

579
21



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

**" CONSIDERACIONES Y FACTORES QUE DEBEN
SER TOMADOS EN CUENTA EN LA ILUMINACION
PARA DIFERENTES TRABAJOS DE OPERACION EN
NAVES INDUSTRIALES "**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A :

NICOMEDES FIGUEROA MARBAN

ASESOR: ING. FRANCISCO GUTIERREZ SANTOS

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1997

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD IZCALLI
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR

DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES, S. A. S.
FACULTAD DE CIENCIAS
SUPERIORES-CUAUTITLAN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FEG-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

" Consideraciones y factores que deben ser tomados en cuenta en la
iluminación para diferentes trabajos de operación en naves industriales "

que presenta el pasante: Nicomedes Figueroa Marbán
con número de cuenta: 8203608-9 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cuautitlan Izcalli, Edo. de Méx., a 10 de Febrero de 1997

PRESIDENTE Ing. Francisco Gutiérrez Santos
VOCAL Ing. Casildo Rodríguez Arciniega
SECRETARIO Ing. Jaime Rodríguez Martínez
PRIMER SUPLENTE Ing. María de la Luz González Quijano
SEGUNDO SUPLENTE Ing. Martha Lilia Urrutia Vargas

[Firma]
[Firma]
[Firma]
[Firma]

DEDICATORIAS

A MIS PADRES

Por todo el apoyo que me brindaron siempre guiándome por el buen camino, ayudándome en las metas que por el momento me he propuesto alcanzar.

A MIS HERMANOS

Que gracias a ellos y con sus consejos que me infundieron fui capaz de lograr una de mis metas.

A MI CUÑADO

Que gracias a su paciencia, por haberme soportado todo este tiempo desde que me vine a estudiar el bachillerato y terminar la carrera.

A MI ASESOR DE TESIS ING. FRANCISCO GUTIÉRREZ SANTOS

Por haberme brindado un poco de su tiempo valioso en sus horas laborables dentro de la empresa, para asesorarme y dirigirme la tesis.

AL ING. OCTAVIO SILVA

Por haberme brindado un poco de su tiempo valioso en sus horas laborables dentro de la empresa, para poder concluir la traducción de mi tesis.

AL ING. AURELIO VELÁZQUEZ

Que fue mi profesor de inglés durante un año, y que me ayudó en la traducción al inicio de mi tesis.

AL ING. RAFAEL RODRÍGUEZ CEBALLOS

Quién agilizó los trámites correspondientes para poderme titular.

A MIS PROFESORES

Que de alguna manera u otra ellos fueron los pilares para que yo lograré mi formación en ésta carrera.

A YASMIN

Quién de una manera influyó mucho en la determinación y dedicación para poder llevar a cabo la realización de mi tesis, además de que me apoyó en la traducción y mecanografía de la misma, y que gracias a la paciencia que me ha tenido durante todo este tiempo en las veces que he andado de mal humor y que hemos compartido juntos.

A LA SRA. MARTHA ESPINOSA LÓPEZ

Quien se desempeña como la jefa de revisión de estudios, y que también me ayudó en la agilización de este trámite que es un poco tardado.

**AL DESS. RODOLFO CRUZ
RODRÍGUEZ**

Coord. Acad. Admvo. de Campo
I. Por su apoyo y orientación para la
impresión del documento base de mi
tesis.

**AL ACT. GUILLERMO
CALDERÓN FABELA**

Gracias al apoyo y confianza que
ha depositado en mí durante todo este
tiempo para la realización de mi tesis.

**A LA FAMILIA SOTO
FERNÁNDEZ.**

Por su confianza y respeto que
me han brindado durante todo este
tiempo que he tenido de conocerlos.

**AL PERSONAL QUE LABORA
EN LA COORD. ACAD. ADMVO.
DE CAMPO I**

Por su confianza que me
brindaron durante todo este tiempo, y
sobre todo cuando estuve imprimiendo
el documento base de mi tesis.

A LA F.E.S.C.

Por el tiempo en que estuve
inscrito como alumno formándome
profesionalmente, y ahora siendo como
un miembro más de su plantilla de
personal.

AL BIBLIOTECARIO

Miguel Ángel Soto Flores, quién
me auxilió con material bibliográfico,
que era difícil de conseguir debido a su
escasez dentro de la biblioteca de
Campo 4.

A MIS AMIGOS

Por compartir sus experiencias
en el área profesional, ayudando así para
mi formación.

ÍNDICE DE LA TESIS

PAG.

INTRODUCCIÓN

I.- FACTORES DE UNA BUENA ILUMINACIÓN INDUSTRIAL.

	1
* Calidad de Iluminación.	1
* Deslumbramiento Directo.	1
* Luminancia y Relaciones de Luminancia.	3
* Deslumbramiento Reflejado.	5
* Calidad del Color de la Luz.	7
* Cantidad de Iluminación.	8

II.- CONSIDERACIONES GENERALES DE DISEÑO PARA ÁREAS DE ILUMINACIÓN INDUSTRIAL.

	9
* Tipos de Equipo de Iluminación.	10
* Aspectos Constructivos que Influyen en la Selección de Luminarios y su Colocación.	15
* Factores de Consideración Especial.	16
* Iluminación y Acondicionamiento del Espacio.	16
* Iluminación en Áreas de Humedad Alta, Atmósfera Corrosiva y Áreas Peligrosas.	17
* Condiciones de Temperatura Anormal.	17
* Mantenimiento.	18

III.- ILUMINACIÓN PARA TAREAS COMPLEMENTARIAS EN LA INDUSTRIA

	19
* Luminarios para Iluminación de Tareas Complementarias.	20
* Clasificación de Tareas Visuales y Técnicas de Iluminación.	23
* Efectos y Técnicas Especiales.	27

IV.- INFORMACIÓN DE ILUMINACIÓN PARA UNA INDUSTRIA ESPECÍFICA.

	30
* Industrias de Aeronaves y Aerolíneas.	30
* Industria Automotriz.	47
* Panaderías.	62
* Petróleo, Plantas Químicas y Petroquímicas.	68
* Patios de Ferrocarril.	77

CONCLUSIONES

88

BIBLIOGRAFÍA

89

I N T R O D U C C I Ó N

Con la elaboración de ésta tesis se pretende dar a conocer los diferentes factores que se deben tomar en cuenta cuando se desee realizar un proyecto de iluminación de tipo industrial en diferentes áreas, teniendo en cuenta que son muchos los factores que intervienen para poder tener un desarrollo satisfactorio de las actividades que se quieran realizar, además del lugar en dónde se va a realizar la tarea específica.

Se hará una breve descripción de la aplicación para diferentes áreas de tipo industrial, donde se podrán determinar los factores involucrados en las áreas dependiendo de la aplicación para las cuales fueron elaboradas.

También en la industria se incluyen una gran gama de tareas visuales, condiciones operativas y consideraciones económicas.

Las tareas visuales que realizemos puedan ser pequeñas o grandes; de objetos oscuros o iluminados, transparentes ó translúcidos; en superficies especulares ó difusas; comprendiendo además formas planas y volumétricas. Así como en la tarea se puedan involucrar el movimiento del objeto y el espectador. Con cada una de las condiciones requeridas, la iluminación deberá proporcionar una adecuada iluminación para la transformación de materia prima en productos terminados. Los peligros físicos existen en casi todos los procesos industriales, y por lo tanto la iluminación será un factor de máxima importancia en la prevención de accidentes. La iluminación deberá ser un factor compensador para incrementar la velocidad de visión, la velocidad de algunos procesos que nos permitirá de un mínimo de tiempo para la percepción visual.

CAPÍTULO I

FACTORES DE UNA BUENA ILUMINACIÓN INDUSTRIAL

CALIDAD DE ILUMINACIÓN

La calidad de iluminación está relacionada con la distribución de luminancias en el contorno visual. Las luminancias contribuyen favorablemente en el desempeño visual, el confort visual, facilidad visual, seguridad y estética para la tarea visual que se requiera. El deslumbramiento, difusión, dirección, uniformidad, color, luminancia y relaciones de luminancia, todos tienen un efecto significativo en la visibilidad y habilidad para poder ver precisa y rápidamente. Algunas tareas visuales, tales como criterios de detalles finos requieren un análisis más cuidadoso y una iluminación de más alta calidad que otros. Las áreas donde las tareas visuales son más severas y desarrolladas durante largos periodos de tiempo requieren de más alta calidad que las tareas visuales esporádicas o de poca duración.

Las instalaciones industriales de baja calidad son reconocidas como incómodas y pueden ser peligrosas. Lamentablemente, las deficiencias moderadas pequeñas no son detectadas rápidamente, no obstante que el deslumbramiento mínimo puede resultar en pérdida material de eficiencia visual y fatiga innecesaria.

DESLUMBRAMIENTO DIRECTO.- Es provocado por la fuente de iluminación dentro del campo visual, ya sea solar ó eléctrica, se considera éste como deslumbramiento directo.

Para disminuir el deslumbramiento directo en áreas industriales, se deben considerar los siguientes pasos:

- (1) **Disminuir la luminancia de las fuentes de luz o el equipo de iluminación, o ambos.**
- (2) **Reducir el área de alta luminancia que causa el deslumbramiento.**
- (3) **Aumentar el ángulo entre la fuente del deslumbramiento y la línea de visión.**
- (4) **Aumentar la luminancia del área que rodea la fuente del deslumbramiento y contra el cual se vió.**
- (5) **Colocar rejillas ó refractores entre la fuente del deslumbramiento y la línea de visión.**

En las fábricas con ventanas sin sombras se origina deslumbramiento directo. Pueden permitir la vista directa del sol, porciones brillantes del cielo ó edificios brillantes adyacentes. Estas constituyen grandes zonas de alta luminancia en el campo visual normal.

Los luminarios que son demasiado brillantes en su entorno pueden provocar un deslumbramiento incómodo o un deslumbramiento de incapacidad o ambos. El deslumbramiento incómodo produce incomodidad visual sin que interfiera con la visibilidad. El deslumbramiento de incapacidad reduce la visibilidad como el desempeño visual y está acompañado por incomodidad visual. Para disminuir el deslumbramiento directo, los luminarios deberán ser colocados a una distancia considerable de la línea normal de visión. Deberán estar diseñados para limitar tanto la luminancia y la calidad de luz emitida en la zona de los 45 - 85°, debido a que la luz, posiblemente sea adecuada para estar dentro del campo visual, la cual puede interferir con la visión. Los luminarios con rejillas ó refractores pueden ser también usados para controlar el deslumbramiento. Estas precauciones se requieren también para el uso de equipo complementario de iluminación para tareas específicas.

Existe una divergencia tan amplia de tareas industriales y de condiciones ambientales que no son económicamente posible recomendar en un grado de calidad satisfactorio para todas las necesidades. El control de luminancia requerida depende de la tarea a realizar, el periodo de tiempo para desempeñarla y de aquellos factores que contribuyen al deslumbramiento directo. En áreas de producción, los luminarios dentro del campo visual normal deberán estar protegidos desde al menos 25° con respecto a la horizontal y preferentemente a 45°.

LUMINANCIA Y RELACIONES DE LUMINANCIA.- La habilidad para ver los detalles depende del contraste entre éstos y su entorno. A mayor contraste o diferencia en luminancia, mayor velocidad en la realización de la tarea. Los ojos funcionan más cómoda y eficientemente cuando la luminancia dentro del resto del entorno son uniformes. Por lo que, las luminancias en el campo visual deberán ser controladas cuidadosamente. En los procesos de manufactura existen muchas áreas donde no es práctico lograr las mismas relaciones de luminancia tales como oficinas. Pero entre las áreas de fabricación pesada y los espacios de las oficinas que se encuentran en el grueso de las áreas industriales; como una vía práctica para recomendar los índices de luminancia máxima para áreas industriales, *(ver Fig.1 Pág.5).*

Para conseguir las relaciones de luminancia recomendadas, es necesario seleccionar las reflectancias de todos los acabados de las superficies tanto del equipo como del cuarto así como controlar la distribución de la luminancia del equipo de iluminación. En la (*Fig. 2 Pág. 5*) se muestra los valores de reflectancia recomendados para interiores de industrias y equipos. Las superficies de alta reflectancia son deseables para proporcionar las relaciones de luminancia recomendadas y el uso de la luz. Estas mejoran la apariencia del espacio del trabajo.

En la mayoría de las industrias las máquinas son pintadas de tal manera que conforman un ambiente completamente armonioso desde un punto de vista del color. Se aconseja que el fondo sea ligeramente más oscuro que el área en donde se realiza la tarea visual, por lo que es aconsejable pintar tanto las partes fijas como movibles de las máquinas con colores contrastantes para reducir el riesgo de accidentes.

REFLEJOS VELANTES.- Son aquellos en donde los detalles de las tareas visuales son especulares, los reflejos velantes los cuales disminuyen la tarea visual, deben ser minimizados.

FIGURA 1.- Relaciones de Máxima Luminancia Recomendadas.

	Clasificación del Entorno *		
	A	B	C
1. Entre tareas y alrededores adyacentes oscuros.	3 a 1	3 a 1	5 a 1
2. Entre tareas y alrededores adyacentes claros.	1 a 3	1 a 3	1 a 5
3. Entre tareas y superficies remotas oscuras.	10 a 1	20 a 1	+
4. Entre tareas y superficies remotas claras.	1 a 10	1 a 20	+
5. Entre luminarias (o ventanas, tragaluces, etc) y superficies adyacentes a ellas.	20 a 1	+	+
6. En cualquier parte dentro del campo normal de visión.	40 a 1	+	+

* Las clasificaciones son:

- A. Áreas interiores donde las reflectancias del espacio completo pueden ser controladas en línea con recomendaciones para condiciones óptimas de visión.
- B. Áreas donde las reflectancias de la zona de trabajo inmediata puede estar controlada, pero no así el control de entornos alejados.
- C. Áreas (interiores y exteriores) donde es completamente impráctico controlar las reflectancias y difícil de alterar las condiciones del entorno.
- + Relación de control de luminancia no práctica.

FIGURA 2.- Valores Recomendados de Reflectancia (Aplicado a Clasificación del Entorno A y B en la fig. 1)

SUPERFICIES	REFLECTANCIA* PORCENTAJE
Techo	88 - 90
Paredes	40 - 60
Cubiertas de Escritorios y Bancos, Máquinas y Equipo	25 - 45
Pisos	No menos de 20

* La reflectancia debe ser mantenida tan cerca como sea posible a los valores recomendados.

DESLUMBRAMIENTO REFLEJADO.- Es causado por la reflexión de fuentes de luz de alta luminancia en superficies brillantes. En procesos industriales esto puede ser un problema particularmente serio donde la visión crítica está involucrada con superficies muy pulidas tales como metal pulido o maquinado, escalas del vernier y pantallas digitales.

Este puede ser minimizado o eliminado utilizando fuentes claras de baja luminancia u orientando el trabajo de tal manera que las reflexiones no sean dirigidas en la línea normal de visión.

DISTRIBUCIÓN, DIFUSIÓN Y SOMBRAS.- Las iluminancias uniformes horizontales (donde el nivel máximo no es mayor de un sexto sobre el nivel promedio, y el mínimo no es menor de un sexto del promedio) es lo más apropiado para interiores industriales específicos donde las tareas están espaciadas estrechamente y donde hay tareas similares que requieren la misma cantidad de luz. En tales instancias, la uniformidad permite flexibilidad de funciones y el equipo garantiza luminancias más uniformes. Las áreas vecinas con diferencias extremas de luminancia son indeseables ya que los ojos se fatigan al ajustarse a ellas.

Una uniformidad entre las áreas contiguas que tienen requerimientos diferentes de visibilidad (e iluminación) pueden ser consideradas como un desperdicio de energía; por ejemplo, un área de almacenamiento adyacente a un taller mecánico. En tales ubicaciones, es aconsejable diseñar y aplicar iluminación no uniforme entre esas áreas.

Esto puede llevarse a cabo utilizando luminarios de diferentes potencias de lámparas o ajustando el número de luminarios por unidad de área. La iluminación local restringida para una área de trabajo pequeña, es insatisfactoria a menos de que haya suficiente iluminación general.

Las sombras fuertes deben ser evitadas, pero algún efecto de sombra puede ser recomendado para acentuar la profundidad y la forma de los objetos. Existen algunas tareas visuales específicas donde las sombras claramente definidas mejoran la visibilidad, y tales efectos deben ser suministrados por equipo de iluminación complementaria colocado para la tarea particular.

CALIDAD DEL COLOR DE LA LUZ.- Para tareas visuales generales en áreas industriales, parece ser que no existe ningún efecto sobre la agudeza visual, debido a las variaciones en el color de la luz. En donde la discriminación del color o la correspondencia de color es una parte del trabajo, el color de la luz debe ser seleccionado cuidadosamente. Este es el caso cuando la diferenciación del color o la coincidencia del mismo es parte del trabajo. Un ejemplo de esto es la industria impresora.

El color, tiene un efecto sobre la apariencia del espacio de trabajo, tanto la complejión del personal como la apariencia de los colores de seguridad, especialmente bajo luces de sodio de alta presión. Por lo que la selección del sistema de iluminación y el plan decorativo deben ser coordinados cuidadosamente.

CANTIDAD DE ILUMINACIÓN

La cantidad aconsejable de luz (iluminancia) para una instalación depende principalmente de la tarea visual a realizar, la edad del trabajador, la velocidad y precisión al ejecutar la tarea.

Las recomendaciones de iluminancia para tareas y áreas industriales están dadas más adelante. Además, en varias instancias representantes de la industria han establecido tablas de valores de iluminancia únicos los cuales en su opinión, pueden ser utilizadas en preferencia para emplear los procedimientos de selección de iluminancia generales. Sin embargo, los valores de iluminancia para operaciones específicas pueden ser determinadas utilizando categorías de iluminancia de tareas, actividades similares, y la aplicación de factores de ponderación adecuados. En ambos casos, los valores dados son considerados como iluminancias que deben ser mantenidas.

En ubicaciones donde la suciedad se acumulará rápidamente en las superficies de los luminarios y donde el mantenimiento adecuado no se aplica, la iluminancia inicial deberá ser más alta que el valor mantenido.

En donde los trabajadores usan dispositivos protectores de ojos con lentes de color que reducen la luz incidiendo en el ojo, la iluminancia para las tareas debe ser aumentada de acuerdo a estas condiciones.

CAPÍTULO II

CONSIDERACIONES GENERALES DE DISEÑO PARA ÁREAS DE ILUMINACIÓN INDUSTRIAL

Para diseñar un sistema de iluminación industrial se deben considerar los siguientes factores como los principales requisitos de una buena planeación.

- 1.- **Determinar la cantidad y calidad de iluminación aconsejable para los procesos industriales involucrados y necesarios para producir un entorno adecuado y seguro.**
- 2.- **Seleccionar el equipo de iluminación que proporcione los requisitos de cantidad y calidad tomando en cuenta las características fotométricas así como el desempeño mecánico que vaya de acuerdo a las condiciones de instalación, operación y mantenimiento vigentes.**
- 3.- **Seleccionar y arreglar el equipo de manera que esté seguro, fácil y práctico de mantener. Algunas lámparas pueden ser propensas a la explosión en condiciones adversas y deben ser protegidas de los trabajadores.**
- 4.- **Considerar la administración de energía concurrentes y factores económicos contra los requisitos de cantidad y calidad para el desempeño visual óptimo. La elección del sistema de distribución eléctrico puede afectar la economía global.**

Aunque no es mencionada específicamente en las discusiones acerca de la iluminación para cada industria, el uso de la luz de día debe ser considerado para iluminación de área en todas las industrias.

Tipos de Equipo de Iluminación.- La manera en que la luz de las lámparas es controlada por el equipo de iluminación que gobierna los efectos importantes del deslumbramiento, las sombras, la distribución y la difusión. Los luminarios están clasificados de acuerdo al modo en que ellos controlan la luz.

La mayoría de las aplicaciones industriales requieren ya sea las de tipo directas o semidirectas. Los luminarios con componente de luz hacia arriba son preferidos para la mayoría de áreas, porque un techo o estructura superior iluminado reduce las relaciones de luminancia entre los luminarios y el fondo. La luz dirigida hacia arriba disminuye el efecto “*caverna*” de la iluminación directa total y crea un entorno más confortable y más alegre como se muestra en la (*Fig. 3*). Los Luminarios industriales fluorescentes, los de alta intensidad de descarga, y las lámparas de filamento incandescente están disponibles con sus componentes de luz hacia arriba. Ver la (*Fig. 4 Pág. 11*).

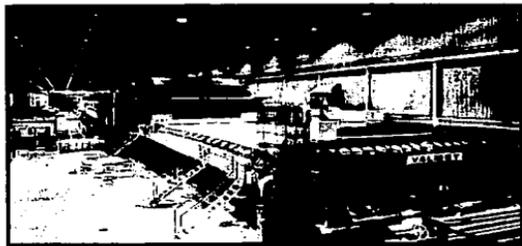


FIGURA 3.- La importancia de un techo blanco en una instalación industrial está mostrado en esta planta en construcción. Observe el entorno visual mejorado en la parte derecha (donde los pintores han terminado el techo) comparado con el que esta a la izquierda (hasta ahora, sin pintar). La iluminancia en el lado derecho es también substancialmente más alta.

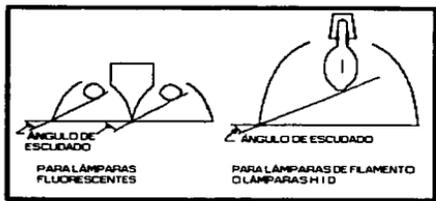


FIGURA 4.- Los luminarios requieren un adecuado escudado por comodidad visual. Esto es particularmente importante para fuentes de luminancia más altas. Una componente hacia arriba también contribuye a una comodidad visual por balance de luminancias entre luminarios y su fondo. Aberturas en la parte superior ayudan a minimizar la acumulación de polvo.

Unas buenas relaciones de luminancias ambientales pueden ser logradas con iluminación directa si las iluminancias y las reflectancias de los cuartos son elevadas.

Para la selección del equipo de iluminación industrial, se deberá tomar en cuenta que intervienen otros factores para lograr una instalación confortable, tales como:

- 1.- Acabados exteriores de los luminarios (pintados con colores claros) para reducir las relaciones de luminancia entre la parte exterior del luminaire y la superficie reflejante y la fuente de luz.**
- 2.- Tener alturas de montaje más altas para levantar los luminarios fuera del campo visual normal.**

- 3.- Un mejor escudado de las fuentes de luz por medio de reflectores más profundos, deflectores transversales o rejillas. Esto es importante con fuentes de descarga de alta intensidad o con aquellas con filamento incandescente de alta potencia o también con lámparas fluorescentes de alta salida.**
- 4.- La selección del material de control de luz, tales como el aluminio especular o no especular, vidrio o plástico con configuración prismática, que pueda limitar la luminancia del luminario en la zona protegida.**

Con aberturas en la parte superior en los luminarios, generalmente se minimiza la acumulación de suciedad en el reflector y la lámpara, permitiendo una corriente de aire para mover las partículas de suciedad hacia arriba y a través del luminario para el aire exterior. Por lo tanto, la ventilación en los tipos de luminarios han comprobado su habilidad para minimizar el mantenimiento de los luminarios tales como fluorescentes, de descarga de alta intensidad y de filamentos incandescentes. Los luminarios a prueba de retención de polvo y humedad son también efectivos para minimizar la acumulación de suciedad sobre las superficies reflectoras.

Equipo de Iluminación Directa.- Las curvas de distribución varían dentro de un rango muy amplio en el equipo de iluminación industrial directo. Los tipos de curvas de distribución amplias o abiertas también se obtienen con reflectores de porcelana barnizada y otros tipos de superficies reflejantes difusas y difusas especulares blancas. El aluminio, vidrio reflejante, vidrio prismático y otros materiales similares pueden también ser utilizados para proporcionar una distribución amplia cuando el reflector es diseñado en forma adecuada. Este tipo de distribución de luz es muy ventajosa en aplicaciones

industriales donde una proporción grande de las tareas visuales son verticales o casi verticales.

Las distribuciones de luz angostas o concentradas se obtienen con vidrio-prismático, vidrio-reflejante y reflectores de aluminio. Este tipo de distribución de luz es útil donde la altura de montaje es igual o mayor que el ancho del cuarto o donde la maquinaria alta y el equipo de procesamiento necesita control direccional para una eficiente iluminación entre el equipo.

Para hacer una elección de un equipo con curvas de distribución amplia o angosta sobre la base de las iluminancias horizontales, se toma una comparación de los coeficientes de utilización para las condiciones reales involucradas del espacio que servirá como una guía en la selección de la distribución más efectiva. Los coeficientes de utilización deben estar basados en valores cercanos a aquellas reflectancias para techo, pared y piso, así como las proporciones reales del cuarto.

Sin embargo, si se desea determinar las iluminancias en puntos específicos, entonces el método de cálculo para un punto debe ser usado para obtener resultados más exactos. Esto es lo más recomendable para alturas de montaje altas.

Equipo de Iluminación Semidirecto.- Esta clasificación es útil en áreas industriales debido a que las componentes hacia arriba (10 - 40 %) es efectiva para crear condiciones visuales más confortables.

Una variedad de luminarios de descarga de alta- intensidad y fluorescentes de esta distribución están disponibles y diseñados específicamente para aplicaciones industriales, ver (*Figs. 5 y 6 Pág. 14*).



FIGURA 5.- Iluminación fluorescente semidirecto provee una iluminancia vertical en cajas en un almacén.



FIGURA 6.- Iluminación HID semidirecto en un almacén.

Mientras el tipo de distribución semidirecta tiene una componente hacia arriba suficiente para iluminar el techo, la componente hacia abajo de 90 - 60 % de la salida contribuye a una buena eficiencia de iluminación, particularmente donde las obstrucciones del techo pueden disminuir la efectividad en la componente indirecta.

APLICACIONES INDUSTRIALES DE OTRAS CLASIFICACIONES DE DISTRIBUCIÓN

Los sistemas difusos, semidirecto e indirectos son apropiados para aplicaciones industriales donde es requerida una calidad superior de iluminación difusa de baja-luminancia, y en donde las condiciones ambientales hacen a estos sistemas prácticos. Un ejemplo son las industrias de precisión donde el entorno totalmente controlado es importante, incluyendo iluminación, climatización y decoración planificada cuidadosamente.

ASPECTOS CONSTRUCTIVOS QUE INFLUYEN EN LA SELECCIÓN DE LUMINARIOS Y SU COLOCACIÓN.

La estructura utilizada en la construcción de edificios industriales forman subespacios interiores llamados módulos. La selección y colocación de luminarios está influenciado por la altura del módulo. Los espacios interiores en edificios industriales están clasificados como áreas de bajo-módulo, medio-módulo y alto-módulo. Las áreas de bajo-módulo son aquellas donde de la parte inferior del luminario al piso tiene aproximadamente hasta 5.5 m (18 pies) ver (*Fig. 5 Pág. 14*). Cuando desde la parte inferior del luminario al piso tiene 5.5 - 7.5 m (18 - 25 pies), se considera como área de medio-módulo. En un

área de alto-módulo (*Fig. 6 Pág. 14*) desde la parte inferior del luminario está a más de 7.5 m (25 pies) sobre el piso.

Los luminarios son montados usualmente desde el techo, o de barras, vigas, u otros elementos estructurales superiores, en un arreglo uniforme. La iluminación suministrada por esta manera de colocar los luminarios es llamado *iluminación general*. La iluminación general tiene como objetivo proporcionar iluminación substancialmente uniforme a través de un área, exclusiva para cualquier requisito del local.

La *iluminación general localizada* puede ser utilizada para áreas que contienen tareas visuales que requieren valores de iluminancia más altos que los niveles suministrados por la iluminación general. Esta iluminancia adicional puede ser obtenida incrementando los números (o filas) de luminarios, la salida de luz por luminario, o ambas. Para tareas visuales más difíciles, puede ser requerida la *iluminación complementaria*.

FACTORES DE CONSIDERACIÓN ESPECIAL

Iluminación y Acondicionamiento del Espacio.- Con el uso de iluminancias más altas, puede ser práctico combinar la iluminación, la calefacción, el aire acondicionado y los requisitos de control atmosférico en un sistema integrado. El sistema de iluminación puede proporcionar la mayoría de la energía durante el periodo de calentamiento. Cuando el enfriamiento es requerido, gran parte del calor de la iluminación puede ser retirado por el sistema de expulsión de aire.

Iluminación en Áreas de Humedad Alta, Atmósfera Corrosiva y Áreas Peligrosas.-

Los luminarios sellados con empaque son utilizados en áreas donde la atmósfera contiene polvos y vapores no inflamables, o polvo excesivo. Las partes exteriores protegen el interior del luminario de las condiciones prevalecientes en el área.

Las áreas de cromado, procesamiento de vapor, áreas de lavado y otras áreas de alta humedad son áreas típicas que requieren luminarios protegidos.

En condiciones corrosivas severas se necesita del conocimiento del contenido atmosférico que permita la selección del material adecuado para el luminario.

Las áreas peligrosas son aquellas donde la atmósfera contiene polvos inflamables, vapores o gases en concentraciones explosivas. Existen luminarios disponibles que están diseñados específicamente para operar en estas áreas, como ubicaciones Clase I, Clase II, y Clase III.

Condiciones de Temperatura Anormal- Las temperaturas ambientales bajas que existen en áreas como plantas industriales pesadas sin calefacción, plantas congeladoras de alimento y almacenes de almacenamiento en frío. El equipo debe ser seleccionado para operar bajo tales condiciones, y se debe poner especial atención al arranque de las lámparas y a las características de salida de luz principalmente si el equipo fluorescente está considerado.

Con equipo de descarga de alta intensidad, las variaciones de temperatura prácticamente no tienen ningún efecto en la salida de la luz, pero las condiciones de arranque adecuadas deben ser proporcionadas.

Con equipo de lámparas de filamento incandescente, ni el arranque ni la operación es un problema a baja temperatura.

Anormalmente las temperaturas elevadas son comunes en estructuras altas en fundiciones, molinos de acero y talleres de forja. La selección del equipo de iluminación para montar en tales ubicaciones debe ser hecha con cautela. Es particularmente importante considerar las limitaciones de temperatura en el balastro de descarga de alta intensidad y fluorescentes bajo tales condiciones. Frecuentemente los balastros deben estar localizados remotamente en un nivel más bajo y fresco o utilizar equipo especial de alta-temperatura. La reducción en salida de la luz de las lámparas fluorescentes operando a altas temperaturas debe ser considerada.

Mantenimiento.- La limpieza regular y el reemplazo rápido de la lámpara es esencial en cualquier sistema de iluminación industrial bien operado. Esto es importante para el diseñador de iluminación analizar la construcción del luminario, el acabado del reflector y hacer previsiones para el acceso de mantenimiento, de manera que el sistema pueda ser mantenido adecuadamente. Otro punto que debe ser considerado, es que debe ser necesario en ocasiones hacer el servicio de mantenimiento durante el horario de operación de la planta.

CAPÍTULO III

ILUMINACIÓN PARA TAREAS COMPLEMENTARIAS EN LA INDUSTRIA

Las tareas visuales difíciles requieren una cantidad o calidad específica de iluminación la cual no puede ser obtenida rápidamente por métodos generales de iluminación. Los luminarios complementarios son a menudo usados para proporcionar iluminancias más altas para áreas pequeñas o restringidas. También, son usadas para suministrar una cierta luminancia o color, o para permitir un apuntado o posicionado especial de las fuentes de luz para producir o evitar claros o sombras y mostrar mejor los detalles de la tarea visual.

Antes de que pueda ser especificada la tarea complementaria de iluminación para, es necesario reconocer la naturaleza exacta de la tarea visual y comprender su reflexión de la luz o sus características transmisoras. Una mejora en la visibilidad de la tarea dependerá de uno o más de los cuatro factores siguientes de visibilidad: luminancia, contraste, tamaño y tiempo. Así, al analizar el problema, el diseñador de iluminación puede encontrar que la dificultad para ver es causada por insuficiente luminancia, contraste pobre (reflejos velantes), tamaño pequeño o movimiento excesivo del trabajo que no deja que existan condiciones visuales adecuadas.

La planeación de la iluminación de tareas complementarias también incluye la consideración de la comodidad visual de aquellos trabajadores que se benefician directamente y aquellos que están en el área inmediata.

El equipo complementario debe ser protegido para evitar deslumbramiento para el usuario y sus vecinos. Las relaciones de luminancia entre tarea y alrededores inmediatos deben ser controladas cuidadosamente y deben ser recomendados como se muestra en la (Fig. 1 Pág. 5). Lograr estos límites es condicionar el diseño de iluminación para la iluminación general y la complementaria.

LUMINARIOS PARA ILUMINACIÓN COMPLEMENTARIA

Las unidades de iluminación complementaria están divididas en cinco tipos principales de acuerdo con su distribución de candelas y luminancia. Estas son las siguientes:

TIPO S- I - DIRECCIONAL.- Aquí se incluyen todas las unidades concentradoras. Algunos ejemplo son los reflectores o lámparas de proyección o unidades que emplean reflectores o lentes concentradores. También son incluidas en el grupo las unidades longitudinales concentradoras tales como una lámpara fluorescente bien protegida en un reflector concentrador.

TIPO S- II - ABIERTO, ALTA LUMINANCIA.- Aquí se incluyen las fuentes de iluminación de tamaño pequeñas, tales como incandescentes o de descarga de alta-intensidad. Un reflector difusor con abertura en el fondo y una carcasa profunda con una lámpara de descarga de alta-intensidad es un ejemplo de este tipo.

TIPO S- III - ABIERTO, LUMINANCIA MODERADA.- Aquí se incluyen todas las unidades fluorescentes que tienen una variación en luminancia mayor de 2:1.

TIPO S- IV - LUMINANCIA UNIFORME.- Aquí se incluyen todas las unidades que tienen una variación de luminancia menor de 2:1. Generalmente esta luminancia es menor de 6800 cd/m^2 . Un ejemplo de este tipo es un arreglo de lámparas detrás de un panel difusor.

TIPO S- V - LUMINANCIA UNIFORME CON REJILLA.- Es un luminario similar al Tipo S-IV excepto que una rejilla de barras o líneas está sobrepuesta.

En la (Fig. 7) se puede observar una representación gráfica de los diferentes tipos de iluminación complementaria.



FIGURA 7.- Ejemplos de colocación de luminarios complementarios: (a) Luminario colocado para evitar reflejos molestos y deslumbramiento reflejado; la luz reflejada no coincide con el ángulo de la vista. (b) La luz reflejada coincide con el ángulo de la vista. (c) Iluminación con ángulo pequeño para evitar irregularidades de superficie. (d) Fuente de área extensa y rejilla, son reflejadas hacia el ojo. (e) Transiluminación desde una fuente difusa.

LUMINARIOS PORTÁTILES

Los luminarios complementarios deben ser montados permanentemente en un lugar para producir el mejor efecto de luz. Con brazos articulados ajustables permiten adaptar a los luminarios para proporcionar flexibilidad. El equipo portátil como se muestra en la (Fig. 8), puede ser utilizado como una buena ventaja en donde deberá ser movido alrededor de máquinas y objetos movibles, como en el ensamble de un avión, en garajes o en donde superficies internas tienen que ser vistas. Dicho luminario debe ser mecánica y eléctricamente resistente para soportar el uso pesado.

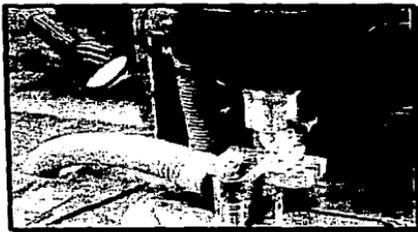


FIGURA 8.- Pequeños luminarios portátiles proporcionan iluminación localizada sobre la tarea.

CLASIFICACIÓN DE TAREAS VISUALES Y TÉCNICAS DE ILUMINACIÓN

Debido a que las tareas visuales son ilimitadas en número, pueden ser clasificadas de acuerdo con ciertas características comunes.

Dicho detalle para ser visto en cada grupo puede ser enfatizado por una aplicación de ciertos principios básicos de iluminación. En la (*Fig. 9 Págs. 24, 25 y 26*), se clasifican las tareas de acuerdo con sus características físicas y control de luz y sugiere técnicas de iluminación para una percepción visual buena. Debe tomarse en cuenta que cuando se utiliza la clasificación de la tabla de la *Fig. 9*, las tareas visuales están basadas en sus características fundamentales y no en sus aplicaciones generales. Por ejemplo, en un taladro vertical la tarea visual frecuentemente será la percepción de una marca de punzón sobre el metal. Este podría ser un detalle especular con un fondo oscuro difuso, clasificación A-3 (b) de la *Fig. 9*. En este caso un Luminario Tipo S-II o S-III es recomendado. Un S-II sobre un brazo ajustable es una recomendación práctica en vista de limitaciones del espacio. Varios o todos los tipos de luminarios son aplicables para muchas clasificaciones de tareas visuales, y el mejor luminario para un trabajo particular dependerá de limitantes físicas, colocaciones posibles de luminarios y el tamaño de la tarea a ser iluminada.

FIGURA 9.- Clasificación de Tareas Visuales y Técnicas de Iluminación

PARTE I.- SUPERFICIES PLANAS.				
Clasificación de Tarea Visual	Ejemplo		Técnicas de Iluminación	
Características Generales	Descripción	Requerimiento de Iluminación	Tipo de Luminario Superior	Localización del Luminario
A.- MATERIALES OPACOS.				
1.- Fondo y Detalle Difuso.				
a. Superficie no Aspera.	Corrección de pruebas de periódico	Visibilidad Alta con Contrastes	S - II o S - I	Evitar Deslumbramiento Directo y Sombras (Fig 7 a)
b. Superficie Aspera	Raspas en masazo no barnizado	Enfatizar la Apariencia de la Superficie	S - I	Dirigir la Luz Oblicuamente a la Superficie (Fig 7 c)
2.- Fondo y Detalle Especular.				
a. Superficie no Aspera.	Alumacido, Dientes, Superficie Desigual.	Enfatizar Desigualdades	S - V	De modo que la imagen de la fuente y reflejo sea reflejada al ojo (Fig 7 d)
b. Superficie Aspera	Rayado, Caligrafía, Grabado, Muevas de Paralelo.	Crear Contraste de Corte cortos la Superficie Especular.	S - III ó S - IV o S - V cuando no sea práctico orientar la Tarea	Así el detalle aparece brillante contra un fondo oscuro. De modo que la imagen de la fuente está reflejada al ojo y rompe la apariencia oscura (Fig 7 d).
c. Revestimiento Especular sobre un Fondo Especular.	Inyección de acabado del Muevado Sobre y bajo el Muevado	Para mostrar las manchas no cubiertas	S - IV con calor de fuente selectivamente para crear contraste de calor máximo entre dos revestimientos.	Para reflejo de la imagen de la fuente hace el ojo (Fig 7 d).
3.- Superficies Combinadas Especulares y Difusas.				
a. Detalle Especular en Fondo Claro Difuso.	Tinta brillante o marcas de lápiz en papel opaco.	Para producir máximo contraste en reflexiones vestidas.	S - III o S - IV	Así la dirección de la luz reflejada no coincide con el ángulo de visión (Fig 7 e).
b. Detalle Especular en Fondo Oscuro Difuso.	Puncionado ó marcas de trazo en metal opaco.	Para crear reflejo brillante desde el detalle.	S - II o S - III	Así la dirección de la luz reflejada desde el detalle coincide con la visión (Fig 7 b).
c. Detalle Difuso en Fondo Claro Especular.	Graduación en una escala de masas.	Para crear un reflejo uniforme, de bajo-brilantez desde un fondo especular.	S - IV o S - III	Así la imagen reflejada de la fuente coincide con el ángulo de visión (Fig 7 b ó d).
d. Detalle Difuso en Fondo Oscuro Especular.	Marcas de cara sobre el cuerpo de un auto.	Para producir alta brillantez del detalle contra el fondo oscuro.	S - III o S - II	Así la dirección de la luz reflejada no coincide con el ángulo de visión (Fig 7 e).

B.- MATERIALES TRANSLÚCIDOS.				
1.- Con Superficie Difusa.	Vidrio esmerilado o grabado o plástico, láminas de telas de punto ligeros	Máxima visibilidad o detalles de superficies. Máxima visibilidad del detalle dentro del material		Tratar como opaca, la superficie opaca - ver A-1 Translucencia detrás de materiales con S-II, S-III ó S-IV (Fig 7 e)
2.- Con Superficie Espejador	Rayado en vidrio opalino o plástico	Máxima visibilidad del detalle de la superficie. Máxima visibilidad del detalle dentro del material		Tratar como opaca la superficie espejador ver A-2 Translucencia detrás de materiales con S-II, S-III ó S-IV (Fig 7 e)
C.- MATERIALES TRANSPARENTES.				
Materiales Claro con Superficie Espejador	Vidrio plano	Para producir visibilidad o detalles dentro del material tales como burbujas y detalles en la superficie tales como ralladuras.	S-V y S-I	Material transparente deberá moverse en frente del tipo S-V, luego en frente del fondo oscuro con el tipo S-I dirigido para evitar deslumbramiento reflejado
D.- MATERIALES TRANSPARENTES SOBRE MATERIALES OPACOS.				
1.- Material Transparente sobre Fondo Difuso.	Panel de instrumentos. Cubierta de escritorio Benzocite	Máxima visibilidad de la escena y el puntaje sin reflexiones visibles. Máxima visibilidad del detalle sobre o dentro de las capas o sobre los fondos difusos. Énfasis de la superficie desigual	S-I S-V	Aisl el reflejo de la fuente no coincide con el ángulo de visión (Fig 7 d) Aisl la imagen de la fuente y su figura es reflejada al opo (Fig 7 d)
2.- Material Transparente sobre Fondo Espejador.	Vidrio espejo	Máxima visibilidad del detalle sobre o dentro del material transparente. Máxima visibilidad del detalle en fondo espejador.	S-I S-V	Aisl el reflejo de la fuente no coincide con el ángulo de visión. El espejo debería reflejar en un fondo oscuro (Fig 7 d). Aisl la imagen de la fuente y su figura es reflejada al opo (Fig 7 d).
PARTE II.- OBJETOS TRIDIMENSIONALES.				
A.- MATERIALES OPACOS.				
1.- Detalles y Fondo Difuso	Suciedad en una función o burbujas en la misma.	Para enfatizar el detalle con un contraste pobre.	S-III ó S-II o S-I o S-III ó S-II como una fuente de " luz negra " cuando el objeto tiene un revestimiento fluorescente	Para evitar el deslumbramiento directo y sombras (Fig 7 a). En relación a temas para analizar el detalle por medio de luz de acción y sombra (Fig 7 b ó c). Para dirigir la radiación ultravioleta, a todos los puntos que deben ser verificados

2.- Detalle y Fondo Especular

a. Detalle sobre la Superficie	Hendiduras en artículos de plomo.	Para enfatizar superficies irregulares.	S - V	Para reflejar la imagen de la fuente al ojo (Fig 7 d).
	Inspección del rímelado sobre superficie plana.	Para mostrar áreas no niveladas adecuadamente.	S - IV más un color adecuado.	Para reflejar la imagen de la fuente al ojo (Fig 7 d).
b. Detalle dentro de la Superficie	Reflexión en capas de relieves.	Para enfatizar ruptura de superficie.	S - IV	Para reflejar la imagen de la fuente al ojo (Fig 7 d).
3.- Combinaciones Especulares y Difusas.				
a. Detalle Especular en Fondo Difuso.	Merca de escritura en hierro fundido.	Para hacer una línea deslumbrante sobre un fondo opaco.	S - III ó S - II	En relación a la tarea para una mejor visibilidad. Un equipo ajustable es frecuentemente de gran ayuda.
b. Detalle Difuso en Fondo Especular.	Escala de micrómetro.	Para crear un fondo luminoso sobre el cual las marcas de la escala puedan ser vistas en alto contraste.	S - IV ó S - III	Por arriba para reflejar la imagen de la fuente al ojo (Fig 7 b ó d).
	Selección de carbón.	Para hacer resplandecer al de carbón en contraste con las impurezas opacas.	S - I, S - II	Con un eje normal al eje del micrómetro. Para prevenir deslumbramiento directo (Fig 7 b).

B.- MATERIALES TRANSLUCIDOS.

1.- Superficie Difusa	Paralelo de lámpara.	Para mostrar imperfecciones en el material.	S - II	Adés de o dentro de para Transluminación (Fig 7 e).
2.- Superficie Especular	Globo de vidrio cerrado.	Para enfatizar irregularidades de superficie.	S - V	Por arriba para reflejar la imagen de la fuente al ojo (Fig 7 e).
		Para revisar homogeneidad.	S - II	Detrás de o dentro de para Transluminación.

C.- MATERIALES TRANSPARENTES.

Material Claro con Superficie Especular.	Botellas, envases de vidrio víscos o lomos con líquido claro.	Para enfatizar irregularidades de superficie.	S - I	Para ser dirigido oblicuamente a los objetos.
		Para enfatizar grietas, estrias, y partículas extrañas.	S - IV ó S - V.	Detrás de para Transluminación. El movimiento de objetos puede ayudar (Fig 7 e).

EFFECTOS Y TÉCNICAS ESPECIALES

El color puede ser utilizado efectivamente para mejorar el contraste. El color blanco y el negro son las mejores combinaciones para tareas continuas tales como leer un libro, se puede verificar que con ciertas combinaciones de color se tiene un mayor valor de atención. El negro sobre el amarillo es más legible, y las siguientes combinaciones son en orden de preferencia como el verde sobre blanco, rojo sobre blanco, azul sobre blanco, blanco sobre azul y por último negro sobre blanco.

El color de la luz puede ser usado para aumentar el contraste ya sea intensificado o sometiéndolo a ciertos colores inherentes a la tarea visual. Cuando se quiere intensificar un color, la fuente de luz debe ser fuerte en ese color, para someter un color la fuente debe tener una salida relativamente baja en él.

Los objetos tridimensionales son vistos en sus formas aparentes debido a las sombras y claros resultantes de ciertos componentes direccionales de la luz. Este efecto direccional es útil para enfatizar la textura y los defectos sobre las superficies desiguales, observar la (*Fig. 10*) que a continuación se muestra.

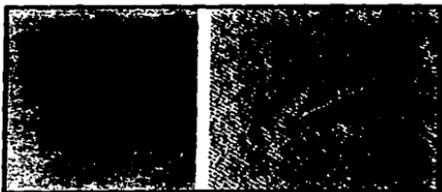


FIGURA 10.- Iluminación direccional (derecha) revela un hilo jalado en la tela, el cual no puede ser visto con iluminación difusa (izquierda).

La silueta es un medio efectivo para verificar el contorno con una plantilla estándar. La iluminación detrás de la plantilla mostrará una brillantez en donde hay una diferencia entre el contorno del estándar y el objeto a ser verificado. La fluorescencia bajo la radiación ultravioleta es útil para crear contraste. Grietas en la superficie de un metal, plástico no poroso y partes de cerámica que pueden ser detectadas por medio del uso de materiales fluorescentes.

La detección de deformaciones internas en vidrio, lentes montados, bulbos de lámpara y plásticos transparentes puede ser facilitada por la transmisión de luz polarizada.

La inspección de objetos muy pequeños puede ser simplificada observándolos a través de lentes. Para el trabajo de producción la imagen ampliada puede ser proyectada en una pantalla, debido a que la silueta proyectada es muchas veces mayor el tamaño real del objeto, cualesquier formas irregulares o espaciamientos impropios pueden ser detectados rápidamente. Dispositivos similares son empleados para la inspección de partes mecánicas en donde las dimensiones y contornos precisos son esenciales. Un dispositivo típico de uso común actualmente proyecta una silueta alargada de dientes de engrane sobre un diagrama de perfil. La disposición de estos engranes de producción con una plantilla estándar perfectamente cortada es examinado en el diagrama.

Algunas veces es necesario inspeccionar y estudiar las partes en movimiento mientras éstas están operando. Esto se puede hacer con iluminación estroboscópica, la cual puede ser ajustada para "detener" o "retardar" el movimiento de maquinaria rotativa de velocidad constante y reciprocante. Las lámparas estroboscópicas dan rayos de luz a intervalos controlables (frecuencias). El centelleo puede ser cronometrado cuando ésto

ocurre en un objeto con movimiento rotativo o reciproco está siempre exactamente en la misma posición como si estuviera estático.

Hay un efecto estroboscópico potencialmente peligroso producido por las lámparas HID y otras lámparas que parpadan, sobre equipo rotatorio tal como máquinas para taladrar, fresar y tornear.

CAPÍTULO IV

INFORMACIÓN DE ILUMINACIÓN PARA UNA INDUSTRIA ESPECÍFICA

Ciertas recomendaciones de iluminación han sido desarrolladas por varias industrias, las cuales se mencionan más adelante, para que sirvan como guía a aquellos que trabajan con la iluminación de éstas industrias. Aunque estas recomendaciones han sido suministradas por aquellos con un conocimiento especial en sus campos, éstas pueden ser aplicadas en otras industrias que utilizan procesos similares.

INDUSTRIAS DE AERONAVES Y AEROLÍNEAS

Ciertas operaciones de aeronaves y aerolíneas consisten en la fabricación y mantenimiento de aeronaves, las cuales representan a aquellas establecidas por la industria, que pueden ser utilizadas por cualquier otro procedimiento de selección de iluminancia

Las recomendaciones de iluminancia se muestran en la (*Fig. 11 Págs. 31, 32, 33, 34 y 35*).

FIGURA 11.- Valores de Iluminancia Recomendados Actualmente por Representantes de la Industria para Mantenimiento y Fabricación de Aeronaves (Manteniéndose sobre las Tareas)

AREA Y TAREA	ILUMINANCIA EN TAREA	
	LUX	FOOTCANDLES
MANTENIMIENTO DE AERONAVES		
CIERRE SUPERIOR		
Instalación de piezas, paneles, reparación del casco de las aeronaves, cubierta del motor de un avión, etc.	750	75
Retiroler de piezas.	750	75
Pintura (exterior o interior de la aeronave) donde las piezas, paneles, carnos, cubierta de motor de un avión, etc., tiene que estar en su lugar antes del acabado.	750	75
Estándares, Calcomanías, sellos, etc., todo esto colocado antes de la cubierta de pintura final.	750	75
Equipamiento para engranajes al trazo (bandejas, engranajes, certificados, incluyendo limpias finas).	750	75
APARCAMIENTO EN ANDÉN		
Posicionamiento de puertas y superficies de control para el aparcamiento.	300	30
Movimiento de la aeronave en posicionamiento en el andén.	300	30
Amarre de alambres a tierra y otro equipo de seguridad.	300	30
Entrada principal y nivelado de Aeronaves.	750	75
Pantel de la aeronave.	750	75
Colocación de rampas, pase excéntrica y otras instalaciones y equipo de trabajo.	750	75
Sistemas de desactivación y seguridad de cerraduras instaladas.	750	75
Remoción previa para la suspensión de palaneta.	750	75
Reposicionamiento de puertas, aeronaves, etc., después del aparcamiento.	750	75
MANTENIMIENTO, MODIFICACIÓN Y REPARACIONES A ESTRUCTURAS DE UNA NAVE AEREA		
Enchufe y apuntalamiento no terminados durante la fase del aparcamiento.	750	75
Transmisión de sistemas de energía o porciones de cualquier carga.	750	75
Remoción de cualquier cubierta, aislamiento, cobertor, etc., que expone a la estructura.	750	75
Remoción de cualquier estructura menor (soportes, viguetas, ángulos, cajas, etc.,) que obstruyen o cubren la estructura mayor a ser remplazada, modificada o reparada.	750	75
Remover cualquier soldador necesario para exponer la estructura.	750	75
Remover cualquier miembro mayor de la estructura (rieles, encañonados, largueros, circunferencias, etc) que serán remplazados por nuevos.	750	75
Instalar nuevos miembros estructurales.	750	75
Instalación de soldaduras después de ajuste del miembro estructural, modificación o reparación.	1000	100
Instalar alfileres, ferros, aislamiento, montaje, etc.	750	75
Pintura primaria exterior.	750	75
Cubierta superior de pintura exterior.	1000	100

MODIFICACIONES O REPARACIONES A SISTEMAS

Instalar aquellas porciones o sistemas de transmisión de energía previamente removidas los cuales no requieren modificaciones (Eléctricos, Mántrenas, hidráulicos, líneas, conductos, líneas de combustible, cables, etc.)	750	75
Modificar cualquier porción de transmisión de energía o sistema y añadir previos a los no existentes (eléctricos, mecánicos, líquidos, neumáticos).	750	75
Reparar cualquier porción de transmisión de energía de cualquier sistema.	750	75

EXAMINAR RAMPA**PREAPARCAMIENTO**

Conversion del hangar para el arribo del avión.	300	30
Verificación, apertura, pre-inspección, registro.	750	75
Instalar dispositivos de seguridad (cierre de broches, mangos, etc.)	750	75
Tarjetas de drenado, liberación de apuntalamiento.	500	50
Remover cualquier plana, puertas, cubierta del motor de un avión, fuselajes, etc. para la realización de la protuberancia.	750	75
Instalación de cubiertas protectoras y enmascarado.	750	75
Pintura en franja.	750	75
Limpieza.	750	75
Instalar dispositivos de protección (para cubrir bordes afilados o agudos, barreras para la gente, etc.)	300	30

PREPARACION PARA EL APARCAMIENTO

Remover las puntales	750	75
Remoción de plataformas estaciones de trabajo, escoteros, etc.	750	75
Cerrar las puertas de la aeronave y posición de control de la superficie.	300	30
Desafilar la aeronave a los conectores.	750	75
Aparcamiento.	750	75

PREPARACION PARA MANTENIMIENTO Y MODIFICACION

Verificación, operaciones, registros, requisitos en apertura previos a la parada del motor.	750	75
Drenado.	750	75
Suspensión del sistema de potencia de la aeronave.	750	75
Remoción de placas, paneles, cubierta de motor del avión, fuselajes, forros, etc., para accesibilidad.	750	75
Apertura, purga, flujo, etc., cualquier cámara languna, sistemas, líneas, etc., drenado y caps externos, no terminado previamente.	750	75
Protuberado previamente para remisiones.	750	75
Descorreción de líneas, cables, conductos, entenas, etc., requeridas para accesibilidad.	750	75
Remoción de componentes.	750	75
Instalación de cubiertas protectoras, enmascarado, o dispositivos.	750	75
Limpieza del avión y/o remoción requerida para la inspección, modificación posterior, mantenimiento y/o pintura.	750	75
Áreas de servitizado.	750	75
Área de inspección.		
Ordinario.	500	50
Difícil.	1000	100
Afianzamiento difícil.	2000	200

TALLERES DE ESPECIALIDAD

Instrumentos, radio.	1800	180
Eléctricos.	1800	180
Hidráulicos y neumáticos.	1800	180
Componentes.	1080	100
Tallado, alitas, alombrera.	1000	100
Fabricación de hojas de metal, reparaciones, soldadura.	1000	100
Pintura.	1080	180
Inspección de partes.	1800	180
Plásticos.	1800	180

**SISTEMA DE OPERACIONES Y VERIFICACIÓN FUNCIONAL.
REQUERIDO POR EL SISTEMA DEL AERONAVE DE
POTENCIA DE ACTIVACIÓN FUNCIONAL.**

Activar cualquier sistema de potencia de la aeronave.	300	30
Seguigar áreas operacionales.	780	75
Verificación funcional de cualquier sistema que profiba otras operaciones o acciones dentro de esos sistemas.	780	75
Verificación operacional y funcional de cualquier sistema, sin ser parte que requiere de una realización sucesional.	780	75
Prueba sucesional requerida para las operaciones del sistema.	780	75
Liberación de áreas después de las operaciones.	300	30
Lubricante no presurizado después de las operaciones.	300	30
Limpieza después de las operaciones.	780	75

**REPARACIÓN DEL SISTEMA DESPUÉS DE LAS OPERACIONES
DE PREPARACIÓN DE DETALLE**

Reparar después de las operaciones del sistema.	780	75
Tratamiento de corrosión.	780	75
Agua cromada.	780	75
Pintado y/o cromado.	780	75
Remover amoniacado.	880	80
Inspecciones finales previas al cerceado.		
Ordinaria.	880	80
Difícil.	1880	180
Aterramento difícil.	2880	280

**RESTAURACIÓN DEL SISTEMA O INSTALACIONES NUEVA DE LA
COMPONENTE DEL SISTEMA**

Enganchado en cualesquiera líneas, cables, conductos, paneles y sistemas para ser cubierto por componentes de instalación posteriores.	780	75
Instalar cualquier componente previamente removido que pueda estar en otros lugares para fijar a otros, o componentes subsiguientes que cuando son instalados deberán o cubrirán.	780	75
Pintura.	780	75
Preparación de pintura y limpieza.	880	80
Reinstalación de componentes de sistemas que no requieren una verificación del sistema antes de la instalación de componentes.	780	75
Instalar componentes que requieren un verificación preliminar.	780	75
Enganchar sistemas (alambres, líneas, tubos, conducciones, cables, etc.) y otras verificaciones.	780	75
Seguigar áreas siguientes para operaciones posteriores.	780	75
Cablear el sistema de cables que no requieren un cableado sucesional.	780	75

Cablear el sistema de cables en sujeción.	750	75
Operar cualquier sistema para revisar que puede ser operado desde una fuente de potencia a otra distinto que la potencia de la aeronave.	750	75
Limpiar líneas eléctricas.	300	30
Reconectar las líneas al sistema del aeronave.	750	75
Instalar capotas o cubiertas de tanques o placas necesarias para el llenado.	750	75
Preverificación antes del llenado.	500	50
Llenar tanques. Servicio o tanques lubricantes, Mare de apuntalamiento, acumuladores, etc..	500	50
Verificación de fuga estática.	500	50
Sistemas de verificación de presión desde fuentes externas de presión a la aeronave.	750	75

FABRICACIÓN DE AERONAVES

FABRICACIÓN (PREPARACIÓN PARA MONTAJE)

Trabajo de bronce rudo y operaciones de palarías tal como clavos, prensas, punzonas, avellanado, litado.	500	50
Taladrados, barrenados, alisados.	750	75
Trabajo medio de bronce y medición tal como endiguas automáticas ordinarias, destiños, pulimentación y pulido medio.	1000	100
Trabajo de bronce fino y medición tal como endiguas automáticas ordinarias, destiños, pulimentación y pulido medio.	3000*	300*
Trabajo de máquina y bronce entrafino.	10000*	1000*
Trabajo de soldadura y planado, conformación y pulido de partes pequeñas para fuselaje, costuras de la etc, cubierta de motor de avión, etc.	1000*	100*
Pintura de acabado.	2000*	200*
Plisado.	300	30

ENSAMBLE FINAL TAL COMO COLOCADO DE MOTORES, PROPELAS, SECCIONES DE ALAS, TRIN DE ATERRIZAJE

General.		
Visión final toaca.	300	30
Visión oficial toaca.	500	50
Medio.	1000	100
Fino.	3000*	300*
Entro fino.	10000*	1000*

OPERACIONES DE MANUFACTURA PRIMERO (PRIMER CORTE)

Marcado, cortado, aserrado.	500	50
-----------------------------	-----	----

PRUEBA DE VUELO Y AREA DE ENTREGA

En el plano horizontal.	50	5
En el plano vertical.	20	2

ALMACEN GENERAL

Actividad sin.		
Tasca gruesa.	100	10
Medio.	200	20
Fino.	300	30
Actividad bajo.	50	5

RECIBO EXTERIOR Y ÁREAS DE ALMACENAMIENTO

Desaterrado.	300	20
Almacenamiento.		
Actividad día.	300	20
Actividad noche.	10	1

* Obtenida con una combinación de iluminación general más especializada que iluminación complementaria.

FABRICACIÓN DE AERONAVES

La fabricación de aeronaves consiste de las siguientes funciones:

<i>Fabricación</i>	<i>Subensamble</i>	<i>Ensamble,</i>
<i>Ensamble Final</i>	<i>Pintura</i>	<i>Prueba de Vuelo.</i>

Los problemas de iluminación en las áreas de fabricación son similares a aquellas encontradas en otras plantas industriales. La fabricación de partes y el procesamiento de materiales es hecho en edificios de módulo abierto de media altura, idénticas a estructuras usadas por otras industrias. Las funciones de ensamble, pintura y prueba de vuelo no son similares a otros procesos industriales; por lo tanto, aplicaciones especiales de iluminación son en muchas ocasiones requeridas.

Fabricación.- Las técnicas lumínicas de iluminación para muchas de las operaciones generales de fabricación y de procesamiento, tales como maquinado de partes metálicas y fabricación de laminados metálicos son los mismos que en otras industrias. En la fabricación de aeronaves, estas mismas máquinas y operaciones son utilizadas, pero muchas veces para un trabajo más preciso que en otras industrias.

El problema de reducción de peso en el diseño de aeronaves ha creado muchas operaciones especiales en la fabricación y procesamiento de muchas partes, desde piezas diminutas hasta grandes cubiertas de metal.

Una iluminación general es requerida para estas áreas de trabajo, junto con una iluminación complementaria para las tareas visuales más críticas, como se puede observar en la (Fig. 12 Pág. 37).



FIGURA 12.- Área típica para fabricación de componentes.

SUBENSAMBLE Y ENSAMBLE FINAL.- Esta fase de fabricación de aeronaves tiene requisitos especiales que generalmente no se encuentran en otros tipos de fabricación. La dimensión de los aviones ha hecho necesaria la construcción de edificios tipo hangar con claros de módulo que exceden los 26000 m^2 ($300,000 \text{ pies}^2$) y alturas de armaduras de más de 24 m (80 pies) desde el nivel del piso, como se puede observar en la (*Fig. 13*) que a continuación se muestra.



FIGURA 13.- Lámparas de aditivos metálicos y tragaluzes son utilizados en iluminación para ensamble y mantenimiento de aeronaves.

Los problemas de iluminación en edificios de este tamaño no están limitados a los conceptos de diseño y de ingeniería sino que incluyen la tarea de mantenimiento y remplazo de las lámparas. En algunos casos, grúas telescópicas móviles pueden ser usadas para alcanzar luminarios desde el piso, pero las alturas en cuestión y las obstrucciones en el piso hacen este método de mantenimiento poco práctico.

Un problema especial en la iluminación de ciertas tareas en áreas de ensamble es que la iluminación es diseñada para niveles de tarea específica como si las áreas fueran a ser abiertas lo que en la realidad es poco probable. La iluminación es a menudo reducida desde los sistemas elevados, por el equipo de ensamble de gran tamaño. Ejemplos de tales tareas de ensamble son: el remachado, atornillado, trabajo hidráulico y eléctrico. Los cuales son hechos en áreas limitadas, y se requiere de iluminación especial o complementaria.

Para unir secciones grandes de aeronaves se requiere iluminación exterior tanto en el plano horizontal como vertical, así como iluminación que ilumine el interior del cuerpo y las alas. El uso de proyectores da ambas componentes de luz en el exterior del cuerpo y proporcionan luz en el interior también del cuerpo y alas. Los luminarios especialmente montados o la iluminación portátil son requeridos para áreas iluminadas tales como los trenes de aterrizaje.

Los materiales usados en la sección de la unión ala-cuerpo son peligrosos. La iluminación para estas áreas se tiene que tomar en cuenta este peligro y hacer las provisiones necesarias para evitar explosiones.

Las luces de trabajo portátiles a prueba de explosión son difíciles de usar, ya que éstas, requieren del uso de cordón y clavija a prueba de explosión y son generalmente no muy satisfactorios.

La iluminación interior en las secciones del cuerpo para las tareas requeridas para instalar sistemas eléctricos, controles de turbinas, ventilación, aislamiento, pisos y paneles interiores y ajustados es difícil de lograr. La iluminación general y de trabajo es requerida para iluminar las partes altas, lados y piso. Las fuentes de luz temporales deben ser robustas, fáciles de mover, sin bordes agudos y estar libres del deslumbramiento.

Los luminarios son diseñados para colgar desde la estructura del avión o para montaje sobre el piso. La uniformidad es difícil de obtener debido al espacio limitado y la necesidad de montar los luminarios cerca de la ubicación de la tarea. Esto requiere del uso de varios luminarios de baja potencia para proporcionar la uniformidad deseada.

Pintado de Aeronaves.- La función del pintado comercial de aeronaves se lleva a cabo en un hangar diseñado específicamente para este propósito. El hangar completo, se convierte en una gran cabina de pintura de aerosol. El área completa dentro y alrededor de la nave es clasificada como peligrosa.

Es necesario que todas las superficies del avión sean iluminadas adecuadamente para propósitos de pintura. Esto significa que el sistema de iluminación tiene que proporcionar iluminancia tanto horizontal como vertical.

La iluminación debe ser diseñada para reducir las sombras que pueden ser causadas por el pintor y el andamio utilizado durante la preparación, pintado e inspección.

Es más el tiempo que es empleado en la preparación del avión para pintar que en el pintado mismo. La preparación involucra limpieza, pulido y protección de las partes que no se pintarán. La aplicación de una capa de pintura a un aerona ve *Boeing 747* toma menos de dos horas, mientras que la preparación toma alrededor de tres días.

El color es crítico, particularmente en el pintado de una aeronave comercial, donde el color forma una parte integral de la imagen de la línea aérea. Para lograr el acabado del color que el cliente espera; es necesario para la iluminación en las áreas que se utilizan para la igualación del color y la evaluación del mismo, para que tengan un rendimiento de colores de una manera uniforme.

Son recomendados para el sistema de iluminación general en un hangar de pintura las lámparas de aditivos metálicos y luminarios para lámparas HID. El luminario debe proporcionar una distribución abierta para reducir las sombras y proporcionar una cantidad adecuada de iluminancia tanto horizontal como vertical. Se ha encontrado que los luminarios con rejillas son los más efectivos para reducir el deslumbramiento y mejorar el entorno para el pintor. Los reflejos de la fuente en la superficie pintada puede ser indeseable.

Para auxiliar en la iluminación en la parte de abajo de la aeronave, se recomienda el uso de colores claros que son utilizados en todas las superficies del hangar, incluso en el piso. La luz reflejada fuera del piso puede ser efectiva en áreas iluminadas que son difíciles de alcanzar en la parte de abajo del avión.

Es conveniente elevar la temperatura y la humedad en el hangar para ayudar en el curado de la pintura. La temperatura ambiental localizada cerca del luminario puede alcanzar los 140 °F. El luminario y el balastro tienen que ser adecuados para éstas temperaturas.

Prueba de Vuelo y Entrega.- La prueba de vuelo es la fase final de fabricación de aeronave y es conducida en el exterior en rampas de concreto y bandas de rodaje. La altura de montaje de los luminarios es crítica no solamente desde el punto de vista de dispersión adecuada de luz, sino para proporcionar un espacio libre para maniobrar la aeronave.

El equipo portátil a prueba de explosión puede ser requerido para proporcionar iluminación complementaria bajo el área de las alas y de fuselaje para iluminar los accesos de escotillas y del tren de aterrizaje.

La iluminación del interior de la aeronave es lograda energizando el sistema eléctrico de la nave con potencia externa de 400 Hz a tierra y utilizando los sistemas de iluminación del interior de la cabina del avión.

Mantenimiento de los Motores de una Aeronave.- El mantenimiento de un motor de chorro de un avión consiste de varias tareas.

Desensamblaje.- Los motores de turbina de reacción y hélice están diseñados para desarmarse en secciones y subsecciones que pueden ser separadas o unidas por tres diferentes técnicas o variaciones básicas de estas. Estas técnicas son conocidas como *ensamble vertical, ensamble horizontal y ensamble combinado.*

El diseño del motor se presta para dcamantelar en subensambles, operaciones simultáneas y una apropiada secuencia de operaciones para alcanzar rápidamente aquellas secciones del motor que serán necesariamente las primeras en el ensamble. Normalmente estas serán las secciones del compresor.

Examen de Componentes de Accesorios.- El examen y prueba de accesorios y componentes es una operación amplia para garantizar un local completamente separado. La prueba de los componentes involucran varias posiciones de prueba costosos. Además, los riesgos de fuego y explosión presentan problemas especiales en la planeación de un local de examen y pruebas de accesorios.

Inspección.- En el mantenimiento de motores, la inspección cae en dos categorías amplias: *inspección de líneas o inspección de partes*. La inspección de línea cubre la calidad del ensamble y prueba. La inspección de partes cubre la utilidad de las partes. La inspección de partes a su vez está subdividida en dos categorías, generalmente llamadas *detección de hendidura y mesa de inspección*. En la detección de hendiduras se emplea la ayuda de flujo magnético y tintura penetrante o partículas fluorescentes para detectar hendiduras y defectos no visibles a simple vista. La mesa de inspección cubre la verificación visual y dimensional requerida para determinar la utilidad de las partes.

Limpieza.- Para el mantenimiento de las partes la función de limpiar el motor es para permitir una adecuada inspección para determinar la utilidad. La limpieza química es el método más ampliamente aceptado. La tendencia de selección de un buen proceso de limpieza es hacer que las partes se vean más limpias, más brillantes o más suaves. Al lograr esto hace la tarea visual más difícil por ocultamiento de hendidura o por dejar una

hendidura o superficie en tal condición que una inspección penetrante fluorescente no es posible.

Reparación.- La mayoría de partes rechazadas por los inspectores de partes puede ser regresada a servicio después de una reparación apropiada. El rango de reparaciones y reacondicionado de partes es tal que un taller completamente equipado tendrá que tener una herrería, un taller mecánico y una taller de soldadura. Debido al tamaño de las partes del motor de chorro, se requieren tanques grandes, hornos y máquinas de herramientas. Excepto en las grandes instalaciones de mantenimiento, solamente un mínimo de dicho equipo se considera como necesario.

Piezas de Repuesto.- Más allá del simplemente almacenamiento de partes, el suministro de piezas de repuesto tienen muchas tareas relacionadas tales como: procurando, grabando, embarcando, recibiendo y preservándolas.

Ordenar.- Es la integración de las partes del motor y subensambles en juegos completos previos al ensamble. La primer área de ordenamiento es localizada junto a la inspección de partes y áreas de trabajo menor en la pieza donde los almacenistas y los despachadores buscan partes desarrolladas, trabajos de reparación expeditos y procurar las nuevas partes necesarias para integrar un motor en grupos de partes listas para el subensamble.

Ensamble.- El ensamble es como el desarme, pero requiere mano de obra de alta calidad e inspecciones y verificaciones misceláneas. Se espera que se tome cerca de tres veces el tiempo de horas trabajadas que en el desensamble. Entre esto la operación de ensamble más crítica es el ensamble y el balance de los rotores del compresor de la turbina. Para conseguir la libertad deseada de vibración, es necesario pesar las cuchillas para obtener

una distribución uniforme de fuerzas en los discos; balancear estáticamente el ensamble de disco y cuchillas; y, finalmente, el balanceo dinámico de los ensambles del rotor.

OPERACIONES DE MANTENIMIENTO DE LA ESTRUCTURA DE UNA AERONAVE.- Las aeronaves son diseñadas de tal forma que el trabajo de mantenimiento debe ser desempeñado a diferentes niveles de complejidad. El trabajo es ya sea de adentro hacia afuera del hangar, y la aeronave puede ser suspendida o sobre sus llantas y puede o no requerir fuente de poder eléctrica auxiliar. La examinación consiste en limpieza, desarme para inspección, desarme para reemplazo de partes, reparación, reemplazo de partes, inspección, ensamble y prueba de la aeronave. Mientras la aeronave está en el hangar para inspección, otro trabajo es hecho al mismo tiempo. El trabajo incluye sustituciones de componentes, modificaciones y reparaciones de defectos.

Desarme.- El trabajo desarrollado para obtener acceso a las partes funcionales de la aeronave, es hecho tantas veces que viene a ser una rutina:

- 1.- **Cabina.-** Remover y examinar (en " taller de componentes ") sillas, alfombras, divisores de clases, cortinas, cocinas y baños. En aquellas piezas donde un conjunto adecuado es requerido, las piezas son etiquetadas para facilitar la reinstalación en la ubicación exacta.
- 2.- **Tanques de Combustible.-** Remover las placas de acceso de todos los tanques, e instalar el equipo de purgado para purgar el vapor de combustible de los tanques.
- 3.- **Inspección Estructural.-** Remover las placas y componentes como si se requiriera para desempeñar las inspecciones necesarias.
- 4.- **Motores.-** El mantenimiento requerido en motores es tan repetitivo que la remoción de placas y componentes para acceso es casi una rutina fija.

5.- Pintado de Bandas.- Aunque el pintado de bandas es hecho principalmente en conjunción con pintura decorativa del avión, algo de pintura es protectora solamente. En estos casos, una operación de pintado de bandas puede ser realizada para descubrir el metal para una inspección.

Mantenimiento, Modificación y Reparación a las Estructuras de una Aer nave.- El término "*Mantenimiento de Estructuras*" se refiere a la protección de corrosión, remoción de corrosión o reemplazo de partes decorativas tales como paneles de las paredes de la cabina. "*Modificaciones y Reparaciones*" son un proceso mucho más elaborado. Que involucra el apuntalamiento especializado para soportar las partes estructurales en que se trabaja. Los componentes y cubierta exterior tiene que ser removidos para llegar a la estructura principal.

Modificaciones o Reparaciones de Sistemas; Restauración del Sistema; Instalación de Nuevos Componentes del Sistema: "*Sistema*" se refiere a un agregado de estructuras tal como el sistema del tren de aterrizaje o el sistema de alerones o el sistema hidráulico completo. "*Estructuras*" se refieren a las partes o componentes que integran estos sistemas. Algún sistema de tarea de inspección es desempeñado antes de que el sistema sea desarmado, pero la inspección es realizada después de que todos los reemplazamientos han sido hechos al sistema y está intacto otra vez.

Activación de los Sistemas de Motores que Requieren Verificación de los Sistemas Operacionales y Funcionales.- Después de que el sistema ha sido reparado y restaurado, debe ser probado para ver que se desempeña de acuerdo con las especificaciones. Dichas verificaciones son llamadas verificaciones operacionales y vienen al final de la reparación.

La verificación operacional es conducida por un mecánico con un inspector controlando la prueba desde la cabina, varios mecánicos, observan las condiciones durante la prueba. Los observadores reportan a la cabina que es lo que está aconteciendo. Durante la prueba, los ajustes pueden ser hechos y asegurados mecánicamente para asegurar el sistema en condición de operación adecuada.

Reparación de Sistemas después de la Preparación Operacional y del Detalle.-

Después de la exitosa realización de la verificación del sistema operacional se señala el final de la reparación. Solo queda la limpieza y el cierre de las puertas y plataformas de acceso. Una operación significativa que se desempeñe en este momento será la aplicación de pintura protectora. La cual consiste de: limpieza, protección de las partes que no requieren pintura, aplicación de la pintura y remoción de la protección, principalmente desempeñado en partes reforzadas de acero del tren de aterrizaje. Antes del cerrado de puertas o plataformas, se hace una inspección para determinar que ningún desecho ha sido dejado en el área y que todos los alambres están conectados.

INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

En la industria automotriz existen muchas instalaciones dedicadas a la fabricación de partes o ensamblaje. Cada instalación es dinámica: los procesos y sistemas son modificados, añadidos, retirados o renovados debido a cambios tecnológicos y a la demanda del mercado. Las tareas visuales son dinámicas también: el producto está frecuentemente en movimiento. Así, las tareas visuales incluyen el producto, el proceso de manufactura, el equipo del proceso y las transiciones entre estaciones de trabajo.

En las instalaciones automotrices son utilizadas técnicas de iluminación general y complementaria. La selección, diseño y operación de los sistemas de iluminación son complicados, debido a las diversas fuentes de luz y variedad de los sistemas de iluminación (luminarios especiales) que pueden ser aplicados. Ningún sistema cubre el rango completo de las necesidades de iluminación de esta industria.

Las lámparas de descarga de alta intensidad (HID) de 400 o 1000 watts son utilizadas para iluminar áreas con elevadas alturas de montaje. Las lámparas fluorescentes son utilizadas por esta industria principalmente para la iluminación de tareas. Se debe tener mucho cuidado en la selección del sistema de iluminación de emergencia apropiado para áreas iluminadas con lámparas (HID) en objeto de responder adecuadamente al tiempo prolongado del reencendido generado con éstas lámparas.

NIVELES DE ILUMINANCIA.- Las iluminancias mantenidas recomendadas para la fabricación de partes automotrices e instalaciones de ensamblaje son mostrados en la (Fig. 14. Pág. 48).

FIGURA 14.- Valores de Iluminancia Recomendados Actualmente por los Representantes de la Industria para Instalaciones de la Industria Automotriz (Mantenedidos sobre las Taras).

Área y Tarea	Iluminancia en Taras	
	Lux	Footcandles
Patio de Carbón, Almacenamiento de Acero.	5	0.5
Almaceneje exterior inactivo, puntos de intercambio del ferrocarril, subestaciones exteriores, Áreas de estacionamiento.	15	1.5
Áreas de almacenamiento interior inactivo, entradas exteriores de pastores, áreas de maniobra de camiones.	80	5.0
Elevadores, áreas de hornos de acero, cuartos de castileros, áreas de almacenamiento activos exteriores.	200	20.0
Instalaciones de Tratamiento de Escorias (interior), oxidación y cuartos de horno de arcilla, áreas del horno de fundición, cuartos de horno de vidrio, HVAC y cuartos de sulfatación, caja de acero de refinamiento, cargas pesadas, fabricación de pintura general, pintado, ensayos y cuartos de seco.	300	30.0
Ensamble de la estructura, control eléctricos, forjadoras, comedor de servicio rápido, fundición clasificada y vertida, servicio de garaje, áreas de almacenamiento activos, cuartos de prensado, fabricación de acumuladores, áreas de estaladura.	600	60.0
Cuartos de despacho y control, cocinas, fundición de castillos grandes y áreas de moldeo (máquinas), operaciones de maquinado (máquinas y partes).	750	75.0
Chasis, ensamble del cuerpo de montaje, esmalteado y vidrio, fundición de correa mixta y áreas de moldeo (esta de mariposa), afilado y acabado, inspección y corte del vidrio, cuartos de diagnóstico y tratamiento, inspección ordinaria, áreas de mantenimiento y reparación de máquinas, lubricado y pulido, testado.	1000	100.0
Pelico de partes de inspección.	1500	150.0
Ensamblado final, y ensamblado y acabado del cuerpo, inspección detallada, comparación de color de pintura.	3000	300.0
Inspección detallada fina (grietas de fundición).	6000	600.0

FABRICACIÓN DE PARTES AUTOMOTRICES

Las principales tareas visuales y los sistemas típicos de iluminación son como siguen:

Entrada de Materias Primas.- Las materias primas son entregadas a las instalaciones de manufactura por embarque de camión o tren. Se utilizan en vehículos abiertos como cerrados.

- * **Tarea Visual.-** Identificar los materiales y correlacionarlos con los del embarque.
- * **Iluminación.-** Iluminación general con iluminación complementaria para interiores de cajas de trailers o vagones de ferrocarril.

Áreas de Almacenamiento Activas.- Las materias primas son descargadas en las áreas de recibo por montacargas o grúas. Estas son transportadas a las áreas de almacenamiento activas o directamente a los procesos de producción por los mismos medios.

- * **Tarea Visual.-** Identificar los materiales (etiquetas o marcas) desde la cabina de un montacargas o grúa y mover los materiales y depositarlos en un lugar designado.
- * **Iluminación.-** Iluminación general.

Procesos de Fabricación de Partes.- Las instalaciones de manufactura de partes, fabrican varios productos utilizando muchos procesos únicos. El diseñador debe referirse a actividades mayores que ocurren en una planta industrial automotriz como: *Maquinado, Trabajos de Laminado, Fundiciones.*

- * **Tarea Visual.-** Un número de diferentes tareas pueden ser realizadas.
- * **Iluminación.-** Iluminación general con iluminación complementaria en áreas o

sobre el equipo que requiere niveles de iluminación elevados.

Ensamble de Partes.- En la mayoría de las plantas industriales, los componentes individuales son ensamblados en subsensibles (arneses de cableado, motores, transmisiones, suspensiones o carburadores). Los procesos de ensamblado combinan actividades manuales, semiautomáticas y automáticas.

- * **Tarea Visual.-** Seleccionar, orientar, instalar y asegurar una componente al subsensible.
- * **Iluminación.-** Iluminación general con iluminación complementaria adicionada para áreas específicas de trabajo.

Prueba.- Los procedimientos y equipo altamente diversificados y complicados de prueba determinan el cumplimiento con las especificaciones del diseño para los diversos subsensibles mecánicos, eléctricos y electromecánicos. Las actividades de prueba son manuales, semiautomáticas y automáticas.

- * **Tarea Visual.-** Asegurar el subsensible al equipo de prueba; hacer las conexiones eléctricas o mecánicas; correr las pruebas y leer espesores y dimensiones; para desempeñar ajustes mecánicos o eléctricos como se requieran; completar reportes de prueba; desconectar y retirar el subsensible desde el equipo de prueba.
- * **Iluminación.-** Iluminación general y complementaria.

Inspección Final- Determina si la parte fabricada o subensamblada esta de acuerdo con la especificación del diseño.

- * **Tarea Visual-** Inspeccionar visualmente que las partes o subensambles sean correctos a la especificación, y garantizar que las inspecciones y pruebas intermedias sean satisfactorias.
- * **Iluminación-** Iluminación general con iluminación complementaria cuando es requerida para la inspección de partes o subensambles.

Empacado- Las partes son manual o semiautomáticamente colocadas en cajas, contenedores de metal o bastidores para embarque.

- * **Tarea Visual-** Identificar las partes y colocarlas en el lugar de destino en un contenedor o bastidor.
- * **Iluminación-** Iluminación general del área.

Embarque- Las partes son generalmente embarcadas hacia plantas de ensamble o almacenes, en ferrocarriles y camiones. Las grúas en camiones son usadas para cargar éstos vehículos.

- * **Tarea Visual-** Identificar un contenedor o bastidor por parte y destinación de la carga y cargarlos en el ferrocarril o camión designado.
- * **Iluminación-** Iluminación general e iluminación complementaria portátil o ajustable en el interior del ferrocarril o la caja del camión.

ENSAMBLADO AUTOMOTRIZ

El proceso de ensamblado automotriz es continuo y requiere tanto de iluminación general como complementaria para las diversas tareas visuales difíciles a lo largo de la línea de ensamble. El conjunto de ductos, tuberías, soportes de acero y transportadores alrededor

de la línea de ensamble reduce la efectividad del sistema de iluminación general. Existen actualmente dos métodos de ensamble automotriz: (1) marco y cuerpo de gota y (2) cuerpo único.

El ensamble de plataformas móviles y de luminarios elevados están comenzando a ser utilizados en instalaciones industriales para aumentar la productividad y para proporcionar condiciones de trabajo más confortables para los empleados. La iluminación para estas tareas tiene que reconocer estos nuevos aspectos distintivos de ensamble. Las principales operaciones relacionadas con las tareas visuales, y los sistemas típicos de iluminación son los siguientes:

ENSAMBLE DEL BASTIDOR Y DE LA CARROCERÍA

Área del Armado del Cuerpo.- Las partes de metal están situadas en largas guías o instalaciones fijas, automática o manualmente soldadas.

- * **Tarea Visual:** Alineación o acoplamiento de partes en las guías; soldado e inspección de las partes soldadas.
- * **Iluminación:** Iluminación general localizada con luminarios posicionados detrás del operador.

Área de Soldadura del Cuerpo.- Uniones (entre partes soldadas), las abolladuras y ralladuras son llenadas con soldadura para dar una apariencia lisa.

- * **Tarea Visual:** Ver todas las soldaduras, uniones, abolladuras, ralladuras y cubrirlas con soldadura.

- * **Iluminación:** Los luminarios están posicionados en ambos lados de la línea y orientados hacia arriba y detrás del trabajador. Usualmente, los luminarios son empotrados dentro del casquete cubriendo ésta área.

Área de Acabado del Metal.- El metal y la soldadura son lijados y pulidos al perfil de la superficie descada.

- * **Tarea Visual:** Inspeccionar las áreas soldadas y pulir el perfil y suavidad descadas.
- * **Iluminación:** Los luminarios deberán ser montados paralelamente o perpendicularmente a lo largo de ambos lados de la línea de ensamble.

Área de Inspección del Cuerpo.- El cuerpo es inspeccionado para localizar todos los defectos del metal. Los defectos son marcados para corrección de modo que cuando la pintura sea aplicada, la superficie sea uniforme.

- * **Tarea Visual:** Localizar y marcar todos los defectos metálicos del cuerpo (abolladuras, ralladuras y puntos relevantes) de modo que éstos puedan ser reparados antes del pintado.
- * **Iluminación:** La iluminación es proporcionada a lo largo de ambos lados de la línea de ensamble. Los luminarios son montados en un ángulo con la horizontal para proporcionar iluminación en el cofre, el techo y superficies verticales superiores. Los luminarios están también posicionados para iluminar las superficies verticales más bajas y los paneles de cuarto.

Área de Reparación del Cuerpo.- Los defectos que han sido marcados por el personal de inspección son reparados.

- * **Tarea Visual:** Ver y distinguir las diversas marcas que identifican la ubicación y naturaleza del defecto; también ver que la superficie del cuerpo es suave y uniforme después del lijado o pulido.
- * **Iluminación:** La misma cantidad y calidad de iluminación como para el área de inspección del cuerpo.

Área de Pintura.- La pintura es aplicada automática y manualmente a todas las superficies del cuerpo.

- * **Tarea Visual:** Ver las marcas de identificación de modo que la pintura del color adecuado sea aplicada; ver que la pintura es aplicada completa y uniformemente sobre toda la superficie; eliminando el corrido de la pintura o cobertura insuficiente.
- * **Iluminación:** Los luminarios son instalados en las paredes y techo de la cabina de pintura de modo que la iluminación es proporcionada sobre todas las superficies horizontales y verticales del cuerpo.

Área de Inspección después del Pintado.- El trabajo es inspeccionado para la adecuada cobertura de pintura y para los defectos no identificados y corregidos previamente al pintado.

- * **Tarea Visual:** Detectar las irregularidades en la superficie del cuerpo o el color y cualquier cobertura insuficiente.

- **Iluminación:** Los luminarios son montados generalmente en un ángulo, a lo largo de ambos lados del cuerpo y perpendiculares a la línea de ensamble. Los luminarios deberán ser posicionados para permitir a los inspectores ver los defectos observando la distorsión de la imagen reflejada de la fuente en la superficie especular del cuerpo.

Área de Bastidor y Chasis.- El bastidor del automóvil comienza bajo la línea de ensamble. El tanque de combustible, el sistema de escape y suspensión son todos ensamblados en el bastidor durante esta fase del ensamble.

- **Tarea Visual:** Hay tareas visuales no críticas en ésta área. Las partes son generalmente grandes, y la alineación usualmente es todo lo que se requiere.

- **Iluminación:** Iluminación general o local.

Área de Caída del Motor.- El motor es posicionado sobre el bastidor, las líneas de combustible conectadas y otras partes misceláneas atornilladas en su posición.

- **Tarea Visual:** Partes grandes son atornilladas en su lugar con herramientas de mano.
- **Iluminación:** Los luminarios en ambos lados de la línea, son angulados para proporcionar iluminación horizontal y vertical.

Área de la Caída del Cuerpo.- El cuerpo es bajado sobre el chasis y sujetado en su posición.

- **Tarea Visual:** La alineación del cuerpo es una tarea visual muy importante.

- **Iluminación:** Iluminación general y vertical son requeridas. La iluminación tiene que ser suficiente para garantizar la ubicación adecuada del cuerpo y atornillarlo en el lugar con herramienta de mano.

Área del Foso.- El cuerpo es atornillado al bastidor. Otras operaciones en el bastidor son logradas por los trabajadores con herramienta de mano.

- **Tarea Visual:** Ver que los tornillos sean instalados adecuadamente y apretados.
- **Iluminación:** Los luminarios son empotrados generalmente en las paredes en ambos lados del foso para proporcionar luz sobre el hombro del trabajador.

Áreas de los Accesorios Interiores.- Asientos, toldo, panel de instrumentos y otros accesorios interiores son instalados.

- **Tarea Visual:** Identificar las posiciones adecuadas y asegurar los asientos, panel de instrumentos, accesorios y el toldo.
- **Iluminación:** Los luminarios son localizados a lo largo de ambos lados de la línea de ensamble. La iluminación general en ésta área satisficará los requisitos de visión dentro del automóvil.

Área de Inspección Final.- El automóvil es inspeccionado para todos los defectos (cuerpo y accesorios), de modo que las reparaciones puedan ser llevadas a cabo.

- **Tarea Visual:** La tarea más crítica es la identificación de defectos del cuerpo y daños de la superficie que pueden haber ocurrido durante el proceso de ensamblado.

- **Iluminación:** Los luminarios son instalados arriba y a el lado del automóvil para que todas las superficies puedan ser inspeccionadas. El personal de inspección localiza los defectos viendo la distorsión de la imagen reflejada de la lámpara en las superficies especulares.

ENSAMBLE DE CUERPO ÚNICO

Área Bajo el Cuerpo.- Las partes de metal son manual o automáticamente soldadas para formar el bajo cuerpo.

- **Tarea Visual:** Alineación de acoplamiento de partes con guías; soldadura e inspección de indicios de la misma.
- **Iluminación:** Iluminación general localizada con luminarios ubicados arriba y detrás de los trabajadores.

Área de Soldadura del Cuerpo.- El piso, paneles laterales y superiores son soldados automática o manualmente para formar el cuerpo del vehículo.

- **Tarea Visual:** Es igual que para el área bajo el cuerpo.
- **Iluminación:** Igual calidad y cantidad de iluminancia como para al área bajo el cuerpo.

Línea de Panel.- Las puertas, tapas y cofres son montados en el cuerpo del vehículo. Los vacíos entre partes soldadas son resanados. Los defectos menores del metal son molidos y pulidos para obtener el acabado deseado del cuerpo.

- **Tarea Visual:** Los trabajadores aseguran manualmente los paneles al cuerpo utilizando herramientas de mano. Los vacíos son identificados y manualmente rellenos utilizando soldaduras de alambre

continuo. Residuos de soldadura e imperfecciones de metales son terminadas al contorno y suavidad deseada.

- * **Iluminación:** Los luminarios son montados a lo largo de ambos lados de la línea y orientados hacia arriba y detrás del trabajador. Los luminarios son empotrados normalmente en el techo de la cabina en el área de soldadura.

Área de Reparación e Inspección del Cuerpo.- El cuerpo es inspeccionado para localizar los defectos metálicos. Los defectos son marcados para corrección, y las reparaciones son hechas antes de que el cuerpo sea enviado para pintar.

- * **Tarea Visual:** Localizar y marcar todos los defectos del cuerpo, distinguir las diversas marcas que identifican la ubicación y naturaleza de los defectos, y reparar los defectos.
- * **Iluminación:** Los luminarios son montados a lo largo de ambos lados de la línea del cuerpo y orientados en un ángulo a la horizontal para proporcionar iluminación al cofre, techo y superficies verticales, superiores e inferiores.

Área de Capa Primaria y Pintura Primaria.- El cuerpo de metal es limpiado y lavado, y se le aplica la capa primaria y la pintura primaria.

- * **Tarea Visual:** Asegurar que la capa primaria y la pintura primaria sean aplicados adecuadamente.
- * **Iluminación:** Iluminación complementaria general y local.

Línea de Sellado.- Los materiales aislantes de sonido y contra penetración del agua son aplicados automática y manualmente.

* **Tarea Visual:** No hay tareas visuales críticas en ésta área.

* **Iluminación:** Iluminación complementaria local o general.

Área de Enmascarado y Preparación.- El cuerpo es inspeccionado para defectos en la capa primaria, las superficies son limpiadas para garantizar suavidad en la aplicación de la pintura, y las áreas son enmascaradas manualmente.

* **Tareas Visuales:** Localizar y reparar las imperfecciones en la capa primaria, limpieza del cuerpo y enmascarar las superficies para una aplicación de pintura adecuada.

* **Iluminación:** Los luminarios son montados sobre las paredes y a lo largo de la parte superior del cercado para proporcionar iluminación sobre todas las superficies horizontales y verticales del cuerpo.

Pintura / Área del Horno: La pintura es automáticamente aplicada a todas las superficies del cuerpo con robots o aplicadores de espreas.

* **Tareas Visuales:** Asegurar que la pintura sea aplicada adecuadamente.

* **Iluminación:** Los luminarios son instalados en los techos y las paredes de la cabina de rocío. (Los luminarios son a veces instalados afuera de ésta para reducir el riesgo y permitir el uso de luminarios clasificados como no peligrosos).

Área de Inspección de Pintura.- El trabajo es inspeccionado para ver si la cubierta de pintura es adecuada y para detectar defectos de pintura no corregidos previamente.

- * **Tareas Visuales:** Detectar cualesquiera irregularidades en la superficie del cuerpo, color y cubierta.
- * **Iluminación:** Los luminarios son localizados a lo largo de ambos lados del cuerpo y perpendiculares a la línea de montaje. Estos son posicionados de modo que la superficie del cuerpo entero es iluminado y los inspectores pueden detectar defectos por medio de la de observación de distorsión de la imagen de la fuente de luz reflejada en la superficie especular del cuerpo. Para comparar los colores se utilizan lámparas especiales de (5000 °K).

Hay una tendencia creciente para prepintar las partes en la industria automotriz, y si esta tendencia continúa, esto tendrá un efecto en la manera como las partes son tratadas e inspeccionadas en el futuro.

Línea de Chasis.- El tanque de gasolina, las líneas de la suspensión y frenos son ensamblados en el cuerpo. El motor es montado en su lugar, y las líneas hidráulicas y de combustibles son conectadas.

- * **Tareas Visuales:** Las partes grandes son atornilladas en su lugar con herramientas de mano.
- * **Iluminación:-** Los luminarios son instalados en ambos lados de la línea y son angulados para proporcionar iluminación tanto horizontal como vertical.

Línea de Accesorios.- Los asientos, el toldo, los paneles de instrumentos, los espejos, las llantas y otros accesorios interiores y exteriores son instalados.

- * **Tareas Visuales:** Identificar las posiciones adecuadas, y asegurar los accesorios interiores y exteriores en su posición.

- * **Iluminación:** Los luminarios son colocados a lo largo de ambos lados de la línea de montaje y son angulados de tal manera que cumplan con los requisitos de visibilidad fuera y dentro del vehículo.

Área de Inspección Final.- El combustible, y los fluidos tanto de la máquina como de la transmisión son suministrados; el automóvil es arrancado e inspeccionado para cualquier defecto (cuerpo y accesorios) y cualquier reparación necesaria sea efectuada.

- * **Tarea Visual:** La tarea visual más crítica en ésta área es la identificación de defectos del cuerpo y daños de la superficie que pudieron haber ocurrido durante el proceso de montaje.

- * **Iluminación:** Los luminarios son instalados por encima y a un lado del automóvil de modo que todas las superficies puedan ser inspeccionadas.

PANADERIAS

Las tareas visuales en panaderías no son críticas. La mayoría de las operaciones manuales son casi automáticas con poca atención al detalle. Los sistemas de iluminación generales proporcionan una iluminación adecuada para la mayoría de las funciones; algunas necesitarán iluminación complementaria.

La iluminación es una ayuda para las condiciones sanitarias, de seguridad y estado de ánimo. La limpieza, es de gran importancia en todos los establecimientos de producción de alimentos. En las panaderías una gran parte de las áreas de producción están ocupadas por carros, bastidores, mezcladoras, y otros equipos. Una iluminación adecuada puede ayudar a prevenir lesiones debidos al congestionamiento en estas áreas y mejorar la seguridad de los empleados que están operando maquinaria en movimiento, trabajando junto a superficies calientes y manipulando utensilios calientes.

Cuarto de Mezclado.- La harina, almacenada en depósitos directamente sobre las mezcladoras, puede ser pesada y cernida directamente en el tazón de mezcla. A veces esto es llevado directamente a tolvas de medida, localizadas sobre los mezcladores. Básculas digitales o de aguja son usadas para pesar la harina, con medidores de volumen para medir los ingredientes líquidos. Algunos cuartos de mezclado tienen un banco lateral donde los ingredientes adicionales son mezclados y pesados.

Una iluminación general con iluminación vertical en la cara de los estantes es requerida. Para mezcladores verticales, una iluminación complementaria debe ser proporcionada para iluminar el interior del tazón de la mezcla.

Cuarto de Fermentación.- Desde el cuarto de mezcla, pastas o levaduras de pan son llevadas en grandes cubetas (conteniendo 550 - 680 Kgs. [1200-1500 lbs.]) al cuarto de fermentación, que es mantenido a cerca de 27 °C (80 °F) y 80 % de humedad. Ya que se presta poca atención a la pasta durante la fermentación, solamente es requerida la cantidad de luz necesaria para asegurar un manejo seguro del equipo. La humedad alta requiere el uso de luminarios interiores cerrados y herméticos. Experimentos han mostrado que la radiación ultravioleta puede controlar hongos indeseables en el cuarto de fermentación.

Cuarto de Decorado.- La pasta es dividida, conformada y colocada en los recipientes para el horneado. Las panaderías modernas utilizan procedimientos de línea de producción. Las operaciones son ampliamente mecánicas y requieren muy poco manipuleo.

Cuarto de Prueba.- Durante el probado la pasta alcanza el levantamiento a su forma final. Una iluminación general local es requerida directamente enfrente a los bastidores de bandeja para permitir una inspección rápida de la pasta.

Debido a los techos bajos en la mayoría de los cuartos de probado, simétricos, los luminarios con un cierto ángulo y dirección o con una distribución asimétrica pueden ser utilizados, debido a la humedad alta, se recomienda usar luminarios cerrados y con empaques (juntas).

Cuarto de Horno.- Los hornos presentan problemas de iluminación especiales porque (1) muchos de ellos están terminados en blanco y negro y (2) están iluminados en el interior por lámparas con cubiertas de vidrio y bases de alta temperatura. El frente del horno debe ser iluminado para balancear las luminancias de la puerta del horno iluminada, así como para mantener relaciones de luminancia por debajo de 10:1. Los luminarios deben ser

montados de modo que los carros portadores de bandeja situados cerca de la boca del horno no causen sombras cuando el horno sea llenado o vaciado.

Rellenos y Otros Ingredientes.- La preparación de rellenos involucra peso y mezcla exacta de diversos ingredientes. Muchos ingredientes son perecederos y deben ser inspeccionados cuidadosamente. Los luminarios deben ser situados para proporcionar iluminación para limpiar el interior del tazón mezclador. Para cocinar rellenos de frutas, un ventilador aspirador y campana son previstos sobre las calderas. Los luminarios auxiliares pueden ser montados dentro de la campana para proporcionar un buen blindado y para dirigir adecuadamente la luz. Los luminarios cerrados y con empaques protegen las lámparas.

Las mesas para el lavado, cortado y mezclado de frutas son colocados normalmente cerca de las ventanas. Las rejillas venecianas controlan el deslumbramiento exterior para evitar molestias a los trabajadores.

Decorado y Glaseado.- En muchas panaderías grandes, el enfriado es aplicado mecánicamente a los productos. El problema de iluminación es similar al del cuarto de decorado.

El decorado y el glaseado a mano, sin embargo, requieren mayor habilidad y cuidado. Debido al detalle involucrado en el decorado a mano y la necesidad de trabajar rápidamente, se requiere de una visión rápida y adecuada. La iluminación en los bancos de decorado puede ser proporcionada por luminarios industriales. Los luminarios fluorescentes adecuadamente protegidos minimizarán la brillantes reflejada desde el glaseado.

Si los operadores están ubicados sólo en un lado de los bancos de decorado, los luminarios pueden ser colocados sobre la cabeza de los operadores y paralelos a las bancas.

Con esta ubicación, la iluminación de las superficies verticales del producto será mejorada y las pequeñas sombras producidas revelarán el detalle de la decoración. También, las reflexiones de las superficies altamente reflejantes del glaseado serán dirigidas lejos del operador. Los luminarios pueden ser orientados ligeramente hacia las bancas de decorado si las bancas son ubicadas de tal manera que no se espera que una unidad de iluminación ilumine más de una banca. Si los operadores están ubicados localizados en ambos lados de las bancas, los luminarios deberán ser ubicados a lo largo de los bancos y entre los operadores.

El color de las fuentes de luz en el departamento de decorado y glaseado debe coincidir con el del producto que será comprado o consumido.

Se debe considerar la radiación de calor producida por el equipo de iluminación. Es importante evitar rayos concentrados de luz, y evitar reflectores con filtros dicróicos cuando iluminación concentrada para tarea complementaria sea requerida.

Iluminación de Básculas y Termómetros.- Los instrumentos iluminados permiten una rápida, y exacta lectura de las graduaciones, sin embargo, uno debe ser cuidadoso para evitar el deslumbramiento directo o reflejado de luminarios o ventanas. Ver la (*Fig. 15 Pág. 66*), en dónde se puede observar, que los luminarios locales son poco prácticos, las luces protegidas son recomendadas apropiadamente.

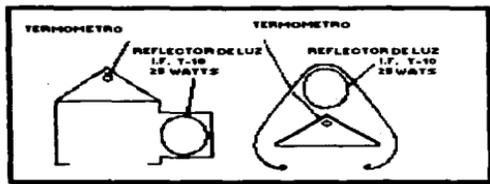


FIGURA 18.- Dos métodos sugeridos para iluminación de termómetros.
Se debe tener cuidado de dispersar el calor lejos de los termómetros.

Cuarto de Envoltura.- La envoltura es hecha por máquinas automáticas. Algunas interrupciones pueden ser causadas por el desgarrar de envolturas que se atoran en el mecanismo. La iluminación general acelera la localización y remoción de obstrucciones y el limpiado, aceitado y ajuste de las máquinas.

Lámparas germicidas (bactericidas) pueden ser usadas para el control de hongos en productos de panadería empacados.

Almacenamiento.- Un correcto nivel de iluminación estimula un buen manejo de los artículos y tiende a disminuir pérdidas por almacenamiento. Debido a que los cuartos de almacenamiento frecuentemente tienen techos bajos, debe tomarse en cuenta un correcto blindado de las lámparas. La colocación correcta de las unidades con respecto a los depósitos y plataformas y es esencial para evitar el bloqueo de la luz en las áreas de trabajo.

Cuarto de Embarque.- El producto terminado es entregado al cuarto de embarque por carros o transportadores de bandeja. Las tareas del cuarto de embarque incluyen la toma de registros, cargado de carros , en algunos lugares, mantenimiento y limpieza de los carros.

Cajas de Camiones.- Las cajas de los camiones son cerradas y son cargados desde la puerta trasera. Es necesario usar un equipo proyector o angulado, apropiadamente localizados permanentemente sujeto a las paredes, columnas u otras instalaciones para proporcionar una visión adecuada dentro del cuerpo del camión. Una iluminación suficiente es necesaria en el garage para limpiar los camiones.

PETRÓLEO, PLANTAS QUÍMICAS Y PETROQUÍMICAS

Una planta de petróleo, química o petroquímica convierten materia prima (gas, líquido o sólido) en un producto utilizable. En cada planta hay alguna forma de recibir y embarcar, almacenar, remover las impurezas y procesar. Es común para encontrar varias unidades diferentes de proceso en una planta. Frecuentemente, varios procesos están combinados en una unidad integrada.

La planta moderna es una operación continua de procesos altamente automatizados. Cada unidad esta controlada desde un cuarto de control por uno o dos operadores. Un cuarto de control central puede ser utilizado en lugar de esos cuartos de control unitarios para operar varias unidades de proceso. Es aparente que hay muy poca gente en una planta química moderna.

Las tareas visuales en las unidades de proceso son reducidas con operaciones muy básicas tal como operar una válvula, arrancar una bomba, tomar una muestra, o caminar solamente a través de una unidad para sentir algún desorden. Las tareas visuales más críticas requieren iluminación local complementaria.

Las plantas de procesos continuos más modernas tienen programas de mantenimiento preventivo programados durante el cambio del día y la noche. Cuando el mantenimiento inusual es requerido por la noche, puede ser necesaria la iluminación portátil.

Las plantas de petróleo, químicas y petroquímicas están restringidas para los empleados. Muchas áreas son más restringidas a para personal especialmente entrenado y asignado para el área. La mayoría de las tareas visuales están ampliamente simplificadas por sofisticados sistemas automáticos de control. Muchas áreas requieren iluminación solamente para el movimiento seguro del personal; muchos tienen solamente ocupación de día y no requieren de la iluminación. Semejantes a las estaciones generadoras eléctricas, aquellas instalaciones con operación continua pueden beneficiarse de información sobre los efectos de la luz sobre los estados anímicos, físico y mentales del ser humano.

La mayoría de los procesos en plantas químicas involucran temperaturas y presiones elevadas y son diseñadas para un flujo continuo de vapor, líquido o sólido de un recipiente a otro. Muchos de éstos materiales son altamente tóxicos y altamente inflamables. Por estas razones, la mayoría de los procesos de flujo están contenidos totalmente dentro del sistema de tuberías y recipientes. Los luminarios exteriores son apropiados para tal equipamiento y construcción.

Las recomendaciones de iluminancia se muestran listadas en la (*Fig. 16 Págs. 71, 72 y 73*), las cuales representan a aquellos establecidos por los representantes de la industria del petróleo, química y petroquímica y que pueden ser usados de preferencia sobre el procedimiento de selección de iluminancia general.

Áreas Corrosivas.- Una variedad de productos químicos corrosivos están presentes en cada planta. Además, las plantas exteriores están expuestas a los elementos de lluvia, nieve, niebla, alta humedad y salinidad del aire de mar. Los métodos usuales de protección contra estos elementos, son utilizar metales que resistan el ataque, preparación especial de la superficie, acabados epóxicos, revestimientos de PVC o el uso de partes no metálicas. En adición a éstas protecciones, es común lavar abajo de el área. Los luminarios deberán ser seleccionados para resistir la corrosión prevaiente.

FIGURA 16.- Iluminación Recomendada Actualmente por los Representantes de la Industria del Petróleo, Química y Petroquímica.

Área o Actividad	Iluminación Luzes (Foot-candles)	Elevación Métricos (Pulgadas)
I.- ÁREAS DE PROCESO		
A. Unidades de Proceso Generales.		
Filtros de bombas, válvulas, desviadores.	80 (8)	Tierra
Intercambiadores de calor.	30 (3)	Tierra
Plataformas de mantenimiento.	10 (1)	Piso
Plataformas operativas.	80 (8)	Piso
Torres de refrigeración (áreas de equipo).	80 (8)	Tierra
Hornos.	30 (3)	Tierra
Escalas y escaleras (inactive).	10 (1)	Piso
Escalas y escaleras (active).	80 (8)	Piso
Válvulas de garantía.	80 (8) P	Nivel ocular
Instrumentos (en unidades de proceso).	80 (8) P	Nivel ocular
Cajas de compresores.	200 (20)	Piso
Separadores.	80 (8)	Plac. Sup. Módulo
Áreas general.	10 (1)	Tierra
B. Casas y Cuartos de Control.		
Casas de control ordinarias.	300 (30)	Piso
Panel de instrumentos.	300 (30) P	1700 (68)
Consola.	300 (30) P	700 (28)
Parte posterior del panel.	100 (10) P	700 (28)
Casa de control central.	800 (80)	Piso
Panel de instrumentos.	800 (80) P	1700 (68)
Consola.	800 (80) P	700 (28)
Parte posterior del panel.	100 (10) P	800 (36)
C. Unidades de Proceso Especializadas.		
Cuarto de cables electrónicos.	80 (8)	Piso
Horno eléctrico.	80 (8)	Piso
Transportadores.	30 (3)	Superficie
Puentes de transferencia de transportador.	80 (8)	Superficie
Hornos (área operativa).	80 (8)	Piso
Mezcladoras y mezcladores.	200 (20)	Piso
II.- ÁREAS NO PROCESADAS		
A. Carga, descarga, de bombas de agua de refrigeración.		
Áreas de bomba.	80 (8)	Tierra
Áreas de control general.	100 (10)	Piso
Panel de control.	200 (20) P	1100 (40)
B. Caldera y plantas de aire comprimido.		
Equipo interior.	200 (20)	Piso
Equipo exterior.	80 (8)	Tierra

C. Campos de tanque (donde la iluminación es requerida).		
Escalas y escaleras.	5 (0.5)	Piso
Área de guardia.	10 (1)	Tierra
Área múltiple.	5 (0.5)	Piso
D. Estantes de cargas.		
Área general.	50 (5)	Piso
Tanque móvil.	100 (10)	Punto
Comienzo de tanque, punto de carga.	100 (10)	Punto
E. Instalaciones de aparcamiento del tanque *		
F. Subestación eléctrica y patios de intercambio. *		
Depósitos de interruptor exterior.	20 (2)	Tierra
Subestación general (exterior).	20 (2)	Tierra
Puestos operativos de subestación.	100 (10)	Piso
Subestación general (interior).	50 (5)	Piso
Interruptor del acumulador.	50 (5)	1200 (40)
G. Iluminación de los caminos de la planta (dónde la iluminación es requerida *).		
Use frecuencia (caminos).	4 (0.4)	Tierra
Use paso frecuente.	2 (0.2)	Tierra
H. Luz del estacionamiento de la planta *.		
I. Observación de luz de la aeronave *.		

III. EDIFICIOS *.

A. Oficinas.		
B. Laboratorios.		
Pruebas cualitativa, cuantitativa y física.	500 (50)	500 (30)
Investigación experimental.	500 (50)	500 (30)
Punto piloto, procesamiento y especialidad.	300 (30)	Piso
Prueba de golpe de equipo ASTM.	300 (30)	Piso
Cristalería, cuartos de aseó.	300 (30)	500 (30)
Caldera.	300 (30)	500 (30)
Cuartos de depósito.	100 (10)	Piso
C. Cuartos de almacen y de depósitos *.		
Almacenamiento a granel interior.	50 (5)	Piso
Almacenamiento a granel exterior.	5 (0.5)	Tierra
Almacenamiento de depósito grande.	50 (5)	700 (30)
Almacenamiento de depósito pequeño.	100 (10)	700 (30)
Almacenamiento de partes pequeñas.	200 (20)	700 (30)
Refrigerador.	300 (30)	1200 (40)
D. Taller de reparaciones *.		
Fabricación menoritaria.	200 (5)	Piso
Trabajo de máquina y banco.	500 (50)	700 (30)
Carril de grúa, pontón.	100 (10)	Piso
Máquina pequeña.	300 (30)	700 (30)
Hoja de metal.	200 (20)	700 (30)
Eléctrico.	200 (20)	700 (30)
Instrumentación.	300 (30)	700 (30)

E. Casa de cambio *.		
Cuarto de cañiteros , ducha.	100 (10)	Piso
Lavatorio.	100 (10)	Piso
F. Ratoj checador y entrada a la casa de seguridad*.		
Área de checador y bastidores de tarjetas.	100 (10)	Piso
Puerta de entrada, inspección.	100 (10)	Piso
General.	80 (8)	Piso
G. Cafetería.		
Comedor.	300 (30)	700 (30)
Área de servicio.	300 (30)	800 (30)
Preparación de alimentos.	300 (30)	800 (30)
Frías, recibidores generales, etc.	100 (10)	Piso
H. Cochera y estación de bomberos.		
Almacenamiento y reparaciones menores.	100 (10)	Piso
Cuarto de primeros auxilios *.	700 (70)	700 (30)

- a Estos valores de iluminación no pretenden ser obligatorios. Son una práctica recomendada para ser considerada en el diseño de nuevas instalaciones.
- b Indica Iluminación vertical.
- c Referirse a la Guardia Costera Local. Autoridad de Puerto, o cuerpo de gobierno para lucas recomendaciones requeridas.
- d El uso en muchas áreas de patrillas y plantas químicas es frecuentemente diferente desde que la designación puede variar. Generalmente, las áreas son pequeñas, de ocupación baja (restringida al personal de planta), de seguridad intrínseca y solamente por personal entrenado o conducir otros riesgos de seguridad bajo condiciones inusuales. Por estos razones, las luminarias pueden ser diferentes de aquellas recomendadas por otras industrias, áreas comerciales, áreas educacionales o áreas públicas.
- e Se refieren a regulaciones locales de FAA para la iluminación y marcado de obstrucción requerido para navegación.

Áreas Clasificadas.- Algunas áreas pueden estar expuestas a la liberación de gases flamables, vapores o polvos. El Código Eléctrico Nacional requiere que estas áreas estén clasificadas y poner reglas para el tipo de luminario que puede ser instalado. Estos luminarios tienen que estar aprobados para la clase, grupo o división en que van a ser utilizados. La aplicación impropia de una unidad de iluminación puede causar fuego o explosión.

La clasificación de estas áreas dentro de una planta tiene que estar hecha previamente a la selección de equipo. Una clasificación general se muestra en la (Fig. 17

Pág. 74).

Los diseñadores deberán investigar la factibilidad de aplicar un sistema de iluminación con proyectores en ubicaciones exteriores clasificadas, localizando proyectores a prueba de no-exposición, fuera de las fronteras del área clasificada.

Práctica General.- Una vez que las condiciones ambientales de la áreas clasificadas, vapores corrosivos y otras condiciones ambientales atmosféricas tal como humedad y temperatura han sido consideradas, la iluminación de las tareas visuales sigue la práctica industrial aceptada.

La unidad de proceso exterior, áreas de almacenamiento, áreas de carga y descarga y otras áreas pueden ser iluminadas por combinaciones de sistemas de iluminación de proyectores con lámparas de alta potencia y luminarios locales con lámparas de baja potencia (los últimos para áreas sombreadas). El uso de proyectores exteriores implica el evitar contaminación de luz o derrame de luz que provoque molestia fuera de la instalación.

FIGURA 17.- Clasificación de Áreas (Basadas en el Código Eléctrico Nacional de 1980)

Flamable	Riesgo Flamable	Clasificación	Tipo Básico Fijado - de Luminario *
Gas	Normalmente Peligroso	Clase I, División 1*	A Prueba de Explosión
	Ocasionalmente Peligroso	Clase I, División 2	Correte y Sellado
Polvo	Normal	Clase II, División 1	A Prueba de Ignición de Polvo
	Ocasionalmente Peligroso	Clase II, Grupo D División 2 solamente	Correte y Sellado
Fibras o Partículas Volátiles		Clase III	Correte y Sellado

* Grupo y temperaturas maradas mostrados en el luminario para establecer su clasificación.

Los términos a prueba de explosión, a prueba de ignición de polvo, correte y sellado son tipos de construcción solamente. La Clase, Grupo, División y temperatura de operación tienen que ser conocidos para seleccionar el luminario apropiado.

Para unidades de iluminación portátiles, solamente se lista como construcción permitida la Clase I ó II ; División 1

La industria utiliza actualmente lámparas de descarga de alta-intensidad para procesos y otras áreas de tipo industrial. Las lámparas fluorescentes son utilizadas en salas de control, cuartos de control, talleres y áreas de administración.

Los luminarios al alcance del personal, o donde estén expuestos a rotura, deberán estar siempre equipados con guardas de metal fuertes.

Plataformas de Torre Exteriores y Escaleras.- Los luminarios deben proporcionar una iluminación uniforme y deben estar protegidos de la vista directa de las personas que utilizan estas instalaciones. Luminarios cerrados y sellados o a prueba de intemperie equipados con refractores o cubiertas claras selladas, pueden ser utilizados para leer los calibradores. Los luminarios arriba de las plataformas principales o en los topes de las escaleras, deberán estar equipados con refractores o reflectores. Los reflectores pueden ser omitidos en plataformas intermedias alrededor de las torres de modo que los lados de las torres reciban alguna iluminación y la luz reflejada de allí mitigará sombras agudas. Si los luminarios están fijados al equipamiento, debe tenerse cuidado para evitar daños por vibración.

Equipo Especial.- El equipo de iluminación especial es necesario para tales funciones como iluminar los interiores de filtros u otro equipo cuya operación debe ser inspeccionada a través de puertos de observación. Si el equipo no incluye luminarios incorporados, luminarios de tipo reflector concentrado deben ser montados en los puertos en el bastidor del equipo.

Los luminarios portátiles son utilizados donde la cavidad de acceso están provistos para la limpieza y mantenimiento del interior de tanques y torres. Los tipos a prueba de explosión (donde condiciones peligrosas pueden existir) con 15 m (50 pies) de cables portátiles, son conectados en receptáculos industriales (ya sea a prueba de explosión o estándar) localizados cerca de la cavidad de acceso de la torre o en otros lugares.

PATIOS DE FERROCARRIL

La iluminación de los patios de ferrocarril, áreas de almacenamiento y plataformas, es esencial para la seguridad del personal, acelerar las operaciones, y reducir robos y daños del equipo. Las recomendaciones de iluminancia para estas funciones están listados en el procedimiento de selección de iluminancia que a continuación se muestran en la (*Fig. 18*) que se muestra a continuación.

FIGURA 18.- PATIOS DE FERROCARRIL. Valores de iluminancia para diseño de la iluminación. (Niveles mantenidos).

	Luxes	Footcandies
Pacios de clasificación de retardo		
Pacios de recepción		
Puntos de intercambio	20	2
Barras	10	1
Área de carga (vertical)	200	20
Área de la torre de control (vertical)	100	10
Salida de trenes	50	5
Cuerpo	10	1
Escape	20	2
Patio de despacho o de reserva	10	1
Clasificación de patios de operadores de trenes		
Patio receptor		
Puntos de intercambio	20	2
Cuerpo del patio	10	1
Área de carga	50	5
Patio planes de maniobras		
Laterales de carros (vertical)	50	5
Puntos de intercambios	20	2
Remolques en vagón de plataformas		
Superficie horizontal de vagón de plataformas	50	5
Puntos de acoplamiento (vertical)	50	5
Contenedores sobre vagones de plataformas	30	3

Debido a que la luz es absorbida por la humedad, humo y partículas de polvo, la cantidad de absorción tiene que ser considerada igual que en una atmósfera aparentemente limpia, especialmente cuando los luminarios son localizados a una distancia desde la tarea o la tarea es observada desde una distancia. Por ejemplo, si la transmitancia atmosférica fuera de 80 % por 3 m (10 pies) de distancia y la tarea fuera observada desde 30 m (100 pies), la iluminancia en la tarea tendrá que ser aumentada por un factor de 10 para obtener la misma visibilidad que en 100 % de la transmitancia atmosférica.

Tareas Visuales

Los patios de ferrocarril se dividen en áreas generales que tienen diferentes tareas visuales, como se menciona a continuación.

Patio de Clasificación de Retardo.- El altamente automatizado patio de clasificación de retardo, con sus patios de soporte y servicios de instalación, presentan una variedad de tareas visuales.

Patio de Recepción.- Las tareas visuales a través del área incluye andar entre carros, sistemas de purga de aire, abertura de cojinetes cubiertos, observación de mangueras de aire, utensilios de seguridad, etc.

Área de Carga.- Las tareas visuales en ésta área son diversas. El operador de balanza y conductor de la carga generalmente requieren checar cada número de carro. La iluminación en las superficies por debajo de los carros y en los engranajes en movimiento es necesaria para la inspección rápida y precisa de los inspectores de un carro que está en movimiento. Allí también deberá haber luz suficiente en la parte superior de los carros para permitir

juzgar la altura. El personal para desacoplar carros deberán poder ver el mecanismo acoplador. El conductor de la carga, el inspector del carro y el desacoplador de carros deberán tener iluminación específicamente dirigida de un nivel más alto que el proporcionado por la iluminación general en otras partes del área de carga.

Área de Retardo y Torre de Control.- La clasificación moderna de los patios de retardo son controlados por computadoras y equipados con varios métodos para determinar la velocidad del carro, capacidad de rodaje y ocupación de la pista, etc. Estos dispositivos colocan automáticamente un retardo para permitir a un carro rodar desde la carga a su adecuada posición en el patio sin la acción del operador de la torre de control. En otros patios menos automatizados, puede ser necesario que el operador revise la extensión de ocupación de la pista, gradúe la velocidad del carro procedente desde la carga y establecer manualmente la cantidad de retraso para ser aplicada al carro. Aún en un patio automatizado, el operador puede también requerir hacer esto manualmente en el suceso de una o más de las características automáticas de falla. En muchos patios, el operador de la torre de control es esperado para revisar el número del carro contra una lista de cambios y para ver que el carro va a la pista correcta. De acuerdo con esto, es esencial que el operador pueda rápida y exactamente identificar el movimiento del carro. Bajo condiciones atmosféricas claras, es importante que haya luz directa proyectada hacia el operador (esto puede cubrir un ángulo considerable). Sin embargo, bajo condiciones atmosféricas adversas (niebla densa, por ejemplo) es práctico generalmente utilizar equipo de iluminación auxiliar en el lado de las pistas opuestas de la torre de control para revelar los contornos de los carros en siluetas. En esta situación, el operador de la torre no puede revisar los números del carro, pero puede observar y regular el movimiento de los carros.

Fin de Cabeza del Patio de Clasificación.- El operador deberá ser capaz de poder ver que los carros están entrando al patio de clasificación, los puntos de intercambio claros y puntos de espacio libre, de modo que los siguientes carros no serán obstruidos o tal vez impactados.

Cuerpo del Patio de Clasificación.- Frecuentemente, el operador tiene que ser capaz de poder ver el cuerpo del patio suficientemente para determinar la extensión de ocupación de la pista. En algunos ferrocarriles, es requerido personal para mover los carros en el cuerpo del patio de clasificación para acoplar mangueras de aire y para cerrar el cojinete cubierto.

Tirador Final del Patio de Clasificación (Para Cambio de Vía en Forma Manual).- En ésta área, el personal cambiador de vías son requeridos para caminar a lo largo de las vías para determinar las posiciones del intercambiador y, si es necesario, para operarlos. La iluminación deberá proporcionar condiciones seguras para caminar a lo largo de las vías y del intercambiador.

Patio de Partida y Despacho.- Algunos ferrocarriles integran los trenes jalando los carros del patio de clasificación al patio de partida. Aquí, se pueden realizar reparaciones menores que requieran los carros para evitar la demora de cambios de carros a una pista de reparación. Las mangueras de aire pueden estar acopladas, las graseras cerradas, y cualquier prueba o inspecciones necesarias efectuadas. La iluminación deberá ser suficiente para permitir trabajar con una cantidad mínima de iluminación auxiliar o portátil.

Patio de Clasificación de Carga y Maniobras. Las tareas visuales aquí y alrededor del área de carga son considerablemente diferentes de aquellas del patio de retardo. Alrededor del área de carga, un empleado de patio deberá ser capaz de poder leer los números del carro. Los carros tienen que ser desacoplados, y los garroteros deben ser capaces de poder ver las agarraderas de hierro y las escaleras para subir de forma segura en los carros. El personal de cambios de vía a lo largo de la pista debe tener una visibilidad adecuada para caminar seguramente en ella y para operar los intercambiadores. Los garroteros sobre cualquier carro que esta rodando en el patio deberán ser capaces de poder ver cualquier otro carro adelante de modo que puedan frenar adecuadamente para reducir el impacto y evitar el daño al cargamento. El garrotero tiene que ser capaz de poder ver para bajar del carro y caminar a lo largo de las pistas del patio hacia la carga.

Patios de Intercambio.- Los únicos requisitos visuales en la mayoría de éstos patios son para caminar en forma segura por personal intercambiador de vía alrededor los intercambiadores en el final de cabeza y en el jalador final, y para jalar agujas o tirar los intercambiadores. Un supervisor de patio puede también ser requerido para leer los números del carro en el final de la cabeza del patio con objeto de asignar los carros a sus pistas adecuadas. Una locomotora empuja carros en el cuerpo del patio. En la mayoría de las instancias, el faro delantero de la locomotora proporciona luz suficiente para el maquinista de la locomotora. La iluminación es necesaria en puntos de espacio libres para evitar interferencia con carros moviéndose en pistas adyacentes. La iluminación general es recomendada en el área de los intercambiadores en ambos extremos, en el final de la cabeza y el jalador final del patio. Si un supervisor tiene que leer los números del carro, la iluminación local deberá ser agregada.

Instalaciones Intermodales.- Ha habido un crecimiento rápido en el transporte de trailers de autopista y contenedores estándar cargados en vagones de plataforma de ferrocarril especiales. Hay varios tipos de equipo de ferrocarril y varios métodos de cargar y descargar los trailers y contenedores. También, muchos ferrocarriles operan en grandes instalaciones de transarga de automóviles. La iluminación de seguridad es muy importante en todas las instalaciones intermodales.

Patio de Trailers sobre Plataformas.- Estas áreas incluyen una rampa de carga desde el nivel de piso hasta el nivel del cuerpo de los vagones de plataforma. Para cargar los carros, cada trailer es posesionado en reversa a la rampa por un tractor estándar. entonces es regresado o empujado desde un vagón de plataforma al siguiente hasta que esté en su carro prescrito, trabajando desde el carro trasero hacia adelante; para descargar, el proceso es invertido, comenzando con el carro de enfrente. Los métodos de cargado mecanizados son utilizados en instalaciones más grandes para levantar y pivotear el trailer en o fuera de los lados de los vagones de plataforma. Cuando los trailers son cargados, la mayoría de los ferrocarriles usan equipos y métodos especiales de amarre para asegurar los trailers para el embarque. En la mayoría de las instalaciones de carga y descarga de los trailers sobre los vagones de plataforma, hay un área de estacionamiento para trailers que ya sea, que estén esperando para ser cargados o para ser descargados.

El operador del tractor tiene que ser capaz de poder ver para regresar o conducir a lo largo de la parte superior de los vagones de plataforma, y desacoplar el tractor cuando es cargado, acoplar el tractor cuando es descargado, y jalar hacia afuera. Los trailers tienen que estar atados a los vagones de plataforma cuando se cargan, cuando son desacoplados, cuando se descargan. Para hacer esto, uno tiene que ser capaz de poder ver debajo de los

trailers en los puntos de sujeción. Los operadores del tractor tienen que ser capaces de poder ver hacia atrás y acoplar un trailer estacionado en el área de estacionamiento cuando se prepara para cargar un trailer en un vagón de plataforma; así mismo, tienen que ser capaces de poder ver para estacionar y desacoplar el trailer en el área de estacionamiento cuando es descargado. Los empleados verificadores, caminan entre los trailers y tienen que leer los números de ellos.

Patios de Contenedores sobre Vagones de Plataforma.- En éstos patios, las grúas cargan o descargan contenedores, los trailers son desmontables de vagones de plataforma. Generalmente, los trailers están alineados en paralelo a una fila de vagones de plataforma. Una grúa encuadrada por ambos, tanto el trailer como del vagón de plataforma, levanta los contenedores o trailers desmontables y los pone en el vagón de plataforma. Hay generalmente un área de estacionamiento para trailers tal como en las instalaciones intermodales.

Los operadores de grúa tienen que poder ver para tomar los contenedores desde cualquier parte del patio de estacionamiento de trailers y ponerlos en ubicaciones precisas sobre los vagones de plataforma, o desde los vagones de plataforma y ponerlos en ubicaciones precisas sobre los trailers. Además de una iluminación de área general, una iluminación local desde los luminarios localizados cerca de la parte superior de las cuatro esquinas de la grúa deberán proporcionar luz en todas las partes de los vehículos.

Instalaciones de Carga y Descarga de Vehículos.- El transporte de automóviles en ferrocarriles es logrado utilizando carros de ferrocarril especiales multiniveles o carros de empaquetado vertical para automóviles pequeños. En carros multiniveles, los automóviles están asegurados por un sujetador especial. Ellos son cargados o descargados desde rampas que se mueven de pista en pista y que pueden ser ajustados a diferentes niveles.

Un carro empaquetado verticalmente, tiene laterales de fondo embizagrado que se abren hacia afuera para hacerse una plataforma. Los automóviles son conducidos o son empujados hacia la plataforma y asegurados por soportes en el marco del automóvil que ocupan ganchos insertados en la plataforma.

Ambos tipos de instalaciones de cargar y descargar generalmente tienen áreas para estacionar los automóviles. La iluminación de seguridad es particularmente importante en éstas áreas de estacionamiento.

La iluminación deberá ser proporcionada en los lugares de sujeción de cada nivel. Los conductores deberán ser capaces para poder conducir los automóviles sobre o fuera de los carros multiniveles, arriba y abajo de las rampas, y hacia o desde las áreas de estacionamiento. Para reducir el vandalismo sobre el camino, muchos automóviles están ahora equipados en los lados con cremalleras. La iluminación especial puede ser necesaria para inspecciones visuales para determinar si ha habido cualquier clase de daños durante el embarque.

SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

Existen dos sistemas diferentes de iluminación los cuales son comúnmente usados para iluminar los patios de ferrocarril: ***Iluminación Proyectada (de larga-penetración)*** e ***Iluminación Distribuida***. Cada una tiene sus ventajas bajo situaciones específicas del patio.

En general, los principios de iluminación de patios de ferrocarril son los mismos que aquellos para otras ubicaciones exteriores; sin embargo, es necesario observar regulaciones de ferrocarriles con respecto a la ubicación de cualquier equipo de iluminación sobre o adyacente a las pistas.

Sistema de Iluminación Proyectada.- La función de éste sistema es proporcionar iluminación desde un mínimo de ubicaciones a lo largo de varias áreas de trabajo del patio.

Como se puede observar en la (*Fig. 19 Pág. 86*). Las ventajas son:

- 1.- Uso de postes de alto montaje o torres que reducen la cantidad de sitios de montaje.
- 2.- La distribución de luz es flexible. Tanto la iluminación general como local son logradas fácilmente. (La orientación de proyectores, sin embargo, puede ser más crítica).
- 3.- Los proyectores son efectivos en rangos largos.
- 4.- Los problemas de mantenimiento son restringidos a unas pocas áreas concentradas.
- 5.- Las obstrucciones físicas y visuales son minimizadas.
- 6.- El sistema de distribución eléctrico sirve a un pequeño número de cargas concentradas.



FIGURA 19.- Un sistema de iluminación proyectada con postes de alto montaje utilizando luminarios de 1000 watts de aditivos metálicos para iluminar áreas de retardo y final de cabeza de patio de clasificación.

Sistema de Iluminación Distribuida.- La iluminación distribuida difiere de la iluminación proyectada en que los luminarios están en muchas ubicaciones. Las ventajas son:

- 1.- Buena uniformidad de iluminancia en la horizontal.
- 2.- Buena utilización de luz.
- 3.- Reducción de sombras indeseables.
- 4.- Apuntamiento menos crítico.
- 5.- Alturas de montaje más bajas (el mantenimiento de proyectores es mas fácil).
- 6.- Menores pérdidas por absorción atmosférica y dispersión.
- 7.- El sistema de distribución eléctrico sirve a un gran número de pequeñas, cargas distribuidas.

Iluminación de Seguridad.- La iluminación de seguridad es un auxiliar para la tarea visual y es importante en instalaciones de ferrocarril para reducir el vandalismo y robo. Dos sistemas básicos (o una combinación de ambos) puede ser utilizado para proporcionar una iluminación protectora práctica y efectiva: la iluminación de fronteras y aproximaciones. o iluminación de área y estructuras dentro de las fronteras generales.

La iluminación de frontera involucra luz dirigida hacia las personas que traspasan la zona de aproximación, así ellas pueden ser vistas por el personal de seguridad. Esta luz también sirve como una fuente de deslumbramiento que reduce la habilidad de ver de la persona que traspase; los guardias no son afectados de la misma forma debido a que la luz viene de atrás de ellos.

CONCLUSIONES

Durante la elaboración de ésta tesis me pude dar cuenta que la luz artificial desempeña un papel muy importante en nuestros días, debido a que sin ella no podríamos realizar actividades nocturnas que efectuamos durante el transcurso del día. Ya que en nuestros días la luz artificial nos brinda enormes comodidades como son:

- * **Facilitar una mayor precisión y un mejor desempeño en las actividades a realizar.**
- * **Nos proporciona en su totalidad una mejor apreciación del espacio para la elaboración de trabajos.**
- * **También incrementa la capacidad de percepción.**
- * **Estimula el orden y la limpieza del ser humano.**
- * **Nos sirve como un arma para disminuir el cansancio de los ojos, principalmente en las personas de edad avanzada, y así lograr el máximo rendimiento con el mínimo esfuerzo.**
- * **En nuestros días con la luz artificial se reduce el número de accidentes de trabajo, el vandalismo; también nos proporciona seguridad en la vía pública, así como en calles urbanas, ejes viales, carreteras, puentes, estacionamientos, túneles, etc.**
- * **Permite el desarrollo de actividades culturales, recreativas, deportivas, socioeconómicas e industriales, etc.**

En la actualidad la iluminación es una verdadera especialidad en donde numerosos profesionales, técnicos y obreros, se dedican a esta actividad para proporcionar un servicio tan importante como cualquier otra rama dentro de la ingeniería eléctrica, la cual ha aportado grandes beneficios a la humanidad.

B I B L I O G R A F I A

- 1.- **LIGHTING HANDBOOK (Reference & Application)**
5ª Edition.
IESNA
- 2.- **MANUAL DE ILUMINACIÓN**
Philips
- 3.- **MANUAL DE ALUMBRADO**
Osram
- 4.- **FUNDAMENTOS DE LÁMPARAS E ILUMINACIÓN**
Willard Alphin
Sylvania
- 5.- **INSTALACIONES ELÉCTRICAS (Conceptos Básicos y Diseño)**
N. Brato y E. Campero
Edit. : Alfaomega
- 6.- **MANUAL DE ILUMINACIÓN**
Holophane
- 7.- **SISTEMAS DE ILUMINACIÓN INDUSTRIALES**
John P. Frier y Mary E. Gazley Frier
Edit.: Limusa
- 8.- **MANUAL DE INSTALACIONES DE ALUMBRADO Y FOTOMETRÍA**
Jorge Chaps Carreón
Edit.: Noriega Editores (Limusa)
- 9.- **LUMINOTECNIA (Sus Principios y Aplicaciones)**
R. G. Weigel
Edit.: Gustavo Gili