

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE
SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**TÉSIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO(A)
EN TELECOMUNICACIONES CON MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL**

TEMA:

**ESTUDIO, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE
PLANTA EXTERNA UTILIZANDO UNA MÁQUINA EMPALMADORA
DE MODULOS DE 25 PARES**

ALUMNOS:

Lady Elena León Parra

Cristhian Argenis Mieles Cedeño

Antonio Geovanny Rodríguez Limones

Ramiro Fabián Macas House

Andrés Eduardo Rodríguez Cochea

DIRECTOR:

ING. MANUEL ROMERO PAZ

2010



TESIS DE GRADO

“ESTUDIO, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE PLANTA EXTERNA UTILIZANDO UNA MÁQUINA EMPALMADORA DE MODULOS DE 25 PARES”

Presentada a la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, Carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil

REALIZADO POR:

Lady Elena León Parra
Cristhian Argenis Mieles Cedeño
Antonio Geovanny Rodríguez Limones
Ramiro Fabián Macas House
Andrés Eduardo Rodríguez Cochea

Para dar cumplimiento con uno de los requisitos para optar por el título de:
Ingeniero en Telecomunicaciones con Mención en Gestión Empresarial

Ing. Manuel Romero Paz
Director de Tesis

Ing.....
Vocal

Ing.....
Vocal

Ing. Héctor Cedeño Abad
Decano de la Facultad

Ing. Pedro Tutivén López
Director de Carrera

CERTIFICACIÓN

Certifico que el proyecto de grado titulado “Estudio, Diseño E Implementación De Prácticas De Planta Externa Utilizando Una Máquina Empalmadora de Módulos de 25 Pares” desarrollado por Lady Elena León Parra, Cristhian Argenis Mieles Cedeño, Antonio Geovanny Rodríguez Limones, Ramiro Fabián Macas House y Andrés Eduardo Rodríguez Cochea fue realizado, corregido y terminado, razón por la cual está apto para su presentación y sustentación.

Ing. Manuel Romero Paz

DIRECTOR DE TESIS

AGRADECIMIENTO

Son tantas personas a las cuales debemos parte de este triunfo, de lograr alcanzar nuestra culminación académica, la cual es el anhelo de todos los que así lo deseamos.

Definitivamente a Dios, nuestro Señor, Guía, Proveedor y Fin Ultimo; ya que ha sido lo esencial en nuestra posición firme de alcanzar esta meta, esta alegría, sabemos que siempre de su mano podremos alcanzar otras que esperamos sean para su Gloria.

A nuestra familia, por darnos la estabilidad emocional, económica, sentimental; para poder llegar hasta este logro, que definitivamente no hubiésemos podido ser realidad sin ustedes. GRACIAS por darnos la posibilidad de que de nuestra boca salgan estas palabras.

A nuestro Director, el Ing. Manuel Romero Paz, que con su experiencia, conocimientos y dedicación, supo guiarnos en cada paso que dimos en la elaboración de este proyecto, con cada detalle viéndolo como profesor o como tutor.

A todos nuestros amigos y compañeros pasados y presentes; pasados por ayudarnos a crecer y madurar como persona y presentes por estar siempre con nosotros apoyándonos en todas las circunstancias posibles, también son parte de esta alegría, aprendimos y aprendemos de ellos.

A todas las autoridades y profesores que desde el principio de la carrera supieron acogernos y transmitirnos sus conocimientos, valores, reglamentos y con su ejemplo hemos llegado a formarnos como Ingenieros en Telecomunicaciones en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

DEDICATORIA

Dedicamos este proyecto de tesis a Dios y a nuestros padres. A Dios porque ha estado con nosotros en cada paso que damos, cuidándonos y dándonos fortaleza para continuar, a nuestros padres, quienes a lo largo de nuestra vida han velado por nuestro bienestar y educación siendo nuestro apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se presentaba sin dudar ni un solo momento en nuestra inteligencia y capacidad. Es por ellos que somos lo que somos ahora.

RESUMEN

En un sistema de telecomunicaciones la Planta Externa es la parte que acumula la mayor cantidad de trabajadores y recursos económicos. Estos trabajadores deben recibir un entrenamiento técnico para poder ejecutar las tareas de construcción y mantenimiento de planta externa de una manera eficiente y efectiva. Esta es la justificación para la realización de este trabajo de investigación: la necesidad de que los profesionales en el área de telecomunicaciones reciban una capacitación en técnicas de planta externa para poder acometer las diferentes actividades que se realizan y conocer el manejo adecuado de los equipos y herramientas empleados para poder construir y reparar redes de una manera que cumplan con las exigencias producidas por la introducción de nuevos servicios brindados a través de los cables de cobre y los cuales involucran transmisiones a mayores velocidades.

En esta tesis se presenta en el capítulo 1, los aspectos generales que condujeron a la definición del problema de investigación, en el capítulo 2 se desarrolla un estudio de las características de la planta externa y en el capítulo 3 se trata el caso específico de la ejecución de empalmes en cables de cobre en la planta externa y la aplicación en estos de la máquina empalmadora de módulos de 25 pares, la cual es entregada como producto de esta tesis al Laboratorio de Telecomunicaciones de la Facultad Técnica de la UCSG para la realización de prácticas para los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones y para lo cual se recomiendan algunas prácticas que es posible realizar utilizando esta herramienta. De esta manera se cumple el objetivo planteado en esta tesis que era brindar un complemento a las clases teóricas de la asignatura de Planta Externa lo cual permitirá a los estudiantes recibir una capacitación adecuada en lo referente a la ejecución de empalmes en cables de cobre.

INDICE GENERAL

| | |
|--------------------------------------------------------------|----------|
| CAPITULO 1: ASPECTOS GENERALES..... | 1 |
| 1.1 INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.2 ANTECEDENTES | 3 |
| 1.3 JUSTIFICACIÓN | 4 |
| 1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 5 |
| 1.5 HIPÓTESIS | 5 |
| 1.6 OBJETIVOS | 5 |
| 1.6.1 Objetivo General..... | 6 |
| 1.6.2 Objetivos Específicos | 6 |
| CAPITULO 2: CARACTERISTICAS DE LA PLANTA EXTERNA..... | 7 |
| 2.1 DEFINICIÓN DE PLANTA EXTERNA | 7 |
| 2.1.1 Tipos de Red..... | 8 |
| 2.1.1.1 Red Rígida o Directa..... | 9 |
| 2.1.1.2 Red Rígida o Directa..... | 9 |
| 2.1.1.3 Armario y Red Flexible Completa..... | 9 |
| 2.1.1.4 Red de Enlace o Troncal | 9 |
| 2.1.2 Elementos que Constituyen la Red..... | 9 |
| 2.1.2.1 Distribuidor Principal..... | 10 |
| 2.1.2.2 Entrada de Cables..... | 11 |
| 2.1.2.3 Armarios de distribución..... | 11 |
| 2.1.2.4 Cajas terminales | 11 |
| 2.1.2.5 Canalización y postería | 12 |
| 2.1.2.6 Cables multipares | 13 |
| 2.1.2.7 Línea o red de abonado | 14 |
| 2.1.2.8 Aparato telefónico..... | 14 |
| 2.1.3 Tramos de la Red Telefónica..... | 14 |
| 2.2 EL CABLE TELEFÓNICO | 15 |
| 2.2.1 Numeración por código de colores..... | 15 |
| 2.2.2 Otras formas de numeración de los cables | 19 |
| 2.3 CONSTRUCCIÓN DE REDES TELEFÓNICAS | 22 |
| 2.3.1 Accesos o Planta Externa | 22 |
| 2.3.2 Conmutación..... | 23 |
| 2.3.3 Intercentral o Troncal | 23 |
| 2.4 RED DE ACCESO O PLANTA EXTERNA | 23 |
| 2.4.1 Redes Primarias | 23 |
| 2.4.2 Redes secundarias..... | 24 |
| 2.4.3 Herramientas y equipos para ejecución de trabajos..... | 25 |
| 2.4.4 Actividades de construcción de redes telefónicas | 26 |
| 2.4.4.1 Colocación de cable canalizado..... | 26 |
| 2.4.4.2 Colocación de cables aéreos..... | 27 |
| 2.4.4.3 Elaboración de empalmes..... | 28 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| CAPITULO 3: EMPALMES TELEFÓNICOS Y USO DE LA MAQUINA EMPALMADORA | 29 |
| 3.1 EMPALMES TELEFÓNICOS | 29 |
| 3.1.1 Clasificación de Empalmes | 29 |
| 3.1.1.1 Empalmes Directos | 29 |
| 3.1.1.2 Empalme derivado o múltiple | 30 |
| 3.1.1.3 Empalme de lazo | 31 |
| 3.1.1.4 Empalme tipo puente..... | 31 |
| 3.1.1.5 Empalme numerado..... | 32 |
| 3.2 OPERACIONES GENERALES DE LOS EMPALMES | 32 |
| 3.2.1 Curvatura de los cables..... | 32 |
| 3.2.2 Continuidad de pantalla y configuración de empalmes..... | 33 |
| 3.2.3 Conectores de presión para empalmes..... | 34 |
| 3.2.4 Empalmes con conectores individuales..... | 35 |
| 3.2.5 Empalmes con conectores modulares 3M | 40 |
| 3.2.6 Conector modular seco de 25 pares 4000D/TR..... | 40 |
| 3.2.7 Conector modular relleno de 25 pares 4000G/TR..... | 41 |
| 3.3 HERRAMIENTAS DE EMPALME DE REGLETAS CONECTORAS MS2 | 42 |
| 3.3.1 Conjunto de la cabeza de empalme (Splicing head assembly 4041 | 43 |
| 3.3.2 Pedestal:..... | 43 |
| 3.3.3 Mordaza y barra transversales (A traverse clamp assy w/long bar):..... | 43 |
| 3.3.4 Barra transversal (Short traverse bar | 44 |
| 3.3.5 Mordaza de cabezal (Head clamp): | 44 |
| 3.3.6 Rizador de mano hidráulica (4036-25 Hand hydraulic crimper):..... | 45 |
| 3.3.7 Punta de prueba (4047 Pair test plug)..... | 45 |
| 3.3.8 Abridor de módulos (4053 Cover removal tool | 45 |
| 3.3.9 Insertador manual (4051 Wire insertion & cutoff tool):..... | 46 |
| 3.3.10 Llaves Allen (Allen wrenches):..... | 46 |
| 3.3.11 Peine de prueba (4052- <i>T check comb</i>)..... | 47 |
| 3.3.12 Tubo de soporte plegable..... | 47 |
| 3.4 INSTRUCCIONES DE USO | 47 |
| 3.4.1 Colocación del cable en el tubo de soporte | 47 |
| 3.4.2 Instalación de cabezales en el pedestal..... | 49 |
| 3.4.3 Nivelación de la barra transversal | 51 |
| 3.4.4 Preparación de empalmes | 53 |
| 3.4.5 Colocación de los hilos conductores en los módulos | 55 |
| 3.4.6 Compresión de las regletas conectoras..... | 59 |
| 3.5 DISEÑO DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO | 63 |
| 3.5.1 Recursos Disponibles | 64 |
| CAPITULO 4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 65 |
| 4.1 CONCLUSIONES | 65 |
| 4.2 RECOMENDACIONES..... | 66 |
| GLOSARIO | 67 |

| | |
|---------------------------------------|----|
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 68 |
| BIBLIOGRAFÍA | 69 |
| PÁGINAS CONSULTADAS EN INTERNET:..... | 70 |

INDICE DE GRÁFICOS

| | | |
|-------------|------------------------------------------------------------|----|
| Figura 2.1 | Cable multipar | 17 |
| Figura 2.2 | Cable preparado en pares por código de colores | 18 |
| Figura 2.3 | Numeración con microteléfono y generador de señal | 20 |
| Figura 2.4 | Disposición de empalmes y cables dentro de la cámara | 27 |
| Figura 3.1 | Empalme directo..... | 30 |
| Figura 3.2 | Empalme derivado..... | 30 |
| Figura 3.3 | Empalme de lazo | 31 |
| Figura 3.4 | Empalme tipo puente | 31 |
| Figura 3.5 | Conector UY..... | 35 |
| Figura 3.6 | Hilos conductores empalmados con un conector UY..... | 36 |
| Figura 3.7 | Alicate prensa para conectores UY | 36 |
| Figura 3.8 | Empalme con conectores UY | 37 |
| Figura 3.9 | Especificaciones de los conectores UY..... | 38 |
| Figura 3.10 | Regletas conectoras de 25 pares. | 41 |
| Figura 3.11 | Regletas conectoras de 25 pares rellenas | 41 |
| Figura 3.12 | Herramientas para empalmar con módulos de 25 pares | 42 |
| Figura 3.13 | Cabezal..... | 43 |
| Figura 3.14 | Pedestal | 43 |
| Figura 3.15 | Mordaza y barra transversales | 44 |
| Figura 3.16 | Barra transversal | 44 |
| Figura 3.17 | Mordaza de cabezal | 44 |
| Figura 3.18 | Rizador de mano hidráulico | 45 |
| Figura 3.19 | Punta de prueba..... | 45 |
| Figura 3.20 | Abridor de módulos | 46 |
| Figura 3.21 | Insertador manual | 46 |
| Figura 3.22 | Llaves Allen | 46 |
| Figura 3.23 | Peine de prueba..... | 47 |
| Figura 3.24 | Tubo de soporte plegable | 47 |
| Figura 3.25 | Colocación de los cables..... | 48 |
| Figura 3.26 | Aproximación de los estribos | 48 |
| Figura 3.27 | Ubicación de las correas | 49 |
| Figura 3.28 | Para asegurar correas y estribos..... | 49 |
| Figura 3.29 | Colocación y fijación de la barra transversal..... | 50 |
| Figura 3.30 | Cabezales de empalme..... | 50 |

| | | |
|-------------|-------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 3.31 | Colocación de la barra transversal | 51 |
| Figura 3.32 | Instalación de cabezales..... | 51 |
| Figura 3.33 | Ubicación de los cabezales | 52 |
| Figura 3.34 | Nivelación de la barra transversal..... | 52 |
| Figura 3.35 | Colocación del resorte de retención de hilos | 53 |
| Figura 3.36 | Regleta conectora de 25 pares..... | 54 |
| Figura 3.37 | Colocación del adaptador en el cabezal | 54 |
| Figura 3.38 | Colocación de la base del conector en el cabezal | 55 |
| Figura 3.39 | Distribución de los pares..... | 55 |
| Figura 3.40 | Colocación de los hilos en el cabezal..... | 56 |
| Figura 3.41 | Procedimiento para la colocación de los hilos en el cabezal | 56 |
| Figura 3.42 | Hilos conectores colocados en el cabezal..... | 57 |
| Figura 3.43 | Colocación del cuerpo del módulo sobre la base | 57 |
| Figura 3.44 | Utilización del peine de prueba | 58 |
| Figura 3.45 | Colocación de la tapa del conector..... | 58 |
| Figura 3.46 | Prácticas con la máquina de empalme..... | 59 |
| Figura 3.47 | Máquina manual de compresión | 60 |
| Figura 3.48 | Compresión con la herramienta manual | 60 |
| Figura 3.49 | Colocación de la prensa | 61 |
| Figura 3.50 | Ajuste de la prensa hidráulica | 61 |
| Figura 3.51 | Realizando la compresión de la regleta conectora | 62 |
| Figura 3.52 | Retiro del sobrante de los hilos empalmados..... | 62 |
| Figura 3.53 | Identificación de las regletas conectoras..... | 63 |
| Figura 3.54 | El empalme terminado | 63 |

INDICE DE TABLAS

| | | |
|-----------|------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 2.1 | Ejemplo de Código de colores..... | 16 |
| Tabla 2.2 | Código de Colores | 17 |
| Tabla 3.1 | Datos Número de hileras en función del número de pares de cables. | 38 |

CAPITULO 1: ASPECTOS GENERALES

En esta primera sección se presenta a manera de introducción un análisis de la planta externa de un sistema de comunicación, los antecedentes y justificativos que determinaron la elección de este tema de investigación, el planteamiento del problema a investigarse y los objetivos plantados para sus solución.

1.1 INTRODUCCIÓN

La planta externa es la columna vertebral de un sistema de comunicaciones por cable (telefonía, televisión o transmisión de datos), está constituida principalmente por la red troncal y la red de distribución. Si la planta externa no está en óptimas condiciones, se tendrá como consecuencia un incremento en fallas que, a su vez, ocasionará un aumento de llamadas de servicio y, finalmente, una fuga de suscriptores. No es suficiente cumplir con las exigencias de las normas básicas establecidas.

La Planta Externa encierra todo lo que se encuentra incluido entre el Repartidor Principal (MDF: *Main Distribution Frame*) de la central telefónica y la ubicación del abonado. Además, la Planta externa constituye un área de las telecomunicaciones que comprende el estudio, administración, gestión y control de todo el tendido de redes externas comprendido entre la central telefónica pública o privada y la caja terminal del abonado. También incluye las extensiones interiores del abonado.

La Planta Externa como parte del sistema de las telecomunicaciones, es sin duda la que acumula la mayor cantidad de trabajadores y recursos económicos. A su vez abarca un tema muy extenso y está constituida por una gama numerosa de componentes, desde que nace hasta donde termina el recorrido del proceso de la comunicación. La intervención de una persona en cualquiera de los componentes en este proceso es de mucho significado, sobre todo donde más se manipula y donde más precisión se requiere, por ejemplo en los cables, pueden provocarse fallas que puedan acarrear una discontinuidad al momento de unir terminales y es necesario conocer como se realiza este trabajo, especialmente en lo que se relaciona con la ejecución de los empalmes, éste

es el tema en el que se enfoca este trabajo de investigación considerando toda la calidad y precisión que ésta actividad del trabajo de Planta Externa demanda.

El empalme de cables es importante porque garantiza la continuidad de las señales, mediante la unión entre dos conductores. Realizar un empalme seguro significa recurrir a dispositivos capaces de evitar recalentamientos.

Un empalme telefónico debe estar bien realizado siempre, pues de eso depende la perfección de la transmisión entre sus terminales, además es muy útil al momento de producirse daños en punto específico, pues en casos extremos de necesitarse el cambio del material conductor (cables multipares, coaxiales o de fibra óptica), solo se lo haría en el tramo que comprende entre 2 uniones o empalmes.

La importancia que el estudiantado tenga conocimientos en planta externa es fundamental, y la eficacia en su desempeño en el mundo laboral o durante las pasantías pre profesionales, es la base para adquirir los conocimientos prácticos necesarios, los cuales hacen la diferencia y forjan nuevas expectativas para ocupar las plazas de trabajo. El Dr. Karl Terzaghi, afirmó: "Quien solo conoce la teoría y carece de la experiencia práctica, es un peligro público". Una de las prioridades para la formación académica de los estudiantes debe ser la implementación de centros prácticos, dotados con equipos de última generación y con el personal especializado de gran experiencia profesional.

Es muy significativa la experiencia práctica en el estudiante debido a que el mercado profesional de un Ingeniero en Telecomunicaciones, cada día se vuelve más exigente en lo que se refiere a prácticas de campo.

Lo común e ideal es que un estudiante se preocupe en buscar pasantías, más que todo en cuanto a las obligatorias, la universidad brinda enseñanza, pero estos contenidos de estudios son generalmente teóricos y constituyen una base importantísima a la hora de utilizar recursos en cuanto a las prácticas de planta externa específicamente, pero luego en la vida laboral, se sabe que entre la teoría y la práctica hay una gran diferencia. Las prácticas o pasantías dan al estudiante la posibilidad de entrar en contacto con el mundo laboral, ya que ellos pueden ensayar lo que se ha aprendido en la universidad, por eso es

necesario que tengan una visión palpable, una idea práctica, por medio de experiencias didácticas, por así decirlo, que es con lo que se van a acostumbrar al uso de componentes que conforman la planta externa en las telecomunicaciones, proceso crucial para formar un Ingeniero en Telecomunicaciones.

1.2 ANTECEDENTES

Uno de los elementos que componen la Planta Externa es el cable de par trenzado, sin embargo es un componente muy antiguo pues surge en 1881, siendo utilizado en las primeras instalaciones que realizó Alexander Graham Bell. Este tipo de cable está formado por hilos, que son de cobre o de aluminio y éstos están trenzados entre sí para que las propiedades eléctricas sean estables y también para evitar las interferencias que puedan provocar los hilos cercanos [1].

Es importante señalar que todos los cables tienen una cantidad específica de pares de acuerdo a su capacidad, los cuales están distribuidos en su interior en forma correlativa, cada par está constituido por dos hilos (A y B) los cuales tendrán que ser perfectamente identificados para su posterior unión [2].

Para preparar al estudiante para el campo profesional siempre se ha llevado a cabo prácticas pre-profesionales para acoplarse y hacer las cosas bien. Las experiencias de un Ingeniero en Telecomunicaciones nacen en los laboratorios de su centro de formación, las participaciones de los alumnos en estos eventos siempre están dirigidas por un tutor y se organizan por medio de un cronograma de estudios en el cual intervienen teoría y prácticas. Refiriéndose a ésta Universidad las clases se han llevado a cabo de la manera más didáctica posible, poniendo esmero en contar con todos los recursos necesarios para el aprendizaje, como los mismos cables, las conocidas regletas, pero para las tareas de mayor precisión y trabajo arduo no se cuenta con los equipos necesarios, por esta razón se considera que la implementación de prácticas de planta externa en la Carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones con la ayuda de una máquina para empalmes es un gran aporte para el mejoramiento del proceso enseñanza-aprendizaje y la preparación del estudiante.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El mercado laboral en el sector de las Telecomunicaciones con el pasar del tiempo se está volviendo más competitivo. Es por esto que esta tesis, se ha orientado para que los estudiantes adquieran práctica en el manejo de equipos de Planta Externa, ya que sin la experiencia adquirida en su formación de pregrado resultaría deficiente.

Las grandes empresas en la actualidad se hacen más competitivas dentro de su ramo y cada vez adoptan más estrategias a fin de garantizar el éxito [3]. Estas organizaciones están adoptando herramientas de optimización, basadas en los nuevos enfoques de las telecomunicaciones, enlaces, conexiones y modelos de modernas tecnologías, en las Teorías de Calidad y de Gestión del Servicio, a fin de alcanzar el éxito a corto, mediano y largo plazo, con el propósito de establecerse metas que permitan el alcance de los Planes Estratégicos de las empresas, siempre enfocados al cumplimiento de la Visión , Misión, Valores etc., de las mismas, todos estos elementos comprometen a empleados y supervisores a comprometerse para alcanzar los objetivos de la misma.

La necesidad de diseñar prácticas de planta externa para el laboratorio de telecomunicaciones durante los procesos de formación de un ingeniero es notoria, ya que mediante los entrenamientos se podrán establecer capacidades de manejo de nuevos equipos más prácticos y adaptados al futuro de la planta externa, requeridos para el logro de los objetivos de la materia y de este proyecto, en beneficio de la Facultad Técnica de la U.C.S.G, de los estudiantes y de quienes se van a favorecer por este cambio en la enseñanza.

Este proyecto también se justifica desde tres puntos de vista [3]. Desde el punto de vista práctico, ya que la misma propone resolver el problema planteado modificando la forma de hacer prácticas en el laboratorio de Telecomunicaciones.

Desde el punto de vista teórico, esta investigación generará reflexión y discusión tanto sobre el conocimiento existente del área investigada, como dentro del ámbito de las Ciencias de las telecomunicaciones, ya que aportamos con cierta información teórica y de conocimientos generales de la materia.

Desde el punto de vista metodológico, este proyecto está generando la aplicación de un método experimental de investigación para generar conocimiento válido y confiable dentro del área de las Telecomunicaciones y en particular de la planta externa.

Por otra parte, en cuanto a su alcance, este proyecto abrirá nuevos caminos para otras ideas similares a la que aquí se plantea, sirviendo así al objetivo de optimizar la enseñanza de una manera práctica.

Por último, y no menos importante, profesionalmente pondrá en manifiesto los conocimientos adquiridos durante la carrera y permitirá sentar las bases para otros estudios que surjan partiendo de la problemática aquí especificada.

1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La falta de conocimientos prácticos y experiencia previa de los estudiantes al momento de realizar las prácticas pre-profesionales de planta externa.

1.5 HIPÓTESIS

Es posible llenar vacíos en los estudiantes acerca de conocimientos de planta externa, sus materiales y estrategias por medio de un entrenamiento, mediante la adquisición e instalación de equipos para el Laboratorio de Telecomunicaciones de la Facultad Técnica para la realización de prácticas y así preparar mejor a los educandos para el momento de realizar las pasantías pre-profesionales.

1.6 OBJETIVOS

Los objetivos determinados para resolver el problema planteado son los siguientes:

1.6.1 Objetivo General

Diseñar prácticas para la asignatura de Planta Externa utilizando una máquina empalmadora de regletas conectoras de 25 pares, en el Laboratorio de Telecomunicaciones de la Facultad Técnica

1.6.2 Objetivos Específicos

- Recabar información acerca de planta externa y elaboración de empalmes de cables multipares.

- Conocer el funcionamiento de una máquina de empalmes de regletas conectoras de 25 pares.

- Desarrollar prácticas de ejercicios de empalmes para el Laboratorio de Planta Externa de la Facultad Técnica de la UCSG.

En el siguiente capítulo se detallarán las características de la Planta Externa de un sistema de comunicaciones y sus principales componentes, incluyendo una breve reseña histórica de las telecomunicaciones.

CAPITULO 2: CARACTERISTICAS DE LA PLANTA EXTERNA

En esta sección se analizará las principales características de la planta externa y de sus principales componentes y materiales:

2.1 DEFINICIÓN DE PLANTA EXTERNA

En materia de telecomunicaciones, la **Planta externa** es el conjunto de medios que enlazan la central telefónica con los abonados [4]. En otras palabras, planta externa es todo lo que se ve en las calles, esquinas y avenidas, el conjunto de postes, cables y demás conexiones que se puedan observar externamente y que de una forma u otra llegan a ingresar a edificios o casas para prestar servicios [5]. Está constituida fundamentalmente por el bucle local o bucle de abonado y sus elementos asociados: cables, cajas de empalme, bobinas, tendidos, conductos y otras infraestructuras adicionales [4]. Parte de esta infraestructura o red está compuesta por: tendidos, postes, armarios, cámaras y canalizaciones subterráneas, equipos y productos que permiten conectar y enlazar la red hasta llegar al punto donde es necesario [4].

Planta Externa es el término general para la transmisión electrónica de todas las formas de información, incluyendo datos digitales, voz, fax, sonido y video, desde un sitio a otro a través de cierta forma de enlace de comunicaciones. Significa comunicación a larga distancia. La telecomunicación puede ser de una dirección (Radio, Televisión) o bidireccional (teléfono). Los descubrimientos de los fenómenos eléctricos y magnéticos. Hans Christian Ørsted, descubrió en 1820 que una corriente eléctrica podía influir a una aguja magnética, y en una carta dio a conocer su sensacional descubrimiento a los científicos y académicos de todo el mundo. A finales de la década de 1830, se había logrado una solución económica y técnicamente aceptable. Se conoció al aparato como telégrafo de MORSE, por el creador del alfabeto telegráfico, el americano Samuel P. B. Morse. El Teléfono nació el 14 de febrero de 1876, cuando el norteamericano Alexander Graham Bell, presentó la primera solicitud de patente de un teléfono y con esto se inició un desarrollo encaminado a facilitar la comunicación entre las personas. La primera central telefónica del mundo se puso en

servicio en el año de 1878 en New Haven, Estados Unidos y estaba compuesta por un cuadro conmutador y 21 Abonados (Clientes) [6].

2.1.1 Tipos de Red

Las redes de planta externa comprenden los siguientes tipos [6]:

- Red Rígida o Directa
- Red Secundaria
- Armario y Red Flexible Completa
- Red de Enlace o Troncal

Antes de presentar las definiciones y características de los tipos de red indicados, es importante destacar la importancia de la implementación de una red telefónica para establecer las comunicaciones entre los usuarios desde la central telefónica local hasta la línea que accede a la ubicación del abonado:

Una **línea telefónica** para abonados está constituida por un circuito eléctrico a dos hilos (a y b respectivamente), denominados como un par entre las centrales locales y el aparato abonado [6].

Central local es aquella, donde se encuentran todos los equipos de conmutación y planta externa encargados de suministrar el servicio telefónico a los lugares adyacentes a la misma [6].

Como tratar de instalar una línea telefónica por abonado resultaría imposible, se creó el cable multipar, el cual puede llevar varios pares hasta una determinada posición del proyecto entre la central local y el aparato telefónico. Al conjunto de cables que se utilizan con este fin se les llama RED [6].

2.1.1.1 Red Rígida o Directa

Es aquella que tiene continuidad eléctrica desde el distribuidor hasta la caja terminal. Para lograr dicha continuidad se unen los tramos del cable multipar por medio de empalmes. Entre otras, una ventaja de este tipo de red es su bajo costo [6].

2.1.1.2 Red Rígida o Directa

Es aquella que da continuidad eléctrica desde la caja de distribución (armario) hasta la caja terminal [6].

2.1.1.3 Armario y Red Flexible Completa

Es de esta forma como la red adquiere flexibilidad, para dar continuidad eléctrica entre la red primaria y la red secundaria, se utiliza cable de puente o simplemente PUENTE que viene trenzado [6].

2.1.1.4 Red de Enlace o Troncal

La Función de esta red es dar continuidad eléctrica entre una central y otra. Mientras más demanda de servicio exista, más centrales deberán existir, con lo cual la red de enlaces aumenta. El rango de capacidad de estas redes varía según los equipos y las centrales, éstos pueden variar entre cables convencionales, coaxiales (PCM) y fibra óptica [6].

2.1.2 Elementos que Constituyen la Red

Los elementos que constituyen una red de telecomunicaciones son los siguientes [6]:

- Distribuidor Principal
- Entrada de Cables
- Armarios de Distribución

- Cajas Terminales
- Canalización y Postería
- Cables Multipares
- Línea de Abonado
- Aparato Telefónico

2.1.2.1 Distribuidor Principal

Está ubicado en los locales en que funcionan las centrales telefónicas. Este componente es una armazón de hierro que contiene un conjunto de regletas y diferentes dispositivos de protección, tales como los carbones, fusibles y Bobinas Térmicas.

Las regletas utilizadas en los repartidores o distribuidores son de dos tipos y cumplen diferentes funciones:

- Regletas Horizontales: permiten la numeración de los teléfonos en forma ordenada y comprenden el enlace entre los equipos de planta o conmutación con el repartidor principal.
- Regletas Verticales: permiten conectar las regletas horizontales con los cables de planta externa por medio de conexiones denominadas puentes o cruzadas y en ellas se encuentra las protecciones adecuadas.

Los elementos de Protección ubicados en las regletas verticales permiten proteger el sistema de conmutación de la central telefónica de sobrecargas o sobrevoltajes ocasionados por descargas electroatmosféricas, cables de energía eléctrica, corto circuito o calor.

Para determinar la ubicación de un determinado par en una regleta vertical, estas han sido numeradas para una lectura desde la parte superior donde se lee de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo. Los hilos de los pares se leen de la misma forma.

2.1.2.2 Entrada de Cables

Es el lugar en donde se conectan los cables interiores o flexibles que vienen del distribuidor principal (regletas verticales) con los cables que irán al exterior de la central, constituyendo así la planta externa.

2.1.2.3 Armarios de distribución

Es la parte de la red telefónica utilizada dentro de una red flexible para establecer la unión entre la red primaria y la red secundaria por medio de una conexión con un cable bifilar [6], este enlace se denomina puente o cruzada.

Actualmente se utilizan algunos tipos de armarios. En Ecuador, la mayoría de los armarios son construidos de dos materiales: de fibra de vidrio y metálicos. Los bloques de los armarios pueden ser de 10, 20, 30, 50 o 100 pares. Básicamente constan de una caja de metal o fibra de vidrio, empotrada en una base de concreto.

2.1.2.4 Cajas terminales

Permiten la unión entre la red secundaria y la red de abonado, de esta manera se puede disponer de pares secundarios lo más cerca posible de la ubicación de los abonados para poder efectuar con rapidez la instalación de las líneas telefónicas, permitiendo así un buen servicio a un menor costo.

Según el lugar donde se instalan hay diferentes tipos de cajas terminales y pueden instalarse con protección y sin protección.

Las cajas terminales con protección permiten proteger la línea de abonado, los equipos de central y la red misma contra los fenómenos atmosféricos o descargas eléctricas que puedan producirse.

La capacidad de las cajas terminales varía de 5, 10, 20, 25 o 50 pares de acuerdo a la tecnología de las redes flexibles y directas. En el Ecuador se ha normalizado la utilización de cajas terminales o de dispersión de 10 pares.

2.1.2.5 Canalización y postería

La canalización telefónica es uno de los elementos más importantes que deben considerarse en el diseño de la planta externa de una red telefónica. Es necesario que la misma se acondicione al terreno o ciudad donde se realiza el diseño. Entre las características que debe cumplir la canalización a construirse se puede destacar la profundidad de la canalización que puede tener las siguientes medidas:

- Canalización a través de campo, calles o aceras: 1.30 mts.
- Canalización a través de ríos: 1.40 mts.
- Canalización en áreas de poco tráfico vehicular: 0.70 - 1.00 mts.
- Canalización en carreteras: 1.20 - 1.60 mts.

La canalización telefónica está constituida por ductos o tubos que pueden ser de PVC, concreto o poliducto. Permiten conectar dos o más pozos telefónicos por las rutas o trayectorias que deben seguir los cables. Actualmente en Ecuador en la canalización primaria y secundaria los ductos son de PVC de 4 pulgadas de diámetro y para los ductos secundarios de acceso puede utilizarse hierro galvanizado con 3 pulgadas de diámetro o menos de acuerdo a la capacidad de la acometida a instalarse.

Además de la canalización telefónica constituida por los ductos, hay que considerar la construcción de los pozos telefónicos o cámaras de revisión que se utilizan para realizar los trabajos de montaje de cables y la ejecución de empalmes y facilitar de esta forma la instalación y reparación de los mismos, además permiten la unión de los ductos y los cambios de dirección de los mismos.

En lo referente a la postería usada en la instalación de redes telefónicas, los postes normalmente tienen una altura de 8 metros para cables instalados en aceras y 11 metros

para cruce de vías. Están distanciados entre sí aproximadamente entre 30 y 50 metros de acuerdo a la capacidad de los cables que deben soportar.

Los postes utilizados en la planta externa telefónica pueden ser construidos en los siguientes materiales:

- Concreto
- Aluminio o hierro (en general metálico)
- Madera

La relación entre su altura en metros y su resistencia en Kg. se establece de acuerdo al siguiente detalle:

- 08 mts./060 Kg.
- 08 mts./120 Kg.
- 08 mts./500 Kg.
- 09mts./120 Kg.
- 09 mts./500 Kg.
- 12 mts./500 Kg.

2.1.2.6 Cables multipares

En la práctica los cables multipares son una de las partes más importantes de la Planta Externa de un sistema de comunicaciones. Permiten la unión física entre la central telefónica y la ubicación de los abonados. También estos elementos permiten las uniones entre centrales.

Están constituidos por una serie de hilos de alambre aislados, que forman pares o cuadretes, según su constitución [6].

2.1.2.7 Línea o red de abonado

Permite la continuidad eléctrica entre la caja terminal de la red secundaria y el aparato telefónico en la ubicación del abonado o cliente. La línea telefónica consiste de dos hilos que conforman un par.

De la misma manera que en el caso de la red secundaria, la de abonado puede ser de dos tipos:

- Líneas aéreas que se caracterizan por ser robustas para soportar su propio peso y la tensión del viento al estar suspendidas entre los postes.
- Las líneas subterráneas que se caracterizan por ser flexibles, se instalan en ductos y deben soportar un mayor grado de humedad.

2.1.2.8 Aparato telefónico

Es la parte final del servicio telefónico. Su función es la transformar la corriente eléctrica, que viene en la línea a una señal audible de voz, generada en el otro extremo de la línea [6].

2.1.3 Tramos de la Red Telefónica

Los hilos del abonado telefónico no se dirigen directamente desde el hogar hasta la central. Existen varios tramos de comunicaciones constituidos por hilos y cables (pares trenzados básicamente), a menudo agrupados, que se conectan de manera encadenada a distintos equipos [4].

Si se siguen los hilos del bucle del abonado teléfono desde el hogar hasta la central, se distinguen varios tramos tendidos y enterrados [4].

2.2 EL CABLE TELEFÓNICO

Cable es la línea eléctrica flexible, aislada y envuelta en una cubierta protectora que sirve para lograr el intercambio de señales eléctricas de un punto a otro punto [7].

Es importante señalar que todos los cables tienen una cantidad de pares, los cuales están distribuidos en su interior en forma correlativa, cada par está constituido por dos hilos los cuales tendrán que ser perfectamente identificados para su posterior unión, para lo cual existen sistemas de numeración de pares en un cable [7]:

- a) Numeración por código de colores.
- b) Numeración con fono y batería.
- c) Numeración con fono y generación de señal.
- d) Numeración con amplificador.
- e) Numeración por capas
- f) Numeración por circuito de retorno
- g) Rectificación de pares.

A continuación se detallará el código de colores para una mejor comprensión, y acoplamiento al tema de investigación

2.2.1 Numeración por código de colores

Con el fin de facilitar la identificación de los pares existe un código internacional de colores que define 25 pares, combinando 10 colores, siendo 5 colores para los hilos A y 5 colores para los hilos B, un ejemplo se muestra en la tabla 2.1 [7]:

Tabla 2.1 Ejemplo de Código de colores

Fuente: Elaborada por los autores

| N° del par | Colores de base hilo A | Colores acompañantes hilo B |
|-------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| 1-5 | Blanco | Azul |
| 6-10 | Rojo | Naranja |
| 11-15 | Negro | Verde |
| 16-20 | Amarillo | Marrón |
| 21-25 | Violeta | Gris |

La tabla 2.2 detalla el código de colores:

Tabla 2.2 Código de Colores

Fuente: Elaborada por los autores

| Nº DEL PAR DE ACOMPAÑANTES | COLORES BASES HILO A | COLORES HILO B |
|----------------------------|----------------------|----------------|
| 1 | Blanco | Azul |
| 2 | Blanco | Naranja |
| 3 | Blanco | Verde |
| 4 | Blanco | Marrón |
| 5 | Blanco | Gris |
| 6 | Rojo | Azul |
| 7 | Rojo | Naranja |
| 8 | Rojo | Verde |
| 9 | Rojo | Marrón |
| 10 | Rojo | Gris |
| 11 | Negro | Azul |
| 12 | Negro | Naranja |
| 13 | Negro | Verde |
| 14 | Negro | Marrón |
| 15 | Negro | Gris |
| 16 | Amarillo | Azul |
| 17 | Amarillo | Naranja |
| 18 | Amarillo | Verde |
| 19 | Amarillo | Marrón |
| 20 | Amarillo | Gris |
| 21 | Violeta | Azul |
| 22 | Violeta | Naranja |
| 23 | Violeta | Verde |
| 24 | Violeta | Marrón |
| 25 | violeta | Gris |

En la figura 2.1 se puede observar un cable multipar:

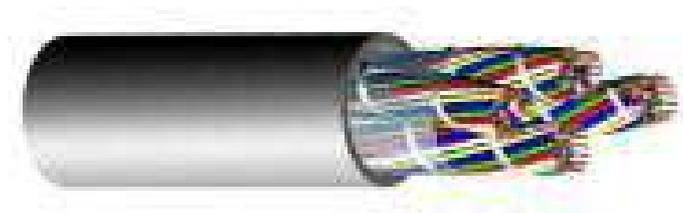


Figura 2.1 Cable multipar

Fuente: ENCER

http://tienda.clickencer.com/index.php?cPath=15_19

La figura 2.2 muestra un cable multipar desagregado por pares de acuerdo al código de colores.

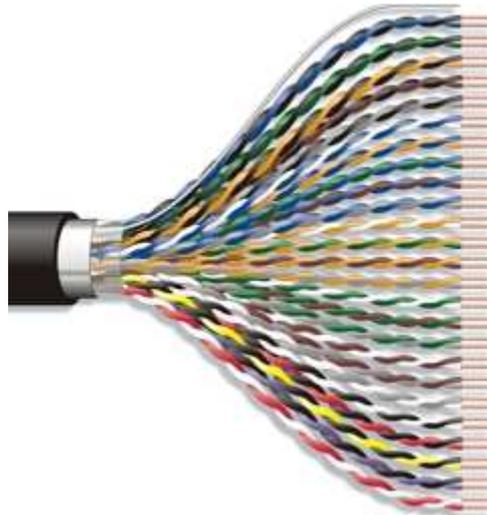


Figura 2.2 Cable preparado en pares por código de colores

Fuente: ENCER http://tienda.clickencer.com/index.php?cPath=15_19

Para determinar el color de un par determinado se aplica la siguiente expresión:

$$\frac{N_p}{25} = \text{color cinta centena} - \text{secuencia} = \text{color par}$$

Los cables mayores de 25 pares, están separados por cintas formando grupos de 25 pares cada uno.

- 1.- Primera secuencia = pares del 01 al 25 cinta blanco azul
- 2.- Segunda secuencia = pares del 26 al 50 cinta blanco naranja
- 3.- Tercera secuencia = pares del 51 al 75 cinta blanco verde
- 4.- Cuarta secuencia = pares del 75 al 100 cinta blanco marrón

2.2.2 Otras formas de numeración de los cables

Al construir una red telefónica o durante el proceso de reparación de la misma, se puede realizar la numeración de los pares telefónicos para comprobar su correcta conexión, este proceso puede hacerse de algunas maneras diferentes:

- **Numeración con microteléfono y batería:** este sistema consiste en identificar por medio de un microteléfono y una batería los pares de un cable desde un extremo al otro y generalmente se utiliza en cables sin servicio. La prueba se realiza conectando en un extremo del cable, una batería en serie con el microteléfono en una línea del par y como retorno la capa metálica del mismo cable a numerar. En el otro extremo, el técnico cierra el circuito conectando uno de los terminales del microteléfono a la protección metálica del cable y el otro terminal a la tijera (lagarto) para buscar la línea del par que está siendo probado, cuando la tijera hace contacto con la línea enviada se producirá un sonido característico de batería con el cual se podrá establecer la comunicación y entonces proceder a la identificación de los otros pares del cable. Si la línea está interrumpida se retorna a la línea anterior para comunicarse y avisar al técnico que debe probar otra línea. Es importante notar que el circuito que está aplicando la batería se cierra por medio de la resistencia óhmica de la línea y la capa de protección del cableado.
- **Numeración con microteléfono y generador de señal:** este sistema se utiliza para numerar pares con servicio, para ello es indispensable mantener una comunicación en forma permanente mediante un par metálico. Para realizar el montaje del circuito se deberá primeramente elegir un par en lo posible vacante para ordenarse utilizado como comunicador permanente, conectando una batería en serie con el par metálico. El operador que envía la señal conectará una línea del generador de tono a la capa metálica de protección del mismo cable a numerar y el otro terminal del generador a la línea que se desea numerar. En el otro extremo del cable el operador sacará un arranque de un terminal del microteléfono y conectará la tijera para buscar el sonido del generador de tono, el cual una vez encontrada la línea dará una señal intermitente para que la

persona que este enviándola se cambie a la otra línea y así sucesivamente. Un concepto muy importante que se debe tener en cuenta al numerar con este sistema es que el sonido del generador de tono que se escucha en el microteléfono, se produce al cerrarse el circuito a través de la capacitancia del par con respecto a tierra, por tal motivo en caso que se tenga que numerar tramos muy cortos como por ejemplo en transferencia de cables, la capacitancia con respecto a tierra será muy baja y en consecuencia la reactancia entre línea y tierra será muy alta, por tanto la corriente alterna no será suficiente para escuchar al generador de tono. En estos casos es recomendable conectar un capacitor de 1mf en el extremo distante entre la tijera y tierra para que de esta forma se disminuya la reactancia capacitiva de la línea con respecto a tierra el generador emita una señal perfectamente audible. Este sistema se ilustra en la figura 2.3.



Figura 2.3 Numeración con microteléfono y generador de señal

Fuente: El cable telefónico <http://www.monografias.com/trabajos16/cable-telefonico/cable-telefonico.shtml>

- **Numeración con amplificador:** este sistema de numeración se usa generalmente en cables en servicio y cuando los empalmes están en sangrías, la forma de numeración es básicamente la misma que se ha descrito anteriormente con la diferencia, el amplificador actúa en forma totalmente independiente del circuito de comunicación. El amplificador como su nombre lo indica es un instrumento que amplifica la señal audible del generador de tono y actúa por inducción sin que sea necesario hacer contacto físico con la línea para ser identificada. El amplificador consta de una entrada donde se ubica el microteléfono y otra donde se ubica la punta de prueba. Su conexión se hace en

serie con el microteléfono, el cual está incluido en el instrumento y por el otro lado se pone la punta de prueba con la cual se busca la señal, una vez identificada la línea se cierra el circuito a tierra para que la persona que envía la señal pase a la línea siguiente y así sucesivamente [7].

- **Numeración por capas:** este sistema es aplicable en algunos tipos de cables contruidos con los pares formando capas correlativas superpuestas y de diferentes colores en forma intercalada. Generalmente este tipo de numeración se hace en los cables para sistemas PCM (coaxiales) o bien los cables con pares en cuerdas, también son utilizados estos sistemas de numeración para identificar los pares de las bobinas de carga [7].
- **Numeración por sistema de retorno:** este sistema es muy útil cuando no existe otra persona para enviar los pares y es necesario numerar solo, el sistema se utiliza solamente en pares sin servicio y no en grandes cantidades de pares, más bien para identificar pares en la punta de un cable o bien numerar una caja terminal. El sistema consiste en poner a tierra la línea A del primer par, la línea B del mismo par se conecta con la línea A del segundo par, y así sucesivamente, hasta completar todos los pares del cable o de la caja. En la otra punta se conecta un microteléfono en serie con la tierra del mismo cable y una batería y con el otro terminal del microteléfono se conecta la tijera, cuando se ubica el par en tierra y suena la batería, se saca el par completo y se hace un cortocircuito entre las dos líneas del par, de esta forma la tierra retornará por la línea B hacia la punta y ésta al estar conectada con el hilo A del segundo par se podrá identificar de la misma forma que los pares anteriores. Es evidente que este sistema tiene sus limitaciones, en caso de que algunos de los pares este cortado se interrumpirá la serie y no se podrá numerar, de la misma forma el consumo de corriente aumentara en demasía si los tramos a numerar son muy largos o los pares son muchos, sin embargo es muy útil en algunos casos puntuales [7].

2.3 CONSTRUCCIÓN DE REDES TELEFÓNICAS

En esta sección se analizará el punto donde se hace uso de las prácticas de empalmes de cables multipares con módulos de 25 pares, utilizando la maquina empalmadora 4021 M2/36.

Antes de iniciar las obras, el contratista debe informarse a cabalidad sobre postería, situación de redes y canalizaciones telefónicas, que puedan afectar la construcción de redes [8].

Las obras de construcción de redes implican dos tipos de ellas: primarias y secundarias. Su construcción comprende las siguientes actividades:

Una red telefónica puede considerarse que está constituida fundamentalmente por tres secciones:

- Acceso o Planta Externa,
- Conmutación y
- Intercentral o Troncal

2.3.1 Accesos o Planta Externa

La parte de accesos puede construirse mediante cables de cobre o de fibra óptica y puede clasificarse en:

- Red Primaria: es la parte de la planta externa que va de la central telefónica hasta los armarios de distribución
- Red Secundaria: es aquella que nace en los armarios de distribución y llega hasta las cajas de dispersión
- Red de Abonado: es la que llega hasta la ubicación del abonado y parte desde las cajas de dispersión

2.3.2 Conmutación

Esta sección de la red telefónica está constituida por las centrales telefónicas donde se encuentran instalados los equipos de conmutación.

2.3.3 Intercentral o Troncal

Como su nombre lo indica esta sección incluye toda la infraestructura necesaria para establecer la conexión entre centrales telefónicas. Esta infraestructura incluye el equipamiento, canalización y cables, los cuales pueden ser metálicos (multipares o coaxiales) y de fibra óptica. En la actualidad por su capacidad y calidad de transmisión se utilizan por lo general cables de fibra óptica para la construcción de redes troncales.

2.4 RED DE ACCESO O PLANTA EXTERNA

En lo que respecta al presente trabajo de investigación e implementación la sección de la red telefónica de mayor interés es la de accesos o planta externa, por lo que a continuación se realizará una presentación detallada de las partes que la constituyen:

2.4.1 Redes Primarias

Este segmento está comprendido entre los puntos de conexión (lado calle) de las regletas del Distribuidor General (MDF, *Main Distribution Frame*) y los puntos de conexión en las regletas del armario telefónico [9].

Por lo tanto su infraestructura está formada por los siguientes componentes principales:

- Regletas de repartidor con protección
- Cables
- Empalmes
- Armarios de distribución

- Bloques terminales

En este caso en particular la investigación se centrará en lo relacionado con los cables y sus respectivos empalmes. Es importante indicar que la red primaria es siempre instalada de manera subterránea en ductos y pozos que constituyen la canalización telefónica.

En el caso de la red primaria es necesario realizar las siguientes actividades al efectuar trabajos de construcción o mantenimiento de redes [8]:

- Limpieza y desague de ductos y cámaras.
- Colocación de peldaños y consolas en cámaras, en donde ello fuere necesario.
- Manipulación adecuada, colocación, empalme y cierre de cables multipares.
- Montaje y colocación o cambio de bloques primarios.
- Retiro de sobrantes y reintegro de materiales de retiro.
- Elaboración y colocación de placas de identificación en cables y marcada de los mismos.
- Obras complementarias.

2.4.2 Redes secundarias

Este segmento está comprendido entre los puntos de conexión del armario y los puntos de conexión en las cajas de dispersión de 10 pares instaladas en los postes [9].

Las actividades a realizarse en la construcción o mantenimiento de redes secundarias son las siguientes [8]:

- Limpieza y desague de cámaras.
- Manipulación, colocación y empalme de cables mensajeros y cables telefónicos aéreos y canalizados, con sus herrajes respectivos.
- Colocación de vientos (retenidas) o riendas.
- Vestida de postes.
- Colocación de subidas de 2”.

- Marcación e identificación de cajas, *strips*, postes y armarios.
- Colocación de armarios de distribución con montaje, colocación y/o cambio de bloques terminales y placas de identificación, base de concreto, etc.
- Transporte y colocación de postería.
- Ajuste de abonados a nuevas redes.
- Colocación de canalones de subida.
- Retiro de sobrantes y reintegro de materiales de retiro.
- Reparación o resane de aceras o calzadas.
- Construcción de puntos a tierra.
- Acabado de aceras y calzadas, inherentes a la ejecución de obras.
- Adecuaciones y colocación de *strip* y montaje de regletas respectivas, con tecnología de desplazamiento de dieléctrico.

2.4.3 Herramientas y equipos para ejecución de trabajos

Las herramientas más utilizadas en la construcción de redes son las siguientes [8]:

- Máquinas devanadoras o “*spinner*”.
- Máquinas empalmadoras.
- Vehículo con “*Winche*”.
- Portabobinas de cable.
- Máquinas zunchadoras de cinta de acero.
- Plataformas hidráulicas (pluma-grúas).
- Prensas de cable mensajero (antenalla).
- Vehículos para transporte de personal, herramientas y materiales.

2.4.4 Actividades de construcción de redes telefónicas

Existen una serie de actividades que se pueden realizar durante los procesos de construcción de redes, a continuación se presentarán las características principales de estas actividades:

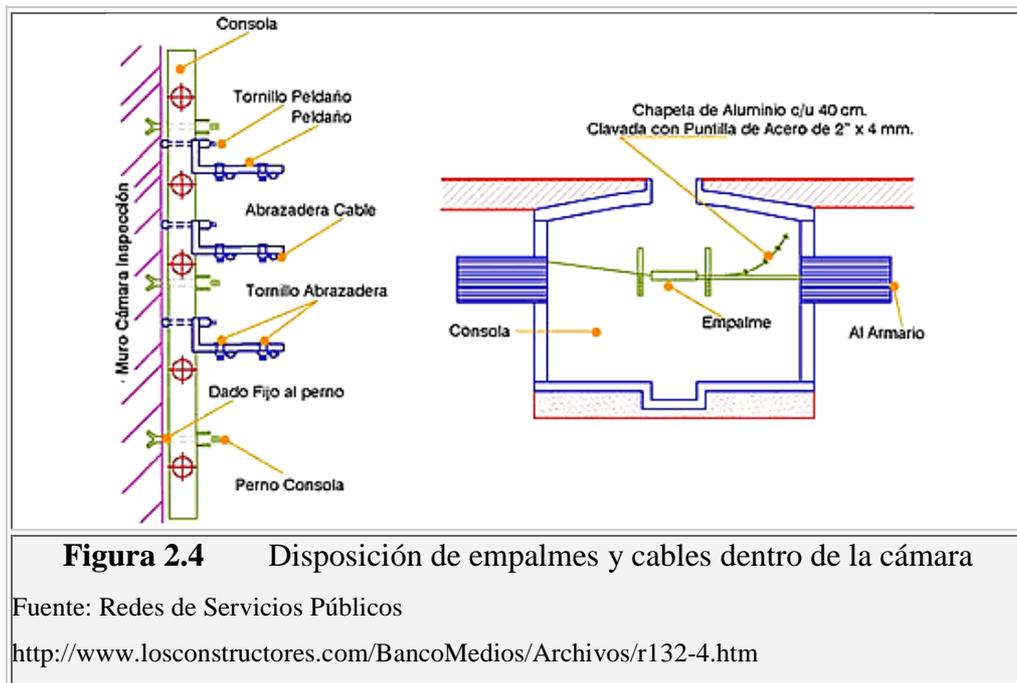
2.4.4.1 Colocación de cable canalizado

El cable telefónico a utilizar es relleno con capacidades de 10 hasta 3000 pares. Para acceder al abonado, el cable puede ser de 1, 2, 3, 5 o 6 pares y puede ser colocado en tubería de PVC o metálica. Una vez puesto el cable se deberán proteger sus extremos con tapones de caucho reutilizables que garanticen hermeticidad [8].

Durante la ejecución de esta actividad se debe tener en cuenta lo siguiente [8]:

1. Limpiar las cámaras y los ductos, antes y después de los trabajos de colocación y empalme por donde pasa el cable.
2. Las consolas deben ser colocadas hacia el centro de la cámara, con separación de 70 cm. entre sí, teniendo en cuenta que el costado guarde relación con el ducto asignado. Todo cable de 300 hasta 3000 pares deberá ir sobre peldaños con su respectiva abrazadera. Cables menores de 300 pares deberán quedar enchapetados.
3. Se debe evitar hacer cruces de cables.
4. Para una correcta colocación del cable se requiere del equipo apropiado de tracción y colocación de dispositivos tales como: bocín, bocaducto, curvas y poleas. Igualmente la malla debe disponer de unión giratoria. El uso de *winche* es obligatorio para el manejo de cables mayores de 300 pares.
5. Los cables canalizados deberán colocarse en las cámaras con curvaturas suficientes que permitan sujetarse con abrazadera a los peldaños y mantener su posición junto a la pared correspondiente.
6. Mientras se efectúan los empalmes, los cables deben quedar protegidos en sus puntas con tapones de caucho reutilizables, que garanticen hermeticidad.

La figura 2.4 muestra la disposición de empalmes y cables dentro de la cámara.



2.4.4.2 Colocación de cables aéreos.

A continuación se detallan los requisitos para la colocación del cable aéreo:

- Altura necesaria.
- Flecha dentro de los límites debidos
- Instalaciones de herrajes adecuada
- Doblado de cable: El radio de curvatura debe ser como mínimo 6 veces el diámetro del cable.
- Estado del cable: Revisar el cable y ver si la cubierta está deteriorada en más de la mitad de su espesor.
- Alambre devanado: Mal fijado la punta final del alambre devanado.
- Entorchamiento del cable auto soportado: En los cables auto-soportados deben entorcharse como mínimo 3 vueltas por tramo.
- Sujeción: Sin sujetar o mal sujetado.
- Protección requerida mala o no existente.
- Distancia de separación con otros elementos

- Continuidad eléctrica
- Tierra.

2.4.4.3 Elaboración de empalmes.

En este punto se indicarán brevemente las características principales que se deben considerar en los empalmes en la planta externa pues en el siguiente capítulo se tratará este tema de una manera más amplia.

Algunas características que se deben observar en los empalmes son:

- Lugar de empalme: Debe estar a 40 cm de separado del soporte si se utilizan mangas.
- Sujeción: Los herrajes de sujeción no están ajustados al mensajero o pernos y tuercas flojas.
- Doblado del cable: El radio de curvatura debe tener 6 veces más que el diámetro del cable a instalarse.
- Si el empalme es con cintas y masilla automáticamente la cinta debe estar bien pegada para que la masilla no se derrame.
- Si el empalme es subterráneo la manga debe tener una distancia equidistante de los soportes.
- Debe estar bien sujeta a los soportes.
- Debe tener protección en los cruces con otros cables.

En el siguiente capítulo se va a puntualizar, los elementos que conforman la máquina empalmadora de módulos de 25 pares y el procedimiento para su uso, no sin antes precisar las definiciones y clases de empalmes y lo concerniente a los conectores usados para la elaboración de los mismos.

CAPITULO 3: EMPALMES TELEFÓNICOS Y USO DE LA MAQUINA EMPALMADORA

Antes de explicar el ensamblamiento y utilización de la máquina de empalmar se analizarán los empalmes, sus diferentes tipos y los materiales de planta externa utilizados en su elaboración.

3.1 EMPALMES TELEFÓNICOS

Durante la construcción de una red telefónica de acuerdo a la longitud de los enlaces de cables a instalarse o por necesidades de distribución de acuerdo al diseño elaborado para su implementación puede ser necesaria la elaboración de empalmes.

Un empalme es la unión permanente de 2 tramos de cables de igual o diferente capacidad y de iguales o diferentes cubiertas. Se elaboran aplicando diferentes técnicas que se detallarán a continuación.

Las principales operaciones que se deben distinguir en todo empalme son [10]:

- Continuidad de pantalla
- Conexión de conductores
- Cierre de cubiertas

3.1.1 Clasificación de Empalmes

De acuerdo a su estructura los empalmes pueden clasificarse de la siguiente manera:

3.1.1.1 Empalmes Directos

Un empalme directo como el que se muestra en la figura 3.1, se realiza cuando por la longitud del enlace a construirse y la de las bobinas de cable a instalarse es necesaria la elaboración de una unión de dos tramos de cables de la misma capacidad, uno de los cuales se constituye en la prolongación del otro.

La unión de los dos conductores se hace hilo a hilo tomando solo uno de cada lado.

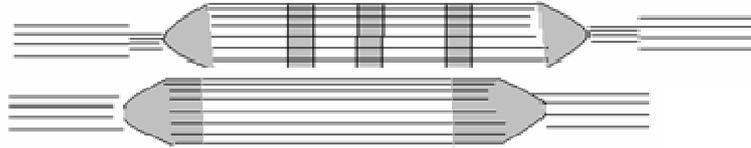


Figura 3.1 Empalme directo

Fuente: El cable telefónico <http://www.monografias.com/trabajos16/cable-telefonico/cable-telefonico.shtml>

3.1.1.2 Empalme derivado o múltiple

Un empalme derivado como el que puede observarse en la figura 3.2 es el que permite la conexión de tres o más tramos de cable, de los cuales el de mayor capacidad ingresa en el empalme por un lado y por el otro salen el resto de tramos de cable que generalmente son de menor capacidad. Es decir, es la unión de tres o más conductores, uno procede de un lado y los demás del extremo opuesto.

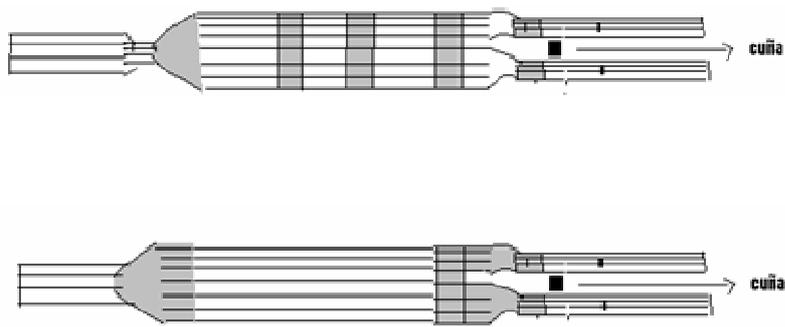


Figura 3.2 Empalme derivado

Fuente: El cable telefónico <http://www.monografias.com/trabajos16/cable-telefonico/cable-telefonico.shtml>

3.1.1.3 Empalme de lazo

Un empalme de lazo como el que se presenta en la figura 3.3 es aquel que se formado por dos cables que entran y salen por el mismo extremo.

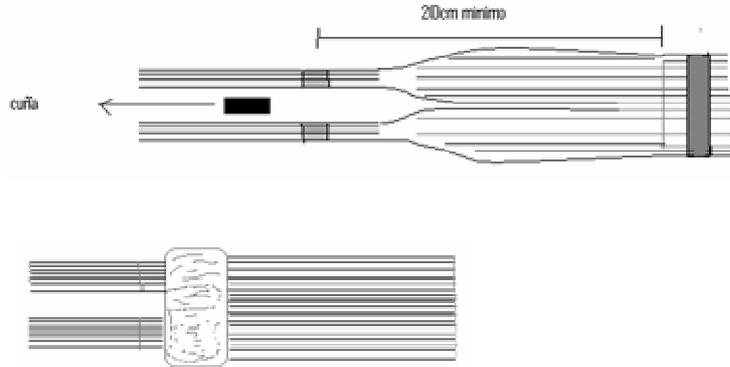


Figura 3.3 Empalme de lazo

Fuente: El cable telefónico <http://www.monografias.com/trabajos16/cable-telefonico/cable-telefonico.shtml>

3.1.1.4 Empalme tipo puente

Este tipo de empalme que se observa en la figura 3.4, se elabora cuando los extremos de los conductores de uno de los tramos de cables son muy cortos, en ese caso los conductores del tramo más largo se doblan y se realizan las conexiones como si se tratara de un empalme directo.

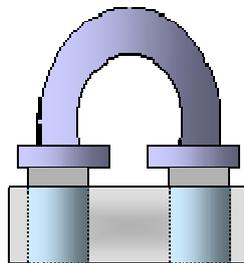


Figura 3.4 Empalme tipo puente

Fuente: El cable telefónico <http://www.monografias.com/trabajos16/cable-telefonico/cable-telefonico.shtml>

3.1.1.5 Empalme numerado

La numeración es la comprobación de que un empalme ha sido elaborado adecuadamente. Al construirse una nueva ruta de cable telefónico se debe efectuar la numeración del cable en el primer empalme realizado fuera de la central telefónica, de esta manera se comprueba la calidad del enlace hacia la central y a cada uno de los armarios que constituyen la ruta. En la construcción de una red secundaria la numeración se realiza en el primer empalme saliente del armario y se efectúa la comprobación hacia los bloques secundarios del armario de distribución y hacia las cajas de dispersión que se hayan instalado. En el caso de los empalmes realizados durante la ejecución de trabajos de mantenimiento preventivo o correctivo es necesario efectuar la numeración hacia los dos extremos del enlace que se está reparando para garantizar la calidad del trabajo realizado.

Las técnicas de numeración de los cables se explicaron detalladamente en el capítulo 2

3.2 Operaciones generales de los empalmes

En la elaboración de trabajos de empalmes de cables es necesario realizar algunas operaciones comunes antes de iniciar la ejecución del empalme propiamente dicho, tales rutinas son las siguientes:

- Curvatura y ubicación de los cables en el empalme
- Eliminación de cubiertas
- Preparación de las mangas para empalmes

3.2.1 Curvatura de los cables

Esto dependerá del tamaño de los cables, su situación y la clase de cubierta y en cada caso se aplican diferentes técnicas, las cuales se detallan a continuación:

- **Empalme en mural:** en este caso se ubican los cables en el empalme de tal manera que el cable de mayor capacidad quede siempre debajo de los cables de menor capacidad que corresponden a la ramificación del empalme derivado.
- **Empalmes en postería:** de acuerdo a las normas técnicas establecidas para el montaje de cables telefónicos en una red de planta externa, el radio de la curvatura de un cable no debe ser menor de 10 veces el diámetro exterior del cable de que se trate.
- **Empalmes terminales en cámaras de entrada de cables:** En las entradas de cables la curvatura de aquellos que se van a empalmar está relacionada con su posición.

Es importante que, desde el momento en que se coloca el primer cable ,se respeten rigurosamente las posiciones que han de ocupar los cable futuros pues de lo contrario se presentarían importantes problemas de falta de espacio que pueden dificultar o hacer imposible la instalación de cables sucesivos [7].

Antes de iniciar la instalación se debe marcar adecuadamente la posición de la curvatura del cable, su situación y altura.

La distribución en la entrada de cables se realiza tomando como eje de simetría el de la canalización y la disposición de los cables, para evitar el cruce de los mismos, se efectúa de forma que el cable que ocupa el conducto superior del centro es el más alto en una de las paredes laterales de la cámara y el que ocupa el conducto central inferior será el más bajo [7].

3.2.2 Continuidad de pantalla y configuración de empalmes

La continuidad de pantalla permite garantizar que el empalme realizado tenga una continuidad de tierra adecuada, de esta manera se garantiza que toda la ruta presenta la misma tierra en toda su extensión. Se presentan tres casos:

- a) **Empalme directo:** en este caso se coloca un conector en el extremo de la cubierta de cada tramo de cable que se va a empalmar. En dichos conectores se instala el puente de continuidad de pantalla.
- b) **Empalme derivado:** se realiza la misma operación descrita en el punto anterior para la colocación de los conectores en los extremos de las cubiertas de cada uno de los tramos de cable que se van a empalmar, luego estos conectores se unirán entre sí mediante puente de continuidad.

Una vez realizado el empalme de conductores y después de haberlo vendado convenientemente se procederá a dar continuidad a la pantalla de los cables, realizando las siguientes operaciones [7]:

- a) Se realiza un corte longitudinal de 25 mm en la cubierta y en la pantalla del cable, levantando las esquinas para facilitar la inserción de la base para el conector.
- b) Luego se introduce la base del conector entre la pantalla y la envoltura del núcleo hasta los topes que posee el conector.
- c) A continuación se coloca la tapa del conector, ajustándola sobre el vástago saliente de la base fijándola con una tuerca.
- d) Después de colocar el conector, se coloca el cable para dar continuidad a la pantalla sin que el puente quede tenso ni formando una curva.
- e) Seguidamente se rematará en sus extremos con los terminales de conexión indicados.
- f) La sujeción de los terminales a los extremos del cable de seguimiento de pantalla se realizará presionando con un alicate sobre el extremo cilíndrico hueco del terminal. Se efectuarán dos muescas, ejerciendo después tracción con la mano para asegurarse de que el terminal esté bien sujeto.
- g) Finalmente se pone el elemento de puente anteriormente realizado sobre el vástago y se lo fija con la otra tuerca.

3.2.3 Conectores de presión para empalmes

Cada uno de los hilos del cable se empalmará considerando el código de colores del cual se trató en el capítulo 2 de este trabajo.

Para la elaboración de un empalme en la actualidad se pueden utilizar dos tipos de conectores de presión, de acuerdo al número de pares que tengan los cables a empalmar:

- Conectores individuales de presión, los cuales se utilizan para la ejecución de empalmes de cables de hasta 200 pares. Los más utilizados son los de la marca 3M y se los conoce como UY.
- Conectores de presión de 25 pares, también llamados módulos o regletas conectoras. Se utilizan para ejecutar empalmes en cables mayores a 300 pares. La máquina empalmadora que se implementa en este trabajo es la herramienta adecuada para este tipo de conectores.

3.2.4 Empalmes con conectores individuales

Los conectores de presión más utilizados en Ecuador son los de la marca 3M (Conectores Scotchlock), usualmente para un calibre de cables de 0,4 mm. Los conectores UY tienen dos puertos que aceptan cualquier tipo de conductores de cobre con calibres de 22 a 26 AWG (0,4 a 0,65 mm) rellenos o secos con un aislamiento máximo de 1,52 mm. Estos conectores vienen rellenos de fábrica con un sellante aislante que protege a los conductores contra la corrosión y la humedad.

La figura 3.5 muestra un conector UY.



Figura 3.5 Conector UY

Fuente: 3M Ferretería

<http://multimedia.3m.com/mws/mediawebserver?mwsId=66666UuZjcFSLXTtNxMt5xf6EVuQEcuZgVs6EVs6E666666-->

Los conectores Scotchlok ofrecen la máxima seguridad en la conexión de empalmes de cables telefónicos, ya que se encuentran rellenos con un compuesto sellante que impide el ingreso de humedad a la zona de contacto [11].

Los conectores de presión UY permiten la conexión de un hilo de uno de los tramos que se va a empalmar con el hilo correspondiente del otro tramo, es decir que se necesitarán dos conectores para empalmar un par telefónico. Los hilos conductores se insertan en el conector sin necesidad de retirar el aislamiento, el contacto se produce por desplazamiento de aislación con los contactos tipo U [12]. La figura 3.6 muestra un conector UY con los hilos conductores insertados en el.



Figura 3.6 Hilos conductores empalmados con un conector UY

Fuente: 3M Telecomunicaciones, Conectores Scotchlok. Tomado el 12/10/2010 del sitio <http://bestphone.mediawebsa.com/comercio46/html/2529193M%20Conectores>

El cierre del conector se realiza con una herramienta especial denominada Alicates prensa para conectores UY como la que se muestra en la figura 3.7.

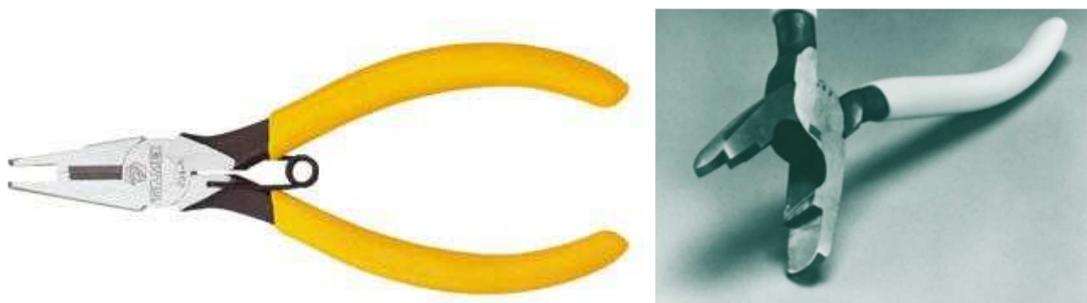


Figura 3.7 Alicates prensa para conectores UY

Fuente: 3M Telecomunicaciones, Conectores Scotchlok. Tomado el 12/10/2010 del sitio <http://bestphone.mediawebsa.com/comercio46/html/2529193M%20Conectores>

La figura 3.8 muestra un empalme ejecutado con conectores UY.



Figura 3.8 Empalme con conectores UY

Fuente: <http://marismas-emtt.blogspot.com>

El conector UY de la marca 3M forma parte de la familia de conectores *Scotchlock*, de muy alta calidad y con características tecnológicas que garantizan una buena operación y durabilidad, en las más duras condiciones de humedad, polvo y temperatura. Mientras conectores similares de otras marcas tienen un gel que tiende a derretirse y gotear en altas temperaturas, perdiendo el conector su protección contra la humedad y la corrosión, la tecnología 3M garantiza una excelente estabilidad aun con temperaturas superiores a los 45 grados.

Los técnicos e instaladores de líneas telefónicas, consideran que en las pruebas que han realizado en campo, el conector UY de la marca 3M presenta las mejores características de efectividad tanto en la conectorización, como en la durabilidad. Muchos conectores de otras marcas se suelen deteriorar apenas al instalarlos, y otros al perder sus características contra la corrosión, generando fallas posteriores que incrementan los costos de mano de obra, desmejoran el servicio al abonado, y requiere reponer nuevamente el conector. Todos estos efectos sumados hacen que la opción más económica sea hacer la instalación con el conector UY, que a la larga también generará una imagen de calidad y confiabilidad al técnico o instalador y a la empresa que representa.

La figura 3.9 muestra las especificaciones de los conectores UY.

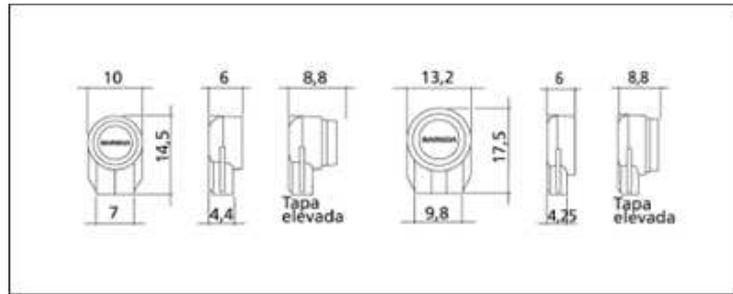


Figura 3.9 Especificaciones de los conectores UY

Fuente: Productos BARGOA

http://www.bargoa.com.br/templates/bargoa_esp/produto.asp?cod_publicacao=1945&cod_canal=3

Los conectores UY generalmente se utilizan en la ejecución de empalmes de cables de hasta 200 pares. Al realizar empalmes en todas las unidades se forman 5 hileras, constituidas cada una de ellas por los cinco pares que tienen el hilo I del mismo color. Si la unidad tiene par piloto este se pondrá en la hilera más próxima al centro de empalme. A continuación se indican datos de abertura y número de hileras en función del número de pares del cable [7] en la tabla 3.1:

Tabla 3.1 Datos Número de hileras en función del número de pares de cables.

Fuente: Autores.

| N° DE PARES | ABERTURA (cm) | N° DE HILERAS |
|-------------|------------------|---------------|
| Hasta 25 | 25 | Hasta 5 |
| 50-100 | 38 | 15 |
| 150 o mas | 51 | 10 |

Los empalmes de carga se consideran, a efectos de abertura y número de hileras, como empalmes con un número de pares igual al del cable más el de los pares que se cargan redondeando al cable normalizado de capacidad inmediatamente superior. Por ejemplo:

Empalme de 100 pares de los cuales se cargan 25

N° de pares: $100 + 25 = 125$

Redondeo por exceso: 150

Abertura: 51 cm

N° de hileras: 15

El empalme de la primera unidad de 25 pares se realiza de la siguiente manera:

- a) Se marca conductor a conductor, los pares que forman la primera hilera (pares 1-5) a 4 cm del extremo izquierdo del empalme y se corta los conductores dejando un rabillo de 8 cm.
- b) Se marca los pares de la segunda hilera (pares 6-10) a 2.5 cm de donde se marcaron los de la primera, es decir, a 6.5 cm del extremo izquierdo del empalme y se corta los conductores dejando un rabillo de 8 cm.
- c) Las siguientes hileras (3, 4 y 5) a las que corresponden los pares (11-15, 16-20 y 21-25) respectivamente se marcará los pares de cada hilera a 2.5 cm de los de la hilera anterior.

Para la conexión de los conductores se procede de la siguiente manera:

- a) Se selecciona y se colocan rectos los conductores a empalmar.
- b) Se introducen hasta el lienzo del conector los conductores a empalmar, cada uno por cada uno de las entradas del conector.
- c) Se coloca el conector (con la tapa coloreada hacia abajo para poder ver que los hilos están introducidos hasta el fondo) entre las mordazas del alicate y se aprieta al tope. El conector está bien presionado cuando la tapa queda por completo atrás con el cuerpo del conector.
- d) Una vez terminado el empalme de los conectores, se doblan las conexiones hacia la derecha y se sujetan con el hilo de ataduras de la unidad, agrupando los conectores de cada hilera.

En el caso de empalmes de 10 o 15 hileras, estas se completan empalmando, de la misma forma que la primera, una o dos unidades más. Los empalmes de la primera hilera de cada unidades se marcan a 2.5 cm de donde se marcaron los pares de la ultima hilera de la unidad anterior. Las conexiones se doblan hacia la derecha.

Una vez terminado el empalme de todas las, unidades se debe vendar el conjunto con dos capas de cinta aislante, procurando que quede tensa pero sin apretar mucho. Los externos se sujetan con cinta adhesiva plástica.

3.2.5 Empalmes con conectores modulares 3M

La Compañía 3M Telecomunicaciones es considerada el líder mundial en tecnologías de interconexión de cables de cobre para planta externa desde la invención y lanzamiento de los conectores Scotchlok individuales (UY) y más tarde las regletas multipar para 25 pares (MS2) [13].

Las ventajas que brindan este tipo de conductores modulares de 25 pares son: una gran fiabilidad, facilidad de instalación y el ser reconocido como estándar a nivel mundial.

Estas regletas conectoras de 25 pares se utilizan en la ejecución de empalmes de más de 200 pares y permiten su realización de una manera más rápida que lo que se haría utilizando conectores individuales.

La maquina empalmadora motivo de esta investigación es la utilizada para las conexiones que se realizan utilizando este tipo de conector modular y por eso a continuación se hará una explicación detallada de este material.

3.2.6 Conector modular seco de 25 pares 4000D/TR

En esta sección se tratará acerca de las regletas conectoras de presión de 25 pares como las mostradas en la figura 3.10.

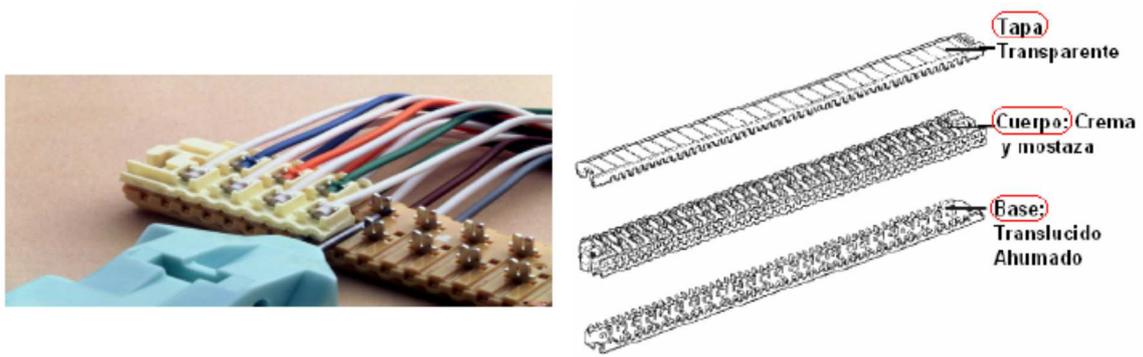


Figura 3.10 Regletas conectoras de 25 pares.

Fuente: 3M Instrucciones de Aplicación Sistema de Empalme Modular MS2

Sus características de fabricación son las siguientes:

- Material de cuerpo: Policarbonato
- Material de contactos: Bronce Fósforo estañado CuSn9P
- Calibres que acepta: Alambres de cobre sólido desde 0,32 a 0,65 mm. con un diámetro máximo incluido el aislamiento de 1.65 mm.

3.2.7 Conector modular relleno de 25 pares 4000G/TR

La figura 3.11 muestra las regletas conectoras de 25 pares rellenas.

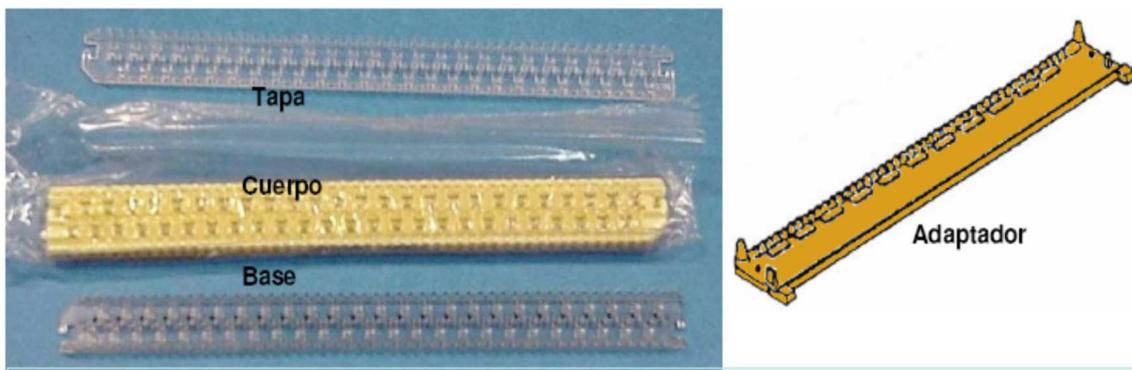


Figura 3.11 Regletas conectoras de 25 pares rellenas

Fuente: 3M Instrucciones de Aplicación Sistema de Empalme Modular MS2

Sus características de fabricación son las siguientes:

- Material de cuerpo: Policarbonato
- Material de contactos: Bronce Fósforo estañado CuSn9P
- Material de relleno: DE-28 (4000G/TR) (Base de aceite mineral y caucho sintético).
- Calibres que acepta: Alambres de cobre sólido desde 0,32 a 0,65 mm. con un diámetro máximo incluido el aislamiento de 1.35 mm.

3.3 HERRAMIENTAS DE EMPALME DE REGLETAS CONECTORAS MS2

Las regletas conectoras de 25 pares se conectan mediante una herramienta especial que ha sido adquirida durante esta investigación a fin de implementar las prácticas de planta externa relacionadas con la ejecución de empalmes.

Esta herramienta permite el cierre a presión de los módulos conectores de 25 pares y se muestra en la figura 3.12 la versión que utiliza una prensa hidráulica para el sellado de los módulos y la herramienta que realiza esta operación de manera manual. La herramienta adquirida es la que incluye la prensa hidráulica.

Toda la información que se incluye en esta sección acerca de la máquina de empalmar módulos de 25 pares ha sido obtenida de los manuales proporcionados por la Compañía 3M fabricantes de esta herramienta.



Figura 3.12 Herramientas para empalmar con módulos de 25 pares

Fuente: 3M Instrucciones de Aplicación Sistema de Empalme Modular MS2

La Máquina Empalmadora de Módulos de 25 pares mostrada en la figura 3.12, está conformada por:

3.3.1 Conjunto de la cabeza de empalme (Splicing head assembly 4041): Este conjunto contiene una cabeza de empalme, un pedestal, una pinza transversal montada en una barra larga, con cabezal de pinza para el uso de doble función pliega-despliega y puede verse en la figura 3.13.

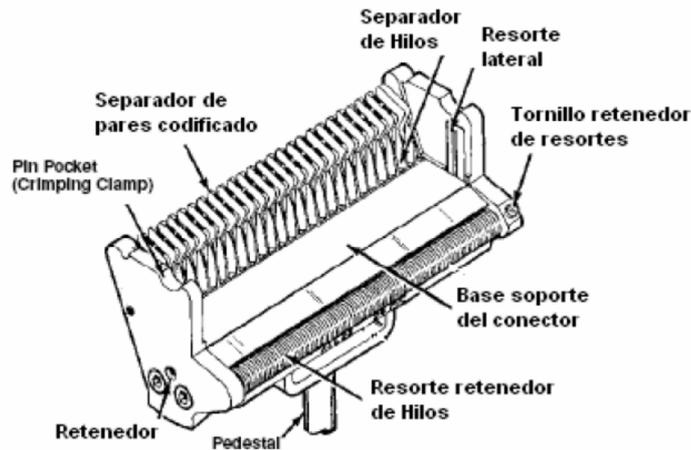


Figura 3.13 Cabezal

Fuente: 3M Instrucciones de Aplicación Sistema de Empalme Modular MS2

3.3.2 Pedestal: El pedestal mostrado en la figura 3.14 es el soporte para la instalación de uno o dos cabezales de empalme.

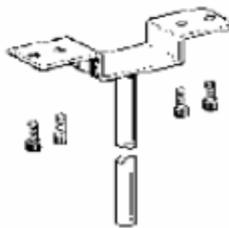


Figura 3.14 Pedestal

Fuente: 3M Instrucciones de Aplicación Sistema de Empalme Modular MS2

3.3.3 Mordaza y barra transversales (A traverse clamp assy w/long bar): La mordaza y barra transversales mostrada en la figura 3.15, se agrupan en un conjunto que

sirve para sostener el o los cabezales de empalme y provee desplazamiento hacia izquierda o derecha de los cabezales dentro del espacio de la apertura del empalme.

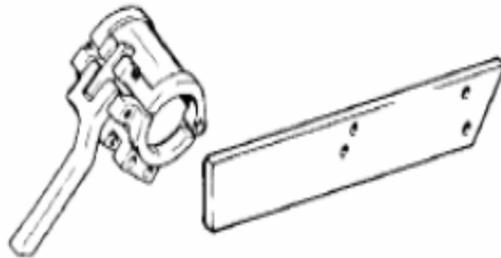


Figura 3.15 Mordaza y barra transversales

Fuente: 3M Instrucciones de Aplicación Sistema de Empalme Modular MS2

3.3.4 Barra transversal (Short traverse bar): Se trata de la barra que junto a la mordaza transversal y la mordaza de cabezal, forman el conjunto que se acopla al tubo de soporte. Prácticamente sirve de unión entre las mordazas y puede observarse en la figura 3.16.



Figura 3.16 Barra transversal

Fuente: 3M Instrucciones de Aplicación Sistema de Empalme Modular MS2

3.3.5 Mordaza de cabezal (Head clamp): La mordaza del cabezal mostrada en la figura 3.17, fija el pedestal con los cabezales a la barra transversal y permite el movimiento hacia arriba o hacia abajo de estos.



Figura 3.17 Mordaza de cabezal

Fuente: 3M Instrucciones de Aplicación Sistema de Empalme Modular MS2

3.3.6 Rizador de mano hidráulica (4036-25 Hand hydraulic crimper): La prensa hidráulica manual es el componente utilizado para efectuar la conexión de los pares en el modulo y el corte del sobrante de los pares empalmados (Figura 3.18).



Figura 3.18 Rizador de mano hidráulico

Fuente: 3M Instrucciones de Aplicación Sistema de Empalme Modular MS2

3.3.7 Punta de prueba (4047 Pair test plug)

Con la punta de prueba 4047 mostrada en la figura 3.19 se establece el contacto eléctrico entre los pares empalmados y los equipos o microteléfonos de prueba sin dañar el aislamiento de los hilos.

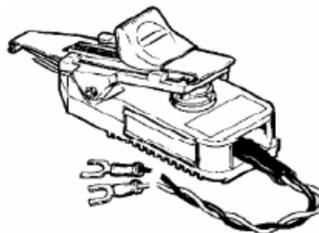


Figura 3.19 Punta de prueba

Fuente: 3M Instrucciones de Aplicación Sistema de Empalme Modular MS2

3.3.8 Abridor de módulos (4053 Cover removal tool): El abridor de módulos 4053 separa los componentes de los módulos de la serie 4000 después de efectuada la compresión. Este abridor se usa para reparaciones, pruebas o mantenimiento del empalme y se lo puede ver en la figura 3.20.

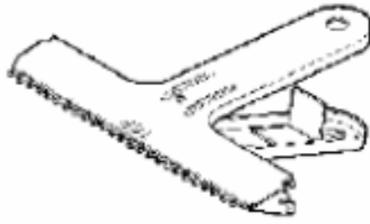


Figura 3.20 Abridor de módulos

Fuente: 3M Instrucciones de Aplicación Sistema de Empalme Modular MS2

3.3.9 Insertador manual (4051 Wire insertion & cutoff tool): El insertador manual 4051 mostrado en la figura 3.21 es el dispositivo para conectar individualmente los conductores en los módulos de la serie 4000 en caso de requerirse por mantenimiento.

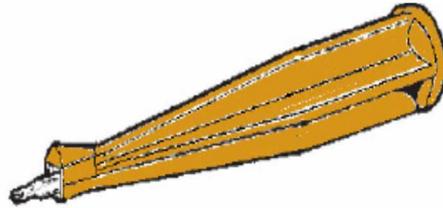


Figura 3.21 Insertador manual

Fuente: 3M Instrucciones de Aplicación Sistema de Empalme Modular MS2

3.3.10 Llaves Allen (Allen wrenches): La figura 3.22 muestra este tipo de herramienta usada para atornillar/desatornillar tornillos que tienen cabeza hexagonal interior, en este caso puede ser usada por ejemplo en el Cabezal de Empalme quien tiene en sus partes laterales los tornillos que requieren este tipo de llaves.



Figura 3.22 Llaves Allen

Fuente: 3M Instrucciones de Aplicación Sistema de Empalme Modular MS2

3.3.11 Peine de prueba (4052-T check comb)

El peine de prueba 4052 mostrado en la figura 3.23 se usa para verificar la correcta posición de los conductores del par; A a la izquierda y B a la derecha.



Figura 3.23 Peine de prueba

Fuente: 3M Instrucciones de Aplicación Sistema de Empalme Modular MS2

3.3.12 Tubo de soporte plegable (Collapsible support tube): Es el componente encargado de proveer la estabilidad mecánica a los diferentes componentes de la herramienta y fijar firmemente los cables que van a ser empalmados. Es una pieza plegable para un fácil transporte y montaje (Figura 3.24).



Figura 3.24 Tubo de soporte plegable

Fuente: 3M Instrucciones de Aplicación Sistema de Empalme Modular MS2

3.4 INSTRUCCIONES DE USO

A continuación se detallarán las instrucciones de uso de la máquina de empalme.

3.4.1 Colocación del cable en el tubo de soporte

Este proceso para la colocación del cable en el tubo de soporte se debe ejecutar siguiendo los siguientes pasos:

- 1) Se retira una longitud de chaqueta de cable, mínimo de 1.5 veces la apertura recomendada para la cubierta de empalme a usar como se detalla en la figura 3.25.



Figura 3.25 Colocación de los cables

Fuente: 3M Instrucciones de Aplicación Sistema de Empalme Modular MS2

- 2) A continuación se fija el tubo soporte a los cables de la siguiente forma:
 - a) Se aproxima los estribos a la parte inferior del cable de la manera en que se muestra en la figura 3.26.

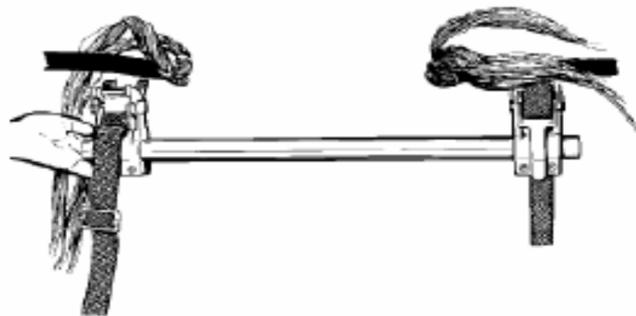


Figura 3.26 Aproximación de los estribos

Fuente: 3M Instrucciones de Aplicación Sistema de Empalme Modular MS2

- b) El siguiente paso consiste en pasar la correa sobre el cable y enganchar la hebilla en el gancho del estribo como se describe en la figura 3.27.



Figura 3.27 Ubicación de las correas

Fuente: 3M Instrucciones de Aplicación Sistema de Empalme Modular MS2

- c) A continuación se debe halar hacia arriba la correa con una mano y con la otra se baja la palanca del estribo para fijar el tubo soporte al cable de la forma detallada en la figura 3.28.



Figura 3.28 Para asegurar correas y estribos

Fuente: 3M Instrucciones de Aplicación Sistema de Empalme Modular MS2

3.4.2 Instalación de cabezales en el pedestal

Es necesario realizar cuatro pasos para la instalación de los cabezales en el pedestal, de la siguiente manera:

- a) Se coloca la barra transversal en el tubo de soporte y se la fija por medio de la palanca, como se muestra en la figura 3.29

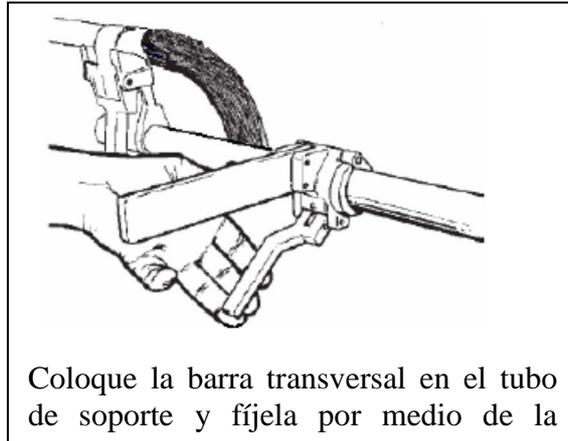


Figura 3.29 Colocación y fijación de la barra transversal

Fuente: 3M Instrucciones de Aplicación Sistema de Empalme Modular MS2

- b) De acuerdo al tamaño o capacidad del empalme se determina la necesidad de instalar uno o dos cabezales en el pedestal. Los cabezales se muestran en la figura 3.30

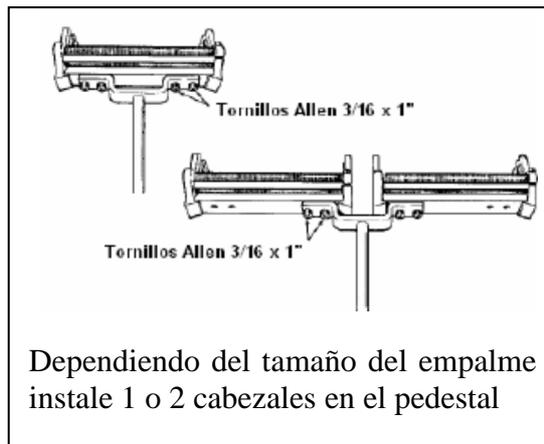


Figura 3.30 Cabezales de empalme

Fuente: 3M Instrucciones de Aplicación Sistema de Empalme Modular MS2

- c) Se desliza la mordaza en la barra transversal de tal manera que la perilla quede hacia el lado derecho, de la forma presentada en la figura 3.31.

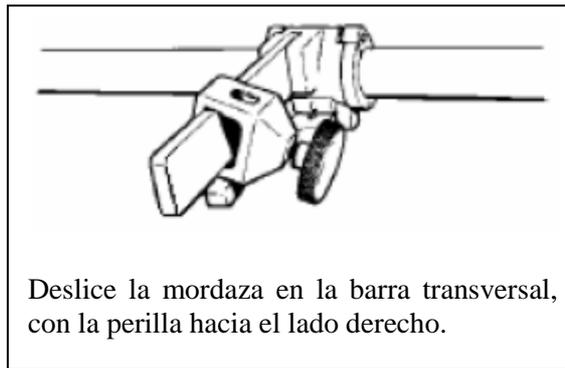


Figura 3.31 Colocación de la barra transversal

Fuente: 3M Instrucciones de Aplicación Sistema de Empalme Modular MS2

- d) Finalmente se introduce en la mordaza el pedestal con el o los cabezales de empalme, tal como se muestra en la figura 3.32

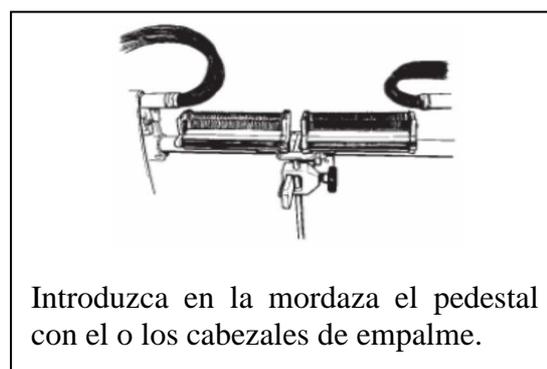


Figura 3.32 Instalación de cabezales

Fuente: 3M Instrucciones de Aplicación Sistema de Empalme Modular MS2

3.4.3 Nivelación de la barra transversal

A continuación, se debe realizar la nivelación de la barra transversal, este proceso se realiza de la siguiente manera:

- Aprovechando la posibilidad de desplazamiento que ofrecen la barra transversal y la mordaza del cabezal se nivela y se centra los cabezales de empalme dentro de la apertura del mismo.
- Se debe tener en cuenta que es necesario mantener la base del cabezal 2 centímetros por encima del grupo del cable a empalmar.

La figura 3.33 muestra la ejecución de los pasos a y b.

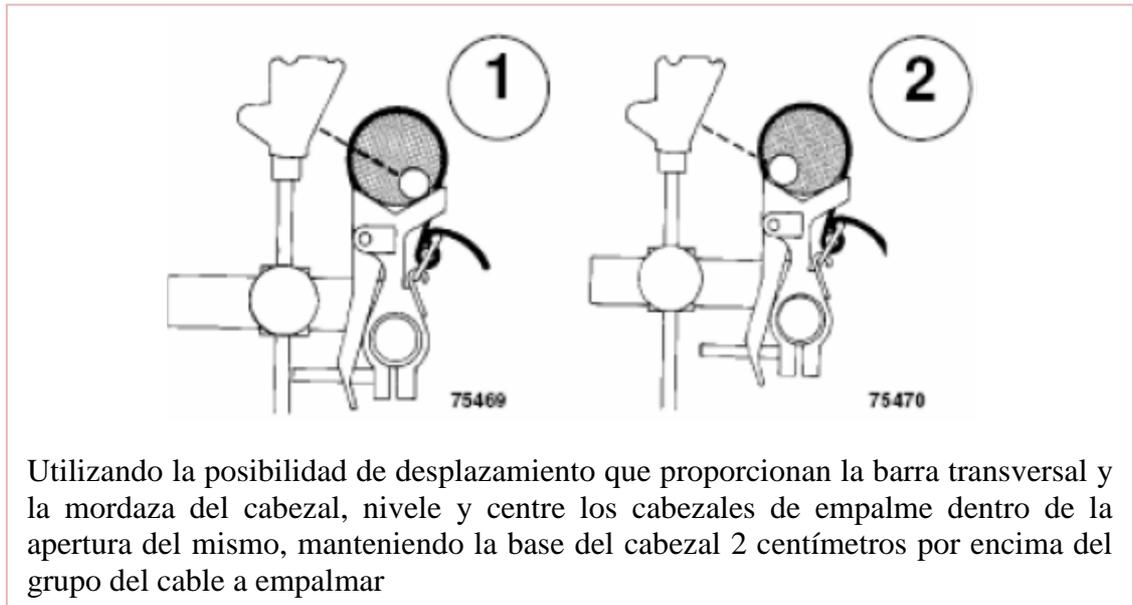


Figura 3.33 Ubicación de los cabezales

Fuente: 3M Instrucciones de Aplicación Sistema de Empalme Modular MS2

- c) Siempre debe iniciarse el empalme con los grupos que estén más abajo y atrás del cable para evitar congestionar el área del empalme. El procedimiento a seguir se detalla en la figura 3.34.

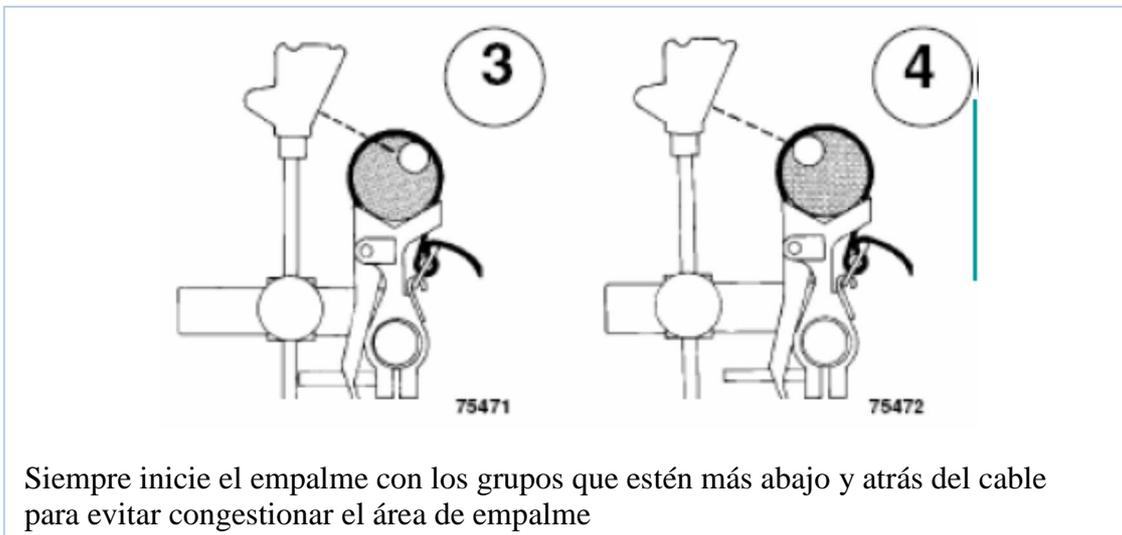


Figura 3.34 Nivelación de la barra transversal

Fuente: 3M Instrucciones de Aplicación Sistema de Empalme Modular MS2

3.4.4 Preparación de empalmes

Para la realización de empalmes es necesario previamente ejecutar algunos pasos para preparar la herramienta de empalme de manera adecuada:

Primero se coloca el resorte de retención de hilos: este resorte viene de dos colores de acuerdo al calibre de los hilos a empalmar:

- Rojo para calibre 0.4 mm
- Negro para calibres 0.5 y 0.6

Este paso puede verse en la figura 3.35.

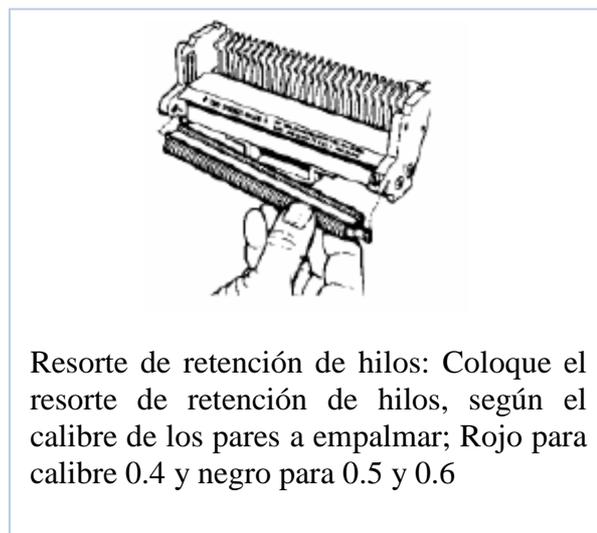


Figura 3.35 Colocación del resorte de retención de hilos

Fuente: 3M Instrucciones de Aplicación Sistema de Empalme Modular MS2

En la figura 3.36 se presenta detalladamente las partes que componen una regleta conectora de 25 partes que será utilizada en la elaboración de empalmes.

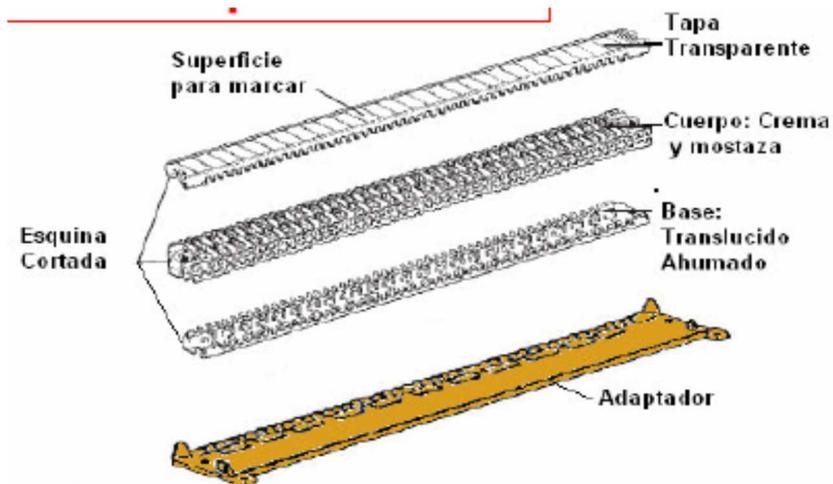
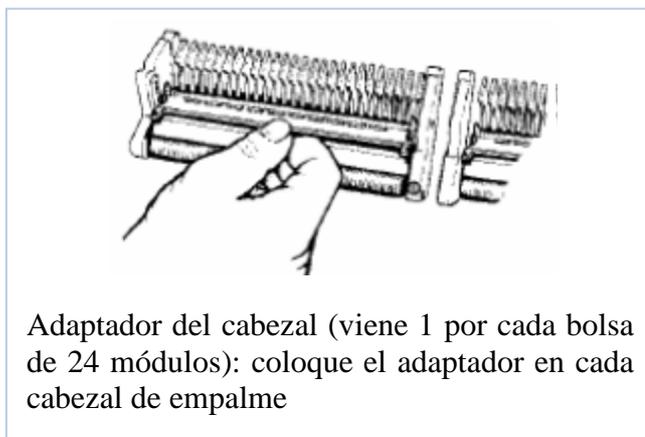


Figura 3.36 Regleta conectora de 25 pares

Fuente: 3M Instrucciones de Aplicación Sistema de Empalme Modular MS2

La figura 3.37 muestra la forma correcta de colocar la el adaptador que viene incluido en el paquete de regletas conectoras en el cabezal de la máquina empalmadora.



Adaptador del cabezal (viene 1 por cada bolsa de 24 módulos): coloque el adaptador en cada cabezal de empalme

Figura 3.37 Colocación del adaptador en el cabezal

Fuente: 3M Instrucciones de Aplicación Sistema de Empalme Modular MS2

A continuación se coloca la base de la regleta conectora sobre el adaptador que se había ubicado previamente en el cabezal de empalme. La correcta realización de este paso se puede observar en la figura 3.38.

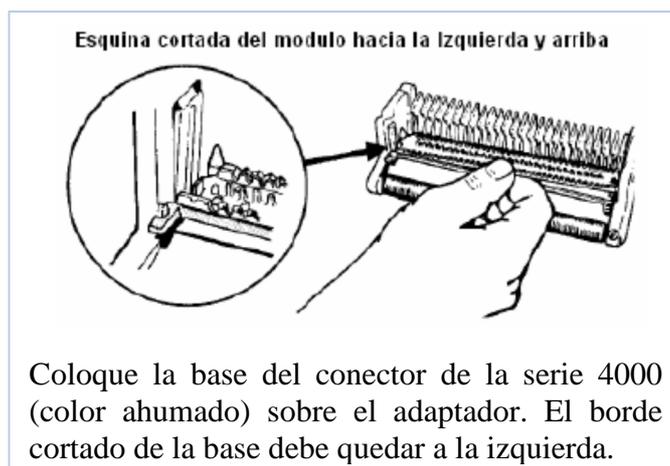
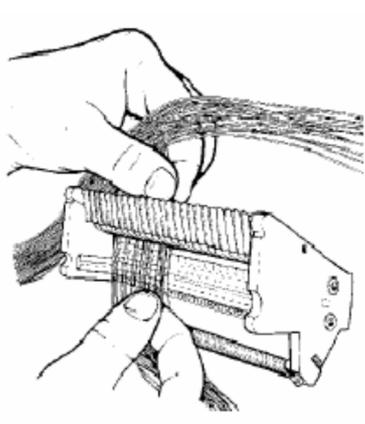


Figura 3.38 Colocación de la base del conector en el cabezal

Fuente: 3M Instrucciones de Aplicación Sistema de Empalme Modular MS2

3.4.5 Colocación de los hilos conductores en los módulos

En este punto se empieza a detallar el proceso de la colocación de los hilos del cable en los módulos, la distribución de los pares se explica en la figura 3.39.



Distribución de los pares: Una vez seleccionado el grupo a empalmar del cable de la central, distribuya los pares de conductores en la base del módulo, ayudándose con el código de colores que tiene el cabezal de empalme y asegúrelos en el resorte de fijación.

Figura 3.39 Distribución de los pares

Fuente: 3M Instrucciones de Aplicación Sistema de Empalme Modular MS2

La distribución se realiza utilizando el código de colores que posee el cabezal como se observa claramente en la figura 3.40.

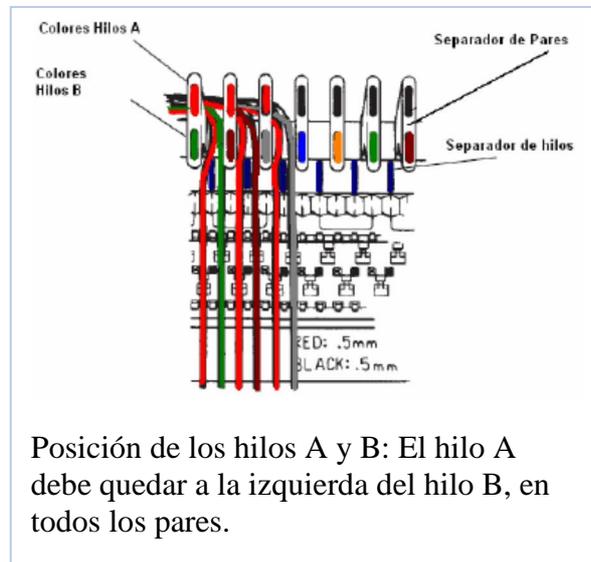


Figura 3.40 Colocación de los hilos en el cabezal

Fuente: 3M Instrucciones de Aplicación Sistema de Empalme Modular MS2

En la figura 3.41 se explica el procedimiento adecuado a seguirse al colocar los hilos conductores del cable en las guías del cabezal de la máquina de empalme.

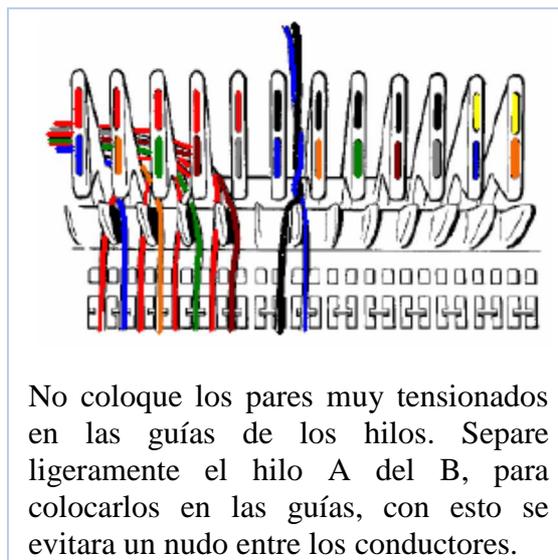


Figura 3.41 Procedimiento para la colocación de los hilos en el cabezal

Fuente: 3M Instrucciones de Aplicación Sistema de Empalme Modular MS2

En la figura 3.42 se observan los 25 pares de los dos tramos de cable a empalmarse colocados en la respectiva regleta conectora.



Figura 3.42 Hilos conectores colocados en el cabezal

Fuente: 3M Instrucciones de Aplicación Sistema de Empalme Modular MS2

El siguiente paso consiste en la colocación de los hilos correspondientes al segundo tramo de cable a empalmarse para lo cual se debe colocar el cuerpo del módulo o regleta conectora sobre la base en que se instalaron los hilos del primer tramo. La forma adecuada de hacerlo se muestra en la figura 3.43.

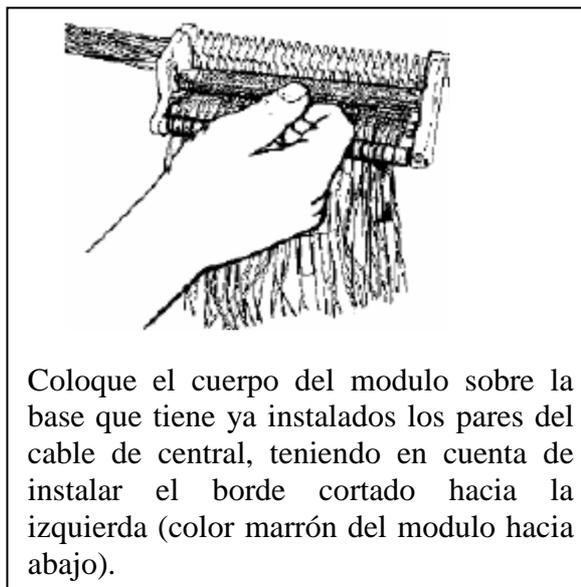


Figura 3.43 Colocación del cuerpo del módulo sobre la base

Fuente: 3M Instrucciones de Aplicación Sistema de Empalme Modular MS2

A continuación se repite el procedimiento de colocación de los hilos sobre la regleta conectora que se detalló anteriormente hasta completar los 25 pares correspondientes al segundo tramos de cable a empalmarse.

La utilización del peine de prueba para comprobar la correcta colocación de los hilos en el cabezal se ilustra en la figura 3.44.

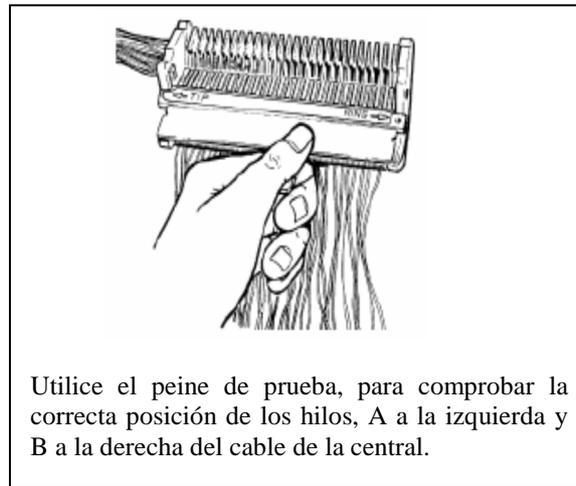


Figura 3.44 Utilización del peine de prueba

Fuente: 3M Instrucciones de Aplicación Sistema de Empalme Modular MS2

Finalmente se coloca la tapa de la regleta conectora tal como se indica en la figura 3.45

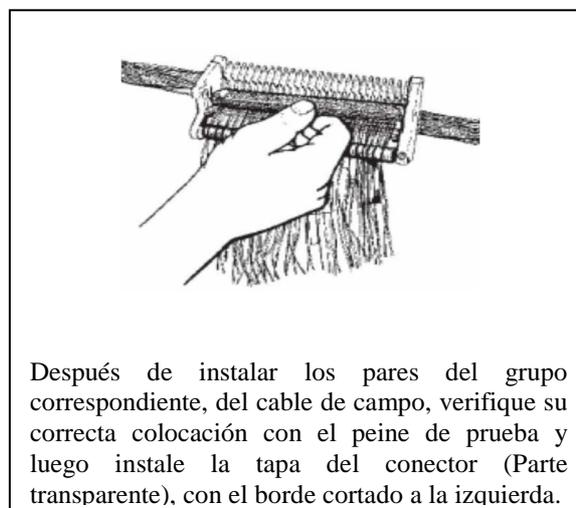


Figura 3.45 Colocación de la tapa del conector

Fuente: 3M Instrucciones de Aplicación Sistema de Empalme Modular MS2

El proceso que se ha detallado demuestra como la máquina de empalmes puede ser usada por los estudiantes en la ejecución de diferentes prácticas de Planta Externa relacionadas con la elaboración de empalmes. Un empalme correctamente ejecutado se ve en la figura 3.46.



Figura 3.46 Prácticas con la máquina de empalme

Fuente: 3M Instrucciones de Aplicación Sistema de Empalme Modular MS2

3.4.6 Compresión de las regletas conectoras

Para terminar el sellado de la regleta conectora se pueden utilizar dos herramientas de prensado: una manual o una hidráulica.

La herramienta adquirida para la elaboración de este proyecto de investigación incluye únicamente la máquina hidráulica de compresión de las regletas conectoras, pero para que este trabajo muestre todas las alternativas que pueden presentarse en la práctica al ejecutar un empalme, a continuación se detallará en primer lugar la compresión de las regletas conectoras mediante una máquina manual y luego los pasos correspondientes al usar la máquina hidráulica.

En la figura 3.47 se presenta la máquina manual y un detalle de las partes que la componen.

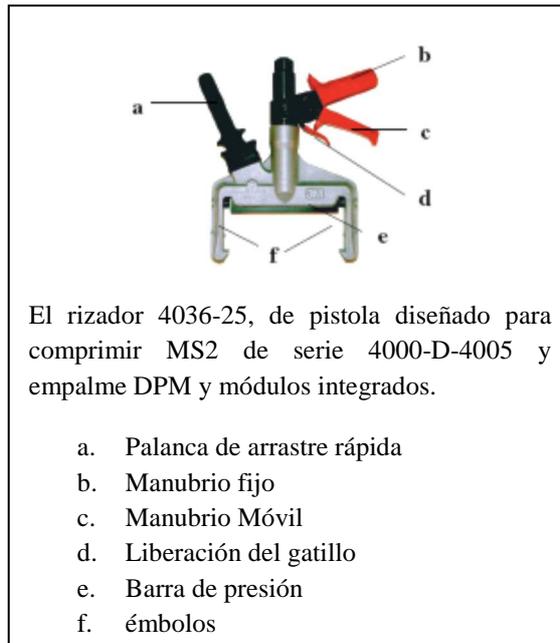


Figura 3.47 Máquina manual de compresión

Fuente: 3M Instrucciones de Aplicación Sistema de Empalme Modular MS2

El procedimiento para la compresión de las regletas conectoras con la prensa manual se ilustra en la figura 3.48.



Figura 3.48 Compresión con la herramienta manual

Fuente: 3M Instrucciones de Aplicación Sistema de Empalme Modular MS2

A continuación se presentará de una manera detallada el procedimiento de utilización de la prensa hidráulica para el sellado de las regletas conectoras.

En primer lugar se coloca la prensa en forma inclinada sobre el cabezal de empalme de la manera en que se indica en la figura 3.49

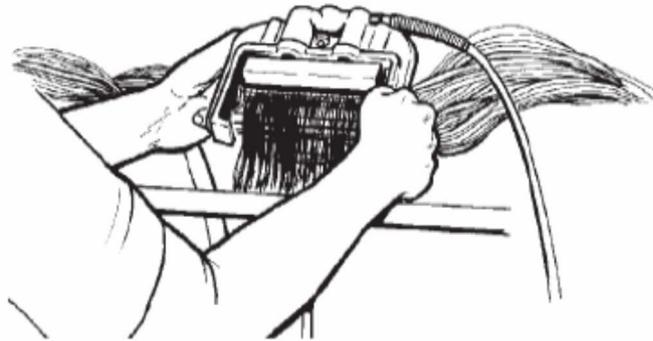


Figura 3.49 Colocación de la prensa

Fuente: 3M Instrucciones de Aplicación Sistema de Empalme Modular MS2

Seguidamente se gira la prensa a la posición vertical hasta sentir que ajusta sobre el cabezal como se ve en la figura 3.50

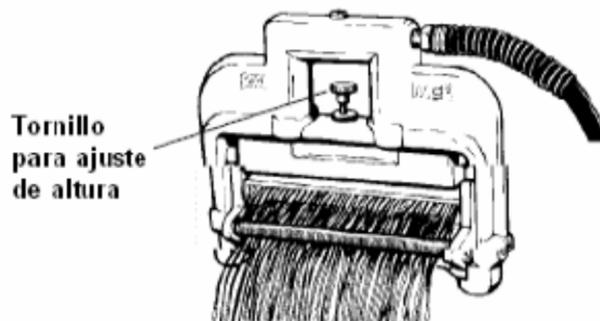


Figura 3.50 Ajuste de la prensa hidráulica

Fuente: 3M Instrucciones de Aplicación Sistema de Empalme Modular MS2

El siguiente paso consiste en cerrar la válvula de la prensa y con la palanca se efectúa la compresión del conector modular hasta oír el desfogue de la bomba hidráulica (Figura 3.51).

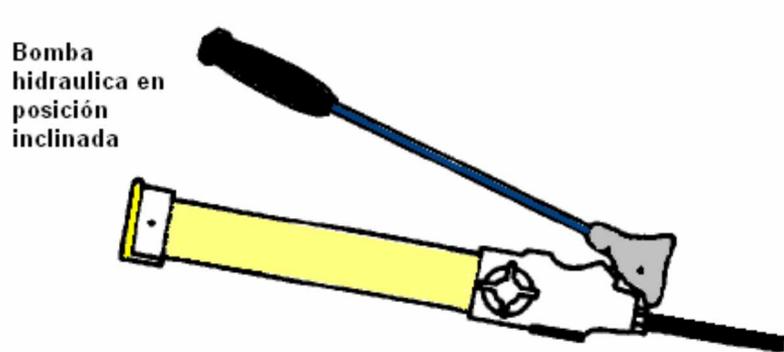


Figura 3.51 Realizando la compresión de la regleta conectora

Fuente: 3M Instrucciones de Aplicación Sistema de Empalme Modular MS2

Después de la compresión se retira el sobrante de los hilos cortados por el módulo como se indica en la figura 3.52.

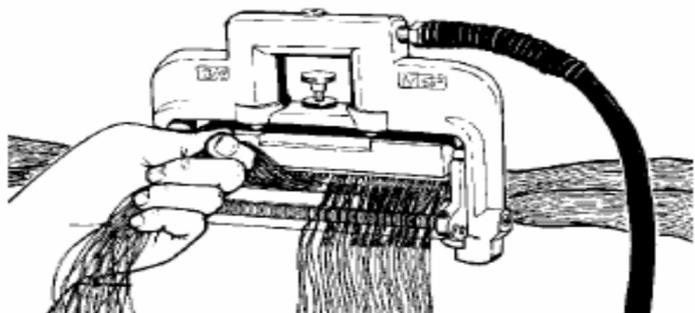


Figura 3.52 Retiro del sobrante de los hilos empalmados

Fuente: 3M Instrucciones de Aplicación Sistema de Empalme Modular MS2

Después de efectuar la compresión de cada conector modular, usando un marcador indeleble se puede hacer una identificación con información tal como el grupo o la numeración de los pares empalmados, sobre la tapa del conector (Figura 3.53)

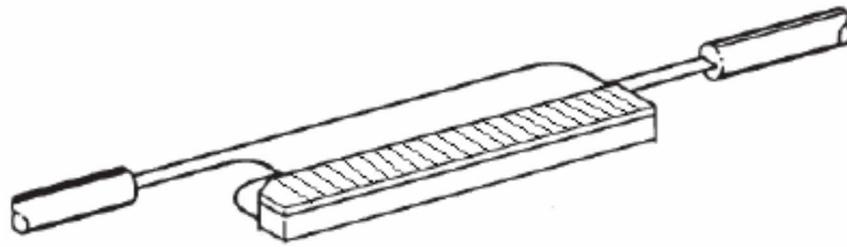


Figura 3.53 Identificación de las regletas conectoras

Fuente: 3M Instrucciones de Aplicación Sistema de Empalme Modular MS2

Al terminar de empalmar todos los grupos de los cables en el empalme, se realiza la organización del mismo efectuando los amarres con hilos de amarre o correas plásticas. La figura 3.54 muestra un empalme terminado con los módulos del mismo correctamente organizados.

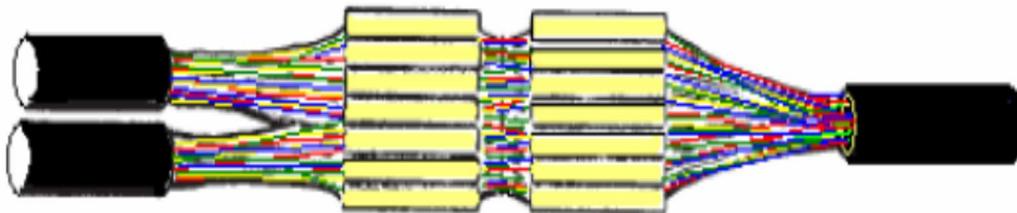


Figura 3.54 El empalme terminado

Fuente: 3M Instrucciones de Aplicación Sistema de Empalme Modular MS2

3.5 DISEÑO DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Para cumplir el objetivo de este proyecto de investigación se han considerado tres prácticas de planta externa que se podrían realizar utilizando la máquina de empalme de módulos de 25 pares adquirida como parte del proyecto y cuya utilización se ha detallado en el presente capítulo.

Las prácticas que se podrían realizar son las siguientes:

- Apertura y preparación del cable

- Arreglo de los pares de acuerdo al código de colores
- Empalme de una regleta conectora de 25 pares

La ejecución de estas prácticas se puede realizar de acuerdo a los procedimientos que se han detallado en este proyecto para cada una de las etapas de la elaboración de un empalme y que se aplican a las prácticas recomendadas.

3.5.1 Recursos Disponibles

Los recursos que los integrantes del grupo que ha realizado este proyecto entregan a la Facultad Técnica de la UCSG son los siguientes:

- | | |
|--------------------------------------------------------------------|-------------|
| • La Máquina Empalmadora de Módulos de 25 pares: | \$ 3.200,00 |
| • Regletas conectoras (módulos) de 25 pares: | \$ 336,00 |
| • Tramos de cables de diferente capacidad: | \$ 300,00 |
| • Costos indirectos (capacitación, movilización, Logística, etc.): | \$ 600,00 |

El costo total del proyecto es de 4.436 dólares, financiado por los integrantes del grupo de investigación

CAPITULO 4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

Este trabajo se realizó en base al convencimiento de que el desarrollo de las prácticas necesita un estudio profundo y detallado de todo lo que abarca la planta externa, principalmente un enfoque de la principal herramienta motivo de esta investigación, la máquina de empalmar y el cable telefónico necesario para efectuar los empalmes, habiéndose recolectado la información necesaria acerca de estos temas, cumpliéndose de esta manera el primer objetivo específico de esta tesis.

Para el cumplimiento del segundo objetivo específico fue necesario que los integrantes del grupo de investigación realicen un proceso de capacitación para trabajar con la maquina empalmadora de módulos de 25 pares, este entrenamiento ayudó a conseguir el conocimiento y la experiencia necesaria estar capacitados para realizar empalmes con la herramienta adquirida.

Finalmente en base a los conocimientos adquiridos en la construcción del marco teórico y en el de capacitación práctico, se pudo determinar las prácticas adecuadas que se podía recomendar para que sean realizadas en el Laboratorio de Telecomunicaciones de la Facultad Técnica, con lo que se daba cumplimiento al tercer objetivo específico de la tesis.

Como puede desprenderse de este resumen, el cumplimiento de los tres objetivos específicos planteados en esta tesis ha permitido alcanzar el objetivo principal que consistía en diseñar prácticas de planta externa utilizando una máquina empalmadora de 25 pares que fue adquirida por el grupo de investigación y que es entregada a la Facultad Técnica como un aporte para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones.

4.2 RECOMENDACIONES

Las sugerencias derivadas de este proyecto, son dedicadas exclusivamente a los alumnos: toda investigación científica tiene que ser analizada profundamente.

En el campo de las telecomunicaciones hay un campo poco apreciado y es el área de Planta Externa, sin embargo esta sección de la telefonía es imprescindible para establecer la conexión entre los usuarios y la central telefónica.

La planta externa es un área de la cual muchas personas dependen y de la cual muchas usan para su diario vivir. Quienes laboran en esta área son personal técnico que ha recibido un entrenamiento apropiado para realizar las diferentes tareas que se presentan en la construcción y mantenimiento de planta externa.

Por eso la importancia de que la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones brinde a sus estudiantes capacitación en lo referente a las tareas que se realizan en el área de planta externa y esta tesis es una contribución para este fin.

En cuanto a la máquina entregada, es un instrumento muy preciso, muy útil, cada pieza es vital para un perfecto acabado del empalme, al realizar prácticas, hay que fijarse bien durante el empalmado, es un trabajo minucioso y elaborado, fácil de equivocarse, hay que ser responsable y cuidadoso, requiere de mucho tiempo para novatos como los estudiantes en general.

Las prácticas diseñadas y cuya aplicación se recomiendan, van desde la familiarización con el cable hasta la ejecución de un empalme y permitirá a los estudiantes adquirir una experiencia muy útil en el campo de las Telecomunicaciones.

GLOSARIO

AWG: *American wire gauge*

MDF: *Main Distribution Frame*, Distribuidor Principal

PCM: *Pulse Code Modulation*, Modulación de Impulsos Codificados

UCSG: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Cable de par trenzado. Tomado el 15/10/2010 del sitio http://es.wikipedia.org/wiki/Cable_de_par_trenzado

- [2] Manual de procedimientos de instalaciones. Dispositivos utilizados para alarmas con o sin monitoreo. Grupo Seguridad Electrónica Falsas Alarmas. Tomado el 10/10/2010 del sitio <http://ingeborda.com/biblioteca/Biblioteca%20Internet/Articulos%20Tecnicos%20de%20Consulta/Se%C3%B1ales%20Debiles%20TE%20TV%20Alarmas/Alarmas/Normas%20para%20sistemas%20de%20Seguridad.pdf>

- [3] Tesis, Tesinas, Monográficos y Páginas web. Tomado el 10/10/2010 del sitio <http://tesisymas.blogspot.com/>

- [4] Planta Externa. Tomado el 11/10/2010 del sitio http://es.wikipedia.org/wiki/Planta_externa

- [5] Planta Externa. Tomado el 12/10/2010 del sitio http://wapedia.mobi/es/Planta_externa

- [6] Planta Externa. Tomado el 12/10/2010 del sitio <http://elsitiodetelecomunicaciones.iespana.es/plantaexterna.htm>

- [7] El cable telefónico. Tomado el 12/10/2010 del sitio <http://www.monografias.com/trabajos16/cable-telefonico/cable-telefonico.shtml>

- [8] Redes de Servicios Públicos. Tomado el 12/10/2010 del sitio <http://www.losconstructores.com/BancoMedios/Archivos/r132-4.htm>

- [9] Red de telefonía básica. Tomado el 10/10/2010 del sitio http://www.subtel.cl/prontus_procesostarifarios/site/artic/20070121/asocfile/20070121234735/anexo_vi_1_diseno_tecnico.pdf

- [10] Cable telefónico. Tomado el 12/10/2010 del sitio
<http://www.scribd.com/doc/9912525/Cable-Telefonico-2>
- [11] Accesorios para telefonía. Tomado el 12/10/2010 del sitio
<http://multimedia.3m.com/mws/mediawebsserver?mwsId=66666UuZjcFSLXTtNxMt5xf6EVuQEcuZgVs6EVs6E666666-->
- [12] 3M Telecomunicaciones, Conectores Scotchlok. Tomado el 12/10/2010 del sitio
<http://bestphone.mediawebsa.com/comercio46/html/2529193M%20Conectores.>
- [13] Productos para planta externa. Tomado el 12/10/2010 del sitio
http://solutions.3m.com.mx/wps/portal/3M/es_MX/CMD_MX_Solutions/CMD_MX_Solutions_Home/Telecomunicaciones/Planta_Externa/Planta_Externa/

BIBLIOGRAFÍA

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2003). *Metodología de la Investigación*, (3ª ed). Atlampa, Cuauhtémoc, México D.F.: McGraw-Hill Interamericana. ISBN 970-10-3632-8.

Horak, R. (1996). *Communications Systems and Networks*. Foster City, CA. USA: Mark A. Miller, IDG Books Worldwide, Inc. **ISBN 1558514856**.

Horak, R. (2007). *Telecommunications and data communications handbook*. New Jersey: Wiley and Sons. ISBN 978-0-470-04141-3

Huidrobo, J. (1998). *Manual de Telefonía*. Madrid: Paraninfo.

Huidrobo, J. (1993). *Sistemas de comunicaciones*. Madrid: Paraninfo.

Muñoz, C. (1998). *Como elaborar y asesorar una investigación de tesis*. Mexico: Prentice Hall Hispanoamericana, S.A.

Salkind, N. (1999). *Metodología de la Investigación* (Tercera ed.). Mexico: Prentice Hall.

Páginas consultadas en Internet:

<http://www.ahciet.net/portales/1000/10002/10007/10657/docs/008.pdf>

<http://www.univalle.edu/publicaciones/carreras/civil/articulo05.htm>

http://multimedia.3m.com/mws/mediawebservlet?mwsId=66666UuZjcFSLXTtm8T_4xf2EVuQEcuZgVs6EVs6E666666--

<http://store.phonetx.com/36821200.html>

Redes de Servicios Públicos.

<http://www.losconstructores.com/BancoMedios/Archivos/r132-4-2.htm>

CONSTRUDATA http://es.wikipedia.org/wiki/Planta_externa