivel se encuentra en moderado o medio, es capaz de aumentar la dificultad de realizar una tarea y, si éste se encuentra en los límites tolerables del ser humano, es capaz de producir un aumento en los riesgos de enfermedades profesionales derivadas de estas condiciones (Monroy y Luna, 2011).

4.4.2. Método de Fanger

Examina las variables que tienen mayor influencia para realizar la valoración del ambiente térmico en el puesto de trabajo, entre ellas se encuentran el nivel de actividad del

trabajador, la influencia del vestido, la temperatura radiante media, la velocidad del aire y la temperatura seca (Fanger, 1970). Este método permite calcular el índice de valor medio estimado (IVM), el cual indica la sensación térmica media del punto de medición y el porcentaje de personas insatisfechas, es decir, aquellas que no se sienten conformes con la temperatura del ambiente (Mas y Antonio, 2015).

Fanger ha demostrado que la temperatura de la piel decrece linealmente con el consumo metabólico y, el sudor evaporado crece linealmente con la actividad realizada, tomando en cuenta un supuesto de ambiente confortable (Vásquez, 2008).

Fanger estableció una ecuación del 'confort', donde tres variables deben cumplirse:

1. Características del tipo de trabajo: velocidad del aire y carga metabólica.
2. Características del vestido: área del vestido y aislamiento.
3. Características del ambiente: temperatura radiante media, velocidad del aire, temperatura seca y presión parcial del vapor de agua en el aire (Vásquez, 2008).

Según un estudio realizado por la Universidad Politécnica de Valencia, para que un ambiente se encuentre en las condiciones confortables de temperatura, debe cumplir con condiciones que permitan a los mecanismos fisiológicos conseguir el equilibrio térmico (Mas y Antonio, 2015). Es decir, que el cuerpo humano llegue a equilibrar el calor adquirido, por medio del metabolismo u originario del entorno, y el calor expulsado por medio de diferentes procedimientos (Gómez et al., 2007).

5. Metodología

5.1. Identificación y valoración de riesgos

- **Método binario del INSHT**

El método aplica una matriz de 3 x 3 propuesta por el INSHT (ver Tabla 1), para ello se inició por una clasificación de los puestos de trabajo, la cantidad de personas expuestas y las actividades principales, posteriormente se realizó el análisis de todos los riesgos, la estimación

de la severidad y la probabilidad del daño que tienen éstos, para finalmente realizar la valoración de riesgos (INSHT, 1997).

- **Encuestas de Condiciones de Trabajo**

Para complementar el análisis anteriormente mencionado, se realizó una autovaloración de las condiciones de trabajo por medio de encuestas. Las preguntas fueron elegidas en base a un estudio, las cuales están directamente relacionadas con la iluminación, temperatura y humedad en el trabajo (Mushobozi, 2019). El formato y las preguntas de la encuesta se encuentran en la Tabla 2.

5.2. Evaluación de los niveles de iluminación

- **Método INSHT**

Para la realizar las mediciones y valoración del nivel de flujo luminoso (factor de riesgo luminoso) con el método INSHT, se utilizó un equipo LX200 debidamente calibrado, las especificaciones del equipo de encuentran en la Tabla 3.

Este método se realiza de la siguiente manera:

Fase 1: Levantamiento de áreas de trabajo.

Recorrido por las instalaciones de la entidad para determinar características básicas de cada área de trabajo y determinar el número de estaciones o puestos de trabajo en los que se van a desarrollar las mediciones de iluminación durante la jornada establecida (INSHT, 2015).

Fase 2: Selección de estrategia de mediciones de iluminación.

Se definieron según las condiciones de trabajo en cada puesto evaluado, con el fin de obtener una exactitud en los resultados de las mediciones, así como también el tiempo de medición de este factor de riesgo estuvo en función del periodo al cual el trabajador está expuesto. Las mediciones se realizaron en los lugares donde se encuentran las máquinas (donde están los elementos de la actividad visual) (INSHT, 2015).

Fase 3: Procesamiento de datos de mediciones de iluminación realizadas

Una vez que se obtienen los datos de las mediciones de iluminación de los equipos e instrumentos empleados, se realiza el procesamiento y análisis de la información, y se procede a realizar una evaluación de los resultados obtenidos bajo una comparación con los límites máximos permisibles o niveles de referencia que están en la normativa vigente (IESS, 1986).

Los límites máximos permisibles para exposición de iluminación laboral por actividad realizada se encuentran en la

Tabla 4.

5.3. Evaluación del ambiente térmico

Para realizar la valoración del ambiente térmico en los puestos de trabajo se implementaron los métodos más utilizados (detallados en las secciones 5.3.1 y 5.3.2). Por otro lado, el equipo utilizado para las mediciones fue el medidor de estrés térmico Microtherm marca Casella, calibrado y certificado (ver Tabla 5).

5.3.1. Método WBGT

La actividad empezó por el levantamiento de la distribución de las áreas y máquinas, y la selección de los puntos de medición por medio de la elaboración de diseños de planta (layout). Se realizó las mediciones ubicando los equipos de medición a la altura del abdomen de los trabajadores al ser un ambiente homogéneo (INSHT, s/f). Para TG, THN y TA, el equipo de medición deben cumplir con los requisitos y parámetros indicados en las Tabla 6, Tabla 7 y Tabla 8, propuestos por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Una vez obtenidas las mediciones, se utilizó el programa Spring 3.0, mismo que calcula el índice WBGT para cada puesto de trabajo para finalmente comprar dichos valores con los límites permisibles para la exposición de WBGT de acuerdo al artículo 54, Decreto Ejecutivo 2393 (ver

Tabla 9) (IESS, 1986).

5.3.2. Método de Fanger

Se recopiló las características del entorno, como son la influencia del vestido, la tasa metabólica de las actividades en cada puesto de trabajo, y se obtuvo la temperatura radiante, humedad y velocidad relativas del aire mediante el equipo de medición. Con toda la información, se utilizó el programa Spring 3.0, el cual permitió calcular el Valor Medio Estimado (IVM), es decir, el valor medio de los votos emitidos por los trabajadores respecto al puesto de trabajo en una escala de sensación térmica, y también el Porcentaje estimado de insatisfechos (PPD), el cual representa cuantos trabajadores se encuentran insatisfechos térmicamente en cada área (Fanger, 1970). Los resultados obtenidos se comparan con la escala de sensación térmica propuesta (ver Figura 1) y el rango recomendado para cada área de trabajo. (Fanger, 1970).

6. Ejecución

6.1. Diagnóstico

6.1.1 Levantamiento de la distribución de las áreas y máquinas

La empresa cuenta con cinco áreas, tres en la planta baja y dos en la planta alta como se puede observar en el diseño de planta (layout) de la Figura 2 y Figura 3.

En la Tabla 10 se presentan todas las áreas y el número de trabajadores expuestos en cada una, donde el área más grande es la de producción.

6.1.2 Método binario del INSHT

En el caso del presente proyecto se considera una probabilidad media, ya que la exposición de los trabajadores son de 8 horas laborables, a excepción del área administrativa, donde se considera una probabilidad baja, ya que la gerencia está en la misma entre de 2 y 3

horas, además, consideramos en severidad un nivel ‘dañino’ ya que al tener en el ambiente laboral una iluminación, temperatura y humedad inadecuadas, las consecuencias pueden ser accidentes o enfermedades como asma, trastornos músculo esqueléticos o enfermedades que conducen a una capacidad menor (INSHT, 1997).

Los resultados obtenidos se observan en la Tabla 11, en donde se identificó varios riesgos valorados como moderados. En el presente proyecto se estudió a profundidad la incomodidad térmica y lumínica de los trabajadores que obtuvieron una valoración de riesgo moderado en todas las áreas, excepto en el área administrativa, que se obtuvo una valoración de riesgo tolerable. Según el instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo en el año 1997, cuando se obtiene una valoración riesgo moderado se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinar las inversiones precisas, y además se debe tomar medidas para reducir el riesgo, implementándose en el corto plazo.

6.1.3 Encuesta de Condiciones de Trabajo

Una vez obtenidos los resultados por parte de un observador mediante la matriz 3x3, ahora es necesario comprender la perspectiva por parte de los trabajadores, por esta razón se realizó una encuesta de autovaloración de las condiciones laborales, la cual se realizó a las 13 personas que trabajan en las distintas áreas la empresa, constó de 12 preguntas relacionadas a los temas de estudio, la escala utilizada fue la de Likert, donde los encuestados tenían la opción de contestar si estaban desde “Totalmente en desacuerdo” hasta “Totalmente de acuerdo”, los resultados que se obtuvieron se encuentran en la Tabla 12. Estos resultados indican la inconformidad de los trabajadores respecto a la iluminación y ambiente térmico durante la jornada laboral.

6.2. Validación cuantitativa del problema

6.2.1. Método INSHT

Esta metodología fue implementada en las áreas designadas de la planta baja y planta alta de la empresa.

Es importante considerar la distribución de las luminarias, por ser un factor directamente proporcional a los resultados obtenidos, esto debido a que según los resultados que se obtengan, se deberá realizar un diseño de iluminación más apropiado. (INSHT, 2015). La iluminación artificial del local de trabajo se encuentra encendida durante toda la jornada laboral. Los diseños de planta de la distribución de luminarias se presentan en la Figura 4 y Figura 5.

Dicho esto, los límites establecidos de iluminación a cumplir para cada área según el decreto ejecutivo 2393 se observan en la Tabla 13.

- Las áreas de producción y planchado se establecen como taller de costura, considerado un trabajo con una distinción moderada de detalles, la normativa del decreto ejecutivo 2393 estipula que el valor mínimo de iluminación es de 200 luxes.
- Las áreas de iluminación del área de bordado y de corte, así como el área administrativa (debido a la presencia de un computador) se consideran un trabajo de precisión, donde se realizan trabajos de oficina y de contabilidad, la normativa del decreto ejecutivo 2393 estipula que el valor mínimo de iluminación para este caso es de 300 luxes.
- El valor máximo de iluminación para todas las áreas según la normativa del decreto ejecutivo 2393 puede llegar hasta 1000 luxes.
- El factor de iluminación general para todas las áreas según la normativa del decreto ejecutivo 2393 debe ser de mínimo 0.7.

Las mediciones fueron tomadas el lunes 1 de marzo las 12h00 y el lunes 5 de abril a las 8h30 y 16h00, tomando así en consideración diferentes escenarios de luz. Además, se

realizaron 2 mediciones en cada puesto de trabajo, a excepción del área administrativa y del área de bordado, ya que, al contar dichas áreas con un computador, la normativa del decreto ejecutivo 2393 estipula que se deben tomar 3 mediciones, una en la mesa, una en el teclado y una en la pantalla. Con las mediciones efectuadas se obtiene el promedio de iluminación en cada puesto de trabajo y se compara con los límites establecidos, por otra parte, el factor de iluminación general se obtiene dividiendo el valor de medición menor por el valor de medición mayor, y de igual manera se lo compara con el límite mínimo estipulado en la normativa del decreto ejecutivo 2393. Los resultados obtenidos se muestran en las Tabla 14, Tabla 15 y Tabla 16 respectivamente.

6.2.1.1 Conclusiones de los resultados de iluminación

- En base a las mediciones realizadas en los diferentes puestos de trabajo, todas poseen un promedio de iluminación general adecuado, aunque no óptimo, en algunos lugares, a las 12h00 del 1 de marzo no existía una uniformidad de iluminación en el puesto de trabajo 10, 11 y 12 del área de producción y en el puesto de trabajo del cortador debido a que había algunas luminarias quemadas.
- El factor de iluminación general que no había sido óptimo en algunos puestos de trabajo durante las mediciones realizadas a las 12h00, se encontró como óptimo en las mediciones de las 8h30 y 16h00 que fueron efectuadas aproximadamente 1 mes posterior, esto debido a que la empresa se encargó de cambiar las luminarias quemadas en dichos lugares.
- Cuando el promedio de iluminación es adecuado, el factor de iluminación general no se considera relevante, sin embargo, en caso de realizar algún cambio de luminaria o rediseño de esta, se deberá tomar en cuenta para tener condiciones de trabajo adecuadas.
- Las instalaciones, en general, cuentan con iluminación artificial apropiada, siempre y cuando todas las lámparas estén funcionales.

- Algunas máquinas de coser del área de producción poseen una luz incorporada cerca de las telas o materia prima permitiendo una mayor iluminación del puesto de trabajo.
- En base a los resultados obtenidos de las mediciones, se puede concluir que no influye la hora en la que se realice la toma de datos, pero que es importante cuando existe una luminaria quemada en algún puesto de trabajo, ya que esto incide directamente en que el factor de iluminación general no tenga un resultado óptimo.

6.2.2. Metodología WBGT y Fanger

Previo a la aplicación de las metodologías de estudio, se consultó a los trabajadores de la empresa para determinar las horas que de acuerdo a ellos, eran las más adecuadas para realizar las mediciones del ambiente térmico, se enfocó en determinar el momento durante la jornada laboral cuando sienten más frío. Algunos trabajadores manifestaron que al inicio de la jornada laboral y otros durante la tarde. Por esto se decidió que las mediciones se realicen en tres horas diferentes: 8h30, 12h00 y 16h00, para lograr información en un horario distribuido adecuadamente durante la jornada laboral.

Por otro lado, para obtener los cálculos, tanto para el índice de valor medio, el porcentaje de personas insatisfechas en el método de Fanger, y el índice de estrés térmico en el método WBGT, se determinaron parámetros como el valor del aislamiento de la ropa, para el cual se consideró la tabla presente en la norma ISO 7730 del año 1984 (Ver Tabla 17), que corresponde a ropa interior, suéter, pantalón, calcetines y calzado deportivo, equivalente a 0,75 clo. También, la velocidad del aire (15 m/s) debido a que el área de trabajo se considera un recinto cerrado, y el valor 100 W/m² del metabolismo por ser trabajo en una empresa textil, se considera ligero. Por otro lado, los parámetros de temperatura seca del aire, temperatura de globo, temperatura de bulbo húmedo natural y humedad relativa para cada una de las áreas, se obtuvieron mediante el equipo de medición previamente detallado.

Para realizar las mediciones, se establecieron puntos de medición en cada una de las áreas, considerando el alcance del equipo de medición que es de cinco metros, por lo tanto, el área de producción al ser la más grande, se dividió en tres puntos y, las demás áreas un punto en cada una. En la Figura 6 y Figura 7 se encuentran los diseños de planta con la distribución de los puntos, tanto en la planta baja como alta.

Dicho esto, en la Tabla 18. se encuentran los límites establecidos de exposición al índice de estrés térmico requeridos, según el decreto ejecutivo 2393, para una empresa textil donde se considera una carga de trabajo moderada (IESS,1986) y un tipo de trabajo continuo (no se consideran descansos), además, se encuentra el índice de valor medio recomendado para cada una de las áreas (Ver Tabla 18)(Fanger, 1970).

El equipo de medición permitió una toma de medida cada 30 segundos y después de 10 minutos nos entrega un promedio de las 20 mediciones. Todos los datos recolectados de cada área, y los parámetros preestablecidos, se ingresan al programa Spring 3.0 para calcular el índice de valor medio con su escala de sensación térmica correspondiente, el porcentaje de personas insatisfechas y el índice de estrés térmico/WBGT para cada punto de medición. Los resultados obtenidos se encuentran en la Tabla 19 para los resultados de las 12h00, en la Tabla 20. Para los resultados de las 8h30 y en la Tabla 21 para los resultados las 16h00.

6.2.2.1. Conclusiones de los resultados de ambiente térmico

- En base a los resultados obtenidos en cada punto de medición, el índice de estrés térmico WBGT es adecuado para todas las horas y mediciones realizadas.
- El área de producción se dividió en tres puntos, donde el 1ro, el índice de valor medio el día 1 de marzo a las 12h00 se encuentra fuera del rango recomendado por Fanger, la sensación térmica es ‘ligeramente fría’ (Fanger, 1970). El porcentaje de personas insatisfechas fue de 12,57%, es decir que, al estar expuestos seis trabajadores, al menos uno de ellos se encuentra insatisfecho térmicamente.

- En el área de corte, se evidencia que la sensación térmica no se encuentra en el límite recomendado, y de acuerdo al porcentaje de insatisfechos, el trabajador expuesto en esta área no se encuentra satisfecho térmicamente.
- El área de planchado tiene un índice de valor medio adecuado, sin embargo, se debe considerar que el trabajador utiliza una plancha durante toda la jornada laboral, por lo que la temperatura en el puesto de trabajo y la temperatura corporal aumentan. Al tener que salir al almuerzo o a realizar una actividad que no sea en el área de trabajo habitual, se debe establecer un protocolo de enfriamiento o aclimatamiento previo, ya que el shock término debido a un cambio de temperatura agresivo puede ocasionar resfriados, malestares, alergias, entre otros (OMS, 2018).
- Todos los resultados obtenidos sobre las mediciones del lunes 5 de abril a las 8h30 y 16h00, se encuentran bajo los límites permisibles establecidos por el Decreto Ejecutivo 2393, y en el rango recomendado (Fanger, 1970).
- En base a los resultados obtenidos, se concluye que no influye la hora en la que se realice la toma de datos, pero son dependientes del clima del día.

6.3. Propuestas de mejora

6.3.1. Iluminación

- Se recomienda realizar mantenimientos periódicos de luminarias, mismos que consisten en la verificación de las conexiones eléctricas, limpieza de lámparas y luminarias, verificación de funcionamiento de lámparas, verificación de tiempo de vida útil de lámparas (en el caso de haber cumplido con el mismo, realizar el cambio de lámparas respectivo), verificar que las lámparas sean de iguales características, realizar reposición inmediata de todas aquellas luminarias que se encuentren quemadas.
- Capacitar a los trabajadores para que informen acerca de problemas de iluminación y luminarias quemadas.

- Incluir lámparas que sean uniformes (que tengan la misma marca, tipo de lámpara e intensidad de luz) para lograr un nivel de iluminación uniforme en toda el área.

6.3.2. Ambiente Térmico

- Establecer puntos de hidratación y proporcionar agua fresca de forma segura y de fácil acceso, ya que la hidratación constante ayuda a regular la temperatura del cuerpo.
- Diseñar un uniforme térmico para ser utilizado por encima de la ropa habitual, y cada vez que el trabajador lo considere necesario.
- Instalar un sistema de calefacción de fibra de carbono, ya que no emite gases, el cual se encenderá cuando los trabajadores no se encuentren en un confort térmico, es decir, que sientan frío.

6.3.3. Análisis financiero de las propuestas de mejora

Para determinar el Costo-Beneficio de las medidas propuestas se aplicó el método de William Fine, determinando las consecuencias de los riesgos analizados (Ver Tabla 22), posteriormente se estableció la exposición de los trabajadores a dichos riesgos (Ver Tabla 23), y la probabilidad de que un acontecimiento negativo suceda bajo las condiciones de exposición de los riesgos asociados (Ver Tabla 24). Al considerar las 3 variables (consecuencias, exposición y probabilidad) se puede obtener el producto que facilita identificar la magnitud de los riesgos.

Para poder establecer si las propuestas tienen una justificación económica, se necesita definir tanto el costo de corrección, este quiere decir cuánto costaría prevenir el riesgo (ver Tabla 25), como el grado de corrección, el cual quiere decir que porcentaje del riesgo se va a eliminar (ver Tabla 26). Una vez obtenida toda la información necesaria, la justificación económica se calcula usando la expresión:

$$J = \frac{\text{Grado de peligro o de riesgo}}{\text{Grado de Corrección} \times \text{Costo de Corrección}}, \text{ donde } J \text{ es la justificación.}$$

(Quezada y Miranda, 2019).

Una vez aplicada la fórmula, la justificación económica se determina en base a los criterios (ver Tabla 27).

Una vez realizado el análisis financiero mediante el método de William Fine para las propuestas de mejora en los riesgos de incomodidad lumínica e incomodidad térmica, se puede obtener una justificación económica favorable para todas las medidas (ver Tabla 28).

6.4. Implementación de mejoras

Las propuestas de mejora fueron presentadas al gerente propietario de la empresa junto con el análisis financiero correspondiente, mismo que tuvo interés en implementar mejoras del uniforme térmico para los trabajadores. Se estableció que los uniformes térmicos pueden ser utilizados por los trabajadores cuando estos no se encuentren en un confort térmico, es decir, que sientan frío.

El diseño del uniforme térmico se realizó en conjunto con las autoridades de la empresa. El buzo y el pantalón son de tela polar martillada, la cual tiene características de protección contra climas fríos (Vargas, 2017), los puños del buzo van a tener un rib acanalado, el cual es un resorte de tela que no permite que los puños se enreden con la máquina o algún objeto (DI-LAN, 2021). El uniforme está diseñado para colocarlo sobre la ropa de trabajo habitual brindando comodidad a los trabajadores. El diseño del uniforme térmico se observa en la Figura 8.

7. Conclusiones

- El uso de las tres metodologías de medición facilitó entender y valorar adecuadamente la necesidad de los riesgos laborales de la empresa fue efectiva, ya que se partió por realizar un análisis de identificación y valoración de riesgos global de la empresa, completando con encuestas de autovaloración de condiciones de trabajo a los

trabajadores, lo cual permitió tener un enfoque objetivo y subjetivo a la problemática analizada, para posteriormente profundizar a detalle en las mediciones de los niveles de iluminación y ambiente térmico, así como la interpretación de los resultados obtenidos.

- El método binario INSHT y las encuestas de autovaloración de condiciones de trabajo ayudaron a identificar la valoración de los riesgos estudiados y la disconformidad de los trabajadores en relación con la iluminación, temperatura y humedad en el local de trabajo.
- El uso del método INSHT para la evaluación de las condiciones de iluminación de la empresa permitieron verificar los niveles de iluminación en todos los puestos de trabajo de la empresa, y llegar a elaborar propuestas de mejora correspondientes.
- El método WBGT y Fanger utilizado para la evaluación de las condiciones de temperatura y humedad en las distintas áreas de la empresa, facilitó el determinar las condiciones térmicas a las que están expuestos los trabajadores y poder proponer mejoras.

8. Limitaciones

- Para realizar la valoración del ambiente térmico fue necesario alquilar el equipo de medición de estrés térmico Microtherm marca Casella, al tener éste un alto costo de alquiler, se limitó la cantidad de días y número de mediciones que pudieron ser realizadas.
- La pandemia Covid-19 es una de las limitaciones más significativas en el desarrollo del proyecto, puesto que, por bioseguridad, las autoridades de la empresa otorgaron un tiempo límite máximo para entrar a las instalaciones y realizar el levantamiento de las áreas y las mediciones correspondientes de manera presencial.
- La cantidad de estudios enfocados en las condiciones lumínicas y térmicas es baja, lo cual dificulta el acceso a literatura que permita apoyar el desarrollo del proyecto.

9. Lecciones aprendidas y recomendaciones para futuros estudios

El presente proyecto permitió a los autores comprender mejor la importancia de una iluminación, temperatura y humedad adecuadas, y cómo estos factores influyen en los trabajadores, su desempeño y las consecuencias para la empresa. Como siguientes pasos y recomendaciones para futuros estudios, se recomienda la obtención de los equipos necesarios desde un inicio con el objetivo de poder realizar una mayor cantidad de mediciones, tanto para los niveles de iluminación, como para el ambiente térmico.

De igual manera, es importante tomar en cuenta que el clima de la ciudad de Quito es muy variable en todas las épocas del año y que éste es un factor por considerar en los resultados de los niveles de temperatura y humedad. También, se recomienda enfocarse en las normativas vigentes correspondientes al país donde se esté realizando el estudio, ya que de estas regulaciones va a depender si tus resultados son adaptados a dichas regulaciones y las cumplen. Por último, se recomienda que una vez implementadas todas las mejoras se realicen nuevamente las encuestas de autovaloración de las condiciones de trabajo con el objetivo de conocer si las señales de inconformidad térmica y lumínica se redujeron desde la perspectiva de los trabajadores.

10. Referencias bibliográficas

- Cabeza, M., Corredor, E., Cabeza, E. y Sánchez, E. (2008). *Evaluación de la iluminación en los puestos de trabajo de una empresa petrolera*. Recuperado de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-48212008000300010
- Calvo, J. (2015). *Análisis Comparativo De Metodologías De Evaluación De Riesgos*. Recuperado de <https://zagan.unizar.es/record/46990/files/TAZ-TFM-2015-1145.pdf>

- Del Prado. (2016). *Que es el estrés térmico*. Recuperado de <https://blogs.imf-formacion.com/blog/prevencion-riesgos-laborales/especial-master-prevencion/que-es-el-estres-termico/>
- Fanger, P. (1970). *Thermal comfort. Analysis and applications in environmental engineering* pp.244.
- Garrido, A. (2015). *Estudio de iluminación de los puestos de trabajo administrativos de la empresa comercializadora internacional verde azul s.a.s*. Recuperado de <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/2907/GarridoLopezAndreaCatalina2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gomez, I. (2007). *Salud Laboral: Una Revisión A La Luz De Las Nuevas Condiciones Del Trabajo*. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/647/64760111.pdf>
- Gómez, G., Bojórquez, G. y Pável, R. (2007). *El confort térmico: dos enfoques teóricos enfrentados*. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/948/94820107.pdf>
- Hernández, H. (2015). *Lighting studio to prevent occupation diseases*. Recuperado de <http://revistatog.com/num22/pdfs/original7.pdf>
- IESS. (1986). *Decreto Ejecutivo 2393 Reglamento De Seguridad Y Salud De Los Trabajadores Y Mejoramiento Del Medio Ambiente De Trabajo*. Recuperado de https://ewdata.rightsindevelopment.org/files/documents/19/IADB-EC-L1219_f25d5vw.pdf
- INEN. (2014). *NTE INEN-ISO 7730 2014: Ergonomía del ambiente térmico*. Recuperado de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_7730.pdf

- INEN. (2015). *Nte Inen 2849-1 2015; Accesibilidad Universal Y Diseño Para Todos. Parte 1: Criterios Dalco Para Facilitar La Accesibilidad Al Entorno*. Recuperado de https://www.consejodiscapacidades.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/norma_inen_2849_1_criterios_DALCO.pdf
- INSHT. (s/f). *NTP 322: Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT*. Recuperado de https://www.insst.es/documents/94886/326827/ntp_322.pdf/065f600d-b29e-45cd-9d4a-595ce78a0110
- INSHT. (1983). *NTP 74: Confort térmico - Método de Fanger para su evaluación*. Recuperado de https://www.insst.es/documents/94886/326853/ntp_074.pdf/1a5d4655-f44d-4118-9516-281a452e820d
- INSHT. (1997). *Evaluación de Riesgos Laborales*. Recuperado de https://www.insst.es/documents/94886/96076/Evaluacion_riesgos.pdf/1371c8cb-7321-48c0-880b-611f6f380c1d
- INSHT. (2011). *Seguridad en el trabajo*. Recuperado de <https://www.insst.es/documents/94886/599872/Seguridad+en+el+trabajo/e34d1558-fed9-4830-a8e3-b0678c433bb1>
- INSHT. (2015). *Iluminación En El Puesto De Trabajo: Criterios para la evaluación ergonómica y acondicionamiento de los puestos*. Recuperado de <https://www.insst.es/documentacion/catalogo-de-publicaciones/iluminacion-en-el-puesto-de-trabajo.-criterios-para-la-evaluacion-y-acondicionamiento-de-los-puestos>
- Juslén, H. (2007). *Lighting, productivity and preferred illuminances - field studies in the industrial environment*. Recuperado de <http://lib.tkk.fi/Diss/2007/isbn9789512289622/>

Luna, P y Monroy, E. (2011). *Estrés térmico y sobrecarga térmica: evaluación de los riesgos* (I). Recuperado de

<https://www.insst.es/documents/94886/328579/922w.pdf/86188d2e-7e81-44a5-a9bc-28eb33cb1c08>

Mas, D. (2015). *Evaluación Del Confort Térmico Con El Método De Fanger*. Universidad Politécnica de Valencia, 2015. Recuperado de

<https://www.ergonautas.upv.es/metodos/fanger/fanger-ayuda.php>

OIT. (1999). *Organización Internacional del Trabajo. La OIT estima que se producen más de un millón de muertos en el trabajo cada año*. Recuperado de

https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/newsroom/news/WCMS_008562/lang-es/index.htm

OIT. (2019). *Organización Internacional del Trabajo. Seguridad y Salud en el Centro del Futuro del Trabajo: Aprovechar 100 años de experiencia*. Recuperado de

https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/documents/publication/wcms_686762.pdf

Ortega, J., Rodríguez, R., y Hernández, H. (2017). *Importancia de la seguridad de los trabajadores en el cumplimiento de procesos, procedimientos y funciones*. Revista Academia & Derecho, 8 (14), 155-176.

Quezada, E y Miranda, J (2019). *Evaluación De Riesgos Laborales En Una Empresa metalmecánica Aplicando El Método De William Fine*. Recuperado de

[http://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/4819/1/2-](http://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/4819/1/2-EVALUACION%20DE%20RIESGOS%20LABORALES%20EN%20UNA%20EMP)

[EVALUACION%20DE%20RIESGOS%20LABORALES%20EN%20UNA%20EMP](http://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/4819/1/2-EVALUACION%20DE%20RIESGOS%20LABORALES%20EN%20UNA%20EMP)

[RESA%20METALMECANICA%20APLICANDO%20EL%20METODO%20DE%20WILLIAN%20FINE..pdf](#)

Riva, A. (2017). *Mediciones de iluminación por el método de la cuadrícula*. Recuperado de <https://cie.gov.ar/web/images/Metodo-cuadrícula-HyST.pdf>

Labre, A. y San Lucas, P. (2018). *Condiciones de trabajo y salud ocupacional en trabajadores de una empresa ecuatoriana gestora de residuos*. Recuperado de <http://45.238.216.13/ojs/index.php/EPISTEME/article/view/861>

Santana, V. (2012). *Empleo, condiciones de trabajo y salud*. Recuperado de <https://www.scielo.org/pdf/scol/2012.v8n2/101-106/es>

Vásquez, C. (2008). *Estudio De Confort Térmico E Iluminación Para Una Empresa De Telecomunicaciones Con Estaciones Base Celular Gsm Implantadas En Las Provincias De Esmeraldas, Santo Domingo De Los Tsáchilas, Pichincha, Napo Y Sucumbíos*. Recuperado de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/1642/1/103672.pdf>

11. Anexos de Tablas

Tabla 1. Matriz 3x3 INSHT

		CONSECUENCIAS		
		Ligeramente Dañino LD	Dañino D	Extremadamente Dañino ED
PROBABILIDAD	Baja B	Riesgo Trivial (T)	Riesgo Tolerable (TO)	Riesgo Moderado (MO)
	Media M	Riesgo Tolerable (TO)	Riesgo Moderado (MO)	Riesgo Importante (I)
	Alta A	Riesgo Moderado (MO)	Riesgo Importante (I)	Riesgo Intolerable (IN)

Tabla 2. Formato de encuestas de autovaloración de condiciones de trabajo

ENCUESTA DE AUTOVALORACIÓN DE CONDICIONES DE TRABAJO (ILUMINACIÓN, TEMPERATURA Y HUMEDAD)					
EN LAS SIGUIENTES AFIRMACIONES SELECCIONE UNA DE LAS OPCIONES INDICADAS Y ENCIERRE CON UN CIRCULO EN EL NÚMERO CORRESPONDIENTE					
ILUMINACIÓN					
1. El local de trabajo dispone de la iluminación general suficiente.					
Totalmente desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	
1	2	3	4	5	
Si desea, justifique brevemente su respuesta:					
.....					
2. La iluminación del puesto de trabajo es correcta.					
Totalmente desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	
1	2	3	4	5	
Si desea, justifique brevemente su respuesta:					

.....					
3. Se realizan mediciones del nivel de luz.					
Totalmente desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	
1	2	3	4	5	
Si desea, justifique brevemente su respuesta:					
4. Los focos fundidos son sustituidos rápidamente.					
Totalmente desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	
1	2	3	4	5	
Si desea, justifique brevemente su respuesta:					
5. Existe alguna molestia causada por el entorno de iluminación en su lugar de trabajo.					
Totalmente desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	
1	2	3	4	5	
Si desea, justifique brevemente su respuesta:					
6. El entorno de iluminación influye en su eficiencia/rendimiento laboral.					
Totalmente desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	
1	2	3	4	5	

Si desea, justifique brevemente su respuesta:

.....

TEMPERATURA Y HUMEDAD

7. Existe alguna molestia causada por la temperatura y humedad en su lugar de trabajo.

Totalmente desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1	2	3	4	5

Si desea, justifique brevemente su respuesta:

.....

8. La temperatura y humedad influye en su eficiencia/rendimiento laboral.

Totalmente desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1	2	3	4	5

Si desea, justifique brevemente su respuesta:

.....

9. El local dispone de ventilación general.

Totalmente desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1	2	3	4	5

Si desea, justifique brevemente su
respuesta:

.....

10. La temperatura del local de trabajo es la adecuada al tipo de actividad.

Totalmente desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1	2	3	4	5

Si desea, justifique brevemente su respuesta:

.....

11. La ropa de trabajo es adecuada al tipo de trabajo y a la temperatura ambiental.

Totalmente desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1	2	3	4	5

Si desea, justifique brevemente su respuesta:

.....

12. Se encuentra en un estado de conformidad térmica, es decir, no siente calor ni frío.

Totalmente desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1	2	3	4	5

Si desea, justifique brevemente su respuesta:

.....

Tabla 3. Especificaciones equipo LX200

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS LX200
--

Fotografía	
Sensor	Fotodiodo de silicio y el filtro
Rango de medición	0,1 a 200 000 Lux 0,01 a 18.585 fc
Respuesta espectral	De acuerdo con la curva fotópica estándar V (λ) NF C 42 -710 clase B
Límite de error V (λ) (f1)	<6%
Evaluación del coseno verdadera (f2)	<6%
Linealidad (f3)	<5%
Temperatura de trabajo	de 0 ° C a + 50 ° C
Compatibilidad electromagnética	según 89/336 / CEE
Conformidad	según RoHS

Tabla 4. Límites máximos permisibles para exposición de iluminación laboral por jornada de trabajo por el Decreto Ejecutivo 2393

ILUMINACIÓN MÍNIMA	ACTIVIDADES
-------------------------------	--------------------

20 luxes	Pasillos, patios y lugares de paso
50 luxes	Operaciones en las que la distinción no sea esencial como manejo de materias, desechos de mercancías, embalaje, servicios higiénicos
100 luxes	Cuando sea necesaria una ligera distinción de detalles como: fabricación de productos de hierro y acero, taller de textiles y de industria manufacturera, salas de máquinas y calderos, ascensores
200 luxes	Si es esencial una distinción moderada de detalles tales como: talleres de metal mecánica, costura, Industria de conserva, imprentas
300 luxes	Siempre que sea esencial la distinción media de detalles, tales como: trabajos de montaje, pintura a pistola, tipografía, contabilidad, taquígrafía
500 luxes	Trabajos en que sea indispensable una fina distinción de detalles, bajo condiciones de contraste, tales como: corrección de pruebas, fresado y torneado, dibujo
1000 luxes	Trabajos en que exijan una distinción extremadamente fina o bajo condiciones de contraste difíciles, tales como: trabajos con colores o artísticos, inspección delicada, montajes de precisión electrónicos, relojería.

Tabla 5. Especificaciones técnicas Microtherm marca Casella

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
			
Especificaciones de sensores	Parámetro	RANGO	PRECISIÓN
T_a	Temperatura Aire	10-60°C	+/- 1°C
T_g	Temperatura Globo	20-120°C	+/- 0,05°C (20-50) +/- 1,0°C (50-120)
T_{nw}	Temperatura húmeda natural	5 a 40°C	+/- 0,05°C
Transductores	100 elementos PRTD 0,1% utilizando cables de extensión de 4 hilos, disponibles en longitudes de 10m hasta 30m		

Valores de datos visualizados	
Ta	Temperatura aire
Tg	Temperatura de Globo
Tnw	Temperatura húmeda natural
WBGT	Interior y exterior
Valores WBGT ponderados en tiempo	Basados en medida rotativa de 1 hora actualizada cada 30 segundos. (Durante la primera hora se visualiza ‘-- -’.)
HR%	Basada en sensor “Ta” y “Tnw” no aspirado
Punto de Rocío	Basado en sensor “Ta” y Tnw” no aspirado
Normativas aplicables	ISO 7243/7726, OSHA
Rango de temperatura de operación	
Sensores	-5°C a +120°C
Electrónica	-5°C a +60°C

Tabla 6. Requerimientos para los equipos de medición para la temperatura húmeda natural.

REQUERIMIENTOS DEL EQUIPO DE MEDICIÓN PARA TEMPERATURA HÚMEDA NATURAL
Forma cilíndrica.
Diámetro externo de 6mm \pm 1 mm.
Longitud 30mm \pm 5mm.
Rango de medida 5 °C 40 °C.
Precisión \pm 0,5 °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 6mm, y parte de él (20 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 mm y 30 mm.
El recipiente del agua destilada estará protegido de la radiación térmica.

Tabla 7. Requerimientos para los equipos de medición para temperatura seca del aire

REQUERIMIENTOS DEL EQUIPO DE MEDICIÓN PARA TEMPERATURA SECA DEL AIRE
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°C).
Cualquier otro sistema de medición de estas variables es válido si, después de calibrado, ofrece resultados de similar precisión que el sistema descrito.

Tabla 8. Requerimientos para los equipos de medición para la temperatura de globo

REQUERIMIENTOS DEL EQUIPO DE MEDICIÓN PARA TEMPERATURA DE GLOBO
150 mm de diámetro.
Coefficiente de emisión medio: 90 (negro y mate).
Grosor: tan delgado como sea posible.
Escala de medición: 20 °C-120 °C.
Precisión: $\pm 0,5$ °C de 20 °C a 50 °C y ± 1 °C de 50 °C a 120 °C

Tabla 9. Artículo 54, numeral e; Decreto Ejecutivo 2393. Reglamento de Seguridad y Salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo, Expedido mediante Registro Oficial No 565, el 17 de noviembre del año 1986. Límites máximos permisibles a la exposición del índice WBGT

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

Tabla 10. Distribución de número de trabajadores expuestos por área (Hecho por los autores)

	Área	Número de trabajadores expuestos
Planta Baja	Administrativa	1

	Producción	11
	Bordado	1
Planta Alta	Corte	1
	Planchado	1

Tabla 11. Resultados de la matriz 3x3

INFORMACIÓN GENERAL			RIESGOS					
PUESTOS DE TRABAJO	Nº PERSONAS EXPUESTAS	ACTIVIDADES	Inconformidad térmica	Movimientos repetitivos	Inconformidad lumínica	Posturas forzadas	Ruido	Vibraciones
Área de producción p1	6	Confección de prendas	MO	MO	MO	MO	MO	MO
Área de producción p2	2	Confección de prendas	MO	MO	MO	MO	MO	MO
Área de producción p3	3	Confección de prendas	MO	MO	MO	MO	MO	MO
Área de bordado y estampado	1	Diseño de bordados y estampados en las prendas	MO	TO	MO	TO	TO	TO
Área administrativa	1	Actividades administrativas y financieras	TO	TO	TO	T	T	T
Área de corte	1	Corte de tela para las prendas	MO	MO	MO	MO	T	T
Área de planchado	1	Planchado de prendas	MO	MO	MO	MO	T	T

Tabla 12. Resultados Encuesta de Autovaloración de Condiciones de Trabajo (Hecho por los autores)

Nº de Pregunta	Resultado
1. El local de trabajo dispone de la iluminación general suficiente.	8/13 en desacuerdo.
2. La iluminación del puesto de trabajo es correcta.	8/13 en desacuerdo.

3. Se realizan mediciones del nivel de luz.	10/13 en desacuerdo.
4. Los focos fundidos son sustituidos rápidamente.	9/13 en desacuerdo.
5. Existe alguna molestia causada por el entorno de iluminación en su lugar de trabajo.	8/13 de acuerdo.
6. El entorno de iluminación influye en su eficiencia/rendimiento laboral.	9/13 de acuerdo.
7. Existe alguna molestia causada por la temperatura y humedad en su lugar de trabajo.	8/13 de acuerdo.
8. La temperatura y humedad influye en su eficiencia/rendimiento laboral.	10/13 de acuerdo.
9. El local dispone de ventilación general.	9/13 en desacuerdo.
10. La temperatura del local de trabajo es la adecuada al tipo de actividad.	8/13 en desacuerdo.
11. La ropa de trabajo es adecuada al tipo de trabajo y a la temperatura ambiental.	8/13 en desacuerdo.
12. Se encuentra en un estado de conformidad térmica, es decir, no siente calor ni frío.	8/13 en desacuerdo.

Tabla 13. Límites permisibles de iluminación en cada área (Hecho por los autores)

Normativa DE2393	Áreas	Número de puestos de trabajo
<i>Valor mínimo: 200 luxes</i>	Área de producción	8
<i>Factor de iluminación: 0,7</i>	Área de planchado	1
<i>Valor mínimo: 300 luxes</i>	Área de bordado	2

<i>Factor de iluminación: 0,7</i>	Área administrativa	1
	Área de corte	1

Tabla 14. Resultados de las mediciones de niveles de iluminación a las 12h00 (Hecho por los autores)

Resultados 12h00				
Límites DE2393	Área	Puesto de trabajo	Promedio de iluminación	Factor de iluminación
Valor mínimo: 200 luxes, factor de iluminación mínimo: 0.7	Área de producción	Máquina 1	279	0.99
		Máquina 2	283.5	0.77
		Máquina 3	331	0.88
		Máquina 8	331.5	0.83
		Máquina 10	250	0.47
		Máquina 11	279	0.61
		Máquina 12	305	0.49
	Máquina 13	255	0.7	
	Área de planchado	Planchadora	537	0.97
Valor mínimo: 300 luxes, factor de iluminación mínimo: 0.7	Área de corte	Cortador	334.3	0.63
	Área de bordado	Bordado y Estampado	616	0.81
		Computador	421	0.76
	Área administrativa	Gerente	379.6	0.77

Tabla 15. Resultados de las mediciones de niveles de iluminación a las 08h30 (Hecho por los autores)

Resultados 08h30				
Límites DE2393	Área	Puesto de trabajo	Promedio de iluminación	Factor de iluminación
Valor mínimo: 200 luxes, factor de iluminación mínimo: 0.7	Área de producción	Máquina 1	288.5	0.85
		Máquina 2	296.3	0.85
		Máquina 3	331.4	0.81
		Máquina 8	273.9	0.83
		Máquina 10	393.4	0.82
		Máquina 11	423.5	0.85

		Máquina 12	291.7	0.98
		Máquina 13	309.9	0.96
	Área de planchado	Planchadora	504	0.97
Valor mínimo: 300 luxes, factor de iluminación mínimo: 0.7	Área de corte	Cortador	442.1	0.84
	Área de bordado	Bordado y Estampado	499.3	0.94
		Computador	305.3	0.84
	Área administrativa	Gerente	330.7	0.85

Tabla 16. Resultados de las mediciones de niveles de iluminación a las 16h00 (Hecho por los autores)

Resultados 16h00				
Límites DE2393	Área	Puesto de trabajo	Promedio de iluminación	Factor de iluminación
Valor mínimo: 200 luxes, factor de iluminación mínimo: 0.7	Área de producción	Máquina 1	275.25	0.9
		Máquina 2	290	0.79
		Máquina 3	323.25	0.89
		Máquina 8	271.4	0.91
		Máquina 10	365.7	0.78
		Máquina 11	407.8	0.92
		Máquina 12	294.4	0.94
	Máquina 13	288	0.91	
	Área de planchado	Planchadora	495.3	0.95
Valor mínimo: 300 luxes, factor de iluminación mínimo: 0.7	Área de corte	Cortador	416.7	0.81
	Área de bordado	Bordado y Estampado	518.7	0.96
		Computador	314.3	0.77
	Área administrativa	Gerente	365.2	0.91

Tabla 17. Valores de aislamiento térmico ISO7730, 1984

Conjunto de vestimenta utilizado	Clo	m2* K/W
Eslip, camiseta, calcetines ligeros, sandalias	0.30	0.050
Eslip, ropa ligera con mangas, sandalias	0.45	0.070

Calzoncillos, camisa de manga corta, pantalón ligero, calcetines ligeros, zapatos	0.50	0.080
Eslip, medias, vestido, zapatos	0.70	0.105
Ropa interior, camisa, pantalón, calcetines y zapatos	0.70	0.110
Ropa interior, pul y pantalón, calcetines altos y zapatos deportivos	0.75	0.115
Eslip, camisa, falsa, medias tupidas, zapatos	0.80	0.120
Eslip, camisa, falda, jersey cuello de cisne, medias tupidas y zapatos	0.90	0.140
Eslip, medias, camisa, falsa, chaleco, chaqueta	1.00	0.155
Eslip, medias, blusa, falda larga, chaqueta, medias	1.00	0.155
Ropa interior, camiserita de manga corta, camisa, pantalón y chaqueta	1.10	0.170
Ropa interior, camiserita de manga corta, camisa, pantalón, chaleco, chaqueta, calcetines y zapatos	1.15	0.170
Ropa interior de mangas y perneras largas, camisa, pantalón, jersey cuello de pico, chaqueta, calcetines y zapatos	1.30	0.180
Ropa interior de mangas y perneras cortas, camisa, pantalón chaleco, chaqueta, abrigo o gabardina, calcetines y zapatos.	1.50	0.200

Tabla 18. Límites permisibles de índice de estrés térmico máximo e índice de valor medio en cada área (Hecho por los autores)

Normativa DE2393	Áreas	Número de puestos de trabajo
Valor mínimo: 200 luxes Factor de iluminación: 0,7	Área de producción	8
	Área de planchado	1
Valor mínimo: 300 luxes Factor de iluminación: 0,7	Área de bordado	2
	Área administrativa	1
	Área de corte	1

Tabla 19. Resultados de las 12h00 (Hecho por los autores)

Resultados 12H00					
	Área	Puntos de medición	Índice WBGT	Valor Medio	Porcentaje de insatisfechos
Valor medio: $0,5 < IVM < 0,5$ Valor	Área de producción	P1	14,51°C	-0.6	12.57%
		P2	18,17°C	0.38	8.02%

		P3	16,78°C	-0.24	6.19%
	Área de bordado	P4	17,45°C	0.36	7.75%
	Área administrativa	P5	17,77°C	0.11	5.25%
	Área de corte	P6	17,5°C	-0.53	11.57%
	Área de planchado	P7	17,17°C	-0.47	9.27%

Tabla 20. Resultados de las 8h30 (Hecho por los autores)

Resultados 8H30					
	Área	Puntos de medición	Índice WBGT	Valor Medio	Porcentaje de insatisfechos
Valor medio: -0,5 <IVM < 0,5 Valor WBGT máximo: 26,7 °C	Área de producción	P1	17°C	-0.36	7.72%
		P2	17°C	-0.36	7.72%
		P3	16,86°C	-0.36	7.72%
	Área de bordado	P4	16,88°C	-0.43	8.78%
	Área administrativa	P5	17,34°C	-0.31	7.02%
	Área de corte	P6	16,18°C	-0.33	7.22%
	Área de planchado	P7	16,57°C	-0.35	7.51%

Tabla 21. Resultados de las 16h00 (Hecho por los autores)

Resultados 16H00					
	Área	Puntos de medición	Índice WBGT	Valor Medio	Porcentaje de insatisfechos
Valor medio: -0,5 <IVM < 0,5 Valor WBGT máximo: 26,7 °C	Área de producción	P1	17,87°C	-0.22	5.96%
		P2	17,90°C	-0.2	5.79%
		P3	18,18°C	-0.19	5.72%
	Área de bordado	P4	17,55°C	-0.32	7.14%
	Área administrativa	P5	17,96°C	-0.27	6.52%

	Área de corte	P6	18,5°C	-0.19	5.72%
	Área de planchado	P7	18,82°C	0.04	5.04%

Tabla 22. Valoración de Consecuencias método William Fine

Valor	Consecuencias
100	Catástrofe, numerosas muertes, grandes daños, gran quebranto de la actividad (daños superiores a 1'200.000).
50	Varias muertes (Daños 600.000 a 1'200.000).
25	Muerte (Daños entre 120.000 a 600.000).
15	Lesiones extremadamente graves, amputación, incapacidades permanentes (Daños entre 12.000 a 120.000).
5	Lesiones con baja (Daños ente 1.200 a 12.000).
1	Pequeñas heridas, contusiones, golpes, pequeños daños (Hasta 1.200).

Tabla 23. Valoración de Exposición método William Fine

Valor	Exposición
10	Continuamente (o Muchas veces al día).
6	Frecuentemente (1 vez al día).
3	Ocasionalmente (1 vez/semana – 1 vez/mes).
2	Irregularmente (1 vez/semana – 1 vez/año).
1	Raramente (se ha sabido que ha ocurrido).
0.5	Remotamente posible (no se conoce que haya ocurrido).

Tabla 24. Valoración de Probabilidad método William Fine

Valor	Probabilidad
10	Es el resultado más posible y esperado, si se presenta la situación de riesgo.
6	Es completamente posible, no sería nada extraño, 50% posible.
3	Sería una secuencia o coincidencia rara pero posible ha ocurrido.
1	Sería una coincidencia remotamente posible, se sabe que ha ocurrido.
0.5	Coincidencia extremadamente remota pero concebible, no ha pasado en años.
0.1	Coincidencia prácticamente imposible jamás ha ocurrido (posibilidad 1 en 1'000.000).

Tabla 25. Valoración del costo de corrección método William Fine

Valor	Costo de Corrección
10	Si cuesta más de \$50.000.
6	Si cuesta entre \$25.000 y \$50.000.
4	Si cuesta entre \$10.000 y \$25.000.
3	Si cuesta entre \$1.000 y \$10.000.
2	Si cuesta entre \$100 y \$1.000.
1	Si cuesta entre \$25 y \$100.
0.5	Si cuesta menos de \$100.

Tabla 26. Valoración del grado de corrección método William Fine

Valor	Grado de Corrección
1	Si la eficacia de la corrección es del 100%.
2	Corrección al 75%.
3	Corrección entre el 50% y el 75%.
4	Corrección entre el 25% y el 50%.
6	Corrección de menos del 25%.

Tabla 27. Criterios de justificación económica (Quezada y Miranda, 2019)

$0 < J < 10$	No se justifica la inversión.
$10 < J < 20$	La inversión es normalmente justificada.
$J > 20$	La inversión si está justificada.

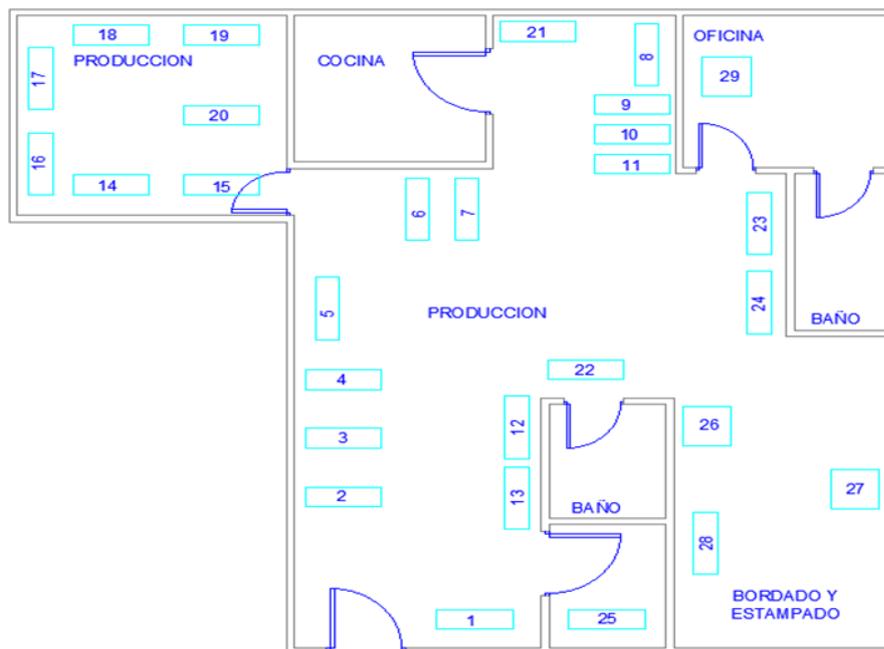
Tabla 28. Justificación económica

	C	E	P	Producto (GP)
Incomodidad lumínica	15	10	6	900
Incomodidad térmica	15	10	6	900
	Cantidad	Precio Unitario	Acción	Inversión
Incomodidad lumínica	34	\$15	Mantenimiento anual de luminarias	\$510
	34	\$3	Limpieza anual de luminarias	\$102
	1	\$40	Capacitación trabajadores	\$40
	34	\$3.50	Compra de lámparas uniformes	\$119
Incomodidad térmica	13	\$12	Implementación de uniforme térmico	\$156
	1	\$129	Compra de dispensador de agua	\$129
	2	\$248	Compra de calefactor de fibra de carbono	\$496

12. Anexos de Figuras

Rango de valores	Sensación térmica
3	Muy caliente
2	Caliente
1	Ligeramente caliente
0	Ambiente neutro
-1	Ligeramente frío
-2	Frío
-3	Muy frío

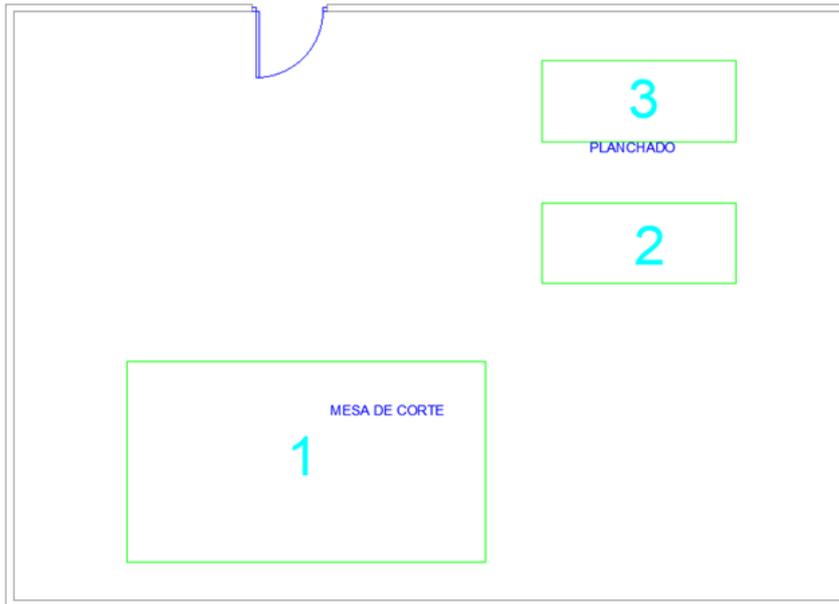
Figura 1. Escala de sensación térmica propuesta por Fanger (Fanger, 1970).



Listado de máquinas:

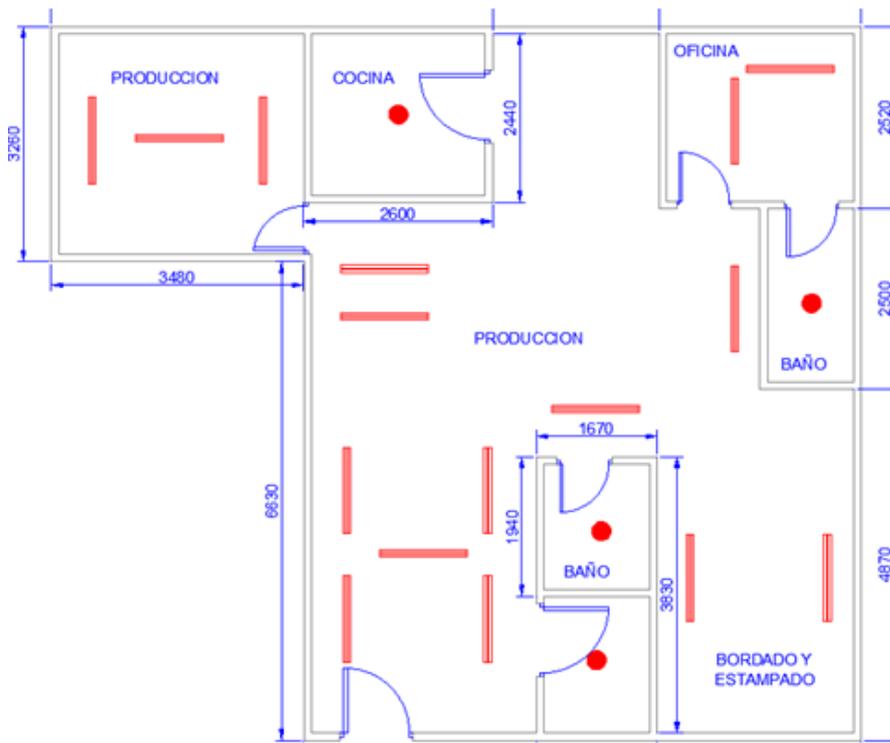
- 1-13: Máquina recta.
- 14-15: Cerradoras de codo.
- 16-19: Rectas doble aguja.
- 20: Máquina pretinadora.
- 21-22: Máquinas overlock.
- 23-24: Máquinas recubridoras.
- 25: Máquina elasticadora.
- 26-27: Bordadoras.
- 28-29: Computadoras.

Figura 2. Layout de la distribución de las áreas en la planta baja



- Listado de máquinas:**
- 1: Mesa de trazo y corte.
 - 2- 3: Mesas de planchado.

Figura 3. Layout de la distribución de las áreas en la planta baja



- Puntos rojos:* Iluminarias incandescentes.
Rectángulos rojos: iluminarias fluorescentes.

Figura 4. Layout de la distribución de las luminarias en la planta baja

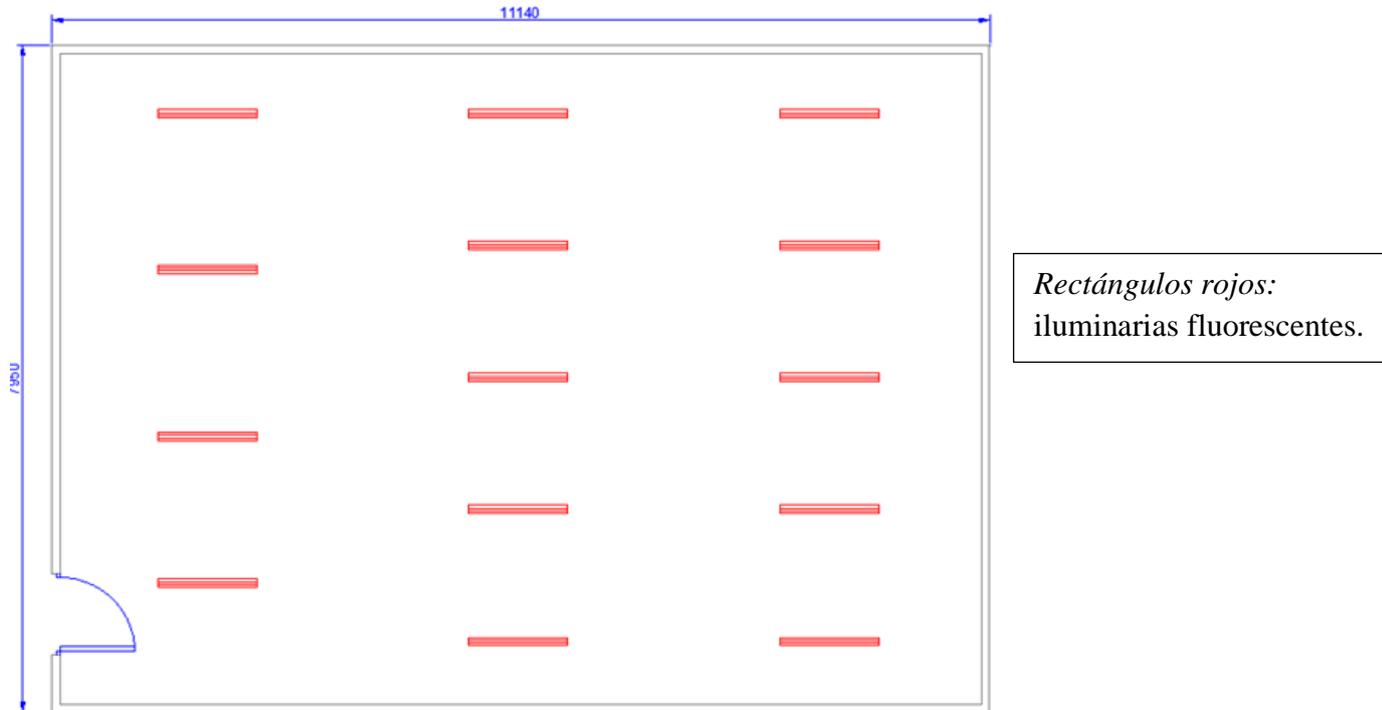


Figura 5. Layout de la distribución de las luminarias en la planta alta

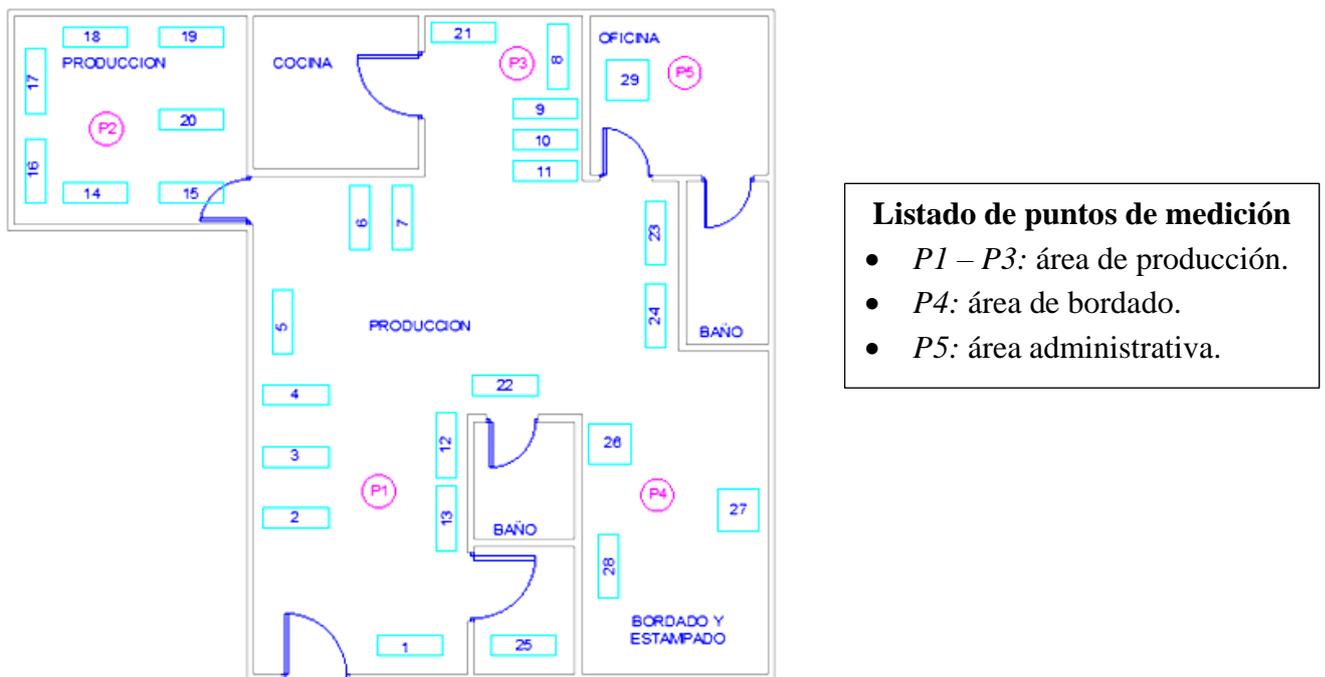


Figura 6. Layout de la distribución de los puntos de medición en la planta baja

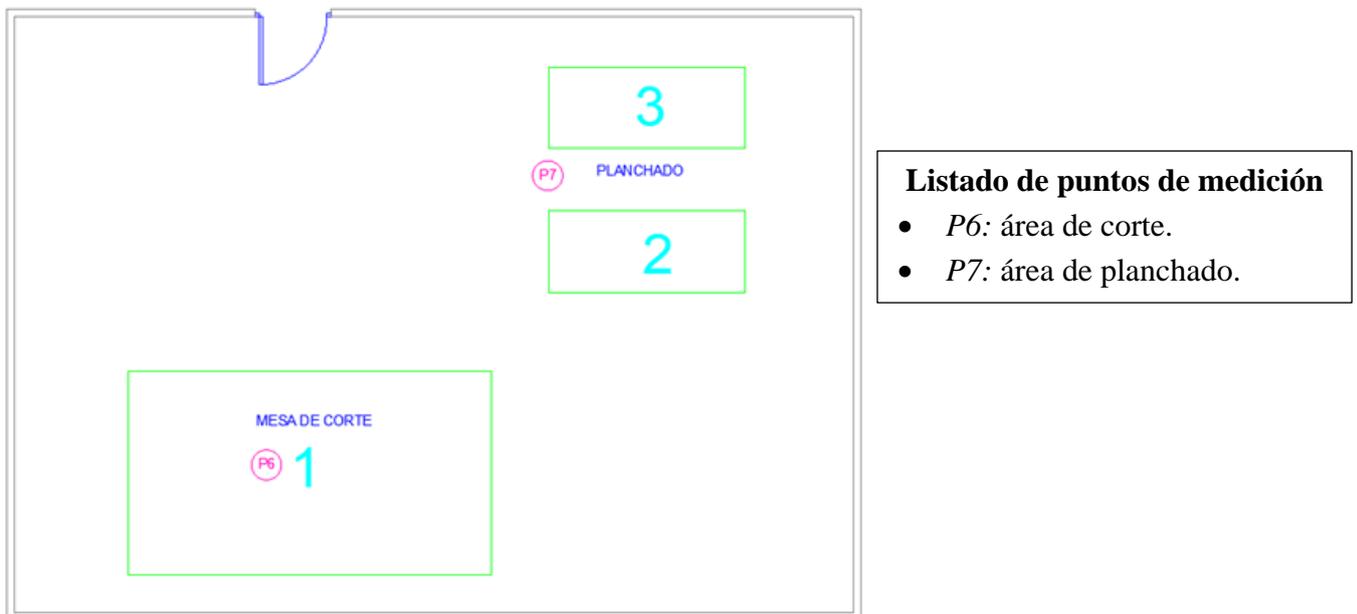


Figura 7. Layout de la distribución de los puntos de medición en la planta alta



Figura 8. Diseño uniforme térmico



Figura 9. Medición de la iluminación a las 12h00 área de producción



Figura 10. Medición de la iluminación área de producción



Figura 11. Medición de la iluminación área de producción



Figura 12. Medición de la iluminación en área de producción



Figura 13. Medición de iluminación en el área de bordado y estampado



Figura 14. Medición de iluminación en el área de bordado y estampado



Figura 15. Medición de iluminación en el área administrativa



Figura 16. Medición de iluminación en el área administrativa



Figura 17. Medición de iluminación en el área de planchado



Figura 18. Medición de iluminación en el área de planchado



Figura 19. Medición de iluminación en el área de corte



Figura 20. Medición de iluminación en el área de corte



Figura 21. Medición de iluminación en el área de corte

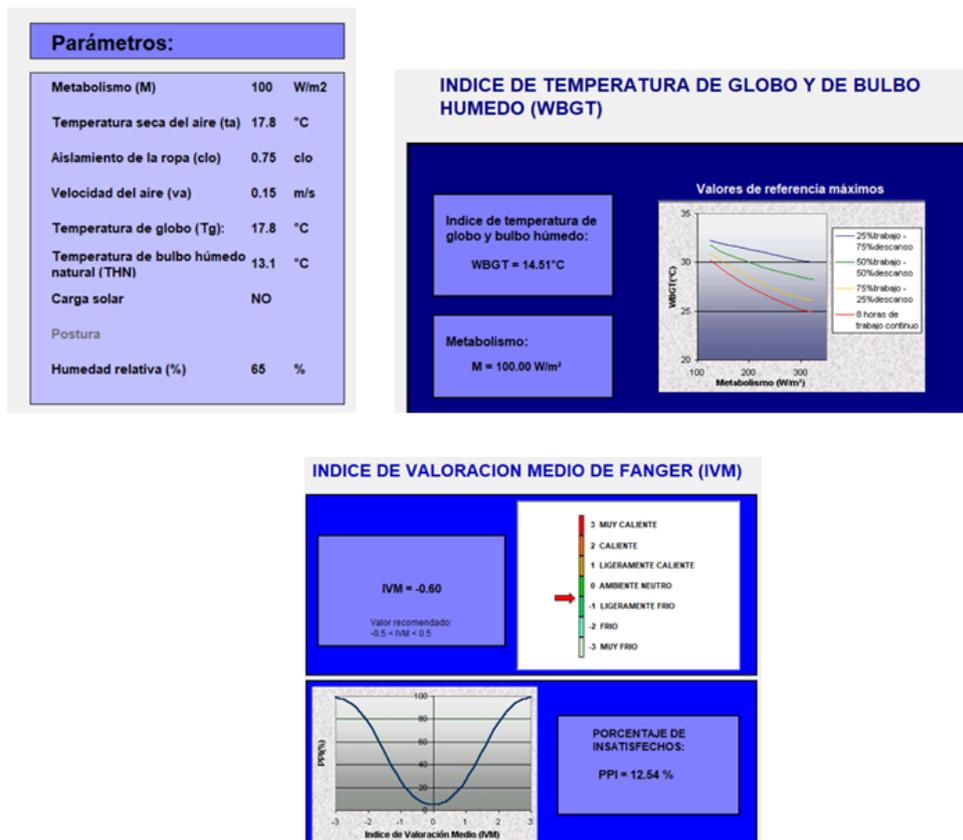


Figura 22. Resultados obtenidos por el Software Spring 3.0 punto 1 de producción

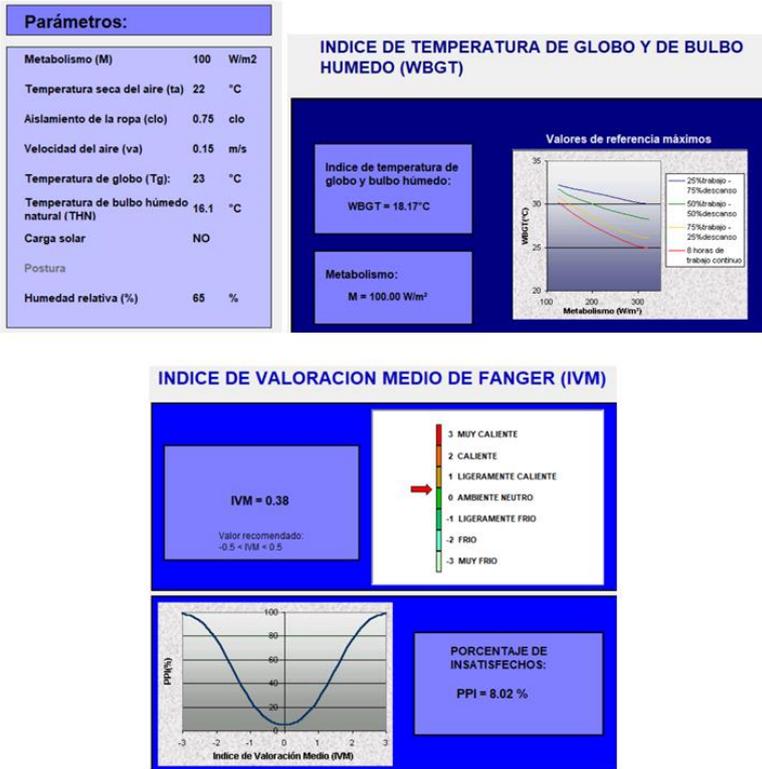


Figura 23. Resultados obtenidos por el Software Spring 3.0 punto 2 de producción

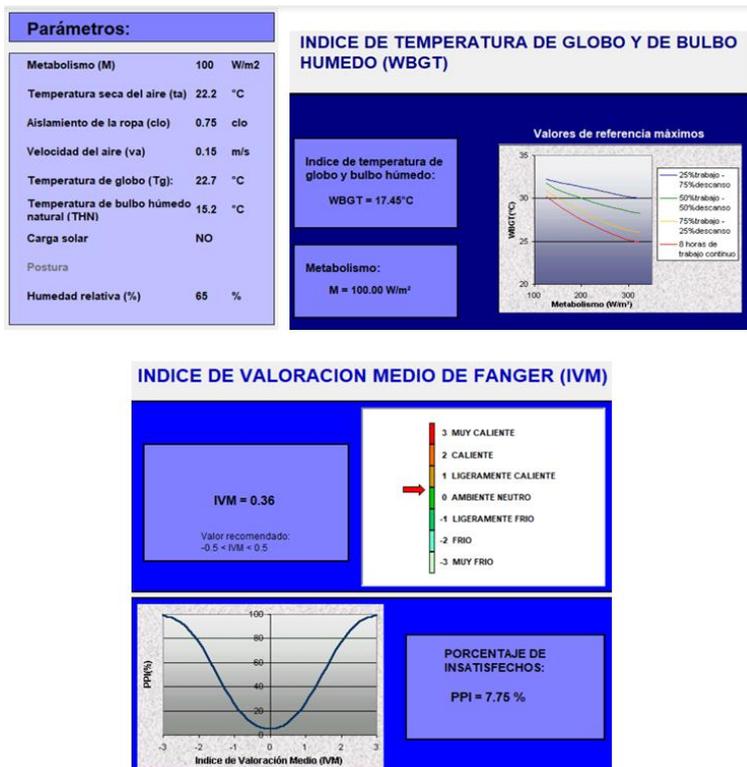


Figura 24. Resultados obtenidos por el Software Spring 3.0 punto 3 de producción

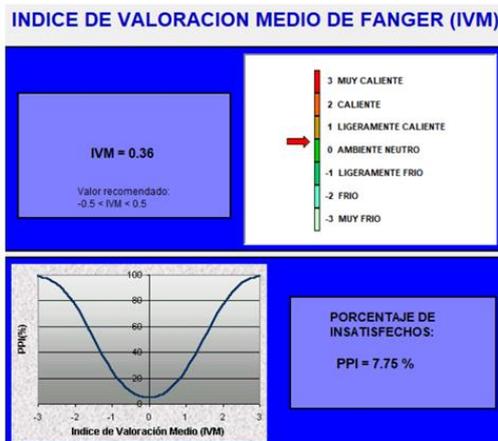
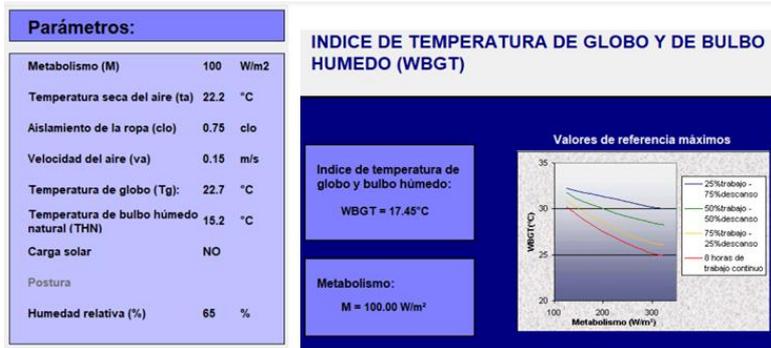


Figura 25. Resultados obtenidos por el Software Spring 3.0 punto 4 área de bordado

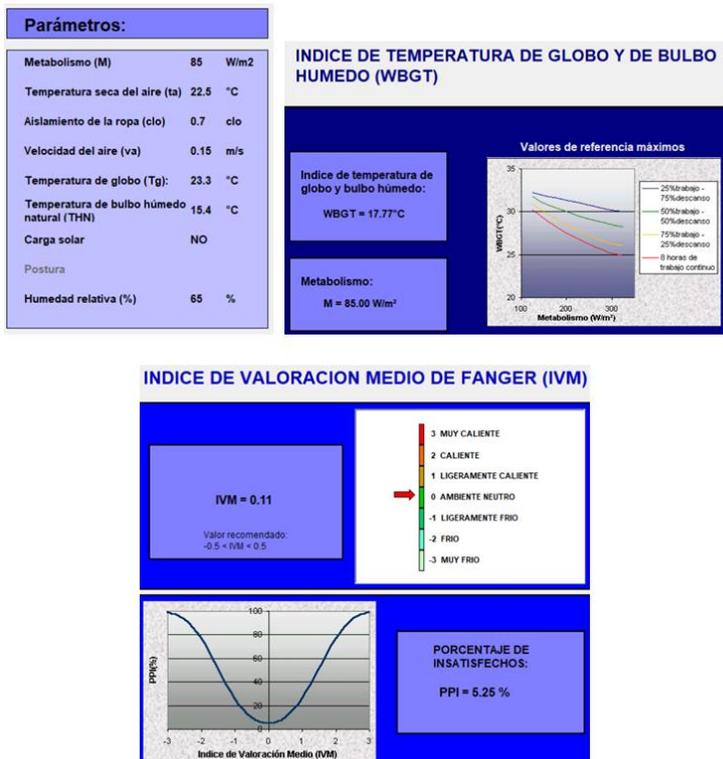


Figura 26. Resultados obtenidos por el Software Spring 3.0 punto 5 área administrativa

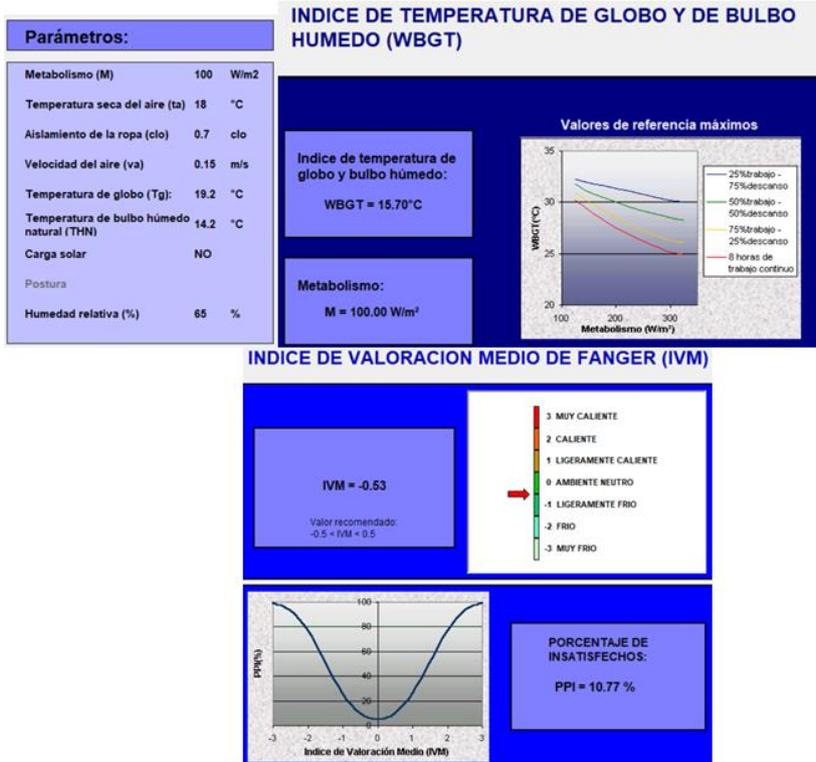


Figura 27. Resultados obtenidos por el Software Spring 3.0 punto 6 área de corte



Figura 28. Resultados obtenidos por el Software Spring 3.0 punto 7 área de planchado



Figura 29. Mediciones térmicas en el área de producción



Figura 30. Mediciones térmicas en el área de producción



Figura 31. Mediciones térmicas en el área de producción



Figura 32. Mediciones térmicas en el área de bordado



Figura 33. Mediciones térmicas en el área de producción



Figura 34. Mediciones térmicas en el área de administrativa

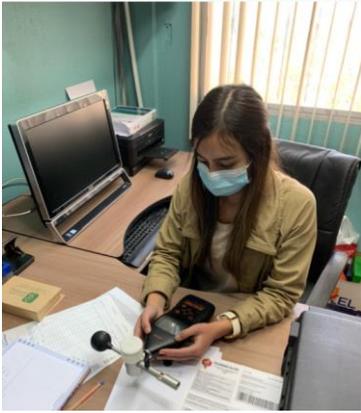


Figura 35. Mediciones térmicas en el área de administrativa



Figura 36. Mediciones térmicas en el área de planchado



Figura 37. Mediciones térmicas en el área de planchado