

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE TECNOLOGIA  
CARRERA DE ELECTROMECHANICA**



**MEMORIA TECNICA**

**NIVEL LICENCIATURA**

**ESTUDIO DE LA INSTALACION ELECTRICA A LAS  
AULAS DEL TECNOLOGICO DON BOSCO**

**POSTULANTE: HECTOR JAVIER VARGAS ALVAREZ  
TUTOR: Ing. JORGE ZARATE SANABRIA**

**LA PAZ BOLIVIA  
2013**



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE TECNOLOGIA  
CARRERA DE ELECTROMECHANICA**



# **MEMORIA TECNICA**

**NIVEL LICENCIATURA**

**ESTUDIO DE LA INSTALACION ELECTRICA A LAS  
AULAS DEL TECNOLOGICO DON BOSCO**

**POSTULANTE: HECTOR JAVIER VARGAS ALVAREZ**

**TUTOR: Ing. JORGE ZARATE SANABRIA**

**LA PAZ BOLIVIA  
2013**



### **CAPITULO III**

#### **DISEÑO DEL PROYECTO**

3.1.- Ubicación geográfica de los ambientes	...	...	...	...	27
3.2.-Dimensiones de los ambientes	...	...	...	...	27
3.3.-Cálculos de la instalación eléctrica	...	...	...	...	30
3.3.1.-Superficie de la construcción	...	...	...	...	30
3.3.2.-Círculo de iluminación cálculos luminotécnicos	...	...	...	...	30
• Máxima demanda de iluminación	...	...	...	...	33
3.3.4.-Calculo del circuito de tomacorrientes	...	...	...	...	33
• Tablero de distribución general	...	...	...	...	35
• Cuadro resumen de cargas	...	...	...	...	37
3.4.-Puesta a tierra	...	...	...	...	38
• Instalaciones complementarias	...	...	...	...	40

### **CAPITULO IV**

4.1.-COSTOS	...	...	...	...	41
-------------	-----	-----	-----	-----	----

### **CAPITULO V**

#### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.-**

5.1.- Conclusiones y recomendaciones	...	...	...	...	43
--------------------------------------	-----	-----	-----	-----	----

BILIOGRAFIA	...	...	...	...	44
-------------	-----	-----	-----	-----	----

### **ANEXOS**

Anexo 1 Tabla de factor de utilización de algunas luminarias

Anexo 2 Tabla de factores de mantenimiento para luminarias

Anexo 3 Tablas de consumo de energía

Anexo 4 Tabla de conductores

Anexo 5 Plano eléctrico

## **DEDICATORIA**

A Dios a mi familia y especialmente mi madre quien siempre estuvo a mi lado en buenos y malos momentos dándome, confianza y fortaleza en mi formación profesional cuyo esfuerzo y dedicación se ha visto reflejado en este trabajo

Atte. Héctor Javier Vargas Álvarez

## **AGRADECIMIENTOS**

Antes de desarrollar la presente memoria técnica es de vital importancia agradecer a toda la planta de catedráticos de la Facultad, en especial a los catedráticos de la carrera de Electromecánica por haberme transmitido desinteresadamente sus vastos conocimientos dentro el contexto de la carrera, también quiero agradecer a mi familia y a los compañeros que en algún momento apoyaron mi formación, hoy después de los años de estudio y formación en la carrera, me dirijo a ustedes para demostrar y reflejar lo aprendido en las experiencias vividas, siendo consciente de que la rama de la electromecánica es muy grande y que los años de estudio y experiencia son muy pocos, y que para su perfeccionamiento se necesita toda una vida.

Solo me queda decir gracias a Dios, a mis padres y a todas las personas que me han ayudado de una u otra manera

Atentamente:

**HECTOR J. VARGAS ALVAREZ**

## **RESUMEN**

La necesidad de la implementación de un conjunto de aulas acorde a las necesidades de la educación técnica en pro de la capacitación de nuestros jóvenes, es una necesidad que viene de años atrás, en tal virtud quise reflejar de alguna manera las experiencias y conocimientos adquiridos durante todos estos años en una memoria técnica que pueda servir como texto de consulta.

La memoria técnica presente consiste en la planificación de la instalación eléctrica de un grupo de aulas teóricas distribuidas en dos plantas que la administración del instituto técnico viabilizo su construcción y que se nos encomendó la tarea de la instalación eléctrica correspondiente, cuya institución cuenta con cuatro carreras técnicas, donde las actividades son de enseñanza superior, en las cuatro carreras el nivel es de técnico superior.

La memoria técnica presente constituye un trabajo realizado en el Instituto superior tecnológico Don Bosco, se inicia describiendo las características particulares de la institución en cuestión posteriormente se realiza un análisis de necesidades aplicando el método denominado foda es decir análisis de Fortalezas Oportunidades Debilidades y Amenazas, a partir del cual se pudo determinar la falta de aulas por el crecimiento vegetativo que tiene el instituto, posteriormente se efectúa el cálculo luminotécnico correspondiente para determinar el número de luminarias a instalar por ambiente, luego se determina los tomacorrientes a instalar de acuerdo normas para tal efecto, en función a los valores determinados en los cálculos luminotécnicos y de tomacorrientes donde se obtuvieron datos de potencia instalada máxima demanda de potencia y otros, efectuamos las tablas resumidas, posteriormente se realizan los planos eléctricos de ubicación de elementos eléctricos como ser: luminarias, tomacorrientes, interruptores, etc, luego realizamos los diagramas unifilares resumen de cargas, potencia instalada sección de conductores, dimensiones de ductos y otros.

Finalmente se enuncia las conclusiones y recomendaciones respectivas además de la bibliografía y los anexos correspondientes.

## **1.1-GENERALIDADES**

La Electricidad, por ser multidisciplinaria a todo nivel requiere para su correcta aplicación en el funcionamiento y/o mantenimiento de elementos que funcionan con energía eléctrica, un conocimiento integral en la manipulación de instrumentos, elementos eléctricos y herramientas las cuales aunadas a una adecuada selección del material, permitirán lograr un producto de calidad, para ello la especialización de los estudiantes en la manipulación de los diferentes instrumentos y herramientas tanto convencionales como de tecnología de punta se convierte en una necesidad conociendo que en la actualidad las Instalaciones residenciales cuentan con una implementación de energía eléctrica de servicio muy precario en las residencias antiguas.

La instalación eléctrica de un conjunto de aulas distribuidas en dos plantas para la formación de estudiantes en ramas técnicas, se lo realizo tomando en cuenta factores muy importantes bajo las normas correspondientes, donde los ambientes contarán con el servicio de energía eléctrica, lo cual es un servicio imprescindible para el desarrollo de las actividades pertinentes

La memoria técnica presente está elaborado con el fin de dar a conocer los procedimientos a efectuarse para la proyección de la instalación eléctrica de las aulas mencionadas, con esta instalación se dará solución a una necesidad imperiosa de las aulas, de una manera optima para satisfacer las diferentes necesidades de funcionamiento para el desarrollo de las diferentes actividades académicas de la institución.

Las instalaciones eléctricas por muy sencillas o complejas que parezcan, es el medio por el cual los hogares, industrias y edificios de toda naturaleza se abastecen de energía eléctrica para el funcionamiento de aparatos domésticos industriales y otros, para ello es importante tener en cuenta los reglamentos vigentes para tal efecto, para garantizar un optimo funcionamiento, es por tal razón que se deben implementar adecuados sistemas de protección y cuidar la integridad física de todos los ocupantes circunstanciales.



Se observo la necesidad del estudio de unos ambientes distribuidos en dos plantas para la implementación de energía eléctrica adecuada a sus necesidades, llevo a realizar un estudio para luego ejecutarlo, así dar una solución óptima para el beneficio de todos los usuarios circunstanciales de las aulas mencionadas

Para la implementación correspondiente surge la necesidad de buscar información en relación a la implementación correspondiente que nos ayude a la elaboración del mencionado trabajo, esta propuesta requiere de todos los conocimientos adquiridos en los años de estudio en la carrera, como ser: conceptos, tablas apuntes, etc.

El trabajo mencionado se realizo en los ambientes del Instituto mencionado, ubicados en la ciudad de El Alto concretamente en la Avenida Cívica y calle escalona agüero, la institución desarrolla actividades de enseñanza de ramas técnicas, es una institución de convenio iglesia estado.

## **1.2.-OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Determinar los parámetros de diseño de la instalación eléctrica de los ambientes del instituto en cuestión.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS.-**

- Describir los aspectos generales
- Determinar las dimensiones de los ambientes en cuestión mediante planos y otros
- Realizar el cálculo luminotécnico correspondiente
- Efectuar los cálculos correspondientes para los distintos circuitos de la instalación
- Elaborar el plano eléctrico de la instalación.

- Determinar los costos aproximados de los dispositivos eléctricos
- Enunciar las conclusiones y recomendaciones respectivas

### **1.3.- DESCRIPCIÓN DE ASPECTOS GENERALES**

La ciudad de El Alto tiene muchos problemas en cuanto a formación de recursos humanos capacitados y especializados en el área técnica principalmente en el campo de la Electricidad Industrial.

Para tal fin nuestra institución requiere contar con los recursos suficientes como ser maquinaria y equipos que responda a nuestra necesidad de capacitar jóvenes del sistema regular (nivel técnico superior con tres años de formación) a sí mismo a técnicos que requieran especializarse y profundizar sus conocimientos, todas las fabricas para el movimiento de su maquinaria hace uso de motores eléctricos industriales, así como de su automatización, orientado a capacitar a jóvenes en el manejo y automatización de maquinas eléctricas, inculcándoles potencialidad y competencias que posibiliten su fácil inserción laboral, a fin de posibilitar su independencia económica, y otorgarles una mejor calidad de vida, a la vez de crear fuentes nuevas de empleo.

La Institución en el área Industrial cuenta con aulas insuficientes para el avance teórico y práctico, a la vez que cuenta con cuatro talleres de especialización y con un salón audiovisual.

La institución en la sección industrial cumple actividades de formación profesional en el nivel de técnico superior, en el turno de la mañana y tarde, el T.S. contempla tres años de formación vale decir que en el turno de la mañana cumplen sus actividades académicas el primer, segundo y tercer curso respectivamente.

Nuestra Institución en el área Industrial cuenta con docentes capacitados en el área que corresponde, formando Técnicos Superiores en las áreas mencionadas.

#### **1.4.-ANTECEDENTES.-**

Han pasado muchos años desde que un día, se diera comienzo a una de las obras más trascendentales con las que cuenta el país, a casi 4100m de altura sobre el nivel del mar, la comunidad católica, fijo sus ojos en el Alto de La paz, cuando esta región altiplánica no tenía la estructura que tiene hoy, gracias a esta comunidad se inicio la construcción piedra tras piedra ladrillo tras ladrillo esto que hoy es el orgullo de la ciudad de El Alto.

Las diversas necesidades de una población creciente hace que año tras año se convierta en un núcleo de personas con un futuro incierto, es por eso que la obra en cuestión, desde hace muchos años se dedica a la juventud de la ciudad de El Alto, en diversas áreas y una de ellas es la educación profesional superior.

Siendo una necesidad imperiosa no solo para esta ciudad, sino para el país, la preparación de técnicos, vislumbro la idea de formar a estos jóvenes en el campo industrial y comercial. El instituto profesional nació en su primera etapa con la sección industrial, con las carreras de mecánica imprenta y carpintería, el siguiente año las mismas carreras contaban con un incremento sustancial, el año siguiente fue premiado con más estudiantes añadiéndose la carrera de electricidad industrial.

La institución, inicialmente contaba con ambientes reducidos que al pasar el tiempo se fueron reestructurando de acuerdo a las necesidades del crecimiento vegetativo y el avance de la tecnología, este avance se da gracias a la colaboración de países amigos como Italia, Alemania, España y otros que generosamente colaboran con la institución equipando con equipos herramientas e instrumentos.

En un principio la institución funcionaba con ambientes reducidos, posteriormente gracias a la cooperación de los países amigos se construyeron los ambientes actuales que cuentan de alguna manera con alguna comodidad para aproximadamente 25 estudiantes por nivel, sin embargo a través del tiempo los laboratorios y talleres de la

carrera se quedaron insuficientes ya que se incremento el número de estudiantes por nivel, en consecuencia la implementación de las aulas es una necesidad imperiosa

### 1.5.-ANALISIS DE NECESIDADES

#### ANALISIS DE LAS NECESIDADES DE LA INSTITUCIÓN.

ASPECTOS	CAUSAS	SOLUCIONES	RESPONSABLES
<b>AREA GESTION ADMINISTRATIVA</b>	Equipos de computación obsoletos	Implementación	Dirección Administrativa
	Burocracia	Coordinación de Funciones	Dirección Administrativa
	Falta de Comunicación	Coordinación	Dirección Administrativa
<b>AREA PEDAGOGICO CURRICULAR</b>	Inestabilidad del Currículo	Estabilidad curricular por periodo de 5 años	Dirección Académica y Docentes.
	Actualización de docentes y estudiantes en especialidad	Seminarios Cursos Específicos	Dirección Académica
<b>INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTOS</b>	Falta de Aulas teóricas	construcción de aulas y otros	Dirección Administrativa y Académica
	Depreciación de Equipos y Herramientas	Renovación y actualización	Rectorado y Docentes
<b>RELACION INTERINSTITUCIONAL CON EL CONTEXTO</b>	Falta de convenios con la industria.	Ejecución de Convenios.	Dirección Administrativa
	Falta de convenios con instituciones Técnicas afines.	Iniciar tramites	Dirección Administrativa

FUENTE: Instituto Don Bosco

## ANALISIS FODA DE LA INSTITUCION

	<b>FORTALEZA</b>	<b>OPORTUNIDAD</b>	<b>DEBILIDAD</b>	<b>AMENAZA</b>
<b>AREA GESTION ADMINISTRATIVA</b>	Se cuenta con regular mobiliario e infraestructura Regular numero de Ítems administrativos.	Mejorar las relaciones humanas en general. Mejorar y adecuar aspectos pedagógicos administrativos.	Equipo obsoleto. Falta de comunicación Falta de convenio Falta de roles y funciones en la administración	Autocrítica y evaluación
<b>AREA PEDAGOGICO CURRICULAR</b>	Se cuenta con buena documentación en cuanto a historial de contenidos curriculares.	Formar estudiantes con competencias profesionales adecuadas. Acceso al mundo laboral.	Carencia de bibliografía técnica actualizada. Falta de equipamiento. Falta de accesos a medios audio visuales.	Institutos privados. Falta de Marketing.
<b>INFRAESTRUCTUR Y EQUIPAMIENTO</b>	Regular infraestructura y equipamiento	Mejorar y optimizar la Infraestructura y equipamiento actual.	Riesgo de Inundación. Insuficiencia en infraestructura.	Riesgo de deserción de estudiantes
<b>RELACION INTERINSTITUC. CON EL CONTEXTO</b>	Marketing de Estudiantes Egresados	Firmar convenios con sector industrial	Falta de convenios	Competencia desmedida de institutos.

FUENTE: Instituto Don Bosco

## **2.1.-CONCEPTOS FUNDAMENTALES.-**

### **2.1.1.-INSTALACIONES ELÉCTRICAS.**

Una instalación eléctrica es uno o varios circuitos eléctricos destinados a un uso específico y que cuentan con los equipos necesarios para asegurar el correcto funcionamiento de ellos y los aparatos eléctricos conectados a los mismos.

### **2.1.2.-DISEÑO Y CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS INTERIORES EN BAJA TENSION**

La presente memoria técnica está basada en la normas bolivianas correspondientes, donde se establece los requerimientos mínimos que se deben cumplir en el diseño la construcción y la puesta en servicio de instalaciones eléctricas interiores, cuya tensión de servicio entre fases sea inferior o igual a 1000 V.

### **2.1.3.-DEFINICIONES Y TERMINOLOGIA**

Se establecen las siguientes definiciones:

**Acometida.-**

Se denomina acometida al conductor que une eléctricamente la red de distribución pública con el tablero principal.

Las acometidas podrán ser aéreas subterráneos o ambos sistemas combinados, tomando en cuenta solo una acometida por edificio, los conductores de acometida no deberán tener uniones o derivaciones, su longitud máxima deberá ser de 40 m

**Baja tensión.-**

Nivel de tensión igual o inferior a 1000V

Conductores activos.-

Son los conductores destinados normalmente a la transmisión de energía eléctrica, esta consideración se aplica a los conductores de fase y al conductor neutro en corriente alterna.

Conductor de protección.-

Conductor utilizado en circuitos eléctricos cuya finalidad es la protección contra las descargas eléctricas en caso de falla, y para conectar las masas.

Demanda máxima.-

Mayor demanda que se presenta en una instalación o parte de ella. Es válida en un determinado punto y periodo de tiempo.

Demanda media.-

Valor medio de los valores de demanda que se presentan en una instalación o parte de ella. Es válida en un punto y periodo determinado. Se interpreta como la demanda que siendo constante en el tiempo, consume la misma energía que si la demanda fuese variable.

Factor de simultaneidad.-

Es la relación entre la demanda máxima de todo el sistema y la suma de las demandas máximas individuales. Es el inverso del factor de diversidad

Factor de demanda.-

Es la relación entre la demanda máxima y la potencia total instalada siendo esta última referida a la carga o demanda.

Instalación eléctrica.-

Es la combinación técnica y apropiada de materiales eléctricos y accesorios correctamente interconectados para cumplir una función específica.

Potencia total instalada en carga.-

Es la suma de las potencias nominales de los equipos o puntos conectados a un circuito, es válida en un determinado punto y periodo de tiempo.

Tierra.-

Masa conductora de tierra, o todo conductor de impedancia muy pequeña, conectada a tierra con objeto de establecer continuidad eléctrica y mejorar la dispersión de corrientes de tierra.

2.1.4.-CIRCUITOS DERIVADOS.-

Se entiende por circuitos derivados o ramales, a los puntos de iluminación, tomacorrientes y fuerza.

Clasificación.-

Los circuitos derivados se clasifican de acuerdo a su aplicación como:

- Circuitos de iluminación
- Circuitos de tomacorrientes
- Circuitos de fuerza



### Circuitos de iluminación.-

La potencia total de los circuitos de iluminación estará determinada por los cálculos luminotécnicos respectivos, el método de cálculo a utilizarse será definido por el proyectista, así mismo en el diseño de circuitos de iluminación deberá considerarse las instrucciones de las normas respectivas

Los niveles de iluminación requeridos y que deberán ser adoptados según el tipo de ambiente y tarea visual que están estipulados en uno de los anexos

### Circuitos de tomacorrientes.

En todo circuito destinado a tomacorrientes deberá adoptarse 200W por cada tomacorriente ya sean simples, dobles o triples instalados en una misma caja, la cantidad de potencia se computara como un simple. En viviendas familiares el número mínimo de tomacorrientes se determinara partiendo de las siguientes alternativas:

- Una toma por cada 10m<sup>2</sup> de área.
- Una toma por cada 5 m<sup>2</sup> lineales de perímetro.

En oficinas y tiendas comerciales con áreas superiores a 40 m<sup>2</sup>, la cantidad mínima de tomacorrientes deberá calcularse bajo el siguiente criterio:

- 5 tomas para los primeros 40m<sup>2</sup> y una toma por cada 10m<sup>2</sup> de área restante.

En edificios comerciales el número mínimo de tomacorrientes se adoptara de acuerdo a la siguiente tabla:

TABLA 2.1  
Numero de tomacorrientes

<i>N° mínimo de tomacorrientes por cada 20m2</i>	
<i>Sala de espectáculos</i>	<i>1</i>
<i>Bancos</i>	<i>2</i>
<i>Peluquerías y salones de belleza</i>	<i>4</i>
<i>Iglesias</i>	<i>1</i>
<i>Juzgados y audiencias</i>	<i>3</i>
<i>Hospitales</i>	<i>3</i>
<i>Hoteles</i>	<i>4</i>
<i>Habitaciones de hospedaje</i>	<i>3</i>
<i>Restaurantes</i>	<i>2</i>
<i>Escuelas</i>	<i>2</i>

FUENTE: Norma Boliviana NB777

En los circuitos de iluminación como mínimo se deberá utilizar conductores de sección equivalente al #14 AWG.

En los circuitos de tomacorrientes deberán utilizarse como mínimo conductores de sección equivalente al N° 12 AWG.

En instalaciones interiores destinados a viviendas, la potencia total instalada por circuito de tomacorrientes deberá ser como máximo 3400 VA, además para efectos de cálculos el factor de potencia que se debe adoptar será 0,95

La caída de tensión en toda la longitud del circuito no deberá exceder el 3% del voltaje nominal de alimentación.

Los equipos con una potencia igual o mayor a 2000 VA deberán alimentarse con circuitos específicos, llamados circuitos de fuerza.

Circuitos de fuerza.-

Son circuitos de fuerza aquellos destinados a la alimentación de equipos de una potencia igual o mayor a 2000 VA

Los circuitos de fuerza se clasifican en dos grupos:

- Circuitos que alimentan equipos de uso domestico, en duchas eléctricas deberá adoptarse el valor de 5000 VA por punto, además utilizarse como mínimo el conductor N° 10 AWG
- Circuitos que alimentan motores eléctricos de más de 2 HP, tales como equipos de soldadura eléctrica, grúas, montacargas, etc.

Factor de potencia.-

Se consideran requerimientos de energía reactiva para los siguientes tipos de usuarios:

- a) Talleres de mecánica, carpintería, soldadura, mantenimiento mecánico o automotriz con más de 30 Kw de demanda máxima de potencia activa prevista.
- b) Edificios, galerías y complejos comerciales
- c) Instalaciones industriales pequeñas y medianas.

Los valores medios mensuales del factor de potencia deberán ser como mínimo 0,90.

Para la determinación del factor de potencia medio de cada mes, se deberá instalar un medidor de energía reactiva, además de un medidor de energía activa.

Queda por cuenta del proyectista la determinación del lugar de instalación, ubicación en el sistema eléctrico, número de unidades, tensión nominal, forma de operación, maniobra y protección de los equipos de compensación de potencia reactiva.

#### 2.1.5.-DETERMINACION DE DEMANDAS MAXIMAS

La demanda máxima en instalaciones de edificios públicos correspondiente a circuitos de iluminación general, deberá calcularse con los factores de demanda mostrados en la siguiente tabla

TABLA 2.2

Factores de demanda para iluminación y tomacorrientes

Potencia instalada	Factor de demanda
Los primeros 3000 VA	100%
De 3001 VA a 8000 VA	35%
De 8001 VA o mas	25%

FUENTE: Norma boliviana NB 777

La demanda máxima será la suma directa de las demandas máximas de los circuitos de iluminación, tomacorrientes y fuerza.

Las demandas máximas se clasifican en mínima, media y elevada, pudiéndose asociar con niveles de consumo de energía de la siguiente manera:

TABLA 2.3

Niveles de consumo de energía y demanda máxima

Niveles de consumo de Energía (Kwh/mes)	Demanda máxima (VA)	Uso de energía
Mínimo hasta 500	3000	Iluminación, refrigerador, pequeños artefactos electrodomésticos
Medio hasta 1000	7000	Todo lo anterior, mas calentador de agua y cocina
Elevado mayor a 1000	Mayor a 7000	Todo lo anterior, en mayor número de artefactos, mas calefacción y aire acondicionado

FUENTE: Norma Boliviana NB777

Para fines de estimación de la demanda máxima, esta se relaciona con la superficie del ambiente en cuestión, de la siguiente manera:

TABLA 2.4

Niveles de consumo y superficie

Niveles de consumo	Superficie máxima (m <sup>2</sup> )
Mínimo	80
Medio	140
Elevado	Mayor a 140

FUENTE: Norma Boliviana NB777

Edificios públicos

La demanda máxima en instalaciones de edificios públicos correspondiente a circuitos de iluminación general deberá calcularse con los factores de demanda mostrados en la siguiente tabla

**TABLA 2.5**  
Factores de demanda para iluminación en edificios públicos

Tipo de edificio	Potencia a la cual es aplicado el factor de demanda	Factor de demanda
Sala de espectáculos	Total vatios	100%
Bancos	Total vatios	100%
Peluquerías salones belleza	Total vatios	100%
Iglesias	Total vatios	100%
Juzgados y audiencias	Total vatios	100%
Hospitales	50000 o menor	40%
Hoteles	20000 o menos	50%
Restaurantes	Total vatios	100%
Escuelas	Total vatios	100%

FUENTE: Norma Boliviana NB777

La demanda máxima en instalaciones de edificios públicos correspondiente a tomacorrientes deberá calcularse con los factores de demanda de la siguiente tabla

**TABLA 2.6**  
Tabla de factores de demanda para tomacorrientes en edificios públicos

Tipo de edificio	Potencia a la cual es aplicado el factor de demanda	Factor de demanda
Sala de espectáculos	Total vatios	20%
Bancos	Total vatios	70%
Peluquerías salones belleza	Total vatios	80%
Iglesias	Total vatios	20%
Juzgados y audiencias	Total vatios	40%
Hospitales	50000 o menor	40%
Hoteles	20000 o menos	50%
Restaurantes	Total vatios	30%
Escuelas	Total vatios	20%

FUENTE: Norma Boliviana NB777

Máxima caída de tensión permitida.-

En toda la longitud de los conductores de los circuitos de iluminación, tomacorrientes y fuerza, la máxima caída de tensión no deberá exceder de 5% (2% para alimentadores y 3% para circuitos derivados).

## 2.2.-INSTALACION ELECTRICA DE UNA RESIDENCIA O AMBIENTES ESPECIFICOS

Las instalaciones eléctricas para baja tensión, se define como un conjunto de: aparatos, materiales, circuitos, interconectados con el fin de: producción, conversión, transformación, transmisión, distribución y utilización de energía eléctrica, cuyas tensiones nominales sean de: 110v, 220v y 380v en diferentes casos de trabajos y consumos eléctricos.

Las instalaciones eléctricas se clasifican en tres grandes grupos que son:

- **INSTALACIONES ELÉCTRICAS RESIDENCIALES O DOMICILIARIAS,** son las referidas y destinadas a los trabajos eléctricos en el interior de edificios destinados a viviendas, son las más difundidas en el mundo entero.
- **INSTALACIONES ELÉCTRICAS COMERCIALES O SINGULARES,** Significan trabajos con tratamiento especial de energía eléctrica, según las características que tenga el edificio y la función que se le otorgue tales como: teatros, talleres, colegios, hospitales estadios, campos deportivos de diferentes trascendencias, calles, avenidas, etc.
- **INSTALACIONES INDUSTRIALES,** son las que realizan en el interior de edificios destinados a la fabricación de determinados productos para su comercialización y distribución en cantidades mayores y menores. En este caso las exigencias de energía eléctrica serán diferentes a las anteriores, ya sea en cantidad y el fin que ellas cumplan en la producción que normalmente los consumidores son los motores eléctricos.

## 2.3.-RED DE BAJO SERVICIO.

Las diferentes líneas monofásicas se utilizan en los domicilios particulares de usuarios comunes. En cambio las diferentes líneas trifásicas son utilizadas en el comercio y en la industria.

Los usuarios recibimos energía eléctrica desde los postes de Baja Tensión consumible, llega hasta la caja de medidores, de allí se conectan los cables de alimentación privados para llegar a otra caja de distribución propiamente dicha de donde se distribuirá en distintos circuitos como ser: de Iluminación, de Tomacorrientes, de Fuerza y otros.

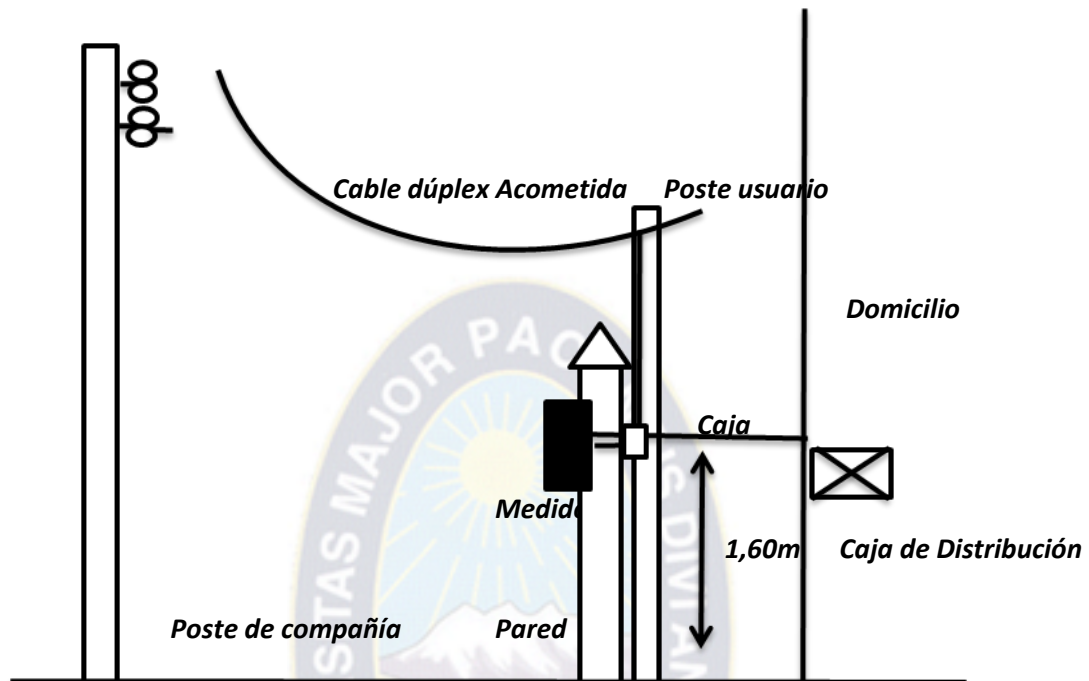


Fig. 2.1 Esquema de acometida en baja tensión

#### 2.4.-SISTEMA DE PROTECCIÓN PARA LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

MEDIDOR — TERMICA GENERAL — DISYUNTOR — TERMICA — ARTEFACTOS

ICP: Interruptor de control de potencia. Evita daños en la instalación eléctrica en caso de sobrecargas.

ID: Interruptor Diferencial

Sirve para desconectar la instalación eléctrica de forma rápida cuando existe una fuga a tierra. Así, si alguna persona toca un aparato averiado, se desconecta evitando calambres.

## 2.5.-CÓDIGO DE COLORES.

En las instalaciones domesticas donde se utiliza 220v que pueden derivar de L1, L2, L3, un neutro, y una línea de protección: **1/N/PE**

Para una red de 380/220v:

**3/N/PE**

Para diferenciar las fases se pueden utilizar los siguientes colores:

<b>PRIMER CODIGO</b>		<b>SEGUNDO CODIGO</b>		<b>TERCER CODIGO</b>	
<b>CODIGO</b>	<b>COLORES</b>	<b>CODIGO</b>	<b>COLORES</b>	<b>CODIGO</b>	<b>COLORES</b>
L1 = F1	VERDE	L1 = F1	NEGRO	L1 = F1	MARRON
L2 = F2	AMARILLO	L2 = F2	NEGRO	L2 = F2	NEGRO
L3 = F3	ROJO	L3 = F3	NEGRO	L3 = F3	ROJO
NEUTRO	CELESTE	NEUTRO	CELESTE	NEUTRO	CELESTE
PROTECCION	VERDE CON AMARILLO	PROTECCION	VERDE CON AMARILLO	PROTECCION	VERDE CON AMARILLO
<b>EN LINEAS MONOFASICAS</b>					
L1 = F1			NEGRO		
NEUTRO			CELESTE		
PROTECCION			VERDE CON AMARILLO		

FUENTE: Norma Boliviana NB777

### SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES.

<b>Conductores de Cu en mm cuadrados</b>	<b>Capacidad de Carga en A</b>	<b>In del Interruptor en A</b>	<b>Disyuntor Diferencial en A</b>
1,0	9,6	6-10	
1,5	13	10-15	
2,5	18	15-20	25
4,0	24	20-25	40
6,0	31	30-35	40
10	43	40-45	
16	59	50-60	
25	77	70-80	
35	96	90-100	
50	116	100-120	

Para su mejor utilización se deben tomar en cuenta las siguientes agrupaciones según su capacidad:

1. Para corrientes normales menores de 3 A, usar fusibles de plata o cobre.
2. Para corrientes normales entre 5 y 30 A, usar fusibles de aleación de plomo.
3. Para corrientes mayores de 30 A, usar laminas calibradas de aluminio.
4. Para altas tensiones usar fusibles de plata, aluminio o plomo.



A continuación mostramos algunas tablas de características de los materiales

TABLA 2.7

Tabla de constantes de fusión de algunos metales

<b>TABLA DE CONSTANTES DE FUSION DE LOS MATERIALES</b>		
<b>Material</b>	<b>Temperatura de Fusión en °C</b>	<b>Constante "a"</b>
<i>Aluminio</i>	658	50
<i>Cobre</i>	1083	104
<i>Plata</i>	800	57
<i>Plomo</i>	327	10
<i>Plomo- Estaño</i>	223	14

FUENTE: Ibbetson's, *INSTALACIONES ELÉCTRICAS*, Ed, Continental, 1992

<b>Sección en mm<sup>2</sup> Sección comercial del conductor</b>	<b>D = A/mm<sup>2</sup> Valor de la I ideal por el conductor</b>
1	10
1,5	10
2,5	6
4	6
6	5
10	5
16	4

FUENTE: Ibbetson's, *INSTALACIONES ELÉCTRICAS*, Ed, Continental, 1992

<b>TABLA DE RESISTIVIDAD</b>	
<b>Material</b>	<b>Resistividad a 20°C en ohms.mm<sup>2</sup>/ metros</b>
<i>Cobre</i>	0,0178
<i>Aluminio</i>	0,029
<i>Hierro</i>	0,13
<i>Plata</i>	0,0165
<i>Zinc</i>	0,063
<i>Estaño</i>	0,12
<i>Manganina</i>	0,43
<i>Niquelina</i>	0,42
<i>Constatan</i>	0,5
<i>Cromo-Níquel</i>	1,0 - 1,1
<i>Carbón</i>	13 -100

➤ FUENTE: Ibbetson's, *INSTALACIONES ELÉCTRICAS*, Ed, Continental, 1992.

## 2.6.-FUNDAMENTOS PARA CIRCUITOS DERIVADOS.

Cuadro de mando.

Una edificación debe tener instalación eléctrica interior compuesta de: Elementos de protección, número de circuitos derivados e independientes, cálculo de las secciones de los conductores, número de puntos de luz, número de tomacorrientes y el cálculo de la potencia demandada de la indicada vivienda.

La caja está fabricada con huellas troqueladas para realizar orificios en las caras: Superior, inferior, laterales y posteriores, en los cuales se alojaron los tubos o ductos que a su vez llevan conductores de llegada y salida. En su interior lleva un perfil o riel donde se fijan los elementos de protección que son: IGA, ID, y los pequeños interruptores termo magnéticos. La caja consta de una tapadera que lleva una abertura donde las caras anteriores de los interruptores pueden exactamente ser ubicadas para su fácil accionamiento.

Circuitos de iluminación.

El proyectista es el que debe definir el método de cálculo para encontrar la potencia del circuito, ya que existe una variedad de medios para poder determinar la potencia de los circuitos, número de puntos de luz o todo caso uno puede acudir a las normas internacionales que asignan todos estos detalles.

En instalaciones de ambientes de pequeñas dimensiones donde no se realicen tareas visuales severas, no es necesario realizar cálculos luminotécnicos. Debiéndose en este caso disponer los puntos de luz tratando de obtener la iluminación más uniforme posible, asimismo debe elegirse el tipo de lámpara y luminaria más adecuadas posible. Para efectos de estimación de potencia instalada en viviendas y edificios destinados a viviendas se pueden utilizar los siguientes valores de densidad de carga en la siguiente tabla:

<b><i>Densidad de carga para iluminación en W/m<sup>2</sup></i></b>	<b><i>Iluminación incandescente</i></b>	<b><i>Iluminación fluorescente</i></b>
<i>Vivienda de consumo mínimo (rural) bajo 3000W</i>	<i>10 W/m<sup>2</sup></i>	<i>6 W/m<sup>2</sup></i>
<i>Vivienda de consumo medio menos de 6000 W.</i>	<i>15 W/m<sup>2</sup></i>	<i>6 W/m<sup>2</sup></i>
<i>Vivienda de consumo elevado mas de 6000W</i>	<i>20 W/m<sup>2</sup></i>	<i>8 W/m<sup>2</sup></i>
<i>Oficinas</i>	<i>25 W/m<sup>2</sup></i>	<i>10 W/m<sup>2</sup></i>
<i>Locales comerciales</i>	<i>20 W/m<sup>2</sup></i>	<i>8 W/m<sup>2</sup></i>

FUENTE: Norma Boliviana NB777

## 2.7.-NIVELES DE ELECTRIFICACIÓN.

La división de niveles de electrificación de una vivienda se realiza en función de la carga o potencia máxima simultanea que puede soportar la instalación eléctrica. La determinación del nivel de electrificación se hará de acuerdo a las utilizaciones que la vivienda tomara, así como la función de lo que determine el propietario. Sin embargo, si no se conoce la utilización que posteriormente tendrá la vivienda, por ser un edificio en construcción, el grado de electrificación dependerá de la superficie de construcción que tiene la vivienda.

## 2.8.-MAXIMA DEMANDA DE LAS EDIFICACIONES

Para diseñar un proyecto de instalación eléctrica de una vivienda, existen diferentes métodos los cuales nos llevan a realizar cálculos que nos llevaran a resultados un tanto diferentes de los que un proyectista no deberá alarmarse mucho, de cualquier manera son aceptados por el motivo que las diferencias no serán tan grandes.

Uno de los métodos más utilizado y aceptable es el de calcular la máxima demanda en base a la superficie construida de la vivienda en la que se proyectara la instalación eléctrica.

TABLA 2.8

Carga unitaria por locales

<i>Carga Unitaria para distintos ambientes</i>	
<i>Tipos de Locales</i>	<i>Carga en W por m<sup>2</sup></i>
<i>Bancos</i>	20
<i>Peluquerías y salones de belleza</i>	30
<i>Iglesias</i>	10
<i>Juzgados</i>	20
<i>Viviendas</i>	30
<i>Garajes</i>	5
<i>Hospitales, hoteles y moteles</i>	20
<i>Edificios comerciales</i>	20
<i>Hospederías</i>	15
<i>Edificios de oficinas y restaurantes</i>	20
<i>Escuela y almacenes</i>	30
<i>Guardamuebles</i>	2,5

FUENTE: Norma Boliviana NB777

## 2.9.-SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA.-

Configuración de dispositivos y conductores eléctricos destinada a la protección del personal y equipo eléctrico contra variaciones transitorias de voltaje y corriente eléctrica.

Es un conjunto de accesorios y/o equipos que requiere una conexión a tierra, consta de las siguientes partes:

- Electrodo o pica (también llamadas jabalinas) partes metálicas enterradas
- Línea de conexión con tierra: conductor conectado a los electrodos.
- Bornes de puesta a tierra: conexión entre la línea de conexión y los distintos conductores de protección.
- Conductores de protección: unen los distintos puntos de instalación con la línea de enlace.

Tipos de puesta a tierra.-

a) Electrodo simple.-

Las varillas o también llamados electrodos simples, generalmente ofrecen la forma más conveniente y económica de instalar un sistema de aterramiento. A menudo se requiere poca superficie, por supuesto es necesario inspeccionar el terreno para asegurarse que no hay equipo o instalaciones enterradas tales como tuberías de agua o gas que puedan ser dañadas al enterrar las barras

b) Malla.-

Es un tipo de aterramiento que emplea múltiples electrodos y conductores enterrados, cuando están involucradas tensiones y corrientes eléctricas muy altas, minimizan los riesgos al personal en función de la tensión eléctrica de paso y de contacto.

La malla consta de una red de conductores enterrados a una profundidad que usualmente varia de 0.3 a 1.0 m, colocados paralela y perpendicularmente con un espaciamiento adecuado a la resistividad del terreno y preferentemente formando retículas cuadradas, los conductores deben conectarse a electrodos de varilla de 2,4 m de longitud mínima, clavados verticalmente, lo que permite relacionar el numero de varillas con la resistencia obtenida:

c) Electrodos en paralelo.-

Este tipo toma referencia al de electrodo simple anterior, de varilla unida una tras otra considerando la distancia que debe ser el doble de la longitud de la varilla a enterrar, con respecto a la separación de varilla a varilla, estas pueden ser instaladas en terrenos con bastante superficie, para el montaje del sistema de aterramiento.

Pueden ser instalados en surcos directamente en el terreno o más frecuentemente en zanjias de hasta un metro de profundidad, lo habitual es entre 60 – 80 centímetros y más si es necesario pasar bajo nivel de cultivo o de escarcha, en zonas heladas.

TABLA 2.9  
RESISTIVIDAD DE SUELOS

Nº	Tipo de suelo	r (Ω-m)
1	Limos, arcillas, suelo vegetal y de cultivo	10 – 100
2	Tierra fina, turbas	100 – 300
3	Tierra aluvial, arenas firmes, suelo seco	300 – 800
4	Arena eólica, lecho de río, cascajo	800 – 3000
5	Rocas estratificado, fracturadas, monolíticas	3000 – 10000
6	Suelos de feldespatos, micas, cuarzos	5000 – 30000
7	Concreto normal exterior (seco)	10000 – 50000

La expresión siguiente nos permite calcular la resistencia

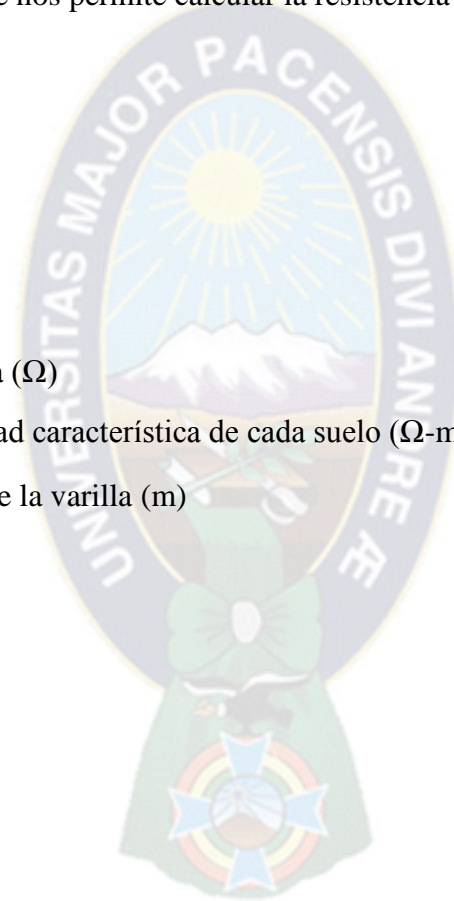
$$R = \frac{\rho_t}{L}$$

Donde:

R = resistencia (Ω)

$\rho_t$  = resistividad característica de cada suelo (Ω-m)

L = longitud de la varilla (m)



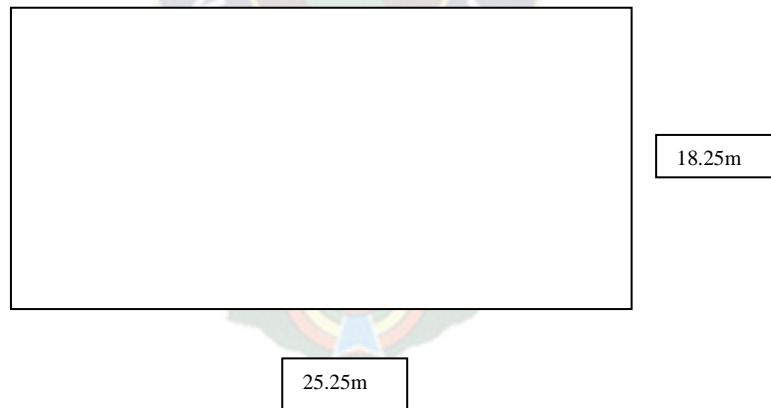
### 3.1. UBICACIÓN GEOGRAFICA DE LOS AMBIENTES.

Los ambientes o aulas en cuestión para su respectiva instalación, son las aulas teóricas del Instituto Don Bosco, ubicadas en la Avenida Cívica S/N próxima a ciudad Satélite de la ciudad de El Alto La Paz.

Una vez ubicado los ambientes a instalar eléctricamente, se efectúa la visita a los mismos con el fin de realizar la observación correspondiente del terreno para obtener las dimensiones correspondientes, superficies, esquemas eléctricos y su instalación posterior.

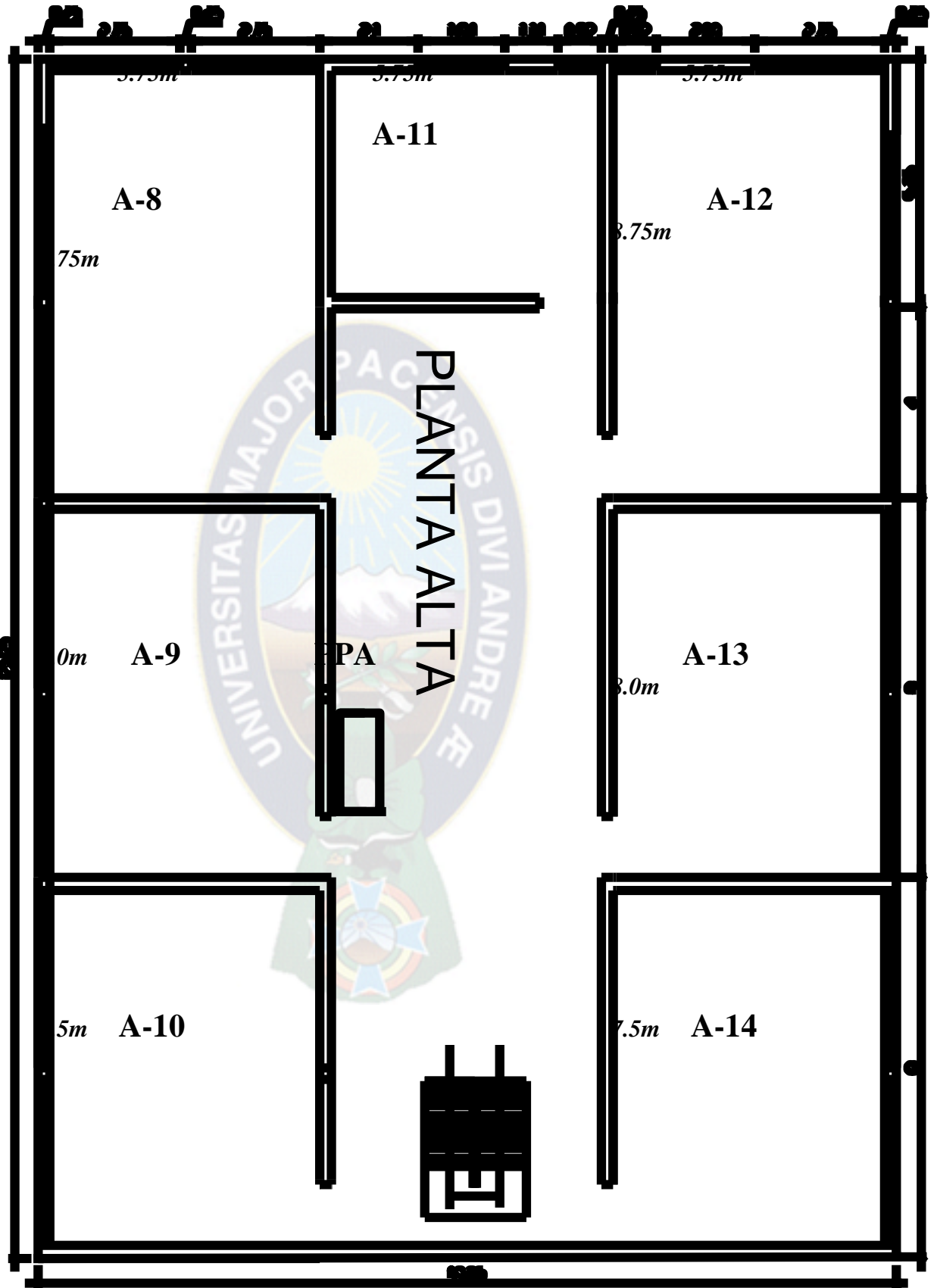
### 3.2. DIMENSIONES DE LOS AMBIENTES

Las dimensiones de los ambientes a instalar implican referirse a la superficie que abarcara todos los ambientes distribuidos en dos plantas, para ello, determinaremos la superficie expresada en metros cuadrados, estas dimensiones las damos en forma general, las magnitudes de los demás ambientes las daremos con detalle en los planos correspondientes las dimensiones de largo y ancho son las siguientes, esto es:



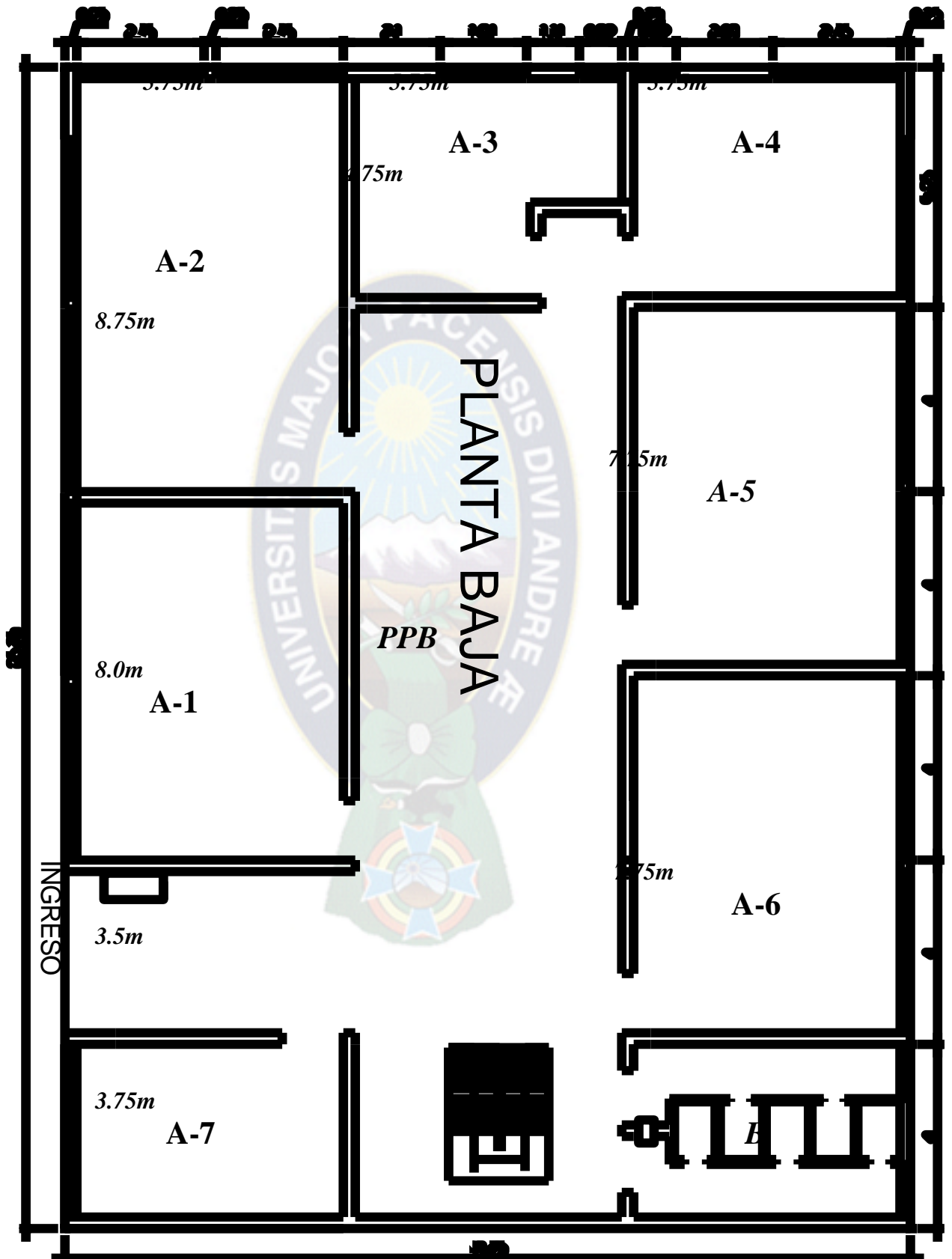
La edificación en cuestión posee dos plantas en consecuencia las dos plantas tienen la misma superficie, luego el valor hallado se multiplica por dos, el resultado hallado es la superficie total de los ambientes, esta magnitud nos ayudara a aproximar las cantidades de numero de luminarias y tomacorrientes necesarios.

DIMENSIONES PLANTA ALTA.





DIMENSIONES PLANTA BAJA.



### 3.3. CALCULOS DE LA INSTALACION ELECTRICA

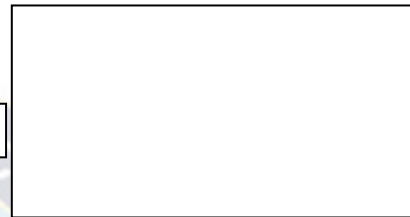
#### 3.3.1.-SUPERFICIE DE LA CONSTRUCCION.-

La superficie en cuestión tiene un largo de 25.25m y un ancho de 18.25 m, luego la superficie de una planta es:

$$S = (25.25) * (18.25) = 460.8m^2$$

$$S = 460.8m^2$$

18.25m



25.25m

Como la edificación tiene dos plantas de similares características, la superficie total es:

$$S_T = 2(460.8) = 922m^2$$

#### 3.3.2.-CIRCUITO DE ILUMINACION.-

##### CALCULOS LUMINOTECNICOS.

Mostrando como ejemplo de cálculo de las aulas A-1 y A-2 correspondiente a la planta baja, los cálculos luminotécnicos se lo realizan de la siguiente manera:

##### AULA A-1

$$A=5,75 \text{ m}$$

$$B=8,0 \text{ m}$$

A=5.75m



B=8.0m

El índice k del local es:

$$\text{Luego } k = \frac{A * B}{2,5(A + B)} = \frac{(5,75) * (8,00)}{2,5 * (5,75 + 8,0)} = \frac{46}{34,37} = 1,33$$

k=1,33, luego acudimos a la tabla del anexo1, donde con este dato obtenemos el factor de utilización ( $\mu$ ), esto es  $\mu=0.53$ , también el factor de mantenimiento (M) de acuerdo a tabla del anexo2, es 0.7, luego calculamos el flujo total ( $\phi_T$ ), esto es:

$$\phi_T = \frac{ES}{\mu M} = \frac{(400) * (46.0)}{(0.53) * (0.7)} = 49595.68 \text{ Lum}$$

Donde:

E: nivel de iluminación en Lux

S: área o sección del ambiente

$\mu$ : factor de utilización

M: Factor de mantenimiento

Luego tomando en cuenta de acuerdo a normas el flujo de la luminaria fluorescente de 40w es  $\phi_L = 2750$ , el número de luminarias para el ambiente es:

$$N_L = \frac{\phi_T}{\phi_L} = \frac{49595.68}{2750} = 18$$

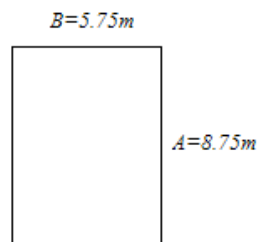
Donde:

$N_L$  : numero - lum

$\phi_T$  : flujo - total

$\phi_L$  : flujo - lumnaria

### AULA A-2



El índice k del local es

$$k = \frac{A * B}{2,5(A + B)} = \frac{(5,75) * (8,75)}{2,5 * (5,75 + 8,75)} = \frac{50,31}{36,25} = 1,38$$

k=1,38, luego acudimos a la tabla del anexo1, donde con este dato obtenemos el factor de utilización ( $\mu$ ), esto es  $\mu=0.53$ , también el factor de mantenimiento (M) del anexo2, es 0.7, luego calculamos el flujo total ( $\phi_r$ ), esto es:

$$\phi_r = \frac{ES}{\mu M} = \frac{(400) * (50.31)}{(0.53) * (0.7)} = \frac{20124}{0.371} = 54242.5 Lum$$

Donde:

E: nivel de iluminación en Lux

S: área o sección del ambiente

$\mu$ : factor de utilización

M: Factor de mantenimiento

Luego tomando en cuenta de acuerdo a normas el flujo de la luminaria fluorescente de 40w es  $\phi_L = 2750$ , el número de luminarias para el ambiente es:

$$N_L = \frac{\phi_r}{\phi_L} = \frac{54242.5}{2750} = 19.7$$

De similar modo se realizan los cálculos para todos los ambientes del edificio en cuestión, a continuación resumimos en unas planillas.

## MÁXIMA DEMANDA DE ILUMINACIÓN

De acuerdo a los cálculos anteriores resumidas en las planillas tenemos que la potencia total instalada de iluminación es:

$$P_{iL} = 5760 + 5680 = 11440 \text{ W}$$

Para este cálculo tomaremos en cuenta la utilización de lámparas fluorescentes cada una de 40w de potencia, además tomando en cuenta según tablas la densidad de potencia de 6 w/m<sup>2</sup>, luego aplicando la tabla 3.1, siguiente, se tiene:

TABLA 3.1

Factores de demanda para iluminación y tomacorrientes

<b>Rango de potencias</b>	<b>Factor de demanda en %</b>
<i>Los primeros 3000 W</i>	100%
<i>De 3001 a 8000 W</i>	35%
<i>De 8001 o más W</i>	25%

$$11440 \dots\dots\dots 3000 * 1 = 3000$$

$$8440 * 0.25 = 2110$$

$$5110 \text{ W}$$

En consecuencia la máxima demanda de iluminación (MD-L)

Es:  $MD-L = 5110 \text{ w}$

### 3.3.4.-CÁLCULO DEL CIRCUITO DE TOMACORRIENTES:

#### POTENCIA INSTALADA DE TOMACORRIENTES.-

En consideración a la tabla 2.1 siguiente donde se indica que para los ambientes en cuestión se debe tomar 2 toma corrientes por cada 20 m<sup>2</sup> o también 1 toma corriente por cada 10 m<sup>2</sup>.

TABLA 2.1

Numero de tomacorrientes

<b>N° mínimo de tomacorrientes por cada 20m2</b>	
<i>Sala de espectáculos</i>	1
<i>Bancos</i>	2
<i>Peluquerías y salones de belleza</i>	4
<i>Iglesias</i>	1
<i>Juzgados y audiencias</i>	3
<i>Hospitales</i>	3
<i>Hoteles</i>	4
<i>Habitaciones de hospedaje</i>	3
<i>Restaurantes</i>	2
<i>Escuelas</i>	2

El número de tomacorrientes por ambiente es:

**PLANTA BAJA**

AMBIENTE	L(m)	A(m)	S(m <sup>2</sup> )	N°TOMAC	P(W)
A-1	8.75	5.75	50.31	5	1000
A-2	8	5.75	46	5	1000
A-3	5.75	4.75	27.31	3	600
A-4	5.75	4.75	27.31	3	600
A-5	7.75	5.75	44.56	4	800
A-6	7.75	5.75	44.56	4	800
A-7	5.75	3.75	21.56	2	400
ING	5.75	3.75	21.56	0	0
B	5.75	3.75	21.56	2	400
PPB	19.75	5.75	113.56	10	2000
<b>SUBTOTAL</b>				<b>38</b>	<b>7600 W</b>

**PLANTA ALTA**

AMBIENTE	L(m)	A(m)	S(m <sup>2</sup> )	N°TOMAC	P(W)
A-8	8.75	5.75	50.31	5	1000
A-9	8	5.75	46	5	1000
A-10	7.5	5.75	43.12	4	800
A-11	5.75	4.75	27.31	3	600
A-12	9	5.75	51.75	5	1000
A-13	7.75	5.75	44.56	4	800
A-14	7.5	5.75	43.12	4	800
PPA	19.75	5.75	113.56	10	2000
<b>SUBTOTAL</b>				<b>40</b>	<b>8000 W</b>
<b>TOTAL</b>				<b>78</b>	<b>15600 W</b>

Luego la distribución de lámparas fluorescentes y tomacorrientes se lo realiza de acuerdo a las normas correspondientes ambiente por ambiente, tomando en cuenta que

cada ambiente dispondrá de un tablero de distribución con sus respectivos elementos de protección, los cálculos están efectuados uno por uno, y luego tabulados de acuerdo a un orden específico, esto es:

**TABLERO DE DISTRIBUCIÓN GENERAL (TG).-**

Potencia instalada:  $P_i = 27040$

La máxima demanda es:

27040		3000 * 1 = 3000
		8000 * 0.35 = 2800
		<u>16040 * 0.25 = 4010</u>
	Total	9810

Luego la máxima demanda es =

$$MD = 9810 \text{ W}$$

En consecuencia el PIA del tablero general será:

$$PIA-G = \frac{9810}{220} = 44.6(A) \text{ este valor aproximamos a los}$$

valores comerciales más próximos, esto es:

$$PIA - G = 60 \text{ A}$$

**TABLERO PLANTA BAJA (TPB).-**

Potencia instalada	13360 w	
Demanda máxima	13360.....	3000 * 1 = 3000
		<u>10360 * 0.25 = 2590</u>
		5590 W

Luego el protector es:

$$PIA - TPB = \frac{5590}{220} = 25.4A \approx 30A$$

### **TABLERO PLANTA ALTA (TPA).-**

Potencia instalada: 13680 W

Demanda máxima 13680..... 3000 \* 1 = 3000

$$10680 * 0.25 = 2670$$

5670 W

Luego el protector es:

$$PIA - TPA = \frac{5670}{220} = 25.8A \approx 30A$$

### **TABLERO (TD1).-**

Potencia instalada 1640

Demanda máxima .....1640 \* 1 = 1640 W

$$\text{Protección} \dots\dots\dots TERM = \frac{1640}{220} = 7.45A \approx 10 A$$

### **Iluminación.-**

Potencia instalada 640 W

Demanda máxima .....640 \* 1 = 640 W

$$\text{Protección} \dots\dots\dots TERM = \frac{640}{220} = 2.9A \approx 5 A$$

### **Tomacorrientes:**

Potencia instalada: .....1000 W

Demanda máxima .....1000 \* 1 = 1000 W

$$\text{Protección} \dots\dots\dots TERM = \frac{1000}{220} = 4.54A \approx 5 A$$

De similar manera procedemos con los demás ambientes, tanto para iluminación y tomacorrientes los resultados los tabulamos del siguiente modo:



CUADRO RESUMEN DE CARGAS  
 TABLERO DE DISTRIBUCION PLANTA BAJA (TPB)

TABLERO DE DISTRIBUCION	DESTINO	POTENCIA INSTALADA(W)	PROTECCION (A)	CONDUCTOR (AWG)	DUCTO (PULG)	I (A)
TD1	Luz	640	2X5	2X14	5/8	3
	Toma	1000	2X5	2X12	3/4	4.6
TD2	Luz	640	2X5	2X14	5/8	3
	Toma	1000	2X5	2X12	3/4	4.6
TD3	Luz	400	2x5	2x14	5/8	2
	Toma	600	2x5	2x12	3/4	3
TD4	Luz	400	2x5	2x14	5/8	2
	Toma	600	2x5	2x12	3/4	3
TD5	Luz	640	2x5	2x14	5/8	3
	Toma	800	2x5	2x12	3/4	3.7
TD6	Luz	640	2x5	2x14	5/8	3
	Toma	800	2x5	2x12	3/4	3.7
TD7	Luz	320	2x5	2x14	5/8	1.5
	Toma	400	2x5	2x12	3/4	2
TDB	Luz	320	2x5	2x14	5/8	1.5
	Toma	400	2x5	2x12	3/4	2
TDP1	Luz	1760	2x10	2x14	5/8	8
	Toma	2000	2x10	2x12	3/4	9
		13360				

TABLERO DE DISTRIBUCION PLANTA ALTA (TPA)

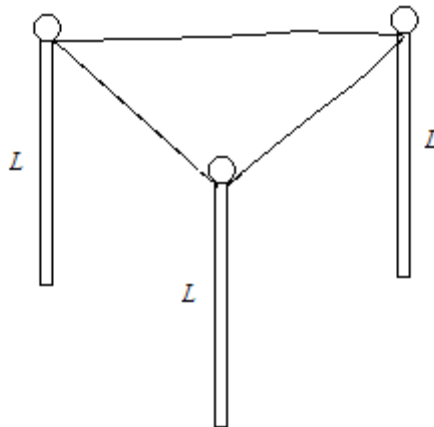
TABLERO DE DISTRIBUCION	DESTINO	POTENCIA INSTALADA(W)	PROTECCION (A)	CONDUCTOR (AWG)	DUCTO (PULG)	I (A)
TD8	Luz	640	2X5	2X14	5/8	3
	Toma	1000	2X5	2X12	3/4	4.6
TD9	Luz	640	2X5	2X14	5/8	3
	Toma	1000	2X5	2X12	3/4	4.6
TD10	Luz	640	2x5	2x14	5/8	3
	Toma	800	2x5	2x12	3/4	3.7
TD11	Luz	400	2x5	2x14	5/8	2
	Toma	600	2x5	2x12	3/4	3
TD12	Luz	640	2x5	2x14	5/8	3
	Toma	1000	2x5	2x12	3/4	4.6
TD13	Luz	640	2x5	2x14	5/8	3
	Toma	800	2x5	2x12	3/4	3.7
TD14	Luz	640	2x5	2x14	5/8	3
	Toma	800	2x5	2x12	3/4	3.7
TDP2	Luz	1440	2x10	2x14	5/8	7
	Toma	2000	2x10	2x12	3/4	9
		13680				
TOTAL		27040				

CUADRO RESUMEN DE CARGAS  
TABLERO GENERAL Y SUBTABLEROS

TABLERO DE DISTRIBUCION	DESTINO	POTENCIA INSTALADA(W)	MAX. DEM (W)	PROTECC. (A)	COND. (AWG)
TPB	Luz y Toma	13360	5590	2x30	2x8
TPA	Luz y Toma	13680	5670	2x30	2x8
TG (TOTAL)	Luz y Toma	27040	9810	2X60	2X6

### 3.4.-Puesta a tierra

Para el aterramiento se empotrarán 3 varillas en triángulo, electrodos de cobre de 3.0m x 5/8" de diámetro, como se ve en la siguiente figura



De acuerdo a la siguiente tabla

TABLA 2.9  
RESISTIVIDAD DE SUELOS

Nº	Tipo de suelo	r ( $\Omega$ -m)
1	Limos, arcillas, suelo vegetal y de cultivo	10 – 100
2	Tierra fina, turbas	100 – 300
3	Tierra aluvial, arenas firmes, suelo seco	300 – 800
4	Arena eólica, lecho de río, cascajo	800 – 3000
5	Rocas estratificado, fracturadas, monolíticas	3000 – 10000
6	Suelos de feldespatos, micas, cuarzos	5000 – 30000
7	Concreto normal exterior (seco)	10000 – 50000

El tipo de suelo es el indicado en la tabla anterior con el n°2 es decir: tierra fina y turbas, donde la resistividad va de 100 a 300 ( $\Omega$ -m), tomamos un valor intermedio, es decir 150 ( $\Omega$ -m), luego aplicamos la siguiente ecuación:

$$R = \frac{\rho_t}{L} = \frac{150(\Omega - m)}{3m} = 50\Omega$$

Donde:

R = resistencia ( $\Omega$ )

$\rho$  = 150 ( $\Omega$ -m) resistividad característica de cada suelo ( $\Omega$ -m)

L = 3.0 m, longitud de la varilla (m)

Luego como se trata de tres barras similares conectadas en paralelo, entonces la resistencia resultante es como sigue:

$$R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = \frac{1}{\frac{1}{50} + \frac{1}{50} + \frac{1}{50}} = \frac{1}{\frac{3}{50}} = \frac{50}{3} = 16.6$$

Luego R = 16.6  $\Omega$

Toda instalación eléctrica deberá tener un conductor puesto a tierra y apropiadamente empalmada a las varillas de cobre para otorgar protección al sistema de instalación eléctrica, por que permite:

- Limitar tensiones transitorias y de descargas atmosféricas.
- Contactos accidentales de líneas.
- Estabilizar la tensión a tierra durante la operación.
- Facilitar la operación de las protecciones.

Para el aterramiento dentro del sistema se optara por implementar un conductor N°10 AWG matizado de color verde amarillo de acuerdo a normas

## INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS.-

En función a las especificaciones de las normas correspondientes, debemos indicar lo siguiente:

a) Telefonía

La instalación eléctrica no contempla la implementación de telefonía alguna

b) Sonido

La instalación en cuestión tampoco contempla la implementación de sonido

c) Televisión

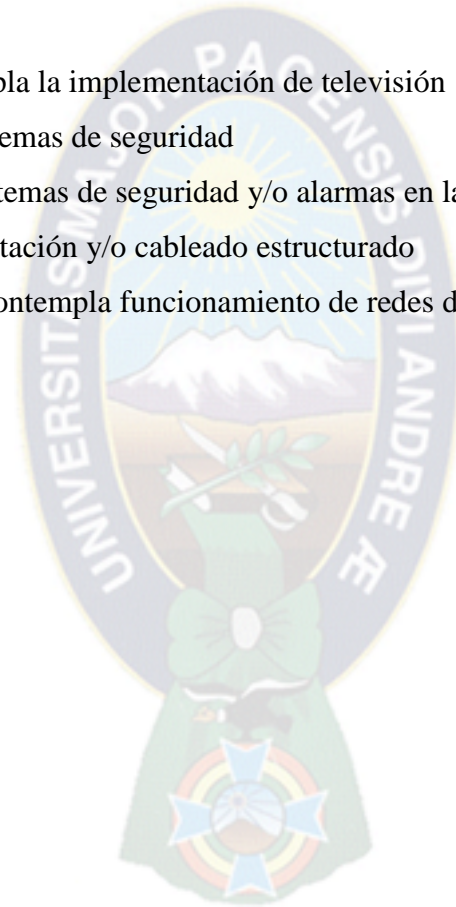
No se contempla la implementación de televisión

d) Alarmas y sistemas de seguridad

No existen sistemas de seguridad y/o alarmas en la instalación

e) Red de computación y/o cableado estructurado

Tampoco se contempla funcionamiento de redes de computación alguna.



#### IV.-COSTOS

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT(Bs)	P. TOTAL(Bs)
<b>1.- PLANTA BAJA</b>					
<b>1.1.- Conductores</b>					
	<i>Alambre N°14 AWG</i>	<i>m</i>	<i>500</i>	<i>2.5</i>	<i>1355</i>
	<i>Alambre N°12 AWG</i>	<i>m</i>	<i>300</i>	<i>2.7</i>	<i>810</i>
	<i>Cable N°8 AWG</i>	<i>m</i>	<i>10</i>	<i>8.0</i>	<i>80</i>
	<i>Cable N°6 AWG</i>	<i>m</i>	<i>20</i>	<i>12</i>	<i>240</i>
<b>1.2.- Electroductos</b>					
	<i>5/8" PVC</i>	<i>ducto</i>	<i>70</i>	<i>7.0</i>	<i>490</i>
	<i>3/4" PVC</i>	<i>ducto</i>	<i>50</i>	<i>10</i>	<i>500</i>
<b>1.3.- Cajas plásticas</b>					
	<i>Rectangulares 2"X 4"</i>	<i>un</i>	<i>66</i>	<i>1.5</i>	<i>99</i>
	<i>Redondas 2"</i>	<i>un</i>	<i>70</i>	<i>2.0</i>	<i>140</i>
<b>1.4.- Interruptores</b>					
	<i>Simples</i>	<i>un</i>	<i>7</i>	<i>10</i>	<i>70</i>
	<i>Dobles</i>	<i>un</i>	<i>5</i>	<i>12</i>	<i>60</i>
<b>1.5 Tomacorrientes</b>					
	<i>De empotrar</i>	<i>un</i>	<i>38</i>	<i>10</i>	<i>380</i>
<b>1.6.- Tableros de distribución</b>					
	<i>TD-G</i>	<i>un</i>	<i>1</i>	<i>200</i>	<i>200</i>
	<i>TDPB</i>	<i>un</i>	<i>1</i>	<i>60</i>	<i>60</i>
	<i>TDPA</i>	<i>un</i>	<i>1</i>	<i>60</i>	<i>60</i>
	<i>Tableros por ambiente</i>	<i>un</i>	<i>8</i>	<i>40</i>	<i>320</i>
	<i>1P-10 A</i>	<i>un</i>	<i>10</i>	<i>30</i>	<i>300</i>
	<i>1P-20 A</i>	<i>un</i>	<i>1</i>	<i>35</i>	<i>35</i>
	<i>1P-5 A</i>	<i>un</i>	<i>16</i>	<i>40</i>	<i>640</i>
	<i>1P-30 A</i>	<i>un</i>	<i>2</i>	<i>45</i>	<i>90</i>
	<i>1P- 60 A</i>	<i>un</i>	<i>1</i>	<i>70</i>	<i>70</i>
<b>TOTAL PLANTA BAJA</b>					<b>5999</b>

**2.- PLANTA ALTA****2.1.- conductores**

<b>Alambre Nº14 AWG</b>	<b>m</b>	<b>500</b>	<b>2.5</b>	<b>1250</b>
<b>Alambre Nº12 AWG</b>	<b>m</b>	<b>300</b>	<b>2.7</b>	<b>810</b>

**1.2.- Electroductos**

<b>5/8" PVC</b>	<b>ducto</b>	<b>70</b>	<b>7</b>	<b>490</b>
<b>3/4" PVC</b>	<b>ducto</b>	<b>50</b>	<b>10</b>	<b>500</b>

**1.3.- Cajas plásticas**

<b>Rectangulares 2"X 4"</b>	<b>un</b>	<b>50</b>	<b>1.5</b>	<b>75</b>
<b>Redondas 2"</b>	<b>un</b>	<b>71</b>	<b>2.0</b>	<b>142</b>

**1.4.- Interruptores**

<b>Simple</b>	<b>un</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>40</b>
<b>Dobles</b>	<b>un</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>72</b>

**1.5 Tomacorrientes**

<b>De empotrar</b>	<b>un</b>	<b>40</b>	<b>10</b>	<b>400</b>
--------------------	-----------	-----------	-----------	------------

**1.6.- Tableros de distribución**

<b>Tableros por ambiente</b>	<b>un</b>	<b>8</b>	<b>40</b>	<b>320</b>
<b>1P-10 A</b>	<b>un</b>	<b>9</b>	<b>30</b>	<b>270</b>
<b>1P-20 A</b>	<b>un</b>	<b>1</b>	<b>35</b>	<b>35</b>
<b>1P-5 A</b>	<b>un</b>	<b>14</b>	<b>40</b>	<b>560</b>

**TOTAL PLANTA ALTA 4964****TOTAL 10963 Bs**

<b>Sub total materiales</b>	<b>10963 Bs</b>
<b>Imprevistos</b>	<b>1096.3 Bs</b>
<b>Total materiales</b>	<b>12059.3 Bs</b>
<b>Mano de obra</b>	<b>3617.8 Bs</b>
<b>Total instalación eléctrica</b>	<b>15677.09</b>

#### **4.1.-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.-**

La planificación de una instalación eléctrica es muy importante ya que nos permite aproximar las magnitudes de los diferentes componentes de la mencionada instalación además de aproximar los costos de los mismos, en la presente memoria técnica se consiguió determinar los parámetros fundamentales de una instalación eléctrica, para lograr este fin, en primera instancia se describió los aspectos generales del edificio en cuestión, luego se determino las dimensiones del mismo, con estos datos se procedió al cálculo luminotécnico, posteriormente se logro determinar los distintos circuitos de la instalación en cuestión, además de aproximar los costos de la misma, en consecuencia podemos afirmar que se logro conseguir los objetivos planteados.

Es importante recomendar los siguientes aspectos fundamentales:

- El color de la pintura de los ambientes para este tipo de edificaciones debe ser lo mas claro posible ya que ayudan a iluminar mucho mejor los ambientes en cuestión.
- Debido al clima frígido del medio ambiente se recomienda emplear en las construcciones tragaluces que además de iluminar los ambientes en cuestión otorgaran calefacción natural durante el día.
- Se recomienda emplear las normas correspondientes a las instalaciones eléctricas, para evitar accidentes que puedan dañar la salud de los ocupantes, además facilitando de esa manera el mantenimiento de las mismas, por su codificación normalizada.
- Debe realizarse el tratamiento del terreno correspondiente, para la obtención de una resistencia adecuada con respecto a la conexión a tierra.

Finalmente podemos concluir señalando que una instalación eléctrica debidamente planificada aplicando los procedimientos adecuados y empleando la normativa respectiva, siempre será de mucho beneficio debido a su elaboración metodológica, y conocimiento obtenido en centros de enseñanza superior como lo es nuestra carrera.

## **BIBLIOGRAFIA**

Antonio Sobrevilla, INSTALACIONES ELÉCTRICAS, Ed, Alsina, Madrid, Esp 2002.

Ibbetson, INSTALACIONES ELÉCTRICAS-TEORIA Y PRACTICA, Ed, Contin, 92.

Barrio, Martin, Antonio, GUIA PRACTICA DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS, Ed, Cultural, Buenos Aires, 2004.

Calloni, Juan C, CURSO BASICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS, Ed, Alsina, Madrid, Esp.2002.

Prisone, Pascuale. INSTALACIONES ELÉCTRICAS. Beergamo: Ediciones San Marco, 1996.

Anderson, Ernesto. EL INSTALADOR ELECTRICISTA. Bs. As: Argentina

Líneas de distribución de Energía. Norma boliviana IBNORCA. Bolivia: 1997.

Castillo, Juan David. INSTALACIONES ELÉCTRICAS. La Paz, UMSA, 1989.

Calloni Rodriguez, Juan Pedro. CURSO BÁSICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS. Buenos Aires: Editorial Alsina, 2002.

Guerrero, Alberto. INSTALACIONES ELÉCTRICAS. Bogotá: Ediciones Mg Graw Hill, 1992.

Rodriguez, Mario Germán. DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN RESIDENCIAS. Lima: Ediciones WH, 1989.

Garcia Trasancos, Jose. INSTALACIONES ELECTRICAS EN MEDIA Y BAJA TENSION,

[http://es.wikipedia.org/wiki/Electricidad#Uso\\_dom.C3.A9stico](http://es.wikipedia.org/wiki/Electricidad#Uso_dom.C3.A9stico).

[http://es.wikipedia.org/wiki/Instalaci%C3%B3n\\_el%C3%A9ctrica](http://es.wikipedia.org/wiki/Instalaci%C3%B3n_el%C3%A9ctrica)

[www.cecyt11.ipn.mx/.../INSTALACIONES\\_EL\\_\\_CTRICAS\\_RESID...](http://www.cecyt11.ipn.mx/.../INSTALACIONES_EL__CTRICAS_RESID...)

<http://www.cablebol.com/proyecto/producto/caracteristicas.php>

[http://www.CeduvirtInstalaciones\\_1\\_.pdf](http://www.CeduvirtInstalaciones_1_.pdf)



**ANEXO 1**

**TABLA DE FACTOR DE UTILIZACION ( $\mu$ ) DE ALGUNAS LUMINARIAS**

TIPO DE ILUMINACION	LUMINARIAS	ÍNDICE DEL LOCAL K	TECHO							
			75% CLARO			50% NORMAL			30% CLARO	
			PAREDES							
			50%	30%	10%	50%	30%	10%	30%	10%
SEMIDIRECTA	ZOCALO SOLO O CON CUBIERTA DIFUSORA	0.50 – 0.70	0.28	0.22	0.18	0.26	0.21	0.18	0.20	0.18
		0.70 – 0.90	0.35	0.29	0.25	0.33	0.27	0.24	0.26	0.24
		0.90 – 1.10	0.39	0.33	0.30	0.37	0.32	0.28	0.30	0.27
		1.10 – 1.40	0.45	0.38	0.33	0.40	0.36	0.32	0.33	0.30
		1.40 – 1.75	0.49	0.42	0.37	0.43	0.39	0.34	0.37	0.33
		1.75 – 2.25	0.56	0.50	0.44	0.49	0.44	0.40	0.42	0.38
		2.25 – 2.75	0.60	0.55	0.50	0.53	0.48	0.44	0.47	0.44
		2.75 – 3.50	0.64	0.59	0.54	0.56	0.51	0.47	0.50	0.47
		3.50 – 4.50	0.68	0.62	0.59	0.61	0.56	0.53	0.54	0.52
		4.50 – 6.50	0.70	0.65	0.62	0.65	0.62	0.60	0.58	0.57
MIXTA	DIFUSORES	0.50 – 0.70	0.26	0.23	0.21	0.23	0.21	0.19	0.19	0.17
		0.70 – 0.90	0.32	0.29	0.27	0.28	0.26	0.24	0.23	0.21
		0.90 – 1.10	0.37	0.33	0.31	0.31	0.29	0.27	0.26	0.24
		1.10 – 1.40	0.40	0.36	0.34	0.34	0.31	0.30	0.28	0.26
		1.40 – 1.75	0.42	0.39	0.36	0.36	0.33	0.32	0.30	0.28
		1.75 – 2.25	0.46	0.43	0.40	0.41	0.38	0.35	0.32	0.30
		2.25 – 2.75	0.50	0.46	0.43	0.44	0.40	0.39	0.34	0.33
		2.75 – 3.50	0.52	0.48	0.45	0.46	0.44	0.41	0.37	0.36
		3.50 – 4.50	0.55	0.52	0.49	0.48	0.46	0.45	0.39	0.38
		4.50 – 6.50	0.57	0.54	0.51	0.49	0.47	0.46	0.42	0.41
DIRECTA 80%	REFLECTORES DE HAZ AMPLIO	0.50 – 0.70	0.38	0.32	0.28	0.37	0.32	0.28	0.31	0.28
		0.70 – 0.90	0.46	0.42	0.38	0.46	0.41	0.38	0.41	0.38
		0.90 – 1.10	0.50	0.46	0.43	0.50	0.46	0.43	0.46	0.43
		1.10 – 1.40	0.54	0.50	0.48	0.53	0.50	0.47	0.49	0.47
		1.40 – 1.75	0.58	0.54	0.51	0.56	0.53	0.50	0.52	0.50
		1.75 – 2.25	0.62	0.59	0.56	0.60	0.58	0.56	0.58	0.56
		2.25 – 2.75	0.67	0.64	0.61	0.65	0.63	0.61	0.62	0.61
		2.75 – 3.50	0.69	0.66	0.63	0.67	0.65	0.63	0.64	0.62
		3.50 – 4.50	0.72	0.70	0.67	0.70	0.68	0.66	0.67	0.66
		4.50 – 6.50	0.74	0.71	0.69	0.72	0.70	0.68	0.69	0.67
DIRECTA 70%	REFLECTORES DE HAZ MEDIO	0.50 – 0.70	0.35	0.32	0.30	0.35	0.32	0.30	0.32	0.30
		0.70 – 0.90	0.43	0.39	0.37	0.42	0.39	0.37	0.39	0.37
		0.90 – 1.10	0.48	0.45	0.42	0.47	0.44	0.42	0.43	0.41
		1.10 – 1.40	0.53	0.50	0.47	0.52	0.49	0.47	0.48	0.46
		1.40 – 1.75	0.57	0.53	0.50	0.55	0.52	0.50	0.52	0.50
		1.75 – 2.25	0.61	0.57	0.55	0.59	0.57	0.54	0.56	0.54
		2.25 – 2.75	0.64	0.61	0.59	0.62	0.60	0.58	0.59	0.57
		2.75 – 3.50	0.66	0.63	0.61	0.63	0.61	0.60	0.61	0.59
		3.50 – 4.50	0.68	0.66	0.63	0.66	0.64	0.63	0.63	0.62
		4.50 – 6.50	0.69	0.67	0.66	0.67	0.66	0.64	0.65	0.63

FUENTE: Texto guía, Lic. Cesar Mendoza Carvajal

**ANEXO 2****TABLA DE FACTOR DE MANTENIMIENTO (M) PARA LUMINARIAS**

ESTADO DEL AMBIENTE	(M)
Pésimo	0.5
Normal	0.6
Buena	0.7

FUENTE: Texto guía, Lic. Cesar Mendoza Carvajal

**ANEXO 3****TABLAS DE CONSUMO DE ENERGÍA.**

<i>Descripción</i>	<i>Consumo Aprox. Watts</i>	<i>Amperaje 220 V.</i>	<i>Aprox. 110 V.</i>
<i>Aspiradora</i>	630	2,86	5,72
<i>Batidora</i>	127	0,57	1,15
<i>Bomba de Agua</i>	460	2,10	4,20
<i>Cafetera Eléctrica</i>	894	4,00	8,00
<i>Calefón</i>	2.475	11,,25	22,50
<i>Cocina Eléctrica</i>	9.000	40,00	80,00
<i>Ducha</i>	2.200	12,00	24,00
<i>Estufa</i>	292	1,33	2,66
<i>Extractora</i>	171	0,77	1,54
<i>Freezer</i>	400	1,81	3,63
<i>Hornilla Pequeña</i>	1.250	5,71	11,40
<i>Lavadora Automática</i>	512	2,32	4,64
<i>Lavadora Estándar</i>	285	1,30	2,60
<i>Licuada</i>	386	1,75	3,50

<i>Descripción</i>	<i>Consumo Aprox. Watts</i>	<i>Amperaje 220 V.</i>	<i>Aprox. 110 V.</i>
<i>Lustradora</i>	305	1,38	2,76
<i>Máquina de Afeitar</i>	14	0,06	0,12
<i>Máquina de Coser</i>	75	0,34	0,68
<i>Plancha</i>	117	0,53	1,06
<i>Radio</i>	71	0,32	0,64
<i>Refrigerador 12 pies</i>	241	1,09	2,18
<i>Refrigerador/copng. 12 pies</i>	321	1,45	2,90
<i>Refrigerador/freezer 14 pies</i>	326	1,48	2,96
<i>Secadora de Cabello</i>	381	1,73	3,46
<i>Televisor B/N</i>	237	1,08	2,16
<i>Televisor Color</i>	332	1,51	3,02
<i>Tocadiscos</i>	109	0,49	0,99
<i>Tostadora</i>	1.146	5,21	10,42
<i>Ventiladora</i>	171	0,77	1,54
<i>Computadora</i>	230	1.04	2.08

FUENTE: Revista informativa, ELECTROPAZ

## ANEXO 4

### TABLA DE CONDUCTORES Y ALAMBRES AWG.

TABLA DE CONDUCTORES AWG					
No.	Diámetro en mm	Sección en mm <sup>2</sup>	Ohm/Km 25°C	Kg/Km	Carga en Amperios
0000	11.68	107.0	0.164	953	300
000	10.40	85.0	0.207	756	240
00	9.30	67.4	0.261	598	200
0	8.30	53.5	0.329	475	160
1	7.30	42.4	0.415	377	150
2	6.50	33.6	0.523	299	120
3	5.80	26.7	0.659	237	100
4	5.20	21.2	0.831	188	80
5	4.60	16.8	1.05	149	55
6	4.10	13.3	1.32	118	50
7	3.70	10.5	1.67	93.7	45
8	3.30	8.37	2.10	74.4	35
9	2.91	6.63	2.65	58.9	28
10	2.59	5.26	3.34	46.8	25
11	2.30	4.11	4.21	37.1	20
12	2.05	3.31	5.31	29.4	18
13	1.83	2.62	6.70	23.3	16
14	1.63	2.08	8.45	18.5	13
15	1.45	1.65	10.7	14.7	10
16	1.29	1.31	13.4	11.6	8
17	1.15	1.04	16.9	9.23	4
18	1.02	0.823	21.4	7.32	3
19	0.91	0.653	26.9	5.80	2
20	0.81	0.518	34.0	4.60	1.8
21	0.72	0.411	42.8	3.85	1.5
22	0.64	0.326	54.0	2.89	1.2
23	0.57	0.258	68.1	2.30	1.0
24	0.51	0.205	85.9	1.82	0.8
25	0.45	0.162	108	1.44	0.6
26	0.40	0.129	137	1.14	0.55
27	0.36	0.102	172	0.908	0.45
28	0.32	0.0801	217	0.720	0.40
29	0.286	0.0642	274	0.571	0.30
30	0.255	0.0509	345	0.453	0.25
31	0.227	0.0404	435	0.359	0.20
32	0.202	0.0320	549	0.285	0.15
33	0.180	0.0254	692	0.226	0.12
34	0.160	0.0201	873	0.178	0.11
35	0.143	0.0160	1100	0.142	0.109
36	0.127	0.0127	1390	0.113	0.107
37	0.090	0.0100	1750	0.0893	0.06
38	0.080	0.0080	2210	0.0708	0.04
39	0.090	0.0063	2780	0.0562	0.03
40	0.080	0.0050	3510	0.0445	0.02
41	0.070	0.0038	4500	0.0360	0.01
42	0.060	0.0028	5668	0.0288	0.0089
43	0.055	0.0024	7150	0.0225	0.0072
44	0.051	0.0020	8650	0.0190	0.0059

FUENTE: Antonio Sobrevilla, INSTALACIONES ELÉCTRICAS, Ed, Alsina, Madrid, Esp., 2002.

## PLANILLA DE COMPUTO LUMINOTECNICO

### PLANTA BAJA

AMB.	L (m)	W (m)	A (m <sup>2</sup> )	H (m)	E (Lux)	RR	Lampara	LL(Lum)	UF	MF	N	Nli	Pot.Ilum (W)
A-1	8.00	5.75	46.00	2.5	400	1.387	Fluores. 40W	2750	0.53	0.7	18.0	16	640
A-2	8.75	5.75	50.31	2.5	400	1.338	Fluores. 40W	2750	0.53	0.7	19.0	16	640
A-3	5.75	4.75	27.31	2.5	400	1.040	Fluores. 40W	2750	0.5	0.7	11.4	10	400
A-4	5.75	4.75	27.31	2.5	400	1.040	Fluores. 40W	2750	0.5	0.7	11.4	10	400
A-5	7.75	5.75	44.56	2.5	400	1.320	Fluores. 40W	2750	0.53	0.7	17.5	16	640
A-6	7.75	5.75	44.56	2.5	400	1.320	Fluores. 40W	2750	0.53	0.7	17.5	16	640
A-7	5.75	3.75	21.56	2.5	400	0.907	Fluores. 40W	2750	1.5	0.7	9.0	8	320
ING	5.75	3.75	21.65	2.5	400	0.907	Fluores. 40W	2750	0.6	0.7	7.5	8	320
PPB	19.75	5.75	113.56	2.5	400	1.781	Fluores. 40W	2750	0.6	0.7	39.3	36	1440
B	5.75	3.5	20.12	2.5	400	0.907	Fluores. 40W	2750	0.5	0.7	9.0	8	320
		T	O	T	A	L						148	5760

#### REFERENCIAS:

L = Largo del ambiente

W = Ancho de ambiente

H = Altura de la luminaria hasta el plano de trabajo

A = Área del ambiente

E = Nivel de iluminación en Lux

RR = Relación del local

LL = Flujo luminoso

UF = Factor de utilización

MF = Factor de mantenimiento

N = Numero de lámparas

Nli = Numero de lámparas instaladas

Pot Ilum = Potencia de iluminación

## PLANILLA DE COMPUTO LUMINOTECNICO

### PLANTA ALTA

AMB.	L (m)	W (m)	A (m <sup>2</sup> )	H (m)	E (Lux)	RR	Lampara	LL(Lum)	UF	MF	N	Nli	Pot.Ilum (W)
A-8	8.75	5.75	50.31	2.5	400	1.387	Fluores. 40W	2750	0.53	0.7	19.7	16	640
A-9	8.00	5.75	46.00	2.5	400	1.338	Fluores. 40W	2750	0.53	0.7	18.0	16	640
A-10	7.5	5.75	43.13	2.5	400	1.301	Fluores. 40W	2750	0.5	0.7	17.9	16	640
A-11	5.75	4.75	27.31	2.5	400	1.040	Fluores. 40W	2750	0.5	0.7	11.4	10	400
A-12	8.75	5.75	50.31	2.5	400	1.403	Fluores. 40W	2750	0.53	0.7	20.3	18	640
A-13	8.00	5.75	46.00	2.5	400	1.320	Fluores. 40W	2750	0.53	0.7	17.5	16	640
A-14	7.5	5.75	43.13	2.5	400	1.301	Fluores. 40W	2750	0.5	0.7	17.9	16	640
PPA	19.75	5.75	113.56	2.5	400	1.781	Fluores. 40W	2750	0.6	0.7	39.3	36	1440
		T	O	T	A	L						148	5680

#### REFERENCIAS:

L = Largo del ambiente

W = Ancho de ambiente

H = Altura de la luminaria hasta el plano de trabajo

A = Área del ambiente

E = Nivel de iluminación en Lux

RR = Relación del local

LL = Flujo luminoso

UF = Factor de utilización

MF = Factor de mantenimiento

N = Numero de lámparas

Nli = Numero de lámparas instaladas

Pot. Ilum = Potencia de Iluminación