ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA

INSTALACIONES ELECTRICAS EN EDIFICACIONES CONSTRUIDAS MEDIANTE EL SISTEMA CORTINA

TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO ELECTRICO EN LA ESPECIALIZACION DE SISTEMAS ELECTRICOS DE POTENCIA

JULIO EDUARDO MASACHE PAREDES

QUITO - 1.988

CERTIFICO QUE EL PRESENTE TRABAJO HA SIDO ELABORADO POR EL SEÑOR JULIO EDUARDO MASACHE PAREDES Y BAJO MI DIRECCION.

ING. FAUSTO G. AVILES

A G R A D E C I M I E N T O

Quiero expresar mi agradecimiento al Ingeniero Fausto G. Avilés, por su colaboración y valiosos consejos para la realización del presente trabajo.

De igual manera dejo constancia de mi gratitud para mis compañeros de labores y amigos, Ingenieros Hernán Barba y Xavier Borja, por su apoyo incondicional y la generosa entrega de su experiencia profesional.

I N D I C E

INTRODUCCION 1

CAPITULO I

SISTEMA DE CONSTRUCCION CORTINA

1.1 Antecedentes Generales 3

1.2 Antecedentes Técnicos 5

1.3 Pasos del Sistema 7

1.4 Descripción General 8

1.5 Comportamiento Estructural 9

1.5.1 Fundamentos Estructurales 9

1.5.2 Planta Tipo 10

1.6 Detalles de las fases del proceso constructivo 10

1.6.1 Cimentación 12

1.6.2 Muros 13

1.6.3 Losas 17

1.6.4 Colocación de la estructura de levantamiento 18

1.6.5 Levantamiento 21

1.7 Requerimientos de mano de obra 25

1.8 Ventajas del Sistema 26

CAPITULO II

ESTUDIO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS INTERIORES

2.1 Conceptos Generales 30

2.2 Determinación de los objetivos 30

2.3 Consideraciones para diseño y construcción 31

2.4 Planos e Informaciones requeridos 35

2.5 Diseño 35

2.5.1 Generalidades 35

2.5.2 Planificación 36

2.5.3 Metodología de diseño y planos a presentarse 43

2.6 Materiales a utilizarse y montaje 45

2.6.1 Antecedentes 45

2.6.2 Tubería 46

2.6.3 Cajas 47

2.6.4 Tableros de distribución 50

2.6.5 Tableros de medidores 51

2.6.6 Conductores 51

2.6.7 Núcleos 52

2.6.8 Tubería flexible 54

2.6.9 Piezas y accesorios 55

2.7 Forma y tiempo de ejecución 55

2.8 Recomendaciones prácticas 59

2.9 Requerimientos de mano de obra 61

2.10 Análisis económico 62

2.10.1 Análisis comparativo de costos de las instalaciones interiores en el Sistema Cortina 62

2.10.2 Incidencia del costo de las instalaciones eléctricas en una obra 65

CAPITULO III

PARQUE RESIDENCIAL SAN BARTOLO - PROYECTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS INTERIORES

3.1 Objetivos 68

3.2 Antecedentes 68

3.3 Diseño 69

3.3.1 Instalaciones eléctricas - Planta tipo 69

3.3.2 Cajas, núcleos y tubería en losas 70

3.4 Memoria técnica y detalles de montaje 71

3.4.1 Introducción 71

3.4.2 Iluminación 72

3.4.3 Salidas de tomacorrientes y especiales 76

3.4.4 Tableros de distribución 77

3.4.5 Alimentadores 78

3.4.6 Conductores 81

3.4.7 Tuberías 82

3.4.8 Cajas 83

3.4.9 Núcleos de Plumavit 84

3.4.10 Piezas y accesorios 84

3.5 Lista y especificaciones de equipos y materiales 87

3.6 Presupuesto 91

3.6.1 Presupuesto de equipos y materiales 92

3.6.2 Presupuesto de construcción 94

3.7 Planos 95

CAPITULO IV

PARQUE RESIDENCIAL SAN BARTOLO - PROYECTO DE LA RED DE DISTRIBUCION

4.1 Antecedentes y objetivos 96

4.2 Memoria técnica 97

4.2.1 Introducción 97

4.2.2 Determinación de la demanda 98

4.2.3 Transformación 99

4.2.4 Red primaria 102

4.2.5 Red secundaria 104

4.2.6 Tableros de distribución 105

4.2.7 Seccionamiento y protecciones 105

4.2.8 Estructuras de soporte 107

4.2.9 Alumbrado público 108

4.2.10 Tableros de medidores 108

4.3 Lista y especificaciones de equipos y materiales 116

4.4 Presupuesto 125

4.4.1 Presupuesto de equipos y materiales 126

4.4.2 Presupuesto de construcción 130

4.5 Planos 131

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 133

BIBLIOGRAFIA 138

INTRODUCCION

La Ingeniería es una profesión que requiere no solo de hombres competentes, al tanto de trabajo en equipo, sino además de métodos y sistemas de trabajo específicos y una organización rigurosa, dotada de medios modernos y potentes, pues, tanto en los métodos constructivos tradicionales como en los actuales sistemas de construcción (a base de prefabricados), siempre se ha impuesto esta línea de conducta.

En la rama de la construcción se necesitan equipos permanentes, que formados de varios profesionales al tanto de las técnicas contribuyen a una realización industrial, especialistas capaces de adaptarse a las particularidades de cada proyecto y hombres animados por una ideal profesional que fundan sus valores en la calidad técnica de la realización encomendada.

Para solucionar de alguna manera los problemas de vivienda y con el fin de buscar nuevos métodos constructivos más rápidos fue ideado el Sistema Cortina. Es un proceso de construcción a base de losas planas y muros de concreto reforzado, fundidos en forma horizontal, para posteriormente ser izados mediante un equipo de gatos hidráulicos de alta capacidad.

En el Ecuador, de condiciones económicas y sociales muy limitadas, el Sistema Cortina podría representar en un futuro cercano una ayuda muy grande para solucionar el déficit habitacional que soporta el país, por la facilidad que ofrece para construir viviendas en serie, a bajo costo y en menor tiempo.

El presente trabajo pretende desarrollar una guía de referencia, tanto en diseño como en construcción para el personal de cualquier empresa que sea responsable de las instalaciones eléctricas en construcciones que se realicen mediante el Sistema Cortina.

C A P I T U L O I

SISTEMA DE CONSTRUCCION CORTINA

1.1 ANTECEDENTES GENERALES

Durante siglos, la construcción ha sido una de las industrias que más maravillas ha legado a la posteridad. Los métodos constructivos que dieron luz a dichas maravillas fueron siempre artesanales.

En nuestra época, caracterizada por una gran explosión demográfica y todos los efectos que ello implica, los métodos artesanales en la construcción deben ser relegados a edificaciones pequeñas, únicas en su género o irrepetibles.

En efecto, la demanda de edificaciones de hoy no puede ser satisfecha por métodos tradicionales, debido a que éstos resultan tan costosos y lentos que no pueden llenar las especificaciones de tiempo y costo que se suponen en obras de gran volumen.

Muchos técnicos y constructoras se han avocado a solucionar estas limitaciones y han logrado racionalizar sus procedimientos de construcción e inclusive industrializarlos.

El Sistema Cortina es una de las posibles metodologías que pueden hacer frente a la gran demanda de edificaciones. (Ref: 1)

Se ha pretendido observar cuidadosamente las condiciones que priman en países como el nuestro, para

poder dar así una respuesta adecuada al medio. Algunas de las condicionantes de nuestro medio que se han tomado en cuenta son: (Ref: 1)

1. Mano de obra no especializada.- En el medio de la construcción se tiene normalmente mano de obra marginal que no ha sido aceptada en otros medios.

2. Transporte costoso y problemático.- Para llevar piezas prefabricadas en planta, al sitio de la obra, se requieren transportes grandes y especiales, lo cual hace costoso un sistema industrializado si la obra se encuentra a distancia de la planta.

3. Areas altamente sísmicas.- Se requiere usar métodos que tengan todas las garantías de un buen diseño sísmico.

4. Recursos limitados del suelo.- En la actualidad la madera para la construcción es escasa y costosa, mientras que el cemento y el acero se encuentran con facilidad.

Estas son algunas de las consideraciones que han orientado fuertemente la solución que se presenta.

Para el Ecuador, de condiciones económicas y sociales limitadas, las viviendas construídas con elementos prefabricados vienen a desempeñar función importante en su desarrollo, puesto que se puede concebir viviendas de unidades volumétricas completas y que en un futuro cercano sean solución cabal al déficit de vivienda

que azota al País, por la facilidad que ofrece este sistema para construir viviendas en serie, a bajo costo y en menor tiempo. (Ref: 2)

1.2 ANTECEDENTES TECNICOS

En 1948, los señores Philip N. Youtz, de Nueva York, y Tom Slick, de San Antonio, Texas, cada uno por su lado, diseñaron un método para evitar el hacer una estructura falsa, provisional, para luego destruirla de nuevo. Con su invento se lograba abatir altamente los costos de construcción, debido a la ausencia casi total de cimbras, ya que las losas servían de plataforma para el colado de la losa superior. El primer edificio construído por el método de Youtz - Slick, fue terminado a mediados de 1950. (Ref: 1)

Desde el año de 1957, este método fue llevado a México por el Ing. Ignacio Cortina Bermejillo, y debido a los grandes ahorros de tiempo y costo la aceptación en México fue grande, al igual que en otros países, aunque reduciéndose por lo general, a edificios de oficinas, comercios, etc... que requerían de claros mayores. (Ref: 1)

En mayo de 1973, teniendo en mente el problema habitacional de México, el inventor de este nuevo método, el Ing. Pablo Cortina Ortega se aventuró a algo nuevo. (Ref: 1)

Las interrogantes clave eran:

- Cómo racionalizar los procedimientos?

- Cómo lograr eficiencia?
- Cómo mejorar las posibilidades de cubrir algún día el déficit habitacional?; y, en fin.
- Cómo crear algo nuevo en sistemas de construcción?

Gracias a la idea de "NO CIMBRAR", idea con la que el autor ya estaba familiarizado, surgieron varios caminos:

- Por qué no evitar la cimbra de muros (paredes)?
- Por qué no aprovechar dichos muros como muros de carga de la estructura?
- Por qué no elevarlos junto con las losas? y si eso es posible.
- Por qué no articularlos con las losas?

Vino entonces, una etapa de investigación sobre sistemas de articulación, y se vió que todos los sistemas existentes éran demasiado costosos, como para ser integrados en un programa masivo de vivienda. (Ref: 1)

En agosto de 1973, se logró elevar un pequeño módulo de 16 m2, y el 9 de febrero de 1974 se elevó el primer edificio de cinco niveles. El 31 de diciembre de 1974, se habían elevado ya 70 edificios con un área total de 35.000 m2. (Ref: 1)

El área construída a junio de 1985 está distribuída así: (Ref: 3)

México	438849 m2
Venezuela	19700 m2
Indonesia	44100 m2
Colombia	329635 m2
Trinidad y Tobago	9770 m2
TOTAL	842054 m2

Actualmente CONSTRURAPID S.A., concesionaria del SISTEMA CORTINA para Colombia ha logrado expandirse al Ecuador y está construyendo más de 2.500 unidades de vivienda. (Ref: 4)

Los datos anteriores nos demuestran la expansión del sistema en pocos años de existencia y la proyección futura en nuestro País.

1.3 PASOS DEL SISTEMA

El sistema propuesto, no sólo es el cómo levantar una estructura articulada, sino que incluye una serie de trabajos previos que deben seguirse rigurosamente si se quiere una operación exitosa del sistema.

Estos pasos previos, incluyen una interacción entre el proyectista y los técnicos del sistema, pues aunque es cierto que éste es tan versátil que puede aplicarse a casi cualquier proyecto, también es un hecho que abre nuevas posibilidades al proyectista, que si son tomadas en cuenta, tendrán como efecto, extraordinarios proyectos.

De esta forma, se puede decir que el proyecto es parte del sistema, que consiste en los pasos siguientes:

(Ref: 1)

1.4 DESCRIPCION GENERAL

Cimentación convencional, de acuerdo a las condiciones del subsuelo. Prefabricación de losas y muros (paredes) de concreto reforzado directamente sobre la plataforma de cimentación. (Ref: 2)

Cimbrado únicamente en los bordes de los muros y losas, los cuales al fundirse en posición horizontal sirven de molde a la siguiente capa de losa y muros. (Ref: 2)

Elevación y colocación de muros y losas prefabricadas mediante estructura metálica temporal y gatos hidráulicos sincronizados.

La estructura y los gatos hidráulicos se usarán tantas veces como el número de edificios del proyecto.

Todas las redes internas de conducción eléctrica, hidráulica y sanitaria quedan integradas en las losas y muros prefabricados.

El proceso de acabado posterior puede realizarse en condiciones de obra satisfactorias, permitiendo la industrialización de los mismos.

1.5 COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL

El edifico se concibe estructuralmente como un sistema de muros de carga y losas macizas planas.

Dentro de esta concepción se consideran para el diseño definitivo de la estructura losas de 12 cm. y muros de 10 cm. de espesor, ubicados ortogonalmente; las escaleras son prefabricadas y están soportadas "dentro" de la misma estructura, lo que permite suponer un comportamiento igual al de la estructura. (Ref: 2)

1.5.1 FUNDAMENTOS ESTRUCTURALES

- Los edificios construídos con el Sistema Cortina están compuestos por muros estructurales de hormigón armado que actúan como "columnas" unidos entre sí por el entrepiso (se desprecia la ayuda de los muros de relleno divisorios). (Ref: 2)
- Por carga vertical todos los muros de hormigón armado son de carga (estructurales), correspondiéndole a cada uno, una parte de la carga total del piso además de su propio peso. (Ref: 2)
- La unión entre muros de hormigón y losas se lleva a cabo mediante la colocación (en los muros) de varillas de hierro que tienen ángulos en sus extremos a manera de "conectores" y en las losas se colocan placas de acero. Al ser izado el edificio las placas y conectores coinciden para ser soldados, obteniéndose una unión monolítica que empata con la cimentación. (Ref: 2)

1.5.2 PLANTA TIPO

Para efectos de explicación usamos el caso de una planta tipo de un edificio de 4 pisos, con dos departamentos por piso y una superficie de 150 m2 por planta. (Figura No. 1)

1.6 DETALLES DE LAS FASES DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

Son varios los considerandos básicos que deben tomarse en cuenta si se quiere lograr una mejor integración entre el proyecto y el sistema constructivo; (Ref: 1) principalmente:

- El material esencial en el Sistema es el hormigón armado, que se usa tanto en muros (paredes) como en losas.
- Hay tres tipos de muros:
  1. Muros de carga o estructurales de hormigón armado.
  2. Muros precolocados divisorios, colocados en su sitio después de izada la estructura general.
  3. Muros de relleno interiores, panelizados, para divisiones interiores, closets, etc.
- Muros de carga en dos sentidos.- La estructura de las construcciones prefabricadas está formada por los muros de carga, que se colocan en dos sentidos, para dar mayor rigidez y evitar torsiones.
- Mayor número de muros colados.- Mientras mayor sea el área de muros colados en posición horizontal, para después ser izados su bisagra, mayor optimización lograremos en el Sistema.

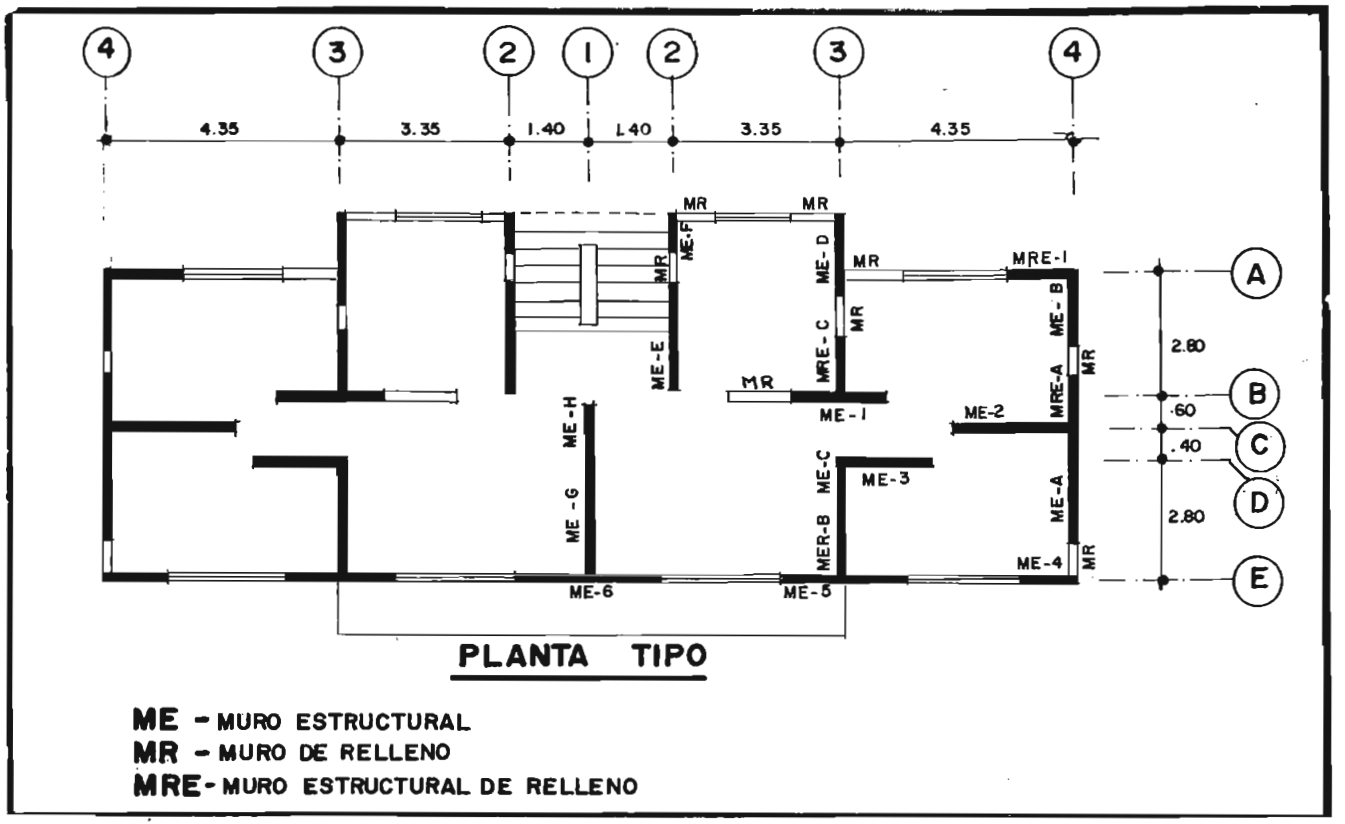


FIGURA No. 1

PLANTA TIPO

- Relación altura de los pisos con las dimensiones de los locales interiores.- Al tener como principio los muros desplegados colados horizontalmente, la optimización del Sistema se logra relacionando las dimensiones de los locales con la altura de los muros.
- Escaleras.- Es deseable que las escaleras estén integradas al volumen general del edificio, por economía y por la posibilidad de abatirse en el izado.
- Textura y acabados del concreto.- Los muros y las losas, al tener como elemento principal de construcción el hormigón armado, el acabado de éste puede explotarse en texturas, colores, moldeados, agregados expuestos y toda la gama de acabados que existen en el mercado.

El proceso constructivo tiene las siguientes fases:

1.6.1 CIMENTACION

La cimentación de un edificio que vaya a ser elevado con este sistema, debe ser convencional, es decir, debe ser según lo requieran las condiciones propias del terreno y la carga impuesta por el edificio.

Solamente hay tres adiciones necesarias para la operación del sistema:

1. Es necesario construir unos dados de hormigón armado en el perímetro de la cimentación (monolíticos con la cimentación misma) cuyo objeto será soportar las columnas de la estructura temporal de izaje.

2. Se dejan unos ductos para el anclaje del refuerzo de los muros y losas.
3. La cimentación queda terminada con una loseta de hormigón pulido, en el nivel final del piso de planta baja.

Por lo general, la cimentación lleva vigas de cimentación en forma de T.

El avance lógico de la cimentación es:

- Excavación.
- Nivelación de la plataforma.
- Desalojo de tierras.
- Niveles definitivos.
- Armado de vigas (refuerzo de acero).
- Colocación de ductos .
- Fundir vigas.
- Armado de formoleta (encofrado perimetral de loseta).
- Armado loseta.
- Fundir loseta, previa ubicación de las instalaciones eléctricas y sanitarias.

1.6.2 MUROS

Los muros se elaboran en posición horizontal, al nivel de la planta del edificio, en forma alternada con las losas, de manera que se constituyan una única pila, elaborando tantos grupos de muros y losas en posición horizontal, como pisos vaya a tener la edificación.

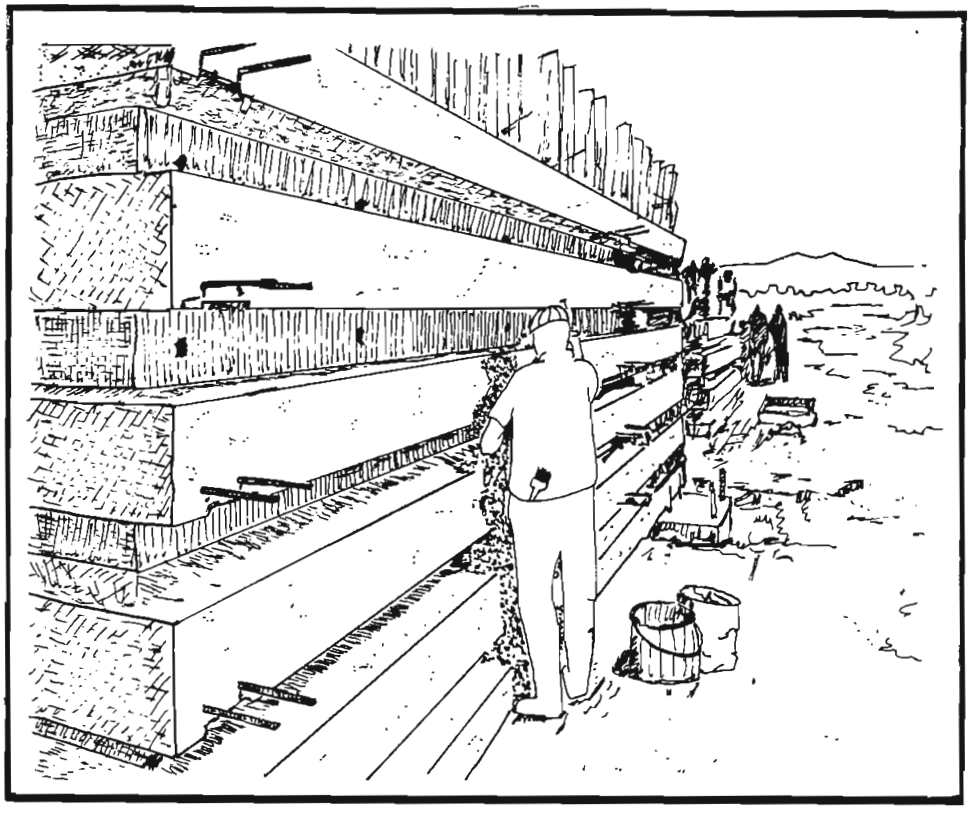


FIGURA No. 2

GRUPOS DE LOSAS Y MUROS
FUNDIDOS HORIZONTALMENTE

Esos muros son los que soportarán la carga del edificio; y son muros de hormigón reforzado, que incluyen, desde su elaboración, todas las instalaciones eléctricas y sanitarias, además de ventanas, marcos de puertas, etc.

En su elaboración podemos distinguir los siguientes pasos:

1. Moldeado.- Puesto que los muros se funden en posición horizontal sobre la plataforma del piso inmediato anterior, sólo se requiere moldearlos en su perímetro.

Una vez colocados los moldes (encofrado), se aplica sobre la superficie que hará las funciones de cimbra, líquido desmoldante para evitar la adherencia.

2. Refuerzo e instalaciones.- El armado del refuerzo (mallas electrosoldadas) se elabora en otro sitio cercano y se introduce dentro del perímetro de los moldes.
   - Unos tubos impregnados de grasa, son colocados para preformar los ductos de refuerzo del edificio; los que se cambiaron por "conectores", varillas de acero que antes se las colocaba dentro de los tubos una vez izado el edificio, ahora se los funde con el conjunto de instalaciones y refuerzos.
   - Las instalaciones eléctricas se dejan preparadas, con tubos de P.V.C.
   - Las ventanas sin vidrio y los marcos de las puertas, se instalan en la que ha de ser su posición definitiva.

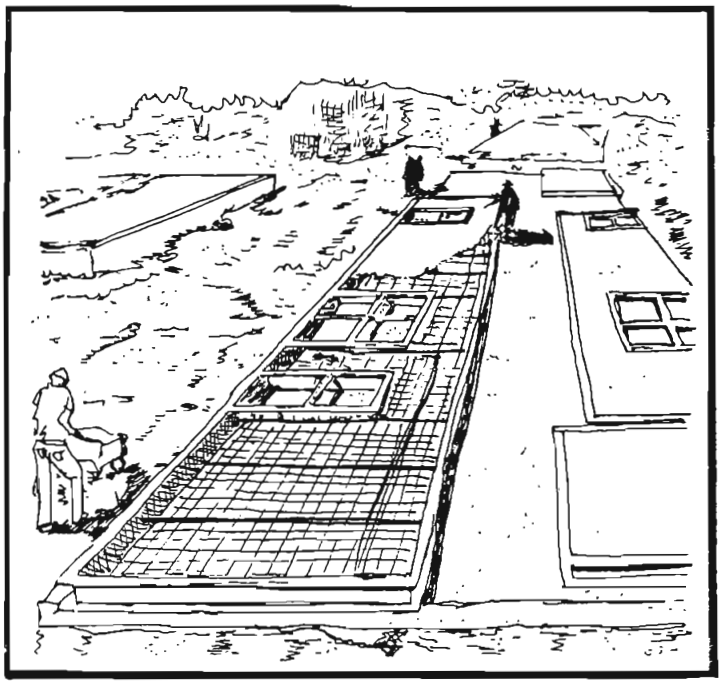


FIGURA No. 3

INSTALACIONES Y MARCOS DE PUERTAS Y VENTANAS INTEGRADAS EN MUROS

3. Colado y Acabados.- Debido al nivel en que se encuentran los muros es fácil fundirlos con la ayuda de un camión revolvedora, sin necesidad de bomba o de una difícil y costosa elevación de hormigón.

   Dos o tres horas después del colado, se recuperan los tubos engrasados que preformaron los ductos para el refuerzo.

   Al momento oportuno, se quitan también, los moldes que formaron el perímetro de los muros.

   Los espacios entre los muros y los huecos de las ventanas y puertas, se llenan con el material que se vaya a usar en su propio nivel y se cubren con una

capa fina de mortero hasta igualar el nivel de los muros.

Puesto que no todos los muros pueden ser abatidos sin causar traslapes, para definir qué muros serán abatidos deben tomarse en consideración los siguientes criterios:

1. Se eligen los muros de fachada, dadas sus condiciones de intemperismo y durabilidad; y también, por resultar los más convenientes desde el punto de vista estructural.
2. Todos aquellos muros interiores que brindan ventajas estructurales; y,
3. Todos aquellos muros interiores que quepan en los espacios que aún no se hayan ocupado.

Los demás muros podrán ser especificados de otros materiales, para ser colocados posteriormente al izado de la estructura. En general, dichos muros no son estructurales, por lo que es recomendable el uso de muros ligeros, panelizados, dadas sus ventajas de fácil y rápida colocación y bajo costo.

1.6.3 LOSAS

Al cabo de 24 horas de haber colocado los muros de un nivel, puede ser preparada y colocada su losa de techo.

Las losas deben ser calculadas para dos estados de carga:

1. Estado temporal de levantamiento, en el que no existen cargas vivas; y,

2. Estado definitivo, con apoyo contínuo en los muros.

Los muros que soportarán cada losa, sirven también de cimbra o plataforma de fundición.

El único encofrado específico que se requiere, es la formoleta perimetral de la losa.

En la losa, previamente a fundir, también se dejan listas todas las instalaciones eléctricas, sanitarias, etc., incluyendo para los ductos de refuerzo, que deberán coincidir con los ductos de los muros.

1.6.4 COLOCACION DE LA ESTRUCTURA DE LEVANTAMIENTO

Una vez que el hormigón de la última losa (terraza) ha adquirido resistencia, se procede a colocar el equipo de levantamiento, como sigue:

Columnas.-

Unas columnas metálicas, un poco más largas que la altura que ha de tener el edificio, son colocadas en los dados de concreto, previamente elaborados en la cimentación.

Dichas columnas tienen diversas preparaciones para permitir que las trabes y gatos hidráulicos, reposen en ellas a diferentes niveles, conforme avance el levantamiento.

También están integrados a las columnas, unos malacates manuales, para poder subir las trabes y gatos hidráulicos a los diferentes niveles.

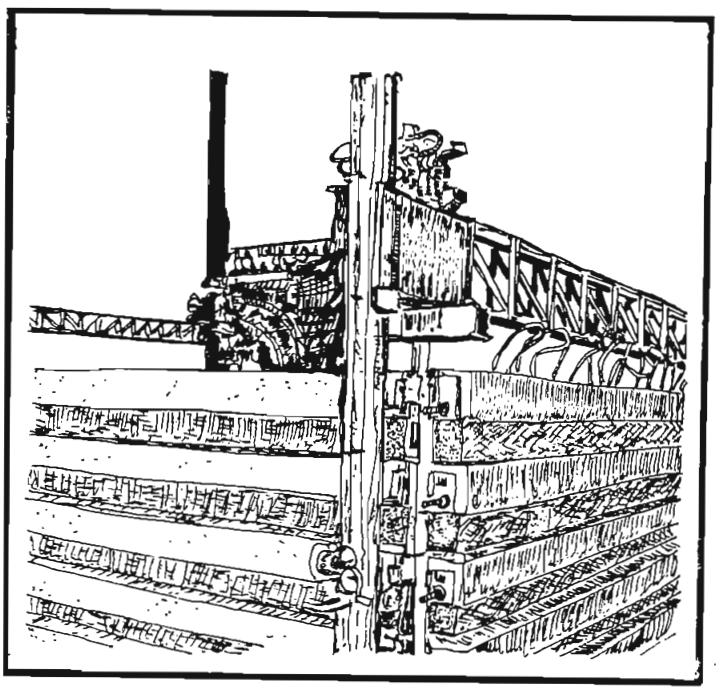


FIGURA No. 4

MALACATES MANUALES INTEGRADOS
A LAS COLUMNAS

Trabes.-

Unas trabes, también metálicas, se instalan entre dos columnas, en forma de puente, haciéndolas reposar en la primera preparación que para ello tienen las columnas.

Collarines.-

Para poder elevar las losas, es necesario el uso de unos dispositivos especiales llamados collarines.

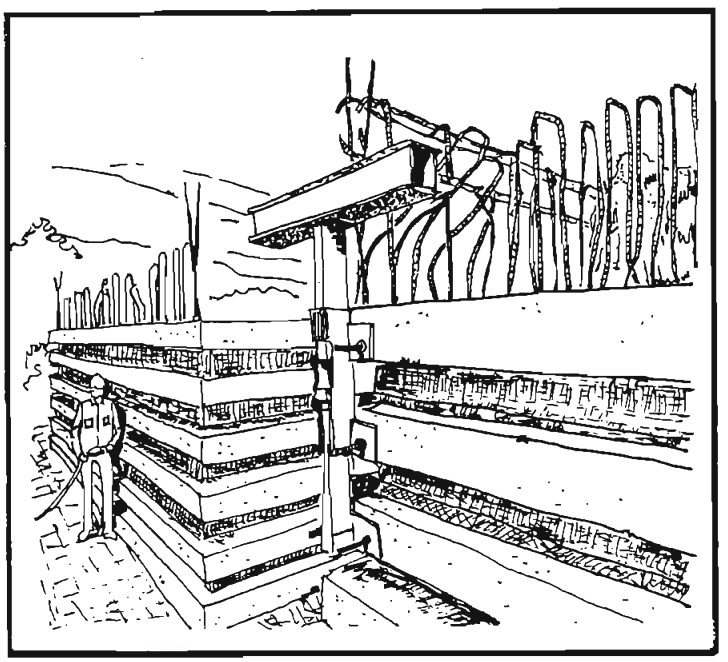


FIGURA No. 5

TRABES Y COLLARINES

Los collarines están diseñados para ser instalados en la orilla de las losas, comenzando por la losa de azotea y terminar con la losa de techo de planta baja. Esto permite también, el "desenganchar" las losas conforme lleguen a su nivel definitivo.

Gatos hidráulicos y consola de control.-

Los gatos hidráulicos para el levantamiento, se instalan sobre las trabes puente, directamente arriba de cada grupo de grúas de izaje y se conectan con ellas, mediante las barras roscadas para levantamiento.

En la losa de terraza, se instala la consola para controlar todos los gatos hidráulicos.

Finalmente, se conectan las mangueras que van de la consola a los gatos hidráulicos y de la bomba de poder a la consola.

Todo está listo para iniciar el levantamiento.

1.6.5 LEVANTAMIENTO

Gracias al diseño de los collarines en el primer arranque de los gatos hidráulicos, sólo se eleva la losa de azotea una altura de 1.5 cm. aproximadamente, y entoncés es cuando la siguiente losa inferior comienza a elevarse; y sucesivamente todas las demás.

Al proseguir la operación de los gatos hidráulicos, los muros que serán de planta baja, comienzan a arrastrar su piso, rumbo a su posición vertical definitiva.

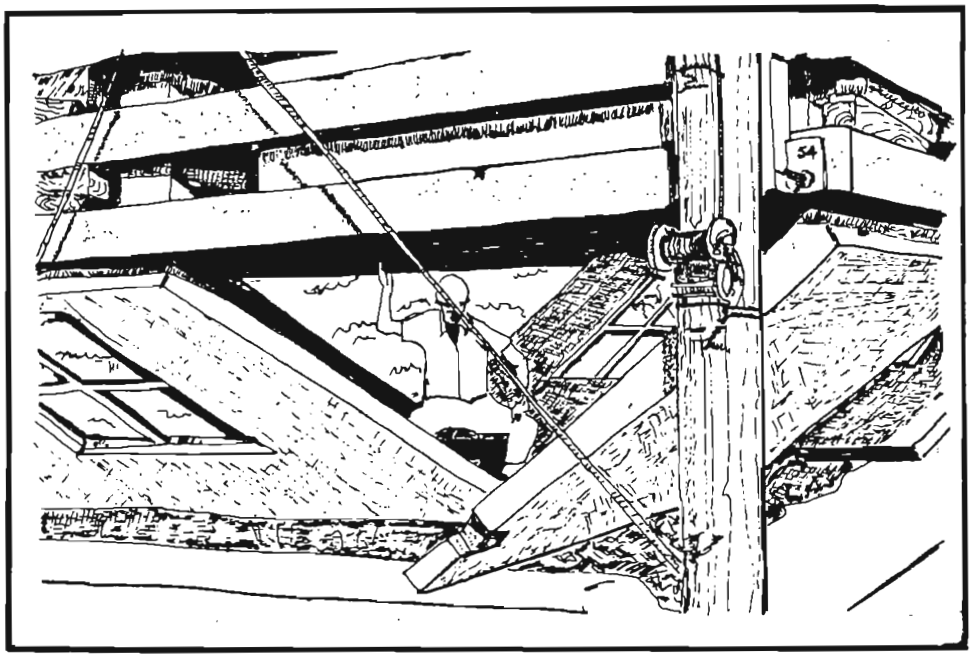


FIGURA No. 6

MUROS DE PLANTA BAJA
INICIANDO SU ABATIMIENTO

Debido al diseño de los dispositivos de bisagra, los muros giran sin tener rupturas en el concreto.

Una vez que los muros han llegado a su posición vertical, son plomeados con la ayuda de pequeños gatos de escalera y acuñados suficientemente.

Cuando todos los muros se encuentran plomeados, se desciende el paquete completo de muros y losas, hasta que descanse totalmente sobre los muros de la planta baja.

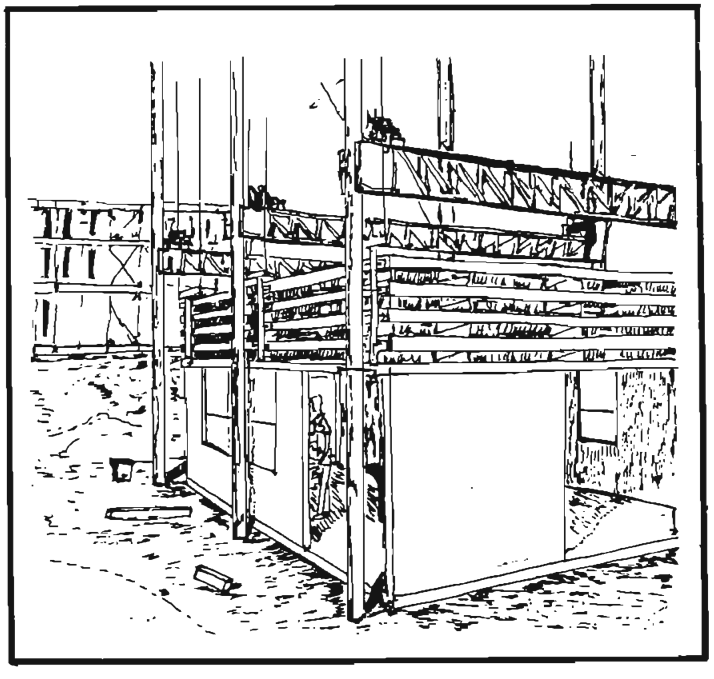


FIGURA No. 7

MUROS DE PLANTA BAJA EN SU
POSICION DEFINITIVA VERTICAL

Se procede a elevar las trabes puente, junto con los gatos hidráulicos, a su segunda posición. Para ello, se desconectan las barras de levantamiento de las grúas; se elevan las trabes con los malacates manuales que hay

en cada columna, hasta su segunda posición; y se descienden nuevamente las barras de levantamiento para ser conectadas otra vez a las grúas de izaje.

Se continúa ahora el levantamiento, los muros que serán del primer nivel, giran a su posición vertical definitiva.

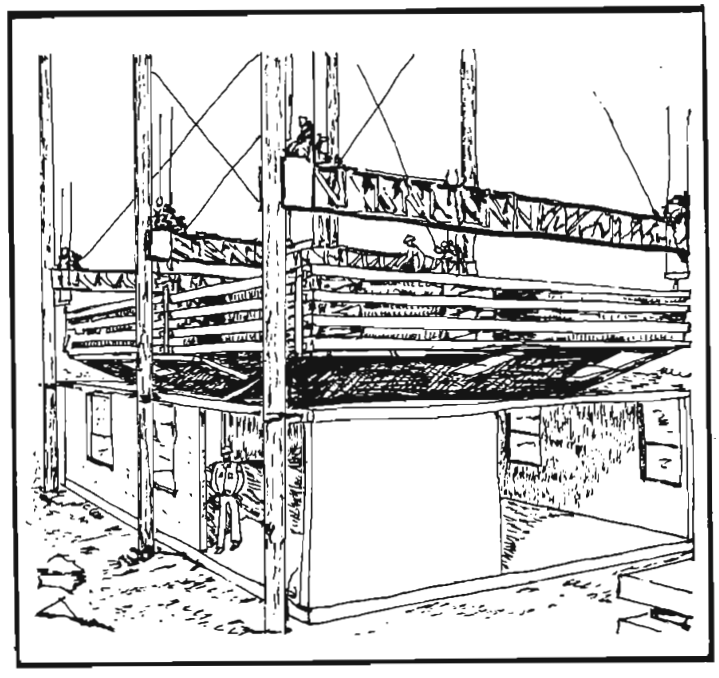


FIGURA No. 8

MUROS DEL PRIMER NIVEL GIRANDO
HACIA SU POSICION DEFINITIVA VERTICAL

Todas las operaciones hasta ahora señaladas, son ejecutadas secuencialmente para la elevación de cada nivel.

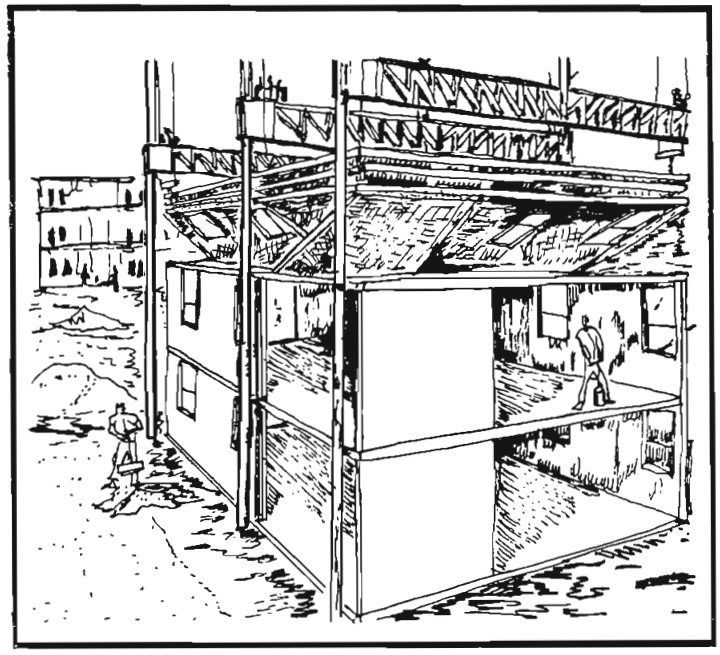


FIGURA No. 9

MUROS DEL SEGUNDO NIVEL GIRANDO
HACIA SU POSICION DEFINITIVA VERTICAL

Una vez que se ha elevado el último nivel, se procede a reforzar el edificio.

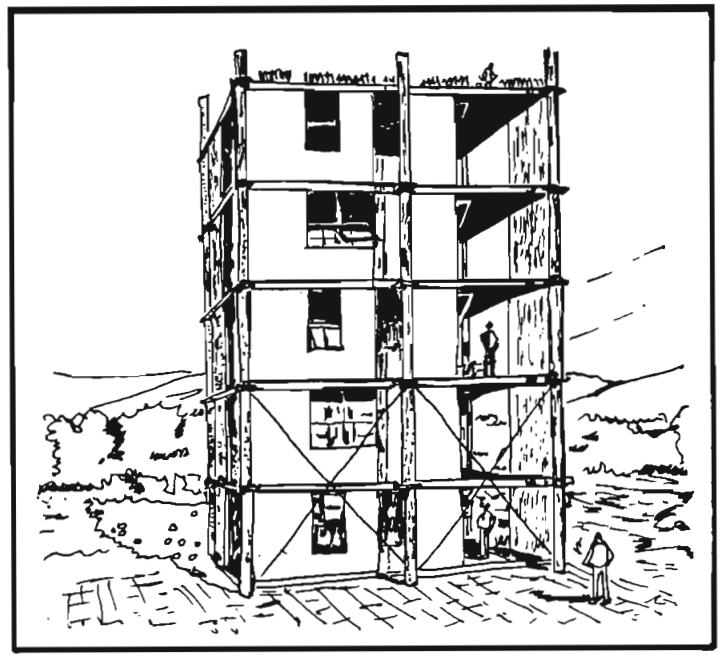


FIGURA No. 10

EDIFICIO TOTALMENTE LEVANTADO

Para ello, se introducen unas varillas de refuerzo por los ductos, desde la azotea hasta la cimentación, y en cada nivel se introduce, en estos ductos, mortero expansivo. Con ello el edificio queda suficientemente reforzado.

También se procede a quitar el equipo de levantamiento y las estructuras de izaje, para utilizar en el levantamiento de otro edificio.

Se puede ahora, finalizar los acabados.

1.7 REQUERIMIENTOS DE MANO DE OBRA

El 70%, aproximadamente de la población en edad de trabajar en la industria de la construcción, no es calificada en el Ecuador, o sea, no sabe hacer ningún trabajo específico. Un gran porcentaje de ellos apenas si tiene educación elemental, por lo que la productividad, en el 80% de la compañías constructoras medianas y pequeñas, es muy baja. (Ref: 2)

En el campo de la construcción en el Ecuador y en varios países latinoamericanos, se tiene normalmente mano de obra marginal, que no ha sido aceptada en otros medios. Es decir, no se requiere de "alta" capacitación, por lo que existe una gran demanda de mano de obra y este sistema constructivo no es la excepción, puesto que no se necesita mano de obra calificada. (Ref: 2)

Por el contrario, el uso del elemento prefabricado en el obrero hace desarrollar su capacidad y potencial mental hasta llegar a especializarlo en la producción de

determinado elemento. El manejo de la maquinaria, viene a contribuir en la agilidad de la producción. (Ref: 1)

El sistema en estudio, permite pagar bien a sus trabajadores debido a que el personal de obra siempre va a ser menor en cantidad al utilizado en un sistema de construcción tradicional; además, mejora la responsabilidad del trabajador y abre fuentes de trabajo con mayor rapidez. (Ref: 1)

1.8 VENTAJAS DEL SISTEMA

Ofrece a los industriales de la construcción, promotores y clientes, varias ventajas, entre las que podemos señalar las siguientes: (Ref: 1)

Prefabricación "in situ".-

- Ninguna inversión en plantel industrial.
- Ahorro en los costos de transporte.
- Prefabricación de grandes piezas.

Sistema de Elevación.-

- Mayor seguridad y economía que con el uso de equipos convencionales.

Diseño estructural.-

- Aplicable a zonas altamente sísmicas, sin que esto signifique estructuración más complicada que en sistemas convencionales.

Versatilidad.-

- Aplicable para viviendas, escuelas, hospitales, hoteles,

graneros, tanques de almacenamiento de agua, bodegas, etc.

- La construcción es divisible en módulos, si se quiere.
- La altura de entrepiso puede ser variable.
- Los techos pueden ser inclinados.
- Los acabados de muros pueden ser muy variados.

Mano de obra.-

- No requiere de "alta" capacitación.
- Permite pagar bien a sus trabajadores.
- Mejora la responsabilidad del trabajador.
- Abre fuentes de trabajo con mayor rapidez.

Costos.-

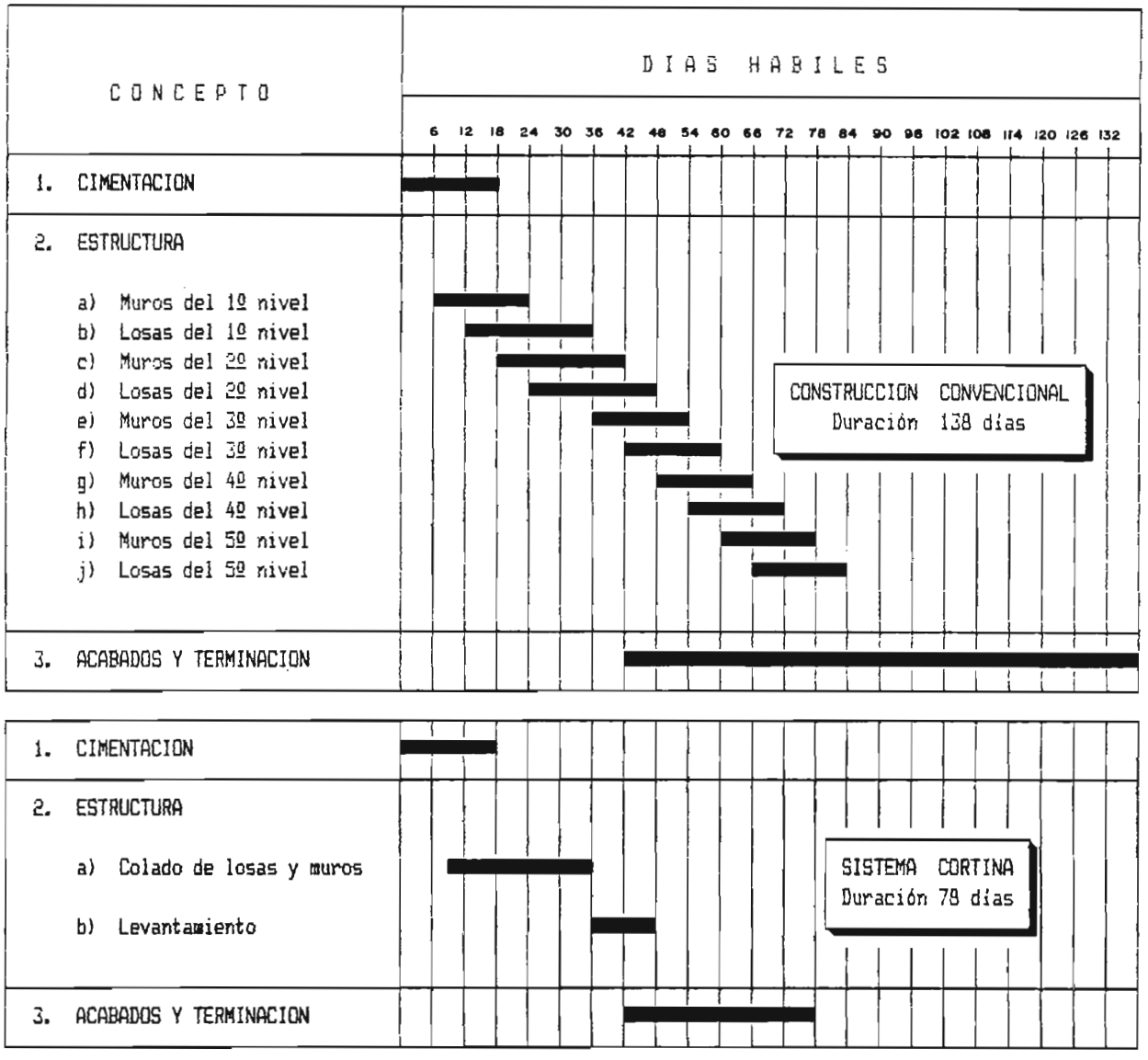
- Hay ahorros en costos directos e indirectos de construccción.
- Hay menos imprevistos.
- Menor impacto de la inflación.

Tiempo.-

- Puede reducirse a la mitad el tiempo de ejecución (Figura No. 11).

Financiamiento.-

- Ahorro de costos por concepto de intereses (Figura No. 12).
- Permite una planeación de promociones con menos riesgo.



* BASE DE COMPARACION: Un edificio de 5 niveles con 30 departamentos y con 1950 m² de superficie de construcción.

FIGURA No. 11

AHORRO DE TIEMPO

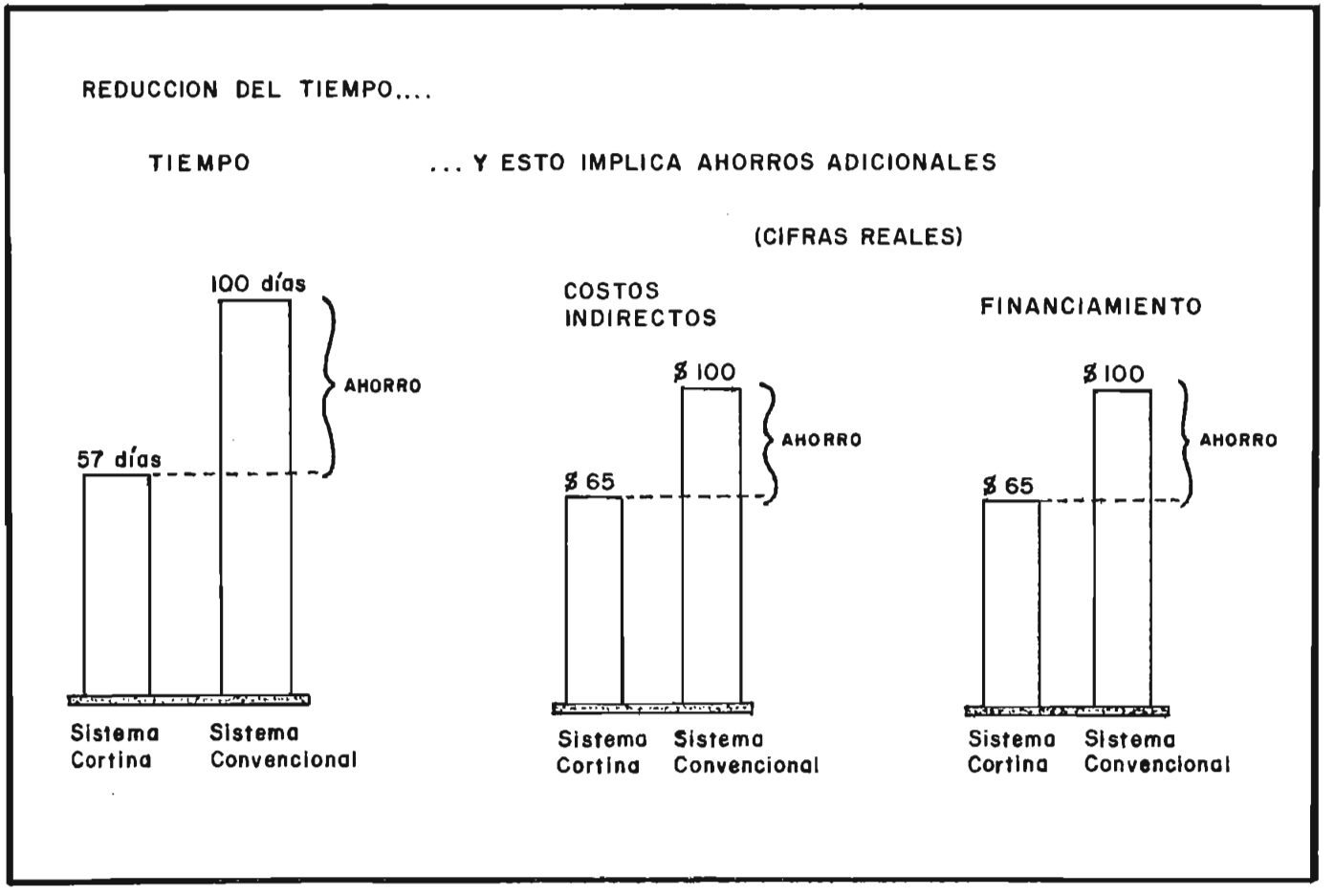


FIGURA No. 12

AHORRO DE COSTOS POR CONCEPTO DE INTERESES

C A P I T U L O II

ESTUDIO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS INTERIORES

2.1 CONCEPTOS GENERALES

Se llaman líneas interiores a las instaladas en el interior de los edificios. Comprenden, desde el punto de conexión con la empresa suministradora de energía eléctrica hasta los aparatos de consumo. (Ref: 5)

Las instalaciones interiores son de baja tensión, y para nuestro medio se emplean los siguientes valores nominales de tensión: (Ref: 6)

Circuitos secundarios trifásicos: 210/121 Voltios.

Circuitos secundarios monofásicos: 240/120 Voltios.

En el presente estudio, se considerarán líneas interiores, las que van desde el tablero de medidores (exclusive), hasta los puntos de conexión de los aparatos receptores de iluminación y fuerza.

2.2 DETERMINACION DE OBJETIVOS

Por lo expuesto en el capítulo anterior, podemos deducir que las instalaciones eléctricas interiores en construcciones que se realizan mediante el Sistema Cortina, suponen la necesidad de innovaciones y variaciones prácticas con respecto a edificaciones que se construyen en forma convencional.

En el presente capítulo, y en base a una planificación adecuada, se tratará de desarrollar una metodología que sirva como base para el diseño de las

instalaciones interiores, superando las variaciones y limitaciones que este nuevo sistema presenta y cumpliendo los requerimientos técnicos de iluminación y fuerza de acuerdo a códigos establecidos.

Se presentarán además, criterios y recomendaciones prácticas en cuanto a materiales a utilizarse, montaje y un pequeño análisis en el aspecto económico.

Los objetivos estarán orientados a conseguir instalaciones económicas pues, como lo hemos anotado anteriormente, el Sistema Cortina se utiliza primordialmente para la edificación de vivienda de uso popular.

2.3 CONSIDERACIONES PARA DISEÑO Y CONSTRUCCION

Las siguientes consideraciones deberán tomarse en cuenta tanto para el diseño como para la construcción de las instalaciones eléctricas en este tipo de sistemas:

1. En construcciones convencionales, las instalaciones eléctricas en paredes, se realizan generalmente, haciendo canales (picando) en las mismas para insertar en éstos la tubería correspondiente y las cajas para interruptores y tomacorrientes. En el Sistema Cortina las paredes (muros estructurales) son de concreto y no se enlucen y las obras adicionales de empotrado no son posibles ni rentables. Por ello, los materiales de la instalación eléctrica (tuberías, cajas para interruptores y tomacorrientes, tableros de distribución, cajas de paso, etc.) deben quedar

integrados en las paredes antes de su fundición, es decir, de igual forma que en losas.

2. Es muy importante el hecho de que los muros estructurales son atravesados verticalmente por hierros de refuerzo (Figura No. 13), y puede verse imposibilitada la colocación de pasos de tubería y cajas en esos lugares.

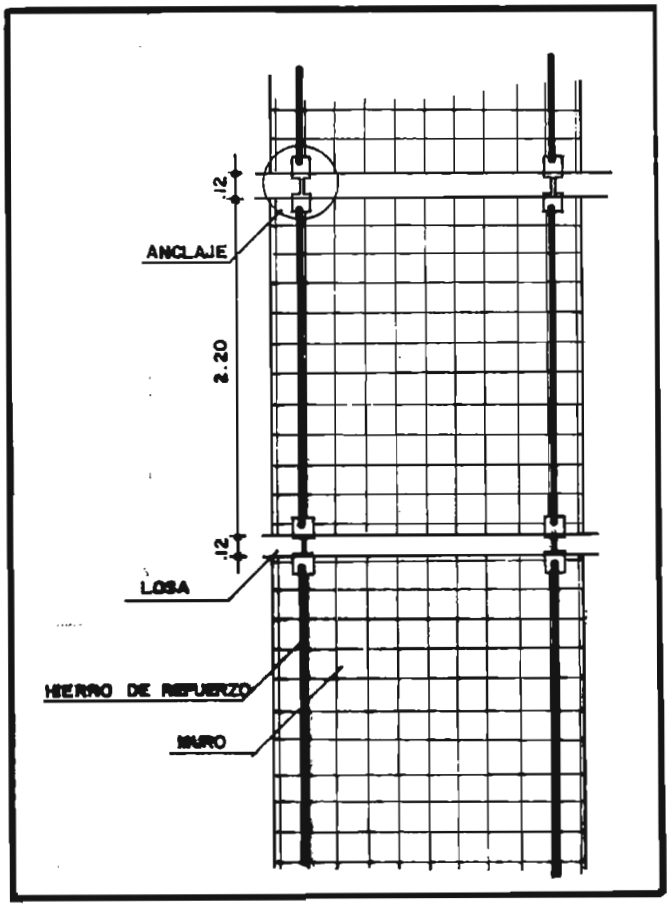


FIGURA No. 13

HIERROS DE REFUERZO EN MUROS

3. Los muros estructurales se sostienen de las losas por medio de anclajes adecuados (bisagras) para luego ser soldados en la posición definitiva (Figura No. 14). Debe encontrarse la manera de empatar la tubería de las losas con la de los muros.

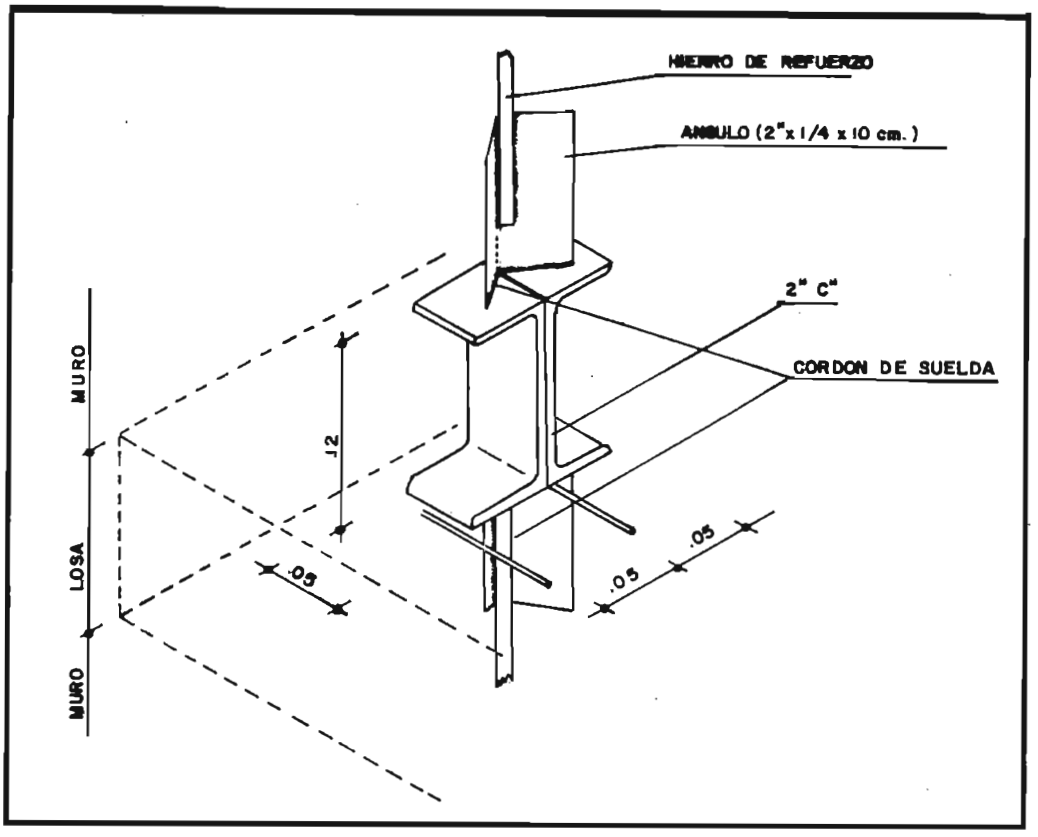


FIGURA No. 14

ANCLAJES

4. Al hacer el levantamiento del edificio, algunos de los muros estructurales (paredes) no cuelgan en su posición definitiva y éstos sufren traslados y giros hasta la posición que deben ocupar en cada planta de acuerdo al diseño arquitectónico (Ver anexo C1, Hoja 2 de 5). Además, como los muros son fundidos en posición

horizontal, debe tomarse en cuenta la posición final del muro vertical, es decir, conocer cuál de los extremos va hacia arriba y cuál hacia abajo, de manera de poder colocar tuberías y cajas.

5. Además de los muros estucturales, existen muros de relleno que se construyen convencionalmente (de bloque o ladrillo) luego de levantando el edificio. El paso de tubería hacia estas paredes también debe ser considerado.
6. Los lugares donde se prevee la colocación de interruptores, tomacorrientes, puntos de luz y sobre todo tableros de distribución deben ser rellenados de alguna manera (tal vez igual que en la formaconvencional) de modo que queden libres de concreto luego de la fundición de losas y muros. Además, como no existe encofrado, cajas o cualquier material que se emplee para el cometido antes mencionado, deben asegurarse de algún modo para que no sufran cambios de posición al momento de colocar el concreto.
7. El diseño de la obra civil puede preveer la construcción de losas prefabricadas (corredores) y escaleras metálicas que se integran a los edificios posteriormente al levantamiento de los mismos; estos detalles deben ser tomados muy en cuenta para el trayecto de alimentadores.
8. Un problema importante que debe resolverse es, la forma en que el proyectista presente el diseño en planos de forma que el instalador (electricista) tenga

una total comprensión de las instalaciones que debe realizar.

2.4 PLANOS E INFORMACIONES REQUERIDOS

El diseñador de las instalaciones eléctricas, necesita conocer algunos detalles adicionales a más de los que normalmente requiere para construcciones convencionales.

Adicionalmente a los planos de plantas e implantación de él o los edificios, se requieren planos en los que se detalle lo siguiente:

- Hierros de refuerzo en muros.
- Muros en posición horizontal (para fundición).
- Muros en posición vertical (definitiva).
- Indicación de abatimientos, giros y traslados de muros.
- Posición de ductos y detalles de corredores y escaleras.

Dentro de los planos de las plantas es conveniente precisar la ubicación de: cocinas eléctricas, lavadoras, tanques de agua, etc.

Por otra parte, dependiendo del diseño arquitectónico, deberán presentarse todas las informaciones adicionales necesarias para realizar las instalaciones de la mejor manera posible.

2.5 DISEÑO

2.5.1 GENERALIDADES

Tomando en cuenta las consideraciones descritas en el numeral 2.3 y una vez que se tengan los datos

requeridos en el punto 2.4, se puede empezar la planificación de las instalaciones eléctricas interiores, cumpliendo los requerimientos de iluminación y fuerza, superando las limitaciones técnicas y arquitectónicas que el sistema presenta y además tratando de lograr una compatibilidad técnico económica.

Para la realización del presente estudio, me he basado en las normalizaciones que en cuanto a instalaciones interiores se describen en el Código Eléctrico Ecuatoriano "CEE" y el Código Eléctrico Americano "NEC".

2.5.2 PLANIFICACION

Los materiales de la instalación eléctrica se colocan en la armadura de las paredes, en caso dado, junto con las instalaciones de agua y los marcos de puertas y ventanas (Figura No. 15). Una vez ensambladas las planchas, se unen tubos y cajas en los puntos previstos en el diseño para formar una red en la que después se introducen los conductores. Por lo tanto, el proyecto debe hacerse muy cuidadosamente ya que cualquier error en el mismo se multiplicaría por la fabricación en serie. (Ref: 7)

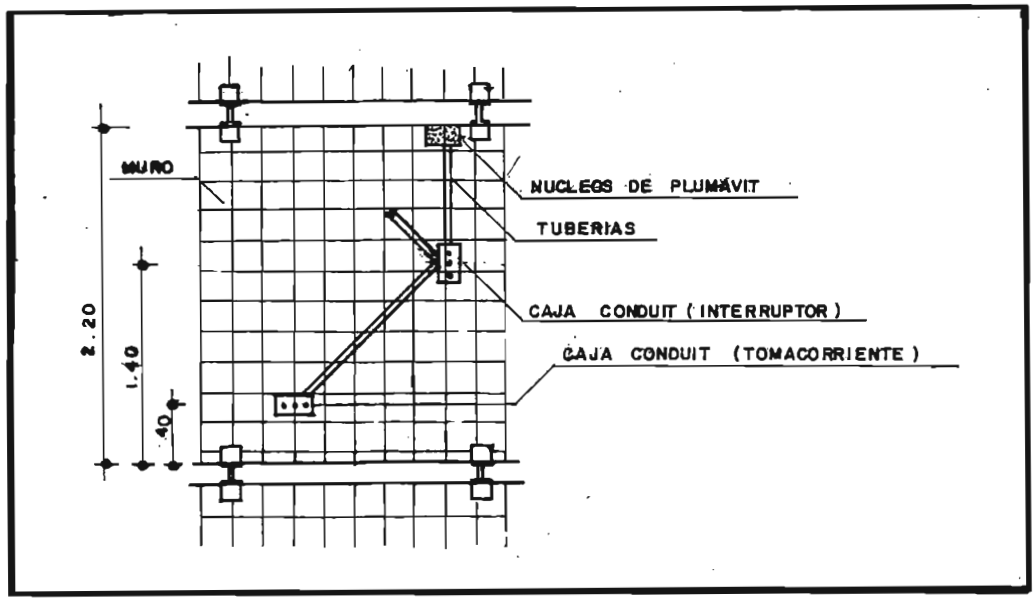


FIGURA No. 15

INSTALACIONES INTEGRADAS EN MUROS

Posteriormente sería muy difícil variar las instalaciones eléctricas en este tipo de construcción; por esta razón, hay que tener en cuenta de antemano todas las futuras necesidades y proveer todo el equipo de tubos, tomacorrientes, interruptores, etc.

Nota: Al hablar de muro estructural me refiero a pared, y al hablar de plancha me refiero indistintamente a losa o pared.

Orificio para el paso de los conductores.-

Los orificios para el paso de los conductores y tubos de pared a pared o de pared a losa, resultan inconvenientes en los aspectos de montaje, costo y tiempo; por lo tanto, debemos tratar de limitarlos a un mínimo. Por ello, es conveniente llevar por la misma tubería los conductores correspondientes a circuitos diferentes. (Ref: 7)

Planos de las planchas.-

En los planos de las planchas han de recogerse todos los detalles (Figura No. 16) como, por ejemplo, cajas de paso, cajas para interruptores y tomas, tuberías, pasos de plancha a plancha, etc.

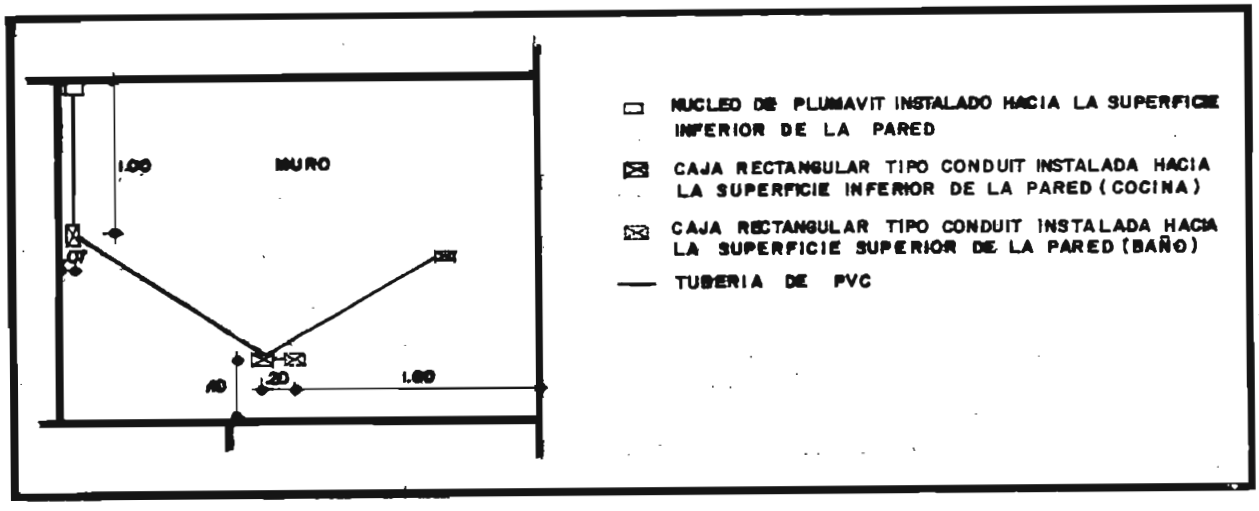


FIGURA No. 16

DETALLE DEL PLANO DE UNA PLANCHA

Deberá indicarse si una caja va colocada hacia la superficie superior o la inferior de la pared, esto puede hacerse usando una nomenclatura que las diferencie.

Empleo de cajas y núcleos.-

Las cajas para salidas de iluminación, tomacorrientes, interruptores, etc. deben instalarse dependiendo de la posibilidad de una buena sujeción de las mismas; caso contrario deben usarse núcleos recuperables (metal o madera) o de material esponjoso (styropor) para conseguir las concavidades necesarias para su posterior instalación una vez levantado el edificio. (Ref: 7)

En lo posible, es necesario minimizar la cantidad de cajas o núcleos que se instalan hacia la superficie superior de las planchas por la dificultad de fijación mecánica. Por esta razón, es recomendable llevar todos los circuitos por la losa superior de cada planta.

Tendido de las tuberías en las planchas.-

No se presentan limitaciones desde el punto de vista técnico para el tendido de los conductores, sin embargo, se recomienda fijar la tubería en la armadura de las planchas. (Ref: 8)

Pasos de una plancha a otra.-

Los pasos de una plancha a otra pueden establecerse por medio de aberturas en los bordes (empleando núcleos) o por medio de cajas de unión (Figura No. 17). (Ref: 7)

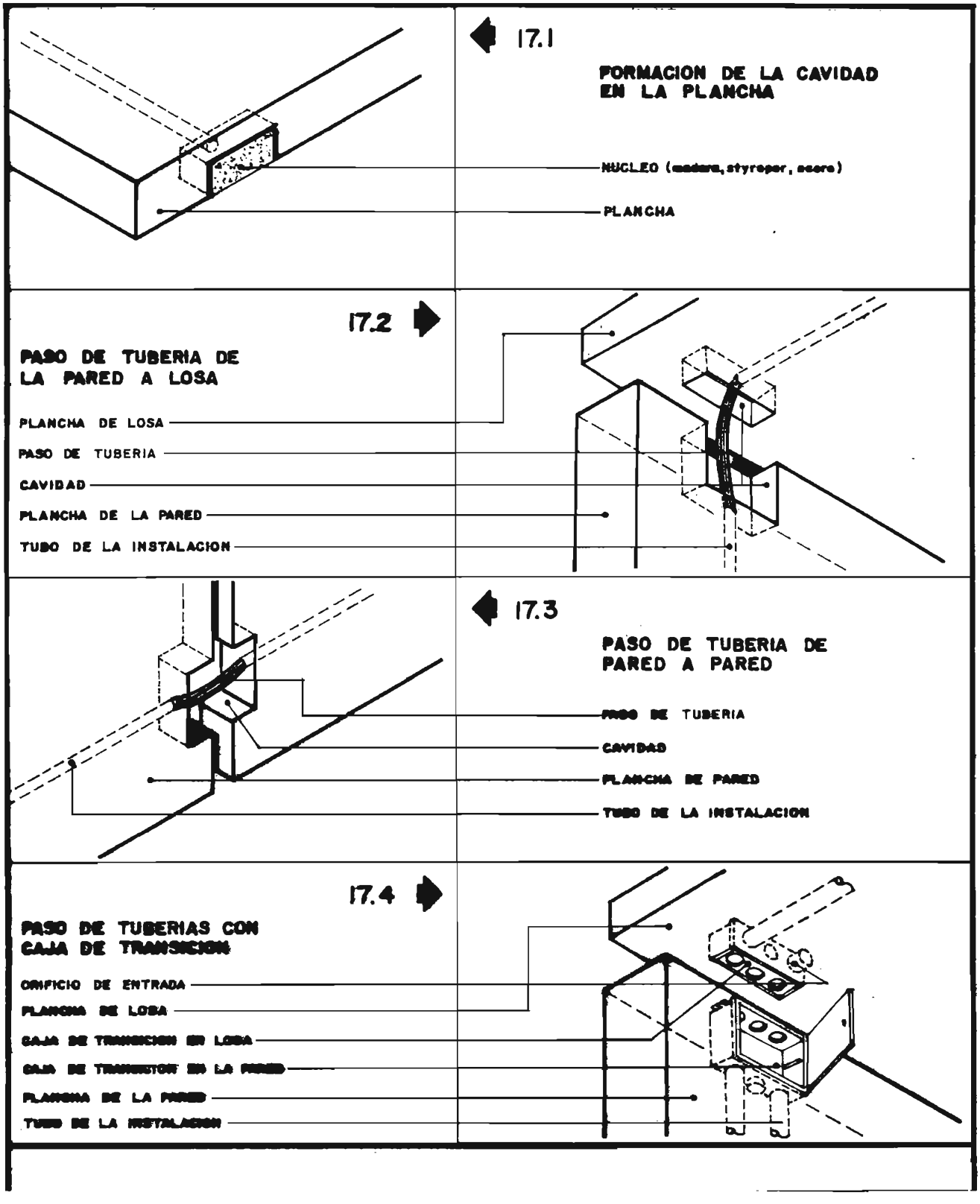


FIGURA No. 17

PASOS DE TUBERIA ENTRE PLANCHAS

Unión de pared con pared.-

La unión pared - pared puede realizarse en los puntos que resulten más favorables para la instalación eléctrica, para el efecto se dejarán concavidades en las planchas por medio de núcleos de madera o styropor que se colocan antes de la fundición de las planchas y se las retira una vez que las mismas están en posición vertical para poder hacer el paso de la tubería (Figura No. 17.3). Una vez pasada la tubería, las cavidades entre las planchas se pueden cerrar y repasar hasta obtener un buen acabado. (Ref: 7)

Unión de losa con pared.-

La unión de losa con pared se efectúa en la junta entre las mismas. Con el fin de evitar el corte de los tubos y para facilitar el trabajo posterior, se dejarán concavidades en el borde de las planchas por medio de núcleos adecuados (Figura No. 17.1) de madera o styropor (Ref: 8). La unión de las tuberías de pared y techo puede ser realizada por medio de pedazos de tubería flexible (Figura No. 17.2), para el efecto es necesario que los extremos de los tubos que vienen de pared y techo se dejen adecuadamente sobresalidos en las concavidades de tal manera que se facilite la unión.

En los muros de relleno que se construyen posteriormente al levantamiento del edificio deberán dejarse concavidades para el paso de tubería desde las losas, de igual manera que en el caso precedente; dichos

muros serán picados para insertar tuberías y cajas en forma convencional.

Unión con cajas de transición.-

En lugar de concavidades se pueden utilizar cajas especiales dispuestas en los bordes de las planchas (Figura No. 17.4). Los tubos se introducen en los orificios de las cajas. En la caja dispuesta en la pared se realizan los empalmes de cables. (Ref: 7)

La instalación de este tipo de cajas presenta el inconveniente de que las mismas no existen en el mercado y deberían mandarse a construir de acuerdo a un diseño específico, lo cual encarecería el costo de la obra. Además, el sistema de concavidades, si bien exige una cierta precisión para conseguir resultados satisfactorios, el empleo de cajas de transición exige una precisión milimétrica, pues los orificios de las cajas de pared y techo respectivamente deben coincidir exactamente.

Alimentadores a tableros.-

Los alimentadores a los tableros de distribución, se llevarán desde los medidores verticalmente, a través de ductos que generalmente se construyen para el efecto en cada edificio. Es muy importante para el paso de dichos alimentadores horizontalmente en cada planta, tomar en cuenta los detalles de corredores y escaleras ya que, en algunos casos, éstos se colocan posteriormente al levantamiento del edificio; los pasos pueden realizarse usando núcleos y/o cajas de paso.

2.5.3 METODOLOGIA DE DISEÑO Y PLANOS A PRESENTARSE

A continuación se presentará un detalle de los pasos a seguirse para la elaboración del diseño y planos correspondientes de las instalaciones eléctricas interiores de un edificio a construirse mediante el Sistema Cortina, de acuerdo a la planificación realizada en el numeral anterior:

1. Planta Eléctrica General.- Primeramente se realiza un diseño convencional sobre los planos de plantas, es decir, ubicación de salidas para iluminación, tomacorrientes, interruptores, teléfonos, timbres, tablero de distribución, etc., incluyendo el recorrido de tuberías.

   Este diseño debe basarse en la factibilidad de la colocación de cajas y pasos de tubería que están dadas por los planos que detallan la ubicación de hierros de refuerzo y bisagras de sostenimiento en muros.

2. Cajas, núcleos y tubería en losas.- En este plano se detalla la ubicación de cajas para salidas de iluminación, núcleos para el paso de tubería de losas a paredes y recorrido de tubería en losas.

   Es muy conveniente en este plano la colocación de acotamientos que definan la ubicación de cajas y núcleos, ya que no existen referencias adecuadas para los instaladores (como vigas y columnas) y además porque la precisión es importante al momento de empatar las tuberías. El acotamiento tomará como referencia un

origen de coordenadas (0,0) que puede ubicarse en las esquinas de las plantas.

3. Cajas, núcleos y tubería en paredes.- En este plano se incluye la ubicación de cajas para la instalación de interruptores, tomacorrientes y salidas especiales; núcleos para el paso de tubería de losa a paredes y recorrido de tubería en las mismas.

   El diseño en este plano debe basarse en el plano de abatimiento de paredes y ubicación de las mismas en posición vertical.

   Dado que las instalaciones eléctricas se realizan con las paredes en posición horizontal, es muy importante en este diseño, para una buena comprensión de los instaladores, el uso de una nomenclatura adecuada para indicar el lado de la pared (hacia arriba o hacia abajo) al cual deben instalarse las cajas, así como también el uso que se va a dar a cada una de ellas (tomacorrientes, interruptor, mixto, salida para tanque de agua, etc.).

   Además, es conveniente la colocación de acotamientos que determinen la posición exacta de las cajas en cada pared.

4. Por último, en los mismos planos de plantas se incluye el recorrido de los alimentadores y un detalle del paso de los mismos en sitios como escaleras y descansos.

5. Además, como en todo diseño convencional deberá presentarse un diagrama vertical de alimentadores.

En conclusión, los planos básicos que deben presentarse serán los siguientes:

- Planta eléctrica general.
- Cajas, núcleos y tubería en losas.
- Cajas, núcleos y tubería en paredes.
- Diagrama vertical de alimentadores.

A parte de los planos antes mencionados, se presentará una memoria técnica descriptiva en la que se incluirán: cuadros y diagramas de tableros, cálculo de alimentadores y lista de materiales.

2.6 MATERIALES A UTILIZARSE Y MONTAJE

2.6.1 ANTECEDENTES

Resulta obvio que el tipo de materiales que se utilizan en una obra tienen un porcentaje de incidencia significativo sobre el costo total de la misma; y tratándose de un sistema utilizado en nuestro medio primordialmente para la construcción de vivienda popular, estamos obligados a tratar de que los materiales sean los más económicos, pero sin que esto influya negativamente en el aspecto técnico.

Cabe mencionar que, muchos de los criterios prácticos que se obtendrán, en lo referente al montaje de las instalaciones, se basan en datos proporcionados por personal de planta (instaladores, tecnólogos e ingenieros) de la Cía. Proconel, además de experiencia propia de trabajo en la misma compañía, como también, en

informaciones obtenidas en el Cía. Construrapid, concesionaria del Sistema Cortina para Colombia y Ecuador.

Los materiales de la instalación son:

- Tubería.
- Cajas.
- Tableros de distribución.
- Tableros de medidores.
- Conductores.
- Núcleos.
- Tubería flexible.
- Piezas y accesorios.

2.6.2 TUBERIA

Especificaciones.-

Debido a que el voltaje en baja tensión en nuestro medio es 240/120 ó 210/121 Voltios y considerando el destino y las características de las edificaciones construídas mediante el Sistema Cortina, el uso de tubería PVC (polyvinil chloride) reforzado para las instalaciones eléctricas interiores resulta muy adecuado. (Ref: 8)

Por otro lado, su bajo costo con relación a tuberías metálicas, constituye un factor preponderante para su uso.

Dimensiones.-

El diámetro de los tubos para este tipo de instalaciones está usualmente unificado para 13 mm. (1/2 pulgada) y 19 mm. (3/4 pulgada), lo que facilita el trabajo de montaje. El número de conductores permisibles

en cada tubería se puede encontrar en tablas técnicas de uso común de acuerdo al tipo de cable a utilizarse.

Montaje.-

Los tubos deberán ser firmemente fijados (amarrados) a la armadura de hierro de las planchas y retenidos adecuadamente a cajas, núcleos y tableros de distribución, es decir, debe existir solidez mecánica y continuidad eléctrica. (Ref: 9)

En los pasos de plancha a plancha, para el empate de tuberías (si éstas son de PVC), es conveniente abrir el diámetro de los extremos de las mismas mediante calentamiento (en la práctica se usa soplete), de manera que la tubería flexible de igual diámetro se pueda embonar más fácilmente.

2.6.3 CAJAS

Especificaciones.-

Cajas metálicas tipo conduit se instalarán en cada punto de empalme de conductores y cada salida de iluminación, tomacorrientes, interruptores, etc. Para salidas de iluminación y puntos de derivación se utilizarán cajas octogonales y para salidas de interruptores y tomacorrientes de uso general se utilizarán cajas rectangulares. (Ref: 8 y 9)

Dimensiones.-

Existen en el mercado cajas de tamaños estandar; el número de conductores permisibles en las mismas se puede encontrar en tablas. (Ref: 8)

Montaje.-

Al no existir enconfrados en el Sistema Cortina, tanto en losas como en paredes, en las que las cajas se colocan hacia la superficie inferior (boca abajo), éstas se fijarán a la plancha inmediatamente inferior por medio de clavos de acero (Figura No. 18). Previamente las cajas se rellenarán con núcleos de styropor para lograr una buena estanqueidad y evitar la entrada de agua, lechada u hormigón; estos núcleos ofrecen una ventaja adicional, cual es la de poder introducir los tubos que llegan a cada caja y obtener firmeza mecánica sin necesidad de usar conectores; además en la unión entre tubo y caja es recomendable (si no se usa conector) colocar cinta aislante (type) para lograr mayor impermeabilidad y firmeza.

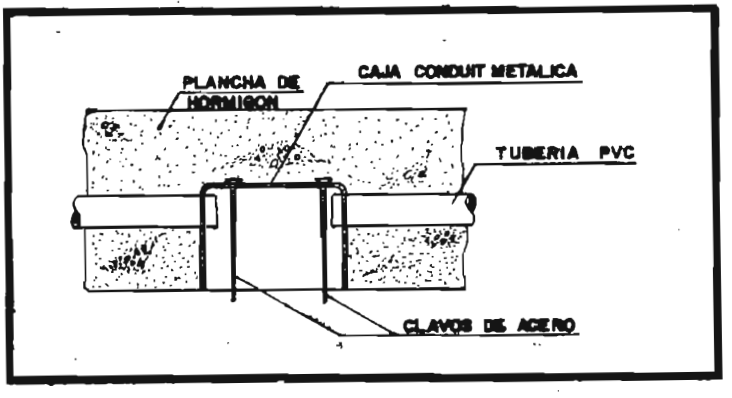


FIGURA No. 18

MONTAJE HACIA LA SUPERFICIE INFERIOR DE LA PLANCHA

Una vez levantado el edificio, se procede a retirar los núcleos de styropor de las cajas, limpiarlas completamente y cortar los clavos de acero a nivel del fondo de cada caja, dejando totalmente libre su interior.

En las paredes en las que el diseño prevee la instalación de cajas colocadas hacia la superficie superior, no es posible fijarlas como en el caso anterior, además de que como estas cajas se instalan boca arriba, es muy difícil conseguir una impermeabilidad total contra la entrada de agua, lechada u hormigón. En este caso, en lugar de instalar directamente las cajas, se pueden usar núcleos de styropor de tamaños adecuados, los mismos que serán amarrados a la malla metálica de cada muro cuidando de que queden al ras de su superficie (Figura No. 19). Los tubos deben insertarse cuidadosamente a los núcleos para conseguir firmeza mecánica.

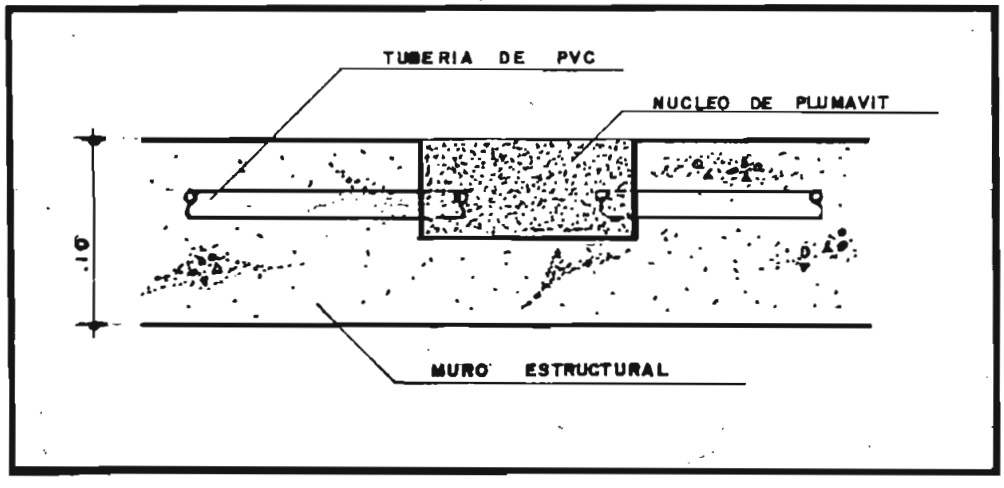


FIGURA No. 19
MONTAJE HACIA LA SUPERFICIE
SUPERIOR DE LA PLANCHA

Posteriormente al levantamiento del edificio, se retirarán los núcleos para instalar las cajas respectivas, para esto es necesario que dichos núcleos sean de dimensiones ligeramente mayores a las de las cajas y

y facilitar de esta manera su instalación sin tener que picar el hormigón.

2.6.4 TABLEROS DE DISTRIBUCION

Especificaciones y dimensiones.-

Las instalaciones interiores estarán protegid s y controladas por tableros de distribución metálicos qu se colocarán en cada local (departamento, oficina, alma én, etc.).

El tipo y tamaño del tablero dependerá de la c rga instalada del local y del número de fases y calibre del alimentador. (Ref: 9)

Las cajas metálicas de los tableros deberán t ner conexión a tierra por medio de cables adecuados qu se conectarán a la armadura de hierro de la pared o la tubería de agua en caso de existir. (Ref: 8 y 9)

Para la protección de cada circuito se utiliz rán disyuntores termomagnéticos, con capacidad de acuerdo la carga y voltaje de cada circuito. (Ref: 9)

Montaje.-

Siempre y cuando puedan ser fijados adecuadam nte e impermeabilizados completamente contra la entrada del material de fundición, los tableros se podrán inst lar directamente en las paredes escogidas previamente e el diseño.

Otra alternativa sería, dejar aberturas para su posterior instalación (una vez izado el edificio), por medio de núcleos de dimensiones adecuadas.

2.6.5 TABLEROS DE MEDIDORES

Debido a que este sistema es utilizado para la construcción de edificios (no casas), no tendrán medidores ubicados en cada local (departamento, oficina, local comercial, etc.) sino un tablero general de medidores, el cual, se instalará en un sitio dependiente del diseño del edificio y de los requerimientos de la empresa suministradora del servicio eléctrico.

2.6.6 CONDUCTORES

Especificaciones.-

En general, tanto para los alimentadores a los tableros como para los circuitos de iluminación y fuerza, se utilizarán conductores de cobre tipo TW (Ref: 10). No se emplearán calibres menores al 14 AWG para circuitos de alumbrado ni 12 AWG para circuitos de tomacorrientes de uso general. (Ref: 9)

Montaje.-

El numeral 7.31 del CEE dice: "Pueden instalarse en la misma canalización los conductores de sistemas diferentes de alumbrado y fuerza, siempre que todos los conductores tengan aislamiento para la tensión más alta de uno de los circuitos dentro de la canalización". Por lo tanto, se puede hacer uso de esta opción y llevar por la misma tubería circuitos independientes de iluminación y fuerza, minimizando de esta forma el número de pasos de losa a pared, los mismos que presentan inconvenientes en el montaje, costo y tiempo.

Pueden existir varias tuberías que confluyen a un mismo punto de paso de plancha a plancha, en este caso, cada tubo deberá ser identificado claramente (usando por ejemplo cinta aislante de diferentes colores) para evitar equivocaciones al momento de empatar las tuberías.

Luego de que toda la tubería eléctrica esté totalmente instalada y el edificio haya entrado en su fase de acabados, se pasarán por las tuberías guías de alambre de hierro galvanizado para tirar los conductores y alojarlos en las mismas.

En los pasos de plancha a plancha, es conveniente que las guías se pasen por la tubería antes de que las cavidades de paso sean cerradas, para comprobar que no existen obstáculos para la instalación de los conductores.

2.6.7 NUCLEOS

Especificaciones.-

Se había indicado que los núcleos que se utilizan para dejar los espacios para el paso de tubería de losa a pared y para la instalación de cajas para interruptores, tomacorrientes o tableros, podían ser recuperables (de metal o madera) o de material esponjoso (styropor).

Los primeros, presentan inconvenientes para su construcción y un mayor costo, además de que resulta dificultoso su retiro de las planchas al tener que picar el hormigón.

El material esponjoso, para los núcleos, se conoce químicamente como "poliestireno expandido", y es un tipo

de plástico con múltiples aplicaciones no sólo en la industria de la construcción sino también en otros campos como la aislación térmica y acústica, embalaje, decoración, etc. (Ref: 11)

El poliestireno expandido es más conocido como plumavit o styropor y es fabricado en nuestro país por Plumavit del Ecuador Cía. Ltda.

Los núcleos de plumavit resultan muy adecuados para los requerimientos presentes por las razones que a continuación se detallan:

- Se obtienen en fábrica planchas de plumavit que pueden cortarse muy fácilmente o se puede hacer el pedido de acuerdo a las dimensiones volumétricas que se requieran. (Ref: 11)
- La densidad del material varía de acuerdo al uso que se le vaya a dar; en edificaciones se recomienda una densidad de 15 Kg/m3 (Ref: 11), la cual brinda al material una resistencia a la compresión más que suficiente para los requerimientos del sistema.
- Muy económicos. (Ref: 11)
- Fácil retiro de hormigón.
- El plumavit resulta muy adecuado para la impermeabilización de cajas y tableros, contra la entrada de material de fundición.
- La tubería puede insertarse en el material, obteniendo firmeza mecánica.

Dimensiones.-

En la generalidad de edificios, el Sistema Cortina

utiliza losas de 12 cm. y paredes de 10 cm. de espesor (Ref: 2). Con este antecedente y tomando en cuenta que el instalador necesita un espacio suficiente para realizar los pasos de tubería, considero adecuadas las siguientes dimensiones de los núcleos para el paso de tubería de losa a pared:

En losas:	Largo	=	15 cm.
	Ancho	=	10 cm.
	Espesor	=	6 cm.
En paredes:	Largo	=	15 cm.
	Ancho	=	6 cm.
	Espesor	=	6 cm.

Montaje.-

Deberán ser fijados firmemente a la armadura de las planchas para evitar su movimiento al momento de fundición.

2.6.8 TUBERIA FLEXIBLE

Especificaciones.-

En los pasos de plancha a plancha, la resistencia mecánica de la tubería puede ser mínima, pues, deberá soportar únicamente la compresión del cerrado y acabado de las cavidades de paso.

De acuerdo a lo anterior, para el empate de tuberías se puede usar convenientemente tubería flexible anillada de PVC, aunque, se ha constatado en la práctica que el uso de manguera de agua reforzada, de diámetro equivalente al de las tuberías a empatarse, constituye una solución idónea por su bajo costo y flexibilidad, que

permiten realizar curvaturas de radios reducidos, que son las características de estos pasos.

Dimensiones.-

El diámetro de la tubería flexible será igual al de los tubos a empalmarse. El largo variará de acuerdo al paso (de 10 a 20 cm.).

2.6.9 PIEZAS Y ACCESORIOS

En general, los tipos y marcas de piezas y accesorios (conectores, tapas, interruptores, tomas, tableros, etc.) son criterios del contratista, pero en todo caso, deberán ser aprobados por el Instituto Ecuatoriano de Normalización "INEN" o por la Dirección Nacional de Servicios Eléctricos "DINASE".

2.7 FORMA Y TIEMPO DE EJECUCION

Tomo como base un edificio de viviendas de cinco niveles, con 20 departamentos y 1.500 m2 de superficie construída aproximdamente.

La construcción se realiza en dos módulos independientes con 10 departamentos cada uno, estos módulos se integran posteriormente al levantamiento del edificio por medio de corredores prefabricados y escaleras metálicas (Figura No. 20), de manera que se obtienen 4 departamentos por planta. (Ref: 3)

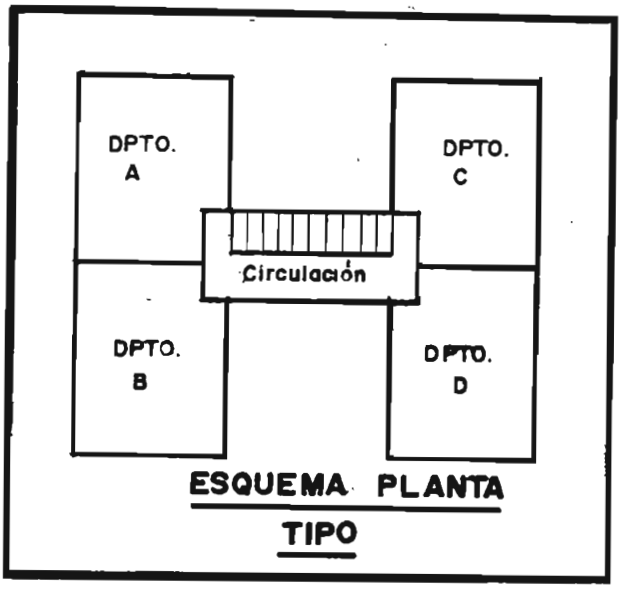
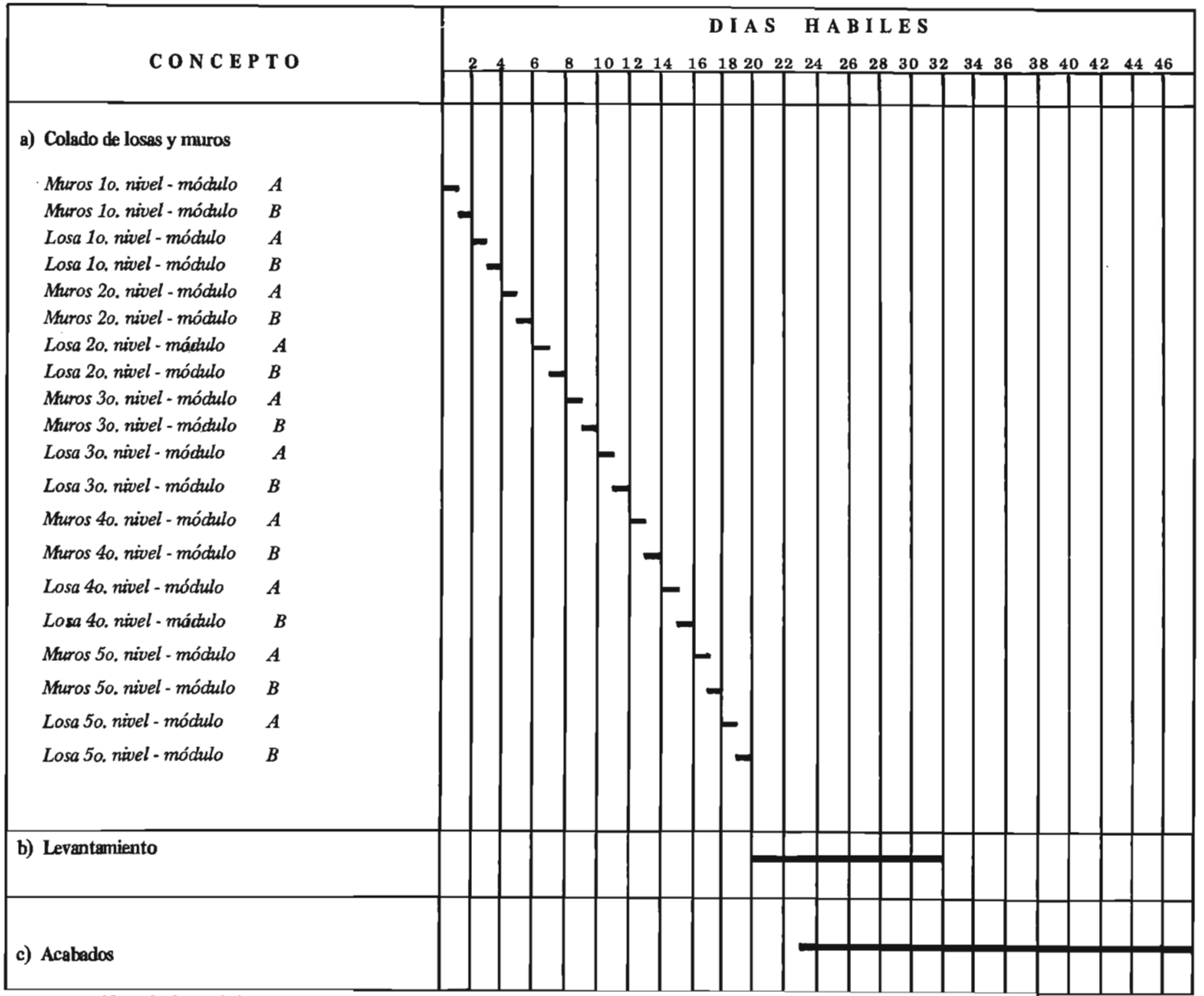


FIGURA No. 20

ESQUEMA DE LA PLANTA TIPO

En la figura No. 21 se detalla la forma de ejecución de la obra una vez terminada la etapa de cimentación. Podemos apreciar que el armado de una plancha (losa o muros) se realiza en un día de trabajo (5 horas de armado y 3 horas de fundición aproximadamente). (Ref: 3)

Tomando como ejemplo el tercer día, en el que se realiza la losa del primer nivel - módulo A, el cuarto día se realizará la losa del primer nivel - módulo B. Es decir, se trabaja alternadamente en los módulos A y B, aprovechando el tiempo de fraguado del hormigón de la última plancha fundida en el un módulo para realizar el armado y fundición de la plancha correspondiente en el otro módulo.



NOTA: *No se incluye el tiempo requerido para la cimentación.*

FIGURA No. 21

FORMA DE EJECUCION DE LA OBRA

En este tipo de construcción se tienen dos tipos de planchas, planchas tipo losa y planchas tipo muros, es fácil entonces determinar con bastante exactitud los materiales de la instalación eléctrica del edificio, estableciendo primeramente los requerimientos en cada plancha tipo y multiplicando por el número de plantas del edificio (5 en el presente caso).

Mientras la obra se encuentra en la etapa de cimentación, los instaladores eléctricos pueden preparar los materiales necesarios para todo el edificio y separarlos en dos grupos, tipo losa y tipo muros, así, se pondrán cortar tubos y núcleos y preparar los demás materiales de acuerdo a un número preestablecido. Esto permitiría que tenga una mejor organización y control la bodega y se minimice de cierta forma el desperdicio, las pérdidas y los robos de material, muy comunes en la industria de la construcción.

Terminada la fundición de losas y muros, se procede a realizar el levantamiento del edificio, el montaje de escaleras metálicas y losas prefabricadas correspondientes a corredores (éstas últimas se construyen simultáneamente al colado de planchas) y la construcción de muros de relleno. Estas labores requieren un tiempo aproximado de 12 días hábiles, luego del cual, entramos en la etapa de acabados en la que los instaladores eléctricos realizan las siguientes obras:

- Colocación de tubería en muros de relleno.
- Retiro de núcleos.

- Colocación de cajas y tableros en losas y muros estructurales.
- Pasos de tubería de losas a muros.
- Limpieza de cajas y tableros.
- Paso de conductores.
- Colocación de interruptores, tomacorrientes, tapas, etc.
- Cableado de tableros y colocación de protecciones.
- Paso de alimentadores.
- Armado de tablero de medidores.

2.8 RECOMENDACIONES PRACTICAS

Dentro de los diferentes puntos tratados hasta el momento en el presente capítulo se detallaron algunas recomendaciones prácticas, las cuales me parece importante recopilarlas de la siguiente manera:

- Se debe tratar de conseguir el menor número posible de pasos de tubería entre planchas (losa a pared y pared a pared).
- El uso de núcleos de plumavit (styropor) es la mejor alternativa para obtener las cavidades necesarias para los pasos de tubería.
- La tubería de paso no requiere mayor resistencia mecánica, pues deberá soportar únicamente la compresión del cerrado y acabado de las cavidades de paso. Para el efecto, se puede utilizar tubería anillada flexible de PVC, aunque, se ha constatado que el uso de simple manguera de agua reforzada resulta muy adecuado por su bajo costo y flexibilidad.

- Si la tubería de instalación es de PVC rígida, los pasos de tubería de plancha a plancha se lográn adecuadamente agrandando el diámetro de los extremos a empalmarse (mediante calentamiento), así, la tubería flexible embona fácilmente dentro de la rígida. Este trabajo debe realizarse durante el montaje ya que, es más difícil trabajar dentro de las cavidades de paso.
- Es recomendable que el paso de conductores se realice antes de cerrar las cavidades para comprobar que los empalmes de tubos están bien realizados.
- Tradicionalmente, las cajas para iluminación, derivación, interruptores, etc. se rellenan con papel húmedo para evitar la entrada de material de fundición; resulta más ventajoso para este cometido (en cualquier instalación de interiores) el uso de plumavit, que logra una mejor impermeabilidad, además de que se tiene la ventaja adicional de que los tubos pueden insertarse fácilmente en este material, obteniéndose firmeza mecánica.
- Por último, al tratarse de un sistema de construcción no convencional, es importante que antes de comenzar el armado de planchas de un edificio, se realice una planificación adecuada del trabajo entre los constructores de la obra civil y los de las obras eléctricas y sanitarias, de manera que se siga un cronograma de trabajo que permita desarrollar la obra con rapidez y eficacia.

2.9 REQUERIMIENTOS DE MANO DE OBRA

Básicamente se requiere el mismo personal que para una construcción convencional. La diferencia estriba en que los instaladores eléctricos deben adaptarse a la forma de ejecución de la obras civiles.

El personal requerido para el montaje de las instalaciones eléctricas en un plancha (losa o paredes) depende de dos variables: tiempo disponible y número de puntos. Es así como, los siguientes datos referenciales en lo referente a montaje en losas, han sido proporcionados por Proconel Cía. Ltda., compañía con muchos años de experiencia en instalaciones interiores:

TIEMPO	No. DE PUNTOS	PERSONAL REQUERIDO
8 horas (1 día)	60	2 instaladores + un ayudante

En donde se considera:

Punto = Cada salida para iluminaciòn, interruptor, tomacorriente, conmutador, etc.

Instalador = Personal con màs de dos años de experiencia.

Ayudante = Personal con menos de 1 año de experiencia.

Con la referencia anterior, podemos determinar en forma aproximada, el personal necesario para el montaje de las instalaciones eléctricas interiores en una losa de cualquier edificación.

Para el Sistema Cortina, resulta válida la referencia anterior para determinar los requerimientos de personal, con la particularidad de que podemos considerar el montaje de cada paso de plancha a plancha equivale,

desde el punto de vista de mano de obra, a un punto adicional de instalación.

Además, si bien es cierto el sistema presenta ciertas variaciones con respecto a una construcción tradicional, no se necesita personal especializado para el montaje.

La etapa de acabados se realiza en forma convencional y el tiempo disponible es mayor, por lo que existe más flexibilidad en cuanto al personal necesario.

2.10 ANALISIS ECONOMICO

2.10.1 ANALISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE LAS INSTALACIONES INTERIORES EN EL SISTEMA CORTINA

Para edificios similares, el uno construído mediante el Sistema Cortina y el otro convencionalmente y con idéntico número y ubicación de salidas de iluminación y fuerza, consideramos que la única diferencia estriba en la existencia de pasos de tubería de plancha a plancha en el primero.

Si queremos conocer la incidencia que los pasos entre planchas tienen sobre los costos directos de la instalación en el SC, deberemos tomar en cuenta en forma separada la incidencia sobre los factores que determinan dichos costos; y que son: materiales y mano de obra.

<u>Materiales</u>.-

La diferencia fundamental es la existencia de pasos de plancha a plancha, que involucra la utilización

de núcleos de plumavit y tubería flexible de PVC (o manguera de agua).

Tomando como ejemplo una planta de departamentos con 150 m2 de superficie, en la que se considera, no se tendrán más de 70 pasos de plancha a plancha, podemos afirmar:

1. Se necesitan 140 núcleos (2 por paso), y tomando en cuenta que los núcleos de las dimensiones requeridas cuestan al momento (junio/88) 25 sucres la unidad, resulta un valor de 3.500 sucres por planta.

2. De la misma manera, se necesitan aproximadamente 10 metros de tubería flexible de PVC (15 cm. en cada paso), a razón de 260 sucres el metro, resultando un valor de 2.600 sucres por planta.

En conclusión, los valores anteriores pueden considerarse despreciables con respecto a las instalaciones totales en la planta.

En cuanto a los demás materiales (cajas, conductores, tableros, etc.) no va a existir diferencia apreciable en tipo ni cantidad.

Mano de obra.-

Para ver la diferencia en costos de mano de obra, que resulta de la instalación de núcleos y tubería para los pasos entre planchas en el SC, hago las siguientes consideraciones:

- De acuerdo al numeral 2.9, los requerimientos de personal son iguales para el SC y para un convencional, además, desde el punto de vista de mano de obra, cada paso de plancha a plancha equivale a un punto simple de instalación.
- Punto simple se considera a cada salida de iluminación, tomacorriente, interruptor, etc., los cuales tienen un costo específico en mano de obra (salidas especiales tienen otro costo).
- El número de pasos representa aproximadamente el 30% del número total de puntos simples de un local (departamento, oficina, etc.). Este dato es un promedio de algunos proyectos cuyos planos de instalaciones fueron facilitados por Construrapid.

Es decir, el costo de mano de obra en el SC es mayor en un 30% que en un convencional; pero, exclusivamente en el rubro de puntos simples.

En conclusión, la diferencia entre los dos tipos de instalación es preponderante por mano de obra, y tomando en cuenta que en la elaboración de presupuestos es práctica común considerar que el costo de mano de obra es un 20% del costo de materiales, la incidencia sobre los costos directos del rubro puntos simples sera:

Diferencia en Costos Directos = 0.3 x 0.2 x 100 = 6%

Esta incidencia es mucho menor con respecto a los costos directos de toda la instalación.

Por otro lado, es interesante anotar lo siguiente:

En el punto 1.8 (Ver figura No. 11) se puede ver que, para un mismo edificio, el SC presenta un gran ahorro de tiempo de construcción, esto conlleva a un ahorro en los costos de las instalaciones interiores por concepto de pago al personal de instalación, sobre todo si se trata de personal de planta que recibe un sueldo mensual.

2.10.2 INCIDENCIA DEL COSTO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS EN UNA OBRA

No es objetivo del presente trabajo; pero, considero de mucha importancia conocer la incidencia que tienen las instalaciones eléctricas en el costo total de una obra; al respecto, no fue posible encontrar estudios en organismos como la Cámara de la Construcción de Quito y Colegios de Ingenieros Civiles y Eléctricos.

Gracias a informaciones proporcionadas por varias compañías constructoras que contrataron con la Cía. Proconel la realización de las instalaciones eléctricas de edificios construídos convencionalmente y que al momento ya están en servicio, se pudo establecer el siguiente pequeño cuadro referencial:

CUADRO No. 1

INCIDENCIA DEL COSTO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS EN UNA OBRA

CONSTRUCTORA	EDIFICIO	DESTINO	COSTO INST. ELECT. / COSTO TOTAL (%)
Pizarro y Asoc.	Terrazas Portela	Vivienda clase media alta	7.0
Invesplan	Torres Panorámicas	Vivienda clase alta	6.6
Mutualista Pichincha	Torres del Inca	Vivienda clase media	6.1
Condhor	Amazonas Norte	Oficinas y almacenes	6.3

En el cuadro anterior, que si bien no representa un estudio prolijo ni 100 % confiable (ni mucho menos) dado el escaso número de muestras obtenidas, sin embargo, puede notarse una gran coincidencia en los valores porcentuales que representan la incidencia del costo de las instalaciones eléctricas sobre el costo total de la obra, esto es, entre el 6 y 7 %.

De estos porcentajes, aproximadamente la mitad (3 a 3.5 %) corresponden a las instalaciones interiores incluyendo el tablero de medidores, y el resto corresponde a las redes exteriores, es decir, acometida de alta tensión, transformación y red de baja tensión hasta el tablero de medidores exclusive.

Lamentablemente, no se pudieron conseguir datos en

edificios de vivienda popular (caso del Sistema Cortina), pero si se considera que los costos de la obra eléctrica varían en la misma proporción que los totales, se puede decir que la tendencia se mantiene.

C A P I T U L O III

PARQUE RESIDENCIAL SAN BARTOLO
PROYECTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS INTERIORES

3.1 OBJETIVOS

Con el objeto de afirmar los criterios que, en cuanto a planificación, materiales usados y montaje, se vertieron en el capítulo II; y al mismo tiempo, aplicar la metodología de diseño descrita en el mencionado capítulo, considero imprescindible la realización del proyecto de instalaciones eléctricas interiores de una edificación que se construya efectivamente mediante el Sistema Cortina.

3.2 ANTECEDENTES

He escogido un conjunto habitacional llamado "Parque Residencial San Bartolo", cuyas características resultan adecuadas para lograr los objetivos propuestos. El conjunto es propiedad de EDIMSUR S.A.

Este conjunto está compuesto por 9 bloques tipo, en cada bloque se tendrán 20 departamentos tipo, distribuidos en 5 plantas tipo (4 departamentos por planta). Además, se tendrá un Area Comercial y Comunal constituída por 4 locales comerciales, salón comunal y conserjería.

Los bloques de vivienda serán construídos mediante el Sistema Cortina y el Area Comercial y Comunal se construirá en forma convencional.

Cada edificio (bloque) se realiza en dos módulos

independientes, con 10 departamentos cada uno (dos departamentos por planta y por módulo), estos módulos se integran posteriormente al levantamiento del edificio por medio de corredores prefabricados y escaleras metálicas que se montan luego de levantados los módulos; de esta manera, se obtienen 4 departamentos por planta.

Se trata de una edificación destinada a vivienda de uso popular, dadas la localización del conjunto y el área de cada departamento que, como puede verse en el plano de la planta tipo, no excede de 60 metros cuadrados.

En el departamento tipo se tienen los siguientes ambientes: sala - comedor, cocina, 3 dormitorios y un cuarto de baño.

3.3 DISEÑO

Siguiendo la metodología de diseño y los criterios expuestos, en el capítulo II, se realiza el proyecto de las instalaciones eléctricas interiores, de acuerdo a los siguientes planos:

3.3.1 INSTALACIONES ELECTRICAS - PLANTA TIPO

Sobre el plano de planta tipo (Anexo C1, Hoja No. 3 de 5), se presenta lo siguiente:

- Ubicación de tableros de distribución y salidas de iluminación, fuerza e interruptores. Este diseño deberá tomar en consideración la ubicación de hierros de refuerzo en muros (Anexo C1, Hoja No. 1 de 5), para ver la factibilidad de colocación de cajas.

- Recorrido y armado de circuitos. La tubería correspondiente va por la losa superior de cada departamento y además por una misma tubería se llevan conductores de diferentes circuitos, de esta forma se eliminan los pasos de piso a pared (muy dificultosos) y se reduce la cantidad de pasos de losa a pared. Se indican: diámetros de tubería, número y calibre de conductores en cada una y circuito al que corresponde cada salida.
- Recorrido de alimentadores a tableros, con la ubicación de diámetros de tuberías, número y calibre de conductores en cada una.
- Iluminación de corredores y escaleras a base de conmutadores, donde se incluye la ubicación de los puntos de iluminación y conmutación, recorrido de tubería y conductores. En primer piso existe una variación con respecto a las plantas tipo, por lo que se presenta un detalle adicional que contiene únicamente la sección correspondiente a escaleras.
- Diagrama vertical de iluminación de escaleras, que contiene el recorrido de conductores y las conexiones de los mismos a lámparas y puntos de conmutación, recorrido de tubería y ubicación de cajas.
- Diagrama vertical de alimentadores.
- Simbología.

3.3.2 CAJAS, NUCLEOS Y TUBERIA EN LOSAS

En otro plano de planta tipo (Anexo C1, Hoja No. 4 de 5), se presenta lo siguiente:

- Cajas para salidas de iluminación y derivación, con las coordenadas de ubicación respecto de un eje imaginario (una de las esquinas de cada departamento).
- Núcleos para los pasos de tubería de plancha a plancha y a través de losas, y coordenadas de ubicación.
- Recorrido de tubería.
- Detalle de variación en la losa correspondiente al primer piso.
- Detalles de paso de tubería de losa a pared y a través de losa (conmutadores).
- Simbología.

3.3.3 CAJAS, NUCLEOS Y TUBERIA EN PAREDES

Sobre el plano de paredes en posición horizontal (Anexo C1, Hoja No. 5 de 5), y en base del plano de abatimiento, giros y traslado de paredes (Anexo C1, Hoja No. 2 de 5), se presenta lo siguiente:

- Núcleos y cajas en paredes, se incluye acotamientos.
- Recorrido de tubería.
- Variación en paredes del primer piso.
- Simbología.

3.4 MEMORIA TECNICA Y DETALLES DE MONTAJE

3.4.1 INTRODUCCION

El presente proyecto contempla las instalaciones eléctricas interiores de un bloque tipo, éstas son:

- Circuito de iluminación y fuerza.
- Tableros de distribución y protecciones.
- Alimentadores a tableros.

No se incluirán las instalaciones del Area Comercial y Comunal pues, como se anotó anteriormente, ésta se construirá en forma convencional. Tampoco se incluyen instalaciones telefónicas.

Se utilizarán, dentro de lo posible, las normas del Código Eléctrico Ecuatoriano "CEE" y del Código Eléctrico Americano "NEC". (Ref: 8 y 9)

3.4.2 ILUMINACION

En general, tanto dentro de los departamentos (sala - comedor, cocina, baño, dormitorios y corredores) como en la zona de escaleras, se recomienda la utilización de iluminarias del tipo incandescente y montaje sobrepuesto en cielo raso. En los baños de los departamentos se ha previsto además la instalación de apliques de pared sobre el lavabo a 2.0 m. del nivel del piso.

El control de iluminación en escaleras y corredores se realiza a base de conmutadores. Se usan cajas de derivación en la pared para los pasos de plancha a plancha, con lo que se evita llevar doble tubería.

El número de iluminarias proyectadas en cada ambiente permitirá obtener niveles de iluminación que están dentro de límites recomendados en tablas técnicas.

Para el caso de vivienda, los niveles mínimos recomendados para alumbrado general son los siguientes: (Ref: 12)

Local	Nivel mínimo	Nivel recomendado
Sala - comedor	70 luxes	200 luxes
Dormitorios	50 luxes	—
Cocina	100 luxes	200 luxes
Cuarto de baño	50 luxes	100 luxes

Para obtener los niveles de iluminación de acuerdo al proyecto realizado (Ver Anexo C1, Hoja No. 3 de 5) y comprobar si son mayores que los mínimos recomendados, podemos utilizar el siguiente procedimiento. (Ref: 12)

$$E = \frac{N \times \Phi \times u}{S \times \delta} \qquad (1)$$

Donde:

E = Nivel de iluminación (luxes).

N = Número de luminarias.

Φ = Flujo luminoso (lúmenes).

u = Factor de utilización = f (K, ρt, ρp), (Ver Anexo A).

S = Area del local (m2).

δ = Factor de depreciación.

$$K = \frac{2L + 8A}{10d} \qquad (2)$$

Donde:

K = Indice del local.

L = Largo del local (m).

A = Ancho del local (m).

d = Distancia entre luminarias y el plano de trabajo (m).

$d = H - h - d'$ (3)

Donde:

H = Altura del local (m).

h = Altura del plano de trabajo (m).

d'= Distancia de luminarias al techo (m).

ρ_t = Factor de reflexión del techo.

ρ_p = Factor de reflexión de paredes.

Como vemos, el nivel de iluminación depende de muchos factores, algunos de los cuales no conocemos y por lo tanto, para efectos del cálculo, hago las siguientes suposiciones:

- Lámpara a utilizarse: Incandescentes, 100 watts - 120 V 1.740 lúmenes, No. 12721 de SYLVANIA. (Ref: 13)
- Altura del local (H): 2.20 m.
- Distancia entre luminarias y el techo: d' = 0.30 m.
- Sistema de iluminación: Semidirecto.
- Color del techo, blanco: ρ_t = 0.7 (Ref: 12)
- Color de paredes, claro: ρ_p = 0.5 (Ref: 12)
- Limpieza cada dos años y ensuciamiento bajo: δ = 1.40 (Ver Anexo A)

Con estas suposiciones y de acuerdo al método descrito, podemos obtener los niveles de iluminación de los diversos ambientes en los departamentos, así se resume en el siguiente cuadro:

CUADRO No. 2

CALCULO DE NIVELES DE ILUMINACION

LOCAL	N	DIMENSIONES (m)				K	u	E (luxes)	
		L	A	h	d			Mínimo	Calculado
Sala - comedor	2	5.70	3.00	0.80	1.10	3.22	0.57	70	83
Dorm. principal	1	3.00	3.00	0.80	1.10	2.73	0.53	50	73
Cocina	1	2.70	1.80	1.00	0.90	2.20	0.48	100	123
Cuarto de baño	1	2.70	1.50	1.00	0.90	1.93	0.45	50	138

(Véase Anexo A)

(Ref: 12)

En conclusión, sin embargo de que se trata de una construcción destinada a vivienda popular y en el proyecto se ha tratado de conseguir instalaciones económicas, se obtienen niveles de iluminación que, si bien no son los recomendados, pueden considerarse aceptables.

En los circuitos de alumbrado se ha considerado una carga instalada de 100 W. por salida y se tendrán menos de 1.500 W. por circuito (Ref: 14). La iluminación de escaleras, al ser un servicio comunal, corresponderá a un circuito independiente que sale directamente desde un medidor de servicios generales.

Los conductores serán alambre de cobre, aislados para 600 V, similar al tipo TW de CABLEC.

3.4.3 SALIDAS DE TOMACORRIENTES Y ESPECIALES

En todos los ambientes se ha proyectado la instalación de tomacorrientes normales dobles para una tensión nominal de 120 V. Considerando las características de la vivienda, se ha previsto una cantidad y ubicación de tomacorrientes adecuadas.

En los circuitos de tomacorrientes se ha considerado una carga instalada puntual de 200 Watts y cada circuito tendrá 6 salidas, lo cual resulta mucho menor a 2.000 Watts que es lo máximo recomendado (Ref: 9 y 14). Los conductores serán de alambre de cobre aislado para 600 V, calibre No. 12 AWG, similar al tipo TW de CABLEC.

En el cuarto de baño se tendrá una salida especial para ducha eléctrica, para una tensión normal de 120 V y una carga de hasta 2.500 Watts. Esta salida se dejará en un interruptor bipolar de cuchillas (switch). Los conductores serán de alambre de cobre aislado, calibre No. 10 AWG, similar al tipo TW de CABLEC.

Cabe indicar que según los planos y por requerimientos de los propietarios, no se tendrán salidas especiales para cocina eléctrica ni tanque de agua caliente.

3.4.4 TABLEROS DE DISTRIBUCION

Para el servicio de cada vivienda se tendrá un tablero de distribución monofásico, apropiado para operar como centro de carga, con barras de suficiente capacidad y disyuntores termomagnéticos para la protección de los circuitos. Los tableros serán metálicos y del tipo empotrable.

Ya que se tratan de departamentos tipo, las características de los tableros serán similares. El cuadro No. 3 corresponde al tablero tipo, donde se especifican las cargas instaladas, calibres de conductores y las protecciones de cada uno de los circuitos.

Los tableros se montarán empotrados en el muro ME-I de cada departamento y a 1.50 m. del nivel del piso. Debido a que las paredes son de hormigón, los tableros deberán ser adecuadamente asegurados a la malla metálica o hierros estructurales para evitar su movimiento durante el

vaciado del hormigón; además, el interior de los tableros deberá rellenarse completamente (con plumavit) para evitar la entrada de mezcla.

CUADRO No. 3

CUADRO DEL TABLERO TIPO

DENOMINACION	No. DE PUNTOS	VOLT.	CARGA		COND. (AWG)	PROTEC.
			(W)	(VA)		
1 Iluminación	10	120	1000	1000	14	1P - 15A
2 Tomas	6	120	1200	1412	12	1P - 20A
3 Tomas	6	120	1200	1412	12	1P - 20A
4 Ducha Eláct	1	120	2500	2500	10	1P - 30A
5 Reserva						
6 Reserva						
TOTAL			5900	6324		

3.4.5 ALIMENTADORES

Los alimentadores a los tableros de distribución serán monofásicos a 2 hilos.

Para calcular el calibre de los conductores correspondientes a los alimentadores, se deberá determinar primeramente la demanda máxima de cada departamento, la cual se define como "el valor máximo de la potencia que, en un intervalo de tiempo de 15 minutos, es suministrada por la red al consumidor individual". (Ref: 6)

Como factor de demanda (F.Dem.) se define a la relación entre la demanda máxima de un sistema (o parte de él) y la carga total instalada del sistema (o la parte considerada). (Ref: 15)

$$\text{Es decir, F.Dem.} = \frac{\text{Demanda Máxima}}{\text{Carga Instalada}}$$

Entonces, aplicando factores de demanda adecuados a cada una de las cargas, se obtiene la demanda máxima de cada departamento, tal como se aprecia en el siguiente cuadro:

CUADRO No. 4

DEMANDA MAXIMA DEL DEPARTAMENTO TIPO

DENOMINACION	CARGA INST. (VA)	F.Dem. (%)	Dem. Max. (VA)
1 Iluminación	1000	70	700
2 Tomas	1412	40	565
3 Tomas	1412	40	565
4 Ducha Eléct	2500	30	750
TOTAL			2580

Ahora, para el cálculo de la corriente máxima que conducirá cada alimentador, se utiliza la siguiente relación: (Ref: 14)

$$I = \frac{\text{Dem. Máx.}}{K \times V} \qquad (4)$$

Donde:

I = Corriente máxima (A).

Dem. Máx. = Demanda máxima = 2580 VA.

K = Factor dependiente del sistema = 1 (monofásico - 2 hilos).

V = Voltaje secundario = 120 V.

Entonces, aplicando (4),

$$I = \frac{2580 \text{ VA}}{1 \times 120 \text{ V}} = 21.50 \text{ A}$$

De acuerdo a la corriente calculada y considerando la caìda de tensiòn del alimentador, escojo el calibre No. 8 AWG para los conductores de alimentaciòn. (Ref: 10)

Es necesario calcular la caìda de tensiòn del alimentador para el caso màs crìtico (departamentos del ùltimo piso), para lo cual, se emplea la relaciòn siguiente: (Ref: 14)

$$AV = \frac{K1 \times I \times L \times 100}{d2 \times V} \times K2 \qquad (5)$$

Donde:

AV = Caída de tensión (%).

K1 = Factor dependiente del material del conductor = 78.64 (Cobre).

I = Corriente = 21.50 A.

L = Longitud del alimentador en un sòlo sentido = 32 m. (5to. piso).

d2 = Sección transversal del conductor = 16510 cir. mils. (No. 8 AWG) (Ref: 16).

V = Voltaje secundario = 120 V.

K2 = Factor dependiente del sistema = 1 (monofàsico - 2 hilos).

Entonces, aplicando (5),

$$AV = \frac{78.64 \text{ x } 21.50 \text{ A x } 32 \text{ m. x } 100}{16510 \text{ cir. mils x } 120 \text{ V}} \text{ x } 1 = 2.74 \%$$

La caída de tensión máxima admisible para este componente del sistema es del 3.0 %, por lo que, con el calibre escogido se cumple dicho requerimiento. (Ref: 14)

Cabe indicar que con el calibre No. 10 AWG se obtiene una caída de tensión de 4.07 % para el mismo caso considerado.

En conclusión, cada alimentador será 2 x No. 8 AWG (fase + neutro), conductores de cobre, aislados para 600 V, similares al tipo TW de CABLEC. (Ref: 10)

Para la protección de los alimentadores, se usarán disyuntores termomagnéticos unipolares de 30 Amp., que se instalarán a la salida de los medidores.

El circuito correspondiente a la iluminación comunal de escaleras será protegido mediante un disyuntor termomagnético unipolar de 15 Amp.

3.4.6 CONDUCTORES

Los conductores serán de cobre, aislados para 600 V, similares al tipo TW. Hasta el calibre No. 10 AWG. serán sólidos y los de mayor diámetro, cableados. (Ref: 9)

En los departamentos, con el fin de minimizar los pasos de losa a pared, se llevarán por la misma tubería los conductores de los circuitos de iluminación (circuito 1) y fuerza (circuito 2). (Ref: 9)

En general se utilizará el siguiente código de

colores para identificar las fases: R = negro, S = rojo, T = azul, neutro = blanco. Sin embargo, se permitirá conductores de un sólo color, siempre que se marque los extremos en forma apropiada.

Por ningún concepto se permitirá empates dentro de una tubería, éstos se realizarán dentro de las cajas de conexión. Todos los empates se recubrirán con cinta aislante, con por lo menos, el mismo valor de aislación que el del cable.

En las cajas de salida se dejará un exceso de conductor de 0.20 m. de largo, para permitir una fácil conexión de lámparas y accesorios. En los tableros se dejará por lo menos un exceso de 0.30 m.

3.4.7 TUBERIAS

Los conductores de las redes interiores se instalarán en tuberías de PVC reforzadas, de diámetros de 1/2 y 3/4 de pulgada, de acuerdo al número y calibre de conductores que se lleven en cada una. (Ref: 10)

Durante la construcción, las bocas de los tubos deberán ser adecuadamente tapadas, para evitar el ingreso de materiales extraños que dificultarían el paso normal de conductores. Así mismo, los tramos de tubería deben asegurarse convenientemente a la malla o hierros de las planchas para evitar el movimiento durante el vaciado del hormigón.

Los pasos de plancha a plancha (losa a pared, losa a losa y a través de losa) serán realizados una vez izado el edificio, con pedazos de manguera de agua reforzada, de

diàmetros equivalentes a los de las tuberìas a empatarse. Para este cometido, es conveniente que durante el armado de planchas los extremos de tuberìa rìgida a empatarse sean abiertos mediante calentamiento, asì la manguera de paso se puede embonar fàcilmente en las tuberìas.

Los alimentadores a tableros se llevaràn verticalmente a travès de un ducto construìdo para el efecto, y de este ducto hasta el tablero de medidores se llevaràn en tubos de cemento de 10 cm. de diàmetro cada uno, enterrados bajo el acceso de cada bloque.

3.4.8 CAJAS

En general se usaràn cajas tipo conduit EMT, de acuerdo a los diversos tipos de salida, tal como se indica a continuaciòn:

- Salidas de luz: cajas octogonales de 4" x 2".
- Interruptores, conmutadores, tomacorrientes, mixtos: cajas rectangulares de 4" x 2" x 2".
- Conexiòn del sistema de conmutadores: cajas cuadradas de 4" x 1½".

Las cajas deberán ser cuidadosamente alineadas, niveladas y soportadas adecuadamente dentro de losas y paredes. Además, durante el montaje, las cajas deberán rellenarse de núcleos de plumavit para evitar la entrada de mezcla y para insertar los tubos de la instalación que, de esta forma, quedarán fijos.

Las cajas para interruptores y conmutadores se montarán verticalmente y las cajas para los tomacorrientes, horizontalmente.

Las alturas de montaje de cajas, medidas desde el nivel del piso terminado, son: (Ref: 9 y 14)

- Tomacorrientes en general, a 0.40 m., exceptuando el tomacorriente para artefactos de cocina, que se montará a 1.20 m.
- Interruptores y conmutadores, a 1.20 m.
- Aplique de baño, a 1.80 m.

3.4.9 NUCLEOS DE PLUMAVIT

Tanto para lograr las cavidades necesarias para los pasos de plancha a plancha, como para el relleno de cajas y tableros, se usarán núcleos de plumavit (poliestireno expandido) de densidad 15 Kg/m3.

Las dimensiones de los núcleos dependerán de la utilidad de los mismos. En los planos Nos. 4 y 5 de 5 del Anexo C1 se especifican los volúmenes de los núcleos requeridos para los pasos entre planchas.

De igual manera que las cajas, los núcleos deberán ser alineados perfectamente y firmemente asegurados en losas y muros. Los tubos de la instalación podrán insertarse fácilmente en el plumavit y obtener mayor firmeza mecánica.

3.4.10 PIEZAS Y ACCESORIOS

El tipo de piezas a instalarse será acordado previamente entre el contratista y el propietario, en todo caso las características serán similares a las presentadas en el punto 3.6 (lista y especificación de equipos y materiales). Lámparas y apliques no se especifican en el presente proyecto.

A N E X O "A"

FACTORES DE UTILIZACION PARA LAMPARAS INCANDESCENTES - ILUMINACION SEMIDIRECTA

FACTORES DE UTILIZACION PARA LAMPARAS INCANDESCENTES

ILUMINACION SEMIDIRECTA

Aparato de alumbrado		Indice del local	Factores de utilización									Factores δ depreciación		
			$\rho_T = 0{,}7$			$\rho_T = 0{,}5$			$\rho_T = 0{,}3$			Limpieza cada		
Tipo	Rend. η A	K	$\rho_P = 0{,}5$	$\rho_P = 0{,}3$	$\rho_P = 0{,}1$	$\rho_P = 0{,}5$	$\rho_P = 0{,}3$	$\rho_P = 0{,}1$	$\rho_P = 0{,}5$	$\rho_P = 0{,}3$	$\rho_P = 0{,}1$	1 año	2 años	3 años
	20 ↑ 88 ↓ 68	1	0,27	0,21	0,17	0,25	0,20	0,16	0,23	0,19	0,15	Ensuciamiento bajo		
		1,2	0,32	0,26	0,21	0,30	0,24	0,20	0,27	0,23	0,19			
		1,5	0,38	0,32	0,27	0,35	0,30	0,26	0,33	0,28	0,24			
		2	0,46	0,40	0,35	0,43	0,37	0,33	0,39	0,35	0,32			
		2,5	0,51	0,45	0,41	0,47	0,43	0,39	0,44	0,40	0,36	1,25	1,40	×
		3	0,55	0,50	0,45	0,51	0,47	0,43	0,47	0,44	0,40			
		4	0,60	0,56	0,52	0,56	0,52	0,49	0,52	0,49	0,46	Ensuc. normal		
		5	0,64	0,60	0,56	0,60	0,56	0,53	0,56	0,53	0,50	1,45	1,80	
		6	0,66	0,63	0,59	0,62	0,59	0,56	0,58	0,56	0,53			
		8	0,70	0,67	0,64	0,66	0,63	0,61	0,61	0,59	0,57	Ensuciamiento alto		
		10	0,72	0,69	0,67	0,68	0,65	0,63	0,64	0,62	0,60	×	×	×
		1 aparato de alumbrado en el centro del local												
		1	0,29	0,23	0,19	0,27	0,22	0,18	0,25	0,20	0,17			
		1,2	0,34	0,28	0,24	0,32	0,27	0,23	0,30	0,25	0,22			
		1,5	0,41	0,36	0,31	0,39	0,34	0,30	0,36	0,32	0,28			
		2	0,51	0,46	0,42	0,48	0,43	0,40	0,45	0,41	0,38			

3.5 LISTA Y ESPECIFICACION DE EQUIPOS Y MATERIALES

A continuación se presenta la lista y especificación de equipos y materiales correspondientes al proyecto de instalaciones eléctricas interiores de un bloque tipo del Parque Residencial San Bartolo.

LISTA Y ESPECIFICACION DE EQUIPOS Y MATERIALES

PROYECTO: PARQUE RESIDENCIAL SAN BARTOLO - BLOQUE TIPO INSTALACIONES ELECTRICAS INTERIORES

PARTIDA A: TABLEROS DE DISTRIBUCION Y PROTECCIONES

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	ESPECIFICACION
01	c/u	20	Tablero de distribución monofásico, tipo centro de carga (load center), de 6 circuitos. El panel interior tendrá juego de 1 barra de fase y 1 neutral, con 6 espacios monopolares, apropiados para interruptores termomagnéticos tipo enchufable de 1 o 2 polos. La caja será metálica y apropiada para montaje empotrado, con puerta abisagrada y cerradura de pestillo. Referencia: SQUARE-D, Cat. No. Q06-12RB.
02	c/u	20	Interruptor termomagnético unipolar tipo enchufable, 240/120 V - 15 A, capacidad interruptiva: 10.000 A. Referencia: SQUARE-D, Cat. No. Q0115.
03	c/u	40	Interruptor termomagnético unipolar tipo enchufable, 240/120 V - 20 A, capacidad interruptiva: 10.000 A. Referencia: SQUARE-D, Cat. No. Q0120.
04	c/u	20	Interruptor termomagnético unipolar tipo enchufable. 240/120 V - 30 A, capacidad interruptiva: 10000 A. Referencia: SQUARE-D, Cat. No. Q0130.
05	c/u	20	Interruptor termomagnético unipolar de montaje sobrepuesto, 240/120 V 30 A, capacidad interruptiva: 10000 A. Referencia: General Electric.

PARTIDA B: INTERRUPTORES, TOMACORRIENTES Y PIEZAS ESPECIALES

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	ESPECIFICACION
01	c/u	160	Interruptor simple, de montaje empotrado, con placa, para 120 V - 10 A. Similar a VETO, tipo modular.
02	c/u	1	Conmutador simple, de montaje empotrado, con placa, para 120 V - 10 A. Similar a VETO, tipo modular.
03	c/u	4	Conmutador doble, de montaje empotrado, con placa, para 120 V - 10 A. Similar a VETO, tipo modular.

04	c/u	20	Mixto, interruptor - tomacorriente simcles, de montaje empotrado, con placa, para 120 V - 10 A. Similar a VETO, tipo modular.
05	c/u	240	Tomacorriente bipolar doble, de montaje empotrado, con placa, para 120 V - 15 A. Similar a VETO, tipo modular.
06	c/u	20	Switch bipolar de cuchillas, de 250 V - 2x30 A., con alambre fusible.

PARTIDA C: CONDUCTORES AISLADOS Y ACCESORIOS

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	ESPECIFICACION
01	metros	2500	Conductor unipolar de cobre sólido, Nº 14 AWG, aislado para 600 V con polivinil cloride resistente a la humedad. Similar al tipo TW de CABLEC.
02	metros	2300	Similar a Item C.1, pero Nº 12 AWG.
03	metros	200	Similar a Item C.1, pero Nº 10 AWG.
04	metros	500	Conductor unipolar de cobre, Nº 8 AWG., cableado de 7 hilos, aislado para 600 V con polivinil cloride resistente a la humedad. Similar al tipo TW de CABLEC.
05	rollos	80	Cinta aislante de PVC para baja tensión (taipe), # 21, 10 y. Similar a NITTO.

PARTIDA D: TUBERIAS Y ACCESORIOS

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	ESPECIFICACION
01	metros	1400	Tubería de PVC pesado, de 1/2" de diámetro. Similar a PLASTIGAMA.
02	metros	500	Tubería de PVC pesado, de 3/4" de diámetro. Similar a PLASTIGAMA.
03	metros	50	Manguera flexible reforzada, de 1/2" de diámetro. Similar a la construida por CABLEC
04	metros	13	Similar al anterior, pero de 3/4" de diámetro.
05	c/u	95	Caja de conexión tipo conduit EMT rectangular, de 4" x 2" x 2".
06	c/u	171	Caja de conexión tipo conduit EMT octogonal, de 4" x 2", con tapa.
07	c/u	20	Caja de conexión tipo conduit EMT octogonal, de 3" x 1 1/2", con tapa.
08	c/u	4	Caja de conexión tipo conduit EMT cuadrada de 4" x 1 1/2", con tapa.

09	m^3	0.6	Aislante térmico de poliestireno expandido, de densidad 15 Kg/m^3, Similar a PULMOVIT.
10	Kg	5	Alambre de hierro galvanizado Nº 18 BWG, para guía de cables.
11	metros	12	Tubo de cemento de 10 cm. de diámetro.

3.6 PRESUPUESTO

A continuación, se presenta el presupuesto de las instalaciones eléctricas interiores de un bloque tipo del proyecto Parque Residencial San Bartolo. Los precios que que se incluyen corresponden a julio de 1988.

El presupuesto consta de dos partes:

1. Presupuesto de equipos y materiales.
2. Presupuesto de construcción.

3.6.1 PRESUPUESTO DE EQUIPOS Y MATERIALES

FECHA: Julio 1988

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	VALOR TOTAL (S/.)
A01	c/u	20	6.875,oo	137.500,oo
A02	c/u	20	1.500,oo	30.000,oo
A03	c/u	40	1.500,oo	60.000,oo
A04	c/u	20	1.500,oo	30.000,oo
A05	c/u	20	2.200,oo	44.000,oo
B01	c/u	160	315,oo	50.400,oo
B02	c/u	1	450,oo	450,oo
B03	c/u	4	730,oo	2.920,oo
B04	c/u	20	480,oo	9.600,oo
B05	c/u	240	480,oo	115.200,oo
B06	c/u	20	750,oo	15.000,oo
C01	metros	2500	58,oo	145.000,oo
C02	metros	2300	70,oo	161.000,oo
C03	metros	200	106,oo	21.200,oo
C04	metros	500	320,oo	160.000,oo
C05	rollos	80	100,oo	8.000,oo
D01	metros	1400	110,oo	154.000,oo
D02	metros	500	160,oo	80.000,oo
D03	metros	50	235,oo	11.750,oo
D04	metros	13	290,oo	3.770,oo
D05	c/u	95	120,oo	11.400,oo
D06	c/u	171	180,oo	30.780,oo
D07	c/u	20	110,oo	2.200,oo

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	VALOR TOTAL (S/.)
D08	c/u	4	200,oo	800,oo
D09	m^3	0.6	35.000,oo	21.000,oo
D10	Kg	5	250,oo	1.250,oo
D11	metros	12	215,oo	2.580,oo
TOTAL EQUIPOS Y MATERIALES				1.309.000,oo

3.6.2 PRESUPUESTO DE CONSTRUCCION

FECHA: Julio de 1988.

Subtotal equipos y materiales	S/.1.309.800,00
10 % I.T.M.	130.980,00
Total equipos y materiales	1.440.780,00
Mano de obra	288.156,00
Costos directos	1.728.936,00
Dirección técnica, transporte y administración	172.893,60
Imprevistos	72.039,00
C O S T O T O T A L	S/.1.973.868,60

SON: UN MILLON NOVECIENTOS SETENTA Y TRES MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y OCHO 00/100 SUCRES.

NOTA: Los diferentes rubros del presupuesto de construcción han sido determinados en base a experiencia profesional y criterios personales de varios constructores.

3.7 PLANOS

En el Anexo C1 del presente trabajo se adjuntan los planos correspondientes al Proyecto de Instalaciones Eléctricas Interiores del Bloque Tipo del Parque Residencial San Bartolo.

Los planos de esta instalación están constituídos por cinco láminas; las dos primeras corresponden al diseño estructural y sirven como base para la realización del proyecto y se los incluye como información básica (No será necesario suministrarlos a los instaladores eléctricos).

A continuación se detallan los planos:

Hoja 1: Muros en posición vertical y hierros de refuerzo.

Hoja 2: Abatimiento, giros y traslado de muros.

Hoja 3: Instalaciones eléctricas en planta tipo.

Hoja 4: Cajas, núcleos y tubería en losas.

Hoja 5: Cajas, núcleos y tubería en paredes.

C A P I T U L O IV

PARQUE RESIDENCIAL SAN BARTOLO
PROYECTO DE LA RED DE DISTRIBUCION

4.1 ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

El Sistema Cortina resulta más rentable cuando se lo utiliza para la construcción de varios edificios concentrados en una misma área, lo cual ha motivado que este sistema se destine primordialmente para la edificación de conjuntos de vivienda, constituídos por varios bloques multifamiliares. (Ref: 4)

De acuerdo a la acotación anterior, la demanda eléctrica de cada conjunto será considerable, por lo que, la empresa suministradora del servicio eléctrico no podrá atender dicha demanda en baja tensión y necesariamente se requerirá de uno o varios transformadores para el servicio, lo que involucra la construcción de las redes de alta y baja tensión (distribución).

En el capítulo anterior se presentó el proyecto de instalaciones interiores de un bloque tipo, de un conjunto de vivienda popular típico como es el caso del Parque Residencial San Bartolo; creo importante la realización del proyecto de la red de distribución, para obtener un estudio práctico completo y didácticamente útil.

Por otro lado, la red de distribución es independiente del sistema de construcción de los edificios, por lo que el proyecto de dicha red podrá servir como guía de la forma en que se presentan este tipo de proyectos

para la revisión y aprobación en la Empresa Eléctrica Quito S.A. y afines.

4.2 MEMORIA TECNICA

4.2.1 INTRODUCCION

El Parque Residencial San Bartolo se encuentra localizado en la ciudad de Quito, en los terrenos de EDIMCA (Empresa Durini Industria de Madera C.A.) ubicados en la calle Catarama y Panamericana Sur, sector No. 49, Guajalo.

Como ya se anotó en el numeral 3.2 del capítulo anterior, el conjunto está compuesto por 9 bloques multifamiliares tipo, en cada bloque se tendrán 20 departamentos distribuídos en 5 plantas tipo (4 departamentos por planta). Es decir, se tendrán 180 departamentos en el conjunto total.

Además, se tendrá un Area Comercial y Comunal, constituída por 4 locales comerciales, sala comunal y conserjería.

Cabe indicar que, de acuerdo a informaciones proporcionadas por los propietarios, la obra será realizada en dos etapas, la primera comprende los primeros 5 bloques (A, B, C, D, E), y la segunda etapa comprende los bloques restantes (F, G, H, I) y el área comercial y comunal. Por ello, y para evitarnos la construcción de una cámara de transformación que resultaría muy costosa, se ha considerado la instalación de dos transformadores (uno para cada etapa) para el servicio del conjunto total.

El proyecto será realizado basándose en las Normas para Sistemas de Distribución de la Empresa Eléctrica Quito S.A. (Ref: 6)

4.2.2 DETERMINACION DE LA DEMANDA

De acuerdo al área de cada departamento (56 m2) y la ubicación del conjunto, se considera a los usuarios como del tipo "C". (Ref: 6)

Para calcular la Demanda Máxima Unitaria Proyectada, se emplea el siguiente procedimiento: (Ref: 6)

$$DMUp = DMU \times (1 + Ti/100)^{n} \qquad (6)$$

Donde:

DMUp = Demanda máxima unitaria proyectada (KVA).

DMU = Demanda máxima unitaria actual (KVA).

Ti = Taza de crecimiento anual (%).

n = Período de tiempo (años).

En el Anexo B1 de esta memoria se presenta la planilla para determinación de la demanda, en donde, se determina una DMU igual a 2.29 KVA.

Considerando una taza de crecimiento anual del 4.5 % y un período de tiempo de 10 años: (Ref: 6)

Es decir,

DMU = 2.29 KVA.

Ti = 4.5 %

n = 10 años.

Entonces, aplicando (6):

$$DMUp = 2.29 \text{ KVA} \times (1 + 4.5/100)^{10}$$

DMUp = 3.56 KVA.

Cabe indicar que el anterior procedimiento está orientado especialmente para el diseño de redes de distribución en urbanizaciones, y es práctica común el adaptar esta metodología para el caso de edificios de departamentos, como es el caso del presente estudio. (Ref: 6)

4.2.3 TRANSFORMACION

Con la DMUp calculada, podemos determinar la capacidad de los transformadores a instalarse, de acuerdo al siguiente procedimiento: (Ref: 6)

$$KVA(t) = N \times DMUp \times (1/FD) \times (\%/100) + DMe \qquad (7)$$

Donde:

KVA(t) = Capacidad del transformador (KVA).

N = Número de usuarios.

DMUp = Demanda máxima unitaria proyectada (KVA).

% = Porcentaje, de acuerdo al tipo de usuario (%).

DMe = Demanda máxima de cargas especiales (KVA).

<u>Centro de transformación CT - 1</u>.-

Corresponde a la primera etapa, es decir, 5 bloques tipo.

N = 100

DMUp = 3.56 KVA

FD = 2.50

% = 80 %

Se considera como cargas especiales las siguientes:

- Iluminación de escaleras en los bloques: 50 puntos de iluminación de 100 Watts cada uno, es decir, 5000 Watts.
- Iluminación de áreas exteriores dentro del conjunto: 7 luminarias de 125 Watts cada uno, es decir, 875 Watts.
- Alumbrado público en calle Catarama: 5 luminarias de 250 Watts cada una, total, 1250 Watts.

Aplicando factores de simultaneidad (FSn) a cada una de las cargas consideradas y tomando en cuenta los factores de potencia (fp) de las mismas, obtenemos el siguiente cuadro:

CUADRO No. 5

DEMANDA MAXIMA DE CARGAS ESPECIALES

DESCRIPCION	Pot. Tot. (W)	FSn	fp	DMe (VA)
Ilum. de escaleras	5000	0.4	1.00	2000
Ilum. áreas del conjunto.	875	1.0	0.85	1029
Alumbrado público	1250	1.0	0.85	1471
TOTAL				4500

DMe = 4.50 KVA.

Entonces, aplicando (7), obtenemos,

KVA (t) = 100 x 3.56 KVA x (1/2.50) x 0.80 + 4.50 KVA

KVA (t) = 118.42 KVA

Centro de transformació CT - 2.-

Corresponde a la segunda etapa; es decir, 4 bloques tipo y el área comercial - comunal.

N = 80

DMUp = 3.56 KVA

FD = 2.50

% = 80 %

Para el cálculo de la DMe se considera lo siguiente:

- Area comercial - comunal: Según planos (que no se incluyen en el presente trabajo) la carga instalada total es de 18000 W.
- Iluminación de escaleras en los bloques: 40 puntos de iluminación de 100 W cada uno, es decir, 4000 W.
- Iluminación de áreas verdes y peatonales en el conjunto: 8 luminarias de 125 W, es decir, 1000 W.
- Bombas de agua para servicio del conjunto total: 2 bombas de 10 HP cada una, es decir, 14920 W.

De la misma forma que para el caso anterior, se puede obtener la DMe de acuerdo al siguiente cuadro:

CUADRO No. 6

DEMANDA MAXIMA DE CARGAS ESPECIALES

DESCRIPCION	Pot. Tot. (W)	FSn	fp	Me VA)
Area comercial - comunal	18000	0.5	0.85	1 588
Ilum. de escaleras	4000	0.4	1.00	500
Ilum. áreas del conjunto	1000	1.0	0.85	176
Bombas de agua	14920	0.5	0.80	325
TOTAL				2 589

DMe = 22.69 KVA

Entonces, aplicando (7)

KVA (t) = 80 x 3.56 KVA x (1/2.50) x 0.8 + 22.69 KV

KVA (t) = 113.83 KVA

Conforme a los cálculos anteriores, la cap cidad nominal de cada transformador será de 125 KVA.

Los transformadores serán trifásicos, re ación nominal 22860-210/121 Voltios, grupo de conexión D n 5. Serán instalados en torre, mediante montaje tipo MVT4; el CT - 1 se montará en los postes P3 y P4 y el CT 2 en los postes P1 y P2. (Ref: 6 y 17).

4.2.4 RED PRIMARIA

La Empresa Eléctrica Quito S.A. dispone e un primario aéreo trifásico a 22.8 KV, conductor de cobre desnudo No. 2 AWG para las fases y No. 4 AWG pa a el

neutro, que corre sobre la acera norte de la calle Catarama, hasta un transformador trifásico de 100 KVA que sirve a las instalaciones de la fábrica EDIMCA, además existe una derivación hasta un transformador trifásico de 30 KVA que sirve a las instalaciones de la piscina del Cuartel Epiclachima.

El primario antes mencionado se deriva desde el poste existente Pe5 de la red que corre sobre el parterre central de la Panamericana Sur.

Debe indicarse también que sobre la acera occidental de la misma Panamericana Sur existe una red trifásica a 6.3 KV.

Con los antecedentes expuestos, para la construcción de la red de alta tensión (22.8 KV) del proyecto del rubro, se seguirá el siguiente procedimiento.

1. Desde el poste existente Pe3 se derivará un vano trifásico con conductor de cobre similar al de la red existente, hasta los postes P3 y P4 en los que se montará el transformador CT - 1.

2. Para el servicio de la segunda etapa se utilizará la red existente, para lo cual, se instalarán los postes P1 y P2 sobre los que se hará el montaje del transformador CT - 2.

3. En la acera occidental de la Panamericana Sur se ubicará el poste P6 en el que se rematará la red mediante un vano desde el poste existente Pe1; este vano se empalmará con la red que corre sobre el

parterre central de la Panamericana Sur, de modo que, en el poste Pel se tenga una estructura tangente sobre la que se montará el seccionamiento correspondiente. El poste P6 será de 12.50 m. y sobre éste se acentará la red de 6.3 KV que corre por ese lugar.

4. Por último, se retirarán los siguientes equipos y materiales existentes: Transformador de 100 KVA, poste Pe4 y la red entre los postes Pel y Pe5.

La red a instalarse será trifásica, conductor de cobre desnudo, No. 2 AWG para las fases y No. 4 AWG para el neutro.

Debido a que la longitud de la acometida de alta tensión hasta el centro de transformación más alejado es muy pequeña (185 metros), considero que la caída de tensión será ínfima, por lo que, no se presenta el correspondiente cómputo.

4.2.5 RED SECUNDARIA

Desde los transformadores se alimentará a los correspondientes tableros de distribución, y de éstos se acometerá hasta los tableros de medición de cada bloque y del área comercial - comunal.

La red secundaria será trifásica, 210/121 V; se utilizará cable de cobre, aislado para 2000 V, similar al tipo TTU de CABLEC. El recorrido y calibre de los alimentadores se detallan en el plano de la red secundaria (Anexo C2, Hoja 2 de 5). El calibre del neutro será calculado con el 70 % de la capacidad del

conductor de fase. (Ref: 14)

Toda la red será subterránea y se llevará en ductos de cemento de 4, 2 y 1 vías, de acuerdo al plano de canalización (Hoja 4 de 5).

En el Anexo B2 de esta memoria se presentan los cómputos de caída de tensión de los circuitos secundarios. (Ref: 6 y 10)

4.2.6 TABLEROS DE DISTRIBUCION

Se instalarán dos tableros de distribución trifásicos de baja tensión, T1 (primera etapa) y T2 (segunda etapa). La ubicación de los mismos consta en el plano de red secundaria (Anexo C2, Hoja 2 de 5).

Los dos tableros serán de similares características, construídos en hierro tol de 1/16 de pulgada de espesor, apropiados para instalación en exterior y tendrán conexión a tierra mediante una varilla de copperweld. Serán construídos de acuerdo al diseño que se adjunta en planos (Anexo C2, Hoja 5 de 5).

4.2.7 SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES

Alta tensión.-

En el poste Pel y mediante montaje tipo MVF2, se instalarán seccionadores portafusibles de 27 KV - 100 A, con fusibles tipo K de 15 A. (Ref: 6 y 17)

Para la alimentación a los transformadores, en ambos casos se instalarán seccionadores portafusibles de 27 KV - 100 A, con fusibles tipo K de 6 A. (Ref: 6)

Baja tensión.-

Los circuitos entre los transformadores y los tableros de distribución serán protegidos mediante cartuchos fusible tipo NH de 250 A instalados en bases portafusible de 500 V - 400 A. (Ref: 6)

Los alimentadores que salen de los tableros de distribución hasta los tableros de medidores se protegerán con cartuchos fusible tipo NH.

La capacidad nominal de los fusibles se calcula considerando un 20 a 30 % de sobrecarga durante 10 a 15 minutos antes de que el fusible se funda, lo que es equivalente a que la capacidad nominal del fusible sea aproximadamente el 80 % de la corriente nominal del alimentador respectivo.

Para hallar la corriente nominal de cada alimentador se utilizará la siguiente relación.

$$In = \frac{KVA\ (d)}{3 \times V}$$

Donde:

In = Corriente nominal del alimentador (A).

KVA (d) = Demanda de diseño de cada bloque (Anexo B2).

V = Voltaje secundario fase - fase = 210 Voltios.

En el Anexo B3 se presentan las curvas tiempo - corriente para fusibles tipo NH, en donde, con la consideración anotada, se determina la capacidad nominal de los fusibles. (Ref: 18)

De esta manera, obtenemos el siguiente cuadro:

CUADRO No. 7

CAPACIDAD NOMINAL DE FUSIBLES

ALIMENTADOR	KVA (d) (KVA)	In (A)	FUSIBLE NH (A)
Bloque A	31.77	87.34	80
Bloque B	31.77	87.34	80
Bloque C	32.80	89.08	80
Bloque D	31.77	87.34	80
Bloque E	31.77	87.34	80
Bloque F	31.77	87.34	80
Bloque G	41.40	113.82	100
Bloque H	32.95	90.59	80
Bloque I	31.77	87.34	80
Area Comercial	10.59	29.11	25

Todos los fusibles se montarán en bases portafusibles de 500 V - 160 A. (Ref: 18)

4.2.8 ESTRUCTURAS DE SOPORTE

Los postes a instalarse serán de hormigón. Tanto la ubicación como el tipo de postes y tensores se muestran en el plano respectivo de postería y anclajes (Anexo C2, Hoja 4 de 5).

En el Anexo B4 se presenta la planilla de estructuras en donde se detalla cada una de las estructuras y anclajes. (Ref: 6)

4.2.9 ALUMBRADO PUBLICO

Se ha previsto la iluminación de áreas interiores y comunales del conjunto (áreas verdes y pasos peatonales) mediante la instalación de postes y luminarias ornamentales con lámparas de vapor de mercurio de 125 W.

La red será subterránea (directamente enterrada), se utilizará cable de cobre aislado para 2000 V, 2 x No. 6 AWG, similar al tipo TTU de CABLEC. El control de alumbrado será realizado mediante relé bipolar y fotocélula. (Ref: 6)

Por otro lado, en la calle Catarama se tendrá una red aérea de alumbrado público, con conductor de aluminio desnudo, 2 x No. 4 AWG y luminarias tipo calle con lámparas de vapor de sodio de 250 W. El control de alumbrado se realizará mediante relé unipolar y fotocélula. (Ref: 6)

4.2.10 TABLEROS DE MEDIDORES

En el ingreso de cada bloque se montará un tablero general de medidores con capacidad para 24 medidores (21 instalados y 3 reservas). Serán construídos e instalados de acuerdo al detalle que se presenta en planos.

La iluminación interior del conjunto se derivará de los medidores de servicios generales de los bloques C y H. Además, cabe indicar que, el medidor de servicios generales del bloque G será trifásico, pues a éste se conectará el circuito de bombeo de agua.

Cada tablero tendrá conexión a tierra a través de una varilla de copperweld que se conectará a la barra de neutros.

NOTA: La alimentación hasta los equipos de bombeo de agua no se incluye en este proyecto, pues no se ha convenido el lugar de la instalación de dichos equipos. Además, la EEQSA tiene competencia de aprobación hasta el tablero de medidores inclusive, por lo que el circuito hacia las bombas no está sujeto a aprobación.

A N E X O "B"

B1. Planilla para determinación de la demanda unitaria.

B2. Cómputo de caída de tensión de la red secundaria.

B3. Curvas tiempo-corriente para fusibles tipo NH.

B4. Planilla de estructuras.

	PLANILLA PARA DETERMINACION DE LA DEMANDA	Hoja: 1 De: 1 Fecha: Julio 1988

NOMBRE DEL PROYECTO: PARQUE RESIDENCIAL SAN BARTOLO
UBICACION: CATARAMA Y PANAMERICANA SUR
USUARIO TIPO: "C"

APARATOS ELECTRICOS Y DE ALUMBRADO							
DESCRIPCION	Pn (w)	CANT.	Pt (w)	FFU (%)	CIR (w)	FSm (%)	DMU (w)
Puntos de alumbrado	100	8	800	100	800	60	480
Apliques	25	1	25	100	25	50	13
Cafetera	600	1	600	30	180	30	54
Ducha eléctrica	2000	1	2000	90	1800	40	720
Refrigeradora	300	1	300	70	210	60	126
Batidora	150	1	150	40	60	10	6
Radio	100	1	100	90	90	60	54
Lavadora	400	1	400	30	120	30	36
Plancha	600	1	600	80	480	40	192
Televisor	250	1	250	90	225	80	180
Aspiradora	400	1	400	40	160	10	16
Maquina de coser	100	1	100	30	30	20	6
Tocadiscos	100	1	100	80	80	60	48
Enceradora	450	1	450	30	135	10	14
T O T A L E S					4395		1945

FACTOR DE DEMANDA (FDM = DMU/CIR) = 0.44
FACTOR DE POTENCIA DE LA CARGA = 0.85
DEMANDA MAXIMA UNITARIA (DMU) = 2.29 KVA

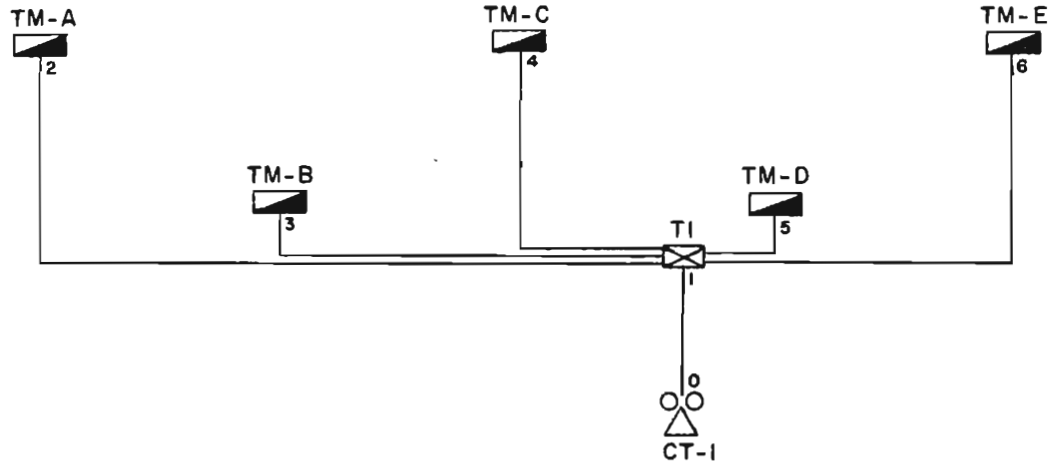
(Ref: 6)

TESIS DE GRADO	COMPUTO DE CAIDA DE TENSION EN CIRCUITOS SECUNDARIOS	Hoja: 1 De: 2 Fecha: Julio 1988

NOMBRE DEL PROYECTO: SAN BARTOLO
PROYECTO Nº
TIPO DE INSTALACION: SUBTERRANEA
TENSION: 210/121 V ; Nº FASES: 3
LIMITE DE CAIDA DE TENSION: 3.5 %

CENTRO DE TRANSFORMACION Nº CT-1 : 125 KVA
USUARIO TIPO: "C"
DMUP: 3.56 KVA
CIRCUITO Nº 1
MATERIAL DEL CONDUCTOR: TTU - COBRE

ESQUEMA:



ESQUEMA			DEMANDA	CONDUCTOR			COMPUTO		
TRAMO		Número de usuarios	KVA (d)	Calibre	KVA (Lt)	KVA-M	KVA-M	AV%	
Design.	Long. (m)							Parcial	Total
0 - 1	24	100+5a+b	145.43	2 x 2/0	218	2860	3490	1.22	
1 - 2	82	20+a	31.77	1/0	88	1170	2605	2.23	3.45
1 - 3	45	20+a	31.77	2	71	775	1430	1.85	3.07
1 - 4	38	20+a+b	32.80	2	71	775	1246	1.61	2.83
1 - 5	16	20+a	31.77	2	71	775	508	0.66	1.88
1 - 6	57	20+a	31.77	1/0	88	1170	1811	1.55	2.77

Nota: a = Iluminación de escaleras = 0.4 KVA
b = Alumbrado de áreas del conjunto = 1.03 KVA

Referencia: Cuadro Nº 5

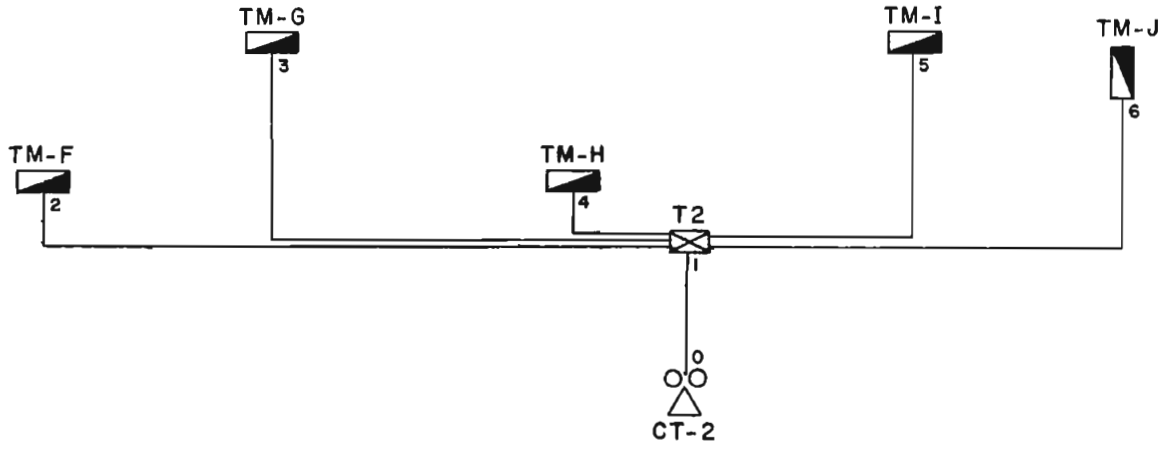
(Ref: 6)

TESIS DE GRADO	COMPUTO DE CAIDA DE TENSION EN CIRCUITOS SECUNDARIOS	Hoja: 2 De: 2 Fecha: Julio 1999

NOMBRE DEL PROYECTO: SAN BARTOLO
PROYECTO Nº
TIPO DE INSTALACION: SUBTERRANEA
TENSION: 210/121 V ; Nº FASES: 3
LIMITE DE CAIDA DE TENSION: 3.5 %

CENTRO DE TRANSFORMACION Nº CT-2 : 125 KVA
USUARIO TIPO: "C"
DMUP: 3.56 KVA
CIRCUITO Nº 1
MATERIAL DEL CONDUCTOR: TTU - COBRE

ESQUEMA:

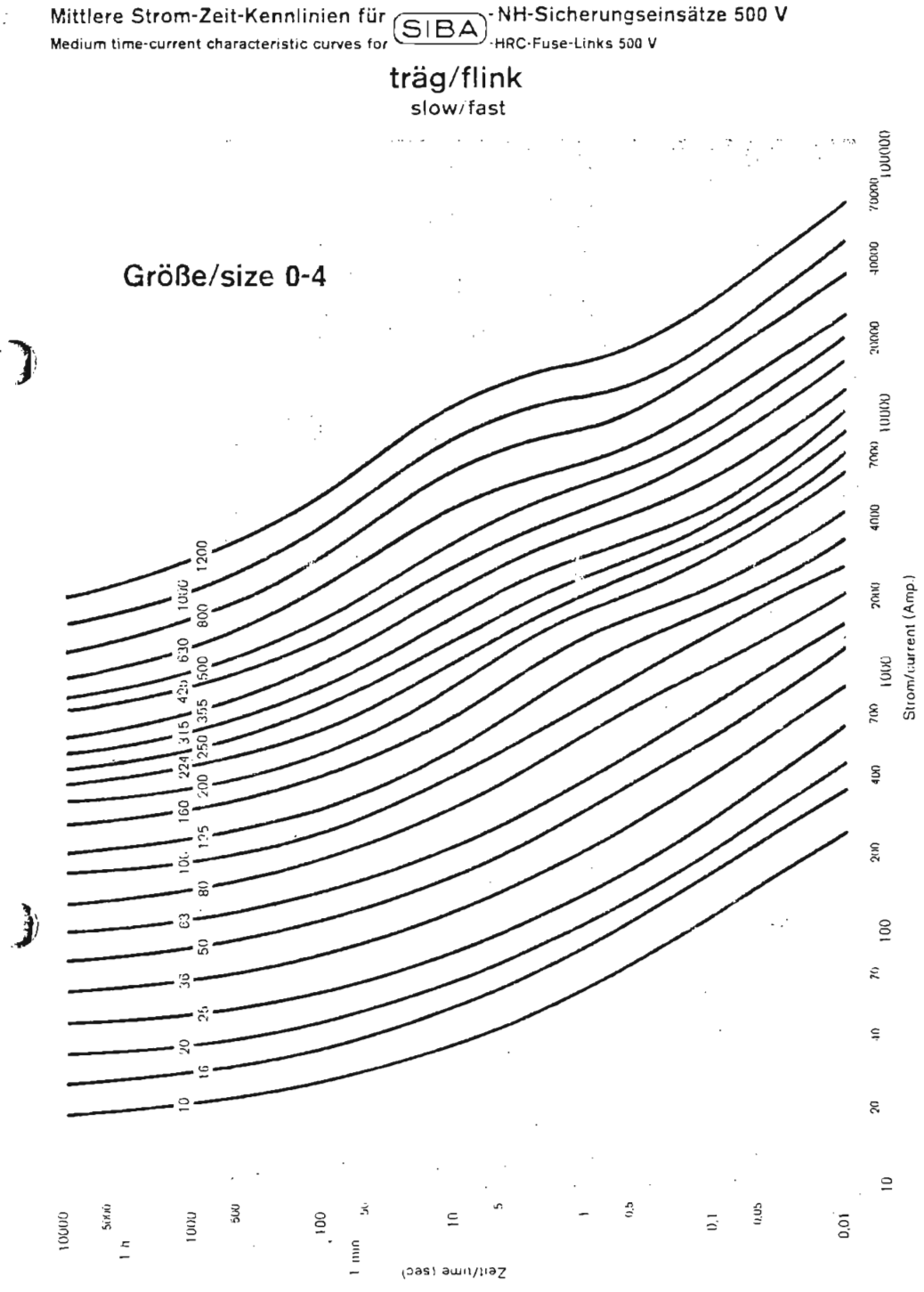


ESQUEMA			DEMANDA	CONDUCTOR			COMPUTO		
TRAMO		Número de usuarios	KVA (d)	Calibre	KVA (Lt)	KVA-M	KVA-M	AV%	
Design.	Long. (m)							Parcial	Total
0 - 1	28	80+4a+b+c+d	136.62	2 x 2/0	218	2860	3825	1.34	
1 - 2	65	20+a	31.77	1/0	88	1170	2065	1.76	3.10
1 - 3	56	20+a+c	41.40	1/0	88	1170	2318	1.98	3.32
1 - 4	18	20+a+b	32.95	2	71	775	593	0.77	2.11
1 - 5	37	20+a	31.77	2	71	775	1176	1.52	2.86
1 - 6	58	d	10.59	6	42	330	614	1.86	3.20

Nota:
a = Iluminación de escaleras = 0.4 KVA
b = Alumbrado de áreas del conjunto = 1.18 KVA
c = Equipo de bombeo de agua = 9.33 KVA
d = Area comercial y comunal = 10.59 KVA
Referencia: Cuadro Nº 6

(Ref: 6)

CURVAS TIEMPO-CORRIENTE PARA FUSIBLES TIPO NH



TESIS DE GRADO	PLANILLA DE ESTRUCTURAS	Hoja: 1 De: 1 Fecha: Julio 1988

POSTE		ESTRUCTURA DE SOPORTE				ADICIONALES		
NUMERO	TIPO	ALTA TENSION	BAJA TENSION	ALUMBRADO	MONTAJE	TIERRA	TENSOR	NOTAS
Pe1	Exist.	RVA3	RB4-2	A1				
P1	A-3	RVA1	RB1-2		MVT4	T1-1		
P2	A-3	RVA1	RB1-2	A1	MVT4	T1-1		
Pe2	Exist.	Exist.	RB1-2					
Pe3	Exist.	Exist.	RB1-2	A1				
Pe4	Exist.							A retirarse
P3	A-3	RVA1	RB1-2		MVT4	T1-1		
P4	A-III-3	RVA5	RB1-2	A1	MVT4	T1-1	G1-1	
P5	Q-II-1		RB4-2	A3			G1-1	
P6	H-III-1	RVA4 + RNA1					G3-1	

(Ref: 6 y 17)

4.3 LISTA Y ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS Y MATERIALES

A continuación se presenta la lista y especificaciones de equipos y materiales correspondientes al proyecto de la red de distribución del Parque Residencial San Bartolo.

LISTA Y ESPECIFICACION DE EQUIPOS Y MATERIALES

PROYECTO: PARQUE RESIDENCIAL SAN BARTOLO
RED DE DISTRIBUCION

PARTIDA A: TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	ESPECIFICACION
01	c/u	2	Transformador trifásico, clase distribución, sumergido en aceite, autorrefrigerado, tipo convencional, apropiado para instalación a la intemperie a una altura de 3.000 m.s.n.m. Potencia nominal a régimen continuo: 125 KVA; con una temperatura ambiente de 30 grados centígrados, y un sobrecalentamiento de 65 grados centígrados sobre la temperatura media, medida por resistencia. Voltaje nominal primario: 22.860 V. Voltaje nominal secundario: 210/121 V. Conexión lado primario: Delta. Conexión lado secundario: Estrella, con el neutro sacado al exterior. Grupo de conexión: Dyn5 según IEC. Derivaciones en el lado primario: ± 2 x 2,5%, de la relación de transformación, para conmutación sin carga, con el conmutador localizado exteriormente. Impedancia máxima a régimen continuo: 4% sobre la base de sus KVA nominales. Frecuencia: 60 Hz. Clase de aislamiento lado primario: 24 KV; BIL 150 KV. Clase de aislmamineto lado secundario: 1.2 KV; BIL 30 KV. Se suministrará con los siguientes accesorios como mínimo: Indicador de nivel de aceite, válvula de drenaje, conector para conexión a tierra del tanque, placa de caracteristicas y dispositivos de elevación. Deberá satisfacer las disposiciones que en cuanto a diseño, fabricación y pruebas se establecen en las normas ANSI C-57-12-20.

PARTIDA B: EQUIPOS DE PROTECCION Y SECCIONAMIENTO

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	ESPECIFICACION
01	c/u	6	Pararrayos tipo autoválvula, clase distribución, adecuado para una tensión de servicio de 23 KV, y para operación a 3.000 m.s.n.m. Tensión nominal: 18 KV. Máxima tensión de descarga para 5 KA: 59 KV. Máxima tensión de descarga para 10 KA: 66 KV, para una onda de descarga de corriente de 8 x 20 microsegundos. Será completo, con accesorios para montaje en cruceta. Los detalles de diseño y fabricación deberán satisfacer las Normas ANSI C-62.1. Referencia: Mc. GRAW EDISON, Cat. Nº AVLIB18; o similar.

02	c/u	9	Seccionador - portafusible unipolar, tipo abierto, adecuado para una tensión de servicio de 23 kV. Tensión máxima de diseño: 27 KV; BIL: 125 KV. Capacidad de intensidad nominal: 100 A. Capacidad de interrupción simétrica: 5600 A. Capacidad de interrupción asimétrica: 8000 A. Será completo, con tubo portafusible y accesorios para el montaje en cruceta. Los detalles de diseño y fabricación deberán satisfacer las Normas ANSI C-37.42. Referencia: Mc. GRAW EDISON, Cat. Nº FCH163; o similar.
03	c/u	3	Tirafusible para alta tensión, de cabeza removible, de 10 Amp. nominales, designación según SEI-NEMA, tipo K. Referencia: Mc. GRAW EDISON, Cat. Nº FL3K15
04	c/u	6	Tirafusible similar al item B04, pero de 6 Amp., tipo K. Referencia: Mc. GRAW EDISON, Cat. Nº FL3K6
05	c/u	12	Base portafusible unipolar para baja tensión, 500 V - 400 Amp., tamaño 2, para terminal plano. Referencia: SIBA, Cat. Nº 2100401; o similar.
06	c/u	30	Base portafusible similar al item B05, pero de 160 Amp., tamaño 0. Referencia: SIBA, Cat. Nº 2100203; o similar.
07	c/u	12	Cartucho fusible para baja tensión, tipo NH, de 250 Amp. nominales, para 500 V, tamaño 2, de alta capacidad de ruptura, con un mínimo de 100 KA. Referencia: SIBA, Cat. Nº 2000402; o similar.
08	c/u	3	Cartucho fusible similar al item B07, pero de 100 Amp., tamaño 0. Referencia: SIBA, Cat. Nº 2000202; o similar.
09	c/u	24	Cartucho fusible similar al item B07, pero de 80 Amp., tamaño 0. Referencia: SIBA, Cat. Nº 2000202; o similar.
10	c/u	3	Cartucho fusible similar al item B07, pero de 25 Amp., tamaño 0. Referencia: SIBA, Cat. Nº 2000202; o similar.
11	c/u	4	Manija para operación de cartucho fusible tipo NH, universal. Referencia: SIBA, Cat. Nº 2200101; o similar.

PARTIDA C: EQUIPOS DE ALUMBRADO PUBLICO

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	ESPECIFICACION
01	c/u	5	Luminaria tipo cerrado, adecuada para alumbrado de vías, con lámpara de vapor de sodio de 250 W, de color y factor de potencia corregidos, completa con balasto y capacitor incorporado, 60 Hz., 220 V. de tensión de servicio, apropiada para montaje horizontal.
02	c/u	5	Brazo para soporte de luminaria, de tubo de hierro galvanizado de 1 1/2" de diámetro y 1.80 m. de longitud, con su respectivo soporte de sujeción a poste.

03	c/u	15	Luminaria ornamental completa, con lámpara de vapor de mercurio de 125 W., de color y factor de potencia corregidos, completa con balasto y capacitor incorporado, 50 Hz., 220 V. de tensión de servicio.
04	c/u	3	Relé de 30 Amp., de contactos de carga unipolar, normalmente abiertos para 125/250 V. Con bobina desenergizada. para 220 V., 60 Hz., apropiado para montaje a la intemperie; incorporado el receptáculo para el interruptor fotoeléctrico. Referencia: ROC, Cat. Nº MR-XD.
05	c/u	3	Interruptor fotoeléctrico para control automático de alumbrado público. 60 Hz., 220 V. de tensión de servicio, con contactos de carga normalmente abiertos, capacidad de carga 1000 W. en incandescente ó 1800 VA. en mercurio. Referencia: TORK, Cat. Nº 2004X.
06	c/u	3	Switch bipolar de cuchillas de 250 V.

PARTIDA D: AISLADORES

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	ESPECIFICACION
01	c/u	15	Aislador tipo espiga (PIN), fabricado de porcelana procesada en húmedo, de alta resistencia mecánica y alta rigidez dieléctrica, esmaltado al fuego, con las partes metálicas galvanizadas por el proceso de inmersión en caliente, provisto en el cuello de un esmalte semiconductor, para reducir el nivel de radiointerferencia. Apropiado para una tensión de servicio de 23 KV., clase ANSI 56-1. Deberá satisfacer los requerimientos establecidos en las Normas ANSI C.29.5. Referencia: ELECTROPORCELANA, Cat. Nº 8346.
02	c/u	3	Aislador tipo espiga (PIN) similar al item D01, pero para una tensión de servicio de 6.3 KV., clase ANSI 55-3. Referencia: ELECTROPORCELANA, Cat. Nº 8305.
03	c/u	27	Aislador de porcelana procesada en húmedo, tipo SUSPENSION, para una tensión de servicio de 23 KV., clase ANSI 52.1. para formar cadenas de 3 aisladores por fase. Deberá satisfacer los requerimientos de las Normas ANSI C.29.2 Referencia: ELECTROPORCELANA, Cat. Nº 8325
04	c/u	22	Aislador de porcelana procesada en húmedo, tipo ROLLO, para 0.25 KV. de tensión nominal, de 9 cm. de diámetro y 6 cm. de longitud; clase ANSI 53.2. Deberá satisfacer los requerimientos establecidos en las Normas ANSI C.29.3 Referencia: ELECTROPORCELANA, Cat. Nº 8065
05	c/u	2	Aislador de porcelana procesada en húmedo, tipo RETENIDA, para una tensión nominal de 23 KV., clase ANSI 54.3. Deberá satisfacer los requerimientos establecidos en las Normas ANSI C.29.4 Referencia: ELECTROPORCELANA, Cat. Nº 8305

PARTIDA E: CONDUCTORES DESNUDOS Y ACCESORIOS

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	ESPECIFICACION
01	metros	300	Conductor de aleación de aluminiominio (AAAC), desnudo, cableado en forma concéntrica, con 7 hilos, designación ASTM 5005-H19, calibre Nº 4 AWG.
02	metros	60	Conductor de cobre electrolítico, estirado en frio, semiduro, desnudo, cableado en capas concéntricas, calibre Nº 3/0 AWG.
03	metros	530	Conductor de cobre electrolítico similar al item E02, pero Nº 2 AWG.
04	metros	280	Conductor de cobre electrolítico similar al item E02, pero Nº 4 AWG.
05	metros	60	Conductor de cobre electrolítico similar al item E02, pero Nº 6 AWG.
06	metros	100	Conductor de cobre electrolítico, estirado en frio, temple blando, desnudo, cableado en capas concéntricas, calibre Nº 2 AWG.

PARTIDA F: CONDUCTORES AISLADOS

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	ESPECIFICACION
01	metros	350	Conductor unipolar de cobre, calibre Nº 2/0 AWG., cableado de 19 hilos, aislado para 2.000 V; aislamiento de polietileno natural y cubierta de PVC termoplástico. Similar al tipo TTU de CABLEC.
02	metros	800	Conductor unipolar de cobre similar al item F01, pero Nº 1/0 AWG.
03	metros	480	Conductor unipolar de cobre, calibre Nº 2 AWG., cableado de 7 hilos, aislado para 2.000 V; aislamiento de polietileno natural y cubierta de PVC termoplástico. Similar al tipo TTU de CABLEC.
04	metros	1000	Conductor unipolar de cobre similar al item F03, pero Nº 6 AWG.
05	metros	150	Conductor de cobre unipolar, con aislamiento de PVC para 600 V., calibre Nº 12 AWG., para conexión a luminarias. Similar al tipo TW de CABLEC.

PARTIDA G: ACCESORIOS PARA CONDUCTORES

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	ESPECIFICACION
01	c/u	48	Terminal plano para soldar, apropiado para conductor de cobre Nº 2/0 AWG.
02	c/u	12	Similar a item F01, pero para conductor Nº 1/0 AWG.

03	c/u	15	Similar a item F01, pero para conductor Nº 2 AWG.
04	c/u	3	Similar a item F01, pero para conductor Nº 6 AWG.
05	c/u	3	Grapa bulonada apropiada para conductor de cobre Nº 2 AWG.
06	c/u	4	Grapa bulonada apropiada para conductor de aluminio Nº 4 AWG.
07	c/u	9	Grapa terminal apernada, tipo pistola, apropiada para usarla con conductor de cobre Nº 2 AWG.
08	c/u	12	Grapa de derivación para línea en caliente, apropiada para conductores de Cu/Al Nº 2 AWG. Referencia: BURNDY; o similar.
09	c/u	10	Conector perno-hendido cobre- cobre, para conductorres Nº 2 AWG. Referencia: BURNDY: o similar.
10	c/u	10	Conector perno-hendido cobre-aluminio, para conductores Nº 4 AWG. Referencia: BURNDY: o similar.
11	metros	12	Conductor de aleación de aluminio, desnudo, suave, sólido, temple 0, adecuado para ataduras, calibre Nº 4 AWG.
12	metros	16	Cinta de armar de aleación de aluminio, temple 0, de 1.27 x 7.62 cm.

PARTIDA H: MATERIAL PARA CONEXION A TIERRA

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	ESPECIFICACION
01	c/u	16	Varilla de copperweld para conexión a tierra, de 16 mm. de diámetro y 1.80 m. de longitud, con su respectiva grapa de conexión Referencia: BLACKBURN, Cat. Nº 6526

PARTIDA I: POSTES

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	ESPECIFICACION
01	c/u	3	Poste de hormigón armado, de 11.5 m. de longitud, para una carga horizontal de 500 Kg., tipo A-3. Referencia: HORMIGON CENTRIGUGADO
02	c/u	1	Poste de hormigón armado, reforzado, de 11.5 m. de longitud, para una carga horizontal de 675 Kg., tipo AIII-3. Referencia: HORMIGON CENTRIFUGADO

03	c/u	1	Poste de hormigón armado, reforzado, de 12.5 m. de longitud, para una carga horizontal de 675 Kg., tipo HIII-1 Referencia: HORMIGON CENTRIFUGADO
04	c/u	1	Poste de hormigón armado, reforzado, de 9.0 m. de longitud, para una carga horizontal de 575 Kg., tipo GII-1. Referencia: HORMIGON CENTRIFUGADO
05	c/u	15	Poste de hierro tubular, ornamental, de 75 mm. de diámetro y 6.0 m. de longitud.

PARTIDA J: HERRAJES GALVANIZADOS Y CABLES DE ACERO

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	ESPECIFICACION
01	c/u	9	Cruceta de hierro ángulo "L" de 75 x 75 x 6 mm. y 1.80 m. de longitud.
02	c/u	2	Cruceta de hierro ángulo "L" de 75 x 75 x 6 mm. y 2.30 m. de longitud.
03	c/u	1	Cruceta de hierro ángulo "L" de 75 x 75 x 6 mm. y 2.00 m. de longitud.
04	c/u	1	Cruceta de hierro ángulo "L" de 60 x 60 x 6 mm. y 1.20 m. de longitud.
05	c/u	2	Cruceta de hierro "U" de 100 x 50 x 6 mm. y 2.30 m. de longitud.
06	c/u	18	Pie-amigo de hierro de pletina, de 38 x 5 x 616 mm.
07	c/u	4	Abrazadera de hierro de pletina, de 38 x 5 mm., sujeción simple con 3 pernos.
08	c/u	3	Abrazadera de hierro de pletina, de 38 x 5 mm., sujeción doble con 4 pernos.
09	c/u	1	Abrazadera de hierro de pletina, de 50 x 6 mm., sujeción simple con 3 pernos.
10	c/u	1	Perno tacho doble para 22.8 KV.
11	c/u	3	Perno tacho simple para 22.8 KV.
12	c/u	1	Perno tacho simple para 6.3 KV.
13	c/u	4	Perno "U" de 150 x 120 mm. y 16 mm. de diámetro, con tuercas y arandelas.
14	c/u	6	Perno espiga corto, rosca de plomo, 35 mm. de diámetro y 203 mm. de longitud.
15	c/u	2	Perno espiga corto, rosca de plomo, 25 mm. de diámetro y 203 mm. de longitud.
16	c/u	6	Perno espárrago, 16 mm. de diámetro y 254 mm. de longitud, con 4 tuercas y arandelas.
17	c/u	8	Perno espárrago, 16 mm. de diámetro y 406 mm. de longitud, con 4 tuercas y arandelas.

18	c/u	14	Perno máquina de 16 mm. de diámetro x 50 mm. de longitud, completo con arandelas de presión y arandelas planas.
19	c/u	6	Pletina de unión de hierro, de 75 x 9 x 423 mm.
20	c/u	2	Arandela cuadrada, de 100 x 6 mm., para perno de 16 mm. de diámetro.
21	c/u	9	Horquilla de anclaje, de 70 mm. de largo, con pasador de 16 mm. de diámetro.
22	c/u	3	Tuerca de hierro galvanizado, tipo ojo, de 16 mm. de diámetro.
23	c/u	6	Soporte de hierro de pletina, de 38 x 8 mm., para sujeción de seccionador y/o pararayos.
24	c/u	2	Caja metálica de hierro tol, para protección de portafusibles de baja tensión, con accesorios de montaje a cruceta "U".
25	c/u	8	Bastidor de hierro de pletina, de 38 x 6 mm. y 3 mm. de espesor , espaciamiento entre aisladores 203 mm., de 2 vías.
26	metros	50	Cable de acero galvanizado de 9 mm. de diámetro, de alta resistencia, según Normas ASTM-A-122-41, con una carga mínima de rotura de 4899 Kg., cableado con 7 hilos en disposición concéntrica.
27	c/u	3	Guardacabo para cable tensor de 9 mm. de diámetro. Referencia: BURNDY, Cat. Nº M30
28	c/u	3	Mordaza para cable tensor de 9 mm. de diámetro, con 3 pernos. Referencia: JOSLY, Cat. Nº J927
29	c/u	1	Brazo de hierro para tensor farol de 1.50 m., con accesorios de fijación.
30	c/u	3	Varilla de anclaje de 16 mm. de diámetro y 1.80 m. de longitud.
31	c/u	3	Escalones de hierro de pletina de 38 x 6 mm., decrecientes de 2.80 mm. a 1.80 mm. (10 escalones), completos con los pernos de ajuste de 13 x 89 mm., tuercas y arandelas, adecuados para escalar a equipos de control y transformadores.

PARTIDA L: MISCELANEOS

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	ESPECIFICACION
01	c/u	2	Tubo de hierro galvanizado normal, de 3" de diámetro y 6 m. de longitud.
02	c/u	3	Bloque de hormigón para anclaje, de forma de tronco cónico, de 60 x 30 x 15 cm.
03	metros	50	Ducto de hormigón de 4 vías.
04	metros	80	Ducto de hormigón de 2 vías.
05	metros	280	Ducto de hormigón de 1 vía.

06	c/u	33	Poco de mano de cemento, de 80 x 60 x 50 cm.
07	c/u	9	Tablero General de Medidores, con capacidad para 24 medidores: construido e instalado de acuerdo a las especificaciones y características técnicas de la C.E.O. S.A., de diseño y dimensiones generales similares a las indicadas en el detalle presentado en el plano correspondiente. Completo, incluyendo cableado y protecciones.
08	c/u	2	Tablero metálico para distribución en baja tensión, construido en plancha de hierro tol de 1/16" de espesor, de dimensiones: 250 x 90 x 35 cm. De acuerdo al diseño que se presenta en el plano correspondiente. Se excluyen las bases portafusibles y cartuchos fusibles.

4.4 PRESUPUESTO

A continuación, se presenta el presupuesto del proyecto de la red de distribución eléctrica del Parque Residencial San Bartolo. Los precios que se incluyen corresponden a julio de 1988.

El presupuesto consta de dos rubros:

1. Presupuesto de equipos y materiales.
2. Presupuesto de construcción.

4.4.1 PRESUPUESTO DE EQUIPOS Y MATERIALES

FECHA: Julio 1988

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO ($/.)	VALOR TOTAL ($/.)
A01	c/u	2	1.323.000,oo	2.646.000,oo
B01	c/u	6	29.000,oo	174.000,oo
B02	c/u	9	48.000,oo	432.000,oo
B03	c/u	3	1.360,oo	4.080,oo
B04	c/u	6	1.360,oo	8.160,oo
B05	c/u	12	4.100,oo	49.200,oo
B06	c/u	30	2.120,oo	63.600,oo
B07	c/u	12	2.250,oo	27.000,oo
B08	c/u	3	1.510,oo	4.530,oo
B09	c/u	24	1.510,oo	36.240,oo
B10	c/u	3	1.510,oo	4.530,oo
B11	c/u	4	1.600,oo	6.400,oo
C01	c/u	5	83.250,oo	416.250,oo
C02	c/u	5	2.810,oo	14.050,oo
C03	c/u	15	46.300,oo	694.500,oo
C04	c/u	3	19.500,oo	58.500,oo
C05	c/u	3	6.600,oo	19.800,oo
C06	c/u	3	750,oo	2.250,oo
D01	c/u	15	3.900,oo	58.500,oo
D02	c/u	3	800,oo	2.400,oo
D03	c/u	27	3.200,oo	86.400,oo
D04	c/u	22	290,oo	6.380,oo
D05	c/u	2	1.150,oo	2.300,oo

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	VALOR TOTAL (S/.)
E01	metros	300	140,oo	42.000,oo
E02	metros	60	1.665,oo	99.900,oo
E03	metros	530	668,oo	354.040,oo
E04	metros	280	436,oo	122.080,oo
E05	metros	60	192,oo	11.520,oo
E06	metros	100	735,oo	73.500,oo
F01	metros	350	2.091,oo	731.850,oo
F02	metros	800	1.605,oo	1.284.000,oo
F03	metros	480	1.150,oo	552.000,oo
F04	metros	1000	626,oo	626.000,oo
F05	metros	150	70,oo	10.500,oo
G01	c/u	48	390,oo	18.720,oo
G02	c/u	12	350,oo	4.200,oo
G03	c/u	26	290,oo	7.540,oo
G04	c/u	3	200,oo	600,oo
G05	c/u	3	900,oo	2.700,oo
G06	c/u	4	720,oo	2.880,oo
G07	c/u	9	2.090,oo	18.810,oo
G08	c/u	12	2.410,oo	28.920,oo
G09	c/u	10	580,oo	5.800,oo
G10	c/u	10	420,oo	4.200,oo
G11	c/u	12	120,oo	1.440,oo
G12	c/u	16	120,oo	1.920,oo
H01	c/u	15	3.120,oo	46.800,oo
I01	c/u	3	31.670,oo	95.010,oo
I02	c/u	1	36.050,oo	36.050,oo
I03	c/u	1	39.530,oo	39.530,oo

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	VALOR TOTAL (S/.)
I04	c/u	1	27.500,oo	27.500,oo
I05	c/u	15	6.740,oo	101.100,oo
J01	c/u	9	4.718,oo	42.462,oo
J02	c/u	2	6.028,oo	12.056,oo
J03	c/u	1	5.242,oo	5.242,oo
J04	c/u	1	2.720,oo	2.720,oo
J05	c/u	2	11.436,oo	22.872,oo
J06	c/u	18	672,oo	12.096,oo
J07	c/u	4	658,oo	2.632,oo
J08	c/u	3	742,oo	2.226,oo
J09	c/u	1	1.052,oo	1.052,oo
J10	c/u	1	2.025,oo	2.025,oo
J11	c/u	3	1.487,oo	4.461,oo
J12	c/u	1	1.368,oo	1.368,oo
J13	c/u	4	830,oo	3.320,oo
J14	c/u	6	545,oo	3.270,oo
J15	c/u	2	300,oo	600,oo
J16	c/u	6	257,oo	1.542,oo
J17	c/u	8	484,oo	3.872,oo
J18	c/u	14	290,oo	4.060,oo
J19	c/u	6	983,oo	5.898,oo
J20	c/u	3	95,oo	285,oo
J21	c/u	9	340,oo	3.060,oo
J22	c/u	3	375,oo	1.125,oo
J23	c/u	6	708,oo	4.248,oo
J24	c/u	2	3.620,oo	7.240,oo
J25	c/u	8	900,oo	7.200,oo

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	VALOR TOTAL (S./)
J26	c/u	50	110,oo	5.500,oo
J27	c/u	3	30,oo	90,oo
J28	c/u	3	450,oo	1.350,oo
J29	c/u	1	1.950,oo	1.950,oo
J30	c/u	3	1.140,oo	3.420,oo
J31	c/u	3	8.240,oo	24.720,oo
L01	c/u	2	7.730,oo	15.460,oo
L02	c/u	3	330,oo	990,oo
L03	metros	50	510,oo	25.500,oo
L04	metros	80	375,oo	30.000,oo
L05	metros	280	260,oo	72.800,oo
L06	c/u	33	500,oo	16.500,oo
L07	c/u	9	350.000,oo	3.150.000,oo
L08	c/u	2	140.000,oo	280.000,oo
TOTAL EQUIPOS Y MATERIALES				12.953.392,oo

4.4.2 PRESUPUESTO DE CONSTRUCCION

FECHA: Julio de 1988.

Subtotal equipos y materiales	S/. 12.953.392,00
10 % I.T.M.	1.295.339,20
Total equipos y materiales	14.248.731,20
Mano de obra	2.849.746,20
Costos directos	17.098.477,40
Dirección técnica, transporte y administración	2.564.771,60
Imprevistos	712.436,60
C O S T O T O T A L	S/. 20.375.685,60

SON: VEINTE MILLONES TRESCIENTOS SETENTA Y CINCO MIL SEISCIENTOS OCHENTA Y CINCO 60/100 SUCRES.

NOTA: Los diferentes rubros de este presupuesto, han sido determinados en base a experiencia profesional y criterios personales de varios constructores.

4.5 PLANOS

En el Anexo C2 del presente trabajo, se adjuntan los planos correspondientes al proyecto de la red de distribución del Parque Residencial San Bartolo. Están compuestos por cinco láminas, de acuerdo al siguiente detalle:

Hoja 1: Red primaria y diagrama eléctrico unifilar.

Hoja 2: Red secundaria y detalle de tablero de medidores.

Hoja 3: Red de alumbrado público.

Hoja 4: Canalización, postería y anclajes.

Hoja 5: Tablero de distribución de baja tensión.

C A P I T U L O V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se pueden establecer las siguientes conclusiones y recomendaciones del presente trabajo:

- Por la facilidad que ofrece el Sistema Cortina para la construcción de viviendas en serie, a bajo costo y en menor tiempo, resulta una alternativa idónea como paliativo para el déficit habitacional que soportan nuestras ciudades; así, este sistema se ha expandido grandemente en los pocos años de existencia y la proyección futura en el Ecuador resulta considerable. Por ello, he creído conveniente la realización del estudio de las instalaciones eléctricas para construcciones que se realizan mediante este sistema, de manera que constituya una guía de referencia práctica para proyectistas y constructores.

- Debido al tema en estudio, el trabajo se ha desarrollado fundamentalmente en base a criterios prácticos proporcionados por constructores y algo de experiencia personal en los campos de instalaciones eléctricas y distribución. Por otro lado, se ha tratado de lograr una compatibilidad técnico - económica, cumpliendo en lo posible con las normalizaciones existentes para estos casos.

- La metodología de diseño planteada y los criterios

vertidos en cuanto al montaje de las instalaciones interiores constituyen una base para futuras aplicaciones del sistema; con la realización de nuevas construcciones posiblemente se encontrarán alternativas prácticas más idóneas sobre todo en cuanto al montaje y algunos materiales de la instalación.

- Considerando que cuidar el factor económico es una de las metas que persigue la ingeniería, más aún cuando se ha insistido en el hecho de que el Sistema Cortina se emplea primordialmente para la edificación de vivienda de uso popular; el presente estudio ha sido orientado a conseguir instalaciones económicas.

- La diferencia básica que el Sistema Cortina presenta respecto de un convencional, es la existencia de muros de concreto que se funden en posición horizontal y que posteriormente son izados para constituirse en la estructura del edificio. Ello obliga a que en las instalaciones eléctricas se tengan pasos de tubería de losa a pared que resultan dificultosos y costosos, por lo que deben ser limitados a un mínimo posible.

- Al final del segundo capítulo se recopilaron algunas recomendaciones prácticas que a mi parecer eran las más importantes para el diseño, montaje y materiales a usarse en las instalaciones interiores, por lo que resultaría redundante el detallarlas nuevamente. Sin embargo, es necesario recalcar el hecho de que al ser un sistema de construcción relativamente nuevo y poco

conocido en nuestro medio, sería recomendable que antes de comenzar la ejecución de un proyecto, se realice una planificación adecuada entre los constructores de las obras civiles y los de las instalaciones eléctricas, de manera que estos últimos conozcan de antemano la forma de ejecución de la obra y ésta se pueda desarrollar con rapidez y eficacia.

- Una recomendación adicional que debo acotar es la de la conveniencia del uso de tubería de PVC al no existir restricciones para ello, pues debido al espesor de losas y muros en el Sistema Cortina (12 cm. y 10 cm. respectivamente) la compresión que deben soportar los tubos no es mayor; y considerando que el costo unitario de dicha tubería es 3 veces menor con respecto al de las tuberías metálicas, resulta un ahorro importante en el costo total de los materiales.

- A pesar de no ser objetivos del presente trabajo, pero resultan interesantes dos referencias obtenidas en el desarrollo del mismo:

  La primera es válida para la determinación del número del personal requerido en la realización del montaje de las instalaciones eléctricas en losas (planchas) teniendo como variables al número de puntos de instalación y al tiempo disponible. Esta referencia sirve para cualquier edificación y resulta útil no sólo en la construcción en sí, sino también para calcular costos de mano de obra en la elaboración de presupuestos.

La segunda referencia es la de la incidencia de los costos de las instalaciones eléctricas en el costo total de una obra, es así como se obtuvieron coincidencialmente valores porcentuales entre el 6 y 7 %; estos valores considero sufrirán variaciones especialmente en la red de distribución dependiendo de la lejanía de la red de alta tensión existente y la posible obligatoriedad de la construcción de cámaras de transformación para el servicio de los edificios, ya que ambos son factores preponderantes en el costo de la red.

Cabe destacar que, como se anotó oportunamente, la confiabilidad de esta última referencia es dudosa debido al escaso número de muestras obtenidas, pero sería útil para los constructores y por tanto recomendable la realización de un estudio pormenorizado en este sentido, que tenga como un posible objetivo, por ejemplo, el determinar el costo de las instalaciones eléctricas por metro cuadrado de construcción.

- En la realización de los proyectos de interiores y red de distribución del Parque Residencial San Bartolo se obtuvieron los siguientes valores de demanda máxima unitaria (DMU): 2.48 KVA en el caso de las instalaciones interiores y 2.29 KVA en el proyecto de la red de distribución. La diferencia, a pesar de no ser muy significativa, se explica por la diferente metodología usada, pues en el primer caso se considera un valor de carga general para tomacorrientes (200 W)

así como un sólo factor de demanda, mientras en el segundo caso se consideran cargas independientes por aparato y factores de frecuencia de uso (FFUn) y de simultaneidad (FSn) aplicados individualmente para cada carga.

- Para el cálculo de la demanda y la determinación de la capacidad de los transformadores para el servicio de edificios de vivienda, es práctica común el utilizar la metodología existente en las Normas de la Empresa Eléctrica Quito S.A., la misma que está orientada para el diseño de redes de distribución para consumidores residenciales distribuídos en urbanizaciones, pero no se sabe cuán válida es dicha metodología para el caso de consumidores residenciales distribuídos en edificios o conjuntos habitacionales (caso del Sistema Cortina) cuyo comportamiento puede ser diferente en cuanto a tipo de usuario y factores de crecimiento, diversificación, frecuencia de uso, etc. Se puede afirmar entonces que existe un vacío en este sentido en dichas normas y sería extremadamente útil un trabajo de tesis que, por medio de mediciones de campo, determine una metodología confiable a seguir, no sólo en el caso de los consumidores descritos sino también para edificios de oficinas, almacenes y consumidores industriales.

- Para el servicio de todo el parque residencial se prefirió el montaje de dos transformadores de 125 KVA

cada uno, esto se hizo por dos razones fundamentales; la primera es el hecho de que la obra se realizaría en dos etapas y la segunda para evitarnos constuir una cámara de transformación de 250 KVA (hasta 125 KVA es posible el montaje en torre), lo cual hubiera encarecido el costo de la red.

- Por último, en la elaboración de los presupuestos de construcción, los diversos rubros fueron determinados en base a criterios personales y experiencia profesional de algunos constructores (tal como se anotó con oportunidad), es así como se aplicaron valores porcentuales tomando como base el costo de los equipos y materiales.

  Esta metodología es adecuada para el caso de instalaciones interiores, pero no resulta muy conveniente para redes de distribución porque el costo de los equipos para diferentes proyectos puede ser muy variable y no cambia en la misma proporción el costo de mano de obra, por ejemplo, la diferencia entre el costo de un transformador de 25 KVA y otro de 125 KVA es de 1 a 5 aproximadamente y la diferencia del montaje de los mismos no puede ser mayor que 1 a 2. Por esta razón en estos casos es recomendable, para el cálculo de mano de obra y otros gastos, hacerlo individualmente para cada item de la lista de materiales.

B I B L I O G R A F I A

1. CORTINA ORTEGA, Pablo, La Ingeniería Mexicana transforma la construcción de vivienda, 2a. Ed., México, 1979.

2. GARCES PASTOR, José Alberto, Estudio del Sistema Cortina para la construcción de edificios en el Ecuador, Tesis de Grado, PUCE, Quito, 1985.

3. CONSTRURAPID, Boletín Sistema Cortina, Vol. 1, No. 1, 1985.

4. CONSTRURAPID, Boletín Sistema Cortina, Vol. 1, No. 2, 1985.

5. RAMIREZ VAZQUEZ, José, Instalaciones de Baja Tensión - Cálculo de Líneas Eléctricas, Enciclopedia CEAC de electricidad, 2a. Ed., Barcelona, 1974.

6. EMPRESA ELECTRICA QUITO S.A., Normas para Sistemas de Distribución - Parte A.

7. SPITTA, Albert F., Instalaciones Eléctricas, Tomo II, España, Editorial Dossat, 1978.

8. SUMMERS, Wilford I., NFPA Handbook of the National Electrical Code, 4a. Ed., 1975.

9. CIEPI - INECEL, Código Eléctrico Ecuatoriano, 1973.

10. CABLEC, Catálogo de conductores eléctricos.

11. PLUMAVIT CIA. LTDA., Boletín Informativo.

12. RAMIREZ VAZQUEZ, José, Luminotecnia, Enciclopedia CEAC de electricidad, 5a. Ed., Barcelona, 1982.

13. GTE SYLVANIA Lighting Products Group - International, Large Lamp Ordering Guide 78 - 2, U.S.A., 1978.

14. AVILES, Fausto G., Ing., Apuntes de la materia Instalaciones Eléctricas, EPN, Facultad de Ingeniería Eléctrica, 1984.

15. WESTINGHOUSE Electric Corporation, Distribution Systems Reference Book, 4a. Ed., East Pittsburgh, PA, 1965.

16. SQUARE-D Company, Tablas Técnicas.

17. EMPRESA ELECTRICA QUITO S.A., Normas para Sistemas de Distribución - Parte B.

18. SICHERUNGEN - Bau GMBH - Lünen, NH - Fuses, Western Germany, 1975.

19. BURNDY Electrical Connectors, Catálogo 50, 2a. Ed., 1960.