




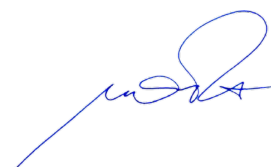
3	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
1					
0	Emisión	20.10.2025	LLO	NVI	ABU
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP.	REVISÓ	APROBÓ
PROYECTO		PARQUE SOLAR GUAYMALLÉN			
 	Título Documento:	GUÍA PARA EJECUCIÓN DE ILUMINACIÓN EXTERIOR			
	Comitente:	Municipalidad de Guaymallén			
	Nº Doc. EMESA:	GD037-I04-001			
	Nº Doc. Cliente:				
	PLIEGOS DE ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERALES				0 REVISIÓN




		PARQUE SOLAR GUAYMALLÉN	
GERENCIA ENERGÍAS RENOVABLES INGENIERÍA		Nº Doc. EMESA GD037-L-001	
GUÍA PARA EJECUCIÓN DE ILUMINACIÓN EXTERIOR		PREP. LLO	REV. NVI
COMITENTE MUNICIPALIDAD DE GUAYMALLÉN		FECHA 20.10.25	APROB. ABU REVISIÓN 00 PAG 2/12

ÍNDICE

1.	GENERALIDADES	3
1.1	MARCO NORMATIVO	3
1.2	NIVELES DE ILUMINACIÓN	3
1.3	ILUMINACIÓN EXTERIOR.....	4
2.	PARÁMETROS PARA SELECCIÓN	5
2.1	DEFINICIONES BÁSICAS.....	5
2.1.1	Agudeza Visual o Poder Separador del Ojo.....	5
2.1.2	Campo Visual	5
2.1.3	Magnitudes y Unidades	5
2.1.4	Flujo luminoso y la Intensidad luminosa	5
2.1.5	Flujo luminoso [Φ]	5
2.1.6	Intensidad Luminosa [I]	6
2.1.7	Iluminancia, Iluminación o Nivel de Iluminación [E].....	6
2.1.8	Iluminación o Nivel de Iluminación de un Punto	7
2.1.9	Ley Fundamental de la Iluminación	9
2.1.10	Ley del Coseno	10
2.1.11	Factores que determinan el Confort Visual	10
2.1.12	Análisis Ergonómico y Características de una Iluminación Funcional	11
2.1.13	Deslumbramiento Directo	11
2.2	PROCEDIMIENTO PARA EL CÁLCULO POR EL MÉTODO DE PUNTO POR PUNTO	12
3.	PUESTA A TIERRA.....	12



		PARQUE SOLAR GUAYMALLÉN	
GERENCIA ENERGÍAS RENOVABLES INGENIERÍA		Nº Doc. EMESA GD037-L-001	
GUÍA PARA EJECUCIÓN DE ILUMINACIÓN EXTERIOR		PREP. LLO	REV. NVI
COMITENTE MUNICIPALIDAD DE GUAYMALLÉN		FECHA 20.10.25	APROB. ABU REVISIÓN 00 PAG 3/12

1. GENERALIDADES

1.1 MARCO NORMATIVO

De manera general, los equipos/artefactos y las instalaciones de iluminación exterior, deberán realizarse siguiendo las reglas del arte y deberán responder a las especificaciones de las Normas y de los textos reglamentarios nacionales e internacionales editados por:

- IRAM: todas aquellas que sean de aplicación
- Reglamentación para instalaciones eléctricas (AEA), todas aquellas que sean de aplicación.
- Comité Electrotécnico Internacional (IEC).
- Ley 19587: Seguridad e Higiene en el Trabajo y su Decreto Reglamentario.
- Leyes, Decretos, Ordenanzas y Reglamentaciones Provinciales y Municipales correspondientes.

1.2 NIVELES DE ILUMINACIÓN

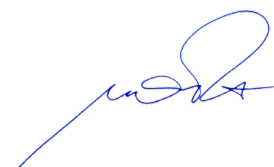
Los niveles de iluminación no deberán ser inferiores a los siguientes valores:


a) En los locales

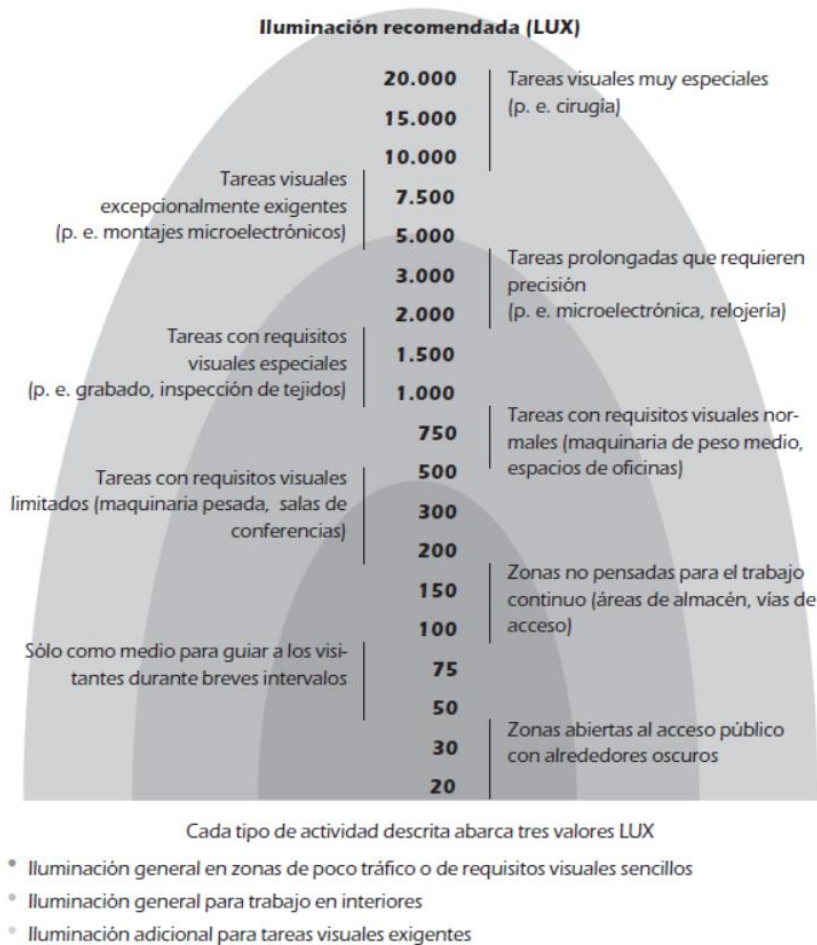
Oficinas y laboratorios:	400 lux
Lugares de trabajo y seguridad, sitios de comando de aparatos:	200 lux
Ambientes generales de talleres, almacenes, locales sanitarios, garajes, etc:	150 lux
Áreas de circulación en interior de edificios:	100 lux

b) Para instalaciones exteriores

Áreas de trabajo, accesos a edificios, lugares peligrosos:	50 lux
Acceso a la instalación, vías interiores:	20 lux



	PARQUE SOLAR GUAYMALLÉN		
GERENCIA ENERGÍAS RENOVABLES INGENIERÍA	Nº Doc. EMESA GD037-L-001		
GUÍA PARA EJECUCIÓN DE ILUMINACIÓN EXTERIOR	PREP. LLO	REV. NVI	APROB. ABU
COMITENTE MUNICIPALIDAD DE GUAYMALLÉN	FECHA 20.10.25	REVISIÓN 00	PAG 4/12

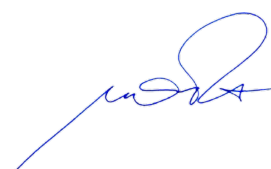



1.3 ILUMINACIÓN EXTERIOR

La iluminación general y perimetral del Parque Solar deberá ser proporcionado por columnas de 6m y sus correspondientes artefactos de iluminación debidamente seleccionados.

El encendido/apagado deberá ser automático por medio de células fotoeléctricas con la posibilidad de comando manual. Asimismo, estará coordinado e integrado con el sistema de videovigilancia general, a fin de encenderse las luminarias ante eventos de detección de intrusión. **También deberá poder programarse para que no sea necesario que el sistema de iluminación exterior esté funcionando de forma nocturna, sino sólo bajo demanda, ya sea por eventos de seguridad o por accionamiento manual de los operadores.**

El espaciamiento entre columnas deberá establecerse por cálculo y el cableado será subterráneo directamente enterrado en lecho de arena con protección mecánica de acuerdo con normas aplicables.



	PARQUE SOLAR GUAYMALLÉN		
GERENCIA ENERGÍAS RENOVABLES INGENIERÍA	Nº Doc. EMESA GD037-L-001		
GUÍA PARA EJECUCIÓN DE ILUMINACIÓN EXTERIOR	PREP. LLO	REV. NVI	APROB. ABU
COMITENTE MUNICIPALIDAD DE GUAYMALLÉN	FECHA 20.10.25	REVISIÓN 00	PAG 5/12

2. PARÁMETROS PARA SELECCIÓN

2.1 DEFINICIONES BÁSICAS

2.1.1 Agudeza Visual o Poder Separador del Ojo

Facultad de éste para apreciar dos objetos más o menos separados. Se define como el "mínimo ángulo bajo el cual se pueden distinguir dos puntos distintos al quedar separadas sus imágenes en la retina"; para el ojo normal se sitúa en un minuto la abertura de este ángulo. Depende asimismo de la iluminación y es mayor cuando más intensa es ésta.

2.1.2 Campo Visual

Parte del entorno que se percibe con los ojos, cuando éstos y la cabeza permanecen fijos.

A efectos de mejor percepción de los objetos, el campo visual lo podemos dividir en tres partes:

- Campo de visión neta: visión precisa.
- Campo medio: se aprecian fuertes contrastes y movimientos.
- Campo periférico: se distinguen los objetos si se mueven.

2.1.3 Magnitudes y Unidades

Si partimos de la base de que para poder hablar de iluminación es preciso contar con la existencia de una fuente productora de luz y de un objeto a iluminar, las magnitudes que deberán conocerse serán las siguientes:

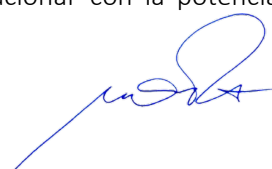
- El Flujo luminoso.
- La Intensidad luminosa.
- La Iluminancia o nivel de iluminación.
- La Luminancia.


2.1.4 Flujo luminoso y la Intensidad luminosa

Son magnitudes características de las fuentes; el primero indica la potencia luminosa propia de una fuente, y la segunda indica la forma en que se distribuye en el espacio la luz emitida por las fuentes.

2.1.5 Flujo luminoso [Φ]

Es la parte del flujo radiante que produce sensación luminosa en el ojo humano, dicho de otra manera, se puede definir como energía luminosa radiada al espacio por unidad de tiempo. La unidad del flujo luminoso es el lumen [lm]. Generalmente el concepto de flujo luminoso lo permite relacionar con la potencia



	PARQUE SOLAR GUAYMALLÉN		
GERENCIA ENERGÍAS RENOVABLES INGENIERÍA	Nº Doc. EMESA GD037-L-001		
GUÍA PARA EJECUCIÓN DE ILUMINACIÓN EXTERIOR	PREP. LLO	REV. NVI	APROB. ABU
COMITENTE MUNICIPALIDAD DE GUAYMALLÉN	FECHA 20.10.25	REVISIÓN 00	PAG 6/12

eléctrica y así evaluar rendimientos de cada fuente luminosa. A esta relación se la conoce como eficiencia luminosa de una fuente estando expresado como [lm/watt].

2.1.6 Intensidad Luminosa [*I*]

Es la relación entre el flujo luminoso emitido en un ángulo espacial infinitesimal, cuyo eje es la dirección considerada, y dicho ángulo. Su unidad es la candela [cd].

$$I = \frac{d\Phi}{d\omega}$$

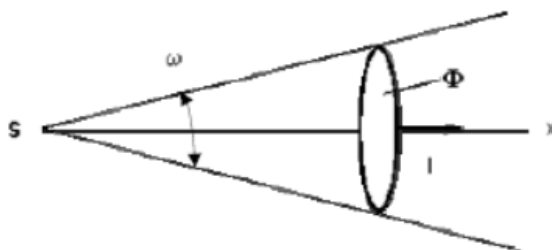


Figura 2.1 Definición Intensidad Luminosa

2.1.7 Iluminancia, Iluminación o Nivel de Iluminación [*E*]

La iluminancia también conocida como nivel de iluminación, es la cantidad de luz, en lúmenes, por el área de la superficie a la que llega dicha luz.

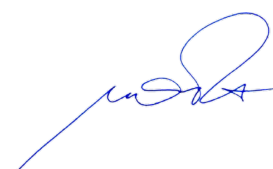
La cantidad de luz sobre una tarea específica o plano de trabajo determina la visibilidad de la tarea pues afecta a:


- La agudeza visual
- La sensibilidad de contraste o capacidad de discriminar diferencias de luminancia y color
- La eficiencia de acomodación o eficiencia de enfoque sobre las tareas a diferentes distancias

Cuanto mayor sea la cantidad de luz y hasta un cierto valor máximo (límite de deslumbramiento), mejor será el rendimiento visual.

La Iluminancia o Nivel de Iluminación es el cociente entre el flujo luminoso incidente sobre una superficie elemental que contiene al punto considerado y esta superficie:

$$E = \frac{d\Phi}{dS}$$



	PARQUE SOLAR GUAYMALLÉN		
GERENCIA ENERGÍAS RENOVABLES INGENIERÍA	Nº Doc. EMESA GD037-L-001		
GUÍA PARA EJECUCIÓN DE ILUMINACIÓN EXTERIOR	PREP. LLO	REV. NVI	APROB. ABU
COMITENTE MUNICIPALIDAD DE GUAYMALLÉN	FECHA 20.10.25	REVISIÓN 00	PAG 7/12

Se puede decir que un cuerpo estará mejor iluminado por un flujo luminoso, cuando menor sea su superficie. Si consideramos un flujo luminoso constante sobre toda la superficie lo que corresponde a una fuente luminosa uniforme tendremos que:

$$E = \frac{\Phi}{S}$$

La unidad es el lux [Lux] o lumen por metro cuadrado [lm/m²].

2.1.8 Iluminación o Nivel de Iluminación de un Punto

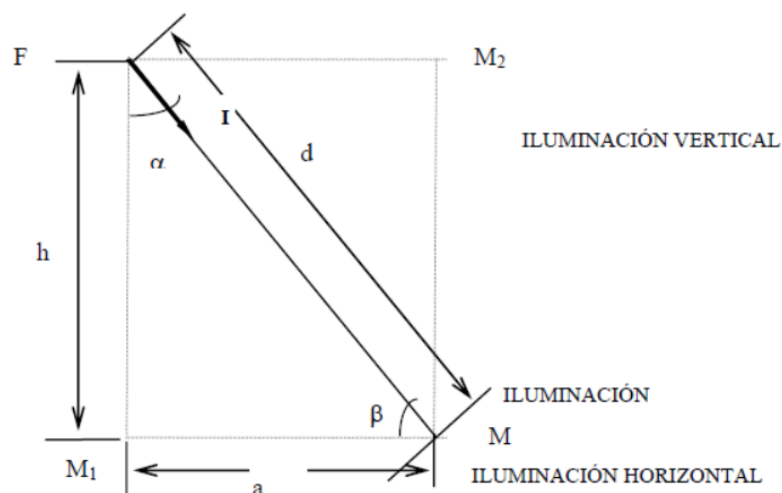


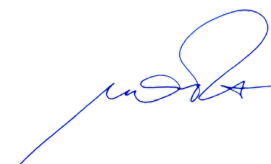
Figura 2.2 Iluminación o Nivel de Iluminación de un Punto


En un punto “M”, iluminado por una fuente “F”, con una intensidad luminosa “I”, situada a una distancia “d” del punto “M”, se tienen tres iluminaciones según el plano considerado:

$$E_N = \text{Iluminación Normal}$$

$$E_H = \text{Iluminación Horizontal}$$

$$E_V = \text{Iluminación Vertical}$$



	PARQUE SOLAR GUAYMALLÉN		
GERENCIA ENERGÍAS RENOVABLES INGENIERÍA	Nº Doc. EMESA GD037-L-001		
GUÍA PARA EJECUCIÓN DE ILUMINACIÓN EXTERIOR	PREP. LLO	REV. NVI	APROB. ABU
COMITENTE MUNICIPALIDAD DE GUAYMALLÉN	FECHA 20.10.25	REVISIÓN 00	PAG 8/12

Según las ecuaciones anteriores, podemos escribir las siguientes expresiones:

$$E_N = \frac{I}{d^2}$$

La iluminación horizontal la podemos expresar en función de la ley del coseno:

$$E_H = E_N \cos \alpha = \frac{I}{d^2} \cos \alpha$$

A su vez trigonométricamente:

$$\cos \alpha = \frac{h}{d}$$

Reemplazando estos términos tenemos:

$$E_H = \frac{I}{h^2} \cos^3 \alpha$$

Realizando las mismas operaciones podemos obtener la expresión de la iluminación vertical:

$$E_V = \frac{I}{h^2} \sin \alpha \cos^2 \alpha$$

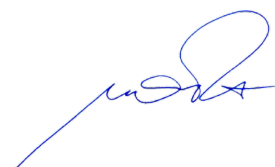
$$E_V = \frac{I}{h^2} \sin^3 \alpha$$


$$E_V = E_H \tan \alpha$$

Por lo tanto:

$$E = \sqrt{E_H^2 + E_V^2}$$

La definición de cada una de estas magnitudes, así como sus principales características y las correspondientes unidades se resumen en la Tabla 2.1:



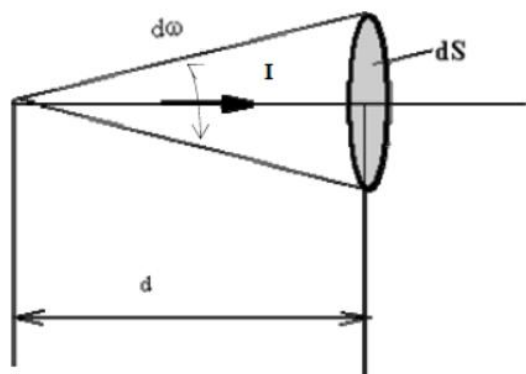
		PARQUE SOLAR GUAYMALLÉN		
GERENCIA ENERGÍAS RENOVABLES INGENIERÍA		Nº Doc. EMESA GD037-L-001		
GUÍA PARA EJECUCIÓN DE ILUMINACIÓN EXTERIOR		PREP. LLO	REV. NVI	APROB. ABU
COMITENTE MUNICIPALIDAD DE GUAYMALLÉN		FECHA 20.10.25	REVISIÓN 00	PAG 9/12

Denominación	Símbolo	Unidad	Definición de la unidad	Relaciones
Flujo luminoso	Φ	Lumen [lm]	Flujo luminoso de una fuente de radiación monocromática, con una frecuencia de 540 x 1042 Hertzio y un flujo de energía radiante de 1/683 vatios.	$\Phi = I \cdot \omega$
Rendimiento luminoso	H	Lumen por vatio [lm/W]	Flujo luminoso emitido por unidad de potencia (1 vatio).	$\eta = \frac{\Phi}{W}$
Intensidad luminosa	I	Candela [cd]	Intensidad luminosa de una fuente puntual que irradia un flujo luminoso de un lumen en un ángulo sólido unitario (1 estereorradián)	$I = \frac{\Phi}{\omega}$
Iluminancia	E	Lux [lx]	Flujo luminoso de un lumen que recibe una superficie de un m ²	$E = \frac{\Phi}{S}$
Luminancia	L	Candela por m ² [cd/m ²]	Intensidad luminosa de una candela por unidad de superficie (1 m ²)	$L = \frac{I}{S}$

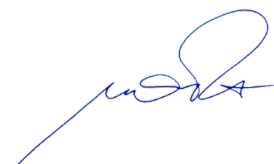
Tabla Nº 2.1. Definición de Magnitudes y Unidades


2.1.9 Ley Fundamental de la Iluminación

"La iluminación de una superficie situada perpendicularmente a la dirección de la radiación luminosa es directamente proporcional a la intensidad luminosa del manantial luminoso e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que le separa del mismo."



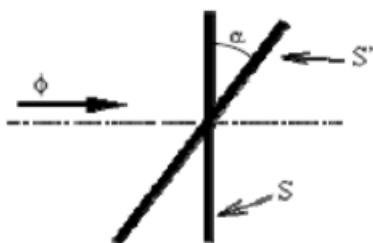
$$E = \frac{I}{d^2}$$



	PARQUE SOLAR GUAYMALLÉN		
GERENCIA ENERGÍAS RENOVABLES INGENIERÍA	Nº Doc. EMESA GD037-L-001		
GUÍA PARA EJECUCIÓN DE ILUMINACIÓN EXTERIOR	PREP. LLO	REV. NVI	APROB. ABU
COMITENTE MUNICIPALIDAD DE GUAYMALLÉN	FECHA 20.10.25	REVISIÓN 00	PAG 10/12

2.1.10 Ley del Coseno

"La iluminación es proporcional al coseno del ángulo de incidencia de los rayos luminoso en el punto iluminado."



$$E' = \frac{I}{d^2} \cos \alpha$$

Figura 2.4. Ley del Coseno

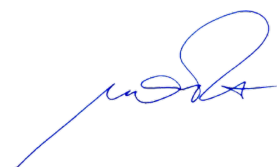
2.1.11 Factores que determinan el Confort Visual


Los requisitos que un sistema de iluminación debe cumplir para proporcionar las condiciones necesarias para el confort visual son,

- Iluminación uniforme.
- Iluminancia óptima.
- Ausencia de brillos deslumbrantes.
- Condiciones de contraste adecuadas.
- Colores correctos.
- Ausencia de efectos estroboscópicos.

La luz debe incluir componentes de radiación difusa y directa. El resultado de la combinación de ambos producirá sombras de mayor o menor intensidad, que permitirán al trabajador percibir la forma y la posición de los objetos. Deben eliminarse los reflejos molestos, que dificultan la percepción de los detalles, así como los brillos excesivos o las sombras oscuras.

El mantenimiento periódico de la instalación de alumbrado es muy importante. El objetivo es prevenir el envejecimiento de las lámparas y la acumulación de polvo en las luminarias, cuya consecuencia será una constante pérdida de luz. Por esta razón, es importante elegir lámparas y sistemas fáciles de mantener.



	PARQUE SOLAR GUAYMALLÉN		
GERENCIA ENERGÍAS RENOVABLES INGENIERÍA	Nº Doc. EMESA GD037-L-001		
GUÍA PARA EJECUCIÓN DE ILUMINACIÓN EXTERIOR	PREP. LLO	REV. NVI	APROB. ABU
COMITENTE MUNICIPALIDAD DE GUAYMALLÉN	FECHA 20.10.25	REVISIÓN 00	PAG 11/12

2.1.12 Análisis Ergonómico y Características de una Iluminación Funcional

Una iluminación correcta es aquella que permite distinguir las formas, los colores, los objetos en movimiento y apreciar los relieves, y que todo ello, además, se haga fácilmente y sin fatiga, es decir, que asegure el confort visual permanentemente. El análisis ergonómico de la iluminación de un puesto o zona de trabajo pasa por tener en cuenta los siguientes condicionantes:

- Condicionantes del observador
- Condicionantes del entorno
- Condicionantes de la tarea
- Condicionantes de la estructura

2.1.13 Deslumbramiento Directo

Para calcular la altura recomendable de las columnas, de manera que no se produzca deslumbramiento directo sobre los usuarios, se utiliza el siguiente ábaco, que relaciona la altura de montaje con el ancho total de la superficie a iluminar.

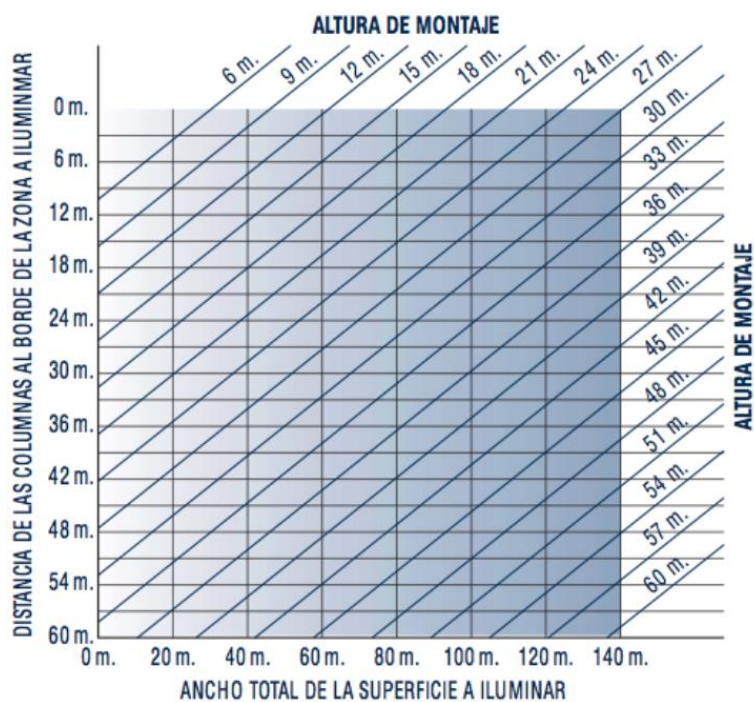
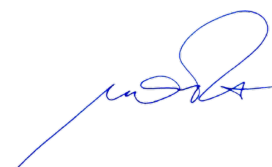



Figura 2.5. Ábaco para cálculo de altura de montaje de las columnas



	PARQUE SOLAR GUAYMALLÉN		
GERENCIA ENERGÍAS RENOVABLES INGENIERÍA	Nº Doc. EMESA GD037-L-001		
GUÍA PARA EJECUCIÓN DE ILUMINACIÓN EXTERIOR	PREP. LLO	REV. NVI	APROB. ABU
COMITENTE MUNICIPALIDAD DE GUAYMALLÉN	FECHA 20.10.25	REVISIÓN 00	PAG 12/12

Del ábaco se observa como ejemplo, que para un ancho total de la superficie a iluminar supuesto en 12 metros (12 metros de diámetro de cono de iluminación, caso ideal) y una distancia entre las columnas al borde de la zona a iluminar también de 12 metros, **la altura de montaje para que no se produzca deslumbramiento debería ser de 9 (nueve) metros.**

2.2 PROCEDIMIENTO PARA EL CÁLCULO POR EL MÉTODO DE PUNTO POR PUNTO

El cálculo se basará en principio en el procedimiento para la determinación de los valores medios de iluminación a partir de los artefactos de iluminación mediante el Método Punto por Punto.

El Método Punto por Punto responde a que las fuentes luminosas y las luminarias no emiten radiación luminosa uniforme en todas las direcciones, correspondiéndole a cada una propia curva de distribución luminosa. Esta distribución de la radiación se puede graficar a los efectos de analizar sus características, para lo cual se representa en un diagrama polar, la luminancia en candela, contenida en todas las direcciones posibles de un plano, para de esta forma obtener la forma espacial en que el emisor emite la radiación. Este tipo de medición se realizan en laboratorios especiales comparando los valores con una fuente patrón. En base a ello resulta posible obtener mediante calculo, toda la información necesaria respecto del comportamiento luminotécnico de la fuente o de la luminaria considerada.

Para cada plano seleccionado según el tipo de luminaria, se desarrolla el sistema polar que puede definir la correspondiente curva de distribución luminosa, así por ejemplo para un ángulo (ϕ_1), se tendrá una curva de distribución particular en función de la luminaria, en la que para cada ángulo (α_1) se verifica el correspondiente valor de intensidad luminosa I [cd], quedará perfectamente definida por los ángulos (ϕ_1, α_1). Al realizar esta lectura se debe tener en cuenta que las curvas fotométricas están referidas a un flujo luminoso emitido de 1000 lumen, como en la mayoría de los casos los flujos luminosos de las fuentes ensayadas son distintas a los 1000 lúmenes se debe referir al flujo luminoso de la fuente a ensayar de la siguiente manera:

$$I_{Relativo(\varphi, \alpha)} \left[\frac{cd}{1.000[lm]} \right] = I_{Leido(\varphi, \alpha)} [cd]$$

$$I_{Real} = I_{Relativo(\varphi, \alpha)} \left[\frac{cd}{1.000[lm]} \right] \times \Phi_{Fuente}$$

3. PUESTA A TIERRA

La puesta a tierra de las columnas de iluminación, tanto general como perimetral, deberán ser individuales mediante cable unipolar desnudo, conectado a una puesta a tierra por jabalina de 1,5 metros de profundidad.

