

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN  
VIVIENDAS EXISTENTES, PARA LA INSTALACIÓN DE DISPOSITIVOS DOMÓTICOS DE  
TECNOLOGÍAS ABIERTAS QUE PERMITAN EL CONTROL DE SEGURIDAD E  
ILUMINACIÓN

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos  
para optar por el título de Tecnólogo en Construcción y Domótica.

Profesor Guía  
Ing. Carlos Aulestia

Autor  
Cesar Geovanny Quilumbaqui Alta

Año  
2016

## DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

-----  
Carlos Augusto Aulestia Valencia

Ingeniero de Sonido y Acústica

CC: 1714965041

### DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

-----  
Cesar Geovanny Quilumbaqui Alta

CC: 1002971552

## AGRADECIMIENTOS

A Dios, a mis profesores quienes han compartido su sabiduría a lo largo de mi carrera. A las autoridades de la UDLA por su apoyo. A mi esposa Beliza por sus consejos y ánimos para realizar mis sueños. A mi profesor guía Ing. Carlos Aulestia por haber aceptado este reto, agradezco sus consejos, su guía y paciencia.

## DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a Dios, a mi esposa Bely, a mis padres, mis hermanos, que son el pilar más importante en mi vida.

## RESUMEN.

Para la propuesta de mejoramiento de las instalaciones eléctricas e incorporación de dispositivos domóticos, es necesario involucrar muchas definiciones en el campo de la electricidad y la domótica que son fundamentales para un técnico.

La situación de la vivienda en aspectos de seguridad es evaluada mediante una gestión de riesgos, que involucra la seguridad para las personas y el inmueble, describiendo aspectos puntuales como los riesgos eléctricos, de intrusión y de incendio

Mediante la ejecución de un levantamiento de los diferentes elementos que componen un circuito eléctrico se puede establecer un diagnóstico de las instalaciones eléctricas. Esto ayudará a identificar las falencias de la vivienda en aspectos de iluminación, permitiendo realizar un estudio de iluminación. Posterior a esto y como complemento para la verificación del estado de las instalaciones eléctricas es necesario realizar un estudio de carga, para comprobar si los elementos de los circuitos están dentro de los parámetros establecidos por la Norma Ecuatoriana de la Construcción, NEC-10, tales como: dimensionamiento de calibre de conductor, protecciones, ubicación de elementos de un circuito como interruptores, tomacorrientes, entre otros.

Después de evaluar la situación de la vivienda en aspectos de iluminación y seguridad se establece los requerimientos necesarios incorporar dispositivos de control de iluminación y de seguridad, mediante tecnologías abiertas.

En la domótica las tecnologías aptas para potenciar la iluminación y seguridad en una vivienda existente son Zigbee y X10, la primera por ser una tecnología inalámbrica y la segunda de corrientes portadoras. Estas no requieren trabajos de cableado o de intervención de construcción civil en la vivienda que altere su infraestructura.

Finalmente se propone la utilización de equipos domóticos de tecnología abierta ZigBee que favorezcan el control de iluminación y seguridad en el inmueble, potenciando aspectos de confort, seguridad, comunicación y ahorro energético, que son ejes fundamentales en la domótico.

## ABSTRACT.

In order to propose an electrical installations improvement, and incorporate home automatic devices is necessary to involve many concepts in the electricity and home automation which are fundamentals to a technician.

The housing situation on safety issues is evaluated through risk management, which involves security for people and property, describing specific aspects such as electrical hazards, intrusion and fire.

Through implementation of an uprising the different elements that make up an electrical circuit you can establish a diagnosis of electrical installations. This will help identify the shortcomings of housing in aspects of lighting, allowing a study of lighting. Following this and in addition to checking the status of electrical installations is necessary to perform a load study to see if the circuit elements are within the parameters established by the Ecuadorian Standard Construction, NEC-10, such as sizing gauge wire, protection, location of circuit elements such as switches, sockets, among others.

After evaluation the situation of housing in lighting and security aspects of the necessary requirements it sets devices incorporate lighting control and security through open technologies.

Zigbee and X10 are home automation technologies suitable to enhance security and lighting to home. The first one it is important because it is a wireless technology and the second because it is a line carrier. Zigbee and X10 do not require any wiring or construction work inside the house which change its infrastructure.

Finally, the current document suggests to use home automation technologies, such as ZigBee because it helps to control the illumination and security in the house strengthening aspects of comfort, safety, communication, and energy saving, which are fundamental in the home automation.

# ÍNDICE

Introducción.....	1
1 Capítulo I. Generalidades.....	2
1.1 Domótica.....	2
1.1.1 Historia de la domótica .....	2
1.1.2 Principales ejes de la domótica .....	5
1.1.2.1 Confort.....	5
1.1.2.2 Comunicación.....	7
1.1.2.3 Seguridad. ....	8
1.1.2.4 Ahorro energético. ....	9
1.1.3 Tecnologías de la domótica.....	10
1.1.3.1 Elementos de un sistema domótico .....	10
1.1.3.2 Tipos de arquitectura en la domótica.....	12
1.1.3.3 Topología en las redes domóticas.....	15
1.1.3.4 Medios de transmisión en redes domóticas.....	16
1.1.3.5 Tecnologías Abiertas.....	22
1.2 Instalaciones eléctricas en viviendas unifamiliares.....	26
1.2.1 Circuitos de iluminación.....	28
1.2.1.1 Definiciones en el estudio de la luminotecnia.....	29
1.2.1.2 Elementos de un circuito de iluminación.....	31
1.2.2 Circuitos de tomacorrientes (Circuitos de fuerza).....	38
1.2.2.1 Elementos de los circuitos de fuerza.....	38
1.2.3 Sistemas de puesta A Tierra.....	40
1.2.3.1 Elementos de un sistema de puesta a tierra.....	40
1.2.4 Sistemas de protección.....	43
1.2.4.1 Protecciones eléctricas contra cortocircuitos y sobrecargas.....	43
1.2.5 Identificación de conductores en las instalaciones eléctricas.....	45
1.2.6 Canalizaciones y ductos para las instalaciones eléctricas.....	46
1.2.7 Normas eléctricas aplicadas en viviendas unifamiliares en el Ecuador.....	46
1.2.7.1 Instalaciones de iluminación y tomacorrientes.....	47

1.2.7.2 Sistema de puesta a tierra.....	48
<b>2. Capítulo II. Descripción de la vivienda sobre el cual se aplicará el proyecto.....</b>	<b>49</b>
2.1 Planos generales de la vivienda .....	49
2.2 Estudio lumínico y de seguridad de la vivienda.....	51
2.2.1 Estudio lumínico.....	51
2.2.2 Seguridad en la vivienda.....	59
2.3 Definición de las necesidades de mejoramiento de las instalaciones eléctricas en la vivienda.....	61
2.3.1 Instalaciones de circuitos de iluminación.....	62
2.3.2 Instalaciones de circuitos de fuerza.....	65
2.3.3 Levantamiento de cargas y conductores .....	68
2.3.3.1 Aparatos de medición y magnitudes eléctricas.....	68
2.3.3.2 Cargas y conductores.....	70
2.3.4 Instalaciones de puesta a tierra y protecciones de los circuitos eléctricos.....	72
<b>3. Capítulo III. Propuesta de mejoramiento de las instalaciones eléctricas.....</b>	<b>75</b>
3.1 Manual de procesos para el mejoramiento de los circuitos de iluminación y tomacorrientes.....	75
3.1.1 Cálculo de iluminación a partir de planos de la vivienda.....	76
3.1.2 Instalaciones en puntos de control de iluminación.....	86
3.1.3 Instalación en puntos de iluminación.....	88
3.1.4 Instalación en puntos de tomacorrientes .....	90
3.1.5 Instalaciones de puesta a tierra.....	93
3.2 Normas eléctricas aplicadas al proyecto.....	94
3.2.1 Instalación de circuitos de iluminación.....	94
3.2.2 Instalación de circuitos de fuerza.....	94
3.2.3 Instalación de puesta a tierra.....	95

4. Capítulo IV. Descripción de dispositivos domóticos para el control de iluminación y seguridad. ....	96
4.1 Dispositivos domóticos de tecnologías abierta .....	96
4.1.1 Dispositivos domóticos ZigBee.....	96
4.1.2 Dispositivos domóticos X10.....	100
4.2 Requerimientos de dispositivos domóticos en los sistemas eléctricos para el control de iluminación y seguridad. .	101
4.2.1 Circuitos de iluminación.....	102
4.2.2 Circuitos de fuerza.....	103
5. Capítulo V. Propuesta de mejoramiento de la Iluminación y seguridad en la vivienda.....	106
5.1 Definición de las necesidades domóticas en la vivienda. ....	106
5.1.1 Control de seguridad. ....	106
5.1.2 Control de iluminación. ....	107
5.2 Propuesta de dispositivos domóticos con tecnología abierta ZigBee. ....	107
5.2.1 Control de iluminación con equipos de tecnología ZigBee, Instalación, funcionamiento y planos de ubicación de dispositivos en la vivienda.....	110
5.2.3 Control de seguridad con equipos de tecnología ZigBee, instalación, funcionamiento y planos de ubicación de dispositivos en la vivienda.....	119
5.2.3.1 Control de anti-intrusión.....	119
5.2.3.2 Control de anti-siniestros .....	121
5.2.3.3 Funcionamiento del sistema de seguridad de tecnología ZigBee, y planos de ubicación de dispositivos en la vivienda.....	126
6. Capítulo Vi. Conclusiones Y Recomendaciones. ....	131
6.1 Conclusiones .....	131
6.2 Recomendaciones.....	135

Referencias.....	137
Anexos.....	142

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Aspectos fundamentales en la domótica.....	5
Figura 2. Confort en el hogar.....	7
Figura 3. Comunicación de los dispositivos dentro del hogar.....	8
Figura 4. Sistema de seguridad Domótica.....	9
Figura 5. Principales aspectos de gestión en el Ahorro Energético .....	10
Figura 6. Ejemplos de elementos de un Sistema Domótico.....	12
Figura 7. Arquitectura Domótica Centralizada.....	13
Figura 8. Arquitectura Domótica Descentralizada .....	13
Figura 9. Arquitectura Distribuida.....	14
Figura 10. Arquitectura Mixta.....	15
Figura 11. Topologías en una red doméstica .....	16
Figura 12. Par Trenzado.....	17
Figura 13. Cable UTP.....	18
Figura 14. Cable UTP Blindado.....	18
Figura 15. Cable Coaxial.....	19
Figura 16. Fibra óptica composición .....	19
Figura 17. Tipos de Fibra Óptica.....	20
Figura 18. Escala señales infrarrojas y las radiofrecuencias.....	21
Figura 19. Logotipo X10.....	23
Figura 20. Funcionamiento de sistemas X10 .....	23
Figura 21. Logotipo de ZigBee .....	25
Figura 22. Interruptor simple .....	31
Figura 23. Conmutador tres vías.....	32
Figura 24. Pulsador conectado a una lámpara.....	33
Figura 25. Dimmer conectado a una lámpara.....	33
Figura 26. Partes de una luminaria.....	34
Figura 27. Partes de una luminaria.....	34
Figura 28. Partes de un Tomacorriente.....	38
Figura 29. Tomacorriente Polarizado .....	39
Figura 30. Tomacorriente no polarizado.....	39
Figura 31. Fusible.....	43
Figura 32. Disyuntor termo- magnético Schneider .....	45
Figura 33. Ubicación de la vivienda.....	49
Figura 34. Distancio-metroHILTI .....	50

Figura 35. Características técnicas de distancio metro HILTI .....	51
Figura 36. Luxómetro HS1010A .....	52
Figura 37. Curvas isolux de los niveles de iluminación de un ambiente de la vivienda .....	56
Figura 38. Niveles de iluminacion en la vivienda mediante una escala de colores.....	58
Figura 39. Situación de seguridad externa de la vivienda. ....	59
Figura 40. Gestión de riesgos en las viviendas .....	60
Figura 41. Mapa de Riesgos del interior de la vivienda.....	61
Figura 42. Interruptor utilizado en la vivienda.....	63
Figura 43. Conductores conectados a interruptores.....	63
Figura 44. Tomacorriente utilizado en la vivienda .....	66
Figura 45. Conductores conectados a tomacorriente.....	67
Figura 46. Multímetro Fluke 376.....	69
Figura 47. Identificación de conductores instalados.....	72
Figura 48. Estado de sistema de puesta a tierra en la vivienda .....	73
Figura 49. Tablero de distribución de la vivienda. ....	74
Figura 50. Detalle de conexión de conductores a equipos de control de iluminación .....	86
Figura 51. Detalle de ubicación de interruptor.....	87
Figura 52. Detalle de ubicación de conmutador .....	87
Figura 53. Detalle de posición de interruptor.....	88
Figura 54. Tipos de cajetines .....	88
Figura 55. Ejemplo de luminarias.....	89
Figura 56. Disposición de tomacorrientes en ambientes con mobiliario .....	91
Figura 57. Disposición de tomacorrientes en mesón de cocina .....	91
Figura 58. Disposición de varilla cobre una instalación de puesta a tierra. ....	93
Figura 59. Estructura del sistema Zigbee .....	98
Figura 60. Estructura del sistema x10 .....	101
Figura 61. Casquillos de lamparas .....	102
Figura 62. Tipos de tomacorrientes y adptadores de poder .....	104
Figura 63. Niveles de iluminación en el ambiente de la habitacion principal .....	111
Figura 64. Distribucion de la intensidad luminosa en 3D.....	112
Figura 65. Gateway Hue Phillips .....	113
Figura 66. Dimmer-switch HUE .....	114
Figura 67. Bombilla LED HUE Personal Wireless Lighting.....	115
Figura 68. Conexion de gateway HUE con router de internet .....	116

Figura 69. Aplicación de HUE en IOS .....	117
Figura 70. Instalacion fisica de dimmer HUE.....	117
Figura 71. Conexión de dispositivos HUE .....	118
Figura 72. Cerradura kwikset .....	120
Figura 73. Detector de humo Wuliam con tecnología ZigBee. ....	121
Figura 74. Detector de gas Wuliam con tecnología ZigBee.....	122
Figura 75. Sensor de movimiento Clímax Technology. ....	123
Figura 76. Sirena inalámbrica de Clímax Technology. ....	124
Figura 77. Sensor de rotura de vidrios inalámbrica de Clímax Technology....	125
Figura 78. Wireless Gateway protocolo ZigBee. ....	126
Figura 79. Router ZigBee. ....	127
Figura 80. Ingreso a la aplicación Smart Home.....	129
Figura 81. Interfaz principal de Smart Home. ....	129
Figura 82. Configuración de Smart Home. ....	130
Figura 5.18: Configuración de cuentas.....	130

## INDICE DE TABLAS.

Tabla 1: Niveles de iluminación sugeridos .....	30
Tabla 2: Tipos de lámparas y sus características principales.....	35
Tabla 3: Características de una lámpara LED frente a otras lámparas .....	37
Tabla 4: Areas de ambientes de la vivienda.....	50
Tabla 5: Datos de mediciones de luz en ambientes de la vivienda. ....	54
Tabla 6: Resumen de datos de mediciones de iluminación realizadas. ....	54
Tabla 7: Estado general de interruptores en la vivienda.....	64
Tabla 8: Estado general de tomacorrientes en la vivienda.....	67
Tabla 9: Especificación técnica de multímetro <i>Fluke 376</i> .....	69
Tabla 10: Características técnicas <i>Fluke 376</i> .....	69
Tabla 11: Levantamiento de cargas de la vivienda. ....	71
Tabla 12: Datos del ambiente de la habitación principal. ....	77
Tabla 13: Niveles de iluminación según las normas IRAM.....	78
Tabla 14: Identificación de la altura de suspensión de una luminaria .....	79
Tabla 15: Criterios para establecer la altura de las luminarias.....	79
Tabla 16: índice de refracción local .....	80
Tabla 17: Coeficiente de reflexión .....	81
Tabla 18: Factor de utilización.....	82
Tabla 19: Factor de mantenimiento .....	82
Tabla 20: Cálculo de lámparas mediante el método de los lúmenes. ....	85
Tabla 21: Características de la tecnología Zigbee.....	98
Tabla 22: Comparación de tecnologías inalámbricas .....	99

## **Introducción.**

Las instalaciones eléctricas de las viviendas unifamiliares en el Ecuador en ocasiones se realizan de forma empírica, evitando las normas como la NEC (norma Ecuatoriana de la Construcción) en su capítulo 15 que hace referencia a las instalaciones electromecánicas. La utilización de normas y códigos, además de un diseño adecuado por los profesionales competentes garantizan una buena calidad en el funcionamiento del sistema eléctrico, brindando seguridad para la vivienda y sus ocupantes.

La incorrecta construcción de la vivienda, específicamente de las instalaciones eléctricas, expone a los ocupantes a un potencial riesgo e influye en un deterioro del inmueble en aspectos eléctricos. De la misma manera, la intervención no profesional en la construcción y remodelación posteriores incurren en un deterioro del inmueble, que afectan directamente a sus habitantes. Las normas dan parámetros al técnico para reforzar los conocimientos en los distintos campos de la electricidad y también sirve de guía para una revisión integral de un sistema eléctrico.

El estado de la vivienda específicamente de las instalaciones eléctricas permiten la incorporación de dispositivos domóticos, pues las instalaciones deben cumplir ciertos requerimientos, como seguridad, funcionalidad, que garanticen un buen acoplamiento de los sistemas domóticos y eléctricos.

La domótica surge a partir de una necesidad de dar un servicio, ya sea básico, intermedio o avanzado, que permita incorporar nuevas tecnologías, así como para aplacar muchos problemas después de la construcción de la vivienda en áreas como el confort, comunicación, seguridad y ahorro energético, que para la domótica son aspectos fundamentales que requiere potenciar. Es así, que la domótica logra integrar todas las variables medibles del inmueble para que este pueda ser controlada por el usuario, desde una central domótica o, gracias al avance tecnológico actual, tan solo con una aplicación desde un teléfono móvil.

## **1 Capítulo I. Generalidades.**

### **1.1 Domótica.**

Existen definiciones que se otorga a la palabra domótica, por ejemplo el diccionario de la Real Academia Española, dice que la domótica proviene de unir dos palabras en latín “*Domus*”, que significa casa, y la palabra “*tica*” de *automática* de origen griego que significa: que funciona por sí sola; dentro de este contexto se define como: “Conjunto de sistemas que automatizan las diferentes instalaciones de una vivienda.” (Española, s.f.). Otros autores coinciden en que la palabra domótica proviene de la unión de dos palabras: *Domus* (que en latín significa CASA), *Tica* (que significa en griego AUTOMATICA) (Yanez Isabel , 2010, pág. 1).

Es así que la domótica se define como el conjunto de sistemas que se pueden integrar en un hogar, para mejorar la calidad de vida de los ocupantes, potenciando aspectos fundamentales como son el confort, comunicación, ahorro energético, y seguridad.

#### **1.1.1 Historia de la domótica**

El hombre a lo largo de la historia ha ido evolucionando y acomodando su entorno para su beneficio. La historia de la domótica comprende una serie de etapas iniciando con los primeros protocolos de control hasta grandes protocolos que realizan funciones integradas complejas en el hogar y en la industria. La evolución y el progreso de la domótica van de la mano con la intervención directa del hombre reacomodando la vivienda.

Cuando aparece la electricidad trae consigo un grado de confort al permitir que el ser humano cree aparatos que faciliten un sin número de actividades. Todo esto implica la creación de diversos equipos como maquinas lavadoras, secadoras, motores eléctricos, entre otros. Otro salto de evolución hacia la electrónica, marca un hito de gran importancia en la domótica al integrar dispositivos como micro-controladores a las maquinas eléctricas, permitiendo desarrollar rutinas y así regular e integrar procesos, muchas veces complicados, otros rutinarios, como por ejemplo las lavadoras, el lavado

inteligente, apago automático, ahorro de agua, entre otras bondades que permitió en sus inicios la electrónica. (Yanez Isabel , 2010)

Las primeras instalaciones de sistemas domóticos fueron en aspectos muy superficiales en el hogar y una intervención a gran escala en la industria, en el primero no justificaba la inversión por el alto costo que esto significaba al usuario pues la forma de crear una automatización fue con varios sensores y actuadores que eran controlados por centrales que manejaban a cada sistema de una manera centralizada y esto significaba costos.

Uno de los países pioneros en la domótica en los años 80s fue Estados Unidos con varios proyectos, el que más destaca fue *Smarth House* dirigido por la firma NAHB (*Nacional Association of Home Builders*), por sus siglas en inglés, este proyecto pretendía unificar los distintos sistemas que se utilizaban en la automatización para dirigirlos a las viviendas, pues todos los proyectos hasta esa época eran dirigidos al sector industrial en su totalidad, restándole importancia al sector residencial. ( Electric Power Research Institute, 1992)

En Europa a mediados de los años 80 se suman esfuerzos seis empresas privadas para la normalización con el programa EUREKA, con el proyecto denominado *Integrated Home Systems*, , que pretendía implementar una red doméstica con normas que sean igualitarias en aspectos tecnológicos, crear un estándar para los sistemas de automatización domóticos, además, países que integran la Comunidad Económica Europea (CEE), crean un ambicioso programa denominado "ESPRIT" (*European Strategic Program for Research and Development of Information Technology*), que fue destinada a continuar con los proyectos planteados por EUREKA, en varias fases, donde se sumaron más empresas. (IEEE, 1988)

Japón no se quedó atrás en lograr incorporar la automatización en el hogar a mediados de los años 80s, la intervención de la Asociación de Industrias Electrónicas de Japón presentó el proyecto HBS (*home Bus Sytem*), este se

trataba de una normativa de un sistema de bus doméstico, propuesto por los fabricantes de esa época. (IEEE, 1987)

Después de muchas transiciones en los ejes de desarrollo mundial, la domótica ha logrado evolucionar en proporciones gigantescas en tan corto tiempo gracias a los proyectos mencionados por países pioneros en el desarrollo tecnológico. Con antecedentes de suma importancia han surgido en el mercado de la domótica estándares domóticos como: x10, CEBus, LonWorks, KNX entre otros.

Hoy en día gracias al desarrollo tecnológico y la inquebrantable relación de las telecomunicaciones con la tecnología, así como la aparición de nuevos estándares en la domótica, y la increíble globalización gracias al internet, es posible, la implementación de sistemas domóticos no tan costosos como muchas fabricantes lo conciben, sino de fácil acceso para la viviendas y edificios de una manera sencilla que cubran necesidades con una nueva visión de evolución.

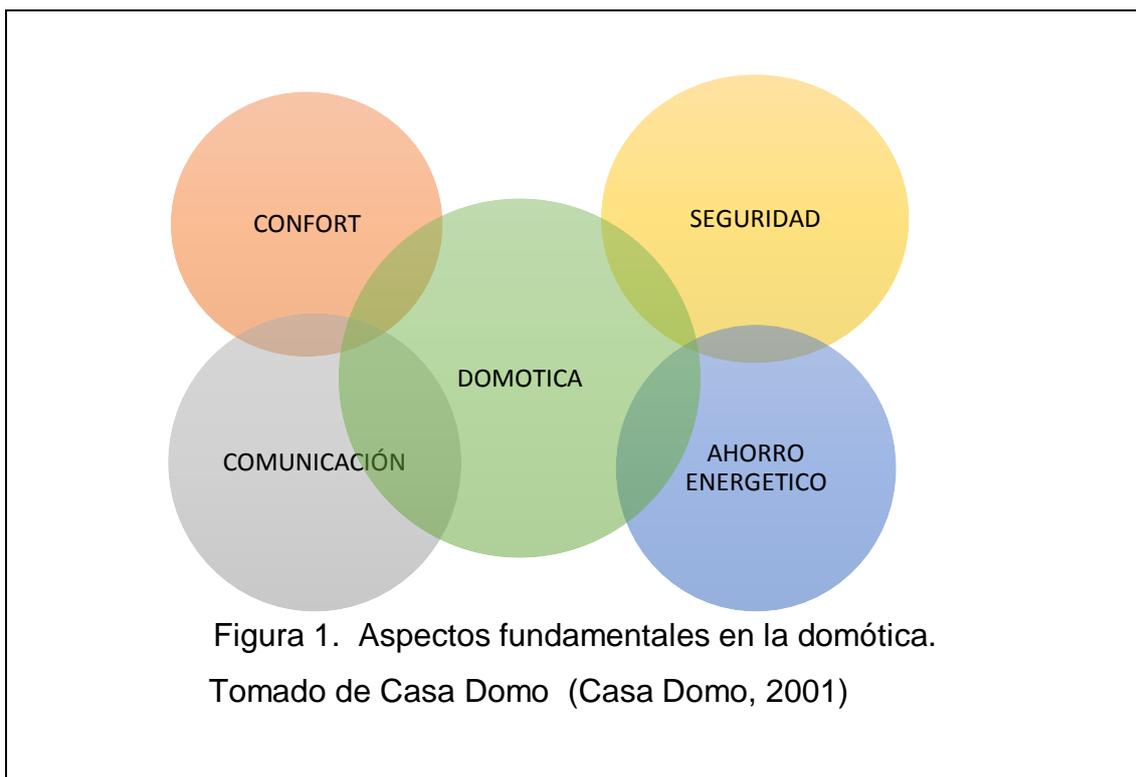
### **Ventajas de la domótica**

La domótica como tal nos brinda una amplia gama de posibilidades tecnológicas y de automatización para una vivienda, brindándole una serie de ventajas, siendo su eje principal el re-potenciamiento de los aspectos fundamentales como el confort, comunicación seguridad y ahorro energético. A continuación veremos las ventajas más relevantes que la domótica brinda al usuario. (Yanez Isabel , 2010)

- Optimización de recursos
- Aumento considerable en temas de seguridad en el hogar
- Control de cada ambiente del hogar y su verificación
- Mejoramiento de la calidad de vida en aspectos de control de climatización e iluminación
- Mejoramiento de servicios

### 1.1.2 Principales ejes de la domótica

La gestión en el hogar que la domótica se encarga de potenciar, resulta de integrar cuatro aspectos fundamentales como son: el ahorro energético, el confort del usuario, la seguridad y la comunicación, que involucran un funcionamiento simultaneo de equipos eléctricos y electrónicos que cubran necesidades específicas del usuario En la figura 1.1 se muestra la gestión de la domótica en los aspectos relevantes en el hogar. (Huidobro, 2007)



#### 1.1.2.1 Confort

El confort se resume en brindar bienestar a los ocupantes de la vivienda, es así que la domótica proporciona un grado de comodidad en el hogar involucrando distintos ejes de imprescindibles en la actualidad ( Institut Ildelfons Cerdá, 2000)

- Control de la Iluminación: la domótica logra consolidar un sistema eficiente de iluminación, adaptando el hogar a variaciones de luz solar, permitiendo incorporar persianas, sensores y otros dispositivos que se ajusten a las necesidades de cada ambiente y regulando la iluminación solo cuando es necesaria. Además el control automático de los dispositivos domóticos permite evitar desperdicios de energía al dejar luces prendidas y puedan ser apagadas desde cualquier lugar dentro y fuera del hogar.
- Control de servicios vía internet: la domótica evoluciona junto con la tecnología y se acopla al internet, logrando integrar al usuario con el hogar desde cualquier punto del planeta. Esto permite al usuario controlar el hogar mediante los dispositivos domóticos que cumplen específicas funciones otorgando un grado de confort.
- Control de accesos a la vivienda (video portero, cerraduras inteligentes): el perímetro de acceso de la vivienda también es un punto clave para el usuario en aspecto de confort, pues le permite saber quién toca la puerta, abrir la pueda desde lugares apartados de la vivienda. Abrir la puerta con la ayuda la cerradura inteligente, que está integrada a su teléfono móvil.
- Sistemas de ventilación y calefacción.



Figura 2. Confort en el hogar.

Tomado de Ingenieros, P. (2014).

### 1.1.2.2 Comunicación.

Mediante la domótica se logra integrar los distintos sistemas de comunicación existentes en el hogar. Mientras que la tecnología logra que los dispositivos domóticos estén en disposición de conexión a servicios de tv Satelital, de telefonía, todo esto a través de internet. Dentro de la comunicación es importante señalar las distintas aplicaciones posibles por parte de los sistemas domóticos, teniendo en cuenta que en la vivienda existe comunicación interna y comunicación hacia el exterior como se muestra en la figura 3. A continuación se señala los distintos aspectos relevantes en la comunicación que son proporcionados por los sistemas domóticos en el hogar. ( Institut Ildelfons Cerdá, 2000, pág. 20)

- Integración de dispositivos domóticos con el usuario mediante un dispositivo inteligente
- Transmisión de eventos que se susciten en el interior y exterior de la vivienda, desde una alarma hasta un dispositivo móvil del usuario.

- Intercomunicación entre los dispositivos instalados dentro del hogar para controlar eventualidades en general como intrusión y alarmas técnicas.



Figura 3: Comunicación de los dispositivos dentro del hogar.  
Tomado de Huidobro ,2007

### 1.1.2.3 Seguridad.

La seguridad en la vivienda involucra distintos aspectos como la seguridad de las personas, de los bienes, además del control y prevención de incidentes. La domótica proporciona un sistema único para integrar los distintos sistemas de seguridad que comúnmente se conocen. (Huidobro, 2007, pág. 91)

- a) Seguridad de las personas: la comunicación integral de los equipos y el usuario, incrementa una gestión en el control de la seguridad para las personas, permitiéndolas saber y conocer el estado de la vivienda, brindando una conexión directa con servicios de seguridad complementaria ante eventuales sucesos que perjudiquen al usuario.
- b) Seguridad de los bienes: el control de accesos, simulación de presencia, video vigilancia, alarmas de intrusión, entre otros, son aspectos que contribuyen a una gestión en la seguridad del hogar, integrando sus funciones individuales y acoplándolas a un sistema de seguridad central.

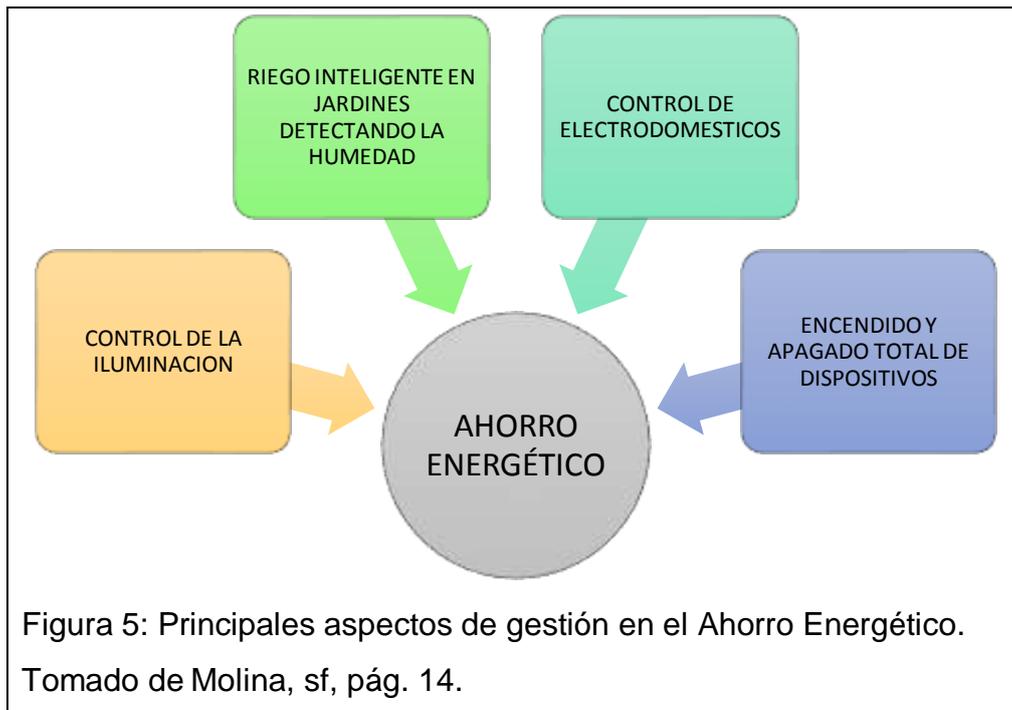
- c) Control y prevención de incidentes: Mediante las alarmas técnicas que cumplen un papel importante en la seguridad de las personas y los bienes, se pueden detectar incendios (emisión de CO<sub>2</sub>), fugas de agua, fugas de gas, entre otros incidentes, incrementando la seguridad del usuario y la vivienda.



#### 1.1.2.4 Ahorro energético.

La gestión de la energía eléctrica, y de recursos hídricos en la vivienda son los aspectos más relevantes en la domótica. Pues el control y la gestión de energía permiten un adecuado mecanismo de racionalizar el consumo, dando como resultado un beneficio directo al usuario en temas económicos. ( Institut Ildelfons Cerdá, 2000, pág. 11)

Con la utilización de temporizadores, sensores de presencia, sensores de luz, aire acondicionado inteligente, entre otras, se puede lograr una gestión correcta es aspectos de ahorro energético como se muestra en la figura 5.



### 1.1.3 Tecnologías de la domótica.

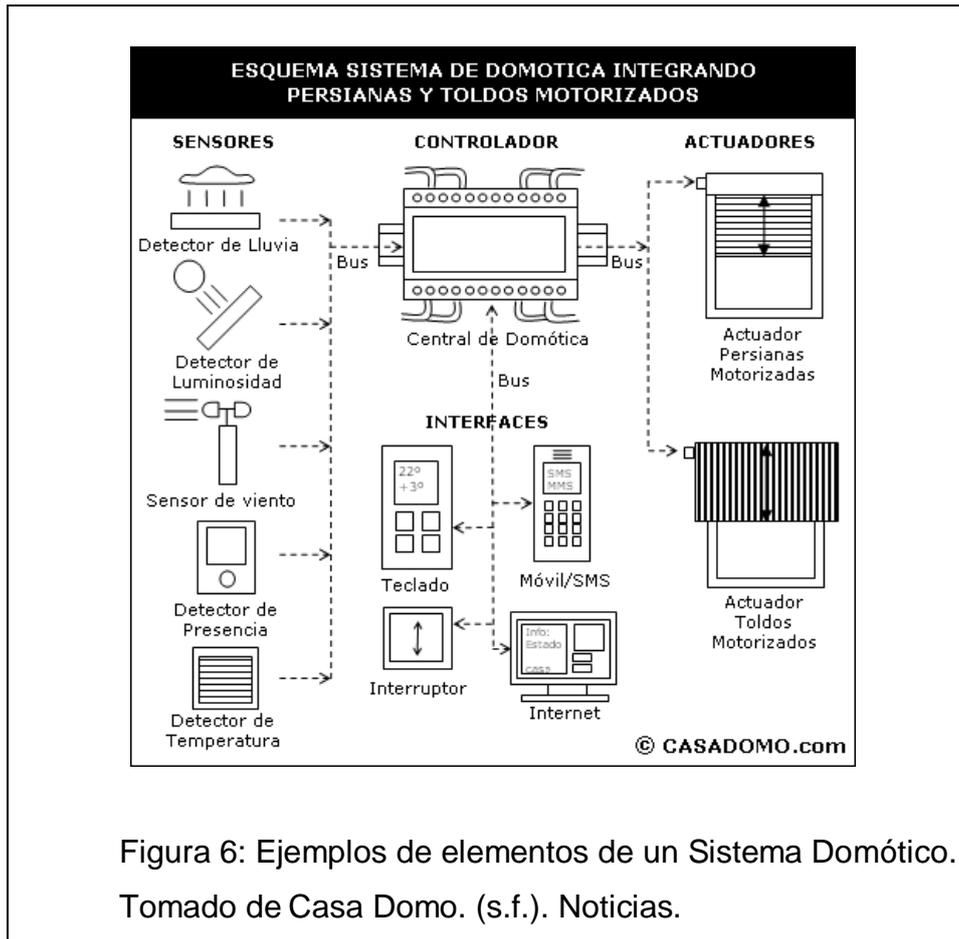
Existen varios aspectos técnicos que definen la utilización y la forma de generar conexiones entre los dispositivos en el hogar. Hablar de tecnologías de la domótica, involucra los elementos que involucra un sistema domótico, la topología de red que será utilizada, además los protocolos y estándares a emplear, y redes de comunicaciones que intervienen en la integración de todos los sistemas.

#### 1.1.3.1 Elementos de un sistema domótico

Los elementos que componen un sistema domótico están íntegramente relacionados con variables que se pueden medir, muchas veces pueden cumplir funciones por si solas, pero es necesario que exista una relación que permita ver un amplio panorama del entorno de la vivienda. (Casa Domo,

2001). Los elementos más principales que coinciden muchos textos de domótica que permiten una automatización son los siguientes:

- a) Sensores.- Este grupo de dispositivos se encarga de monitorear y convertir las distintas variables físicas en información para el sistema. Tenemos algunos ejemplos como: sensores de humo, iluminación, agua, temperatura, humedad, viento, entre otros.
  
- b) Controladores.- Son dispositivos que deciden la acción o acciones a tomar dependiendo de la programación que poseen o información que reciben para gestionar procesos en el sistema. Puede existir un solo controlador en el sistema o varios distribuidos en el hogar.
  
- c) Actuadores.- estos dispositivos se encargan de recibir y/o ejecutar órdenes directas del controlador en el sistema. Como por ejemplo: encendido /apagado, sube/baja, abrir/cerrar.
  
- d) Bus de comunicación Domótica.- es un medio de transmisión que lleva la información de cada uno de los dispositivos por un cableado propio, también se acoplan otros sistemas como la red eléctrica, de telefonía, red de datos, o de forma inalámbrica.
  
- e) Interface.- son las pantallas de los dispositivos como: Smartphone, Tablet, pantallas domóticas, desde donde se puede observar la información del sistema y controlar los diferentes equipos conectados al sistema domótico del hogar por parte de un usuario o varios.

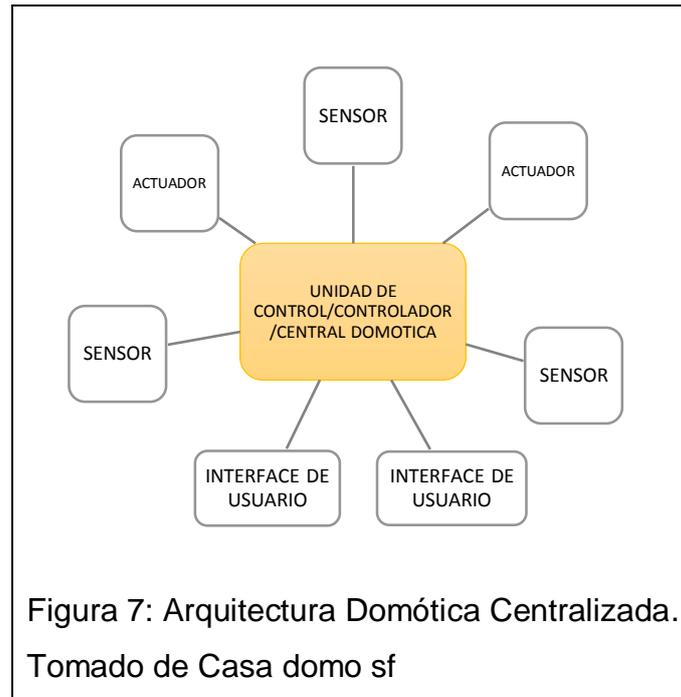


### 1.1.3.2 Tipos de arquitectura en la domótica.

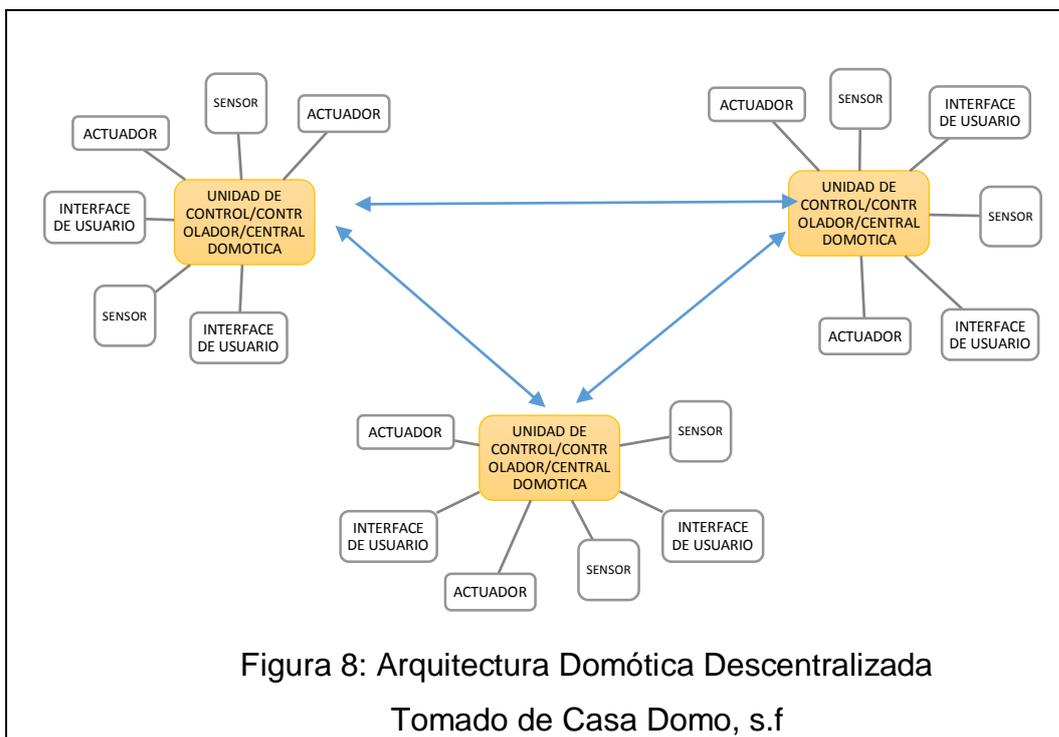
La arquitectura en un sistema domótico nos muestra cómo están distribuidos los distintos elementos como sensores, actuadores, interface, y controladores, conectados en un bus de comunicación entre cada uno de estos dispositivos

Los principales tipos de arquitectura en la domótica son cuatro (Casa Domo, 2004):

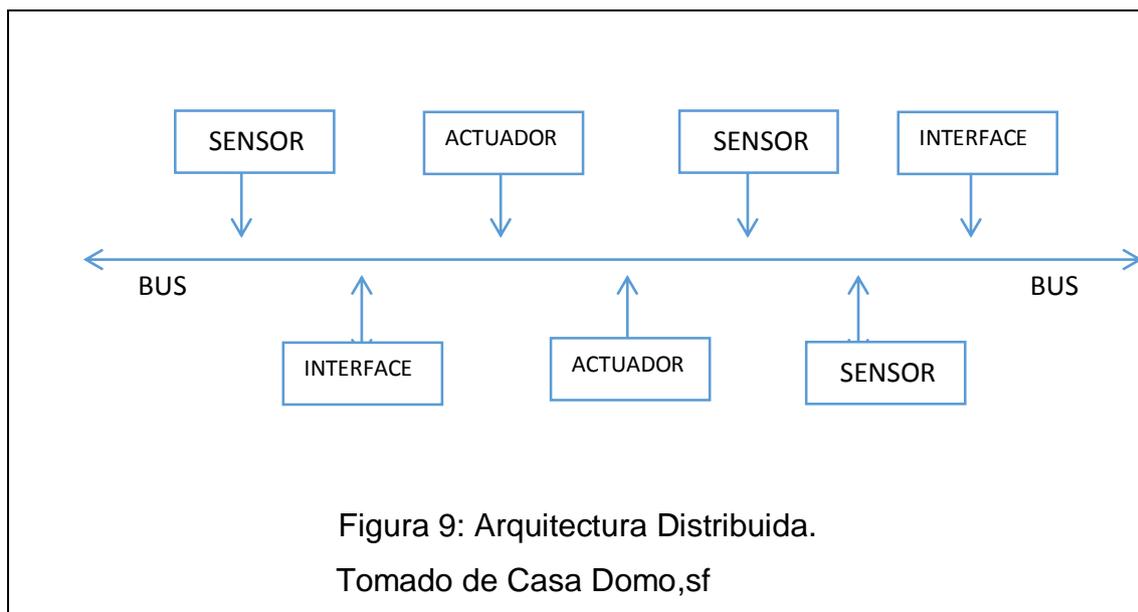
- a) Arquitectura Domótica Centralizada.- es aquella arquitectura en la que cada uno de los elementos del sistema domótico está conectado directamente a un sistema de control por un cableado independiente.



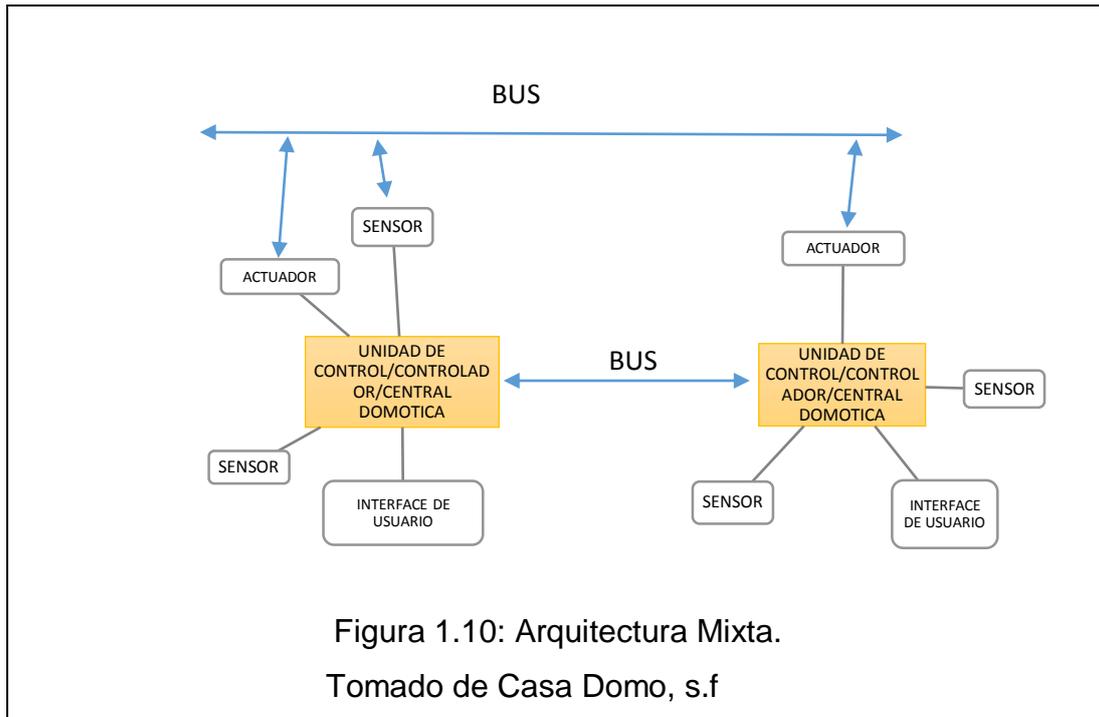
- b) Arquitectura Domótica descentralizada en esta arquitectura se puede observar que existen varios controladores que son conectados mediante un bus de comunicaciones, y los dispositivos como sensores, actuadores e interface, siguen conectados a los controladores como en la arquitectura descentralizada.



- c) Arquitectura Domótica Distribuida.- En esta arquitectura no existe una central que controle y ejecute distintas funciones en el sistema, pues los dispositivos como el sensor y actuador son capaces de actuar y enviar información al sistema según lo programado y están conectados directamente al bus pues disponen de un acoplador que permita un dialogo entre todos los dispositivos conectados, esto lo convierte en un sistema inteligente al no depender de una central.



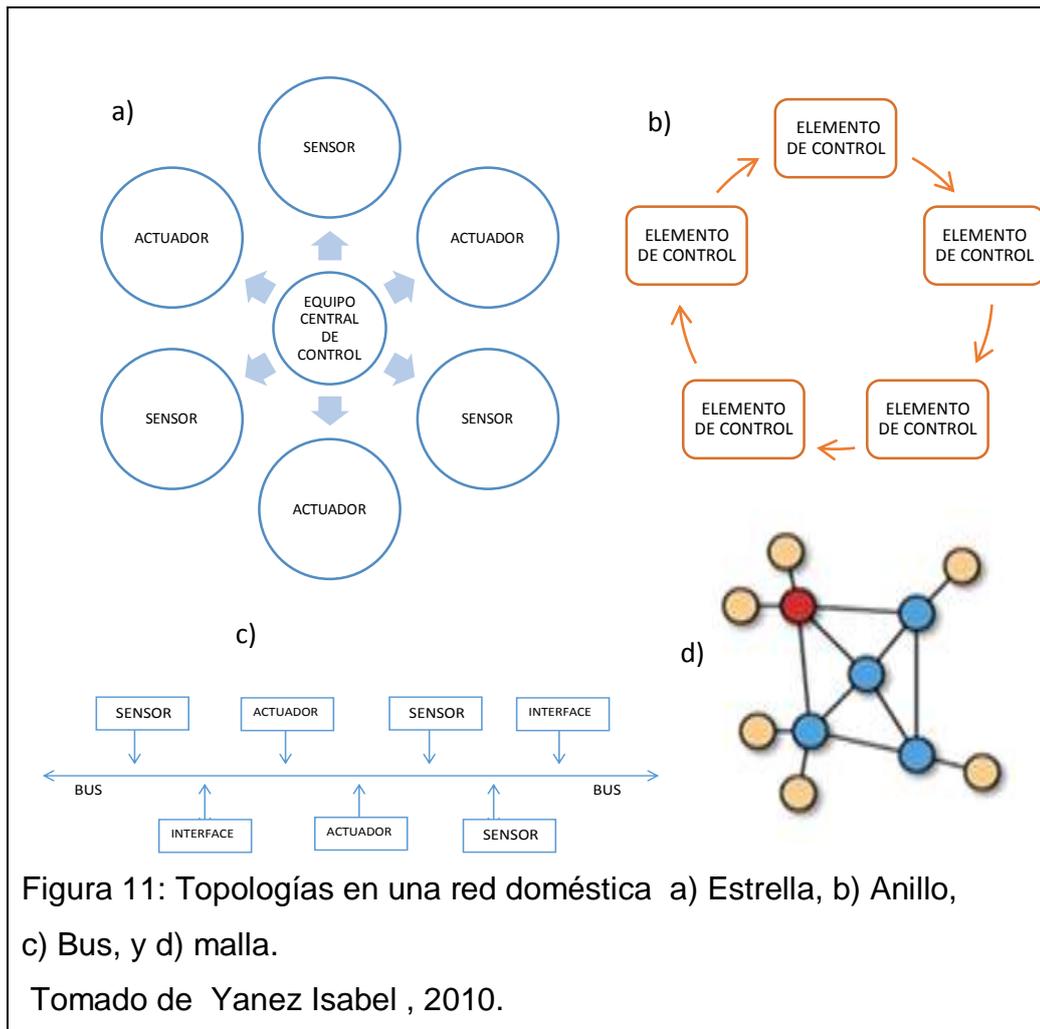
- d) Arquitectura Domótica Mixta.- esta arquitectura combina los sistemas centralizados descentralizados y distribuidos. Aquí se puede encontrar controladores centrales, conectados al bus de comunicación y los sensores y actuadores también pueden actuar como controladores como lo hacen en un sistema distribuido, dependiendo de la programación del sistema pueden enviar información a otros dispositivos de la red sin pasar por un controlador específico.



### 1.1.3.3 Topología en las redes domóticas.

La topología en las redes domóticas es un método para conectar los equipos y sistemas conectados a la red. También se refiere a la forma que adoptan (Yanez Isabel , 2010).

- Red de Estrella: esto se aplica para los sistemas centralizados, donde existe un único controlador que maneja la información.
- Red de Anillo: los controladores están conectados entre sí formando un anillo.
- Red Bus: los elementos conectados a esta red tienen la competencia de ser controladores y están conectados al bus de la red doméstica.
- Red malla: todos los elementos de la red se comunican, ninguno depende el funcionamiento del otro.



#### 1.1.3.4 Medios de transmisión en redes domésticas.

En un sistema domótico los diferentes dispositivos que lo conforman necesitan intercambiar información unos con otros, y este proceso lo realizan a través de una ayuda de una vía física e inalámbrica como: línea eléctrica, par trenzado, coaxial, fibra óptica, infrarrojos, radio frecuencia. (UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA).

### a) LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

La utilización de líneas de alimentación eléctrica es utilizada como un medio para la transmisión de datos y señales de dispositivos domóticos incorporados en un sistema domótico.

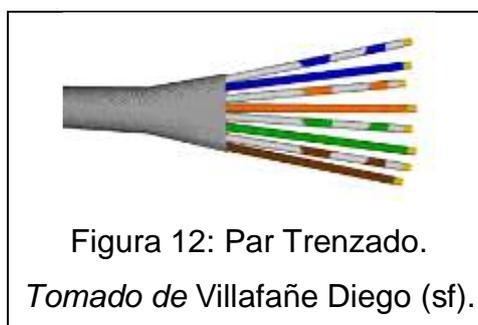
En el mercado existen varias tecnologías domóticas que utilizan este medio, las más conocidas: X10, CEBus y Lonworks.

Una de las ventajas de utilizar este medio es que se puede incorporar después de haber construido la casa. La velocidad con la que trabajan las distintas tecnologías son: 60bps para X10, 1 Mbs CEBus, y 1.2 Mbs para LonWorks. Estas velocidades son muy bajas, es uno de los inconvenientes o desventajas de utilizar la línea eléctrica, además de interferencias que se producen al momento de utilizar cualquier dispositivo

### b) PAR TRENZADO

Considerado uno de los más utilizados por su versatilidad y economía. Consiste en un par de alambres de cobre trenzados para disminuir la interferencia. Se utiliza para transmitir señales analógicas y digitales. Los inconvenientes son la poca velocidad de transmisión y su corta distancia de alcance. Algunos de estos cables son blindados para evitar interferencias pero esto incide en el valor económico que este adquiere.

#### **Tipos de par trenzado**



Par trenzado no blindado UTP (UNSHIELDED TWISTED PAIR) este tipo de cable es el más económico de su tipo consta de 8 cables trenzados.



Figura 13: Cable UTP.

Tomado de Villafañe Diego (sf).

Par trenzado blindado STP (SHIELDED TWISTED PAIR) los pares trenzados son envueltos por una malla protectora y todos los pares trenzados son también cubiertos por una malla protectora.

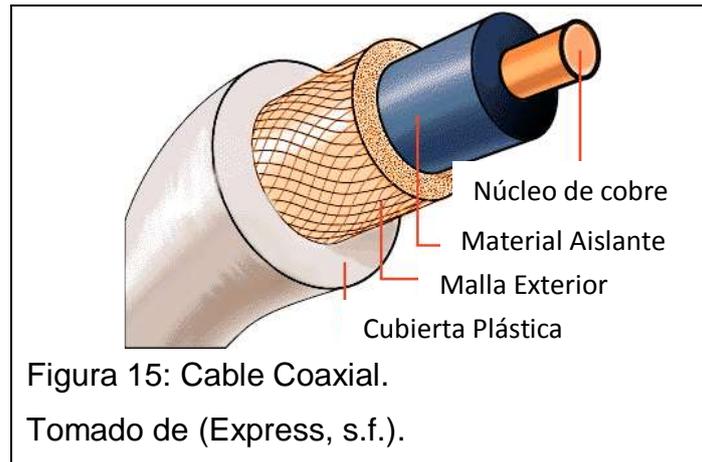


Figura 14: Cable UTP Blindado.

Tomado de Villafañe Diego, (sf)

### c) COAXIAL

Este cable es más costoso que el par trenzado. Consiste en un cable conductor interno cubierto por otro externo, una malla de conductora, y por una capa sólida. Su utilización es preferentemente a largas distancias, con buenas velocidades de transmisión, menos interferencias. Se utiliza en televisiones, telefonía de larga distancia, redes de área local, entre otras.



Existen dos tipos de cable coaxial:

- Cable coaxial 50 ohm: utilizada para señal digital.
- Cable coaxial 75 hm: utilizados para señal analógica.

#### d) FIBRA ÓPTICA.

Este medio de transmisión de datos es prácticamente inmune las interferencias por su estructura y forma de composición. Al conducir luz por su interior es privilegiada de no ser afectada por electromagnetismos o electroestática.



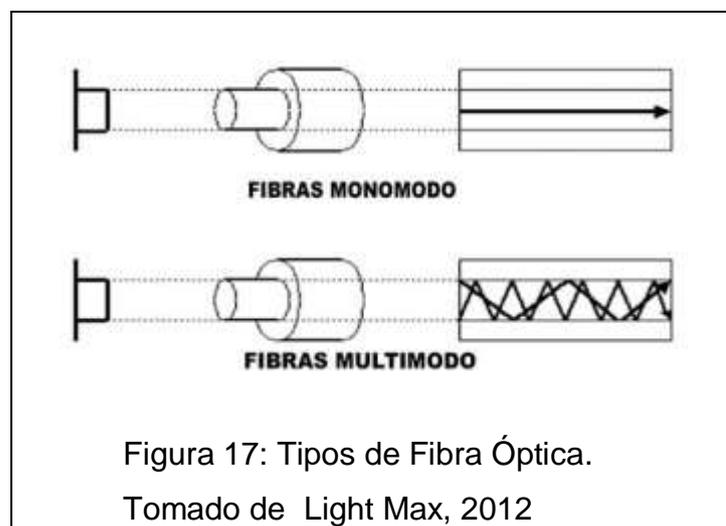
Conduce energía de naturaleza óptica, posee una estructura muy flexible y muy fina, de forma cilíndrica compuesta por tres partes: núcleo revestimiento y cubierta. El núcleo está formado por finas fibras de plástico o cristas. Las fibras están revestidas por cristal o plásticos que poseen diferentes propiedades ópticas que el núcleo, todo esto está cubierto por un plástico que protege de agentes externos como humedad, abrasiones entre otros.

Las ventajas de la fibra óptica frente a cables coaxiales y pares trenzados son:

- Adecuado para largas distancias
- Permite incrementar mucho más el ancho de banda.
- Su tamaño y peso son reducidos considerablemente
- Atenuación reducida
- Aislamiento electromagnético

Existen dos tipos de fibra óptica de acuerdo a su modo de propagación que se produce dentro de ellas por los rayos de luz:

- Monomodo: en este tipo de fibra óptica los rayos de luz transmitidos por el núcleo viajan de forma axial.
- Multimodo: en el núcleo de la fibra óptica los rayos viajan con un ángulo que les permita rebotar y continuar a lo largo de su recorrido hasta el final.



### e) INFRARROJOS

Los mandos a distancia están basados en la transmisión por señales infrarrojas en equipos de audio y video, extendidos en una gran amplitud en el mercado residencial. Los equipos de control utilizados en el hogar brindan al usuario una comodidad cuando se usa aplicaciones domóticas.

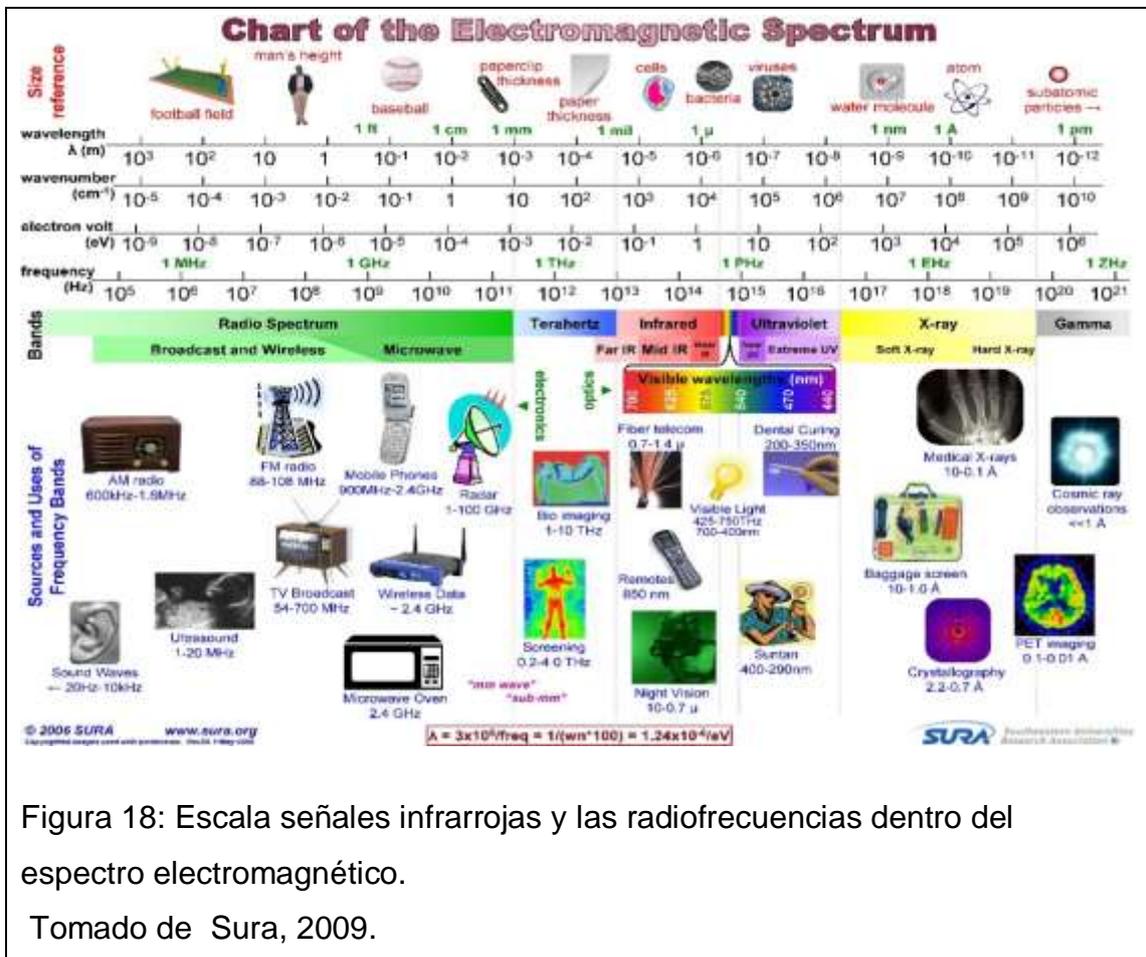


Figura 18: Escala señales infrarrojas y las radiofrecuencias dentro del espectro electromagnético.

Tomado de Sura, 2009.

### f) RADIOFRECUENCIAS

La utilización de radiofrecuencias se extiende en el hogar desde la incorporación de los teléfonos inalámbricos. Este medio de transmisión posee gran flexibilidad en controles de mando en el sistema domótico pero existe inconvenientes por interferencias electromagnéticas producidas por los equipos en el hogar o por los que utilizan el medio de transmisión.

Las ventajas e inconvenientes que se ven cuando se utiliza este medio de transmisión nos sirven para un rediseño del espacio o ubicación de los equipos. Pues existen muchos equipos que funcionan con radiofrecuencia, que tiene problemas de interferencias en espacios que poseen materiales que obstaculizan el paso de la señal.

#### **1.1.3.5 Tecnologías Abiertas.**

En la domótica existen las tecnologías cerradas (propietarios) y abiertas (estándares). Las tecnologías cerradas no permiten ampliar ni actualizar un sistema domótico sin la autorización del propietario o fabricante del sistema, además no son compatibles con otras tecnologías pues utilizan protocolos propios. Las tecnologías abiertas son desarrolladas por distintos fabricantes en el campo de la automatización, estas son más flexibles y permiten integrar distintos tipos de servicios con características similares y protocolos libres y compatibles, sin ninguna patente. Los desarrolladores de estos estándares coinciden, que en las tecnologías abiertas no existen patentes sobre el protocolo utilizado en los dispositivos, de manera que cualquier fabricante puede desarrollar aplicaciones y productos

A continuación se muestra los distintos tecnologías domóticas, que son los estándares más conocidos a nivel mundial, resaltando sus aplicaciones inalámbricas que ofrecen a la automatización del hogar.

- a) X10
- b) LonWorks
- c) Batibus
- d) KNX
- e) ZigBee.

## X10

La tecnología x10 se desarrolló entre los años 1976-1978 en Escocia, Reino Unido; por técnicos de *Pico Electronics Ltd.*, (EuroX10, sf) actualmente X10 está en todo el mundo, específicamente en Estados Unidos. La tecnología X 10 es también conocido como *Power Line Carrier* (Corrientes Portadoras), por la utilización la red eléctrica existente en una vivienda, como medio físico de transmisión para la comunicación de los dispositivos del sistema domótico.



Figura 1.19: logo X10.

Tomado de, X10, sf.

Esta tecnología también utiliza mandos inalámbricos como se detalla en la figura 20, donde con un control IR (infrarrojo), envía una señal al transmisor que ordene la ejecución de cualquier comando al módulo de aplicación, esta puede ser encendido de una lámpara, o apagar una lámpara.

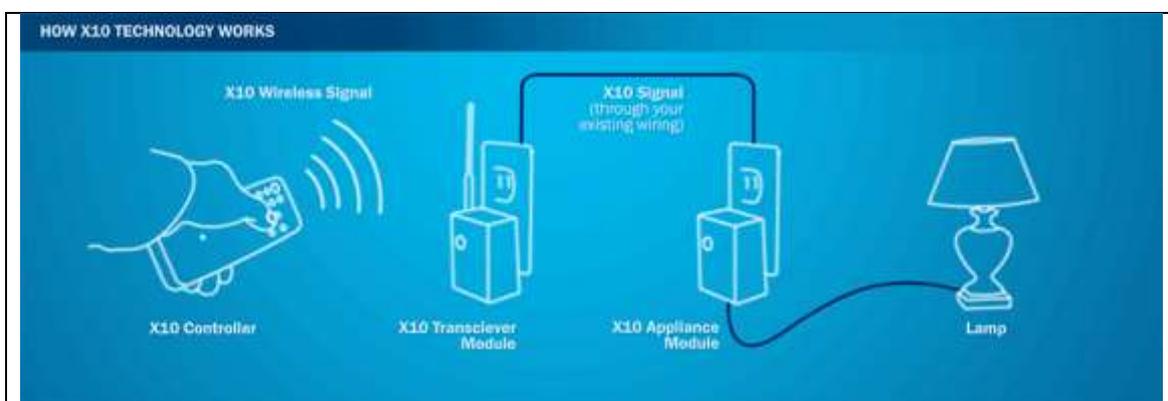


Figura 1.20: funcionamiento de sistemas X10.

Tomado de, X10, sf.

## **LONWORKS**

LonWorks (*Local Operating Network*), por sus siglas en ingles del protocolo (*LON*). Este es una tecnología desarrollada por la empresa Echeldon a finales de los años 80 y principios de la década de los 90s. Este es un sistema muy confiable por su robustez que es muy utilizada a nivel industrial y en edificio. En la última década ha evolucionado en la aplicación de dispositivos para la vivienda.

El sistema de tecnología LonWorks está compuesto por nodos que funcionan con la ayuda de un micro controlador llamado Neuro-chip. Cada Neuro-chip tiene un número único para ser identificado en el sistema. Este neuro-chip implementa un protocolo de comunicación llamado Lontalk que permite la comunicación entre los dispositivos de LonWorks.

Los módulos como se conoce a los elementos de LonWorks utilizan principalmente el par trenzado para la comunicación entre dispositivos. Esta tecnología soporta varios medios de transmisión físicos o canales de comunicación como el par trenzado, coaxial, corrientes portadoras, fibra óptica, radio frecuencia entre otras. Los dispositivos del sistema domótico están conectados a un bus de comunicación, por lo general en una configuración distribuida donde todos los nodos son los principales dispositivos en un sistema domótico concebido con la tecnología lonWorks.

## **BATIBUS**

Esta tecnología es totalmente abierta, fue desarrollada por la compañía francesa Melin. Los dispositivos Batibus utilizan como medio de transmisión el par trenzado con velocidad binaria única de 4800bps. El sistema utiliza descentralizado pudiendo controlar hasta 500 puntos de control. (INGENIATIC, s.f.). El cable se puede disponer en topologías de bus, estrella, anillo o

cualquier combinación de estas. Al igual que los dispositivos X10, todos los dispositivos BatiBUS disponen de una identificación unívoca para cada dispositivo conectado al bus.

## **KNX**

Fue concebida por tres asociaciones europeas en 1999, la EIBA (*European Instalation Bus Assotiation*), BatiBus, EHSA (*European Home Systems Association*). Su unión tuvo como objetivo crear un único estándar europeo abierto. (KNX, s.f.)

El estándar KNX brinda la facilidad a los fabricantes de dispositivos domóticos una libertad de elección de la programación de los medios de comunicación en el desarrollo de un dispositivo para el sistema domótico.

## **ZigBee**

Es un estándar abierto en los sistemas domóticos, esta tecnología fue impulsada por ZingBee Alliance, que agrupa a varias firmas como Chipcom, Honeywll, Mitsubishi, Ember, Motorola, Samsung y Philips. En la actualidad muchas empresas siguen incorporando esta tecnología a sus equipos como Osram, Schneider Electric, entre otras dedicadas a la innovación de equipos destinados a la automatización.



Su capacidad para transmitir los datos es de 250 kbps y se siguen desarrollando nuevas generaciones de chips que superarían estas velocidades. La capacidad en la red es muy buena pues soporta hasta 65.000 dispositivos.

La frecuencia en la que trabajan está entre los 2.4 GHz o 900 MHz en 26 canales. (ALLIANCE, s.f.)

Con esta tecnología existe un bajo consumo energético por lo que es posible que puedan funcionar con baterías ordinarias. Ya que es una tecnología inalámbrica basada en un chip que transmite y recibe pequeñas señales de instrucción o de comandos, además que no dependen de una central, pues su plataforma de conectividad está basada en dispositivos compatibles que se enlazan unos a otros.

ZigBee se compone de tres dispositivos identificados por la labor que desempeñan en un sistema domótico, tenemos al coordinador, Gateway ZigBee, final dispositivo.

- *Coordinador ZigBee:* este dispositivo es el más importante de una red ZigBee, ya que este proporciona un identificador a cada dispositivo del sistema, estableciendo un canal de comunicación entre los diferentes equipos.
- *Router ZigBee:* este dispositivo es el encargado de proveer cobertura a todo el sistema y distribuir la información que se genera en la red.
- *Dispositivo final ZigBee:* este dispositivo solo se conecta con los distintos nodos coordinadores o *routers*, pero no se comunican entre dispositivos finales. Estos dispositivos no ejecutan ninguna acción mientras no sea necesaria, se mantienen en reposo así se reduce el consumo energético de estos dispositivos.

## **1.2 Instalaciones eléctricas en viviendas unifamiliares.**

La electricidad ha brindado un grado de desarrollo en el sector industrial y el doméstico, debido a que es una energía limpia, fácil de transportar y de transformar. Las instalaciones eléctricas aglomeran muchos elementos, donde se abarcan conceptos de ámbito técnico como la corriente eléctrica, circuitos eléctricos, carga eléctrica, entre otros.

Las instalaciones eléctricas en las viviendas unifamiliares se basan en un estudio técnico dependiendo de las necesidades de la edificación. El número de circuitos eléctricos dependerá de la magnitud de la vivienda, así como como los distintos elementos eléctricos que conforman una instalación en una vivienda unifamiliar; desde la acometida hasta el último elemento eléctrico que cubra requerimientos y necesidades en la vivienda.

A continuación se abarcará algunas definiciones elementales en las instalaciones eléctricas:

- Tensión eléctrica (V): es la diferencia del nivel eléctrico entre dos puntos de un circuito, es conocido también como diferencia de potencial, y la unidad de medida es el voltio. (OCEANO)
- Intensidad eléctrica (I): se define como la cantidad de electricidad que recorre un circuito eléctrico en el rango de tiempo de un segundo, y la unidad de medida es el amperio(A). (OCEANO)
- Potencia eléctrica (P): es el trabajo efectuado en unidad de tiempo, en un circuito resistivo la potencia resulta del producto de la tensión eléctrica (V) y la intensidad de la corriente (I). (Harper, 2009)

$$P = V \times I$$

- Resistencia: es la oposición que brinda un material al paso de la corriente eléctrica. (MERRITT).
- Circuito en serie: se define como circuito donde el cual la intensidad eléctrica o corriente es la misma es todos los puntos del circuito. (MERRITT, pág. 1064)
- Circuito paralelo: en este circuito la caída de voltaje es la misma en todo el circuito. (MERRITT, pág. 1064)
- Energía eléctrica: básicamente es la potencia consumida por una unidad de tiempo, es decir lo que se consume en un hogar expresado en el producto de kilovatios por hora. (MERRITT, pág. 1059)

$$E = P \times t[Kwh]$$

*P : potencia expresada en kw*

t: *tiempo en horas*

- **Caída de tensión :**

En las instalaciones eléctricas la caída de tensión es “la diferencia de tensión observada entre el punto de cabecera de la instalación y el punto de conexión de un receptor” (SOCOME, 2009), es decir la diferencia de potencial que existe en un circuito específicamente en un elemento como es el conductor, este teóricamente se convierte en una resistencia al paso de la corriente y entonces experimenta una caída de voltaje, ese valor medido y calculado está en unidades de voltios. Para comprender mejor la caída de tensión se cita otro autor el cual dice: “En un conductor por el cual circula una corriente eléctrica por efecto de la misma pierde voltaje”, (ZAVALA, 2001), algunos autores hacen referencia a una analogía hidráulica, diciendo que, “La caída de voltaje es como la pérdida de presión en una tubería de agua. La corriente eléctrica fluye por el conductor como el agua en una cañería y crea una pérdida”.

La fórmula para el cálculo de la caída de tensión se establece dependiendo de qué tipo de circuito se está analizando, como son los circuitos, monofásicos y trifásicos

### **1.2.1 Circuitos de iluminación.**

En los circuitos de iluminación es importante destacar los conceptos básicos que encierra la iluminación dentro de las instalaciones eléctricas en la vivienda, como entrada a un buen diseño lumínico. Estos conceptos se lo toman como criterios de diseño en muchos aspectos de la construcción de vivienda pequeñas, y grandes, además, en el sector industrial, dependiendo de las necesidades, con los objetivos de obtener productividad, ahorro energético y bienestar de las personas. Muchos autores coinciden en un solo objetivo que posee un sistema de iluminación, el cual es: “proporcionar la visibilidad adecuada para que labores realizadas en el interior de una edificación se efectúen de manera cómoda eficaz y segura”. (MERRITT, p. 1102)

### 1.2.1.1 Definiciones en el estudio de la luminotecnia.

Dentro del estudio de iluminación concretamente se debe tener en claro términos básicas, a continuación los principales conceptos de magnitudes fundamentales en la luminotecnia (MADRID, p. 47):

- a) **Flujo luminoso:** es la cantidad de flujo energético en las longitudes de onda para las que el ojo humano es sensible emitido por unidad de tiempo.

Unidad: lumen (lm).

Símbolo:  $\phi$

- b) **Intensidad lumínica:** flujo emitido por una fuente de luz en una determinada dirección del espacio.

Unidad: candela (cd).

Símbolo: I

- c) **Iluminancia (iluminación):** es el flujo luminoso que recibe una superficie por unidad de área.

Unidad: lux;  $1 \text{ lux} = 1 \text{ lm/m}^2$  es decir 1 lumen por cada metro cuadrado.

Símbolo: E

- d) **Luminancia:** es la energía luminosa emitida, transmitida o reflejada por una superficie en una dirección dada por unidad de área de la superficie proyectada en un plano perpendicular a tal dirección.

Unidad:  $\text{cd/m}^2$ ; cd: candela, unidad de la intensidad lumínica.

Símbolo: L

e) **Eficiencia Luminosa:** es la relación que existe entre el flujo luminoso y la potencia de la fuente de luz, es decir es el flujo de luz emitido dividido para la potencia consumida.

Unidad: lm/w, es decir 1 lumen por cada unidad de potencia (watts) consumido.

Símbolo:  $\eta$

## NIVELES DE ILUMINACIÓN.

Uno de los aspectos más relevantes en la luminotecnia son Los niveles de iluminación sugeridos en algunos ambientes en una residencia, mediante parámetros que definen la actividad que se realiza en cada sitio dentro de la vivienda. En la tabla 1 se puede identificar el nivel de iluminación en el interior de una residencia.

Tabla 1. Niveles de iluminación sugeridos

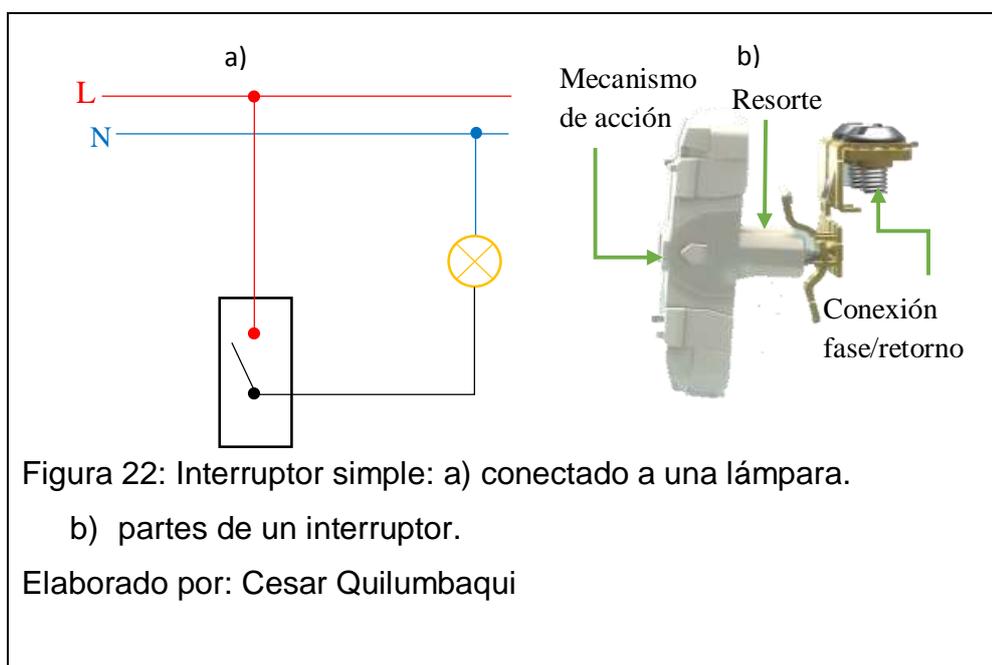
<b>INTERIORES: Residencial</b>	
Estar: Iluminación general	100 Lux
iluminación localizada	200 Lux
lectura, escritura, etc.	400 Lux
Dormitorio	
iluminación general y localizada	100-200 Lux
Cocina: Iluminación general	200 Lux
iluminación de la mesa	500-800 Lux
Baño: Iluminación general	100 Lux
iluminación sobre el espejo ( nivel vertical )	200 Lux

Nota: los valores de luxes (lux), varían dependiendo de la actividad a realizar en los diferentes ambientes.

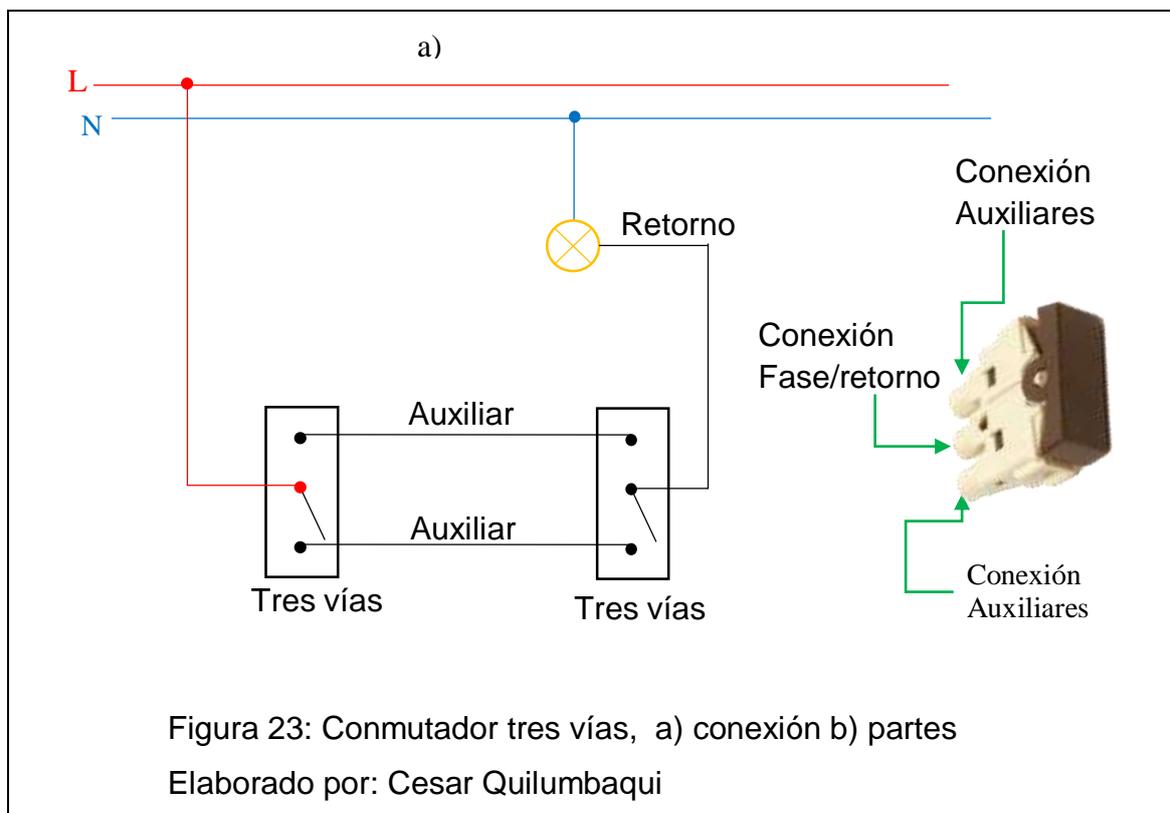
Tomado del archivo digital Lazslo Carlos pag. 15.

### 1.2.1.2 Elementos de un circuito de iluminación.

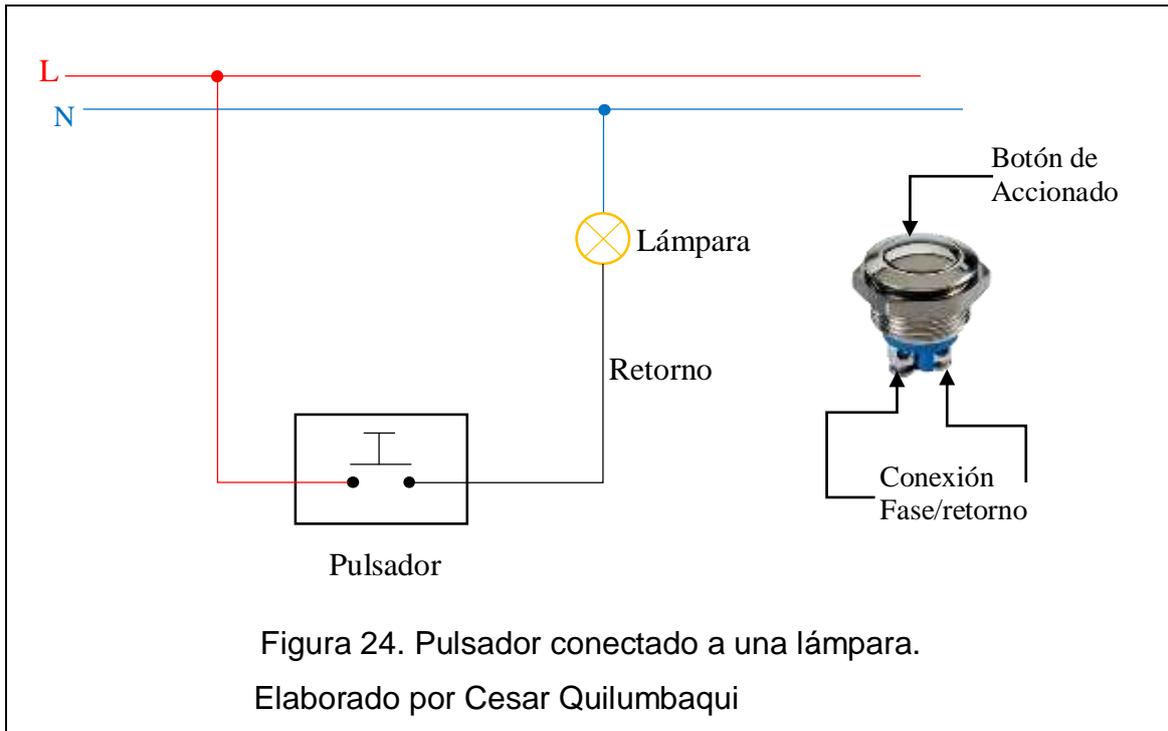
- a) **Interruptores.** Los interruptores son elementos que componen un circuito de iluminación que permiten el accionamiento de este ya sea para un solo punto de iluminación o varios. Existen diferentes tipos de interruptores dependiendo del requerimiento del ambiente que se quiera iluminar. Entre los más comunes e importantes tenemos los interruptores simples, conmutadores. Esta clasificación engloba a muchas formas de utilizar los elementos llamados interruptores sin olvidar las diferentes variaciones como interruptores dobles triples entre otros.
- Simple: son dispositivos eléctricos que tienen como función abrir y cerrar un circuito de iluminación, en sus dos funciones de encendido y apagado. Su instalación se debe hacer de acuerdo a especificaciones técnicas que se sustentan en los códigos y normas en la construcción. En la figura 22 se detalla la conexión de un interruptor simple en un circuito y sus partes como el mecanismo de acción resorte y los contactos.



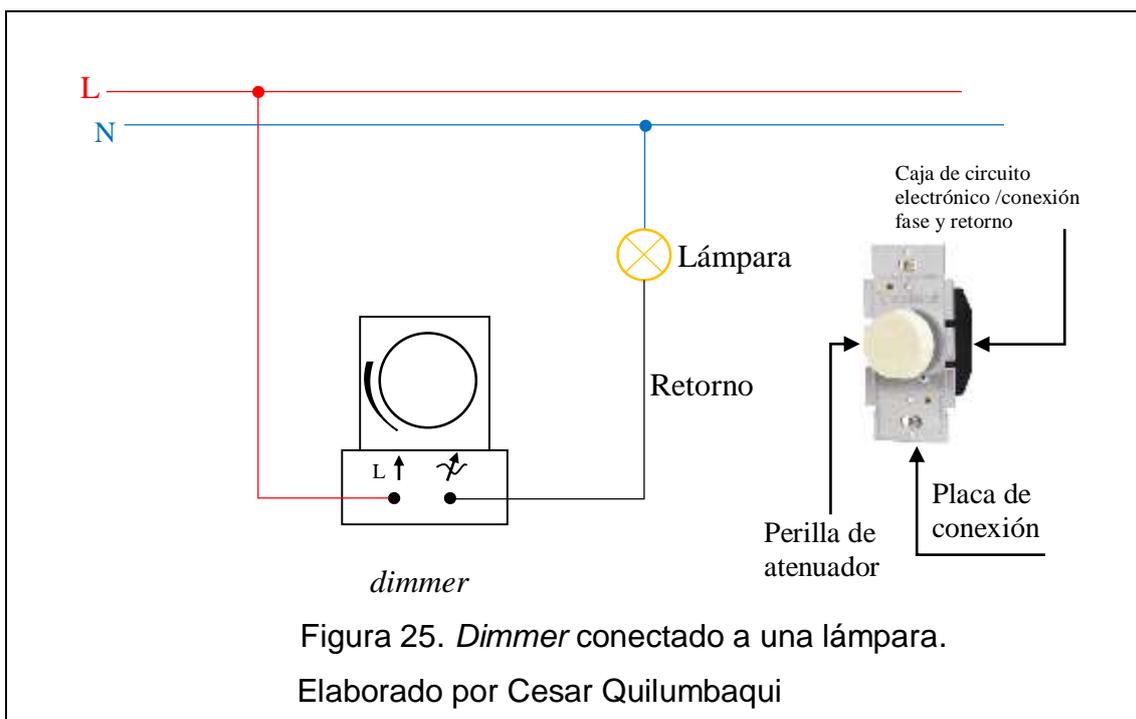
- **Conmutado:** este interruptor se utiliza cuando se quiere controlar una lámpara de distintos puntos, y así no se requiere dirigirse a la ubicación inicial del interruptor para accionar /apagar el circuito. Al proporcionarnos la facilidad de activar desde dos puntos la lámpara, esta posee tres contactos uno fijo y los dos alternativos o auxiliares, en la figura 23 se muestra como está armado un circuito con un conmutador, además del elemento físico que lo representa.



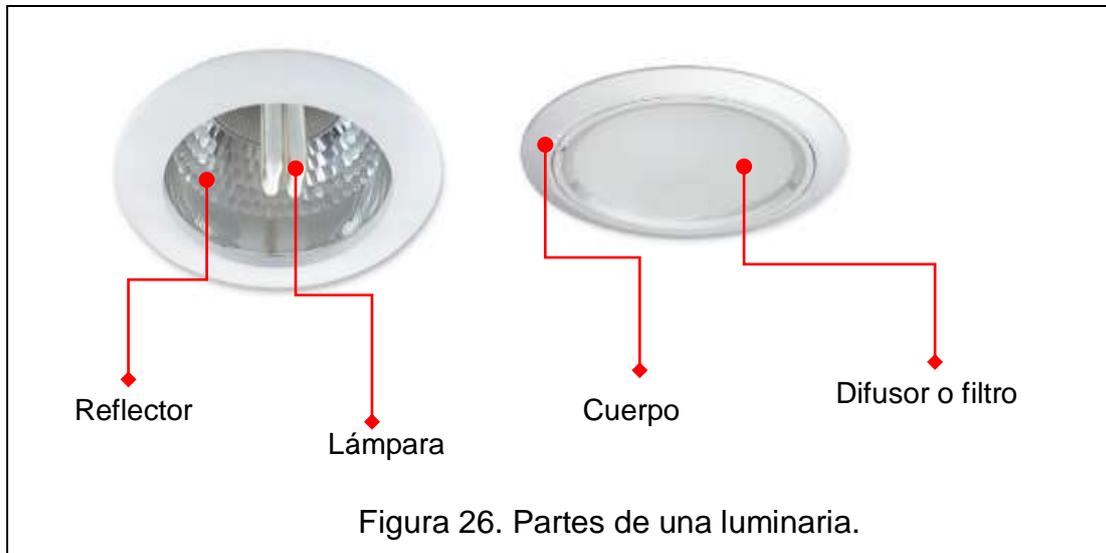
- c) **Pulsador**: Este dispositivo eléctrico es utilizado en su mayoría en el sector industrial, pero por su evolución y versatilidad también se lo utiliza en las viviendas, pues en la actualidad son combinadas con atenuadores que brindan al usuario una alternativa más para el control de la iluminación. Su función, básicamente al accionarlas /pulsarlas/oprimirlas, son la permitir el paso de la corriente eléctrica y al pulsarlas nuevamente interrumpen el paso de esta.



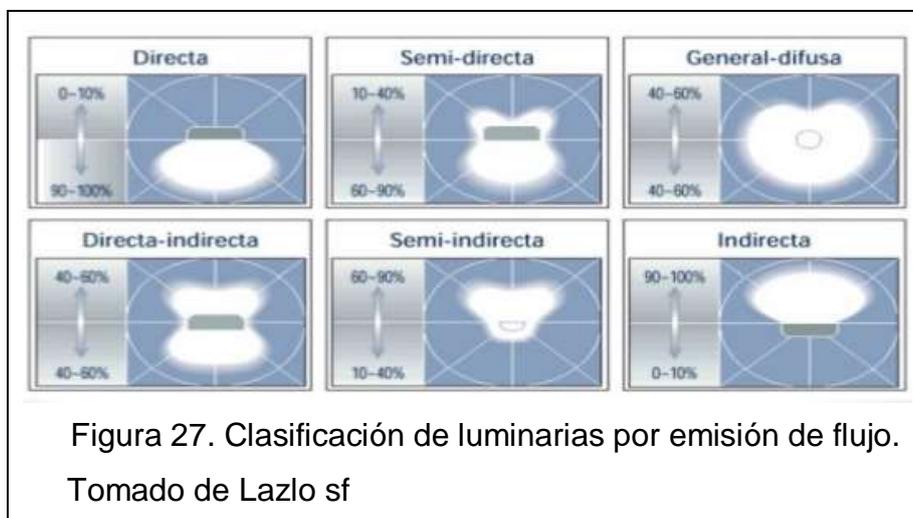
- d) Dimmer (atenuador): Este dispositivo sirve para regular la intensidad de la luz en un circuito de iluminación, también se lo conoce como atenuador.



- e) **Luminaria:** es un dispositivo de iluminación que incorpora una o más lámparas, mediante accesorios que la fijan y la cubren, con componentes que distribuyen la luz y elementos que conectan a las lámparas con el sistema eléctrico. (MERRITT, p. 1103)



Existen varios tipos de luminarias y se clasifican en función de la distribución fotométrica, es decir en función de la forma en que distribuye la luz, estas pueden ser directa, semi-directa, directo-indirecto, semi-indirecto, indirecto, y general difuso. (Lazlo, pág. 25). Esta distribución se puede apreciar en la figura 27, la distribución del flujo luminoso es representada por encima y debajo del eje horizontal de la fuente de luz.



- f) **Lámparas.** Las lámparas son accesorios de en el hogar que proporcionan la iluminación necesaria para realizar cualquier tipo de actividad. Para elegir la lámpara correcta que cubran las necesidades específicas en el hogar, se debe tener en cuenta varios aspectos como la potencia, la vida útil, entre otras características que conllevan un factor de importancia para una eficiencia energética.

### TIPOS DE LÁMPARAS.

Las lámparas son una parte indispensable en la iluminación, históricamente las lámparas más utilizadas y comúnmente conocidas son las lámparas incandescentes. Estas están basadas en el principio de un filamento que se vuelve incandescente en una atmósfera vacía o neutra, lo que evita la combustión.

En el amplio mundo de las lámparas además se han desarrollado diferentes formas de iluminación con el fin de proveer un ahorro energético y contribuya a mantener un buen estado del medio ambiente.

A continuación se detalla los tipos de lámparas sus principales características.

Tabla 2. Tipos de lámparas y sus características principales.

Tipo de lámpara	potencia ( w )	Vida útil ( hs )	Rendimiento ( lm/w )	IRC
<b>INCANDESCENTES HALOGENAS</b>				
-Con reflector dicroico 12V	20 35 50	3000	15 a 20	100
-Con pantalla metálica 12V	20 35 50 75 100	3000	15 a 20	100
-Tipo Bi-pin 12V	10 20 35 50 75 90	3000	15 a 20	100
-Lineal doble contacto 220V	100 a 2000	2000	15 a 22	100
-Con rosca E27 220V	60 75 100 150 250	2000	14 a 16	100

-Par 16 rosca E27 220V	50	2000	~20	100
-Par 20 rosca E27 220V	50	2000	~20	100
-Par 30 rosca E27 220V	75	2000	~20	100
<b>FLUORESCENTES LINEALES T8</b>				
-Linea standard	18 36 58	8000	61 a 79	65
-Tipo trifósforo	18 36 58	10000	72 a 94	85
-Tipo trifósforo de lujo	18 36 58	10000	55 a 67	90
<b>FLUORESCENTES LINEALES T5</b>				
-Tipo trifósforo	14 21 28 35	10000	17 a 104	85
-Tipo trifósforo	24 39 54 80	10000	73 a 81	85
<b>FLUORESCENTES CIRCULARES</b>				
-Linea standard (FH)	22 32 40	8000	45 a 70	65
-Tipo trifosforo (FQ)	22 32 40	10000	60 a 72	85
<b>FLUORESCENTES COMPACTAS</b>				
-Simples standard	5 7 9 11	8000	50 a 82	85
-Simples L	18 24 36 40 55	8000	67 a 87	85
-Dobles	10 13 18 26	8000	60 a 69	85
-Triples	18 26 32 42	8000	67 a 69	85
-Dobles planas	18 24 36	8000	61 a 78	85
-Reflectoras	15 20 36	8000	47 a 50	85
-Tipo globo	15 20	8000	47 a 50	85
-Circulares	18 28	8000	55 a 64	85
<b>MERCURIO HALOGENADO</b>				
-Tipo doble contacto	70 150 250	8000	71 a 80	85
-Tipo Bi-pin	35 70 150	8000	93 a 97	85

*Nota:* Esta tabla expone las características más importantes para la selección de una lámpara, tales como: potencia, vida útil, rendimiento, e IRC.

Tomado de Lazlo, pág. 20.

\*Rendimiento: unidad de flujo luminoso, lumen (lm) por cada unidad de potencia (watts).

\*\* Índice Cromático

Dentro del cuadro anterior no se incluye los LED, pues, a esta nueva forma de iluminación se debe dar un carácter más amplio. La primera interrogante que encierra este tipo de lámpara es, ¿Qué es el LED? son las siglas en inglés de Light Emitting Diode, es decir, luz emitida por un diodo, este dispositivo electrónico semiconductor que, polarizado directamente entre el ánodo (positivo) y el cátodo (negativo), emite luz al producirse el fenómeno conocido como electroluminiscencia.

En el estudio de iluminación se debe tener en cuenta que el LED está ganando terreno en el diseño interior, por el ahorro energético que significa su utilización, además de un ahorro económico a largo plazo, por la vida útil prolongada que esta posee. A continuación se detalla en la tabla 3 aspectos propios de este tipo de lámpara y ventajas ante otras fuentes de luz.

Debemos destacar que muchos fabricantes de LED han incorporado la definición de *Smart light*, entre los más importantes son Philips, OSRAM.

Tabla 3: Características de una lámpara LED frente a otras lámparas

Tipo de luz	Lm / W (Datasheet)*	Lm / W (Usable)**	Tiempo de vida [hrs]	CRI ***
Incandescencia	15	12	500	90
Halógena	20	16	1.200	100
Halogenuros Metálicos	70-90	56-72	12.000	85
Fluorescente	60-90	39-60	8.000	80
Sodio Baja presión	120-150	84-105	16.000	25
Sodio Alta presión	95-130	76-96	28.000	45
Led	90-120	70-90	> 50.000	>75

Nota: Comparación de fuentes de iluminación más comunes en el mercado.

Tomado de VPINGENIEROS, s.f

\* valor de rendimiento en la luminaria.

\*\* valor de rendimiento que la luz produce al salir al exterior de una luminaria

\*\*\*CRI o IRC , índice de reproducción cromática. Valores 80 y 100 se considera muy eficiente, para trabajos en talleres donde se quiere una iluminación fiel.

## 1.2.2 Circuitos de tomacorrientes (Circuitos de fuerza).

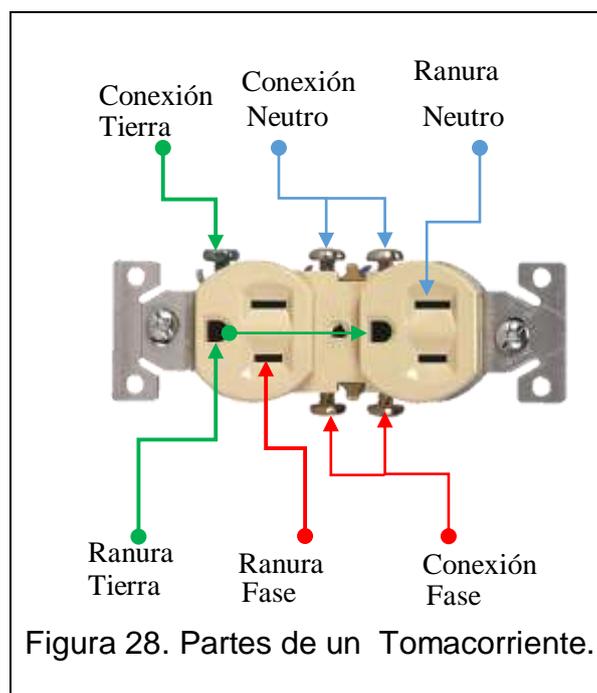
En las instalaciones eléctricas los circuitos de tomacorrientes (fuerza) son los que se encargan de la distribución de la energía eléctrica y permite accionar equipos, electrodomésticos, considerados como cargas en un circuito, además existen cargas especiales como lavadoras, secadoras, motores, que están un circuito especial de tomacorrientes.

Los circuitos de tomacorrientes como parte de una instalación eléctrica está formado físicamente por tomacorrientes, conductores, y protecciones, cada uno detallado en los siguientes secciones.

### 1.2.2.1 Elementos de los circuitos de fuerza.

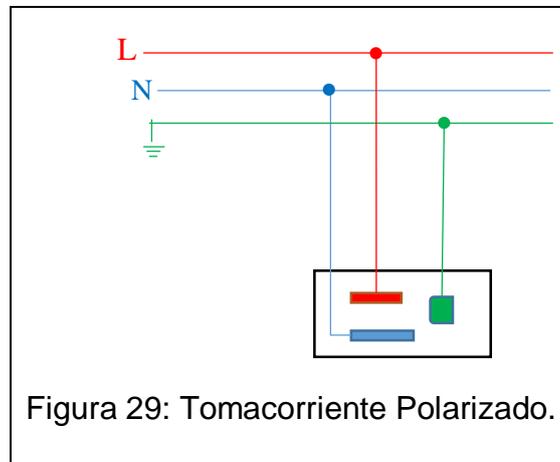
#### a) Tomacorrientes.

Estos dispositivos son elementos eléctricos que permiten una conexión eléctrica segura con cualquier equipo eléctrico. Generalmente se lo ubica en la pared de la vivienda, y su estructura consta de una base bipolar o tripolar con orificios que se adaptan a un enchufe macho a presión, sus partes se lo muestran ilustradas en la figura 28.

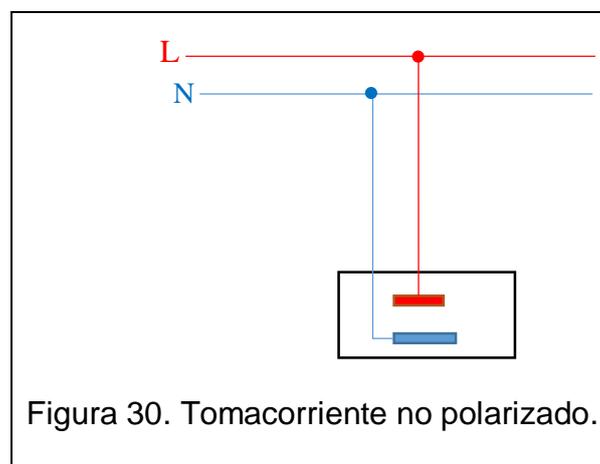


## Tipos de toma corrientes

- Polarizados: este tipo de tomacorrientes poseen tres puntos de conexión, fase (L), neutro(N) y tierra (G), que se ilustra con más precisión en la figura 29.



- No polarizados: este tipo de tomacorrientes poseen dos puntos de conexión, fase (L) y neutro(N). En la actualidad no es recomendable este tipo de conexiones ya que el avance de la electrónica necesita una protección, la cual le brinda la conexión a tierra.



### **1.2.3 Sistemas de puesta A Tierra.**

El sistema de puesta a tierra consiste en conectar equipos electrónicos y eléctricos mediante una parte del circuito eléctrico a un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo. La *National Electric Code* la define como “una conexión conductora de electricidad ya sea de forma intencionada o accidental, entre un circuito o equipo eléctrico y la tierra o cualquier otro cuerpo conductor de electricidad que pueda sustituir a la tierra”. (NATIONAL ELECTRIC CODE, art. 100)

La puesta a tierra como comúnmente se le conoce a este sistema tiene como prioridad la protección de las personas al contacto de elementos que estén energizados, además este sistema protege a los equipos de una eventual sobrecarga de energía.

El uso de la tubería de las instalaciones de agua potable para los sistemas de puesta a tierra se evidenciaba en años pasados, pero la seguridad que ofrecían era incierta. Prácticas anti-técnicas como estas perjudican a la instalación eléctrica, y comprometen la seguridad de los usuarios y de los equipos conectados.

#### **1.2.3.1 Elementos de un sistema de puesta a tierra.**

Los sistemas de puesta a tierra involucran varios términos técnicos utilizados en la electricidad, donde varios autores coinciden en las definiciones que se detallan a continuación:

- Toma de tierra: conductor o grupo de conductores que se encuentran conectados a tierra
- Electrodos: se les conoce como electrodos a varillas de hierro bañadas en cobre o de cobre en su totalidad, que una de las principales características es la resistencia a la corrosión por sales existentes en la tierra. Estas varillas se las ancla a la tierra a una profundidad en la cual se pueda disipar la corriente, frente a una eventual sobrecarga o falla en las instalaciones eléctricas.

- Conductor: es el elemento que permite la conexión del electrodo al sistema de puesta a tierra en las instalaciones de la vivienda.

### **Tipos de sistemas de puesta a tierra.**

Los sistemas de puesta a tierra comprenden un conjunto de elementos técnicamente seleccionados y ubicados de tal manera que brinden protección y reduzcan el riesgo hacia el ser humano y los equipos eléctricos, contra sobrecargas, fugas de corriente, descargas atmosféricas. A continuación los principales sistemas de puesta a tierra, (Ruelas, s.f.):

- a) Sistema “*Cooper-well*”: este sistema de puesta a tierra lleva el nombre de *Cooper Well* por la utilización de una varilla de cobre ubicada en la tierra a una profundidad que cubra su dimensión de 2.40 metros y un espesor nominal de 5/8”.

Su estructura consta de un hilo conductor de cobre que está conectada a la parte superior de la varilla, que directamente esta tiene una conexión al sistema eléctrico. Además la tierra debe estar apta para implementar este sistema con una baja resistencia eléctrica y permita una diferencia de potencial entre la tierra y el neutro de cero voltios. El punto de conexión entre la varilla y el hilo conductor debe estar en una caja de hormigón que permita su inspección y su dimensión mínima es de 30 cm<sup>3</sup>.

Cuando el suelo no brinde las características de humedad adecuada y no permita un desempeño óptimo del sistema se debe reparar el suelo con una mezcla de tierra negra, con carbón mineral y sal en grano para mejorar su conductividad y mantener el nivel de humedad adecuado.

Este tipo de sistema de puesta a tierra se la utiliza comúnmente en el sector residencial, por su fácil instalación y el espacio reducido en el cual se instala la varilla de *Cooper Well*

- b) Sistema de plancha: El sistema de puesta a tierra de plancha está basado en una plancha de cobre situada bajo la superficie del suelo

cerca a la instalación eléctrica de la vivienda. El hilo conductor del sistema de puesta a tierra está conectado por una soldadura de plata a la plancha de cobre. La profundidad mínima es de 40 cm. Este sistema de puesta a tierra de Plancha es utilizado cuando no es posible obtener una profundidad requerida para la varilla *Cooper Well*.

- c) Sistema de red o malla: Este sistema de puesta a tierra es utilizado en instalaciones donde demanden elevada carga como comercios e industria. Es un sistema basado en el sistema *Cooper Well* pues se utiliza varias conexiones de varillas. Las conexiones de los hilos conductores deben estar soldadas exotérmicamente. Este sistema debe ser también utilizado con cargas superiores a 7.5kW.
- d) Sistema de disco: Este sistema de puesta a tierra es utilizado en el sector industrial con la finalidad de descargar la carga eléctrica producida por la electrostática en las máquinas y equipos que se encuentran en reposo.

Está compuesto por un disco de acero *Colled Rold* que actúa de forma tal que incida en los armazones de la maquinaria. Se ubican en el suelo a poca profundidad variando entre 10cm a 30 cm. El conductor se conecta con la máquina y el disco.

- e) Sistema de esfera: Este sistema de puesta a tierra es utilizada en redes de alta tensión, donde se necesita descargar cargas de alto nivel eléctrico. Su estructura está basada en una esfera de acero de diámetro mínimo de 20cm que está ubicada a una profundidad de 10 y 20 metros. A esta esfera se la conecta un hilo conductor a través de un conducto redirigido a la superficie evitando el contacto la tierra.

### 1.2.4 Sistemas de protección.

Las instalaciones eléctricas siempre deben estar provistas de dispositivos de protección que garanticen el paso de la corriente por los conductores y no exceda la cantidad de energía establecido en un diseño.

Los sistemas de protección están diseñados para no permitir la circulación excesiva de corriente en los conductores, evitando posibles incendios pues cuando existen cortos circuitos los conductores alcanzan temperaturas altas en pocos segundos lo que es muy riesgoso para la instalación eléctrica y para la vivienda.

#### 1.2.4.1 Protecciones eléctricas contra cortocircuitos y sobrecargas.

Las instalaciones eléctricas en viviendas en los diferentes circuitos de iluminación, de fuerza, deben tener siempre las siguientes protecciones.

- Fusibles
- Disyuntores termo-magnéticos

##### a) FUSIBLES

Los fusibles son aparatos de protección de las instalaciones eléctricas o de los equipos conectados, son diseñados para interrumpir la corriente, cuando sus valores exceden de cierto valor establecido en un rango de tiempo.

Los componentes de un fusible son un hilo conductor de bajo punto de fusión, el que está conectado a dos cuerpos conductores, en el interior de un envase cerámico o de cristal. En la figura 31 se muestra las partes de un fusible.



Figura 31. Fusible.

## b) DISYUNTORES TERMOMAGNETICOS (BREAKERS).

Este tipo de protecciones se los conoce como interruptores automáticos, sus principales características son:

- Desconecta el circuito eléctrico por fallas de sobrecarga o corto circuito.
- Conexión y desconexión de un circuito eléctrico para operaciones normales.

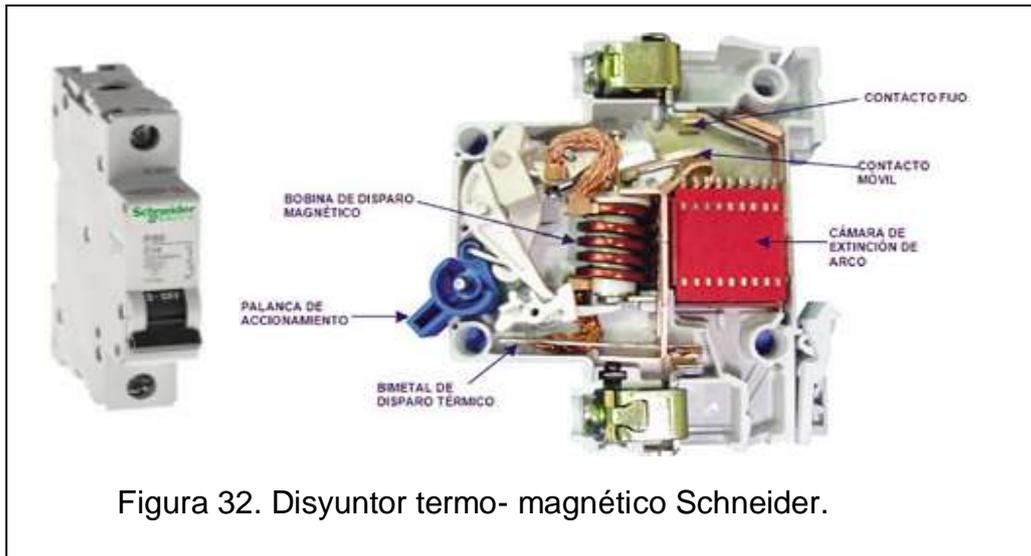
Su funcionamiento se basa en dos elementos frente a cualquier falla producida por estas.

### 1. Elemento térmico.

Un disyuntor está formado por un bi-metal que se dilata con el calor producido [por exceso de corriente, haciendo actuar el mecanismo de abierto/cerrado del interruptor que desconecta el circuito del flujo de corriente.

### 2. Elemento magnético.

Es parte del disyuntor que está formado por una bobina. Un conductor es enrollado con un gran número de vuelta a un núcleo magnético, que al existir un flujo de corriente eléctrica genera una acción magnética. La conexión de la bobina se conecta en serie con el circuito que está siendo protegido. Cuando la corriente sobrepasa un valor dos veces más que el nominal del protector, el magnetismo que se genera atare un contacto móvil que activa la el interruptor en modo de desconexión. El tiempo de respuesta es instantáneo, por su rapidez esta se utiliza para controlar las fallas por corto circuito. En la figura 32 se aprecia un esquema de un disyuntor térmico magnético con los elementos que lo componen.



### 1.2.5 Identificación de conductores en las instalaciones eléctricas.

En las instalaciones eléctricas la identificación de los conductores de corriente alterna debe seguir un patrón preciso inequívoco para evitar errores en la conexión en posibles reparaciones o ampliaciones de la red eléctrica. Es por esto que en el manejo de la corriente alterna los conductores se deben identificar por colores, definiendo la fase, el neutro, y tierra.

El conductor de fase se lo denomina así pues es un conductor activo, mientras que el conductor de tierra se lo denomina como conductor de protección como es su concepción en el sistema de puesta a tierra.

En general se ha creado un estándar para identificar el conductor mediante un código de colores según la Norma Ecuatoriana de la Construcción:

- Fase: utiliza colores negro, azul, rojo
- Neutro: siempre es utilizado el blanco
- Tierra: se utiliza los colores amarillo o verde.

### 1.2.6 Canalizaciones y ductos para las instalaciones eléctricas.

Las canalizaciones básicamente son diseñadas para conectar los conductores a los sistemas de instalaciones eléctricas, con la ayuda de ductos o tuberías, que permiten un fácil recorrido por su interior cilíndrico.

Los ductos o tuberías, más conocidas son los tubos *conduit* de PVC, además están las tuberías de plástico flexibles, las más comúnmente utilizadas en viviendas unifamiliares. La cantidad de conductores que pueden recorrer una tubería *conduit* está definida por el calibre del conductor y por el diámetro de la tubería. En los anexos 1 y 3 se observa los diferentes conductores AWG que pueden circular por una tubería *conduit*, además, de la tabla utilizada se puede calcular la relación que existe entre el calibre del conductor y el diámetro de la tubería, así se obtiene un factor de relleno.

$F=a/A$  siendo A el área interior del tubo en mm<sup>2</sup> y “a” el área total de conductores.

El 53% para un conductor, 31% dos conductores, 43% tres conductores, y 40% para 4 conductores.

### 1.2.7 Normas eléctricas aplicadas en viviendas unifamiliares en el Ecuador.

Las normas que rigen las instalaciones eléctricas en una vivienda en el Ecuador son las NEC-10 (NORMAS ECUATORIANAS DE CONSTRUCCIÓN) específicamente en el capítulo 15 que nos habla todo lo referente a las instalaciones electromecánicas en la construcción. Estableciendo requerimientos mínimos de seguridad, procesos y condiciones, ante la creciente tendencia de la construcción en el país.

Las NEC-10 en su capítulo 15 sustentan su estudio en varios códigos, como por ejemplo el código Eléctrico Nacional De Ecuador, el Código Eléctrico de EEUU, entre otros.

Para las viviendas unifamiliares las NEC-10 establece varios parámetros y condiciones, en las instalaciones de iluminación, tomacorrientes (fuerza) y sistemas de puesta a tierra, que son de vital importancia conocerlos en el campo de la construcción.

### **1.2.7.1 Instalaciones de iluminación y tomacorrientes.**

La NEC-10 en su capítulo 15, sección 15.1.11.0.1.1, define a la instalación de iluminación como:

“Toda aquella en que la energía eléctrica se utilice para iluminar el o los ambientes considerados, sin perjuicio que a la vez se lo utilice para cargas pequeñas con consumos similares a los de un aparato de iluminación, como extractores en baños, afeitadoras eléctricas o similares” (NEC-10, 2013, pág. 75)

En el caso de las instalaciones de tomacorrientes, se consideran “a toda aquella en que la energía se utilice para accionar artefactos electrodomésticos o maquinas pequeñas similares conectadas a través de tomacorrientes”, (NEC-10, 2013, pág. 75). Considerada en el mismo capítulo en la sección 15.1.11.0.1.1, como parte de los conceptos generales de las instalaciones de iluminación y tomacorrientes.

El dimensionamiento de los conductores en un circuito de iluminación y de tomacorriente tendrá solo un fin según la sección 15.1.11.0.4.2 que es de proteger el circuito de la sobrecarga y un eventual cortocircuito.

La carga máxima que según la norma en la sección 15.1.11.0.4.4, señala que no debe superar el 70% de la capacidad nominal del circuito, especificación que cubre a los circuitos de iluminación y tomacorriente, como norma general.

### **1.2.7.2 Sistema de puesta a tierra.**

En la Norma Ecuatoriana De la Construcción NEC-10 se establece en la sección 15.1.10.0.2 que todos los equipos eléctricos electrónicos, deben estar y tener una conexión a tierra, como protección de los equipos y principalmente de las personas.

## 2. Capítulo II. Descripción de la vivienda sobre el cual se aplicará el proyecto.

### 2.1 Planos generales de la vivienda

La vivienda donde se realizará el estudio está situada en la el Distrito Metropolitano De Quito, calles Altar y Homero salas. Esta tiene aproximadamente 162 metros cuadrados de construcción y 670 metros de terreno. De propiedad de la familia Quilumbaquí Coro.



Figura 33: Ubicación de la vivienda.

Tomado de GOOGLE MAPS 2015.

La selección de la vivienda para la realización del proyecto se atribuye a que posee una antigüedad de 20 años, por lo cual se ve la necesidad de efectuar un análisis de las instalaciones eléctricas, como se detalla en el objetivo general del este proyecto.

La vivienda consta de los siguientes ambientes:

Tabla 4: Áreas de ambientes de la vivienda

<b>Ambiente</b>	<b>Área (m2)</b>
Sala	19.85
Cocina	11.25
Comedor	19.85
Mini-bar	10.65
Dormitorio principal	30.35
Dormitorio 1	11.58
Dormitorio 2	12.35
Baño social	2.1
Baño principal	4.25
Parqueadero/lavadora	29.01
Área de circulación	20.84

La vivienda al tener varios años de construcción carecía de planos que arquitectónicos, lo que da paso al levantamiento de la vivienda. El levantamiento se lo realiza con la ayuda de equipo de medición electrónico (distancio -metro), como se puede apreciar en la figura 2.2. Con este equipo se tomó medidas internas como externas de la vivienda. Después se digitalizo con la ayuda del software de dibujo AutoCAD 2007, detallando cada uno de los ambientes de la vivienda.



Figura 34: Distancio-metroHILTI.

Tomado de HILTI, s.f.

### Características del equipo de medición:

Distancia*/Precisión**	De 0,05 m a 100 m sin placa de objetivo, hasta 200 m con PDA 50/51/52/ $\pm 1.0$ mm
Láser	635 nm, clase 2 (IEC 825-1); clase II (FDA 21 CFR)
Funciones de cálculo y medida	Medición simple o continua, áreas, volúmenes, suma, resta, Pitágoras, área de pintor, memoria, temporizador, Min./Máx, definición de particiones
Tipo de protección IP	IP 54
Pilas / duración de la pila	2 pilas tamaño AA, para más de 10.000 mediciones
Rango de temperaturas de funcionamiento	-10°C a +50°C
Dimensiones / Peso	120x55x28 mm / 200 g

Figura 35. Características técnicas de distancio- metro HILTI PD 40/41

Tomado de HILTI, s.f.

Los planos correspondientes a la vivienda se muestran en el Anexo 7, donde constan los siguientes:

- Plano general.
- Plano ubicación de elementos de circuito de iluminación y circuito de tomacorrientes fuerza.

## 2.2 Estudio lumínico y de seguridad de la vivienda.

La vivienda al ser una construcción existente, involucra muchos aspectos a ser analizados dentro del mejoramiento de las instalaciones eléctricas y la repotenciación de la iluminación y seguridad de la vivienda. Para el análisis de la situación lumínica es necesario utilizar equipos tales como el luxómetro, y en los aspectos de seguridad, esta se analizará de acuerdo a una gestión de riesgos que involucra directamente el entorno de la vivienda en cada uno de los ambientes, además se toma encuesta su ubicación, y los riesgos que esta presenta a eventuales acontecimientos que perjudiquen al bien inmueble y principalmente a las personas.

### 2.2.1 Estudio lumínico.

Al analizar cada uno de los ambientes en la vivienda se puede evidenciar la magnitud con la que las fuentes de luz artificial y natural inciden en el sitio. Para establecer si las fuentes de luz artificial cumplen con requerimientos

mínimos para proporcionar una buena iluminación, se procede a medir cada uno de los ambientes de la vivienda con dispositivos de medición como el luxómetro, ésta proporciona lecturas que permiten comprobar el estado de la vivienda en aspectos de iluminación. Los valores obtenidos serán comparados con tablas existentes de niveles de iluminación para cualquier actividad a la que sea destinada.

Además, después del análisis de la vivienda se puede establecer el cumplimiento de las normas de la Norma Ecuatoriana de la Construcción en su capítulo 13 que corresponde a la Eficiencia Energética, en la sección 13.6.8 CRITERIOS DE DISEÑO DE LA ILUMINACIÓN, donde expone tres aspectos donde que garantizan una buena iluminación, los cuales son: el confort visual, prestación visual y seguridad. Así mismo para satisfacer estos aspectos es necesario poner énfasis en los siguientes parámetros que contribuyen al entorno luminoso, tales como: distribución de luminarias, luminancia, deslumbramiento, dirección de la luz, color de la luz, superficie, luz natural, y mantenimiento. (NEC-11, s.f.).

Para el levantamiento de información concerniente a la iluminación en la vivienda, se utilizó equipo de medición electrónica como es un luxómetro, el cual será detallado a continuación:

- Equipo:  
Luxómetro HS1010A



Figura 36. Luxómetro HS1010A.

Tomado de TPM Equipos, s.f.

- Especificaciones técnicas del equipo.
  - Alta precisión, rango de medición: 1-200,000 Lux.
  - Selección automática de nivel de medición.
  - Selección de la unidad LUX / FC.
  - Pantalla: LCD de 3-1/2 dígitos con una lectura máxima de 1999
  - Rango de medida: 2000/20000/200000 Lux
  - Spectral response: CIE Photopic. (CIE human eye response curve)
  - Repetibilidad:  $\pm 2\%$
  - Precisión:  $\pm 4\% \hat{\text{A}} \pm 10\text{dpts} (<10000\text{Lux})$ ;  $\hat{\text{A}}\pm 5\% \hat{\text{A}}\pm 10\text{dpts} (>10000\text{Lux})$
  - Característica de temperatura:  $\pm 0,1\% / ^\circ \text{C}$
  - Intervalo de medición: Aprox. Tiempo de 2,0 / seg
  - Foto detector de: Una foto diodo de silicio con filtro
  - Tamaño del medidor de luz: 16,2 \* 6 \* 3.2cm / 6.4 \* 2.4 \* 1.3in
  - Peso metro ligero: 100 g / 3,5 oz
  
- Medición: Se realizan cuatro mediciones en diferentes puntos representativos del puesto de trabajo, "representativo" quiere decir que los puntos de medición seleccionados no son anómalos. Al seleccionar los cuatro puntos más oscuros o más brillantes de los cuatro puntos de medición no dará un valor representativo. La medición se realiza a 1 metro de distancia por encima del piso, la suma de los cuatro resultados se divide entre cuatro, es decir se realiza una ponderación de los mismos. Los puntos deben seleccionarse de manera que en base a las observaciones del técnico, representen la media del nivel de iluminación en el lugar que se evalúa. (EarthTech., 2011). El levantamiento de datos se lo realiza tomando en cuenta procesos planteados por organismos de control y supervisión dentro del campo ocupacional, que estipulan parámetros mínimos de salud ocupacional, como son la OIT, y la legislación del Ecuador.
 

La medición se lo efectúa en 4 sitios en el lugar donde se realizan las diferentes actividades (sitios de trabajo), de manera que se tiene varias

referencias en las condiciones de la vivienda, después, esos resultados son ponderados como se puede ver en la tabla 2.1.

Tabla 5: Datos de mediciones de luz en ambientes de la vivienda.

Ambiente	Mediciones con luxómetro				Promedio $E_m$ (lux)	Lámparas Existente
	E1(lux)	E2(lux)	E3(lux)	E4(lux)		
Sala	280	175	98	75	157	Fc 20W
Cocina	75	53	95	65	72	Fc 20W
Comedor	220	195	210	180	201.25	Fc 20W
Mini-bar	180	215	205	203	200.75	Fc 20W
Dormitorio principal	105	96.5	101	95	99.37	Fc 20W
Dormitorio 1	70	78	87	94	82.25	Fc 20W
Dormitorio2	75	53	78	99	76.25	Fc 20W
Baño social	180	149	198	145	168	Fc 20W
Baño principal	200	210	280	295	246.25	Fc 20W
Parqueadero /lavandería	100	81	85	99	91.25	Fc 20W
Corredor	33	100	50	75	64.5	Fc 20W

Nota: Lámparas de 20w son utilizados actualmente en la vivienda, son de tipo fluorescente compacta, que se expresa mediante las letras "Fc"

- Resultados: En la tabla 2.2 elaborada en el programa Microsoft Excel se puede apreciar los diferentes ambientes en la vivienda y sus respectivas mediciones de iluminación, además de la recomendación del nivel de iluminación según los reglamentos, entre otra información necesaria para el proyecto.

Tabla 6: Resumen de datos de mediciones de iluminación realizadas.

Ambiente	Área (m <sup>2</sup> )	Iluminación Medida E(Lux)	Iluminación Recomendada E(Lux)
Sala	19.85	157	100/200/300*
Cocina	11.25	72	100/200/400*
Comedor	19.85	201.25	100/200
Mini-bar	10.65	200.75	100/200
Dormitorio principal	30.35	99.37	100/200
Dormitorio 1	11.58	82.25	100/200
Domitorio2	12.35	76.25	100/200
Baño social	2.1	168	100/200*
Baño principal	4.25	246.25	100/200*
Parqueadero/lavadora	29.01	91.25	50/100*
Área de circulación	20.84	64.5	50

Nota: Se realiza la comparación con los parámetros establecidos por normativa nacional como el NEC-10 y la norma internacional IRAM referente a la iluminación. \* El nivel de iluminación depende de la actividad que se realice.

Para el análisis de los datos obtenidos en las mediciones con el luxómetro, se realiza una comprobación utilizando el software Relux para diseño de la iluminación. Este *software* es gratuito, destinado a la planificación de espacios a ser iluminados. Este programa vincula muchos fabricantes de lámparas y luminarias, como por ejemplo OSRAM, Philips las más reconocidas en el mercado latinoamericano, mediante catálogos y bases de datos en línea es posible acceder a un sin número de luminarias de los fabricantes permitiendo importar formatos fotométricos.

Los datos obtenidos en las mediciones son ingresadas en el programa al cuando se selecciona las luminarias y lámparas para cada ambiente de la vivienda. Posteriormente podemos observar el nivel de iluminación actual de uno de los ambientes como es la sala y comedor, tal como se muestra la figura 37,

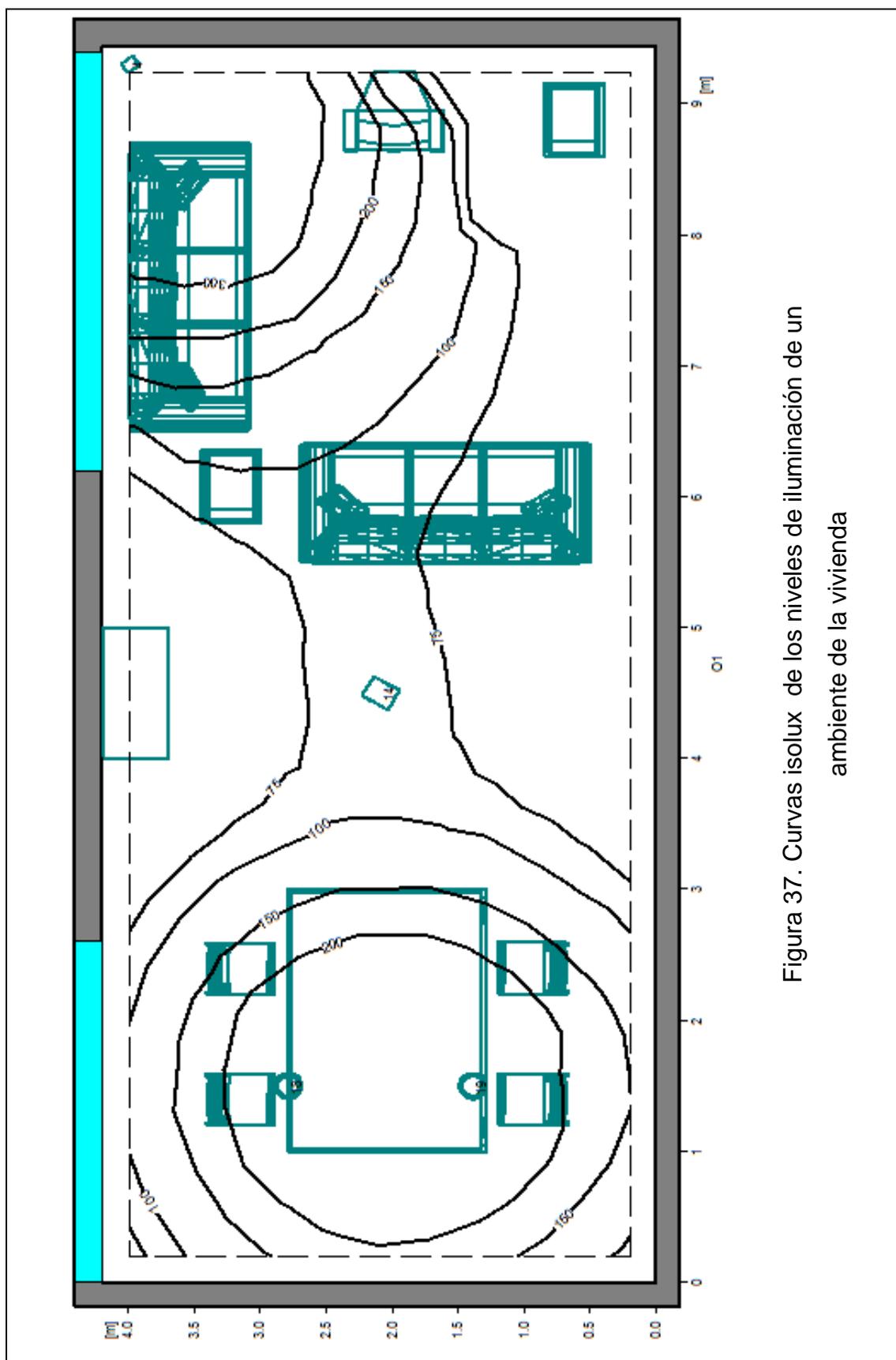


Figura 37. Curvas isolux de los niveles de iluminación de un ambiente de la vivienda

En La figura 37 es posible identificar el lugar dentro del ambiente donde existe mayor o menor iluminación, además nos muestra una perspectiva de que zonas de la vivienda necesitan ser mejoradas en este aspecto. Utilizando las líneas isolux que son líneas representativas de los niveles de iluminación expresadas en luxes. Para comprender mejor este tema se puede realizar una analogía con las curvas de nivel en un plano topográfico, las líneas serían las cotas donde se expone los valores de altitud, en este caso esas líneas representan los niveles de iluminación.

Para alcanzar los niveles de iluminación deseados se necesita incorporar nuevas luminarias dependiendo de la actividad que se vaya a realizar. Con estos resultados la selección de lámparas y luminarias es mucho más fácil, además se convierte en otro criterio más a ser tomado en cuenta frente a una buena iluminación.

Se debe tener en cuenta que para incorporar nuevas lámparas en las luminarias, estas deberán ser igual o mejores, tomando en cuenta características relevantes en la iluminación como son el flujo luminoso, el índice de refracción cromática, y potencia, que vienen especificados en la caja de una lámpara. Independientemente de que tipo de lámpara se elija, esta debe cumplir con requisitos de diseño e iluminación que se quiere obtener además de que actividad se va a realizar.

Por otro lado en la figura 38 nos muestra algo similar a la figura anterior, en este caso Relux permite también identificar y complementar la información de la iluminación expresada anteriormente con las líneas isolux de la figura 37. El resultado que se obtienen se expresa en un rango de colores llamados colores falsos, que muestra el nivel de iluminación expresada en luxes, y esto permite identificar cual o cuales son los lugares que requieren más iluminación.

En el anexo 6 se muestra el estado de iluminación de cada ambiente, de la vivienda utilizando el programa Relux, esta información es un complemento más a toda la información que se requiere para la incorporación de nuevas luminarias y lámparas que mejoren sustancialmente la iluminación en el hogar

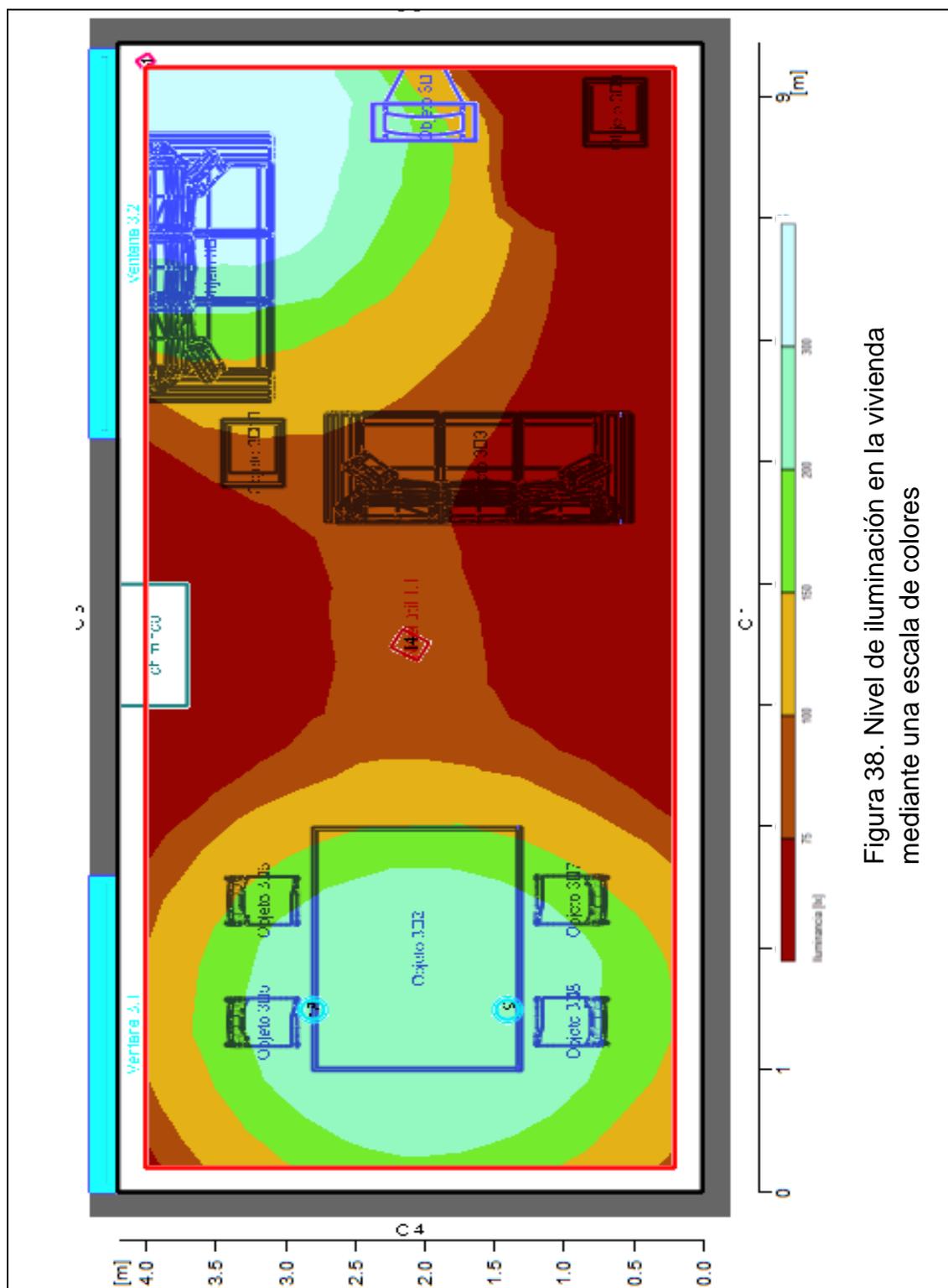


Figura 38. Nivel de iluminación en la vivienda mediante una escala de colores

## 2.2.2 Seguridad en la vivienda.

La seguridad no solo está relacionada con los temas de intrusión en las viviendas, abarca un sinnúmero de elementos, al ser un aspecto fundamental en la domótica, se debe tener en cuenta que no solo se busca la seguridad de la vivienda física, sino también de sus ocupantes. (Huidrobo, 2007)

Al analizar la situación actual de la vivienda en aspectos de seguridad se inicia definiendo su ubicación, accesos, riesgos en el interior frente a siniestros, entre otros aspectos que se busca mejorar en una vivienda existente.

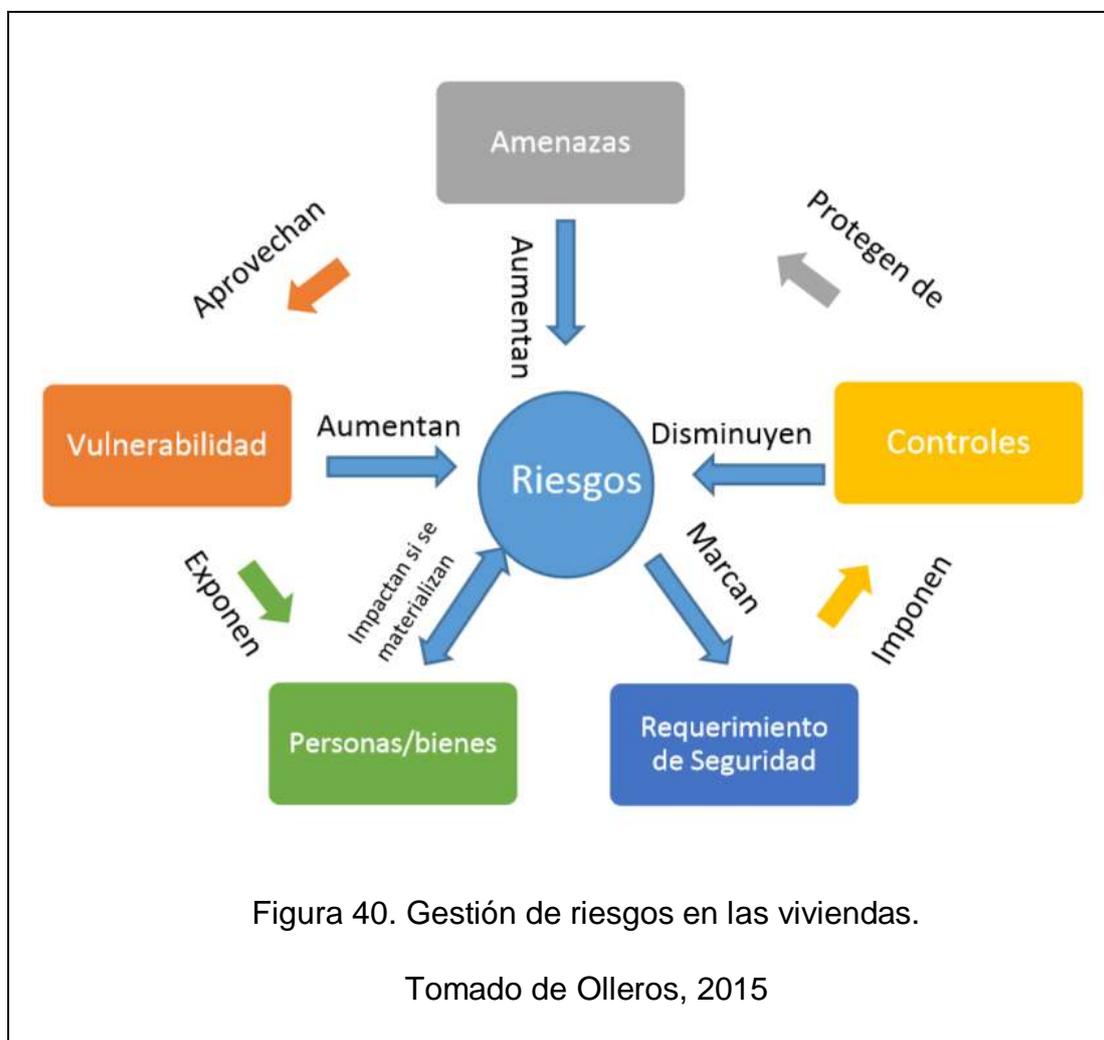
Para analizar si existe un nivel de riesgo en la integridad de la vivienda y sus ocupantes, se deben tomar en cuenta su ubicación, para así establecer cuáles son las amenazas, la vulnerabilidad a la que está sometida, la probabilidad de que exista una intrusión y la criticidad en la que se encuentra la vivienda.

En la figura 39 se muestra la ubicación de la vivienda y los puntos de control externo como UPC (Unidad de policía Comunitaria) cercanos, y cámaras de vigilancia públicas. También se muestra las zonas de riesgo de intrusión donde se encuentra la vivienda.



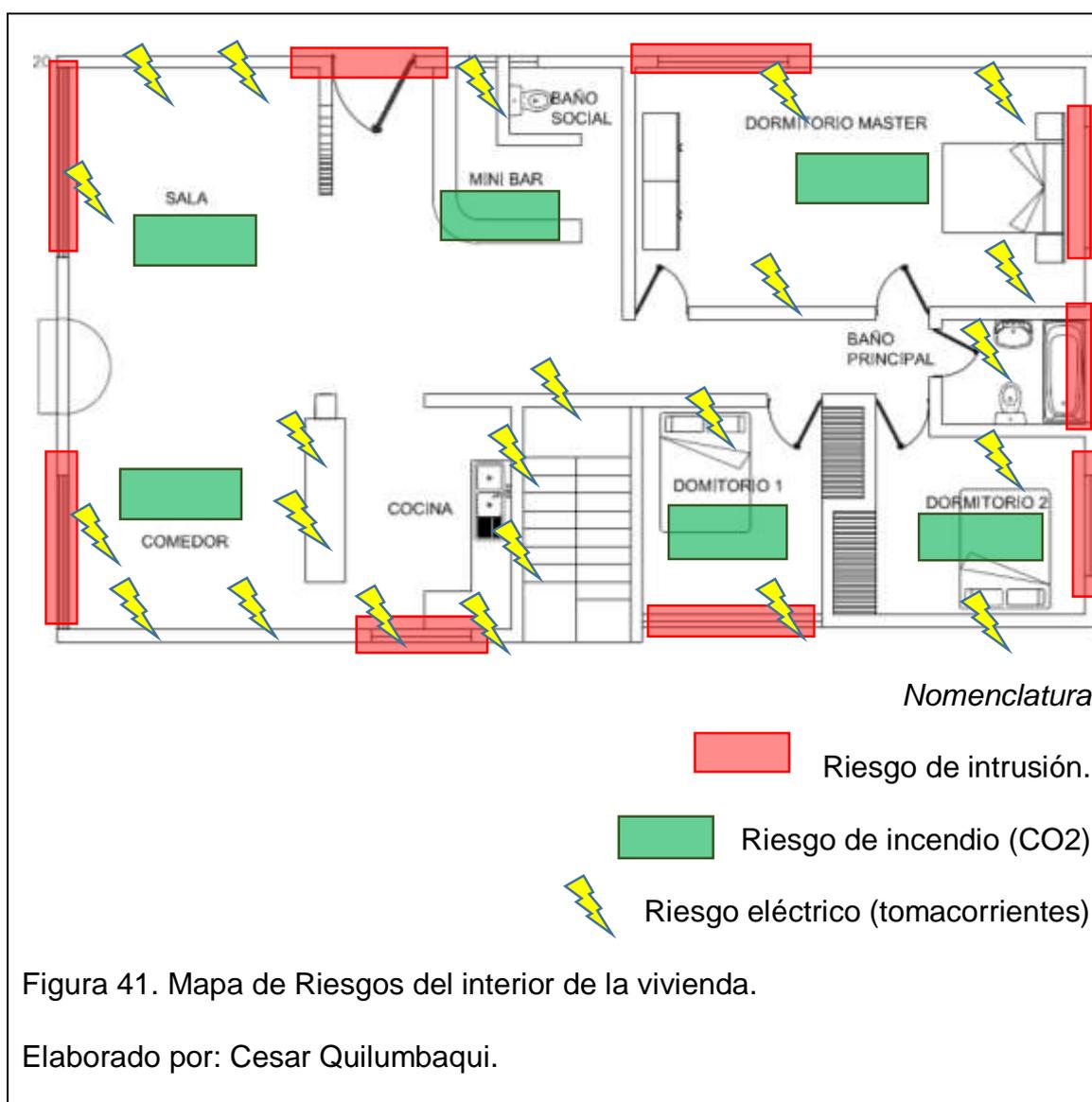
Figura 39. Situación de seguridad externa de la vivienda.

Para comprender como se maneja un riesgo es importante establecer procedimientos que permitan realizar una gestión de riesgos en la vivienda, que a su vez permita minimizarlos y controlarlos. En la siguiente figura 40 se muestra cómo se maneja un riesgo o cómo se gestiona un riesgo de cualquier índole, que puede ser aplicado para establecer una seguridad en la vivienda.



El resultado de una buena gestión de riesgos es un sistema de seguridad que cubra las necesidades del usuario e identifique el riesgo como se definió anteriormente, este proceso puede ser utilizado para establecer un mapa de riesgos en el interior de la vivienda, pues el objetivo de un sistema de seguridad, es disminuir posibles riesgos minimizarlos y controlarlos en toda actividad que está inmiscuido una persona o varias.

Para establecer el mapa de riesgos en el interior de la vivienda primero se define que puede ocasionar o incrementar un factor de riesgo perjudicial para sus ocupantes. Dentro de los factores de riesgos se tiene a las conexiones eléctricas, conexiones de gas, muebles altos no fijos, material inflamable entre otros. También se destaca un perímetro de vulnerabilidad para intrusión en la vivienda. En la figura 41 identificaremos los tipos de riesgos tales como intrusión, y siniestros (eventos de incendio, riesgo eléctrico).



### 2.3 Definición de las necesidades de mejoramiento de las instalaciones eléctricas en la vivienda.

### 2.3.1 Instalaciones de circuitos de iluminación.

Dentro de las instalaciones eléctricas los circuitos de iluminación se componen de distintas partes o elementos, como se definió en el Cap. 1.2.1.2, lo cual es importante para identificar cualquier falencia existente en cada circuito y solucionar los problemas con mayor seguridad.

Los mayores inconvenientes que se encuentran en la vivienda parten del deterioro de elementos como interruptores, los conductores, tablero de distribución y luminarias. A continuación se detalla en una visión general cada uno de los elementos del circuito de iluminación:

- Interruptores: los dispositivos de control de iluminación en general presentan un deterioro por el uso durante el tiempo, desde que se construyó la vivienda no ha existido un cambio, es decir muchos de estos elementos ya cumplieron su vida útil, y necesitan ser sustituidos. Esto implicaría directamente una correcta verificación del estado y funcionamiento de los interruptores en el circuito de iluminación que va de la mano con la disposición de nuevos elementos que cumplan la normativa dentro de las instalaciones eléctricas al momento de incorporarlos al circuito. Se debe tener en claro y recordar que los interruptores por definición son elementos que permiten o impiden el paso de la corriente eléctrica dentro de un circuito, por eso la importancia de ser renovados acorde con la evolución del hogar. En la figura 42 se muestra en general el estado de uno de los interruptores existentes en la vivienda.



Figura 42. Interruptor utilizado en la vivienda.

- Conductores: este elemento del circuito de iluminación está directamente relacionado con los interruptores, ya que su correcta disposición da paso a un correcto funcionamiento de los interruptores y por consiguiente al circuito y las instalaciones eléctricas en general. El estado de los conductores es óptima, pero, no cumplen con el código de colores en algunos casos específicos, se debe tener en cuenta que la identificación de los conductores es de suma importancia en los diferentes elementos del circuito, pues esto ayuda a dar un rápido diagnóstico de la situación de la instalación eléctrica. En la figura 43 se muestra el estado de los conductores en los interruptores y en las luminarias.



Figura 43. Conductores conectados a interruptor.

Las instalaciones eléctricas específicamente en los circuitos de iluminación en general muestran un deterioro, como se dijo por el uso en el tiempo. La no renovación implicaría a no poder evolucionar a la vivienda estéticamente, y operacionalmente, esta última como tema importante de fondo, pues no se debe dejar de lado que si un elemento en el circuito está mal, este simplemente fallaría. En la tabla 7 se resume cuantos puntos en la instalación eléctrica del circuito de iluminación necesitarían intervención, mostrando también su ubicación y su respaldo fotográfico.

Tabla 7: Estado general de interruptores en la vivienda.

Ambiente	Nº de Interruptores	Estado	Respaldo Fotográfico Interruptores
Cocina	1	Malo	
Sala/comedor	2	Malo	
Corredor	2	malo	
Dormitorio principal	2	Malo	

Parqueadero /lavandería	2	malo	
Dormitorio 1	1	Bueno	
Dormitorio 2	1	Bueno	
Baño social	1	Bueno	
Baño principal	1	Bueno	

Nota: muchos de los dispositivos de maniobra como interruptores ya cumplieron su vida útil.

### 2.3.2 Instalaciones de circuitos de fuerza.

Las instalaciones eléctricas en la vivienda muestran un panorama de modernidad que se maneja en el hogar, conectar un dispositivo a un tomacorriente que no brinda una seguridad que brinda una modernidad es preocupante en toda vivienda existente, pues se corre el riesgo de dañar el equipo y pone en una situación vulnerable la seguridad de la persona.

Muchos de los problemas en temas de daños de electrodomésticos, equipos electrónicos están ligados al estado de los tomacorrientes, su correcta conexión a los conductores y si poseen conexión a tierra. A continuación se

detalla el estado de cada uno de los elementos en el circuito de fuerza (tomacorrientes)

- Tomacorrientes: estos elementos poseen una renovación específica, pero, en general en la vivienda todavía existe muchos elementos que ya cumplieron su vida útil o están deteriorados. Se debe tener en cuenta que muchos equipos que se conectan a los tomacorrientes y estos corren el riesgo de sufrir alguna avería. Esto implica un cambio de tomacorrientes que brinden seguridad a la persona y al equipo como se dijo en un inicio. En la figura 44 se muestra el estado de uno de los tomacorrientes en la vivienda, y de la cual se hace una generalización de estos en cada uno de los ambientes.



Figura 44. Tomacorriente utilizado en la vivienda.

- Conductores: estos elementos nuevamente en estas instalaciones presentan inconvenientes al momento de identificar pues no cumplen con el código de colores que dice la norma. En general los conductores se encuentran en un estado dentro del rango de aceptación, algunos requieren ser ampliados pues la manipulación no profesional ha llevado que no se den buenos contactos y el conductor se aíse de los tomacorrientes. En la figura 45 se muestra la condición en la que se encuentra en general los conductores conectados a un tomacorriente.



Figura 45. Conductores conectados a tomacorriente

La clara evidencia del estado de los tomacorrientes en aspectos estéticos y técnicos demuestran nuevamente una deteriorada instalación eléctrica enmarcado en el uso en el tiempo, los elementos como tomacorrientes necesitan ser renovados una vez comprobado el estado de los conductores y la disponibilidad para su conexión. En la tabla 8 se muestra un panorama general de los tomacorrientes en la vivienda, donde se evidencia su estado.

Tabla 8: Estado general de tomacorrientes en la vivienda.

Ambiente	Nº de Tomacorrientes	Estado	Respaldo Fotográfico
Cocina	4 dobles	Malo	
Sala/comedor	8 dobles	Malo	

Dormitorio principal	4 dobles	Malo	
Dormitorio 1	2 dobles	bueno	
Dormitorio 2	2 dobles	Bueno	
Lavandería	2 dobles	Malo	
Baño principal	1 simple	Bueno	

### 2.3.3 Levantamiento de cargas y conductores

#### 2.3.3.1 Aparatos de medición y magnitudes eléctricas

La importancia de conocer las distintas magnitudes eléctricas, ayuda a una rápida y fácil comprensión de las distintas definiciones involucran las instalaciones eléctricas.

- Diferencia de potencial, tensión eléctrica o voltaje (V).
- La corriente o Intensidad eléctrica (I).
- Potencia eléctrica (P).

**Multímetro:** el multímetro *Fluke 376* ofrece un rendimiento mejorado perfecto para una amplia variedad de situaciones de medida de corriente. En la imagen 46 se muestra del aparato de medición multímetro *FLUKE 376*.



Figura 46. Multímetro *Fluke 376*.

Especificaciones técnicas:

Tabla 9: Especificación técnica de multímetro *Fluke 376*.

<b>Rango</b>	999,9 A
<b>Resolución</b>	0,1 A
<b>Precisión</b>	2% ± 5 dígitos (10-100 Hz) 2,5% ± 5 dígitos (100-500 Hz)
<b>Factor de cresta (50/60 Hz)</b>	3 a 500 A (solo 375 y 376) 2,5 a 600 A 1,42 a 1.000 A (solo 376) Sume un 2% para F.C. > 2

Características:

Tabla 10: Características técnicas *Fluke 376*

Característica	Medida
Medida de corriente CA	999,9 A
Medida de corriente CA mediante la tecnología iFlex	2.500 A
Medida de tensión CA	1000,0 V
Medida de continuidad	≤ 30 Ω
Medida de corriente CC	999,9 A
Medida de tensión CC	1000,0 V
Medida de resistencia	60k Ω

Medida de frecuencia	500 Hz
Medida de corriente de arranque	100 ms

### 2.3.3.2 Cargas y conductores

La vivienda consta de cuatro circuitos cuales salen desde el tablero de distribución ubicado en la cocina. El levantamiento se lo realiza con los equipos de medición y herramientas para instalaciones eléctricas. Los circuitos abarcan diferentes ambientes los cuales serán detallados a continuación, además de los cálculos respectivos donde se muestra que los conductores cumplen con la demanda de carga, según las normas NEC-10.

Circuito 1. Iluminación cocina comedor, sala y parqueadero

Circuito 2. Iluminación mini-bar, baño social, pasillo, dormitorio principal, dormitorio 1 y baño principal, lavandería

Circuito 3. Tomacorrientes pasillo, dormitorio principal, dormitorio 1 y2, baño principal, lavandería

Circuito 4. Tomacorrientes cocina comedor, sala y mini-bar.

Las cargas para los cálculos que se realizan a continuación se consideran 180W para tomacorrientes y para los puntos de iluminación se tomara la potencia de la lámpara, según la NEC-10.

Los conductores instalados deben cumplir el siguiente artículo 15.1.7.1.1.2. , de la NEC-10 que dice “La sección de los conductores de los alimentadores secundarios o circuitos derivados de iluminación será mínimo No. 14 AWG, y en circuitos de fuerza, calefacción o combinación de estos consumos será mínimo No. 12 AWG.” (NEC-10, 2013, pág. 35).

Tabla 11: Levantamiento de cargas de la vivienda.

Levantamiento de cargas de la vivienda									
Ubicación		VOLTAJE		120 V					
Circuito	Descripción	Cargas (W)		Subtotal carga W	Corriente calculada (A)	Corriente medida (A)	Protección instalada	Calibre de conductores instalados	
		Tomacorrientes 180 w	Lámparas 20W						
1	Iluminación cocina, comedor, sala , y parqueadero		15	300	2,5	2,07	1x20	ALIMENTADORES PRINCIPALES TW 12 AWG, DERIVADOS 14 AWG	
2	Iluminación mini-bar, baño social, corredor, dormitorio personal, dormitorio 1-2, y baño principal, lavandería		15	300	2,5	1,7	1x20	ALIMENTADORES PRINCIPALES TW 12 AWG, DERIVADOS 14 AWG	
3	Tomacorriente, corredor, dormitorio principal, dormitorio 1y2, baño principal, lavandería	11		1980	16,5	0,7	1x20	ALIMENTADORES PRINCIPALES TW 12 AWG	
4	Tomacorrientes cocina, comedor , sala y minibar	14		2520	21	4,7	1x20	ALIMENTADORES PRINCIPALES TW 12 AWG	
			<b>TOTAL</b>	<b>3120</b>	<b>42,5</b>				

El levantamiento de los conductores se realizó con los equipos de medición correspondientes, y se comprobó el cumplimiento del código de colores de conductores y además se observó si el calibre de los mismos está en una dimensión adecuada en las instalaciones eléctricas. En la figura 47 se muestra el calibre del conductor instalado en un circuito de fuerza.



#### 2.3.4 Instalaciones de puesta a tierra y protecciones de los circuitos eléctricos.

Las conexiones a tierra y las protecciones en las instalaciones eléctrica llevan a un mismo fin el de precautelar la seguridad de las personas y los equipos que esta se conectan. La vivienda cuenta con la instalación de puesta a tierra en tomacorrientes simples y tomacorrientes de conexiones especiales, además del tablero de distribución, comúnmente llamados “*tablero de breakers*”

En las conexiones a tierra los conductores muestran el cumplimiento al código de colores, establecidas por la NEC-10 pese a que en muchos casos los conductores conectados a los tomacorrientes no cumplan esta norma, como se muestra en la figura 48; esta la visión general de la instalación del sistema de puesta a tierra. En la varilla de “*copper well*” ubicada fuera de la vivienda se evidencia en un deterioro pues esta no presenta ninguna conexión como se observa en la figura 48 literal b.

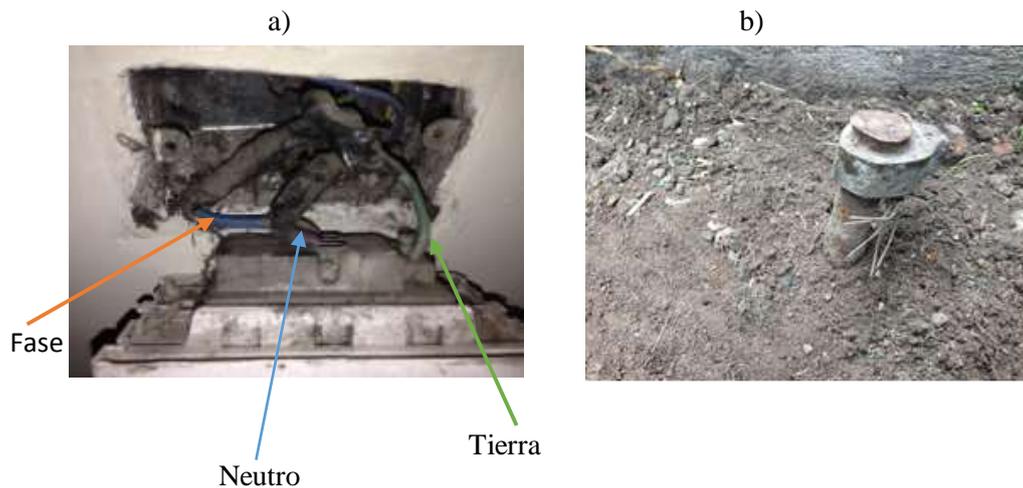


Figura 48. Estado de sistema de puesta a tierra en la vivienda: a) conexión de conductor de tierra a tomacorriente y b) varilla copper well sin conexión.

Con respecto al tablero de distribución se puede apreciar un desorden y un deterioro en aspectos físicos del material, como se muestra en la figura 49, también se puede considerar que los “*breakers*” están ubicados para cada circuito, esto se pudo evidenciar al realizar el levantamiento de las instalaciones eléctricas en la vivienda que dio paso a la concepción del plano de levantamiento eléctrico.

El funcionamiento de los disyuntores es correcto así como su dimensionamiento como se puede apreciar en la tabla 11. A simple apreciación no existiría inconvenientes, salvo que los disyuntores, comúnmente llamados “*breakers*” ya cumplieron su vida útil, además se aprecia la no existencia de nomenclatura que señale la distribución de los circuitos, es decir el etiquetado de cada circuito controlado desde el tablero de distribución. En este contexto se ve la necesidad de renovar el tablero ya sea cambiando los disyuntores, si los circuitos lo requieren, o simplemente colocando una buena nomenclatura.

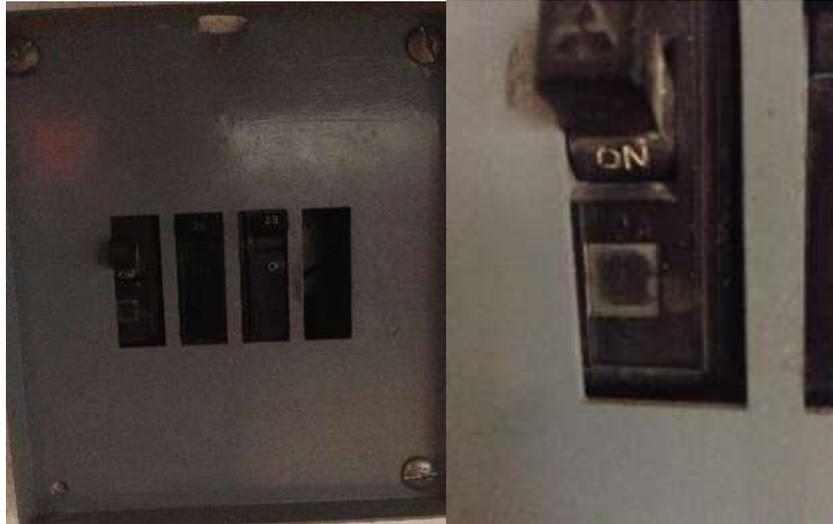


Figura 49. Tablero de distribución de la vivienda.

El tablero de distribución se encuentra ubicado en el ambiente de la cocina, como se puede apreciar en los planos en el anexo 7. Donde convergen todos los circuitos, de iluminación y de tomacorrientes (fuerza).

### **3. Capítulo III. Propuesta de mejoramiento de las instalaciones eléctricas.**

#### **3.1 Manual de procesos para el mejoramiento de los circuitos de iluminación y tomacorrientes.**

Antes de iniciar con la propuesta de mejoramiento de las instalaciones eléctricas en una vivienda se deben tener en cuenta varios aspectos y seguir varias recomendaciones desde un punto de vista técnico. A continuación se muestra las diferentes evaluaciones que se deben realizar antes de iniciar alguna intervención de tipo eléctrico en la vivienda.

- Pruebas de aislamiento de todos los conductores de cables o de hilos de la instalación.
- Pruebas de continuidad y de conductividad de los conductores de protección, como fases, neutro y conexión a tierra.
- Pruebas de resistencia de electrodos de tierra si es el caso en las viviendas.
- Número de tomacorrientes y puntos de iluminación que se permite, realizadas por comprobación de circuito, refiriéndose a la norma.
- Comprobación de la sección de todos los conductores, teniendo en cuenta los dispositivos de protección, los materiales y las condiciones de instalación.
- Verificación si el sistema de instalaciones eléctricas posee conexión a tierra.
- Comprobación de ubicación y distribución de interruptores tomacorrientes según la normativa.

Estas pruebas y comprobaciones poseen un carácter básico que no requieren mucho tiempo, pero si un conocimiento técnico profundo de instalaciones eléctricas, conjuntamente respetando la norma que condiciona aspectos que

deben tomar en cuenta en el diseño, por ejemplo: instalaciones con conexión a tierra

El propósito de esta guía es proporcionar atención a las características particulares de los diferentes tipos de instalaciones en viviendas unifamiliares a partir de la NEC-10 capítulo 15 (Norma Ecuatoriana De La Construcción) e indicar las normas esenciales que se deben tener en cuenta para conseguir un nivel de calidad en la vivienda con respecto a las instalaciones eléctricas y así minimizar los problemas que muchas veces existen al momento de una readecuación o implementación de nuevos sistemas. Cabe recalcar que la guía se rige estrictamente a lo que dice la NEC-10, partiendo de la renovación de un sistema lumínico precario que no genera un ahorro energético y una buena iluminación. Este estudio en las instalaciones eléctricas se las realiza de forma general, pues las condiciones en las que muchas veces las viviendas son adquiridas no presentan una buena infraestructura.

La guía no se desliga de los capítulos 1 y 2 referentes a las instalaciones eléctricas, además como complemento comprende los subcapítulos 3.1.1, que abarca un cálculo básico de las lámparas que son necesarias en una vivienda, además de otros datos que arroja este cálculo como son la potencia consumida y la corriente. Continuando con la guía el subcapítulo 3.1.2 comprende los distintos parámetros técnicos para las instalaciones de puntos de control de circuitos de iluminación. En el subcapítulo 3.1.3 se abarca lo concerniente a la instalación de puntos de iluminación dentro de un circuito de iluminación. En el subcapítulo 3.1.4 se profundiza en temas de instalaciones de tomacorrientes, ubicación y parámetros mínimos dentro de un circuito de fuerza. Por ultimo en el subcapítulo 3.1.5 se muestra una perspectiva de la instalación de puesta a tierra.

### **3.1.1 Cálculo de iluminación a partir de planos de la vivienda.**

De acuerdo con la NEC-11 en su capítulo 13 que corresponde a la Eficiencia Energética en la construcción en el Ecuador, como se citó en el capítulo 2, se expone tres criterios como son: el confort visual, prestación visual y seguridad, los cuales deben cumplir una buena instalación de

iluminación, además, en las instalaciones de iluminación intervienen directamente tres factores como el nivel de iluminación, tipo de luminarias, y distribución de la luz.

Para calcular la iluminación en interiores se debe seguir varios pasos dentro del método de flujo luminoso o conocido como método de los lúmenes. Previa a la aplicación del método de flujo luminoso se debe recordar algunos conceptos expuestos en el capítulo 1 como son:

$E$ = nivel de iluminación. (Lux)

$\Phi_T$ = flujo luminoso total. (Lumen)

$S$ =superficie total por iluminar (m<sup>2</sup>)

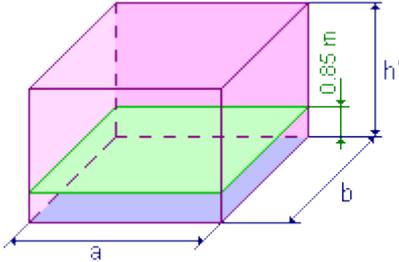
$CU$ = factor de utilización. (Catálogo de fabricantes)

$k$ =índice de refracción del local.

Calculo por el método de flujo luminoso total:

- a) Dimensiones del ambiente y actividad que se realizará, disposición y altura de plano de trabajo. Datos que se los obtiene en los planos Anexo 7 donde se especifican dimensiones de cada ambiente.

Tabla 12: Datos del ambiente habitación Principal

Ambiente: Habitación principal	Dimensiones
 <p>Datos de entrada</p>	<p>A= : 4.03 metros            B: 7.53 metros            0.85 (m) altura de trabajo.  <math>S= A*B</math> (m<sup>2</sup>) superficie del ambiente.</p>

- b) Determinar el nivel de iluminación que están tabulados en la siguiente tabla:

Tabla 13: Niveles de iluminación según las normas IRAM

<b>INTERIORES: Residencial</b>	
Estar: Iluminación general	100 Lux
iluminación localizada	200 Lux
lectura, escritura, etc.	400 Lux
Dormitorio	
iluminación general y localizada	100-200 Lux
Cocina: Iluminación general	200 Lux
iluminación de la mesa	500-800 Lux
Baño: Iluminación general	100 Lux
iluminación sobre el espejo ( nivel vertical )	200 Lux

Nota: 100 luxes se utilizara en iluminación general, mientras que 200 luxes se utilizará para actividades específicas como lectura, según el Instituto Argentino De Normalización Y Certificación (IRAM).

Tomado de Grupo Argentina norma IRAM IRAM-AADL J 20-06.

- c) Seleccionar un tipo de lámpara, (fluorescente, LED, entre otras) dependiendo de la actividad a realizarse y las características de iluminación que se requiera. Ver el anexo 2.
- d) Seleccionar el sistema de iluminación (iluminación directa, y luminaria que más se acomode a las necesidades de la vivienda.
- e) Determinar altura de suspensión de luminarias según el sistema de iluminación escogido.

Tabla 14: Identificación de la altura de suspensión de una luminaria

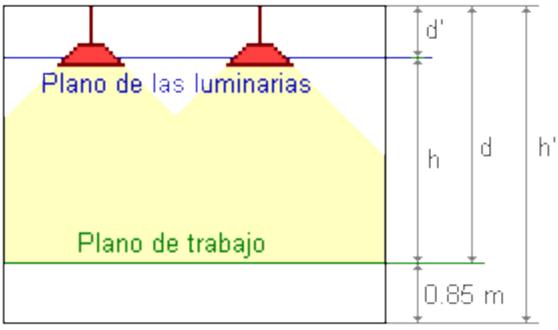
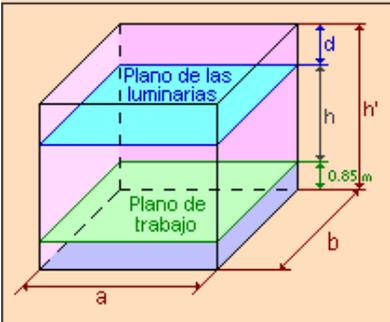
Altura De Suspensión	Nomenclatura
 <p>El diagrama muestra un espacio con un techo y un plano de trabajo a 0.85 m del suelo. Dos luminarias están suspendidas desde el techo. Se definen las siguientes alturas: <math>h'</math> es la altura total del local; <math>d</math> es la altura del plano de trabajo al techo; <math>h</math> es la altura entre el plano de trabajo y las luminarias; <math>d'</math> es la altura entre el plano de las luminarias y el techo.</p>	<p><math>h</math>: altura entre el plano de trabajo y las luminarias</p> <p><math>h'</math>: altura del local</p> <p><math>d</math>: altura del plano de trabajo al techo</p> <p><math>d'</math>: altura entre el plano de trabajo y las luminarias</p>

Tabla 15. Criterios para establecer la altura luminarias

	Altura de las luminarias
<b>Locales de altura normal (oficinas, viviendas, aulas...)</b>	Lo más altas posibles
<b>Locales con iluminación directa, semidirecta y difusa</b>	Mínimo: $h = \frac{2}{3} \cdot (h' - 0.85)$ Óptimo: $h = \frac{4}{5} \cdot (h' - 0.85)$
<b>Locales con iluminación indirecta</b>	$d' \approx \frac{1}{4} \cdot (h' - 0.85)$ $h \approx \frac{3}{4} \cdot (h' - 0.85)$

- f) Calcular el índice de refracción del local, dentro de la superficie del ambiente.

Tabla 16: índice de refracción local.

	Sistema de iluminación	Índice del local
	Iluminación directa, semidirecta, directa-indirecta y general difusa	$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$
	Iluminación indirecta y semiindirecta	$k = \frac{3 \cdot a \cdot b}{2 \cdot (h + 0.85) \cdot (a + b)}$

Nota: k toma valores entre 1-10, si el valor es mayor de 10 ese valor es depreciable para el cálculo.

Tomado de (Garcia Fernandez, s.f.).

Primero calculamos el área del ambiente a analizar, para este ejemplo nos referimos a la tabla

$$K = \frac{A * B}{H * (A + B)}$$

$$K = \frac{4.03 * 7.53}{1.6 * (4.03 + 7.53)}$$

$$k = 30.3459/18.496; \quad \mathbf{K=1.64}$$

- g) Determinar los coeficientes de reflexión del techo, paredes y suelo tabulados en la siguiente tabla:

Tabla 17: coeficiente de reflexión.

	Color	Factor de reflexión ( $\rho$ )
<b>Techo</b>	Blanco o muy claro	0.7
	claro	0.5
	medio	0.3
<b>Paredes</b>	claro	0.5
	medio	0.3
	oscuro	0.1
<b>Suelo</b>	claro	0.3
	oscuro	0.1

Nota: es común tomar valores tomar 05 para el techo, 0.3 para las paredes y 0.1 para el suelo.

Tomado de (Garcia Fernandez, s.f.).

Coeficiente de reflexión para el ejemplo de la habitación principal:

**Techo claro/blanco: 0.7**

**Pared color claro: 0.5**

- h) Determinar el factor de utilización ( $n, \rho, CU$ ) a partir del índice de reflexión local  $K$  calculado anteriormente y los coeficientes de reflexión, suministrado por la tabla 18. El factor de utilización es proporcionado por los fabricantes de luminarias y se encuentran tabuladas en tablas.

Al determinar en el literal g los coeficientes de reflexión para el techo de 0.7 y de la pared 0.5, ubicamos estos valores en la tabla, conjuntamente con el valor de  $k$  calculado en el literal f.

Tabla 18: factor de utilización

Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización ( $\eta$ )														
		Factor de reflexión del techo														
		0.8			0.7			0.5			0.3			0		
		Factor de reflexión de las paredes														
		0.5		0.3		0.1		0.5		0.3		0.1		0		
 10 % 60 %	0.6	.39	.35	.32	.38	.34	.32	.38	.34	.31	.33	.31	.30			
	0.8	.48	.43	.40	.47	.42	.40	.46	.42	.39	.41	.38	.37			
	1.0	.53	.49	.46	.52	.48	.45	.51	.47	.45	.46	.44	.41			
	1.25	.58	.54	.51	.57	.53	.50	.55	.51	.49	.50	.48	.45			
	1.5	.62	.58	.54	.61	.57	.54	.58	.55	.52	.53	.51	.48			
	2.0	.66	.62	.59	.64	.61	.58	.61	.59	.57	.56	.55	.52			
2.5	.68	.65	.63	.67	.64	.62	.64	.61	.60	.59	.57	.54				
3.0	.70	.67	.65	.69	.66	.64	.65	.63	.61	.60	.59	.56				
$D_{max} = 1.0 H_m$	4.0	.72	.70	.68	.70	.69	.67	.67	.66	.64	.63	.61	.58			
$f_m$	.70	.75	.80	5.0	.73	.71	.70	.71	.70	.68	.68	.67	.66	.64	.63	.59

$H_m$ : altura luminaria-plano de trabajo

Nota: cada tipo de luminaria posee diferente factor de utilización.

Tomado de (Garcia Fernandez, s.f.)

El factor de utilización para el ejemplo es: **Cu: 0.31**

- i) Determinar el factor de mantenimiento ( $f_m$ ) o conservación de la instalación. Esto quiere decir que este coeficiente dependerá del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local. Para una limpieza periódica anual podemos tomar los siguientes valores:

Tabla 19: factor de mantenimiento.

Ambiente	Factor de mantenimiento ( $f_m$ )
Limpio	0.8
Sucio	0.6

Tomado de (Garcia Fernandez, s.f.)

Asumimos un valor de **Fm= 0.8**, afirmando que esta y se encuentra en un ambiente limpio.

j) Calculo del flujo total

$$\Phi_T = \frac{E * S}{C_u * f_m}$$

Donde:

- $\Phi_T$  :Flujo luminoso total
- E: Iluminancia media deseada
- S: la superficie del plano de trabajo
- $C_u$ : es el factor de utilización
- $f_m$  : es el factor de mantenimiento

$$\Phi_T = \frac{100 * 30.34}{0.61 * 0.8}$$

$$\Phi_T = \frac{3034}{0.48}$$

$$\Phi_T = 6320.8$$

k) Calculo del Numero de luminarias

$$N = \frac{\Phi_t}{n * Q_l}$$

n: número de lámparas por luminaria,

$Q_l$  lúmenes de la lampara

$$N = \frac{6320.8}{2 * 1200}$$

$$N = 2.63$$

I) Calculo Potencia y corriente en el ambiente, mediante la fórmula:

$$P = V * I$$

$$P = 4 \text{ lámparas} * 20W; \quad P = 80 W$$

Entonces despejamos la fórmula para encontrar la intensidad;

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

$$I = \frac{80}{120} [A]$$

$$; \mathbf{I = 0.67A,}$$

El valor de la corriente calculada nos da una idea del consumo de 2 luminarias, de 2 lámparas cada una, al estar incorporadas en un ambiente que requiere un nivel de iluminación general.

Los valores obtenidos en el literal K, del número de luminarias nos dan una perspectiva del valor mínimo para obtener un nivel de iluminación de 100 lux en todo el ambiente de la habitación principal. Es decir si queremos obtener más iluminación necesariamente se debería incorporar más luminarias. Por ejemplo si se quiere una iluminación puntual para lectura en la habitación principal debemos incorporar luminarias de mesa cerca de la cama.

A continuación se tabula todo el cálculo del método de lúmenes en una hoja de Excel para cada uno de los ambientes en la vivienda, facilitando procedimientos de cálculo, sin dejar de lado el análisis y selección de los distintos coeficientes que involucran este método, además nos permite evaluar una comparación con las lámparas existentes. En la tabla 20 también incluyen características de las lámparas utilizadas en la vivienda, como lúmenes y potencia las cuales son datos importantes para el cálculo

Tabla 20: Cálculos de lámparas mediante el método de los lúmenes

CARACTERÍSTICAS DE LOS AMBIENTES				ILUMINACIÓN DE LA VIVIENDA				CALCULOS				NUMERO DE LAMPARAS EXISTENTES		
DESCRIPCION	DIMENSIONES		AREA(m2)	Altura (m)**	ILUMI NACI ON(L UX)	TIPO	FLUJO LUMINOS O(lumen)	POTENCIA(W)	coeficiente de utilizacion		flujo tota	calculo de luminarias		
	LARGO (m)	ANCHO(m)							k	u			coeficiente de conservacion	
SALA/COMEDOR*	9,45	4,2	39,69	2,15	200	fluorescente compa	1200	20	1,352415	0,61	0,8	16266,4	14	12
COCINA	3,75	3,1	11,63	2,15	200	fluorescente compa	1200	20	0,789679	0,47	0,8	6186,17	5	1
MINI BAR	3,17	2,29	7,26	2,15	100	fluorescente compa	1200	20	0,618451	0,38	0,8	2388,16	2	2
DORMITORIO PRINCIPAL	7,53	4,03	30,35	1,55	100	fluorescente compa	1200	20	1,693827	0,64	0,8	5927,73	5	2
DORMITORIO 1	3,5	3	10,5	1,55	100	fluorescente compa	1200	20	1,042184	0,52	0,8	2524,04	2	1
DORMITORIO 2	3,5	3	10,5	1,55	100	fluorescente compa	1200	20	1,042184	0,52	0,8	2524,04	2	1
BAÑO PRINCIPAL	2,4	1,77	4,25	1,55	200	fluorescente compa	1200	20	0,657538	0,38	0,8	2796,05	2	5
BAÑO SOCIAL	1,9	1,11	2,11	1,55	200	fluorescente compa	1200	20	0,452256	0,38	0,8	1388,16	1	1
PARQUEADERO	7,37	3	22,11	1,55	50	fluorescente compa	1200	20	1,375556	0,57	0,8	2424,34	2	2
CORREDOR	1,77	9,93	17,58	2,15	50	fluorescente compa	1200	20	0,698867	0,38	0,8	2891,45	2	2
LAVANDERIA	3	2,3	6,9	2,15	100	fluorescente compa	1200	20	0,605529	0,38	0,8	2269,74	2	1
<b>TOTAL LAMPARAS CALCULADAS Y</b>												<b>39</b>	<b>30</b>	

\*se analiza los dos ambientes en conjunto

\*\*corresponde a la altura de la luminaria con respecto al plano de trabajo

### 3.1.2 Instalaciones en puntos de control de iluminación

- Los puntos de control en un circuito de iluminación tales como interruptor, atenuador (*dimers*), pulsador, no deben conectarse al conductor neutro, éste siempre pasa directo a otros elementos dentro del circuito, el que debe interrumpirse es el conductor activo o fase. Como se muestra en la figura 50.

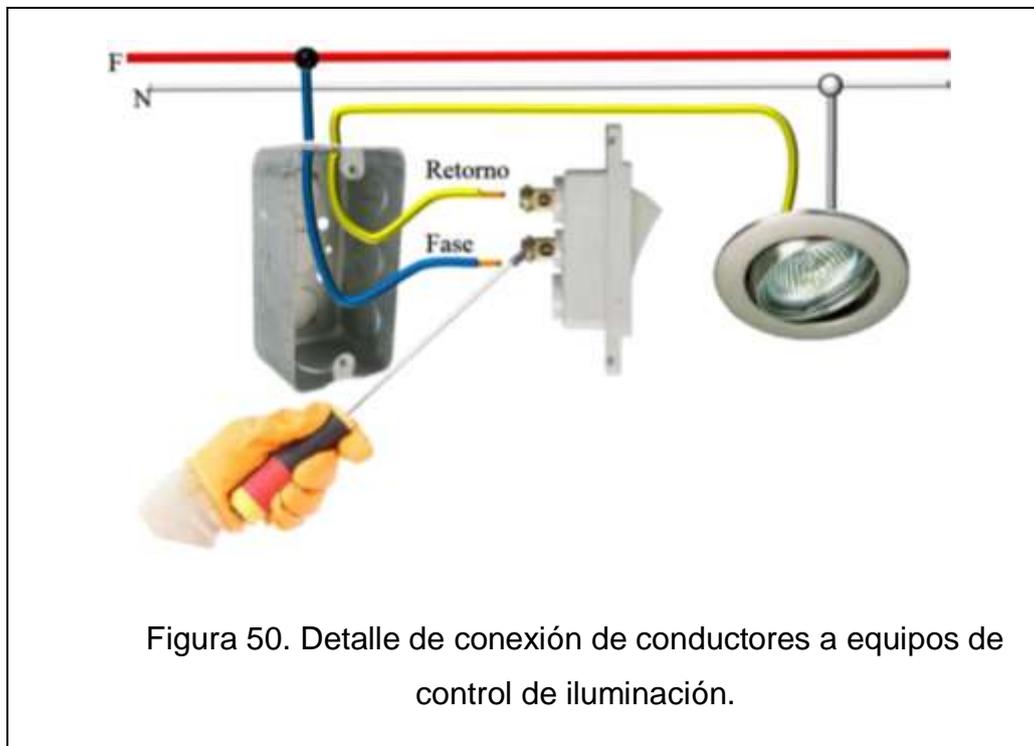
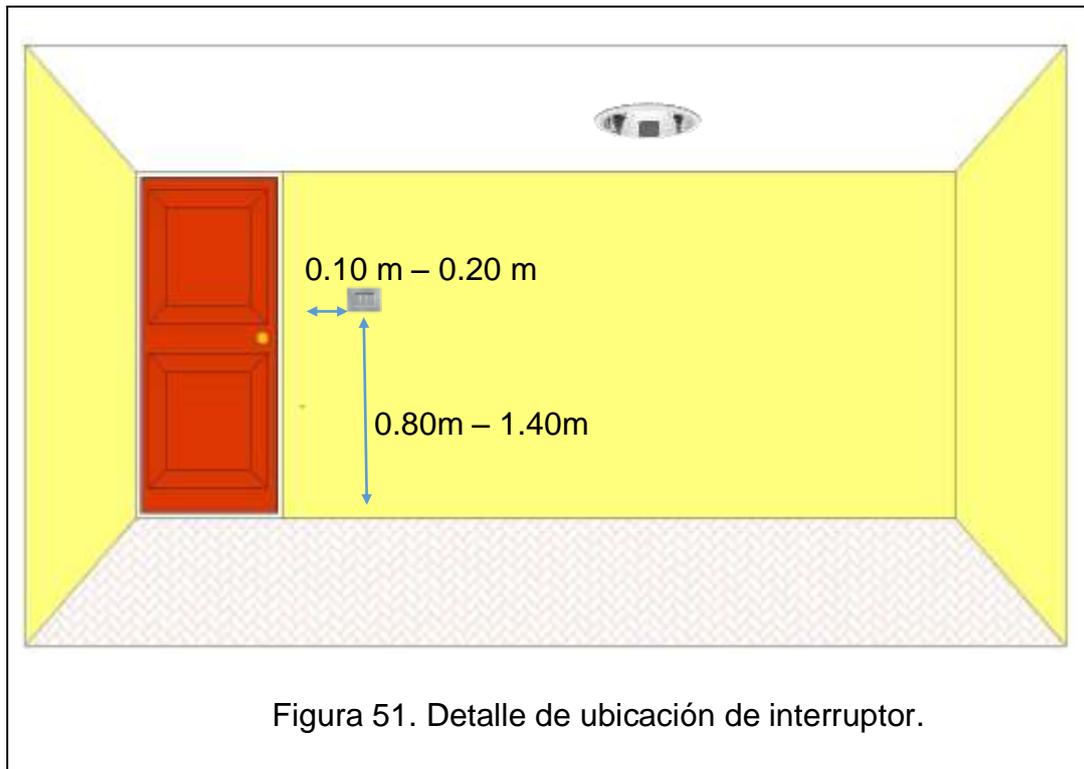
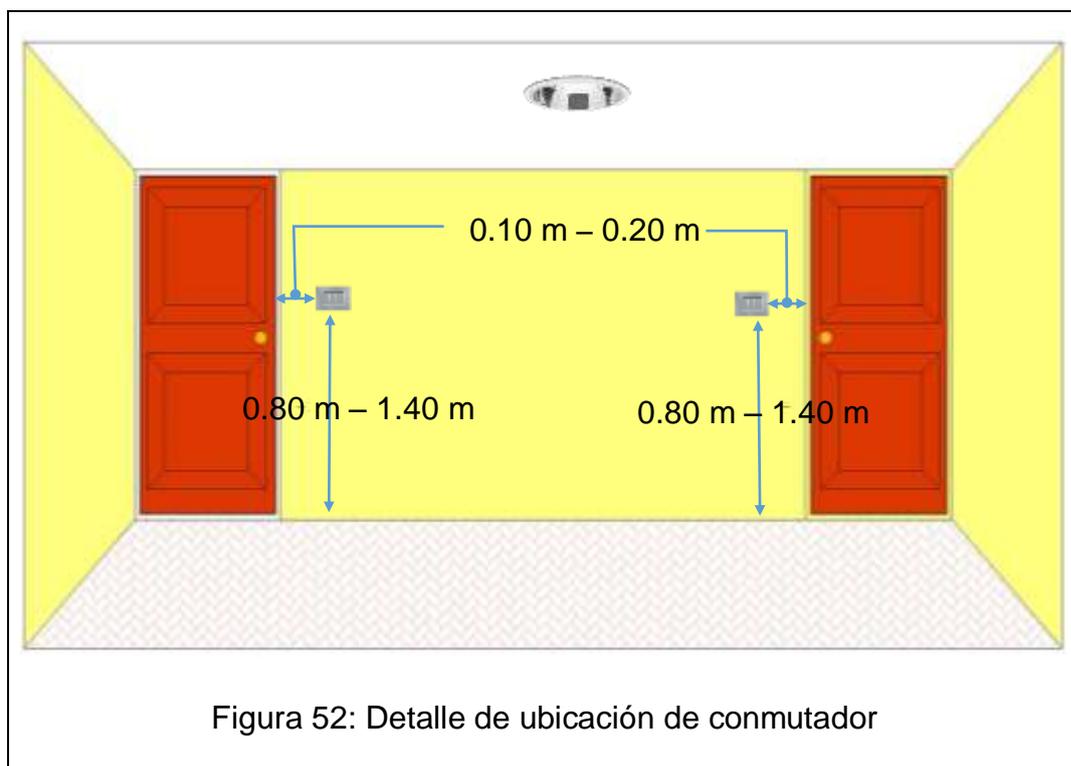


Figura 50. Detalle de conexión de conductores a equipos de control de iluminación.

- La ubicación de los puntos de control de iluminación debe realizarse en un lugar donde sea fácil el control, a una distancia de 10 a 20 cm. de la puerta o esquina en las paredes, y, además, colocadas a una distancia de 0.8m hasta 1.4 m del piso. En la figura 51 se puede ilustrar mejor la posición de los interruptores.



- En las habitaciones, en las escaleras y en otros espacios que requieran control de iluminación en dos o más puntos diferentes, se deben colocar interruptores conmutables, por su facilidad y seguridad para los ocupantes de la vivienda, como se muestra en la figura 52.

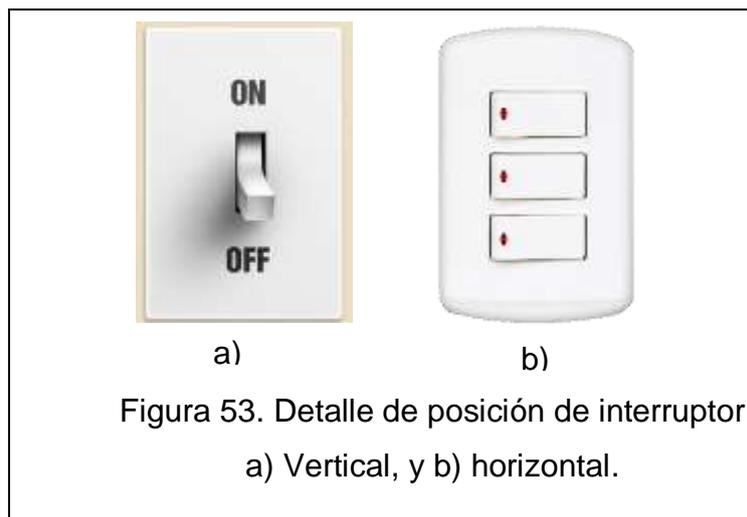


- E

n la  
entr  
ada  
a  
una  
vivi  
end  
a se  
deb  
e  
colo  
car  
ilum

inación exterior, preferentemente incorporado a un sensor de movimiento, que facilite el ingreso a la vivienda sin necesidad de accionar manualmente un interruptor.

- Los interruptores que se instalan para accionamiento vertical, deberán encenderse hacia arriba y apagarse hacia abajo. En el caso de ser accionados horizontalmente, se deben encender a la derecha y apagar a la izquierda. Se puede observar el detalle en la figura 53.



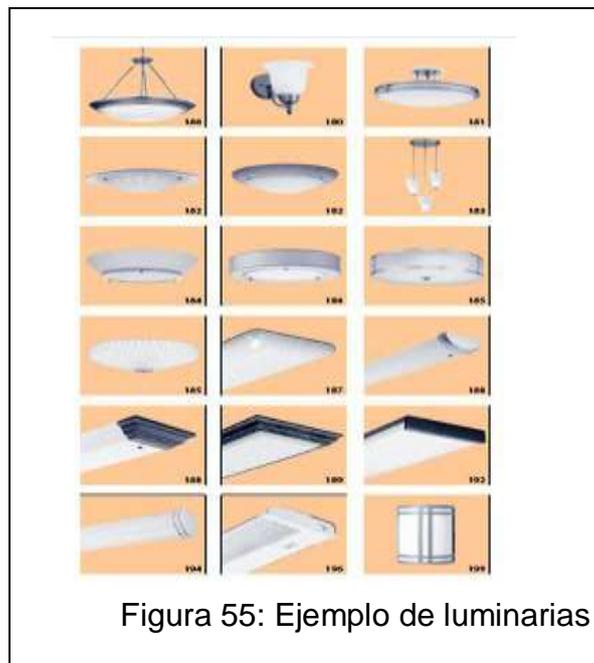
- Las cajas metálicas donde se anclan los interruptores, y cajas de distribución deben ser de tamaño suficiente para proveer espacio libre para manipular todos los conductores que entran y salen en cada salida, como se muestra en la figura 54.



### 3.1.3 Instalación en puntos de iluminación

Muchas veces un nivel de iluminación residencial se lo realiza sin obedecer un estudio especializado. Esto no es técnicamente adecuado, la razón radica que existe una facilidad de encontrar en el mercado lámparas de diferentes lúmenes, convirtiéndose en una opción accesible para las personas. A continuación se detalla cada uno de los pasos para instalar correctamente una luminaria acogiéndose a las normas y reglamentos.

- Primero se debe tener en cuenta que la iluminación central es la más recomendada en las viviendas, si se posee iluminación lateral (empotradas en paredes), esta deriva en la utilización necesaria de lámparas de mesa.
- La selección de las luminarias y lámparas depende de la necesidad del usuario, estética del ambiente y un estudio lumínico como el realizado en el capítulo 3.1.1. Además, se debe tener en cuenta que existe una gran variedad de luminarias que se ofrecen en el mercado tal como se muestra en la figura 55, y estas afectan directamente en la iluminación que se quiere lograr, pues cada luminaria posee una distribución luminosa diferente como se puede observar en el anexo 4 correspondiente a las curvas de distribución de las luminarias.



- La instalación del sistema de iluminación debe realizarse tomando en cuenta previas instalaciones de los conductores, revisando si cumplen con el calibre adecuado y el código de colores establecido por la norma. Como es de conocimiento los calibre se rigen en una norma internacional americana, la AWG (*AMERICAN WIRE GAUGE*), ver anexo 1, siendo el más grueso (mayor calibre) el 4/0 y el más delgado el # 36, en base a esto se realiza la tabla de calibres de los conductores, que son utilizados en las instalaciones eléctricas.
- La selección de lámparas y luminarias está basada en un estudio lumínico, y directamente del nivel de iluminación que se necesita y flujo luminoso que requiere para cada ambiente. El nivel de iluminación se establece de acuerdo a la actividad a realizarse. Todos los datos requeridos se encuentran en catálogos de lámparas y luminarias para realizar un buen estudio iluminación, donde una gran variedad de fabricantes ofrecen distintos tipos de lámparas así como luminarias. (ver anexo 2).

#### **3.1.4 Instalación en puntos de tomacorrientes**

- Disposición mínima de tomacorrientes en la vivienda: En ambientes de la vivienda como sala, comedor, dormitorio y baños, las salidas de tomacorriente deben estar instaladas para que cualquier equipo eléctrico colocado en la longitud de la pared cerca de la línea del piso, no quede a más de 1.8 metros del tomacorriente. Además se debe disponer de tomacorrientes necesarios en diferentes paredes, preferiblemente en sus extremos, ya que si se ubica en el centro, es probable quedar tapados con los muebles.

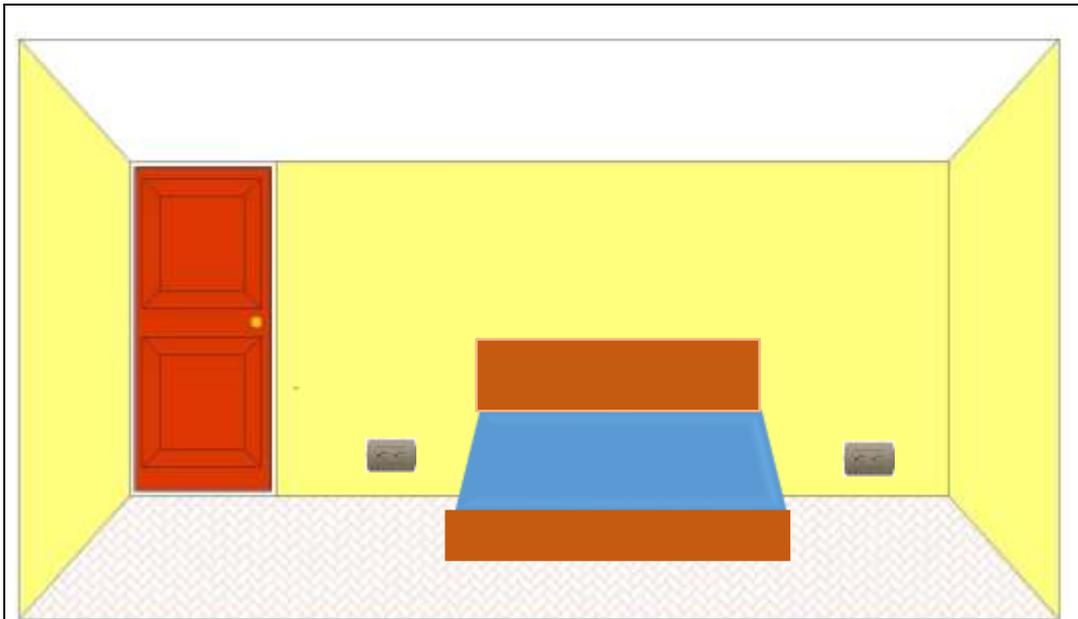


Figura 56. Disposición de tomacorrientes en ambientes con mobiliario

- Para la zona de cocina, la NEC-10 señala que se debe ubicar un toma doble cada 1.2 m a lo largo de la longitud del mesón (poyo), de tal forma que cualquier equipo de utilización de cocina no quede a más de 0.6 m de un toma medido horizontalmente. Estos tomas deben colocarse a 0.2 m por encima del mesón, como se ve en la figura 57.



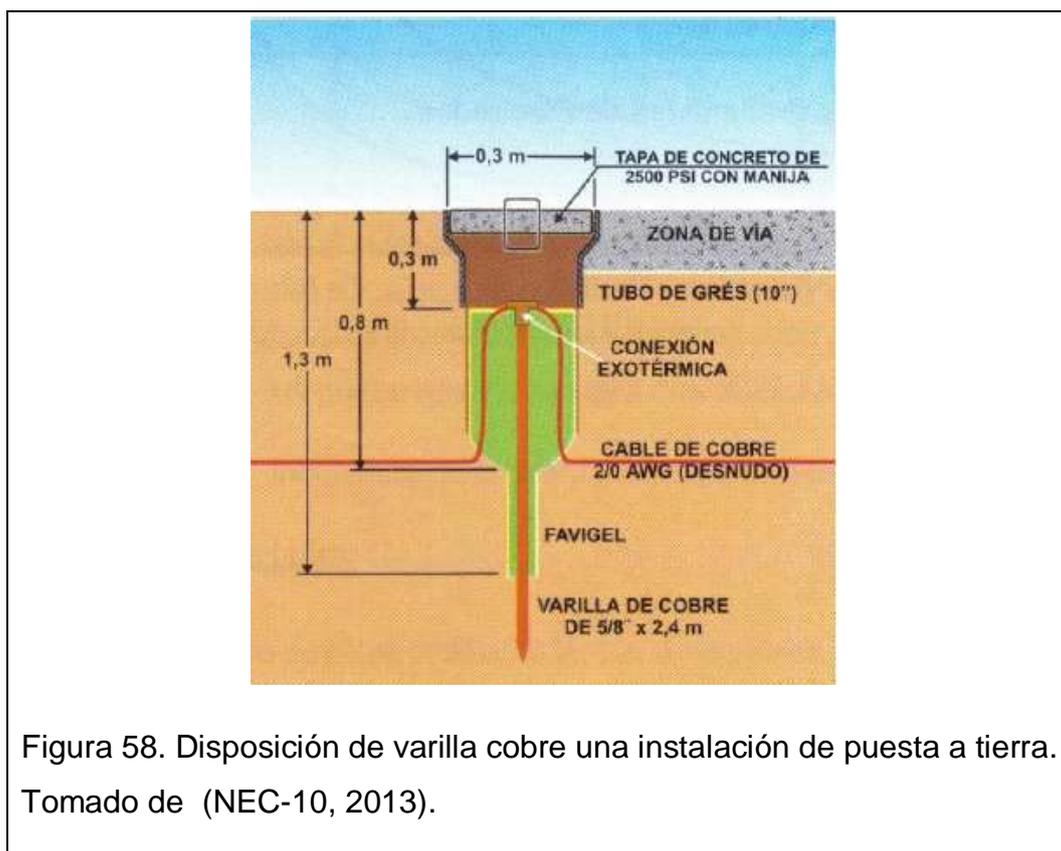
Figura 57. Disposición de tomacorrientes en mesón de cocina

- En los baños se instalará al menos un tomacorriente doble (se acostumbra un tomacorriente +interruptor) adyacente al lavamanos. No se deben instalar a 0.2 m del piso debido a la humedad.
- Todos los tomacorrientes se colocaran a 0.2 m por encima del piso, a excepción de los tomas de baños, cocina y algunos de la zona de ropas. Esto para evitar que el cordón del artefacto se desenchufe debido a su propio peso.
- En los corredores se recomienda instalar tomacorrientes cada 4.5 metros y en escaleras largas con descanso al menos uno
- En garajes, cuando éstos son utilizados como sitios de trabajo se recomienda ubicar dos tomas.
- En zona de ropas se deben instalar tomacorrientes especiales e independientes, cuando se pretendan instalar cargas especiales (secadora de ropas por ejemplo).
- Cuando se instalen tomacorrientes exteriores, éstos deben ser controlados interiormente a través de un interruptor.
- Tomacorrientes con protección de falla a tierra: se deben instalar para protección de las personas en los siguientes casos: baños, garajes, exteriores, en zona de cocina y de ropas en puntos ubicados a menos de 1.83 m de lavadero de ropas y en todos aquellos puntos cercanos a zonas húmedas.
- Se debe tener en cuenta como conectar los conductores al tomacorriente, como se explica en el capítulo 1.2.2.1.
- La selección del calibre del conductor para tomacorrientes es importante regirse a la normas y utilizar las tablas de conductores AWG según la carga que exista en la vivienda.
- Los calibres de conductores deben sujetarse a la norma cuando se instale circuitos de tomacorrientes. La norma dice que en circuito de tomacorrientes el calibre del conductor no podrá ser menos que 4mm<sup>2</sup> de sección es decir no menor a 12 AWG, que tiene una capacidad de conducción de 25 amperios siendo el material del conductor el cobre.
- Se considera una carga de 180 w según la NEC-10 para tomacorrientes normales y 1000 w para conexiones especiales.

### 3.1.5 Instalaciones de puesta a tierra.

Para viviendas unifamiliares es recomendable la instalación de puesta a tierra del Sistema “Cooper-Well”, este sistema de puesta a tierra lleva el nombre de *Cooper-Well* por la utilización de una varilla de cobre ubicada en la tierra a una profundidad que cubra su dimensión de 2.40 metros y un espesor nominal de 5/8”.

Su estructura consta de un hilo conductor de cobre que está conectada a la parte superior de la varilla, que directamente esta tiene una conexión al sistema eléctrico. Además la tierra debe estar apta para implementar este sistema con una baja resistencia eléctrica y permita una diferencia de potencial entre la tierra y el neutro de cero voltios. El punto de conexión entre la varilla y el hilo conductor debe estar en una caja de hormigón que permita su inspección y su dimensión mínima es de 30 cm<sup>3</sup>. En la figura 58 se puede ver una disposición típica de la varilla de *corper-well*.



## **3.2 Normas eléctricas aplicadas al proyecto.**

### **3.2.1 Instalación de circuitos de iluminación.**

Para las instalaciones eléctricas de iluminación la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-10, capítulo 15 referente a las instalaciones electromecánicas en su artículo 15.1.11.1.1 dice que “Deberá proyectarse, al menos, un circuito de iluminación por cada 70 m<sup>2</sup> o fracción de superficie construida”; y además el mínimo de puntos de iluminación que aclara en la sección 15.1.11.1.2.1. , que “En cada habitación habrá, al menos, un punto de iluminación.” (NEC-10, 2013, pág. 78).

Para instalaciones de puesta a tierra de las instalaciones de iluminación la NEC-10 menciona en el artículo 15.1.11.1.3.4.1, que “Al realizar la instalación de luminarias, el conductor de tierra deberá ser conectado a la carcasa de la luminaria y/o al terminal del equipo accesorio de la luminaria”. (NEC-10, 2013, pág. 78)

En aspectos de ubicación de los elementos de una instalación eléctrica la NEC-10 es clara en señalar en su artículo 15.1.11.0.2.4, diciendo que: “los interruptores deberán instalarse en puntos fácilmente accesibles y su altura de montaje estará comprendida entre 0,80 m y 1,40 m, medida desde su punto más bajo sobre el nivel del piso terminado “(NEC-10, 2013, pág. 76).

### **3.2.2 Instalación de circuitos de fuerza.**

En la NEC-10, artículo 15.1.11.1.1.2. , como premisa de protección de los equipos y las personas dentro de la vivienda, señala que “Todo circuito de tomacorrientes deberá estar protegido mediante un protector diferencial, o en su defecto se deberán utilizar piezas tomacorrientes con protección GFCI obligatoriamente en áreas húmedas como baños, cocinas, cuartos de lavado, etc.” Esto situándole como primer punto importante dentro de las instalaciones eléctricas en una vivienda. Cabe señalar que las protecciones GFCI (*ground fault circuit interrupter*) por sus siglas en inglés, descritos en un artículo de OSHA (*Occupational Safety and Health Administration*) se definen en relación

con el riesgo que puede provocar al no tener esta protección y señala que “es un circuito interruptor de energía de acción rápida diseñado para desconectar la energía eléctrica en caso de una pérdida a tierra en un lapso de 1/40 de segundo” (OSHA,s.f)

Los requisitos mínimos dentro de una instalación de circuitos de fuerza la NEC-10, en el artículo 15.1.11.1.2.2. , dispone que “Se proyectará un tomacorriente por cada 6 m de perímetro o fracción, en cada habitación.” Respetando también un diseño claro y útil en aspectos de confort en el hogar.

La ubicación de los tomacorrientes en el artículo 15.1.11.0.2.5, indica que, “Los tomacorrientes se instalarán en puntos fácilmente accesibles y su altura de montaje estará comprendida entre 0,20 y 0,80 m” (NEC-10, 2013, pág. 76) , además, que para los tomacorrientes que son ubicados en los mesones de las cocinas y baños, “se deberá colocar los tomacorrientes a una altura mínima de 0,10 m del mesón”, tomacorrientes que sean ubicados fuera de este rango de altura solo se lo aceptara en conexiones especiales.

### **3.2.3 Instalación de puesta a tierra.**

Para instalación a tierra la NEC-10 en la sección 15.1.10.0.7. , nos dice que: “deberá garantizar que los valores máximos de las tensiones de paso, de contacto y transferidas a que puedan estar sometidos los seres humanos, no superen los umbrales de soportabilidad.”

Para el cálculo de un sistema de puesta a tierra debe considerar los siguientes parámetros establecidos en la NEC-10:

- Características del suelo, especialmente la resistividad.
- Corriente máxima de falla a tierra, que debe ser entregada por el operador de red para cada caso particular.
- Tiempo máximo de despeje de la falla para efectos de simulación.
- Tipo de carga

## **4. Capítulo IV. Descripción de dispositivos domóticos para el control de iluminación y seguridad.**

### **4.1 Dispositivos domóticos de tecnologías abierta**

Existen muchas tecnologías que brindan una amplia gama de dispositivos domóticos que son creados por fabricantes que siguen un patrón de producción e innovación tecnológica. Como se pudo apreciar en el capítulo 1.2 existen varias tecnologías abiertas o estándares. Estas tecnologías que se ofrecen en el mercado, brindan una variedad de dispositivos que están al alcance de los usuarios, y cumplen con necesidades de una vivienda existente.

Dispositivos inalámbricos y de las denominadas corrientes portadoras son opciones acertadas en una vivienda existente. Tecnologías como ZigBee y X10 son perfectas para la incorporación de dispositivos domóticos, una se proyecta mucho en aspectos inalámbricos y el otro en aspectos de corrientes portadores.

A continuación se ve a profundidad las dos alternativas en tecnologías abiertas para una vivienda existente, resaltando sus ventajas, sus características tecnológicas, tipos de dispositivos que existen y comparación con tecnologías propietarias.

#### **4.1.1 Dispositivos domóticos ZigBee.**

Los dispositivos de tecnología ZigBee tienen la ventaja de trabajar bidireccionalmente cumpliendo la función de receptor y emisor (antena repetidora) para que sean un puente de comunicación hacia los dispositivos de su alrededor. La topología de esta tecnología facilita el modo de conexión entre los dispositivos (punto a punto estrella, árbol o malla), los cuales localizan la ruta hacia el control central más efectiva (corta) mejorando la velocidad de

transmisión de datos. Las ventajas que determinan el crecimiento de esta tecnología son:

- Su bajo consumo
- Su topología de red en malla
- Su fácil integración (se pueden fabricar nodos con muy poca electrónica).

Existen tres tipos de dispositivos en ZigBee, que cumple una función específica en la arquitectura de un sistema domótico en base a dispositivos, que son los siguientes:

- **Coordinador ZigBee.**

El tipo de dispositivo más completo, el más sofisticado. Debe existir uno por red. Sus funciones son las de encargarse de controlar la red y los caminos que deben seguir los dispositivos para conectarse entre ellos

- **Router ZigBee.**

Interconecta dispositivos separados en la topología de la red, además de ofrecer un nivel de aplicación para la ejecución de código de usuario.

- **Dispositivo final ZigBee.( ZED)**

Posee la funcionalidad necesaria para comunicarse con el coordinador o un *router*, pero no puede transmitir información destinada a otros dispositivos. De esta forma, este tipo de dispositivo puede estar dormido la mayor parte del tiempo, extendiendo la vida las baterías. Un ZED (*ZigBee End Device*) tiene requerimientos bastante mínimos de memoria y por lo tanto es económicamente menos costoso.

### Características

Un dispositivo ZigBee reduce el consumo de la batería gracias a que puede permanecer dormido o en estado de reposo muchos días. Cuando se requiere el uso de las funciones realiza, el nodo ZigBee es capaz de despertar en un tiempo ínfimo, para volverse a dormir cuando deje de ser requerido. A continuación se resume características de esta tecnología en la tabla 4.1.

Tabla 21: Características de la tecnología Zigbee.

Propiedad	Rango
Rango de transmisión de datos	868 MHz: 20kb/s; 915 MHz: 40kb/s; 2.4 GHz: 250 kb/s.
Alcance	10 – 20 m.
Latency	Abajo de los 15 ms.
Canales	868/915 MHz: 11 canales. 2.4 GHz: 16 canales.
Bandas de frecuencia	Dos PHY: 868/915 MHz y 2.4 GHz.
Direccionamiento	Cortos de 8 bits o 64 bits IEEE
Canal de acceso	CSMA-CA y rasurado CSMA-CA
Temperatura	El rango de temperatura industrial: -40° a +85° C

Nota: En la tabla se muestran las propiedades más relevantes de ZigBee.

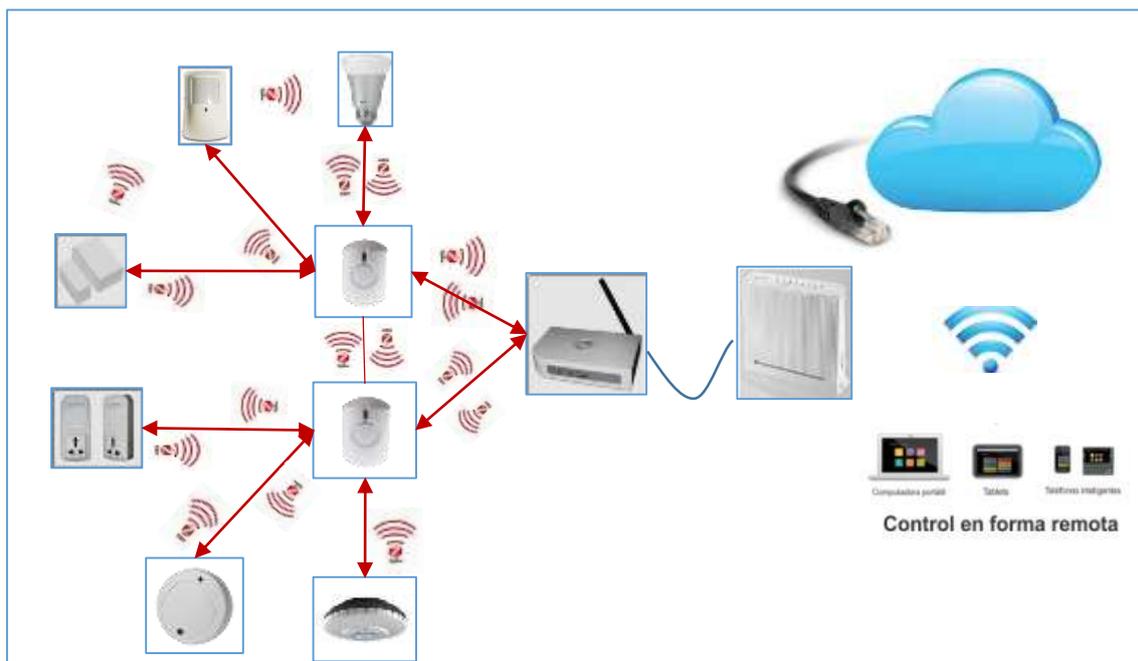


Figura 59: Estructura de un sistema domótico ZigBee

A la tecnología ZigBee se la puede comparar otras tecnologías inalámbricas, que no precisamente están en el campo de la domótica, como son Wifi, y. En la tabla 22 se ve la comparación entre estas tecnologías.

Tabla 22: Comparación de tecnologías inalámbricas

Comparación de Tecnologías Inalámbricas			
	Wi-fi	Bluetooth	ZigBee
<b>Bandas de Frecuencias</b>	2.4GHz	2.4GHz	2.4GHz, 868 / 915 MHz
<b>Tamaño de Pila</b>	~ 1Mb	~ 1Mb	~ 20kb
<b>Tasa de Transferencia</b>	11Mbps	1Mbps	250kbps (2.4GHz) 40kbps (915MHz) 20kbps (868MHz)
<b>Números de Canales</b>	11 - - 14	79	16 (2.4GHz) 10 (915MHz) 1 (868MHz)
<b>Tipos de Datos</b>	Digital	Digital, Audio	Digital (Texto)
<b>Rango de Nodos Internos</b>	100m	10m - 100m	10m - 100m
<b>Números de Dispositivos</b>	32	8	255 / 65535
<b>Requisitos de Alimentación</b>	Media - Horas de Batería	Media - Días de Batería	Muy Baja - Años de Batería
<b>Introducción al Mercado</b>	Alta	Media	Baja
<b>Arquitecturas</b>	Estrella	Estrella	Estrella, Árbol, Punto a Punto y Malla
<b>Mejores de Aplicaciones</b>	Edificio con Internet Adentro	Computadoras y Teléfonos	Control de Bajo Costo y Monitoreo
<b>Consumo de Potencia</b>	400ma transmitiendo, 20ma en reposo	40ma transmitiendo, 0.2ma en reposo	30ma transmitiendo, 3ma en reposo
<b>Precio</b>	Costoso	Accesible	Bajo
<b>Complejidad</b>	Complejo	Complejo	Simple

Nota: Con respecto al precio y a la complejidad de las tecnologías, estas no tienen una relación directa en aspectos técnicos, en la tabla solo se muestra una perspectiva de costos de acuerdo con el mercado.

#### 4.1.2 Dispositivos domóticos X10.

El protocolo X-10, en sí, no es propietario, es decir, cualquier fabricante puede producir dispositivos X-10 y ofrecerlos en su catálogo, eso sí, está obligado a usar los circuitos del fabricante escocés que diseñó esta tecnología. Esto no resulta una gran desventaja ya que los circuitos integrados que implementan el X-10 tienen un costo muy bajo.

Además es de descartar que es un sistema domótico de instalación sencilla y fácil manejo. No hay necesidad de conocimientos especiales para la instalación de los productos X10. Todos los productos son compatibles entre sí, por lo que se pueden combinar para formar el sistema que más se adecue a nuestras necesidades.

En un sistema domótico conformado por equipos x10 existen cuatro tipos de dispositivos que son clasificados de la siguiente manera. (DOMOTICA VIVA, s.f.):

1. Transmisores: estos dispositivos son los que se encargan de enviar la información a través de la red eléctrica. “Un transmisor es capaz de enviar información hasta 256 dispositivos sobre el cableado eléctrico. Múltiples transmisores pueden enviar señales al mismo módulo.” (DOMOTICA VIVA, s.f.)
2. Receptores: toman la señal que emiten los transmisores en el sistema domótico, para realizar su funciones de encendido o apagado según su programación. Al igual que los transmisores, estas reciben 256 señales de distintos dispositivos.
3. Bidireccionales: estos dispositivos tienen la capacidad de responder y confirmar la realización correcta de una orden, lo cual nos permite monitorear si este dispositivo está conectado a un ordenador que nos muestre el proceso y estado del sistema e instalación domótica.
4. Inalámbricos: permiten conectarse en el sistema a través de una antena y envía señales de radio que ingresan al sistema domótico a través de los dispositivos X10. Como por ejemplo los controles remotos que se utilizan para abrir un portón en los garajes.

A continuación en la figura 59 se muestra la estructura de un sistema de corrientes portadoras como es X10.

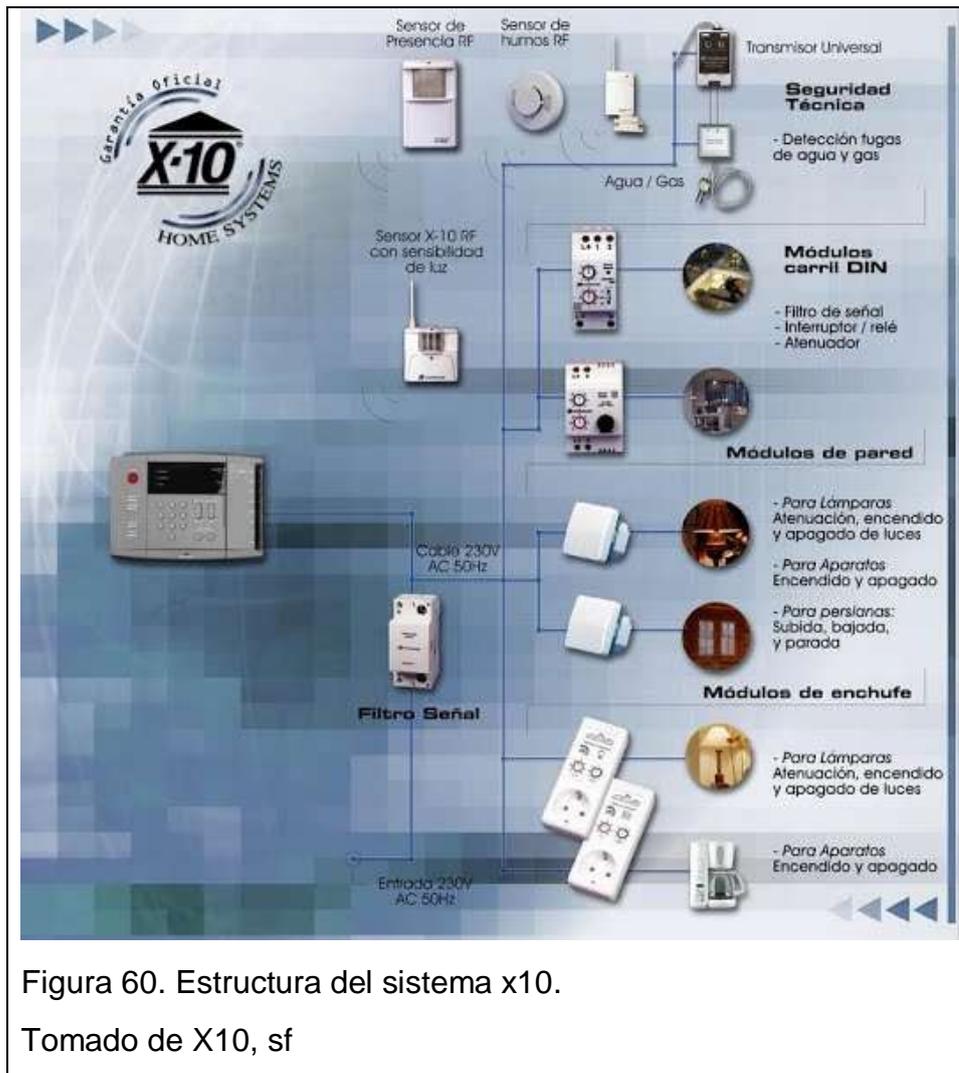


Figura 60. Estructura del sistema x10.

Tomado de X10, sf

#### 4.2 Requerimientos de dispositivos domóticos en los sistemas eléctricos para el control de iluminación y seguridad.

Los dispositivos domóticos están sujetos una base sólida en las instalaciones eléctricas, pues, de estas instalaciones depende el funcionamiento correcto. Cada circuito eléctrico debe cumplir las normas que las regulan, en el caso del Ecuador, las instalaciones eléctricas están reguladas por las NEC-10 (Norma Ecuatoriana de la Construcción) aplicadas para viviendas unifamiliares. Las instalaciones deben disponer de criterios de diseño flexibles, característica que permita la integración de nuevas tecnologías a la vivienda en un futuro y una posible modificación en su distribución física.

### 4.2.1 Circuitos de iluminación.

La incorporación a los circuitos de iluminación de dispositivos domóticos como detectores de presencia, lámparas inteligentes y dispositivos de control domóticos, entre otros, proporciona a la vivienda un grado de confort y ahorro energético, desde el punto de vista domótico.

Los dispositivos domóticos estarán directamente relacionados con los elementos de los circuitos de iluminación, permitiendo controlar todo el sistema lumínico, para lograr esta integración se debe tener en consideración, que los equipos domóticos deben cumplir ciertos requerimientos tales como compatibilidad, funcionabilidad, y Seguridad

- **Compatibilidad:** dentro de este requerimiento, se debe tener en cuenta que si un equipo no es compatible con el circuito eléctrico esta no funcionará. Por ejemplo Uno de los dispositivos directamente relacionados con la iluminación son las lámparas. Se debe recordar que muchas lámparas funcionan con distinto voltaje, en América 120V, y en Europa 240 V, además la estructura como es el tornillo Edison que es el sistema de fijación para las lámparas varían de diferente tamaño dependiendo del lugar de origen y la aplicación que se la va a otorgar. En la siguiente imagen se puede observar los distintos tipos de.



Figura 61. Casquillos de lámparas

Tomado de CES iluminación industrial, s.f.

- **Funcionabilidad:** los equipos o dispositivos deben ser capaces de realizar las funciones para las cuales son adquiridas, por ejemplo, al instalar un dispositivo de iluminación como *dimmers* se debe considerar que la lámpara a utilizar debe ser *dimerizable*, si no lo es simplemente no funcionará. En la actualidad el uso de tecnología led da paso a que se utilice este tipo de lámparas, pero se debe tener en cuenta si esta cumple o no con el propósito para el cual fue adquirido.
- **Seguridad:** en este requerimiento se debe tener en cuenta dos aspectos dentro de la seguridad la forma de conectar físicamente el equipo y la seguridad a nivel de tecnología utilizada. Los dispositivos deben otorgar la seguridad necesaria para el usuario y el técnico que los instala, mediante el manual de instalaciones, donde se especifican la forma y los pasos de instalación física de los equipos. No se debe dejar de lado la seguridad a nivel del software, es decir el equipo debe poseer la tecnología necesaria para evitarla vulnerabilidad de control ante ataques cibernéticos, esto se logra comprobando si los equipos cuentan con antivirus actualizaciones necesarias, contrafuegos.
- **Economía:** los dispositivos que se incorporen al circuito iluminación deben otorgar un ahorro en costos económicos al usuario, sin dejar de lado la calidad que involucra adquirir los dispositivos.

#### **4.2.2 Circuitos de fuerza.**

Al igual que en los circuitos de iluminación Los requerimientos de dispositivos domóticos incorporados en los circuitos de fuerza se componen de diversos criterios que suman una relación directa con su funcionamiento dentro de las instalaciones eléctricas. Pues de estos criterios se deriva que los circuitos de fuerza deberán contar con instalaciones acorde a cada tecnología domótica, para incorporar los dispositivos, pues algunos dispositivos domóticos son susceptibles a averías por posibles sobrecargas, cortocircuitos u otras fallas en el circuito eléctrico. Estos dispositivos domóticos que son conectados a los circuitos de fuerza son por lo general *router's* y *gateway's* de conexión del sistema domótico.

Los dispositivos domóticos deben cumplir con ciertos requerimientos antes de ser incorporados a los circuitos de fuerza. Algunos de los requerimientos al igual que en los circuitos de iluminación son los siguientes:

- **Compatibilidad:** Se debe tomar en cuenta la compatibilidad que los tomacorrientes deben tener con los dispositivos que se adquieran fuera del Ecuador, estos varían dependiendo del continente de origen, refiriéndose al enchufe utilizado, o los distintos terminales como usb, vga, entre otros. Además, uno de los requerimientos más importantes para incorporar dispositivos domóticos al sistema eléctrico es el tipo de alimentación que requieren, ya que muchos utilizan diferente tipo de voltaje, pues en Europa se maneja con mayor regularidad 220v, pero en América se sigue en la utilización de 120v en muchos dispositivos destinado a la domótica.

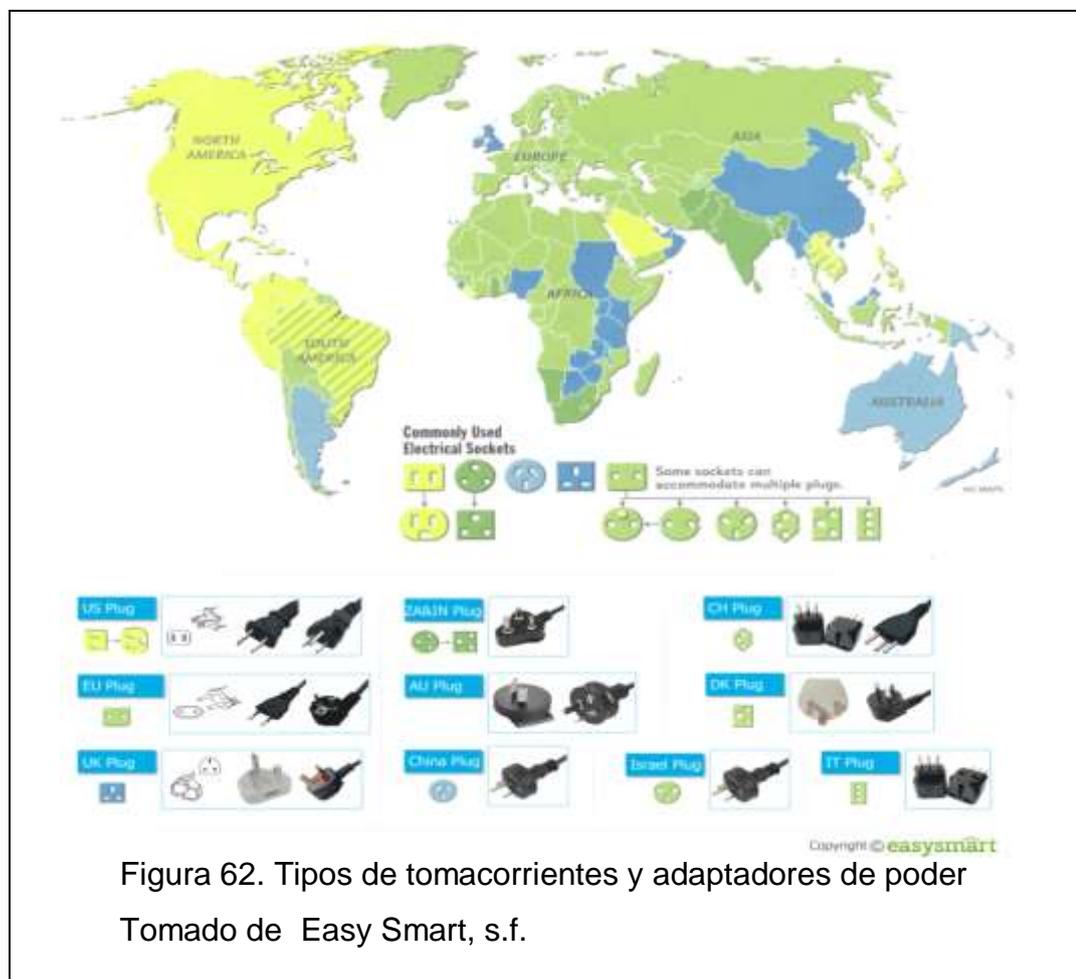


Figura 62. Tipos de tomacorrientes y adaptadores de poder  
Tomado de Easy Smart, s.f.

- **Funcionabilidad:** los equipos como *Gateway* y *routers*, deben poseer la cobertura necesaria para la comunicación con el resto de equipos, si esta no se consigue existe la posibilidad de ubicar el equipo a lo largo del sistema eléctrico de tomacorrientes.
- **Seguridad:** los dispositivos deben contar con los elementos suficientes como cables en buen estado, enchufes apropiados, manual de instalación. Todo esto para brindar la seguridad necesaria para las personas. Así como la seguridad a nivel de software mediante actualizaciones antivirus y contrafuegos.
- **Economía:** los dispositivos que sean seleccionados deben brindar un ahorro al usuario como bajo consumo de energía. Estos al estar conectados al circuito de tomacorrientes fuerza, están directamente relacionados con el consumo eléctrico. El número de dispositivos dependerá del grado de cobertura que un equipo sea capaz de cubrir, ahorrándole al usuario costos en equipos.

## **5. Capítulo V. Propuesta de mejoramiento de la Iluminación y seguridad en la vivienda.**

### **5.1 Definición de las necesidades domóticas en la vivienda.**

El principal objetivo de la domótica es potenciar los aspectos de confort, comunicación, seguridad y ahorro energético, ejes imprescindibles en la automatización, además, al enfocarse en el mejoramiento dentro del campo de la iluminación y seguridad en la vivienda. Mostrando así una relación directa con los cuatro aspectos de la domótica incorporando una evolución en el hogar. Para lograr una mejora en la iluminación y seguridad es necesario el desarrollo de sus campos de acción como son, el control de la seguridad y el control de la iluminación en la vivienda.

Dentro de los dos campos de control establecidos para la vivienda se definen las necesidades domóticas de la vivienda, relacionando cada uno de los ambientes del hogar con el mejoramiento de la seguridad e iluminación.

#### **5.1.1 Control de seguridad.**

Para el control de la seguridad en la vivienda se debe tener en cuenta es necesario establecer los diferentes tipos de riesgos ante el cual está expuesta una vivienda y sus ocupantes, tales como siniestros, e intrusión. Es recomendable que la vivienda estas definidas áreas o ambientes, para la fácil interpretación de los espacios en el hogar al momento de incorporar dispositivos domóticos dependiendo de las necesidades.

- Control Anti-intrusión
  - Apertura de Puerta Principal del Departamento.
- Control Anti-siniestros
  - Eventos de Posible Inundación.
  - Eventos de Posible Incendio.
  - Eventos de posible escape de gas.

### 5.1.2 Control de iluminación.

Dentro de lo que concierne al control de iluminación en la vivienda, esta se define bajo diferentes circunstancias como son: control de iluminación por detección de presencia, luz artificial, y control manual de los dispositivos; logrando abarcar los aspectos que la domótica busca repotenciar.

- **Control de iluminación por detección de presencia.-** para que suceda esto el uso de sensores y actuadores es lo primordial. Estos deben estar ubicados en las zonas de la vivienda interna y externa.
- **Control de iluminación determinado por luz artificial.-** en esta circunstancia es indispensable establecer horarios de encendido y apagado de las lámparas, además, si verdaderamente es necesario la utilización de luz artificial, se debe acoplar a un rango de horas durante el día, o el control de la iluminación en días específicos o fines de semana.
- **Control de iluminación de forma manual.-** estas circunstancias están directamente relacionadas a si es necesario la utilización de dispositivos de encendido y apagado de luminarias convencionales o desde dispositivos domóticos.

### 5.2 Propuesta de dispositivos domóticos con tecnología abierta ZigBee.

Dentro de la domótica es importante establecer los distintos tipos de infraestructura en la cual se pretende incorporar un sistema domótico ya sea nueva o existente, en la primera se tendría un pre-diseño y diseño de un sistema domótico, permitiendo una elección a partir de varias alternativas que ofrecen la tecnología libre en cuanto a protocolos, topologías y otras características de un sistema domótico, ya sea cableada o inalámbrica. En el caso de las viviendas existentes se debe tener en cuenta que existen limitaciones en el espacio físico en el cual se va a incorporar cualquier tecnología. Para este proyecto se opta por la tecnología inalámbrica ZigBee, detallando los productos existentes en el mercado como sensores, actuadores,

controladores y demás equipos que cumplan con las necesidades domóticas de la vivienda refiriéndose a lo expuesto en el capítulo 5.1, en aspectos de iluminación y seguridad.

Y porque ZigBee? La respuesta está en el ahorro de energía, facilidad de conexión que poseen los dispositivos, y por ser una tecnología libre, además, es óptima para una vivienda existente, por el simple hecho de ser inalámbrica, evitando grandes modificaciones de orden constructivo, esto refiriéndose al evitar realizar cambios con respecto a obras civiles. Otra importancia que se destaca en la elección de esta tecnología, es la amplia lista de fabricantes que integran *ZigBee Alliance*. Se destaca también el funcionamiento de la red ZigBee que enmarca una topología tipo malla, conectada a internet mediante la red existente en un hogar común.

Los dispositivos ZigBee deberán cumplir con potenciar áreas como la iluminación y la seguridad dentro del hogar, otorgando un aumento en aspectos de confort, seguridad, ahorro energético, comunicación, cada uno a diferente escala.

En la domótica existen cuatro servicios relacionados con el nivel de domotización o nivel domótico que le quiere otorgar a la vivienda. Estos servicios son (Apuntes de la clase de Proyectos Domóticos, 2015):

- Servicio básico, comprende la incorporación de sensores de gas, CO<sub>2</sub>, movimiento, sirena, interface, contactos magnéticos, control de iluminación en zonas específicas, además potenciar la comunicación al usuario final de cualquier eventualidad
- Servicio domótico intermedio: la incorporación de sensores de gas, y su control, con electroválvulas, sensor de CO<sub>2</sub>, sensor de movimiento integrada a una sirena, dispositivo de control (Tablet) contactos magnéticos, control de iluminación sensores y actuadores, por ejemplo sensores de gas y electroválvulas, es decir, si existe alguna eventualidad este debe activarse. El usuario final no solo ve lo que sucede en el hogar sino puede controlarlo o mitigar cualquier eventualidad

- Servicio domótico avanzado: este servicio comprende la integración total de los dispositivos domóticos como sensores actuadores y controladores y su comunicación integral con el usuario final. Por ejemplo si existiera un incendio, el detector de CO<sub>2</sub>, activaría la alarma y esta alarma informaría a la central domótica, controlando las posibles fugas de gas, cerrando la energía eléctrica entre otras programaciones que se le puede otorgar al sistema domótico, mientras que se comunica al usuario de toda eventualidad, además, la comunicación directa a emergencias, informando sobre un incendio.
- Servicio domótico específico o especial: dirigida a personas con capacidades especiales, el servicio se enfocaría principalmente en sus habilidades especiales, enfocándose en otorgarle confort, seguridad, ahorro energético y comunicación al usuario final.

Otra manera de medir el servicio domótico que se le quiere otorgar a una vivienda es ponderando los distintos dispositivos a utilizarse y las aplicaciones que se cubren con éstos, según la CEDOM (Asociación de Española de Domótica e Inmótica).

“Se entiende por nivel de domotización o nivel domótico, el nivel asignado a una instalación domótica como resultado de la ponderación de los dispositivos existentes y las aplicaciones domóticas cubiertas. Se han dividido tres niveles basándose en el principio de alcanzar un nivel considerado mínimo (nivel 1), uno superior considerado intermedio (nivel 2) y finalmente, el considerado como excelente (nivel3).” (CEDOM, s.f.)

La aplicación de esta tabla de niveles de *domotización* para este proyecto se ilustra en el anexo 5, donde el resultado ubica al proyecto como un servicio básico.

Entonces ,el nivel de servicio domótico que se le quiere otorgar a la vivienda corresponde a un servicio de nivel básico, incrementando la comunicación casa-usuario, utilizando conexión a la red de internet para el control con un equipo tecnológico como un *Smartphone* o una *Tablet* dentro y fuera del hogar.

La propuesta como tal se divide en dos partes, el control de iluminación y el control de seguridad, que se abarcan en los siguientes subcapítulos. Cabe destacar que los diferentes dispositivos que se pueden encontrar en el mercado, corresponden a fabricantes que utilizan la tecnología Zigbee.

### **5.2.1 Control de iluminación con equipos de tecnología ZigBee, Instalación, funcionamiento y planos de ubicación de dispositivos en la vivienda.**

Existen varios fabricantes en la rama de la iluminación que utilizan el protocolo ZigBee para la comunicación de los equipos, como Philips, Osram, y Schneider Electric, los cuales pertenecen a ZigBee Alliance. Dentro de la domótica en el contexto de iluminación inteligente, Philips lanza al mercado el producto HUE *Personal Wireless Lighting*, que se convierte en una alternativa para potenciar aspectos relevantes en el hogar como el confort, y ahorro energético, mediante el control de la iluminación. La propuesta de Philips enmarca una amplia visión de control de iluminación desde una Tablet o Smartphone, que mediante las aplicaciones facilita al usuario el manejo de todos los dispositivos de HUE *Personal Wireless Lighting*.

En ciertos ambientes de la vivienda se requiere incrementar el nivel de iluminación así como el control de la mayoría de estos en este aspecto. También se debe tomar en cuenta que es posible potenciar la seguridad desde el control de iluminación. Haciendo una comparación de un ambiente al incorporar nuevas lámparas y reemplazar algunas existentes, para el ejemplo se toma la habitación principal, como se puede observar en la figura 63, donde se tiene una iluminación general, que es inadecuada para realizar actividades como por ejemplo lectura.

Al incorporar tres luminarias al área de trabajo distribuyéndola 2 luminarias de mesa con una lámpara Philips cada una y otra luminaria cerca del guardarropa, esta comparación se puede ver en la figura 64. Mediante escalas de colores se puede observar la variación que existe.

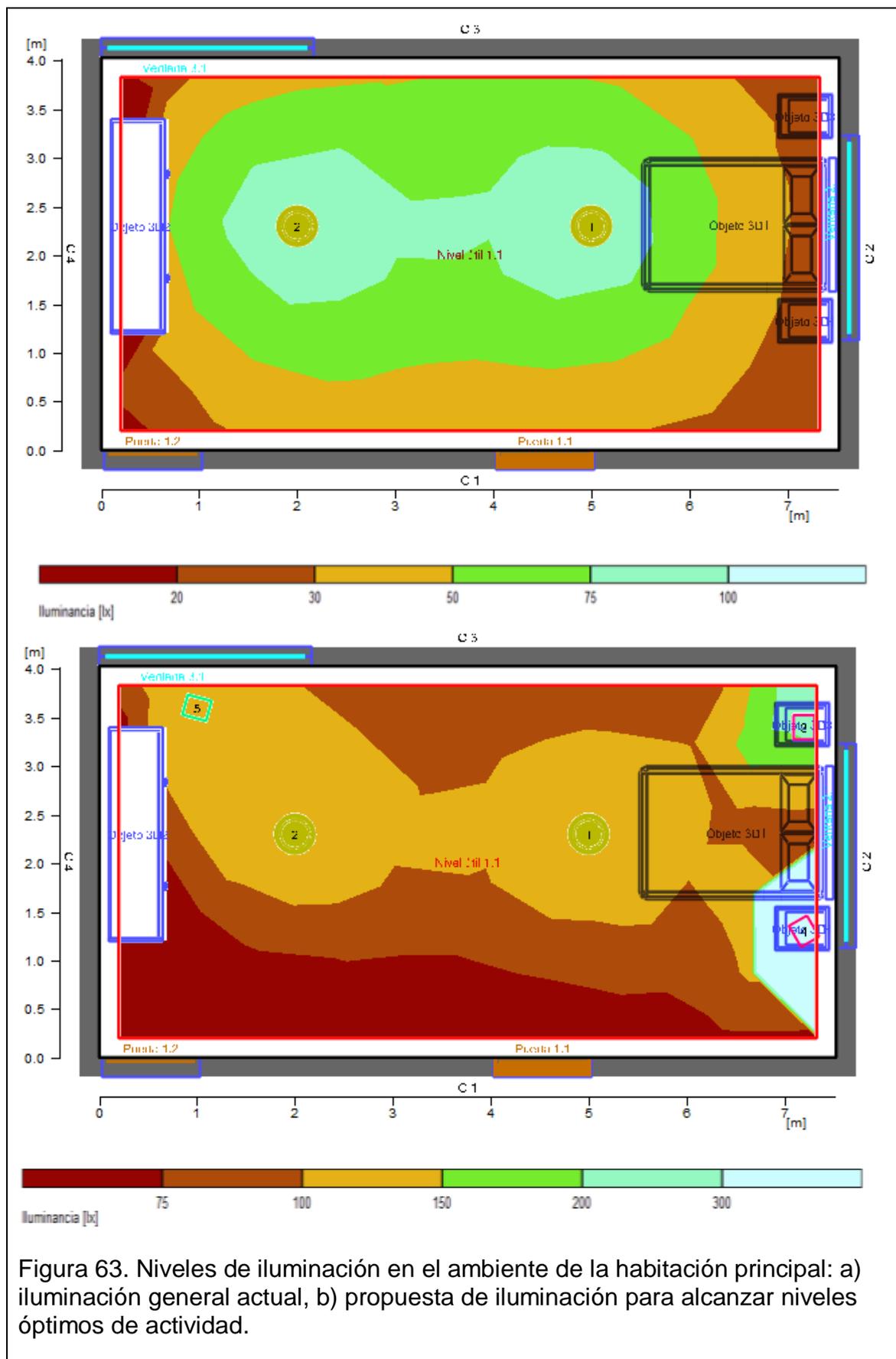
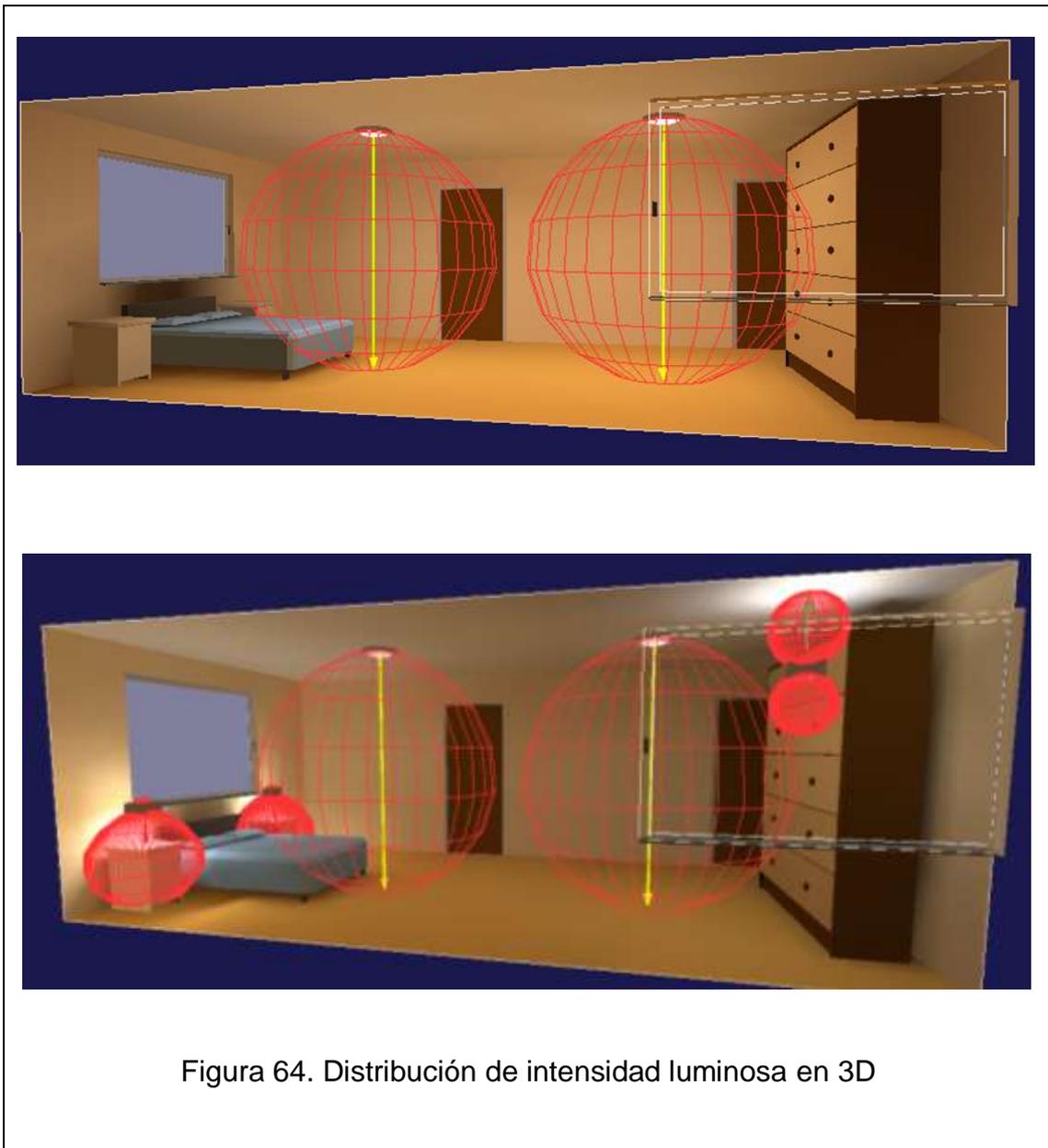


Figura 63. Niveles de iluminación en el ambiente de la habitación principal: a) iluminación general actual, b) propuesta de iluminación para alcanzar niveles óptimos de actividad.

Para observar mejor la mejoría de la iluminación podemos observar la figura 64 donde podemos ver con más detalle las curvas de distribución de iluminación de cada luminaria.



A continuación en los siguientes subcapítulos detalla cada una de las características de este sistema de iluminación, HUE así como la instalación de cada uno de los dispositivos.

### 5.2.1.1 HUE Personal Wireless Lighting de Philips.

Es un sistema de iluminación desarrollado por Philips para un control inteligente de la iluminación en el hogar. Este sistema fue desarrollado con el protocolo ZigBee para la comunicación entre los dispositivos. Además, cabe destacar que al sistema HUE se pueden incorporar cerca de 50 lámparas inteligentes, el control básicamente se lo realiza desde un interruptor, *dimmer*, o desde una aplicación para Smartphone.

A continuación se detallan los dispositivos que componen HUE son el Gateway que actúa como puente de conexión, el *dimmer switch*, que controla de forma inalámbrica los dispositivos de iluminación y la lámpara, además de las aplicaciones para Android y IOS en los Smartphone, los cuales ayudan a controlar la iluminación y crear ambientes.

- ❖ **Puente ZigBee:** este dispositivo realiza la comunicación con el mundo en términos generales, ya que establece una comunicación con los equipos (lámparas) y esta se comunica con el *router* enlazando, su señal al exterior mediante el internet utilizando dispositivos móviles como Tablet o Smartphone. En la figura 5.2 se puede observar el *Gateway* de HUE y la conexión que realiza en el sistema.

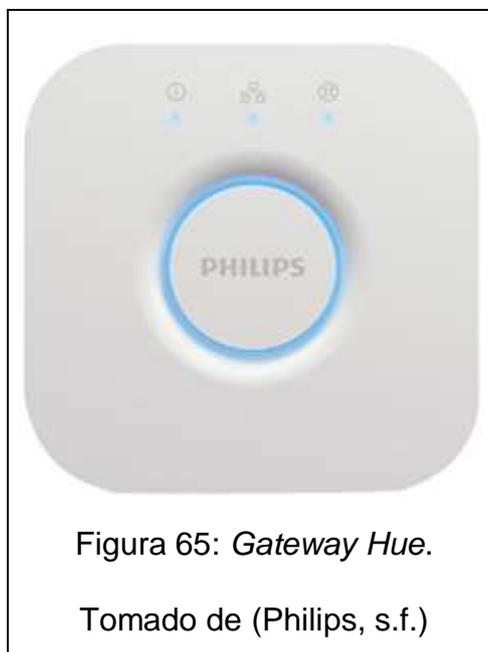


Figura 65: *Gateway Hue*.

Tomado de (Philips, s.f.)

- **Especificaciones técnicas.**

- Máximo de 50 focos por puente (*bridge*) y 12 accesorios Philips Hue por puente.
- Consumo de energía: 300 mA típ.
- Certificación ZigBee Light Link protocolo 1.0
- Banda de frecuencia 2400 – 2483,5 MHz
- Dimensiones: 88 mm x 88 mm x 26 mm
- Montaje en pared o escritorio.
- Software actualizable.
- 100–240 V CA / 50–60 Hz.
- Tensión de salida: 5 V CC 2A.
- Consumo en modo de espera: 1,5 W máximo.

❖ ***Dimmer switch***: Este dispositivo inalámbrico permite controlar las lámparas desde cualquier parte de la vivienda.



Figura 66: *Dimmer-switch* HUE.

Tomado de (Philips, s.f.)

- **Especificaciones técnicas.**

- Máximo de 10 interruptores
  - Pila CR2450 incluida
  - Vida útil de la batería de 3 años como mínimo
  - Alcance: como mínimo 500 pulgadas en interiores
  - Peso del conmutador 37 g
  - Peso con la placa de la pared incluida 67 g
  - Tamaño de placa de la pared Alt.: 2,76 pulg. Ancho: 4,5 pulg. Prof.: 0,55 pulg.
  - Tamaño del mando a distancia: Alt.: 3,6 pulg. Ancho: 1,38 pulg. Prof.: 0,43 pulg.
  - Vida útil 50 000 clics
  - *Protocolo ZigBee light link IEEE 802.15.4*
  - Banda de frecuencia: 2400 – 2483,5 MHz
  - Software actualizable al conectarse al Philips Hue bridge
- ❖ Lámpara Philips Hue: es un dispositivo LED que puede ser controlado de forma inalámbrica a través de los controladores que utilicen el protocolo ZigBee y sean compatibles con esta tecnología. En la gama de estas lámparas existen varias alternativas dependiendo de las necesidades y requerimientos del usuario..



Figura 67: Bombilla *LED HUE Personal Wireless Lightin*

Tomado de (Philips, s.f.)

- Especificaciones técnicas
  - Voltaje: 120 voltios
  - potencia 9.5W
  - Tipo de bombilla LED
  - Flujo luminoso 800 lúmenes
  - Características especiales: dimerizable o Regulable
  - Flujo luminoso y temperatura de color 880 lm a 8500 K

### 5.2.2.1 Funcionamiento del sistema HUE y planos de ubicación de dispositivos en la vivienda.

Primero conectamos el bridge HUE que permite el control de los dispositivos del sistema mediante el internet. El equipo se lo ubica cerca del router de internet como se puede apreciar en la figura 68.



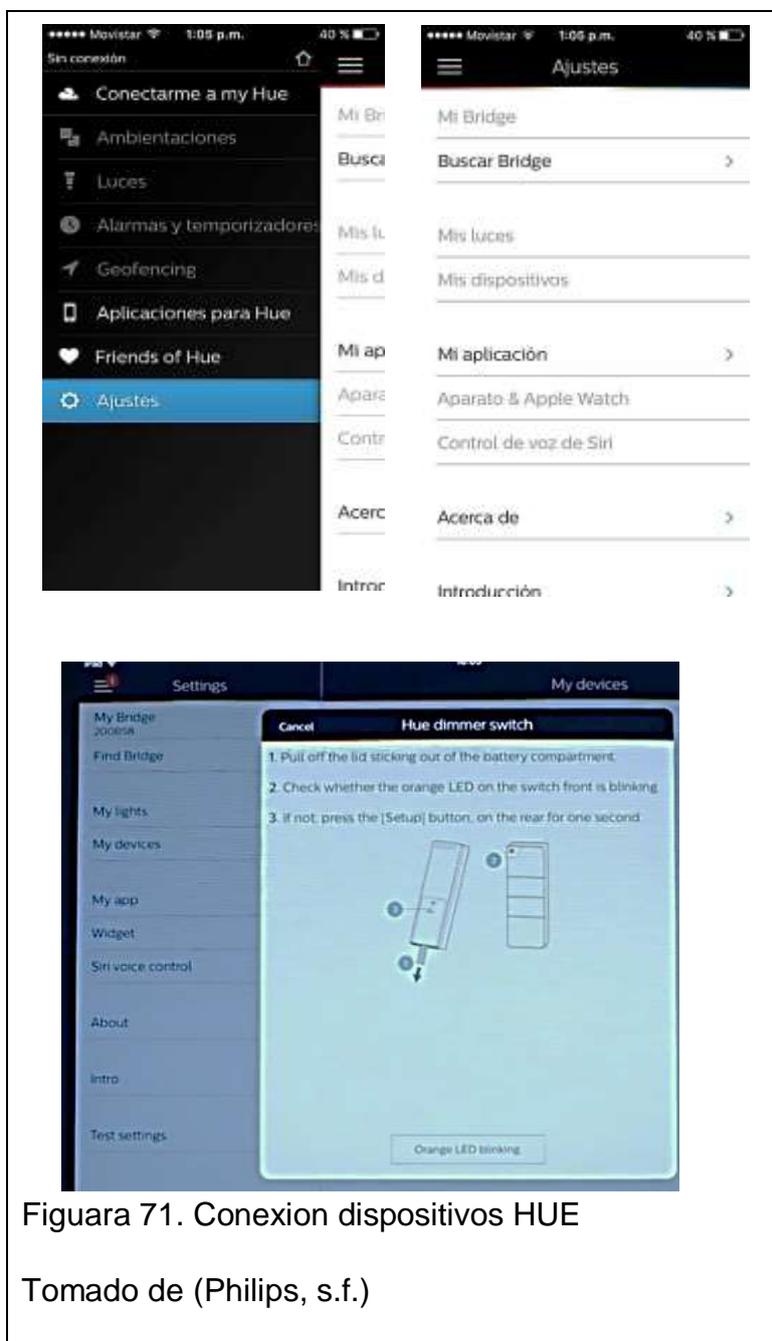
La conexión de dispositivos HUE al Gateway mediante la aplicación desarrollado por Philips es el HUE como se muestra en la figura 69. Esta aplicación (App) es desarrollada para Android y IOS, así, no se limita el control de la iluminación por parte de un solo sistema operativo.



Para iniciar ubicamos el dispositivos de maniobra *dimmer* HUE cerca al dispositivo de maniobra común de iluminación, posterior a la instalación física se procede a incorporar el dispositivo HUE al sistema mediante la aplicación. Todo este proceso se lo puede observar en la figura 70.



Para incorporar el dispositivo nos dirigimos a la aplicación y entramos a la pestaña de ajustes y posterior a eso buscamos el equipo en la red HUE y procedemos a la incorporación como se muestra en la figura 71.



La ubicación de los dispositivos Hue se detalla en el anexo 8 en los planos de ubicación de dispositivos domóticos, en estos se detallan donde se ubican dentro de cada ambiente.

### **5.2.3 Control de seguridad con equipos de tecnología ZigBee, instalación, funcionamiento y planos de ubicación de dispositivos en la vivienda.**

Según las necesidades domóticas de la vivienda en aspectos de seguridad se debe tener muy en cuenta los posibles escenarios o sucesos que puedan ocurrir en la vivienda, tales como intrusión y siniestros. Para esto la seguridad desde una perspectiva de la domótica para viviendas existentes las alternativas son muy amplias, ya que existen varios fabricantes que utilizan tecnología inalámbrica específicamente ZigBee para sus equipos, por ejemplo para anti-intrusión YALE Y KWIKSET, son conocidos fabricantes de cerraduras en puertas para las viviendas. KWITSET ofrece en su línea *HOME CONNECT* varias alternativas de cerraduras en el hogar. Para el control de la seguridad de ventanas y puertas no solo se requiere de cerraduras, además es de gran ayuda los dispositivos anti-intrusión como contactos magnéticos y alarmas, y otros dispositivos complementarios, que de igual manera existe una oferta de fabricantes como *NIETZSCHE ENTERPRISE*, y *SECURIFI*. Los planos de ubicación de los dispositivos de seguridad se encuentran detallados en el anexo 8.

#### **5.2.3.1 Control de anti-intrusión**

La oferta en estos últimos años de tecnología libre ZigBee es cada vez más atractiva, ya que existe una gran variedad de equipos y fabricantes. Productos de las marcas como KWIKSET Y SECURIFI para la seguridad en puertas y ventanas se convierten una opción para el usuario para el control de anti-intrusión. A continuación se detalla los dispositivos que se utilizan dentro de la seguridad de puertas y ventanas dentro y fuera de la vivienda en general.

#### **KWIKSET**

*Kwikset SmartCode* con su línea tecnológica *HOME CONNECT* y ZigBee permite a la cerradura de la puerta comunicarse de forma inalámbrica con otros dispositivos en el hogar. (KWIKSET, s.f.)El bloqueo que le permite realizar al usuario a través de un dispositivo habilitado por la web es independiente de la

distancia, pues solo con un Smartphone conectado a internet puede, bloquear o desbloquear la puerta y recibir mensajes de texto o correo electrónico, dependiendo de lo que suceda con la cerradura.



Figura 72: Cerradura kwikset.

Tomado de Kwikset , s.f.

### Características

- El cerrojo de cierre accionado por motor permite una verdadera bloqueo remoto y desbloqueo.
- Cilindros SmartKey cuentan con un equipo de acero inoxidable de bloqueo de barras, bastidores y pernos para mayor resistencia y seguridad
- Tecnología de barra de bloqueo lateral patentado ofrece una mayor seguridad mediante la protección contra golpes de bloqueo, una técnica de ataque usada para derrotar las cerraduras de pasador y fiadores convencionales
- Vida útil mecánica y acabado de garantía. La garantía de la electrónica 1 año.

### 5.2.3.2 Control de anti-siniestros

#### Detector de dióxido de carbono (CO2)

Es un producto de *Wulian* está basado en la tecnología inalámbrica ZigBee. Se utiliza para detectar la concentración de CO2 (dióxido de carbono) y otros gases nocivos. Esta enviará datos de los sucesos a los terminales móviles inteligentes como una *Smartphone* o *Tablet*, para recordar a los usuarios la calidad del aire. También se puede vincular con otros dispositivos inteligentes.



#### Características

- Comunicación IEEE802.15.4 (ZigBee / SmartRoom)
- Comunicación Distancia 100m (visible)
- Poder Súper 110 ~ 250V
- Temperatura de trabajo -10 °C ~ + 55 °C

### Detector de gas inflamable inalámbrico.

Es un producto de *Wulian* basado en el protocolo ZigBee. Se utiliza para detectar la concentración de gas inflamable en el aire, y esta enviará mensajes de advertencia a los teléfonos inteligentes, así como a las alarmas locales cuando el detector de gas detecta que la concentración de gas es mayor que el valor de lo que haya establecido. También se puede vincular el cierre de la válvula de gas.



#### Características

- Comunicación IEEE802.15.4 (ZigBee / SmartRoom)
- Comunicación Distancia 100m (visible)
- Poder Súper 110 ~ 220V
- Temperatura de trabajo -10 °C ~ + 55 °C

### Sensores de movimiento IR-9ZBS.

Es producto fabricado por *Climax Technology Co., Ltd.* El sensor de movimiento infrarrojo pasivo bidireccional IR-9ZBS ofrece detección de calidad y emplea Procesamiento Adaptativo Digital De Señales (ADSP) algoritmo utilizado para reducir efectivamente las falsas alarmas. Enlace inalámbrico

(2.4GHz DSSS). Este sensor fácil de instalar es alimentado por una batería de litio con la vida de la batería más de 4,5 años de duración.



Figura 75. Sensor de movimiento *Clímax Technology*.  
Tomado de (Climax Technology, s.f.)

### Características

- Alimentado por una batería de litio-pre insertada para una fácil instalación.
- Controlado por microprocesador con *Adaptive Digital Signal Processing (ADSP)* algoritmos avanzados.
- Montaje superficial / esquina con protección contra la manipulación en contra de la eliminación.
- Señales de supervisión aleatorios para comprobaciones de integridad del sistema y solución de problemas.
- Detección de batería baja.
- Luz blanca Superior y el rechazo de ruido.
- Rango de detección: 12 metros más de un ángulo de 110 °.
- Automático mecanismo de ahorro de energía.
- Resistencia a los insectos.
- Compacto y de bajo perfil.
- LED que sirve como un indicador de fallo y el modo de prueba o un botones de modo de prueba de paso.
- Temperatura control de sensibilidad compensado.

- Compatible con productos ZigBee de otros fabricantes.
- Cumple con los requisitos CE (Comunidad Europea).
- Producto ZigBee *Certified*.

### **Sirena SR-15ZBS**

El SR-15ZBS es una sirena de interior con la batería de más de dos años. Con un nivel de salida de sirena de 105dB, esta sirena ZigBee activa suena diferente de alarma para incendios e intrusión para informar de forma audible al usuario del tipo de peligro que nos ocupa.

Este doble propósito de sirena también se puede configurar para emitir de entrada y salida de retardo pitidos que insto a desarmar su sistema de seguridad o dejar sus instalaciones rápidamente.



### **Características**

- Duración de la batería de más de dos años.
- Nivel de salida de la sirena es 105dB a 1 metro.
- Suena la alarma diferente para el fuego y la intrusión.
- Duración de la alarma programable desde los 3/5/10 minutos.
- Recibe señales desde el panel de control para emitir de entrada y

salida de retardo pitidos.

- Transmite batería baja y señales de supervisión.
- Protección contra la manipulación de la cubierta evita la extracción no autorizada.
- Compatible con productos ZigBee de otros fabricantes.
- Diseño compacto y elegante.
- Productos ZigBee *Certified*.

### **Sensores IVS-1ZBS rotura de cristales**

Este producto es fabricado por *Climax Technology Co., Ltd* IVS-1ZBS utiliza la tecnología ZigBee. Está diseñada para alertar de un choque, vibración y rotura de cristal. Este sensor inalámbrico es fácil de instalar en cualquier superficie de cristal para alertar a los dueños de casa cuando el vidrio se altera o se rompe. Cuando el sensor detecta una vibración de choque que enviará una señal inalámbrica al panel de control en la red ZigBee para notificar de un evento. Hay muchas maneras creativas para vincular IVS-1ZBS con otros dispositivos ZigBee para establecer un sistema de casa inteligente. Además de la activación de una sirena, se puede convertir automáticamente en luces de la casa, música, iniciar la grabación de vídeo o incluso enviar verificaciones de fotos para su Smartphone cuando el vidrio se altera o se rompe. El sensor tiene una mayor a menor rango de sensibilidad para que pueda ajustar la sensibilidad al nivel requerido para proteger su hogar.



Figura 77. Sensor de rotura de vidrios inalámbrica de *Clímax Technology*. Tomado de (Climax Technology, s.f.)

### Características

- Detecta rotura de cristales y la vibración.
- Funciona en cualquier superficie de cristal.
- Ajustable sensibilidad de detección de vibraciones - baja, media y alta.
- LED indicador de configuración.
- Indicador de batería baja.
- ZigBee Supervisión a garantizar dispositivo está funcionando.

### 5.2.3.3 Funcionamiento del sistema de seguridad de tecnología ZigBee, y planos de ubicación de dispositivos en la vivienda.

#### Gateway ZigBee.-

Se utiliza el Wireless Gateway debido que es una puerta de enlace inalámbrico que permite gestionar dispositivos de comunicación basados en el protocolo ZigBee, ideal para el sistema domótico a implementar con los diferentes sensores e interruptores; además de que consta de una interfaz estándar de Ethernet que admite conectar a la red inalámbrica ZigBee con LAN e Internet.

A través de la conexión del Gateway de enlace inalámbrico, los usuarios pueden controlar todos los productos de protocolo ZigBee por los diversos terminales móviles inteligentes, en este caso una Tablet y tener una alta velocidad de transmisión inalámbrica de datos seguros y confiables.



Figura 78. *Wireless Gateway* protocolo ZigBee.

Tomado de (Wulian, s.f.)

Entre unos de los puntos más importantes tomados en cuenta para la elección del coordinador, luego de analizar la estructura de la vivienda fue el rango de comunicación, pues es necesario llegar a una distancia de 32 metros máximo, obstaculizado por paredes y muebles que son las áreas más lejanas donde debe llegar la comunicación con los diferentes dispositivos ZigBee, algunas de sus características más importantes son:

- Voltaje de trabajo: 12 VDC
- Rango de comunicación: 50 a 100 metros en interiores
- Ancho de banda: 2.4-2.4835GHz
- Temperatura de trabajo: -10 a 50 °C
- Humedad de trabajo: Max 95% de humedad relativa
- Intensidad de emisión: MAX 21dBm

#### ❖ **Router ZigBee**

La RM-23B-ZBS y RMT-23B-ZBS son repetidores ZigBee alimentados por CA que adoptan el perfil ZigBee HA 1.2. Compatible con productos ZigBee de otros fabricantes en el marco del mismo perfil, estos repetidores se utilizan para extender el alcance de la comunicación entre los sensores y el panel de control. Ellos se pueden conectar a cualquier toma de corriente estándar para la implementación sencilla. El RMT-23B-ZBS dispone de un sensor de temperatura integrado para proporcionar detección de la temperatura.



## Características

- Extiende el rango de comunicación inalámbrica.
- Extiende la red ZigBee en áreas difíciles de alcanzar.
- Se conecta a una toma de corriente estándar para una fácil instalación.
- Un total de cinco *routers* se puede añadir al sistema de.
- Built-in sensor de temperatura (RMT-23B-ZBS).
- Pitido de la señal de fallo de CA.
- Compatible con productos ZigBee de otros fabricantes que adoptan el mismo perfil.
- Productos ZigBee *Certified*.

### ❖ Software de control Smart Home

Se utiliza el programa Smart Home, software desarrollado en la plataforma IOS y Android, exclusivamente para gestionar dispositivos ZigBee, desarrollado por una empresa china llamada Wulian, que es promotora de dispositivos y equipos ZigBee. A diferencia de otras aplicaciones domóticas como: *Creston Mobile Pro G*, *Smart Home Hacks*, *Control 4*, entre otros, *Smart Home* no tiene costo.

A continuación se explica el funcionamiento de la interfaz para usos y configuración del sistema de Smart Home: El ingreso a la aplicación de Smart home, requerirá de un usuario y una contraseña creada previo ejecutar la aplicación.



La interfaz que el usuario puede ver el usuario después de ingresar en la aplicación se muestra en la 81, donde deberá ingresar a configuración del sistema y ver qué dispositivos están en línea dentro de la señal ZigBee.



Dentro de configuración el usuario encontrará los distintos dispositivos que existen en la red ZigBee, podrá elegir los sensores, y demás dispositivos que componen la red.

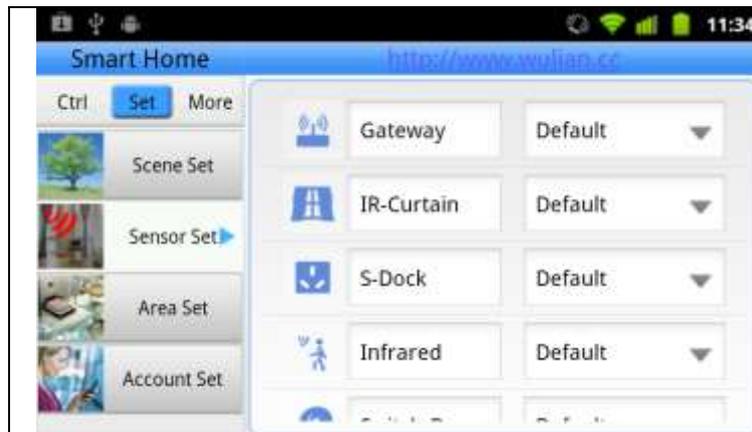


Figura 82: configuración de Smart Home.

Tomado de Wulian s.f

Por último la configuración de cuentas, dando paso a agregar dispositivos de control con la respectiva seguridad que requiere la red ZigBee.



Figura 83. Configuración de cuentas.

Tomado de Wulian s.f

## **6. Capítulo Vi. Conclusiones Y Recomendaciones.**

### **6.1 Conclusiones**

El mejoramiento de las instalaciones eléctricas no solo brinda un estado de seguridad para los ocupantes, sino también para los equipos. Dentro de este contexto, se ha tomado como referencia el análisis de una vivienda real, que refleja la realidad de muchas otras viviendas en el Ecuador, las cuales requieren de una intervención técnica y mejora de en sus instalaciones eléctricas, mejora que dependerá del grado de deterioro que exista, originado por el uso o por la instalación anti técnica de sus componentes.

La vivienda presenta un deterioro en los elementos de los circuitos eléctricos como interruptores, tomacorrientes y dispositivos de protección, descritos en el capítulo 2, desde la parte de iluminación hasta los componentes de cada circuito. El mejoramiento que se plantea en los objetivos del presente trabajo se cubre después de un análisis que comprende el capítulo 2 y capítulo 3 conjuntamente de cada parte de la instalación eléctrica. En los circuitos de iluminación y tomacorrientes se puede comprobar un buen estado de los conductores, evidenciando de forma visual los conductores pese a que en algunos casos no cumplen con artículos de la NEC-10, específicamente el código de colores para conductores y ubicación de componentes como luminarias y tomacorrientes, que afectan en aspectos de iluminación y seguridad de la vivienda.

Los parámetros establecidos en la NEC-10, capítulo 15, sirven de referencia estándar en las instalaciones eléctricas, sin dejar de lado códigos extranjeros como el Instituto Argentino de Normalización y Certificación IRAM, para iluminación, los cuales en conjunto se convierten en un material de apoyo para el técnico, pues constituyen un complemento a los conocimientos que son importantes dentro las instalaciones eléctricas, y evitan las practicas anti técnicas.

La falta de planos eléctricos, arquitectónicos, estructurales, sanitarios, entre otros, es un problema común en viviendas unifamiliares en el Ecuador. Esta carencia de planos dificulta dar mantenimiento oportuno a la infraestructura, específicamente en el campo de las instalaciones eléctricas, pues, limita las intervenciones técnicas en las instalaciones por la falta de información de los circuitos.

Los procedimientos para evaluación e intervención en un sistema eléctrico, que son propuestos en el capítulo 3 en conjunto con sus sub capítulos, dependen del estado de la vivienda específicamente en las instalaciones eléctricas. Los elementos más afectados en los distintos circuitos son los interruptores, luminarias y tomacorrientes, los cuales presentan un deterioro por haber cumplido su vida útil. Con la guía se pretende repotenciar las instalaciones eléctricas, específicamente en los elementos que presenta deterioro. Todos los lineamientos que se presentan en el presente trabajo están sujetos a la normativa vigente del Ecuador en la rama de la construcción como son las NEC-10.

Un diseño eléctrico por el profesional competente debe involucrar un adecuado cálculo de luminarias, tomacorrientes, material conductor, protecciones de circuitos, diseño de puesta tierra, entre otros criterios que garanticen el correcto funcionamiento del sistema eléctrico, y que faciliten el desarrollo y aplicación de los beneficios de la domótica a la vivienda.

La iluminación siempre está ligada a una buena distribución y utilización de lámparas y luminarias de calidad. Pese a que en la vivienda el deterioro de las luminarias es notorio, la utilización de las lámparas fluorescentes compactas otorgan una buena iluminación, y los valores que fueron medidos con el luxómetro evidencian que están dentro de los rangos establecidos por las normas.

La seguridad no sólo representa el riesgo de intrusión en la vivienda, también se debe comprender que implica eventos de incendio, inundación, fugas de gas, y otros eventos que ponen en riesgo a las personas, y a la vivienda. La vivienda no cuenta con los dispositivos que mitiguen estos riesgos, por ejemplo las ventanas no cuentan con sensores de ruptura de cristales, los ambientes como dormitorios y sala no cuentan con sensores de CO<sub>2</sub>. La incorporación a la vivienda de dispositivos domóticos de seguridad, potenciará en gran magnitud los aspectos fundamentales de seguridad en la vivienda.

La incorporación de dispositivos domóticos a una vivienda existente de varios años de construcción depende de las condiciones en las que se encuentre las instalaciones eléctricas, porque, se debe tener en claro que al ser equipos que contienen partes electrónicas son susceptibles a averías si estas no poseen una base sólida en las instalaciones eléctricas.

La tecnología inalámbrica ZigBee es apropiada para incorporar dispositivos domóticos en viviendas con varios años de construcción, más aún cuando no se requiere incurrir en cambios drásticos de aspectos constructivos en la infraestructura de la vivienda, como ruptura de mampostería, de techo o incorporación de cables, entre otras actividades de orden constructivo.

Existe una gran variedad de dispositivos ZigBee, tales como *ZigBee Home Automation*, *ZigBee Light Link* y *ZigBee Smart Energy*, por tal razón, la selección correcta de estos dependerá de la compatibilidad entre los equipos y la posibilidad de un control que garantice la funcionalidad de los dispositivos. Para la domótica *ZigBee Home Automation* ofrece una gran variedad de dispositivos destinado a la modernización de la vivienda, por lo que la mayoría de los dispositivos propuestos en el presente trabajo son compatibles con *ZigBee Home Automation* (HA).

La alianza ZigBee compuesta por importantes firmas desarrolladoras de hardware y software ha impuesto su “estándar” frente a otras alianzas que desarrollaron protocolos para un uso más específico. La estandarización de productos domóticos como ZigBee hace que sea más simple y seguro adoptar un estándar que es ampliamente difundido, frente a las tecnologías propietarias.

En la actualidad conseguir sistemas domóticos completos de tecnologías abiertas no resulta una tarea compleja, porque existe una lista extensa de fabricantes, que permite tener un panorama más abierto sobre los dispositivos domóticos, razón por la cual su adquisición solo dependerá del poder adquisitivo del usuario y el servicio que quiera incorporar en la vivienda a modernizar.

En la vivienda, la propuesta de incorporar el sistema inteligente de iluminación HUE de Phillips para algunos ambientes ayuda a potenciar aspectos como el confort y el ahorro energético. Pese a que el flujo luminoso de las lámparas LED de HUE es limitada, las bondades del sistema HUE compensan esta deficiencia que afectaría los niveles de iluminación, pero se garantiza un importante ahorro energético y una eficiencia en la iluminación inteligente conjuntamente repotenciando la seguridad.

En aspectos de seguridad la propuesta que se plantea en el capítulo 5 comprende la incorporación de dispositivos que puedan ser controlados por un mismo software tal como *Smart home*, desarrollado por Wuliam, empresa china que utiliza tecnología ZigBee. Todos los equipos propuestos en la rama de seguridad son compatibles con HA de ZigBee. Fabricantes como *Kwikset* y *Climax technology*, utilizan el protocolo ZigBee en el campo de la seguridad y por medio de *Smarth Home* se pueden controlar desde un Smartphone o Tablet, pues sus aplicaciones son gratuitas.

La instalación de los equipos sigue un patrón de utilizada por el mercado global con una frase *Do-It-Yourself*, “hazlo tú mismo”, por la facilidad en procedimientos que permiten las aplicaciones.

## 6.2 Recomendaciones

El diseño eléctrico debe estar ligado directamente a una correcta instalación, funcionamiento y ejecución del sistema eléctrico por personas calificadas para evitar inconvenientes de orden técnico a futuro de cualquier magnitud en una vivienda.

Toda instalación eléctrica o posterior modificación de los circuitos específicamente de los elementos que la componen, como dispositivos de maniobra, tomacorrientes entre otros elementos que componen un circuito, deben ser flexibles a cambios en el futuro.

Se aconseja dar mantenimiento preventivo de las instalaciones eléctricas de tableros de distribución, dispositivos de maniobra, y tomacorrientes, observando que los contactos estén libres de cualquier impureza o desgaste. Y en cualquiera de estas intervenciones que se realice tener en cuenta las normas NEC-10. Se debe tener en claro que todo material o componente de un circuito eléctrico cumple con su vida útil, por ejemplo, un interruptor se desgasta luego de varios años de uso, del mismo modo, los elementos ocultos, tales como los conductores que circulan dentro de la vivienda. Así, el desgaste de estos elementos es inevitable, lo cual, puede afectar directamente en el funcionamiento de las instalaciones eléctricas, y convertirse en un riesgo para la personas.

Cuando se manipule elementos eléctricos se debe seguir las normas de seguridad para evitar accidentes por causa eléctrica. Además, se debe tomar en consideración una utilización correcta de aparatos de medición, herramientas, y equipos de protección personal.

Para la selección de los elementos domóticos a utilizarse en viviendas existentes se requiere de un análisis minucioso de la arquitectura y las necesidades de la vivienda antes del diseño del sistema domótico, además de

establecer qué servicio domótico se quiere implementar, para no tener problemas de instalación a futuro

En la domótica debido al gran número de estándares, marcas y fabricantes de dispositivos que se tiene en el mercado, es recomendable elegir un solo fabricante o utilizar el mismo estándar, pues de lo contrario existirán problemas de compatibilidad a futuro.

Dentro de los estándares domóticos se debe elegir los dispositivos con respecto a la aplicación final que se le va a dar dentro del sistema domótico, pues existen estándares dirigidos solo a edificios o a viviendas.

Al no existir un marco regulatorio en las instalaciones de dispositivos domóticos en el Ecuador, es recomendable referirse a otros países que están avanzando en una normalización en la domótica como los miembros de la Unión Europea.

Al tener acceso en el internet a una extensa información de tecnologías abiertas, la elección de un dispositivo se lo debe realizar tomando en cuenta criterios de compatibilidad, entre dispositivos, y compatibilidad con el sistema eléctrico, además del costo que representaría la importación.

Para la incorporación del sistema HUE en la iluminación de la vivienda se debe tener en cuenta que este sistema utiliza lámparas LED, por lo que se recomienda utilizarlo de una forma que se complemente la iluminación tradicional pues existe una gran variedad de lámparas destinadas a cubrir necesidades específicas en el campo de la iluminación.

Para la incorporación de dispositivos de seguridad se debe tener en cuenta que la tecnología utilizada como es Zigbee, es muy fácil de utilizar al ser libre, y se puede escoger diferentes fabricantes y no limitarse a un solo fabricante como lo hacen las tecnologías propietarias.

## REFERENCIAS

- Apuntes de la clase de Proyectos Domóticos. (2015). Servicios Domóticos. Quito, Pichincha.
- Asociación de Española de Domótica e Inmótica CEDOM. (s.f.). *Tabla de niveles para evaluación de instalaciones domóticas*. Obtenido de [www.cedom.es/sobre-domotica/evaluacion-instalaciones-domotica#aqui](http://www.cedom.es/sobre-domotica/evaluacion-instalaciones-domotica#aqui)
- Casa Domo. (21 de OCTUBRE de 2001). *Casa Domo*. Obtenido de <https://www.casadomo.com/noticias/que-es-la-domotica>
- Casa Domo. (19 de Abril de 2004). *Noticias*. Obtenido de <https://www.casadomo.com/noticias/-2185>
- Casa Domo. (s.f.). *Noticias*. Obtenido de <https://www.casadomo.com/noticias/-7389>
- CES iluminación industrial. (s.f.). *CES iluminación industrial*. Obtenido de <http://www.cesiluminacionled.es/porque-led>
- Climax Technology. (s.f.). *Zigbee products*. Obtenido de <http://www.climax.com.tw/>
- DOMOTICA VIVA. (s.f.). *TECNOLOGIA X10*. Obtenido de <http://www.domoticaviva.com/X-10/X-10.htm>
- Easy Smart. (s.f.). *Easy Smart*. Obtenido de <http://easysmart.com/>
- Electric Power Research Institute. (DICIEMBRE de 1992). Obtenido de <http://www.w2agz.com/Library/Energy%20Efficiency/EPRI%20Smart%20House.pdf>
- Equipos, T. (s.f.). *Equipos de medición industrial*. Obtenido de [http://tpmequipos.com/1006542\\_Luxometro-Medidor-de-Luminosidad-HS1010.html](http://tpmequipos.com/1006542_Luxometro-Medidor-de-Luminosidad-HS1010.html)
- Española, R. A. (s.f.). *Diccionario de la Lengua Española*. Recuperado el 5 de mayo de 2015, de <http://lema.rae.es/drae/?val=dom%C3%B3tica>

ESPIRIT. (Agosto de 1993). *THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL ENGINEERING*. doi:10.1117/12.150297

EuroX10. (s.f.). *EuroX10*. Obtenido de <http://www.eurox10.com/Content/X10History.htm>

Express, L. b. (s.f.). *Network Transmission Media*. Obtenido de Learning by Express

Garcia Fernandez, J. (s.f.). *Cálculo de instalaciones de alumbrado*. Obtenido de <http://recursos.citcea.upc.edu/llum/interior/iluint2.html#mlum>

Grupo Argentina. (s.f.). *Instituto Argentino de Normalización y Certificación*. Obtenido de <http://grupogargentina.com/wp-content/uploads/2014/05/ANEXOIVDecreto351-79.pdf>

Harper, G. E. (2009). *EL ABC DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS EN EDIFICIOS Y COMERCIOS*. MÉXICO, MÉXICO: LIMUSA. Recuperado el MAYO de 2015

HILTI. (s.f.). Obtenido de <https://www.hilti.es/>

Huidobro, J. M. (2007). *ACTA Autores Científico-Técnicos y Académicos*. Recuperado el 20 de Mayo de 2015, de La Domotica Entra en Nuestras Casas: [http://www.acta.es/medios/articulos/ciencias\\_y\\_tecnologia/032087.pdf](http://www.acta.es/medios/articulos/ciencias_y_tecnologia/032087.pdf)

Huidrobo, J. M. (2007). *FENERCOM*. Obtenido de <http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/la-domotica-como-solucion-de-futuro-fenercom.pdf>

IEEE. (NOVIEMBRE de 1987). *SYSTEM DESIGN OF HOME BUS SYSTEM FOR A SINGLE HOUSE*. doi:10.1109

IEEE. (Agosto de 1988). *Consumer Electronics*. doi:10.1109/30.20172

INGENIATIC. (s.f.). *TECNOLOGIAS LIBRES*. Obtenido de <http://www.ingeniatic.net/index.php/tecnologias/item/381-batibus>

Ingenieros, P. (2014). *Programación y Control Automatico S.L*. Recuperado el Mayo de 2015, de <http://proconingenieros.com/domotica/>

Institut Idefons Cerdá. (Enero de 2000). *Ramon Millan*. Recuperado el Mayo de 2015, de Consultoria Estratégica en Tecnologías de la Información y la Comunicación:

[http://www.ramonmillan.com/documentos/bibliografia/GuiaViviendaDomotica\\_InstitutCerde.pdf](http://www.ramonmillan.com/documentos/bibliografia/GuiaViviendaDomotica_InstitutCerde.pdf)

KNX. (s.f.). *KNX INTRODUCTION*. Obtenido de <http://www.knx.org/knx-en/knx/association/introduction/index.php>

Kwikset . (s.f.). *kwikset Zigbee Protocolo*. Obtenido de <http://www.kwikset.com/>

KWIKSET. (s.f.). *CERRADURA ELECTRONICA*. Obtenido de <http://www.kwikset.com/products/details/electronic-locks/910trl-zbc4-15-smt.aspx>

Lazlo, C. (s.f.). Obtenido de [http://narpier.com/wp-content/uploads/2015/03/Manual\\_luminotecnia.pdf](http://narpier.com/wp-content/uploads/2015/03/Manual_luminotecnia.pdf)

Light Max. (16 de Abril de 2012). *Fibra Optica Hoy*. Obtenido de <http://www.fibraopticahoy.com/que-cable-de-fibra-optica-es-el-optimo-para-mi-instalacion/>

Ltd., E. T. (Mayo de 2011). *Earth Tech Engineering*. Obtenido de Earth Tech Engineering

MADRID, F. D. (s.f.). *FENERCOM*. Obtenido de <http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/guia-tecnica-de-iluminacion-eficiente-sector-residencial-y-terciario-fenercom.pdf>

MERRITT, F. S. (s.f.). *ENCICLOPEDIA DE LA CONSTRUCCION ARQUITECTURA E INGENIERIA* (Vols. 5,6). (M. BUENO, Ed.) BARCELONA, ESPAÑA: EDITORIAL, OCEANO.

Molina, L. (sf). *INSTALACIONES DOMOTICAS*. (MCGRAW-HILL, Ed.) Obtenido de [https://www.mhe.es/cf/c\\_electricidadelectronica/8448171446/archivos/8448171446\\_catalogo%20promocional.pdf](https://www.mhe.es/cf/c_electricidadelectronica/8448171446/archivos/8448171446_catalogo%20promocional.pdf)

NATIONAL ELECTRIC CODE. (s.f.).

- Norma Ecuatoriana de la Construcción. (ENERO de 2013). *Instalaciones Electromecánicas*. Obtenido de <http://www.normaconstruccion.ec/>
- Norma Ecuatoriana de la Contrucción. (s.f.). *Eficiencia Energetica en la Construcción en el Ecuador capitulo 13*.
- OCEANO. (s.f.). *BIBLIOTECA ATRIUM DE LA CONSTRUCCIÓN* (Vol. 3). Barcelona, España: EDICIONES ATRIUM S.A. Recuperado el 2015
- Olleros, A. (02 de Febrero de 2015). *Análisis del riesgo para no expertos en seguridad*. Obtenido de <http://www.angelolleros.com/analisis-riesgo-seguridad-pymes/>
- OSHA. (s.f.). *ELECTRICAL INCIDENTS*. Obtenido de [https://www.osha.gov/SLTC/etools/construction\\_sp/electrical\\_incidents/gfci.html](https://www.osha.gov/SLTC/etools/construction_sp/electrical_incidents/gfci.html)
- Philips. (s.f.). *HUE personal wireless lighting*. Obtenido de <http://www2.meethue.com/en-us/>
- Relux. (s.f.). *Relux light simulation tools*. Obtenido de [http://www.relux.biz/index.php?option=com\\_content&view=article&id=216&Itemid=189&lang=es](http://www.relux.biz/index.php?option=com_content&view=article&id=216&Itemid=189&lang=es)
- Ruelas, R. (s.f.). *TEORIA Y DISEÑO DE SISTEMAS DE TIERRAS SEGUN LAS NORMAS NOM E IEEE*. Obtenido de <http://www.ruelsa.com/notas/tierras/pe80.html#8.1>
- SOCOMEC. (2009). *CUADERNO TÉCNICO*. Obtenido de [http://www.socomec.com/files/live/sites/systemsite/files/DOCUMENTATION/SCP\\_hors\\_cata/Catec-esp.pdf](http://www.socomec.com/files/live/sites/systemsite/files/DOCUMENTATION/SCP_hors_cata/Catec-esp.pdf)
- Sura. (2009). *Sura*. Obtenido de <http://www.sura.org/commercialization/terahertz.html>
- UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA. (s.f.). Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/2859/42654-2.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

- Villafañe Diego, Castia Maria Soledad, Fortuna Claudia N. ,Coladonato Pablo Andres, Primavera Guido. (s.f.). *ALTERNATIVAS EN VINCULOS DE COMUNICACIÓN*. Obtenido de [http://www.econ.uba.ar/www/departamentos/sistemas/plan97/tecn\\_informac/briano/seoane/tp/2002\\_1/vinculoscomunicacion.htm](http://www.econ.uba.ar/www/departamentos/sistemas/plan97/tecn_informac/briano/seoane/tp/2002_1/vinculoscomunicacion.htm)
- VPINGENIEROS. (s.f.). *EFICIENCIA DEL LED*. Obtenido de <http://www.vpingenieros.es/eficiencia-led.html>
- Wulian. (s.f.). *Wulian*. Obtenido de <http://es.wuliangroup.net/productlist-3>
- X10. (s.f.). *X10*. Obtenido de <http://www.x10.com>
- Yanez Isabel . (30 de mayo de 2010). Obtenido de [http://www.csi-csif.es/andalucia/modules/mod\\_ense/revista/pdf/Numero\\_30/ISABEL\\_YANEZ\\_1.pdf](http://www.csi-csif.es/andalucia/modules/mod_ense/revista/pdf/Numero_30/ISABEL_YANEZ_1.pdf)
- ZAVALA, R. (2001). *INTRODUCCIÓN A LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS*. MEXICO, MEXICO: UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA. Recuperado el NOVIEMBRE de 2015.
- ZigBee Alliance. (s.f.). *CARACTERÍSTICAS DE ZIGBEE*. Obtenido de [www.ZigBee.org](http://www.ZigBee.org)

## ANEXOS

## ANEXO 1

### TABLA DE CONDUCTORES AWG

**Tabla de referencia de los conductores: dimensiones, capacidad de conducción y número de conductores según diámetro del tubo**

Calibre del conductor	Área en mils circulares	Área en mm <sup>2</sup>	Número de hilos en cable	Capacidad de conducción, en Amperios						Número de conductores en el tubo									
				Tipo de aislamiento						1	2	3	4	5	6	7	8	9	
				R, RW, RV, T, TW, 60° C	RH, 75° C	Capot, TA, V, AVB, 65° C	AVA, AVL, 110° C	AI, AIA, 125° C	A, 200° C	Tamaño mínimo del tubo, en pulgadas									
													1/4	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2
18	1.624	0.82	10	-	-	-	-	-	-	1/4	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2
16	2.583	1.31	16	-	-	-	-	-	-	1/2	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2
14	4.107	2.08	7	15	15	25	30	30	30	1/2	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2
12	6.530	3.31	7	20	20	30	35	40	40	1/2	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2
10	10.380	5.26	7	30	30	40	45	50	55	1/2	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2
8	16.510	8.37	7	40	45	50	60	65	70	1/2	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2
6	26.25	13.30	7	55	65	70	80	85	95	1/2	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2
4	41.700	21.15	19	70	85	90	105	115	120	1/2	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2
3	52.640	26.66	19	80	100	105	120	130	145	1/2	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2
2	66.370	33.63	19	95	115	120	135	145	165	1/2	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2
1	83.690	42.41	19	110	130	140	160	170	190	1/2	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2
0	105.500	53.51	19	125	150	155	190	200	225	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2	5
00	133.100	67.44	19	145	175	185	215	230	250	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2	5
000	167.800	85.03	19	165	200	210	245	265	285	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2	5
0000	211.600	107.22	19	195	230	235	275	310	340	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2	5
-	250.000	126.68	37	215	255	270	315	335	-	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2	5
-	300.000	152.01	37	240	285	300	345	380	-	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2	5
-	350.000	177.35	37	260	310	325	370	420	-	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2	5
-	400.000	202.68	37	280	335	360	420	450	-	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2	5
-	500.000	253.36	37	320	380	405	470	500	-	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2	5
-	600.000	304.03	61	355	420	455	525	545	-	2	2 1/4	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2	5	5 1/2	6
-	700.000	-	61	385	460	490	560	600	-	2	2 1/4	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2	5	5 1/2	6
-	750.000	380.03	61	400	475	500	580	620	-	2	2 1/4	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2	5	5 1/2	6
-	800.000	-	61	410	490	515	600	640	-	2	2 1/4	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2	5	5 1/2	6
-	900.000	-	61	435	520	555	-	-	-	2	2 1/4	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2	5	5 1/2	6
-	1'000.000	506.71	61	455	545	585	680	730	-	2	2 1/4	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2	5	5 1/2	6

## ANEXO 2

### Catálogo de lámparas Sylvania (resumen)

Lámparas



**SYLVANIA**

#### TOLEDO GLS A60

Código	Bulbo	Tensión (V)	Potencia (W)	Flujo Luminoso (lm)	Grados de Apertura (°)	CCT (K)	IRC	Base	Reemplaza	Vida Útil (h)
<b>Toledo GLS A60</b>										
P24300-36	A60	100-240	10	800	180	3000	80	E27	60W	15000
P24301-36	A60	100-240	10	800	180	6000	80	E27	60W	15000
<b>Toledo GLS A60 Dim</b>										
P24056-36	A60	100-240	12	800	180	3000	80	E27	75W	35000

**SYLVANIA**



Lámparas

#### TOLEDO GLOBO

Código	Tensión (V)	Potencia (W)	Flujo Luminoso (lm)	Grados de Apertura (°)	CCT (K)	IRC	Base	Reemplaza	Vida Útil (h)
<b>Toledo Globe Satin</b>									
P33988-36	100-240	3	90	180	2700	80	E27	25W	15000
<b>Toledo Ball Claro</b>									
P33989-36	100-240	3	90	180	2700	80	E14	25W	15000
<b>Toledo Ball Satin</b>									
P25824-36	110-130	3	90	180	2700	80	E14	25W	15000

Lámparas



**SYLVANIA**

**MINI LYNX 3U**

Código	Potencia (W)	Tensión (V)	Flujo Luminoso (lm)	IRC	Temperatura de Color (K)	Base	Reemplaza	Vida Útil (h)
P35027-33	11	120-127	560	>80	6500	E27	55W	8000
P28852-33	20	120-127	950	>80	6500	E27	100W	6000
P28105-33	20	120-127	950	>80	2700	E27	100W	6000
P35007-33	25	120-127	1500	>80	6500	E27	125W	8000
P35008-33	25	120-127	1500	>80	2700	E27	125W	8000

**SYLVANIA**



Lámparas

**MINI LYNX HALF-ESPIRAL**

Código	Potencia (W)	Tensión (V)	Flujo Luminoso (lm)	IRC	Temperatura de Color (K)	Base	Reemplaza	Vida Útil (h)
P28290-33	5	120-127	760	>80	2700	E27	75W	6000
P28296-33	5	120-127	760	>80	6500	E27	75W	6000
P28291-33	20	120-127	1050	>80	2700	E27	100W	6000
P28297-33	20	120-127	1050	>80	6500	E27	100W	6000
P28292-33	25	120-127	1380	>80	6500	E27	125W	6000
P28298-33	25	120-127	1380	>80	2700	E27	125W	6000

Lámparas



**SYLVANIA**

**ECO HALÓGENO**

Código	Potencia (W)	Tensión (V)	Flujo Luminoso (lm)	Temperatura de Color (K)	Base	Vida Útil (h)
<b>Clásico</b>						
P21650-13	42	120	600	2800	E27	2000
P21654-13	70	120	1200	2800	E27	2000
<b>Vela</b>						
P18404-13	42	120	630	2800	E14	2000
P08347-13	42	120	630	2800	E12	2000
P14390-13	42	120	630	2800	E27	2000
<b>Ball</b>						
P08349-13	42	120	630	2800	E14	2000
<b>Reflector</b>						
P14391-13	42	120	570	2800	E27	2000

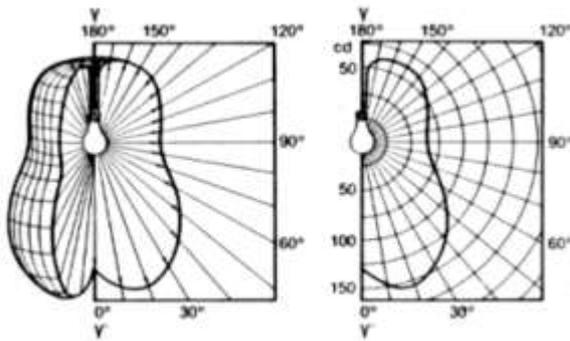
### ANEXO 3

#### Calibre de conductores AWG para diámetro tubería *Conduit*

CALIBRE AWG ó kcmil	DIÁMETRO NOMINAL DEL TUBO (Pulgadas, mm)									
	1/2 13	3/4 19	1 25	1 1/4 32	1 1/2 38	2 51	2 1/2 64	3 76	3 1/2 89	4 102
14	16	27	44	73	96	150	225	338	441	566
12	11	19	32	53	70	109	164	246	321	412
10	7	12	20	33	44	69	103	155	202	260
8	4	7	12	19	25	40	59	89	117	150
6	3	5	8	14	18	28	43	64	84	108
4	1	3	5	8	11	17	26	39	52	66
2	1	1	3	6	8	12	19	28	37	47
1	1	1	2	4	6	9	14	21	27	35
1/0	1	1	2	4	5	8	11	17	23	29
2/0	1	1	1	3	4	6	10	14	19	24
3/0	-	1	1	2	3	5	8	12	16	20
4/0	-	1	1	1	3	4	6	10	13	17
250	-	1	1	1	2	3	5	8	10	14
300	-	-	1	1	1	3	4	7	9	12
350	-	-	1	1	1	2	4	6	8	10
400	-	-	1	1	1	2	3	5	7	9
500	-	-	1	1	1	1	3	4	6	7
600	-	-	-	1	1	1	2	3	5	6
750	-	-	-	1	1	1	1	3	4	5
800	-	-	-	1	1	1	1	3	4	5
900	-	-	-	-	1	1	1	2	3	4
1000	-	-	-	-	1	1	1	2	3	4

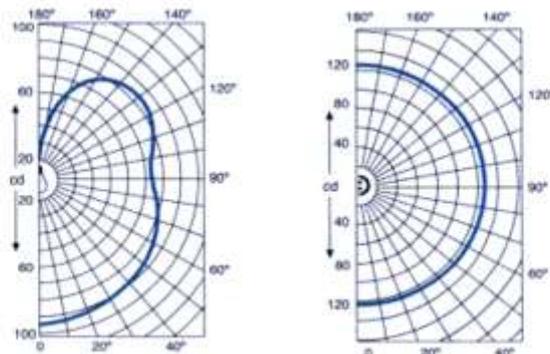
## ANEXO 4

### Curvas de distribución de las intensidades luminosas



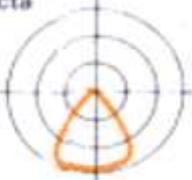
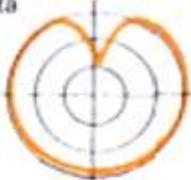
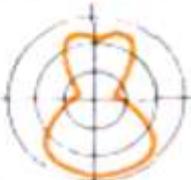
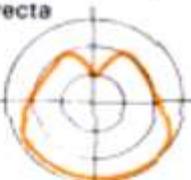
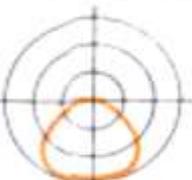
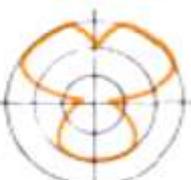
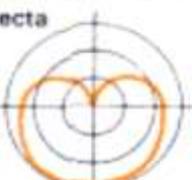
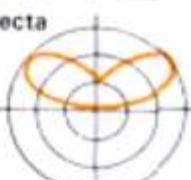
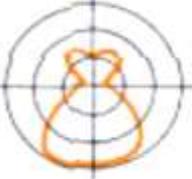
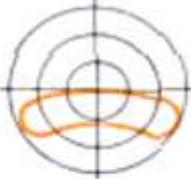
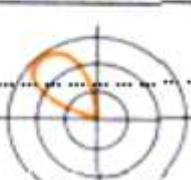
La distribución de las intensidades luminosas emitidas por una lámpara tipo standard, la mostramos de una forma general, para un flujo luminoso de 1.000 lúmenes, en la siguiente figura (siempre que no se indique lo contrario estas curvas vienen referidas a 1.000 Lm.). El volumen determinado por los vectores que representan las intensidades luminosas en todas las direcciones, resulta ser simétrico con respecto al eje Y-Y'; es como una figura de revolución engendrada por la curva fotométrica que gira alrededor del eje Y-Y'. Para otro flujo, la intensidad luminosa será:

$$I_{\text{real}} = \Phi_{\text{lámpara}} \cdot \frac{I_{\text{gráfico}}}{1000}$$



Curvas fotométricas de lámpara incandescente y fluorescente

## Curvas fotométricas de luminarias.

LUMINARIAS	CURVA FOTOMETRICA	LUMINARIA	CURVA FOTOMETRICA
<p style="text-align: center;">iluminación directa</p> 		<p style="text-align: center;">iluminación mixta</p> 	
			
		<p style="text-align: center;">iluminación semi-indirecta</p> 	
			
<p style="text-align: center;">iluminación semidirecta</p> 		<p style="text-align: center;">iluminación indirecta</p> 	
			
			

## ANEXO 5

### Clasificación de las instalaciones mediante niveles de domotización

Se entiende por nivel de domotización o nivel domótico, el nivel asignado a una instalación domótica como resultado de la ponderación de los **dispositivos existentes** y las **aplicaciones domóticas cubiertas**. Se han definido tres niveles basándose en el principio de alcanzar un nivel considerado mínimo (Nivel 1), uno superior considerado intermedio (Nivel 2) y finalmente, el considerado como excelente (Nivel 3).

**Nivel 1.** Son instalaciones con un nivel mínimo de dispositivos y/o aplicaciones domóticas. La suma de los pesos ponderados de los dispositivos incluidos en la instalación domótica debe ser como mínimo de 13, siempre que a su vez cubra al menos 3 aplicaciones domóticas. Es decir, estos 13 puntos deben conseguirse con dispositivos repartidos entre, al menos, 3 aplicaciones distintas que se distinguen por tener diferente color en la tabla. No conseguiría el nivel mínimo de domotización una instalación que alcanza una puntuación de 13 pero que sólo tiene instalados dispositivos de climatización y de control de persianas; necesitaría tener dispositivos instalados en una tercera aplicación como puede ser el videopertero.

**Nivel 2.** Son instalaciones con un nivel medio de dispositivos y/o aplicaciones domóticas. En este caso la suma de puntos debe ser de 30 como mínimo, siempre que se cubran al menos 3 aplicaciones.

**Nivel 3.** Son instalaciones con un nivel alto de dispositivos y/o aplicaciones domóticas. En este caso la suma de puntos debe ser de 45 como mínimo, siempre que se repartan en al menos 6 aplicaciones.

### Tabla de Niveles de Domotización

Dispositivos	Nº de dispositivos o condición
Detectores de presencia	<input type="radio"/> Ninguno <input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 1 cada 20 m2 <input type="radio"/> 1 por estancia
Teclado codificado, llave electrónica, o equivalente.	<input type="radio"/> Ninguno <input checked="" type="radio"/> 1
Sirena interior	<input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/> Si
Contactos de ventana y/o impactos	<input type="radio"/> No <input type="radio"/> En puntos de fácil acceso <input checked="" type="radio"/> En todas las ventanas
Sistema de mantenimiento de alimentación en caso de fallo de suministro eléctrico	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Si
Módulo de habla/escucha, destinado a la escucha en caso de alarma* También se admite cualquier tipo de control que permita conocer si realmente existe un intruso (cámaras web...)	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Si
Sistema conectable con central de alarmas	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Si
<b>Suma Parcial Alarma de intrusión</b>	<div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px 10px;">6</div>
Detectores de inundación necesarios en zonas húmedas (baños, cocina, lavadero, garaje)	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Los necesarios <sup>1)</sup>
Electro válvula de corte agua con instalación para "bypass" manual.	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Las necesarias <sup>1)</sup>

<p>Detectores de concentraciones de gas butano y/o natural en zonas donde se prevea que habrá elementos que funcionen con gas</p>	<p> <input type="radio"/> No  <input checked="" type="radio"/> Los necesarios <sup>1)</sup> </p>
<p>Electro válvula de corte gas con instalación para "bypass" manual</p>	<p> <input checked="" type="radio"/> No  <input type="radio"/> Las necesarias<sup>1)</sup> </p>
<p>Detector de incendios</p>	<p> <input type="radio"/> No  <input type="radio"/> 1 en cocina.  <input type="radio"/> 1 cada 30 m2  <input checked="" type="radio"/> En todas las estancias </p>
<p><b>Suma Parcial Alarmas técnicas</b></p>	<p>4</p>
<p>Simulación de presencia</p>	<p> <input type="radio"/> No  <input checked="" type="radio"/> Relacionada con las persianas motorizadas o con puntos de luz.  <input type="radio"/> Relacionada con persianas motorizadas y con puntos de luz </p>
<p><b>Suma Parcial Simulación de presencia</b></p>	<p>2</p>
<p>Videoportero</p>	<p> <input checked="" type="radio"/> No  <input type="radio"/> Si </p>
<p><b>Suma Parcial Videoportero</b></p>	<p>0</p>
<p>Control de persianas</p>	<p> <input checked="" type="radio"/> No  <input type="radio"/> Todas las de superficie superior a 2m2  <input type="radio"/> Todas </p>
<p><b>Suma Parcial Control de persianas</b></p>	<p>0</p>
<p>Regulación lumínica con control de escenas</p>	<p> <input type="radio"/> No  <input type="radio"/> en dependencias dedicadas al ocio  <input checked="" type="radio"/> En salón y dormitorios </p>
<p>En jardín o grandes terrazas mediante interruptor crepuscular o interruptor horario astronómico</p>	<p> <input checked="" type="radio"/> No  <input type="radio"/> Si </p>
<p>Conexión/desconexión general de</p>	<p> <input type="radio"/> No </p>

iluminación	<input checked="" type="radio"/> Un acceso <input type="radio"/> Todos los accesos
Control de puntos de luz y tomas de corriente más significativas	<input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/> 50% puntos luz <input type="radio"/> 80% puntos luz + 20% tomas corriente
<b>Suma Parcial Control de iluminación</b>	<input type="text" value="6"/>
Cronotermostato	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> 1 en salón <input type="radio"/> zonificando la vivienda en un mínimo de dos zonas <input type="radio"/> Varios cronotermostatos, zonificando la vivienda por estancias
<b>Suma Parcial Control de clima</b>	<input type="text" value="0"/>
Posibilidad de realizar programaciones horarias sobre los equipos controlados	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Si
Gestor energético	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Si
<b>Suma Parcial Programaciones</b>	<input type="text" value="0"/>
Insola o equivalente	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Configuración de privacidad
Control telefónico bidireccional	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Si <input type="radio"/> Interacción mediante SMS
Equipo para control a través de internet, WAP o equivalente	<input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/> Si
<b>Suma Parcial Interfaz usuario</b>	<input type="text" value="3"/>
Dispositivos conectables a empresas suministradoras a través de redes de comunicación	<input checked="" type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 o más

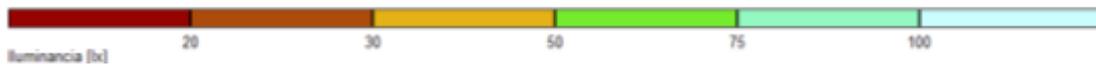
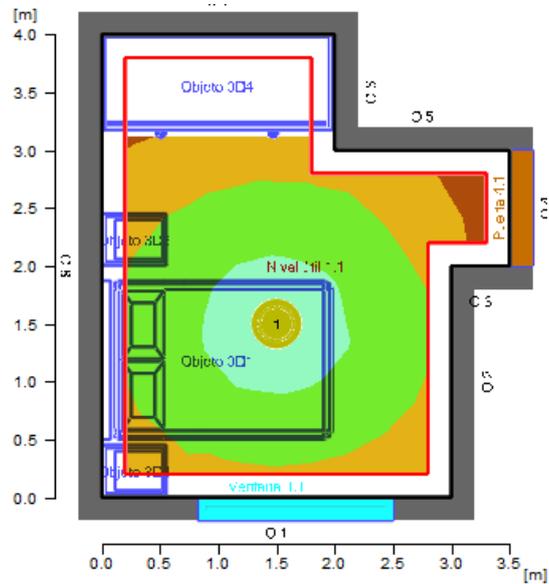
<b>Suma Parcial Dispositivos conectables a empresas suministradoras</b>	<input type="text" value="0"/>
Tomas SAT y Tomas Multimedia	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> 3 tomas satélite + 3 tomas multimedia <input type="radio"/> 3 tomas satélite + 1 toma multimedia en todas las estancias, incluido terraza
Punto de acceso inalámbrico	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Wi-Fi
<b>Suma Parcial Red Multimedia</b>	<input type="text" value="0"/>
<b>SUMA TOTAL</b>	<input type="text" value="21"/>
<b>Número de aplicaciones domóticas cubiertas<sup>2)</sup></b>	
<input type="button" value="Calcular"/>	
<p><b>Nota 1:</b> Se entiende por "los necesarios" el mínimo número de dispositivos que hacen posible la aplicación domótica, siempre y cuando exista la correspondiente instalación. Por ejemplo, si no hay instalación de gas en la vivienda no es necesario ningún detector de gas y los puntos asignados serían 0; en caso de existir cocina a gas en dos estancias distintas los detectores necesarios serían (puntos asignados 1); sin embargo las válvulas de corte podrían ser 1 o 2 (puntos asignados 1 en ambos casos).</p> <p><b>Nota 2:</b> Además de la puntuación total alcanzada, para conocer el nivel de domotización de la instalación evaluada también se debe tener en cuenta el número de aplicaciones domóticas cubiertas. Se deben contabilizar el número de aplicaciones domóticas en las que se ha obtenido puntuación. Cada aplicación domótica se reconoce por un color.</p> <p><b>Nota 3:</b> En el caso de tener alguna duda para la utilización de esta tabla, se ruega envíen un correo electrónico a la dirección de correo electrónico <a href="mailto:prensa@cedom.es">prensa@cedom.es</a></p>	

## ANEXO 6 Iluminación de ambientes

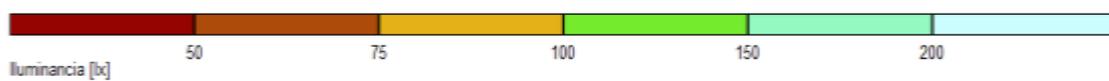
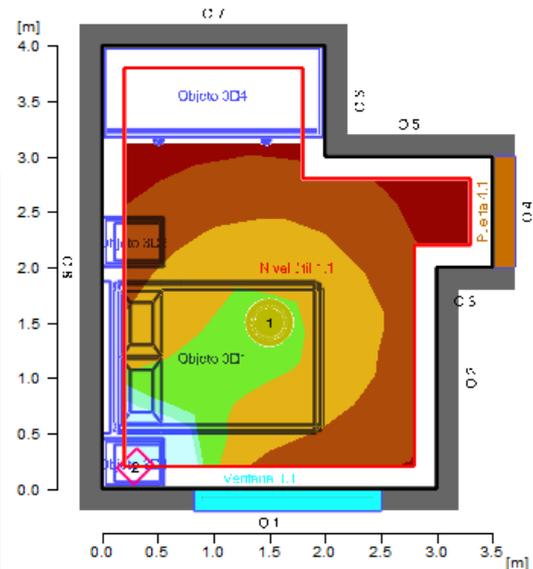
### Habitación 1

- Area útil:
- Luminarias actuales: 1 unidad
- Luminarias a incorporar :1 unidad

#### Iluminación actual del ambiente



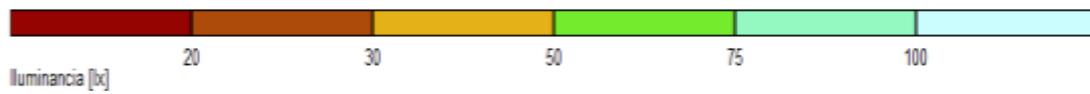
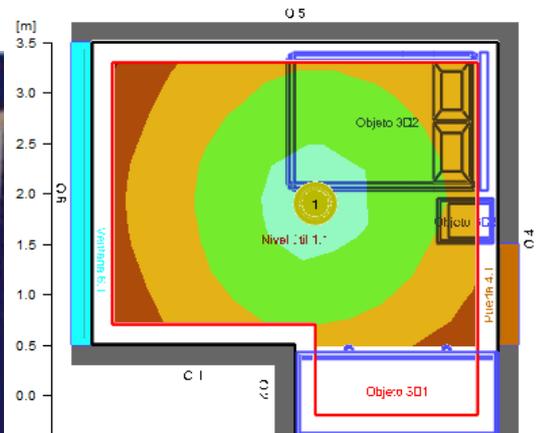
#### Iluminación propuesta para el ambiente



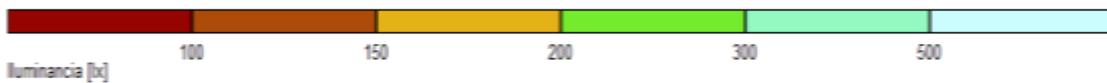
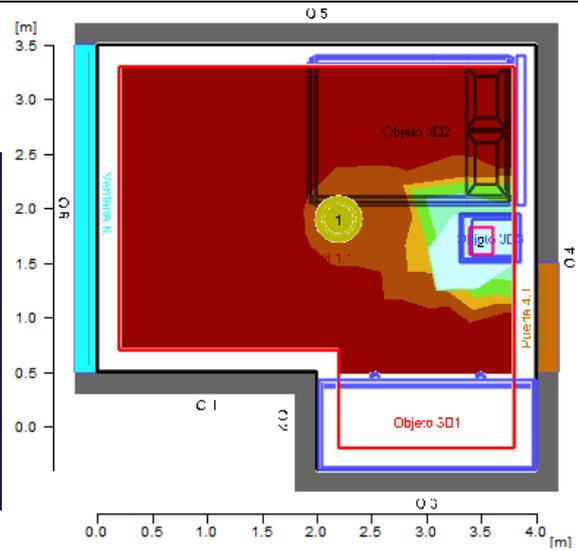
## Habitación 2

- Área:
- Luminarias actuales:
- Luminarias incorporar:

### Iluminación actual del ambiente



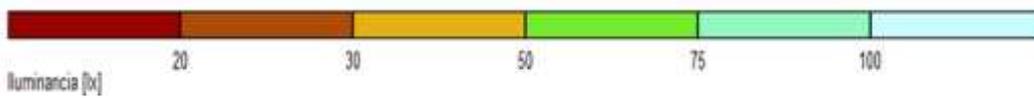
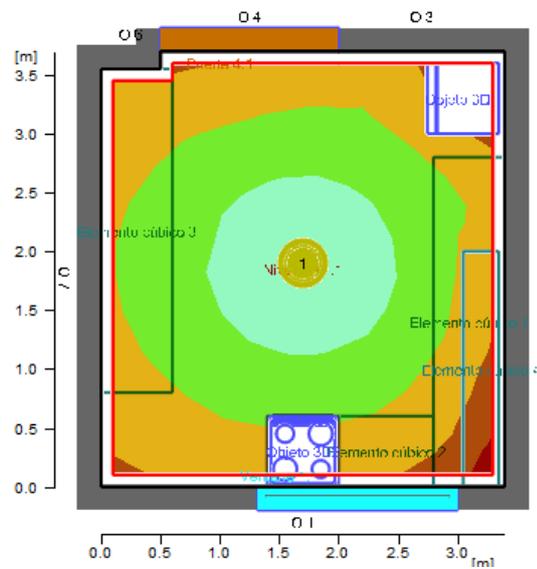
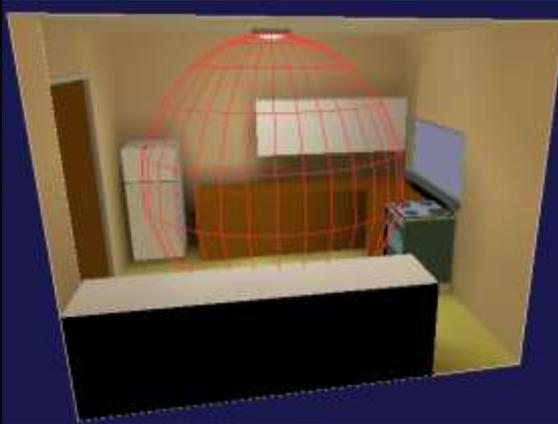
### Iluminación propuesta para el ambiente



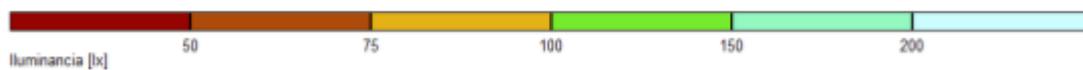
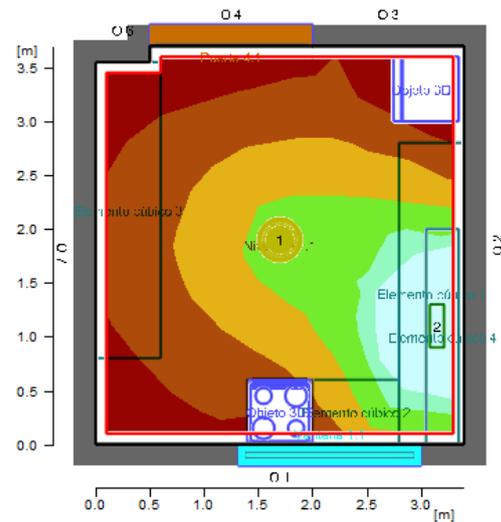
## Cocina

- Área útil(m2):
- Luminarias actuales:1
- Luminarias incorporar:1

### Iluminación actual del ambiente

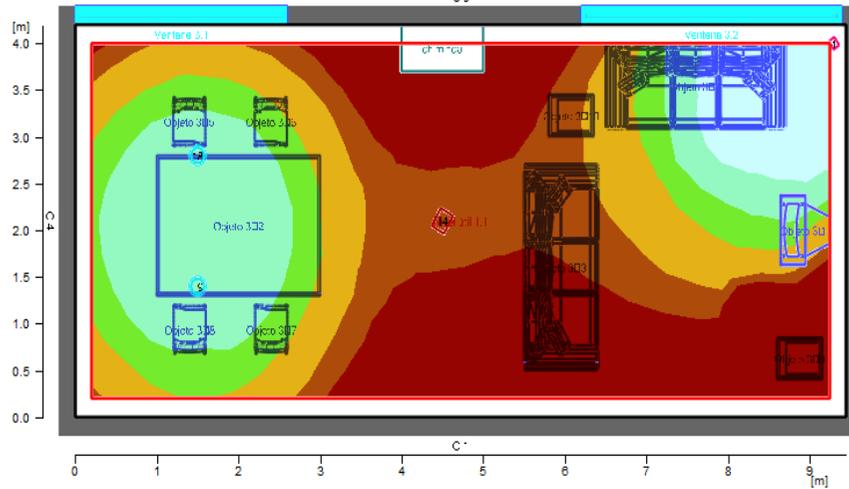


### Iluminación propuesta para el ambiente

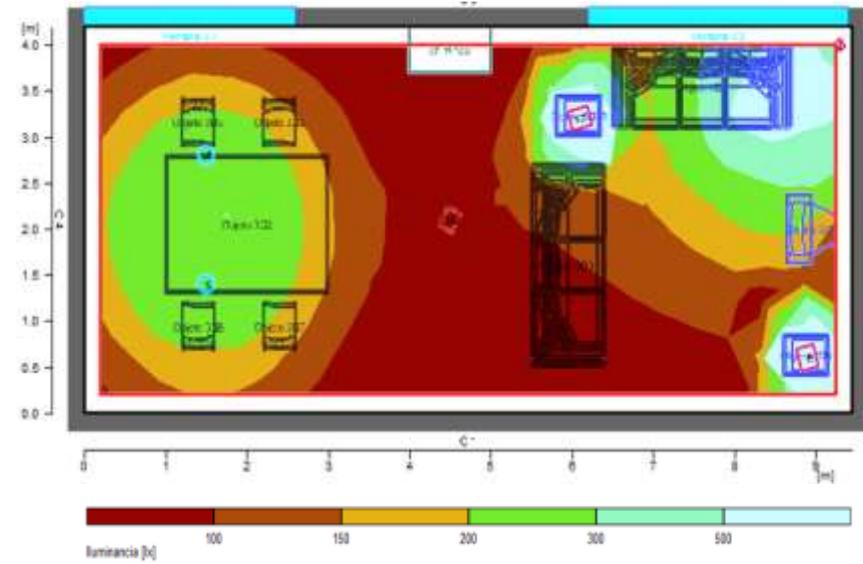


Sala /Comedor. Área útil: ; luminarias actuales:4 luminarias a incorporar:3

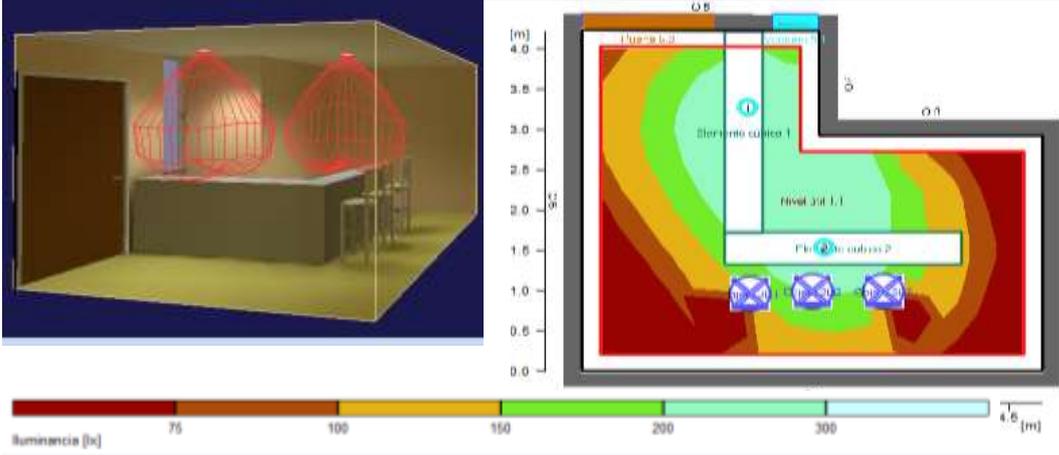
Iluminación actual del ambiente



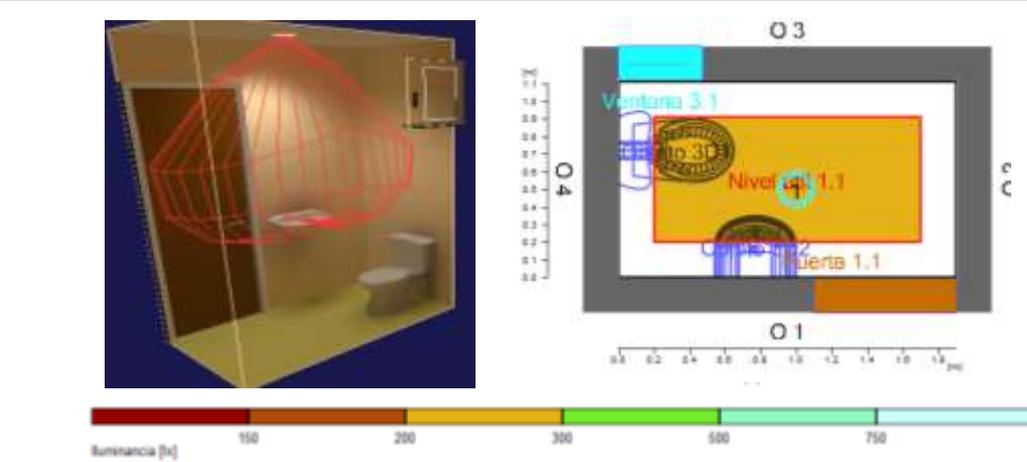
iluminación propuesta para el ambiente



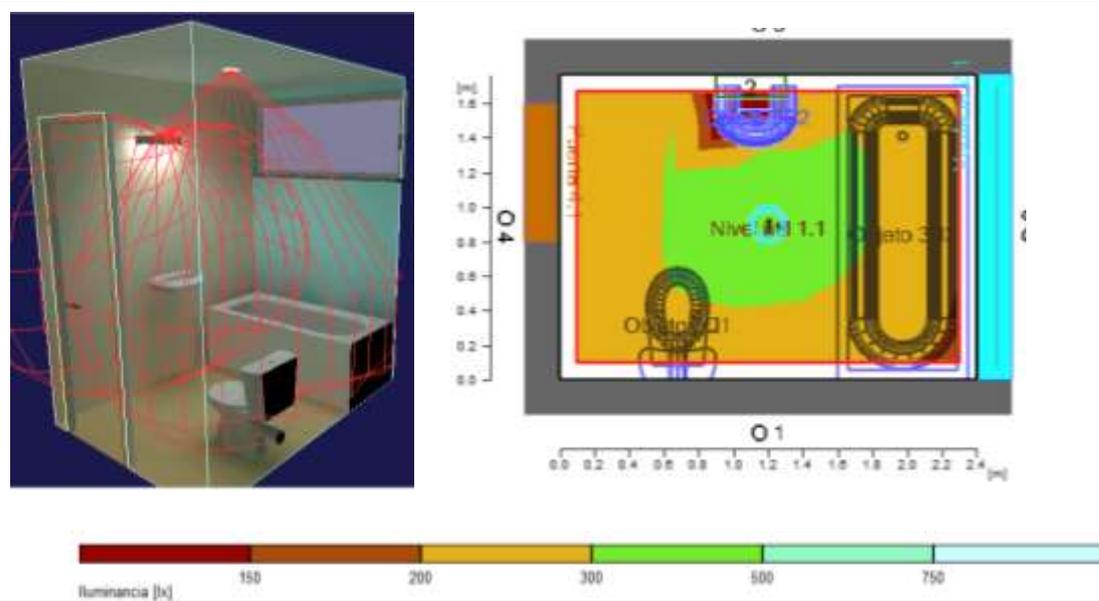
Mini Bar; área útil: luminarias existentes:2: luminarias a incorporar:0



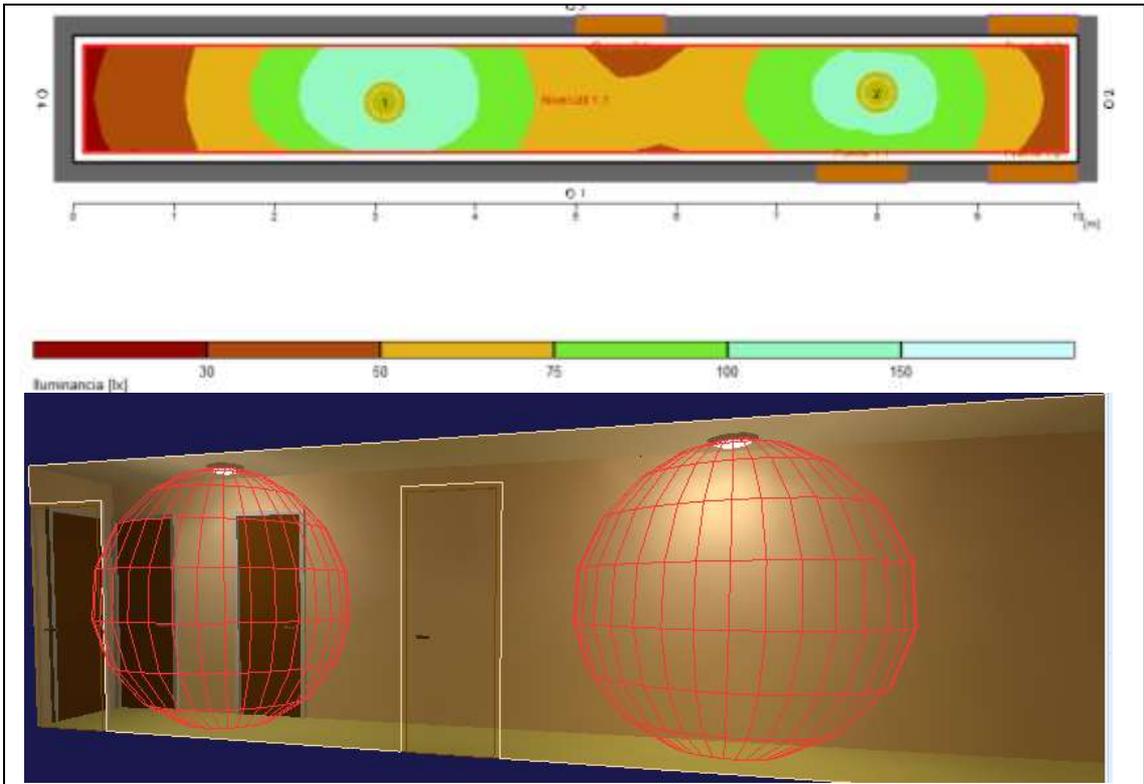
Baño social; Área Útil;luminarias existentes:1 unidad Luminarias a incorporar:0 unidades



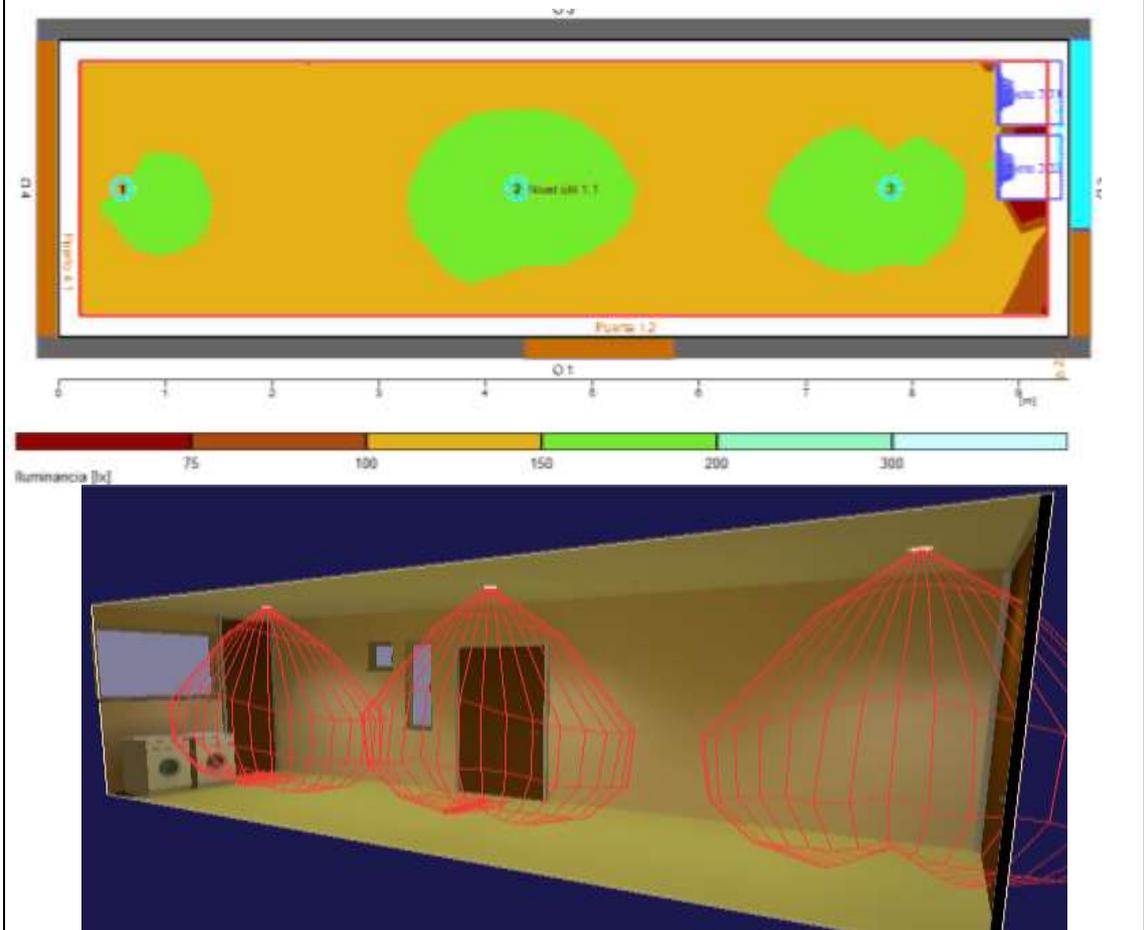
Baño Principal; área útil



Corredor; Area Util: ; luminarial actuales, Luminarias a incorporar:

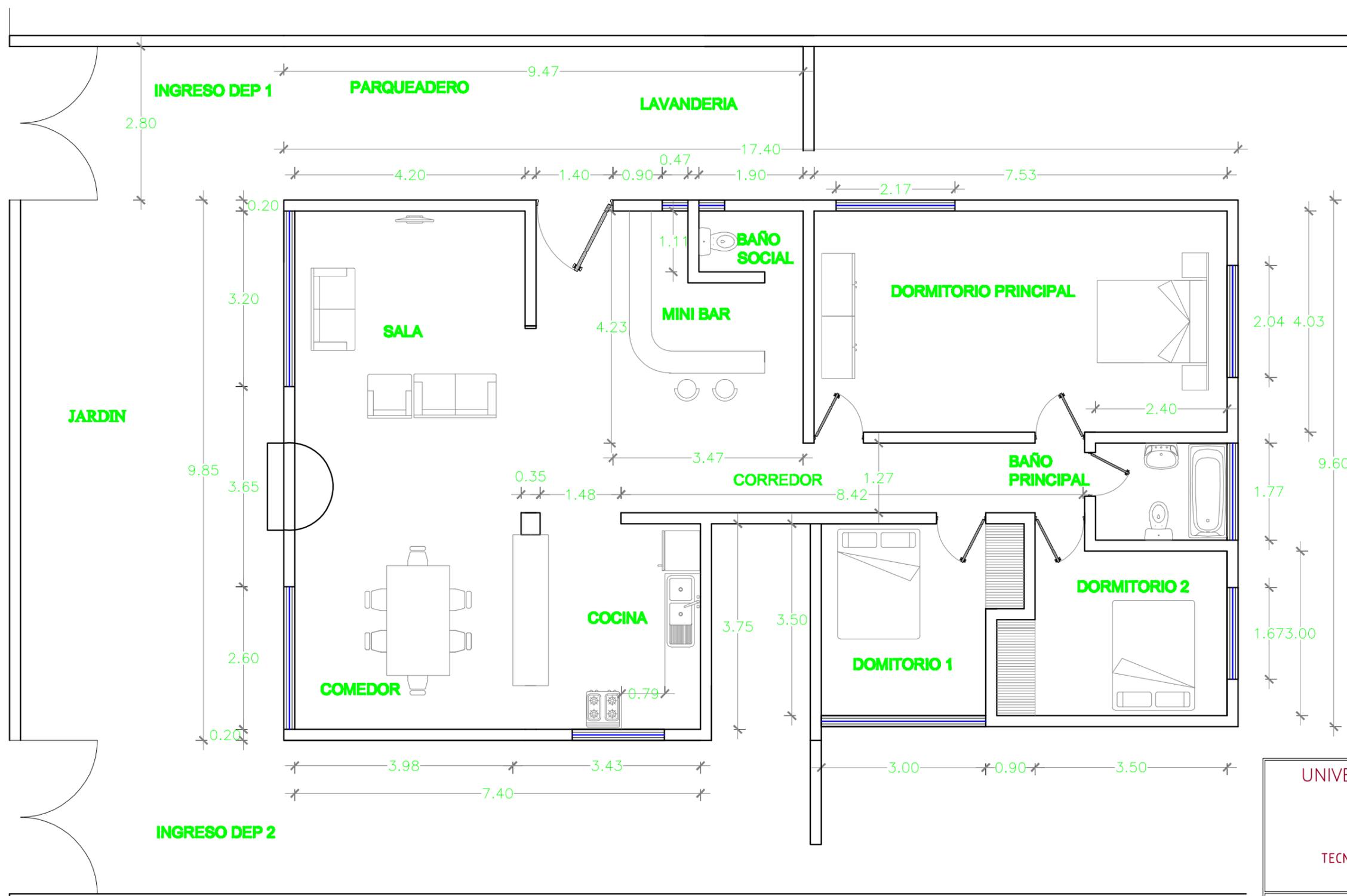


Parqueadero/lavanderia; Area Util:



▪

**Anexo 7**  
**Plano del levantamiento de la planta general.**



CUADRO DE ÁREAS	
AMBIENTE	AREA UTIL(m2)
SALA/COMEDOR*	39.69
COCINA	11.63
MINI BAR	7.26
DORMITORIO PRINCIPAL	30.35
DORMITORIO1	10.5
DORMITORIO 2	10.5
BAÑO PRINCIPAL	4.25
BAÑO SOCIAL	2.11
PARQUEADERO/LAVANDERIA	26.4
CORREDOR	17.58
<b>AREA TOTAL UTIL</b>	<b>160.27</b>
<b>AREA TOTAL BRUTA</b>	<b>191.4</b>

PLANO DEL LEVANTAMIENTO DE LA PLANTA GENERAL

ESC: \_\_\_\_\_ S/C

**UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS**

*udla*

UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS  
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

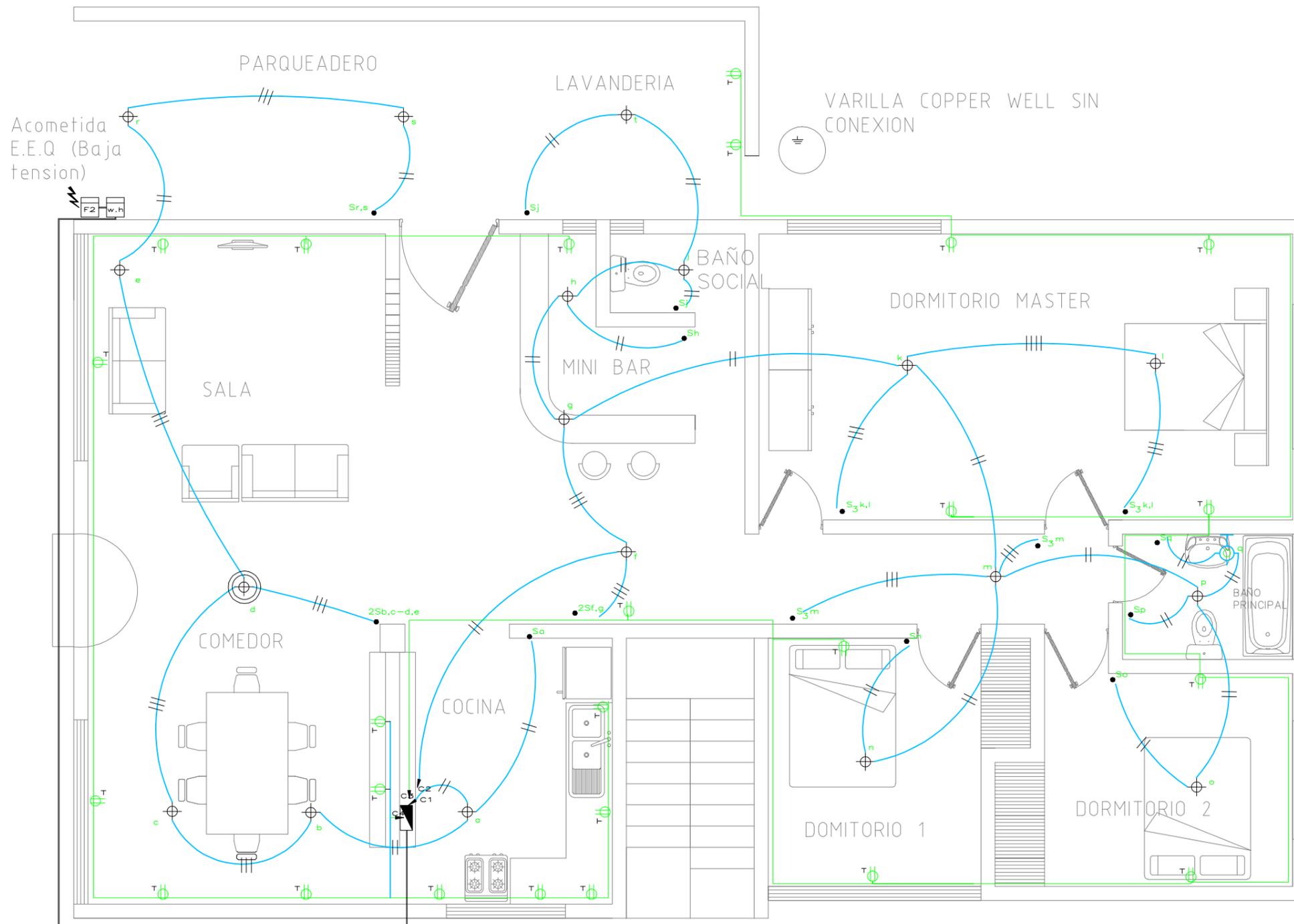
**TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIÓN Y DOMÓTICA**

**PROYECTO DE TITULACIÓN**

PROYECTO:  
**PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN VIVIENDAS EXISTENTES PARA LA INSTALACIÓN DE DISPOSITIVOS DOMÓTICOS DE TECNOLOGÍAS ABIERTAS QUE PERMITAN EL CONTROL DE SEGURIDAD E ILUMINACIÓN**

DISEÑO: CESAR QUILUMBAQUI		CONTENIDO: PLANTA GENERAL
REVISIÓN: CESAR QUILUMBAQUI	APROBACIÓN: ING. CARLOS AULESTIA	
DIBUJO: CESAR QUILUMBAQUI	FECHA: ENERO 2016	
ESCALA: INDICADAS	CODIGO: HOME-PL1	HOJA N°: <b>1 / 1</b>

## **Plano de levantamiento de las instalaciones eléctricas**



SIMBOLOGIA			
SIMBOLO	DESCRIPCION	ALTURA m	TIPO DE CAJA (mm)
⊕	SALIDA PARA ALUMBRADO DE TECHO	----	OCT-100x40
• S <sub>1</sub> 2S <sub>2</sub> 3S <sub>3</sub>	INTERRUPTOR DE 1, 2 Y 3 TIEMPOS	1.20	RECT. 100x55x50mm
• S <sub>3</sub>	INTERRUPTOR DE COMUTACION DE 3 VIAS	1.20	RECT. 100x55x50mm
⏏	TABLERO DE DISTRIBUCION ELECTRICA	1.80 Borde Sup	ESPECIAL
⏚	MEDIDOR KW-H	ESPECIAL	ESPECIAL
⏚	POZO DE TOMA A TIERRA	----	----
—	TUBERIA PARA CIRCUITO DE FUERZA	----	----
—	TUBERIA PARA CIRCUITO DE FUERZA	----	----
⊕	TOMACORRIENTE DOBLE TIPO UNIVERSAL	0.30	RECT. 100x55x50
⊕	LUMINARIA DE PARED CON 4 LAMPARAS AHORRADORAS DE 20W.		
⊕	LUMINARIA COLGANTE CON 9 LAMPARAS DE 20W		
—	TUBERIA DE ALIMENTADORES PRINCIPALES		

PLANO DE LEVANTAMIENTO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS

ESC: \_\_\_\_\_ S/C

UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS

*u.a.*

UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS  
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIÓN Y DOMÓTICA

PROYECTO DE TITULACIÓN

---

PROYECTO:  
PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE INSTALACIONES ELECTRICAS EN VIVIENDAS EXISTENTES PARA LA INSTALACION DE DISPOSITIVOS DOMOTICOS DE TECNOLOGIAS ABIERTAS QUE PERMITAN EL CONTROL DE SEGURIDAD E ILUMINACION

DISEÑO: CESAR QUILUMBAQUI		CONTENIDO: INSTALACIONES ELECTRICAS
REVISIÓN: CESAR QUILUMBAQUI	APROBACIÓN: ING CARLOS AULESTIA	
DIBUJO: CESAR QUILUMBAQUI	FECHA: ENERO 2016	
ESCALA: INDICADAS	CODIGO: HOME-PL2	HOJA N°: <b>1 / 1</b>

## **Anexo 8**

**Plano de ubicación de dispositivos domóticos en la vivienda.**

LAMPARA HUE  
LED 9.5 W



LAMPARA HUE  
LED 9.5 W



SENSOR DE  
RUPTURA  
DE CRISTAL



SALA

DIMMER/SWITCH  
HUE



LAMPARA HUE  
LED 9.5 W



DETECTOR  
CO2



ROUTER  
ZIGBEE

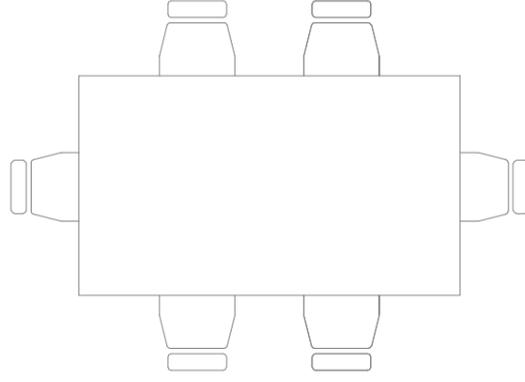


EQUIPO	CANTIDAD
LAMPARAS HUE	3
SENSOR RUPTURA DE CRISTAL	2
DETECTOR CO2	1
ROUTER ZIGBEE	1
DIMMER HUE	1

SENSOR DE  
RUPTURA  
DE CRISTAL



COMEDOR



SALA - COMEDOR  
Escala \_\_\_\_\_ s/n

UBICACION



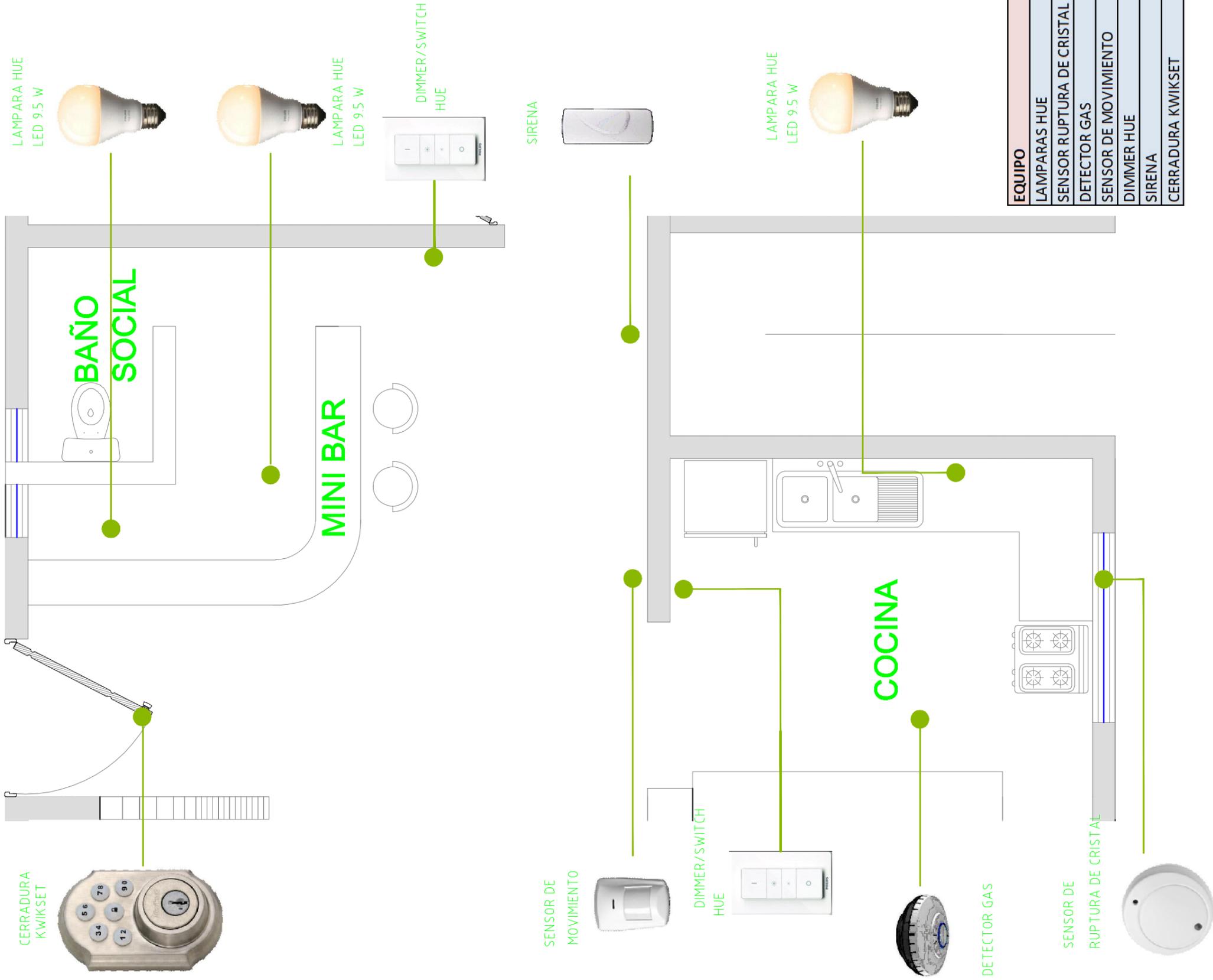
UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS



TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIÓN Y DOMÓTICA  
PROYECTO DE TITULACIÓN

PROYECTO:  
PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE INSTALACIONES  
ELECTRICAS EN VIVIENDAS EXISTENTES PARA LA INSTALACION  
DE DISPOSITIVOS DOMOTICOS DE TECNOLOGIAS ABIERTAS  
QUE PERMITAN EL CONTROL DE SEGURIDAD E ILUMINACION

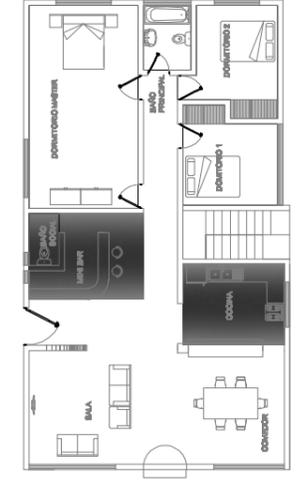
CONTENIDO:	
DISÑO :	CESAR QUILUMBAQUI
REVISIÓN :	APROBACIÓN : ING. CARLOS AULESTIA
DIBUJO :	FECHA : CESAR QUILUMBAQUI ENERO 2016
ESCALA :	CODIGO: INDICADAS HOME-PL3



EQUIPO	CANTIDAD
LAMPARAS HUE	3
SENSOR RUPTURA DE CRISTAL	1
DETECTOR GAS	1
SENSOR DE MOVIMIENTO	1
DIMMER HUE	2
SIRENA	1
CERRADURA KWIKSET	1

COCINA-MINIBAR E INGRESO  
Escala \_\_\_\_\_ s/n

UBICACION



UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS

*ucla*  
UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS  
CARRERA INGENIERÍA EN SISTEMAS DE INGENIERÍA

TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIÓN Y DOMÓTICA

PROYECTO DE TITULACIÓN

PROYECTO: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN VIVIENDAS EXISTENTES PARA LA INSTALACION DE DISPOSITIVOS DOMOTICOS DE TECNOLOGIAS ABIERTAS QUE PERMITAN EL CONTROL DE SEGURIDAD E ILUMINACION

DISÑO :	CESAR QUILUMBAQUI	CONTENIDO:	DISPOSITIVOS DOMOTICOS
REVISIÓN :	CESAR QUILUMBAQUI	APROBACIÓN :	ING. CARLOS AULESTIA
DIBUJO :	CESAR QUILUMBAQUI	FECHA :	ENERO 2016
ESCALA :	INDICADAS	CODIGO:	HOME-PL4

HOJA N°: **2/4**

DIMMER/SWITCH  
HUE



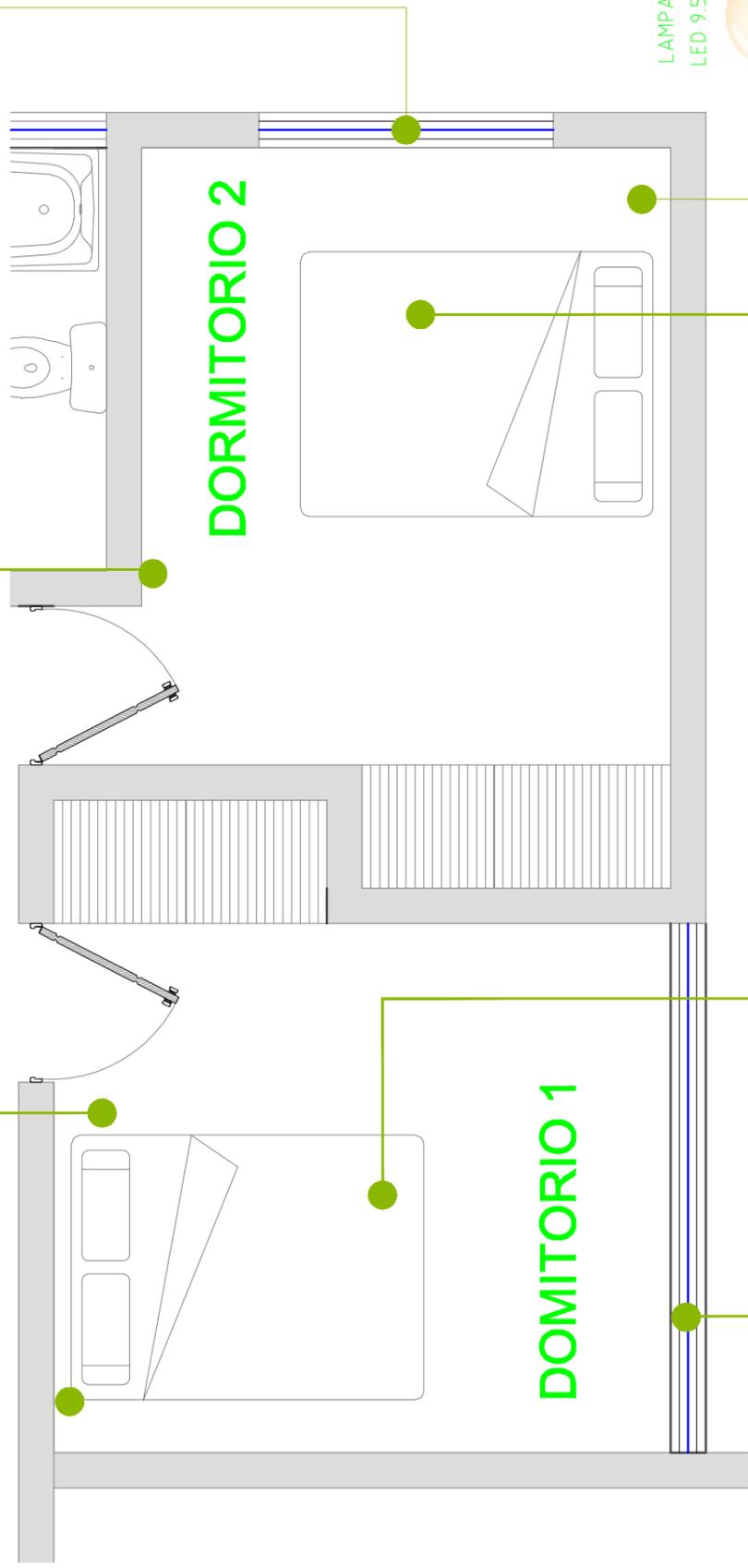
LAMPARA HUE  
LED 9.5 W



DIMMER/SWITCH  
HUE



SENSOR DE  
RUPTURA DE CRISTAL



DORMITORIO 2

DORMITORIO 1

LAMPARA HUE  
LED 9.5 W



DETECTOR DE CO2



DETECTOR DE CO2



SENSOR DE

RUPTURA DE CRISTAL

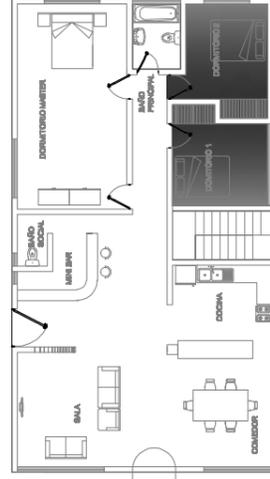


EQUIPO	CANTIDAD
LAMPARAS HUE	2
SENSOR RUPTURA DE CRISTAL	2
DETECTOR CO2	2
DIMMER HUE	2

DORMITORIO 1 Y 2

Escala \_\_\_\_\_ s/n

UBICACION EN LA VIVIENDA



UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS



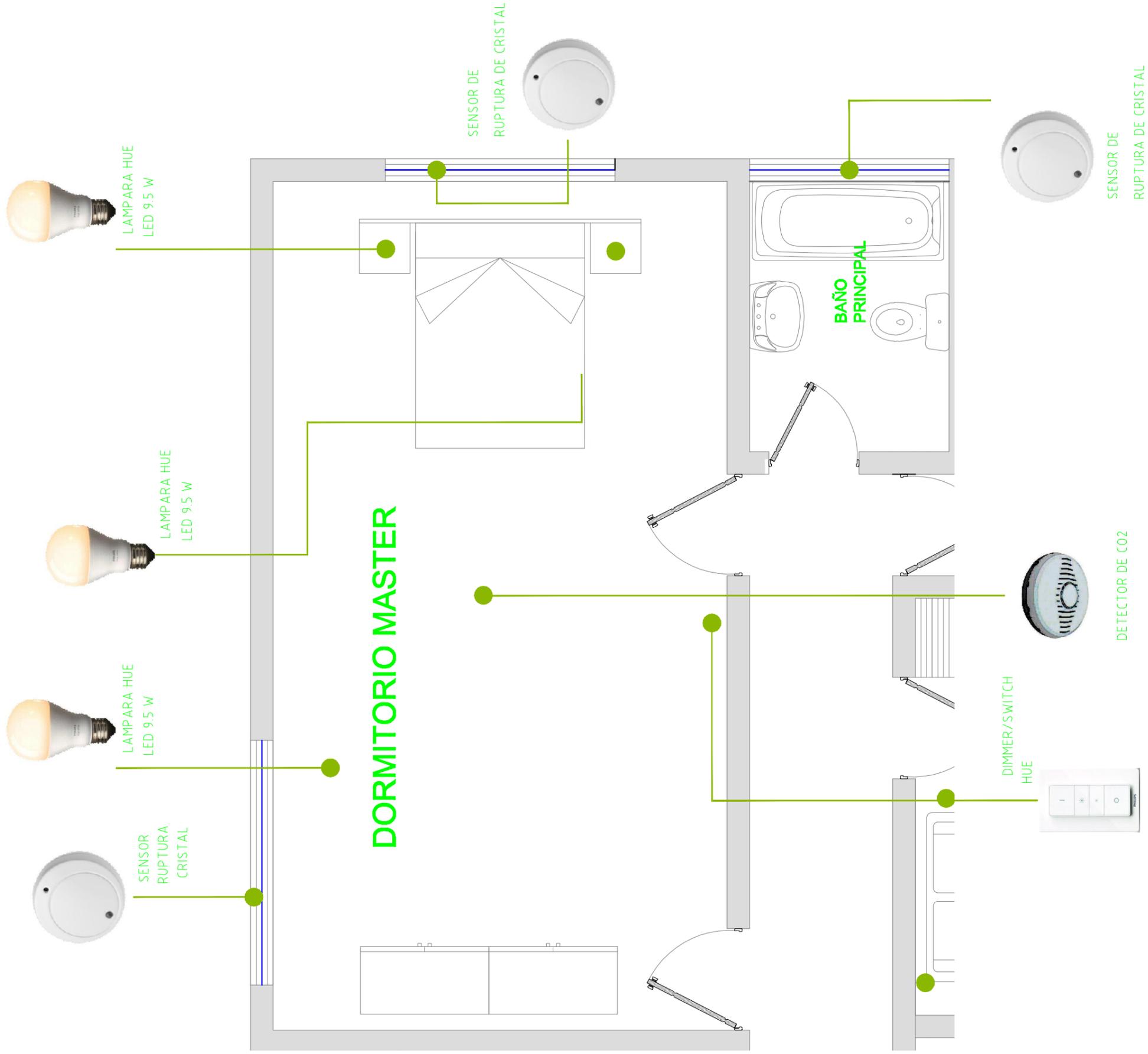
TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIÓN Y DOMÓTICA  
PROYECTO DE TITULACIÓN

PROYECTO:  
PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN VIVIENDAS EXISTENTES PARA LA INSTALACION DE DISPOSITIVOS DOMÓTICOS DE TECNOLOGÍAS ABIERTAS QUE PERMITAN EL CONTROL DE SEGURIDAD E ILUMINACIÓN

CONTENIDO:	
DESÑO :	CESAR QUILUMBAQUI
REVISIÓN :	APROBACIÓN : ING. CARLOS AULESTIA
DIBUJO :	FECHA : CESAR QUILUMBAQUI ENERO 2016
ESCALA :	CODIGO: INDICADAS HOME-PL5

HOJA N°:

3/4

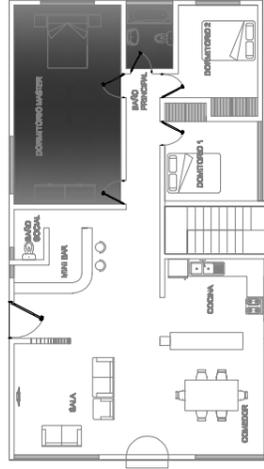


EQUIPO	CANTIDAD
LAMPARAS HUE	3
SENSOR RUPTURA DE CRISTAL	3
DETECTOR CO2	1
DIMMER HUE	1

COCINA - MINIBAR E INGRESO

Escala \_\_\_\_\_ s/n

UBICACION



UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS



TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIÓN Y DOMÓTICA  
PROYECTO DE TITULACIÓN

PROYECTO:  
PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN VIVIENDAS EXISTENTES PARA LA INSTALACION DE DISPOSITIVOS DOMÓTICOS DE TECNOLOGÍAS ABIERTAS QUE PERMITAN EL CONTROL DE SEGURIDAD E ILUMINACIÓN

CONTENIDO:	
DISÑO :	CESAR QUILUMBAQUI
REVISIÓN :	APROBACIÓN : ING. CARLOS AULESTIA
DIBUJO :	FECHA : CESAR QUILUMBAQUI ENERO 2016
ESCALA :	CODIGO: INDICADAS HOME-PL6
HOJA N°: <b>4 / 4</b>	

## Anexo 9

### Presupuesto Referencial

Producto	Cantidad	Descripción	Unidades	PU	Precio
<b>DISPOSITIVOS DE ILUMINACIÓN</b>					
lámpara HUE	11	Philips 455931 60 Watt Equivalent A19 LED Light Bulb Dimmable Warm Glow	11	\$ 10,00	\$110,00
Interruptor/dimmer Hue	7	Philips 458158 Hue Dimmer Switch	7	\$ 24,97	\$174,79
Gateway Hue	1	Philips 458489 Hue Bridge	1	\$ 59,97	\$59,97
<b>DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD</b>					
Gateway Wulian	1	Wulian Smart Gateway	1	\$ 79,99	\$79,99
Sensor de movimiento	2	Wulian Sensore de movimiento IR- 9ZBS.	2	\$ 39,99	\$79,98
Contacto magnético	6	Wulian Window/Door Wireless Contact Sensor	6	\$ 29,99	\$179,94
Cerradura kwikset	1	Kwikset SmartCode ZigBee Traditional Style Deadbolt, Satin Nickel	1	\$ 120,99	\$120,99
Sensor de gas	1	Detector de gas inflamable inalámbrico Climax technology	1	\$ 45,99	\$45,99
Sensor de Co2	4	Detector de dióxido de carbono (CO2) de Wulian	4	\$ 5,99	\$143,96
sensor de ruptura de cristales	8	Sensores IVS- 1ZBS rotura de	8	\$ 29,99	\$239,92

		cristales Climax technology			
Sirena	1	Sirena SR-15ZBS Climax technology	1	\$ 25,99	\$25,99
Router	1	router Zigbee de Wulian RM-23B-ZBS	1	\$ 49,99	\$49,99
				<b>Subtotal</b>	<b>\$ 995,6</b>
<b>Equipos+importación</b>				<b>Total</b>	<b>\$1595,3</b>

LIQUIDACIÓN DE TRIBUTOS DE IMPORTACION		
FOB		<b>\$995,61</b>
FLETE		300
SEGURO		3,56
SUBTOTAL VALOR EN ADUANA		1299,17
ADVALOREM 15%		194,88
FODINFA		6,50
ICE		0,00
SALVAGUARDIA 15%		194,88
ESPECIFICO		0
SUBTOTAL		396,25
IVA 12%:		203,45
<b>TOTAL PAGO DE TIBUTOS :</b>		<b>599,70</b>

PRODUCTO	PARTIDA	ADVALOREM
lámpara HUE	9405.10.10	
Interruptor/dimmer hue	8536.50.90.60	0%
Gateway Hue	8471.80.00.00	0%
Gateway	8517.62.20.00	0%
Sensor de movimiento	8531.90.00	0%
Contacto magnético		
Cerradura kwikset		
Sensor de gas	9027.10.10	0%
sensor de Co2	9027.10.10	0%