

**DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS Y DE SEÑALES DEL
PROYECTO “CENTRO CULTURAL Y EDUCATIVO NELSON MANDELA”.**

MARIANO ALFONSO CÁRDENAS RODRÍGUEZ

JORGE MARIO HERRERA JULIO

**Proyecto de trabajo de grado presentado como requisito parcial para
optar al título de Ingenieros Electricistas.**

CORPORACION UNIVERSITARIA TECNOLOGICA DE BOLIVAR

FACULTAD DE INGENIERIA ELÉCTRICA – ELECTRONICA

CARTAGENA DE INDIAS D. T. Y C.

OCTUBRE DE 2001

**DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS Y DE SEÑALES DEL
PROYECTO “CENTRO CULTURAL Y EDUCATIVO NELSON MANDELA”.**

MARIANO ALFONSO CÁRDENAS RODRÍGUEZ

JORGE MARIO HERRERA JULIO

**Proyecto de trabajo de grado presentado como requisito parcial para
optar al titulo de Ingenieros Electricistas.**

Director.

RICARDO GOMEZ RINCON

MSEE, MSEM.

CORPORACION UNIVERSITARIA TECNOLOGICA DE BOLIVAR

FACULTAD DE INGENIERIA ELÉCTRICA – ELECTRONICA

CARTAGENA DE INDIAS D. T. Y C.

OCTUBRE DE 2001

Cartagena de Indias, D.T. y C.

Octubre 16 de 2001

Señores:

DIRECCION DE INVESTIGACIONES

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

L.C.

Cordialmente me permito presentar para su consideración el trabajo de grado titulado **“DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS Y DE SEÑALES DEL CENTRO CULTURAL Y EDUCATIVO NELSON MANDELA”** de los estudiantes JORGE MARIO HERRERA J. y MARIANO A. CARDENAS R. para ser sometido a estudio y aprobación.

Atentamente.

RICARDO GÓMEZ RINCÓN
MSEE, MSEM.

Cartagena de Indias, D.T. y C.

Octubre 16 de 2001

Señores:

DIRECCION DE INVESTIGACIONES

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

L.C.

Mediante la presente hacemos entrega de nuestro trabajo de grado titulado **“DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS Y DE SEÑALES DEL CENTRO CULTURAL Y EDUCATIVO NELSON MANDELA”** para que sea sometido a estudio y aprobación como prerrequisito para optar al titulo de Ingenieros Electricistas.

Atentamente.

JORGE M. HERRERA JULIO
COD 0102353

MARIANO A. CÁRDENAS R.
COD 0102857

NOTA DE ACEPTACIÓN

PRESIDENTE DEL JURADO

JURADO

JURADO

Cartagena de Indias D. T. Y C. Enero 25 de 2002.

ARTICULO 105

La **CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR**, se reserva el derecho de propiedad intelectual de todos los trabajos de grado aprobados y no pueden ser explotados comercialmente sin autorización.

PROLOGO

El continuo asentamiento de personas en zonas subnormales ha sido una de las causas del incremento de los cinturones de miseria en las principales ciudades colombianas. Uno de estos asentamientos es Nelson Mandela, una comunidad conformada por desplazados de la violencia, el cual esta ubicado en el suroriente de la ciudad de Cartagena.

Son muchas las entidades que han puesto interés en la solución de los problemas básicos de la población desplazada, problemas como: educación, saneamiento básico y ambiental, empleo, etc. Una de estas entidades es la fundación Mario Santodomingo, la cual desarrolla un programa llamado “Sueños y Oportunidades” con la comunidad de Nelson Mandela. Uno de los principales proyectos es la creación del “Centro Cultural y Educativo Nelson Mandela” con el cual arrancara el programa “Sueños y oportunidades”.

La Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar, ha querido vincularse a este proyecto mediante su facultad de ingeniería eléctrica, aportándolos diseños de las instalaciones eléctricas y de señales del centro, y ese es el tema del que trata el presente informe.

A mi familia por el apoyo que me brindaron durante todo este tiempo.
Especialmente mi madre Ruth, a quien le debo el 100% de lo que he logrado hasta hoy y a mi abuelo Fermín, quien ha sido un pilar en mi vida.

Jorge Mario Herrera.

A mi familia por el apoyo incondicional brindado durante el tiempo de mis estudios. Especialmente mis Padres, Mariano Cárdenas y Alba Rodríguez. En quienes siempre puedo confiar.

Mariano Cárdenas Rodríguez

AGRADECIMIENTOS.

Queremos expresar todos nuestros agradecimientos a la Fundación Mario Santodomingo, por la oportunidad que nos brindaron de participar en tan grandioso proyecto, y al Ingeniero Ricardo Gómez Rincón que con su apoyo incondicional ayudo a que este proyecto tuviera u feliz termino.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.	19
1. DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS.	21
1.1. DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN.	21
1.1.1. Iluminación de Interiores.	21
1.1.1.1. Sistemas de alumbrado.	21
1.1.1.2. Métodos de Alumbrado.	23
1.1.1.3. Niveles de Iluminación Recomendados	26
1.1.1.4. Depreciación de la Eficiencia Luminosa y Mantenimiento.	27
1.1.2. Método de la Cavidad Zonal.	28
1.1.2.1. Formulas Básicas del Método de la Cavidad Zonal.	30
1.1.2.2. Pasos a Seguir para Diseñar un Sistema de Iluminación.	30
1.1.3. Alumbrado de Exteriores.	34
1.1.3.1. Alumbrado Deportivo.	35
1.1.3.2. Alumbrado Perimetral.	40
1.1.3.3. Alumbrado de Pasillos.	43
1.1.4. Calculo de Iluminación Aula Típica.	43
1.1.4. Calculo del Numero de Luminarias.	43
1.2. SALIDAS DE TOMACORRIENTES DE USO GENERAL.	46
1.3. SALIDAS ESPECIALES.	47
1.4. DISEÑO DEL SISTEMA DE TIERRAS.	48
1.4.1. Mallas de Tierra.	48
1.4.2. Calculo de la Corriente de Corto Circuito.	50
1.4.3. Diseño de la Malla de Puesta a Tierra.	52
1.5. DISTRIBUCIÓN DE POTENCIA Y CUADROS DE CARGA.	59
1.6. DISEÑO DE ACOMETIDAS Y TABLERO PRINCIPAL.	59
1.6.1. Calculo de acometidas Secundarias y Regulación de Voltaje.	61
1.6.2. Selección y Coordinación de Protecciones.	62
1.6.3. Tablero General de Baja Tensión.	62
1.7. CALCULO DEL TRANSFORMADOR Y LA PLANTA DE EMERGENCIA.	63
1.7.1 Protección del sistema en Media Tensión.	64
1.7.1.1 Pararrayos.	65
1.7.1.1.1 Construcción y Funcionamiento.	68

1.7.1.1.2. Características.	68
1.7.1.1.3. Selección.	69
1.7.1.2. Cortacircuitos.	70
1.7.1.2.1. Construcción.	71
1.7.1.2.2. Accionamiento.	72
1.7.1.2.3. Funcionamiento.	74
1.7.1.2.4. Hilos Fusible	74
1.7.6.. Selección de la Planta de Emergencia.	74
1.8. APROBACIÓN DEL PROYECTO ELÉCTRICO.	75
1.8.1. Disponibilidad de Carga.	75
1.8.2. Aprobación de Planos.	
1.9. PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN FÍSICA CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS.	76 78
1.9.1. Elementos que Intervienen en la Descarga	79
1.9.2. Pararrayos.	80
1.9.2.1. Puntas Franklin.	82
1.9.2.2. Pararrayos Ionizantes.	84
1.9.2.3. Malla de Tierra del Pararrayos.	84
2 DISEÑO DE LAS INSTALACIONES DE SEÑALES.	84
2.1 RED LOCAL DE COMPUTADORES.	85
2.1.1 Concepto de Una Red.	87
2.1.2 Componentes de una Red.	87
2.1.3 Realización de la Conexión en una Red.	88
2.1.4 Tarjeta de Interfaz de Red.	89
2.1.5 Cableado.	90
2.1.6 Cableado de Red	91
2.1.7 Comparación de Cables	92
2.1.8 Practicas de Instalación de Cableado UTP.	92
2.1.9 Arquitectura de la Red	93
2.1.10 Topología.	93
2.1.11 Método de Acceso al Cable.	93
2.1.12 Protocolo de Comunicación.	94
2.1.13 Cobertura de las Redes.	94
2.1.14 Red de Área Local.	95
2.1.15 Razones para instalar una Red de Computadores.	96
2.1.16 Diseño de la Red Local de Computadores	96
2.2. INSTALACIONES DE TELEFONÍA.	97
2.3. RED DE ALTAVOCES.	97
2.3.2. Especificación de un Sistema de Altavoces.	98
2.3.3. Formas de Transporte de una Señal de Audio.	100
2.3.4. Tipos de Cable.	101
2.3.5. Como Elegir la Potencia del Amplificador.	102
2.3.6. Diseño de la Red de Altavoces	102
2.4 CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN.	103
2.4.1 Especificaciones del sistema de CTV.	104

2.4.2.	Diseño del Sistema de CTV.	104
2.4.3.	Tipos de Cable.	105
2.4.3.1.	Cable Coaxial.	106
2.4.3.1.	Par Trenzado.	107
2.4.4.	La impedancia.	108
2.4.5.	El Decibel.	109
2.4.6.	Desempeño del Cable	110
2.4.7.	Selección del Cable y Equipos.	111
2.4.8.	Diseño de la Red de CTV.	113
2.4.9.	Calculo del Amplificador	113
3.	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PROYECTO.	139
4.	PRESUPUESTO DE OBRA DEL PROYECTO.	181
5.	CONCLUSIONES.	182
6.	BIBLIOGRAFÍA.	183
7.	ANEXOS.	

LISTA DE FIGURAS

	Pág
Figura 1. Ejemplo De Distribución De Luminarias En Alumbrado General.	23
Figura 2. Relación Entre El Alumbrado General Y El Localizado.	24
Figura 3. Ejemplo De Las Cavidades.	27
Figura 4. Coeficiente De Utilización Dado En Tablas De Los Fabricantes.	32
Figura 5. Diagrama De Cancha Múltiple Y Localización De Reflectores.	36
Figura 6. Diagrama Isolux Proyector RCG, Bombilla De 400 W Metal-Halide.	36
Figura 7. Detalle De Estructura Para Alumbrado Perimetral.	41
Figura 8. Detalle De Los Fosos De Conexión De Las Mallas De Tierra.	57
Figura 9. Presentación Comercial De Los Termomagnéticos.	60
Figura 10. Disposición Constructiva De Un Pararrayos.	78
Figura 11. Zona De Protección Para Un Pararrayos Ionizante.	80
Figura 12. Muestra De Los Componentes Típicos De Un Sistema En Red.	83
Figura 13. Componentes De Una Red.	85
Figura 14. Topología De Red.	87

Figura 15. Ámbito De Cobertura De Las Redes.	93
Figura 16. Distribución De Salidas Del CCTV.	110

LISTA DE CUADROS

	Pág
Cuadro 1. Iluminancias Recomendadas Según Actividad y Tipo de Local	26
Cuadro 2. Niveles de Iluminación para Alumbrado de Exteriores.	34
Cuadro 3. Niveles Luminosos para Espacios Deportivos	35
Cuadro 4. Aporte Lumínico por Reflector.	38
Cuadro 5. Niveles de Iluminación por Espacios	45
Cuadro 6. Comparación de Cables Utilizados en Redes.	90
Cuadro 7. Características del Cable para una Pérdida De Audio de 3 Db.	99
Cuadro 8. Perdidas en Cables Utilizados In la Transmisión de Vídeo.	112

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Características De Las Protecciones En Media Tensión.	183
Anexo B. Coeficiente De Utilización De Lámparas Y Curvas De Isolux.	188
Anexo C. Detalle De Montaje De Reflectores.	191
Anexo D. Tablas De Capacidad De Corriente Y Características De Los Conductores.	193

LISTA DE PLANOS

Plano 1. Localización.

Plano 2. Acometidas, Alumbrado Deportivo Y Perimetral.

Plano 3. Primer Piso Aulas Bachillerato Y Laboratorios.

Plano 4. Segundo Piso Aulas Bachillerato Y Laboratorio.

Plano 5. Preescolar

Plano 6. Capilla Y Casa Cural.

Plano 7. Cocina.

Plano 8. Primer Piso Administración.

Plano 9. Segundo Piso Administración.

Plano 10. Hogar Comunitario.

Plano 11. Aula Múltiple.

Plano 12. Cuadros De Carga, Regulación, Diagrama Unifilar, Detalle
Subestación

INTRODUCCIÓN.

El diseño de instalaciones eléctricas, los estudios y cálculos de los sistemas de alumbrado y los diseños de instalaciones de comunicaciones, son temas importantes en el desempeño profesional del ingeniero electricista.

En esta ocasión para realizar el diseño de instalaciones eléctricas se comienza con el proyecto de alumbrado, ya que por el tipo de actividad a desarrollar, este es tal vez el aspecto más importante de las instalaciones eléctricas. La elección del tipo de luminaria según la actividad a realizar en el local, la dureza del trabajo visual, las exigencias arquitectónicas y decorativas, las limitaciones constructivas del lugar y las consideraciones económicas son ítems que van a determinar la cantidad de luz necesaria y los mejores medios para conseguirla.

Se sigue con la ubicación de los tomacorrientes tanto para salidas comunes como para salidas especiales teniendo en cuenta las recomendaciones que para tal fin nos indica la norma ICONTEC 2050 (CODIGO ELECTRICO NACIONAL). Los resultados obtenidos se llevan a los cuadros de carga respectivos, asignando circuitos de alumbrado y de tomacorrientes de

acuerdo a la normatividad vigente, se eligen las protecciones de la instalación y se diseñan los sistemas de puesta a tierra de acuerdo con la norma IEEE-80.

Teniendo todo esto se continua con la selección de protecciones y medios de desconexión tanto en media como en baja tensión. Al poseer la totalidad de los diseños de las instalaciones eléctricas se procede con la solicitud de disponibilidad de carga y la aprobación del proyecto eléctrico todo esto por parte de la empresa local de distribución de energía.

Para el diseño de las instalaciones de señales y sistemas de comunicación se tienen en cuenta las normas especificadas para tal fin. El diseño de las redes de telefonía cuenta con los requisitos generales exigidos por la telefónica local al igual que las disposiciones que para tal fin presenta el NEC. La red local de computadoras fue diseñada teniendo en cuenta los criterios expresados por la norma ANSI/TIA/EIA 589, 590 además de las recomendaciones y protocolos de los fabricantes de los elementos que componen la red. Las instalaciones para circuito cerrado de televisión y altavoces son diseñadas con criterios de cálculo de pérdidas según el tipo de conductor tanto para transmisión de vídeo como para transmisión de sonido.

1. DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

1.1. DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

La determinación de los niveles de iluminación adecuados para una instalación no es un trabajo sencillo. Hay que tener en cuenta que los valores recomendados para cada tarea y entorno son fruto de estudios sobre valoraciones subjetivas de los usuarios (comodidad visual, agradabilidad, rendimiento visual...). El usuario estándar no existe y por tanto, una misma instalación puede producir diferentes impresiones a distintas personas. En estas sensaciones influirán muchos factores como los estéticos, los psicológicos, el nivel de iluminación, etc.

1.1.1. Iluminación de Interiores.

1.1.1.1. **Sistemas de Alumbrado.** Cuando una lámpara se enciende, el flujo emitido puede llegar a los objetos de la sala directamente o indirectamente por reflexión en paredes y techo. La cantidad de luz que llega directa o indirectamente determina los diferentes sistemas de iluminación con sus ventajas e inconvenientes.

La **iluminación directa** se produce cuando todo el flujo de las lámparas va dirigido hacia el suelo. Es el sistema más económico de iluminación y el que ofrece mayor rendimiento luminoso. Por contra, el riesgo de deslumbramiento directo es muy alto y produce sombras duras poco agradables para la vista. Se consigue utilizando luminarias directas.

En la **iluminación semidirecta** la mayor parte del flujo luminoso se dirige hacia el suelo y el resto es reflejada en techo y paredes. En este caso, las sombras son más suaves y el deslumbramiento menor que el anterior. Sólo es recomendable para techos que no sean muy altos y sin claraboyas puesto que la luz dirigida hacia el techo se perdería por ellas.

Si el flujo se reparte al cincuenta por ciento entre procedencia directa e indirecta hablamos de **iluminación difusa**. El riesgo de deslumbramiento es bajo y no hay sombras, lo que le da un aspecto monótono a la sala y sin relieve a los objetos iluminados. Para evitar las pérdidas por absorción de la luz en techo y paredes es recomendable pintarlas con colores claros o mejor blancos.

Cuando la mayor parte del flujo proviene del techo y paredes tenemos la **iluminación semiindirecta**. Debido a esto, las pérdidas de flujo por absorción son elevadas y los consumos de potencia eléctrica también, lo que hace imprescindible pintar con tonos claros o blancos. Por contra la luz es de

buena calidad, produce muy pocos deslumbramientos y con sombras suaves que dan relieve a los objetos.

Por último tenemos el caso de la **iluminación indirecta** cuando casi toda la luz va al techo. Es la más parecida a la luz natural pero es una solución muy cara puesto que las pérdidas por absorción son muy elevadas. Por ello es imprescindible usar pinturas de colores blancos con reflectancias elevadas.

1.1.1.2 Métodos de alumbrado Los métodos de alumbrado nos indican cómo se reparte la luz en las zonas iluminadas. Según el grado de uniformidad deseado, distinguiremos tres casos: alumbrado general, alumbrado general localizado y alumbrado localizado.

El **alumbrado general** proporciona una iluminación uniforme sobre toda el área iluminada. Es un método de iluminación muy extendido y se usa habitualmente en oficinas, centros de enseñanza, fábricas, comercios, etc. Se consigue distribuyendo las luminarias de forma regular por todo el techo del local

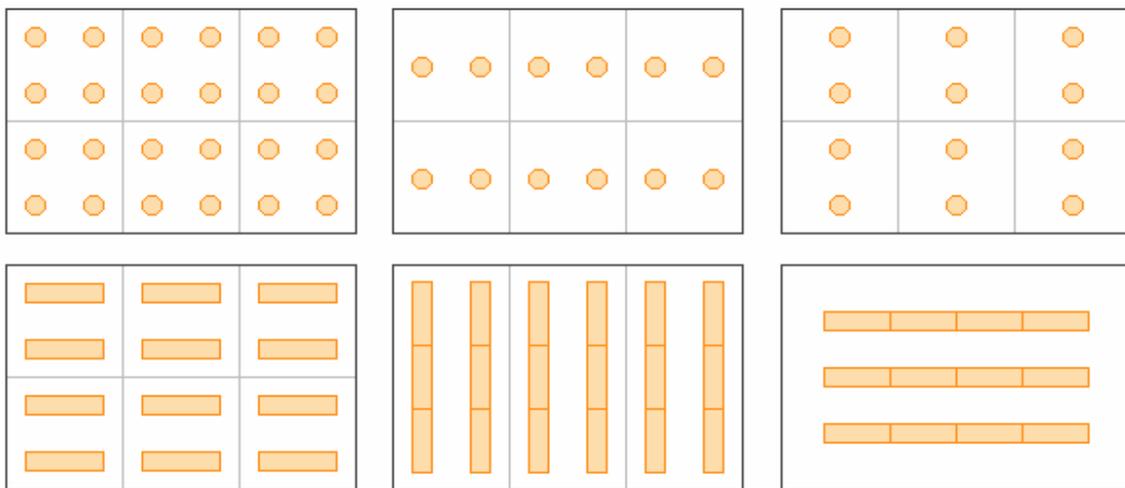


Figura 1. Ejemplos de distribución de luminarias en alumbrado general.¹

El **alumbrado general localizado** proporciona una distribución no uniforme de la luz de manera que esta se concentra sobre las áreas de trabajo. El resto del local, formado principalmente por las zonas de paso se ilumina con una luz más tenue. Se consiguen así importantes ahorros energéticos puesto que la luz se concentra allá donde hace falta. Claro que esto presenta algunos inconvenientes respecto al alumbrado general. En primer lugar, si la diferencia de luminancias entre las zonas de trabajo y las de paso es muy grande se puede producir deslumbramiento molesto. El otro inconveniente es qué pasa si se cambian de sitio con frecuencia los puestos de trabajo; es evidente que si no podemos mover las luminarias tendremos un serio problema. Podemos conseguir este alumbrado concentrando las luminarias

¹ Tomado de <http://edison.upc.es/curs/ilum>

sobre las zonas de trabajo. Una alternativa es apagar selectivamente las luminarias en una instalación de alumbrado general.

Empleamos el **alumbrado localizado** cuando necesitamos una iluminación suplementaria cerca de la tarea visual para realizar un trabajo concreto. El ejemplo típico serían las lámparas de escritorio. Recurriremos a este método siempre que el nivel de iluminación requerido sea superior a 1000 lux., haya obstáculos que tapen la luz proveniente del alumbrado general, cuando no sea necesaria permanentemente o para personas con problemas visuales. Un aspecto que hay que cuidar cuando se emplean este método es que la relación entre las luminancias de la tarea visual y el fondo no sea muy elevada pues en caso contrario se podría producir deslumbramiento molesto.

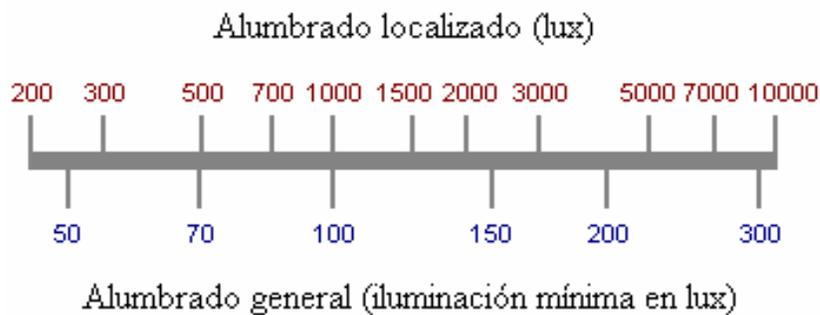


Figura 2. Relación entre el alumbrado general y el localizado²

² Tomado de <http://bdd.unizar.es/Pag2/electric.htm>

1.1.1.3 **Niveles de iluminación recomendados.** Los niveles de iluminación recomendados para un local dependen de las actividades que se vayan a realizar en él. En general podemos distinguir entre tareas con requerimientos luminosos mínimos, normales o exigentes.

En el primer caso estarían las zonas de paso (pasillos, vestíbulos, etc.) o los locales poco utilizados (almacenes, cuartos de maquinaria...) con iluminancias entre 50 y 200 lux. En el segundo caso tenemos las zonas de trabajo y otros locales de uso frecuente con iluminancias entre 200 y 1000 lx. Por último están los lugares donde son necesarios niveles de iluminación muy elevados (más de 1000 lux) porque se realizan tareas visuales con un grado elevado de detalle que se puede conseguir con iluminación local.

Cuadro 1. Iluminancias recomendadas según actividad y tipo de local.

Tareas y clases de local	iluminancias media en servicio (lux)		
	Mínimo	Recomendado	Optimo
Zonas generales de edificios			
Zonas de circulación, pasillos	50	100	150
Escaleras, escaleras móviles, roperos, lavabos, almacenes y archivos	100	150	200
Centros docentes			
Aulas, laboratorios	300	400	500
Bibliotecas, salas de estudio	300	500	750
Oficinas			
Oficinas normales, mecanografiado, salas de proceso de datos, salas de conferencias	450	500	750
Grandes oficinas, salas de delineación, CAD/CAM/CAE	500	750	1000

Comercios			
Comercio tradicional	300	500	750
Grandes superficies, supermercados, salones de muestras	500	750	1000
Industria (en general)			
Trabajos con requerimientos visuales limitados	200	300	500
Trabajos con requerimientos visuales normales	500	750	1000
Trabajos con requerimientos visuales especiales	1000	1500	2000
Viviendas			
Dormitorios	100	150	200
Cuartos de aseo	100	150	200
Cuartos de estar	200	300	500
Cocinas	100	150	200
Cuartos de trabajo o estudio	300	500	750

1.1.1.4 Depreciación de la Eficiencia Luminosa y Mantenimiento. El paso del tiempo provoca sobre las instalaciones de alumbrado una disminución progresiva en los niveles de iluminancias. Las causas de este problema se manifiestan de dos maneras. Por un lado tenemos el ensuciamiento de lámparas, luminarias y superficies donde se va depositando el polvo. Y por otro tenemos la depreciación del flujo de las lámparas.

En el primer caso la solución pasa por una limpieza periódica de lámparas y luminarias. Y en el segundo por establecer un programa de sustitución de las lámparas. Aunque a menudo se recurre a esperar a que fallen para cambiarlas, es recomendable hacer la sustitución por grupos o de toda la instalación a la vez según un programa de mantenimiento. De esta manera

aseguraremos que los niveles de iluminancia real se mantengan dentro de los valores de diseño de la instalación.

1.1.2. Método de Cavidad Zonal. Este método asume que cada local esta constituido por tres diferentes zonas o cavidades para producir iluminación uniforme. Cada una de ellas será tratada en conjunto, ya que tiene un efecto en cada una de las otras cavidades para producir iluminación uniforme. Este método calcula niveles de iluminación promedio horizontales a través de un espacio. Este sistema también es llamado “método del lumen” en este, se divide el local en tres cavidades separadas. Estas son:

1. Cavidad de techo.
2. Cavidad de local.
3. Cavidad de piso.

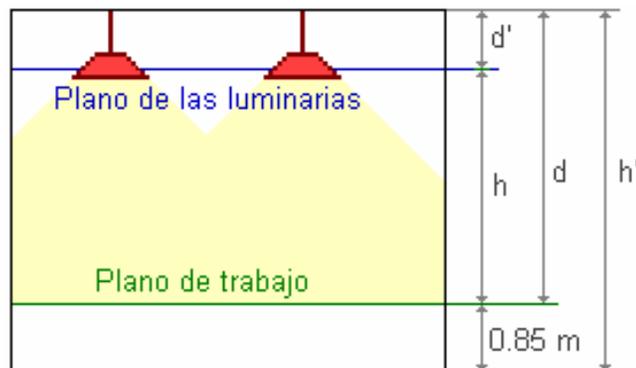


Figura 3. Ejemplo de las cavidades.

d' = Altura de la cavidad de techo.

h = Altura de cavidad del local.

La altura recomendada de la altura de cavidad de piso es 0.85 metros que es la altura entre el piso y el plano de trabajo del local.

La teoría básica considerada en este método de cálculo de iluminación es que la luz producida por una bombilla o luminaria es reflejada por toda la superficie del área. Las reflexiones múltiples de la luz desde la luminaria y desde la superficie del local actúan para producir la luz en el plano de trabajo. Debido a este hecho es muy importante determinar:

- 1) las dimensiones del local
- 2) las reflectancias del local referente a:
 - a) techo
 - b) paredes, y
 - c) piso
- 3) Características de la bombilla
- 4) Características de la luminaria
- 5) Efectos ambientales
 - a) polvo y suciedad
 - b) temperatura
- 6) Mantenimiento planeado del sistema de iluminación.

1.1.2.1. **Formulas Básicas del Método de Cavidad Zonal.** La formula básica para determinar el numero de luminarias necesarias para producir un nivel de iluminación deseado para un espacio conocido es como sigue:

$$\text{Luxes} = \frac{\text{N}^\circ \text{ deluminari as} * \text{Lámparas / Luminarias} * \text{Lúmenes / Lamparas} * \text{c.u.} * \text{m.f.}}{\text{Area}}$$

Donde:

c.u. = Coeficiente de utilización de la luminaria.

m.f. = Factor de mantenimiento de la luminaria.

La formula requiere del conocimiento de las bombillas, luminarias y factores de mantenimiento. Estos valores aparecen publicados en manuales de luminotecnica y en los catálogos de los fabricantes de lámparas y bombillas.

1.1.2.2. **Pasos a Seguir para Diseñar un Sistema de Iluminación.** Con objeto de simplificar el procedimiento de cálculo para determinar el numero de luminarias así como la localización de estos en el área, se deben seguir los siguientes pasos:

- 1) Determinar el tipo de trabajo que se desarrollara en el local.
- 2) Determinar que fuente luminosa deberá usarse.

- 3) Determinar que condiciones ambientales prevalecerán en el área. Esto nos ayudara a determinar los efectos de polvo, suciedad y las condiciones ambientales que se deban tener en cuenta.
- 4) Determinar las características físicas y operacionales del área y como se utilizara. Esto incluye las dimensiones del local, valores de reflectancia localización del plano de trabajo y características operacionales.
- 5) Seleccionar la luminaria que se usara. Algunos de los factores que ayudan a determinar la luminaria que deberá usarse son:
 - a) Altura de montaje.
 - b) Tipo de bombilla seleccionada.
 - c) Características de depreciación de la luminaria
 - d) Restricciones físicas del montaje (colgante, empotrado, abierto, cerrado, etc.).
 - e) Mantenimiento requerido.
 - f) Costo, tamaño y peso.
 - g) Aspecto estético.
7. Determinar los factores de depreciación de la luz para el área. Los factores de perdida de luz se pueden dividir en dos categorías:
 - a) No recuperables.
 - b) Recuperables.

Los factores no recuperables se consideran así:

La temperatura ambiental, la cual puede afectar el comportamiento de la luminaria, voltaje de alimentación, características del balasto y características de la superficie de la luminaria.

Los factores recuperables son:

La depreciación de la producción lumínica de la bombilla; las bombillas fuera de operación; depreciación de la luminaria debido al polvo multiplicando todos los factores de pérdida se obtiene un factor de pérdida neta.

8. Cálculo de las razones de cavidad.

- a) Cavidad local
- b) Cavidad de techo
- c) Cavidad de piso

La fórmula para el cálculo de la relación de cavidades:

$$R.C. = \frac{5 * altura * (largo + ancho)}{largo * ancho}$$

La altura corresponde a la altura de la cavidad del local, piso o techo.

9. Determinar las reflectancias efectivas correspondientes a las cavidades de techo y piso. Si todas las superficies son altamente reflectivas, o si las luminarias se encuentran localizadas directamente en el techo, no será necesario efectuar este cálculo.

10. Determinar el coeficiente de utilización. El coeficiente de utilización se encuentra en los datos técnicos proporcionados por el fabricante para la luminaria que se usara.
11. Cálculo del número de luminarias requerido. Con los datos enumerados anteriormente se debe aplicar la siguiente formula:

$$\text{N}^\circ \text{Luminarias} = \frac{\text{Area (m}^2 \text{ * Luxes (promedio mantenido))}}{\text{N}^\circ \text{Bombillas / Luminaria * Lumenes / Bombillas * c.u. * f.m}}$$

Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización (γ)								
		Factor de reflexión del techo								
		0.7			0.5			0.3		
		Factor de reflexión de las paredes								
		0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1
	1	.28	.22	.16	.25	.22	.16	.26	.22	.16
	1.2	.31	.27	.20	.30	.27	.20	.30	.27	.20
	1.5	.39	.33	.26	.36	.33	.26	.36	.33	.26
	2	.45	.40	.35	.44	.40	.35	.44	.40	.35
	2.5	.52	.46	.41	.49	.46	.41	.49	.46	.41
	3	.54	.50	.45	.53	.50	.45	.53	.50	.45
	4	.61	.56	.52	.59	.56	.52	.59	.56	.52
	5	.63	.60	.56	.63	.60	.56	.62	.60	.56
	6	.68	.63	.60	.66	.63	.60	.65	.63	.60
	8	.71	.67	.64	.69	.67	.64	.68	.67	.64
	10	.72	.70	.67	.71	.70	.67	.71	.70	.67

Figura 4. Coeficiente de Utilización dado en tablas de los fabricantes³

³ Tomado de <http://edison.upc.es/curs/ilum>

1.1.3. **Alumbrado de Exteriores.** El alumbrado de exteriores trata de proporcionar el nivel de iluminación adecuado en todos aquellos lugares al aire libre que por un motivo u otro lo necesitan. Estos motivos pueden ser muy variados, como por ejemplo: turísticos, deportivos, estéticos, de seguridad ciudadana, de seguridad vial, etc.

Seguidamente ofrecemos una tabla de valores de niveles de iluminación que se suelen utilizar en alumbrados exteriores.

Cuadro 2. Niveles de Iluminación para Alumbrado de Exteriores.

ALUMBRADO DE EXTERIORES		
Espacio a iluminar	Niveles de iluminación en luxes	
	Bueno	Muy bueno
1.- Alumbrado público		
Autopistas	20	40
Carreteras con tráfico denso	15	30
Carreteras con tráfico medio	10	20
Calle de barrio industrial	10	20
Calle comercial con tráfico rodado	10	20
Calle comercial sin tráfico rodado importante	7,5	15
Calle residencial con tráfico rodado	7,5	15
Calle residencial sin tráfico rodado importante	5	10
Grandes plazas	20	25
Plazas en general	8	12
Paseos	12	16
Túneles:		
- Durante el día	100	200
- Alumbrado de acceso	1.000	2.000
- Durante la noche	30	60
2.- Alumbrado industrial exterior		
Zonas de transporte	20	40
Lugares de almacenaje	20	40
Alumbrado de vigilancia	5	10

Entradas	50	100
3.- Alumbrado deportivo		
Campos de fútbol	300	1.000
Pistas de tenis	100	300
Pistas de patinaje	10	30

1.1.3.1. **Alumbrado Deportivo.** Dentro del alumbrado de exteriores, tenemos el alumbrado deportivo, que últimamente ha alcanzado un auge extraordinario. Según sea el deporte elegido y su aplicación específica, así será el nivel de iluminación a aplicar, por lo que seguidamente mostramos algunos valores de iluminación recomendados en cada caso.

Cuadro 3. Niveles luminosos para espacios deportivos

Tipo de espacio	Luxes
Voleibol	
Competición	200
Entrenamiento	100
Boxeo	
Campeonatos	5.000
Profesional	2.000
Aficionados	1.000
Fútbol	
1ª División	1.000
Torneos juveniles	200
Entrenamiento	100
Tenis. Una pista	
Campeonato	300
club	200
Entrenamiento	100

La resolución de estos problemas puede hacerse analíticamente, punto por punto o gráficamente. Sea por ejemplo la cancha mixta, que queremos iluminar con el proyector tipo RRA. Una solución a primera vista viable, sería utilizar ocho proyectores montados en cuatro postes de 12 metros de altura y con una inclinación de 60° . Sobre la pista, los 15 puntos que consideramos de mayor importancia los representamos sobre el dibujo, y observamos que es suficiente con determinar solamente 6, ya que el resto de los puntos son iguales por tratarse de un dibujo simétrico. Figura (1.5).

El proceso se inicia determinando la influencia que tiene cada uno de los ocho proyectores, sobre cada uno de los seis puntos en cuestión. Seguidamente, se lleva sobre las curvas Isolux el dibujo de la cancha, naturalmente a la misma escala de las curvas, y se determina el valor del nivel de iluminación que le corresponde a cada punto. El caso que se trata de resolver utiliza postes de 12 metros de altura y proyectores con lámparas de vapor de Metal-Halide de 400 W. (32.000 Lm). Para el procedimiento se hace coincidir el punto cero de la curva con la ubicación del proyector, se enlistan los aportes lumínicos de cada luminaria a los puntos ubicados sobre el área a iluminar.

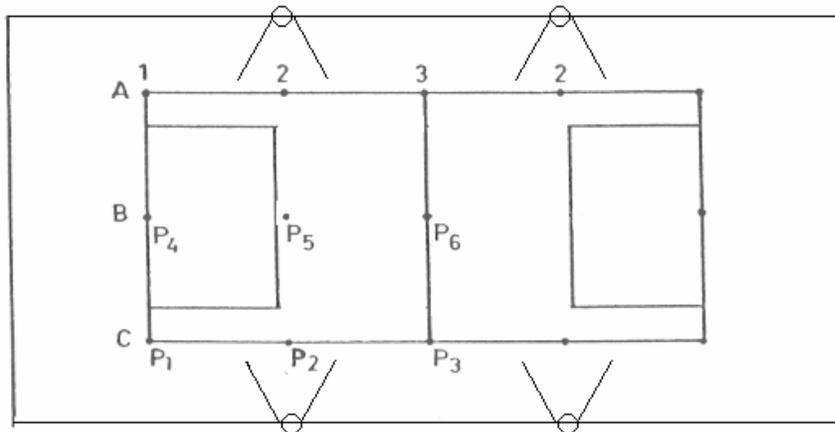


Figura 5. Diagrama cancha múltiple y localización de reflectores

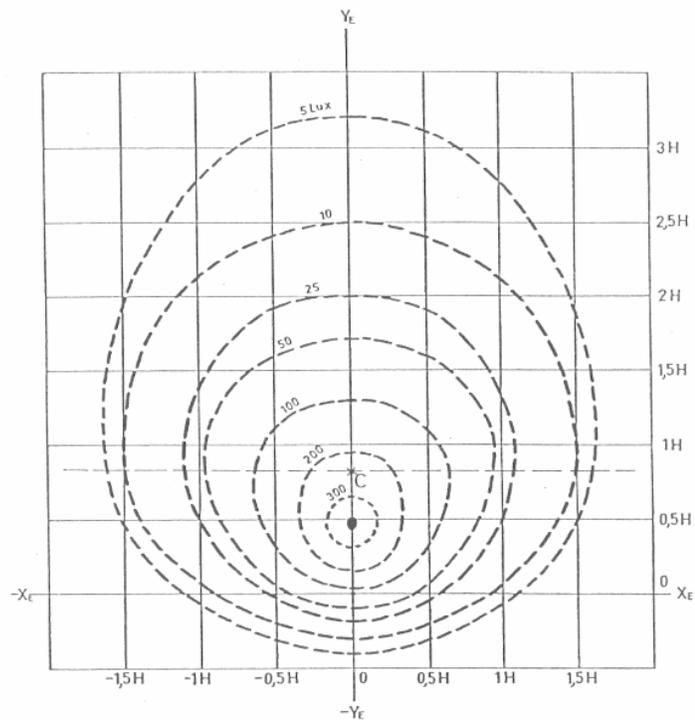


Figura 6. Diagrama Isolux, proyector RCG bombilla 400 W Metal-Halide⁴

⁴ Tomado de <http://bdd.unizar.es/Pag2/Tomo2/>

El nivel de iluminación obtenido para estos seis puntos, da idea de la distribución de la iluminación sobre la pista, pudiendo obtener el valor medio de iluminación, así como el valor de uniformidad media y mínima.

Punto	Iluminación por punto (luxes)	E (luxes)
P ₁	18 + 13 + 15 + 10 + 2 x 9 + 2 x 8	90
P ₂	40 + 15 + 40 + 15 + 2 x 5 + 2 x 4	128
P ₃	2 x 25 + 2 x 15 + 2 x 12 + 2 x 9	122
P ₄	2 x 30 + 2 x 20 + 2 x 4 + 2 x 2	112
P ₅	4 x 22 + 4 x 22	172
P ₆	4 x 38 + 4 x 18	224

Cuadro (1.4). Aporte lumínico por reflector.

$$E_a = \frac{\sum E_n}{n} = \frac{846}{6} = 141 \text{ Luxes}$$

Al sobreponer las curvas Isolux sobre el plano de la cancha, se puede apreciar como una gran parte del flujo producido por las luminarias se desperdicia, pudiendo afirmar que el coeficiente de utilización de los proyectores resulta ser muy bajo en estos casos, del orden de 0,3 a 0,7. Así por ejemplo, aplicando la fórmula general del flujo total emitido con respecto a la superficie iluminada, tendremos que el coeficiente de utilización será:

$$C.U. = \frac{E_a * S}{8 * f_t * f.m.} = \frac{141 * (15 * 25)}{8 * 32000 * 0.6} = 0.35$$

Es decir, que en el caso que nos ocupa, el $100 - 35 = 65\%$ del flujo total emitido se desperdicia.

Nada se ha dicho sobre el deslumbramiento, pero se comprende que en un alumbrado deportivo este concepto es de suma importancia. Como es sabido, el índice de deslumbramiento es función de diversas causas entre las que se cuentan la luminancia de los puntos de luz y la posición de éstos dentro del campo visual de los jugadores.

La disminución de la luminancia, o intensidad luminosa por unidad de superficie, tiene difícil solución, ya que ello obligaría a aumentar considerablemente la superficie reflector de los proyectores, con el consiguiente aumento de volumen y peso de los mismos.

A base de elevar los puntos de luz sobre la superficie de juego, se consigue controlar el deslumbramiento, pudiendo admitir que la mínima altura aceptable corresponde a la determinada por la dirección que partiendo de los ojos de un jugador en el centro del campo, forme un ángulo de 20° con la horizontal. Lógicamente, cuanto más altos se encuentren los proyectores menor será el deslumbramiento.

1.1.3.2. **Alumbrado Perimetral.** Normalmente en la ejecución de un calculo de alumbrado perimetral se tienen varios parámetros conocidos como son:

- El tipo de luminaria a emplear
- Nivel de iluminación requerido
- Separación entre las luminarias

Se tiene la siguiente ecuación:

$$S = \frac{f * C.U * f.m}{E * W}$$

donde:

- S** = separación o interdistancia entre luminarias (mts)
- f** = flujo luminoso de la bombilla en lúmenes
- C.U.** = coeficiente de utilización
- f.m.** = factor de mantenimiento o perdidas
- E** = nivel lumínico promedio (Luxes)
- W** = ancho total de la vía.

Con la ayuda de las curvas fotométricas obtenemos datos importantes como el coeficiente de utilización, el nivel lumínico en (Luxes), la altura de montaje,

ángulo de inclinación, tipo de reflector y número de lúmenes de la bombilla empleada.

Las curvas fotométricas deben cumplir con las especificaciones ANSI (RP-8). Al finalizar el cálculo se llega a la conclusión que para lograr el nivel de iluminación, preestablecido con las condiciones de montaje fijadas, inicialmente se requiere una separación o interdistancia de X mts.

También deben tenerse en cuenta otros aspectos tales como efectos de color, sombras, contrastes, deslumbramientos, etc. Los cuales permitirán fijar la iluminancia a obtener y determinar el tipo de luminaria a utilizar.

Los factores que determinan las exigencias que debe cumplir un alumbrado perimetral y de vigilancia son:

- Seguridad
- Estética

Ambos factores están ligados en la mayoría de los casos, pero tiene más importancia el primero debido a la inseguridad de la zona.

Nivel de iluminación 10 Luxes

Luminaria IJK-A horizontal abierta para exterior

Bombilla de 150 W de sodio fosforada 14500 Lúmenes

Altura del montaje 8 mts

Relación adelante = 0,875C.U= 0,25

Relación atrás = 0,125.....C.U=0,21

C.U= 0,46

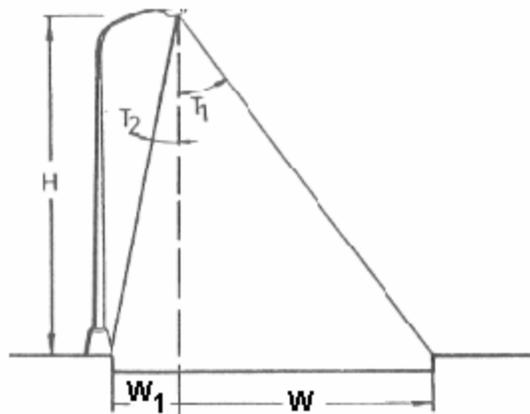


Figura 7. Detalle de estructura para alumbrado perimetral⁵

$$S = \frac{14500 * 0,46 * 0,8}{10 * 8} = 66,7 \text{ mts @ } 66 \text{ mts}$$

Se instalaran estructuras cada 66 metros

⁵ Tomado de <http://bdd.unizar.es/Pag2/Tomo2/>

1.1.3.3. Alumbrado De Pasillos

Fuente luminosa: Incandescente de 100 W, 1580 Lúmenes

Lámpara: sin luminaria

Nivel de iluminación: 100 Luxes

$$S = \frac{1580 * 0,8 * 0,8}{100 * 2} = 5 \text{ mts}$$

se instalaran lámparas con las anteriores características cada 5 metros

- Apliques de pared
- Alumbrado uniforme.

1.1.4. Cálculo de Iluminación Aula Típica

1.1.4.1. Cálculo del Numero de Luminarias

Salones

Luxes deseados, 400

Tipo de luminaria, Slimline de 2 x 48 tipo industrial abierta de sobreponer

Altura del montaje, 2,6 mts

Altura plano de trabajo, 0,85 mts

Altura cavidad de techo, 0,0 mts

Altura cavidad local, 1,75 mts

Dimensiones del local, 7 x 7 mts

Flujo luminoso

Fuente luminosa:

- Fluorescente de 40 W, (3150 Lm); 22 W, (1600 Lm)
- Incandescente de 100 W, (1580 Lm)

Factor de mantenimiento: 0.86

Coeficiente de utilización: 0.83 para una reflectancia de paredes del 50% y de techo del 80% (dato de tablas).

$$RCT = \frac{5 * altura * (Largo + Ancho)}{Largo * Ancho}$$

$$RCT = \frac{5 * 0 * (7 + 7)}{49} = 0$$

$$RCP = \frac{5 * altura * (Largo + Ancho)}{Largo * Ancho}$$

$$RCP = \frac{5 * 0,85 * (7 + 7)}{49} = 1,21$$

$$RCL = \frac{5 * altura * (Largo + Ancho)}{Largo * Ancho}$$

$$RCL = \frac{5 * 1,75 * (7 + 7)}{49} = 2,5$$

$$N^{\circ} \text{ Luminarias} = \frac{Area(m^2) * Luxes(Pr omedio mantenido)}{N^{\circ} \text{ Bombillos / Luminaria} * Lumenes / Bombillo * C.U * f.m}$$

$$N^{\circ} \text{ Luminarias} = \frac{49 * 400}{2 * 3150 * 0,82 * 0,86} = 4,3 \text{ Lamp} \cong 4 \text{ Lamp}$$

Cálculos similares nos dan los siguientes resultados:

Cuadro (1.5). Niveles de Iluminación por Espacios

Recinto	Area M²	Luxes	N° de Lámparas
Laboratorio de Idiomas	7*10	400	6
Laboratorio de sistemas	7*12	400	8
Sala de Lectura	7*12	400	8
Aulas	7*7	500	4
Baños de Bachillerato	6,7*2,7	100	3 incand
Comedor	9*9	200	4
Cocina (Circular)		200	3
Bodegas Cocina	1,8*3	100	1
Biblioteca	9,7*12	500	9
Sala de Profesores	4,5*8,5	400	6
Recepción	4,5*4,5	250	4
Cocineta Administración	2,5*3	250	1
Oficina Primer Piso	3,7*3	250	1
Baños 2° Piso de Bachillerato	2,5*1,7	100	1 incand
Oficina de Coordinación	3,5*3	250	1
Secretaria	3,5*2,5	250	1
Rectoría	3,5*3,5	250	1
Casa de Monjas		100	1 incand/espacio
Baños Primaria	4,5*6,7	100	5 incand
Baños Preescolar	3,7*6,7	100	4 incand
Laboratorio de Biología	9,5*6,7	500	6
Laboratorio de Física	9,5*6,7	500	6
Laboratorio de Química	9,5*6,7	500	6
Deposito de Laboratorio	2*3,3	100	1 incand
Enfermería	4,5*4,3	500	4 (2x22)
Salones del hogar comunitario	4* 6	400	4 (2x22)
Cocina hogar comunitario	4*4	300	5 (2*22)
Baños hogar comunitario	4*6	100	5 incand
Biblioteca	10*12.5	600	9
Auditorio (tarima)	6*12.5	500	3 (Hg 250W)
Auditorio (platea)	15*15	200	9 (Hg 250W)
Auditorio (lobby)	7*3	200	3 (2*22)

1.2. SALIDAS DE TOMACORRIENTES DE USO GENERAL.

El tomacorriente es un dispositivo de contacto instalado en una salida para la conexión de un solo enchufe. Un tomacorriente sencillo es un dispositivo de un solo juego de contactos; uno múltiple es un dispositivo con dos o más tomacorrientes.

Los tomacorrientes instalados para la conexión de artefactos y de cordones portátiles, tendrán una capacidad no menor de 15 amperios para 120 ó 240 voltios y será del tipo adecuado para que no pueda tener uso como portalámparas. (NEC 410-56 a). Todos los tomacorrientes que se instalen deben poseer un conector fijo para la puesta a tierra, además los conectores fijos y los enchufes deben estar provistos de un polo adicional para puesta a tierra.

Todos los tomacorrientes de la instalación deberán estar ubicados a distancias iguales entre sí, siempre y cuando sea posible, en las áreas de cocina y comedores se instalarán tomacorrientes cada 0.6 metros de longitud del mostrador. La ubicación física de los tomacorrientes está en los planos correspondientes.

1.3. SALIDAS ESPECIALES.

Las salidas especiales son puntos en el sistema de alambrado, de donde se toma corriente para alimentar un equipo determinado, por lo general la alimentación de este tipo de salidas (cableado) es independiente de las otras salidas del sistema, por potencia que manejan y poseen una protección independiente debido al tipo de carga que sirven.

Las salidas especiales se distinguen de las del resto del sistema por la tensión de servicio que por lo general es monofásica de 220 voltios ó trifásica de 220 voltios, para este caso. En cada una de las salidas de este tipo se instalan tomacorrientes para tal propósito.

Entre las salidas especiales del sistema encontramos:

- Salidas para aires acondicionado.
- Salidas para la UPS.

La ubicación de estas salidas esta en los planos respectivos.

1.4. DISEÑO DEL SISTEMA DE TIERRAS

1.4.1. **Mallas de Tierra.** La red de conexión a tierra suministra la adecuada protección al personal y al equipo que dentro o fuera de las subestación pueden quedar expuestos a tensiones peligrosas cuando se presentan fallas a tierra en la instalación. Estas tensiones dependen básicamente de dos factores:

La corriente de falla a tierra que depende del sistema de potencia al cual se conecta la subestación y la resistencia de puesta a tierra en la malla que depende de la resistividad del suelo, del calibre de los conductores de la malla, su separación, su profundidad de enterramiento y la resistividad superficial del piso de la subestación.

La máxima resistencia de puesta a tierra en subestación aérea debe ser de 5Ω . De acuerdo con las siguientes exigencias del terreno se emplearan una o más varillas de cooperweld de $5/8'' * 8'$ conectadas entre si por medio de conductor de cobre desnudo de calibre 4 AWG. La conexión a tierra del transformador se hará de tal forma que en ningún caso exista contacto falso o directo con la cuba del transformador y serán conectados a ellos los siguientes elementos:

- El conector de la cuba

- El neutro secundario del transformador
- Los pararrayos
- Las pantallas de los cables aislados para 15 KV

La conexión a tierra siempre será verificada midiendo en todo caso la resistividad del terreno.

Pueden ser construidas mallas de puesta a tierra para las subestaciones, las cuales deben cumplir las siguientes condiciones:

1. Debe tener una resistencia tal que el sistema se considere sólidamente puesto a tierra
 - Para 13.2 KV la resistencia de malla debe ser 5Ω máximo
 - Para 34.5 KV la resistencia de malla debe ser 3Ω máximo
 - Para 115 KV la resistencia de malla debe ser 1Ω máximo
2. La variación de la resistencia, debido a cambios ambientales, debe ser tal que la corriente de falla a tierra, en cualquier momento, sea capaz de producir el disparo de las protecciones. Normalmente se toma el valor de la corriente de falla monofásica.
3. El tiempo máximo de duración de la falla en segundos se toma de los tiempos de operación de las curvas características de los fusibles.

4. Al pasar la corriente de falla durante el tiempo máximo de falla, no debe existir calentamientos excesivos.
5. Debe conducir las corrientes de falla sin provocar gradientes de potencial peligrosos entre puntos vecinos.
6. Debe ser resistente a la corrosión.

1.4.2. **Cálculo de la corriente de corto circuito.** Determinar la corriente de corto circuito es uno de los cálculos mas importantes en el diseño de protecciones de una instalación eléctrica, partiendo del nivel de corto circuito que da la empresa distribuidora de energía se realiza el método de cálculo para determinar entre otras la corriente de falla necesaria para el calculo de la malla de tierras de la subestación.

Para el cálculo de la corriente de corto circuito (I_{cc}), de la instalación se toma el nivel de corto circuito dado por la empresa local de distribución de energía, este valor esta dado por cada tramo del alimentador. El nivel de c.c. para el calculo de la corriente de c.c es:

I_{cc} = 8 KAmper (dato suministra do por electrocosta)

V_{base} = 13.2 KV

KVA_{Base} = 75 KVA

KVA_{cc} = $\sqrt{3}I_{cc} * V_{Base}$

KVA_{cc} = $\sqrt{3} * 8KA * 13.2KV$

KVA_{cc} = 182904,5 KVA

Z_{CC} = $\frac{KVA_{Base}}{KVA_{cc}}$

Z_{CC} = $\frac{75 KVA}{182904,5 KVA} = 4,1 * 10^{-4} P.U$

Z_{Total} = Z_{CC} + Z_{Trafo}

Z_{Trafo} = 0,05P.U (dato de tablas)

Z_{Total} = 0,05 + 4,1 * 10⁻⁴ P.U

Z_{Total} = 5,04 * 10⁻² P.U

I_{CC} = $\frac{1,0}{5,04 * 10^{-2} P.U}$

I_{CC} = 19,837P.U

I_{Base(Secundaria)} = $\frac{KVA_{Base}}{\sqrt{3}V_{Base}}$

I_{Base(Secundaria)} = $\frac{7,5KVA}{\sqrt{3} * 220}$

I_{Base(Secundaria)} = 196,82 Amp

I_{CC(Amp)} = I_{CC.PU} * I_{Base(Secundaria)}

I_{CC(Amp)} = 19,837P.U * 196,82 Amp

I_{CC(Amp)} = 3904,3 Amp

I_{CC(Asimetrica)} = 1,25 * I_{CC}

I_{CC(Asimetrica)} = 1,25 * 3904,3

I_{CC(Asimetrica)} = 4880,4 Amp

La protección debe ser 10 KAmper a 220 V. El cálculo se realizó para un transformador de 75 KVA 13,2 / 0,22 – 0,127 KV DYn5

1.4.3. Diseño de la Malla de Puesta a Tierra.

- Sección del conductor

$$A = I_F * \frac{33 * t}{\text{Log}_{10} \frac{T_m - T_a}{234 + T_a} + 1} \quad (\text{cm})$$

- Cálculo de la corriente de falla

$$I_F = I_{CC} * 1,5$$

- Prueba de fusión del conductor

$$I = \frac{A(\text{cm})}{6,5 \frac{\text{cm}}{\text{A}}} (\text{Amp})$$

- **Calculo de la longitud**

$$L = \frac{K_m * K_i * r * I_F \sqrt{t}}{165 + 0,25 * r_s} \text{ (m)}$$

t = Duración del choque sin causar daño en el corazón, 0,2 seg

r_s = 3000 Ω-m Resistividad de la gravilla

r = 80 Ω-m Resistividad del terreno.

K_m = Coeficiente de contacto

K_i = Coeficiente de regularidad

$$K_M = \frac{1}{2p} \text{Ln} \frac{D^2}{16 * h * d} + \frac{1}{p} \text{Ln} \left(\frac{3}{4} * \frac{5}{6} * \frac{7}{8} * \frac{9}{10} * \frac{11}{12} * \dots * \frac{n}{n} \right)$$

D = Separación de los cables que forman la cuadrícula

H = Profundidad a la cual se coloca la malla

d = Diámetro del conductor

El numero de términos entre paréntesis es igual al numero de conductores en paralelo menos dos.

$$K_i = 0.65 + 0.172 * n$$

n = Numero de conductores en paralelo en la malla tomados en una sola dirección.

$$n = \frac{\text{Ancho de lote}}{D} + 1$$

Área Del Conductor

$$A = I_F \cdot \frac{33 \cdot t}{\text{Log}_{10} \frac{T_m - T_a}{234 + T_a} + 1} \quad (\text{CM})$$

$$I_F = I_{CC} \cdot 1.5$$

$$I_F = 5 \text{ KA} \cdot 1.5 = 7.5 \text{ KA}$$

$$A = 7.5 \text{ KA} \cdot \frac{33 \cdot 0.5}{\text{Log}_{10} \frac{250 - 40}{234 + 40} + 1} \quad (\text{CM})$$

$$A = 61287 \text{ (CM)} @ 61 \text{ MCM}$$

61 MCM equivale al calibre AWG # 2 de cobre

Prueba De Fusión

$$I = \frac{A(\text{CM})}{6.5 \text{ CM/A}} = \frac{61287}{6.5} (\text{A}) = 9428.8 \text{ A}$$

Por lo tanto es el conductor apropiado ya que soporta una corriente mayor a la de falla.

Calculo De La Longitud

$$L = \frac{K_M * K_I * I_F * r * I_F * \sqrt{t}}{165 + 0.25 * r_s}$$

Coeficiente de contacto

$$K_M = \frac{1}{2p} * \text{Ln} \left(\frac{D^2}{16 * h * d} \right)^{\frac{1}{3}} + \frac{1}{p} * \text{Ln} \left(\frac{3}{4} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$K_M = \frac{1}{2p} * \text{Ln} \left(\frac{1 \text{ m}^2}{16 * 0.8 * 7,41 * 10^{-3} \text{ m}} \right)^{\frac{1}{3}} + \frac{1}{p} * \text{Ln} \left(\frac{3}{4} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$K_M = 0.3735$$

Coeficiente de Regularidad

$$K_I = 0,65 + 0,172 * n$$

$$n = \frac{\text{Ancho Lote Rectangular}}{D} + 1$$

$$n = \frac{1 \text{ mts}}{1 \text{ mts}} + 1 = 2$$

$$K_I = 0,65 + 0,172 * 2$$

$$K_I = 0,994$$

Longitud

$$L = \frac{0,375 * 0,994 * 120 * 7,5 * \sqrt{0,5}}{165 + 0,25 * 3000}$$

$$L = 2,58 \text{ mts}$$

Calculo de las tensiones de paso y de contacto máximas

$$E_{C\text{MAX}} = (1000 + 1,5 C * r_s) * \frac{K}{\sqrt{t}} \text{ (Volt)}$$

$$E_{P\text{MAX}} = (1000 + 6 C * r_s) * \frac{K}{\sqrt{t}} \text{ (Volt)}$$

E_C = Tensión de Contacto

E_P = Tensión de Paso

$$E_{C\text{MAX}} = \frac{(116 + 0,174 * r_s)}{\sqrt{t}} \text{ (Volt)}$$

$$E_{C\text{MAX}} = \frac{(116 + 0,174 * 120)}{\sqrt{0,5}} \text{ (Volt)}$$

$$E_{C\text{MAX}} = 193,5 \text{ (Volt)}$$

$$E_{P\text{MAX}} = \frac{(116 + 0,696 * 120)}{\sqrt{0,5}} \text{ (Volt)}$$

$$E_{P\text{MAX}} = 282,16 \text{ (Volt)}$$

Calculo de las Tensiones de Paso y de Contacto Reales

$$E_{P \text{ REAL}} = K_S * K_I * r * \frac{I_{FALLA}}{L}$$

$$K_S = \frac{1}{p} \frac{1}{e} \frac{1}{2h} + \frac{1}{D+h} \frac{1}{g} = 0,3757$$

$$E_{P \text{ REAL}} = 0,3757 * 0,994 * 120 * \frac{7,5}{8,4}$$

$$E_{P \text{ REAL}} = 40 \text{ (Volt)}$$

$$E_{C \text{ REAL}} = K_M * K_I * r * \frac{I_{FALLA}}{L}$$

$$E_{C \text{ REAL}} = 0,3735 * 0,994 * 120 * \frac{7,5}{8,4}$$

$$E_{C \text{ REAL}} = 39,7 \text{ (Volt)}$$

L = Longitud real de la malla

K_S = Coeficiente de paso

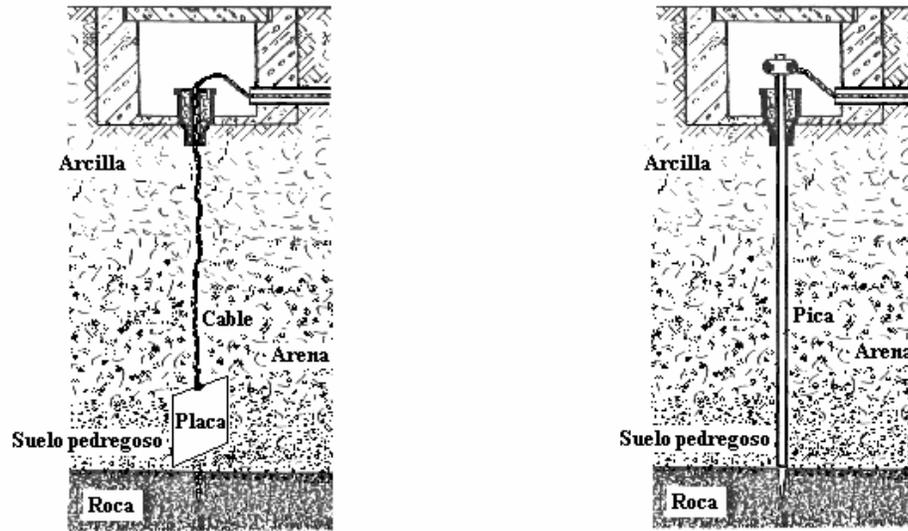


Figura 8. Detalle de los fosos de conexión de las mallas de tierra.⁶

⁶ Tomado de <http://bdd.unizar.es/Pag2/Tomo2/>

1.5 DISTRIBUCIÓN DE POTENCIA Y CUADROS DE CARGA.

Teniendo en cuenta que la empresa de distribución de energía local solo permite un número de 12 salidas por circuito, además por norma los circuitos de luces deben ser independientes de los de tomacorrientes y las salidas especiales deben tener un circuito exclusivo de acuerdo a las características de la carga. Teniendo en cuenta estos aspectos se hace la siguiente distribución de potencia, ver Plano N° 12. El máximo desequilibrio que debe presentar un sistema trifásico en baja tensión es del 20%, esto se consigue equilibrando los circuitos en los tableros de distribución para evitar un retorno de corriente por el neutro del sistema.

1.6. DISEÑO DE ACOMETIDAS Y TABLERO PRINCIPAL.

1.6.1. Cálculo de Acometidas Secundarias y Regulación de Voltaje.

Todas las acometidas de la instalación deben ser calculadas para soportar la carga de diseño y además debido a su longitud no deben permitir una caída de tensión mayor al 2% de la tensión nominal secundaria de la instalación. Para alcanzar este objetivo además de escoger el conductor según la corriente de la carga se emplean las siguientes ecuaciones* :

* Normas Eléctricas de Mayor Utilización en Proyectos Eléctricos. Electrocosta

$$S = \frac{1.732 * I * L}{56 * dV}$$

Para acometidas trifásicas

$$S = \frac{2 * I * L}{56 * dV}$$

Para acometidas monofásicas

Donde:

S = Sección del conductor en milímetros cuadrados.

I = Corriente de la carga e amperios.

L = Longitud en metros.

56 = Constante de resistividad del cobre.

dV = Caída de voltaje para la condición máxima del 2%.

El resultado de esta ecuación es la caída de tensión expresada en voltios por lo que se debe expresar en porcentaje para cumplir la condición del 2%. Este calculo lo podemos realizar calculando el porcentaje de la caída de tensión mediante la siguiente ecuación:

$$\%E = \frac{dV}{220 - dV} * 100$$

Los resultados de estos cálculos están consignados en Plano N° 12

1.6.2. **Selección y Coordinación de Protecciones.** La protección del sistema en baja tensión se hará mediante interruptores magnetotérmicos, debido a su versatilidad.

Estos dispositivos poseen tres sistemas de desconexión: manual, térmico y magnético. Cada uno puede actuar independientemente de los otros, estando formada su curva de disparo por la superposición de ambas características, magnética y térmica. Los magnetotérmicos actúan como medio de desconexión del sistema y también como protección contra sobrecargas y cortocircuitos.

INTERRUPTORES MAGNETOTERMICOS

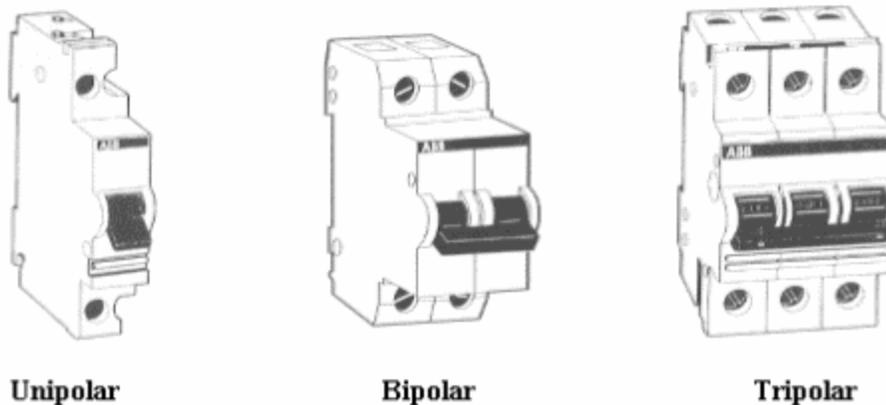


Figura 9. Presentación comercial de los termomagneticos⁷

⁷ Tomado de <http://bdd.unizar.es/Pag2/Tomo2/tema4/4-6.htm>

La selección de estos interruptores se realiza teniendo en cuenta los criterios del NEC, algunos de los cuales son:

- Capacidad de desconexión: La capacidad no será menor que la carga a servir (Artículo 230-79 NEC).
- Protección contra Cortocircuito: El dispositivo será seleccionado de acuerdo con la corriente de cortocircuito supuesta en la instalación.

1.6.3. Tablero General de Baja Tensión. Para el dimensionamiento de la celda se debe consultar el diagrama unifilar de la instalación eléctrica y determinar así los equipos e interruptores a instalar y el número de módulos a utilizar, la celda consta de las siguientes partes:

- Estructura base: construida fundamentalmente por parales y tapas que permiten el ensamble de los juegos de barras, soportes del equipo, puertas y tapas.
- Juegos de barras: deben disponer de múltiples perforaciones para facilitar las conexiones. Su material es cobre electrolítico. Debe incluir soportes aislantes para el montaje del juego de barras, incluye la barra de neutro y la barra de puesta a tierra.
- Soportes del equipo: consiste en dos soportes horizontales o rieles que permiten asegurar el equipo formando niveles o hileras de aparatos o interruptores.

- Puertas y tapas: todas las puertas llevan al lado izquierdo unas bisagras tipo piano, las tapas son ciegas y deben ser utilizadas como complementos de las puertas cuando no existe equipo.
- Nivel de medición: donde se pueden instalar hasta cuatro instrumentos de medida, incluye una caja que lo separa de todo el resto del tablero.

1.7.5. Protección del Sistema en Media Tensión.

1.7.5.1 Pararrayos. Los pararrayos son los dispositivos que protegen contra sobretensiones de origen interno y externo. La función de este elemento es limitar la tensión que puede aparecer en los bornes del sistema a proteger enviando a tierra las sobretensiones.

- Las sobretensiones de origen interno que presentan por la operación o maniobra de redes y por el efecto de ferorresonancias y por fallas monofásicas a tierra.
- Las sobretensiones de origen externo se presentan por las siguientes causas:
 - Descargas atmosféricas directas sobre la red o el equipo.
 - Descargas atmosféricas inducidas.
 - Inducciones electromagnéticas y electrostáticas.
 - Contactos directos con otras redes de mayor tensión.

En redes de distribución se utilizan pararrayos autovalvulares que pueden ser de carburo, silicio y/o metal oxido.

Para la protección adecuada de ellos se requiere:

- Instalarlo lo mas cerca posible al equipo o red a proteger.
- Mantener resistencias de puesta a tierra dentro de los vabres apropiados.
- Pararrayos con características de voltaje y corriente de descarga apropiados.

1.7.5.1.1. **Construcción y Funcionamiento.** Las partes activas de los pararrayos (explosor de extinción y resistencia dependiente de la tensión) se hallan instalados dentro de una envolvente hermética de porcelana rellena de nitrógeno. En el extremo inferior del descargador se encuentra un dispositivo de seguridad contra la sobretensión que se abre en caso de producirse una sobrecarga en el descargador y separa la puesta a tierra. Para que la resistencia contra corriente de cortocircuito sea lo mayor posible, se desvía el arco hacia fuera después de haberse producido una sobre carga y abierto el dispositivo de seguridad contra sobrepresión.

El explosor de extinción de chispa consta de una cantidad de explosores parciales de extinción conectables en serie y dependientes de la tensión

nominal. Los electrodos ranurados logran un movimiento de los puntos del arco voltaico desde el punto de encendido hacia el lado o el fondo de las ranuras y por lo tanto, garantizan valores constantes de reacción aun después de un tiempo largo de servicio.

La resistencia de un pararrayos es relativamente alta a la tensión de servicio y al aumentar la sobretensión desciende con mucha rapidez a valores reducidos.

Al disminuir la sobretensión, aumenta rápidamente la resistencia, la cual limita la intensidad posterior ya que los explosores de extinción en serie pueden interrumpirla en el próximo paso por cero de la corriente.

1.7.5.1.2. **Características.** En el anexo D se muestran las características de los pararrayos autovalvular.

1.7.5.1.3. **Selección.** Para elegir un pararrayo se debe tener en cuenta y definir:

- Tipo o clase deseado (Station Class-Distribution Class, etc. Según ASA – NEMA.).
- Tensión máxima V_m que puede tener la red en el lugar de montaje.
- Definir el limite inferior admisible para la tensión nominal del pararrayos.

$$V_{np} = \frac{K_n}{100} V_m$$

- Definir K_n : Factor de efectividad de la puesta a tierra, que indica la forma como esta puesta la red a la tierra.

De acuerdo con las normas ASA-NEMA, las redes trifásicas se dividen en diferentes grupos en lo que se refiere la puesta tierra:

- a- RED TIPO A: $K_n = 0.75$, sistema 3ϕ en Y-4H con neutro directo a tierra en varios puntos del sistema.
- b- RED TIPO B: $K_n = 0.8$, sistema 3ϕ en Y-3H con neutro directo a tierra solo en las subestaciones.
- c- RED TIPO C: $K_n = 1.0$, sistema 3ϕ en Y-3H-4H con neutro a tierra a través de resistencias, reactancias, etc.
- d- RED TIPO D: $K_n = 1.0$ y 1.1 , sistema 3ϕ en Y o (Delta)-3H no puesto a tierra el neutro.

- Definir el limite superior del nivel de protección del pararrayos:
 - a- El margen de protección esta considerado como la diferencia del valor cresta de la onda de impulso $1,2 * 50 \mu\text{seg}$ la cual establece el nivel

básico de aislamiento BIL del elemento a proteger y la caída de voltaje a través del pararrayos para esa onda de impulso.

- b- En general las condiciones básicas que deben cumplir los pararrayos es que posean un nivel de protección a las ondas de impulso menor que el nivel de aislamiento al impulso $V = f(t)$ debe estar situada debajo de las características de impulso de los aparatos:

$$b- N_p = \frac{BIL}{1,2 \text{ a } 1,3} \text{ o } 0,8 \text{ BIL en Pr o medio}$$

- c- los sobrevoltajes a tierra debidos a fallas monofásicas varían mucho dependiendo de las características del sistema.
- d- Generalmente los sistemas en los que $X_0/X_2 \approx 3$ y $R_0/R_1 \approx 1$ vistos desde el punto de falla, se consideran efectivamente puestos a tierra.

- Definir la corriente de descarga del pararrayos mediante

$$I_d = \frac{2BIL - V_r}{Z_0} \text{ KA} \quad \text{con} \quad Z_0 = \sqrt{L/C} \text{ W}$$

Donde

Z_0 = Impedancia característica en Ω .

V_n = Tensión residual del pararrayos.

L = Inductancia del sistema en mH.

C = Capacitancia del sistema en μf .

- Comprobar si la tensión de cebado a 60 Hz es superior a las sobretensiones dinámicas de regulación.

1.7.5.2. **Cortacircuitos.** El cortacircuitos o caja primaria de fabricación normalizada, ofrece gran flexibilidad de empleo en sistemas de distribución suministrando completa protección contra sobrecargas a un costo mínimo.

Específicamente, el cortacircuitos esta hecho para aislar del sistema a un transformador o a un ramal de red primaria obedeciendo a una falla o voluntariamente. Es de fácil operación y solo se debe observar que no haya obstáculos para su operación.

Dado el uso de materiales anticorrosivos en su fabricación, su trabajo es altamente efectivo en cualquier ambiente resistiendo temperaturas hasta de $55\text{ }^{\circ}\text{C}$. En consecuencia el mantenimiento es mínimo y la vida útil bastante grande.

A sus terminales se les puede conectar cables de hilos trenzados desde el # 6 hasta el 2/0 AWG de cobre, aluminio o de ACSR.

Los cortacircuitos operan satisfactoriamente según normas NEMA, con cualquier tipo de hilo fusible hasta 100 Amp.

Al instalar el cortacircuitos en la cruceta, el conductor que va a la carga se debe conectar en la parte inferior, dejando el contacto superior para la línea viva y si se quiere también para el pararrayos.

1.7.5.2.1. **Construcción.** El cortacircuitos al estar equipado con contactos de alta presión enchapados en plata permite alta conductividad. Estos contactos están contenidos dentro de una horquilla de acero inoxidable con alta capacidad sujetiva que permite una unión fuerte entre la parte fija y el tubo portafusiles.

La sujeción a la cruceta se hace mediante un sistema de montaje recomendado por las normas EEI – NEMA que permiten al aislador de porcelana estar aislado por su parte media.

El portafusibles esta compuesto por un tubo de fibra de vidrio que se sujeta en la parte inferior al aislador por medio de una abrazadera y un mecanismo que permite el libre movimiento cuando ocurre una falla: en la parte superior se encuentra un contacto con un casquete o una tapa, colocado en su extremo sólidamente roscado. El uso del casquete o de la tapa depende de la magnitud de la corriente por interrumpir.

1.7.5.2.2. **Accionamiento.** El cortacircuitos puede ser accionado por efecto de una falla en el sistema al cual esta protegiendo o por medios manuales mediante una pérdiga. Cuando la desconexión sea manual es condición indispensable que la carga alimentada este fuera de servicio aunque la red este energizada, ya que la caja primaria no esta diseñada para interrumpir circuitos bajo carga.

1.7.5.2.3. **Funcionamiento.** En el momento de ocurrir una falla, el hilo fusible se recalienta a causa de la corriente excesiva que por el circula, fundiéndose cuando la intensidad sea lo suficientemente elevada.

De acuerdo con la intensidad de la corriente se generan gases dentro del tubo de fibra de vidrio debido a un revestimiento interior del tubo, los cuales enfrían el arco y desionizan el interior del tubo interrumpiéndose la corriente rápidamente. Al quemarse el hilo fusible, la parte móvil de la caja primaria se desconecta abruptamente de su parte superior quedando colgada de su parte inferior. Con esto cesa todo contacto entre terminales permitiendo además observar directamente que el cortacircuitos fue accionado.

Cuando se usa casquete renovable, si la falla es muy pronunciada, la expulsión de gases generados se efectúa por los dos extremos del portafusibles compensándose de este modo los momentos de giro

producidos que impiden una rotación del cortacircuitos sobre la cruceta, evitando al mismo tiempo una fuerte acción sobre el poste. Estas características de funcionamiento hacen que los cortacircuitos con casquetes renovables tengan una mayor capacidad de ruptura.

La presión de los gases es afectada entre otros por los siguiente factores:

- a- La magnitud de las corrientes de falla.
- b- El factor de potencia de la corriente de falla.
- c- La posición de la onda de voltaje en el momento en que la falla se inicie.
- d- Las condiciones de reposición del voltaje del sistema.
- e- El tamaño del hilo fusible.

Para poner nuevamente en funcionamiento el cortacircuitos, se debe cumplir los siguientes pasos:

- a- Quitar el portafusibles metiendo una pérdiga en el ojo inferior, levantándolo luego del porta contacto inferior.
- b- Cambiar el hilo fusible y el casquete superior si fuese necesario. Al cambiarle se debe tensionar y amarrar fuertemente al tornillo mariposa que se encuentra en el mecanismo inferior del portafusibles.
- c- Colgar el portafusibles en la pérdiga por el ojo inferior y luego instalarlo en el portacontacto inferior, presionar con la pérdiga por el ojo superior para un encajamiento en el portacontacto correspondiente.

1.7.5.2.4. **Hilos Fusible.** Uno de los problemas en los que se ve enfrentado el personal de operaciones de cualquier empresa electrificadora es la selección del fusible adecuado para la protección de transformadores de distribución considerando que el fusible debe brindar protección contra corrientes de cortocircuito, de sobrecarga y de corrientes transitorias (conexión y arranque) se presentan algunas reglas básicas y practicas con el fin de garantizar una correcta selección de los mismos, para niveles de tensión menores o iguales a 34.5 KV. El fusible es un elemento térmicamente débil cuya función principal es la de aislar un equipo cuando una corriente de falla o sobrecarga pasa a través de el.

- a- **Característica corriente – tiempo de fusión mínima:** es la relación entre la magnitud de la corriente que pasa a través de un hilo fusible y el tiempo requerido para la fusión del mismo.

- b- **Característica corriente – tiempo de interrupción total:** es la relación entre la magnitud de la corriente que pasa a través de un hilo fusible y el tiempo total requerido para la fusión del fusible y la extinción del arco.

- c- **Relación de fusión:** es la relación entre la corriente mínima de fusión y la corriente nominal del transformador y define el mínimo en p.u de la corriente nominal que causa la operación del fusible.

d- Relación de velocidad: relación entre la corriente de fusión a 0,1 seg y la corriente de fusión a 300 seg para fusibles de capacidad menor o igual a 100 A. Para fusibles de capacidad mayor a 100 A es la relación entre la fusión a 0,1 seg y a 600 seg.

1.7.6. **Selección de la Planta de Emergencia.** En el diseño de las instalaciones eléctricas del Centro Cultural y Educativo Nelson Mandela, estaba incluido el calculo del grupo electrógeno. Este no se realizo debido a la falta de presupuesto en la obra y a que no se contaba con la instalación física necesaria párale alojamiento del grupo motor generador.

También influyo en la decisión el hecho de que la institución seria manejada por el distrito de Cartagena y estos tampoco deseaban la instalación del generador debido a los costos de manutención y mantenimiento.

1.8. APROBACIÓN DEL PROYECTO ELÉCTRICO.

1.8.1 **Disponibilidad de Carga.** La disponibilidad de carga es la solicitud de potencia eléctrica a la empresa local de distribución, esta debe realizarse como primer paso para la aprobación del proyecto, en ella la empresa dirá si tiene o no carga disponible para la conexión además de las características del aislamiento en media tensión y algunas de las características del transformador. Ver anexo

1.8.2 Aprobación de Planos. Los planos de proyectos eléctricos para su aprobación deben contener la siguiente información**:

- Instalaciones eléctricas interiores por cada piso típico.
- Diagrama unifilar de potencia.
- Diagrama de acometidas.
- Localización del proyecto, indicando la red existente de donde se tomara el servicio.
- Cuadros de carga.
- Calculo de regulación de acometidas.
- Detalle de la subestación en poste o tipo local.
- Calculo de la corriente de corto circuito para la selección de protecciones.
- Símbolos y convenciones con especificaciones técnicas.
- Se debe poseer la aprobación de la disponibilidad de carga.

1.9. PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN FÍSICA CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS.

Son las instalaciones destinadas a proteger a los edificios y otras estructuras de las descargas eléctricas que se producen entre las nubes y tierra.

** Normas Eléctricas de Mayor Utilización en Proyectos Eléctricos. Electrocosta.

1.9.1. **Elementos que intervienen en la descarga.** En el proceso de una descarga intervienen varios factores que son:

- **El Aire:** En estado seco se considera como elemento aislante, pero en la practica se ioniza, convirtiéndose en conductor, por la acción de radiaciones de material radiactivo terrestre, radiaciones de elemento de la misma atmósfera o radiación cósmica, (aire sobre masas terrestres o marinas).
- **La Nube:** Normalmente nos interesa considerar las de tipo cumulus-nimbos, llamados nubes de tormenta. Son nubes de desarrollo vertical con una masa de agua muy considerable. La formación de cargas eléctricas en el interior de la nube sigue un mecanismo complejo sobre el que existen diversas teorías.

En general se acepta la que hay en la masa de nubes, gotas que descienden polarizadas con la carga positiva en la parte inferior formando bolsas positivas en la parte baja de la nube, que generan la formación del rayo.

- **La Tierra:** la tierra cargada negativamente, transfiere continuamente iones a la atmósfera, dependiendo esta transferencia de diversos

factores, grados de acidez de los suelos, humedad y conductividad de los puntos.

El Rayo: El conjunto de los tres factores, el aire, la nube y la tierra, da origen de la generación de la descarga o rayo.

Existen distintos tipos posibles de descarga, entre dos nubes, en el interior de la nube o entre nube y tierra, que es lo que nos interesa.

El proceso de un rayo de este tipo tiene varias fases sucesivas.

1. Se establece el llamado "Leader" en forma de dardo. El mecanismo inicial de encendido se establece entre una bolsa positiva y una prominencia del terreno. El dielectrico (aire) comienza a romperse y el "Leader" avanza a saltos de 50 mts aproximadamente cada uno y a $1/3$ de la velocidad de la luz. De esta forma se va ionizando un camino irregular en diversas direcciones hasta unos 15 ó 20 mts de la punta.
2. Se dispara la corriente de retorno, mucho mas brillante desde la prominencia hacia el camino ionizado y a una velocidad próxima a la de la luz.
3. Se efectúan repetidas descargas sucesivas. Estas descargas van en las dos direcciones. El conjunto del fenómeno se efectúa en un lapso brevisimo de tiempo y para el observador normal la sensación es de un fenómeno único.

1.9.2. **Pararrayos.** Las primeras experiencias en el terreno de la protección contra las descargas atmosféricas se atribuyen a Franklin, que hacia 1750 comprendido el papel de las prominencias sobre las descargas e ideó colocar un dispositivo conductor unido directamente a tierra en un punto de máxima elevación, para atraer al posible rayo que caería en otra parte del edificio.

Las descargas no pueden ser detenidas, pero la energía puede ser desviada en una forma controlada. El intentar proteger contra descargas directas puede ser excesivamente caro.

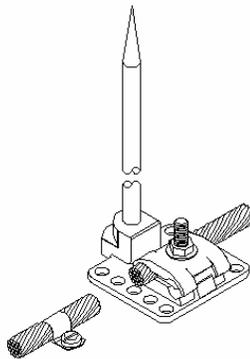


Figura (1.10). Disposición constructiva de un pararrayos.⁸

⁸ Tomado de <http://www.indelec.co.fr>

Un sistema de protección contra descargas, llamado de pararrayos, debe:

- a) Capturar el rayo en el punto diseñado para tal propósito. La terminal aérea.
- b) Conducir la energía de la descarga a tierra, mediante un sistema de cables conductores que transfiere la energía de la descarga mediante trayectorias de baja impedancia.
- c) Disipar la energía en un sistema de terminales (electrodos) en tierra. Cuando la energía de un rayo viaja a través de una trayectoria de gran impedancia, el daño causado puede ser grave por el calor y las fuerzas mecánicas que se crean.

1.9.2.1. **Puntas Franklin.** Este tipo de pararrayos consiste en terminales aéreas de cobre, bronce o aluminio anodizado terminadas en punta, llamadas puntas Franklin, colocadas sobre las estructuras a proteger de los rayos. Este sistema se aplica en iglesias, casas de campo, graneros y otras estructuras ordinarias.

Trabajan normalmente suponiendo un cono de radio igual a la altura y con su vértice en la punta del pararrayos, el ángulo de apertura del cono esta entre 30° y 45° . Presenta inconvenientes al momento de cubrir grandes áreas debido a la configuración de su protección.

1.9.2.2. **Pararrayos Ionizantes.** A principios del siglo XX comenzaron las investigaciones sobre el pararrayos ionizante. Partiendo de la colocación de sales radiactivas en una punta, con lo que se ioniza el aire circundante y se favorece una descarga paulatina sin que llegue a caer el rayo. Son muy usados debido a la gran superficie que protegen.

Por construcción, las puntas son las que inician la descarga hacia arriba unos cuantos microsegundos (ΔT) antes de la descarga principal. El efecto se traduce en una zona de protección de forma parabólica alrededor de la punta, de radio R_p .

De acuerdo con la peligrosidad de una descarga sobre la estructura a proteger, el estándar prevé tres tipos de protección. La tabla siguiente con los radios de protección, se calculan mediante la fórmula:

$$R_p = \sqrt{(h * (2 * D - h) + 10^6 * DT * (2 * D + 10^6 * DT))} \text{ metros}$$

Donde:

H = altura, en metros, sobre la estructura a proteger.

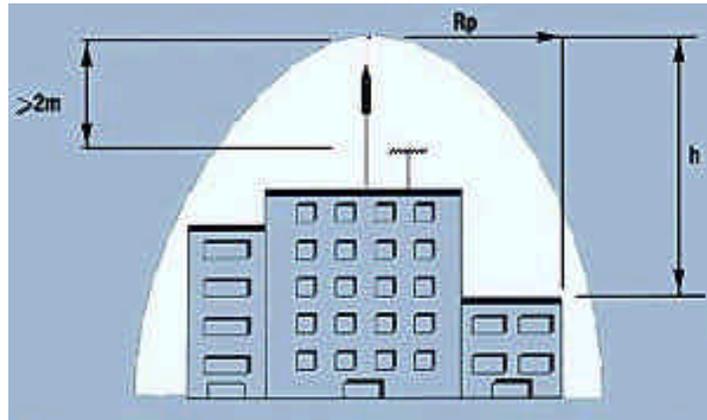


Figura 11. Zona de protección para un pararrayos ionizante.

Para una protección estándar con un R_p de 60 metros una altura de montaje de 5 metros sobre la superficie de la estructura mas alta se elige un pararrayos de nivel de protección S25 el cual posee un ΔT de 25 μs que brinda una protección de 65 metros a la redonda.

1.9.2.3. Malla de Tierra del Pararrayos.

$I_f = 18 \text{ KA}$, Intensidad de corriente promedio de un rayo.

$$A = \frac{33 * t}{\text{Log} \frac{T_{\text{max}} - T_{\text{amb}}}{234 + T_{\text{amb}}}} * I_f \text{ (C.M.)}$$

Las variables son iguales a las definidas para la malla de tierras de la subestación.

$$A = \frac{33 * 0.5}{\text{Log} \frac{250 - 40}{234 + 40} + 1} * 18000 \quad (\text{C.M.})$$

$$A = 129,5 \text{ MCM} \gg 65,8 \text{ mm}^2$$

Se elige un conductor de cobre # 2/0 desnudo el cual posee una sección de 67,43 mm²

Prueba de Fusión.

$$I = \frac{A \text{ (C.M.)}}{6,5 \left(\frac{\text{C.M.}}{A} \right)} = \frac{132.000 \text{ C.M.}}{6,5 \left(\frac{\text{C.M.}}{A} \right)} = 20307 \text{ A}$$

2/0 \cong 132000 C.M.

20307 > 18000.

El conductor es adecuado dado que soporta la corriente estipulada el fabricante del pararrayos con dispositivo de cebado recomiendan la instalación de tres varillas de CU-CU de 2,4 mts * 5/8" para la malla de tierra del dispositivo.

2. DISEÑO DE LAS INSTALACIONES DE SEÑALES

2.1. RED LOCAL DE COMPUTADORES.

2.1.1. Concepto de Una Red. La mas simple de las redes conecta dos computadoras, permitiéndoles compartir archivos e impresos. Una red mucho más compleja conecta todas las computadoras de una empresa o compañía en el mundo. Para compartir impresoras basta con un conmutador, pero si se desea compartir eficientemente archivos y ejecutar aplicaciones de red, hace falta tarjetas de interfaz de red (NIC, NetWare Interface Cards) y cables para conectar los sistemas. Aunque se pueden utilizar diversos sistemas de interconexión vía los puertos series y paralelos, estos sistemas baratos no ofrecen la velocidad e integridad que necesita un sistema operativo de red seguro y con altas prestaciones que permita manejar muchos usuarios y recursos.

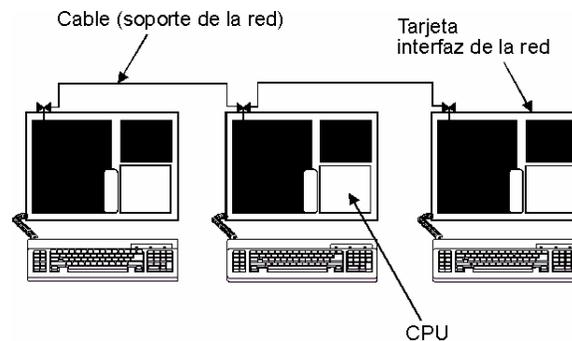


Figura (2.1). Muestra los componentes típicos de un sistema en red.⁹

Una vez instalada la conexión se ha de instalar el sistema operativo de red (NOS, Network Operating System). Hay dos tipos básicos de sistemas operativos de red: punto a punto y con servidor dedicado.

- Punto a Punto: Este es un tipo de sistema operativo que le permite a los usuarios compartir los recursos de sus computadoras y acceder a los recursos compartidos de las otras computadoras. Microsoft Windows for Workgroups, Novell Lite son sistemas operativos punto a punto.
- Con Servidor Dedicado: Es un sistema operativo con servidor dedicado, como es NetWare de Novell, una o más computadoras se reservan como servidores de archivos no pudiendo ser utilizados para nada mas.

2.1.2. Componentes de una Red. Una red de computadoras esta conectada tanto por hardware como por software. El hardware incluye tanto las tarjetas de interfaz de red como los cables que las unen, y el software incluye los

⁹ Tomado de <http://www.geocities.com/CapeCanaveral/5312/redes2.htm>

controladores (programas que se utilizan para gestionar los dispositivos y el sistema operativo de red que gestiona la red. A continuación se listan los componentes, tal y como se muestran en la figura 3.2.

- Servidor
- Estaciones de trabajo.
- Placas de interfaz de red (NIC).
- Recursos periféricos y compartidos.

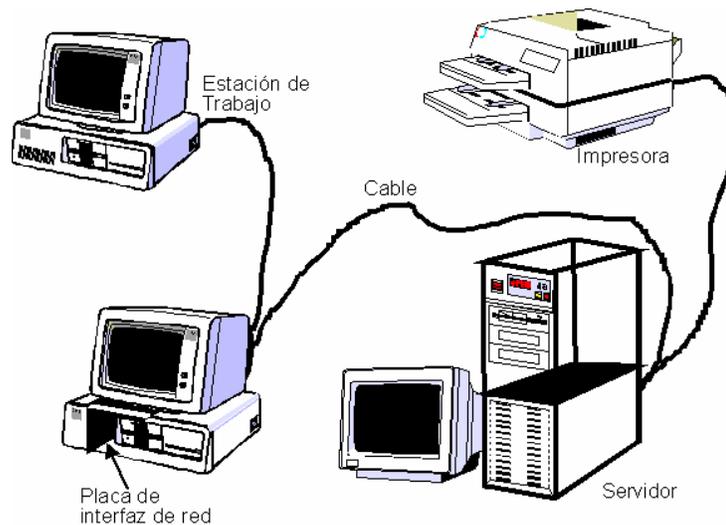


Figura 13. Componentes de una red.¹⁰

Servidor: este ejecuta el sistema operativo de red y ofrece los servicios de red a las estaciones de trabajo.

Estaciones de Trabajo: Cuando una computadora se conecta a una red, la primera se convierte en un nodo de la última y se puede tratar como una

¹⁰ Tomado de <http://www.geocities.com/CapeCanaveral/5312/redes2.htm>

estación de trabajo o cliente. Las estaciones de trabajos pueden ser computadoras personales con el DOS, Macintosh, Unix, OS/2 o estaciones de trabajos sin discos.

Tarjetas o Placas de Interfaz de Red: Toda computadora que se conecta a una red necesita de una tarjeta de interfaz de red que soporte un esquema de red específico, como Ethernet, ArcNet o Token Ring. El cable de red se conectará a la parte trasera de la tarjeta.

Sistema de Cableado: El sistema de la red está constituido por el cable utilizado para conectar entre sí el servidor y las estaciones de trabajo.

Recursos y Periféricos Compartidos: Entre los recursos compartidos se incluyen los dispositivos de almacenamiento ligados al servidor, las unidades de discos ópticos, las impresoras, los trazadores y el resto de equipos que puedan ser utilizados por cualquiera en la red.

2.1.3. Realización de la Conexión en una Red. Para realizar la conexión con una red son necesarias las tarjetas de interfaz de red y el cable (a menos que se utilice un sistema de comunicación sin cable). Existen distintos tipos de tarjetas de interfaz y de esquemas de cableados.

2.1.4. Tarjeta de Interfaz de Red (Nic). Hay tarjetas de interfaz de red disponibles de diversos fabricantes. Se pueden elegir entre distintos tipos, según se desee configurar o cablear la red. Los tres tipos más usuales son ArcNet, Ethernet y Token Ring. Las diferencias entre estos distintos tipos de

red se encuentran en el método y velocidad de comunicación, así como el precio. En los primeros tiempos de la informática en red el cableado estaba mas estandarizado que ahora. ArcNet y Etherner usaban cable coaxial y Token Ring usaba par trenzado. Actualmente se pueden adquirir tarjetas de interfaz de red que admitan diversos medios, lo que hace mucho mas fácil la planificación y configuración de las redes. En la actualidad las decisiones se toman en función del costo, distancia del cableado y topología. En la actualidad existen diversas topologías de redes, en la figura 3.3 mostramos las más comunes.

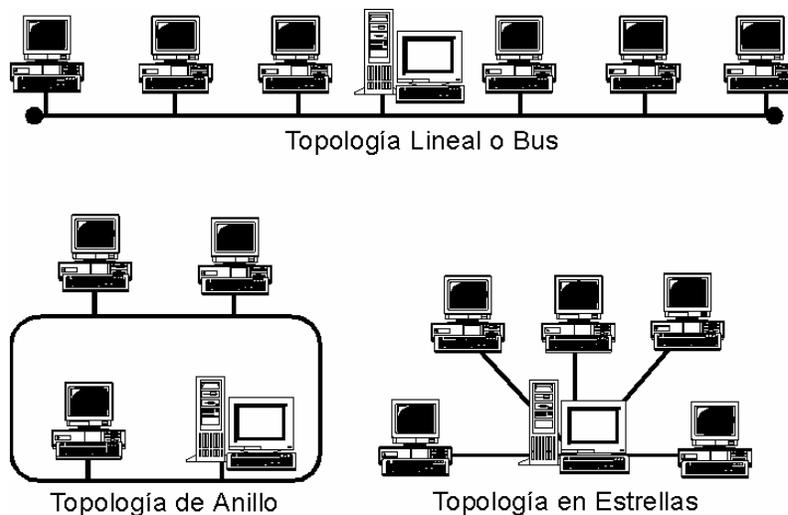


Figura (2.3). Topologías de red.¹¹

¹¹ Tomado de <http://www.geocities.com/CapeCanaveral/5312/redes2.htm>

2.1.5. **Cableado.** El cable coaxial fue uno de los primeros que se usaron, pero el par trenzado ha ido ganando popularidad. El cable de fibra óptica se utiliza cuando es importante la velocidad, si bien los avances producidos en el diseño de las tarjetas de interfaz de red permiten velocidades de transmisión sobre cable coaxial o par trenzado por encima de lo normal. Actualmente el cable de fibra óptica sigue siendo la mejor elección cuando se necesita una alta velocidad de transferencia de datos.

2.1.6. **Cableado de Red.** La elección del cable apropiado para la red depende de varios factores, incluyendo la logística de instalación, protección, requerimientos de seguridad, velocidad de transmisión (en Mbps) y atenuación. Hay tres principales tipos de cable: coaxial, par trenzado y fibra óptica.

Hay dos tipos de cable coaxial, coaxial delgado (thinnet) y coaxial grueso (thicknet). Ambos tienen un centro de cobre, circundado por malla de alambre que absorbe el ruido y la interferencia. El cable coaxial es buena elección para transmisión de datos a gran distancia.

El cable de par trenzado está disponible con o sin blindaje. El par trenzado sin blindar (UTP) está disponible en cinco categorías de las cuales la categoría 5 es la más popular para instalaciones de red. El par trenzado con blindaje (STP), soporta mayores rangos de transmisión de datos. El cable de

fibra óptica es más rápido y seguro que los cables de cobre, pero es el más caro y requiere experiencia para su instalación.

2.1.7. Comparación de Cables.

Cuadro 6. Comparación de cables utilizados en redes.

Características	Coaxial thinnet (10Base2)	Coaxial thicknet (10Base5)	Par trenzado (10BaseT)	Fibra óptica
Costo del cable	Más caro que el par trenzado	Mayor que el thinnet	Menos caro	Más caro
Máxima longitud del cable	185 metros (607 pies)	500 metros (1640 pies)	100 metros (328 pies)	2 kilómetros (6562 pies)
Rango de transmisión	10 Mbps.	10 Mbps.	10 Mbps. 4-100 Mbps.	100 Mbps. o más
Flexibilidad	Bastante flexible	Menos flexible	Es más flexible	No flexible
Facilidad de instalación	Fácil de instalar	Fácil de instalar	Muy fácil de instalar	Difícil de instalar
Susceptibilidad de interferencia	Buena resistencia a la interferencia	Buena resistencia a la interferencia	Susceptible a la interferencia	No susceptible a la interferencia
Características especiales	Componentes electrónicos menos caros que el par trenzado	Componentes electrónicos menos caros que el par trenzado	El mismo cable que el del teléfono. A menudo pre-instalado en los edificios	Soporta voz, datos y vídeo.
Preferencia de usos	Sitios medianos a grandes con necesidades de alta seguridad		UTP en sitios con pequeño presupuesto. STP token Ring de cualquier	Cualquier tamaño de instalación que requiera alta velocidad de datos, así

			tamaño	como seguridad.
--	--	--	--------	--------------------

2.1.8. **Prácticas de Instalación de Cableado UTP.** El Grupo de Trabajo de la Asociación de Industrias de Telecomunicaciones (TIA) TR41.8.3 encargado de la normalización de cableado de Telecomunicaciones ha publicado las Normas:

- **ANSI/TIA/EIA-568.** Estándar de Cableado de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales.
- **ANSI/TIA/EIA-569.** Estándar para Ductos y Espacios de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales.
- **ANSI/TIA/EIA-606.** Estándar de Administración para la Infraestructura de Telecomunicaciones de Edificios Comerciales.
- **ANSI/TIA/EIA-607.** Requerimientos para Telecomunicaciones de Puesta a Tierra de Edificios Comerciales.

A continuación los rasgos sobresalientes de estas normas.

- Para evitar el alargamiento, la tensión de arrastre no excederá de 110 Newtons (25 libra-pie) para cables de 4 pares.
- Los radios de curvatura instalados no excederán: - 4 veces el diámetro del cable para cables horizontales UTP. - 10 veces el diámetro del cable para cables UTP de cableado maestro multi-par.

- Evitar el esfuerzo del cable, causado por: - trenzado del cable durante la tensión o la instalación - tensión en tendidos suspendidos de cable - amarres de cable fuertemente asegurados o ganchos - radios de curvatura cerrados
- Los cables horizontales se usarán con accesorios de conexión y colas de empalme de interconexión (o puentes) de la misma categoría de rendimiento o más alta.
- Nota Importante: El cableado UTP instalado se clasificará por el componente de menor rendimiento en el enlace.

2.1.9. **Arquitectura de la Red.** La arquitectura de una red viene definida por su topología, el método de acceso a la red y los protocolos de comunicación. Antes de que cualquier estación de trabajo pueda utilizar el sistema de cableado, debe definirse con cualquier otro nodo de la red.

2.1.10. **Topología.** La topología de una red es la organización del cableado. La cuestión más importante al tener en cuenta la elegir el sistema de cableado es su costo, si bien también se ha de tener en cuenta el rendimiento total y su integridad.

2.1.11. **Método de Acceso al Cable.** El método de acceso al cable describe como accede un nodo al sistema de cableado.

2.1.12. **Protocolo de Comunicación.** Los protocolos de comunicación son las reglas y procedimientos utilizados en una red para establecer la comunicación entre los nodos que disponen de acceso a la red. Los protocolos gestionan dos niveles de comunicación distintos. Las reglas de alto nivel definen como se comunican las aplicaciones, mientras que las de bajo nivel definen como se transmiten las señales por el cable.

2.1.14. **Cobertura de las Redes.** Existen redes de todos los tamaños. La red puede comenzar como algo pequeño y crecer con la organización. En la figura 2.4 se muestra el ámbito de cobertura de las redes.

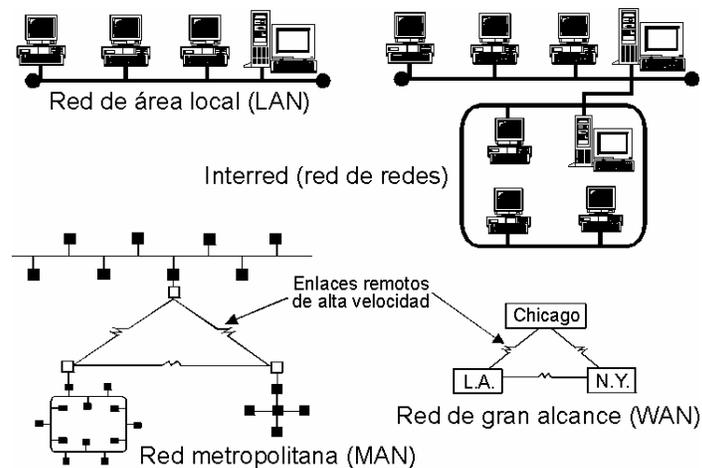


Figura (2.4). Ámbito de cobertura de las redes.¹²

2.1.14. **Red de Area Local (LAN).** Red pequeña de 3 a 50 nodos, localizada normalmente en un solo edificio perteneciente a una organización.

¹² Tomado de <http://www.geocities.com/CapeCanaveral/5312/redes2.htm>

2.1.15. Razones para Instalar una Red de Computadoras. Instalar una red de computadoras puede ofrecer muchas ventajas para su trabajo. Estas son algunas ventajas ofrecidas al instalar una red de computadoras.

- Compartición de programas y archivos.
- Compartición de los recursos de la red.
- Compartición de bases de datos.
- Expansión económica de una base de PC.
- Posibilidad de utilizar software de red.
- Uso del Correo Electrónico.
- Creación de grupos de trabajo.
- Gestión centralizada.
- Seguridad.
- Acceso a mas de un sistema operativo.
- Mejoras en la organización de la empresa.

2.1.16. Diseño de la Red Local de Computadores (LAN). Teniendo en cuenta los estándares ANSI/TIA/EIA, y lo que al respecto enuncia el NEC se diseño la red local de computadores del “Centro Educativo y Cultural Nelson Mandela”.

Se diseña una red con 16 puntos.

- El cable elegido es el UTP categoría 5.
- Los tomas de red son del tipo RJ-45, al igual que los conectores.
- El concentrador de datos será de 24 puertos marca Tricom o similar.
- Patch Cord con cable de la categoría 5 o superior y conectores RJ-45.
- Tener en cuenta la recomendación de los fabricantes de cable UTP de no exceder una longitud de 100 metros entre el concentrador y las terminales, debido a las pérdidas que se presentan al instalar mayores longitudes.
- Las canalizaciones y las cajas terminales son de PVC pesada y la localización será de acuerdo a lo anotado en los correspondientes planos.

2.2. INSTALACIONES DE TELEFONÍA.

Debido a que el barrio Nelson Mandela no cuenta con redes telefónicas y la empresa local de telefonía no tiene interés en instalarlas debido a la categoría urbana de este asentamiento, no se realizaron instalaciones telefónicas al proyecto. La solución que brindo la empresa local de teléfonos fue la de instalar teléfonos inalámbricos con los inconvenientes que estos presentan. El proyecto acepto la solución debido a la necesidad de comunicación que se presenta.

2.3. RED DE ALTAVOCES.

La comunicación es un aspecto importante de las organizaciones, de ahí la creciente necesidad de implementar sistemas centralizados de comunicación como los altavoces. Los altavoces son una forma de comunicación económica entre las tantas que ofrece el mercado, estos sistemas también han sido adoptadas como emisoras locales para la información y recreación del personal.

2.3.1. Especificación de un Sistema de Altavoces. Entre las especificaciones de un sistema de altavoces, están las siguientes:

- Descripción del sistema, ubicación de los altavoces.
- Cálculo de atenuaciones debido a derivaciones y cableado número de altavoces por salida.
- Descripción del sistema de amplificación.

2.3.2. Diseño del sistema de altavoces. Para diseñar la red se ubican las salidas del sistema y se calculan las pérdidas por atenuación para la selección del equipo de amplificación.

2.3.3. **Formas de Transporte de una Señal de Audio.** Existen dos maneras básicas de llevar señal eléctrica de audio.

La primera es de forma **no-balanceada**. La señal se lleva a través de un cable de dos conductores. Los conectores de señal no-balanceada tienen dos pines, como el RCA (también llamado *Phono* y *Cinch*, utilizado habitualmente por los equipos domésticos de alta fidelidad) y el 1/4" no balanceado (a menudo llamado, de forma errónea, *jack*, y usado en los instrumentos musicales y audio semi-profesional). Los conectores de más pines también pueden llevar señal no-balanceada, aunque no usarán todos los pines).

La otra manera es **balanceada**. La señal se lleva dos veces, una de ellas con la polaridad invertida. Para ello necesitaremos cable de tres conductores, uno de los cuales es la pantalla del cable. Las interferencias que no rechace el apantallamiento del cable, afectarán lo mismo a los dos cables que llevan la señal. Al estar invertido un conductor de señal con respecto al otro, sumando las dos señales las interferencias se cancelan. En la práctica la atenuación de las interferencias es muy compleja y no siempre se consiguen los resultados esperados, aunque en cualquier caso el transporte balanceado de señal es el preferible para aplicaciones profesionales.

2.3.4. **Tipos de Cable.** El cable utilizado en sistemas de audio depende del tipo de transmisión que se desee, para la forma mas común, la no-balanceada, se utiliza cable AWG en varios calibres, pero este cable debe ser del tipo polarizado. En la transmisión se presentan dos factores de interés como son la pérdida de señal y la atenuación.

La pérdida de señal representa el desperdicio de potencia en el cable, mientras que la atenuación es la disminución del nivel de presión sonora asumiendo el mismo amplificador.

Cuadro (2.2). Características del cable para una pérdida de audio de 3 dB.

Longitud máxima de cable en sistemas de baja impedancia, -3 dB <i>Maximum cable length for low impedance systems, -3 dB</i>						
Sección de cable <i>Wire section</i>	Número del cable AWG, American wire gauge	Resistencia del cable para <i>Cable resistance per 100 m</i>	Longitud máxima de cable <i>Maximum cable length</i>			
			2 ohm	4 ohm	8 ohm	16 ohm
13,30 mm ²	6	0,25 ohm	399	807	1622	3252
6,63 mm ²	8	0,49 ohm	199	402	808	1621
5,26 mm ²	10	0,62 ohm	158	319	641	1286
3,31 mm ²	12	0,99 ohm	99	201	404	809
2,08 mm ²	14	1,57 ohm	62	126	254	509
1,31 mm ²	16	2,49 ohm	39	79	160	320
0,82 mm ²	18	3,98 ohm	25	50	100	200
0,52 mm ²	20	6,28 ohm	16	32	63	127
0,33 mm ²	22	9,89 ohm	10	20	40	81

Puesto que la impedancia del cable está en serie con la del altavoz, el amplificador está entregando energía tanto al altavoz como al cable. Además, al subir el cable la impedancia total del sistema, el amplificador entregará menos potencia. Sin embargo, puesto que los decibelios se calculan de forma logarítmica, el cable ha de ser muy fino y su longitud muy grande para que la pérdida de potencia sea significativa en término auditivos, o sea, en decibelios.

Podríamos decir que una pérdida de 1 dB es aceptable, y una pérdida de 3 dB razonable, lo que equivale a desperdiciar en el cable el 11% y 29%, respectivamente, de la potencia que sale del amplificador. Aunque la pérdida de potencia esté dentro de límites razonables, eso no quiere decir que el factor de amortiguamiento sea igualmente razonable. De hecho, desde el punto de vista del factor de amortiguamiento, una reducción de nivel de presión sonora mayor a 0.3 dB no es aceptable. Sin embargo, para aplicaciones de megafonía/perifoneo y sonido ambiente donde el factor de amortiguamiento no es crítico, podremos utilizar un criterio para la selección del cable basado solamente en la reducción de nivel de presión (o la pérdida de potencia).

$$\text{Factor de Amoriguamiento} = \frac{Z_{CARGA}}{Z_{SALIDA} + Z_{CABLE}}$$

2.3.5. Cómo Elegir la Potencia del Amplificador. En general, se debe elegir un amplificador cuya potencia de salida esté por debajo del aguante de potencia del altavoz. Esto se debe a que un amplificador sólo entrega la potencia especificada con señal senoidal, y entrega mucha menos potencia para una señal real con dinámica. Por ello, se recomiendan amplificadores que entreguen un 50% menos de potencia que la potencia media (RMS) del altavoz. Por ejemplo, para una caja de 450 W, podríamos usar un amplificador que entregara 250 W. Si utilizamos un amplificador grande, no obtendremos el nivel suficiente ni la sensación (de nivel) suficiente, así que tenderemos a saturar el amplificador y con ello pondremos en peligro la integridad del altavoz.

2.3.6. Diseño de la red de altavoces. Se ubicaran altavoces en el patio principal y en el hogar comunitario, con las siguientes características:

Potencia: 400 W rms

Impedancia: 8 ohms

El cable será AWG 2 x 18 polarizado, para el cual se tiene en cuenta la condición de 100 metros máximo para una atenuación de 3 dB. Cuadro (2.2).

El amplificador tendrá la siguientes características:

Potencia: 300 W rms

Un aspecto a tener en cuenta es seleccionar todos los equipos con la misma impedancia característica, es decir la impedancia de salida del amplificador, la impedancia del cable y la impedancia del altavoz deben ser iguales para garantizar la máxima transferencia de potencia. Para este caso 8 ohms.

2.4. CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN (CCTV).

La necesidad de comunicación que actualmente existe en las organizaciones ha creado la necesidad de implementar sistemas centralizados de comunicación como los altavoces y los CCTV. Los sistemas de CCTV han ganado popularidad en los últimos años como medios para proporcionar seguridad en las instalaciones físicas de alguna organización, también han sido adoptadas como sistemas de televisión comunitaria para la información y recreación del personal.

2.4.1 Especificaciones del Sistema de CCTV. Entre las especificaciones de un CCTV, están las siguientes:

- Descripción del sistema
- Cálculo de atenuaciones debido a conectores, derivaciones y cableado número de salidas de TV.
- Descripción del sistema de vídeo (VCR, cámara, amplificador, mezclador, antena.).

2.4.2. Diseño de Sistemas de CCTV. Para el diseño se ubican las salidas del sistema y se calculan las pérdidas por atenuación para la selección del equipo de amplificación.

El problema principal se relaciona con los requisitos del ancho de banda de una señal de vídeo. Todos los cables producen una pérdida de señal que es principalmente dependiente de la frecuencia, entre más alta la frecuencia, más alta es la pérdida. Esto significa que cuando una señal de vídeo viaja a lo largo de un cable pierde sus componentes de frecuencia alta más rápido que sus componentes de frecuencia baja.

El ojo humano es muy tolerante a errores de este tipo; una pérdida significativa de detalles es normalmente aceptable a menos que la pérdida sea muy grande. Como las pérdidas de los componentes de alta frecuencia son normalmente muy altas en los cables usados en los sistemas de CCTV. Por ejemplo, usando los cables coaxiales comunes URM70 o RG59, 50% de la señal sobre los 5MHz se pierden en 200 metros de cable. Para compensar estas pérdidas, pueden usarse los amplificadores. Éstos poseen la habilidad de amplificar los componentes de frecuencia altos de la señal de vídeo selectivamente para superar las pérdidas del cable.

2.4.3. Tipos de cable. Hay dos tipos principales de cable usados por transmitir señales de vídeo que son: Desequilibrado (coaxial) y equilibrado (par trenzado). Una señal desequilibrada es una en la cual el nivel de la señal es un voltaje referenciado a tierra. Por ejemplo una señal vídeo de una cámara está entre 0.3 y 1.0 voltios sobre el cero (respecto a tierra). El escudo esta al nivel de tierra. Una señal equilibrada es una señal de vídeo que se ha convertido para la transmisión a lo largo de un medio diferente al cable coaxial. Aquí el voltaje señalado es la diferencia de voltajes entre conductores.

2.4.3.1. Cable Coaxial. Este tipo de cable es construido para muchas impedancias diferentes. En esta caso la impedancia es medida entre el conductor interno y la vaina exterior. La impedancia estándar usada en los sistemas de CCTV es 75 ohm, ya que la mayoría del equipo vídeo se diseña para operar a esta impedancia, por lo que los cables coaxiales con una impedancia de 75 Ohm están disponibles en muchas presentaciones. El desempeño del cable normalmente se mide por las pérdidas en alta frecuencia por cada 100 metros de conductor por consiguiente, deben usarse cables de la más alta calidad al transmitir la señal a grandes distancias.

Otro factor que debe ser considerado cuidadosamente cuando se seleccionan los cables coaxiales es la calidad de la pantalla del cable. Esto, como su nombre lo sugiere, proporciona protección contra interferencias al

conductor central, ya que una vez las señales de interferencia llegan a esta parte es casi imposible deshacerse de ellas.

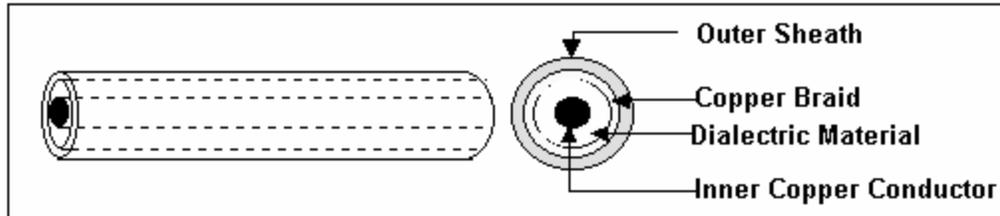


Figura (2.4). Diagrama de un cable coaxial.¹³

2.4.3.2. Par Trenzado . En un par trenzado cada par de cables se trenza con una torsión lenta de aproximadamente una a dos torceduras por metro. Estos cables son construidos para muchas impedancias diferentes, de 100 a 150 Ohm que son los más comunes. Se han usado los cables equilibrados durante muchos años en las redes de cableado más grandes en el mundo, donde las circunstancias lo exigen, éstos tienen las ventajas encima de los cables coaxiales de tamaño similar. Frecuentemente se usan los cables del par trenzado donde las pérdidas son inaceptables debido a la gran longitud del cable coaxial.

Las ventajas principales son:

1. La habilidad de rechazar la interferencia no deseada.

¹³ Tomado de <http://www.cctv-information.co.uk>

2. Pérdidas más bajas a las frecuencias altas por unidad de longitud.
3. Tamaño, más pequeño.
4. La disponibilidad de cables del multi-par.
5. Costo más bajo.

Las ventajas deben ser consideradas debido al costo del equipo requerido para este tipo de transmisión, un amplificador de lanzamiento para convertir la señal de vídeo se necesita en los periféricos (cámara, VCR, antena) y un amplificador para reconstruir la señal en el mezclador.

2.4.4. **La impedancia** . Es sumamente importante que las impedancias de la fuente señalada, cable, y carga sean todas iguales. Cualquier desigualdad en éstos producirá efectos desagradables e inaceptables en la señal. La impedancia de un cable esta determinada principalmente por su construcción física, el espesor de los conductores y el espacio entre ellos son los factores más importantes. Los materiales usados como los aislantes al interior del cable también afectan esta característica. Aunque las corrientes señaladas son muy bajas, los tamaños de los conductores dentro del cable son muy importantes, debido a que los componentes de frecuencia más altos de la señal de vídeo viajan en la capa de la superficie de los conductores.

2.4.5. El Decibel (el dB). Normalmente se definen tanto el cable como el amplificador con una cierta pérdida o ganancia de señal expresadas Decibeles (el dB). El dB no es una unidad de medida pero es una manera de definir una proporción entre dos señales. El dB fue desarrollado para simplificar el cálculo de la interacción de redes de telefonía dónde había muchos amplificadores y grandes longitudes de cables en una red.

$$10 \times \mathbf{Log(Radio)}$$

Este dB (el dB de potencia) se usa a menudo. De hecho no es una medida, si la impedancias medidas son constantes, el dB se vuelve 20 x logaritmo (Radio). Éste dB (el dB de voltaje) es el que normalmente se usa para definir la pérdida del cable o ganancia del amplificador en la industria de CCTV.

Los cálculos son sumamente difíciles, y a menudo producen figuras muy grandes que usan las proporciones ordinarias, por lo que se usan escalas y propiedades logarítmicas para el cálculo. La ventaja de usar este método es obvia al tomar una red que contiene más de un elemento. Muchas personas que no usan el dB como método de cálculo tienen problemas al tomar las proporciones reales del sistema. Las condiciones importantes para recordar son:

Si la proporción es 2:1, entonces $20 \times \text{Log } 2 = 20 \times 0.310 = 6.021$, por ejemplo 6dB.

Si la proporción es 10:1, entonces $20 \times \text{Log } 10 = 20 \times 1 = 20$, por ejemplo 20 dB.

Si la proporción es 20:1, entonces $20 \times \text{Log } 20 = 20 \times 1.3 = 26$, por ejemplo 26 dB.

Semejantemente una proporción de 100:1 es igual a 40 dB.

Por consiguiente, algunas proporciones comunes son:

- dB es una pérdida o ganancia de 2:1
- 20 dB es una pérdida o ganancia de 10:1
- 26 dB es una pérdida o ganancia de 20:1
- 40 dB es una pérdida o ganancia de 100:1

2.4.6. Desempeño del Cable. El desempeño global del cable normalmente se define por su habilidad para transmitir las señales de alta frecuencia. Después de seleccionar el tipo correcto de cable con la impedancia deseada, el factor próximo más importante es considerar la pérdida de transmisión del cable en las frecuencias dentro de la banda de transmisión de vídeo. Los fabricantes de cables proporcionan las gráficas de pérdidas para frecuencias de 5MHz y 10MHz. La de 5MHz es la gráfica más importante para el uso de CCTV. Las pérdidas del cable se definen como una pérdida en dB a los

5MHz por cada 100 metros de conductor. Se debe tener cuidado cuando tratamos con los cables de origen norteamericano ya que éstos se definen a menudo como la pérdida por 100 pies. Generalmente, mientras más grande es el tamaño y el costo del cable, mejor será su desempeño. Esto puede ser verdadero para la mayoría de los cables ya que los conductores más grandes producen la menor pérdida.

2.4.7. Selección del Cable y Equipos. Cuando seleccionamos el cable y equipo para una instalación particular se aplican las siguientes reglas:

- 1) Seleccionar el cable a ser usado, mientras notando la pérdida de frecuencia alta asociada con la longitud del cable seleccionado.
- 2) Seleccione los equipos de transmisión de línea exigidos para compensar la pérdida del cable.
- 3) A veces es posible ahorrar en la costo de la instalación usando un cable más barato con un equipo más poderoso.
- 4) Determine el nivel de desempeño requerido.
- 5) Para la transmisión en colores, es sabio permitir un margen de 6dB extras en el equipo por encima de las pérdidas del cable proyectadas.

2.4.8. Diseño de la Red de CTV. Se instalaran salidas de T.V. sintonizables en los siguientes espacios:

- Sala de profesores
- Aula múltiple.

- Biblioteca

El tipo de conductor a utilizar será cable RG59 el cual posee perdidas de 2.25 dB/100 metros a los 5MHz.

Equipos requeridos. Entre los equipos requeridos tenemos un mezclador de señal de cuatro entradas y cuatro salidas. Un amplificador de señal que posea una ganancia superior a la suma de las perdidas producidas por el cable y los conectores.

2.4.9. Calculo del Amplificador

Cable RG59	112 metros	Atenuación = 2.52 dB
Splitter 4 vias	1	Atenuación = 4.5 dB
Tomas de TV sintonizables	3	Atenuación = <u>4.5 dB</u>
Total		11.52 dB

El amplificador debe poseer una ganancia superior a 11.52 dB.

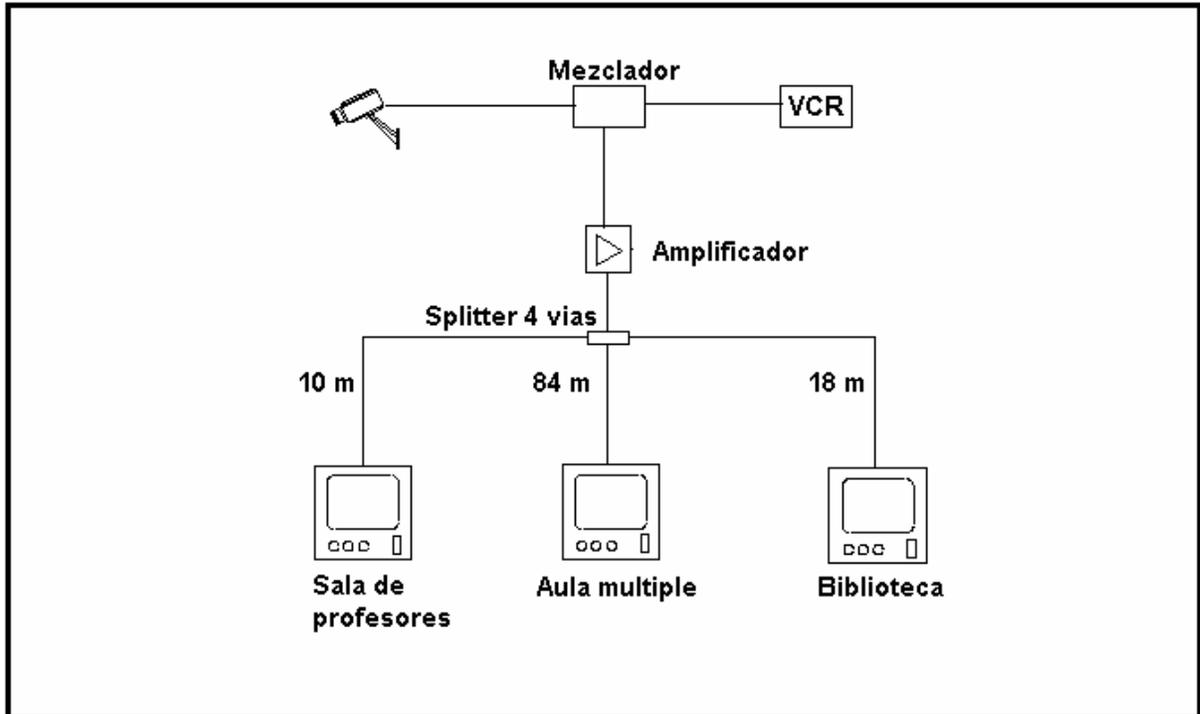


Figura 16. Distribución de salidas del CCTV.

Cuadro (2.3). Perdidas en cables utilizados en la transmisión de vídeo.

Cable ref.	Tipo	Impedancia	perdidas/100Metros
CT125	Coaxial	75Ω	1.1dB
CT305	Coaxial	75Ω	0.5dB
CT600	Coaxial	75Ω	0.3dB
URM70	Coaxial	75Ω	3.3dB
RG59	Coaxial	75Ω	2.25dB
TR42/036	Par trenzado	110Ω	2.1dB
9207	Par trenzado	100Ω	2.3dB
9182	Par trenzado	150Ω	2.7dB

3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PROYECTO.

3.1. GENERALIDADES DESCRIPCION DEL PROYECTO ELECTRICO

3.1.1. Alcance. El proyecto eléctrico para la escuela del proyecto “**SUEÑOS Y OPORTUNIDADES**” ubicado en Cartagena en el barrio Nelson Mandela al suroriente de la ciudad. comprende las siguientes partes:

1. Cálculo de luminarias y disposición geométrica de las mismas, para obtener los niveles de iluminación y uniformidad requeridos para el correcto desarrollo de las tareas específicas asignadas a cada una de las áreas.

En algunas áreas típicas, sin embargo, se trató de ajustar la localización de las luminarias a la ubicación de los servicios, encontrando así un justo equilibrio entre el nivel lumínico y la uniformidad.

2. Elaboración de los planos así llamados eléctricos en los cuales se muestra la localización aproximada de luminarias, aparatos, equipos, etc., y sus dispositivos de control; lo mismo que todas las tuberías y canalizaciones

para conductores de alimentación; planos de los cuales se servirá el instalador para llevar a cabo el trabajo de montaje.

Estos planos son de tres (3) clases:

A. Sistemas de alumbrado y de tomas.

Son aquellos que en general son comunes a toda instalación eléctrica ya sea un hotel, un edificio de oficinas o una planta industrial.

B. Planos de detalles

Son elaborados para aclarar el proyecto y para servir de guía al montador o instalador.

C. Planos de todas las acometidas.

Los que guían al instalador por donde se instalarán cada una de las acometidas de media y de baja tensión a sus respectivos tableros principales o auxiliares.

3. Elaboración de Cuadros de Carga y Cálculos de Acometidas.

Comprenden la agrupación de salidas o elementos pasivos en circuitos, y éstos a su vez en centros de distribución o tableros. Para cada uno de estos se elaboró un cuadro de carga, el cual consiste en un resumen de los circuitos que se derivan del respectivo tablero, en el cual se puede apreciar

la cantidad de aparatos servidos, la carga total por circuito, la tensión de operación y el respectivo interruptor de protección. Tienen por objeto determinar la carga instalada para efectos de cálculo de las acometida y también sirven a fin de lograr un balance adecuado en las cargas conectadas a cada fase.

3.1.2. Tablero General o Centro de Distribución. Forma también parte de este proyecto el diseño y cálculo del tablero general, el cual es el centro principal de distribución de energía. Allí se centralizan todos los elementos de medida, control y protección que intervienen en el suministro de energía.

3.1.3. Sistema de Emergencia. Debido a las características actuales del suministro de energía por parte de las Empresas de Electricidad, se han previsto fuentes de emergencia para alimentar aquellos circuitos que permiten operar un alto porcentaje de las tomas de corriente y la iluminación de los bloques de administración ,casa de monjas, alumbrado perimetral, algunos equipos de aire acondicionado e hidráulicos, equipos especiales, de comunicación y seguridad.

3.1.4. Definiciones. Siempre que se utilicen palabras de lenguaje estrictamente técnico en la presente memoria, su significado será señalado por la norma ICONTEC No. 2050.

Además se han utilizado otros términos cuyos significados son los siguientes:

BALA : Luminaria incandescente del tipo incrustado.

N.E.C. : Código Nacional Eléctrico de los Estados Unidos.

3.2. CRITERIOS DE DISEÑO

Los criterios básicos de diseño que se siguieron para la elaboración del proyecto eléctrico, fueron:

3.2.1. Alumbrado. El alumbrado de aulas se proyectó con base en lámparas fluorescentes slimline de 2 X 48 vatios dispuestas en forma simétrica para permitir un mejor reparto del haz de luz.

Cada aula fue considerada siguiendo los planos de detalle de techo, suministrados por los arquitectos de la fundación **MARIO SANTODOMINGO**.

El alumbrado exterior se proyectó considerando una iluminación a base de Mercurio por la mayor eficiencia lumínica, y de acuerdo con los criterios establecidos por los arquitectos del proyecto.

3.2.2. Caída de Voltaje (Regulación). Los conductores para las acometidas fueron calculados por una capacidad ampérica de acuerdo a la carga que

debe alimentar y se corrigieron por caída de voltaje entre la subestación y el último tablero.

3.2.3. Normas. Las normas aplicadas para el proyecto fueron Norma No. 2050 de ICONTEC, el Código Eléctrico de los Estados Unidos N.E.C., y las normas de la Electrificadora de la Costa ELECTROCOSTA, normas de la empresa de teléfonos de Cartagena TELECARTAGENA y norma IEEE 802 para cableado estructurado.

3.3. ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LAS INSTALACIONES ELECTRICAS Y TELEFONICAS

3.3.1 Sistema de Distribución. El sistema de distribución que se empleará para la alimentación eléctrica de la escuela , será trifásico para los tableros de distribución, monofásico de 110 Vol. para la iluminación interior y tomas, monofásico de 220 Vol. para los aires acondicionados, trifásico para la UPS en la red de computadores.

Para el suministro de energía la Electrificadora de la localidad proveerá una línea de media tensión, correspondiente al circuito Ternera 4 (TA-4) el circuito solo esta construido en dos fases. La tercera fase será construida con todas sus adecuaciones por el constructor a cargo de la obra, con las

cuales se energizará el transformador de 75 KVA trifásico; con sus respectivas protecciones.

Dicho transformador alimentará la totalidad de las instalaciones eléctricas de la escuela. El Contratista deberá regirse por las especificaciones contenidas en este documento y las normas de la Electrificadora de la Costa distrito Bolívar para el montaje del transformador.

3.3.2 Generalidades. Los trabajos que se liciten comprenden el suministro e instalación de la totalidad de los sistemas de fuerza, alumbrado y teléfonos con sus correspondientes tuberías, conductores, cajas, tablero y aparatos, que aparecen en la lista de cantidades de obra adjunta, exceptuando las que expresamente se indiquen en tal sentido.

La instalación eléctrica será ejecutada de acuerdo con las Normas del National Electrical Code de los Estados Unidos a los cuales se ha ceñido el proyecto eléctrico. Las instalaciones telefónicas, deberán ceñirse a las especificaciones y normas establecidas por la empresa local de telefonía.

Una vez terminadas las instalaciones, el Diseñador deberá obtener de la Empresa de Energía Eléctrica y de teléfonos la aprobación y recepción respectiva, además se comprometerá a entregar un juego de planos originales que estén estrictamente de acuerdo con la obra ejecutada.

Por consiguiente, todas las correcciones y modificaciones que se presenten durante la obra deberán ser ejecutadas y consignadas en los originales.

Las instalaciones eléctricas serán ejecutadas en un total de acuerdo con los planos, en los cuales están indicados los diámetros de las tuberías y los calibres de los conductores de las diferentes acometidas primarias y secundarias que forman la distribución eléctrica de la escuela.

3.3.3. Planos. Los planos indican el rumbo general de las canalizaciones de las diferentes salidas. Se pueden hacer cambios menores durante el proceso de instalación para que el sistema se adapte a los detalles arquitectónicos, pero ningún cambio puede hacerse sin previa autorización de la Interventoría. Además, todo cambio será registrado en los planos.

3.3.4. Tubería Conduit. En todos los trabajos, excepto que se diga lo contrario, se utilizará tubería conduit de PVC tipo liviana, de sección circular uniforme, con uniones de soldar y conectores PVC para las cajas de paso o las cajas 2x4, 4x4 según tamaños indicados en los planos, de acuerdo con la Norma ICONTEC No. 169.

Se exceptúan las canalizaciones exteriores al edificio, las cuales se harán en ductería en PVC conduit extrapesada, de acuerdo con las normas ICONTEC y Electrocosta.

Se buscará que la totalidad de la tubería conduit quede en lo posible a la vista, se exceptúan las tomas, eléctricas, telefónicas e interruptores, los cuales deberán ir incrustados en las placas, pisos y muros.

La tubería, deberá incrustarse en el concreto, ladrillo, etc.

En todo caso este tipo de trabajo deberá estar de acuerdo con el artículo 346-2 del N.E.C.

La tubería suspendida en el falso techo, irá sostenida por soportes de ángulo de acero y abrazaderas debidamente incrustados en las placas y a las interdistancias indicadas. Los tramos de tubería se llevarán paralelos o en ángulo a los soportes estructurales o muros adyacentes.

Toda tubería que sea cortada y roscada en el sitio de trabajo deberá ser limada y liberada de filos y asperezas que puedan causar daño al aislamiento de los conductores.

Cuando se requieran curvas, solamente se permitirá doblado en frío de la tubería de tal manera que el tubo no se lastime o sufra reducción en su diámetro interior. Un tendido de tubería entre dos cajas consecutivas no debe tener más curvas que el equivalente a trescientos sesenta grados (360) y distancias mayores de 30 m.

La tubería que llegue a los tableros o cajas de paso deberá ser cortada de tal manera que sus extremos coincidan exactamente con las perforaciones en la lámina y deberá permitir ser asegurada con una boquilla en el interior y con una contratuerca en el exterior. Cuando el conduit sea mayor de 1" deberá utilizarse contratuerca tanto en el exterior como en el interior.

Los puntos en los tramos de tubería instalada a la vista deberán proveerse de orificios apropiados para el drenaje de la humedad que pueda condensarse en ellos. Se tendrá cuidado de que no queden filos alrededor de estos orificios y la tubería deberá colocarse con una pendiente hacia las cajas de paso. Cuando no se pueda proveer drenaje a un tramo de conduit se deberá sellar sus dos extremos después de que el cable haya sido instalado a fin de evitar la entrada de agua.

Toda la tubería que deba quedar incrustada será inspeccionada antes de la fundición de la placa correspondiente con el fin de asegurar su continuidad y correcta localización. Durante la construcción todos los extremos de la

tubería conduit permanecerán cerrados con tapones o con boquillas provistas de discos que impidan el acceso de agua, arena, etc.

Toda la tubería conduit metálica deberá ser conectada en un punto al sistema de tierra, preferiblemente en la subestación y su continuidad eléctrica deberá asegurarse en la totalidad del sistema.

Todo el sistema de la tubería deberá ser limpiado interiormente con anterioridad a la instalación de los conductores.

Las instalaciones en ejecución a la vista, deberán estar provistas de accesorios roscados. Cuando la tubería requiera dobleces en ángulo de 90 grados o derivaciones en "T". Dichos accesorios serán iguales o similares a las conduletas de Crose Hinds tipo LB, LR y T.

3.3.5. Cajas Para Salidas. Todas las cajas para salidas de lámparas, toma-corrientes, tomas telefónicas e interruptores de control de alumbrado, serán de PVC de acuerdo a las normas ICONTEC # 950, artículo 5.1.3

Toda salida para lámpara deberá estar provista de una caja octagonal de 4".

Las salidas para tomas de corriente, o interruptor sencillo o doble, estarán provistas de una caja rectangular de 2 x 4" siempre que reciban un solo tubo;

a las que lleguen dos o más tubos, estarán provistas de caja cuadrada de 4" con el suplemento correspondiente al aparato que se vaya a instalar. Las salidas para tomas de teléfonos estarán provistas de una caja cuadrada de 4" x 4" x 1 ½" con el suplemento correspondiente. Todas las cajas para salidas que sean instaladas dentro de columnas o muro de concreto, deberán ser cuadradas de 4" con sus respectivos suplementos. Las cajas ubicadas a la intemperie deberán ser a prueba de humedad.

A menos de que se indique otra cosa, las cajas deberán ser colocadas a las siguientes alturas, medidas sobre el nivel del pisos fino hasta el centro de las cajas.

Interruptor de pared:	1.5 metros
Tomacorriente de pared:	0.3 metros
Tomacorriente de cocina:	según el acabado de los mesones

3.3.6. Cajas de Empalmes. En los casos en que se requieran cajas de empalmes o de tiro, se utilizarán cajas cuyas dimensiones dependerán del calibre y número de tubos que recibe y del número de conductores que se han de empalmar, de acuerdo con las especificaciones NEC, Artículo 370.

3.3.7. Cables Y Alambres De Baja Tensión. Todos los conductores que se utilicen deberán ser de cobre electrolítico, conductividad del 98% temple suave, temperatura máxima de 75 grados centígrados con aislamiento THW para 600 voltios y sobre el cual, deben estar marcados a todo lo largo de su longitud el tamaño del conductor y el tipo de su aislamiento.

Los conductores hasta el calibre No. 8 AWG inclusive podrán ser de un solo hilo; del calibre # 6 al # 1/0 AWG inclusive deberán ser de 7 hilos; de acuerdo a las normas ICONTEC 1.049 y 188.

En ningún caso podrán quedar derivaciones o empalmes de conductores dentro de los tubos, sino en las cajas de salidas o empalmes, para el alambrado de tomas de corriente y alumbrado entre caja y caja deben quedar tramos continuos de conductores.

Todas las conexiones dentro de las cajas de derivación, correspondientes a los sistemas de alumbrado y tomas de corriente, deberán ser ejecutadas por medio de conectores de baquelita de tipo sin soldadura, los que permiten deshacer las conexiones sin lastimar ni acortar los conductores.

Las conexiones de los conductores superiores al calibre #8 serán hechas con terminales o bornes especiales para este fin.

Los conductores de acometidas que alimentan los diferentes tableros deberán ser continuos sin empalmes entre el tablero general y los tableros parciales. Cuando esto no sea posible por longitudes muy grandes en los carretes, se deberá proceder de acuerdo a las instrucciones del interventor. En caso de acometidas muy largas se deberán crear cajas de paso por lo menos cada 30 metros.

Durante el proceso de instalación de cables se utilizará un lubricante apropiado para el conductor especificado. No se permitirá el empleo de grasa mineral. En el momento de introducir los conductores dentro de la tubería se tendrá el cuidado de la formación de ángulos agudos en el cable.

Los conductores se colocarán en las bandejas portacables de tal manera que entre los grupos de conductores de diferentes circuitos se mantenga un esparcimiento mínimo equivalente a un cuarto del diámetro de los conductores.

Para la identificación de los diferentes circuitos instalados dentro de un mismo tubo o conectados al mismo sistema se recomienda el uso de conductores de los siguientes colores:

Circuitos con 2 alambres: Blanco y Negro

Circuitos con 3 alambres: Blanco, Negro y Rojo

Circuitos con 4 alambres: Blanco, Negro, Rojo y Verde

En el caso de no poder cumplir con la recomendación anterior, se puede usar cualquier color para los conductores de fase pero el color blanco debe usarse para el neutro y para la conexión a tierra debe usarse exclusivamente el color verde. Los conductores del mismo color deben pertenecer y ser conectados a la misma fase del tablero alimentador.

3.3.8. Interruptores Para el Control de Alumbrado. Interruptores para uso general tipo de incrustar apropiado para ser instalado en su sistema de corriente alterna, con capacidad de 15 amperios continuos, 250 voltios, unipolar o bipolares de contacto mantenido dos posiciones (abierta y cerrada) con terminales de tornillos apropiados para recibir alambres de cobre de calibre 12., completos con herrajes, tornillos y placa en PVC.

Otros interruptores, dobles, triples y conmutables, también deberán cumplir con estas especificaciones y con lo establecido en el Artículo 380-14 del NEC.

Los interruptores cuando se coloquen en posición vertical deben quedar encendido hacia arriba y apagado hacia abajo. Cuando se coloquen en posición horizontal, quedará encendido hacia la derecha y apagado hacia la izquierda.

La altura de montaje de los apagadores será de .1.5 metros. sobre el nivel del piso terminado.

3.3.9. Tomacorrientes. Los tomacorrientes monofásicos serán doble de incrustar tres polos 15 y 20 amperios, 125 Voltios, con terminales de tornillo apropiados para recibir alambres sólidos de cobre calibres números 12 y 14 AWG, completos con herrajes, tornillos y placas metálicas, todos los tomacorrientes deberán tener un polo para puesta a tierra.

Las cajas en donde se monten serán de PVC y profundidad mínima de 1 y ½" (Las cajas para tomas de piso se fabricarán en aluminio fundido).

3.3.10. Salidas Para Alumbrado. Las salidas para las lámparas en donde no esté prevista pantalla cocuyo, tendrán roseta de porcelana de 4". Donde se especifican cocuyos, pantallas fluorescentes o salidas especiales se dejarán las puntas de los alambres para que otro contratista instalen los aparatos correspondientes.

La caja quedará con tapa y orificio central para conexión de la coraza metálica o PVC, extendiendo de todas formas la continuidad de puesta a tierra.

3.3.11 Tableros de Distribución. Los tableros de distribución estarán equipados con interruptores automáticos del tipo termomagnético de las capacidades indicadas en los planos. El conductor neutro de cada circuito, deberá estar conectado a la barra del neutro del tablero. Las barras principales tendrán terminales de conexión.

Los tableros tendrán una barra adicional para aterrizar independientemente los tomacorrientes.

El número de circuitos será aquel que muestre el cuadro de cargas, será acogido por exceso de número de circuitos de acuerdo con los números normalizados en fabricación y las demás características de materiales, puertas, etc.

3.3.12. Interruptores Para Circuitos Derivados. Los interruptores que se incorporen en el anterior tipo de tablero serán monopolares, bipolares o tripolares, del tipo enchufable, automáticos, en caja moldeada plástica con mecanismo de operación para cierre y apertura rápidos y accionamiento simultáneo de los polos. Deberán estar provistos de elementos termomagnético que permitan una características de tiempo inverso y disparo instantáneo. Estos interruptores tendrán una capacidad de interrupción de

corto circuito no inferior a 10.0000 amperios. Lo anterior deberá complementarse con el contenido del Artículo 240 del NEC.

3.3.13. Instalaciones Telefónicas. Las instalaciones telefónicas deberán ser hechas en un todo de acuerdo con las normas y especificaciones de la Empresa de Teléfonos de la localidad.

Este aspecto del trabajo comprende la instalación del strip general ó planta telefónica, sin armada con regletas y la instalación de tuberías de interconexión entre éstos y las respectivas salidas. El cableado interior estará a cargo de otro contratista.

3.3.14. Pararrayos. El sistema de pararrayos tiene por objeto proteger la edificación del daño causado por descargas eléctricas atmosféricas.

El principio en el cual se basa esta protección, es el de dotar a la descarga de un camino apropiado para su circulación a través del edificio, sin que tenga que pasar por materiales no conductores, para evitar los daños graves causados por la disipación calórica así como por los esfuerzos mecánicos desarrollados en el fenómeno.

Esta condición se obtiene instalando un terminal metálico en la parte más alta de la construcción y con una barra puesta a tierra, interconectada entre sí, por una red de cables que conecta al terminal metálico y el pozo de tierra.

En el terminal se instalará un mástil de material galvanizado con un diámetro de 1½" sobre el cual se instalará una cabeza del tipo ionizable con características similares al pulsar IHM0005-0007. A este mástil se interconectará el terminal con cable de cobre desnudo # 2/0 AWG el cual bajará por el lugar indicado por el Interventor procurando seguir el camino más recto posible hasta el pozo de tierra. El conductor será protegido por un tubo galvanizado de diámetro de 1 ¼" y debe ser conectada a la puesta a tierra la cual tendrá una resistencia menor de 5 ohmios.

3.3.15. Línea a Tierra. En el sitio del transformador, la planta de emergencia y la red regulada se hará una instalación de puesta a tierra.

La malla de tierra se conectará por medio de un cable de cobre del calibre que aparece en los planos, al neutro del tablero general neutro del generador, neutro y carcasa del transformador y tablero principal de distribución. Todas las acometidas parciales se derivan del tablero general.

Los computadores, el sistema de seguridad y el sistema de teléfonos tienen un sistema de tierra diferente al de la energía y al de pararrayos configurados con varillas cobre-cobre con su respectivo pozo de tierra.

3.3.16. Alumbrado Exterior. La canalización para alimentación de las luminarias seguirá las rutas indicadas en el plano de alumbrado exterior.

Todo el alumbrado se hará en conductores de cobre del calibre indicado en el plano de alumbrado exterior.

Las luminarias utilizadas para el alumbrado exterior y seleccionadas conjuntamente con los arquitectos del proyecto, serán del siguiente tipo:

- Sodio de 150 vatios para el alumbrado perimetral
- Metal – Halide de 400 vatios para el alumbrado recreativo.

3.3.17. Acometida De Media Tensión. La acometida eléctrica de media tensión será aérea y deberá ejecutarse en un todo de acuerdo con las normas y especificaciones de la Empresa Electrificadora local.

3.3.18. El Contratista. Proveerá los materiales especificados y la Electrificadora se encargará en coordinación con éste, del cableado e instalación.

Para las acometidas subterráneas de baja tensión la tubería se colocarán en el terreno cavando una zanja de 60 cm de ancho y 80 cm de profundidad. Para asentar los ductos en el terreno, se colocará en el fondo de la zanja una capa nivelada de arena sobre la cual se colocarán los ductos, relleno con arena los espacios entre ellos.

Luego se rellenará la zanja con materiales seleccionados debidamente compactados. Los sobrantes deberán ser retirados por el Contratista y depositados en lugar seleccionado. Las uniones entre ductos deben ser hechas cuidadosamente y de acuerdo con las recomendaciones del fabricante a fin de evitar filtraciones de agua. Deberá darse los ductos una pendiente adecuada para que el agua corra libremente hacia las cajas de inspección.

La construcción de las cajas de inspección deberá hacerse de acuerdo con los detalles indicados por la Electrificadora.

3.3.19. Transformador. Las especificaciones para el transformador aquí indicado se refiere a un transformador de distribución sumergido en aceite con las siguientes características generales:

- Tipo de refrigeración: Natural (ONAN) .
- Tipo de instalación: Interperie para instalación en poste.
- Frecuencia: 60 Hz.
- Voltaje nominal primario y derivaciones: 13.2 KV \pm 2 x 2,5 %.
- Voltaje nominal secundario: 3 ϕ 208/120.

El transformador debe ser tipo convencional y debe presentar protocolo de prueba de acuerdo con normas ICONTEC 1358 y debe estar homologado por el sector eléctrico y por la empresa local de distribución de energía. Se sujetara a la estructura con collarines, platinas, U con platinas en un solo poste.

3.3.20. Celda de Baja Tensión. La celda de baja tensión debe ser tipo interperie a prueba de polvo y agua (NEMA 7), construida en lamina galvanizada calibres 14 y 16, pintada con poliamida y laca epoxica.

Además debe cumplir con lo siguiente:

- Tensión nominal máxima: 660 V – prueba de aislamiento 2000 V.
- Número de fases: 3.
- Capacidad de los barrajes: 320 Amp.
- Capacidad barra neutro: 320 Amp.
- Capacidad barra a tierra: 125 Amp.
- Rigidez dieléctrica: a 220/240 V 2000 V.
- Dimensiones:
 - Alto: 1700 mm
 - Ancho; 700 mm
 - Profundidad: 500 mm

3.3.21 Pruebas y Ajustes. EL CONTRATISTA, está obligado a realizar a su cargo todas las pruebas que se mencionen en estas especificaciones y a ejecutar todos los ajustes y correcciones que de ello resulte.

También deberá, a su cargo balancear todos aquellos sistemas que lo requieran para su correcto funcionamiento, empleando las mejores técnicas y equipos. Además entregará todos los equipos y maquinarias que debe suministrar, en correcto estado de funcionamiento a satisfacción del INTERVENTOR o de su representante.

Se deberá medir la resistencia del electrodo de puesta a tierra con respecto a tierra. En caso de que esta prueba indique una resistencia mayor de lo indicado en los planos el Contratista deberá instalar electrodos adicionales hasta obtener un valor de la resistencia no mayor de lo anotado. La medición debe realizarse en época de verano.

Comprobación de la continuidad eléctrica de todos los conductores, así como su correspondencia exacta con lo indicado en los planos.

Una vez efectuadas las pruebas anteriores y energizados los circuitos, el Contratista deberá comprobar que la carga de cada fase del tablero no señale un desequilibrio mayor del 5% con respecto a otras fase. Esta comprobación se realizará con la totalidad de la carga conectada y de acuerdo al plano en que se indique el circuito que se mide.

Antes de iniciar las anteriores pruebas el Contratista deberá informar con la debida anticipación a la Interventoría y los resultados de estas pruebas deberán ser suministrados por escrito a la misma.

CONCLUSIONES

El estudio y diseño de las instalaciones eléctricas y de señales son uno de los aspectos principales en el desarrollo profesional de todo Ingeniero Electricista. Diseñar instalaciones de media tensión, de alumbrado, de tomas de fuerza, salidas de voz y datos, STP, y protecciones eléctricas eran de los principales objetivos que se tuvieron en cuenta en el desarrollo del proyecto; Todos estos diseños se realizaron teniendo en cuenta tanto estándares internacionales como nacionales y locales, al igual que las recomendaciones de los fabricantes de los diferentes productos utilizados en el montaje y de las peticiones de los ingenieros y arquitectos del proyecto.

La elaboración de las características técnicas del proyecto, fue uno de los ítems importantes en la preparación de este, como también lo fue la elaboración del presupuesto de obra con los análisis de precios unitarios y de cantidades de obra; estos fueron aspectos importantes para la interventoría del proyecto eléctrico, ya que esta nunca se contrato y tuvo que ser desarrollada por los arquitectos del proyecto.

Este proyecto cumplió con su objetivo principal, el cual era resolver un problema real de la comunidad. Hoy en día el barrio Nelson Mandela cuenta

con una escuela digna donde pueden educarse sus niños y jóvenes, los cuales conforman parte de la población vulnerable del sector.

BIBLIOGRAFÍA.

Normas Eléctricas de Mayor Utilización para el Diseño y montajes de Proyectos Eléctricos. Departamento de Proyectos Electrocosta. 2000. 23 P

Norma 2050 ICONTEC “Código Eléctrico Nacional” . 1997. 2 Tomos.

El Manejo Técnico de la Luz. ROY ALPHA. 1992. 112 P.

Manual de Luminotecnia. Westinghouse. 1998, 236 P.

Manual de Cables de Potencia, Control y Telecomunicaciones. Centelsa. 2000. 70 P.

ARNEDO Martínez, Luis y DÍAZ Pérez, Abraham. Diseño de los Sistemas de Iluminación, Comunicaciones e Instalaciones Eléctricas del Estadio de Fútbol Pedro de Heredia. Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar. 1996.

BOBOLA Daniel. Redes Locales. Editorial Prentice may. Primera Edición, 1995.

CORRALES Paternina, Daniel José y FIGUEROA Borelly, Jairo. Rediseño de las Instalaciones Eléctricas y Elaboración de un Plan de Mantenimiento Predictivo y Preventivo Eléctrico y Electrónico en la Liga Colombiana Contra la Epilepsia. Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar. 2000.

FINK, DONALD, BEATY. Manual de Ingeniería Eléctrica, Decimotercera Edición, Editorial McGraw Hill, Tomo 1, 1997.

RODRÍGUEZ Sarmiento, John Franklin y VILLEGAS Castro, Giovanni Enrique. Rediseño Total de las Instalaciones Eléctricas e Iluminación del Hospital Infantil Napoleón Franco Pareja. Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar. 1996.

TENEMBAUM Andrew S. Redes de Ordenadores. Editorial Prentice, Primera Edición, 1991.

SERVIDOR DE PAGINAS DOCENTES. Centro de Investigación Sobre Aprendizaje Basado en Internet. <http://edison.upc.es>.

INSTALACIONES ELÉCTRICAS. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial- Zaragoza. . <http://bdb.unizar.es>.

ANEXO A. Coeficientes de Utilización de Lámparas y Curvas de
Isolux.

ANEXO B. Tablas de capacidad de Corriente y Características de los Conductores.

ANEXO C. Detalle de Montaje de Reflectores.

ANEXO D. Características de las Protecciones en Media Tensión.

ITEM 1**ADECUACION DE LA ESTRUCTURA DEL TRANSFORMADOR****UN. 1****1,1. MATERIALES**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	CRUCETAS DE MADERA INMUNIZADA	U	1	30,000	3
2.0	SILLAS PARA CRUCETAS	U	2	3,500	7
3.0	PERNO DE 5/8" X 18"	U	3	5,880	17
4.0	ARANDELA DE 5/8" DE 2" X 2"	U	10	720	7
5.0	ARANDELA DE 1/2"	U	4	204	8
6.0	PERNO DE 1/2"	U	4	600	24
7.0	ABRAZADERA DE 6" A 7" SENCILLA	U	2	12,000	24
8.0	DIAGONALES SENCILLAS	U	4	7,000	28
9.0	RETENIDA 3/8"	ML	10	1,200	12
10.0	AISLADOR TENSOR	U	1	11,000	11
11.0	VIGUETA DE ANCLAJE	U	1	20,000	20
12.0	VARILLA DE ANCLAJE	U	1	12,000	12
13.0	GRAPA GALVANIZADA PARA RETENIDA	U	1	3,000	3

17

IVA 16%

2

20

1,2. MANO DE OBRA

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	INSTALACION DE CRUCETAS Y HERRAJES	U	2	8,998	17
2.0	INSTALACION DE RETENIDA CON MUERTO	U	1	15,694	15
3.0	ADECUACION CIRCUITO EXISTENTE	U	1	30,000	30

6

1,3. ALQUILER HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	HERRAMIENTA MENOR	GLB	1	20,000	20

2

1,4. TRANSPORTE DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	TRANSPORTES	GLB	1	30,000	3

3

COSTO DIRECTO

\$
316,

AIU

\$
47,5

IVA

\$

TOTAL ITEM 1

\$
366,

ITEM 2

CONSTRUCCION TERCERA FASE CIRCUITO PRINCIPAL

ML. 120

2,1. MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	CABLE ACAR N° 1/0	ML	1	5,315	
2.0	AISLADOR DE LOZA 10"	U	0.075	15,000	
3.0	PERNO DE 5/8" X 6"	U	0.08	2,870	
4.0	TUERCA DE OJO 5/8"	U	0.08	3,000	

\$

IVA 16%

\$

\$

2,2. MANO DE OBRA

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	TENDIDO DE ACOMETIDA	ML	1	260	

\$

2,3. ALQUILER HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	HERRAMIENTA MENOR	GLB	1	1,500	
2.0	DIFERENCIAL 5 TONELADAS	U	1	3,200	

\$

2.4. TRANSPORTE DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	TRANSPORTES	GLB	1	1,000	

\$

COSTO DIRECTO

\$
13,9

AIU

\$

IVA (

\$

TOTAL ITEM 2

\$
16,1

ITEM 3

PROTECCIONES

GLB. 1

3.1. MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	CRUCETAS DE MADERA INMUNIZADA	U	2	30,000	6
2.0	SILLAS PARA CRUCETAS	U	2	3,500	7
3.0	PERNO DE 5/8" X 18"	U	3	4,800	1
4.0	ARANDELA DE 5/8" DE 2" X 2"	U	10	720	7
5.0	ARANDELA DE 1/2"	U	4	204	
6.0	PERNO DE 1/2"	U	4	600	2
7.0	PERNO DE 5/8" X 6"	U	6	2,160	1
8.0	ABRAZADERA DE 6" A 7" SENCILLA	U	2	12,000	2
9.0	DIAGONALES SENCILLAS	U	4	7,000	2
10.0	CORTACIRCUITOS 10 KA	U	3	146,000	43
11.0	AISLADOR POST TYPE CON BASE	U	6	86,400	52
12.0	PARARRAYOS AUTOVALVULAR 12 KV	U	3	150,000	45
13.0	CABLE DE COBRE DESNUDO N° 2	ML	10	6,244	6
14.0	TUBO CONDUIT GALVANIZADO DE 1/2"	U	1	14,620	1
15.0	VARILLA COBRE - COBRE 1,8 M X 3/8"	U	1	40,000	4
16.0	FUSIBLES TIPO K DE 8 AMPERIOS	U	3	6,000	1

1,5

IVA 16%

2

1,7

3.2. MANO DE OBRA

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	INSTALACION DE CRUCETAS Y HERRAJES	U	2	22,000	4
2.0	INSTALACION DE POST TYPE	U	6	9,155	5
3.0	INSTALACION DE CORTACIRCUITOS	U	3	9,155	2
4.0	INSTALACION DE PARARRAYOS	U	3	9,155	2
5.0	INSTALACION PUESTA A TIERRA	U	1	25,000	2
6.0	INSTALACION DE POSTE	U	1	132,799	13

3

3.3. ALQUILER HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	HERRAMIENTA MENOR	GLB	1	20,000	2
2.0	GRUA	DIA	1	150,000	15

17

3.4. TRANSPORTE DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	TRANSPORTES	GLB	1	20,000	2

2

COSTO DIRECTO\$
2,28**AIU**\$
343,**IVA**\$
17,1**TOTAL ITEM 3**\$
2,65**ITEM 4****SUMINISTRO E INSTALACION DE TRANSFORMADOR 75 KVA -
3F****UN. 1****4.1. MATERIALES**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	TRANSFORMADOR 75 KVA TRIFASICO	U	1	5,460,000	5,4

5,4

IVA 16%

8,7

6,3

4.2. MANO DE OBRA

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	INSTALACION DE TRANSFORMADOR 75 KVA	U	1	78,482	7

7

4.3. ALQUILER HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	HERRAMIENTA MENOR	GLB	1	25,000	2

2

4.4. TRANSPORTE DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	TRANSPORTES	GLB	1	50,000	5

5

COSTO DIRECTO

\$
6,48

AIU

\$
973,

IVA

\$
48,6

TOTAL ITEM 4

\$
7,50

ITEM 5

ACOMETIDA PRINCIPAL BAJA TENSION

ML. 48

5,1. MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	TUBO CONDUIT GALVANIZADO DE 3"	ML	2/11	20,833	3
2.0	TUBO CONDUIT PVC DE 3" HD	ML	25/33	15,000	1
3.0	CAPACETE 2 1/2"	U	1/33	23,000	
4.0	CABLE 4/0 AWG-THW	ML	3	21,342	6
5.0	CABLE 3/0 AWG THW	ML	1	17,090	1
6.0	CURVA CONDUIT PVC 3" GRAN RADIO 90° HD	U	1/24	6,700	
7.0	CINTA AISLANTE N° 33 3M	RLL	1/100	5,600	
9.0	PEGANTE PVC	GLON	1/500	13,800	
10.0	LIMPIADOR PVC	U	1/500	7,000	
					9
				IVA 16%	1
					1

5,2. MANO DE OBRA

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	EXCAVACION	ML	1	500	
2.0	INSTALACION DE TUBERIA Y RESANE	ML	1	2,500	2
3.0	CABLEADO	ML	1	3,136	3
					\$

5,3. ALQUILER HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	HERRAMIENTA MENOR	GLB	1	200	
					\$

5,4. TRANSPORTE DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	TRANSPORTES	GLB	1	300	
					\$

COSTO DIRECTO

\$

AIU
IVA

TOTAL ITEM 5

119,
\$
17,9
\$
138,

ITEM 6

SUMINISTRO E INSTALACION DE CELDA DE BAJA TENSION

UN. 1

6,1. MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	CELDA DE BAJA TENSION EN LAMINA GALVANIZADA CALIBRE 14 CON RECUBRIMIENTO EN PINTURA A BASE DE CAUCHO CLORADO CON BARRAJE TRIFASICO DE COBRE ELECTROLITICO MAS BARRADE NEUTRO Y BARRA DE TIERRA. CONTIENE:	U	1	2,160,000	2,1
	TOTALIZADOR PRINCIPAL 3 X 250 A, 15 KA	U	1		
	BREAKER 3 X 30 A, 10 KA	U	6		
	BREAKER 3 X 50 A, 15 KA	U	1		
	BREAKER 3 X 100 A, 15 KA	U	1		
	VOLTIMETRO 0- 350 V	U	1		
	SELECTOR VOLTIMETRO 4 POCISIONES	U	1		
	TC DE 300-5 A TIPO TOROIDE	U	6		
	AMPERIMETRO 0-300 AMPERIOS	U	1		
	SELECTOR AMPERIMETRO 4 POCISIONES	U	1		

2,1

IVA 16%

3,

2,5

6,2. MANO DE OBRA

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	INSTALACION TABLERO	U	1	76,000	7

7

6,3. ALQUILER HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	HERRAMIENTA MENOR	GLB	1	200	
					\$

6.4. TRANSPORTE DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	TRANSPORTES	GLB	1	10,000	1
					1

COSTO DIRECTO

\$
2,59

AIU

\$
388,

IVA

\$
19,4

TOTAL ITEM 6

\$
3,00

ITEM 7

ACOMETIDA AULA MULTIPLE

ML. 45.6

7.1. MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	TUBO CONDUIT PVC DE 2"	ML	1	6,667	6
2.0	CABLE 8 AWG-THW	ML	3	1,895	5
3.0	CABLE 10 AWG THW	ML	1	1,309	1
4.0	CABLE N° 12 AWG- THW	ML	1	911	
5.0	CURVA CONDUIT PVC 2" 90°	U	1/23	2,300	
6.0	CINTA N° 33 3M	RLL	1/100	5,600	
7.0	CINTA N° 23 3M	RLL	1/100	16,000	
8.0	PEGANTE PVC	GALON	1/100	13,800	
9.0	LIMPIADOR PVC	GALON	1/100	7,000	
					1
				IVA 16%	\$
					1

7,2. MANO DE OBRA

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	EXCAVACION	ML	1	500	
2.0	INSTALACION DE TUBERIA Y RESANE	ML	1	2,500	
3.0	CABLEADO	ML	1	3,136	
					\$

7,3. ALQUILER HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	HERRAMIENTA MENOR	GLB	1	200	
					\$

7,4. TRANSPORTE DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	TRANSPORTES	GLB	1	300	
					\$

COSTO DIRECTO

AIU

IVA

TOTAL ITEM 7

\$
24,1
\$
\$
\$
27,9

ITEM 8**ACOMETIDA BLOQUE LABORATORIOS****ML. 18****8,1. MATERIALES**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	TUBO CONDUIT PVC DE 1 1/2"	ML	1	6,667	
2.0	CABLE N° 4 AWG-THW	ML	3	2,919	
3.0	CABLE N° 6 AWG THW	ML	1	1,895	
4.0	CABLE N° 8 AWG- THW	ML	1	1,309	
5.0	CURVA CONDUIT PVC 1 1/2" 90°	U	1/8	2,300	
6.0	CINTA N° 33 3M	RLL	1/100	5,600	
7.0	CINTA N° 23 3M	RLL	1/100	16,000	
8.0	PEGANTE PVC	GLON	1/100	13,800	
9.0	LIMPIADOR PVC	U	1/100	7,000	

					1
				IVA 16%	\$
					2

8,2. MANO DE OBRA

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	EXCAVACION	ML	1	500	
2.0	INSTALACION DE TUBERIA Y RESANE	ML	1	2,500	
3.0	CABLEADO	U	1	3,136	
					\$

8,3. ALQUILER HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	HERRAMIENTA MENOR	GLB	1	200	
					\$

8,4. TRANSPORTE DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	TRANSPORTES	GLB	1	300	
					\$

COSTO DIRECTO

AIU

IVA

TOTAL ITEM 8

\$
29,0
\$
\$
\$
33,6

ITEM 9

ACOMETIDA BLOQUE BACHILLERATO

ML. 66

9,1. MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	TUBO CONDUIT PVC DE 2"	ML	1	6,667	
2.0	CABLE N° 4 AWG-THW	ML	3	1,895	

3.0	CABLE N° 6 AWG- THW	ML	1	1,309	
4.0	CABLE N° 8 AWG- THW	ML	1	911	
5.0	CURVA CONDUIT PVC 2" 90°	U	1/3	2,300	
6.0	CINTA N° 33 3M	RLL	1/100	5,600	
7.0	CINTA N° 23 3M	RLL	1/100	16,000	
8.0	PEGANTE PVC	GLON	1/80	13,800	
9.0	LIMPIADOR PVC	U	1/80	7,000	

					1
				IVA 16%	\$
					1

9.2. MANO DE OBRA

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	EXCAVACION	ML	1	500	
2.0	INSTALACION DE TUBERIA Y RESANE	ML	1	2,500	
3.0	CABLEADO	ML	1	3,136	
					\$

9.3. ALQUILER HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	HERRAMIENTA MENOR	GLB	1	200	
					\$

9.4. TRANSPORTE DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	TRANSPORTES	GLB	1	300	
					\$

COSTO DIRECTO

AIU

IVA

TOTAL ITEM 9

\$	24,9
\$	
\$	
\$	28,9

ITEM 10
ACOMETIDA BLOQUE ADMINISTRATIVO

ML. 30

10.1. MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
2.0	TUBO CONDUIT PVC DE 2"	ML	1	6,667	6
4.0	CABLE N° 8 AWG-THW	ML	3	1,895	5
5.0	CABLE N° 10 AWG- THW	ML	1	1,308	1
6.0	CABLE N° 12 AWG- THW	ML	1	911	
7.0	CURVA CONDUIT PVC 2" 90°	U	1/14	2,300	
8.0	CINTA N° 33 3M	RLL	1/100	5,600	
9.0	CINTA N° 23 3M	RLL	1/100	16,000	
10.0	PEGANTE PVC	GLON	1/80	13,800	
11.0	LIMPIADOR PVC	U	1/80	7,000	

IVA 16%

1
\$
1

10.2. MANO DE OBRA

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	EXCAVACION	ML	1	500	
2.0	INSTALACION DE TUBERIA Y RESANE	ML	1	2,500	2
3.0	CABLEADO	ML	1	3,136	3
					\$

10.3. ALQUILER HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	HERRAMIENTA MENOR	GLB	1	200	
					\$

10.4. TRANSPORTE DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	TRANSPORTES	GLB	1	300	
					\$

COSTO DIRECTO

\$
24,2

AIU
IVA

TOTAL ITEM 10

\$
\$
\$
28,1

ITEM 11

ACOMETIDA CASA CURAL

ML. 60

11.1. MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
2.0	TUBO CONDUIT PVC DE 2"	ML	1	6,667	6
4.0	CABLE N° 4 AWG-THW	ML	3	4,501	1
5.0	CABLE N° 6 AWG- THW	ML	1	2,919	2
6.0	CABLE N° 8 AWG- THW	ML	1	1,895	1
7.0	CURVA CONDUIT PVC 2" 90°	U	1/30	2,300	
8.0	CINTA N° 33 3M	RLL	1/100	5,600	
9.0	CINTA N° 23 3M	RLL	1/100	16,000	
10.0	PEGANTE PVC	GLON	1/80	13,800	
11.0	LIMPIADOR PVC	U	1/80	7,000	

IVA 16%

2
\$
2

11.2. MANO DE OBRA

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	EXCAVACION	ML	1	500	
2.0	INSTALACION DE TUBERIA Y RESANE	ML	1	2,500	2
3.0	CABLEADO	ML	1	3,136	3

\$

11.3. ALQUILER HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	HERRAMIENTA MENOR	GLB	1	200	

\$

11.4. TRANSPORTE DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	TRANSPORTES	GLB	1	300	

\$

COSTO DIRECTO

\$
36,2

AIU

\$

IVA

\$

TOTAL ITEM 11

\$
41,9

ITEM 12

DESCRIPCION: ACOMETIDA BLOQUE PREESCOLAR

ML. 96

12.1. MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
2.0	TUBO CONDUIT PVC DE 2"	ML	1	6,667	
4.0	CABLE N° 8 AWG-THW	ML	3	1,895	
5.0	CABLE N° 10 AWG- THW	ML	1	1,309	
6.0	CABLE N° 12 AWG- THW	ML	1	911	
7.0	CURVA CONDUIT PVC 2" 90°	U	1/48	2,300	
8.0	CINTA N° 33 3M	RLL	1/100	5,600	
9.0	CINTA N° 23 3M	RLL	1/100	16,000	
10.0	PEGANTE PVC	GLON	1/80	13,800	
11.0	LIMPIADOR PVC	U	1/80	7,000	

1

IVA 16%

\$

1

12.2. MANO DE OBRA

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	EXCAVACION	ML	1	500	
2.0	INSTALACION DE TUBERIA Y RESANE	ML	1	2,500	
3.0	CABLEADO	ML	1	3,136	

\$

12.3. ALQUILER HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	HERRAMIENTA MENOR	GLB	1	200	
					\$

12.4. TRANSPORTE DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	TRANSPORTES	GLB	1	300	
					\$

COSTO DIRECTO

AIU

IVA

TOTAL ITEM 12

\$
24,1
\$
\$
\$
27,9

ITEM 13

ACOMETIDA BLOQUE PRIMARIA

ML. 102

13.1. MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
2.0	TUBO CONDUIT PVC DE 1 1/2"	ML	1	6,667	6
4.0	CABLE N° 4 AWG-THW	ML	3	4,501	1
5.0	CABLE N° 6 AWG- THW	ML	1	2,919	2
6.0	CABLE N° 8 AWG- THW	ML	1	1,895	1
7.0	CURVA CONDUIT PVC 1 1/2" 90°	U	1/51	2,300	
8.0	CINTA N° 33 3M	RLL	1/100	5,600	
9.0	CINTA N° 23 3M	RLL	1/100	16,000	
10.0	PEGANTE PVC	GLON	1/80	13,800	
11.0	LIMPIADOR PVC	U	1/80	700	

IVA 16%

2
\$
2

13.2. MANO DE OBRA

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	EXCAVACION	ML	1	500	

2.0	INSTALACION DE TUBERIA Y RESANE	ML	1	2,500	
3.0	CABLEADO	ML	1	3,136	
					\$

13.3. ALQUILER HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	HERRAMIENTA MENOR	GLB	1	200	
					\$

13.4. TRANSPORTE DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	TRANSPORTES	GLB	1	300	
					\$

COSTO DIRECTO

AIU

IVA

TOTAL ITEM 13

\$
36,1
\$
\$
\$
41,8

ITEM 14

ACOMETIDA HOGAR COMUNITARIO

ML. 90

14.1. MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	TUBO CONDUIT PVC DE 1 1/2"	ML	1	6,667	
2.0	CABLE N° 4 AWG-THW	ML	3	4,501	
3.0	CABLE N° 6 AWG- THW	ML	1	2,919	
4.0	CABLE N° 8 AWG- THW	ML	1	1,895	
5.0	CURVA CONDUIT PVC 1 1/2" 90°	U	1/30	2,300	
6.0	CINTA N° 33 3M	RLL	1/100	5,600	
7.0	CINTA N° 23 3M	RLL	1/100	16,000	
8.0	PEGANTE PVC	GLON	1/80	13,800	
9.0	LIMPIADOR PVC	U	1/80	700	
					2

IVA 16% \$
2

14,2. MANO DE OBRA

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	EXCAVACION	ML	1	500	
2.0	INSTALACION DE TUBERIA Y RESANE	ML	1	2,500	
3.0	CABLEADO	ML	1	3,136	
					\$

14,3. ALQUILER HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	HERRAMIENTA MENOR	GLB	1	200	
					\$

14,4. TRANSPORTE DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	TRANSPORTES	GLB	1	300	
					\$

COSTO DIRECTO

AIU

IVA

TOTAL ITEM 14

\$
36,1
\$
\$
\$
41,8

ITEM 15

REGISTROS ELECTRICOS 70 X 70 X 70 CM

UN. 12

15,1. MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	CEMENTO	U	0.8	15,000	1
2.0	VARILLA CORRUGADA DE 3/8	U	2	4,800	9
3.0	ANGULO DE 1/4" X 1 1/2"	U	1	7,500	7
4.0	ARENA CON CHINA	M3	0.25	15,000	3

IVA 16%

3
\$
3

15,2. MANO DE OBRA

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	FABRICACION TAPAS	U	1	3,500	3,500
2.0	FUNDIDA DE REGISTROS	M3	3.5	1,500	5,250
					\$

15,3. ALQUILER HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	HERRAMIENTA MENOR	GLB	1	1,500	1,500
2.0	FORMALETA DE MADERA	GLB	1	2,500	2,500
					\$

15,4. TRANSPORTE DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	TRANSPORTES	GLB	1	1,500	1,500
					\$

COSTO DIRECTO

AIU

IVA

TOTAL ITEM 15

\$
52,0
\$
\$
\$
60,2

ITEM 16

SALIDAS DE ILUMINACION SLIM LIME 2 X 48

UN. 150

18,1. MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	ALAMBRE N° 12 AWG-THW	ML	40	553	22,120
2.0	TUBO CONDUIT 1/2"	ML	20	964	19,280
3.0	TUBO CONDUIT 3/4"	ML	6	1,200	7,200

4.0	CURVA CONDUIT 1/2"	U	0.5	479	
5.0	CURVA CONDUIT 3/4"	U	0.5	510	
6.0	CAJA PVC OCTAGONAL	U	1	1,500	
7.0	ADAPTADOR TERMINAL 3/4"	U	1	200	
8.0	LIMPIADOR PVC	GLON	1/80	7,000	
9.0	SOLDADURA PVC	GLON	1/80	13,900	
10.0	CINTA N° 33 3M	RLL	0.05	5,900	
11.0	LAMPARA 2 X 48 SLIM LIME INCLUYE TUBOS Y REACTANCIA	U	1	22,500	2

IVA 16%

7

1

8

16.2. MANO DE OBRA

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	SALIDAS DE LUCES	U	1	15,000	1
2.0	MONTAJE DE LAMPARAS	U	1	1,500	

1

16.3. ALQUILER HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	HERRAMIENTA MENOR	GLB	1	200	

\$

16.4. TRANSPORTE DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	TRANSPORTES	GLB	1	300	

\$

COSTO DIRECTO

\$ 101,

AIU

\$ 15,2

IVA

\$

TOTAL ITEM 16

\$ 117,

ITEM 17**SALIDAS DE ILUMINACION FLUORECENTE 2 X 20****UN. 52****17,1. MATERIALES**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	ALAMBRE N° 12 AWG-THW	ML	40	553	2
2.0	TUBO CONDUIT 1/2"	ML	20	964	1
3.0	TUBO CONDUIT 3/4"	ML	6	1,200	7
4.0	CURVA CONDUIT 1/2"	U	0.5	479	
5.0	CURVA CONDUIT 3/4"	U	0.5	510	
6.0	CAJA PVC OCTAGONAL	U	1	1,500	
7.0	ADAPTADOR TERMINAL 3/4"	U	1	200	
8.0	LIMPIADOR PVC	GLON	1/80	7,000	
9.0	SOLDADURA PVC	GLON	1/80	13,900	
10.0	CINTA N° 33 3M	RLL	0.05	5,900	
11.0	LAMPARA 2 X 20 INCLUYE TUBOS Y REACTANCIA	U	1	12,500	1

IVA 16%

6

\$

7

17,2. MANO DE OBRA

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	SALIDAS DE LUCES	U	1	15,000	1
2.0	MONTAJE DE LAMPARA	U	1	1,500	

1

17,3. ALQUILER HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	HERRAMIENTA MENOR	GLB	1	200	

\$

17,4. TRANSPORTE DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	TRANSPORTES	GLB	1	300	

\$

18,4. TRANSPORTE DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	TRANSPORTES	GLB	1	300	

\$

COSTO DIRECTO

\$
54,1

AIU

\$

IVA

\$

TOTAL ITEM 18

\$
62,6

ITEM 19

SALIDAS DE INTERRUPTORES SENCILLOS

UN. 40

19,1. MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	ALAMBRE N° 12 AWG-THW	ML	8	553	4
2.0	TUBO CONDUIT 1/2"	ML	1	964	
3.0	CURVA CONDUIT 1/2"	U	0.5	479	
4.0	ADAPTADOR TERMINAL 1/2"	U	1	649	
5.0	CAJA PVC 2 X 4"	U	1	750	
6.0	INTERRUPTOR SENCILLO	U	1	2,500	2
7.0	LIMPIADOR PVC	GLON	1/80	7,000	
8.0	SOLDADURA PVC	GLON	1/80	13,900	
9.0	CINTA N° 33 3M	RLL	0.05	5,600	

1

IVA 16%

\$

1

19,2. MANO DE OBRA

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	SALIDAS DE INTERRUPTORES	U	1	15,000	1

1

19.3. ALQUILER HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	HERRAMIENTA MENOR	GLB	1	200	
					\$

19.4. TRANSPORTE DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	TRANSPORTES	GLB	1	300	
					\$

COSTO DIRECTO

AIU

IVA

TOTAL ITEM 19

\$
27,0
\$
\$
\$
31,3

ITEM 20**SALIDAS DE INTERRUPTORES DOBLES****UN. 24****20.1. MATERIALES**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	ALAMBRE N° 12 AWG-THW	ML	8	553	
2.0	TUBO CONDUIT 1/2"	ML	1	964	
3.0	CURVA CONDUIT 1/2"	U	0.5	479	
4.0	ADAPTADOR TERMINAL 1/2"	U	1	150	
5.0	CAJA PVC 2 X 4"	U	1	750	
6.0	INTERRUPTOR DOBLES	U	1	4,500	
7.0	LIMPIADOR PVC	GLON	1/80	7,000	
8.0	SOLDADURA PVC	GLON	1/80	13,900	
9.0	CINTA N° 33 3M	RLL	0.05	5,600	
					1
				IVA 16%	\$
					1

20,2. MANO DE OBRA

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	SALIDAS DE INTERRUPTORES DOBLES	U	1	15,000	1
					1

20,3. ALQUILER HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	HERRAMIENTA MENOR	GLB	1	200	
					\$

20,4. TRANSPORTE DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	TRANSPORTES	GLB	1	300	
					\$

COSTO DIRECTO

AIU

IVA

TOTAL ITEM20\$
28,8

\$

\$

\$
33,3**ITEM 21****SALIDAS DE INTERRUPTORES CONMUTABLES****UN. 6****21,1. MATERIALES**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	ALAMBRE N° 12 AWG-THW	ML	8	553	4
2.0	TUBO CONDUIT 1/2"	ML	1	964	
3.0	CURVA CONDUIT 1/2"	U	0.5	479	
4.0	ADAPTADOR TERMINAL 1/2"	U	1	150	
5.0	CAJA PVC 2 X 4"	U	1	750	
6.0	INTERRUPTOR CONMUTABLE	U	2	4,500	9
7.0	LIMPIADOR PVC	GLON	1/80	7,000	
8.0	SOLDADURA PVC	GLON	1/80	13,900	
9.0	CINTA N° 33 3M	RLL	0.05	5,600	

					1
				IVA 16%	\$
					1

21,2. MANO DE OBRA

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	SALIDAS DE LUCES	U	1	15,000	1
					1

21,3. ALQUILER HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	HERRAMIENTA MENOR	GLB	1	200	
					\$

21,4. TRANSPORTE DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	TRANSPORTES	GLB	1	300	
					\$

COSTO DIRECTO

AIU

IVA

TOTAL ITEM 21

\$
33,9
\$
\$
\$
39,3

ITEM 22

SALIDAS DE REFLECTORES AULA MULTIPLE

UN. 12

22,1. MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	ALAMBRE N° 12 AWG-THW	ML	2	553	

2.0	LUMINARIA VENTILADA DE ALUMINIO 675 mm PARA BOMBILLA DE MERCURIO 250 W CON EQUIPO ELECTRICO	U	1	115,000	115,000
3.0	TUBO CONDUIT 1/2"	ML	1	964	964
4.0	TUBO CONDUIT 3/4"	ML	1	510	510
5.0	CURVA CONDUIT 1/2"	U	0.5	479	239.5
6.0	CURVA CONDUIT 3/4"	U	0.5	510	255
7.0	ADAPTADOR TERMINAL 1/2"	U	1	150	150
8.0	CAJA PVC OCTAGONAL	U	1	1,500	1,500
9.0	ADAPTADOR TERMINAL 3/4"	U	1	200	200
10.0	LIMPIADOR PVC	U	1	7,000	7,000
11.0	SOLDADURA PVC	GLON	1/16	13,900	868.75
12.0	CINTA N° 33 3M	RLL	1/10	5,600	560

IVA 16%

22.2. MANO DE OBRA

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	SALIDAS DE LUCES	U	1	15,000	15,000

22.3. ALQUILER HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	HERRAMIENTA MENOR	GLB	1	200	200

22.4. TRANSPORTE DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	TRANSPORTES	GLB	1	300	300

COSTO DIRECTO

AIU

\$
163,
\$
24,4

IVA

TOTAL ITEM 22

\$
\$
188,

ITEM 23

SALIDAS DE TOMACORRIENTES

UN.104

23,1. MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	ALAMBRE N° 12 AWG-THW	ML	3	553	
2.0	TUBO CONDUIT 1/2"	ML	1	964	
3.0	TUBO CONDUIT 3/4"	ML	1	1,200	
4.0	CURVA CONDUIT 1/2"	U	0.5	479	
5.0	CURVA CONDUIT 3/4"	U	0.5	600	
6.0	ADAPTADOR TERMINAL 1/2"	U	1	150	
7.0	CAJA PVC 2" X 4"	U	1	1,000	
8.0	ADAPTADOR TERMINAL 3/4"	U	1	200	
8.0	TOMA DOBLE LEVITON CON POLO A TIERRA	U	1	2,500	
9.0	LIMPIADOR PVC	GLON	1/80	7,000	
10.0	SOLDADURA PVC	GLON	1/80	13,900	
11.0	CINTA AISLANTE N° 33 3M	RLL	0.05	5,600	

IVA 16%

\$
\$
1

23,2. MANO DE OBRA

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	SALIDAS DE TOMAS	U	1	9,940	

\$

23,3. ALQUILER HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	HERRAMIENTA MENOR	GLB	1	200	

\$

23,4. TRANSPORTE DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
------	-------------	--------	----------	--------------	-----

1.0	TRANSPORTES	GLB	1	300	
					\$

COSTO DIRECTO

AIU

IVA

TOTAL ITEM 23

\$
20,5

\$

\$

\$
23,7

ITEM 24

SALIDAS DE AIRE ACONDICIONADO

UN. 6

24,1. MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	ALAMBRE N° 10 AWG-THW	ML	75	911	6
2.0	TUBO CONDUIT 1/2"	ML	30	964	2
3.0	CURVA CONDUIT 1/2"	U	0.5	479	
4.0	ADAPTADOR TERMINAL 1/2"	U	1	150	
5.0	CAJA PVC 4" X 4"	U	1	1,500	
6.0	TOMA TRIFASICO LEVITON	U	1	5,000	
7.0	LIMPIADOR PVC	U	1/80	7,000	
8.0	SOLDADURA PVC	GLON	1/80	13,800	
9.0	CINTA AISLANTE N° 33 3M	RLL	1/20	5,600	
					10
				IVA 16%	1
					12

24,2. MANO DE OBRA

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	SALIDAS DE TOMAS	U	1	15,000	1
					1

24,3. ALQUILER HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	HERRAMIENTA MENOR	GLB	1	200	

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	SALIDA DE TOMAS	U	1	15,000	1

1

25.3. ALQUILER HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	HERRAMIENTA MENOR	GLB	1	200	

\$

25.4. TRANSPORTE DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	TRANSPORTES	GLB	1	300	

\$

COSTO DIRECTO

\$
213,

AIU

\$
32,0

IVA

\$

TOTAL ITEM 25

\$
247,

ITEM 26

TABLEROS DE BREAKERS PARCIALES 12 CTOS

UN. 3

26.1. MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	TABLERO MULTIBREAKER 12 CTOS TRIFASICO CON TAPA	U	1	125,000	125,000
2.0	PROTECCIONES	U	8	7,500	60,000

18

IVA 16%

2

2'

26,2. MANO DE OBRA

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	INSTALACION DE TABLERO	U	1	16,000	1
2.0	INSTALACION DE PROTECCIONES	U	8	3,500	2
					4

26,3. ALQUILER HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	HERRAMIENTA MENOR	GLB	1	200	
					\$

26,4. TRANSPORTE DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	TRANSPORTES	GLB	1	300	
					\$

COSTO DIRECTO

\$ 257,

AIU

\$ 38,5

IVA

\$

TOTAL ITEM 26

\$ 297,

ITEM 27**TABLEROS DE BREAKERS PARCIALES 18 CTOS****UN. 4****27,1. MATERIALES**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	TABLERO MULTIBREAKER 18 CTOS TRIFASICO CON TAPA	U	1	146,300	14
2.0	PROTECCIONES	U	15	7,500	11
					25
				IVA 16%	3

27,2. MANO DE OBRA

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	INSTALACION DE TABLERO	U	1	20,000	2
2.0	INSTALACION DE PROTECCIONES	U	15	3,500	5
					7

27,3. ALQUILER HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	HERRAMIENTA MENOR	GLB	1	200	
					\$

27,4. TRANSPORTE DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	TRANSPORTES	GLB	1	300	
					\$

COSTO DIRECTO

\$ 370,

AIU

\$ 55,5

IVA

\$

TOTAL ITEM 27

\$ 428,

ITEM 28

TABLEROS DE BREAKERS PARCIALES 24 CTOS

UN. 1

28,1. MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	TABLERO MULTIBREAKER 24 CTOS TRIFASICO CON TAPA	U	1	171,200	17
2.0	PROTECCIONES	U	24	7,500	18

IVA 16%

3,
5
4,

28,2. MANO DE OBRA

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	INSTALACION DE TABLERO	U	1	20,000	2
2.0	INSTALACION DE PROTECCIONES	U	12	3,500	4
					6

28,3. ALQUILER HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	HERRAMIENTA MENOR	GLB	1	200	
					\$

28,4. TRANSPORTE DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	TRANSPORTES	GLB	1	300	
					\$

COSTO DIRECTO

\$ 466,

AIU

\$ 69,9

IVA

\$

TOTAL ITEM 28

\$ 539,

ITEM 29

TABLERO DE BREAKERS PARCIALES 8 CTOS (REGULADO) UN. 1

29,1. MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
------	-------------	--------	----------	--------------	-----

1.0	TABLERO MULTIBREAKER 8 CTOS TRIFASICO CON TAPA	U	1	98,000	9
2.0	PROTECCIONES	U	8	7,500	6
					18
				IVA 15%	2
					18

29.2. MANO DE OBRA

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	INSTALACION DE TABLERO	U	1	16,000	1
2.0	INSTALACION DE PROTECCIONES	U	8	3,500	2
					4

29.3. ALQUILER HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	HERRAMIENTA MENOR	GLB	1	200	
					\$

29.4. TRANSPORTE DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	TRANSPORTES	GLB	1	300	
					\$

COSTO DIRECTO

\$ 226,

AIU

\$ 33,9

IVA

\$

TOTAL ITEM 29

\$ 261,

ITEM 30

MALLA DE TIERRAS TABLERO PRINCIPAL DE BAJA TENSION UN. 1

30,1. MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	VARILLA DE COBRE -COBRE 3/8" X 8 PIES	U	2	36,000	72,000
2.0	CABLE DE COBRE N° 2	ML	5	6,244	31,220
3.0	REGISTROS DE INSPECCION	U	2	3,500	7,000
					112,220
				IVA 16%	17,955
					130,175

30,2. MANO DE OBRA

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	INSTALACION DE MALLA	U	1	98,000	98,000
					98,000

30,3. ALQUILER HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	HERRAMIENTA MENOR	GLB	1	25,000	25,000
					25,000

30,4. TRANSPORTE DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	TRANSPORTES	GLB	1	8,000	8,000
					\$ 8,000

COSTO DIRECTO

\$ 257,175

AIU

\$ 38,600

IVA

\$ 20,800

TOTAL ITEM 30

\$ 296,575

ITEM 31**MALLA DE TIERRAS PARA EL LABORATORIO DE SISTEMAS****UN. 1****31,1. MATERIALES**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	VARILLA DE COBRE -COBRE 3/8" X 8 PIES	U	1	36,000	3
2.0	CABLE DE COBRE N° 2	ML	4.5	6,244	2
					6
				IVA 16%	\$
					7

31,2. MANO DE OBRA

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	INSTALACION DE MALLA	U	1	62,000	6
					6

31,3. ALQUILER HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	HERRAMIENTA MENOR	GLB	1	15,000	1
					1

31,4. TRANSPORTE DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	TRANSPORTES	GLB	1	8,000	8
					\$

COSTO DIRECTO

AIU

IVA

TOTAL ITEM 31

\$
158,
\$
23,8
\$
\$

ITEM 32
MALLA DE TIERRAS PARA EL PARARRAYOS

UN. 1

32,1. MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	VARILLA DE COBRE -COBRE 3/8" X 8 PIES	U	3	36,000	10
2.0	CABLE DE COBRE N° 2/0	ML	21	14,532	30
3.0	SOLDADURA CADWELD 90 GR	U	1	17,000	1
4.0	SOLDADURA CADWELD 115 GR	U	1	19,000	1
					4
				IVA 16%	6
					5

32,2. MANO DE OBRA

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	INSTALACION DE MALLA	U	1	75,000	7
					7

32,3. ALQUILER HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	HERRAMIENTA MENOR	GLB	1	25,000	2
					2

32,4. TRANSPORTE DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	TRANSPORTES	GLB	1	8,000	8
					\$

COSTO DIRECTO\$
624,

AIU

\$
93,6

IVA

\$
\$

TOTAL ITEM 32

722,

ITEM 33

ALUMBRADO DE VIAS

UN. 6

33,1. MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	POSTE DE 8 M CON DUCTO INTERNO	U	1	220,000	220,000
2.0	ABRAZADERA 5-6"	U	2	11,000	22,000
3.0	BRAZO PARA LAMPARA 1" X 1 M GALVANIZADO			12,500	
4.0	LUMINARIA HORIZONTAL ABIERTA PARA 150 W DE SODIO REPARTO ASIMETRICO INCLUYE BOMBILLA Y REACTANCIAS	U	1	280,000	280,000
5.0	PERCHA 2 VIAS CON AISLADOR	U	1	16,000	16,000
6.0	CABLE N° 8 AWG THW	ML	60	1,895	113,700

600,000

IVA 16%

96,000

722,000

33,2. MANO DE OBRA

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	INSTALACION POSTE	U	1	115,000	115,000
	INSTALACION LAMPARA	U	1	45,000	45,000

160,000

33,3. ALQUILER HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	HERRAMIENTA MENOR	GLB	1	7,500	7,500

\$ 7,500

33,4. TRANSPORTE DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	TRANSPORTES	GLB	1	8,500	8
					\$

COSTO DIRECTO

AIU

IVA

TOTAL ITEM 33

\$
925,
\$
138,
\$
\$
1,07

ITEM 34

ALUMBRADO CANCHA MULTIPLE

UN. 8

34,1. MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	CABLE N° 8 AWG THW	ML	60	1,895	113,700
2.0	ALAMBRE N° 10 AWG THW	ML	30	1,309	39,270
3.0	ALAMBRE N° 12 AWG THW	ML	30	911	27,330
4.0	TUBO CONDUIT PVC 1"	ML	20	2,100	42,000
5.0	TUBO CONDUIT PVC 3/4"	ML	10	1,200	12,000
6.0	CURVA CONDUIT PVC 1" 90°	U	3/8	800	300
7.0	ADAPTADOR TERMINAL 1"	U	1	300	300
8.0	ADAPTADOR TERMINAL 3/4"	U	1	200	200
9.0	CAJA EN MANPOSTERIA 40 X 40 CMS	U	1/2	25,000	12,500
10.0	LUMINARIA TIPO RRA INCLUYE BOMBILLA METAL-HALIDE DE 400 W 208 V Y EQUIPO ELECTRICICO	U	1	550,000	550,000
11.0	POSTE EN CONCRETO 12 X 310 KG	U	1/2	430,000	215,000
12.0	CRUCETA GALVANIZADA 3 X 3" X 2.4 M	U	1/2	60,000	30,000
13.0	ANGULAR EN V	U	1/2	14,000	7,000
14.0	SILLA METALICA PARA CRUCETA	U	1/2	3,500	1,750
15.0	ABRAZADERA SENCILLA DE 5 A 6"	U	1/2	11,500	5,750
16.0	TORNILLO CARRUAJE 5/8 X 2 1/2" COMPLETO	U	8	7,600	60,800
					1,1
				IVA 16%	16
					1,2

34,2. MANO DE OBRA

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	INSTALACION POSTE	U	0.5	115,000	5
	INSTALACION LAMPARA	U	1	75,000	7
					13

34,3. ALQUILER HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	HERRAMIENTA MENOR	GLB	1	12,000	1
					1

34,4. TRANSPORTE DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	TRANSPORTES	GLB	1	8,000	8
					\$

COSTO DIRECTO

\$
1,43

AIU

\$
215,

IVA

\$
10,7

TOTAL ITEM 34

\$
1,66**ITEM 35****SALIDAS DE TOMAS DE DATOS****UN. 16****35,1. MATERIALES**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	CABLE UTP CATEGORIA 5	ML	17	860	1
2.0	TUBO CONDUIT 1"	ML	7	2,200	1
3.0	TUBO CONDUIT 3/4"	ML	3	1,200	3
4.0	CURVA CONDUIT 1"	U	0.3	800	
5.0	ADAPTADOR TERMINAL 1"	U	1	510	
6.0	CAJA PVC 2" X 4"	U	1	900	

7.0	ADAPTADOR TERMINAL 3/4"	U	1	200	
8.0	TOMA DOBLE RJ 45	U	1	18,000	1
9.0	TERMINAL PONCHABLE RJ 45		2	1,500	3
10.0	LIMPIADOR PVC	GLON	1/80	7,000	
11.0	SOLDADURA PVC	GLON	1/80	13,900	
					5
					\$
					6

35.2. MANO DE OBRA

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	SALIDAS DE TOMAS	U	1	15,000	1
2.0	CERTIFICACION DE RED DE DATOS	GLB	1/16	75,000	4
					1

35.3. ALQUILER HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	HERRAMIENTA MENOR	GLB	1/16	3,500	
2.0	CERTIFICADOR DE RED	GLB	1/16	150,000	9
					\$

35.4. TRANSPORTE DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	TRANSPORTES	GLB	1	1,500	1
					\$

COSTO DIRECTO

AIU

IVA

TOTAL ITEM 35

\$
96,0
\$
14,4
\$
\$
111,

ITEM 36
SALIDAS DE CCTV

UN. 3

36,1. MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	CABLE RG 59	ML	38	750	2
2.0	TERMINALES PONCHABLES RG 59	U	3	200	
3.0	TUBO CONDUIT 1/2"	ML	38	964	3
4.0	CURVA CONDUIT 1/2"	U	2	175	
6.0	ADAPTADOR TERMINAL 1/2"	U	1	150	
7.0	CAJA PVC 2" X 4"	U	1	900	
8.0	TOMA DE TV SINTONIZABLE	U	1	3,500	3
9.0	LIMPIADOR PVC	GLON	1/80	7,000	
10.0	SOLDADURA PVC	GLON	1/80	13,900	
11.0	CINTA AISLANTE N° 23 3M	RLL	1/100	16,000	
					7
				IVA 16%	1
					8

36,2. MANO DE OBRA

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	SALIDAS DE TOMAS DE TV	U	1	15,000	1
					1

36,3. ALQUILER HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	HERRAMIENTA MENOR	GLB	1	1,500	
					\$

36,4. TRANSPORTE DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	TRANSPORTES	GLB	1	200	
					\$

COSTO DIRECTO

AIU

IVA

TOTAL ITEM 36

\$
98,4
\$
14,7
\$
\$
113,

ITEM 37

ACOMETIDA PRINCIPAL TELEFONICA

ML. 52

36,1. MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	CABLE TELEFONICO 5 PARES TIPO INTERPERIE	ML	1		
2.0	TUBO CONDUIT GALVANIZADO 1"	ML	1		
3.0	TUBO CONDUIT PVC PESADO 1"	ML	1/50		
4.0	CURVA CONDUIT 1"	U	1/26		
5.0	CAPACETE 1"		1/52		
6.0	ADAPTADOR TERMINAL 1"	U	1/52		
7.0	STRIP TELEFONICO 5 PARES	U	1/52		
8.0	LIMPIADOR PVC	GLON	1/80		
9.0	SOLDADURA PVC	GLON	1/80		

IVA 16%

\$
\$
\$

37,2. MANO DE OBRA

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	INSTALACION DE ACOMETIDA	ML	1		
	INSTALACION DE STRIP	U	1/52		

\$

37,3. ALQUILER HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	HERRAMIENTA MENOR	GLB	1		

\$

37,4. TRANSPORTE DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	TRANSPORTES	GLB	1		
					\$

COSTO DIRECTO

\$

AIU

\$

IVA

\$

TOTAL ITEM 37

\$

ITEM 38**SALIDAS TELEFONICAS****U.****38,1. MATERIALES**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	CABLE AWG THW 2 X 22	ML	32		
2.0	TUBO CONDUIT PVC 1/2"	ML	32		
3.0	CURVA CONDUIT 1/2"	U	1/16		
4.0	CAJA PVC 2*4"	U	1		
5.0	ADAPTADOR TERMINAL 1/2"	U	2		
6.0	TOMA TELEFONICO DOBLE	U	1		
7.0	LIMPIADOR PVC	GLON	1/80		
8.0	SOLDADURA PVC	GLON	1/80		
					\$
				IVA 15%	\$
					\$

38,2. MANO DE OBRA

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	SALIDA DE TELEFONO	U	1		
					\$

38,3. ALQUILER HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	HERRAMIENTA MENOR	GLB	1		

\$

38,4. TRANSPORTE DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	TRANSPORTES	GLB	1		
					\$

COSTO DIRECTO

AIU

IVA

TOTAL ITEM 38

\$
\$
\$
\$

ITEM 39

SALIDAS DE ALTAVOCES

UN. 2

39,1. MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	CABLE AWG THW 2 X 18 POLARIZADO	ML	62	1,270	7
2.0	TUBO CONDUIT PVC 1/2"	ML	62	964	5
3.0	CURVA CONDUIT 1/2"	U	3/62	479	
4.0	CAJA PVC 2*4"	U	1	900	
5.0	ADAPTADOR TERMINAL 1/2"	U	2	200	
6.0	TOMA DE SONIDO	U	1	4,500	4
7.0	LIMPIADOR PVC	GLON	1/80	7,000	
8.0	SOLDADURA PVC	GLON	1/80	13,800	
					14
				IVA 16%	2
					16

39,2. MANO DE OBRA

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	SALIDA DE SONIDO	U	1	15,000	1
					1

39,3. ALQUILER HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	HERRAMIENTA MENOR	GLB	1	1,500	
					\$

39,4. TRANSPORTE DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.
1.0	TRANSPORTES	GLB	1	300	
					\$

COSTO DIRECTO**AIU****IVA****TOTAL ITEM 39**

\$
184,
\$
27,6
\$
\$
213,

ITEM	DESCRIPCION	UN	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. T
I	INSTALACIONES DE MEDIA TENSION				
	1. ADECUACION DE ESTRUCTURA DEL TRANSFORMADOR	U	1	366,644	
	2. CONSTRUCCION TERCERA FASE DEL CIRCUITO DE MEDIA TENSION	ML	120	16,176	1
	3. PROTECCIONES	U	1	2,650,389	2
	4. SUMINISTRO E INSTALACION DE TRANSFORMADOR DE 75 KVA TRIFASICO 13,8/0,22 KV	U	1	7,508,797	7
	SUBTOTAL ITEM I				12
II	ACOMETIDAS BAJA TENSION Y CELDAS				
	1. ACOMETIDA PRINCIPAL BAJA TENSION	ML	48	138,381	6
	2. SUMINISTRO E INSTALACION DE CELDA DE BAJA TENSION	U	1	3,000,009	3
	3. ACOMETIDA AULA MULTIPLE	ML	45.6	27,951	1
	4. ACOMETIDA DEL BLOQUE DE LABORATORIOS	ML	18	33,648	
	5. ACOMETIDA DEL BLOQUE DE BACHILLERATO	ML	66	28,916	1
	6. ACOMETIDA DEL BLOQUE ADMINISTRATIVO	ML	30	28,105	
	7. ACOMETIDA DE LA CASA CURAL	ML	60	41,969	2
	8. ACOMETIDA DEL BLOQUE DE PREESCOLAR	ML	96	27,950	2
	9. ACOMETIDA DEL BLOQUE DE PRIMARIA	ML	102	98,025	9
	10. ACOMETIDA HOGAR COMUNITARIO	ML	90	41,864	3
	10. REGISTROS ELECTRICOS 70 X 70 X 70 CM	U	12	60,222	
	SUBTOTAL ITEM II				29
III	SALIDAS ELECTRICAS				
	1. SALIDAS DE ILUMINACION 2 X 48 CON LAMPARA	U	150	117,982	17
	2. SALIDAS DE ILUMINACION 2 X 20 CON LAMPARA	U	52	104,671	5
	3. SALIDAS DE ILUMINACION INCANDESCENTE CON LAMPARA	U	42	62,676	2
	4. SALIDAS DE REFLECTORES AULA MULTIPLE	U	12	188,795	2
	5. SALIDA DE INTERRUPTORES SENCILLOS	U	40	31,343	1
	6. SALIDA DE INTERRUPTORES DOBLES	U	24	33,341	
	7. SALIDA DE INTERRUPTORES CONMUTABLES	U	6	39,331	
	8. SALIDAS DE TOMACORRIENTES DOBLES	U	104	23,737	2

	9. SALIDAS DE AIRE ACONDICIONADO	U	6	157,276	
	10. SALIDA TRIFASICA PARA RED DE TOMAS REGULADOS	U	1	247,110	
	SUBTOTAL ITEM III				33
IV	TABLEROS MULTIBREAKER				
	1. TABLERO MULTIBREAKER 12 CTOS	U	3	297,767	
	2. TABLERO MULTIBREAKER 18 CTOS	U	4	428,993	1
	3. TABLERO MULTIBREAKER 24 CTOS	U	1	539,835	
	4. TABLERO MULTIBREAKER 8 CTOS DE TOMAS REGULADOS DEL LABORATORIO DE SISTEMAS	U	1	261,827	
	SUBTOTAL ITEM IV				3

ITEM	DESCRIPCION	UN	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. T
V	MALLA DE TIERRAS				
	1. MALLA DE TIERRAS TABLERO PRINCIPAL	U	1	298,349	
	2. MALLA DE TIERRAS PARA LAB. SISTEMAS	U	1	722,914	
	3. MALLA DE TIERRAS PARA PARARRAYOS	U	1	722,914	
	SUBTOTAL ITEM V				1
VI	ALUMBRADO PERIMETRAL				
	1. ALUMBRADO DE VIAS		6	1,071,214	6
	2. ALUMBRADO CANCHA MULTIPLE		8	1,664,583	13
	SUBTOTAL ITEM VI				19
VII	SALIDAS DE SEÑALES				
	1. SALIDA DE TOMAS DE DATOS DEL LABORATORIO DE SISTEMAS		16	111,146	1
	2. SALIDA DE TV		3	113,911	
	3. ACOMETIDA PRINCIPAL DE TELEFONOS			-	
	4. SALIDA DE TELEFONOS			-	
	5. SALIDAS DE ALTAVOCES		2	213,589	
	SUBTOTAL ITEM VII				2
	TOTAL PRESUPUESTO				\$ 102

