



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

**“DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN
PARA CASA HABITACIONAL”**

*PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERA CIVIL*

PRESENTA
“*NCWTC'EGNK'XC\ S WG\ 'NQRG*”
MIRIAM VAZQUEZ LOPEZ



ASESOR:
ING. FRANCISCO RAÚL ORTIZ GONZÁLEZ

Ciudad Nezahualcóyotl, Edo. de Méx., 2018



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.

DEDICATORIA

Dios, gracias por el éxito que me estímulo a lo largo de mis estudios, por la salud que me sostuvo, la fe que me tranquilizo, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente en los momentos difíciles, por atraer en mi vida las personas indicadas en darme soporte y compañía en mi camino.

Mi mami Yolanda López García por entereza como mujer, brindándome en todo momento su incondicional amor, fuente de inspiración y admiración para jamás detenerme, no existen palabras para agradecerte lo que has hecho por mí, te dedico todos mis logros, gracias por creer siempre en mí, eres y serás mi persona favorita. Te amo mami.

Mi papi, Efraín Vázquez Méndez porque a pesar de las dificultades me has enseñado el camino correcto para alcanzar el éxito, por el valor mostrado para salir adelante, enfrentándome a los retos de la vida sin miedos, a diario recuerdo tus palabras, “jamás rendirse”.

A mi hermano Jorge Manuel Vázquez López, te dedico este logro, esperando causar en ti, que nunca es tarde para ser feliz y lograr tus sueños, siempre y cuando luches por ello. Dios te bendiga.

A mi muy querida hermana Miriam Vázquez López, la mejor compañía de una hermosa mujer, sin duda fue a tu lado, compañera de mis sueños, una de mis mejores etapas, compartimos sonrisas, anhelos, ilusiones, miedos, tristezas, llantos y sobre todo el compromiso terminar una meta más. “no existen las coincidencias, las cosas son como deben ser”, por todo y más te agradezco ser el cimiento para la construcción de mi vida profesional, en ti tengo el espejo, reflejo de virtudes, valores y tu gran corazón que me lleva a admirarte cada día más. Te adoro flaquita.

Dedicado en especial al amor, motor que nos hace mantenernos en pie día a día, despertar con una sonrisa, inyectando a diario la sustancia mágica para mantenerme feliz en cada momento, espero causar el efecto de inspiración para cumplir tus sueños. Gracias por tu compañía.

Mi agradecimiento eterno a mi “alma mater” la Universidad Nacional Autónoma de México, en especial a la Facultad de Estudios Superiores Aragón, a ella debo mi formación y desempeño profesional, en ella eh colocado mi sueños, anhelos, y logros. De igual manera expreso mi gratitud, con los profesores, compañeros y amigos, que sin duda formaron parte de mi trayectoria académica.

Finalmente, mi agradecimiento y admiración para los integrantes del presidium que hoy me acompañan y a quienes les estaré profundamente agradecida por brindarme su apoyo y colaboración.

DEDICATORIA

Dios te agradezco por lo que decretaste para mi vida, por permitirme llegar a la cima, y sé que no es para que me quede ahí si no para que pueda ver cuál será mi siguiente meta y conquistarla.

A mis padres les expresé con una muestra de amor y respeto el agradecimiento, por todo el amor y el apoyo brindado a través de mis estudios para lograr esta hermosa realidad. Por que el ejemplo y el amor fueron más fuertes que cualquier dificultad de la vida.

Hoy mamá (Yolanda Lopez García) estas viva para leer y escuchar de mi boca “que te amo y que mi amor por ti es eterno”. Sé que te das cuenta, mucho antes que yo, de lo que me pasa y te lo agradezco, pero principalmente por ser la única persona del mundo que no me olvida. Sé que también estas orgullosa de mi, aun cuando en un tiempo yo no lo estuve de mi misma. Gracias por lo que hemos logrado.

Hoy papa (Efraín Vazquez Méndez) aun estas de mi mano y sé que puedes sentir mi amor hacia a ti con tan simple gesto, y por qué ya no importan tus errores, porque eso demuestra que hiciste algo bien conmigo. Ahora más que nunca te acredito mi cariño, admiración y respeto.

A mis hermanos; aunque algunos días, ellos son la razón por la que desearía ser hija única.

A mi hermano mayor, (Jorge Manuel Vazquez Lopez) has estado presente en muchos momentos de mi vida, por eso quiero hacerte participe y extenderte mi agradecimiento por ser mi abogado defensor, ... hermano mío, la vida de cada uno será siendo una parte esencial de la vida del otro.

DEDICATORIA

A mi hermana menor (Laura Cecilia Vazquez Lopez) mi agradecimiento por ser mi amiga, testigo que ve lo mejor y peor de mí, eres mi compañera: en el crimen (las alegrías de salidas y fiestas) de media noche (compartiendo sueños del futuro e ilusiones del día a día) y de aula (porque sin tu compañía esto no sería posible). Afirmo que: “esto es un primer paso en el trayecto de alcanzar nuestros sueños”.

Gracias “amor” porque en cuanto apareciste en mi vida universitaria pude comprender el significado de las emociones intensas, me recargue con tu fuerza, me llene de ilusiones, por los momentos inolvidables, por los recuerdos felices y hasta por lo que no lo son tan felices, pero igualmente verdaderos, por las confidencias, risas, caricias, y besos. En especial por mantener mi corazón en forma y darle un descanso a mi cerebro.

Mi agradecimiento eterno a mi “Alma mater” la Universidad Nacional Autónoma de México en especial a la Facultad de Estudios Superiores Aragón a ella debo mi formación y desarrollo académico en ella he colocado mi esfuerzo mi capacidad y trabajo. Gracias a mis maestros, profesores que me dieron catedra y que contribuyeron a mi formación académica, al igual que compañeros y amigos que estimo y aprecio. Finalmente, mi agradecimiento para los integrantes del presídium que hoy me acompañan y a quienes estaré agradecida por brindarme su apoyo y orientación indispensable en este trabajo de investigación.

CONTENIDO



DESCRIPCIÓN	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1 GENERALIDADES	1
<i>1.1 Inicios de la iluminación</i>	
<i>1.2 Electrostática</i>	9
<i>1.3 Plantas generadoras de electricidad</i>	13
<i>1.4 El ojo humano</i>	24
CAPÍTULO 2 LUMINOTÉCNIA	35
<i>2.1 La ciencia de la luminotecnia</i>	
<i>2.2 Circulo cromático</i>	41
<i>2.3 Temperatura del color</i>	43
<i>2.4 Desarrollo de la iluminación</i>	46
<i>2.5 Sistemas de iluminación</i>	50
<i>2.6 Elección del sistema</i>	54
<i>2.7 Equipos de alumbrado</i>	59
<i>2.8 Clasificación de las cargas</i>	63
<i>2.9 Efecto fotovoltaico</i>	68
<i>2.10 Instalación eléctrica</i>	80

<i>CAPÍTULO 3 PROYECTO DE ILUMINACIÓN</i>	<i>86</i>
<i>3.1 Ubicación de la casa habitación</i>	
<i>3.2 Selección de luminarias</i>	<i>87</i>
<i>3.2.1 Interna</i>	<i>88</i>
<i>3.2.2 Externa</i>	<i>97</i>
<i>3.3 Cálculo de consumo eléctrico a plena carga</i>	<i>98</i>
<i>3.4 Costos</i>	<i>102</i>
<i>3.5 Sistema fotovoltaico</i>	<i>103</i>
<i>3.6 Tiempo de realización</i>	<i>104</i>
<i>3.7 Costos de mano de obra</i>	<i>105</i>
<i>3.8 Costo total</i>	
<i>CONCLUSIONES</i>	<i>106</i>
<i>BIBLIOGRAFÍA</i>	<i>107</i>
<i>MESOGRAFÍA</i>	<i>108</i>

La práctica de la Ingeniería siempre ha estado relacionada con la evolución de las nuevas tecnologías, trata principalmente en incrementar las eficiencias para generar estructuras emplazadas al entorno. Los ingenieros han explotado nuevos sistemas y conceptos que amplían el conocimiento y las posibilidades, hoy por hoy, la tecnología limpia, descentralizada, modulable y fiable de generación de energía eléctrica a pequeña y gran escala, pretende con la idea de que un día todos podamos utilizar la electricidad solar gratuitamente.

Debido que el alcance de las energías renovables tiene que ver con su capacidad para la manipulación y almacenamiento de datos útiles para ejercer la ingeniería, por su dependencia de las matemáticas y la propia necesidad de resultados exactos.

El presente trabajo de investigación está orientado hacia los sistemas de Iluminación de casa habitacional mediante paneles solares, forma activa de la energía solar una excelente opción para poder emplear esta tecnología verde que será clave en el futuro de nuestro planeta.

A continuación se describen los aspectos principales en los que se encuentran comprendidos los capítulos de este trabajo de titulación:

El primer capítulo documenta brevemente la iluminación, desde la aparición del hombre en la tierra y su evolución con el fuego, seleccionando aquellos materiales aptos para arder mejor (grasas, aceites, lámparas, ...) e iluminar o generar electricidad (energías no renovables), su relación entre sus unidades de medida como también materias de estudio y sus aportaciones técnico-científicas como es la salud del ojo.

El segundo capítulo ofrece los elementos principales de guía de color: para la selección del sistema de iluminación de un espacio; para obtener un buen efecto óptico

y producir sensaciones, que aunque no son perceptibles conscientemente, que al relacionarse se logra el efecto de luminosidad deseado.

El tercer capítulo documenta el proyecto realizado a una casa habitacional en el Estado de Oaxaca, estableciendo los datos técnicos del consumo a carga total de planta baja y jardín, planta alta, y azotea; así como de la selección del sistema fotovoltaico para la iluminación y potencia eléctrica para la infraestructura habitacional.

CAPÍTULO 1.

GENERALIDADES



1.1 Inicios de la iluminación

La prehistoria se divide comúnmente en dos grandes periodos totalmente desproporcionados a su duración cronológica: la Edad de piedra, desde la aparición del género humano hasta el conocimiento del primer metal (bronce) el cual hubo de ocurrir en fecha posterior, hacia el tercer milenio antes de Jesucristo a. de C. y la edad de los metales), desde este momento hasta que el primer pueblo supo fijar mediante la escritura sus recuerdos históricos (Imagen 1.1).

La misma desproporción existe entre los tres periodos en que se ha subdivido la edad de piedra, que son: Paleolítico, Mesolítico y Neolítico; siendo el primero más largo que los otros dos, ya que incluiría el tiempo transcurrido entre la aparición de la humanidad y el fin del cuarto periodo glaciario, hacia el 12,000 a. de C.

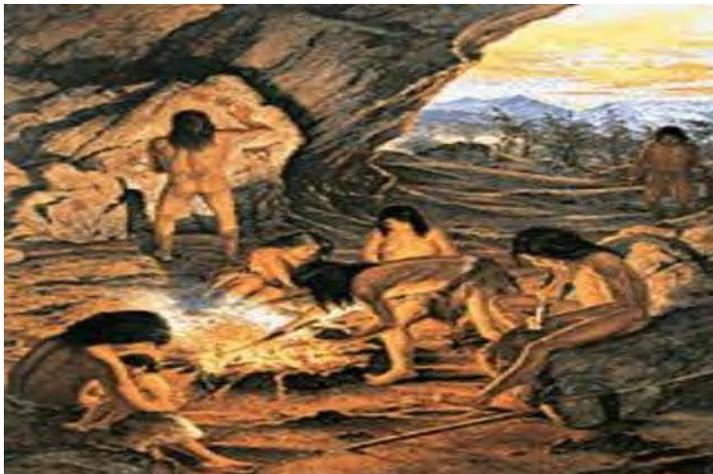


Imagen 1.1 El hombre primitivo en su hábitat acompañado por el fuego

Fuente:

https://www.google.com.mx/search?q=era+neolitica&biw=1600&bih=794&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjngqm1xL3SAhXlxVQKHbOFD50Q_AUIBigB#tbn=isch&q=origenes+del+fuego&*&imgref=fPEeSbqaoyR6BM

Si bien se ha dicho que la prehistoria, lo cual sugiere, como es natural, que fueran de piedra los primeros útiles (herramientas manuales) que el hombre empezó a usar, no parece difícil imaginar al primer homínido que caminaba erguido y tenía ya una inteligencia medianamente desarrollada empezó la larga tarea de dominar la tierra, hubo que utilizar otros minerales además de la piedra.

Desafortunadamente, la desaparición de estos materiales, a consecuencia de su origen orgánico, limitó extremadamente los hallazgos en los que podía basarse documentalmente esta afirmación. Sin embargo, atreves de los escasos retos conservadores, y con la ayuda siempre importante de la Etnología, puede asegurarse que el hombre tuvo que utilizar antes que la piedra otras primeras materias como la madera, la concha y el hueso.

El dominio del fuego engendró en el hombre primitivo una nueva tendencia a la sociabilidad. Atraídos por el calor del hogar y la protección contra las fieras, los grupos de hombres, mujeres y niños podían así, a la luz del hogar, prolongar su jornada una vez anochecido el día. Agrupados en torno a la seguridad del fuego de su campamento o aldea, podían trabajar en la fabricación de las armas y herramientas, cocer los alimentos, comerlos y luego dormir; en climas rigurosos se acurrucaban lo más cerca del fuego.

De esta manera, aquel fuego, ya se encendiera en el exterior o en el interior de la gruta, se convirtió en el centro alrededor del cual cristalizó una existencia cada vez más orientada a la solidaridad y al espíritu de la familia. Además la obligación de mantener el fuego de una manera permanente reforzó la creciente importancia del campamento de base, que representaba un lugar, aunque provisionalmente, donde las mujeres podían cuidar de los hijos y al que regresaban los cazadores.

A medida que se desarrollaba el sentido del hogar doméstico, los miembros del grupo debieron de sentirse estimulados, por sus necesidades y experiencias mutuas, a utilizar cada vez más la expresión verbal. Al hacerlo, en la reconfortante claridad del fuego de campamento aceleraban una evolución primordial, la del lenguaje.

El astro rey (el sol)

Antes de descubrir el fuego, la única luz que poseía el hombre era el Sol (Imagen 1.2), conocido como el astro rey. Como no podía controlarse esa luz, el hombre primitivo estaba completamente indefenso ante el frío y la oscuridad.



Imagen 1.2 El astro rey (el sol)

Fuente:

<http://larevistadigital.net/fenomeno-el-sol-brillo-sin-sombra-este-medioidia-en-el-pais/>

La grasa

La defensa contra la inclemencia del tiempo y la débil piel del humano, hubo de confiar desde un principio a las pieles de los animales, cuyas grasas serian extraídas mediante toscas raederas de piedra y su curtido confiado al calor del sol.

No es inimaginable creer que en los periodos interglaciares, el hombre primitivo afrontara desnudo los escasos rigores del ambiente, pero es preciso admitir que en los periodos glaciares, cuando la temperatura ambiente en Europa, en el Norte y Centro de Asia llegaría alcanzar tal vez hasta los 50° C. bajo cero, la piel y una calefacción en las cavernas generada por el fuego que no se dejaba apagar, con lo cual este resultaba imprescindible. En los países tropicales, donde el hielo de los glaciares fue sustituido por un clima continuamente lluvioso y caluroso, el uso de un vestido de pieles hubo de hacerse imprescindible.

Astillas “Antorchas”

Quizá, tras descubrir el fuego, el hombre primitivo comenzó a aprender que unos materiales ardían mejor que otros. Quizás observó que la gota de grasa que resbalaba de la carne daba una llama más brillante. Con el tiempo, el hombre fue seleccionando aquellas sustancias que, al arder, le proporcionaban una mejor luz. Se tomaban astillas de ciertas maderas, se colocaban en la pared, y ardían lentamente. Los nudos de pino se utilizaban como antorchas. Se colocaban grasa de los animales en un recipiente en forma de platillo, y se utilizaba como mecha musgo u otras fibras. Así fueron perfeccionándose las lámparas de aceite. No puede establecerse con exactitud el momento en que esto se produjo, pues fue en tiempos prehistóricos.

Lámparas

Alrededor de 1821, se utilizaba cebo en las lámparas de Nueva Inglaterra. Se le extraía a la ballena aceite para lámpara. De hecho todos los aceites baratos de cada lugar servían para la iluminación, tanto interna como externa de las cabañas. En la zona del Mediterráneo, se utilizaba el aceite de oliva, los chinos y japoneses obtenían aceites de diversas semillas. En la actualidad, es posible utilizar aceite de cacahuete en lámparas, de no haber descubierto el aceite mineral.

En Cartago y Fenicia se encontraron lámparas de aceite fabricadas en cerámica que datan del siglo X a. de C., y que se dispersaron inmediatamente por todo el Mediterráneo.

En la antigua, Roma se utilizaban como iluminación las lámparas de aceite, que se colgaban al techo con una cadena, que a lo largo del tiempo se iban decorando con labrados y ornamentos de metal. Las más luminosas poseían varios picos con sus

respectivos pabilos. Las teas eran principalmente utilizadas en los casamientos y entierros.

Más tarde, en la Edad Media, aparecieron otros tipos de iluminación, como las linternas con pabilos internos. La iluminación de amplios recintos se realizaba con hacheros y candelabros de hierro forjado, artesanalmente ornamentados. Las velas se mejoraron y al encenderse producían menos humo.

Lámparas de carburo

Utilizadas antes del descubrimiento de la electricidad para iluminar viviendas, minas, ... son las llamadas “lámparas de carburo”. Estas constan de una parte superior llena de agua, que va cayendo gota a gota hacia la parte inferior, donde se produce una reacción química que libera acetileno, un gas que arde con una llama muy brillante.

Petróleo

En 1859, se descubrió el petróleo. Al calentarlo se obtiene un producto incoloro llamado queroseno, que pasó a convertirse en el aceite más utilizado en la iluminación. De hecho comenzó llamándose “aceite de carbón”, pues la gente creía que el carbón y el petróleo tenían relación.

Iluminación a gas

En 1795, William Murdoch, instaló un sistema de iluminación a gas de hulla para una fábrica en Inglaterra. El inventor alemán Freidrich Winzer fue la primera persona en patentar la iluminación a gas de hulla en 1804, y una “termolámpara” que se patentó en 1799, usaba gas destilado de madera.

A comienzo del siglo XIX, la mayoría de las ciudades de Europa y Norteamérica tenían calles con este tipo de iluminación. La iluminación a gas dio lugar a la iluminación con sodio de baja presión y mercurio de alta presión en la década de 1930; con el desarrollo de la luz eléctrica este sistema reemplazó el gas en los hogares.

Led's de potencia

La iluminación a partir de la tecnología led ha tomado varias perspectivas de acuerdo a la generación de la luz y del espectro de luz visible. Existen varios métodos para producir el efecto de la luz blanca; cada uno de estos métodos tiene cualidades específicas que nos permiten seleccionar el más adecuado a nuestra aplicación.¹ Por mencionar:

- Tecnología RGB (Red, Green, Blue)
- Tecnología LED (luz blanca)

El uso de LED en un inicio se aplicó en señalización, posteriormente para elementos de decoración y al ir incrementando sus capacidades y gama de colores; se incrementaron sus aplicaciones hasta el punto en que se desarrollan led's de alta potencia que debido a sus características se ha utilizado en este proyecto de iluminación.

Se pueden encontrar en el mercado dependiendo del fabricante diseños con potencias de 1, 3, 5, 10, 20 y 30 W con aplicaciones en interiores para decoración, publicidad y exhibidores; en cuanto a iluminación de exteriores generando posibilidades de diseño y efectos de color, publicidad y alumbrado público.

¹ Tesis: Leyva Carmona, Sofia Rossana, Diseño e implementación de una red de lámparas para interiores basadas en tecnología led, monitoreadas y controladas por transceiver de alta frecuencia.UNAM, 2014.

La vela

Los egipcios y cartagineses inventaron su propio modelo de iluminación entre el año 3.000 y 1.600 a. de C., aunque se ignora de qué materiales estaban hechas, ya que la única prueba que se paseé de ello en la actualidad son algunas portavelas.

Más tarde, los romanos aportaron su granito de arena a la evolución de la vela utilizando un rollo de papiro tratado para retrasar su consumo, y era la sumersión de la mecha en el cebo o la cera derretida lo que acababa dando forma a la vela. Y esto forma parte del origen de las velas.

Finalmente, y después de muchísimas aportaciones de distintas culturas hasta la actualidad, la parafina (material con el que se hacen las velas hoy en día) se refinó y con se hizo posible la creación de velas a base de petróleo, que junto con la industrialización del siglo XIX permitió el desarrollo de máquinas que podían producir grandes cantidades de velas a precios accesibles para todo el mundo.

Lumen

Es la unidad de medida para medir el flujo luminoso (imagen 1.3), siendo la medida de la potencia luminosa emitida por la fuente (Unidad del Sistema Internacional). El flujo luminoso se diferencia del flujo radiante en que el primero contempla la sensibilidad variable del ojo humano a las diferentes longitudes de onda de la luz y el último involucra toda la radiación electromagnética emitida por la fuente según las leyes de Wien y de Stefan Boltzmann sin considerar si tal radiación es visible o no.

$$1 \text{ lm} = \text{cd} \cdot \text{sr} = 1 \text{ lx} \cdot \text{m}^2$$

lm = lumen

cd = corriente directa

sr = estereorradián

lx = lux o luxes

m² = metro cuadrado

Lux

Es la unidad del Sistema Internacional de Unidades para iluminación (imagen 1.3), nivel de iluminación o nivel de iluminación; Equivalente a un ***lumen/m²***, mientras que el lumen equivale a una candela por estereorradián. Se usa en fotometría como medida de la intensidad luminosa, tomando en cuenta las diferentes longitudes de onda según la función de luminosidad, un modelo estándar de la sensibilidad a la luz del ojo humano.

El lux es una unidad basada en el lumen, que a su vez es una unidad derivada basada en la candela. El flujo luminoso total de una fuente de una candela equivale a 4π lúmenes (puesto que una esfera comprende 4π estereorradianes).

$$\mathbf{lx = cd \cdot sr / m^2}$$

Candela

Se define como (cd): La unidad básica del Sistema Internacional de intensidad luminosa (Imagen 1.3), en la dirección perpendicular, de una superficie $1/60\,000\ m^2$ de un cuerpo negro a la temperatura de solidificación del platino puro en estado sólido, bajo una presión de 101 325 Newton por metro cuadrado.

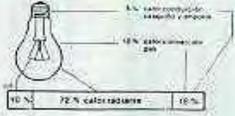
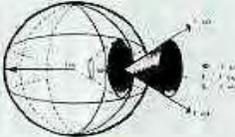
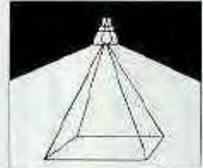
MAGNITUD	SÍMBOLO	UNIDAD	DEFINICIÓN DE LA UNIDAD	REPRESENTACION GRAFICA	RELACIONES
FLUJO	Φ	LUMEN (lm)	Flujo luminoso de la radiación monocromática de frecuencia 540×10^{12} Hertz y un flujo de energía radiante de 1/683 vatios.		$\Phi = I \times \Omega$
INTENSIDAD LUMINOSA	I	CANDELA (cd)	Intensidad luminosa de una fuente puntual que emite un flujo luminoso de un lumen en un ángulo sólido de un estereoradian.		$I = \frac{\Phi}{\Omega}$
NIVEL DE ILUMINACION (ILUMINANCIA)	E	LUX (lx)	Flujo luminoso de un lumen que recibe una superficie de 1 m ² .		$E = \frac{\Phi}{S}$

Imagen 1.3 Magnitudes

Fuente: <https://image.slidesharecdn.com/peligroiluminacionesenacesarbucaramanga2011-120612215356-phpapp02/95/peligro-iluminacion-sena-cesar-bucaramanga-2011-31-728.jpg?cb=1339538362>

1.2 Electrostática

Es el estudio de la electricidad en reposo o que se mueve lentamente.

Experiencias con la electricidad estática muy conocidas:

- Las chispas que saltan del cabello lavado al peinarse en seco y que se ven en la oscuridad.
- “Los toques” que siente una persona cuando esta parada en el suelo y toca una parte metálica de un vehículo que se ha electrizado.
- Un globo que se pega en la pared cuando se froto en el cabello o en un tejido de lana.
- Los crujidos que se oyen al quitarse una ropa de nilón.

Estos fenómenos se producen cuando los objetos y el tiempo están secos.

La causa de estas atracciones se llama electricidad y los cuerpos que adquieren se dicen que están electrizados o que poseen carga eléctrica.

La electricidad

Es una forma de energía que sólo se puede apreciar por los efectos que produce. Existe en todo: en nuestro cuerpo, en el aire que respiramos, en el libro que leemos, en los objetos, ... Toda sustancia se compone de pequeñísimas partículas denominadas átomo.

Las propiedades eléctricas de ciertos materiales ya eran conocidas por civilizaciones antiguas. En el año 800 a. de C., el sabio griego Tales de Mileto había comprobado que si se frotaba el ámbar (que es una resina fósil), éste atraía hacia sí a objetos más livianos. Se creía que la electricidad residía en el objeto frotado. De ahí que el término "electricidad" provenga del vocablo griego "elektron", que significa ámbar.

En la época del renacimiento comenzaron los primeros estudios metodológicos, en los cuales la electricidad estuvo íntimamente relacionada con el magnetismo. El inglés William Gilbert (1544-1603) comprobó que algunas sustancias se comportaban como el ámbar, y cuando eran frotadas atraían objetos livianos, mientras que otras no ejercían ninguna atracción. A las primeras, entre las que ubicó el vidrio, el azufre y la resina, las llamó "eléctricas", mientras que a las otras, como el cobre o la plata, "aneléctricas".

En los experimentos que realizaron después otros investigadores, se observó que los cuerpos electrizados a veces, se atraían o se rechazaban entre sí, según las sustancias en que se habían frotado, por lo que consideraron que había dos clases de electricidad: la vítrea y la resinosa, la primera se logra frotando vidrio o mica y la segunda frotando ámbar u otra sustancia resinosa.

A principios del siglo XIX, el conde Alessandro Volta construyó una pila galvánica. Colocó capas de zinc, papel y cobre, y descubrió que si se unía la base de zinc con la última capa de cobre, el resultado era una corriente eléctrica que fluía por el hilo de unión. Este sencillo aparato fue el prototipo de las pilas eléctricas, de los acumuladores y de toda corriente eléctrica producida hasta la aparición de la dínamo. Mientras tanto, Georg Simon Ohm sentó las bases del estudio de la circulación de las cargas eléctricas en el interior de materias conductoras.

En 1819, Hans Oersted descubrió que una aguja magnética colgada de un hilo se apartaba de su posición inicial cuando pasaba próxima a ella una corriente eléctrica y postuló que las corrientes eléctricas producían un efecto magnético. De esta simple observación salió la tecnología del telégrafo eléctrico. Sobre esta base, André Ampere dedujo que las corrientes eléctricas debían comportarse del mismo modo que los imanes.

Esto llevó a Michael Faraday a suponer que una corriente que circulara cerca de un circuito induciría otra corriente en él. El resultado de su experimento fue que esto sólo sucedía al comenzar y cesar de fluir la corriente en el primer circuito. Sustituyó la corriente por un imán y encontró que su movimiento en la proximidad del circuito inducía en éste una corriente.

De este modo pudo comprobar que el trabajo mecánico empleado en mover un imán podía transformarse en corriente eléctrica. Los experimentos de Faraday fueron expresados matemáticamente por James Maxwell, quien en 1873 presentó sus ecuaciones, que unificaban la descripción de los comportamientos eléctricos y magnéticos, y su desplazamiento, a través del espacio en forma de ondas.

En 1878 Thomas Alva Edison comenzó los experimentos que terminarían, un año más tarde, con la invención de la lámpara eléctrica, que universalizaría el uso de la electricidad.

Benjamín franklin, sabio americano que invento el pararrayos, propuso llamar electricidad positiva (+) a la vítrea, y negativa (-) a la resinosa.

Corriente continua (C.D.)

También se le conoce como corriente directa (Imagen 1.4) y su característica principal es que los electrones o cargas siempre fluyan, dentro de un circuito eléctrico cerrado, en el mismo sentido. Los electrones se trasladan del polo negativo al positivo de la fuente de FEM. Algunas de estas fuentes que suministran corriente directa son por ejemplo pilas, y baterías la primera utilizada para el funcionamiento de artefactos electrónicos, la segunda usada en los transportes motorizados.

Lo que se tiene en cuenta es que las pilas, baterías u otros dispositivos son los que crean las cargas eléctricas. Lo que hacen estos dispositivos es poner en movimiento a las cargas para que se inicie el flujo de corriente eléctrica a partir de la fuerza electromagnética. Esta fuerza es la que moviliza a los electrones contenidos en los cables de un circuito eléctrico. Los metales son los que permiten el mejor flujo de cargas, es por esto que se los denomina conductores.

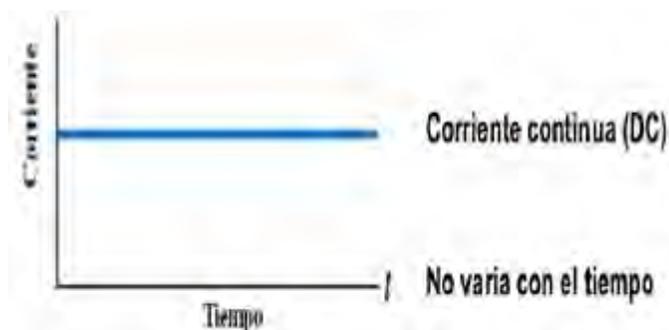


Imagen 1.4 Corriente directa o corriente continua.

Fuente:
http://image.slidesharecdn.com/corrient_ealterna3-1229983588461209-2/95/corriente-alterna-2-728.jpg

Corriente alterna

A diferencia de la corriente continua, en esta existen cambios de polaridad ya que esta no se mantiene fija a lo largo de los ciclos de tiempo (Imagen 1.5). Los polos negativos y positivos de esta corriente se invierten a cada instante, según los Hertz o ciclos por segundo de dicha corriente. A pesar de la continua inversión de polos, el flujo de la corriente siempre será del polo negativo al positivo, al igual que en la corriente continua. La corriente eléctrica que poseen los hogares es alterna y es la que permite el funcionamiento de los dispositivos electrónicos y de las luces.

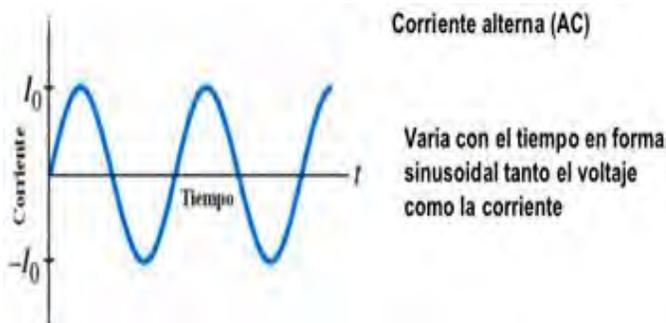


Imagen 1.5 Corriente alterna.

Fuente:

<http://image.slidesharecdn.com/corrientealterna3-1229983588461209-2/95/corriente-alterna-2-728.jpg>

1.3 Plantas generadoras de electricidad

La clasificación de las plantas para la generación de energía eléctrica se puede hacer a partir del tipo de fuente original de energía de la cual el generador eléctrico logra el movimiento y la fuerza necesaria para generar dicha electricidad. Por lo anterior las centrales o plantas de generación eléctrica se clasifican de la siguiente forma:

Hidroeléctrica

Este tipo de centrales, utiliza la energía potencial del agua como principal fuente primaria para la generación de electricidad. Este tipo de centrales se ubican en lugares donde existe diferencia de altura respecto a la central eléctrica y el suministro de agua. De esta forma, la energía potencial del agua se convierte en energía cinética que es utilizada para impulsar el rodete de la turbina y hacerla girar para generar mecánica. Acoplado a la flecha de la turbina se encuentra el generador que finalmente convierte la energía mecánica en eléctrica (Imagen 1.6).²



Imagen: 1.6

Principio de funcionamiento de una central hidroeléctrica en un río.

Fuente: Energías Renovables, Antonio Madrid, Mundi-prensa.

Una característica importante es la imposibilidad de su estandarización, debido a la heterogeneidad de los lugares donde se dispone de aprovechamiento hidráulico, dando lugar a una variedad de diseños, tamaños, métodos constructivos y costos de inversión.

Se clasifican en dos criterios:

- Por su tipo de embalse.
- Por la altura de la caída de agua.

² Antonio Madrid, Antonio Madrid Vicente, Energías renovables: Fundamentos, tecnologías y aplicaciones, Edición ilustrada, Celesa, 2008, ISBN 8484763587, 9788484763581

De vapor

Desde hace algunos miles de años, el agua ha formado parte de la tierra, ocupando más del 75% de la superficie terrestre. Se trata de un elemento fundamental para la existencia de la vida, debido a sus propiedades fisicoquímicas, razón por la cual adquiere gran diversidad de aplicaciones. Una de ellas consiste en generar electricidad, esto se realiza a través de su evaporación.³

El vapor de agua ocasiona elevadas presiones. En las centrales termoeléctricas, la energía mecánica necesaria para accionar el rotor de un generador de electricidad, se obtiene a partir del vapor formado al hervir agua dentro de una caldera. El vapor generado posee una elevada presión y se hace llegar a las turbinas para que su expansión sea capaz de mover los alabes de la misma.⁴

Las centrales térmicas o termoeléctricas producen electricidad a través de la combustión del carbón, fuelóleo (fracción del petróleo) o gas natural en una caldera, en donde dichos combustibles se emplean para hacer la transformación del agua en vapor. El esquema de funcionamiento de estas centrales es prácticamente igual, independientemente del combustible fósil que se utilice, diferenciándose en el distinto tratamiento de este, antes de ser inyectado en la caldera y en el diseño de sus quemadores (Imagen 1.7).⁵

³ Thomas H. McConnell, III M.D.F.C.A.P., Kerry L. Hull, Ph. D. El cuerpo humano, forma y función, Fundamentos de anatomía y fisiología.

⁴ Idem

⁵ Idem

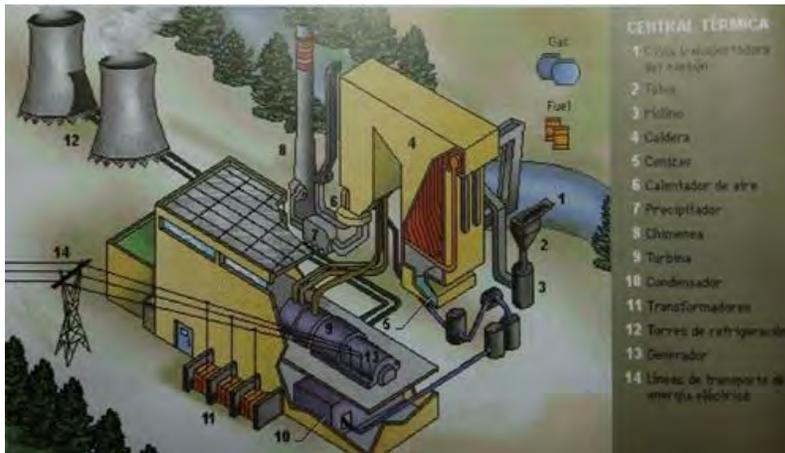


Imagen: 1.7

Central térmica o termoeléctrica.

Fuente: Ibidem.

Ciclo combinado

Utiliza tres tipos de combustible que son:

1. Gas natural.
2. Gasóleo.
3. Carbón preparado.

Se puede pasar de un tipo a otro de combustible sin necesidad de parar.

Se caracteriza por tener dos turbinas en vez de una y su funcionamiento es como sigue (Imagen 1.8):

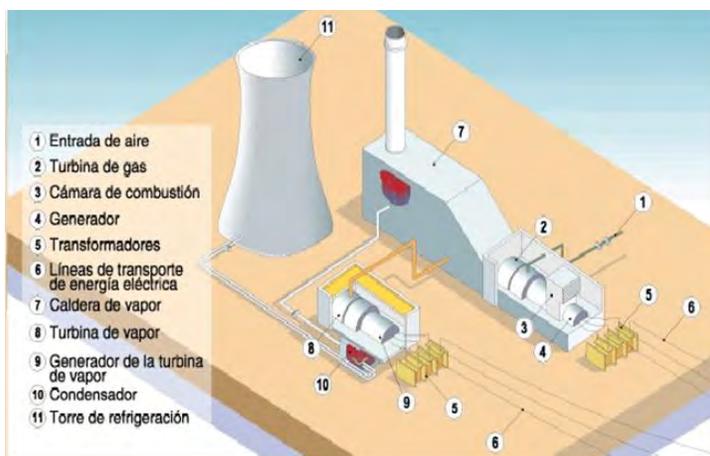


Imagen: 1.8

Central de ciclo combinado.

Fuente: Ibidem

1. **Turbina de gas.** En esta primera turbina, los gases calientes y a presión mueven sus palas, y el movimiento se transmite por medio de un eje a un generador donde la energía mecánica se convierte en electricidad.
2. **Turbina de vapor.** Los gases todavía muy calientes que salen de la turbina anterior se aprovechan para producir vapor. Este vapor pasa a esta segunda turbina que también transmite su movimiento a un generador para producir electricidad.

Undimotrices

Este tipo de central, aprovecha la energía que genera mares y océanos por efecto de las olas producidas por el viento a base de colocar una central undimotriz en la parte de la costa o directamente en el litoral donde se produce oleaje suficiente. La velocidad del viento, el fetch (distancia efectiva del viento en la superficie del agua) y la duración de la acción del viento son decisivos para el tamaño de las olas y su contenido energético. Las olas pueden recorrer grandes tramos y transportar energía desde áreas con mucho viento en el mar a áreas con poco viento en la costa (Imagen 1.9).

La energía producida por estos sistemas es limpia, disponible en cualquier época del año y renovable, aunque está por determinar su impacto ambiental. Además, el mantenimiento en alta mar es muy complicado y depende totalmente de la climatología.

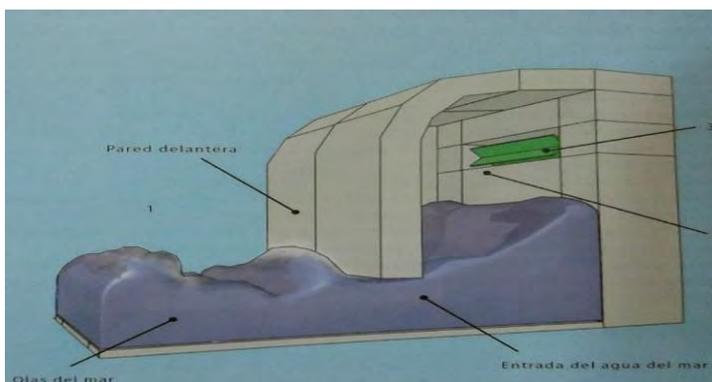


Imagen 1.9

Principio de funcionamiento de una central de energía procedente de las olas.

Fuente: Ibidem.

Combustión interna

Conocidas también como centrales de emergencia, estas utilizan la energía térmica desprendida de la combustión para producir un movimiento mecánico a una flecha que se encuentra acoplada al rotor de un generador y que por inducción electromagnética va a producir un voltaje en las terminales de este último. Esta central de emergencia está conformada por (Imagen 1.10):

- Motor a diesel de 3, 4, 6 y 12 cilindros en línea
- Generador de corriente alterna (2, 4, polos)
- Sistemas de control y regulación

Estas centrales tienen capacidad de generación entre los 20 KW y 2500 KW.

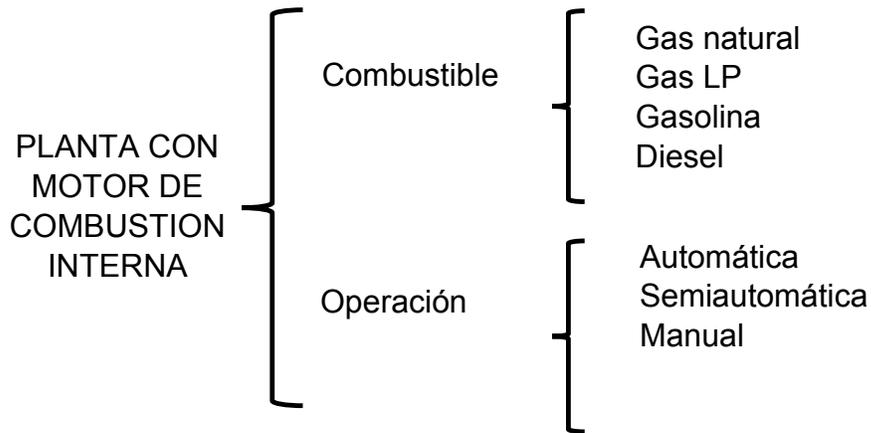


Imagen 1.10

Planta de emergencia de combustión interna.

Fuente:

<http://www.aexport.com/wp-content/uploads/2016/01/11.jpg>

Geotérmica

En este tipo de centrales utilizan vapor natural del subsuelo para alimentar las turbinas que mueven los generadores eléctricos (Imagen 1.11)⁶.

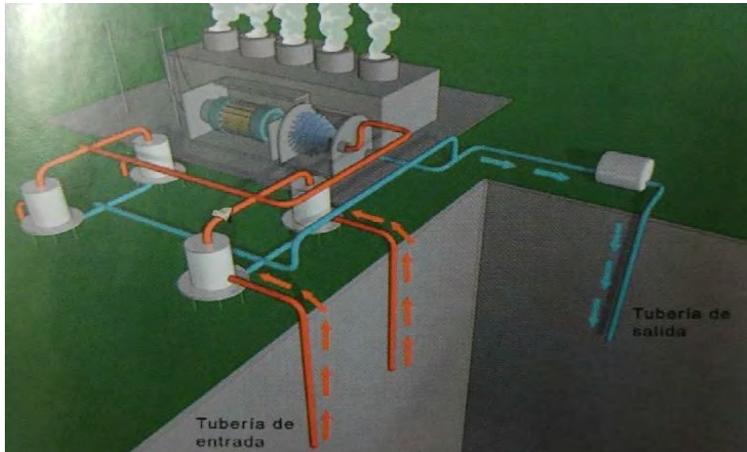


Imagen: 1.11

Instalación para el aprovechamiento de la energía de un yacimiento geotérmico.

Fuente: Energías Renovables, Antonio Madrid, Mundi-prensa.

El vapor es conducido a las centrales por medio de tubos aisladores de gran diámetro que se introducen ya sea directamente a la turbina o bien se obtienen vapor puro por medio de cambiadores de calor, para después introducirlo a la turbina.⁷

Elementos de una planta Geotérmica:

- Sistema de enfriamiento
- Sistema eléctrico
- Equipo de extracción
- Turbinas
- Condensadores
- Tubería de entrada y salida

⁶ Antonio Madrid, Antonio Madrid Vicente, Energías renovables: Fundamentos, tecnologías y aplicaciones, Edición ilustrada, Celesa, 2008, ISBN 8484763587, 9788484763581

⁷ Idem

Eoloeléctrica

La energía del viento se aprovecha para producir electricidad con los llamados aerogeneradores, los modernos “molinos de viento”. Su funcionamiento es bien sencillo: el viento mueve las palas de la hélice, que a su vez, a través de un sistema de engranajes, mueven un generador que produce electricidad. Nuestro país es uno de los punteros en la aplicación de esta tecnología, y podemos ver parques eólicos.

Clases de viento	Velocidad en m/s a 30 m de altura	Velocidad en m/s a 50 m de altura
1	0-5,1	0-5,6
2	5,1-5,9	5,6-6,4
3	5,9-6,5	6,4-7,0
4	6,5-7,0	7,0-7,5
5	7,0-7,4	7,5-8,0
6	7,4-8,2	8,0-8,8
7	8,2-11,0	8,8-11,9

Tabla : 1.1 Clasificación del viento en función de su velocidad y altura.

Fuente: ENERGIAS RENOVABLES, Fundamentos, Tecnologías y Aplicaciones

Cuanto mayor sea la velocidad del viento (Tabla 1.1) y la altura del aerogenerador mayor será la electricidad producida.

El rango de trabajo de los aerogeneradores viene marcado por tres velocidades:

1. De corte inferior.
2. De corte superior.
3. Nominal.

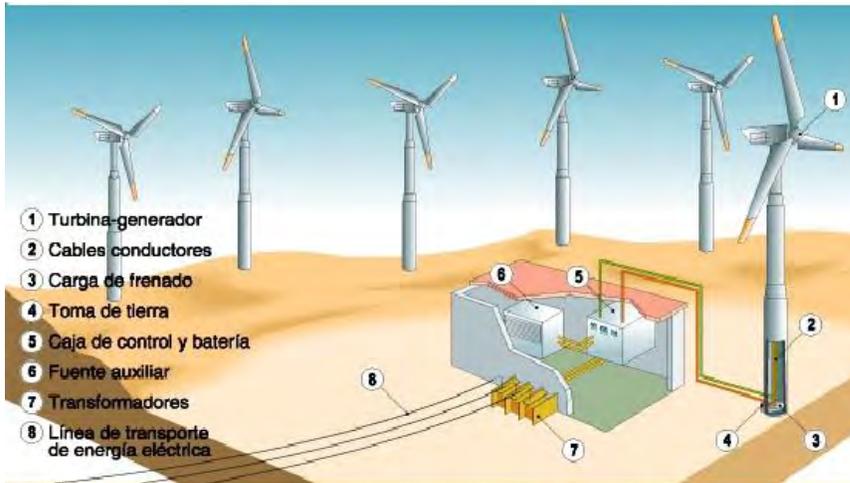


Imagen. 1.12

Parque eólico mostrando sus componentes principales.

Fuente: Ibidem.

Los aerogeneradores, alcanzan un rendimiento del 59% en la conversión de energía eólica en electricidad (Imagen 1.12). En la práctica, las buenas turbinas consiguen un rendimiento del 35 - 40%, lo que no está mal en comparación con otras fuentes de energía (solar por ejemplo).

La electricidad producida por el generador puede tener tres destinos:

- Envió a la red de distribución eléctrica.
- Envió a una vivienda o industria para su abastecimiento.
- Envió a baterías para su almacenamiento.

Nucleoeléctrica

Este tipo de centrales tienen cierta semejanza con las plantas termoeléctricas convencionales, ya que requieren vapor a presión para mover las turbinas o turbogeneradores. En este sentido, aprovecha el calor que se obtiene al fisionar los átomos de un isótopo de uranio en el interior de un reactor, para producir el vapor que activa a las turbinas.

Central solar

Cada segundo, 700 millones de toneladas de hidrogeno se convierten en helio, como consecuencia del proceso anterior, se producen en el Sol 5 millones de toneladas de energía pura. El Sol tiene un volumen de 1.300.000 veces superior al de la Tierra y un radio de 110 veces más largo que el de la Tierra.

El Sol nació hace unos 4.600 millones de años. Su vida se reduce a 5.000 millones de años. Al final de la vida de este (dentro de unos 5.000 millones de años), todo el hidrogeno ya se habrá convertido en helio y, estos átomos de helio se fundirán dando lugar a elementos más pesados, por lo que aumentara de volumen, hasta tal punto que alcanzara a la Tierra y se la tragara.

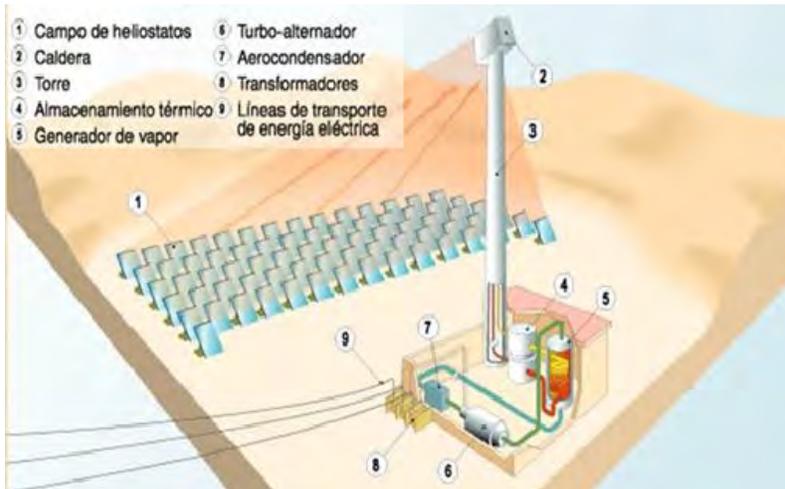


Imagen. 1.13

Central solar termoeléctrica.

Fuente:Ibidem.

El sol es una fuente de energía limpia e inagotable, que puede proporcionarnos energía si sabemos captarla. Por ejemplo: El viento, las olas y las mareas son producto de la energía solar, el primero mediante aerogeneradores (modernos molinos de viento) donde podemos obtener electricidad.

Además de esas posibilidades, mediante unas modernas instalaciones es posible captar la energía del Sol de varias formas, tales como (Imagen 1.13):

- 1. Instalaciones solares térmicas.** Están constituidas por un conjunto de componentes encargados de realizar las funciones de captar la radiación solar, y así transformarla directamente en energía térmica cediéndola a un fluido de trabajo y, por último almacenar dicha energía térmica de forma eficiente, en el mismo fluido de trabajo de los captadores, o bien transferirla a otro, para poder utilizarla después en los puntos de consumo. Dicho sistema se complementa con una producción de energía térmica por sistema convencional auxiliar que puede o no estar integrada dentro de la misma instalación.
- 2. Instalaciones solares fotovoltaicas.** Están constituidas por la acción directa de las radiaciones solares sobre paneles especiales que convierten las citadas radiaciones en electricidad. Estos paneles especiales están compuestos por unas “células fotovoltaicas” que es donde realmente tiene lugar la transformación de la energía luminosa (fotones) en electricidad (electrones en movimiento).
- 3. Instalaciones solares termoelectricas.** Esta tecnología se basa en concentrar mediante espejos la energía, solar en un punto o línea, cuyo interior circula un fluido. Este fluido debido a las altas temperaturas alcanzadas por concentración solar, es también capaz de producir vapor a temperaturas altas.

Básicamente, la tecnología termoelectrica es de tres tipos:

- Concentración solar por captadores cilíndricos-parabólicos.
- Concentración solar por disco Stirling.
- Concentración solar en torres.

1.4 El ojo humano

La visión es la detección de la luz por el ojo y la integración en la consciencia de las señales sensoriales que produce. Se trata de un sentido especial y normalmente el más valorado por las personas.⁸

El **ojo** es el órgano de la visión (Imagen 1.14). En su conjunto, se conoce como el **globo ocular**, una esfera de 24 mm a 25mm de diámetro. Las células detectoras de luz específicas de los ojos son los fotorreceptores, y las vías entre los fotorreceptores y el cerebro son las vías visuales.⁹

Mediante la detección de las pequeñas variaciones de color, luz y oscuridad, percibimos un aspecto del mundo que nos rodea, el mundo revelado por la luz. A diferencia de todos los demás órganos de los sentidos, el cuerpo puede manipular los ojos: pueden dirigirse en una dirección determinada y enfocar de cerca o lejos, lo que da una idea de su valor para la supervivencia.¹⁰

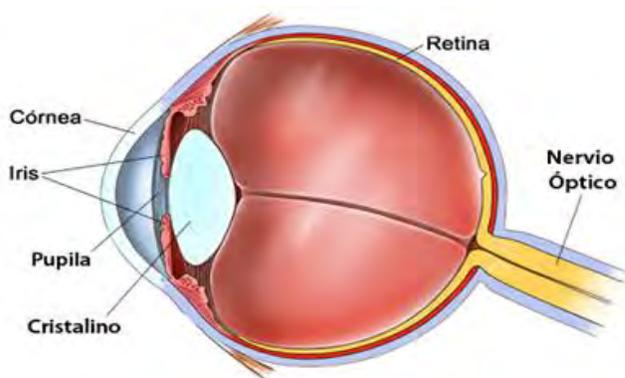


Imagen 1.14 El ojo humano

Fuente:

url=<http://www.fotonostra.com/digital/partesojo.htm&h=303&w=448&tbid=CloZxVgfkDnYaM:&tbnh=148&bnw=218&usg=zsQ9QEIJjAA>

⁸ Thomas H. McConnell, III M.D.F.C.A.P., Kerry L. Hull, Ph. D. El cuerpo humano, forma y función, Fundamentos de anatomía y fisiología.

⁹ Idem

¹⁰ Idem

La luz se comporta como una onda y como una partícula.

Por definición, la **luz** es una forma de radiación electromagnética detectable por el ojo humano. Otras formas de radiación, como las microondas del horno de cocina, los rayos X en la consulta del médico o las ondas de radio recogidas por la antena del automóvil también son radiación electromagnética, pero no son detectables por el ojo humano.¹¹

La radiación electromagnética (incluida la luz) tiene una propiedad característica. Se comporta como onda y como partícula. En otras palabras, la partícula transporta y transmite la onda, al igual que el aire transporta las ondas de sonido.¹²

En su comportamiento como partícula. La luz se compone de paquetes energéticos llamados fotones. Cualquier molécula puede emitir fotones si se añade energía. Por ejemplo, si se aplica calor al metal, en primer lugar brilla en rojo, ya que emite fotones de baja frecuencia, baja energía.¹³

A medida que se añade más calor, brilla en blanco (una mezcla de colores) y finalmente en azul, ya que emite fotones de alta energía. También, al igual que otras partículas, los fotones pueden interactuar con otras sustancias: la percepción de la luz por parte de la retina depende de la interacción entre las partículas de los fotones y las moléculas de la retina, que comentamos a continuación.¹⁴

En su comportamiento como ondas, la luz tiene diferentes frecuencias, al igual que las ondas sonoras. En algunas ondas, la distancia entre los picos es corta porque

¹¹ Thomas H. McConnell, III M.D.F.C.A.P., Kerry L. Hull, Ph. D. El cuerpo humano, forma y función, Fundamentos de anatomía y fisiología.

¹² Idem

¹³ Idem

¹⁴ Idem

hay muchas ondas por unidad de longitud. Estas son ondas de alta frecuencia (también llamadas ondas cortas).¹⁵

Llevar la mayor cantidad de energía y el ojo las interpreta como azul. En el caso de otras ondas, la distancia entre los picos es larga, es decir, hay menos ondas en una longitud dada. Estas son ondas de baja frecuencia (ondas largas), que llevan menos energía. El ojo interpreta las ondas de baja frecuencia como color rojo. Las longitudes de onda intermedias entre estas dos transmiten otros colores.¹⁶

La luz del sol y la luz artificial son una mezcla de todas las longitudes de onda, del rojo al azul. Es decir, la luz blanca es una mezcla de todas las longitudes de onda de la luz. El color percibido de los objetos fríos depende del color de la luz que se refleja en ellos. Una pared de color rojo es roja porque absorbe todas las longitudes de onda excepto las rojas de baja frecuencia, que refleja y vemos como rojo.¹⁷

Sin embargo, algunos objetos pueden calentarse hasta un punto en el que irradian luz, no solo la reflejan. El azul de la llama del fogón de la cocina se debe a la radiación de luz a partir del metano (gas natural) que se calienta a una temperatura muy alta.¹⁸

La luz se desvía para enfocar las imágenes en la retina

Una de las características del comportamiento de la luz como onda es que se desvía cuando pasa de una sustancia de una densidad, como el aire, a otra de una

¹⁵ Thomas H. McConnell, III M.D.F.C.A.P., Kerry L. Hull, Ph. D. El cuerpo humano, forma y función, Fundamentos de anatomía y fisiología.

¹⁶ Idem

¹⁷ Idem

¹⁸ Idem

densidad diferente, como el agua. Esta desviación, conocida como refracción, se produce en la interface entre dos materiales.¹⁹

Las superficies curvas pueden refractar los rayos de luz dispersándolos o aproximándolos entre sí; el cristalino y la córnea desvían los rayos de luz de forma que convergen. La mayor parte de la potencia de reflexión de la luz del ojo se encuentra en la córnea, pero su forma es fija, es decir no puede ajustarse para campos visuales cercanos o lejanos.²⁰

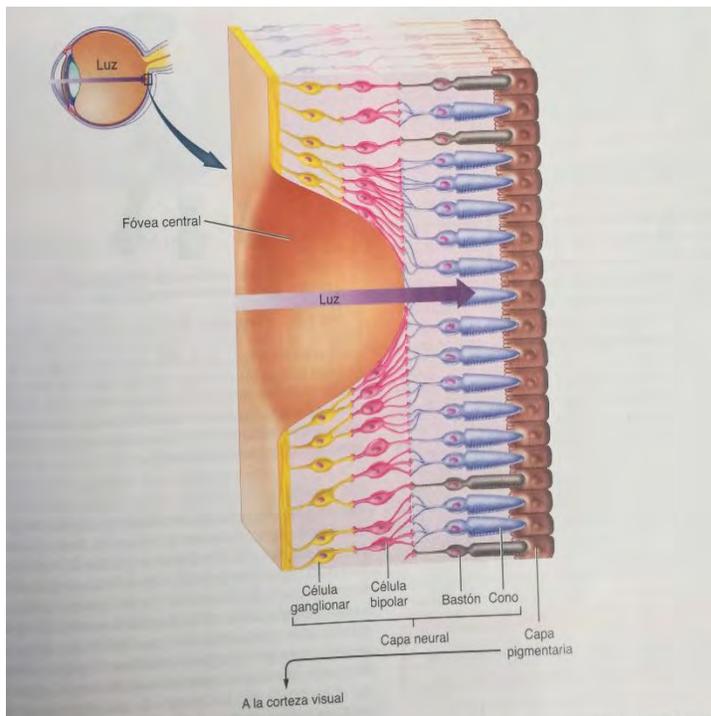


Imagen 1.15 Fotorreceptores de la Retina

Fuente: El cuerpo humano, forma y función, Wolters Klumer.

La reflexión adicional de la luz para un enfoque perfecto es tarea del cristalino, que puede cambiar de forma. El **punto focal** es donde convergen los rayos que han sido desviados unos hacia otros.

¹⁹ Thomas H. McConnell, III M.D.F.C.A.P., Kerry L. Hull, Ph. D. El cuerpo humano, forma y función, Fundamentos de anatomía y fisiología.

²⁰ Idem

Los conos y bastones de la retina detectan la luz

Hay que recordar que la retina está compuesta por tres capas de neuronas. Separando las neuronas de las coroides, existe una capa de células epiteliales llenas de melanina, el epitelio pigmentario (o capa pigmentaria de la retina). Este epitelio, al igual que la coroides, absorbe luz para evitar que se refleje de nuevo en la retina.²¹

Algo sorprendente: los fotorreceptores (las neuronas que perciben la luz) no son las primeras células retinianas que encuentra la luz, sino que están por debajo de otras dos capas de neuronas frente al epitelio pigmentado. Los dos tipos de fotorreceptores se llaman conos y bastones. Hay cerca de 100 millones de bastones, en comparación con los casi 6 millones de conos. Los conos y bastones no se distribuyen de manera uniforme por toda la retina; los bastones se concentran principalmente en la periferia de la retina, mientras que los conos se encuentran en el centro.²²

La capa neuronal superficial de los fotorreceptores está compuesta por células bipolares, neuronas con dos extensiones. Una extensión (la dendrita) recibe las señales de la capa neuronal más profunda, los conos y bastones; la otra extensión (el axón) transmite las señales a las **células ganglionares**, las neuronas de la superficie de la retina.²³

Las dendritas cortas de las células ganglionares reciben señales de las células bipolares; sus largos axones discurren a través de la superficie de la retina y se reúnen en la papila para formar el nervio óptico, que transmite las señales visuales al cerebro.²⁴

²¹ Thomas H. McConnell, III M.D.F.C.A.P., Kerry L. Hull, Ph. D. El cuerpo humano, forma y función, Fundamentos de anatomía y fisiología.

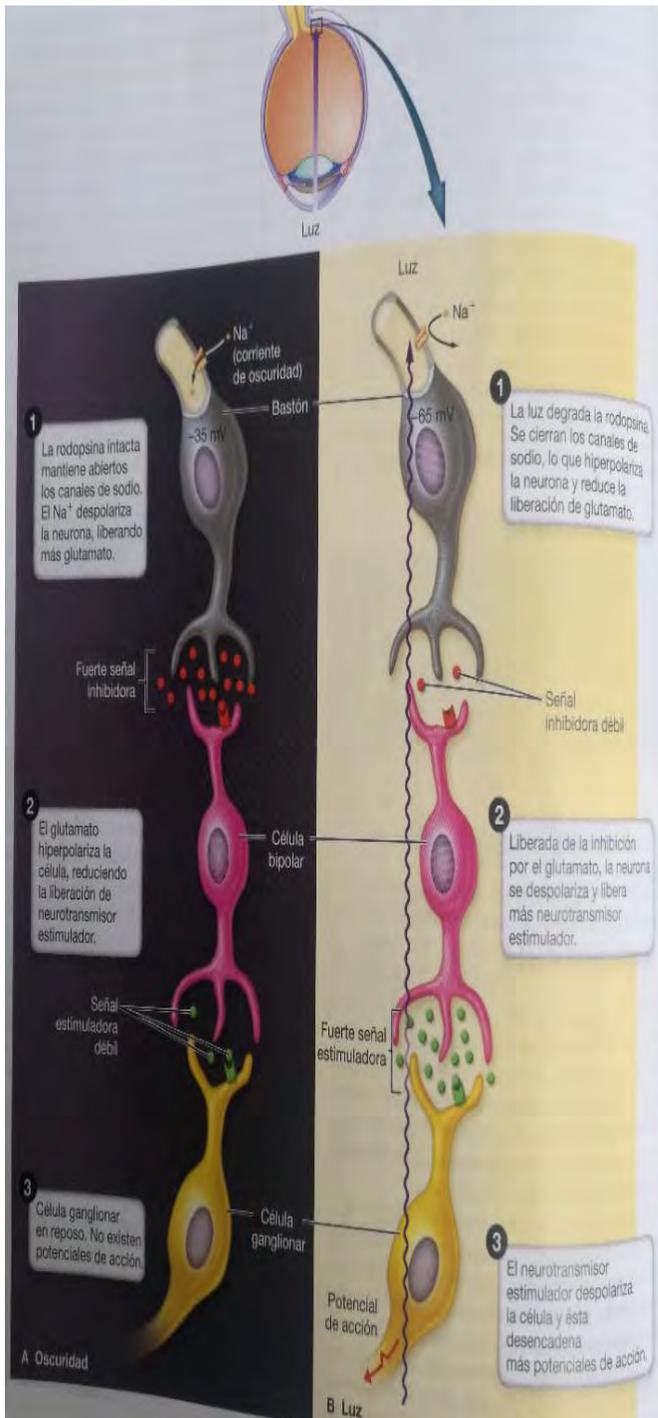
²² Ibidem

²³ Ibidem

²⁴ Ibidem

Con todo, la luz debe atravesar en primer lugar dos capas de células nerviosas para llegar a las células sensibles a la luz. Sin embargo, tanto las neuronas bipolares ganglionares como sus axones son amielinicos y lo suficientemente transparentes como para que no los percibamos (Imagen 1.15).²⁵

²⁵ Thomas H. McConnell, III M.D.F.C.A.P., Kerry L. Hull, Ph. D. El cuerpo humano, forma y función, Fundamentos de anatomía y fisiología.



Donde (Imagen 1.16):

A Oscuridad

1. La rodopsina intacta mantiene abiertos los canales de sodio. El Na^+ despolariza la neurona, liberando más glutamato.
2. El glutamato hiperpolariza la célula, reduciendo la liberación de neurotransmisor estimulador.
3. Célula ganglionar en reposo. No existen potenciales de acción.

B Luz

1. La luz degrada la rodopsina. Se cierran los canales de sodio, lo que hiperpolariza la neurona y reduce la liberación de glutamato.
2. Liberada de la inhibición por el glutamato. La neurona se despolariza y libera más neurotransmisor estimulador.
3. El neurotransmisor estimulador despolariza la célula y ésta desencadena más potenciales de acción.

Imagen 1.16 Foto recepción

Fuente: Ibidem.

Los bastones solo distinguen luz u oscuridad

Los **bastones** son muy sensibles a la luz: un bastón puede estimularse por un único fotón. No perciben el color pero están involucrados principalmente en la separación de tonos de gris en la luz tenue. Están más concentrados en la periferia de la retina y son responsables de la visión nocturna, la detección del movimiento y la visión periférica, características que tienen un gran valor para la supervivencia en entornos peligrosos.²⁶

A pesar de que son sensibles a la mínima cantidad de luz, los bastones no distinguen bien los detalles. Ello se debe a que muchos transmiten sus señales a través de unas pocas células bipolares a una única célula ganglionar, una disposición que concentra la luz de una gran zona de la retina en un único punto en el cerebro.²⁷

Así, la visión periférica es muy sensible a la luz, pero a baja resolución. Si tuviésemos solo bastones, nuestra visión del mundo sería borrosa y carente de color, como una vieja película en blanco y negro de baja resolución.²⁸

Los conos detectan el color

Los conos perciben el color pero requieren una luz intensa para funcionar adecuadamente. Por lo tanto, son los responsables de la visión detallada en un entorno muy iluminado (Imagen 1.17). Se concentran en el centro de la retina, en la fovea central. Como acabamos de señalar, varios bastones conectan con una sola célula ganglionar. Por el contrario, en la fovea central, un único cono pasa su señal a través de una única

²⁶ Thomas H. McConnell, III M.D.F.C.A.P., Kerry L. Hull, Ph. D. El cuerpo humano, forma y función, Fundamentos de anatomía y fisiología.

²⁷ Idem

²⁸ Idem

célula bipolar a una única célula ganglionar, que transmite la información de ese único cono al cerebro.

Este proceso permite afinar al máximo los detalles y obtener una imagen más nítida. A este efecto se suma el hecho de que los axones de las células ganglionares irradian hacia fuera, disposición que los aparta del camino de entrada de los rayos y, por tanto, deja el centro de la fovea con una vista prácticamente sin obstrucciones.

Es más los vasos sanguíneos de la retina se dirigen hacia la fovea desde todas las direcciones, pero terminan en su borde de manera que los nutrientes y el oxígeno alcanzan las zonas más críticas por difusión y los vasos sanguíneos no atraviesan el campo de nuestra visión más aguda.

Existen tres tipos de conos, llamados azul, verde y rojo, de acuerdo con la longitud de onda (y por lo tanto el color) de luz que los estimula más intensamente. La visión en color es el resultado de la estimulación de varias combinaciones de conos. Por ejemplo, un objeto de color púrpura se percibe como púrpura porque el cerebro combina las señales transmitidas por los conos azules y rojos, que han sido estimulados por las ondas de luz de frecuencia azul y roja. De este modo, el cerebro se comporta como un artista, que mezcla colores básicos para obtener colores más complejos.



Imagen 1.17 Iluminación interior en sala

Fuente:

https://www.google.com.mx/search?q=iluminacion+de+interiores&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi7t8ihyp_UAhUixFQKHADjAPAQ_AUIBigB&biw=1777&bih=882

Adaptación del ojo a la luz

Acudir durante el día a una sala de cine nos permite observar lo que es la adaptación visual en entornos muy iluminados o muy oscuros. Si entramos en la sala desde el vestíbulo iluminado por el sol, es difícil ver a la gente y distinguir los asientos; si caminamos hacia la luz del sol después de la sesión, el deslumbramiento es casi cegador. Pero en ambos casos, las pupilas se dilatan o se contraen en la medida en que los ojos se adaptan (acomodan) rápidamente a las nuevas (cambio) condiciones de luz.²⁹

¿Cómo es eso? La reacción pupilar es sólo el principio. La verdadera historia implica cambios en los mismos fotorreceptores de la retina. En la luz intensa, los conos y bastones se vuelven menos sensibles a la luz una adaptación que tiene un valor para la supervivencia (los reflejos de la luz intensa impiden la visión clara).³⁰

Disminuyen los niveles de calcio intracelular, lo que interfiere en la vía de señalización visual, e inactivan parte de la rodopsina y otros pigmentos visuales, a los que no puede acceder la luz. Los rayos de luz encuentran menos moléculas de fotorpigmento, y las que encuentran necesitan más fotones para activar la fototransducción. A medida que pasamos de una zona con luz de día a una sala de cine a oscuras, el nivel de luz disminuye de forma drástica, pero no estamos totalmente a oscuras. Sin embargo, carecemos de la suficiente sensibilidad a la luz como para recoger los pocos rayos de luz que quedan allí.³¹

Como resultado de ello, nos quedamos casi ciegos durante un instante. La adaptación a la oscuridad es relativamente lenta; nuestra visión “nocturna” mejora en

²⁹ Thomas H. McConnell, III M.D.F.C.A.P., Kerry L. Hull, Ph. D. El cuerpo humano, forma y función, Fundamentos de anatomía y fisiología.

³⁰ Idem

³¹ Thomas H. McConnell, III M.D.F.C.A.P., Kerry L. Hull, Ph. D. El cuerpo humano, forma y función, Fundamentos de anatomía y fisiología.

transcurso de 30 minutos, ya que los niveles de calcio suben con lentitud y los ftopigmentos se acumulan. Esto aumenta la sensibilidad a cada rayo de luz perdido, lo que nos permite distinguir nuestras palomitas de maíz y ver a nuestros vecinos de asiento.³²

Por el contrario, a medida que caminamos hacia la luz de sol después de la sesión, nuestros bastones se cargan con la rodopsina, nuestras células se vuelven muy sensibles a la luz y el resplandor casi nos ciega.³³

Por suerte, la adaptación a la luz se produce de forma relativamente rápida a medida que la concentración de calcio y la disponibilidad de ftopigmentos disminuyen a niveles adecuados para la luz intensa (Imagen 1.18).³⁴



Imagen 1.18 Sala de cine

Fuente:

<http://www.eltiempo.com/contenido///tecnosfera/novedades-tecnologia/IMAGEN/IMAGEN-16573110-2.jpg>

³² Antonio Madrid, Antonio Madrid Vicente, Energías renovables: Fundamentos, tecnologías y aplicaciones, Edición ilustrada, Celesa, 2008, ISBN 8484763587, 9788484763581

³³ Idem

³⁴ Idem

CAPÍTULO 2.

LUMINOTECNIA



2.1 La ciencia de la luminotécnia

Es aquella que estudia las diferentes formas de producción, control y aplicación de la luz. Las variaciones electromagnéticas simples, se clasifican por la forma de generarse, manifestarse, o simplemente por su magnitud de onda.

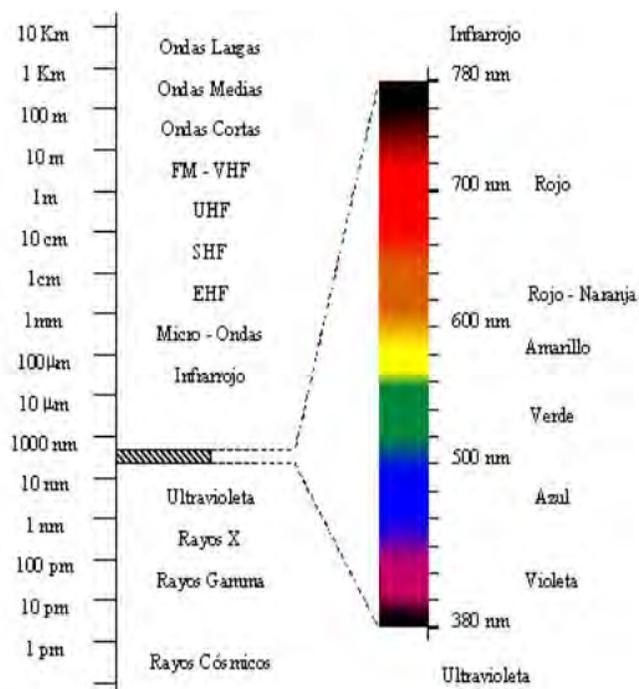


Imagen: 2.1 Radiación de Luz que perciben nuestros ojos.

http://astrojem.com/imagenes_voltaire/ondasemlongitudes2.jpg

Las radiaciones visibles se caracterizan por ser capaces de estimular el sentido de la vista y estar comprendidas dentro de una franja de longitud de onda muy estrecha, comprendida entre 380 nanómetros (ultravioleta) y 780 nanómetros (infrarrojo), estas no son perceptibles por el ojo humano (Imagen 2.1).

Una de las características más importantes de las radiaciones visibles, es el color, además suministran una impresión luminosa, proporcionando una sensación del color de los objetos que nos rodean, también pueden clasificarse en una serie de franjas, cada

una de las cuales se caracteriza por producir una impresión distinta, característica peculiar de cada color.

Puesto que el receptor de estas sensaciones de color es el ojo humano, resulta interesante conocer su sensibilidad para cada una de estas radiaciones. Para ello se dispuso de fuentes de luz capaces de generar cantidades iguales de energía de todas las longitudes de onda visibles, y se realizó el ensayo comparativo de la sensación luminosa producida a un número de personas (Imagen 2.2).

Esto dio como resultado que no todas las longitudes de onda producían la misma impresión luminosa y que la radiación que más impresión causaba es de 550 nm (color amarillo-verde) este valor va decreciendo a derecha e izquierda del valor máximo característico, siendo para los colores rojo y violeta los que daban una menor impresión.

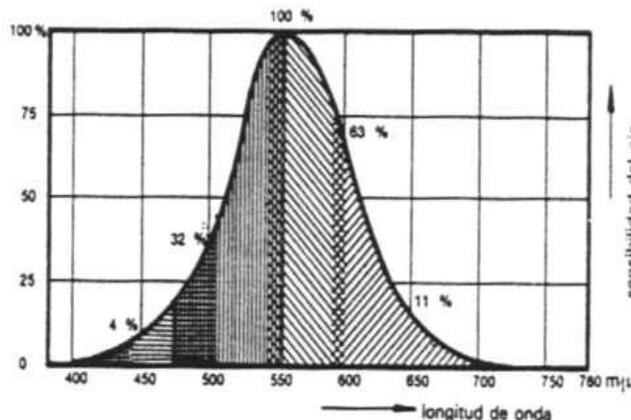


Imagen: 2.2 Curva internacional de Sensibilidad del ojo humano.

<http://www3.uah.es/vivatacademia/images/n21/sensibilidad.jpg>

Colorimetría

Es la que estudia los colores, caracterizándolos mediante números, para que una vez que se encuentren cuantificados poder operar con ellos y deducir características de los colores obtenidos mediante mezclas (Imagen 2.3), así como para averiguar las cantidades que hay que mezclar de varios colores elegidos y considerados como primarios para obtener el color deseado.

Básicamente, los colores que el ser humano percibe en un objeto están determinados por la naturaleza de luz reflejada, el color de este no solo depende del objeto en sí, si no de la fuente de la luz que lo ilumina, del color del área que lo rodea y del sistema visual humano (el mecanismo ojo-cerebro).

La luz visible se compone de una banda de frecuencias relativamente estrecha en el espectro de la energía electromagnética. Un cuerpo que refleja luz tiene más o menos todas las longitudes de onda visibles, aparece como blanco al observador. Sin embargo, un cuerpo que es propicio a reflejar un rango limitado del espectro visible muestra algunas tonalidades de color.

El tono es un atributo asociado con la longitud de onda dominante en una mezcla de ondas de luz. Así el tono representa el color percibido por el observador; cuando llamamos a un objeto rojo, naranja o amarillo estamos especificando el tono.

La saturación se refiere a que tan puro es el color, es decir, cuánto blanco contiene, parte de este color hasta llegar a uno totalmente saturado.

La claridad especifica como percibimos la intensidad de luz en un objeto reflejante, es decir, como refleja la luz aunque no sea propia. El intervalo de claridades está comprendido entre el blanco y el negro pasando por todos los grises.

El brillo se usa para referirse a la intensidad percibida por un objeto con luz propia (emitida y no reflejada), tal como por ejemplo una bombilla, el sol, ... La crominancia en global la información que aporta el tono y la saturación, por lo que podemos considerar un color caracterizado por su propio brillo y crominancia.

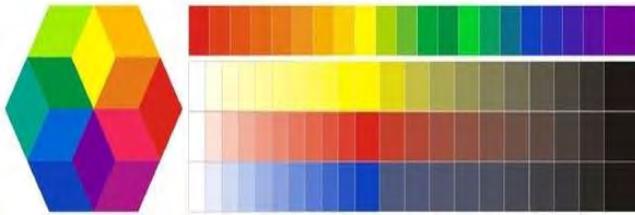


Imagen: 2.3 Colorimetría

Fuente:

<https://i.pinimg.com/736x/df/37/2b/df372b5bedee42b603cb5523890b49e2--ideas-para-theater.jpg>

Absorción y reflexión

Los objetos opacos, absorben gran parte de la luz que los ilumina, reflejando una parte de esta luz. En el caso de absorber todos los colores que contienen una luz blanca (los colores del arcoíris), el objeto aparece del color negro, mientras que cuando refleja todos los colores del espectro, el objeto nos produce la sensación de que es blanco.³⁵

Cuando solo una parte de los colores de la luz blanca son absorbidos y los demás se reflejan, es cuando obtenemos la sensación de un color u otro (rojo, azul, amarillo, ...). Esto nos indica que los colores que percibimos son, aquellos que los propios objetos no absorben, si no que los propagan. De esta manera, un tomate parece de color rojo, porque el ojo solo capta la luz roja refleja por la hortaliza, absorbe el verde y el azul y refleja solo el rojo (Imagen 2.4). Un pimiento verde absorbe el color verde y refleja los colores rojos y azul y esto explica por qué cada objeto tiene un color.³⁶

³⁵ José Luis Navarro Lizandra, Fundamentos del Diseño, UNIVERSITA 1 Jaume I, Temas para la introducción a los Fundamentos del Diseño

³⁶ Idem



Imagen: 2.4 Color- absorción y reflexión

Fuente:

<https://histoptica.files.wordpress.com/2014/08/tomate-y-luz1.png>

Síntesis aditiva (el color luz)

Los colores que percibimos a través de la luz (focos, televisión, cine, ...) son el naranja, verde y el violeta, si bien algunos textos citan el rojo, el verde y el azul. La fusión de estos colores crea y compone la luz blanca, motivo por el cual a esta mezcla se denomina síntesis aditiva (Imagen 2.5).³⁷

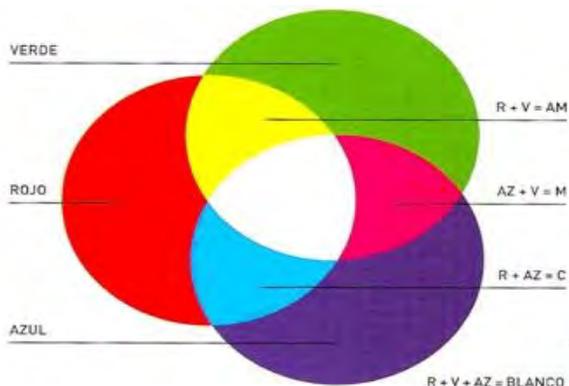


Imagen: 2.5 Síntesis aditiva

Fuente:

<https://laprestampa.files.wordpress.com/2013/12/sintesis-aditiva-y-sc3adntesis-sustractiva.jpg>

³⁷ José Luis Navarro Lizandra, Fundamentos del Diseño, UNIVERSITA 1 Jaume I, Temas para la introducción a los Fundamentos del Diseño

Síntesis sustractiva (el color pigmento)

Los colores primarios basados en la luz reflejada en los pigmentos aplicados a las superficies son: rojo, azul y amarillo, los tonos varían ligeramente si se busca realizar mezclas adecuadas para producir nuevos colores. Por ello, se mantiene la denominación actual de los pigmentos primarios (rojo, azul y amarillo) ya que son los colores básicos de las tintas utilizados en el sistema de impresión.³⁸

Al contrario que en la síntesis aditiva, al unir estos tres colores primarios produce una aproximación al negro, es decir, un color oscuro y con menor cantidad de luz, a esta mezcla se le conoce como síntesis sustractiva (Imagen 2.6). Dado que el color así obtenido no es lo bastante intenso en la práctica a estas se les agrega pigmento negro. Así pues, los procedimientos para imprimir a color (tricomía y cuatricomía) se basan en la síntesis sustractiva.³⁹

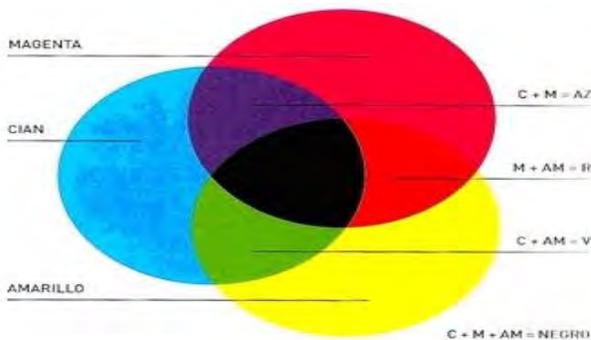


Imagen: 2.6 Síntesis sustractiva

Fuente: Idem

³⁸ José Luis Navarro Lizandra, Fundamentos del Diseño, UNIVERSITA 1 Jaume I, Temas para la introducción a los Fundamentos del Diseño

³⁹ Idem

2.2 Circulo cromático

Se dice que el ojo humano es capaz de distinguir unos 10 000 colores, pero en la realidad cotidiana se tiende a simplificar y a no prestar atención a las diferencias excepto por las necesidades del medio en el que el individuo se desenvuelva: un esquimal puede diferenciar los diferentes tipos de blanco o un indígena de la selva la diferencia entre verdes.⁴⁰

El gran número de tonos o matices que se crean mediante la mezcla de los colores es extremadamente variado, y establece un orden de jerarquía en este proceso, desarrollando la idea del círculo cromático (Imagen 2.7), aunque existen otras formas regulares (triángulo equilátero, hexágono, ...) que se emplean para esta función. El círculo es el soporte para explicar la relación entre los colores y contiene los primarios, secundarios, terciarios, y también los complementarios.⁴¹

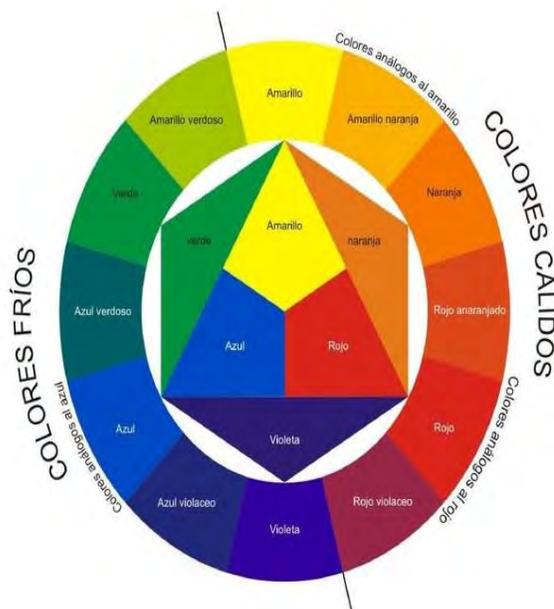


Imagen: 2.7 Círculo cromático

Fuente:

<https://i.pinimg.com/736x/df/37/2b/df372b5bedee42b603cb5523890b49e2--ideas-para-theater.jpg>

⁴⁰ José Luis Navarro Lizandra, Fundamentos del Diseño, UNIVERSITA 1 Jaume I, Temas para la introducción a los Fundamentos del Diseño

⁴¹ Idem

Colores primarios

Magenta (rojo), cyan (azul) y amarillo (Imagen 2.8). Colores principales del círculo y están ubicados equidistante. Se denominan primarios por que no se pueden obtener con la mezcla de ningún otro color y la mayoría de los otros colores se obtienen con la mezcla de estos tres.⁴²

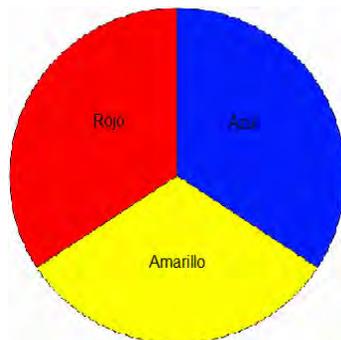


Imagen: 2.8 Colores primarios

Fuente: autoría propia

Colores secundarios

Verde (amarillo + cyan), violeta (magenta + azul) y naranja (magenta + amarillo). Estos se obtienen de la mezcla de una misma proporción de los colores primarios. Entre estos colores y los primarios existe una amplia gama que varía según las proporciones de los colores que se mezclan (Imagen 2.9).⁴³

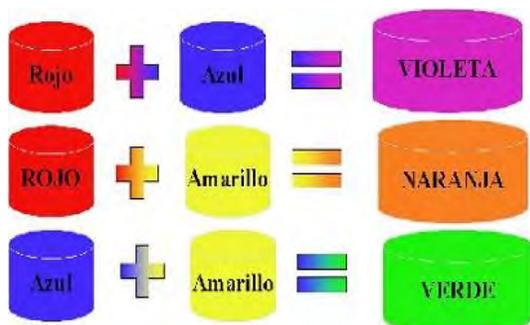


Imagen: 2.9 Colores secundarios

Fuente:

http://contenidos.educarex.es/mci/2008/01/embellecimiento/colorimetria/principios_generales_colorimetria/imagenes/27.jpg

⁴² José Luis Navarro Lizandra, Fundamentos del Diseño, UNIVERSITA 1 Jaume I, Temas para la introducción a los Fundamentos del Diseño

⁴³ Idem

Colores sucios o terciarios

Cuando los colores parecen más grises, sin ser fríos, contienen una cierta cantidad de gris, negro o la mezcla con un color complementario, los tintes de color adquieren un aspecto apagado que produce la sensación de estar sucio; estos se utilizan para producir sensaciones de alejamiento, de mundos marginales, de mensajes visuales relacionados con un futuro desalentador o un ambiente poco grato. En ocasiones se utilizan para resaltar, por contraste, un elemento de color brillante o cálido.

2.3 Temperatura del calor

De una fuente de luz se define comparando su color dentro del espectro luminoso con el de la luz que emitiría un cuerpo negro calentado a una temperatura determinada (Imagen 2.10). Por este motivo esta temperatura de color se expresa (kelvin), a pesar de no reflejar una medida de temperatura, por ser la misma solo una medida relativa.

Temperatura	Color
2.000 °C	Rojo
2.800 °C	Anaranjado
3.200 °C	Amarillo
4.000 °C	Amarillo claro
5.000 °C	Marfil
5.500 °C	Blanco
6.000 °C	Verdoso
6.500 °C	Azulado
7.300 °C	Azul
9.000 °C	Azul intenso

Imagen 2.10

Fuente:
<https://www.formacionaudiovisual.com/blog/wp-content/uploads/2015/06/Tabla-con-la-temperatura-de-color.jpg>

Un cuerpo negro, el cual no absorbería ni reflejaría ninguna frecuencia lumínica, es capaz de irradiar luz según aumenta de temperatura. A cada temperatura a la que se caliente dicho cuerpo emitirá una determinada longitud de onda (calor) que tendrá una energía máxima.

Esta sería la temperatura de calor. Por ejemplo las estrellas, estas absorben una cierta cantidad de luz de diversos colores según sea su composición, analizando este hecho el espectro de colores de la luz emitida por una estrella se puede averiguar su temperatura y su composición en base a las líneas ausentes en el mismo.

Aparentemente todas las fuentes de luz son blancas, esto no es más que una adaptación que hace nuestro cerebro, en este sentido se comporta de manera parecida al modo de “balance de blancos automático” de las cámaras digitales como de video. A veces pueden verse los diferentes colores de las fuentes de luz, si ponemos juntos distintos tipos de bombillas, fluorescentes o halógenos.

Así notamos claramente que, aunque todos iluminan, cada una de las fuentes de luz aparece de un color distinto. Una consecuencia práctica en la vida diaria de todo esto las tenemos en las tiendas de ropa, donde una misma prenda puede aparecer de color distinto dentro de la tienda (iluminación artificial, con una determinada temperatura de color) y fuera de ella (luz solar, con otra temperatura distinta).

Color de la luz

El color es un factor de gran importancia en la iluminación de las viviendas, con la introducción de los altos niveles de intensidad. Nuestra herencia en la iluminación artificial ha sido dada por la luz amarilla, desde la llama hasta la lámpara incandescente, razón por la cual asociamos esta luz al confort del hogar, mientras que la iluminación fluorescente, utilizada en los edificios industriales, nos hace relacionar la luz blanca con el trabajo.⁴⁴

⁴⁴ José Luis Moia, Como se Proyecta una Vivienda, GG, Editorial Gustavo Gili, SL, Barcelona, España.

Desde luego, este tipo de iluminación es más eficiente para las tareas visuales, pero se critica su utilización en las viviendas, por la falta de rayos rojos. Esta condición adquiere importancia en el aspecto del maquillaje femenino y en la presentación de algunos platos de comida.⁴⁵ Otra dificultad consiste en la imposibilidad de colocar juntas las luces fluorescentes y las incandescentes, porque por contraste, la diferencia de color se acentúa tan marcadamente que resulta desagradable. Es menester considerar este hecho al ubicar aparatos o fuentes de distinto tipo de luz, haciéndolo con suficiente separación. La iluminación en sí, producida por la mezcla de ambos tipos, no ofrece dificultades.⁴⁶

También debe considerarse el tipo de iluminación con respecto a la composición cromática del ambiente. Si el color de un objeto tiene características análogas a las de la luz que lo ilumina, su color se verá reforzado y resulta más claro.⁴⁷

Si las características son diferentes, el color se verá alterado y deslucido, y resultara más oscuro. Un esquema bien resuelto cromáticamente para la luz natural o fluorescente (fría) puede fallar con la luz incandescente (cálida). Los colores no se ven de igual modo con ambos tipos de luces. La luz fluorescente intensifica los colores fríos, de la gama del azul, y apaga o agrisa a los cálidos.⁴⁸

El alumbrado incandescente intensifica los colores cálidos, de la gama de los rojos y amarillos y neutraliza los colores fríos. Un matiz azul claro parecerá verdoso y un azul intenso parecerá agrisado. En cambio, los tonos que participen del rojo y del amarillo se intensificarán y se harán brillantes.⁴⁹

⁴⁵ José Luis Moia, Como se Proyecta una Vivienda, GG, Editorial Gustavo Gili, SL, Barcelona, España.

⁴⁶ Ibidem

⁴⁷ Idem

⁴⁸ Idem

⁴⁹ Idem

La cantidad de luz también influye de manera manifiesta en los colores. Por ejemplo, cuando más intensa es la luz solar, más se alarga la percepción del espectro, alcanzando en sus límites nuevas longitudes de ondas. Este fenómeno se puede reproducir simplemente entornando los ojos ante un espectro de luz blanca, es decir con los ojos casi cerrados, no se ven más que el amarillo y el verde, abriendo luego paulatinamente los parpados, se ven aparecer el naranja y el azul, y finalmente, el rojo y el violeta.⁵⁰

2.4 Desarrollo de la iluminación

El hombre tardó muchos siglos en hallar y perfeccionar una luz mejor que la llama, en los últimos años los ingenieros han puesto atención al estudio de los principios fundamentales que hagan más eficaz a la iluminación artificial (Imagen 2.11).⁵¹

La costumbre en el uso de la llama hizo que en las primeras aplicaciones de la lámpara incandescente se continuaran diseñando los aparatos con formas de candelabros, antorchas, brazos murales, arañas y faroles. Las luces producidas por la llama se mantenían alejadas de los muros y techos rasos para prevenir incendios, se encontraban a la mano para encenderlas o apagarlas y, como resultaban caras, se escatimaba su número.⁵²

Así se continuaron colocando las lámparas incandescentes en aparatos similares a los de la llama, sin pensar en su incongruencia, pues las lámparas eléctricas pueden ponerse en cualquier lugar y ser accionadas a distancia. Con respecto a la intensidad necesaria de luz, con la luz eléctrica también se procedió de la misma forma que los

⁵⁰ José Luis Moia, Como se Proyecta una Vivienda, GG, Editorial Gustavo Gili, SL, Barcelona, España.

⁵¹ Ibidem

⁵² Idem

candelabros y arañas a velas o gas, colocando unidades como fueran posibles para alcanzar la iluminación.⁵³

Tal criterio, si bien pudo aplicarse en la época de la aparición de la lámpara incandescente, su potencia era reducida, inconcebible hoy, con las características de las lámparas actuales, que permiten obtener, con una sola unidad, la luz necesaria.⁵⁴

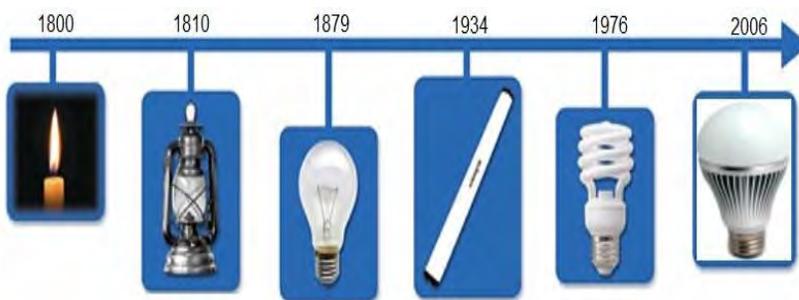


Imagen: 2.11 Historia del tiempo

Fuente:

<http://blogs.publico.es/ignacio-martil/files/2015/10/Historia-de-la-iluminaci%C3%B3n-5.jpg>

Normas para la correcta iluminación

La noción de una iluminación confortable se basa en su aspecto cuantitativo, que implica un nivel de luz suficiente, como cualitativo, donde entra en juego la difusión, la buena distribución y el color de la luz utilizada.⁵⁵

La iluminación es la densidad del flujo luminoso que alcanza una superficie dada, pero la sensación visual, que es lo que importa ante todo, será muy diferente, según que el mismo flujo caiga sobre una superficie oscura o blanca.⁵⁶

⁵³ José Luis Moia, Como se Proyecta una Vivienda, GG, Editorial Gustavo Gili, SL, Barcelona, España.

⁵⁴ Idem

⁵⁵ Idem

⁵⁶ idem

No es la iluminación, si no los objetos iluminados lo que nuestros ojos están llamados a ver y distinguir. El efecto estará definido tanto por la iluminación como por el poder reflector de la superficie iluminada, lo cual se designa con el nombre de “luminancia”.⁵⁷

Conceptos para la iluminación de las viviendas:

- **No producir deslumbramiento.** El deslumbramiento directo se produce cuando el foco luminoso cae dentro del campo visual, como ocurre con las lámparas que dejan a la vista el filamento incandescente.
- **No producir contrastes bruscos de intensidad.** El hombre está dotado de ojos adecuados para la luz solar. La naturaleza ofrece pocos contrastes duros y la relación de valores entre luces y sombras se desenvuelven dentro de los límites que el ojo acepta sin esfuerzo. Con una mala distribución de luz artificial, los contrastes extremos determinan diferencias excesivas para la resistencia ocular.

Lo que causa mayor fatiga al ojo no es la insuficiencia de luz, sino el gran contraste. Es común mente experimentar la ceguera temporal causada por el paso de la fuerte luz del sol a un interior sombrío. El ojo no puede distinguir nada hasta tanto se adapte al nuevo nivel de luz. Una vez adaptado a la luz baja, el ojo se cegara nuevamente al salir a la luz del sol. La vista prefiere la luz equilibrada. La mirada es atraída por cualquier fuente de luz y por los fuertes contrastes. Este fenómeno es llamado “atracción fotográfica” esto significa que las luces intensas y los contrastes más notables deben ser producidos en las direcciones en que se desee que la gente mire.

⁵⁷ José Luis Moia, Como se Proyecta una Vivienda, GG, Editorial Gustavo Gili, SL, Barcelona, España.

- **Intensidad adecuada.** Se refiere a la cantidad de luz emitida por una fuente. No define la calidad de la luz, como la difusión, falta de encandilamiento, dirección o color. De manera que la “intensidad suficiente” no es dada por un valor absoluto, sino que se halla subordinada a una serie de factores derivados de las condiciones de cada ambiente. La forma, dimensiones, sombras, materiales de revestimiento, etcétera, influyen aumentando o disminuyendo la potencia lumínica necesaria. También el color y el tipo de pintura empleado en los muros y cielos rasos, con sus distintos grados de reflexión, hacen variar la intensidad de la luz necesaria.
Cada lugar de la habitación será iluminado de acuerdo con las tareas visuales que en él se desarrollen, disponiendo luces locales de intensidad adecuada, en adición a la luz general. El problema en la iluminación en las viviendas consiste en lograr un alto nivel de intensidad donde sea necesario, pero atractivamente, y sin producir encandilamientos ni contrastes.
- **Control de intensidad.** Toda iluminación general, excepto en las áreas donde las tareas no varían, estará sujeta a control de intensidad, de acuerdo con las diversas exigencias producidas por el cambio de las actividades. Es conveniente que el sistema de iluminación sea flexible, en el sentido de satisfacer distintos requerimientos, por la tendencia hacia la multiplicidad en el uso de los espacios. Por ejemplo: en una sala de estar, que se usa también como comedor, serán necesarias tres intensidades distintas, una alta para las tareas que se efectúen junto a la mesa, una intermedia para comer y otra baja para descansar.⁵⁸

⁵⁸ José Luis Moia, Como se Proyecta una Vivienda, GG, Editorial Gustavo Gili, SL, Barcelona, España.

2.5 Sistema de iluminación

Directa

Una fuente de luz visible, con flujo luminoso dirigido hacia abajo directamente. Es el sistema de mayor rendimiento, pero produce reflejos y sombras pronunciadas. Cuando se hace difícil distinguir detalles en las zonas sombreadas, significa que existe excesivo contraste.⁵⁹

Por otra parte, si todos los objetos aparecen sin sombras, por efecto de la iluminación indirecta o difusa, sus formas se distinguen únicamente por el color (Imagen 2.12). La correcta iluminación necesita la vivacidad e interés de la luz directa, para lograr acentuaciones.⁶⁰



Imagen: 2.12 iluminación directa en casa habitación.

Fuente:
<https://image.slidesharecdn.com/iluminacin-140524130927-phpapp01/95/iluminacin-29-638.jpg?cb=1400937019>

⁵⁹José Luis Moia, Como se Proyecta una Vivienda, GG, Editorial Gustavo Gili, SL, Barcelona, España.

⁶⁰ Idem

Indirecta

Todo el flujo luminoso se dirige al cielo raso (Imagen 2.13), el cual lo refleja hacia el ambiente. Resulta una iluminación uniforme que no produce sombras ni reflejos. Es de mayor costo de instalación y consumo que los restantes sistemas. Se presta para facilitar iluminación general de intensidad moderada.⁶¹

En una fuente de luz de este tipo, el foco luminoso se encuentra oculto, por lo común en concavidades. El rendimiento depende de la altura del foco luminoso, de las dimensiones de la habitación, de las texturas, de los colores de los muros y cielos rasos reflectantes. Los siguientes valores pueden considerarse como índice de reflexión con respecto a los colores (Tabla 2.1):⁶²

<i>Cielos rasos lisos blancos</i>	83%
<i>Muros color marfil</i>	70%
<i>Colores medianos</i>	25%
<i>Colores intensos</i>	12%
<i>Colores oscuros</i>	6%
<i>Negro</i>	4%

Tabla: 2.1 Índice de reflexión con respecto a los colores.

Fuente: Autoría propia

La luz indirecta sola, sin el agregado de luces directas, resulta monótona y desagradable. Los objetos parecen flotar en el aire por la ausencia de sombras y pérdida de las formas. Proveer luz suficiente con este sistema para alguna tarea específica, equivale a aumentar la intensidad de la iluminación total, con lo cual se crea una fuente de resplandor molesta.⁶³

⁶¹ José Luis Moia, Como se Proyecta una Vivienda, GG, Editorial Gustavo Gili, SL, Barcelona, España.

⁶² Idem

⁶³ Idem



Imagen: 2.13 iluminación indirecta en casa habitación.

Fuente:
https://st.hzcdn.com/fimgs/cef10b0106103fd4_9637-w660-h439-b0-p0--contemporaneo-sala-de-estar.jpg

Difusa

Se obtiene con materiales traslucidos iluminados desde atrás por lámparas colocadas en cajas reflectoras (Imagen 2.15). El efecto de la luz que atraviesa las superficies es fascinante. Tienen dos valores: el efecto sobre la superficie traslucida en si y la dispersión. Este tipo de iluminación ofrece una amplia serie de posibilidades con la utilización de los aparatos y bandejas de materiales plásticos semitransparentes, como los acrílicos.⁶⁴

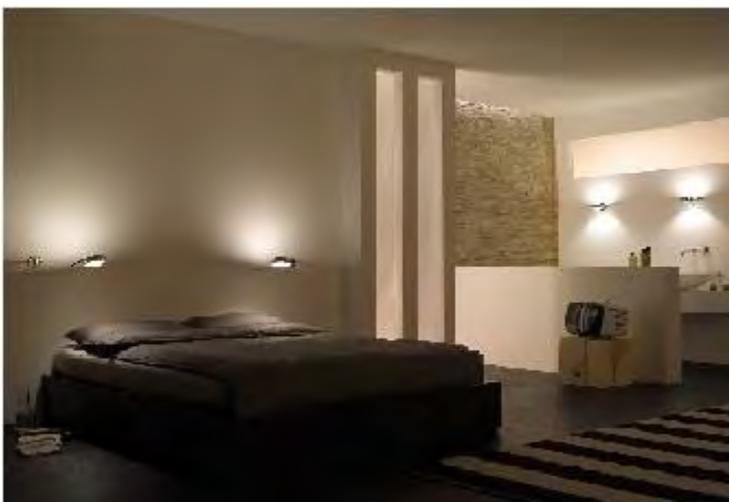


Imagen: 2.15 iluminación difusa en casa habitación.

Fuente: <https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/53/fc/f5/53fcf51f10da6c0e691e068d9f60d4b6.jpg>

⁶⁴ José Luis Moia, Como se Proyecta una Vivienda, GG, Editorial Gustavo Gili, SL, Barcelona, España.

Semidirecta

Es la combinación de los dos sistemas anteriores. La mayor parte del flujo luminoso se dirige hacia abajo y el resto hacia el cielo raso, que lo refleja al ambiente. Se obtiene mediante el empleo de aparatos abiertos por la parte de abajo y que a la vez esparcen la luz hacia arriba (Imagen 2.14). El rendimiento también es intermedio.⁶⁵



Imagen: 2.14 iluminación semidirecta en casa habitación.

Fuente:
http://images.slideplayer.es/24/7330665/slides/slide_20.jpg

Semiindirecta

Una pequeña parte del flujo luminoso (del 10 al 40%) se recibe directamente por la superficie iluminada; la mayor parte de flujo luminoso, se envía hacia el techo donde se refleja, para llegar finalmente a la superficie que se desea iluminar (Imagen 2.16).

El rendimiento luminoso es bajo por que en las sucesivas reflexiones que sufre la luz antes de llegar a la superficie que se trata de iluminar, parte del flujo luminoso es absorbido por el techo y paredes.

⁶⁵ José Luis Moia, Como se Proyecta una Vivienda, GG, Editorial Gustavo Gili, SL, Barcelona, España.

Para conseguir resultados efectivos, en las paredes y en el cielo raso han de estar pintadas con sustancias de alto poder de reflexión, es decir, con pintura de colores claros. Se consigue una iluminación de buena calidad, casi total mente exenta de deslumbramiento y con sombras suaves, muy agradable a la vista.



Imagen: 2.16 iluminación semiindirecta en casa habitación.

Fuente: <https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/bb/a7/f2/bba7f2f0636f5c1f6ae816cbe850261d--madrid.jpg>

2.6 Elección del sistema

Lo esencial en la iluminación de viviendas consiste en lograr una correcta dosificación de las sombras, penumbras y zonas de luz. Si la iluminación uniforme es, por un lado, tranquila a la vista, por otro hace desaparecer las sombras, a las cuales se deben las sensaciones de relieve. La mejor iluminación se consigue con la combinación de los tres tipos.⁶⁶

⁶⁶ José Luis Moia, Como se Proyecta una Vivienda, GG, Editorial Gustavo Gili, SL, Barcelona, España.

Las luces directas se usan para las luces locales, en tareas específicas, y las indirectas y difusas para crear ambiente, reduciendo el excesivo contraste entre la luz y la sombra.⁶⁷

Con frecuencia se prescinde de la tradicional araña colgada (lámpara colgante) del centro del cielo raso. En habitaciones pequeñas basta, con aplicaciones en los muros, adicionales a las lámparas de luces locales. Cuando en el cielo raso no hay más que una boca de luz en el centro, el cable puede ser trasladado y colgado allí donde haga falta la luz. El cable descubierto no tiene por qué ser antiestético, pues actúa como elemento gráfico en el esquema compositivo. La lámpara puede pender muy baja sobre una mesa, para concentrar así la luz en una zona determinada.⁶⁸

Comparación de los distintos sistemas de iluminación

Desde el punto de vista económico, lo conveniente, sin duda, es la iluminación directa, ya que en este caso las pérdidas por absorción en paredes, techos y aparatos de alumbrado se reducen a un mínimo. Por esta causa la iluminación directa es la más apropiada en fábricas, talleres, ..., es decir, en aquellos lugares donde el afecto estético o la calidad del alumbrado sean secundarios y se busque una iluminación barata y de gran rendimiento.

La iluminación indirecta es la más cara de todas, ya que para conseguir un nivel de iluminación semejante a la de la luz directa, precisamos de un 30 a un 50 por ciento más de energía luminosa, suponiendo iguales las demás condiciones.

⁶⁷ José Luis Moia, Como se Proyecta una Vivienda, GG, Editorial Gustavo Gili, SL, Barcelona, España.

⁶⁸ Idem

Pero es lo apropiado para fines decorativos por la ausencia total de zonas oscuras, la suavidad de la luz resultante, la desaparición de sombras y la difuminación de los contrastes. Sin embargo, hay que subrayar que una uniformidad perfecta como la conseguida por la luz indirecta, perjudica muchas veces la exacta visión de los objetos pues tiende a unificar su luminancia y a aplanarlos, haciéndolos perder su plasticidad.

En muchos casos, la mejor solución estará en las iluminaciones intermedias, sobre todo, en la semidirecta y en la semiindirecta no tan caras como la indirecta y que, además producen sombras suaves, agradables a la vista y que resaltan el relieve de los objetos iluminados.

Iluminación de los ambientes fundamentales

HALL DE ENTRADA. En el Hall o recibidor es imprescindible una luz que puede encenderse y apagarse indistintamente tanto desde la puerta de entrada como de los locales adyacentes o de la planta alta.⁶⁹

En la iluminación de la escalera debe evitarse la luz indirecta y uniforme pues hace difícil distinguir los escalones, cuando se desciende. La luz directa es preferible, ya que arroja sombras nítidas en cada escalón, identificándolos mejor. No es correcto situar la fuente de luz frente a la escalera, porque puede producir encandilamiento. Es conveniente colocarla a un costado. Esta recomendación también es válida para luz diurna de la ventana.⁷⁰

⁶⁹ José Luis Moia, Como se Proyecta una Vivienda, GG, Editorial Gustavo Gili, SL, Barcelona, España.

⁷⁰ Idem

SALA DE ESTAR. Hay que distinguir la luz ambiental que se distribuye en toda la habitación y la luz localizada, que agrega claridad a ciertos espacios, ilumina motivos interesantes y se convierte en decoración.⁷¹

Debemos evitar los fuertes contrastes entre luces y sombras. Esto se tendrá en cuenta al iluminar el lugar destinado al receptor del televisor. La luz intensa de la pantalla fatiga la vista. Al contrario de lo que se cree comúnmente, este lugar debe iluminarse, en lo posible, desde detrás de los espectadores. La oscuridad que se busca de salas de los cinematógrafos no conviene a la televisión, donde la pequeña pantalla siempre muy luminosa, produce contrastes muy violentos.⁷²

Debe establecerse la intensidad de luz para trabajar. Muy pocas habitaciones necesitan una sola intensidad de iluminación y la sala de estar es el ejemplo extremo del complejo de intensidades. Se desea una luz de poca intensidad para sentarse alrededor del fuego, por supuesto de color cálido para no romper la armonía cromática; pero al mismo tiempo hace falta luz suficiente para que se pueda leer en cada sillón. Esto no significa que haya necesidad de una lámpara junto a cada uno, pero si hay que tenerlo en cuenta al diseñar el esquema general.⁷³

La iluminación ambiental puede efectuarse con huecos de luces indirectas, tratando de lograr un cielo raso bien iluminado pero sin exceso. Las luces locales se ubicaran en lugares para leer, coser, jugar, sobre una mesa, junto a un sillón, ... Es menester decidir dónde la luz deberá ser intensificada, para así equilibrar la apariencia visual del ambiente y lograr una composición armónica. Sobre el plano de planta, con la

⁷¹ José Luis Moia, Como se Proyecta una Vivienda, GG, Editorial Gustavo Gili, SL, Barcelona, España.

⁷² Idem

⁷³ Idem

distribución indicada de los muebles, se dibujaran círculos con centros en las luces locales. Si el detalle al ser iluminado está en un muro, la indicación será un semicírculo.⁷⁴

El centro de interés dominante de la decoración puede ser un gran ventanal, un muro decorado con algún tapiz o pintura o una chimenea. Como tal prioridad debe mantenerse también por la noche, a menos que pueda producirse otro centro más apropiado, nada mejor que intensificar la iluminación en ese lugar. Fuentes luminosas a distintas alturas, con dos o tres puntos de iluminación de diferentes características, pueden crear un armonioso equilibrio.⁷⁵

DORMITORIOS. Lo común en los dormitorios es una araña (lámpara colgante) en el centro del cielo raso y veladores en las mesas de noche, pero estas luces no producen la iluminación conveniente. El resplandor producido por la lámpara central molesta a los ojos del que está acostado en la cama, quien, además, para leer para una de las lámparas laterales, se verá obligado a adoptar una postura incómoda.⁷⁶

La correcta iluminación de este ambiente requiere luces indirectas reflejadas por el cielo raso para la iluminación general, y aparatos flexibles adosados a la pared sobre la cabecera de la cama para leer.⁷⁷

Con respecto a la luz para vestirse pueden hacerse, algunas consideraciones que a menudo se dejan de lado. Si una persona necesita ver su ropa, es esta la que debe ser iluminada y no el espejo. Así, debe estudiarse su ubicación para que la luz incida sobre lo que ha de reflejarse.⁷⁸ También debe tratarse de que la luz para vestirse sea proyectada horizontalmente y no vertical.

⁷⁴ José Luis Moia, Como se Proyecta una Vivienda, GG, Editorial Gustavo Gili, SL, Barcelona, España.

⁷⁵ Idem

⁷⁶ Idem

⁷⁷ Idem

⁷⁸ Idem

Es conveniente disponer en los dormitorios una lámpara de poder reducido, a uno de los dos lados de la cama, a 30 cm del suelo y con una pantalla dirigida hacia abajo, para iluminar este local sin que cause molestias la repentina transición de la oscuridad a la luz. Con los ojos aún semicerrados por el sueño, no se recibe la impresión violenta de luz intensa que ilumina toda la habitación, si no que produce una luz débil que solo ilumina la zona que se necesita explotar primero.⁷⁹ En los dormitorios de los niños, esta iluminación será lo suficiente intensa como para orientarse en el cuarto, pero tan suave que no moleste el sueño de los infantes.

COCINA. Una sola lámpara situada en el centro del cielo raso queda a la espalda de quien cocina, puesto que los centros de trabajo se hayan alineados a lo largo de los muros. Así, la misma persona se hace sombra. Esta disposición deriva de cuando la mesa se colocaba en el centro de la cocina.⁸⁰

Este local requiere la iluminación de los centros de trabajo. Esto significa que ha de colocarse una lámpara en cada centro, tratando de que no dé directamente luz a los ojos.

2.7 Equipos de alumbrado

Propiedades de los aparatos de alumbrado

La misión de los aparatos de alumbrado es modificar la distribución luminosa de las lámparas desnudas según las características deseadas de iluminación; y además ocultar los manantiales luminosos de la visión directa del observador, con objeto de evitar el deslumbramiento.

⁷⁹ José Luis Moia, Como se Proyecta una Vivienda, GG, Editorial Gustavo Gili, SL, Barcelona, España.

⁸⁰ Idem

Los aparatos de alumbrado deben de tener una serie de cualidades que los haga idóneos para la misión que tienen que cumplir; divididas en tres propiedades, diferenciadas.

ÓPTIMAS.

- Distribución luminosa adaptada a la función.
- Buen rendimiento luminoso.
- Luminancia de un valor dado en ciertas direcciones de observación.

MECÁNICAS Y ELÉCTRICAS.

- Ejecución robusta.
- Construidos de un material adaptado a su función.
- Equipo eléctrico perfecto, con facilidades para el montaje y la inspección periódica del mismo.
- Fáciles de limpiar.
- Calentamiento admisible con su construcción y con su empleo.

ESTÉTICAS.

- Los aparatos de alumbrado pueden estar encendidos o apagados; bajo ambas apariencias, deben ayudar a crear el ambiente y a integrarse en el conjunto arquitectónico y decorativo del espacio a iluminar.

Clasificación de los aparatos de alumbrado

DIFUSORES. Cuando utilizan preferentemente sus propiedades de transmisión y difusión.

REFLECTORES. Cuando utilizan principalmente su poder de reflexión.

REFRACTORES. Si en ellos se emplean sus propiedades refractoras.

APARATOS MIXTOS. Si se utilizan dos o más de las propiedades anteriores.

Cualidades que debe reunir una buena iluminación interior

En el caso de alumbrado domestico se mejora el confort visual y se hace más agradable y acogedora la vida familiar.

Si se tiene en cuenta que, por lo menos, una quinta parte de la vida del hombre, transcurre bajo alumbrado artificial se comprenderá el interés que hay en establecer normas prácticas para realizar los proyectos de iluminación interior de forma que se aúnen la economía, la comodidad visual y el sistema de alumbrado más apropiado para una determinada función.

Una buena iluminación interior ha de cumplir cuatro condiciones esenciales:

- Suministrar una cantidad de luz suficiente.
- Eliminar todas las causas de deslumbramiento.
- Prever aparatos de alumbrado apropiados para cada caso.
- Utilizar fuentes luminosas que aseguren, para cada caso, una satisfacción de los colores.

Iluminación artificial

El hombre necesita la luz: el 80% de la información le llega a través de la visión, por este es motivo es necesario establecer requisitos muy exigentes en cuanto a iluminación artificial. Las lámparas fluorescentes compactas contribuyen de manera ecológica y económica. Se caracterizan por su larga duración y su bajo consumo. El flujo luminoso que proporcionan es cinco veces mayor que el de las lámparas de incandescencia. La duración (unas 8.000 horas) es ocho veces mayor.⁸¹

⁸¹ Peter Neufert-Ludwing Neff, Casa-Vivienda-Jardín, El proyecto y las medidas en la construcción, GG, Editorial Gustavo Gill, SA.

A esto se añade un agradable color de la luz, similar al de las lámparas de incandescencia, una buena reproducción de colores y una reducción en el consumo de electricidad de hasta el 80%.⁸²

En la iluminación de espacios interiores el color de la luz de las lámparas se clasifica en tres grupos- la delimitación no se puede establecer con total claridad- en función de la temperatura de color en grados kelvin (K): blanco de día (6.000 °K), blanco neutro (4.000 °K) y blanco cálido (3.000 °K).⁸³

La reproducción de los colores de una determinada lámpara se valora con el índice R. una fuente de luz con un índice R=100 reproduce los objetos igual que la luz natural. Cuanto menor sea el índice peor se reproducirán los colores de los objetos iluminados.⁸⁴

La percepción de la luz es tan subjetiva como la percepción de la temperatura. De todas maneras, las ondas que emite la luz se pueden medir físicamente. El rendimiento de una lámpara, el flujo luminoso, se mide en “lúmenes” y la potencia en “luxes”, que se obtiene dividiendo el flujo luminoso por la superficie iluminada: un lumen en una superficie de un m^2 es un lux. La potencia de la luz natural en nuestras latitudes es de unos 5.000 luxes.⁸⁵

Incluso para exigencias muy elevadas (leer, trabajos manuales, escribir) basta con 1.000 luxes. Esta potencia sólo la suministra la luz natural junto a las ventanas. A poca distancia de las ventanas ya necesitamos luz artificial (Tabla 2.2).⁸⁶

⁸² Peter Neufert-Ludwing Neff, Casa-Vivienda-Jardín, El proyecto y las medidas en la construcción, GG, Editorial Gustavo Gill, SA.

⁸³ Idem

⁸⁴ idem

⁸⁵ idem

⁸⁶ idem

Potencia de iluminación en lux, que se recomienda para los diferentes espacios.				
<i>Muy poca exigencia</i>	Poca exigencia	Exigencia normal	Exigencia elevada	Exigencia muy elevada
<i>Espacios auxiliares</i>	Cuarto de: aseos, maquinas y WC	Baños, closets	Estares, despaños, cocina	
30-60 lux	60-120 lux	120-150 lux	250-500 lux	600-1000lux

Tabla: 2.2 iluminación artificial.

Fuente: Peter Neufert-Ludwing Neff, Casa-Vivienda-Jardín, El proyecto y las medidas en la construcción, GG, Editorial Gustavo Gill, SA.

2.8 Clasificación de las cargas

Se consideran diversos criterios, los cuales destacan:

- a) **LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.** La carga de cada usuario se clasificara de acuerdo a su localización geográfica, destacando peculiaridades típicas de cada zona, como puede ser su densidad de carga, que corresponde a su capacidad instalada en una zona por Km^2 , es decir, VA/Km^2 . Así, por ejemplo, en la zona urbana central de cualquier ciudad se tendrá una densidad elevada densidad de carga, con consumidores constituidos por edificios de oficinas y comercios; mientras que en una zona urbana normal habrá densidades de carga, predominando las cargas de tipo residencial o industrial (Tabla 2.3).⁸⁷

⁸⁷ Tesis: Basilio Ugarte Ulises, Diseño del sistema de distribución en unidades habitacionales tipo vertical y uso eficiente de la energía en su alumbrado público, 2014, UNAM.

Zonas	Densidad [MVA/ Km]²
<i>Urbana central</i>	40-100
<i>Urbana</i>	5-40
<i>Semiurbana</i>	3-5
<i>Rural</i>	<3

Tabla: 2.3 Valores de densidades de carga por zona.

Fuente: Tesis: Diseño del sistema de distribución en unidades habitacionales tipo vertical y uso eficiente de la energía en su alumbrado público.

b) TIPO DE UTILIZACIÓN DE ENERGÍA. Las aplicaciones que da el usuario al consumo de energía eléctrica pueden servir como parámetros para clasificar las cargas:

- **Cargas residenciales:** Urbana, suburbana y rural. La carga residencial tiene la menor densidad respecto a la carga comercial e industrial y decrece de la urbana a la rural, de tal forma que resulta poco económica la electrificación rural. Aunque se justifica desde el punto de vista social. Las cargas residenciales se caracterizan por ser de baja tensión, poca potencia y, en la mayoría de los casos, monofásicas (Imagen 2.17).⁸⁸

⁸⁸ Tesis: Basilio Ugarte Ulises, Diseño del sistema de distribución en unidades habitacionales tipo vertical y uso eficiente de la energía en su alumbrado público, 2014, UNAM.

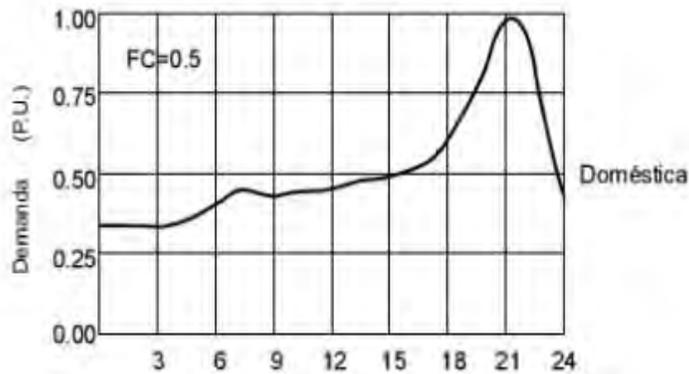


Imagen: 2.17 Grafica de carga residencial

Fuente: Tesis: Diseño del sistema de distribución en unidades habitacionales tipo vertical y uso eficiente de la energía en su alumbrado público.

c) **DEPENDENCIA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.** Considerando los perjuicios que pueden causar las interrupciones de energía eléctrica en las cargas, se clasifican en la siguiente manera:⁸⁹

- **Sensibles:** Aquellas en que una interrupción de alimentación de energía eléctrica, aunque sea momentánea causa perjuicios considerables en producción o pérdidas humanas; por ejemplo, Hospitales, el Sistema de Transporte Colectivo Metro, fábricas, ...⁹⁰
- **Semisensibles:** Aquellas en que una interrupción de energía se da durante corto tiempo, no mayor a 10 minutos, no causa grandes problemas en la producción o servicios en general; por ejemplo, comercios pequeños.⁹¹
- **Normales:** Aquellas en que una interrupción en un tiempo más o menos largo ($1 [h] \leq t \leq 3 [h]$) no causa mayores perjuicios a la producción o al servicio; por ejemplo, cargas residenciales.

Cuando hay necesidad de desconectar carga por contingencias dentro del sistema, se recurre en primer término a los usuarios con

⁸⁹ Tesis: Basilio Ugarte Ulises, Diseño del sistema de distribución en unidades habitacionales tipo vertical y uso eficiente de la energía en su alumbrado público, 2014, UNAM.

⁹⁰ Idem

⁹¹ Idem

cargas normales, aunque a veces se afectan cargas sensibles y semisensibles, por la dificultad de separarlas.⁹²

d) EFECTO DE LA CARGA EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN CONFORME AL CICLO DE TRABAJO.

- **Transitorias cíclicas:** aquellas que no funcionan continuamente y efectúan un ciclo de trabajo periódico.
- **Transitorias acíclicas:** no funcionan continuamente pero tienen un ciclo de trabajo no periódico.
- **Normales:** trabajan continuamente.

e) TARIFAS. Clasificación de la tarifa eléctrica o la manera de cobro por el consumo de la energía que se suministra son:

- **Específicas:** se aplican a los suministros de energía eléctrica para los propósitos que los mismos señalan.
- **Generales:** se aplican a cualquier servicio eléctrico, exceptuando los específicos antes señalados.
- **De respaldo:** se aplican para el servicio de respaldo en M.T y A.T.⁹³

Algunas de estas tarifas ofrecen energía a bajo costo para estimular la economía y para ayudar a la población que habitan en zonas con temperaturas medias en verano mayores a 25(°C); por ejemplo, la

⁹² Tesis: Basilio Ugarte Ulises, Diseño del sistema de distribución en unidades habitacionales tipo vertical y uso eficiente de la energía en su alumbrado público, 2014, UNAM.

⁹³ Idem

Tarifa 1 con sus derivaciones y la 9, que está destinada para el bombeo de riego agrícola.⁹⁴

Al distribuir la energía eléctrica en media tensión CFE simplifica su red de distribución, es decir, reduce el número de transformadores y de líneas, por esta razón la Tarifa es más barata en media tensión.⁹⁵

- f) **ESPECIALES.** Se distinguen las que introducen asimetrías al sistema y lo desequilibran, por ejemplo: hornos eléctricos, equipo electrónico de alta tecnología.⁹⁶

Se pueden considerar especiales las cargas grandes cuya alimentación altera las condiciones de funcionamiento de un sistema, como el Sistema Colectivo Metro, los centros petroquímicos, ...⁹⁷

Tensiones normalizadas en el sistema de distribución en el país

En México las tensiones de distribución normalizadas son:

En Media Tensión de 23 KV en la Ciudad de México y Área metropolitana, mientras que en el interior de la Republica es de 34.5 KV.

En Baja Tensión de 115 V a 127 V entre fase y neutro de 220 V a 240 V entre fases. La tensión de 480 V entre fases es rara vez suministrada por la compañía eléctrica.

⁹⁴ Tesis: Basilio Ugarte Ulises, Diseño del sistema de distribución en unidades habitacionales tipo vertical y uso eficiente de la energía en su alumbrado público, 2014, UNAM.

⁹⁵ Idem

⁹⁶ Idem

⁹⁷ Idem

2.9 Efecto fotovoltaico

En la presente tesis se ha tratado de exponer tipos de centrales de energías, y su aprovechamiento de ellas para el mundo, ahora analizaremos el aspecto técnico de la energía solar y tratar de definir el funcionamiento de las fotoceldas solares, que es llamado “efecto fotovoltaico”.

Este efecto permite la conversión directa de la luz a electricidad. El elemento receptor de la luz solar es la fotocelda solar, formada a partir de materiales semiconductores como el silicio.

La energía solar se transfiere a los electrones del semiconductor al chocar el fotón de la luz con el átomo del material, con la suficiente energía como para sacar un electrón de su posición fija en la llamada “banda de valencia” y que se mueve libremente en el material, en la “banda de conducción”.⁹⁸

Al ocurrir esto queda un hoyo para un electrón en el mismo lugar de colisión, estos pueden desplazarse si un electrón vecino deja su lugar. Consecuentemente se forma una corriente si los pares de electrones y los lugares vacantes se separan por un voltaje intrínseco en el material de la fotocelda. Esto es porque los hoyos actúan como cargas positivas.⁹⁹

La forma de producir este voltaje interno es formando una discontinuidad abrupta en la conductividad del material de la fotocelda, agregando pequeñas cantidades de impurezas de dos tipos al material semiconductor original, el cual se encontraba puro,

⁹⁸ Tesis: Mercadal Martínez Juan Manuel, *Fotoceldas Solares como Alternativa Energética para México*, UNIVERSIDAD LA SALLE.

⁹⁹ Idem

Boro y Fósforo elementos contaminantes usados, para el silicio, mismo entrelazado por un lado con el Boro forma la llamada zona “P” y de forma similar en el otro sector del semiconductor asociado con el fosforo, se forma la zona “N”.¹⁰⁰

Para que la energía contenida en un haz luminoso pueda ser convertida en electricidad deben cumplirse dos aspectos.

1. Que haya absorción de fotones en el material receptor, dado que los electrones del material receptor se encuentran en reposo en la capa de valencia, la energía que aporta el fotón “excita” a los electrones provocando un cambio de estado de energía en ellos. Para que un electrón excitado brinque de la capa de valencia a la de conducción se requiere que supere un “gap”, o barrera de energía constituida por la “banda prohibida” del mismo semiconductor.¹⁰¹
2. Es necesario que en el interior del material receptor exista un potencial electrostático que permita separar las cargas negativas de las positivas y aparezca un diferencial electroquímico a ambos lados de la barrera.¹⁰²

Cuando los pares electrón-hueco alcanzan la barrera de potencial electrostático son separados por el campo eléctrico existente. Los electrones quedan del lado del semiconductor tipo “N” y los huecos del “P”. Esta acumulación de cargas positivas y negativas de ambos lados de la unión P-N tiende a disminuir la altura de la barrera de potencial.¹⁰³

¹⁰⁰ Tesis: Mercadal Martínez Juan Manuel, Fococeldas Solares como Alternativa Energética para México, UNIVERSIDAD LA SALLE.

¹⁰¹ Idem

¹⁰² Ibidem

¹⁰³ Ibidem

Si se conectan eléctricamente “P” o ”N” mediante una red de contactos metálicos depositados en ambas caras de la fotocelda, con un circuito exterior, fluirá una corriente que convencionalmente tendrá un sentido “inverso”.¹⁰⁴

El producto de esta tensión directa y de la corriente inversa tiene signo negativo, lo que significa que el dispositivo actúa como generador de energía.¹⁰⁵

El voltaje de la fotocelda solar es resultante de la acumulación de gran cantidad de electrones en la zona “N” y de hoyos en la “P”, hasta obtener el valor limitado por una nueva condición de equilibrio, lo cual depende de la concentración de electrones y de la temperatura.¹⁰⁶

Por lo tanto, el voltaje entregado está en función del campo eléctrico que hayamos formado entre las dos zonas, y la corriente de entrega está en función de la superficie de la fotocelda, expuesta al Sol.¹⁰⁷

Para darnos una idea en espesor de capa, la zona tipo “P” tiene aproximadamente 250 micras y la “N” 0.5 micras, esta última es la que está expuesta al Sol.¹⁰⁸

El espectro solar que aprovechan las fotoceldas solares en el caso del silicio, emplean la gama visible y parte de la ultravioleta en una escala de sensibilidad de 0.2 y 1.1 micrómetros (longitud de onda).

¹⁰⁴ Tesis: Mercadal Martínez Juan Manuel, Fotoceldas Solares como Alternativa Energética para México, UNIVERSIDAD LA SALLE.

¹⁰⁵ Idem

¹⁰⁶ Idem

¹⁰⁷ Idem

¹⁰⁸ Idem

Tipos de celdas fotovoltaicas

Las más utilizadas son las formadas por la unión “P-N” y construidas con silicio **monocristalino**, aunque existen diversos procedimientos y tipos de materiales para su construcción (Tabla 2.5).

Hay una serie de aspectos que afectan a todos los materiales semiconductores (Tabla 2.4):

<i>Cristalinidad</i>	Indican la ordenación de los átomos en la estructura cristalina. El silicio, como otros materiales, pueden aparecer en varias formas: monocristalino, policristalino o amorfo.
<i>Coefficiente de Absorción</i>	Indica como la luz lejana, que tiene una longitud de onda específica, puede penetrar el material antes de ser absorbida. Un coeficiente de absorción pequeño significa que la luz no es absorbida fácilmente por el material. Depende de dos factores: <ul style="list-style-type: none"> • Material que hay encima de la célula: tiene que tener un mínimo coeficiente de absorción. • Longitud de onda o energía de la luz que es absorbida. Las células de silicio cristalino son de un espesor grande ya que tienen un coeficiente de absorción de la luz incidente relativamente reducido.
<i>Coste y Complejidad de Fabricación</i>	Varían dependiendo de los materiales utilizados en las capas del semiconductor según los factores: <ul style="list-style-type: none"> • Deposición en diversos compartimentos. • Necesidad de trabajar en un ambiente determinado.

	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad y tipo de material utilizado. • Número de pasos implicados. • Necesidad de moverlas células.
--	---

Tabla: 2.4 Tipos de celdas fotovoltaicas

Fuente: Autoría propia

Otros Tipos de Celdas	
Celdas de película delgada	<ul style="list-style-type: none"> • Una de las células más desarrolladas de este tipo es la de sulfuro de cadmio (Cd S) y sulfuro cuproso (Cu_2S). • Están formadas por la unión de dos materiales. • Se necesita poco material activo. • Su proceso de fabricación es sencillo. • Los materiales utilizados están poco estudiados. • La tecnología para su obtención está poco desarrollada. • Tiene un rendimiento del 5%.
Celdas de Arseniuro de Galio (Ga As)	<ul style="list-style-type: none"> • Tiene buenos rendimientos con pequeños espesores. • Mantiene sus características a elevadas temperaturas. • Presenta tolerancia a radiaciones ionizantes.

	<ul style="list-style-type: none">• Elevado costo de producción.• Material raro y poco abundante.• Tiene un rendimiento del 27%.
--	--

Tabla: 2.5 Tipos de celdas fotovoltaicas

Fuente: Autoría propia

Método Czchralsky

- Se introduce el silicio en un crisol con impurezas de boro, que se calienta a altas temperaturas para obtener una masa fundida.
- Una vez que todo el material se encuentran en estado líquido, se introduce una varilla con un germen de silicio en un extremo, que al ponerse en contacto con la masa empieza a solidificarla. La varilla tiene un movimiento de rotación y a la vez va ascendiendo lentamente, de forma que se obtiene un lingote cilíndrico (Imagen 2.18).



Imagen: 2.18 Método Czchralsky

Fuente: Tesis: Diseño del sistema de distribución en unidades habitacionales tipo vertical y uso eficiente de la energía en su alumbrado público.

Obtenido el lingote, se corta mediante sierras muy precisas, obteniendo obleas (discos) de un espesor aproximado de 0,3 mm.

El siguiente paso es formar los contactos metálicos, utilizando técnicas serigráficas de pastas conductoras en las dos caras de la oblea.

Cuanto más contactos se pongan mayor cantidad de electrones será capturada, pero menor iluminación llegará a la parte activa.

Los contactos en la cara iluminada tienen forma de rejilla para permitir que la luz entre en el semiconductor, y en la cara posterior cubren toda la superficie.



Imagen: 2.19 Celdas

Fuente: Idem.

Finalmente se aplica una película antirreflectante a la superficie para disminuir aún más la reflexión de la célula. Con este método junto con el texturizado, se consigue que se pierda sólo un 8-10%. Una vez obtenidas las celdas, se realizan medidas y pruebas eléctricas para conocer sus características (Imagen 2.19).

Tipos de estructuras

Los paneles solares fotovoltaicos necesitan ser colocados sobre soportes solares rígidos, permitiendo mantener el ángulo de inclinación óptimo, incluso cuando se presentan fenómenos naturales.

Existen dos tipos fundamentales:

- Soportes fijos (inamovible) y ajustables (se pueden variar manualmente).
- Soportes automáticos o de seguimiento (se orientan solos, dependiendo de la posición del sol).

Para elegir el adecuado se debe tener en cuenta el costo máximo del sistema y el incremento porcentual de energía que se obtendría al usar cada uno de estos.

La longitud del lugar determina el grado de variación entre la posición del sol al amanecer y cuando alcanza el cenit (zenit: intersección entre la vertical del observador y una esfera celeste imaginaria. Si se imaginara una recta, que pasa por el centro de la tierra y por donde se encuentra el observado, el cenit se localizaría sobre esa recta, por encima de él. Es el punto más alto del cielo) (Imagen 2.20). Si esta variación es externa y el bloque generador tiene gran cantidad de paneles, el diseño debe incorporar el soporte automático. Si, por el contrario, la potencia a generar está por debajo de los 300 o 400 W un panel ajustable sería la solución más económica. Si la variación de la altura del sol es mínima, un panel fijo será suficiente.¹⁰⁹

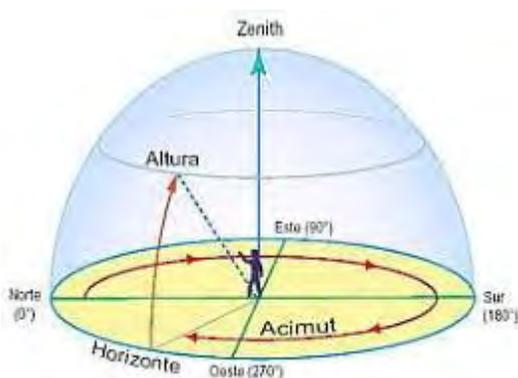


Imagen: 2.20 cenit

Fuente:

https://www.google.com.mx/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKewjlo4nEquLWAhUL0IMKHd_LBi4QjRwIBw&url=http%3A%2F%2Fwww.astromia.com%2Fglosario%2Fzenit.htm&psig=AOvVaw1HRq-VJBwKbFEy_OEv9ukk&ust=1507596953895431

¹⁰⁹ Ramón Guerrero Pérez, UF0150: Replanteo y Funcionamiento de las Instalaciones Solares Fotovoltaicas, Certificado de Profesionalidad ENAE0108-Montaje y Mantenimiento de Instalaciones Solares Fotovoltaicas, IC Editorial.

Instalación

Dependiendo si la instalación se localiza en un edificio integrado o no, la estructura soporte tendrá diferentes peculiaridades:¹¹⁰

Instalaciones no integradas: el anclaje de los módulos dependerá de cómo esté construida la cubierta o los cerramientos, y de las fuerzas que actúan sobre él como consecuencia de los esfuerzos provocados por el viento.¹¹¹

El instalador deberá montar la estructura soporte asegurándose de que sea capaz de resistir las cargas a las que pueda estar sometida (definidas en el proyecto de instalación). Las instrucciones de instalación y ensamblado, se indican en la documentación del fabricante.¹¹²

Como normas a seguir, destacan:

- Las estructuras sobre el suelo deben anclarse sobre cimentaciones de hormigón. Deben ser calculadas para evitar el vuelco por la acción del viento trasero.
- La estructura debe fijarse con tornillos introducidos en el hormigón cuando se realizó la cimentación.
- En las estructuras sobre las cubiertas, no se debe traspasar esta para evitar infiltraciones de agua. En las estructuras planas, se deben considerar muretes de hormigón armado con varilla metálica, para que garanticen una total sujeción y eviten el vuelco del módulo.

¹¹⁰ Ramón Guerrero Pérez, UF0150: Replanteo y Funcionamiento de las Instalaciones Solares Fotovoltaicas, Certificado de Profesionalidad ENAE0108-Montaje y Mantenimiento de Instalaciones Solares Fotovoltaicas, IC Editorial.

¹¹¹ Idem

¹¹² Idem

- En la fijación de la estructura en el tejado atravesando la cubierta, es necesaria la colección de faldones y collarines estancos.
- Es conveniente utilizar estructuras de perfiles atornillados y partes roscadas para simplificar las labores de mantenimiento, que encarecerían la instalación, sobre todo las aisladas.
- Con el tratamiento galvanizado, se protege la estructura soporte (normalmente de hierro) contra corrosión.
- Los taladros deben hacerse antes de aplicar la protección contra la corrosión.
- Las estructuras de pequeñas instalaciones suelen ser de aluminio anodizado (para las instalaciones grandes resulta muy costoso).
- El acero inoxidable también es muy caro, por lo que suele solo utilizarse en ambientes muy corrosivos.
- La tornillería debe ser de acero inoxidable o estar galvanizada.
- En caso de los módulos móviles, la fijación debe permitir el movimiento sin que se transmitan esfuerzos de dilatación.
- Las filas de módulos deberán situarse perfectamente alineados y con una distancia entre ellos suficiente para la colocación de las conexiones de cableado entre módulos y demás elementos.
- Cuando los módulos presentan inclinación, se debe dejar una separación mínima entre los módulos de 3 cm y así permitir el paso del aire y disminuir las cargas del viento sobre los módulos.
- Para la correcta transmisión de esfuerzos, es muy importante el aplomo de los elementos verticales de la estructura de soporte.
- La estructura debe estar preparada para una posible ampliación futura.¹¹³

¹¹³ Ramón Guerrero Pérez, UF0150: Replanteo y Funcionamiento de las Instalaciones Solares Fotovoltaicas, Certificado de Profesionalidad ENAE0108-Montaje y Mantenimiento de Instalaciones Solares Fotovoltaicas, IC Editorial.

Estructuras fijas y con seguimiento solar

Soportes fijos: suelen elegirse en lugares donde la latitud permite un ángulo de inclinación fijo (latitud más 15°), cuyo valor incrementa las horas de generación durante el invierno, cuando el consumo nocturno aumenta y disminuye la eficiencia de la insolación durante el verano (cuando los días son más largos). Las diferencias de diseño y costos entre un soporte fijo y otro ajustable son mínimas, por ello, los soportes ajustables son los más usados.¹¹⁴

Soportes automáticos: permiten seguir la trayectoria del sol desde el amanecer hasta el atardecer. Existen dos tipos.

- **Seguidor automático pasivo.** Recibe este nombre debido a que realiza un único movimiento de este a oeste (movimiento azimutal), no consume energía eléctrica. El movimiento azimutal se consigue usando el calor del sol, que altera la distribución del peso entre los lados que miran al este y el oeste. Poseen dos tanques (uno mirando al este y otro al oeste) que están comunicados entre sí y están llenos de una sustancia líquida de bajo punto de ebullición (freón), y tienen placas metálicas que exponen un lado al sol mientras somborean al resto.

El lado sombreado (frío) conserva el freón en forma líquida, mientras que el lado que recibe el sol lo vaporiza. El desplazamiento de gases al lado contrario donde se condensan, provocan el movimiento azimutal.

Al comenzar el día, el seguidor tiene la posición correspondiente a la de la noche anterior, y necesita ser “despertado” por el sol saliente para exponer los paneles hacia esa dirección. A partir de este momento, el calor del sol

¹¹⁴ Ramón Guerrero Pérez, UF0150: Replanteo y Funcionamiento de las Instalaciones Solares Fotovoltaicas, Certificado de Profesionalidad ENAE0108-Montaje y Mantenimiento de Instalaciones Solares Fotovoltaicas, IC Editorial.

y el sombreado de los tanques permiten que el seguidor continúe con su movimiento azimutal con relativa precisión. Estas unidades suelen tener amortiguadores para minimizar la acción del viento, y el ángulo de inclinación se ajusta manualmente.

- **Seguidor automático activo.** Existen dos modelos de seguidores de un eje y de dos ejes. Diseñados exclusivamente para seguir el movimiento azimutal y permiten, como el anterior, un ajuste del ángulo de inclinación. Otros modelos ofrecen la opción de poder incorporar el movimiento de inclinación a posterior. Por último, los modelos más elaborados incorporan los dos movimientos automáticos.

Esta variedad de modelos permiten abarrotar los costos cuando no se necesita seguir la altura del sol con precisión. A diferencia del modelo pasivo, los activos utilizan pequeños motores eléctricos (24 V), que están comandados por una unidad de control que actúa respondiendo a la información recogida por el correspondiente sensor. Para llevar a cabo el movimiento, toman un mínimo de energía (5 Wh/día), ya sea del banco de baterías o de los paneles (depende del modelo usado).¹¹⁵

Sistemas de concentración fotovoltaico

Se trata de un sistema totalmente directo.

En los módulos convencionales fotovoltaicos, un área grande del material fotovoltaico (silicio generalmente cristalino) se expone a la luz del sol.

¹¹⁵ Ramón Guerrero Pérez, UF0150: Replanteo y Funcionamiento de las Instalaciones Solares Fotovoltaicas, Certificado de Profesionalidad ENAE0108-Montaje y Mantenimiento de Instalaciones Solares Fotovoltaicas, IC Editorial.

En el concentrador PV los sistemas utilizan lentes o espejos para enfocar la luz del sol sobre una cantidad pequeña de material fotovoltaico.

Generalmente se utiliza una lente de Fresnel para enfocar la luz entrante, que es una lenté plana que utiliza un diseño en miniatura de dientes de sierra con dos posibles posiciones:

- En forma de círculos concéntricos, enfocando la luz en un punto central.
- En filas rectas, enfocan la luz en línea.

El coeficiente de concentración puede variar dependiendo del diseño de la célula solar y del material usado para hacerla. Los cocientes de concentración comerciales son alrededor de 200 a 300 veces y en un futuro se esperan sistemas de concentración de 1.000 veces.

2.10 Instalación eléctrica

Se entiende por instalación eléctrica, al conjunto de tuberías cónduit y canalizaciones de otro tipo y forma, cajas de conexión, registros, elementos de unión entre tuberías, y entre las tuberías y las cajas de conexión o los registros, conductores eléctricos, accesorios de control, accesorios de control y protección, ..., necesarios para conectar o interconectar uno o varias fuentes o tomas de energía eléctrica con los receptores¹¹⁶ (lámparas, radios, televisores, refrigeradores, licuadoras, extractores, tostadoras, aspiradoras, planchas, y todos los aparatos y equipos electrodomésticos, ...).

¹¹⁶ Ing. Becerril L. Diego Onesimo, Instalaciones Eléctricas Practicas, 12 Edición, 2015

Aplicación del sistema

A. Monofásico a dos hilos. (un hilo de corriente y un neutro) ($1\phi - 2H$). Se utilizan en instalaciones eléctricas de alumbrado y contactos sencillos (para aparatos pequeños), cuando todas las cargas parciales son monofásicas y la carga total instalada no es mayor de 4 000 Whatts.

Para circuitos derivados o servicios particulares de alumbrado y contactos sencillos (para aparatos pequeños), alimentados con hilo de corriente y un hilo neutro, considerar una carga no mayor de 1 500 Whatts.¹¹⁷

Diagramas de conexión de lámparas, apagadores y contactos

Para simplificar al máximo los diagramas de conexión de lámparas con apagadores y contactos se indicaran algunas de las combinaciones más comunes en 127.5 Volts (conocida generalmente como una tensión de 110 Volts),¹¹⁸ además, por comodidad al alambrado se muestra en forma más clara y objetiva la conexión de lámparas incandescentes (focos) controladas con apagadores sencillos, de dos vías, de escalera, de tres vías y de cuatro vías, así como los contactos sencillos en muros y con la simbología.

N: Hilo neutro.

F: Hilo de corriente o de fase.

R: Hilo de retorno o de regreso.

P: Hilo de puente o puente común.

¹¹⁷ Ing. Becerril L. Diego Onesimo, Instalaciones Eléctricas Practicas, 12 Edición, 2015

¹¹⁸ Ibidem

Respecto a la posición de las cajas de conexión en que se deban instalar apagadores y contactos:

La altura de los apagadores en forma general, se ha establecido para comodidad de su operación entre 1.20 y 1.10 m sobre el nivel de piso terminado. La altura de las cajas de conexión en las que se deban instalar solo contactos, está sujeta a las características de los locales, es así como se tienen tres alturas promedio con respecto al nivel de piso terminado.¹¹⁹

1. **En áreas o locales secos:** como salas, comedores, recamaras, salones de juego, pasillos y lugares similares, la altura de los contactos debe ser de 40 cm con respecto al nivel de piso terminado, logrando con ello ocultar las extensiones de los aparatos eléctricos, electrónicos, lámparas de pie, lámparas de buro, ..., conectados en forma temporal o definitiva.¹²⁰
2. **En locales o áreas con pisos y muros húmedos:** como son las cocinas, baños, cuartos de lavado y planchado, ..., se debe disponer de dos alturas promedio para la localización de los contactos con respecto al nivel del piso terminado, originadas ambas por el servicio específico al que se destinen y para evitar en lo posible la humedad en las cajas de conexión, consecuentemente en los contactos en sí, lo que dañaría considerablemente ocasionando oxidaciones en las partes metálicas y un envejecimiento rápido reduciendo su vida útil.¹²¹
 - A. **En baños:** es recomendable instalar apagadores y contactos a la misma altura y de ser posible en las mismas cajas de conexión.¹²²

¹¹⁹ Ing. Becerril L. Diego Onesimo, Instalaciones Eléctricas Practicas, 12 Edición, 2015

¹²⁰ Idem

¹²¹ Idem

¹²² Idem

B. Cocinas: es aconsejable instalar los contactos a dos diferentes alturas con respecto al nivel del piso terminado.

- a. Unos contactos a la misma altura que los apagadores inclusive en las mismas cajas de conexión, para prestar servicio múltiple a aparatos eléctricos portátiles como licuadoras, extractores, batidoras, tostadoras de pan, ...¹²³
- b. Otros contactos deben localizarse aproximadamente entre 70 y 90 cm con respecto al nivel del piso terminado, altura que se considera ideal para ocultar la extensión de los aparatos eléctricos fijos como estufas, hornos, lavadoras de loza, ...¹²⁴

Conductores para instalación eléctricas en baja tensión

Son aquellos materiales que ofrecen poca oposición o resistencia al paso de la corriente eléctrica por o a través de ellos. Todos los materiales son buenos conductores de electricidad, sin embargo, unos son mejores que otros en cuanto a calidad y costo.

a) PLATA

b) COBRE

- Conductores de cobre suave o recocido.
- Conductores de cobre semiduro.
- Conductores de cobre duro.

c) ORO

d) ALUMINIO

¹²³ Ing. Becerril L. Diego Onesimo, Instalaciones Eléctricas Practicas, 12 Edición, 2015

¹²⁴ Idem

Sistema de tierra física

Sistema de protección o seguridad en instalaciones eléctricas. Todos los sistemas eléctricos generan cargas que deben de ser liberadas para no dañar, equipos o personas, ejemplos caída de un rayo, un equipo que está en corto, la carga electrostática del ambiente o aparatos de alto consumo que generan cargas residuales, todas estas cargas eléctricas necesitan encontrar una manera de salir del sistema eléctrico, muchos equipos electrónicos incluso tienen indicaciones de no conectarse si no existe tierra física.

Llamada así porque literalmente la instalación eléctrica se conecta (entierra) a la tierra (esto se hace mediante una varilla de cobre o aluminio) donde se descargarán las corrientes eléctricas no deseadas, normalmente en terreno húmedo o tierra especial con compuestos minerales que atrapan humedad y ayudan a la transmisión de electricidad.

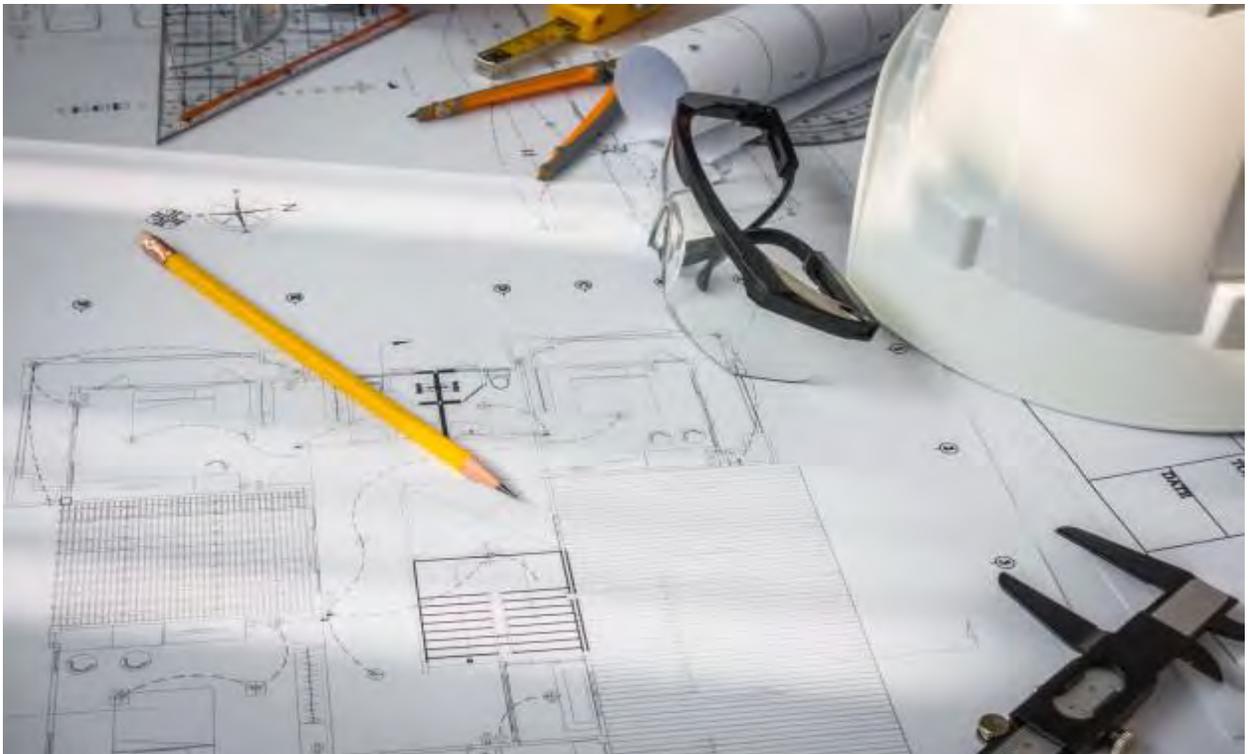
Presentación de planos

1. El plano debe estar legible, tener buena presentación, trazos y letra bien ejecutados con simbología incluida dentro de un cuadro con sus especificaciones completas, no mostrar instalaciones sanitarias, de agua potable, ni otro tipo de instalación o cortes relacionados con la construcción civil.
2. Las escalas sugeridas 1:50, 1:100, siempre y cuando la obra requiere otra escala se usará la que se proponga. La escala empleada debe indicarse dentro del cuadro de información.
3. Los planos deben contener en un cuadro; el nombre completo del propietario, la ubicación de la obra (croquis de localización), indicando el nombre de la calle, avenida, calzada, ... así como número del predio, nombre de la colonia, ...
4. Nombre, firma y números de registro en la Dirección General de Electricidad y el de Cédula profesional del responsable de la instalación de acuerdo a la NOM.

5. Se indicara las marcas de fábrica, tipo de materiales y dispositivos usados en la instalación eléctrica.
6. En instalaciones con más de dos circuitos indicaran un diagrama unifilar.
7. Los planos deben tener un cuadro de distribución de cargas por circuitos.
8. En las canalizaciones, se indicaran los diámetros de las tuberías y dimensiones de ductos, calibre y número de conductores alojados en cada tramo.
9. Se mostrara las plantas de que consta la construcción, mostrando la instalación eléctrica y ejes.

CAPÍTULO 3.

PROYECTO DE ILUMINACIÓN



3.1 Ubicación de casa habitación

La C. Francisca García Domínguez ha adquirido, objeto material de la operación: Fracción de terreno con uso de suelo habitacional que se ubica en Calle Morelia número ochenta y siete Colonia Aviación Primera sección en el municipio de Huajuapán de León, Oaxaca (Imagen 3.1) cuyo inmueble que mide y colinda:

NORTE: Quince metros con Santa Isabel

SUR: Quince metros con Morelia

ESTE: Trece metros cincuenta centímetros con Reforma

OESTE: Trece metros cincuenta centímetros con Hangares

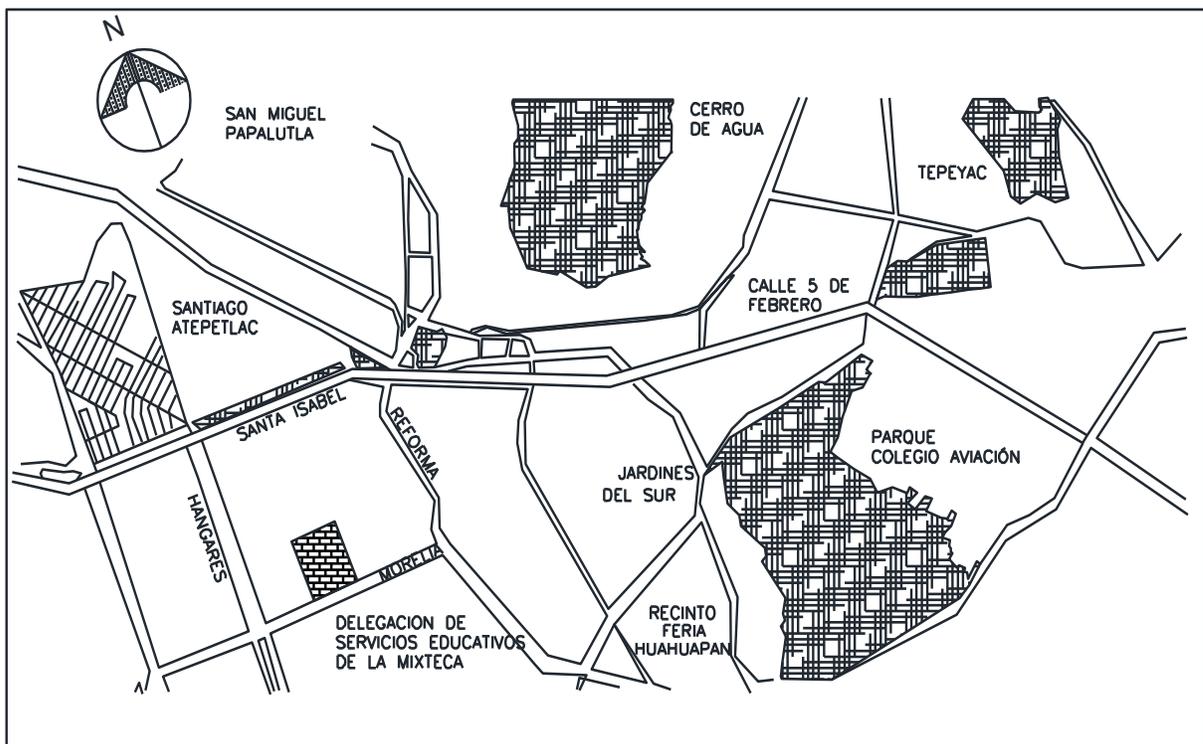


Imagen: 3.1 Ubicación del predio.

Fuente: Autoría propia

3.2 Selección de luminarias

Debido que actualmente las acometidas por parte de la compañía comercializadora son muy costosas para poder conectar a la red de transmisión vigente. Esto hace necesario que se utilicen alternativas dentro del campo de la ingeniería, teniendo un aprovechamiento de los recursos naturales utilizando, los rayos solares, en el suministro de energía eléctrica como es el caso de paneles solares los cuales tienen una gran aplicación eficiente en alumbrado para casas habitacionales (diseño del sistema de iluminación de alta eficiencia).

3.2.1 Interna

El color es motor de vida, por eso, lo primero para el proyecto será la selección de color para resaltar la iluminación, a continuación se detalla el tipo de pintura por área, como el tipo de luminaria que transformara al color (Tablas: 3.1, 3.2, 3.3, 3.4).

Planta baja

Ubicación	Pintura	Iluminación
<i>Recibidor:</i>	Muro; Vinimex TOTAL Mate (Colombina F4-01, Grafito G5-09, Grava L5-12). Piso; Polyform Barniz PU Base Agua Interiores.	1 piezas. LED Downlight Round 59512 <ul style="list-style-type: none"> • Tecnología LED • 13W • On/Off • 600 lúmenes • 100-240V • 20,000 horas de vida • T°C: 2,700K • Equivalencia: : A19 10W=40W • 150mm de diámetro
<i>Estudio:</i>	Muro; Vinimex TOTAL Mate (Colombina F4-01, Grafito G5-09, Grava L5-12). Piso; Polyform Barniz PU Base Agua Interiores.	1 pieza LED Downlight Round 59512 <ul style="list-style-type: none"> • Tecnología LED • 13W • On/Off • 600 lúmenes • 100-240V • 20,000 horas de vida • T°C: 2,700K

CAPÍTULO 3 PROYECTO DE ILUMINACIÓN

		<ul style="list-style-type: none"> • Equivalencia: : A19 10W=40W • 150mm de diámetro
<i>Escaleras</i>	Muro; Vinimex TOTAL Mate (Colombina F4-01, Grafito G5-09, Grava L5-12), escalera; Polyform Barniz 3000	2 piezas LED Spot Orientable 59722 <ul style="list-style-type: none"> • Tecnología LED • 5W • On/Off • 350 lúmenes • 100-240V • Apertura: 24° • 20,000 horas de vida • T°C: 2,700K • Equivalencia: MR16 7W=50W • 69mm de diámetro
<i>Pasillo Baño</i>	Muro; Vinimex TOTAL Mate (Colombina F4-01, Grafito G5-09, Grava L5-12), escalera; Polyform Barniz 3000	1 pieza Reflector LED 7W (50W) GU5.3 MR16 12V 2700K 36D Atenuable <ul style="list-style-type: none"> • 12W • 120V • 25,000 horas de vida • T°C: 3000K
<i>½ Baño:</i>	Muros: Color Life Espiga 044-03	1 piezas Clave TBD ECOHOME Strick 14W WW E27 110-127V 1PF/6 <ul style="list-style-type: none"> • 16W • 110-120 V • 8, 000 horas de vida • T°C: 2,700K

CAPÍTULO 3 PROYECTO DE ILUMINACIÓN

<p><i>Sala</i></p>	<p>Muros; Vinimex TOTAL Mate, (Volta 273-06, Pepper 232-07, Polenta 043-06). Piso; Polyform Barniz PU Base Agua Interiores, piso EFM- 103.</p>	<p>2 piezas LED Downlight Round 59512</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tecnología LED • 13W • On/Off • 600 lúmenes • 100-240V • 20,000 horas de vida • T°C: 2,700K • Equivalencia: : A19 10W=40W • 150mm de diámetro
<p><i>Comedor</i></p>	<p>Muros; Vinimex TOTAL Mate, (Volta 273-06, Pepper 232-07, Polenta 043-06). Piso; Polyform Barniz PU Base Agua Interiores, piso EFM- 103.</p>	<p>2 piezas LED SMART Downlight</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tecnología LED • 9W • Atenuable (sin control remoto) • 560 lúmenes • 100-240V • 20,000 horas de vida • T°C: (2700K, 4000K, 6500K), Nightlight(2700K) • Equivalencia: 10W=50W • 125mm de diámetro
<p><i>Terraza</i></p>		<p>1 pieza LED Colores A19 8W E27 6500k 120V</p> <ul style="list-style-type: none"> •8W •120V •10,000 horas de vida

CAPÍTULO 3 PROYECTO DE ILUMINACIÓN

<i>Cocina</i>	Muros; Vinimex TOTAL Mate, (Volta 273-06, Pepper 232-07, Polenta 043-06). Piso; Polyform Barniz PU Base Agua Interiores, piso EFM- 103.	3 piezas LED Downlight Round 59512 • Tecnología LED • 13W • On/Off • 600 lúmenes • 100-240V • 20,000 horas de vida • T°C: 2,700K • Equivalencia: : A19 10W=40W • 150mm de diámetro
<i>Jardín</i>	Muros; Texturi Extrafino/ Vinimex TOTAL Mate.	2 piezas LED Colores A19 8W E27 6500k 120V •8W •120V •10,000 horas de vida
<i>Pasillo Cocina- Recama Prin.</i>	Muro; Vinimex TOTAL Mate (Colombina F4-01, Grafito G5-09, Grava L5-12), escalera; Polyform Barniz 3000	1 pieza Reflector LED 7W (50W) GU5.3 MR16 12V 2700K 36D Atenuable • 12W • 120V • 25,000 horas de vida • T°C: 3000K
<i>Recamara principal</i>	Muros; Vinimex TOTAL Mate (Paca 039-06, Cúscus 003-03, Túnez 275-04), Piso; Polyform Barniz 3000	2 piezas LED Downlight Round 59512 • Tecnología LED • 13W • On/Off

CAPÍTULO 3 PROYECTO DE ILUMINACIÓN

		<ul style="list-style-type: none"> • 600 lúmenes • 100-240V • 20,000 horas de vida • T°C: 2,700K • Equivalencia: : A19 10W=40W • 150mm de diámetro
<i>Pasillo Closet</i>	Muros: Color Life Cepillo 001-02	1 piezas Reflector LED 7W (50W) GU5.3 MR16 12V 2700K 36D Atenuable <ul style="list-style-type: none"> • 12W • 120V • 25,000 horas de vida • T°C: 3000K
<i>Baño (recamara principal)</i>	Muros: Color Life Espuma 229-01	2 piezas Clave TBD ECOHOME Strick 14W WW E27 110-127V 1PF/6 <ul style="list-style-type: none"> • 16W • 110-120 V • 8, 000 horas de vida • T°C: 2,700K
<i>Cochera</i>	Muros; Vinimex TOTAL Mate (Fulgor 004-02, Fragua 262-03, Noir 261-04). Piso; Sistema Deconkret Primario, Diseño, Color y Sello.	3 piezas Ambiance LED Decorativos WG 7W 120V 2200-2700K E26 G25 <ul style="list-style-type: none"> • 7 W • 120 V • 25, 000 horas de vida • T°C: 2,200 - 2,700K

Tabla: 3.1 Elección de decoración, lámparas y luminarias (Planta Baja).

Fuente: Autoría propia

CAPÍTULO 3 PROYECTO DE ILUMINACIÓN

Planta alta

Ubicación	Pintura	Luminarias
<i>Escaleras</i>	Muro; Vinimex TOTAL Mate (Colombina F4-01, Grafito G5-09, Grava L5-12), escalera; Polyform Barniz 3000	1 piezas LED Spot Orientable 59722 <ul style="list-style-type: none"> • Tecnología LED • 5W • On/Off • 350 lúmenes • 100-240V • Apertura: 24° • 20,000 horas de vida • T°C: 2,700K • Equivalencia: MR16 7W=50W • 69mm de diámetro
<i>Recamara 1</i>	Muros; Vinimex TOTAL Mate (Pimienta K5-12, Modotti H5-08, Rasta J4-03), Piso; Polyform Barniz 3000	1 pieza LED Downlight Round 59512 <ul style="list-style-type: none"> • Tecnología LED • 13W • On/Off • 600 lúmenes • 100-240V • 20,000 horas de vida • T°C: 2,700K • Equivalencia: : A19 10W=40W • 150mm de diámetro
<i>Armario 1</i>	Muros; Vinimex TOTAL Mate Luz de Luna 035-01	1 pieza Reflector LED 7W (50W) GU5.3 MR16 12V 2700K 36D Atenuable

CAPÍTULO 3 PROYECTO DE ILUMINACIÓN

		<ul style="list-style-type: none"> • 12W • 120V • 25,000 horas de vida • T°C: 3000K
<i>Recamara 2</i>	: Muros; Vinimex TOTAL Mate (Océano 183-07, Espada 313-03, Pradera 12-13), Piso; Polyform Barniz 3000	<p>1 pieza</p> <p>LED Downlight Round 59512</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tecnología LED • 13W • On/Off • 600 lúmenes • 100-240V • 20,000 horas de vida • T°C: 2,700K • Equivalencia: : A19 10W=40W • 150mm de diámetro
<i>Armario 2</i>	Muros; Vinimex TOTAL Mate Luz de Luna 035-01	<p>1 pieza</p> <p>Reflector LED 7W (50W) GU5.3 MR16 12V 2700K 36D Atenuable</p> <ul style="list-style-type: none"> • 12W • 120V • 25,000 horas de vida • T°C: 3000K
<i>Recamara 3</i>	Muros; Vinimex TOTAL Mate (Amor Eterno 092-02, Cencerro 312-04, Fulgor 004-02), Piso; Polyform Barniz 3000	<p>1 pieza</p> <p>LED Downlight Round 59512</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tecnología LED • 13W • On/Off • 600 lúmenes

CAPÍTULO 3 PROYECTO DE ILUMINACIÓN

		<ul style="list-style-type: none"> • 100-240V • 20,000 horas de vida • T°C: 2,700K • Equivalencia: : A19 10W=40W • 150mm de diámetro
<i>Armario 3</i>	Muros; Vinimex TOTAL Mate Luz de Luna 035-01	1 pieza Reflector LED 7W (50W) GU5.3 MR16 12V 2700K 36D Atenuable <ul style="list-style-type: none"> • 12W • 120V • 25,000 horas de vida • T°C: 3000K
<i>Sala de Star</i>	Muros; Vinimex TOTAL Mate, (Pez Vela T5-06, Finito 278-01, Glock 278- 03). Piso Epoxacryl	2 piezas LED Downlight Round 59512 <ul style="list-style-type: none"> • Tecnología LED • 13W • On/Off • 600 lúmenes • 100-240V • 20,000 horas de vida • T°C: 2,700K • Equivalencia: : A19 10W=40W • 150mm de diámetro
<i>Closet</i>	Muros: Color Life Cepillo 001-02	1 pieza Reflector LED 7W (50W) GU5.3 MR16 12V 2700K 36D Atenuable <ul style="list-style-type: none"> • 12W • 120V

CAPÍTULO 3 PROYECTO DE ILUMINACIÓN

		<ul style="list-style-type: none"> • 25,000 horas de vida • T°C: 3000K
<i>Baño</i>	Muros: Color Life Rex 298-01	3 piezas Clave TBD ECOHOME Strick 14W WW E27 110-127V 1PF/6 <ul style="list-style-type: none"> • 16W • 110-120 V • 8, 000 horas de vida • T°C: 2,700K
<i>Pasillo Baño-Lavandería</i>	Muros; Vinimex TOTAL Mate, (Pez Vela T5-06, Finito 278-01, Glock 278-03). Piso Epoxacryl	1 pieza Reflector LED 7W (50W) GU5.3 MR16 12V 2700K 36D Atenuable <ul style="list-style-type: none"> • 12W • 120V • 25,000 horas de vida • T°C: 3000K
<i>Lavandería</i>	Muros; Vinimex TOTAL Mate, Mapache 160-01	1 pieza LED Downlight 44083 <ul style="list-style-type: none"> • Tecnología LED • 9W • On/Off • 630 lúmenes • 100-240V • 15,000 horas de vida • T°C: 4000K • Equivalencia: A19 10W=40W • 110mm de diámetro

Tabla: 3.2 Elección de decoración, lámparas y luminarias (Planta alta).

Fuente: Autoría propia

Azotea

Ubicación	Pintura	Luminarias
<i>Cuarto de maquinas</i>	Muros; Vinimex TOTAL Mate, (Pez Vela T5-06, Finito 278-01, Glock 278-03). Piso Epoxacryl	2 piezas LED Downlight Round 59512 <ul style="list-style-type: none"> • Tecnología LED • 13W • On/Off • 600 lúmenes • 100-240V • 20,000 horas de vida • T°C: 2,700K • Equivalencia: : A19 10W=40W • 150mm de diámetro

Tabla: 3.4 Elección de decoración, lámparas y luminarias (Azotea).

Fuente: Autoría propia

3.2.2 Externa

Ubicación	Pintura	Luminarias
<i>Fachadas (P.B. y P.A.)</i>	Muros: Vinimex Ultra, (infanta 085-06, Taca Taca 081-04, Comores 274-03).	5 piezas MST CosmoWhite CPO-TT Xtra 140W/628 E40 <ul style="list-style-type: none"> • 140W • 97V • 21,500 horas de vida al 5% de falla • T°C: 2800K

Tabla: 3.3 Elección de decoración, lámparas y luminarias (Externa).

Fuente: Autoría propia

3.3 Cálculo de consumo eléctrico a plena carga

Seguidamente se presenta el cálculo a plena carga de consumo eléctrico para (Tablas: 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9):

Planta baja

Ubicación	Luminarias	Consumo(W)	Total (W)	Interruptores	Contactos
Recibidor	1	13	13	1	
Estudio	1	13	13	1	2
Escaleras	2	5	10	2	
Pasillo-Baño	1	12	12	1	
Medio baño	1	16	16	1	1
Sala	2	13	26	1	3
Comedor	2	9	18	1	3
Terraza	1	8	8	2	1
Cocina	3	13	39	1	4
Jardín	2	8	16		
Pasillo: Coc-Rec.	1	12	12	1	
Recamara Prin.	2	13	26	3	4
Pasillo Closet	1	12	12	2	
Baño-Rec. Prin.	2	16	32	2	2
Cochera	3	7	21	2	3
Subtotal			274	21	23
					125 Volts
					2,875Whatts
			TOTAL 1		3,149Whatts

Tabla: 3.5 Cálculo de consumo eléctrico a plena carga (Planta baja).

Fuente: Autoría propia

CAPÍTULO 3 PROYECTO DE ILUMINACIÓN

Planta alta

Ubicación	<i>Luminarias</i>	<i>Consumo(W)</i>	<i>Total (W)</i>	<i>Interruptores</i>	<i>Contactos</i>
Escaleras	<i>1</i>	<i>5</i>	<i>5</i>	<i>1</i>	<i>1</i>
Recamara 1	<i>1</i>	<i>13</i>	<i>13</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Armario 1	<i>1</i>	<i>12</i>	<i>12</i>	<i>1</i>	<i>1</i>
Recamara 2	<i>1</i>	<i>13</i>	<i>13</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Armario 2	<i>1</i>	<i>12</i>	<i>12</i>	<i>1</i>	
Recamara 3	<i>1</i>	<i>13</i>	<i>13</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Armario 3	<i>1</i>	<i>12</i>	<i>12</i>	<i>1</i>	
Sala de star	<i>2</i>	<i>13</i>	<i>26</i>	<i>1</i>	<i>3</i>
Closet	<i>1</i>	<i>12</i>	<i>12</i>	<i>1</i>	
Baño	<i>3</i>	<i>16</i>	<i>48</i>	<i>2</i>	<i>4</i>
Pasillo: Baño-lavanderia	<i>1</i>	<i>12</i>	<i>12</i>	<i>1</i>	
Lavandería	<i>1</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>1</i>	<i>3</i>
Subtotal			<i>187</i>	<i>19</i>	<i>24</i>
					<i>125 Volts</i>
					<i>3,000Whatts</i>
			<i>TOTAL 2</i>		<i>3,187Whatts</i>

Tabla: 3.6 Cálculo de consumo eléctrico a plena carga (Planta alta).

Fuente: Autoría propia

CAPÍTULO 3 PROYECTO DE ILUMINACIÓN

Fachada

Ubicación	<i>Luminarias</i>	<i>Consumo(W)</i>	<i>Total (W)</i>	<i>Interruptores</i>	<i>Contactos</i>
Fachada P. B.	3	140	420	1	1
Fachada P. A.	2	140	280	1	1
Subtotal			700	2	2
					125 Volts
					250 Whatts
			TOTAL 3		950 Whatts

Tabla: 3.7 Cálculo de consumo eléctrico a plena carga (Fachada principal).

Fuente: Autoría propia

Azotea

Ubicación	<i>Luminarias</i>	<i>Consumo(W)</i>	<i>Total (W)</i>	<i>Interruptores</i>	<i>Contactos</i>
Cuarto de máquinas	2	13	26	1	1
Subtotal			26	1	1
					125 Volts
					125 Whatts
			TOTAL 4		151 Whatts

Tabla: 3.8 Cálculo de consumo eléctrico a plena carga (Azotea).

Fuente: Autoría propia

CAPÍTULO 3 PROYECTO DE ILUMINACIÓN

A continuación se indica el consumo a plena carga del diseño referente a las luminarias y los contactos Duplex.

<i>TOTAL 1</i>	<i>3,149 Whatts</i>
<i>TOTAL 2</i>	<i>3,187 Whatts</i>
<i>TOTAL 3</i>	<i>950 Whatts</i>
<i>TOTAL 4</i>	<i>151 Whatts</i>
<i>TOTAL</i>	<i>7,437 Whatts</i>

Tabla: 3.9 Cálculo de consumo eléctrico total a plena carga (Azotea).

Fuente: Autoría propia

$$V = 127.5$$

$$P = 7,437$$

$$P = E \cdot I$$

$$I = \frac{P}{E}$$

$$I = 58.33 \text{ Amperes}$$

Que al aplicarse el factor de corriente corregida que será del 85% el gran total es: 49.58 Amperes.

3.4 Costos

A continuación se presentan la lista de materiales que se utilizaran en la instalación eléctrica y de iluminación para este proyecto (Tabla 3.10).

Nº	DESCRIPCIÓN	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
1	LED Downlight Round 59512 13 W	405.00	16	6,480.00
2	LED Spot Orientable 59722 5 W	257.00	3	771.00
3	Reflector LED 7W (50W) GU5.3 MR16	159.00	8	1,272.00
4	Clave TBD ECOHOME Strick 14W WW	136.00	6	816.00
5	LED SMART Downlight 9 W	247.00	2	494.00
6	LED COLORES A19 8W E27 6500K 120V	70.00	3	210.00
7	Amblance LED Decorativos WG 7W	109.00	3	327.00
8	LED Downlight 44083 9 W	62.00	1	62.00
9	MST CosmoWhite CPO-TT Xtra 140W	609.00	5	3,045.00
10	Contactos e interruptores	93.00	93	8,649.00
11	Mufa c/tubo	250.00	1	250.00
12	Cable cal.8 rollo de 100 mts	1,750.00	2	3,500.00
13	Cable cal.10 rollo de 100 mts	1,487.00	2	2,974.00
14	Interruptor monofásico (10A)	70	1	70.00
15	Tornillos 2" (500 piezas)	300	4	1200.00
16	Tubo de 1" P.D. tubo de 3 mts	651.70	10	6,517.00
17	Omegas 1"	13.00	2	26.00
			TOTAL	36,663.00

Tabla: 3.10 Costos de iluminación.

Fuente: Autoría propia

3.5 Sistema fotovoltaico

A continuación se presenta el equipo que llevara el sistema de Paneles solares que Incluye: Instalación, montaje, puesta en marcha y trámites ante CFE, cuyo costo es de \$ 89,926.70 IVA incluido.

8 Paneles solares de 255 W

1 Kit de montaje para 8 Paneles solares de 255 W

1 Controlador de carga MPPT

8 Baterías solares

1 Inversor de corriente de 6,000 Whatts con salida de 110 Volts

Capacidad (CD) 2040 vatios

Producción diaria estimada: 7.68 KWh/día equivale a:

- 4 Luminarias de 30 W operando 8 horas
- 1 Radio
- 1 Refrigerador de 8 pies
- 1 Licuadora 6 minutos
- 1 Ventilador de pedestal 2 horas
- 1 Lavadora y secadora 1 ciclo diario
- 1 Computadora de escritorio 3 horas

En base a lo calculado en el apartado 3.11 que es de: **7,437 Whatts**. Tomando en consideración que el equipo fotovoltaico cuenta con solo 8 paneles solares; es necesario considerar 2 kits con las mismas características cuyo monto total es de \$ 179,853.40 IVA incluido.

3.6 Tiempo de realización

Apoyándose en el diagrama de GANTT (Tabla 3.11) en el cual se describen las actividades a realizar y el tiempo de ejecución el cual es de 1 mes (4 semanas).

Actividades	1ª Semana					2ª Semana					3ª Semana					4ª Semana				
	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V
Planta alta																				
Planta baja y jardín																				
Azotea y exterior																				
Puesta en marcha																				
Suministro/instalación fotovoltaica																				
Suministro/instalación tierra física																				

Tabla: 3.11 Diagrama de actividades.

Fuente: Autoría propia

3.7 Costo de mano de obra

A continuación se presenta el costo que tendrá la mano de obra directa para la instalación eléctrica de igual forma al personal (Tabla 3.12):

Nº	DESCRIPCION	P.U.	CANTIDAD	JORNADA DE 8 HORAS	IMPORTE
1	Supervisor		1	30	10,000
2	Técnico electricista		1	15	8,000
3	Ayudante eléctrico		2	15	6,000
				TOTAL	24,000

Tabla: 3.12 Costos de mano de obra.

Fuente: Autoría propia

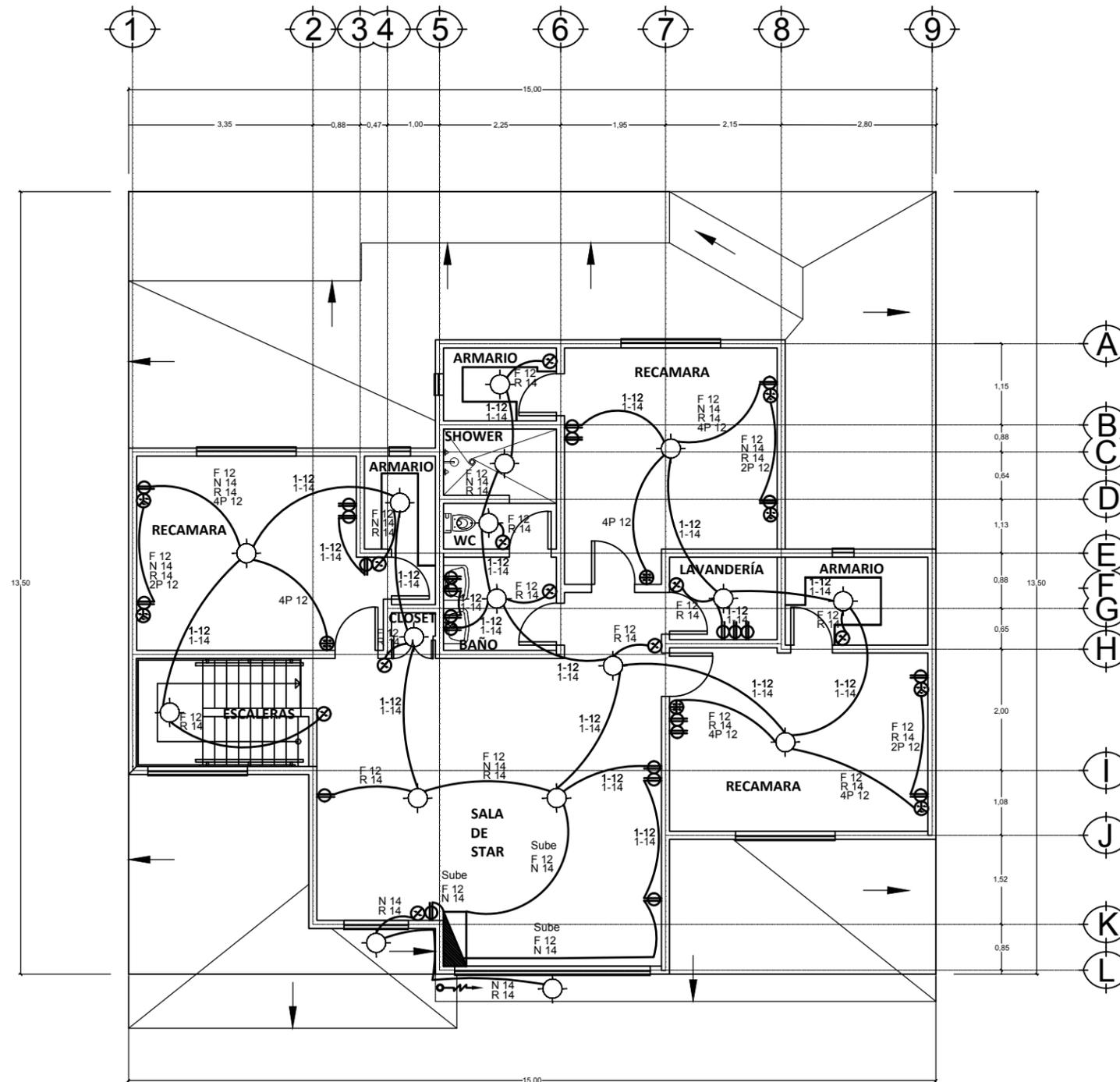
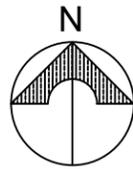
3.8 Costo total

Nº	Descripción	Costo parcial
1	Sistema eléctrico	36,663.00
2	Mano de obra	24,000.00
3	Suministro e instalación de los 2 Kits de paneles solares	179,853.40
4	Medidor bidireccional	2,000.00
5	Suministro e instalación de Tierra Física	25,000.00
	Monto total	267,516.40

Tabla: 3.13 Costos total.

Fuente: Autoría propia

Por lo tanto el costo total (Tabla 3.13) que tendrá este proyecto de instalación será de: \$267,516.40 (Doscientos sesenta y siete mil quinientos dieciséis pesos 40/100 M.N.) con tiempo de realización de 1 (uno) mes (4 semanas).



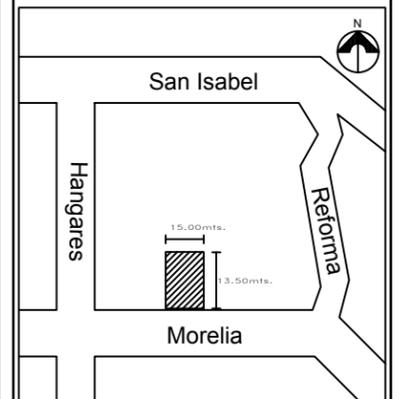
ELÉCTRICO PLANTA ALTA

Fuente: Autoría propia

SIMBOLOGÍA

- TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE ALUMBRADO Y CONTACTOS
- MEDIDOR CIA. DE LUZ
- CONTACTO
- ACOMETIDA CIA. DE LUZ
- MUFA
- LINEA ENTUBADA POR MUROS Y LOSA.
LINEA ENTUBADA POR PISO
- APAGADOR SENCILLO
- APAGADOR DE 3 VÍAS O DE ESCALERA
- APAGADOR DE 4 VÍAS O DE PASO
- SALIDA INCANDESCENTE DE CENTRO
- CONEXION DE PUESTA A TIERRA
- INTERRUPTOR DE SEGURIDAD DE 2 X 30 A

UBICACIÓN



OBSERVACIONES

La Tierra Física esta debidamente conectada a los Contactos.

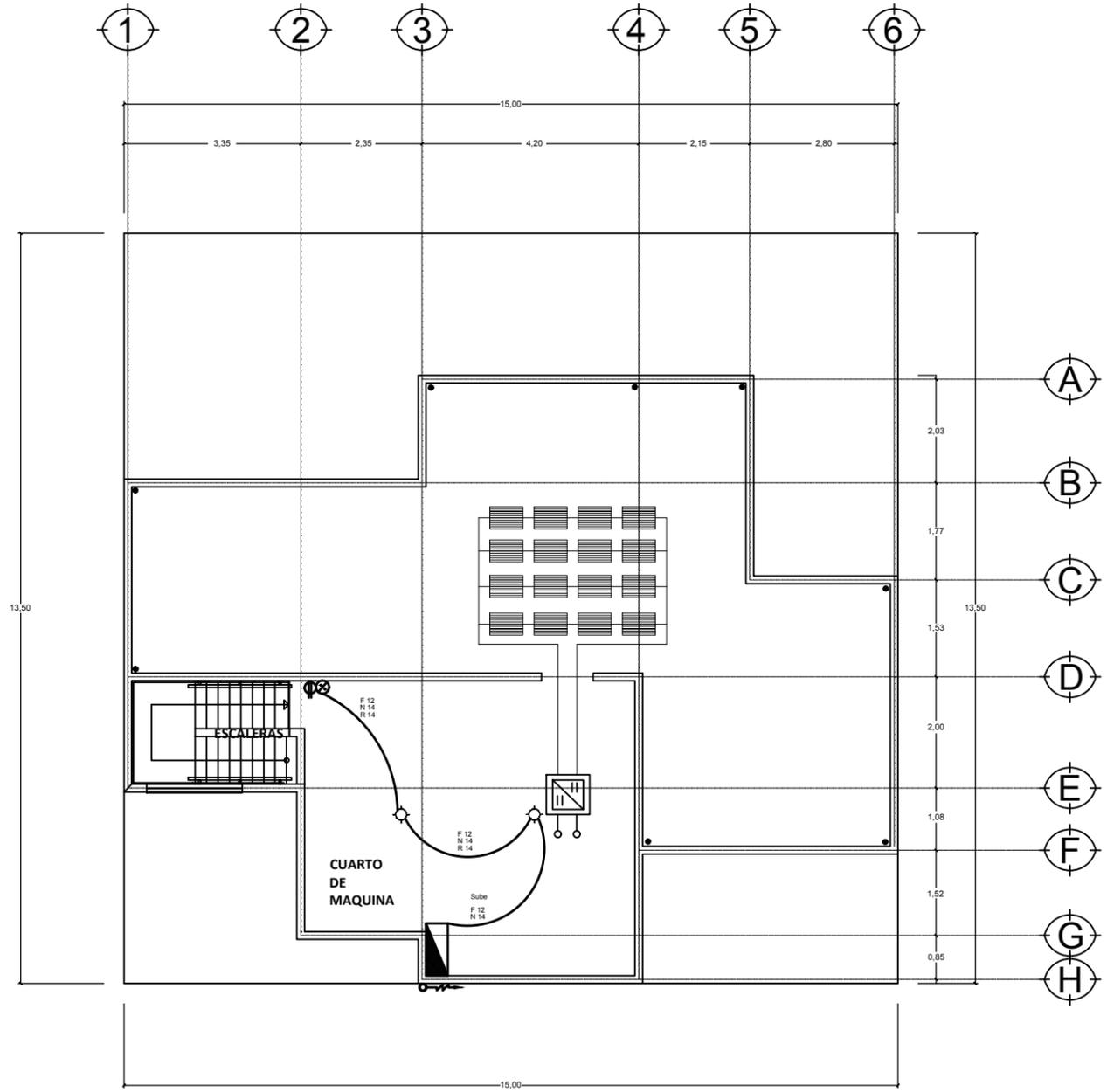
INSTALACIÓN ELÉCTRICA - CASA HABITACIÓN

PROPIETARIO: Francisca García Domínguez

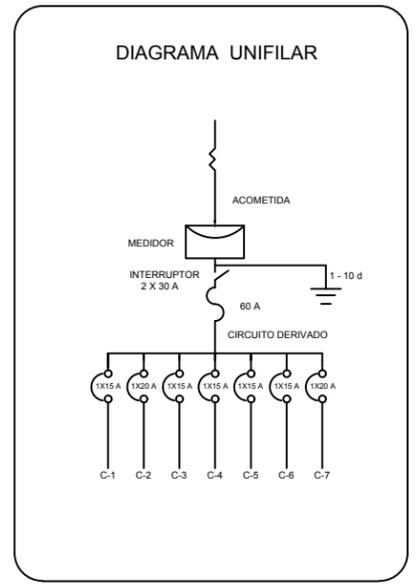
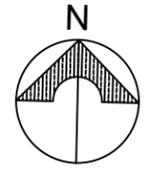
UBICACIÓN: Morelia 87 Col. Aviación 1era secc. en el Municipio Huahuapán de León, Oaxaca

REALIZADO POR:
VAZQUEZ LOPEZ LAURA CECILIA
VAZQUEZ LOPEZ MIRIAM





ELÉCTRICO PLANTA AZOTEA Fuente: Autoría propia



CUADRO DE CARGAS, TABLERO NQO-8/7, 1F-2H,127 VOLTS.

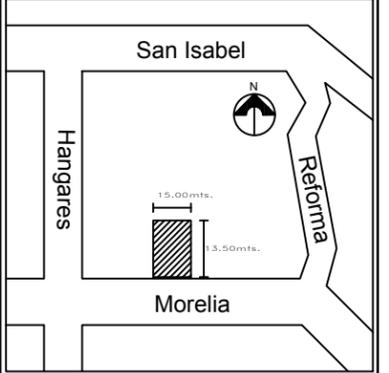
CIRCUITO Nº	WATTS								TOTAL WATTS	CORRIENTE EN AMPERES CORREGIDA		
	5 W	7 W	8 W	9 W	12 W	13 W	16 W	140W 125W				
P. B.	C-1							3	1	545	3.63	
	C-2	2		3	2	2	9	1	18	2'459	16.39	
	C-3		3					1	2	5	690	4.60
P. A.	C-4								2	1	405	2.7
	C-5	1				2	3			6	818	3.20
	C-6				1	3	2	3		18	2'369	15.79
AZOTEA	C-7						2			1	151	1.01
TOTAL	3	3	3	3	8	16	6	5	50			

CARGA TOTAL INSTALADA = 7437 W

SIMBOLOGÍA

- TABLERO DE DISTRIBUCION DE ALUMBRADO Y CONTACTOS
- MEDIDOR CIA. DE LUZ
- CONTACTOS
- ACOMETIDA CIA. DE LUZ
- MUFA
- LINEA ENTUBADA POR MUROS Y LOSA.
LINEA ENTUBADA POR PISO
- APAGADOR SENCILLO
- APAGADOR DE 3 VÍAS O DE ESCALERA
- APAGADOR DE 4 VÍAS O DE PASO
- SALIDA INCADESCENTE DE CENTRO
- CONEXION DE PUESTA A TIERRA
- INTERRUPTOR DE SEGURIDAD DE 2 X 30 A
- PARARRAYOS
- PANELES SOLARES DE 255 W
- INVERSOR DE CORRIENTE DE 6,000 Whatts.

UBICACIÓN



OBSERVACIONES

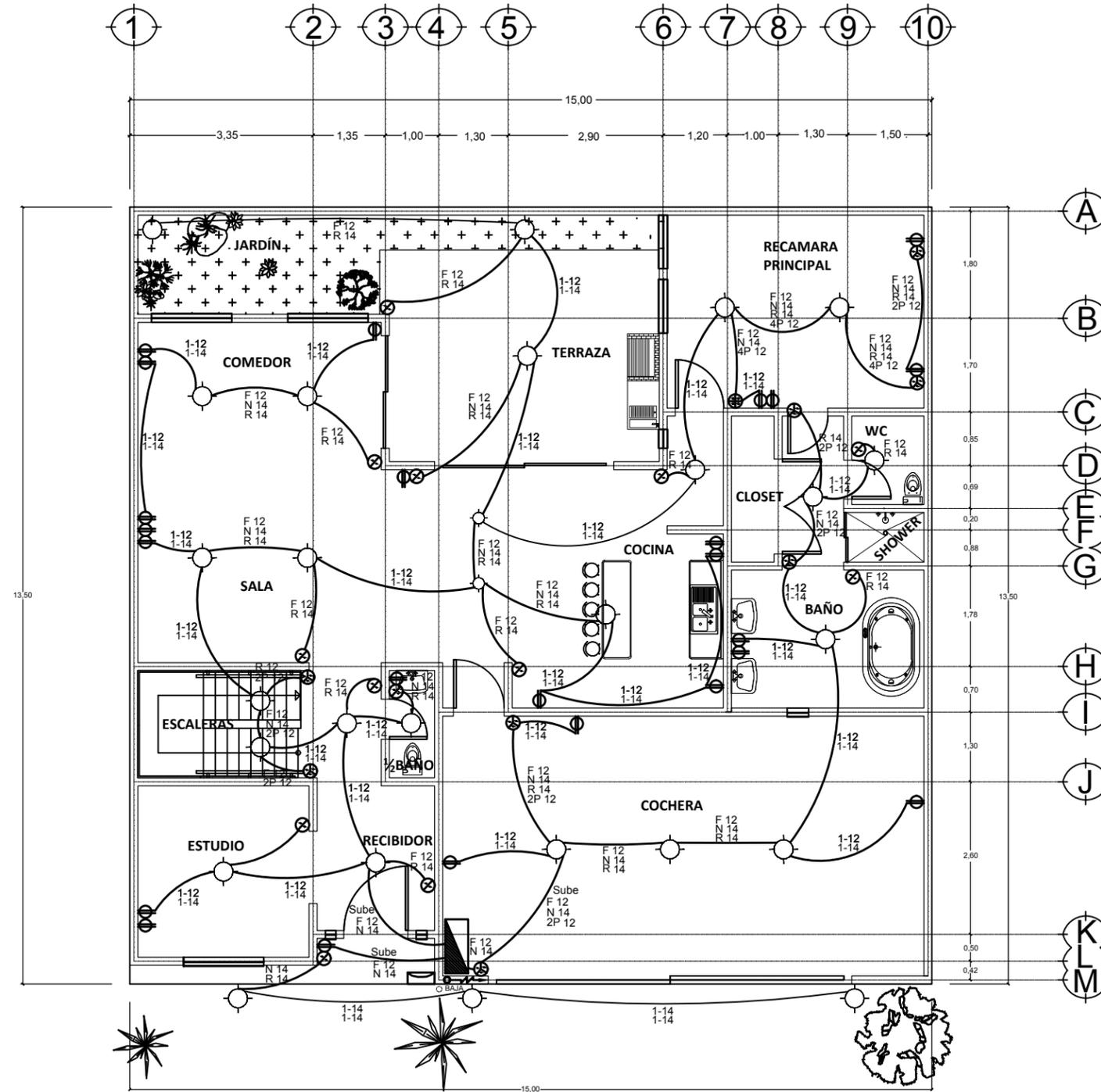
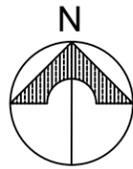
La Tierra Fisica esta debidamente conectada a los Contactos.

INSTALACIÓN ELÉCTRICA - CASA HABITACIÓN

PROPIETARIO: Francisca Garcia Dominguez
UBICACIÓN: Morelia 87 Col. Aviación 1era secc. en el Municipio Huahuapan de León, Oaxaca

REALIZADO POR:
VAZQUEZ LOPEZ LAURA CECILIA
VAZQUEZ LOPEZ MIRIAM





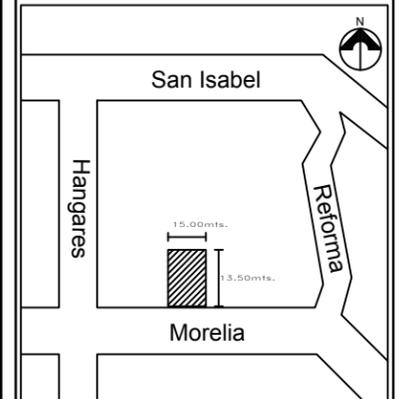
ELÉCTRICO PLANTA BAJA

Fuente: Autoría propia

SIMBOLOGÍA

- TABLERO DE DISTRIBUCION DE ALUMBRADO Y CONTACTOS
- MEDIDOR CIA. DE LUZ
- CONTACTO
- ACOMETIDA CIA. DE LUZ
- MUFA
- LINEA ENTUBADA POR MUROS Y LOSA.
- LINEA ENTUBADA POR PISO
- APAGADOR SENCILLO
- APAGADOR DE 3 VÍAS O DE ESCALERA
- APAGADOR DE 4 VÍAS O DE PASO
- SALIDA INCADESCENTE DE CENTRO
- CONEXION DE PUESTA A TIERRA
- INTERRUPTOR DE SEGURIDAD DE 2 X 30 A

UBICACIÓN



OBSERVACIONES

La Tierra Fisica esta debidamente conectada a los Contactos.

INSTALACIÓN ELÉCTRICA - CASA HABITACIÓN

PROPIETARIO: Francisca García Domínguez

UBICACIÓN: Morelia 87 Col. Aviación 1era secc. en el Municipio Huahuapán de León, Oaxaca

REALIZADO POR:
VAZQUEZ LOPEZ LAURA CECILIA
VAZQUEZ LOPEZ MIRIAM



CONCLUSIONES



México es privilegiado en cuanto a su extensión territorial la cual ayuda a la captación de la energía solar (luz natural) que es renovable, obtenida a partir del aprovechamiento de la radiación electromagnética procedente del Sol.

La radiación solar que alcanza llegar a la Tierra ha sido aprovechada por el ser humano desde la Antigüedad, mediante diferentes técnicas y tecnologías que han ido evolucionando. Hoy en día, el calor y la luz del Sol puede aprovecharse por medio de diversos captadores como las células fotovoltaicas, transformarse en energía eléctrica.

En cualquier caso, el interés de este sistema eléctrico propuesto en el presente trabajo de investigación se puede decir que es amigable con el medio ambiente y además no solo permite un ahorro económico por concepto de consumo de energía en el hogar; sino, en la economía de los residentes de la misma, sin embargo esta tecnología resulta todavía un tanto costosa durante la ejecución del proyecto pero llega a ser sustentable en un tiempo de vida útil.

Considerando para que opere el sistema fotovoltaico es necesario considerar el empleo de luminarias tipo LED, la tierra física y todos los dispositivos que se utilizan para el almacenamiento y distribución de la energía eléctrica en casa habitación.

Este tipo de sistema se puede utilizar en lugares donde el suministro de energía eléctrica en un tiempo prolongado no efectuara la ampliación de la Red Nacional de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

Este trabajo con el que obtenemos la presente tesis, sirve como ejemplo o ejercicio para la práctica profesional para el alumnado de la carrera de Ingeniería Civil o para cualquier persona interesada en este tipo de proyectos de autoconsumo.

BIBLIOGRAFÍA



- Cultura Juvenil, Consultor Didáctico, Segraco SA de CV. Tomo 2, Tomo 4, Tomo 1.
- Mc Graw-Will Serie de Compendios Schaum, Teoría y Problemas de Fundamentos de Física II, Libros, McGraw-Hill de México SA de CV, editorial Litografía de México SA de CV.
- Arqueología de los Primeros Civilizaciones, Orígenes del Hombre, El Primer Hombre (1).
- Thomas H. McConnell, III M.D.F.C.A.P., Kerry L. Hull, Ph. D. El cuerpo humano, forma y función, Fundamentos de anatomía y fisiología.
- Antonio Madrid, Antonio Madrid Vicente, Energías renovables: Fundamentos, tecnologías y aplicaciones, Edición ilustrada, Celesa, 2008, ISBN 8484763587, 9788484763581
- José Luis Navarro Lizandra, Fundamentos del Diseño, UNIVERSITA 1 Jaume I, Temas para la introducción a los Fundamentos del Diseño.
- Peter J. Hayten, El color en Arquitectura y Decoración, tercera Edición, L.E.D.A. las Ediciones de Arte, Riera San Miguel, 37 Barcelona España.
- José Luis Moia, Como se Proyecta una Vivienda, GG, Editorial Gustavo Gili, SL, Barcelona, España.
- Peter Neufert-Ludwing Neff, Casa-Vivienda-Jardín, El proyecto y las medidas en la construcción, GG, Editorial Gustavo Gill, SA.
- Javier María Méndez Muniz, Rafael Cuervo G. Energía Solar Fotovoltaica, ECA Instituto de Tecnología y Formación S.A.U. Fundación Confemetal.

- Tesis: Basilio Ugarte Ulises, Diseño del sistema de distribución en unidades habitacionales tipo vertical y uso eficiente de la energía en su alumbrado público, 2014, UNAM.
- Tesis: Mercadal Martínez Juan Manuel, Fotoceldas Solares como Alternativa Energética para México, UNIVERSIDAD LA SALLE.
- Tesis: Leyva Carmona, Sofia Rossana, Diseño e implementación de una red de lámparas para interiores basadas en tecnología led, monitoreadas y controladas por transceiver de alta frecuencia.UNAM, 2014.
- Ramón Guerrero Pérez, UF0150: Replanteo y Funcionamiento de las Instalaciones Solares Fotovoltaicas, Certificado de Profesionalidad ENAE0108-Montaje y Mantenimiento de Instalaciones Solares Fotovoltaicas, IC Editorial.
- Folleto Color Life, Espacios que inspiran, Comex, Código: 19A9821751.
- Folleto Funtional Home LIGHTING “PHILLIPS”.
- Ficha Técnica: Lámparas “PHILLIPS”; Led, Par 30, Led Colores, Decorativos, CPO TT 140 W.
- Ing. Becerril L. Diego Onesimo, Instalaciones Eléctricas Practicas, 12 Edición, 2015

MESOGRAFÍA



DESCRIPCION	HORA	DIA	MES	AÑO
http://apuntescientificos.org/tablas-iluminacion.html	12:30	29	Septiembre	2015
www.biografiasyvidas.com	8:45	1	Octubre	2015
http://www.ecured.cu/iluminacionelectrica	11:32	6	Octubre	2015
www.beevoz.mx/2014/11/12/cual-es-el-origen-de-las-velas/	8:38	10	Octubre	2015
www.mailxmail.com/curso-energia/electricidad-historia-breve	14:12	15	Octubre	2015
www.tiposde.org/ciencias-exactas/535-tipos-de-corriente/	14:15	4	Enero	2016