

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA  
SEDE CONCEPCIÓN - REY BALBUINO DE BÉLGICA

**EVALUACIÓN DE LA ILUMINACIÓN EN EL  
TALLER DE MECÁNICA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD  
TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA**

Trabajo de Titulación para optar  
al Título de Técnico  
Universitario en Prevención de  
Riesgos.

Alumno:  
Kevin Fuentes San Martín

Profesor Guía:  
Cesar Gauci B.

## Agradecimientos

Agradecido del constante apoyo que mis seres queridos me han brindado a lo largo de este camino. Su confianza y ayuda me han dado la fuerza para seguir adelante y superar las distintas pruebas que la vida me ha presentado. Espero llenar de orgullo a todos quienes creen en mi y me han sido fieles, mi perseverancia y constancia será de ejemplo para todos aquellos que quieran emprender un viaje a mi lado o seguir mis pasos. Este es el cierre de una etapa, pero hay muchos caminos nuevos esperando por mi hoy.

Estoy listo para emprender un nuevo viaje...

Gracias familia y amigos.

# ÍNDICE

Objetivo General.....	4
Objetivos específicos.....	4
Resumen .....	4
Introducción.....	5
Alcance .....	6
Marco Legal.....	6
Justificación .....	6
CAPÍTULO 1: .....	7
1.1 El ojo Humano .....	7
1.2 El espectro electromagnético .....	7
1.3 La luz .....	8
CAPÍTULO 2 .....	9
2.1 Universidad Técnica Federico Santa María.....	9
2.2 Taller de mecánica industrial.....	10
2.3 Descripción del taller.....	10
CAPÍTULO 3 .....	11
3.1 Evaluación .....	11
3.2 Tipo de luminaria del taller de mecánica industrial .....	11
3.3 Curva fotométrica de las luminarias (campana industrial) .....	11
3.4 Modelo 3D ubicación de las luminarias del taller .....	12
3.5 Herramienta de evaluación .....	13
CAPÍTULO 4 .....	14
4.1 Mediciones .....	14
4.2 Resultados de las mediciones .....	15
4.3 Comparación con el marco legal exigido por el D.S. 594.....	17
4.4 Medición subjetiva .....	18
4.5 Resultados de la evaluación.....	18
CONCLUSIÓN .....	21
Recomendaciones .....	22
Propuesta .....	23
ANEXOS .....	24
Tablas .....	29
.....	30
<b>Linkografía</b> .....	<b>31</b>

## **Objetivo General**

- Realizar una evaluación de los niveles de iluminación en el taller de mecánica industrial de la Universidad Técnica Federico Santa María.

## **Objetivos específicos**

- I. Medir el nivel de iluminación del taller de mecánica industrial de la Universidad Técnica Federico Santa María
- II. Comparar si el nivel es el adecuado en base a lo que estipula el DS 594.
- III. Proponer medidas que ayuden a mejorar la percepción lumínica del lugar.

## **Resumen**

La luz es fundamental para la vida y las personas. A nivel fisiológico como activador de funciones vitales, la luz estimula la actividad cerebral, además nos ayuda a dimensionar a través de los órganos fotorreceptores el lugar que nos rodea, también trae consigo efectos psicológicos incidiendo en los estados de ánimo y en la fatiga visual/mental.

Por lo tanto, es necesario para el poder efectuar las labores que día a día el ser humano desarrolla. Entonces la evaluación que es realizada en el taller de mecánica industrial de la Universidad Técnica Federico Santa María va enfocada en el nivel de iluminación que hay en el taller, para poder determinar si los niveles son los adecuados, como parámetros serán utilizados los del decreto 594, además la evaluación es realizada con un luxómetro tratando de seguir como guía las instrucciones señaladas en el protocolo de luminancia e iluminancia de los puestos de trabajos, pero solo se realizara la medición de iluminancia correspondiente a la primera etapa de la metodología de evaluación del protocolo. En sí no se aplica el protocolo completamente, pero si se siguen sus instrucciones como guía válida en la evaluación de la iluminancia. Se incluyo también una evaluación subjetiva a los alumnos del taller basados en un cuestionario extranjero con el fin de evaluar el confort que estos sienten con la iluminación del taller, además de estimar el gasto energético de este.

Serán realizadas las mediciones en 3 momentos del día estos son: mañana, tarde y noche para así determinar cómo es el comportamiento lumínico del lugar.

A raíz de los datos recopilados, se generarán propuestas de mejoras en torno a los principales factores que perjudiquen el buen desarrollo de las actividades del taller.

## **Introducción**

Los seres humanos recibimos constantemente información que es captada por los sentidos. La vista, la mayor parte de la información recibida, es captada a través de la visión se estima que aproximadamente el 80%, lo cual la convierte en uno de los principales sentidos. El ojo humano lo que capta son las diferentes longitudes de onda que son reflejadas por los objetos, por lo tanto, el ojo humano recibe e interpreta parte del espectro luminoso, interpretando el entorno que le rodea, logrando visualizar la ubicación de los objetos, las texturas, los espacios para poder desplazarse, el estado de las cosas que le rodean, etc.

Es por ello la importancia de una buena iluminación en los puestos de trabajo, teniendo una buena visual del entorno laboral se pueden evitar accidentes o incidentes, además de ayudar a un mejor rendimiento y también trae consigo efectos psicológicos sobre los trabajadores.

Por lo tanto, la necesidad de evaluar el nivel de iluminación del taller de mecánica industrial de la Universidad Técnica Federico Santa María radica en verificar las condiciones en las cuales los alumnos desempeñan sus labores con el fin de otorgarles un ambiente sano y seguro que favorezca el aprendizaje y el buen rendimiento en sus labores.

## **Alcance**

Se realizarán mediciones en el taller de mecánica industrial de la Universidad Técnica Federico Santa María Sede Concepción, estas serán realizadas tanto en el trabajo de día (con luz natural) y de noche realizándose una medición objetiva con la ayuda del luxómetro el cual entregara resultados cuantitativos y además aplicando un cuestionario de confort lumínico para evaluar subjetivamente la iluminación del lugar mediante la apreciación personal de quienes realizan sus labores ahí.

## **Marco Legal**

- Evaluación de los niveles de iluminación comparándolos con lo expuesto en el Decreto Supremo 594.
- Utilizando como guía será consultado para tener nociones del procedimiento, la metodología que indica solo en la etapa número uno del “protocolo para la evaluación de la luminancia e iluminancia en los lugares de trabajo” para evaluar el nivel de iluminancia del lugar.
- Apoyo en el cuestionario español “Evaluación y acondicionamiento en la iluminación en los puestos de trabajo” para evaluación subjetiva.

## **Justificación**

El ambiente del taller de mecánica industrial en el cual los alumnos de la universidad desempeñan las diferentes labores utilizando los distintos equipos juega un rol fundamental en la seguridad y eficacia de las labores. El tener un adecuado nivel de iluminación en la estación de trabajo, otorga además una buena visual para identificar y advertir posibles riesgos dentro del taller, también otorga confort y una mayor seguridad en el lugar.

Por lo tanto, la iluminación es fundamental en la percepción del lugar, no solo afecta el desarrollo de las actividades, sino que también otorga confort a las personas.

Una buena visual permite identificar los peligros del entorno laboral por lo tanto ayuda a evitar posibles accidentes.

La luz tiene efectos tanto físicos como psicológicos en los seres humanos.

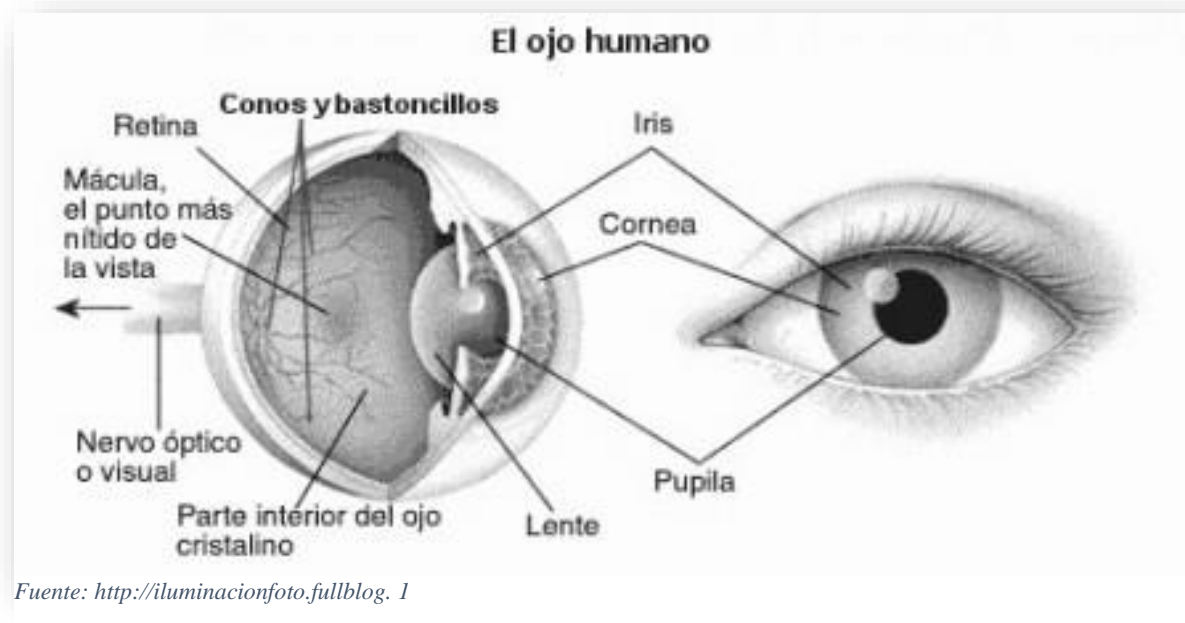
Como se trabaja con máquinas en movimiento es importante el nivel de iluminación para evitar efectos estroboscópicos.

Además, los seres humanos necesitamos luz como parte fundamental además para llevar a cabo los diferentes procesos biológicos tales como la sinterización de vitamina D y además la luz tiene una gran influencia emocional en las personas.

# CAPÍTULO 1:

## 1.1 El ojo Humano

El ojo humano es un órgano fotorreceptor, cuya función, consiste en captar ondas de rayo de parte del espectro luminoso del entorno en el cual el individuo se encuentra, estos rayos rebotan en los objetos presentes en el mundo exterior. El ojo con sus fotos receptores capta los colores, estos receptores se conocen como conos los cuales son células sensoriales que se adecuan mejor a la luz de día interpretando las distintas longitudes de onda interpretándolas como distintos colores. En cambio las otras células fotorreceptoras denominadas bastones el



ojo se adecua a los ambientes con baja iluminación los cuales nos permiten distinguir en entornos oscuros.

Estas células ayudan a formar la imagen en lo que es la retina, esta imagen se encuentra invertida pero luego al ser transformada en impulsos eléctricos, esta es enviada por el nervio óptico hasta el cerebro en donde la imagen se vuelve a voltear permitiéndonos generar un mapa visual a través de las ondas captadas del exterior

El ojo necesita de cierto período de adaptación para pasar de una intensidad luminosa correspondiente a la luz del día, a intensidades de luz menores y viceversa.

## 1.2 El espectro electromagnético

El espectro electromagnético es denominado como el conjunto y distribución de la energética de las longitudes de onda electromagnéticas todas las radiaciones electromagnéticas. Entonces es comprendido como referido a un objeto se denomina espectro electromagnético o simplemente espectro a la radiación electromagnética que emite (espectro de emisión) o absorbe (espectro de absorción) una sustancia. Esta radiación nos servirá para identificar de que sustancia se trata. Los espectros se pueden contemplar mediante espectroscopios que, además de permitir observar el espectro, permiten realizar medidas sobre el mismo, como son la longitud de onda, la frecuencia y la intensidad de la radiación.

- La longitud de una onda es el período espacial de la misma, es decir, la distancia que hay de pulso a pulso.
- Frecuencia es una magnitud que mide el número de repeticiones por unidad de tiempo de cualquier fenómeno o suceso periódico.

El espectro electromagnético se extiende desde la radiación de una radiación menor longitud de onda, como los rayos gamma tanto, así como los rayos X, pasando por la luz ultravioleta, la luz visible que es el rango el cual el ser humano es capaz de ver y los rayos infrarrojos

También se incluyen ondas electromagnéticas de mayor longitud de onda, como lo serían las ondas de radio.

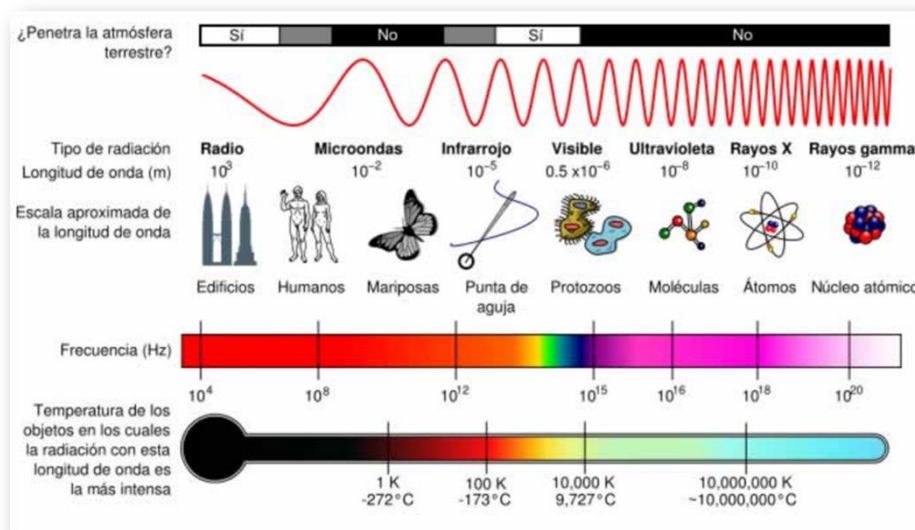


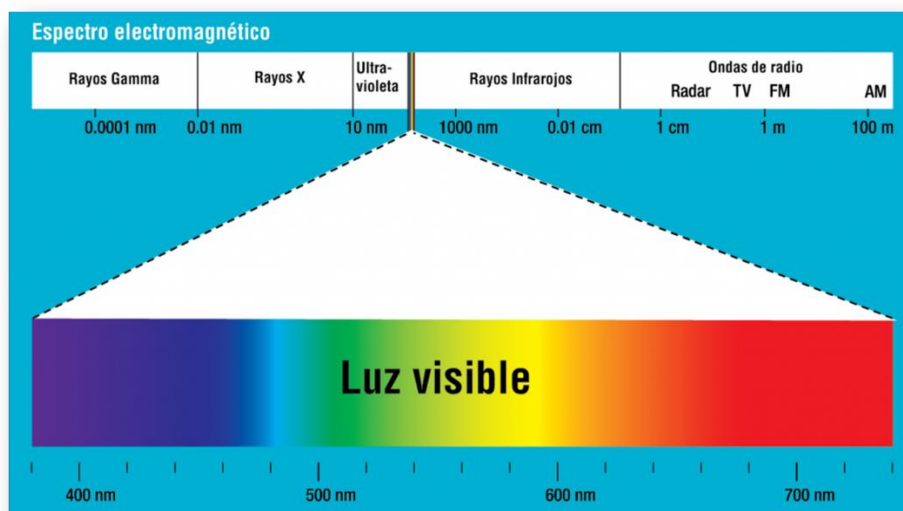
Ilustración | fuente google imagenes

### 1.3 La luz

La luz es una forma de energía la cual se propaga desde sus fuentes en línea recta esta es interpretada por nuestros órganos sensoriales foto receptivos los cuales nos permite ver lo que nos rodea. Esta radiación electromagnética que se propaga en formas de ondas en cualquier espacio, ésta es capaz de viajar a través del vacío a una velocidad de aproximadamente 300.000 kilómetros por segundo.

La luz también se conocida como energía luminosa. Como enfoque de esta evaluación hay que señalar que existen diferentes fuentes de luz que las podemos clasificar en naturales y artificiales.

La luz incide en los procesos biológicos de los seres vivos, además de tener efectos psicológicos, fisiológicos y estéticos para estos. Inclusive la luz da una serie de efectos o fenómenos luminosos. Como por ejemplo el efecto estroboscópico que es tener la impresión de que un objeto que se encuentra en movimiento está detenido.



Fuente: <http://essilorla.com/salud-visua-1>

## CAPÍTULO 2

### 2.1 Universidad Técnica Federico Santa María

Aproximadamente a mediados de los años sesenta, la creciente vida industrial de la zona del Bío-bío comenzó a requerir personal con una preparación calificada. Aparece así la necesidad de lo que, por esos tiempos entonces, se denominaba "Escuela de Técnicos". La finalidad de estas escuelas pretendía formar personal especializado en las áreas que se requerían, la Universidad Técnica Federico Santa María planeaba instalar seis escuelas en diferentes lugares del país.

En base a las necesidades de la región surge así un proyecto educativo que pronto encontró eco en instituciones como CIDERE (Corporación Industrial para el Desarrollo de la Región), interesada en la formación de Técnicos, obtiene la colaboración de importantes empresas y de profesionales locales. Esta iniciativa se da a conocer en el gobierno de Bélgica el cual la refuerza debido a que promovía un plan de apoyo hacia la asistencia técnico industrial de Chile.

En octubre de 1965, los Reyes de Bélgica, sus majestades Balduino I y Fabiola de Mora y Aragón visitan la casa central de nuestra Universidad, conocen su realidad educadora e inician conversaciones que, posteriormente, son encauzadas a través del Ministerio de Relaciones Exteriores, de la Oficina de Planificación Nacional y de la Oficina Regional de Planificación. Luego, la embajada de Bélgica, en Santiago y su consulado en Concepción agilizan las iniciativas con gestiones ya más oficiales.

En conjunto, nuestro país refuerza sus aportes: el gobierno facilita el intercambio de los fondos aportados por Bélgica; empresas locales, tales como Aserraderos San Pedro, Cementos Bío-bío, Compañía de Acero del Pacífico, Fanaloza, Inchalam, Pizarreño, Vidrios Lirquén, entre otras, ayudan a rebajar costos. Además, se acepta una donación del Arzobispado de Concepción que cede el terreno necesario para futuras edificaciones. Como resultado de todo lo anterior, nuestra institución se hace cargo del funcionamiento de lo que, más tarde, se denominará "Universidad Técnica Federico Santa María, Sede Rey Balduino de Bélgica".

Las construcciones de la universidad se iniciaron en el año 1969. Cabe señalar que, la donación extranjera incluía, también, una asesoría técnica docente, lo que significó que, inicialmente, nueve profesores nuestros se perfeccionaron en ese país europeo y que, hacia 1971, otro grupo de académicos viajara a especializarse en Educación Tecnológica.

Las actividades académicas se inician el 26 de abril de 1971, abarcando las carreras de Electrónica, Electricidad, Mecánica Estructural, Mecánica de Mantenimiento y Química. Sin embargo, es el 14 de febrero de 1972, cuando nuestra sede se inaugura solemnemente ante la presencia del Presidente de la República Don Salvador Allende Gossens, y el rector la Universidad, don Jaime Chiang Acosta.

En 1975, se gradúan las primeras promociones de Técnicos y Subtécnicos en Electrónica, Mecánica y Química. Muchos de los egresados eran alumnos trabajadores de la industria regional. En 1980, la Escuela de Técnicos Diurna se integra al proceso de postulaciones de las Universidades Chilenas. Durante las últimas décadas, la sede crece en infraestructura y equipamientos tecnológicos.

Hoy, nuestra Casa de Estudios está conformada por un cuerpo de profesores, con jornada completa y parcial, que imparte docencia a, aproximadamente, dos mil alumnos. Entrega carreras de Técnico Universitario e Ingeniería de Ejecución.

## 2.2 Taller de mecánica industrial

### Labores que se desempeñan

El Técnico de Nivel Superior Mecánico en Industrial podrá desempeñarse principalmente en empresas de procesos productivos, siendo la industria manufacturera y metalmecánica la de mayor demanda, por lo que es responsable de la proposición y elaboración de las tecnologías de producción, se puede desempeñar en tareas de fabricación de piezas por arranque de virutas y componentes de precisión, mediante un conjunto de operaciones necesarias para transformar y modificar materiales, así como de la elaboración de planes de mantenimiento de los equipos industriales y procesos de reacondicionamiento y reparación de las piezas típicas de estas. Su ocupación es en empresas relacionadas con este sector industrial, como metalmecánicas, maestranzas, fundiciones, matriceras, rectificadoras, importadoras y comercializadoras de máquinas, herramientas, accesorios, insumos y repuestos.

Las tareas que principalmente se desarrollan en el taller son los fundamentos de los procesos de fabricación de piezas, Maquinaria industrial, corte de metales. Los alumnos de la universidad desempeñan sus actividades operando en taladradoras, tornos, fresadoras, recortadores y rectificadoras.

### Áreas de Trabajo

Diseño Mecánico y Materiales

Fluidos y Energía

Proyectos

## 2.3 Descripción del taller

El taller de mecánica industrial cuenta con un espacio dividido por grupos de máquinas desde un punto de vista ubicados en la entrada del taller hacia la derecha nos encontramos con los estantes con herramientas además de mesones en donde se puede apreciar que la luz natural es escasa, en estos mesones por lo señalado por los alumnos, se imparten clases, involucrando tareas de lectura y escritura. Mas al centro del taller nos encontramos con dos mesones largos en donde se encuentran las prensas manual mecánicas, en donde la luz natural debido a que el taller cuenta con tragaluces en su techo impacta directamente sobre el mesón la mayor parte del día pudiéndose apreciar claramente en el modelo 3D que está en el capítulo 3.4. Mas a la izquierda nos encontramos con los tornos y fresadoras, además de otras máquinas que implican movimiento. En donde la iluminación es bastante buena e incluso se puede apreciar que es un tanto excesiva.

## CAPÍTULO 3

### 3.1 Evaluación

Es importante tener niveles de iluminación adecuados para poder desempeñar eficazmente las tareas dentro del taller. Para realizar la evaluación se medirá el nivel de iluminación sobre los objetos del taller, la evaluación se realizará en 3 momentos, correspondientes a mañana, tarde y noche.

- Lo que se medirá es la iluminancia del taller basado en la unidad de medida de fotometría del sistema internacional que es el lux ( $\text{lm}/\text{m}^2$ ).
- Utilizando como guía para tener nociones en torno a realizar la medición con el luxómetro será utilizada la metodología que descrita y correspondiente al paso uno del protocolo para la evaluación de la luminancia e iluminancia en los lugares de trabajo.

### 3.2 Tipo de luminaria del taller de mecánica industrial

Es importante destacar que el taller cuenta con parte de su tejado transparente con la función de que este haga de tragaluz y así poder aprovechar al máximo la luz solar sin saturar el ambiente de trabajo ya que este tejado transparente consta de 6 filas verticales a lo ancho del techo en las dos alas de este. Aun así, este cuenta con un total de 10 luminarias reflectores tipo campana marca Phillips de 250 V y una potencia de 400 W. Estas ocasionalmente están encendidas durante el día.

### 3.3 Curva fotométrica de las luminarias (campana industrial)

Las curvas fotométricas nos dan el rango de iluminación de las luminarias además nos señala la intensidad y la cantidad de lux que proyecta sobre los objetos de dependiendo de la altura en la que se encuentre el objeto de la luminaria.

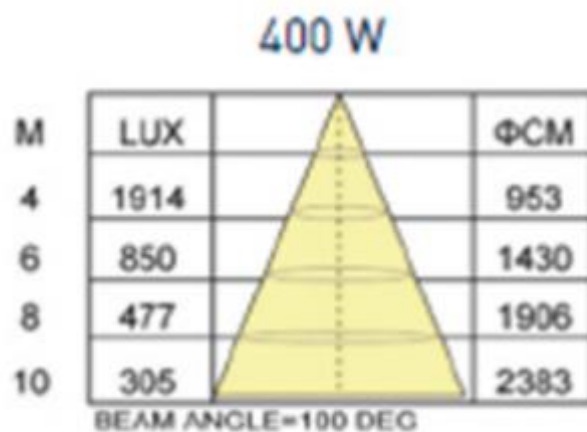
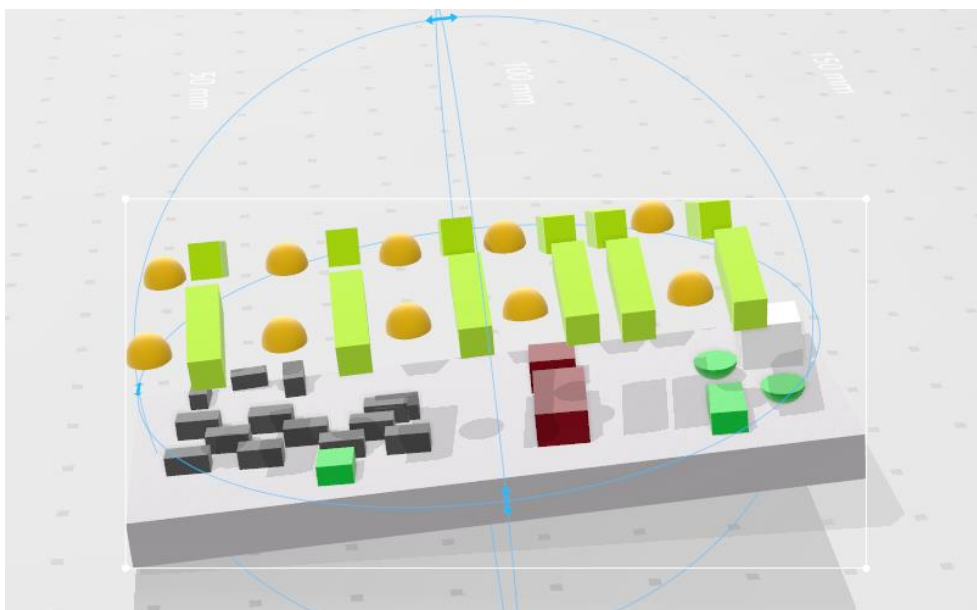
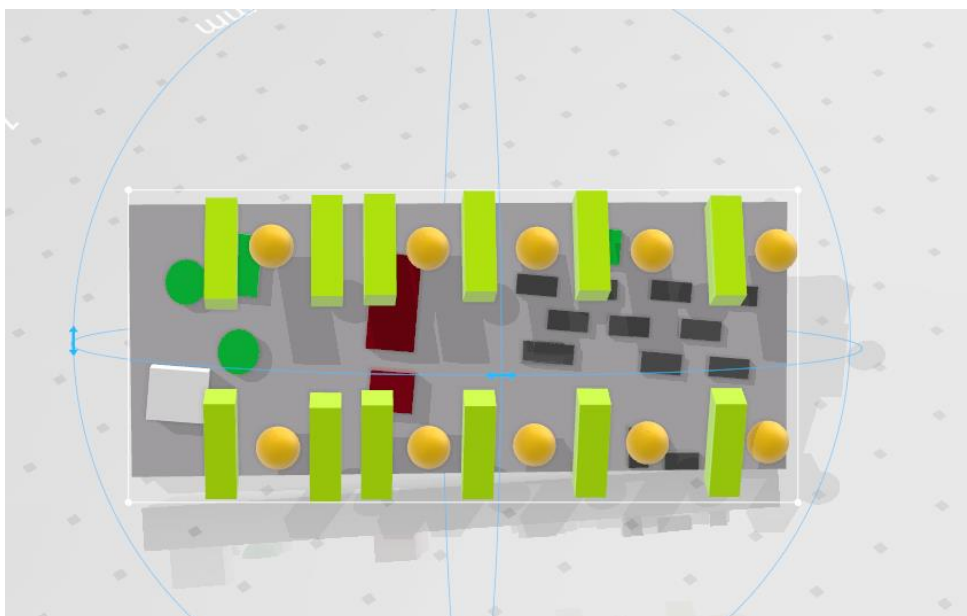


Ilustración 2 fuente google imagenes

### 3.4 Modelo 3D ubicación de las luminarias del taller

En este modelo 3D se pueden apreciar las ubicaciones de las principales maquinas del taller de mecánica industrial. Correspondiendo a los cuadros de color verde claro como los tragaluces, las medias circunferencias amarillas como las lámparas, los cubos agrupados pequeños de color gris correspondería a los tornos y fresadoras, cubos de color marrón a los mesones de las prensas manual mecánicas, el cubo plano a otra máquina aislada y finalmente las medias circunferencias con el cubo verde a los mesones de estudio.



### 3.5 Herramienta de evaluación

En resumen, el luxómetro sirve para la medición de iluminancia en la industria, la agricultura y la investigación. Para efectos de esta evaluación se utiliza el luxómetro para determinar la cantidad iluminación en puestos de trabajo. De acuerdo con los resultados obtenidos con el luxómetro que la universidad facilitará para realizar la evaluación, se podrá determinar si el nivel de iluminación de taller es el adecuado de acuerdo con los parámetros del decreto #594.

## CAPÍTULO 4

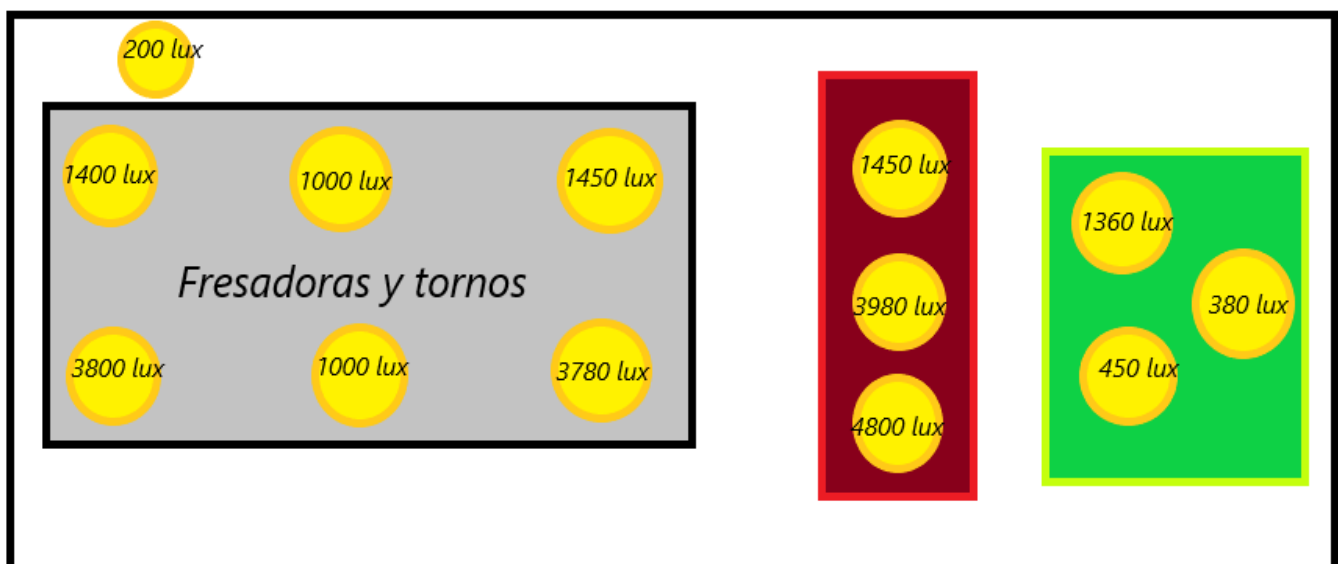
### 4.1 Mediciones

Las mediciones fueron realizadas durante 3 momentos en el día, mañana, tarde, tarde-noche. Es muy importante señalar que las mediciones fueron hechas en los meses de Octubre y Noviembre. Por lo tanto, es necesario explicar que debido al cambio de hora la salida del sol comprendía desde las 06:50 am y se oculta aproximadamente a las 21:30 horas. Sin embargo, el horario funcionamiento del taller de mecánica industrial como se señala en el anexo comprende desde las 08:15 de la mañana hasta las 19:00 de la noche.

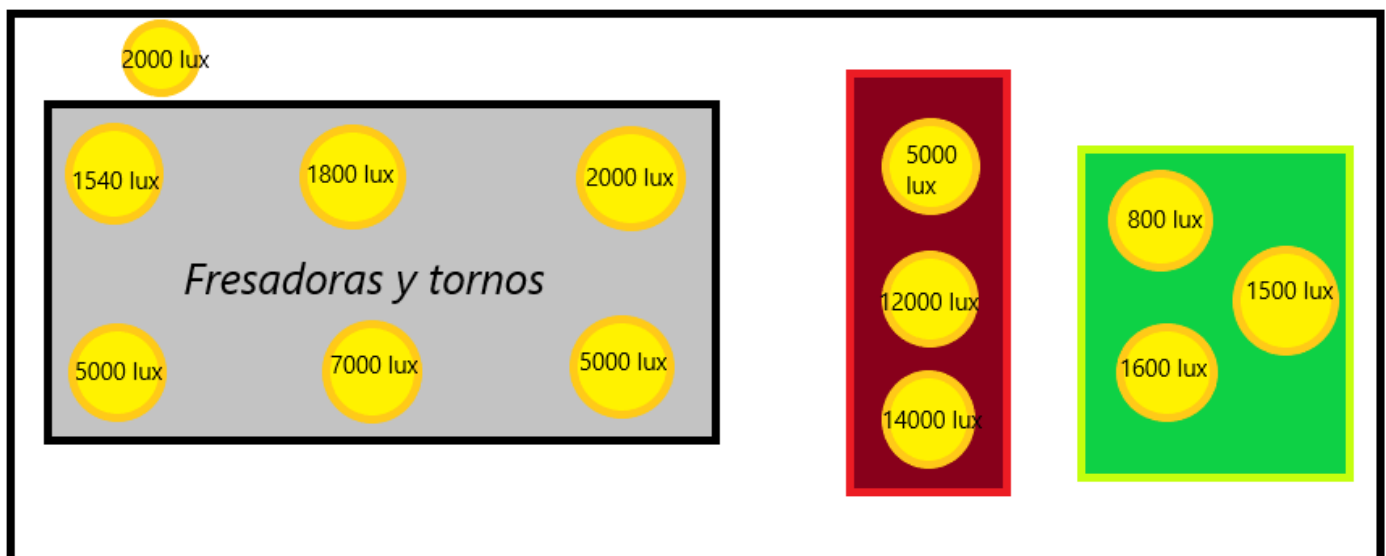
En lo conversado con el jefe encargado del taller Luis Fonseca señala que durante todo el año se ha mantenido ese horario en lo que respecta del 2018 y que hubo un año en el cual se impartió un taller en un horario nocturno pasado las 19:00 horas, pero fue un taller esporádico. Por lo tanto, debido a la fecha en que fue requerido realizar el informe y al horario actual de funcionamiento del taller. Se realizaron mediciones a las 08:30 a 09:00 de la mañana, luego a las 16:30 -17:30 a 18:00 de la tarde y posteriormente de 20:00 a 21:00 de la noche en 3 oportunidades. Estas mediciones fueron realizadas en todo el taller con un luxómetro, el cual fue facilitado por la misma universidad.

Las medidas utilizadas por lo señalado en el decreto supremo 594 fueron los lux.

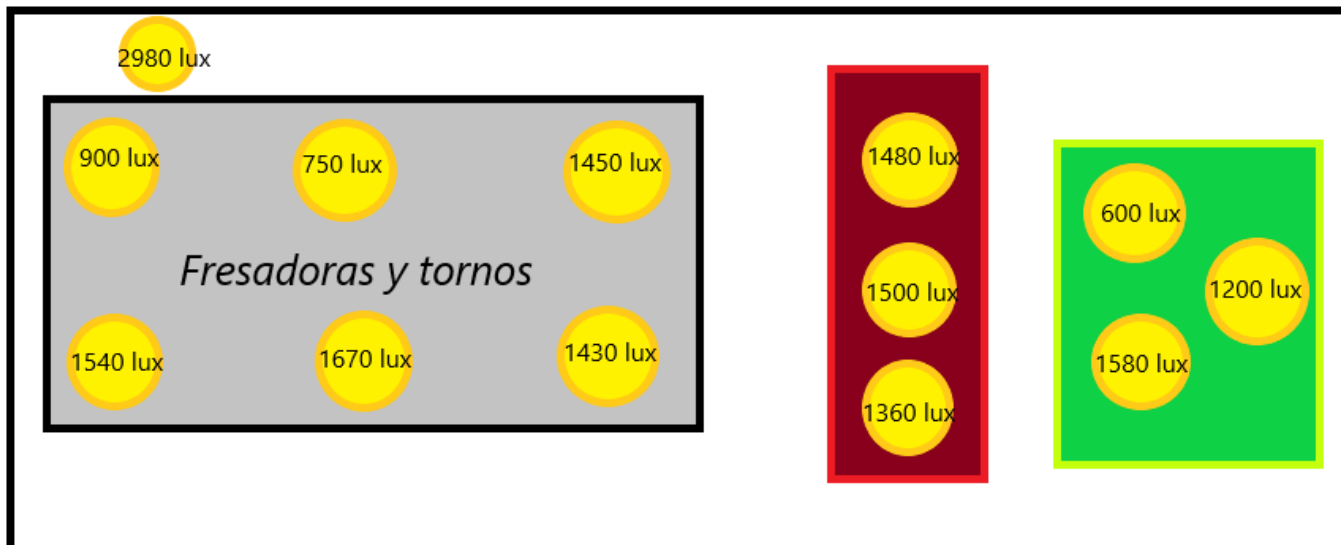
#### **Croquis con puntos de medición valores correspondientes a horario 8:30 a 9:00**



#### **Croquis con puntos de medición valores correspondientes a horario 16:30 a 18:00**



## Croquis con puntos de medición calores correspondientes a horario 20:00 a 21:00



### 4.2 Resultados de las mediciones

Las mediciones que fueron realizadas a las 08:30 a 09:00 de la mañana, fueron realizadas con las lámparas apagadas y encendidas pero debido a la hora la diferencia lumínica fue bastante escasa. Entonces las mediciones arrojaron los siguientes resultados:

- I. En la zona de los mesones cerca de la estantería con herramientas: En esta área se lleva a cabo las clases, por lo tanto, involucra actividades tales como escribir y leer. Los mesones arrojaron tener un nivel de iluminación que va desde los 380 lux (sin luz encendida) como mínimo a los 1360 lux (con la luz encendida) como máximo.
- II. En la zona de los mesones con las prensas mecánicas: En esta zona con una gran extensión que va desde casi todo el ancho del taller en la cual se trabaja con el presado de piezas pequeñas. La evaluación arrojó una mínima de 1450 lux y una máxima de 4800 lux. La gran brecha entre ambos resultados se debe a que la luz captada por los tragaluzes del taller da directamente sobre el mesón de forma heterogénea. Además de que debido al paso de las nubes la luz presentaba breves variaciones en su intensidad.
- III. En la zona de las fresadoras junto al mesón verde: Al realizar la evaluación arrojó una mínima de 1000 lux en la zona del mesón y una media de 3800 lux en la zona de las fresadoras este aumento en la cantidad de lux se atribuye al impacto directo de los rayos solares a través del traga luz.
- IV. En la zona de los tornos: comprendiendo alrededor de 14 tornos los cuales usan gran parte del área del taller en conjunto a fresadoras y un mesón en el centro en el cual se depositan materiales. Las mediciones en los tornos indican que hay aproximadamente de 1450 lux como mínimo a 1600 lux con luz de la luminaria como máximo en cada uno. En lo que comprende el mesón este aproximadamente comprendía de 1340 a 1600 lux.
- V. En la zona cerca de las ventanas del taller: En esta área comprende de algunas maquinas (ver anexo). Las mediciones arrojaron un bajo nivel de iluminación con luz apagada de 200 lux como mínima a 350 lux como máxima con la luz apagada, sin embargo, al encender la luz arrojaron de 1700 lux como mínima a 2000 lux como máxima.

Para las mediciones realizadas en el horario de 16:30-17:30 a 18:00 horas, las cuales también se realizaron tanto con las luces encendidas como apagadas aun así debido a la estación del año comprendida en primavera y al cambio de horario que este periodo implica, aun había bastante iluminación en el taller.

- I. En la zona de los mesones cerca de la estantería con herramientas: En esta área se lleva a cabo las clases, por lo tanto, involucra actividades tales como escribir y leer. Los mesones arrojaron tener un nivel de iluminación que va desde los 500 lux como mínimo a los 1600 lux como máximo (con luces apagadas). Se puede notar el aumento en los niveles de iluminación debido a la posición del sol.
- II. En la zona de los mesones con las prensas mecánicas: En esta zona con una gran extensión que va desde casi todo el ancho del taller en la cual se trabaja con el presado de piezas pequeñas. La evaluación arrojó una mínima de 5000 lux y una máxima de 14000 lux. La gran brecha entre ambos resultados se debe a que la luz captada por los tragaluces del taller da directamente sobre el mesón de forma heterogénea. Además de que debido al paso de las nubes la luz presentaba breves variaciones en su intensidad. Este gran salto de iluminación es atribuido a que el sol da directamente sobre el mesón de manera directa por lo tanto los resultados dieron este gran salto.
- III. En la zona de las fresadoras junto al mesón verde: Al realizar la evaluación arrojó una mínima de 1000 lux en la zona del mesón y una media de 3900 lux en la zona de las fresadoras este aumento en la cantidad de lux se atribuye al impacto directo de los rayos solares a través del traga luz.
- IV. En la zona de los tornos: comprendiendo alrededor de 14 tornos los cuales usan gran parte del área del taller en conjunto a fresadoras y un mesón en el centro en el cual se depositan materiales. Las mediciones en los tornos indican que hay aproximadamente de 2000 lux como mínimo a 7000 lux como máximo en cada uno. En lo que comprende el mesón este aproximadamente comprendía de 4000 a 5000 lux. Al igual que los otros resultados la luz del sol directo tuvo gran influencia en los altos y desiguales niveles lumínicos.
- V. En la zona cerca de las ventanas del taller: En esta área comprende de algunas máquinas (ver anexo). Las mediciones arrojaron un bajo nivel de iluminación con luz apagada de 400 lux como mínima a 600 lux como máxima con la luz apagada, sin embargo, al encender la luz arrojaron de 1700 lux como mínima a 2000 lux como máxima.

Pese a que el horario de salida es a las 19:00 horas y no hay más actividades en el taller de mecánica industrial, de igual manera para poder medir el taller con el menor nivel de iluminación posible fueron realizadas las mediciones a las 20:00 horas a 21:00 sin embargo debido a la estación del año, aun el taller se encontraba con iluminación natural baja. Al igual que las otras evaluaciones se evaluó el lugar con luces tanto apagadas como encendidas

- I. En la zona de los mesones cerca de la estantería con herramientas: En esta área se lleva a cabo las clases, por lo tanto, involucra actividades tales como escribir y leer. Los mesones arrojaron tener un nivel de iluminación que va desde los 200 lux como mínimo (con luces apagadas) a los 1580 lux como máximo (con luces encendidas). Hay un mayor nivel de iluminación que en la madrugada.
- II. En la zona de los mesones con las prensas mecánicas: En esta zona con una gran extensión que va desde casi todo el ancho del taller en la cual se trabaja con el presado de piezas pequeñas. La evaluación arrojó una mínima de 720(con luces apagadas) lux y una máxima de 1480 lux (con luces encendidas). La gran brecha entre ambos resultados se debe a que la luz captada por los tragaluces del taller da directamente sobre el mesón de forma

heterogénea. Además de que debido al paso de las nubes la luz presentaba breves variaciones en su intensidad. Debido a la hora hubo un gran descenso en la intensidad lumínica.

III. En la zona de las fresadoras junto al mesón verde: Al realizar la evaluación arrojó una mínima de 780 lux en la zona del mesón (con luces apagadas) y una media de 800 lux en la zona de las fresadoras. Sin embargo, con las luces encendidas hubo un ligero aumento de 1430 lux en el mesón y de 1670 en las maquinas.

IV. En la zona de los tornos: comprendiendo alrededor de 14 tornos los cuales usan gran parte del área del taller en conjunto a fresadoras y un mesón en el centro en el cual se depositan materiales. Las mediciones en los tornos indican que hay aproximadamente de 750 lux como mínimo a 800 lux como máximo en cada uno con luces apagadas y encendidas con una máxima de 1580. En lo que comprende el mesón este aproximadamente comprendía de 800 (luces apagadas) a 1100 (luces encendidas) lux.

VI. Zona cerca de las ventanas del taller: En esta área comprende de algunas maquinas (ver anexo). Las mediciones arrojaron un bajo nivel de iluminación con luz apagada de 145 lux como mínima a 150 lux como máxima con la luz apagada, sin embargo, al encender la luz arrojaron de 1700 lux como mínima a 2980 lux como máxima.

#### 4.3 Comparación con el marco legal exigido por el D.S. 594

- I. Para los mesones cerca de la estantería al comparar los resultados con las exigencias legales del decreto en donde se realizan actividades tales como la lectura y uno que otro trabajo con detalles finos, la exigencia es de un mínimo de 500 lux para poder realizarlos, sin la luz encendidas en lo que comprende el horario de mañana y noche cuyos valores son ligeramente inferiores a los mínimos exigidos hace que haga falta el poder operar con las luces encendidas para tener una buena iluminación. Sin embargo, en las operaciones con la luz de la tarde estas si tienen el nivel de iluminación mínimo exigido por el decreto.
- II. En el caso de la iluminación de la segunda área en donde está el mesón con las prensas mecánicas la iluminación cuenta necesaria por lo señalado en el decreto sin embargo esta presenta zonas de mucha luminancia generando exceso de esta, en otras palabras, contaminación lumínica. Los alumnos señalan que como trabajan con piezas metálicas la luz reflejada por la mesa (la cual es opaca) y por las piezas es molesta para la vista y dificulta el desarrollo de la actividad.
- III. En conclusión, el taller cumple con los parámetros señalados por el decreto, sin embargo, surge la problemática de que hay un exceso de iluminación.

Por lo tanto, esto significa que, pese a cumplir los niveles mínimos de iluminación lo cual es bueno, la cantidad de lux que recibe las superficies es demasiado reflejando gran parte de esta lo cual ocasiona deslumbramiento impidiendo la correcta visualización de los detalles al momento de manipular objetos. Lo cual hace que el tener este exceso de iluminación sea algo negativo.

Entonces para remediar el problema como proposición lo cual será detallado mas adelante, se plantea un cambio de la ubicación de las superficies que generan este efecto.

## 4.4 Medición subjetiva

Para realizar una medición de carácter subjetivo con respecto al confort lumínico, se realizará apoyado en el cuestionario español “Evaluación y acondicionamiento en la iluminación en los puestos de trabajo”. Esta evaluación consta de un cuestionario el cual debe ser contestada por la persona evaluada respecto al confort lumínico que siente en su puesto de trabajo, además también existe una sección de preguntas las cuales el evaluador constatará de acuerdo con las observaciones que este realiza en las condiciones luminosas en el puesto de trabajo del evaluado. Este cuestionario fue aplicado a un total de 5 alumnos de la universidad que desempeñan sus actividades en el taller durante las jornadas de trabajo o clases en donde deben de operar con maquinarias tanto así como en el desempeño de actividades que implican el escribir o leer entonces los evaluados señalaron que pese a contar con buena iluminación, está en el transcurso del día debido a los tragaluces del lugar en determinadas horas del día ( como se detalla en el anexo de los horarios con mayor nivel lumínico) tiende a ser excesiva e incluso genera deslumbramiento, por lo tanto esto en algunas ocasiones dificulta el poder visualizar detalladamente algunos detalles de las distintas herramientas con las cuales operan. Es importante de señalar que todos están de acuerdo en que en las mesas de estudios hace falta una luz localizada para un mejor contraste con las hojas de papel, en este caso hacen referencia a los mesones junto a los estantes, estos cuentan con bajos niveles de iluminación y es ahí donde se desempeñan tareas de escrituras ya que es en donde en algunas ocasiones se realizan clases o evaluaciones escritas.

En la legislación actual solo se da énfasis en la cantidad de iluminación que esta sea buena para desempeñar las labores requeridas, dejando de lado el confort que el usuario pueda sentir con respecto a la iluminación de su puesto de trabajo. El confort lumínico es necesario tomarlo en cuenta para que quien ejecuta las tareas en su puesto de trabajo, se sienta cómodo con respecto a la visualización de su entorno, ayudando enormemente a la eficiencia de las tareas y a la apreciación precisa de los elementos del lugar.

## 4.5 Resultados de la evaluación

### **Test de Iluminación**

**Ítem 1: Sistema de iluminación existente:** Iluminación natural y artificial.

### **Ítem 2: Mantenimiento**

2.1: se mantienen limpios y practicables las ventanas: Si

2.2: Existe un programa de mantenimiento y limpieza periódica del sistema de iluminación artificial: Si

2.3: ¿Existen lámparas fundidas o averiadas?: No

2.4: ¿Existen luminarias con apantallamiento o difusores deteriorados?: No

2.5: ¿Existen luminarias sucias o cubiertas de polvo?: No

### **Ítem 3: Niveles de Iluminación**

3.1: El nivel de iluminación disponible en el puesto es suficiente para el tipo de tarea que realiza: Si (el 100% de los encuestados contestó que sí, ya que encontraban que en general la iluminación es buena)

3.2: En caso de trabajar con pantallas de visualización, ¿resulta demasiado elevado el nivel de iluminación?: No aplica

3.3: ¿Existen diferencias de iluminación acusadas dentro de la zona de trabajo?: No

3.4. ¿Existen diferencias de iluminación muy grandes entre la zona de trabajo y el resto del entorno visible?: Si (el 100% encuestados)

3.5. ¿Es suficiente el nivel de iluminación en las zonas de paso?: Si (100% de los encuestados)

#### **Ítem 4: Deslumbramiento**

4.1: ¿luminarias muy brillantes?: No

4.2: Ventanas frente al trabajador: No aplica

4.3: Otros elementos: No

#### **Ítem 5: Reflejos Molestos**

5.1. ¿Se producen reflejos molestos en la propia tarea?: Si (El 60% de los encuestados respondió que sí, específicamente al trabajar con piezas brillantes en zonas con mucha iluminación)

5.2. ¿Se producen reflejos molestos en las superficies del entorno visual?: Si (El 100% respondió que en determinados momentos se producían reflejos molestos en mesones en zona de prensas manual mecánicas)

#### **Ítem 6: Desequilibrios de luminancia**

6.1. ¿Existen diferencias grandes de luminosidad(luminancia) entre elementos del puesto?: Si (El 100% de los encuestados)

#### **Ítem 7: Contraste de la tarea**

7.1. ¿Existe un buen contraste entre los detalles o elementos visualizados y el fondo sobre el que se visualizan?: Si (El 100% de los encuestados)

#### **Ítem 8: Sombras**

8.1. ¿Se proyectan sobre la tarea sombras molestas?: No (El 100% de los encuestados)

#### **Ítem 9: Reproducción del color**

9.1 ¿Permite la iluminación existente una percepción de los colores suficiente para el tipo de tarea realizada?: Si (El 100% de los encuestados)

#### **Ítem 10: Parpadeos**

10.1. El sistema de iluminación ¿produce parpadeos molestos?: No (El 100% de los encuestados)

#### **Ítem 11: Efectos estroboscópicos**

11.1. En el caso de que se requiera la visualización de elementos giratorios o en movimiento, ¿se perciben efectos estroboscópicos? Si (El 100% de los encuestados señaló que en máquinas fresadoras se producía el efecto).

#### **Ítem 12: Campo visual**

12.1. Los elementos visualizados frecuentemente en la tarea ¿se encuentran situados dentro de los siguientes límites?: Si (El 100% de los encuestados)

12.2. ¿Existen obstáculos dentro del campo visual que dificultan la visualización de la tarea?: No (El 100% de los encuestados)

**Cuestionario de evaluación subjetiva:**

- 1. Considera usted que la iluminación en su puesto de trabajo es:** Algo molesta
- 2. Si usted pudiera regular la iluminación para estar más cómodo, preferiría tener:**  
Menos luz

**Señale con cuál o cuáles de las siguientes afirmaciones está de acuerdo:**

- Las luces producen brillos o reflejos en algunos elementos de mi puesto de trabajo
  - Necesitaría más luz para poder realizar mi trabajo más cómodamente. (En el caso del mesón frente al pizarrón)
  - En algunas superficies, instrumentos, etc. de mi puesto de trabajo hay reflejos. (Sobre todo en mesón de prensas manual mecánicas)
- 3. Si durante o después de la jornada laboral nota alguno de los síntomas siguientes, señálelo:** Fatiga en los ojos (El 20% de los encuestados)

## CONCLUSIÓN

De acuerdo con las mediciones en los niveles de lux existentes en el taller, metodología de medición que trato de seguir a modo de guía la primera etapa de medición indicada por el “protocolo para la evaluación de la luminancia e iluminancia en los lugares de trabajo” para luego los resultados obtenidos fueron comparados de acuerdo con los parámetros del D.S. 594. Para verificar si cumplen con la mínima cantidad de lux que establece la ley chilena para desempeñar sus tareas en el taller. Las conclusiones son:

- El nivel de iluminación sobre pasa el mínimo para desempeñar exitosamente las tareas requeridas sin embargo existe niveles altos de iluminación.
- Existen superficies de trabajo con altos niveles de iluminación debido a los tragaluces del taller.
- Es necesario tomar medidas en los deslumbramientos ya que los alumnos señalan sentir molestias al operar en zonas con exceso de iluminación, estas zonas son específicamente en los mesones en donde están las prensas manual mecánicas, durante las jornadas de mañana y tarde la luz que impacta en el mesón es excesiva y se refleja por lo tanto ocasiona molestias al operar en esos momentos. La otra zona importante de señalar es en donde se ubica los tornos y fresadoras que también tienen altos índices de iluminancia.
- Además, señalan los alumnos requerir de mayor iluminación en la zona de los mesones, pese a que este si cumpla con la exigencia legal. Estos mesones son los ubicados frente a la estantería y al pizarrón es ahí donde se llevan a cabo certámenes o clases.

Por lo tanto, la evaluación en términos legales fue muy satisfactoria, legalmente el lugar es apto para las tareas que se desempeñan, sin embargo, se hace evidente la importancia de haber realizado en paralelo la evaluación subjetiva ya que el que se cumpla con la legalidad no es por defecto sinónimo de ser ideal, ya que en confort lumínico es necesario tomar medidas o generar recomendaciones. En Chile se busca proteger la salud de los trabajadores, pero no buscar la comodidad o confort de estos. Por ello fue necesario basarse en un cuestionario extranjero para finalmente realizar la comparación confort vs estándar. Es importante señalar que trabajar en una zona que nos parezca confortable es fundamental para tener un buen desempeño y también tiene gran repercusión en la salud y seguridad de las personas.

## Recomendaciones

Para generar la serie de recomendaciones estas serán basadas en las observaciones tanto personales del evaluador, así como las dadas por los alumnos y apoyado en los resultados obtenidos de la prueba “evaluación y acondicionamiento de la iluminación en puestos de trabajo”. Los resultados de las mediciones de los niveles de lux obtenidos con el luxómetro los cuales fueron comparados con el decreto 594. Entonces con todo esto como base, las recomendaciones para otorgar un ambiente de trabajo con niveles de iluminación más confortables son:

- Incluir luminarias localizadas (lámparas de escritorio) en los mesones frente al pizarrón ya que en esa zona se desempeña labores de escritura y trabajo que implican distinguir bien detalles, como señalan las estudiantes estas ayudarían enormemente para confort de las tareas llevadas a cabo en esa zona.
- Modificar interruptores de la luminaria del taller para poder alternar funcionamiento de lámparas de acuerdo con los requerimientos y variaciones en los niveles de iluminación durante el día, debido a la posición del sol las zonas de iluminación van variando, por lo tanto, hay zonas que requieren de mayor iluminación a determinadas horas del día que otras. Además, esto ayudaría al ahorro energético del lugar.
- Evitar consumo innecesario de luz en las horas pic de iluminación 16:30 a 18:00 horas. Se recomienda apagar la luminaria artificial ya que con la luz solar que ingresa por los tragaluces del taller es más que suficiente para poder desempeñar labores con normalidad y eficiencia en esos horarios.
- Como se explica en la conclusión existe una iluminación natural excesiva en el taller a determinadas horas del día lo cual genera deslumbramiento por el reflejo de los rayos lumínicos perjudicando la distinción de los detalles al momento de manipular objetos que requieran de una buena visualización, entonces se recomienda persianas o filtros que generen apantallamiento en los tragaluces para opacar o disminuir la cantidad luminosa que impacta sobre las áreas de trabajo y así evitar la contaminación lumínica por parte del impacto directo de la luz solar sobre puestos de trabajo.
- Pintar superficies y maquinarias con colores opacos para que estos absorban la máxima cantidad de luz, de esta manera se mitiga los reflejos lumínicos. Además, en la selección de los colores usar colores contrastantes para así mejorar la definición de los detalles. Ya que como se puede ver en los anexos las maquinarias están en su mayoría pintadas de un gris brillante al igual que el suelo del lugar. Es importante señalar que el pintar de colores opacos pero atractivos puede generar una sensación de confort visual, ya que debido a los contrastes y a una mejor apreciación de detalles da una sensación de satisfacción, orden y limpieza en el lugar.
- Mover los mesones de lugar, ubicando los mesones en donde se realizan clases o trabajos escritos en donde hay mayor iluminación y los mesones de las prensas manual mecánicas ubicarlos en lugares de menor iluminación, aunque cuidando de que el nuevo lugar de ubicación tenga la iluminación suficiente y confortante para desempeñar las tareas que son necesarias llevar a cabo.
- Cambiar la superficie del mesón ya sea instalando una superficie opaca que los recubra o cambiando mesón completamente.
- Implementar luz localizada para evitar los efectos estroboscópicos.

## Propuesta

Como propuesta para dar solución la problemática de deslumbramiento, se propone cambiar el mesón en donde están ubicadas las prensas manual mecánicas de lugar, ya que es ahí donde impacta directamente la iluminación proveniente de los tragaluces del taller. Estos mesones en las mediciones realizadas durante la jornada de la mañana, así como en la de la tarde (entendiéndose que comprenderían un rango horario de 8:30 a 18:00 horas) dieron resultados muy elevados. Entonces como se puede apreciar en las fotografías en la sección de anexos estos mesones reflejan gran parte de luz que impacta en ellos lo cual resulta molesto al momento de realizar tareas durante esos horarios y por lo tanto entorpecen el desarrollo de las actividades. Para solucionar dicho problema, se observó que en los mesones ubicados cerca de la estantería del taller se realizan labores de escritura, clases y lectura están en una zona que pese a que si cumple con los estándares mínimo que establece el DS 594 están en una zona menos iluminada sin embargo para una mayor comodidad requieren de mayor iluminación para realizar confortablemente las actividades, entonces en base a estos antecedentes se propone cambiar los mesones de las prensas manual mecánicas en la zona de los mesones de escritura y los mesones de escritura se ubiquen en el lugar de en donde estaban las prensas manual mecánicas, ya que es ahí donde da directamente la luz natural que entra por los tragaluces otorgando una mayor iluminación para las actividades de lectura y escritura además como se trabaja con materiales tales como papeles que no reflejan tanto la luz como las piezas metálicas, el problema de deslumbramiento se solucionaría.

## ANEXOS



*Luxómetro , AEMC Ltda 1*



*foto general del taller 1*



*luminaria del taller 1*



*Traga luz del taller 1*



*Fresadora 1*



*tornos 1*



*Mesón con prensa manual mecánica 1*



*Maquinas cerca de ventana 1*



*Impacto directo de luz por tragaluz 1*



*exceso lumínico 1*

## Tablas

Lugar	De 08:00 a 09:00	De 16.30 a 17:30	De 20:30 a 21:00
Mesones prensas mecánicas	1450 lux L/N 4800 lux L/N	5000 L/N 14000 L/N	720 L/N 1480 L/L
Mesones estantería	380 lux L/N 1360 lux L/L	500 L/N 1600 L/L	200 L/N 1580 L/L
Fresadoras	1000 L/N 3800 L/N	1000 L/N 1450 L/L 3900 L/L	780 L/N 1430 L/L
Tornos	1450 L/N 1600 L/N	4000 L/N 7000 L/N	750 L/N 1580 L/L
Zona cerca de ventanas	200 L/N 1830 L/L	400 L/N 1940 L/L	150 L/N 1980 L/L

Lugar	De 08:00 a 09:00	De 16.30 a 17:30	De 20:30 a 21:00
Mesones prensas mecánicas			
Mesones estantería	L/L		
Fresadoras			
Tornos			
Zona cerca de ventanas	L/L	L/L	L/L

## Linkografía

- I. (Dirección General de Comunicaciones, 2018, pág. <http://www.concepcion.usm.cl/>)
- II. (2018, pág. <http://www.inacap.cl>)
- III. ([www.pce-iberica.es](http://www.pce-iberica.es), 2018)
- IV. (<http://www.insht.es>, 2018)
- V. (<http://www.ispch.cl>, 2018)