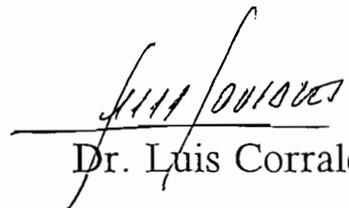


DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN COMPUTACIONAL PARA DISEÑO DE PLANTA EXTERNA

**Tesis de Grado previa a la obtención del
título en Ingeniería Eléctronica y Telecomunicaciones
en la Escuela Politécnica Nacional**

**Paul Ortega
Quito, Noviembre 8, 1994**

Certifico que el presente trabajo
ha sido desarrollado en su
totalidad por el Sr. Paul Ortega


Dr. Luis Corrales

Dedicatoria

Dedico este trabajo a:

P.O.C., M.S.J.,
B.M.O., M.M.O., M.I.O.,
B.C., J.O.
y en especial a A.T.

Agradecimiento

Mi más sincero agradecimiento
al Dr. Luis Corrales por su valiosa
guía y colaboración durante el
desarrollo de esta tesis.

ÍNDICE

| | |
|----------------------------------|-----|
| ÍNDICE..... | I |
| ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS | VI |
| ÍNDICE DE ANEXOS | VII |

| | |
|--------------------|---|
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| Antecedentes | 1 |
| Objetivos | 2 |
| Sinopsis | 3 |

CAPITULO 1

| | |
|--|----------|
| Planeamiento de la red telefónica de planta externa | 5 |
| 1.1 Introducción | 6 |
| 1.2 Exigencias principales en una red urbana de planta externa, plan técnico de transmisión..... | 6 |
| 1.2.1 Definición de términos..... | 6 |
| 1.2.2 Red básica | 8 |
| 1.2.3 Exigencias principales de una red urbana de planta externa..... | 8 |
| 1.2.4 Plan de transmisión | 10 |
| 1.3 Investigaciones preliminares, planos..... | 11 |
| 1.3.1 Investigaciones preliminares | 11 |
| 1.3.2 Mapas o planos que se necesita obtener | 12 |
| 1.3.2.1 Plano de planimetría | 12 |
| 1.3.2.2 Plano de lotización..... | 13 |
| 1.3.2.3 Planos de censo | 13 |
| 1.3.2.4 Plano de red secundaria | 13 |
| 1.3.2.5 Plano de canalización..... | 14 |
| 1.3.2.6 Planos de red primaria | 15 |
| 1.3.2.7 Esquema de empalmes..... | 16 |

| | | |
|-----------|--|----|
| 1.4 | Pronóstico de abonados | 17 |
| 1.4.1 | La importancia de los pronósticos | 17 |
| 1.4.2 | Diferentes tipos de pronósticos, tasa de crecimiento anual..... | 17 |
| 1.4.2.1 | Pronósticos a corto plazo, categorías y valoración..... | 17 |
| 1.4.2.2 | Pronósticos a largo plazo | 20 |
| 1.4.2.3 | Pronóstico de término medio..... | 20 |
| 1.4.2.4 | Tasa de crecimiento anual “y” | 21 |
| 1.4.2.5 | Pronóstico total y detallado | 22 |
| 1.5 | Determinación del número, ubicación y límites de las centrales según el método de Yngve Rapp | 23 |
| 1.5.1 | Áreas de red monocéntrica | 23 |
| 1.5.2 | Áreas de red policéntrica | 24 |
| 1.6 | Sistema de distribución, método de construcción, costo total del proyecto | 26 |
| 1.6.1 | Sistema de distribución..... | 27 |
| 1.6.2 | Método de construcción..... | 27 |
| 1.6.3 | Cálculo del costo total del proyecto en base a unidades de planta y análisis de precios unitarios | 29 |
| 1.6.3.1 | Unidades de planta..... | 29 |
| 1.6.3.2 | Análisis de precios unitarios | 31 |
| 1.6.3.2.1 | Rendimiento | 32 |
| 1.6.4 | Reportes de cantidades..... | 32 |
| 1.6.4.1 | Costos directos e indirectos | 32 |
| 1.6.4.2 | Resultados | 33 |
| 1.6.5 | Materiales..... | 33 |
| 1.6.5.1 | Tipo normal o tropicalizado..... | 33 |
| 1.6.5.2 | Cable..... | 35 |
| 1.6.5.3 | Postes..... | 38 |
| 1.6.6 | Equipo, mano de obra y transporte..... | 38 |
| 1.7 | Ampliación de una planta externa existente..... | 39 |
| 1.7.1 | Pronósticos..... | 40 |
| 1.7.2 | Sustitución de los cables existentes | 41 |
| 1.7.3 | Reducción del proyecto | 42 |

CAPITULO 2

Desarrollo de la aplicación para diseño de planta externa en AutoCAD V.12

| | | |
|---------|--|----|
| | 43 | |
| 2.1 | Características generales de AutoCAD Versión 12 y de los lenguajes de programación AutoLISP, ADS y DCL | 44 |
| 2.1.1 | AutoCAD Versión 12 | 44 |
| 2.1.2 | AutoLISP | 45 |
| 2.1.3 | Sistema de Desarrollo de AutoCAD (ADS)..... | 46 |
| 2.1.4 | Lenguaje de Control de Cajas de Diálogo (DCL)..... | 47 |
| 2.1.5 | Evaluación de AutoLISP frente a ADS | 48 |
| 2.2 | Interfaz hacia el usuario: barra de menús, menús de pantalla, cajas de diálogo y línea de comandos..... | 48 |
| 2.2.1 | Barra de menús personalizada | 49 |
| 2.2.2 | Menú de pantalla personalizado | 50 |
| 2.2.3 | Cajas de diálogo personalizadas | 51 |
| 2.2.4 | Comandos ejecutables desde la línea de comandos | 52 |
| 2.3 | Descripción general de la aplicación | 52 |
| 2.3.1 | Barra de menús..... | 53 |
| 2.3.2 | Menú de pantalla..... | 55 |
| 2.3.3 | Cajas de diálogo | 55 |
| 2.4 | Menú para configuración, "Configurar" | 56 |
| 2.4.1 | Planos | 56 |
| 2.4.2 | Escala | 57 |
| 2.4.3 | Capas a crearse y capa originalmente activa | 59 |
| 2.4.4 | "Digitalizar" | 60 |
| 2.4.4.1 | "Calibrar Digitalizador"..... | 60 |
| 2.4.4.2 | "Guardar Calibración" y "Recuperar Calibración" | 61 |
| 2.4.5 | Obtención de planos, "Plot" | 61 |
| 2.4.5.1 | Tamaño de hoja y escala..... | 61 |
| 2.4.5.2 | Inserción de rotulado..... | 62 |
| 2.4.5.3 | Capas activas..... | 63 |
| 2.4.5.4 | Tipo de papel..... | 64 |
| 2.5 | Menú para lotización, "Lotizar" | 64 |
| 2.5.1 | Configuración..... | 64 |
| 2.5.1.1 | Alinear | 65 |
| 2.5.1.2 | Espaciar | 65 |
| 2.5.1.3 | Longitud de los segmentos | 66 |
| 2.5.1.4 | Capa de destino | 66 |

| | | |
|---------|--|----|
| 2.5.2 | Lotizar | 66 |
| 2.5.3 | Numeración de los lotes..... | 67 |
| 2.5.4 | Totalización de abonados..... | 68 |
| 2.5.4.1 | Trazo de una circunferencia rodeando al resultado | 69 |
| 2.5.4.2 | Centrar o justificar texto | 69 |
| 2.5.4.3 | Categorías de abonados | 70 |
| 2.5.4.4 | Capa de destino | 70 |
| 2.5.5 | Multiplicar..... | 70 |
| 2.5.6 | Escalar | 71 |
| 2.6 | Menú para pronósticos de demanda, "Pronóstico" | 71 |
| 2.6.1 | Obtención automática de pronósticos de demanda | 71 |
| 2.6.1.1 | Tasa de crecimiento anual..... | 72 |
| 2.6.1.2 | Obtención del pronóstico | 72 |
| 2.7 | Menú "Red"..... | 74 |
| 2.7.1 | Enlace con base de datos, "Archivo de Proyecto" | 75 |
| 2.7.2 | Configuración del enlace | 76 |
| 2.7.2.1 | "Editar Datos de cada Unidad de Planta"..... | 76 |
| 2.7.2.2 | "Enlazar Entidades con Unidades de Planta" | 77 |
| 2.7.2.3 | "Determinar Ángulo de cada Unidad de Planta" | 78 |
| 2.7.3 | "Ver Unidad de Planta" | 79 |
| 2.7.4 | "Ver Datos de Entidad" | 79 |
| 2.7.5 | "Editar Datos de Entidad" | 79 |
| 2.7.6 | "Visualizar Datos" | 80 |
| 2.7.7 | Ir a "Cálculo de Proyectos" | 80 |
| 2.8 | Menú de pantalla para lotización..... | 81 |
| 2.8.1 | Ubicación de abonados por categoría..... | 82 |
| 2.8.2 | Otros abonados..... | 82 |
| 2.9 | Menú de pantalla para dibujo de red primaria, red secundaria y canalización..... | 83 |
| 2.9.1 | Estructura del menú de pantalla "RED"..... | 83 |
| 2.9.2 | Inserción de una unidad de planta | 85 |
| 2.10 | Otros menús de pantalla..... | 88 |
| 2.11 | Volver al menú estándar de AutoCAD..... | 88 |

CAPITULO 3**Desarrollo de la aplicación en cuanto a obtención de presupuestos y consideraciones económicas..... 89**

| | | |
|-------|---|-----|
| 3.1 | Creación de una unidad de planta en base a listados de materiales | 93 |
| 3.1.1 | Material | 93 |
| 3.1.2 | Unidades de planta..... | 95 |
| 3.2 | Creación de un análisis de precios unitarios en base a listados de ítems de equipo, mano de obra, transporte y a las unidades de planta | 97 |
| 3.2.1 | Equipo | 98 |
| 3.2.2 | Mano de obra | 99 |
| 3.2.3 | Transporte | 100 |
| 3.2.4 | Análisis de precios unitarios..... | 101 |
| 3.2.5 | Reporte de cantidades | 106 |
| 3.3 | Reporte de cantidades únicamente en base a unidades de planta | 113 |
| 3.4 | Consideraciones económicas..... | 116 |
| 3.4.1 | Variación de precios | 116 |
| 3.4.2 | Tipo de cambio | 117 |
| 3.4.3 | Economía, reducción del proyecto | 117 |

CAPITULO 4**Uso de la aplicación para un proyecto específico 119**

| | | |
|-------|---|-----|
| 4.1 | Elaboración del proyecto | 120 |
| 4.1.1 | Elaboración del proyecto en AutoCAD..... | 120 |
| 4.1.2 | Elaboración del proyecto en el sistema “Cálculo de Proyectos” | 123 |

CAPITULO 5**Conclusiones 126**

| | | |
|-----|------------------------------------|-----|
| 5.1 | Conclusiones | 127 |
| 5.2 | Comentarios y recomendaciones..... | 129 |

BIBLIOGRAFÍA..... 132**ANEXOS TOMO II**

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

| | | |
|------------|---|----|
| Tabla 1.1 | Valoración del número de abonados por edificio de diferentes tipos..... | 18 |
| Tabla 1.2 | Unidades de planta de una red urbana..... | 30 |
| Tabla 1.3 | Ejemplos de material de tipo normal y tropicalizado | 34 |
| Tabla 1.4 | Cables empleados en las redes locales | 35 |
| Tabla 2.1 | Barra de menús de la aplicación para diseño de planta externa..... | 54 |
| Tabla 2.2 | Planos, escalas y tipos de línea según normas de EMETEL | 56 |
| Tabla 2.3 | Ejemplo de la ramificación de un ítem del menú de pantalla..... | 84 |
| Figura 1.1 | Estructura de una red telefónica local de planta externa..... | 8 |

ÍNDICE DE ANEXOS (TOMO II)

- Anexo 2.1 Simbología de planta externa
- Anexo 3.1 Menú Principal, Menú de Unidades de Planta y Menú de Análisis de Precios Unitarios
- Anexo 3.2 Crear Material
- Anexo 3.3 Materiales, Listar por Proveedor
- Anexo 3.4 Crear Unidad de Planta. Pantalla 1 de 2
- Anexo 3.5 Crear Unidad de Planta. Pantalla 2 de 2
- Anexo 3.6 Crear Reporte de Cantidades (BQ)
- Anexo 3.7 Crear Equipo
- Anexo 3.8 Crear Mano de Obra
- Anexo 3.9 Crear Transporte
- Anexo 3.10 Crear Análisis de Precios Unitarios. Pantalla 1 de 6
- Anexo 3.11 Crear Análisis de Precios Unitarios. Pantalla 2 de 6
- Anexo 3.12 Crear Análisis de Precios Unitarios. Pantalla 3 de 6
- Anexo 3.13 Crear Análisis de Precios Unitarios. Pantalla 4 de 6
- Anexo 3.14 Crear Análisis de Precios Unitarios. Pantalla 5 de 6
- Anexo 3.15 Crear Análisis de Precios Unitarios. Pantalla 6 de 6
- Anexo 3.16 Crear Reporte de Cantidades desde AutoCAD. Escoger Archivo de Proyecto
- Anexo 3.17 Crear Reporte de Cantidades
- Anexo 3.18 Actualizar Precios
- Anexo 3.19 Modificar Tipo de Cambio
- Anexo 3.20 Listado de Materiales
- Anexo 3.21 Listado de Unidades de Planta
- Anexo 3.22 Listado de Ítems de Equipo
- Anexo 3.23 Listado de Ítems de Mano de Obra
- Anexo 3.24 Listado de Ítems de Transporte
- Anexo 3.25 Listado de Análisis de Precios Unitarios
- Anexo 3.26 Análisis de Precios Unitarios según formato de EMETEL (Proyecto QUIZAPINCHA)
- Anexo 3.27 Listado de un Reporte de Cantidades
- Anexo 3.28 Explosión de un Reporte de Cantidades
- Anexo 3.29 Explosión de un Reporte de Cantidades (BQ)
- Anexo 4.1 Archivo de Proyecto
- Anexo 4.2 Planos obtenidos mediante el uso de la aplicación

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

Diferentes empresas, entre ellas EMETEL, usan en la actualidad AutoCAD Versión 12 para diseñar sus proyectos de red telefónica de planta externa. No existe una aplicación específica para diseño de planta externa que aproveche las poderosas características de esta plataforma de dibujo.

La elaboración de planos en ciertas etapas es una labor repetitiva que toma mucho tiempo; hay varias fases que se pueden realizar en forma mucho más rápida si se dispone de las herramientas adecuadas. Por otro lado, hasta el momento, la configuración de los parámetros del dibujo debe hacerse en forma manual. A pesar de existir normas específicas establecidas, éstas no consideran todos los parámetros variables al definir un entorno gráfico y esto determina que en la práctica cada diseñador trabaje según su propio criterio. Es posible automatizar gran parte de este trabajo haciéndolo más efectivo en términos de tiempo, y a la vez uniformizar criterios en la elaboración de los planos de red telefónica de planta externa de acuerdo a las exigencias de EMETEL y de la ingeniería moderna.

Finalmente, si se estableciera una relación entre los símbolos dibujados y un sistema de administración de datos se lograría fundamentalmente lo siguiente:

- * La obtención directa de listados de materiales, volúmenes de obra y presupuestos de construcción a partir del dibujo: si cambia el dibujo, cambian dichos elementos en concordancia.
- * Un símbolo dibujado ya no sería solo eso, sino un conjunto dinámico de todos los datos de la unidad de planta que representa.

- * Un sistema tal que permita la manipulación flexible de dichos elementos y de variables de índole económica.

La actual aplicación está destinada a estos fines y viene a ser un medio auxiliar del proyectista, tanto en lo que se refiere al dibujo en AutoCAD de la red en sí, como a la obtención dinámica de presupuestos y manipulación de variables económicas. El desarrollo de la misma estará basado en las normas técnicas de EMETEL para diseño de red telefónica y en criterios generales de índole técnico-económica.

Objetivos

El objetivo general de esta tesis es desarrollar una herramienta para Diseño de Red Telefónica de Planta Externa que permita automatizar y estandarizar las tareas de dibujo y un sistema de administración enlazado con el dibujo que genere volúmenes de obra, listados de materiales, precios unitarios y presupuestos de construcciones de un proyecto, utilizando AutoCAD Versión 12.

La aplicación tendría fundamentalmente las siguientes características:

- * Permitiría la estandarización del diseño de planta externa en cuanto a la creación de planos se refiere, de acuerdo a las normas establecidas por EMETEL: creación automática de capas, manipulación automática de escalas, tamaños de hoja, enmarcados y otras especificaciones comunes a todos los planos de planta externa.
- * Obtendría automáticamente los planos correspondientes a la demanda proyectada por categoría de abonado (residencial, comercial, industrial, etc.), globalmente o para un área parcial del plano, de acuerdo a los planes de desarrollo de EMETEL.

- * Proporcionaría herramientas para la digitalización de mapas, trazado de la lotización, numeración, totalización de abonados, manipulación de entidades enlazadas con unidades de planta y otras.

- * Enlazaría las entidades dibujadas con las unidades de planta correspondientes, haciendo posible obtener directamente listados de materiales, equipos, mano de obra, precios unitarios y presupuestos de construcción. Los cambios que tuvieran que hacerse en el dibujo se reflejarían en las bases de datos enlazadas. Esta interacción entre dibujo y base de datos permitiría además tener entidades dinámicas con datos extendidos, tales como proveedor, fecha de fabricación, fecha de instalación, número de inventario, características técnicas, precios, etc.

- * El sistema de administración de datos permitiría tener una estrecha interrelación entre los diferentes ítems y una gran flexibilidad en la manipulación de variables económicas, constituyendo una gran ayuda en la optimización del proyecto en cuanto a recursos económicos, humanos y de tiempo.

Sinopsis

En el Capítulo 1 se definen los conceptos a utilizar y se presentan los fundamentos del planeamiento de la red telefónica de planta externa.

El Capítulo 2 proporciona una descripción detallada de la aplicación para AutoCAD. Se explica cómo están estructurados, cómo funcionan y para qué sirven los menús, comandos y demás herramientas que se han implementado.

A continuación, el Capítulo 3 describe el uso de la aplicación en cuanto a la generación de presupuestos en base a las unidades de planta del proyecto. Por otra parte, detalla cómo se toma en cuenta las variables económicas.

En el Capítulo 4 se usa la aplicación para la elaboración de un proyecto de diseño de planta externa específico. Como resultado final, se obtienen los respectivos planos, precios unitarios, listados de materiales y presupuestos de construcción.

Finalmente, se presentan conclusiones y recomendaciones.

CAPITULO 1

Planeamiento de la Red Telefónica de Planta Externa

1.1 Introducción

"Planta Externa" es la red de cables telefónicos multipares, tendidos en canalización o en postería, que sirve para enlazar las centrales de conmutación con los abonados o a las centrales entre sí -constituye más del 50% de la inversión que implica la construcción de un sistema telefónico-.

Los costos relativos en las diferentes partes de una planta telefónica urbana están distribuidos aproximadamente de la siguiente forma:

| | |
|--|-----|
| Equipo de central (no se incluyen el terreno y el edificio) | 35% |
| Equipo de abonados | 15% |
| Instalación de red (incluidos circuitos suburbanos y de unión) | 50% |

No se dispone de estadísticas seguras sobre los costos de funcionamiento y mantenimiento de la planta de cables, pero puede presumirse que los porcentajes son todavía mayores. Por lo tanto, resulta importante planear la red de cables o red de planta externa de la mejor manera posible, desde el punto de vista técnico y económico, con el fin de reducir los costos.

1.2 Exigencias principales de una red urbana de planta externa, plan técnico de transmisión

1.2.1 Definición de términos

Una red telefónica de telecomunicaciones está compuesta fundamentalmente por los siguientes elementos:

Repartidor (Main Distribution Frame, M.D.F.).- Es el lugar donde se une la planta externa con la planta interna (central telefónica).

Red primaria.- Es la red que empieza en el repartidor y termina en los armarios. Los cables serán instalados enterrados o en canalización y son de alta capacidad (300 a 1800 pares).

Red secundaria.- Es la red que empieza en los armarios y termina en las cajas de dispersión, a donde están conectados los abonados. Las cajas pueden ser exteriores (en postes y paredes, 10 pares) o interiores (en edificios, pueden tener más de 10 pares). Los cables pueden ser aéreos o instalarse en canalización, en postería o en pared. Las capacidades son de 10 a 300 pares.

Red directa.- Es la red que empieza en el repartidor (por tanto, en forma general se puede decir que es una red primaria) y termina directamente en cajas de dispersión, sin pasar por armarios. Este tipo de red se utiliza en las áreas más cercanas a una central y en pueblos pequeños. Es de hasta 600 pares.

Línea de abonado.- Circuito que conecta al aparato telefónico del abonado a la central local.

Línea troncal.- Circuito que interconecta centrales locales.

Armario (Distribution Frame, D.F.).- Es el punto donde terminan los cables primarios y empiezan los secundarios. En el armario se hacen los puentes para conectar a un abonado a la central. Los armarios tienen capacidad máxima de 500 pares primarios y 700 secundarios, es decir, un total de 1200 pares.

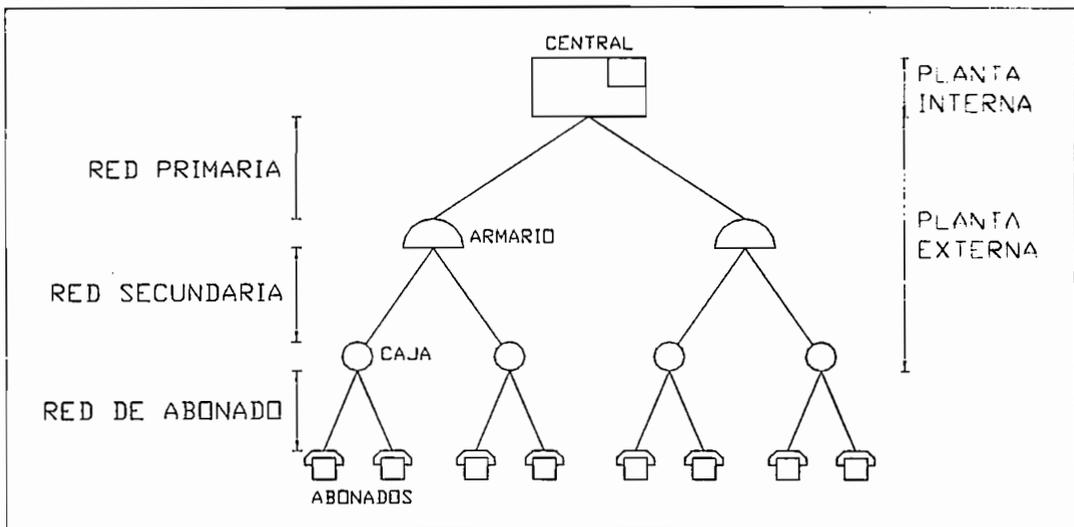
Caja de dispersión.- Es el punto en donde termina la red secundaria y se conecta la línea de abonado; usualmente tiene 10 pares.

Canalización.- Consiste en ductos subterráneos que unen los pozos en donde se instala y empalma los cables primarios y secundarios. La canalización se construye con tubos de PVC (cloruro de polivinilo) y los pozos con bloques de cemento.

1.2.2 Red básica

En la *Figura 1.1* se muestra la estructura jerárquica de una red telefónica local. Los abonados están conectados a las cajas de dispersión, éstas se unen a los armarios por medio de la red secundaria. Los armarios están conectados al repartidor por medio de la red primaria, en donde termina la planta externa y empieza la interna.

Figura 1.1 Estructura de una red telefónica local de planta externa



1.2.3 Exigencias principales de una red urbana de planta externa

La misión de la red de cables es la de establecer comunicación entre dos aparatos cualesquiera de la zona urbana a través de una o más centrales. La instalación ha de

cumplir con ciertas exigencias relativas a los aspectos técnico, estético y, sobre todo, económico.

En una red moderna se exige que al firmarse un contrato lo normal sea que el nuevo abonado tenga su aparato conectado a la misma en un tiempo relativamente corto, por ejemplo, en unas horas o días, por cuya razón se debe proyectar aquélla de forma que siempre haya pares disponibles en los cables y que el trabajo de instalación quede limitado a enlazar el punto de dispersión con el aparato. Con el objeto de que este trabajo no tome mucho tiempo, se debe procurar que las líneas de dispersión sean lo más cortas posible, es decir, que la red esté muy ramificada y tenga un número suficiente de puntos de dispersión. Otro requisito que también se exige de la red es que el número de averías en la misma no sea demasiado elevado. Así pues, si las averías ocurridas en la red y en los aparatos, expresada en averías por aparato y año, se mantienen alrededor de 0.5, puede considerarse que el servicio es aceptable (como límite superior para este valor se suele fijar el de 1.0). Para mantener el número de averías por debajo de dicho nivel, es necesario proyectar la red de forma que se tome en consideración su seguridad en el funcionamiento.

Por otra parte, las exigencias en cuanto a la forma estética de una moderna red telefónica son significativas, aspirándose siempre a que la misma no sea visible, al menos en las partes centrales de la ciudad y en las modernas zonas de viviendas. Esto ha sido logrado en los países que tienen un alto nivel en su servicio telefónico. Los cables son subterráneos o están incorporados en los edificios.

Por último como en el caso de otros servicios públicos, la operación de una red telefónica involucra inversiones a largo plazo considerables. Por tanto, es de particular importancia llevar a cabo el planeamiento del desarrollo futuro, así como estudios económicos antes de tomar decisiones. De otra forma, las malas inversiones pueden conducir a grandes pérdidas financieras. Siendo así, es preciso disponer de un sistema que permita de una forma versátil el cálculo del costo total o

por rubros de un proyecto de construcción de red telefónica. Este debe ser tal que se adapte a las variaciones de precios de los materiales y costos de construcción involucrados, es decir, cuyo costo total esté en función de estas variables. Además, debe tomar en cuenta aspectos tales como el costo de la reposición de los elementos deteriorados de la red, los costos de mantenimiento, la devaluación de la moneda y los cambios en las tasas de interés, etc.

1.2.4 Plan de transmisión

Para obtener una calidad de transmisión global adecuada, los circuitos utilizados en las diferentes partes de la red deben satisfacer ciertos requerimientos. El planeamiento de la red debe comprender la determinación de los tipos de circuitos más económicos que satisfagan estas exigencias.

De acuerdo a la recomendación G 121 del CCITT, los equivalentes de referencia nominales máximos para la parte nacional de la conexión son:

- SRE de envío = 21 dB
- RRE de recepción = 12 dB

Cada administración telefónica maneja estos parámetros de una forma diferente. Sin embargo, en forma general se puede asumir que las pérdidas a partir del centro de conmutación primario (al cual están conectadas las centrales locales) hasta la central internacional son de hasta 3,5 dB, tanto para el envío como para la recepción, de modo que los equivalentes máximos de referencia locales (desde el aparato telefónico hasta el centro de conmutación primario) son los siguientes:

- SRE local de envío = 17.5 dB
- RRE local de recepción = 8.5 dB

Desde el punto de vista económico, estos equivalentes de referencia para la red local deben dividirse entre la red de abonado y los circuitos de unión al centro primario de tal manera que los costos totales sean lo más bajos posible. Teniendo esto en cuenta, para establecer un plan de transmisión para la red local se requiere ciertas informaciones específicas tales como la distribución par-km en la red de abonados, distancias intercentrales, número de circuitos de unión, costos por par-km para los diferentes diámetros de cables y otras. El resultado de este estudio, sin embargo, debe ser usado con mucho cuidado y sirve solamente como una guía general, puesto que los desarrollos futuros no se pueden predecir con exactitud. Por tanto, para evitar difíciles cálculos técnicos y económicos, los proyectistas suelen más bien mantenerse dentro de márgenes de seguridad generales. En el análisis de lo referente al proceso de dibujo de la red y posterior obtención de presupuestos y tiempos de instalación en base al mismo, se asume que el proyectista está al corriente de estos aspectos y satisface debidamente los requerimientos descritos.

1.3 Investigaciones preliminares, planos

1.3.1 Investigaciones preliminares

Antes de comenzar a desarrollar los trabajos, el proyectista debe estar familiarizado con la zona, su planificación, su edificación, tendencias de desarrollo, etc. Para obtener este conocimiento debe estudiar las distintas partes de la ciudad y adquirir así una idea exacta de su carácter; además, debe ponerse en contacto con las oficinas de planificación de la ciudad, con ingenieros municipales, con empresas que exploten las nuevas zonas de viviendas, etc.

Debe poseer adicionalmente toda la información en cuanto a planos existentes de planimetría, red primaria, secundaria, lotización y canalización, y el registro de líneas existentes en la zona de estudio. Si no existen estos planos, el proyectista tiene

que conseguir al menos la planimetría de la zona en cuestión o elaborar él mismo este plano en la escala apropiada.

1.3.2 Mapas o planos que se necesita obtener

A continuación se describen las características de los planos de planta externa de acuerdo con las normas de EMETEL.

1.3.2.1 Plano de planimetría

Para la ejecución del proyecto es necesario que exista un buen mapa que sea fiel reflejo de la planificación de la ciudad, y cuya escala sea correcta. Por otra parte, el mapa debe estar tan detallado, que permita dibujar en él con pormenores la red secundaria; la escala debe ser preferentemente la de 1:2500. Si los mapas disponibles están hechos a una escala menor, se deben ampliar entonces los mismos a la escala base, siendo de especial importancia el controlar la escala durante esta operación. Se recomienda no utilizar mapas con escalas menores a 1:5000 ya que no se ven los detalles con suficiente precisión.

Para el proyecto de un pequeña ciudad, basta generalmente con un solo mapa a escala 1:2500 en el que se dibujan no sólo la canalización sino también la red de cables. Para las grandes ciudades, en donde la red comprende varias centrales, se debe tener además un mapa general a escala 1:10000-1:30000.

Un buen mapa facilita siempre la elaboración del proyecto. Dado que la mayoría del material necesario se obtiene mediante medidas efectuadas sobre el mapa, la medida en que las cantidades de material calculadas se ajusten en más o en menos a la necesidad real depende de que el mapa sea o no correcto. Si no se toma en cuenta este principio, a menudo resulta que el material especificado no es suficiente y se da lugar, por tanto, a pedidos suplementarios, demoras y con ello mayores gastos.

Las líneas de planimetría deben ser de 0.35 mm. Cada hoja debe poseer un símbolo de orientación (Norte). Ver el plano “Central Quizapincha, Planimetría” en el *Anexo 4.2*.

1.3.2.2 Plano de lotización

Consiste en la planimetría del plano anterior completada con la lotización, la numeración municipal, las cajas de dispersión y el armario, todos con su nomenclatura correspondiente. Se dibuja a la misma escala que el plano de red secundaria. El grosor de las líneas divisoras de lotes debe ser 0.25 mm. La numeración municipal se escribe en cifras de 2 mm de altura. Ver el plano “Central Quizapincha, Lotización” en el *Anexo 4.2*.

1.3.2.3 Planos de censo

Son planos iguales al anterior pero complementados con la ubicación de los abonados al tiempo 0, 5, 10 o X años. En estos planos debe constar la suma de los abonados en cada manzana (ver *numeral 5.4*). Debe ser posible diferenciar la información de abonados por categorías. El número de abonados equivale al número de pares de telecomunicación requeridos. Ver los planos “Central Quizapincha, Censo 00”, “Central Quizapincha, Pronóstico 05” y “Central Quizapincha, Pronóstico 10” en el *Anexo 4.2*.

1.3.2.4 Plano de red secundaria

Se dibuja un plano para cada distrito en escala 1:500, 1:1000 o 1:2500. El plano contiene la planimetría, la red secundaria existente y la proyectada. Muestra la localización, capacidad y numeración de los armarios de distribución y cajas terminales en el armario. Aparece también la numeración de las cajas terminales; se indica la capacidad de las mismas solo si es para más de 10 pares.

Constan además las rutas de cables secundarios indicadas por una línea, que puede representar uno o más cables, dibujada con pluma 0.35 - 0.40 mm. La capacidad de cada cable y su longitud en metros deben ir indicadas en sus partes superior e inferior respectivamente. Ver el plano "Central Quizapincha, Red Secundaria Distritos 01 y 02" en el *Anexo 4.2*.

Asimismo, se dibujan postes y retenidas y los números de los distritos contiguos. En áreas pequeñas de pocos distritos la red secundaria completa puede dibujarse en un solo plano. Para áreas más grandes se puede ocasionalmente dibujar dos o más distritos adyacentes no muy grandes en el mismo plano.

Las tierras en armarios, por pertenecer a la red primaria, no se deben especificar ni en los planos ni en las listas de materiales de red secundaria.

1.3.2.5 Plano de canalización

Es dibujado a la misma escala que la red secundaria. Este plano contiene la planimetría, la canalización y las subidas existentes y proyectadas en el distrito. El distrito debe tener sus límites dibujados y los distritos adyacentes deben estar identificados..

Este plano incluye la información de la localización del edificio de la central telefónica, rutas de canalización, pozos de revisión, subidas y armarios de distribución. Constan además el número de ductos en la canalización, indicado en cada sección de pozo de revisión, y las distancias entre pozos de revisión, contadas a partir del centro de la tapa del pozo, además de las distancias desde los pozos a los armarios de distribución y subidas. Estas distancias deben aproximarse a una precisión de 0.1 m. Debe dibujarse la numeración de los armarios de distribución y

su capacidad. Ver el plano “Central Quizapincha, Canalización” en el *Anexo 4.2*.

En ciertos casos especiales se realizan dibujos detallados de rutas especiales a escalas más pequeñas. Dichos dibujos se hacen solo para rutas de gran importancia, o si el plano de canalización principal no proporciona el espacio suficiente, o si es necesario indicar otras construcciones subterráneas. Incluyen la localización exacta de la canalización telefónica y la situación exacta de las mencionadas construcciones subterráneas.

1.3.2.6 Planos de red primaria

Por cada ruta de cables primarios habrá los siguientes planos:

- Enrutamiento y límites de distritos
- Red primaria

Plano de enrutamiento y límites de distritos

Se dibuja en la escala más conveniente de acuerdo a las necesidades específicas, variando entre los valores 1:5000, 1:4000, 1:2500, 1:2000, 1:1000 o 1:500.

En este plano constan la planimetría y los armarios. Describe el avance del cable y regletas desde el repartidor hasta alimentar cada uno de los distritos. Debe constar el área de cobertura de éstos, las capacidades y nomenclatura. Ver el plano “Central Quizapincha, Enrutamiento y Límite de Distritos” en el *Anexo 4.2*.

Plano de red primaria

Se prepara uno por cada área de central. El plano debe mostrar la localización

aproximada de la central, los armarios de distribución y otros puntos de referencia. A pesar de ser esquemático, el plano debe seguir las condiciones geográficas lo suficientemente cerca como para permitir que se reconozcan los sitios.

Cada cable primario está representado por una línea con el número de pares y la numeración, cables muertos y reserva. Esta línea se dibuja con pluma 0.35 - 0.4 mm. El método de construcción está indicado por el tipo de línea respectivo.

Se indican las distancias entre puntos de referencia, número de ductos en los conduits, nombre de las calles por donde pase el cable, numeración y capacidad primaria y secundaria de los armarios de distribución.

Se presenta un plano esquemático de cada repartidor, mostrando su capacidad y utilización, numeración de unidades de 50 y 100 pares, el armario de distribución o las cajas de distribución a los cuales está conectada cada unidad.

La red primaria se diseña con cables de diámetro 0.4 mm, salvo que los cálculos y criterios técnicos del proyectista determinen la necesidad de usar diámetros mayores. Ver el plano "Central Quizapincha, Red Primaria" en el *Anexo 4.2*.

1.3.2.7 Esquema de empalmes

Se dibuja un esquema de empalmes por cada distrito en donde se lo necesite. Si los distritos son pequeños, se pueden dibujar dos en un mismo plano. Normalmente, el esquema de empalmes está conformado por los distritos que contienen tanto red existente como red proyectada. Es dibujado sin escala, en forma esquemática.

Las tierras de red secundaria se deben dibujar tanto en los esquemas de empalme como en los planos de red secundaria. Ver los planos "Central Quizapincha, Red

Secundaria Distrito 01, Esquema de Empalmes” y “Central Quizapincha, Red Secundaria Distrito 02, Esquema de Empalmes” en el *Anexo 4.2*.

1.4 Pronóstico de abonados

1.4.1 La importancia de los pronósticos

El éxito en el desarrollo de una administración telefónica depende en gran medida de los pronósticos sobre lo que va a ocurrir en el futuro. Es esencial tener una idea lo más pronto posible del número de centrales que serán necesarias y de dónde van a estar situadas. No es necesario instalar todas las centrales desde el principio, pero cuando se planean las canalizaciones, los cables secundarios y los cables primarios, resulta muy valioso saber la situación probable de la futura central.

Debido a que todas las estimaciones hasta cierto punto son suposiciones, resulta necesario recalcular los pronósticos con frecuencia para mantenerlos lo más al día que sea posible, actualizando a la vez en forma continua los planos correspondientes. Un proyecto que no esté basado en un pronóstico relativamente bueno no dará nunca un resultado satisfactorio aunque se dedique gran trabajo al proyecto en sí.

1.4.2 Diferentes tipos de pronósticos, tasa de crecimiento anual

1.4.2.1 Pronóstico a corto plazo, categorías y valoración

Por pronóstico a corto plazo se entiende una investigación detallada de los posibles abonados en edificios ya existentes o en construcción, o cuya construcción ha sido definitivamente decidida. A esto se le denomina cálculo de abonados y da el número de abonados "actuales" o número inicial para el planeamiento. El plano que contiene estos datos es el plano de censo de abonados.

El censo se hace mediante inspección visual en el caso de unidades habitacionales (abonados residenciales), y mediante una investigación de campo y de las fuentes de EMETEL, en el caso de los abonados de categorías comercial, industrial y otras. Las principales categorías de abonados se definen como sigue:

Residencial.- Corresponde a casas, departamentos o unidades habitacionales que alberguen una familia. Se debe anotar como se valúa cada casa: 1 abonado, 0.5 abonados u otro valor, dependiendo de la categoría de la construcción.

Comercial.- Corresponde a aquellos abonados que producen flujo de mercancías o de servicios. Las unidades pequeñas se valoran como 1 abonado por unidad comercial. En caso de que se trate de grandes establecimientos, se debe investigar cada caso particular.

Industrial.- Corresponde a los abonados que producen bienes de consumo. Las unidades pequeñas, tales como talleres, se valoran como 1 abonado por unidad. Las grandes industrias deben ser investigadas en forma individual.

Bancos. Hospitales. Instituciones. etc.- Se debe investigar en cada caso particular para conocer a cuántos abonados corresponden.

Un ejemplo del número de abonados se muestra en la *Tabla 1.1*. El ejemplo es aplicable para un país en desarrollo con 4-8 abonados por 100 habitantes.

Tabla 1.1 Valoración del número de abonados por edificio de diferentes tipos

| Tipo de edificio | Número de abonados |
|--|--------------------|
| Edificios oficiales y de oficinas, bancos, compañías de seguros, grandes hoteles, clubes, restaurantes grandes, hospitales, grandes casas comerciales. | Investigar |
| Pequeños hoteles, restaurantes, establecimientos de productos alimenticios, pensiones | 1-2 |

| Tipo de edificio | Número de abonados |
|--|--------------------|
| Farmacias, consultorios médicos, oficinas de abogado, etc. | 1-1.5 |
| Establecimientos de venta al por menor | 0.5-1 |
| Grandes fábricas | Investigar |
| Pequeñas fábricas, talleres | 0.5-1.5 |
| Cines, estaciones de gasolina | 1-2 |
| Casas particulares de clase acomodada | 1 |
| Casas particulares de clase menos acomodada | 0.3-0.5 |
| Hileras de casas familiares | 0.3/apartamento |
| Apartamentos de primera categoría | 0.5-1/apartamento |
| Apartamentos de inferior categoría | 0.2/apartamento |

Para determinar el tamaño, la situación y los límites de las centrales, así como el número de circuitos suburbanos y de circuitos de enlace, resulta necesario hacer una estimación no solamente del número de abonados y de su distribución geográfica, sino también del tráfico entre las centrales. Debido a que el tráfico depende de la categoría de los abonados, los pronósticos deberán también hacer una distinción entre las mencionadas categorías, tal como se hace al estimar el número de abonados “actuales”.

El resultado del cálculo de abonados se marca en un plano generalmente de escala 1:2500, en el que se señalan los mismos mediante una letra, que indica la categoría del abonado, y de un número que la acompaña, que representa el número total de abonados por edificio o por lote.

Los pronósticos a corto plazo toman en consideración únicamente la demanda inmediata y la que respecta a un futuro próximo; generalmente se obtiene el pronóstico para un periodo de 5 años. El plan a corto plazo es por lo general un factor decisivo en el planeamiento y debe estar de acuerdo siempre con el plan de desarrollo. Deberá ser puesto al día cada año.

1.4.2.2 Pronósticos a largo plazo

El objetivo de los pronósticos a largo plazo es obtener un plan de desarrollo (plan piloto) para las actividades futuras. Sin un plan de este tipo, la administración tendría que tomar decisiones sin fundamento, las cuales en el futuro podrían causar serios inconvenientes tanto técnicos como económicos. Un plan de desarrollo para todo el sistema telefónico resulta también necesario para la coordinación de las diferentes partes del sistema. Los pronósticos a largo plazo suelen obtenerse para 15, 20 y hasta 25 años.

1.4.2.3 Pronóstico de término medio

El pronóstico a largo plazo nos da informaciones sobre el futuro, pero el resultado suele ser aproximado y debe considerarse como una cifra total correspondiente a una zona extensa. Para obtener una base buena para el planeamiento puede ser conveniente hacer pronósticos de término medio generalmente abarcando un período de 5-10 años. La finalidad de ello es tener una idea más precisa del crecimiento del número de abonados en zonas específicas y prever cualquier cambio en la estructuración de la misma en cuanto a sus edificaciones (también se lo denomina "pronóstico de edificación").

El pronóstico de edificación permite tener una base para el plan de provisión indicando en términos generales como va a crecer la planta telefónica y como debería ser ampliada durante el tiempo sujeto al planeamiento. Un plan de provisión que se revisa a medida que las condiciones van cambiando resulta muy valioso como guía para las expansiones del futuro.

1.4.2.4 Tasa de crecimiento anual (“*i*”)

Una vez hecho el cálculo de abonados actuales, es preciso estimar el porcentaje probable de crecimiento de abonados con los cuales se afectarán estos datos. Se trata de obtener una tasa de crecimiento anual que pueda ser aplicado a los datos del censo de abonados actuales, obteniéndose así planos que contengan el número de abonados que se espera existan al cabo de un periodo determinado de años y su distribución topográfica. Este valor suele simbolizarse con la letra “*i*”. La fórmula a aplicarse es la siguiente:

$$N_f = N_i \times (1 + i)^n \quad (\text{ecuación 1.1})$$

donde: N_f = Número de abonados final o pronosticado

N_i = Número de abonados inicial o actual

i = Tasa de crecimiento anual

n = Número de años

Los valores de “*i*” vigentes al cabo de 5, 10 o más años se pueden obtener con la ayuda de los pronósticos efectuados por las autoridades municipales, con las cifras facilitadas por las empresas privadas de construcción y con los pronósticos basados en la tendencia general de desarrollo.

También puede obtenerse ayuda de las estadísticas telefónicas oficiales, las cuales indican la densidad de abonados en las poblaciones en diferentes países de diferentes extensiones y de diferentes características. Estas estadísticas oficiales deberán ser empleadas junto con estadísticas más detalladas de países vecinos o similares donde las condiciones telefónicas sean similares. En el caso del Ecuador, esto significaría comparar con países como Perú o Colombia, en donde las condiciones de desarrollo económico son similares.

Al valorar los resultados, hay que tener en cuenta que en los países que se encuentran en un proceso de expansión rápida, como por ejemplo en América Latina, es normal un aumento en el número de abonados del 7-8% anual (significando el doble de abonados en un período de aproximadamente 10 años).

1.4.2.5 Pronóstico total y detallado

Un pronóstico total está basado en el número total de abonados dentro de un país, una ciudad o una zona central sin tomar en consideración la situación exacta de cada abonado. Un planeamiento a largo plazo debe estar basado en los pronósticos totales, puesto que resulta inútil cualquier intento de determinar la localización detallada de los abonados que van a ser conectados al sistema después de 15-20 años. Es necesario, sin embargo, obtener los totales de abonados por categoría, tanto del plano completo, como de los diferentes sectores de proyección en que sea necesario dividirlo, en base a los cuales obtener el pronóstico aplicando los porcentajes de crecimiento respectivos. Por “sector de pronóstico” se entiende una zona en la cual los abonados crecen en un porcentaje determinado, diferente al que se aplicaría en los sectores vecinos.

Por otra parte, el pronóstico detallado tiene como principal objetivo la localización exacta de los abonados. Para la elaboración de un plan a corto plazo deberá emplearse un pronóstico detallado; es evidente que cuanto más corto sea el término, más detallado será el pronóstico. Al realizar un pronóstico detallado, como en el caso anterior, es posible que se tenga que dividir el plano en varios sectores de proyección, en los cuales se apliquen porcentajes de crecimiento diferentes. Es necesario, por tanto, que exista la posibilidad de delimitar sectores y dentro de cada uno de ellos manipular los números que representan las cantidades y localizaciones de los abonados en forma independiente del resto de sectores y haciendo distinción de sus categorías.

1.5 Determinación del número, ubicación y límites de las centrales según el método de Yngve Rapp

Con pocas centrales las áreas de central resultan grandes y los costos de las redes de abonados crecen. El costo de los sitios, edificio, equipo básico de conmutación y red troncal es comparativamente bajo. Cuando aumenta el número de centrales el costo de este último rubro aumenta, en tanto que el de la red de abonados disminuye. Hay un punto en donde la suma de los costos de redes de abonado, centrales y red troncal tiene un mínimo.

Si existen ya centrales instaladas, la introducción de nuevos sistemas de conmutación y el aumento de abonados da lugar a varias inquietudes: si se debe o no mover las centrales existentes, cuántas de ellas deben eliminarse, cuántas añadirse y en dónde resulta el sitio más económico para hacerlo.

1.5.1. Áreas de red monocéntrica

Cuando el número de abonados y el tamaño de la zona local, son tales, que una sola central representa la mejor solución, el problema queda limitado a la situación de la central. Esta situación debe ser determinada tomando como base que la suma de las distancias a todos los abonados debe ser lo más pequeña posible. Esto se lleva a cabo de la siguiente manera:

En un mapa sobre el que se haya llevado el resultado del cálculo de abonados, por ejemplo en forma de número de abonados o cuadra de casas, (*ver numeral 1.4.2.1*), se determina la posición de dos ejes perpendiculares de manera que quede a ambos lados de cada uno de los ejes un número igual de abonados "actuales". La intersección entre los ejes constituye el centro "presente" de los abonados.

Para determinar la situación óptima de la central, el procedimiento arriba mencionado deberá ser repetido, pero ahora se tomará como base la distribución de los abonados después de un período de 10 años, según el pronóstico de edificación. La situación del centro futuro indica la dirección en la cual se va desplazando la ciudad. La central deberá colocarse en un lugar que coincida con la línea que une los dos centros.

La situación final de la central depende también de otros factores tales como: la topografía, el empleo de un edificio existente, o la posibilidad de adquirir un terreno para un nuevo edificio a un precio razonable, de acuerdo con una línea de planeamiento sana, etc. La desviación resultante a partir del centro calculado de los abonados, puede ser considerable. Si han de tenerse en cuenta varias alternativas, deberá calcularse el incremento de costos de la red de cables debido a la desviación, con respecto al lugar ideal, efectuándose una comparación que revele los ahorros obtenidos en otros sumados con el fin de obtener una solución económica satisfactoria.

1.5.2 Áreas de red policéntrica

Si el tamaño de la zona local indica que se necesitan varias centrales, el centro de los abonados deberá ser determinado tal como se describe en 1.5.1, únicamente si los abonados están distribuidos de una manera bastante uniforme por toda la zonas. En este caso debería emplazarse una central principal en el punto central, con varias sub-centrales agrupadas alrededor.

Si hay una pronunciada concentración de abonados, en el centro comercial, la central principal debería estar situada en el centro de esta zona, independientemente de si este centro es el centro de la zona total o no.

Si la ciudad tuviese dos o más concentraciones de abonados, con zonas menos habitadas en medio de ellas, entonces se dividirá la ciudad en un número igual de partes con sus límites coincidiendo en las zonas menos habitadas. El centro de la red deberá ser entonces decidido de forma separada para cada zona, y la central principal deberá estar situada en el centro de la zona más importante.

Esta determinación preliminar de la situación de las centrales da solamente una idea muy aproximada sobre la solución del problema. Esto es muy intrincado y no solamente comprender la situación de las centrales, sino también de los límites de las zonas de centrales, el número de abonados en cada zona y los cables de enlace entre las centrales.

Debido a que el número de centrales y su situación y límites afectan a la red de cables de abonado, todas estas cuestiones deben ser estudiadas simultáneamente para obtener la mejor solución económica. El número de centrales debe ser el resultado de una comparación económica. Se asumen varias posibilidades con referencia al número de centrales. Para cada número se determinan las localizaciones y límites de las centrales y se determina el costo de la red de abonados. A este costo se añade el de los sitios, edificios, equipo de conmutación y red troncal.

El número de centrales que de acuerdo a este método de comparación dé el costo más bajo no es siempre la mejor solución. Se deben evitar tanto como se pueda todas aquellas configuraciones que comprendan una o más áreas estrechas y alargadas. Los pronósticos son siempre imprecisos en mayor o menor grado y si se da un crecimiento de abonados lejos de la central esto podría dar lugar a elevados costos de expansión de la red primaria. La curva de costos en función del número de abonados en general muestra una parte plana en el mínimo, de modo que se puede encontrar una solución conveniente cerca del mínimo teórico. Finalmente, esta curva de costo es en general más plana cuando el número de centrales crece

que cuando decrece y, por tanto, es preferible escoger demasiadas centrales que demasiado pocas. Esto implica que, estando los cálculos basados en el aumento de abonados, se debe dar más peso a los resultados del estudio que haya dado el mayor incremento de abonados.

La localización y los límites se determinan por medio de un proceso interactivo. Se empieza ubicando al azar las localizaciones de las centrales y los correspondientes límites. Estos límites se usan para determinar la localización de las nuevas centrales. Estas nuevas localizaciones se usan para obtener nuevos límites, y así sucesivamente. La localización y límites así obtenidos deben ajustarse en relación a la topografía y a la planta externa existente. Los límites más adecuados son normalmente naturales, como por ejemplo un río o una carretera y se deben considerar al tomar una decisión.

Sean cuales fueren las decisiones finales por las que ha optado el proyectista, el posterior análisis de los procesos de dibujo de la red y obtención de presupuestos de construcción y tiempos de instalación de la misma asume que los parámetros descritos están ya claramente definidos.

1.6 Sistema de distribución, método de construcción, costo total del proyecto

Antes de comenzar el planeamiento in situ, deberán ser determinados los siguientes puntos:

- a. Sistema de distribución
- b. Método de construcción
- c. Costo total del proyecto

1.6.1 Sistema de distribución

La elección se encuentra entre el sistema simple original de distribución NAB 10 ó una variante del mismo, por ejemplo el sistema con armarios de igualación NAB 11, el sistema de distribución con carga básica conectada directamente NAB 12, o una combinación de ellos.

El sistema NAB 10 es el más simple de ellos. Es más simple de planear, de construir y de mantener, pero es un poco más caro. No obstante, los costos adicionales no son muy grandes, de modo que el sistema NAB 10 es el que se recomienda normalmente. Si el personal operativo puede encargarse de un sistema más complicado, puede optarse por el sistema NAB 11 ó - en circunstancias especiales - por el sistema NAB 12. El sistema NAB 11 resulta adecuado, desde el punto de vista económico, solamente para redes grandes de, por ejemplo, 5000 líneas.

1.6.2 Método de construcción

Podrán emplearse los siguientes métodos:

- a. Cable en canalización
- b. Cable enterrado
- c. Cable aéreo sobre postes
- d. Cable instalado sobre o dentro de los edificios

El cable en canalización es el método más usual. Con el fin de evitar una excavación frecuente en la calle, resulta necesario instalar ya en una fase temprana un sistema de canalizaciones subterráneas, el cual puede permitir la inserción simple y rápida de los cables a medida que la planta de cables crece. El sistema estándar de canalización consta de bloques de hormigón de 1 m con 1,2,3 ó 4

conductos de 90-100 mm, hechos in situ. Los bloques se unen entre sí formando tramos de 80-100 m los cuales son conectados entre sí por medio de pozos de canalización.

Recientemente, el empleo de tubos de plástico se ha hecho cada vez más común. Sus principales ventajas son: poco peso, estanqueidad al agua, buena protección de los cables contra la corrosión, superficie interior lisa (poca fricción al pasar el cable). Pero son caros, ya que las paredes tienen que ser bastante gruesas.

El cable enterrado tiene, por lo general, algún tipo de armadura para quedar protegido contra los daños mecánicos. El cable es colocado en una zanja, cavada de antemano y llenada con la tierra excavada, o bien es enterrado en una sola operación. El método de enterrado directo es preferible cuando la cantidad de trabajo compense una inversión bastante grande en una máquina para enterrar cable, cuando se dispone de mano de obra adecuada para el funcionamiento y mantenimiento de la máquina, y cuando el suelo y las condiciones locales (presencia de cables, acueductos, etc.) sean adecuadas para el empleo de este sistema. Este método casi nunca puede emplearse en una zona urbana.

El cable aéreo sobre postes es suspendido en postes de madera impregnada, de acero o de hormigón. El método de suspensión consistía hace poco en sujetar el cable a un cable de suspensión fijado de antemano en los postes por medio de suspensores o por método de tendido de cables aéreos con la máquina ligadora. En la actualidad se emplea con más frecuencia el cable de plástico autosuspendido, por lo menos cuando se trata de cables hasta de 100-150 pares. Este cable tiene un cable de suspensión incluido dentro de la cubierta de plástico y descansa sobre los postes por medio de fijaciones especiales. En la actualidad solamente se emplean los cables normales con cable separado de suspensión en casos especiales.

El cable instalado sobre o dentro de los edificios es el que presenta las condiciones más económicas de montaje, debido a que ya existe la base sobre la que se ha de tender el mismo. Anteriormente se solían instalar los cables por la parte exterior de los edificios, o sea clavándolos o suspendiéndolos de un cable de suspensión, estando naturalmente expuestos a los daños mecánicos. La tendencia actual es la de colocar los cables dentro del edificio. Esto supone una técnica diferente y más especializada que la de colocar el cable al exterior, y una cooperación más cercana con los arquitectos y los constructores de obras.

Para ello es necesario incorporar en el edificio un sistema considerable y ramificado de tubos o canales con las correspondientes cajas terminales, lo cual puede resultar bastante costoso. No obstante, este costo adicional se amortiza por sí mismo, ya que la instalación de los cables y de las líneas de abonado se puede hacer de un modo más económico, y sobre todo, porque prácticamente no requieren mantenimiento alguno. Al escoger entre estas diversas formas de instalación se ha de tener en cuenta la economía, el servicio y la estética.

1.6.3 Cálculo del costo total del proyecto en base a unidades de planta y análisis de precios unitarios

1.6.3.1 Unidades de planta

Tomando en cuenta que uno de los aspectos más importantes en el planeamiento de la red telefónica es el económico (ver *numeral 1.2.3*), con el fin de poder realizar los cálculos del costo total de la red, se utiliza un método que consiste en fraccionarla en partes o fragmentos que se denominan unidades de planta. Una unidad de planta la constituye, por ejemplo, la instalación de un cable aéreo de un determinado número de metros de largo, la cual está compuesta por el cable, materiales de sujeción, materiales de empalme, etc.

Este sistema es muy conveniente en el aspecto económico, puesto que permite tener un costo total que varía dinámicamente en función de los costos de cada unidad de planta, en donde a su vez se consideran factores tales como la duración de los materiales, el costo de instalación, el tipo de interés, etc. A la vez, permite que se consideren los costos futuros y no sólo el costo de la construcción inicial, el de sustitución del material envejecido y los costos de mantenimiento. Por otra parte, la división de la red en unidades de planta resulta útil para efectuar las comparaciones económicas entre diferentes métodos de construcción.

Una vez especificado el material que debe estar incluido en cada unidad de planta, se puede obtener el precio de la misma. Si además se indica el tiempo, requerido para instalar la unidad de planta, en horas de mano de obra especializada y en horas en mano de obra común, se tienen los datos necesarios para calcular el costo de la unidad completamente instalada. En la *Tabla 1.2* aparece una lista resumida de las unidades de planta fundamentales de una red urbana de planta externa.

Tabla 1.2 Unidades de planta de una red urbana

| Unidad de planta | Unidad |
|--|--------|
| Canalización | |
| Canalización instalada en 1,2 ó más conductos, excluidos los pozos de canalización | u |
| Pozos de canalización de distintos tamaños incluidos los marcos y tapas | u |
| Subidas | u |
| Postería | |
| Postes de distinto material y longitud | u |
| Red de cables | |
| Cable de distintas clases, instalado de diferentes formas y con diámetro de conductor y número de pares variable | m |
| Empalmes instalados de diferentes formas y de diferentes capacidades | u |
| Armarios de distribución | u |
| Regletas terminales de conexión y de protección | u |
| Bloques de conexión | u |
| Cajas de dispersión | u |
| Retenidas para cable | u |
| Tierras para armarios | u |
| Sujetacables, herrajes, anillos, cruces americanos y ganchos | u |
| Otros | |
| Reposición de adoquín, asfalto, baldosa, césped y empedrado | m2 |
| Losas de piso, losas cubiertas | m3 |
| Mampostería | m2 |
| Material de grava, arena, piedras | m3 |

1.6.3.2 Análisis de precios unitarios

Según se dijo en el numeral anterior, una vez especificado el material que debe estar incluido en cada unidad de planta, si además se indica el tiempo requerido para instalar la unidad de planta en horas de mano de obra y el costo de la utilización del equipo necesario para llevarlo a cabo, se tienen los datos necesarios para calcular el costo de la unidad completamente instalada. En el análisis de precios unitarios se detallan dichos costos de instalación en el costo de mano de obra, equipo y transporte. Del mismo modo que para las unidades de planta se tiene el costo detallado del material empleado por unidad, en el reporte de cantidades existe el costo unitario de la utilización de cada uno de los equipos empleados, el costo por unidad de la mano de obra de cada tipo específico y el costo unitario de transporte.

Se puede crear una unidad de planta solo con materiales y más tarde completarla en el reporte de precios unitarios obteniéndose en este último el costo total de la unidad instalada.

El análisis de precios unitarios constituye una extensión necesaria de las unidades de planta. A más de permitir el análisis detallado del costo de instalación de cada una de ellas, existen trabajos de planta externa que requieren únicamente trabajo humano y la utilización de ciertos equipos, sin que se requiera ningún tipo de materiales. Estas tareas unitarias no pueden analizarse económicamente sino mediante la aplicación de este concepto. Como ejemplos pueden citarse las labores de desmontaje de cable o de rotura de pisos. Por tanto, existe un reporte de precios unitarios por cada unidad de planta, a más de aquéllos que consisten solamente en la utilización de equipo y mano de obra.

1.6.3.2.1 Rendimiento

El rendimiento se aplica a la utilización de equipos y mano de obra. Se refiere al número de unidades que se pueden instalar en el lapso de una hora. Si se obtiene la suma de los costos unitarios de equipo y mano de obra se obtendrá el denominado "costo horario total". Si este valor se divide por el rendimiento, se obtiene lo que EMETEL denomina "costo unitario sin material ni transporte". Si a este valor se suma el costo de los materiales empleados y el de transporte, se tiene finalmente el costo total de la unidad instalada.

1.6.4 Reportes de cantidades

El reporte de cantidades constituye el compendio del proyecto. Comprende todos aquellos análisis de precios unitarios (unidades de planta) que se deban utilizar para llevar a cabo un proyecto de instalación de red telefónica de planta externa específico, considerando la cantidad que se necesite de cada uno de ellos. El reporte de cantidades es, por tanto, el resumen general de todos los costos involucrados en la realización del proyecto.

1.6.4.1 Costos directos e indirectos

El costo directo es el resultado de sumar los costos de la utilización de equipos, mano de obra, materiales y transporte empleados en la realización del proyecto.

El costo indirecto es dicho costo directo sumado un porcentaje, que se aplica con el propósito de cubrir aquellos gastos debidos a acontecimientos fortuitos o imprevistos. En este porcentaje se puede incluir parte de la utilidad que la empresa constructora espera obtener.

El porcentaje de costos indirectos se aplica en forma global a todos los reportes de precios unitarios que formen parte del proyecto. Es un valor cuyo uso es sumamente delicado, puesto que afecta directamente al precio global de la oferta de construcción. El proyectista debe determinarlo a partir de un minucioso análisis económico llevado a cabo más que nada en base a la experiencia adquirida.

1.6.4.2 Resultados

El reporte de cantidades permite en forma general, la obtención de las cantidades y costos totales de cada material empleado, las cantidades y costos totales de la utilización de cada uno de los equipos, la cantidad total de horas-hombre de mano de obra necesaria para el proyecto, costo directo total, costo indirecto total, costo total sin considerar ni material ni transporte y finalmente el valor total del proyecto.

1.6.5 Materiales

Puesto que constituyen el fundamento de la unidades de planta, los costos de los materiales a utilizarse constituyen la base para el cálculo de precios de un proyecto de planta externa. Es conveniente, por tanto, revisar en forma breve los diferentes materiales que se utilizan en planta externa y los diferentes criterios para su aplicación.

1.6.5.1 Tipo normal o tropicalizado

Al igual que en otros sectores, existe la tendencia de que el material esté normalizado. De este modo se puede reducir el número de tipos, hacer mayores las series de producción y obtener precios más bajos.

La normalización debería hacerse para las condiciones climáticas más rigurosas, pero como condiciones climatológicas varían considerablemente para los diferentes lugares, esto encarecería innecesariamente gran parte de los materiales, debido a que solamente es un número reducido de redes el que está expuesto a los climas rigurosos. Por esta razón se divide la normalización en dos tipos: un tipo normal que se pueda utilizar en el 80 - 90% de los casos, y un tipo tropicalizado para usarlo preferentemente en los climas tropicales costeros o en otros lugares en los que el clima sea duro.

En la *Tabla 1.3* se exponen algunos casos en los que se ha considerado conveniente disponer de dos tipos de material.

Tabla 1.3 Ejemplos de material de tipo normal y tropicalizado

| Material | Tipo Normal | Tipo tropicalizado |
|---|---|--|
| Postes | De pino impregnado o de hormigón armado | De pino impregnado |
| Cable de suspensión | Cable de acero galvanizado | Cable de bronce |
| Tensores | De acero galvanizado | No se usa |
| Hilos de línea aérea | De acero galvanizado, cobre estirado en frío, bronce o acero recubierto de bronce | De cobre estirado en frío o bronce |
| Dispositivos de dispersión sobre postes de madera | Cadena de acero galvanizado | Cadena de bronce clavada con clavos de cobre |
| Subidas | Chapa galvanizada | Madera impregnada |
| Clavos para líneas interiores | Clavo esmaltado | Clavo con cabeza de puente de nylon |

1.6.5.2 Cable

Diferentes tipos de cables

Los cables empleados son lo que se describen en la *Tabla 1.4*. En las redes locales antes se empleaba casi exclusivamente cable bajo plomo con aislamiento de papel, pero durante los últimos años este cable ha sido sustituido casi totalmente por cables en los cuales el plomo y el papel han sido reemplazados por otro material. Los sustitutos más comunes son el acero, el aluminio y los plásticos de diferentes tipos.

Tabla 1.4 Cables empleados en las redes locales

| No. | Diseño |
|-----|---|
| I | Cable con cubierta PE (polietileno) y aislamiento sólido PE, tipo ELLY |
| II | Cable autosuspendido con cubierta PE y aislamiento sólido PE con un cable de suspensión incorporado en la cubierta de plástico, tipo ELLC |
| III | Cable con cubierta PE y aislamiento PE con relleno de vaselina, tipo EULPL |
| IV | Igual al III pero armado, tipo EULPL |
| V | Cable con cubierta de PVC (cloruro de polivinilo) y aislamiento de PVC, tipo EKKX |
| VI | Cable con cubierta de PVC y aislamiento de PE, tipo ELKX |

Los de cubierta de aluminio corrugada son más caros que los cables con cubierta de plomo; pero son más robustos, más flexibles y más livianos, y además su factor de pantalla es mejor. Se recomiendan fuera de las zonas urbanas.

El cable con cubierta PE con barrera de aluminio es un buen sustituto para los cables convencionales con cubierta de plomo. Es más barato, más liviano, no está expuesto a la corrosión, etc. Teniendo en cuenta su precio más reducido, su instalación más fácil y que requiere menos mantenimiento, los ahorros totales obtenidos son considerables y el uso de este cable en la red primaria en vez del cable con cubierta de plomo debería ser considerado como una regla general. No debe usarse si existen en su lugar de emplazamiento roedores o algún tipo de hormigas o termitas.

Como cable subterráneo secundario, el tipo de cable con relleno de vaselina representa una buena solución. Se trata de un cable muy resistente y no tan caro. Todos los cables para interiores deberían tener cubierta de PVC, ya que este material, en contraste con el PE se apaga por sí mismo en caso de incendio.

El cable autosuspendido de PE, tipo ELLC se emplea tanto para montaje en postes como para montaje fijo en las fachadas de los edificios. Este cable se fabrica hasta de 200 pares. Si se necesitan más pares, el cable ELLY fijado a un cable de suspensión puede ser una solución.

El número de tipos de cable en una red deberá mantenerse la más reducido posible con el fin de abaratar y simplificar la instalación, y también para reducir el costo de los stocks de material de mantenimiento, los cuales deben ser mantenidos siempre si una red ha de ser atendida de forma adecuada.

Diámetro de los conductores y número de pares

El diámetro normal es de 0,4 mm. Si las condiciones de transmisión requieren un conductor más grueso, se empleará cable de 0,5; 0,6 ó 0,7 mm. El diámetro de 0,4 mm ha sido empleado durante más de 20 años y no se ha podido confirmar ningún

riesgo de rotura al empalmarlo o en las conexiones a las cajas terminales. Por tal razón el empleo del conductor de 0,4 mm es muy recomendable. Esto implica un ahorro, no solamente en el costo del propio cable, sino también en los costos de transporte, instalación y canalización.

El número de tipos de cable en lo que respecta al número de pares, debe ser mantenido lo más reducido posible, aunque esto signifique que algunos pares han de quedar sin ser utilizados durante algún tiempo o para siempre. Pueden obtenerse los siguientes tipos normal: 10, 20, 30, 40, 50, 70, 100, 150, 200, 300, 400, 500, 600, 900, 1200, 1500 y 1800 pares. Sin embargo, los cables de 40, 400, 500 y 1500 pares deberán ser empleados únicamente en casos excepcionales y en redes grandes en las cuales se requieren cantidades apreciables de estos cables.

Material conductor

El cobre (Cu) ha sido el material dominante desde los comienzos de la era telefónica, para los conductores. Su buena conductividad y resistencia mecánica son cualidades de difícil competición. No obstante, el precio del cobre ha ido aumentando constantemente y se habla con más frecuencia de las posibilidades de ahorrar dinero empleando otro material, especialmente el aluminio (Al). Otra razón para el empleo del Al en vez del Cu es que el precio del primero es bastante estable mientras que el precio del segundo fluctúa bastante.

En contra de este ahorro se tiene la fabricación es más difícil, el diámetro del cable es mayor y el empalme es más complicado. El Al será probablemente empleado en primer lugar en los cables interurbanos enterrados con pocos conductores gruesos, en cuyo caso los problemas de fabricación son menos complicados, el mayor diámetro tiene menos importancia y los empalmes son menores en número y más fáciles de realizar.

1.6.5.3 Postes

En el caso de que no exista gran oposición por parte de la administración telefónica, deben utilizarse los postes de madera impregnada. Estos resultan más económicos, en lo que respecta a su costo inicial y mantenimiento, que los postes tubulares de acero, presentando además la particularidad de que la red resulta más estable merced a su gran rigidez. Estos postes permiten limitar el número de herrajes y retenidas. Además resulta también más fácil fijar los elementos de suspensión a los postes de madera que a los postes de hormigón. Su duración quizás no sea tan larga como la de un poste de hormigón bien conservado, pero en cualquier caso es más que suficiente para una red secundaria.

1.6.6 Equipo, mano de obra y transporte

Las herramientas y equipos que se suelen utilizar con más frecuencia en la instalación de una red de planta externa son los siguientes:

- * Diferentes juegos de herramientas especializados
- * Camionetas, trailers y equipo de tracción
- * Máquinas de empalme

Por otra parte, se requiere de la mano de obra de los siguientes trabajadores:

- * Residente de redes
- * Jefe de grupo
- * Empalmador
- * Ayudante de empalmador
- * Maestro de obra
- * Albañil
- * Ayudante de albañil

* Peón

* Chofer

El costo unitario del trabajo de cada uno de ellos se obtiene a partir de los sueldos y salarios que deben pagarse corresponden a los fijados por la ley o acuerdo Ministerial para las correspondientes ramas de actividad, más remuneraciones adicionales y obligaciones patronales.

En los reportes de precios unitarios se considera el costo unitario por hora de uso de cada uno de estos equipos. Del mismo modo, se toma en cuenta el costo horario de la utilización de la mano de obra. Puesto que para llevar a cabo la instalación de una unidad de planta se puede requerir de varias horas de utilización de estos ítems (o de menos de una hora), este valor se divide por el rendimiento (en unidades por hora) y se obtiene el denominado costo horario total.

En lo que se refiere al transporte de los materiales, se puede dividir en tres rubros: transporte internacional, transporte nacional y transporte interno. Los primeros dos solo existen en el caso de que el material sea importado, el costo correspondiente de transporte nacional e internacional es un porcentaje del valor del mismo.

El costo de transporte interno se refiere a lo que cuesta llevar el material desde las bodegas hasta el sitio de trabajo. En general se utilizan camiones de 6 toneladas. Se debe especificar la distancia mínima de transporte en km, el costo unitario por km y el consumo. El costo total unitario de transporte interno a usarse para el cálculo del valor del análisis de precios unitarios no es sino el producto de todos ellos.

1.7 Ampliación de una planta externa existente

El procedimiento es en su mayor parte el mismo que se sigue cuando se trata de una red nueva, aunque naturalmente existen algunas diferencias. Para el

planeamiento de la ampliación se tiene que tener en cuenta la experiencia adquirida en el funcionamiento de la planta existente. Se deben estudiar las estadísticas de averías para obtener una idea clara de dónde pueden estar las principales fuentes de disturbios, con el fin de eliminarlas en la planta ampliada y de hacerla más segura en el funcionamiento que la existente.

El planeamiento de ampliación es generalmente más corto que el de la instalación inicial. Sin embargo, para evitar inversiones erróneas, cada ampliación de planta debería consistir en la última etapa del plan de desarrollo, ya que el planeamiento de la ampliación determina la estructura final de la red y es un factor decisivo en la inversión. El desarrollo técnico deberá ser considerado y emplear mejores materiales y métodos más eficaces. Si las estadísticas de averías o los informes económicos indican una eficacia demasiado baja en alguna parte de la red, el material y/o el método deberán ser substituidos por algo mejor. Por otras parte, existe el deseo de estandarización.

- Lo más importante, sin embargo, en la mayoría de los casos es el cálculo de los costos que representará la ampliación de la red telefónica. En este caso es preciso además mirar a largo plazo y calcular los costos adicionales futuros de la utilización de los métodos anteriores con su valor actual, con el fin de obtener comparaciones adecuadas. Si se dispusiera de un sistema con la posibilidad de que sus datos sean actualizados y ampliados, trabajando sobre la base del proyecto
- construido, se lograría facilitar este trabajo en gran medida y se conseguirían resultados más precisos.

1.7.1 Pronósticos

Una administración telefónica ya existente tiene buenas bases para el pronóstico, mucho mejores que una nueva sin experiencias en la operación. Cuando se evalúa la densidad futura de abonados, no solamente deberá tomarse en consideración la

densidad actual, sino también la tendencia durante los últimos años. Estas cifras deberán ser empleadas de forma crítica, ya que puedan dar origen a problemas por falta de facilidades telefónicas, servicio deficiente, etc.,

El cálculo de abonados deberá incluir los abonados existentes, en espera y futuros. Los mapas de pronóstico de abonados resultan muy útiles para este propósito. También se puede usar el registro de línea; de él se desprende el número de pares de reserva por punto de dispersión. Estos números, junto con los marcados en el mapa, dan una idea de las facilidades actuales de la planta y de cómo deberían ser en el futuro.

La precisión de los pronósticos se puede mejorar en base a la experiencia. Por ejemplo, una estadística que muestre el número de abonados por apartamento de diferentes precios de alquiler, por villas de diferentes valores, por oficinas de diferentes categorías, etc. hará que los pronósticos de edificación sean más valiosos para determinar el número de abonados dentro de un período, por ejemplo, de diez años.

Las estadísticas de abonado de los años anteriores permiten también una visión en el futuro. La extrapolación de las curvas de abonado, tomando en consideración los cambios previstos, dan una buena idea sobre lo que puede ocurrir en un futuro inmediato, por ejemplo durante los próximos 3-5 años.

1.7.2 Sustitución de los cables existentes

Al ampliar una planta, a menudo se presenta la cuestión de si es más correcto instalar un nuevo cable junto al existente o sustituirlo por uno nuevo de mayor número de pares. La solución se obtiene calculando y comparando el valor actual de las unidades de planta pertenecientes a las dos alternativas.

1.7.3 Reducción del proyecto

Con frecuencia sucede que al elaborar un proyecto el proyectista se da cuenta de que no se dispone de la suficiente cantidad de dinero para la ejecución del mismo. Por tanto, se tiene que reducir la red. De todos modos, debe proyectarse la red, como si no existiese ninguna restricción y utilizar el llamado plan piloto como base para la reducción del proyecto. A ser posible, la reducción no debe afectar a la canalización ni a los puntos de distribución, ni tampoco a la red secundaria. Lo que puede reducirse es la red primaria, siempre y cuando ello no dé lugar a unos mayores costos adicionales para las futuras ampliaciones. Si con esta reducción no fuese suficiente, se tiene que recurrir entonces a una disminución de la canalización y de la red secundaria en su extensión geográfica. Esto significa que los abonados en las partes periféricas de la ciudad se quedan sin servicio o que sus líneas de dispersión han de ser extraordinariamente largas y, por consiguiente, costosas y expuestas a un número grande de averías. La capacidad de instalación de los cables secundarios deberá estar siempre de acuerdo con el plan general.

También puede obtenerse una economía considerable sustituyendo la canalización por cable enterrado, sin embargo esto no es aplicable en ningún caso a las partes centrales de la ciudad, donde las calles tienen una pavimentación permanente y en donde son de prever frecuentes ampliaciones.

En el aspecto económico, nuevamente todo esto implica la utilización de un sistema de cálculo que permita la obtención directa de presupuestos en función de la sustitución, actualización o eliminación de las unidades de planta involucradas en la construcción de la ampliación que está siendo proyectada, a más de la comparación económica de las diferentes alternativas. Tal sistema, que permita juzgar la influencia de las diferentes variables y obtener rápidamente nuevos resultados, tendría entonces grandes ventajas.

CAPITULO 2

**Desarrollo de la aplicación para diseño de planta
externa en AutoCAD V.12**

El objetivo es tener una aplicación que permita al proyectista dibujar con facilidad su proyecto y hacer más tarde en base a los planos obtenidos sus cálculos de materiales y tiempo necesarios para la ejecución. La aplicación tiene AutoCAD V.12 como base y se han creado nuevos menús para satisfacer los requerimientos mencionados.

2.1 Características generales de AutoCAD Versión 12 y de los lenguajes de programación AutoLISP, ADS y DCL

En este numeral, a manera de introducción, se describen aquellas características de AutoCAD V.12 de las que la aplicación se vale para los fines particulares planteados.

2.1.1 AutoCAD Versión 12

AutoCAD 386 Versión 12 es un programa de Diseño Asistido por Computadora (Computer Aided Design, CAD) usado para crear dibujos y modelos bidimensionales y tridimensionales, constituyendo en este campo una plataforma poderosa puesto que utiliza métodos más avanzados, exactos y fáciles de utilizar que otros programas tradicionales.

AutoCAD Versión 12 corre en sistemas 386 o 486 con MS-DOS 3.3 o más alto. Utiliza 386 DOS Extender de Phar LAP para tener acceso en forma directa a toda la memoria convencional y extendida disponible en la computadora, corre en modo protegido de 32 bits como UNIX y ejecuta operaciones de 32 bits en una sola instrucción.

AutoCAD proporciona un avanzado interfaz hacia el usuario, funciona a gran velocidad, permite mucha flexibilidad en el manejo de las entidades de dibujo y hace posible el desarrollo de nuevas aplicaciones personalizadas.

2.1.2 AutoLISP

El AutoLISP es una adaptación del lenguaje de programación LISP; constituye una parte integral del paquete de AutoCAD. Permite escribir programas y funciones en un lenguaje de alto nivel flexible y poderoso, muy apropiado para aplicaciones gráficas.

El AutoLISP es muy parecido al LISP común, en cuanto a sintaxis y convenciones se refiere, pero tiene un conjunto adicional de funciones específicas para AutoCAD, como por ejemplo:

- * Se tiene acceso a todos los comandos de AutoCAD, incluido el comando PLOT, desde AutoLISP.
- * Se pueden seleccionar entidades gráficas desde AutoLISP por medio de una variedad de métodos y filtrarlas de acuerdo a combinaciones de códigos de agrupación y funciones booleanas.
- * Existen funciones que permiten el ingreso de puntos, texto, etc. directamente desde el ambiente gráfico de AutoCAD a las rutinas de AutoLISP, por medio de ratón o de teclado.
- * Una vez seleccionadas las entidades, es posible modificar sus características, es decir, cambiando la lista de parámetros que las especifican. También existen funciones que proporcionan directamente las características de las entidades.

- * Las rutinas de AutoLISP controlan cajas de diálogo programadas en DCL. Esto significa que se puede diseñar e implementar cajas de diálogo personalizadas. La programación de cajas de diálogo es independiente del hardware utilizado y del sistema operativo. El comportamiento de las mismas es el mismo en cualquier plataforma, aunque la apariencia cambie en relación con el GUI (Interfaz Gráfico de Usuario) de la plataforma.
- * Por medio de ciertos comandos especiales se puede manipular archivos desde las rutinas de AutoLISP.
- * Se puede llamar a comandos ASE (Extensión SQL de AutoCAD) desde una rutina de AutoLISP.

Toda rutina de AutoLISP debe poseer un programa o programas para manejar errores y debe ser tal que, a pesar de ingresar directamente a las variables de sistema que configuran el ambiente de dibujo de AutoCAD, no modifique esta configuración. AutoCAD constituye un sistema bastante complejo y requiere complicadas rutinas de control para estos casos, especialmente si la rutina de AutoLISP controla una caja de diálogo.

2.1.3 Sistema de Desarrollo de AutoCAD (ADS)

El Sistema de desarrollo de AutoCAD (AutoCAD Development System, ADS) es un ambiente de programa en lenguaje C para desarrollar aplicaciones de AutoCAD. A pesar de que las aplicaciones basadas en ADS están escritas en C, para AutoCAD son idénticas que aquéllas escritas en AutoLISP. Una aplicación ADS no es más que un conjunto de funciones externas cargadas y llamadas por un intérprete de AutoLISP.

El ambiente ADS está definido por una librería y ciertos archivos de encabezado. Estos están disponibles casi para cualquier plataforma que soporte AutoCAD. La librería ADS proporciona todas las características necesarias para comunicarse con AutoLISP y AutoCAD.

2.1.4 Lenguaje de Control de Cajas de Diálogo (DCL)

El diseño de cajas de diálogo se hace en archivos ASCII escritos en Lenguaje de Control de Cajas de Diálogo (Dialog Control Language, DCL). Al diseñar cajas de diálogo personalizadas se deben tomar en cuenta dos aspectos:

Diseño de la caja de diálogo

La descripción de una caja determina lo que aquella contiene y cómo aparece esto en pantalla; puede tratarse de botones, listas, texto, etc. Además define cómo estos componentes se relacionan entre sí.

El tamaño de la caja de diálogo y la distribución de sus componentes se hace automáticamente, de acuerdo a un mínimo de información para posicionamiento.

Control de la caja de diálogo por medio de la aplicación

La descripción de una caja de diálogo determina sus componentes y cómo ésta aparece, pero el uso y comportamiento de la misma dependen de la aplicación que la emplee. AutoLISP y ADS proporcionan funciones para manipular cajas de diálogo.

Las cajas de diálogo son para uso interactivo. Un programa ordena la apertura de una caja de diálogo y sus valores iniciales. Una vez abierta, es el usuario quien por medio de la caja debe proporcionar los valores a ingresar a la aplicación, y quien

una vez hecho esto ordena cerrarla temporal o definitivamente, para que el programa continúe ejecutando la rutina.

Al programar una caja de diálogo se debe considerar que la secuencia de ingreso de datos es variable, lo cual determina una programación menos “lineal” que la convencional, pero refleja el mecanismo de trabajo por medio de cajas de diálogo.

Un archivo en DCL puede contener la descripción de una o más cajas de diálogo. Se trata esencialmente de una estructura de árbol, es decir, jerarquizada, entendible por el programa de control en AutoLISP o en ADS.

2.1.5 Evaluación de AutoLISP frente a ADS

Puesto que ADS es funcionalmente equivalente a AutoLISP, la selección entre ambos lenguajes depende del usuario. Las aplicaciones ADS usan de un modo más eficiente la memoria y se comunican mejor con el hardware del sistema operativo, sin embargo, son difíciles de desarrollar y actualizar y no se acoplan con tanta soltura al ambiente AutoCAD como las aplicaciones en AutoLISP. En el caso de esta aplicación, para diseño de planta externa, no se necesita manejar en modo exhaustivo el hardware del sistema operativo, sino más bien tener un lenguaje flexible en términos de facilidad de desarrollo e interacción con el ambiente de AutoCAD. Por tanto, casi todos los programas han sido desarrollados en AutoLISP, habiéndose logrado un buen rendimiento en relación con los tiempos de ejecución y una aplicación altamente interactiva.

2.2 Interfaz hacia el usuario: barra de menús, menús de pantalla, cajas de diálogo y líneas de comando

AutoCAD proporciona un Interfaz Gráfico hacia el Usuario (Graphical User Interface, GUI). Por medio de la barra de menú (pull-down menus), cajas de

diálogo, menú de pantalla (screen menu) y de la línea de comandos, el usuario puede ejecutar las órdenes o comandos de AutoCAD.

Una de las formas de hacer que el interfaz al usuario de AutoCAD se acomode a las necesidades del usuario es crear menús personalizados. Esto se hace creando un archivo de menú personalizado. Un archivo de menú es sencillamente un archivo de texto que contiene secuencias de comandos escritos con la sintaxis apropiada. Los archivos fuente tienen la extensión .MNU y los compilados la extensión .MNX. El menú se carga por medio del comando MENU.

El archivo de menú contiene secciones para cada uno de los ítems enumerados en el párrafo anterior. Cada sección de menú puede contener otros menús o grupos de ítems dentro de cada una de las opciones que presenta.

A más de las facilidades descritas, AutoCAD V.12 para Windows tiene una caja de herramientas (toolbar) y una barra de iconos de comando. Sin embargo, con el objeto de que la aplicación para diseño de planta externa corra en cualquier plataforma, y no solamente dentro de Windows, no utiliza estas últimas sino únicamente las descritas en el párrafo anterior.

2.2.1 Barra de menús personalizada

La barra de menú (pull-down menu) tiene una estructura de cascada o jerárquica. Permiten, entonces, el ordenamiento lógico de comandos y un acceso rápido a los mismos.

Por medio de la creación de un archivo de menú de extensión .MNU personalizado, se tendría un menú especial adaptado al diseño de planta externa. Como se vio en el capítulo anterior, el procedimiento de diseño y dibujo se puede dividir en varios pasos: digitalización del mapa topográfico, lotización, numeración de lotes,

ubicación de abonados, creación de mapas de red existente y proyectada, etc. Por tanto, por cada paso o fase del diseño existe un ítem en la barra de menú. Al abrir dicho ítem, se despliega una lista de comandos asociados con dicha tarea específica. Por ejemplo, al escoger el menú de lotización, aparece una lista de opciones que permiten numerar automáticamente los lotes, totalizar abonados por categoría, etc. Cada uno de estos menús se describe en detalle a partir del *numeral 2.4*.

2.2.2 Menú de pantalla personalizado

El menú de pantalla, que aparece en el costado lateral derecho de la pantalla de AutoCAD, tiene la ventaja que está ordenado en un orden jerárquico y puede ser ilimitado en tamaño. Por medio de la personalización de este menú se puede organizar de una forma lógica el flujo de trabajo.

Este menú funciona de una forma diferente al de la barra de menús. En el caso de la barra de menús, al seleccionar ítems internos en forma sucesiva van abriéndose ventanas una a continuación de la otra; todo el tiempo se visualiza en pantalla toda la cadena que se ha seguido para llegar hasta la selección final. Esto implica una limitación en cuanto al número de ítems que se puede tener en un submenú, puesto que no se dispone de espacio ilimitado. Por otra parte, si se desea llamar a otro comando que se encuentre en otro submenú hay que terminar el trabajo con el primero y volver a seguir la secuencia de apertura de ventanas hasta llegar al otro comando buscado. Finalmente, la barra de menú no interactúa con la línea de comandos.

Por el contrario, al trabajar con el menú de pantalla, el espacio es ilimitado puesto que cuando se activa un submenú, éste se superpone al anterior sucesivamente y, siendo así, los niveles de jerarquización pueden ser los que se necesite (normalmente se tiene hasta 10-12 niveles).

En segundo lugar, el menú de pantalla interactúa con la línea de comandos. Esto significa que la ejecución de un comando desde la línea de comandos inmediatamente pone en el menú de pantalla las opciones que dicho comando presenta, de modo que puedan ser seleccionadas de una forma más dinámica.

La secuencia en que han aparecido las listas de opciones en el menú de pantalla queda registrada, por tanto, escogiendo “—LAST—”, que permanece siempre en la antepenúltima línea, se puede volver directamente al menú de pantalla anterior, sin necesidad de seguir nuevamente la escala jerárquica. Esta constituye otra gran ventaja del menú de pantalla sobre la barra de menú.

2.2.3 Cajas de diálogo personalizadas

Como ya se dijo, el diseño de cajas de diálogo se hace en archivos ASCII escritos en Lenguaje de Control de Cajas de Diálogo (Dialog Control Language, DCL). Es posible diseñar e implementar cajas de diálogo muy parecidas a las empleadas por el propio AutoCAD. Tanto en AutoLISP como en ADS se proporcionan funciones para mostrar cajas de diálogo, procesar el ingreso de información del usuario, interactuar con las entidades dibujadas, etc.

La mayoría de comandos implementados interactúan con el usuario por medio de cajas de diálogo. Por ejemplo, el comando “Configurar Sumar” del menú de lotización despliega una caja en la cual existe: una lista de capas en la que se escoge la capa de destino, botones que permiten seleccionar la alineación y ajuste del texto y otros.

Toda caja de diálogo debe poseer un botón para aceptar la información ingresada (normalmente denominado “OK”) y un botón para cancelar (“Cancel”). Si no se usa el ratón, para “saltar” de un sitio a otro dentro de la caja de diálogo se usa la tecla

TAB, o bien se presiona al mismo tiempo ALT y la letra subrayada en el título del bloque a donde se quiera ir.

La compatibilidad de AutoCAD con las cajas de diálogo es independiente de la plataforma que se esté utilizando. Como ya se mencionó, los componentes y la funcionalidad de una caja permanecen iguales en cualquier plataforma, aunque su apariencia puede variar un poco dependiendo del GUI. En el *numeral 1.4* se mencionó ya con bastante detalle las características de la programación de cajas de diálogo personalizadas.

2.2.4 Comandos ejecutables desde la línea de comandos

Todo comando implementado en AutoLISP o en ADS puede ser ejecutado directamente desde la línea de comandos, tal como si se tratara de un comando normal de AutoCAD.

En ciertos casos es conveniente tener acceso directo e inmediato a las herramientas disponibles. Por ejemplo, el comando que permite multiplicar un sector de abonados por un factor específico puede invocarse directamente desde la línea de comandos por medio de la instrucción MUL.

2.3 Descripción general de la aplicación

La idea general es tener un programa que permita al proyectista dibujar su proyecto y hacer sus cálculos de materiales, precios y tiempo necesarios para la ejecución. El programa tiene que ser tan versátil que cualquier administración pueda usarlo y adaptarlo a sus normas y métodos de construcción. La aplicación para diseño de planta externa en su parte de AutoCAD pretende aprovechar al máximo las ventajas

de AutoCAD V.12 descritas en los numerales anteriores para lograr este propósito, según se describe a continuación.

2.3.1 Barra de menú

En primer lugar, se modificó la barra de menú añadiendo cuatro nuevos menús. El orden en que se presentan los ítems de la barra de menú y la secuencia de los ítems que conforman cada uno de ellos consideran la secuencia de desarrollo del trabajo durante la creación de los planos relacionados con la red telefónica.

A continuación hay un cuadro en el que se pueden ver los nuevos menús de la barra de menú y cómo éstos van subdividiéndose en los submenús de las columnas siguientes hacia la derecha. Los tres puntos (...) indican que al escoger esa opción aparece una caja de diálogo; la flecha (>) indica que el menú o submenú se subdivide en otros submenús.

Tabla 2.1 Barra de menús de la aplicación para diseño de planta externa

| <u>Barra de Menús</u> | <u>Menú Nivel 2</u> | <u>Menú Nivel 3</u> |
|-----------------------|--|--|
| Configurar | Escala... <hr/> Capas Generales... Lotización... Proyección... Red Secundaria... Enrutamiento... Red Primaria... Canalización... Esquema de Empalmes... <hr/> Digitalizar > <hr/> Plot > | Calibrar Digitalizador... Guardar Calibración Recuperar Calibración Planimetría... Lotización... Censo 00... Proyección 5... Proyección 10... Proyección X... Red Secundaria... Enrutamiento... Red Primaria... Canalización... Esquema Empalmes... |
| | Lotizar | Configurar Lotizar... Lotizar Arriba Lotizar Abajo Lotizar Afuera Lotizar Adentro <hr/> Numerar <hr/> Configurar Sumar... Sumar <hr/> Multiplicar... Multiplicar <hr/> Escalar Distancia |
| Proyección | Proyección 5 años... Proyección 10 años... Proyección X años... | |
| Red | Configurar Enlace... <hr/> Ver Unidad de Planta... Ver Datos de Entidad... Editar Datos de Entidad... Visualizar Datos de Entidad... <hr/> Cálculo de Proyectos... | |

Como se puede ver, los elementos están ordenados de una forma jerárquica y están de acuerdo a la secuencia de elaboración de los planos de diseño del proyecto.

A partir del *numeral 2.4* se describe en detalle cada uno de los elementos de menú listados en la figura.

2.3.2 Menú de pantalla

Se ha creado también un menú de pantalla personalizado que permite la ejecución parte de las funciones implementadas en una forma más dinámica, aprovechando todas las ventajas descritas en el *numeral 2.2*.

El menú de pantalla es especialmente útil para las tareas de lotización y de dibujo de red primaria, secundaria y canalización. En el primer caso, se tiene un listado de comandos que permite la fácil ubicación de los abonados discriminados por categorías. En el segundo caso, el menú de pantalla permite la colocación inmediata de las unidades de planta enlazadas con la base de datos, las cuales, gracias a la flexibilidad en la estructuración de este menú, han sido colocadas en un orden apropiado, según se describirá en detalle más adelante.

2.3.3 Cajas de diálogo

Del mismo modo, las cajas de diálogo se han personalizado de acuerdo a las necesidades particulares de cada herramienta. Cada una de ellas se describirá en detalle más adelante.

2.4 Menú para configuración, “Configurar”

2.4.1 Planos

Como se indica en el *numeral 1.3*, antes de empezar con la digitalización es esencial tener un buen conjunto de planos actualizados. Se debe tener un buen plano de la ciudad en la escala apropiada, que incluya también el área circundante. A partir de éste se obtendrán los demás: si de la fase de digitalización del mapa se obtiene un resultado satisfactorio, esto facilitará el dibujo de la instalación de la red telefónica de planta externa y su futuro mantenimiento.

Frecuentemente se encuentra uno con el hecho de que no existe ningún mapa, o los que hay son incompletos, es decir, que quizás haya mapas que sean aceptables respecto a las partes centrales de la ciudad pero no así en cuanto a las zonas de viviendas de construcción nueva, en cuyo caso el proyectista debe levantar el mismo un croquis cartográfico provisional de la ciudad y elaborar la planimetría en la escala apropiada, a fin de que pueda continuar elaborando el proyecto. En la actualidad, resulta posible obtener rápidamente una fotografía aérea. Esta posibilidad deberá ser tomada en cuenta cuando los mapas obtenibles no sean satisfactorios.

Las exigencias del EMETEL en cuanto a normas de dibujo de planos descritas en el *numeral 1.3.2* pueden resumirse como sigue:

Tabla 2.2 Planos, escalas y tipos de línea según normas de EMETEL

| Nombre del Plano | Escalas | Tipo de Línea, Punta |
|------------------|---|----------------------|
| Planimetría | 1:500 1:1000 1:2000 1:2500 1:4000 1:5000 | Continua, 0.35mm |

| Nombre del Plano | Escalas | Tipo de Línea, Punta |
|------------------------------------|---|--|
| Lotización | <i>Igual a Planimetría</i> | Continua, 0.25mm - 0.35mm |
| Censo | <i>Igual a Planimetría</i> | Continua, 0.25mm - 0.35mm |
| Red Secundaria | 1:500 1:1000 1:2500 | Continua, otros tipos (según la unidad de planta), 0.35mm - 0.40mm |
| Canalización | <i>Igual a Red Secundaria</i> | Continua, otros tipos (según la unidad de planta), 0.35mm |
| Enrutamiento y Límites de Distrito | 1:500 1:1000 1:2000 1:2500 1:4000 1:5000 | Continua, 0.35mm - 0.40mm |
| Red Primaria | Esquemático | Según la unidad de planta, 0.35mm-0.40mm |
| Esquema de Empalmes | Esquemático | 0.35mm |

A continuación se describen en detalle las herramientas que permiten al proyectista en forma sencilla configurar su dibujo de modo que cumpla con estas especificaciones.

2.4.2 “Escala”

Esta opción constituye la primera configuración que se debe hacer. Al usarla aparece una caja de diálogo que presenta una lista de escalas posibles a seleccionar de entre las que permiten las normas de EMETEL, según se puede ver en la tabla precedente. El proyectista debe decidir cuál de ellas utilizar según el caso específico. La aplicación desarrollada se encarga en forma automática de insertar cada elemento considerando la escala aquí configurada. Se deben tomar en cuenta las siguientes observaciones:

Para uniformizar el trabajo de dibujo en cuanto a escalas se refiere, se debe hacer que sea cual sea la escala siempre se tenga que una unidad del dibujo (una unidad del sistema de coordenadas de AutoCAD) corresponda siempre a 1 m de la realidad. Si se respeta esta norma importantísima -que además facilita el trabajo de dibujo en sí- se tendrán las siguientes correspondencias:

| | |
|---------------|--|
| Escala 1:500 | 1 mm en el plano = 0.5 unidades del dibujo |
| Escala 1:1000 | 1 mm en el plano = 1 unidad del plano |
| Escala 1:2500 | 1 mm en el plano = 2.5 unidades del dibujo |
| Escala 1:4000 | 1 mm en el plano = 4 unidades del dibujo |
| Escala 1:5000 | 1 mm en el plano = 5 unidades del dibujo |

Si, por ejemplo, se tiene la unidad de planta “bloque de dispersión” representada por un cuadrado cuyos lados miden 4 unidades en el dibujo, si se lleva al “plotter” en escala 1:1000 tendrá 4 mm por lado -esto está bien-. Sin embargo, si se lleva al “plotter” en escala 1:5000 tendrá tan solo 0.8 mm por lado. Esto último, evidentemente, ya no es correcto, puesto que los símbolos o textos dibujados (censo de abonados, líneas de lotización, numeración de lotes, unidades de planta, etc.) deben aparecer en el plano siempre del mismo tamaño, independientemente de la escala. Esto se logra multiplicando el tamaño del símbolo por un factor dependiente de la escala. Por ejemplo, para el caso del bloque de dispersión, si su tamaño se multiplica por 5 al insertarse en el plano de escala 1:5000, tendrá 20 unidades de dibujo por lado y, al momento del “plot” del plano aparecerá en forma correcta: de 4 mm por lado.

Es por esto que antes de empezar a insertar los elementos de lotización es necesario configurar la escala a utilizarse en la mencionada caja de diálogo.

Los elementos dibujados deben aparecer en el plano del tamaño que se especifica en el cuadro que consta en el *Anexo 2.1, “Simbología de Planta Externa”* en el *TOMO II*.

2.4.3 Capas a crearse y capa originalmente activa

Las seis siguientes opciones del menú “Configurar” permiten al usuario escoger las capas que desea crear a partir de un conjunto estándar de capas disponibles para crearse o activarse. Según la selección que se escoja, aparecen resaltadas “por omisión” las capas que correspondan. De acuerdo con las especificaciones descritas en el *numeral 1.3* y resumidas en la *Tabla 2.2*, existen las siguientes opciones de creación de capas: Capas Generales, de Lotización, de Proyección, de Red Primaria, de Red Secundaria, de Canalización y de Esquema de Empalmes.

Aparecen dos listados de capas. En el primero se escogen (resaltándolas por medio del ratón o del teclado) todas las capas que se quiere crear. Normalmente son justamente aquéllas que ya aparecen resaltadas según la opción que se use, sin embargo, se puede resaltar o deseleccionar capas según se requiera. En el segundo listado se selecciona aquella capa que se desea esté activa originalmente de entre aquéllas que se van a crear. Las capas seleccionadas se crean automáticamente con color y tipo de línea estándares tales que se ajusten a la *Tabla 2.2*. Al momento de la graficación se establece una correspondencia entre el color de una capa y el diámetro de la punta del rapidógrafo con que se la dibuja. Por tanto, los colores están configurados de acuerdo con el diámetro de punta con que deba ser dibujado cada plano.

Es posible desplazar la lista de capas de arriba hacia abajo, para visualizarlas a todas, por medio de las flechas de la “barra de deslizamiento” del costado derecho de cada una de las listas.

En algún caso puede necesitarse crear capas que no consten en la lista de capas estándar proporcionada. Para este caso existe la opción de escribir el nombre de dicha capa en una caja de texto bajo cualquiera de los dos listados y presionar el

botón “Aumentar”. La nueva capa se añade a la lista y si se la resalta queda seleccionada para ser creada o para ser la capa originalmente activa.

También es posible que el usuario cometa un error al resaltar las capas de la lista. En este caso, es factible volver a la configuración original “por omisión” por medio del botón “Default”.

Las listas de capas que constituyen la configuración original se escriben en archivos ASCII de extensión .LAY que se proporcionan junto con el resto de archivos. Normalmente, estos archivos no deberían ser modificados por el usuario, puesto que ya están conformados de acuerdo a las normas que se quiere estandarizar, pero si verdaderamente se lo requiere, se lo puede hacer, editándolos con la ayuda de un programa editor cualquiera. En estos mismos archivos de configuración se especifica el tipo de línea y color de cada capa y también se indica qué capas deben estar resaltadas “por omisión” y la capa originalmente activa.

2.4.4 “Digitalizar”

Esta opción consta de tres submenús: “Calibrar Digitalizador”, “Guardar Calibración” y “Recuperar Calibración”, mismos que se describen a continuación.

2.4.4.1 “Calibrar Digitalizador”

Aparece una caja de diálogo que permite al usuario ingresar dos (o tres) puntos en el dibujo y otros dos (o tres) puntos que sean sus coordenadas correspondientes en el plano a digitalizar. Estos pares de puntos permiten a AutoCAD generar una matriz de transformación que permita pasar del sistema de coordenadas del digitalizador al sistema de coordenadas del dibujo. Los puntos de calibración quedan almacenados en el mismo dibujo y no es necesario ingresarlos cada vez que se lo recupera.

Es indispensable realizar esta calibración para poder digitalizar un plano. AutoCAD R12 permite al usuario realizar la misma calibración por medio de un comando, pero los puntos se deben ingresar manualmente cada vez que se recupera el dibujo, puesto que no quedan almacenados.

2.4.4.2 “Guardar Calibración” y “Recuperar Calibración”

Como su nombre lo indica, estas opciones permiten almacenar la calibración una vez que haya sido calibrado el digitalizador y más tarde recuperarla, sin necesidad de realizar nuevamente el proceso descrito en el numeral anterior.

2.4.5 Obtención de planos. “Plot”

La última opción de este menú es “Plot”. Al escogerla aparece un submenú con las siguientes opciones: Planimetría, Lotización, Censo 00, Pronóstico 5, Pronóstico 10, Pronóstico X, Red Secundaria, Canalización, Red Primaria, Enrutamiento y Esquema de Empalmes. Según la opción que se seleccione se activarán las capas que correspondan (ver el numeral 2.4.5.3) y se despliega una caja de diálogo con los siguientes elementos:

2.4.5.1 Tamaño de hoja y Escala

Todos los planos deben diseñarse en papel de tamaños estándares, es decir, A0, A1, A2, A3 y A4. Al decidir el tamaño del dibujo para cada plano se debe tomar en cuenta la extensión del área geográfica de modo que se utilice una escala que proporcione suficiente claridad. Al mismo tiempo, el tamaño de los dibujos deberá ser tan pequeño como sea posible para que los planos sean manipulables. Esto puede lograrse dividiendo el área en dos o más planos al momento de la graficación. Como para AutoCAD estas áreas constituyen un solo dibujo, los planos así obtenidos podrán juntarse con facilidad.

En la columna de la caja del costado izquierdo se puede seleccionar el tamaño de hoja al que se va a dirigir la impresión. Las opciones son A0, A1, A2, A3 y A4. La elección de un tamaño de hoja determina que se cargue el archivo de configuración de "Plot" adecuado. Dicho archivo, a más de esta información contiene los tipos de pluma a utilizarse, orientación del dibujo y otros. En general, la planimetría y la lotización deben dibujarse con plumas de 0.25 mm y todos los conduits y la red de cables con plumas de 0.35 - 0.40 mm (ver *Tabla 2.2*).

Ciertos "plotters" pueden requerir que la hoja no sea exactamente de las dimensiones estándar A0, A1, A2, A3 o A4, sino ligeramente diferentes, ya sea porque el papel no es exactamente del tamaño adecuado o para acomodarse a las características físicas del aparato. En este caso, es posible modificar el archivo de configuración mencionado según corresponda; esto se hace por medio del comando PLOT de AutoCAD.

Se utilizan las siguientes escalas 1:500, 1:1000, 1:2500, 1:4000 y 1:5000. Se aplican las observaciones del *numeral 2.4.2*, en donde se describe el comando que permite cambiar la escala si se lo requiere.

2.4.5.2 Inserción de rotulado

En la caja de la esquina inferior izquierda de la caja de diálogo de nombre "Rotulado" existe un botón denominado "Insertar". Está diseñado para insertar el rotulado o enmarcado del dibujo.

El procedimiento para generar la salida a la impresora en forma manual a partir de un dibujo suele ser insertar el rotulado en forma de bloque en un espacio libre del mismo, escalarle según convenga, a continuación copiar el bloque que se desea imprimir al interior del rotulado, activar las capas que se requiera, luego dar el

comando PLOT, seleccionar la zona del dibujo, escoger la escala, escoger el tamaño de hoja y demás parámetros de configuración.

Cuando se trabaja con la aplicación implementada ya no es necesario escoger nuevamente la escala; el rotulado se inserta automáticamente en la capa correcta, del tamaño correcto, de acuerdo a la escala y al tamaño de hoja escogido (además, como ya se dijo, se carga el archivo de configuración respectivo) y se activan automáticamente las capas requeridas.

El rotulado es un bloque dinámico que debe llenarse con información proporcionada por el usuario, como por ejemplo Título, Autor, Fecha, etc. Al momento de la inserción se pregunta al usuario todos estos datos, mismos que se integran al rotulado en forma automática. En general, todo plano debe presentarse con un título y un distintivo de máximo 8 caracteres alfanuméricos.

A continuación se inserta la porción del plano que se desea llevar al “plotter” en forma de bloque en el área comprendida dentro del rotulado. En ciertos casos, para que todo el dibujo alcance en un solo plano, será conveniente poner una sección del mismo en una esquina libre del área dentro del rotulado, con las referencias apropiadas. En general, el plano que constituye la salida al “plotter” está integrado por varios bloques que se insertan dentro del rotulado, cada uno de los cuales contiene parte del dibujo original. Si todo el dibujo sin modificaciones alcanza dentro del rotulado, basta con insertar este último en una posición tal que todo el dibujo quede en su área interna.

2.4.5.3 Capas activas

En la parte derecha de la caja de diálogo aparece una lista de todas las capas, en donde están resaltadas aquéllas que deban activarse según la opción de “plot” que se haya seleccionado previamente (Planimetría, Lotización, Censo 00, Pronóstico 5,

Pronóstico 10, Pronóstico X, Red Primaria, Red Secundaria, Canalización o Esquema de Empalmes). Esta lista puede modificarse añadiendo o retirando las capas que se requiera. Información más detallada sobre cada uno de estos planos se encuentra en el *numeral 2.4.5.6*.

Los valores “por omisión” de la lista de capas a activarse en cada caso se escriben en archivos de configuración ASCII de extensión .LAY para los cuales rigen las mismas observaciones del último párrafo del *numeral 2.4.3*.

2.4.5.4 Tipo de papel

Los planos deben trazarse en papel de plano o en papel de película plástica. Se debe usar tinta china o de rapidógrafo. En ocasiones pueden necesitarse copias en transparencia para la canalización, red secundaria, etc.

2.5 Menú para lotización, “Lotizar”

Una vez digitalizada la planimetría, sigue la creación del plano de la lotización. Una de las labores más repetitivas dentro del proceso de creación de los planos de planta externa es el dibujo de la lotización. Por tanto, se ha programado una herramienta que logra hacer que ésta sea una labor rápida y versátil. Los ítems de los que consta este menú se detallan en los numerales siguientes.

2.5.1 Configuración

Antes de proceder a dibujar los lotes es necesario configurar la forma como deben aparecer los segmentos divisores. La aplicación es tal que, si se intenta utilizar las herramientas para lotizar antes de haber configurado, automáticamente aparece la caja de diálogo de configuración. Sin embargo, el procedimiento normal es

configurar antes de empezar a dibujar los lotes por medio de la opción “Configurar Lotizar”. Aparece una caja de diálogo que tiene los elementos que se describen a continuación.

2.5.1.1 Alinear

Se puede necesitar que las líneas de división sean siempre perpendiculares a las líneas que delimitan la manzana, o bien, que tengan una cierta orientación. Si se desea que suceda lo primero, se escoge la opción “Sí” en la caja superior izquierda, “Alinear”. En caso de requerir que los segmentos tengan una orientación determinada independiente, se escoge la opción “No”; entonces existe la posibilidad de que las líneas divisorias sean horizontales, verticales o que tengan una orientación particular; esto se escoge en la caja “Orientación”, que aparece debajo de la anterior y que da las tres posibilidades correspondientes: “Vertical”, “Horizontal” e “Inclinado”.

La última opción permite que las líneas tengan una orientación particular proporcionada por el usuario: se puede escribir directamente el ángulo en grados en la caja de texto de la caja “Ángulo”, o se puede indicar gráficamente el ángulo dibujando una línea de la inclinación deseada por medio del botón “Pick<” de la misma caja. Nótese que, dependiendo de lo que sea pertinente en cada caso, se habilitan (se ponen en negro) o se deshabilitan (se ponen en gris) las opciones disponibles.

2.5.1.2 Espaciar

Al dividir uno de los lados de un lote es posible que se conozca ya sea el número de lotes en que debe hacérselo o la medida de cada uno de ellos. Si se conoce lo primero, se escoge la opción “No” de modo que la aplicación pregunte en cada caso en cuántos lotes se desea dividir el lado. Si se conoce el espaciamiento, se debe

seleccionar “Sí”, en cuyo caso, la aplicación pregunta cada vez cuál es el espaciamiento entre lotes.

2.5.1.3 Longitud de los Segmentos

El valor “por omisión” es diez metros, pero puede ser cualquiera que determine el usuario. En ciertos casos puede ser necesario acomodar posteriormente la longitud; esto se hace con el comando “STRETCH” de AutoCAD.

2.5.1.4 Capa de Destino

Es la capa en donde se crea la lotización. El valor por omisión es la capa “COTIZACIÓN”, sin embargo, el usuario puede escoger la capa de destino de una lista estándar. La capa seleccionada debe haber sido previamente creada.

2.5.2 Lotizar

Una vez configurados todos estos parámetros se los hace efectivos presionando el botón “OK” y se procede a lotizar escogiendo cualquiera de las siguientes opciones del menú:

“Lotizar Arriba”

“Lotizar Abajo”

“Lotizar Adentro”

“Lotizar Afuera”

En el caso de las primeras dos posibilidades, “Lotizar Arriba” y “Lotizar Abajo”, la ubicación de las líneas divisoras entre lotes será correspondientemente ya sea arriba o abajo con respecto al segmento que se esté lotizando.

En los siguientes dos casos, “Lotizar Adentro” y “Lotizar Afuera”, la ubicación de las líneas divisoras dependerá del sentido en que haya sido dibujada la manzana. Si ésta ha sido trazada en sentido horario, al escoger la opción “Lotizar Adentro” los segmentos divisores aparecerán todos en el interior de la manzana; si se escoge “Lotizar Afuera” todos los segmentos se dibujarán fuera de la manzana. Por el contrario, si la manzana ha sido trazada en sentido antihorario, seleccionando “Lotizar Adentro” los segmentos aparecerán fuera de la manzana y “Lotizar Afuera” determinará que queden afuera.

Por tanto, al momento de dibujar los lotes debe tenerse el cuidado de seguir la norma de hacerlo siempre en el mismo sentido para que más tarde sea posible trazar la lotización de corrido, por medio de un único comando.

Si se utiliza “Lotizar Arriba” y “Lotizar Abajo”, se tiene la seguridad de la ubicación que van a tener los segmentos divisores, pero para trazar la lotización de un lote se deben usar dos instrucciones diferentes y el trabajo puede resultar más largo. Otra posibilidad es usar únicamente “Lotizar Arriba” y “Lotizar Abajo” y lotizar de corrido todos los segmentos del lado derecho de la manzana (por ejemplo), luego de corrido todos los de la izquierda, más tarde todos los de arriba y por último todos los de abajo.

2.5.3 Numeración de los lotes

Como su nombre lo indica, el siguiente comando del menú, “Numerar”, se utiliza para numerar los lotes dibujados. Al ejecutarlo aparecen sucesivamente en la línea de comandos los requerimientos “Numero Inicial”, “Incremento”, “Ángulo” y “Posición”.

El número inicial es aquél a partir del cual empieza la numeración; puede ser un número entero cualquiera. Cada número es mayor al anterior en el incremento. Por

ejemplo, si el número inicial es 4 y incremento es 2, la numeración será 4,6,8, etc. Los valores “por omisión” son 1 para el número inicial, 1 para el incremento y 0 para el ángulo; para trabajar con los valores “por omisión” simplemente se presiona <ENTER> cuando la aplicación pide el valor respectivo.

Luego de indicar estos tres primeros parámetros, la aplicación pregunta sucesivamente por la posición o punto del dibujo en donde va a insertarse el texto; estos puntos se proporcionan por medio del ratón o del teclado. El ángulo del texto puede especificarse en cualquier momento mientras el comando está activo presionando el botón derecho del ratón o la tecla <ENTER> e ingresando su valor en grados o dibujando un segmento con la inclinación que se desee que tenga el texto.

El tamaño de las cifras de numeración municipal es tal que al dibujar el plano en el “plotter” éstas tienen 2 mm de altura en correspondencia con lo indicado en el numeral 1.3.2.2.

2.5.4 Totalización de abonados

La siguiente opción permite obtener el total de abonados de una manzana, de un sector o de todo el plano, discriminando los abonados por categorías (residenciales, comerciales, industriales, etc.). En el menú esta opción aparece con el nombre “Sumar”, puesto que lo que se hace es sumar los abonados de cada categoría.

En primer lugar, se debe configurar por medio de “Configurar Sumar”. Al seleccionar esta opción aparece una caja de diálogo que contiene los elementos descritos en los numerales siguientes.

2.5.4.1 Trazo de una circunferencia rodeando al resultado

Los estándares de dibujo de EMETEL indican que el total de abonados de una manzana debe aparecer dentro de una circunferencia; en ciertos casos especiales puede desearse que ésta no aparezca o que tenga un tamaño diferente al estándar.

Por tanto, la caja que aparece en la parte izquierda de la caja de diálogo, “Circunferencia”, permite seleccionar que se trace o no la misma e ingresar el diámetro. El valor “por omisión” del diámetro es diez veces el factor de escala. Si la circunferencia proporciona espacio suficiente para que el texto que represente el resultado de la suma de abonados alcance en su interior, éste se dibuja del tamaño estándar (de altura igual a dos veces el factor de escala). Si la circunferencia es demasiado pequeña, el texto se ajusta automáticamente para alcanzar dentro de ella y se muestra un mensaje que advierte que el tamaño del texto se ha ajustado y que no corresponde al estándar para la escala configurada.

2.5.4.2 Centrar o Justificar Texto

El resultado de la suma o totalización que aparece en el interior de la circunferencia puede estar centrado o justificado a la izquierda según lo que se seleccione en la caja “Texto”. En la generalidad de los casos se logra un buen resultado estético centrandó el texto. Sin embargo, en ocasiones puede ser conveniente justificar a la izquierda, por ejemplo, en caso de que se prevea que la proyección futura va a tener varias cifras que no van a alcanzar horizontalmente dentro de la circunferencia si el texto está centrado.

Vale la pena aclarar también que lo normal es que el número de abonados y el total de abonados tengan únicamente dos cifras decimales. Por tanto, independientemente de cómo estén configuradas las cantidades en AutoCAD, los números mencionados siempre aparecen con dos cifras decimales. En caso de que el resultado de la

totalización tenga dichas primeras dos cifras iguales a cero, se redondea a entero y éstas no aparecen en el texto dibujado.

2.5.4.3 Categorías de abonados

Como ya se indicó en el *numeral 4.4* del Capítulo 1, existen tres categorías fundamentales de abonados: residenciales, comerciales e industriales. Se representan por las letras “R”, “C” e “I”, respectivamente. En caso de existir otra u otras categorías de abonado, es necesario indicar en la caja de diálogo “Otros Abonados” con qué letra se está representado cada uno de ellos. Esto se hace escribiendo la letra que represente a la nueva categoría ya sea frente a la letra “A” o a la letra “B”.

2.5.4.4 Capa de Destino

Por último, se puede especificar la capa en donde se quiere que aparezca el resultado de la totalización. Esto se hace como en casos anteriores por medio de la lista de capas del lado derecho (que también tiene la opción de “Aumentar” capas). La capa de destino por omisión es “Total_00”.

2.5.5 Multiplicar

Esta herramienta permite multiplicar las cantidades de abonados por un factor cualquiera. Al escogerla aparece una caja de diálogo que permite indicar un factor de multiplicación diferente para cada una de las categorías de abonado. Como en el caso de la caja para configurar la suma de abonados, tiene dos casillas libres “A” y “B” en donde se puede ubicar las letras que representen otras categorías de abonado cualesquiera. El botón “Todos” se usa para copiar automáticamente el factor de la primera categoría de abonado al resto de categorías.

2.5.6 Escalar

La opción “Escalar” permite aumentar el tamaño de las entidades de dibujo. Para hacerlo toma como referencia la ubicación de la misma entidad, permitiendo escalar un grupo de entidades (o todas las entidades del dibujo) sin moverlas de su posición. El comando SCALE de AutoCAD tiene la limitación de que el escalamiento se hace tomando un único punto de referencia y, por tanto, si se escala un grupo de entidades éstas resultan desplazadas de su posición original.

2.6 Menú para pronósticos de demanda, “Pronóstico”

2.6.1 Obtención automática de pronósticos de demanda

Según lo descrito en el Capítulo 1, *numeral 1.4.2*, se requiere conocer extrapolar la demanda esencialmente a los tiempos 5 años (pronóstico a corto plazo), 10 años (pronóstico de termino medio), y a otros plazos que varían según las condiciones específicas de una zona (aquí estaría incluido el pronóstico a largo plazo).

Esta opción permite dibujar en un solo paso los planos correspondientes a la demanda estimada a cinco, diez años o cualquier otro plazo, escogiendo “Pronóstico 5”, “Pronóstico 10” o “Pronóstico X”. La caja de diálogo que aparece en cada uno de estos casos es muy similar y tiene los elementos descritos a continuación. Se asume que el proyectista tiene listo el plano de censo obtenido según se indica en el *numeral 1.4.2.1* (para esto puede valerse de las ayudas que le proporciona el menú de pantalla según se describe el *numeral 2.8.1*).

2.6.1.1 Tasa de crecimiento anual

La caja de diálogo posee dos columnas, cada una de las cuales contiene una lista de cajas de texto en donde se deben colocar las cantidades a usar para el pronóstico. En la caja de nombre “Crecimiento Anual” se ubican las cantidades que representan los factores de crecimiento anual (uno más la tasa de crecimiento anual) para cada una de las categorías de abonado. La tasa de crecimiento anual “ i ” se describe en el numeral 1.4.2.1 y se obtiene en base a lo allí expuesto.

2.6.1.2 Obtención del pronóstico

Una vez llenas estas cajas de texto, se presiona el botón “OK” dentro de esta misma caja y se ordena así a la aplicación que calcule el factor total de crecimiento para el período correspondiente, por cada categoría, en la caja de nombre “Factor Total” al lado izquierdo. Para este propósito, la aplicación usa la fórmula:

$$F_T = (1 + i)^n \quad (\text{ecuación 2.1})$$

donde: F_T = Factor total
 i = Tasa de crecimiento anual
 n = Número de años

También es posible indicar directamente el factor de crecimiento total por cada categoría directamente, escribiéndolo en la caja “Factor Total”. La caja de diálogo para el pronóstico a X años tiene una caja de texto adicional en donde se especifica el número de años a que se desea proyectar. Una vez determinados todos estos valores de cualquiera de las formas descritas, se presiona ya sea el botón “Parcial” o el botón “Integro”.

El botón “Parcial” permite la obtención de un pronóstico detallado (ver numeral 1.4.2.5) considerando secciones parciales del plano de censo. Al aceptar con “Parcial” la aplicación activa automáticamente la capa “Censo_00” y pide al usuario que seleccione la zona o zonas del plano de las que desea se obtenga el pronóstico. En el plano de demanda pronosticada correspondiente aparecerá entonces el pronóstico de abonados para la zona seleccionada. A continuación activa la capa “Total_00” y se sigue el mismo proceso anterior.

Al aceptar los valores de la caja de diálogo por medio del botón “Integro” se genera un plano que contiene el pronóstico de demanda telefónica al plazo especificado para *todo* el plano de censo, es decir, un pronóstico total (ver numeral 1.4.2.5).

Si el pronóstico ya se ha hecho y el usuario ordena que se haga nuevamente, aparece una caja de diálogo de advertencia que pregunta si este nuevo pronóstico debe superponerse al anterior. Para responder afirmativamente se debe presionar el botón “Borrar” en esta caja de diálogo; esto elimina el pronóstico anterior y deja solo el último realizado. Si se responde con el botón “Sí”, el nuevo pronóstico se adjunta al anterior (es decir, ambos se dibujan en la misma capa); esta opción es la adecuada en caso de haber escogido antes un pronóstico “Parcial” con un cierto factor para cierta zona y estar realizando el pronóstico de otra zona con otro o con el mismo factor. Si se presiona “No” se cancela el comando.

Los botones “Todos” que están en ambas cajas se usan para copiar automáticamente el factor de la primera categoría de abonado al resto de categorías.

Los pronósticos de abonados por categoría para 5, 10 y X años se dibujan en las capas “Censo_05”, “Censo_10” y “Censo_X”, respectivamente. Los pronósticos de los totales se ubican en las capas “Total_05, Total_10 y Total_X.

Cabe mencionar que la fórmula completa que utiliza el procedimiento es la misma del numeral 1.4.2.4:

$$N_f = N_i \times (1 + i)^n \quad (\text{ecuación 1.1})$$

donde: N_f = Número de abonados final o pronosticado

N_i = Número de abonados inicial o actual

i = Tasa de crecimiento anual

n = Número de años

N_i es el valor que se obtiene del plano en cada caso y N_f es el nuevo valor que aparece en el mismo lugar, pero en la capa de pronóstico que corresponda. El valor de n es 5 o 10 años para las opciones “Pronóstico 5” y “Pronóstico 10” respectivamente, y puede escogerse libremente en el caso de “Pronóstico X”.

Como se puede ver, se tiene la posibilidad de obtener cualquiera de los pronósticos descritos en el numeral 1.4.2: a corto y a largo plazo, de termino medio, totales o detallados.

2.7. Menú “Red”

Los planos de la red propiamente tal comprenderán líneas aéreas y subterráneas con sus respectivos terminales e instalaciones respectivas. No están incluidos los teléfonos ni las instalaciones de abonado. Tampoco se incluirán las centrales privadas.

El principio general es que estos planos deberán presentar un cuadro completo de las unidades de planta que constituyen la red, con su localización geográfica, dimensiones y códigos de identificación. Todas las unidades deberán mostrarse en los planos por medio de los símbolos que se listan en el Anexo 2.1, “Simbología de

Planta Externa”, y estar registradas en una base de datos que contenga la información mencionada y otros datos relevantes.

2.7.1 Enlace con base de datos, “Archivo de Proyecto”

Toda entidad del dibujo que represente una o más unidades de planta estará enlazada a una base de datos denominada “Archivo de Proyecto”. Este archivo es compatible con el formato DBASE, es decir, posee el formato general de una base de datos de extensión .DBF. Cada entidad se enlaza al ser creada con el “Archivo de Proyecto” generando un nuevo registro. Para identificar a la entidad enlazada con un registro particular se usa un campo específico que contiene el código que AutoCAD ha asignado a dicha entidad. Este campo, que en este caso se denomina ENTIDAD es la “clave” del enlace. El código de la entidad es particular de la misma, lo cual significa que ninguna otra entidad del dibujo puede tener el mismo código. Así, en el “Archivo de Proyecto” existe uno y solo un registro por cada entidad dibujada.

Una entidad puede representar una, dos y hasta tres unidades de planta. Los códigos de dichas unidades a las que la entidad representa y la cantidad de cada una de ellas forman parte de los datos contenidos en el “Archivo de Proyecto”. Por ejemplo, si se tienden dos cables, uno de 10 pares y otro de 50 pares entre dos postes, los dos cables estarán representados conjuntamente en una sola entidad. En los datos de dicha entidad aparecerán entonces los códigos tanto del cable de 10 pares como del de 50 pares (en los campos UNIDAD DE PLANTA 1 y UNIDAD DE PLANTA 2) y las cantidades en metros de cada uno de ellos (en los campos CANTIDAD 1 y CANTIDAD 2, respectivamente).

El campo CODIGO es singular para cada ítem, puesto que se refiere al elemento físico cuando éste ya ha sido instalado. El campo FECHA es la fecha en que se ha instalado dicho elemento. Por consiguiente, dichos campos se mantienen en blanco

mientras la red está en la fase de proyecto y se llenan una vez que se ha construido la red o conforme ésta está en construcción.

Las opciones del menú “Red” permiten ver los datos de cualquier entidad enlazada, editar dichos datos, seleccionar campos de la base para que aparezcan en el plano, a más de otras tareas que junto con las anteriores se describen en los numerales siguientes.

2.7.2 Configuración del enlace

Seleccionando la opción “Configurar Enlace” se despliega una caja de diálogo que requiere en primer lugar que el usuario ingrese el nombre del “Archivo de Proyecto”. Si ya existe un archivo con ese nombre, los nuevos registros se añaden a continuación de los que ya consten en el mismo. Si no existe aún un “Archivo de Proyecto” con ese nombre se genera uno nuevo vacío en donde se ingresarán los nuevos registros. En ambos casos, aparece un mensaje que informa al usuario de qué caso se trata.

A continuación se tienen tres opciones que se detallan a continuación. Cada una de ellas puede seleccionarse o deseleccionarse con el dispositivo apuntador. El enlace puede configurarse cuantas veces sea necesario a lo largo de una misma sesión de dibujo.

2.7.2.1 “Editar Datos de cada Unidad de Planta”

En general, al dibujar se suele insertar varias veces la misma entidad (unidad de planta) en forma sucesiva. Existen dos posibilidades: la primera es que cada vez que se inserte la entidad aparezca la caja de diálogo que permite editar sus datos del

“Archivo de Proyecto”; si esto es lo que se requiere se debe seleccionar esta opción. La segunda posibilidad es que dicha caja de diálogo aparezca solo al insertar la primera entidad (unidad de planta) y que para las subsiguientes se copien los datos de la primera, excepto en los campos ENTIDAD y CANTIDAD, que difieren de una entidad a otra; esto sucede si se deja esta opción sin seleccionar.

Editar los datos de cada entidad al momento de insertarla tiene la ventaja de que se pueden escribir en ese mismo momento las informaciones particulares de la misma, como por ejemplo el CÓDIGO, la FECHA de instalación, etc. Si se decide no hacerlo, dichas informaciones se pueden escribir después o dejar vacíos los campos si no existe información relevante que deban contener. Vale la pena recalcar que para este último caso la información de la primera entidad insertada se copia a las siguientes y que, por tanto, ésta debe contener información de tipo general.

Por ejemplo, es recomendable usar esta opción para cajas de dispersión, bloques de dispersión y armarios, los cuales suelen tener información específica, y no utilizarla para insertar unidades tales como postes, cables, tierras y retenidas, que normalmente tienen información de tipo general.

2.7.2.2 “Enlazar Entidades con Unidades de Planta”

Escogiendo esta opción se determina que para cada una de las entidades que representan una unidad de planta, además de crearse un registro en el “Archivo de Proyecto”, se genere un enlace con el registro correspondiente de otro archivo denominado “Unidades de Planta”. Este último contiene toda la información detallada de cada unidad de planta (materiales, precios, tiempos, etc.) Por ejemplo, al insertar un armario de 1200 pares (unidad de planta “R0401”), se creará un registro en el “Archivo de Proyecto” en base al “campo clave” ENTIDAD y, por otra parte, se generará un enlace con el registro que contenga el número “R0401”

del archivo “Unidades de Planta”. Si no se encuentra la unidad de planta con el código proporcionado aparece un mensaje de advertencia indicando que no se ha podido establecer el enlace.

No es indispensable que se genere este enlace, pero hacerlo tiene la ventaja de poder tener acceso a la información de unidades de planta en forma directa a partir de una entidad del dibujo. La desventaja radica en que el proceso de inserción se hace ligeramente lento, ya que se requiere un proceso más de lectura de disco.

El archivo “Unidades de Planta” contiene información general: un mismo registro está enlazado con muchas entidades del dibujo. Sus características se describen en detalle en el Capítulo 3.

2.7.2.3 “Determinar Ángulo de cada Unidad de Planta”

La entidad que representa a la unidad o unidades de planta es un símbolo que se inserta con un determinado ángulo. Normalmente, si así lo requiere, el usuario determina este ángulo al insertar la primera unidad de planta. Las siguientes se insertan con el mismo ángulo, hasta que se cancele el comando. Sin embargo, con frecuencia se requiere que cada entidad sucesiva tenga un ángulo diferente. Si es este el caso, se debe seleccionar esta opción para que cada vez que se inserte una entidad el usuario haga girar en pantalla la entidad por medio del dispositivo apuntador hasta que tenga el ángulo de inserción deseado.

Se recomienda usar esta opción para insertar postes, retenidas y tierras, unidades cuya orientación varía cada vez.

2.7.3 “Ver Unidad de Planta”

Esta opción permite desplegar los datos de la unidad de planta enlazada con la entidad, siempre que se haya escogido que se genere el enlace, según se explica en 2.7.2.2. La aplicación pide al usuario que seleccione la entidad cuyos datos extendidos desea ver. Una vez hecho esto por medio del dispositivo apuntador, aparecen los datos respectivos. Si el enlace no se ha generado, se despliega el registro enlazado del “Archivo de Proyecto”.

2.7.4 “Ver Datos de Entidad”

La opción “Ver Datos de Entidad” permite ver los datos registrados en el “Archivo de Proyecto” correspondientes a la entidad que se seleccione. Si la entidad no tiene ningún enlace (es decir, no es una unidad de planta) aparece una caja de diálogo de advertencia indicándolo.

2.7.5 “Editar Datos de Entidad”

“Editar Datos de Entidad” da la posibilidad de editar los datos registrados en el “Archivo de Proyecto” correspondientes a la entidad que se seleccione. Si la entidad no tiene ningún enlace (es decir, no es una unidad de planta) aparece una caja de diálogo de advertencia indicándolo, si no, aparece una caja de diálogo de edición que permite modificar el contenido de cualquiera de los campos.

Al editar se debe tener cuidado de no cambiar el contenido del campo que contiene el número de entidad (“ENTIDAD”), el cual constituye el “campo clave” del enlace.

Una vez editados los datos, la aplicación pregunta al usuario qué entidades del dibujo desea actualizar, por si los datos modificados están siendo visualizados en el dibujo (el *numeral* 2.7.7 explica en detalle la visualización de datos). El usuario puede determinar qué entidades actualizar por medio de los métodos de selección de objetos normales o escribiendo “ALL” para actualizar el dibujo completo.

2.7.6 “Visualizar Datos”

Es posible mostrar en el plano que se esté dibujando uno o varios de los datos contenidos en el “Archivo de Proyecto” por medio de la opción “Visualizar Datos”. Por ejemplo, si se trata de una caja de dispersión, puede requerirse indicar en el plano en qué medida está siendo utilizada. Este dato puede escribirse en los campos para notas (NOTA 1, NOTA 2 y NOTA 3) del registro enlazado editándolo según se describe en 2.7.6 y visualizarse luego mediante esta opción.

En primer lugar, la aplicación pide que se seleccione la entidad cuyos datos se quiere visualizar. Si la entidad está enlazada (es decir, es una unidad de planta) a continuación se solicita que el usuario ingrese la ubicación, altura y ángulo de rotación del texto a visualizarse. Luego, aparece una caja de diálogo en donde se deben seleccionar los campos que se desea visualizar y presionar el botón “OK” para que los datos se muestren en el dibujo.

2.7.7 Ir a “Cálculo de Proyectos”

Por medio de la opción “Cálculo de Proyectos” se puede ejecutar directamente desde AutoCAD el sistema de administración descrito en el Capítulo 3 y tener un acceso completo a todas los datos, a más de poder obtener información de materiales

utilizados, precios totales, tiempos empleados y otros, según se explica en detalle en el siguiente capítulo.

2.8 Menú de pantalla para lotización

Como se explicó ya, el menú de pantalla constituye una forma más versátil - aunque menos visual - de tener acceso a los comandos que la barra de menú. En todo caso, siempre se tienen ambos menús disponibles simultáneamente, el usuario verá a lo largo de su trabajo cual de ellos se acomoda mejor a sus necesidades. En el menú de pantalla están disponibles todas las herramientas del menú de pantalla y otras adicionales. Aquí se explican solamente aquéllas que no constan en el anterior menú.

2.8.1 Ubicación de abonados por categoría

Al ubicar los abonados por categorías, según el resultado del censo de demanda, se requiere que el texto que contiene la cantidad de abonados asociada a la letra que indica la categoría de abonado, tengan un cierto tamaño de acuerdo a la escala y que se inserte en la capa adecuada (Censo_00). Por otra parte, en general, el dibujo de un texto se hace en varios pasos: dar el comando TEXT, escoger el tamaño, escribir el texto, dar la posición, la escala y finalmente la orientación. En otras palabras, necesita de un proceso que demora mucho, especialmente si se debe insertar texto repetidas veces.

Esta aplicación proporciona una herramienta que permite la inserción directa del censo de abonados: considera la escala, la capa de destino, la orientación, y no hay necesidad de escribir el texto. El número de abonados potenciales que puede tener un lote es variable, pero generalmente es un entero (1,2,3 ó 4). En el menú de pantalla existen los ítems "R", "2R", "3R", "4R", "5R", "C", "2C", "3C", "4C",

“5C”, “I”, “2I”, “3I”, “4Y” y “5I”, cada uno de los cuales inserta el texto correspondiente del tamaño apropiado y en la capa correcta.

Este comando de inserción se repite indefinidamente, mientras el usuario da sucesivamente las posiciones del elemento a insertar, hasta que se escoja otro comando o se presione dos veces seguidas el botón derecho del ratón. Presionando una sola vez dicho botón, se puede escoger el ángulo con que se desea que se inserte el texto; se puede responder escribiendo este dato directamente o trazando en la pantalla un segmento con la orientación deseada. Una vez hecho esto, el programa sigue preguntando sucesivamente la posición de inserción e inserta en ella el texto con el ángulo dado.

2.8.2 Otros abonados

La opción “OTROS” del menú de pantalla para lotización llama a otro submenú de pantalla que permite la inserción de abonados cuyas categorías se simbolicen con otras letras que no sean “R”, “C” o “I” (por ejemplo, podrían existir abonados *mercantiles* que se simbolicen con la letra “M”). La opción “Config.” despliega una caja de diálogo en la que se indica a la aplicación qué letras corresponden a estas nuevas categorías en las casillas frente a las letras “A” y “B”.

A continuación, en este mismo submenú de pantalla existen los ítems “A”, “2A”, “3A”, “4A”, “5A”, “B”, “2B”, “3B”, “4B” y “5B” cada uno de los cuales inserta el texto reemplazando las letras “A” y “B” por las correspondientes que se hayan configurado según se explica en el párrafo anterior.

2.9 Menú de pantalla para dibujo de red primaria, red secundaria y canalización

La aplicación debe proporcionar la posibilidad de insertar cualquiera de las unidades de planta disponibles. Se ha creado un menú de pantalla denominado “RED” con este propósito.

2.9.1 Estructura del menú de pantalla “RED”

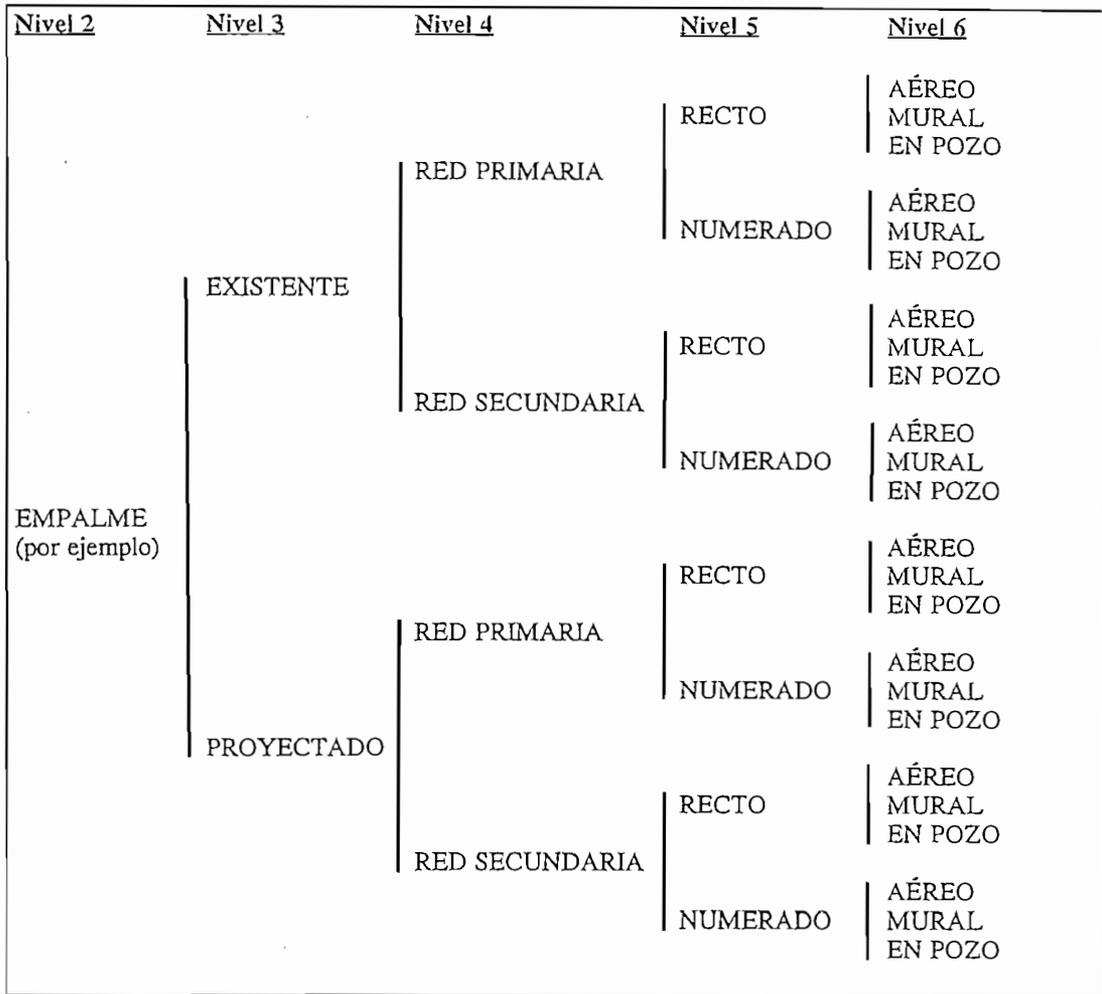
Según se mencionó anteriormente, el menú de pantalla posee una estructura jerárquica. Esto significa que el menú principal (nivel 1) está compuesto de comandos que llaman a otros menús (nivel 2) y éstos, a su vez, contienen comandos que despliegan otros menús (nivel 3), y así sucesivamente (niveles 4, 5 ,6, etc.) hasta llegar a un menú que contiene comandos que ejecutan las instrucciones deseadas.

La estructura del menú “Red” está basada en la clasificación de las unidades de planta. El nivel 1 contiene los siguientes ítems o comandos:

- CENTRAL
- ARMARIO
- CAJA
- CABLE
- EMPALME
- RETENIDA
- POSTE
- TIERRA
- POZO
- CANALIZACIÓN
- CAJAS DE REVISIÓN
- OTROS

Cada uno de ellos se ramifica hacia niveles más altos, generalmente en forma parecida al siguiente ejemplo:

Tabla 2.3 Ejemplo de la ramificación de un ítem del menú de pantalla



En el Nivel 7 del menú encontraríamos los comandos que permiten propiamente la inserción de las unidades de planta: cada uno de los ítems del Nivel 6 se ramifica en aproximadamente:

- (empalme de) 10 pares
- (empalme de) 20 pares
- (empalme de) 30 pares
- (empalme de) 50 pares
- (empalme de) 70 pares
- (empalme de) 100 pares
- (empalme de) 150 pares

(empalme de) 200 pares
(empalme de) 300 pares
(empalme de) 400 pares
(empalme de) 600 pares
(empalme de) 900 pares
(empalme de) 1200 pares
(empalme de) 1500 pares
(empalme de) 1800 pares

Para que el usuario identifique mejor los ítems de menú, aquéllos que llaman a otro menú están en mayúsculas y seguidos por dos puntos (..); los títulos dentro de cada menú están escritos en mayúsculas y los que insertan la unidad de planta respectiva, están escritos en minúsculas.

En el menú de pantalla “Red” están disponibles también, siempre que el espacio lo permite, los comandos para configurar el enlace, ver el “Archivo de Proyecto”, editar el “Archivo de Proyecto” y visualizar datos.

2.9.2 Inserción de una unidad de planta

Al insertar una unidad de planta rigen las siguientes observaciones:

- Se hace escogiendo por medio del ratón cualquiera de las unidades de planta disponibles en el menú de pantalla. Aparece el símbolo dibujado correspondiente y se pregunta al usuario por la posición en que desea insertarlo.

- El tamaño de dicho símbolo está de acuerdo con los estándares de EMETEL y considera la escala establecida. Si la escala no se ha

configurado aun, aparece un mensaje pidiendo usuario que la ingrese en ese momento.

- El símbolo se inserta automáticamente en la capa o capas correspondientes. Como se puede ver en el menú, las unidades de planta pueden ser existentes o proyectadas, y pertenecer ya sea a la red primaria, a la red secundaria y/o a la canalización. Por tanto, se insertan en la capa o capas que correspondan: “PRIM_EXIS” (red primaria existente), “PRIM_PROY” (red primaria proyectada), “SEC_EXIS” (red secundaria existente), “SEC_PROY” (red secundaria proyectada), “CAN_EXIS” (canalización existente), “CAN_PROY” (canalización proyectada) o “NORTE”.
- Aparece la caja de diálogo que permite editar los datos extendidos, únicamente al insertar la primera unidad de planta, o en cada inserción, según cómo esté configurado el enlace (ver *numeral 2.7.2.I*).
- Ciertos datos extendidos de la entidad se escriben automáticamente. Tal es el caso de los campos “ENTIDAD”, “NOMBRE” (no en todos los casos), “UNIDAD DE PLANTA 1” (no en todos los casos), “DESCRIPCIÓN”, “CAPACIDAD” (no en todos los casos) y “CANTIDAD 1”.
- Se pregunta al usuario la posición de inserción de aquellos datos o atributos que deban ser visualizados. Los datos a visualizarse y el formato en que deben aparecer está ya predeterminado por la aplicación.
- El usuario puede determinar el ángulo de inserción del símbolo (o del texto) visualizado presionando una vez el botón derecho del ratón al momento que la aplicación le pide que ingrese la posición. El ángulo puede escribirse (debe estar en grados) o ingresarse dibujando un segmento con la inclinación deseada. Los símbolos (o textos) que se inserten a continuación

conservan este ángulo. Si se ha seleccionado la opción “Determinar Ángulo de cada Unidad de Planta” en la configuración del enlace, el usuario puede rotar la entidad hasta el ángulo que desee cada vez que ésta sea insertada. Ver numeral 2.7.2.3.

Además, en casos específicos, se han tenido en cuenta las siguientes observaciones:

Cables.- Las rutas de cable se presentan con línea de segmentos para cable aéreo o autosuspendido, línea continua para cable canalizado o liso y “raya-punto-rama” para cable instalado en manguera. Cada cable primario está representado por una línea con el número de pares y la numeración, cables muertos y reserva. El método de construcción está indicado por el tipo de línea respectivo. Se indican las longitudes de los cables en m y con precisión de 0.1. La red primaria se diseña con cables de diámetro 0.4 mm, salvo que los cálculos y criterios técnicos del proyectista determinen la necesidad de usar diámetros mayores. Las subidas se dibujan con línea “raya-punto-rama”.

Armarios de distribución.- Se indica la numeración de cada uno de los armarios de distribución, mostrando su capacidad y utilización, numeración de unidades de 50 y 100 pares, el armario de distribución o las cajas de distribución a los cuales está conectada cada unidad.

Cajas terminales.- Aparece también la numeración de las cajas terminales (D.P.). Se indica el nombre y, solo si la caja terminal tiene capacidad para más de 10 pares, también la capacidad.

Canalización.- Las rutas de canalización se presentan con línea de segmentos cuando es en calzada y con línea continua para canalización en acera. La manguera de subida a poste o pared se dibuja con línea “raya-punto-rama”. Cada tramo está

representado por una línea con el número de vías y la longitud en m, con precisión de 0.1. El método de construcción está indicado por el tipo de línea.

2.10 Otros menús de pantalla

Además de los ya descritos, están disponibles otros dos menús de pantalla adicionales: "Plot" y "Pronóstico". Corresponden exactamente a los del mismo nombre de la barra de menús, descritos en los *numerales* 2.4.5 y 2.6, respectivamente.

2.11 Volver al menú estándar de AutoCAD

Como el usuario podrá ver al utilizar la aplicación, en el ambiente personalizado que presenta la aplicación se han conservado todos los elementos que presenta el menú estándar de AutoCAD V.12.

Sin embargo, es posible que se desee volver completamente al ambiente normal estándar de AutoCAD. Para este propósito se tiene una orden adicional en el ítem "File" de la barra de menú: "Menú de AutoCAD". Para regresar al "Menú de Red Telefónica" se debe dar el comando "ROOTMNU" en la línea de comandos.

CAPITULO 3

Desarrollo de la aplicación en cuanto a obtención de presupuestos y consideraciones económicas

En este capítulo se describe el sistema denominado “Cálculo de Proyectos”, que permite calcular automáticamente el presupuesto requerido para ejecutar un proyecto de construcción de planta externa en base a unidades de planta, según las características y requerimientos descritos en el *numeral 1.6.3*. El sistema ha sido programado en un lenguaje de base de datos. Está fundamentado en un conjunto de bases de datos enlazadas entre sí; es decir, si se cambia el contenido de una de ellas, las otras se actualizarán correspondientemente en forma automática. Por ejemplo, puesto que el precio unitario de la unidad de planta “Instalación de Armario Metálico” depende del precio de la base de hormigón necesaria para instalar el armario, si sube el precio del hormigón y se debe modificar la lista de precios de materiales, el precio de la unidad de planta respectiva automáticamente reflejará este cambio.

Dicho sistema está dividido en tres secciones. La primera, “Unidades de Planta”, permite la creación de unidades de planta en base a listados de materiales. La segunda parte, “Análisis de Precios Unitarios” (ver *Anexo 3.1*), sirve para crear reportes de precios unitarios en base a las anteriores unidades de planta y a listados de ítems de equipo y de mano de obra.

Se ingresa al sistema de “Unidades de Planta” escogiendo esta opción en el menú principal. Este sistema se usa para calcular el precio de los artículos requeridos para ejecutar un proyecto, como por ejemplo, hacer un empalme, instalar cable en postería, instalar un abonado, etc. El sistema está basado en un listado de artículos o materiales. Cada ítem denominado “Unidad de Planta” representa el costo por unidad de los materiales utilizados en la instalación de esta porción específica de la red (ver *Anexo 3.1*).

Cada uno de los ítems que participan en el proceso de análisis económico del proyecto puede ser creado, modificado o eliminado. De la misma forma, es necesario tener funciones que permitan simplemente ver la información correspondiente a un ítem o listar todos los ítems existentes. Por tanto, se han implementado funciones comunes a todos los ítems, las cuales se describen a continuación:

Crear: Permite añadir un ítem. Aparece una pantalla que permite ingresar los datos correspondientes a dicho ítem llenando los espacios en blanco. Ciertos espacios deben ser llenados en forma obligatoria, por ejemplo aquél correspondiente a la moneda. Por tanto, no se puede continuar sin haber ingresado la información solicitada en el formato correcto.

Modificar: Permite el cambio de los datos correspondientes a un ítem. Aparece la misma pantalla que en el caso de “Crear”, solo que esta vez los espacios están llenos con los datos del ítem ingresados anteriormente, mismos que pueden ser modificados.

Como ya se mencionó, todos los ítems están interrelacionados, por tanto, al cambiar los datos de un ítem, todo el sistema debe actualizarse. Mientras esto sucede, en la esquina inferior derecha de la pantalla aparece el mensaje “Actualizando...”.

Si la información de un campo que deba llenarse obligatoriamente no consta o bien no está escrita en el formato correcto, no se puede continuar hasta haberla corregido.

Eliminar: Permite borrar o eliminar un ítem específico. Primeramente se muestran los datos correspondientes a dicho ítem; a continuación aparece un mensaje de confirmación. Si se responde afirmativamente, el ítem es borrado.

No se puede eliminar un ítem si antes no se lo ha retirado de las bases de datos asociadas a éste. Por ejemplo, si el material “Pintura esmalte negra” forma parte de la unidad de planta “Instalación de caja de dispersión de 10p mural”, no es posible eliminarlo de la lista de materiales mientras no se lo haya retirado o reemplazado por otro en la mencionada unidad de planta. Si se intenta borrar un ítem interrelacionado aparece un mensaje de error.

Listar: Muestra la información correspondiente a un ítem específico; la información puede dirigirse ya sea a la pantalla o a la impresora.

Antes de ordenar la impresión se debe escoger el controlador de impresora apropiado desde el menú principal. Basta con hacer esto una sola vez, al instalar el programa.

Listar Todos: Despliega una lista de todos los ítems con la información correspondiente. Como en el caso anterior, la información puede dirigirse ya sea a la pantalla o a la impresora. Si se escoge la opción “Impresora”, aparece nuevamente una caja que permite dos opciones: “Listar” y “Completo”. Si se escoge la primera, los ítems se muestran uno a continuación de otro, en cuyo caso aparece solamente la información más relevante. Si se escoge “Completo”, se imprime toda la información de cada uno de los ítems.

3.1 Creación de una unidad de planta en base a listados de materiales

Se ingresa al sistema de “Unidades de Planta” desde el menú principal (ver *Anexo 3.1*). La unidad de planta toma en consideración (únicamente) el precio unitario de los materiales empleados, por tanto, para crear una unidad de planta es necesario antes haber ingresado el listado de precios de materiales.

3.1.1 Material

Crear

Antes de crear una unidad de planta se debe crear un listado de materiales. Para hacer esto se selecciona “UNIDADES DE PLANTA” en el menú principal y la opción “1.1 Crear”, bajo el título “1. MATERIALES”. Aparece la pantalla del *Anexo 3.2, “Crear Materiales”*. Cada artículo tiene los siguientes datos:

CÓDIGO
DESCRIPCIÓN
UNIDAD
PRECIO UNITARIO
OMITIR EN RC
MONEDA
FECHA
PROVEEDOR
PAÍS
ORIGEN
TELÉFONO
FAX
OBSERVACIONES

De aquí en adelante, el material será identificado por medio del CÓDIGO; al crear una unidad de planta se incluyen en ella los distintos materiales por medio de dicho CÓDIGO. Es indispensable que el precio de cada material esté en una cierta MONEDA y que se especifique si es de origen local (“L”) o importado (“I”); el

“Reporte de Precios Unitarios” (descrito más adelante) debe considerar el costo del transporte internacional en caso de que el material provenga del extranjero. Si no se posee al momento el resto de informaciones, se las puede llenar más adelante.

Como datos adicionales se puede especificar DESCRIPCIÓN, UNIDAD, PROVEEDOR, PAÍS de origen, TELÉFONO y FAX del proveedor. Además, existen cuatro líneas en blanco para OBSERVACIONES. La FECHA queda registrada automáticamente; es posible cambiarla escogiendo la opción “Modificar” (que permite igualmente cambiar el resto de datos) bajo el mismo título MATERIALES. En cuanto a la UNIDAD, por ejemplo, si se trata del material “Cable para ducto, jelly-filled” la unidad será “m” (metros) o, si el material es “Conector de 25p” la unidad será “u” (el precio es por unidad, es decir, por conector).

Listar por Proveedor

Esta opción permite listar únicamente los materiales suministrados por un cierto proveedor que se especifica en la caja de diálogo que aparece seguidamente, como se puede apreciar en el *Anexo 3.3, “Material; Listar por Proveedor”*.

Eliminar Marcas

Esta opción da la posibilidad de eliminar las marcas de todos los ítems de material que hayan sido marcados para que su precio no sea tomado en cuenta para el cálculo del precio final de los reportes de cantidades. Ver el título “Precios de Material” en el *numeral 3.2.5*.

De aquí en adelante, el material será identificado por medio del CÓDIGO; al crear una unidad de planta se incluyen en ella los distintos materiales por medio de dicho CÓDIGO.

Una vez creado el listado de materiales, cada uno de ellos con su código, descripción y precio respectivos, se puede proceder a crear las unidades de planta. En el *Anexo 3.20*, “*Listado de Materiales*” se encuentra el listado de materiales general (obtenido mediante "Listar"), que se imprime o se visualiza en pantalla seleccionando “Listar Todos” bajo el título “MATERIALES”.

Las opciones restantes para manipular materiales se ajustan a las descripciones generales que se encuentran al principio de este capítulo.

3.1.2. Unidades de planta

La definición del concepto de una unidad de planta puede encontrar se en el *numeral 1.6.3.1*. Se crea una unidad de planta seleccionando “2.1 Crear” bajo el título “2. UNIDADES DE PLANTA”. Aparece una secuencia de 2 pantallas; la primera es la del *Anexo 3.4*, “*Crear Unidad de Planta. Pantalla 1 de 2*”. Cada unidad de planta contiene la siguiente información:

CÓDIGO
DESCRIPCIÓN
UNIDAD
NOTA
MONEDA
COSTO DE INSTALACIÓN
TIEMPO DE INSTALACIÓN

Como en el caso anterior, cada ítem se identifica por medio de un CÓDIGO. Además, es necesario ingresar una DESCRIPCIÓN y la MONEDA en la que se obtendrá el precio unitario de la unidad de planta.

En esta pantalla es posible además especificar dos cantidades: COSTO DE INSTALACIÓN y TIEMPO DE INSTALACIÓN. Si se indican estos valores, más tarde es posible crear un reporte de cantidades referido únicamente a las unidades de planta, como se verá más adelante. En el caso general, en que se crea un reporte de cantidades basado en análisis de precios unitarios, sencillamente se los deja en blanco.

A continuación aparece la segunda pantalla, que se muestra en el *Anexo 3.5, "Crear Unidad de Planta. Pantalla 2 de 2"*.

En esta pantalla se ingresa los materiales que van a constituir la unidad de planta en cuestión. Se lo hace por medio del código. Una vez ingresado éste, aparece la descripción del material correspondiente y su precio convertido a la moneda de la unidad de planta. De no existir un material con el código especificado, aparece un mensaje de advertencia en la parte inferior de la pantalla. A continuación se ingresa la cantidad de material que se necesite y el precio total aparece al costado derecho. Se puede ingresar hasta 15 ítems de material.

Una vez ingresados todos los ítems necesarios, aparece el costo total de los materiales empleados en la respectiva unidad de planta o, en otras palabras, el precio de la misma.

Copiar

Esta opción permite hacer un duplicado de una unidad de planta. Requiere el ingreso del código de la unidad de planta que se quiere copiar y el código de la unidad de planta duplicada. Esta opción es útil cuando se tienen unidades de planta muy parecidas entre sí: basta con crear una de ellas, copiarla y simplemente hacer en el

duplicado las modificaciones necesarias, evitándose el trabajo de crear otra unidad de planta completa.

En el *Anexo 3.2I*, “*Listado de Unidades de Planta*” se encuentra un listado general de las unidades de planta, obtenido mediante “Listar Todos” bajo “UNIDADES DE PLANTA”.

Las opciones restantes para manipular unidades de planta se ajustan a las descripciones generales que se encuentran al principio de este capítulo.

3.2 Creación de un análisis de precios unitarios en base a listados de ítems de equipo, mano de obra, transporte y a las unidades de planta.

Se ingresa al sistema de “Análisis de Precios Unitarios” escogiendo esta opción en el menú principal (ver *Anexo 3.I*). Como ya se dijo, el análisis de precios unitarios es una extensión de la unidad de planta. En tanto que la unidad de planta toma en consideración únicamente el precio unitario de los materiales empleados, el análisis de precios unitarios considera también el precio unitario de los equipos y la mano de obra utilizados. Además, considera el costo de transportar dichos materiales al sitio de trabajo, tanto si son nacionales como si provienen del extranjero. Antes de poder crear un análisis de precios unitarios es necesario tener los listados de ítems de equipo, mano de obra, transporte, y que se hayan creado las unidades de planta.

Por ejemplo, una posibilidad es usar los siguientes códigos para los diferentes tipos de ítems:

- equipos EQ01, EQ02, etc.,
- mano de obra MO01, MO02, etc.,
- transporte TR01, TR02, etc.,

3.2.1 Equipo

Crear

Al seleccionar la opción “1.1 Crear” bajo el título “1. EQUIPO”, aparece la siguiente pantalla del *Anexo 3.7, “Crear Equipo”*, que permite añadir un ítem de equipo. Cada ítem tiene los siguientes datos:

CÓDIGO
DESCRIPCIÓN
UNIDAD
PRECIO UNITARIO
MONEDA
FECHA
PROVEEDOR
PAÍS
TELÉFONO
FAX
OBSERVACIONES

Como en el caso de los materiales, es necesario especificar la MONEDA. El PRECIO es normalmente por hora. La UNIDAD puede ser, por ejemplo, “juego”, es decir, el precio se refiere al uso de un juego de herramientas durante el lapso de una hora.

Las opciones restantes para manipular ítems de equipo se ajustan a las descripciones generales al principio de este capítulo. Detalles sobre los equipos utilizados con mayor frecuencia se pueden encontrar en el *numeral 1.6.6*.

Listar por Proveedor

Esta opción permite listar únicamente los equipos que proporciona un cierto proveedor que se especifica en la caja de diálogo que aparece seguidamente. Ver el *Anexo 3.3*.

Para obtener los listados general y detallado se escoge “Listar Todos” bajo el título “EQUIPOS”; ver el *Anexo 3.22*, “*Listado de Ítems de Equipo*”.

3.2.2 Mano de obra

Crear

Al seleccionar “2.1 Crear” bajo el título “2. MANO DE OBRA”, aparece la pantalla del *Anexo 3.8*, “*Crear Mano de Obra*”. Cada ítem tiene los siguientes datos:

CÓDIGO
DESCRIPCIÓN
JORNAL BÁSICO
MONEDA
FACTOR SALARIO REAL
FACTOR ADICIONAL 1
FACTOR ADICIONAL 2
FECHA
TOTAL / HORA
OBSERVACIONES

Se especifica primeramente el JORNAL BÁSICO por hora de trabajo. Dicho valor, según especifica la ley, está afectado por el llamado “FACTOR DE SALARIO REAL”, que también debe ingresarse. El TOTAL / HORA o jornal real es el producto de estos dos valores; aparece automáticamente al terminar de editar esta pantalla.

En ciertos casos especiales es necesario especificar más de un factor que afecte al jornal básico. Por tanto, se tiene dos campos adicionales, FACTOR ADICIONAL 1 y FACTOR ADICIONAL 2. En caso de que no se apliquen, su valor se mantiene en la unidad y no afecta al resultado.

Las opciones restantes para manipular ítems de mano de obra se ajustan a las descripciones generales que se encuentran al principio de este capítulo.

Para obtener los listados general y detallado se escoge “Listar Todos” bajo el título “MANO DE OBRA”; ver el *Anexo 3.23, “Listado de Ítems de Mano de Obra”*. Detalles sobre los tipos de trabajadores que con mayor frecuencia intervienen en la construcción de planta externa se pueden encontrar en el *numeral 1.6.6*.

3.2.3 Transporte

Crear

Una vez seleccionado “3.1 Crear” bajo el título “3. TRANSPORTE”, aparece una pantalla que, como se puede ver en el *Anexo 3.9, “Crear Transporte”*, tiene una conformación similar a las anteriores. Cada ítem tiene los siguientes datos:

CÓDIGO
DESCRIPCIÓN
UNIDAD
PRECIO UNITARIO
MONEDA
FECHA
PROVEEDOR
PAÍS
TELÉFONO
FAX
OBSERVACIONES

Los ítems de transporte sirven para calcular el costo de llevar los materiales de la bodega al sitio, o bien, lo que se podría denominar “transporte interno”. No se consideran aquí los costos de transporte internacional (flete) ni nacional; como se verá, éstos se toman en cuenta más tarde, al crear el “Reporte de Cantidades”, en forma de porcentaje. El PRECIO UNITARIO de un ítem de transporte corresponde normalmente al costo por km.

Las opciones restantes para manipular ítems de transporte se ajustan a las descripciones generales que se encuentran al principio de este capítulo.

Para obtener los listados general y detallado se escoge “Listar Todos” bajo el título “TRANSPORTE”; ver el *Anexo 3.24, “Listado de Ítems de Transporte”*.

3.2.4 Análisis de precios unitarios

Crear

Una vez creados los ítems descritos en los numerales anteriores, ya es posible crear el llamado “análisis de precios unitarios”, cuya definición puede encontrarse en el *numeral 1.6.3.2*. Al seleccionar “4.1 Crear” bajo el título “4. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS”, aparece la pantalla del *Anexo 3.10, “Crear Análisis de Precios Unitarios. Pantalla 1 de 6”*. Cada análisis de precios unitarios contiene la siguiente información:

CÓDIGO
DESCRIPCIÓN
NOTAS
UNIDAD
MONEDA
UNIDAD DE PLANTA

Como antes, es indispensable ingresar la MONEDA en la que se desea obtener el reporte de precios unitarios. La UNIDAD normalmente es “u”, es decir, el precio es por unidad.

Existe en esta ocasión un campo llamado UNIDAD DE PLANTA, en el cual se debe ingresar el código de la unidad de planta que contiene los materiales que corresponden a este reporte de precios unitarios. Puede darse el caso que un reporte de precios unitarios no contenga materiales, es decir, que esté constituido únicamente por trabajo utilizando un equipo (por ejemplo cuando se trata de una rotura - de adoquín, de asfalto, de mayólica, etc. -). Entonces se deja el mencionado campo en blanco.

Puede darse el caso que un reporte de precios unitarios no contenga materiales, es decir, que esté constituido únicamente por trabajo utilizando un equipo. Entonces se deja el mencionado campo en blanco.

A continuación aparece la pantalla del *Anexo 3.11, “Crear Análisis de Precios Unitarios. Pantalla 2 de 6”*.

De forma similar a la pantalla de ingreso materiales del *Anexo 3.5, Crear Unidad de Planta. Pantalla 2 de 2”*, esta pantalla permite el ingreso de ítems de equipo. En este caso se debe especificar el número de HORAS que se utiliza el equipo para realizar esta labor y además el NUMERO DE UNIDADES necesarias. Una vez introducidos estos datos, al costado derecho de la línea aparece el TOTAL POR HORA. Cuando se ha terminado de ingresar todos los equipos se muestra la suma TOTAL de todos ellos en la esquina inferior derecha de la pantalla.

El *Anexo 3.12, “Crear Análisis de Precios Unitarios. Pantalla 3 de 6”*, es una pantalla en la que se ingresan los ítems de mano de obra. Se debe indicar cuántas personas (NUMERO DE PERSONAS) son necesarias para realizar la labor descrita

por el respectivo reporte de precios unitarios. Esta cantidad no es forzosamente un entero. Por ejemplo, si un residente de redes puede supervisar diez trabajos de instalación a la vez en el lapso de una hora, el número de personas unitario será únicamente 0.1.

De la misma forma que en la anterior pantalla, en cada línea se va obteniendo el COSTO TOTAL POR HORA y finalmente se tiene la suma TOTAL de mano de obra en la esquina inferior derecha de la pantalla.

La pantalla del *Anexo 3.13*, “*Crear Análisis de Precios Unitarios. Pantalla 4 de 6*”, corresponde a los materiales empleados en este reporte de precios unitarios. Puesto que éstos se listan en la unidad de planta respectiva (la unidad de planta se especifica en la pantalla de creación del análisis de precios unitarios, *Anexo 3.10*), la pantalla es la misma que la segunda que aparece al crear o modificar dicha unidad de planta (*Anexo 3.5*), es decir, el listado de materiales.

Sin embargo, los precios aparecen en la moneda que haya sido definida para el reporte de precios unitarios, sin importar la moneda que se haya definido la unidad de planta.

No es posible modificar la información que contiene esta pantalla desde el análisis de precios unitarios; es necesario hacerlo directamente desde la unidad de planta. Al cambiar está última automáticamente se actualizan todos los ítems con ella enlazados.

Si no se especifica ninguna unidad de planta en el análisis de precios unitarios, la pantalla del *Anexo 3.13* simplemente aparece vacía y el total de materiales en la esquina inferior derecha es cero.

El *Anexo 3.14*, “*Crear Análisis de Precios Unitarios. Pantalla 5 de 6*”, muestra la pantalla que permite el ingreso de ítems de transporte. Para cada uno de ellos es necesario especificar la “Distancia Mínima de Transporte” (D.M.T.) en kilómetros y el consumo. La D.M.T. es la distancia entre la bodega en donde están almacenados los materiales y el sitio de instalación. Con referencia al consumo, por ejemplo, si se trata de un camión de 6 toneladas que puede cargar 2500m de cable y la UNIDAD del análisis de precios unitarios es 1m (“M”), el consumo unitario será $1/2500=0.0004$.

Al costado derecho se obtendrá, asimismo, el COSTO TOTAL por ítem y la suma TOTAL aparecerá en la esquina inferior derecha. Este último es el valor del “transporte interno” de este análisis de precios unitarios.

La pantalla del *Anexo 3.15*, “*Crear Análisis de Precios Unitarios. Pantalla 6 de 6*” es la última. En primer lugar, proporciona un resumen de todos los datos ingresados en las anteriores pantallas: aparecen los costos totales de equipo, mano de obra, material nacional, material importado y de transporte interno.

Sin embargo, existe un campo que debe ser llenado por el usuario y es aquél que corresponde al RENDIMIENTO del equipo y la mano de obra. El rendimiento se expresa en *unidades por hora* (U/H), es decir, es el número de análisis de precios unitarios que los trabajadores especificados pueden realizar utilizando el equipo respectivo, en el lapso de *una hora*. El COSTO UNITARIO TOTAL SIN MATERIAL NI TRANSPORTE (SMNT) es el resultado de sumar los costos totales de equipo y mano de obra y dividirlos por el rendimiento (ver *numeral 1.6.3.2.1*).

El resultado de sumar los costos totales de equipo y mano de obra es *por hora* (USD/H, asumiendo que la moneda es USD), el rendimiento está en *unidades por hora* (U/H); por tanto, el resultado de la división, SMNT, será el costo unitario del equipo y la mano de obra, es decir, estará en dólares por unidad (USD/U).

En la última línea aparece el COSTO UNITARIO del análisis de precios unitarios completo, en la moneda especificada. Para este valor se ha considerado el SMNT (es decir, los costos de equipo y mano de obra afectados por el rendimiento), y los costos totales de material y transporte interno. Una vez que se ha terminado de crear el análisis de precios unitarios, se tiene la opción de imprimirlo.

Una vez que se ha terminado de crear el análisis de precios unitarios, se tiene la opción de imprimirlo. El listado general aparece en el *Anexo 3.25, "Listado de Análisis de Precios Unitarios"*.

Las opciones restantes para manipular estos ítems se ajustan a las descripciones que se encuentran al principio de este capítulo.

Copiar

Esta opción permite hacer un duplicado del análisis de precios unitarios de planta. Requiere el ingreso del código del análisis de precios unitarios que se quiere copiar y el código del análisis de precios unitarios duplicado. Esta opción es útil cuando se tienen análisis de precios unitarios muy parecidos entre sí: basta con crear uno de ellas, copiarlo y simplemente hacer en el duplicado las modificaciones necesarias, evitándose el trabajo de crear otro análisis de precios unitarios completo.

3.2.5 Reporte de cantidades

Crear desde AutoCAD

La opción “Crear desde AutoCAD” bajo el título “REPORTE DE CANTIDADES” tiene la función de generar un reporte de cantidades a partir de un diseño de planta externa dibujado en AutoCAD R12 utilizando la aplicación “AutoCAD Planta Externa”. Para conocer las características del reporte de cantidades ver el numeral siguiente.

Mientras se dibuja el plano de red telefónica de planta externa en AutoCAD R12 se va generando el llamado “Archivo de Proyecto”, que es una base de datos que contiene todas las entidades creadas en el dibujo que representan un análisis de precios unitarios (unidad de planta).

Una vez escogida esta opción, se ingresa el código del reporte de cantidades a crearse. Si ya existe un ítem con dicho código, aparece una caja de diálogo en donde se debe escoger si se desea reemplazarlo o añadir los subsiguientes análisis de precios unitarios al mismo reporte:

Si se escoge “Reemplazar”, se sobrescribe el reporte de cantidades anterior con el nuevo, es decir, equivale a **eliminar** el reporte de cantidades anterior y crear uno nuevo. Una vez escogida esta opción, no hay vuelta atrás, se pierden los datos del reporte sobrescrito.

Si se escoge “Añadir”, los análisis de precios unitarios generados a partir del dibujo en AutoCAD se añaden a los ya presentes en el reporte de cantidades de dicho código. Como resultado, se tiene un reporte de cantidades que contiene todos los análisis de precios que antes tenía más los generados por el nuevo “Archivo de Proyecto”.

A continuación, aparece otra caja de diálogo que permite indicar a la aplicación cuál es el “Archivo de Proyecto” creado en AutoCAD: se muestra una lista de todos los archivos de extensión .DBF en el directorio corriente (en donde están las demás bases de datos). Si el Archivo de Proyecto no se encuentra en este directorio, se selecciona el disco o disquete y el directorio en donde éste se encuentre y se lo escoge allí. “Cálculo de Proyectos” genera automáticamente el reporte de cantidades, tal y como si hubiera sido creado añadiendo los análisis de precios unitarios uno a uno en forma a manual por medio de la opción descrita en el numeral siguiente, “Crear”. Ver el *Anexo 3.16, “Crear Reporte de Cantidades desde AutoCAD. Escoger Archivo de Proyecto.”*

Al terminar de generar así el reporte de cantidades, se tiene la opción de imprimir. Es posible imprimir tanto el reporte de cantidades (opciones “Completo” y “Listar”) como el “Archivo de Proyecto” a partir del cual se lo generó (opción “AutoCAD”).

Generalmente es necesario agregar al reporte de cantidades así generado ciertos análisis de precios que no tienen una representación gráfica y que, por tanto, no se registraron al formar el “Archivo de Proyecto”. Por ejemplo, tal sería el caso del análisis de precios unitarios “Reposición de adoquín de cemento”, que bien puede formar parte de la construcción del proyecto sin estar representada gráficamente en plano alguno. Para este propósito se usa la opción “Modificar” bajo el mismo título, como en el caso de cualquier otro reporte de cantidades.

Crear

Los reportes de cantidades se crean y manipulan según los conceptos expuestos en el numeral 1.6.4. Al escoger esta opción aparece la pantalla del *Anexo 3.17, “Crear Reporte de Cantidades”*. Cada reporte de cantidades contiene la siguiente información:

CÓDIGO
TITULO
OFERENTE
PROYECTO
DESCRIPCIÓN
MONEDA
FECHA
D.M.T. (Distancia Mínima de Transporte)
COSTOS INDIRECTOS (%)
TRANSPORTE INTERNACIONAL (%)
TRANSPORTE NACIONAL (%)
USAR D.M.T.
MOSTRAR CÓDIGO
MOSTRAR MONEDA
PRECIOS DE MATERIAL: USAR TODOS
OMITIR TODOS
OMITIR LOS SEÑALADOS

Como en todos los casos anteriores, se debe especificar la MONEDA en la que se desea que se calcule el reporte de cantidades. Sin importar la moneda en que se encuentren los análisis de precios unitarios, unidades de planta, materiales y demás ítems, el reporte de cantidades se calculará según esta especificación.

Cada reporte de cantidades se imprime en un formato específico determinado por las normas de EMETEL. Ver *Anexo 3.26, "Análisis de Precios Unitarios según formato de EMETEL (Proyecto QUIZAPINCHA)"*. Este formato o formulario tiene en su parte superior espacios en blanco para títulos. Los títulos constituyen una información general, común a todos los reportes de precios unitarios, por tanto se deben especificar en el reporte de cantidades, que es el ítem por medio del cual se completa y globaliza dichos reportes.

Con el objeto de que el formato esté de acuerdo a los estándares de EMETEL, los mencionados títulos que se ingresan al crear el reporte de cantidades pasan al formato del siguiente modo:

TITULO: Aparece en la segunda línea de la primera casilla del costado izquierdo del formato.

OFERENTE: Aparece en la primera línea de la primera casilla del costado izquierdo del formato.

PROYECTO: Aparece en la primera línea de la primera casilla del costado derecho del formato.

DESCRIPCIÓN: Consta de tres líneas (señaladas con 2: , 3: y 4:) que aparecen en la segunda casilla del costado derecho del formato. La línea señalada con 1: aparece en la primera línea del costado derecho del formato y corresponde al nombre que se haya decidido dar al proyecto.

El reporte de cantidades da como resultado el precio total del proyecto de construcción de planta externa. Está basado en los reportes de precios (fundamentados, a su vez, en las unidades de planta). Para un proyecto específico se utiliza una determinada cantidad de los análisis de precios unitarios (unidades de planta) creados. Por medio de la información que se describen a continuación, el usuario utiliza los datos de los análisis de precios unitarios según su conveniencia:

Costos Indirectos (%): El costo directo es el resultado de sumar el costo de equipos, mano de obra (ambos afectados por el rendimiento), materiales y transporte. Los costos indirectos constituyen un porcentaje con el que se carga al costo directo; debe cubrir los gastos imprevistos y parte de ellos puede representar las utilidades de la empresa constructora. Ver el *numeral 1.6.4.1.*

Transporte Internacional (%) y Transporte Nacional (%): Los transportes nacional e internacional constituyen porcentajes que se deben cargar al valor de los materiales. El transporte internacional considera el

costo de flete internacional, seguros, aranceles, tasas y demás impuestos y gravámenes internacionales. Dependiendo del tipo de material y de su procedencia, puede estar en un orden del 30-40%. El transporte nacional considera el costo de llevar el material desde el puerto de desembarque hasta las bodegas. Es mucho menor al anterior y depende de cada caso particular.

D.M.T.: Existe la opción de ingresar la Distancia Mínima de Transporte desde el reportes de cantidades. Como se recordará, este dato se especifica dentro de los análisis de precios unitarios y se refiere a la distancia que se debe transportar el material para llevarlo desde las bodegas al sitio de instalación (se lo ha llamado “Transporte Interno”). Si todos los materiales deben ser transportados aproximadamente una misma distancia, puede ser que sea conveniente no ingresar la D.M.T. en cada uno de los reportes de precios y hacerlo de una vez por todas en el reporte de cantidades. Para que el valor de D.M.T. ingresado en esta pantalla tenga efecto en lugar de aquéllos de los reportes de precios unitarios, se debe marcar la casilla “[] Usar D.M.T.”

“Mostrar Código” y “Mostrar Moneda”: El usuario debe determinar si desea o no que el CÓDIGO de cada uno de los análisis de precios unitarios aparezca al imprimirlos. Esto se hace marcando la casilla “[] Mostrar Código”. Una cosa parecida sucede con la moneda. La opción de que aparezca o no se escoge señalando la casilla “[] Mostrar Moneda”.

Precios de Material: Puede darse el caso de que la empresa constructora no deba proporcionar ella misma los materiales de construcción (o bien, de que no deba hacerlo en su totalidad), siendo el propio cliente quien lo haga. En este caso, el proyectista no debe incluir en su cálculo económico el precio de los materiales. Por tanto, se tiene las opciones de usar los precios

de los materiales (tomarlos en cuenta en el cálculo del precio final del reporte de cantidades) , omitir todos los precios de material (no tomarlos en cuenta para calcular el precio final del reporte de cantidades), u omitir solo los señalados (calcular el reporte de cantidades omitiendo los precios de los materiales que estén marcados). Para retirar las marcas de todos los ítems de material se usa la opción "1.7 Eliminar Marcas" bajo el título "MATERIALES" en el menú de Unidades de Planta.

Ingreso de Reportes de Precios Unitarios

Al terminar de ingresar la información precedente, se procede a ingresar los análisis de precios unitarios que se requieran en el proyecto, y sus respectivas cantidades.

Existen tres columnas: en la primera se ingresa el código del reporte de precios; el sistema busca el ítem correspondiente y, de existir éste, muestra su descripción en la tercera columna. Si no existe el ítem de ese código, aparece un mensaje de advertencia y el campo vuelve a estar en blanco.

Una vez ingresado el código de un ítem existente en forma correcta, se procede a ingresar la cantidad. Por ejemplo, si un proyecto requiere la instalación de 100 postes de madera, se deberá ingresar la cantidad "100" para el código que corresponde al reporte de precios unitarios "Instalación de poste de madera".

Se continúa con este procedimiento hasta haber ingresado todos los reportes de precios que hagan falta para llevar a cabo el proyecto en cuestión. En este punto, el reporte de cantidades está completo.

Al escoger las opción para imprimir un reporte de cantidades, se presentan dos opciones, "Listar" o "Completo". Si se presiona "Listar" aparece una lista de todos

los análisis de precios unitarios del reporte de cantidades; un ejemplo de ésta se puede ver en el *Anexo 3.27, "Listado de un Reporte de Cantidades"*. Por otra parte, la opción "Completo" imprime individualmente todos y cada uno de los análisis de precios contenidos en el reporte de cantidades, utilizando el porcentaje de costos indirectos para obtener el valor unitario total. Ver el *Anexo 3.26*.

Las opciones restantes se ajustan a las descripciones que se encuentran al principio de este capítulo.

Explosión

Al seleccionar "5.7 Explosión" bajo el título "REPORTES DE CANTIDADES" se obtiene el cálculo del precio del reporte de cantidades creado, es decir, un resumen de precios del proyecto de planta externa.

Esta opción se denomina así puesto que es necesario desglosar cada uno de los análisis de precios utilizados, con el propósito de obtener lo siguiente:

- * Cantidad total de cada tipo de material y costo total de material, sin imprevistos y tomando en cuenta imprevistos.
- * Cantidad total de cada ítem de equipo y costo total de equipo (considerado el rendimiento), sin imprevistos y tomando en cuenta imprevistos.
- * Cantidad total de cada ítem de mano de obra y costo total de mano de obra (considerado el rendimiento), sin imprevistos y tomando en cuenta imprevistos.
- * Cantidad total de cada ítem de transporte y costo total de transporte, sin imprevistos y tomando en cuenta imprevistos.

- * Cantidad total de horas-hombre necesarias para culminar el proyecto. Este valor se obtiene en base al número de personas empleado para realizar cada tarea unitaria específica.
- * Costo directo total del proyecto.
- * Costo indirecto total del proyecto.
- * Costo total del proyecto sin considerar ni material ni transporte.
- * Valor total del proyecto, considerando imprevistos y sin tomar en cuenta imprevistos.

El resultado de la explosión puede enviarse a la impresora o visualizarse en pantalla. Ver el *Anexo 3.28 “Explosión de un Reporte de Cantidades”*. Como se puede ver, se han satisfecho los requerimientos establecidos en el *numeral 1.6.4.2*.

3.3 Reporte de cantidades únicamente en base a unidades de planta

Si se escoge la opción “UNIDADES DE PLANTA” en el menú principal y a continuación “1.1 Crear” bajo “REPORTES DE CANTIDADES (BQ)” se tiene la posibilidad de crear un reporte de cantidades únicamente en base a las unidades de planta.

Crear desde AutoCAD

Ver el título del mismo nombre bajo el *numeral* 3.2.5. Se aplican las mismas observaciones, excepto que el reporte de cantidades (BQ) contiene unidades de planta en lugar de análisis de precios unitarios. Para obtener mayor información sobre el reporte de cantidades (BQ) ver el numeral siguiente.

Crear

Si se escoge la opción “Crear” bajo “REPORTES DE CANTIDADES (BQ)” se tiene la posibilidad de crear un reporte de cantidades únicamente en base a las unidades de planta. Las siglas BQ corresponden al nombre en inglés (Bill of Quantity) y se añaden a este título para distinguirlo del “REPORTE DE CANTIDADES” que aparece en el menú de “ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS”. Al escoger esta opción aparece la pantalla del *Anexo 3.6*, “*Crear Reporte de Cantidades (BQ)*”. Cada reporte de cantidades (BQ) contiene la siguiente información:

CÓDIGO
PROYECTO
DESCRIPCIÓN
FECHA
MONEDA
UTILIDAD (%)
NOTA

La UTILIDAD es un porcentaje con el que se carga al precio del reporte de cantidades y que, como su nombre lo indica, representa el margen de ganancia de la empresa constructora. En este porcentaje deben estar incluidos los posibles gastos por acontecimientos imprevistos que pudieran tener lugar durante la construcción.

Una vez ingresada toda esta información, se procede a añadir todas las unidades de planta que constituyan parte del proyecto de diseño y sus respectivas cantidades.

Si en cada una de las unidades de planta se ingresa el COSTO DE INSTALACIÓN y las HORAS DE INSTALACIÓN, es posible obtener un costo total del proyecto sin necesidad de especificar listas de equipo, mano de obra y transporte (ver B. Análisis de Precios Unitarios), cuyo costo se supone incluido en el COSTO DE INSTALACIÓN. Del mismo modo, se obtiene el número total de horas-hombre empleadas sin necesidad de especificar el número de personas que realizan cada tarea unitaria, sino en base a un valor de HORAS DE INSTALACIÓN indicado directamente en cada unidad de planta.

A pesar de ser posible obtener así reportes de cantidades independientes de listados de equipo, mano de obra y transporte, este constituye un método más aproximado que el completo y no está de acuerdo con las normas establecidas por EMETEL. Por tanto, lo normal suele ser obtener el costo total del proyecto creando el reporte de cantidades en base a los análisis de precios unitarios que sí consideran en forma detallada la utilización de equipos y mano de obra y el costo del transporte.

Las opciones restantes se ajustan a las descripciones que se encuentran al principio de este capítulo.

Explosión

Si se escoge la opción “Explosión” bajo “REPORTE DE CANTIDADES (BQ)” se obtiene el total de material de cada tipo empleado en el proyecto, el costo total de materiales, el costo total de instalación, el total de horas-hombre empleadas y el valor total del proyecto. El resultado puede direccionarse ya sea a la impresora o a la pantalla. Ver *Anexo 3.29, “Explosión de un Reporte de Cantidades (BQ)”*.

3.4 Consideraciones económicas

Los criterios económicos sobre los que se basa la aplicación se sustentan en las condiciones actuales, es decir, ciertos costos de material, tipos de interés, legislación vigente para sueldos y salarios, etc., y se refieren a países con fondos relativamente escasos para este género de inversiones y con una abundancia relativa de mano de obra. En el caso de que se produzcan cambios en los precios de los materiales, precios de los equipos, salarios o en otros rubros, se debe actualizar los ítems correspondientes por medio de las herramientas que el sistema proporciona.

Al calcular los precios que deben tener los ítems utilizados dentro del análisis económico, se debe considerar no sólo el costo de la construcción inicial, sino también el de sustitución del material envejecido y el de costos anuales de mantenimiento. Por otra parte, todos los costos futuros se tienen que convertir al "momento actual" de este modo se obtiene el costo total, valor actual, en función del costo de la planta, de la duración, del costo de mantenimiento y del tipo de interés. La aplicación permite obtener en forma directa y versátil el costo total del proyecto en función de las variaciones de precios que resultan de considerar estos parámetros.

3.4.1 Variación de precios

Es posible variar los precios de todos los ítems o de un ítem particular de material, equipo, mano de obra o transporte en un porcentaje dado. El porcentaje puede ser positivo o negativo y, por tanto, se puede aumentar o disminuir el precio, según se requiera. Como en el resto de casos, la actualización de los ítems interrelacionados es automática.

Estas dos últimas opciones permiten al proyectista variar los precios de los ítems y simultáneamente ver cómo estas variaciones de precios se reflejan en los precios finales de los reportes de cantidades creados.

Todos los Ítems

La opción “Todos los Ítems” permite variar los precios de todos los ítems de material, equipo, mano de obra o transporte en un porcentaje dado. Ver el *Anexo 3.18, “Actualizar Precios”*.

Ítem Específico

La opción “Ítem Específico” permite variar los precios de un ítem en particular de material, equipo, mano de obra o transporte en un porcentaje dado.

3.4.2 Tipo de cambio

Se mencionó ya que todo ítem puede ser creado en cualquier unidad monetaria. Por tanto, debe existir una tabla en donde consten las equivalencias cambiarias. Esta opción permite modificar dicha tabla, misma que debe ser actualizada continuamente de modo que se mantenga al día con las posibles variaciones del tipo de cambio. Los precios de los ítems se mantendrán en correspondencia con los datos presentes en esta tabla. La fecha de la última actualización queda registrada para futura referencia. Ver el *Anexo 3.19, “Modificar Tipo de Cambio”*.

3.4.3 Economía, reducción del proyecto

Al elaborar el proyecto, el proyectista se encuentra frecuentemente con el hecho de que no se dispone de suficiente dinero para la ejecución del mismo. Debido a esto,

se tiene que reducir la red, por constituir ésta la mayor parte de los costos de toda la planta. A partir de un análisis que tome en cuenta las observaciones de los *numerales 1.7.2 y 1.7.3*, se incluyen o excluyen análisis de precios unitarios (y sus respectivas unidades de planta) en el reporte de cantidades.

Por medio del uso de la aplicación desarrollada, este procedimiento puede llevarse a cabo en forma sencilla: simplemente sustituyendo, aumentando o eliminando los códigos de los análisis de precios respectivos, usando la opción “1.2 Modificar” bajo “PRECIOS UNITARIOS”. Por ejemplo, se podría empezar reduciendo la red primaria. Si ello no fuera suficiente, se tendría probablemente que recurrir a una disminución de la canalización y de la extensión de la red secundaria. Otro método es sustituir ciertas unidades de planta por otras; por ejemplo, podría obtenerse una economía considerable sustituyendo unidades de planta de canalización por sus correspondientes de cable enterrado (asumiendo que las calles no tienen pavimentación permanente).

CAPITULO 4

Uso de la aplicación para un proyecto específico

Se seleccionó el proyecto de construcción de planta externa en “Quizapincha”, una pequeña población vecina a la ciudad de Ambato, a la cual se dividió en dos distritos, servidos ambos por una misma central con el mismo nombre. Se obtuvieron todos los planos pertinentes: planimetría, lotización, censo de abonados, pronósticos, red secundaria, canalización, red primaria, enrutamiento y esquemas de empalmes. Por medio del sistema “Cálculo de Proyectos”, finalmente se generaron los reportes de cantidades, listados de materiales y de precios.

4.1 Elaboración del proyecto

La elaboración de planos y obtención de presupuestos de red telefónica de planta externa se describió ya en detalle en los capítulos anteriores. Por tanto, a continuación se mencionan exclusivamente los aspectos particulares concernientes a la elaboración de este proyecto específico; las herramientas de las que se vale el proyectista a lo largo del proceso se citan tan solo de forma breve.

4.1.1 Elaboración del proyecto en AutoCAD

Se entiende que se dispone de un plano topográfico y de la división municipal de la población de Quizapincha en la escala más adecuada, en este caso, 1:2000. Al comenzar con el trabajo de dibujo del proyecto, antes que nada, se configuran las capas necesarias y la escala; en vista de que se van a crear todos los planos, se utiliza la opción “Capas Generales” para crear desde el principio todas las capas estándares requeridas. Se selecciona una escala de 1:2000, que permite visualizar cómodamente los detalles de los planos a dibujarse.

A continuación se configura la tableta digitalizadora de modo que las coordenadas del dibujo correspondan a las de los planos en papel y se procede a transcribir la información. Los trazados de manzanas y calles ingresan a la capa "Planimetría"; los ríos y accidentes geográficos de importancia van a la capa "Ríos" y toda la información alfanumérica, es decir, los nombres de los distintos elementos geográficos, van a la capa "Nombres". El plano que contiene estas informaciones, "Planimetría", es el primero en obtenerse. Ver "Central Quizapincha, Planimetría" en el *Anexo 4.2*.

Una vez obtenida del Municipio la información concerniente a la división en lotes, se procede a dibujar la lotización con la ayuda de las herramientas proporcionadas en el menú "Lotización". A continuación se ubican los números municipales en los lotes trazados. En este caso, el Municipio todavía no da numeración a la mayoría de los lotes, por tanto, en cada uno de éstos simplemente se ha colocado el texto "SN" (sin número). El resto de lotes, se numera con la ayuda de la herramienta "Numerar". El plano obtenido, "Lotización", contiene esta información, a más de la del plano "Planimetría". Ver "Central Quizapincha, Lotización" en el *Anexo 4.2*.

Lo siguiente es la ubicación de los abonados de las categorías respectivas, es decir, la obtención del plano de censo. Para este propósito se hace uso del menú de pantalla "LOTIZAR", con la ayuda del cual se insertan las cantidades de abonados de cada categoría correspondientes a cada uno de los lotes. Cada cantidad va acompañada de la letra que corresponda a la categoría. Estos datos ingresan en la capa Censo_00. Cuando el censo actual está dibujado, se pasa a la totalización de abonados: con la instrucción "Sumar" del menú lotización se obtiene la suma total de abonados para cada manzana, que se ubica en el centro de la misma rodeada por una circunferencia. En este caso, por tratarse de una población pequeña, no es necesario discriminar los abonados por categoría al realizar la suma y, por tanto, en el interior de la circunferencia aparece simplemente el valor total de abonados de cualquier

categoría que contenga cada manzana. La totalización ingresa en la capa Total_00. Ver el plano "Central Quizapincha, Censo 00" en el *Anexo 4.2*.

Con ambas capas (Censo_00 y Total_00) listas, ya es posible obtener los planos de pronóstico. Como producto de un estudio del comportamiento de la demanda telefónica en esta población, se obtiene que la tasa de crecimiento anual de la demanda es aproximadamente $i=5\%$, por tanto, se realiza el pronóstico utilizando el factor 1.05. Tratándose de distritos pequeños no existen variaciones regionales de la tasa de crecimiento y, siendo así, se hace un solo pronóstico total que incluye los dos distritos. Los ítems "Pronóstico 5" y "Pronóstico 10" del menú proporcionan automáticamente los mencionados planos de pronóstico a 5 y a 10 años en las capas Censo_05 y Censo_10, respectivamente; ver "Central Quizapincha, Pronóstico 05" y "Central Quizapincha, Pronóstico 10" en el *Anexo 4.2*.

A continuación, se procede al dibujo de las redes secundaria y primaria y la canalización. El dibujo de las mismas se hace por medio de la inserción de las unidades de planta necesarias usando el menú de pantalla "RED". En primer lugar, se define el nombre del "Archivo de Proyecto", por ejemplo, "QUIZAP", en donde se registrarán todos los datos de las unidades de planta de ambos distritos. Se lleva un registro detallado de cada unidad de planta insertada eligiendo la opción "Editar Datos de cada Unidad de Planta", que permite ingresar datos para cada una de ellas al momento de la inserción. Según se mencionó en el numeral 2.7.1, los campos FECHA y CÓDIGO son particulares para cada ítem y se llenan una vez que se ha construido la red o conforme ésta se está llevando a cabo; por consiguiente, dichos campos se mantienen en blanco mientras la red está en la fase de proyecto. El Archivo de Proyecto generado se encuentra en el *Anexo 4.1*.

Según sea la opción seleccionada, las unidades de planta ingresan a la capa apropiada: red secundaria existente ("SEC_EXIS"), red secundaria proyectada ("SEC_PROY"), red primaria existente ("PRIM_EXIS"), red primaria proyectada

("PRIM_PROY"), canalización existente ("CAN_EXIS") ó canalización proyectada ("CAN_PROY"). Los tres planos se generan de una forma simultánea a medida que el diseñador va dibujando la red. Vale la pena recalcar que el plano que contiene la red primaria es el denominado "Enrutamiento y Límites de Distrito". "Los resultados pueden verse en el *Anexo 4.2*, en los planos "Central Quizapincha, Red Secundaria", "Central Quizapincha, Canalización" y "Central Quizapincha, Enrutamiento y Límites de Distrito".

Finalmente, se dibujan los planos esquemáticos para la red secundaria (esquemas de empalmes) y para la red primaria. Las unidades de planta se insertan, según sea el caso, en la capa "Esquema de Empalmes" o en la capa "Red Primaria". Se obtiene un plano de esquema de empalmes por cada distrito. Ver los planos "Central Quizapincha, Esquema de Empalmes Distrito 01", "Central Quizapincha, Esquema de Empalmes Distrito 02" y "Central Quizapincha, Red Primaria" en el *Anexo 4.2*.

4.1.2 Elaboración del proyecto en el sistema "Cálculo de Proyectos"

Al realizar el dibujo, se obtuvo el "Archivo de Proyecto", que contiene todos los datos concernientes a las unidades de planta que se incluyen en este proyecto de construcción. En el sistema "Cálculo de Proyectos" se elige la opción "Crear desde AutoCAD" bajo "REPORTE DE CANTIDADES", que permite generar reportes de cantidades a partir de AutoCAD; ver *Anexo 3.16*. Para esto, se sobrentiende que el proyectista debe previamente haber ingresado los datos pormenorizados de precios de los ítems de materiales (*Anexo 3.20*), equipos (*Anexo 3.22*), mano de obra (*Anexo 3.23*) y transporte (*Anexo 3.24*) y además haber creado las unidades de planta (*Anexo 3.21*) y análisis de precios unitarios (*Anexo 3.25*) a utilizarse.

Al crear el reporte de cantidades es necesario ingresar un nombre para dicho ítem; en este caso, se le ha dado el nombre de "QUIZAP". Se desea que todos los precios estén en moneda nacional; por tanto, se ingresa "ECS" en el campo correspondiente.

Por otra parte, es necesario ingresar los datos que van a aparecer en el formato que utiliza EMETEL. En primer lugar, se ingresa el título del mismo, por ejemplo, "ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS". Luego, se escribe el nombre del oferente, que podría ser por ejemplo "CONSTRUCCIONES DE PLANTA EXTERNA, C.A.". En las líneas numeradas, que corresponden a la información que aparece en la esquina superior derecha del formato, se ingresan el nombre del concurso (como EMETEL lo haya denominado, por ejemplo, "Concurso 10-95"), número de sobre ("Sobre No.2"), el número de formulario (según lo que EMETEL haya especificado en las bases del concurso de precios, por ejemplo "Formulario No. 17"). Como existen cuatro líneas numeradas, sobra una en blanco, misma que puede dejarse vacía o llenarse con otra información relevante. (Ver *Anexo 3.26*).

Se utiliza un margen para imprevistos del 18%. Si más tarde se decide que no es el valor más adecuado, se lo puede modificar. El porcentaje de transporte nacional suele estar en el orden del 5%. En este caso, todos los materiales son proporcionados por proveedores locales y no es necesario incluir ningún porcentaje de recargo por flete internacional, sin embargo, si los materiales importados provinieran de algún país europeo por ejemplo, el porcentaje de transporte internacional podría ser de alrededor del 30%. Se asume que la empresa constructora proporciona todos los materiales y en consecuencia se selecciona que en el reporte de cantidades no se omita el precio de ninguno de ellos (ver *numeral 3.2.5* bajo el título Precios de Material). Finalmente, se determina que se utilice la D.M.T. (Distancia Mínima de Transporte) que aparece en cada uno de los análisis de precios unitarios (en lugar de la que aparece en el reporte de cantidades; ver *numeral 3.2.5* bajo el título D.M.T.).

No todas las unidades de planta o análisis de precios unitarios constan en los reportes de cantidades generados: no constan aquéllos que no poseen representación gráfica alguna. En este proyecto, este es el caso de las unidades de planta correspondientes a regletas de conexión. Por tanto, la aplicación permite en forma automática la edición

de los reportes de cantidades correspondientes: para completar el proyecto se añaden las unidades de planta o reportes de precios unitarios faltantes y se corrigen los errores que pudieran haberse presentado. El conjunto de análisis de precios unitarios que forman parte de este reporte de cantidades (es decir, que se usan en este proyecto) aparece en el *Anexo 3.26*.

Una vez generado el reporte de cantidades, éste pasa a ser un ítem más del sistema “Cálculo de Proyectos” y se puede manipular tal como si hubiera sido creado en su totalidad en este sistema añadiendo una por una las unidades de planta y análisis de precios unitarios. Siendo así, de requerirse otras modificaciones, éstas pueden hacerse con la opción "Modificar" bajo REPORTES DE CANTIDADES, por medio de la cual también es posible redondear las cantidades según se desee. El reporte de cantidades obtenido puede verse en el *Anexo 3.27*.

En general, EMETEL requiere que se presenten todos los reportes de precios unitarios existentes, se utilicen o no en el proyecto en cuestión. Esto se debe a que EMETEL puede querer realizar una ampliación o una modificación futura del proyecto y debe estar al tanto de cuánto le costaría hacerlo, todo esto antes de adjudicar la oferta a la empresa constructora. En vista de esto existe la posibilidad de crear otro reporte de cantidades adicional con todos aquellos análisis de precios unitarios que potencialmente podrían necesitarse pero que no son parte del proyecto tal cual va a ofertarse. Para este propósito se debería usar otro código (que podría ser "QUIZAP1", por ejemplo). Los campos de la primera pantalla se llenan según lo explicado anteriormente.

Finalmente, se alcanza la meta final: la denominada “Explosión” (ver *numeral 3.2.5*), que contiene el presupuesto total del proyecto, tiempos de instalación y listados pormenorizados de materiales, equipos y demás necesarios para su consecución. La “Explosión” de este proyecto se encuentra en el *Anexo 3.28*.

CAPITULO 5

Conclusiones

5.1 Conclusiones

Según se planteó como meta, la aplicación permite la estandarización del diseño de planta externa en cuanto a la creación de planos se refiere. Se tiene creación automática de capas, manipulación automática de escalas, tamaños de hoja, enmarcados y otras especificaciones de acuerdo a las normas establecidas por EMETEL.

Como se ha visto, los planos correspondientes a la demanda proyectada por categoría de abonado (residencial, comercial, industrial, etc.) se obtienen automáticamente. Los pronósticos pueden ser globales o para un área parcial del plano, generales o por categoría de abonado, según requieran los planes de desarrollo de EMETEL. Asimismo, se proporcionan herramientas para la digitalización de mapas, trazado de la lotización, numeración, totalización de abonados, manipulación de entidades enlazadas con unidades de planta y otras.

Las entidades dibujadas están enlazadas con las unidades de planta correspondientes, haciendo posible obtener directamente listados de materiales, equipos, mano de obra, precios unitarios y presupuestos de construcción. Las entidades son dinámicas, es decir, los cambios que se hacen en el dibujo se reflejan en las bases de datos enlazadas y éstas contienen información de proveedores, fecha de fabricación, fecha de instalación, número de inventario, y una cantidad suficiente de espacio libre para otras informaciones que puedan necesitarse.

El sistema “Cálculo de Proyectos”, además de administrar estos datos, permite la obtención inmediata de listados de materiales, presupuestos de construcción y tiempos de instalación en base a los planos de red dibujados. A la vez, da gran flexibilidad a la manipulación de variables económicas, de modo que se logre la optimización del proyecto en cuanto a recursos económicos, humanos y de tiempo. Vale la pena recalcar que los resultados obtenidos (que aparecen en los Anexos respectivos) se

generan directamente de acuerdo a las especificaciones que EMETEL exige en cada caso.

Este producto está comenzando a ser utilizado y sus beneficios son importantes. El siguiente es un cuadro comparativo que muestra en resumen el ahorro de tiempo y recursos que se ha logrado obtener gracias a su uso. La columna "MANUAL" se ha obtenido en base a varios proyectos ejecutados en los últimos años. Los tiempos se refieren al dibujo de planos y análisis económico de un distrito promedio.

| Actividad de Diseño | MANUAL | CON LA APLICACION |
|--|-------------|---------------------|
| Preparación y configuración de AutoCAD | 30 min. | 5 min. |
| Creación de la Planimetría | 10 h | 10 h |
| Creación de la Lotización | 9 h | 7 h |
| Creación de Plano de Censo (incluye suma de abonados por manzana) | 12 h | 8 h |
| Creación de Planos de Pronóstico (tiempo por cada plano) | 8 h | 1 h 30 min |
| Creación de Plano de Red Secundaria | 12 h | 8 h |
| Creación de Plano de Canalización | 3 h | 1 h |
| Creación de Plano de Enrutamiento | 3 h | 1 h |
| Creación de Plano de Red Primaria | 1 h 30 min. | 1 h 30 min. |
| Creación de Esquemas de Empalme | 2 h | 2 h 30 min. |
| Obtención de Reporte de Cantidades | 8 h | 5 min. |
| Obtención de Listado de Materiales | 10 h | 5 min. |
| Creación e Impresión de Análisis de Precios Unitarios | 8 h | 2 h |
| TIEMPO TOTAL | 87 h | 42 h 45 min. |
| Obtención de un nuevo Reporte de Cantidades habiendo modificado los planos | 2 h | 5 min. |
| Obtención de un nuevo Reporte de Cantidades habiendo modificado precios de materiales, equipo y/o mano de obra | 3 h | 5 min. |
| Obtención de un nuevo Reporte de Cantidades habiendo variado el tipo de cambio internacional | 4 h | 5 min. |
| Obtención de un nuevo Reporte de Cantidades habiendo variado el porcentaje de imprevistos | 2 h | 5 min. |
| Obtención de un nuevo Reporte de Cantidades habiendo modificado la moneda | 4 h | 5 min. |

Como se puede ver, el ahorro de recursos económicos y de tiempo es muy significativo. Por tanto, en base a todo lo dicho se concluye que se ha logrado cumplir con el objetivo general de esta tesis que era desarrollar una herramienta para Diseño de Red Telefónica de Planta Externa que permita automatizar y estandarizar las tareas de dibujo y un sistema de administración enlazado con el dibujo que genere directamente volúmenes de obra, listados de materiales, precios unitarios y presupuestos de construcciones de un proyecto, con la economía de medios que tal cosa trae consigo.

Por último, a lo largo de la elaboración del programa se intentó hacerle lo más amigable hacia el usuario posible y de lo expuesto se puede concluir que se consiguió tal objetivo.

5.2 Comentarios y Recomendaciones

Durante el desarrollo de esta aplicación se utilizó una versión registrada de AutoCAD y el uso de la misma debe estar restringido a versiones registradas de esta plataforma.

Al usar la aplicación para el proyecto “Quizapincha”, se obtuvieron los planos correspondientes a los distritos 1 y 2 en conjunto, sin embargo, el proyecto podría requerir que se analicen los distritos por separado. Para conseguir este propósito, basta con crear dos “Archivos de Proyecto”, uno para cada distrito. En este caso, debería obtenerse un reporte de cantidades separado para cada distrito en forma similar a la descrita.

Los resultados que se obtengan dependerán en gran medida de la calidad de los mapas topográficos de que se disponga. Por tanto, el usuario debe procurarse mapas

de buena calidad, en las escalas adecuadas. Por otra parte, el buen resultado del diseño será de acuerdo a la precisión de los datos y de si éstos están completos. En consecuencia, los registros deben actualizarse y verificarse con tanta frecuencia como sea posible.

Como se puede ver, la aplicación desarrollada brinda varias posibilidades para facilitar la labor del proyectista de redes telefónicas. El provecho que se obtenga del uso de la misma obedecerá en gran parte a la habilidad de dicho usuario para darle el mejor uso en cada etapa particular del diseño. El conocimiento de AutoCAD o una plataforma similar y de programas de base de datos es ahora indispensable para hacer diseño de planta externa y permanecer en una posición competitiva frente no solo a las demandas de EMETEL, sino también al desarrollo tecnológico del mundo actual. Por tanto, se recomienda impartir estos conocimientos a los estudiantes de Telecomunicaciones, en especial a aquéllos interesados en hacer carrera en el área de diseño de red telefónica de planta externa.

Si bien es cierto que existen programas comerciales que sirven para propósitos similares a los que tiene esta aplicación, éstos se aplican para volúmenes de construcción muy grandes. Pese a que son más eficientes y sofisticados, su precio es exageradamente alto (\$ 30000 y más) y quedarían subutilizados frente a los problemas que un proyectista de planta externa encuentra en nuestro país. Por otra parte, para funcionar estos programas requieren estaciones de trabajo más grandes y poderosas, normalmente inasequibles debido a su elevado costo. Este producto constituye una solución intermedia adecuada para las necesidades presentes del país; como se dijo, está comenzando a ser usado y sus bondades son notables en lo referente al diseño de planta externa y cálculo de presupuestos. Se recomienda su utilización y un precio de venta de \$ 2800. Se demuestra así que en el Ecuador puede desarrollarse software de utilidad y que no es necesario recurrir a costosos programas extranjeros.

Sin embargo, se podría pensar en muchas ampliaciones al sistema, tales como una mayor integración del dibujo con el Sistema de Administración, obtención automática de estadísticas del dibujo (como por ejemplo, número total de par-km de cable usado, etc.), compatibilidad con Sistemas de Información Geográfica (GIS), más automatización en los procesos en general, etc.

El diseño de redes telefónicas representa un gran reto para el ingeniero de telecomunicaciones. Conforme los requerimientos de servicio, costo y de las nuevas tecnologías se vayan haciendo más exigentes, se necesitarán aplicaciones más y más poderosas para dar solución a los problemas de diseño que se presentan en cada una de las etapas del proceso. La presente aplicación está lejos de lo ideal, inclusive para resolver los problemas que en la actualidad existen, pero sí pretende dar un paso hacia adelante en esta dirección y sentar un precedente para el futuro desarrollo de aplicaciones o plataformas que proporcionen soluciones cada vez más eficientes y productivas.

BIBLIOGRAFÍA

Normas Técnicas para Diseño de Redes Telefónicas, EMETEL, 1993

Preparation Of Plans For Outside Plant. Instruction 1530-008, LM ERICSSON, 1992

Normas Técnicas para Planta Externa Vol.III-1, IETEL, 1991

Normas Técnicas para Planta Externa Vol.III-2, IETEL, 1991

ESS Engineering Support Systems, Ericsson Network Engineering Pte Ltd, Singapore, 1991

Proyecto "Quizapincha", EMETEL, 1994

Design Of Local Urban Network, Ericsson Network Engineering AB, 1972

Planeamiento de la Red Urbana de Cables, LM Ericsson, 1972

Computer-Aided Planning of Economic Stages of Extension of Local Cable Networks and Conduits at Tampere/Hervanta, LM ERICSSON, 1972

Cables para Comunicaciones, FACOMECA S.A.

YNGVE RAPP, Network Planning Research, Telefonaktiebolaget LM ERICSSON, 1975

ARNE CAVALLI-BJORKMAN, Sistemas de Telecomunicación, Telefonaktiebolaget LM Ericsson y Esselte Studium AB, 1973

FOXPRO, Developer's Guide, Microsoft Corp., 1993

FOXPRO, User's Guide, Microsoft Corp., 1993

AUTOCAD, AutoCAD AutoLISP Reference Manual, Autodesk Inc., 1992

AUTOCAD, AutoCAD Advanced Tools, Autodesk Inc., 1992

AUTOCAD, AutoCAD Reference Manual, Autodesk Inc., 1992

AUTOCAD, AutoCAD Customization Manual, Autodesk Inc., 1992

AUTOCAD, AutoCAD for Windows, Autodesk Inc., 1992

AUTOCAD, AutoCAD ADS Reference Manual, Autodesk Inc., 1992

AUTOCAD, AutoCAD SQL Extension Reference Manual, Autodesk Inc., 1992

AUTOCAD, AutoCAD Interface. Installation and Performance Guide, Autodesk Inc., 1992