



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DEL EQUIPO ELECTROMECAÁNICO DE LA ANTENA
PRINCIPAL EN UNA EMPRESA DE SERVICIO DE TELECOMUNICACIONES**

Enrique Juan José Lorenzana
Asesorado por el Ing. Efraín Andrés Paiz Cano

Guatemala, junio 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DEL EQUIPO ELECTROMECAÁNICO DE LA ANTENA
PRINCIPAL EN UNA EMPRESA DE SERVICIO DE TELECOMUNICACIONES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ENRIQUE JUAN JOSÉ LORENZANA
ASESORADO POR EL ING. EFRAÍN ANDRÉS PAIZ CANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JUNIO DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

| | |
|------------|--|
| DECANO | Ing. Angel Roberto Sic García |
| VOCAL I | |
| VOCAL II | Ing. Pablo Christian de León Rodríguez |
| VOCAL III | Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa |
| VOCAL IV | Br. Narda Lucía Pacay Barrientos |
| VOCAL V | Br. Walter Rafael Véliz Muñoz |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez |

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

| | |
|-------------|--------------------------------------|
| DECANO | Ing. Angel Roberto Sic García |
| EXAMINADORA | Inga. Mayra Saadeth Arreaza Martínez |
| EXAMINADOR | Ing. José Francisco Gómez Rivera |
| EXAMINADOR | Ing. Julio Oswaldo Rojas Argueta |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez |

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DEL EQUIPO ELECTROMECAÁNICO DE LA ANTENA PRINCIPAL EN UNA EMPRESA DE SERVICIO DE TELECOMUNICACIONES

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 28 de agosto de 2014.



Enrique Juan José Lorenzana

Guatemala, Enero de 2015

Ingeniero

César Ernesto Urquizú Rodas

Director de la Escuela de Mecánica Industrial

Facultad de Ingeniería

Universidad de San Carlos de Guatemala

Ingeniero Urquizú:

Respetuosamente me dirijo a usted con el propósito de informarle que luego de haber revisado el trabajo de graduación titulado **ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DEL EQUIPO ELECTROMECAÁNICO DE LA ANTENA PRINCIPAL EN UNA EMPRESA DE SERVICIO DE TELECOMUNICACIONES**, el cual fue presentado por el estudiante ENRIQUE JUAN JOSÉ LORENZANA, y luego de haber realizado las correcciones pertinentes, considero que cumple con los objetivos que le dieron de origen.

Por lo tanto, hago de su conocimiento que, en mi opinión, dicho trabajo llena los requisitos para ser sometido a discusión en su examen General Publico, y recomiendo su aprobación para el efecto.

Atentamente,



Ing. Efraín Andrés Paiz Cano

Ingeniero Mecánico Industrial

Colegiado No. 7675

Efraín Andrés Paiz Cano
Ingeniero Mecánico Industrial
Colegiado No. 7.675



REF.REV.EMI.017.015

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DEL EQUIPO ELECTROMECAÁNICO DE LA ANTENA PRINCIPAL EN UNA EMPRESA DE SERVICIO DE TELECOMUNICACIONES**, presentado por el estudiante universitario **Enrique Juan José Lorenzana**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Danilo González Trejo
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO ACTIVO 6182

Ing. Erwin Danilo González Trejo
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, febrero de 2015.

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DEL EQUIPO ELECTROMECAÁNICO DE LA ANTENA PRINCIPAL EN UNA EMPRESA DE SERVICIO DE TELECOMUNICACIONES**, presentado por el estudiante universitario **Enrique Juan José Lorenzana**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, mayo de 2015.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DEL EQUIPO ELECTROMECAÁNICO DE LA ANTENA PRINCIPAL EN UNA EMPRESA DE SERVICIO DE TELECOMUNICACIONES**, presentado por el estudiante universitario: **Enrique Juan José Lorenzana**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.



Ing. Angel Roberto Sic García
Decano

Guatemala, junio de 2015



/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por brindarme e iluminar mi vida y por guiarme a cumplir este logro.
- La Virgen María** Por su amorosa intercesión por mí ante nuestro Señor iluminando mi camino. Gracias Virgencita.
- Mis padres** Juan Corzo y Elizabeth Lorenzana. Infinitas gracias por todo su amor y apoyo incondicional en todo momento. Este triunfo es fruto también de sus esfuerzos.
- Mis tíos** Gracias por todo su apoyo, cariño y consejos en mi vida. En especial a Aracely de Lorenzana, Otto y Erika Lorenzana por enseñarme el deseo de superación profesional.
- Mis primos** A todos muchas gracias por su cariño y apoyo. Y que el cumplimiento de esta meta los motive a seguir adelante para que logren alcanzar las suyas.

Mis amigos

Gracias por los gratos recuerdos, por estar en las buenas y malas, y que el cumplimiento de esta meta los motive a superarse profesionalmente.

AGRADECIMIENTOS A:

| | |
|---|--|
| Universidad de San Carlos de Guatemala | Por ser mi casa de estudios y centro de formación profesional y de enseñanza. |
| Facultad de Ingeniería | Por brindarnos los conocimientos que nos permitieron poder desarrollarnos como profesionales y de esta forma contribuir con la sociedad. |
| Familia Mota Meza | Por su amistad, cariño, paciencia, apoyo y contribución en esta investigación. Muchas gracias a todos. |
| Ing. Efraín Paiz | Por toda su paciencia, apoyo y transmisión de conocimientos. Muchas gracias por su acompañamiento y asesoría a lo largo de la investigación. |
| Usted | Especialmente, gracias por ser partícipe de mi triunfo. |

| | | |
|----------|---|----|
| 1.2. | Administración..... | 16 |
| 1.2.1. | Definición..... | 16 |
| 1.2.2. | Antecedentes | 16 |
| 1.2.2.1. | Teoría de la administración científica ... | 18 |
| 1.2.2.2. | Teoría de la gerencia administrativa | 18 |
| 1.2.2.3. | Teoría de la conducta administrativa.... | 18 |
| 1.2.2.4. | Teoría de la ciencia administrativa | 19 |
| 1.2.2.5. | Teoría del ambiente organizacional | 19 |
| 1.2.3. | Procedimiento para una adecuada administración | 19 |
| 1.2.3.1. | Planeación..... | 19 |
| 1.2.3.2. | Organización | 20 |
| 1.2.3.3. | Dirección | 20 |
| 1.2.3.4. | Control..... | 20 |
| 1.3. | Descripción de la fase de control | 20 |
| 1.3.1. | Definición..... | 21 |
| 1.3.2. | Tipos | 21 |
| 1.3.2.1. | Control preventivo | 21 |
| 1.3.2.2. | Control concurrente..... | 21 |
| 1.3.2.3. | Control por retroalimentación | 22 |
| 1.3.3. | Procedimiento para un adecuado control..... | 22 |
| 1.3.3.1. | Medición del desempeño..... | 23 |
| 1.3.3.2. | Comparación del desempeño con el estándar | 24 |
| 1.3.3.3. | Corrección de las desviaciones..... | 25 |
| 1.4. | Equipo electromecánico | 25 |
| 1.4.1. | Componentes..... | 25 |
| 1.4.1.1. | Eléctricos..... | 25 |
| 1.4.1.2. | Mecánicos | 27 |

| | | |
|----------|--|----|
| 1.4.2. | Tipos..... | 27 |
| 1.4.3. | Aplicaciones..... | 28 |
| 1.4.3.1. | Utilizaciones más comunes | 28 |
| 1.5. | Antena parabólica..... | 29 |
| 1.5.1. | Definición | 29 |
| 1.5.2. | Tipos..... | 30 |
| 1.5.2.1. | Antena parabólica de foco primario | 30 |
| 1.5.2.2. | Antena parabólica <i>offset</i> | 31 |
| 1.5.2.3. | Antena parabólica Cassegrain..... | 32 |
| 1.5.3. | Partes de una antena | 32 |
| 1.5.4. | Aplicaciones..... | 34 |
| 2. | SITUACIÓN ACTUAL..... | 35 |
| 2.1. | Descripción del equipo electromecánico | 37 |
| 2.1.1. | Componentes eléctricos | 37 |
| 2.1.1.1. | Tablero externo de control..... | 38 |
| 2.1.1.2. | Tablero interno de control..... | 39 |
| 2.1.1.3. | Tablero eléctrico | 40 |
| 2.1.1.4. | Pararrayos de Faraday | 41 |
| 2.1.1.5. | Sensores de posición | 43 |
| 2.1.2. | Componentes mecánicos | 43 |
| 2.1.2.1. | Motores..... | 43 |
| 2.2. | Antecedentes de la antena y el equipo electromecánico..... | 47 |
| 2.3. | Antecedentes de fallas | 48 |
| 2.3.1. | Tipos..... | 48 |
| 2.3.1.1. | Eléctricas | 48 |
| 2.3.1.2. | Mecánicas..... | 51 |
| 2.3.2. | Frecuencia | 51 |
| 2.4. | Programa actual de administración | 51 |

| | | |
|------------|---|----|
| 2.5. | Controles ejecutados actualmente | 52 |
| 2.5.1. | Tipos | 52 |
| 2.5.1.1. | Indicadores..... | 52 |
| 3. | PROPUESTA PARA LA ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DEL EQUIPO ELECTROMECAÍNICO..... | 55 |
| 3.1. | Fase de planeación..... | 55 |
| 3.1.1. | Equipo electromecánico | 56 |
| 3.1.1.1. | Eléctrico..... | 56 |
| 3.1.1.1.1. | Motores | 57 |
| 3.1.1.1.2. | Controladores..... | 64 |
| 3.1.1.1.3. | Sensores | 69 |
| 3.1.1.1.4. | Cables | 72 |
| 3.1.1.2. | Mecánico..... | 74 |
| 3.1.1.2.1. | Conjunto de engranajes | 74 |
| 3.1.1.2.2. | Cadenas..... | 77 |
| 3.1.1.2.3. | Ejes y levas | 80 |
| 3.1.2. | Antena..... | 83 |
| 3.2. | Fase de organización..... | 85 |
| 3.2.1. | Gerencia..... | 87 |
| 3.2.1.1. | Perfil | 87 |
| 3.2.1.2. | Funciones..... | 88 |
| 3.2.2. | Supervisores | 88 |
| 3.2.2.1. | Perfil | 88 |
| 3.2.2.2. | Funciones..... | 89 |
| 3.2.3. | Técnicos..... | 90 |
| 3.2.3.1. | Perfil | 90 |
| 3.2.3.2. | Funciones..... | 91 |

| | | |
|------------|--|-----|
| 3.3. | Fase de dirección | 91 |
| 3.3.1. | Establecimiento de metas y objetivos..... | 91 |
| 3.3.1.1. | Objetivos..... | 91 |
| 3.3.1.2. | Metas..... | 93 |
| 3.3.2. | Ventajas y beneficios esperados | 93 |
| 3.3.3. | Capacitación | 94 |
| 3.4. | Fase de control..... | 95 |
| 3.4.1. | Tipos..... | 95 |
| 3.4.1.1. | Indicadores | 96 |
| 3.4.1.1.1. | Control operativo satelital | 96 |
| 3.4.1.1.2. | Índice de fallas del equipo electromecánico y de operación..... | 97 |
| 3.4.2. | Medición del desempeño..... | 98 |
| 3.4.3. | Validación y cumplimiento de normas técnicas | 100 |
| 3.4.4. | Medidas correctivas..... | 100 |
| 3.5. | Elaboración de documentación | 101 |
| 4. | IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA..... | 103 |
| 4.1. | Personal técnico | 103 |
| 4.1.1. | Operación | 103 |
| 4.1.2. | Administración | 104 |
| 4.1.3. | Financiera..... | 106 |
| 4.2. | Organización de recursos..... | 107 |
| 4.2.1. | Materiales | 107 |
| 4.2.1.1. | Herramientas | 109 |
| 4.2.1.2. | Lubricantes | 110 |

| | | | |
|------|------------|--|-----|
| | 4.2.1.3. | Terminales y conectores eléctricos | 111 |
| | 4.2.1.4. | Aislantes y acoplamientos | 111 |
| | 4.2.1.5. | Stock de repuestos..... | 112 |
| | 4.2.2. | Financieros..... | 113 |
| | 4.2.2.1. | Asignación de fondos | 113 |
| | 4.2.2.1.1. | Acciones preventivas .. | 113 |
| | 4.2.2.1.2. | Acciones correctivas ... | 116 |
| 4.3. | | Establecimiento de actividades | 116 |
| | 4.3.1. | Mensuales | 117 |
| | 4.3.2. | Anuales | 118 |
| 4.4. | | Diseño de guía en la presentación del formulario | 120 |
| 4.5. | | Comparación del pre y pos de la propuesta..... | 121 |
| | 4.5.1. | Parámetros de operación | 121 |
| | 4.5.2. | Satisfacción del cliente | 122 |
| | 4.5.3. | Requerimientos del proveedor satelital | 123 |
| 4.6. | | Estudio financiero del impacto en la implementación de la propuesta | 124 |
| | 4.6.1. | Valor presente neto | 124 |
| | 4.6.2. | Tasa interna de retorno | 129 |
| 4.7. | | Acciones paralelas | 131 |
| | 4.7.1. | Resolución de problemas no previstos..... | 131 |
| | 4.7.2. | Autocrítica del personal técnico..... | 132 |
| 5. | | SEGUIMIENTO O MEJORA | 139 |
| | 5.1. | Evaluaciones periódicas..... | 139 |
| | 5.1.1. | Mensuales | 139 |
| | 5.1.2. | Anuales | 146 |
| | 5.2. | Ventajas y beneficios | 148 |
| | 5.2.1. | Ventajas | 148 |

| | | |
|-----------------------|---------------------------|-----|
| 5.2.2. | Beneficios | 149 |
| 5.3. | Acciones correctivas..... | 149 |
| 5.3.1. | Plan administrativo | 150 |
| 5.3.2. | Personal técnico | 150 |
| CONCLUSIONES | | 155 |
| RECOMENDACIONES | | 157 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | | 159 |
| APÉNDICES | | 161 |
| ANEXOS | | 173 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

| | | |
|-----|--|----|
| 1. | Equipo IDU de una estación VSAT | 5 |
| 2. | Componentes de una estación VSAT | 6 |
| 3. | Estructura de red VSAT | 7 |
| 4. | Evolución de la teoría administrativa..... | 17 |
| 5. | Proceso de control | 23 |
| 6. | Antena parabólica de foco primario..... | 31 |
| 7. | Antena parabólica <i>offset</i> | 31 |
| 8. | Antena parabólica Cassegrain | 32 |
| 9. | Partes de una antena parabólica | 33 |
| 10. | Antena principal | 37 |
| 11. | Tablero externo de control | 38 |
| 12. | Tablero interno de control | 39 |
| 13. | Controlador de posición de la antena..... | 39 |
| 14. | Tablero eléctrico..... | 40 |
| 15. | Punta de Faraday..... | 42 |
| 16. | Punta de Faraday en el subreflector | 42 |
| 17. | Motor para movimiento en azimut | 44 |
| 18. | Brújula para determinación del ángulo de azimut | 44 |
| 19. | Motor para movimiento de elevación..... | 45 |
| 20. | Inclinómetro para determinación del ángulo de elevación..... | 46 |
| 21. | Motor para movimiento de polarización..... | 47 |
| 22. | Membrana rota por anomalía de proyectil..... | 49 |
| 23. | Membrana rota por un ave | 50 |

| | | |
|-----|---|-----|
| 24. | Membrana nueva de la guía de onda del alimentador | 50 |
| 25. | Analizador de espectro | 53 |
| 26. | Constitución de un motor eléctrico trifásico | 57 |
| 27. | Extractor de rodamientos de 3 garras..... | 61 |
| 28. | Partes de contactor..... | 65 |
| 29. | Partes de un sensor de final de carrera | 69 |
| 30. | Estructura de un cable | 72 |
| 31. | Estructura de un engranaje..... | 75 |
| 32. | Partes de una cadena..... | 78 |
| 33. | Partes de una leva | 81 |
| 34. | Estructura empresarial..... | 86 |
| 35. | Grafica de señal de telecomunicaciones | 97 |
| 36. | Principio de Pareto..... | 98 |
| 37. | Caja organizadora..... | 108 |
| 38. | Código de colores de los equipos | 117 |
| 39. | Programa de actividades mensuales | 118 |
| 40. | Programa de actividades: semestre 1..... | 119 |
| 41. | Programa de actividades: semestre 2..... | 120 |
| 42. | Resultados de la satisfacción del cliente previo a la implementación . | 122 |
| 43. | Resultados de la satisfacción del cliente posterior a la implementación..... | 123 |
| 44. | Diagrama de flujo de efectivo | 128 |
| 45. | Gráfica TIR | 130 |
| 46. | Evaluación cruzada..... | 133 |
| 47. | Evaluación de instalaciones y herramientas | 136 |
| 48. | Evaluación de aspectos de trabajo previo a la implementación..... | 140 |
| 49. | Evaluación de aspectos de trabajo posterior a la implementación | 140 |
| 50. | Evaluación de aspectos personales previo a la implementación | 141 |
| 51. | Evaluación de aspectos personales posterior a la implementación.... | 142 |

| | | |
|-----|--|-----|
| 52. | Evaluación de las instalaciones del Departamento Técnico previo a la implementación | 142 |
| 53. | Evaluación de las instalaciones del Departamento Técnico posterior a la implementación | 143 |
| 54. | Evaluación de las herramientas de trabajo previo a la implementación | 144 |
| 55. | Evaluación de las herramientas de trabajo posterior a la implementación | 144 |
| 56. | Resultados de satisfacción del cliente presente año..... | 146 |
| 57. | Evaluación de clientes..... | 147 |

TABLAS

| | | |
|-------|--|-----|
| I. | Herramientas de los técnicos | 109 |
| II. | Lubricantes..... | 110 |
| III. | Terminales y conectores eléctricos | 111 |
| IV. | Aislantes y acoplamientos..... | 111 |
| V. | Alambres, cables y repuestos | 112 |
| VI. | Presupuesto materiales..... | 114 |
| VII. | Flujo de caja primeros 6 meses | 126 |
| VIII. | Flujo de caja últimos 6 meses | 127 |
| IX. | Calculo de VPN para TIR | 130 |
| X. | Acciones correctivas | 151 |

LISTA DE SÍMBOLOS

| Símbolo | Significado |
|----------------|------------------------|
| dB | Decibeles |
| Kbit/s | Kilobits por segundo |
| Kbps | Kilobits por segundo |
| Mbps | Megabits por segundo |
| MHz | Megaheartz |
| m | Metro |
| mm | Milímetro |
| Ph | Potencial de hidrogeno |
| Pulg | Pulgada |

GLOSARIO

| | |
|-----------------------|---|
| Accidente | Suceso repentino que sobrevenga por causa o con ocasión del trabajo, y que produzca en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional o psiquiátrica, una invalidez o la muerte. |
| Automatización | Es el uso de sistemas o elementos computarizados y electromecánicos para controlar maquinarias y/o procesos industriales. |
| Axial | Simetría alrededor de un eje. |
| Banda C | Es un rango del espectro electromagnético de las microondas que comprende frecuencias de entre 3,7 y 4,2 GHz y desde 5,9 hasta 6,4 GHz. |
| Banda Ku | Porción del espectro electromagnético en el rango de las microondas que va de los 12 a los 18 GHz. |
| Banda L | Es un rango de radiofrecuencia de las microondas que utiliza las frecuencias de 0,95 a 1,45 GHz. |
| BUC | Bloque convertidor de subida. Es parte de la cadena de transmisión de la tecnología VSAT. Su función es de convertir bandas L en tipo Bandas C. |

| | |
|----------------------|--|
| Circuitos E-1 | Es un formato de transmisión digital que consta en 32 divisiones (time slots) PCM (pulse code modulation) de 64k cada una, lo cual hace un total de 30 líneas de teléfono normales más 2 canales de señalización, en cuanto a conmutación. |
| Coaxiales | Dos o más formas comparten un eje en común. |
| Conectividad | La conectividad es la capacidad de un dispositivo de ser conectado sin la necesidad de un ordenador, es decir en forma autónoma. |
| Conector RJ11 | Es un conector usado mayoritariamente para enlazar redes de telefonía. Es de medidas reducidas y tiene cuatro contactos como para soportar 4 vías de 2 cables. |
| Conector RJ45 | Es uno de los conectores principales utilizados con tarjetas de red Ethernet, que transmite información a través de cables de par trenzado. |
| Costo | Conjunto de erogaciones en que se incurre para producir un bien o servicio. |
| Culatas | Cabeza del motor o tapa del bloque de cilindros es la parte superior de un motor de combustión interna que permite el cierre de las cámaras de combustión. |

| | |
|-----------------------------------|---|
| Demodulador | Dispositivo que permite transformar una señal analógica en digital. |
| Gasto | Erogaciones destinadas a la distribución o venta del producto, y a la administración. |
| Guía de onda | Estructura física que guía ondas electromagnéticas. |
| HPA | High power amplifier o amplificador de alta potencia. |
| Hub | Es un dispositivo que canaliza el cableado de una red para ampliarla y repetir la misma señal a través de diferentes puertos. |
| IDU | Indoor unit. |
| Incidente | Suceso o sucesos relacionados con el trabajo en el cual ocurre o podría haber ocurrido un daño, o deterioro de la salud (sin tener en cuenta la gravedad), o una fatalidad. |
| Interfaz Ethernet | Es un estándar de redes de área local para computadores con acceso al medio por detección de la onda portadora y con detección de colisiones. |
| Interruptor termomagnético | Es un dispositivo capaz de interrumpir la corriente de un circuito cuando esta sobrepasa ciertos valores máximos. |

| | |
|-------------------------|---|
| IP | Internet Protocol. |
| LNB | Low noise Block o Bloque de bajo ruido. |
| Multiplexores | Dispositivos lógicos que reciben información por sus dos o más entradas y mediante una señal de control decide cuál de las entradas aparece reflejada en la salida. |
| ODU | Outdoor unit. |
| Polirex EM | Tipo de grasa formulada especialmente para cojinetes de motores eléctricos que proporcionan desempeño mejorado de los cojinetes y protección para alargar la vida útil de los motores eléctricos. |
| POS | Point of sale o punto de venta. |
| Protocolo TCP/IP | Describe un conjunto de guías generales de diseño e implementación de protocolos de red específicos para permitir que un equipo pueda comunicarse en una red de computadoras. TCP/IP provee conectividad de extremo a extremo, especificando cómo los datos deberían ser formateados, direccionados, transmitidos, enrutados y recibidos por el destinatario. |
| Puertos G703 | Es un estándar de la Unión Internacional de Telecomunicaciones que define las características |

físicas y eléctricas de la interfaz para transmitir voz o datos sobre canales digitales tales como los E1 o T1.

| | |
|-------------------|--|
| Red MCPC | Red de varios canales por portadora (MCPC) consiste en multiplexar por división de frecuencia varios canales de frecuencia de voz, mediante la técnica de banda lateral única. Todos los canales son modulados en una única señal portadora de radiofrecuencia, que es la que envía al satélite. |
| Rodamiento | Es un componente utilizado para la disminución de la fricción. |
| SCADA | Supervisión, Control y Adquisición de Datos. |
| SCPC | Enlaces de canal único por portadora. |
| SIT | Superintendencia de Telecomunicaciones en Guatemala. |
| SSPA | Solid State Power Amplifier. |
| Stock | Cantidad de productos, materias primas, herramientas, entre otros, que se tienen almacenadas. |
| TDM | Multiplex por División en el Tiempo. |
| TDMA | Acceso Múltiple por División en el tiempo. |

| | |
|----------------------|--|
| Topología | Cadena de comunicación que los nodos que conforman una red usan para comunicarse. |
| Transpondedor | Dispositivo que recibe una señal y envía como resultado otra. |
| VCA | Voltaje de Corriente Alterna. |
| VSAT | Very Small Aperture Terminals, son redes privadas de comunicación de datos vía satélite para intercambio de información punto-punto o, punto-multipunto o interactiva. |

INTRODUCCIÓN

Los diferentes elementos que conforman un sistema electromecánico deben funcionar y actuar de la forma para la que fueron diseñados, de modo que el resultado final de la operación del conjunto sea la esperada. Esto generalmente es así de acuerdo a las características del diseño, pero existen factores que pueden alterar las características operativas de alguno de los dispositivos del mismo, especialmente cuando el equipamiento se encuentra expuesto a condiciones ambientales como la lluvia, el sol, polvo y arena, o por envejecimiento de las partes.

Entre los efectos indeseables que se pueden presentar en los equipos mecánicos, son el desgaste de los ejes, atoramiento en los mismos, rigidez de los mecanismos que incluyen cadenas, sobrecalentamiento en los motores, entre otros. A nivel de los componentes eléctricos se pueden presentar condiciones de alteración de los aislantes de los conductores o contactos deficientes en los sensores e interruptores que pueden conducir a respuestas erróneas a nivel del sistema al que pertenecen.

Por ello se establece y aplica un plan adecuado de administración y control del equipo electromecánico que ayuda al aseguramiento de la adecuada respuesta de cada uno de los componentes y del sistema como un todo. La empresa Teléfonos del Norte S. A. se ha propuesto implementar este plan porque establece sistemas integrados para mejorar el cumplimiento de normas y el empleo de mecanismos de retroalimentación que se requieran para mejorar el plan como tal y optimizar los resultados obtenidos.

OBJETIVOS

General

Administrar y controlar la operación del equipo electromecánico de la antena principal en una empresa de servicio de telecomunicaciones.

Específicos

1. Determinar las partes esenciales del equipo electromecánico y cómo influyen en su correcto funcionamiento.
2. Proponer los controles necesarios en el equipo electromecánico para asegurar la calidad de los servicios ofrecidos por la empresa.
3. Analizar el nivel de conocimiento del personal a cargo del control y la administración del equipo electromecánico.
4. Establecer el uso y manejo del instructivo de las herramientas utilizadas en el control del equipo.
5. Identificar las principales causas que ocasiona la degradación del servicio y su impacto en la eficiencia percibida por el cliente.
6. Proponer planes de acción en circunstancias de emergencia por falla del equipo electromecánico y un plan administrativo en la asignación de labores del personal a cargo de la operación de la antena principal.

RESUMEN

Actualmente la empresa Teléfonos del Norte S. A. se dedica a brindar diferentes servicios de telecomunicaciones, entre los cuales están el servicio telefónico, enlaces de datos y acceso a internet. Estos han sido dirigidos principalmente a las localidades de Guatemala donde no cuentan con infraestructura terrestre adecuada para prestar estos. Su mercado objetivo son instituciones bancarias, industrias, instituciones del gobierno y comunidades que carecen de cobertura de otras compañías que brindan estos servicios.

Para brindar el servicio, la empresa cuenta con una red de antenas en el país donde la antena principal, centro de la red que envía y recibe las diferentes señales, se encuentra en la ciudad capital. De esta manera es importante que la antena sea cuidadosamente administrada y controlada para que pueda brindar el mejor servicio.

Para que se considere una adecuada administración y control del equipo en una antena se busca mejorar y estandarizar los procesos de verificación de respuesta del equipo como tal, la organización y simplificación de las acciones del personal técnico y la optimización del uso de los recursos.

Con el fin de brindar un mejor servicio, en el presente trabajo de graduación se muestra una propuesta de mejora en la administración y control del equipo electromecánico de la antena principal de la empresa en mención.

El capítulo uno describe el quehacer de la empresa, los servicios y la tecnología que ofrece, además refiere los conceptos teóricos de los temas en

los que se fundamenta el trabajo de investigación. El capítulo dos describe la situación actual del equipamiento electromecánico y la antena principal, como también de sus componentes. Además se detallan los antecedentes de la ocurrencia de fallas y los controles ejecutados.

El capítulo tres presenta la propuesta para la administración y control del equipo, describiendo todas sus fases; se señala el detalle de la presentación del documento que contendrá toda la información necesaria para la implementación y seguimiento. En el capítulo cuatro se definen las actividades que deberá realizar el personal de las áreas involucradas; se presenta el método de organización de materiales y recursos financieros. Además se detalla la programación de las actividades a realizar y, por último se presenta un estudio financiero y evaluaciones que permiten establecer la eficacia de la propuesta.

Y el capítulo cinco establece las diferentes evaluaciones que deben efectuarse, para determinar las ventajas y beneficios obtenidos con este plan administrativo. También presenta las acciones correctivas que permiten mejoras tanto en el área administrativa como técnica.

1. GENERALIDADES

1.1. Descripción de la empresa

Teléfonos del Norte S. A. es una empresa orientada a la prestación de servicios de telecomunicaciones en sus diversas modalidades. Para ello posee una plataforma tecnológica basada en tecnología de acceso satelital, la cual le brinda la ventaja de ofrecer servicios a nivel nacional. Gracias a la cobertura de señal del satélite puede también operar estaciones a nivel continental, tanto en áreas urbanas como rurales.

1.1.1. Reseña histórica

La Empresa Teléfonos del Norte S. A. fue fundada en el año 1999. La idea para su creación surgió a raíz de que en el país se dio la apertura del mercado de las telecomunicaciones, como una opción para proveer estos servicios en los lugares que tradicionalmente no habían sido atendidos, es decir, las áreas rurales de Guatemala.

En sus inicios se operaba únicamente una red de telefonía rural comunitaria; este servicio permitió, en su momento, que los lugares que recibieron esa cobertura tuvieran un impulso en su desarrollo y mejoras en diferentes aspectos de las comunidades. Partiendo de esa experiencia se decidió ampliar tanto la cobertura hacia otras áreas geográficas como diversificar los servicios ofrecidos, y a la fecha continúa la expansión hacia nuevas áreas con poca o deficiente infraestructura de telecomunicaciones, incluyendo otros países.

1.1.2. Misión de la empresa

La misión de una empresa es su razón de ser, el motivo por el cual existe. Asimismo, es la determinación de las funciones básicas que la empresa va a desempeñar en un entorno determinado para conseguir tal misión. Toda misión debe reunir las siguientes características: amplia, concreta, motivadora y posible.

Existen dos tipos de misión:

- Misiones muy amplias: este tipo permite dejar unos márgenes de actuación muy flexibles a la empresa, lo que puede ocasionar confusión, porque los miembros no tienen muy clara la visión de la organización.
- Misiones muy estrechas: el limitar la capacidad de desarrollo a futuro de la organización, permite que esta se centre en una sola dirección, evitando confusiones.

Entonces, la misión de la empresa Teléfonos del Norte S. A. es: proveer diversos servicios de telecomunicaciones de alta calidad, en todo el territorio nacional, en otros países en donde sea requerido a precios competitivos.

1.1.3. Visión de la empresa

La visión de una empresa es una declaración o manifestación que indica hacia dónde se dirige una empresa o qué es aquello en lo que pretende convertirse en el largo plazo. Establecerla permite enfocar los esfuerzos de todos los miembros de la empresa hacia una misma dirección; es decir, permite

lograr que se establezcan objetivos, formulen estrategias y ejecuten tareas bajo la guía de esta, logrando así coherencia y organización.

No existen reglas al momento de definir la declaración de la visión de una empresa, pero para que esta sea efectiva y que permita obtener los beneficios descritos anteriormente debe contar con las siguientes características:

- Clara, entendible y fácil de seguir para todos los miembros de la empresa.
- Breve, de preferencia conformada por una sola oración.
- Positiva, atractiva, alentadora e inspiradora, capaz de promover el sentido de identificación y compromiso de todos los miembros de la empresa.
- Desafiante y ambiciosa, pero a la vez factible y realista, teniendo en cuenta el entorno, los recursos y la capacidad de la empresa.
- Alineada y ser coherente con los valores, los principios y la cultura de la empresa.

La visión de la empresa Teléfonos del Norte S.A. es: ser el proveedor de servicios de telecomunicaciones preferido por los usuarios, en virtud de las áreas de cobertura que atiende, la tecnología que utiliza y la calidad de los servicios que ofrece.

1.1.4. Tecnología utilizada

La tecnología utilizada por la empresa está basada en una plataforma de acceso satelital de última generación. A continuación se describe esta y sus aspectos relevantes.

1.1.4.1. Enlaces satelitales

Predominantemente se utilizan los enlaces vía satélite para proveer los diferentes servicios que se ofrecen. Se tienen operaciones a través del satélite Satmex 8, administrado por la Compañía Satélites Mexicanos S. A. de C. V. cuyo centro principal de control y monitoreo está ubicado en la Ciudad de México. Como respaldo poseen otro centro de control auxiliar en la Ciudad de Hermosillo.

La banda de frecuencia que se utiliza es la Ku para el efecto se posee una estación terrena con las siguientes características.

Estación Terrena: reflector parabólico de 5,5 m. de diámetro, con HPA de 80 Vatios; el ancho de banda utilizado es de 9,5 MHz en Banda Ku. Se tiene equipo redundante tanto en el HPA como en el LNB, que se seleccionan mediante conmutador de guía de onda que se instala en la unidad de control de antena y del equipo ODU.

1.1.4.2. Sistemas VSAT

Las terminales VSAT (Very Small Aperture Terminal) son pequeñas estaciones terrenas que se utilizan para enviar y recibir información mediante el uso de un satélite de comunicaciones. El nombre VSAT se refiere al tamaño del reflector parabólico utilizado; son usuales los valores entre 0,9 y 2,4 m. de diámetro. Cada estación se forma con la integración de una unidad interior y su correspondiente unidad exterior.

La unidad interior (IDU), contiene normalmente dentro de un mismo equipo el modulador, demodulador y los interfaces para comunicarse con el equipo de

usuario, que puede ser un aparato telefónico, una computadora, un equipo de fax, un terminal de punto de venta o POS, etc. Pueden recibir alimentación de energía desde la red comercial o mediante paneles solares conectados a un banco de baterías.

Figura 1. **Equipo IDU de una estación VSAT**



Fuente: <http://www.cisco.com>. [Consulta: 12 de noviembre de 2014].

El LNB y el transmisor (SSPA) constituyen la unidad exterior (ODU), la cual se monta en el reflector de una estación VSAT. Este transmisor es generalmente de muy baja potencia, del orden de 0,5 a 2 vatios.

Las unidades ODU e IDU de la estación se comunican entre sí mediante cables coaxiales denominados IFL (Interfacility link).

Figura 2. **Componentes de una estación VSAT**



Fuente: http://www.siarcom.cl/internet_satelital.html. [Consulta: 12 de noviembre de 2014].

Una gran ventaja del uso de una red de estaciones VSAT respecto de una red terrestre, es que las VSAT pueden instalarse en infinidad de lugares, con la condición de que exista línea de vista al satélite.

Una red VSAT tiene tres componentes principales:

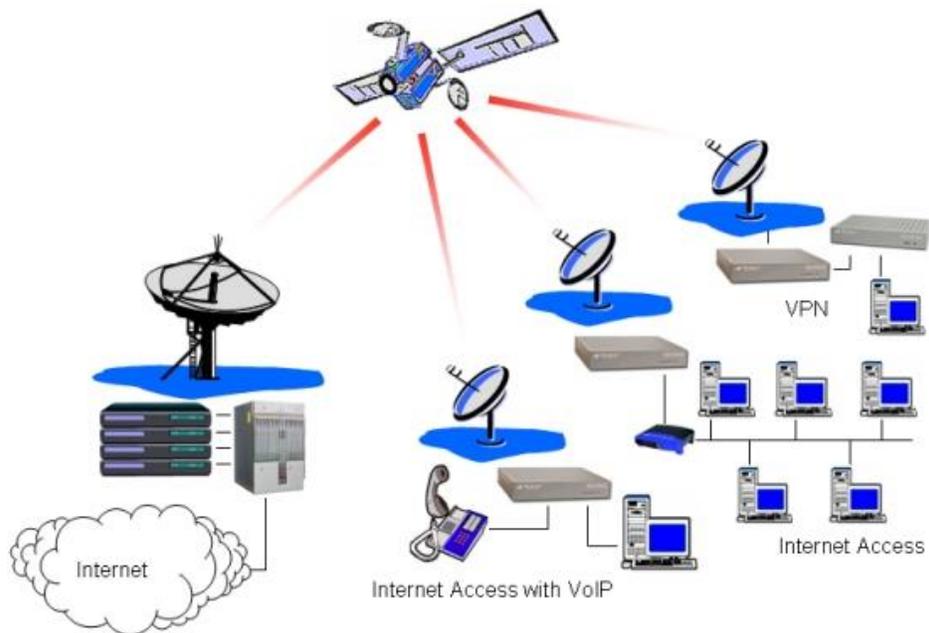
- Estación terrena maestra, también llamada Hub.
- El transpondedor en un satélite de comunicaciones.
- Un número normalmente grande de estaciones remotas distribuidas a lo largo de un país o incluso de un continente.

La información que se transmite desde la ubicación central se enruta hacia la estación maestra, que normalmente tiene un reflector parabólico de gran tamaño, de entre 3.8 y 7.5 m de diámetro. Desde esta estación, mediante un sistema de administración de red, se puede efectuar el monitoreo y controlar los componentes de la misma. El operador puede verificar y modificar los parámetros de operación de las estaciones individuales, programar y ejecutar

pruebas de conectividad, habilitar o deshabilitar números telefónicos, cambiar numeración, etc.

La información procedente del *hub* hacia las VSAT se envía mediante una señal portadora hacia un transpondedor del satélite que la recibe, la amplifica y retransmite hacia la tierra a las estaciones remotas. En el otro sentido, las VSAT envían información hacia el *hub*, generalmente a través del mismo transpondedor.

Figura 3. **Estructura de red VSAT**



Fuente: <http://accesogjsl.blogspot.com/2011/07/redes-VSAT.html>. [Consulta: 12 de noviembre de 2014].

Este arreglo de la red, en que toda la información pasa a través del *hub*, es conocido como red estrella, con el *hub* en el centro de la misma. La ventaja

que esto representa es que el número de estaciones remotas puede llegar a ser muy grande. Es la topología más ampliamente usada en la redes VSAT.

Este tipo de sistemas están orientados principalmente a la transferencia de datos entre unidades remotas y centros de proceso conectados al *hub*, a través de enlaces terrestres, denominados enlaces de última milla, que pueden ser provistos mediante pares de cobre o líneas de fibra óptica y el uso de equipos multiplexores. Son igualmente apropiados para proporcionar servicios de telefonía entre estaciones remotas y la red pública de telefonía.

Los sistemas VSAT se utilizan en un amplio abanico de aplicaciones:

- Redes interactivas de datos para aplicaciones financieras.
- Terminales de punto de venta.
- Redes de distribución comercial.
- Redes de servicios públicos: agua, electricidad, entre otros.
- Sistemas SCADA para supervisión de estaciones generadoras de electricidad.

En el caso de redes de transmisión de datos, los sistemas pueden ser unidireccionales o bidireccionales. Los primeros se basan fundamentalmente en el uso de una estación transmisora principal, por lo cual las señales son enviadas al satélite, las cuales son recibidas posteriormente por un gran número de estaciones exclusivamente receptoras, típicamente de menor tamaño.

Los principios que aplican al desarrollo de estos sistemas son que la información es unidireccional y originada en una o unas pocas fuentes y que es distribuida a una gran cantidad de usuarios. La estación transmisora envía la

señal sobre una o varias portadoras a velocidades que están comprendidas normalmente entre 64 Kbit/s y 2 Mbit/s. Para que el costo de la construcción de las redes VSAT sea competitivo, las estaciones receptoras deben ser sencillas y económicas.

En el caso de sistemas bidireccionales o interactivos, la arquitectura de las redes es similar a las unidireccionales. La estación central transmite por una o varias portadoras al conjunto de estaciones remotas asociadas. La estructura de la información contenida en cada portadora es un Multiplex por División en el Tiempo (TDM), con múltiples canales, cada uno de los cuales puede ser asignado para su recepción por una o varias estaciones remotas. La estructura del Multiplex se puede ajustar a la demanda del tráfico, pero se debe reservar cierta capacidad para los canales de control del sistema.

El número de portadoras de la estación central a las remotas suele ser pequeño y su velocidad de transmisión es correspondientemente mayor. Son normales velocidades de 512 Kbit/seg a 10 Mbit/seg, por lo que los requisitos de transmisión exigidos a la estación central son mayores. La recepción en las remotas es continua, lo cual hace necesario el uso de un demodulador de costo moderado.

En la dirección de transmisión desde las estaciones remotas a la estación central se suele adoptar una solución de Acceso Múltiple por División en el tiempo (TDMA) por cada portadora. Algunas VSAT pueden disponer de un tráfico sostenido, correspondiente por ejemplo a la transferencia de archivos; en este caso resulta conveniente asignarle una proporción fija de la capacidad de la portadora mientras dure la transferencia de datos, esto significa que esa estación accede a la portadora durante ciertos intervalos de tiempo,

predeterminados. Naturalmente, el número de intervalos asignados a cada estación en modo fijo dependerá de la demanda exigida por cada terminal.

Otras terminales generan datos de forma discontinua y aleatoria, característica de los procesos interactivos. Para este tipo de tráfico, y para las solicitudes de comienzo de transacción de los casos anteriores, es más adecuado permitir el acceso aleatorio con probabilidades controladas de colisión de las demandas de transmisión sobre el canal.

La topología de los sistemas VSAT interactivos es ideal para organizaciones que utilicen una estructura de procesamiento centralizada y un gran número de sucursales que se comunican muy a menudo en tiempo real con el sistema central. Esta configuración se adapta de forma natural a los requisitos de entidades bancarias, puntos de ventas remotos, sistemas SCADA de generadoras de electricidad y un gran número de otras aplicaciones. También tiene mucho interés el desarrollo de oficinas móviles conectadas vía satélite, tanto para aplicaciones bancarias como para centros ambulantes de distintas organizaciones.

Las peculiares características del medio de transmisión satelital, junto con su topología y diseño, otorgan a las redes VSAT unas ventajas específicas frente a otros sistemas de transmisión, entre las que cabe destacar las siguientes:

- Rapidez para la puesta en operación e incorporación de nuevas terminales.
- El costo de los circuitos es independiente de la distancia.
- Acceso a lugares donde no está disponible otra infraestructura terrestre, ya sea por razones físicas, económicas u otras.

- Flexibilidad para la reconfiguración del tráfico, ya sea por crecimiento, disminución o reasignación de rutas y usuarios.
- Utilización muy eficiente de la capacidad espacial.
- Alta calidad y disponibilidad de los enlaces, mejor del 99,5 %.
- Gestión centralizada y dependencia de un único operador de servicios.
- Los costos de los terminales presentan una tendencia a la reducción.

1.1.4.3. Enlaces de canal único por portadora (SCPC)

Mediante esta técnica se permite al usuario establecer un enlace de comunicaciones entre dos estaciones definidas con asignación fija del ancho de banda ocupado. Para ello se debe activar una portadora permanente desde cada estación involucrada a manera de un canal dedicado, el cual por lo general es de naturaleza punto a punto. Con ello se logra que el usuario pueda utilizarlo para diferentes protocolos y aplicaciones propias de las redes privadas, dependiendo estas de los equipos terminales y los controladores de comunicaciones que se instalen en los extremos del circuito, permitiendo así el intercambio de todo tipo de información.

El servicio SCPC está dirigido principalmente a transmisiones medianas y pesadas de datos y ofrece ventajas como:

- Enlaces satelitales nacionales e internacionales con velocidades desde 64 kbps hasta 2,048 Mbps.
- Enlaces punto a punto entre las ciudades por medio de estaciones terrenas ubicadas estratégicamente.

- Administración de la capacidad del canal de acuerdo a sus características de tráfico.
- Alta disponibilidad, confiabilidad y seguridad de la información transmitida.

1.1.4.4. Enlaces de canal múltiple por portadora

Es similar a la técnica SCPC, pero para este caso se admiten servicios de diferentes fuentes y se agrega equipos de multiplexado al canal para brindar, a través del mismo enlace, servicios tales como voz, datos y video. En general la utilización que se da al enlace depende enteramente de la capacidad de los terminales a utilizarse.

Un requerimiento típico es el de los usuarios que desean enlazar su casa matriz con bodegas o centros de procesamiento ubicados en localidades que no cuentan con acceso telefónico, es deficiente; se aprovecha así el enlace satelital para tener un medio de comunicación confiable y disponible a tiempo completo para además de cubrir la necesidad fundamental de transferencia de datos, utilizar una fracción del ancho de banda asignado también para un servicio de voz que pueden ser extensiones provenientes de un conmutador telefónico central.

1.1.5. Servicios ofrecidos por la empresa

La empresa brinda diferentes servicios de telecomunicaciones que se distribuyen en diferentes áreas del país, los cuales son:

- Telefonía comunitaria tipo VSAT
- Telefonía residencial rural

- Transmisión de datos
- Acceso a internet

1.1.5.1. Telefonía comunitaria tipo VSAT

Esta se opera en la banda Ku. Las estaciones remotas emplean reflector parabólico de 1,8 m de diámetro y BUC de 2 vatios. El LNB tiene salida en banda L. Ambas unidades, el BUC y el LNB se alimentan desde la IDU, a través de los cables coaxiales IFL, que además de la señal de RF proveen 24 Voltios de DC a ambos y una señal de referencia de 10 MHz para el LNB. La unidad interior permite proveer hasta 4 líneas telefónicas mediante tarjetas de voz que proveen, a través de un conector RJ11, el tono de marcación y la señal de timbrado a un aparato telefónico conectado directamente a este.

En la estación principal se dispone de una central telefónica con capacidad de 10 000 usuarios. Se generan cuatro portadoras independientes de 768 KBps para agrupar a las estaciones remotas dependiendo del grado de servicio que se requiera para cada una de ellas, aunque también esta clasificación es arbitraria y puede ser por lugar geográfico. Es permitida la comunicación entre estaciones remotas, aunque el retardo satelital se duplica en estos casos.

1.1.5.2. Telefonía residencial rural

Este servicio se ofrece mediante una red MCPC. Las estaciones remotas utilizan reflectores de 2,4 mts con radios de banda Ku de 2 vatios. De igual manera que el caso anterior, la unidad interior provee la alimentación hacia el BUC y al LNB. La estación central transmite una portadora permanente única que es recibida en las estaciones remotas. En esta va contenida la información

para cada una de ellas. Cada estación tiene una dirección que la identifica individualmente dentro de la red, y que por facilidades de identificación es parte del prefijo de numeración asignado, de modo que cuando se recibe información desde la estación central esta contiene la dirección específica de la estación remota de destino (o de origen, en el otro sentido de la comunicación).

Desde cada estación remota se activa una portadora permanente con una velocidad de información que depende del número de troncales telefónicas que se proveen. Las velocidades pueden ir desde 64 KBps hasta 1024 KBps. (en el caso de las que poseen mayor número de usuarios), aunque el sistema permite configurar valores superiores.

Se instala asimismo una central telefónica digital que provee la numeración para cada usuario. La distribución hacia el destino final se efectúa mediante cableado de cobre de red primaria y red de abonado. La conexión al equipo satelital se efectúa mediante puertos G703, de 75 ohmios.

En la estación maestra la central telefónica principal posee la capacidad para enlazarse al equipo multiplexor mediante interfases eléctricas tipo G703, de 75 ohmios, con señalización ISDN.

Las regulaciones para todos los operadores de telecomunicaciones en nuestro país exigen que exista una interconexión entre estos. La misma se realiza a través de enlaces terrestres de fibra óptica, microondas o enlaces de cobre, dependiendo del operador de destino. Las diferentes centrales de operadores se enlazan a nivel digital mediante circuitos E-1, con interfase G703, de 75 o 120 ohmios. La señalización utilizada entre operadores es C-7.

1.1.5.3. Transmisión de datos

El servicio de transmisión de datos también utiliza una red VSAT, con características similares al caso de la telefonía rural. El terminal remoto soporta el uso de interfase Ethernet. Se permiten velocidades de transmisión de hasta 1024 Kbps mientras que en la portadora de la estación central puede llegar hasta 2.5 MBps. Asimismo, el sistema es capaz de manejar diferentes protocolos relacionados con TCP/IP. Se pueden configurar diferentes grupos de usuarios independientes, lo cual es útil para aislar las redes. A cada oficina central de grupo de usuarios se llega mediante enlaces terrestres de cobre y fibra óptica.

1.1.5.4. Acceso a internet

Utiliza la misma plataforma que el caso anterior, solo que en esta el protocolo es TCP/IP exclusivamente y se maneja en tarjetas separadas. El terminal remoto hace las funciones de ruteador básico al que se le configuran las direcciones IP y la correspondiente máscara de subred. La interfase para el usuario es Ethernet de 10 MBps en un conector RJ45.

En la estación central se tiene acceso al servicio de un proveedor de primera categoría, con enlaces redundantes, para garantizar una alta disponibilidad del servicio. Asimismo se cuenta con un grupo de servidores para manejar la seguridad de la red y proveer otro tipo de servicios como aceleradores TCP/IP, manejo de ancho de banda, seguridad, entre otras.

1.2. Administración

La administración hace referencia al funcionamiento, la estructura y el rendimiento de las organizaciones y a la gestión de los recursos con base en criterios científicos y orientados a satisfacer un objetivo concreto.

1.2.1. Definición

La administración es un proceso muy particular que consiste en las actividades de planeación, organización, dirección y control, desempeñadas para determinar y alcanzar los objetivos señalados con la participación de seres humanos y otros recursos.

1.2.2. Antecedentes

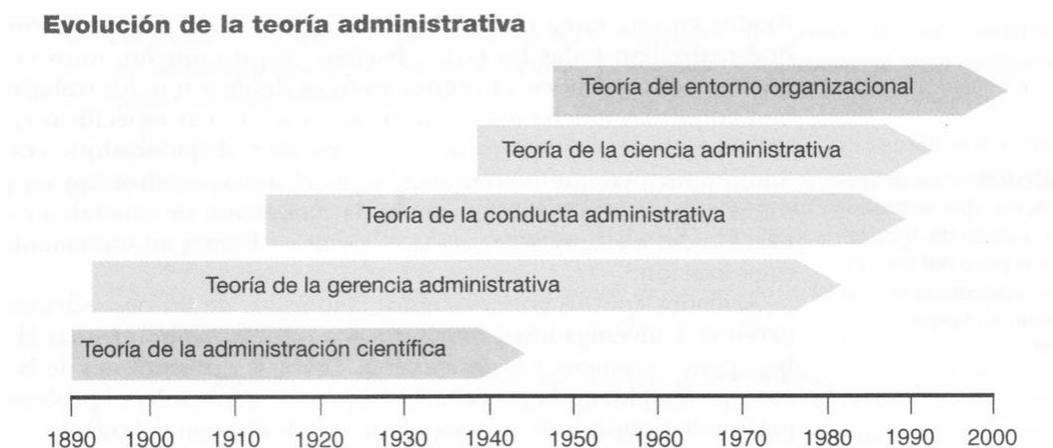
Los emprendimientos organizados y encabezados por personas responsables de planear, organizar, dirigir y controlar las actividades han existido desde hace milenios. Por ejemplo, las pirámides de Egipto y la Gran Muralla China son pruebas palpables de que mucho antes de la edad contemporánea se emprendía proyectos de tremenda envergadura en los que participaban miles de personas. Estos ejemplos demuestran que la administración existe desde hace miles de años. Pero para la evolución de la misma resultan significativos dos acontecimientos previos del siglo XX.

Primero, en 1776 Adam Smith publicó *La riqueza de las naciones*, libro en el que argumentó las ventajas que generaba para las organizaciones y la sociedad la división del trabajo, así como la descomposición de los trabajos en tareas especializadas y repetidas.

La segunda influencia importante, fue la revolución industrial que se inició en Inglaterra y cruzó el Atlántico a finales de la Guerra Civil estadounidense. La revolución industrial sustituyó la fuerza humana con la potencia de las máquinas, lo que abarató la manufactura de bienes en las fábricas, y que a su vez hizo más económico manufacturar los productos en estas en lugar de los hogares.

La evolución de la administración moderna comenzó a partir de los acontecimientos anteriormente mencionados, pero si hubiera que señalar el inicio de la teoría moderna de la administración, sería por medio de la administración científica. A continuación se detallará las teorías administrativas que han evolucionado el pensamiento administrativo.

Figura 4. **Evolución de la teoría administrativa**



Fuente: JONES, Gareth R. *Administración contemporánea*. México: McGraw Hill, 2010.

1.2.2.1. Teoría de la administración científica

La búsqueda de la eficiencia se inició con el estudio de cómo los gerentes o administradores pueden mejorar las relaciones entre las personas y las tareas. El concepto de especialización y división del trabajo sigue siendo la base para el diseño de las labores en las organizaciones modernas. Novedades como la producción esbelta y el control total de la calidad se consideran avances de los primeros principios de la administración científica, establecidos por Frederick Taylor y los Gilbreth.

1.2.2.2. Teoría de la gerencia administrativa

Max Weber y Henri Fayol elaboraron principios de la burocracia y la administración que son tan pertinentes para los gerentes de la actualidad como lo fueron cuando los postularon a comienzos del siglo XX. Gran parte de las investigaciones modernas de la administración perfeccionaron estos principios para adaptarlos a las condiciones contemporáneas.

1.2.2.3. Teoría de la conducta administrativa

Los investigadores han descrito muchos acercamientos a la conducta de los gerentes, entre ellos las teorías X y Y. Con frecuencia el comportamiento que los investigadores proponen es reflejo del contexto de su propia era y cultura. Las conductas que defendía Mary Parket Follet no reflejaban los modos de comportamiento aceptables para los gerentes de la época, de modo que su obra fue ignorada hasta que las condiciones cambiaron.

1.2.2.4. Teoría de la ciencia administrativa

Las versiones de la teoría de la ciencia administrativa ofrecen técnicas cuantitativas rigurosas que otorgan a los gerentes o administradores mayor control sobre el uso de los recursos en las organizaciones para producir bienes y servicios.

1.2.2.5. Teoría del ambiente organizacional

La importancia de estudiar el ambiente externo de la organización se hizo patente en la década de 1960, con la formulación de la teoría de los sistemas abiertos y la teoría de las contingencias. Uno de los puntos más importantes en la investigación contemporánea de la administración es hallar métodos para que los gerentes o administradores mejoren el aprovechamiento de los recursos de la organización y puedan competir en el ambiente globalizado. La administración estratégica y el control total de la calidad son dos enfoques importantes, destinados a que los gerentes hagan mejor uso de los recursos que posea la organización.

1.2.3. Procedimiento para una adecuada administración

Para realizar una adecuada administración que permita lograr el cumplimiento de las metas, se deben ejecutar las 4 funciones o actividades administrativas más importantes, las cuales se detallaran a continuación.

1.2.3.1. Planeación

Es un proceso que usan los administradores para identificar y seleccionar las metas y los cursos de acción apropiados. Los tres pasos del proceso de

planeación son: 1) elaboración de metas, 2) establecer los cursos de acción para alcanzar las metas, y 3) distribución de los recursos disponibles para alcanzar las metas.

1.2.3.2. Organización

Es un proceso con el que los administradores establecen una estructura de relaciones laborales, de modo que los miembros de la organización interactúen y cooperen para alcanzar las metas que esta tenga.

1.2.3.3. Dirección

Es la articulación de una visión clara; revigoriza y faculta a los miembros de la organización para que entiendan la parte que representan en la consecución de las metas de la organización.

1.2.3.4. Control

Es el proceso de evaluar en qué medida se han conseguido las metas y emprender las acciones para sostener o mejorar el desempeño.

1.3. Descripción de la fase de control

El proceso de control es una etapa muy importante en las funciones de administración en una empresa, ya que vigila las actividades para cerciorarse de que se desarrollan conforme se planearon y para corregir cualquier desviación evidente.

1.3.1. Definición

Es el proceso de determinar que se está realizando; esto es, evaluar el desempeño y, si es necesario, aplicar medidas correctivas, de manera que el desempeño tenga lugar de acuerdo con los objetivos o metas estipuladas.

1.3.2. Tipos

Actualmente se designan tres tipos de control, los cuales forman un sistema de control: sistemas formales de fijación de metas, monitoreo, evaluación y retroalimentación cuya información señala si la estrategia y estructura están funcionando en forma eficiente y eficaz. A continuación se detallarán cada uno de ellos.

1.3.2.1. Control preventivo

Control que permite prever los problemas antes de que se presenten y así evitar que ocurran después, durante el proceso de ejecución.

1.3.2.2. Control concurrente

Control que proporciona una retroalimentación inmediata sobre la eficiencia con que se va realizando la ejecución para corregir los problemas conforme vayan surgiendo.

1.3.2.3. Control por retroalimentación

Control que proporciona la información sobre las reacciones de los clientes a los bienes y/o servicios para que se puedan tomar las medidas correctivas necesarias.

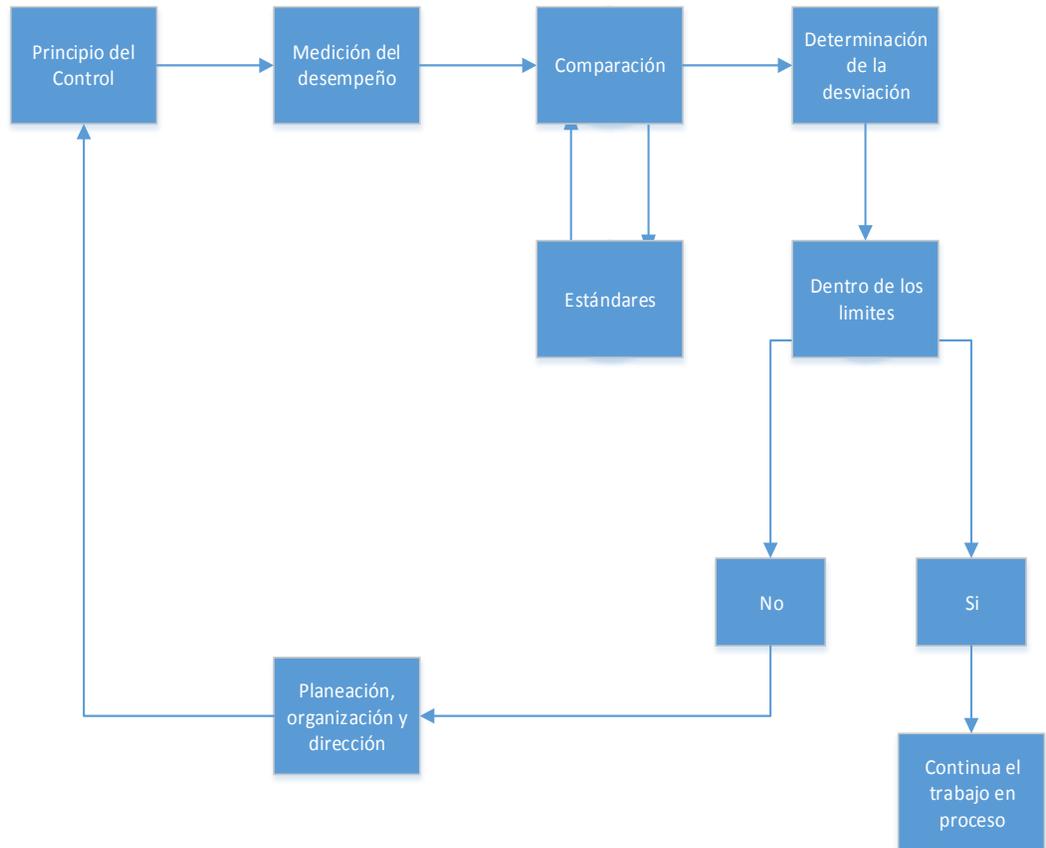
1.3.3. Procedimiento para un adecuado control

El control consiste en un proceso compuesto de tres pasos definidos que son universales:

- Medición del desempeño.
- Comparación del desempeño con el estándar y comprobación de las diferencias, si existen.
- Corregir las desviaciones desfavorables aplicando las necesarias medidas correctivas.

En la siguiente figura se muestra en forma gráfica el proceso de control, el cual señala en forma más detallada que los pasos universales.

Figura 5. **Proceso de control**



Fuente: TERRY, George Robert; FRANKLIN, Stephen G. *Principios de administración*. México: Continental, 1987. p. 140.

1.3.3.1. **Medición del desempeño**

En el proceso de control el primer paso es medir el desempeño. Expresado con brevedad, la medición es la determinación de la cantidad o capacidad de una entidad bien definida. Sin la medición, el administrador se ve obligado a usar métodos empíricos que pueden no ser confiables. Por lo tanto

requiere una unidad de medida y una cuenta de las veces que la entidad está bajo consideración para obtener un procedimiento confiable.

En ocasiones, la medición debe realizarse sobre resultados intangibles, lo cual representa una difícil tarea para reunir datos sobre ellos, que a su vez provoca depender de medios tales como el criterio y pistas indirectas.

1.3.3.2. Comparación del desempeño con el estándar

El segundo paso del proceso de control es comparar el desempeño con el estándar. Cuando hay diferencia entre el desempeño y el estándar, por lo general, se necesita criterio para evaluar su significado. Establecer una variación rígida absoluta o incluso una gama de lo que es satisfactorio no es adecuado.

Respecto a esto descubrir las desviaciones del estándar es lo adecuado. También deben buscarse las sugerencias de quienes desempeñan el trabajo o están cerca de él, que indiquen que esfuerzos de control deben aplicarse. Además, la indicación de puntos controlables a diferencia de los no controlables, deben incluirse.

En la mayoría de los casos este paso del control de comparar el desempeño con el estándar debe hacerse tan cerca del punto de desempeño como sea posible. Esto facilita los esfuerzos de control y ayuda en la localización de las áreas que deben corregirse.

1.3.3.3. Corrección de las desviaciones

Este es el tercer y último paso en el proceso, por lo tanto se considera como el que asegura que las operaciones están ajustadas y que se hacen esfuerzos para alcanzar los resultados inicialmente planeados. En la mayoría de los casos, cuando se descubre variaciones de importancia, se ejecuta una acción enérgica e inmediata; de esta forma para alcanzar un control efectivo, no se puede tolerar demoras innecesarias, excusas o frecuentes excepciones.

1.4. Equipo electromecánico

Un equipo electromecánico es un grupo de diferentes dispositivos tanto eléctricos como mecánicos que se acoplan para realizar diferentes actividades en conjunto.

1.4.1. Componentes

Los componentes de un equipo electromecánico se dividen en dos grupos, los cuales son:

1.4.1.1. Eléctricos

Los componentes eléctricos en un equipo electromecánico son utilizados en su mayoría para la medición de indicadores, conexión y protección del equipo, tableros de control y la iluminación. A continuación se describen los componentes eléctricos básicos de un equipo electromecánico.

- Contactores: son mecanismos cuya misión es la de cerrar unos contactos, para permitir el paso de la corriente a través de ellos. Esto ocurre cuando la

bobina del contactor recibe corriente eléctrica, comportándose como electroimán y atrayendo dichos contactos.

- Motor: máquina que transforma la energía eléctrica que absorbe por sus terminales en energía mecánica.
- Guarda motor: es un disyuntor magneto-térmico, especialmente diseñado para la protección de motores eléctricos.
- Cables: son los encargados del transporte y distribución de la energía eléctrica. El calibre de estos dependerá de la utilización; comúnmente para los equipos industriales de mayor consumo de corriente, se utiliza el calibre #10 AWG.
- Fusibles: son dispositivos eléctricos de seguridad conformados por un soporte y un filamento o lámina de metal, capaces de fundirse ante una subida de tensión o un cortocircuito, discontinuando el circuito protegiendo los equipos que lo integren.
- Relé: se refiere a un interruptor o componente que opera eléctricamente; es usado para detener o interrumpir un circuito.
- Tablero de control: en este se encuentran varios dispositivos eléctricos y mecánicos, con los cuales se ejecuta la operación, manejo y control del equipo.

1.4.1.2. Mecánicos

Los componentes mecánicos en un equipo electromecánico son utilizados en su mayoría para la ejecución de la actividad realizada por el equipo. A continuación se describen los componentes mecánicos básicos de un equipo electromecánico.

- Interruptor: es un aparato mecánico de conexión capaz de establecer, tolerar e interrumpir corrientes en un circuito en condiciones normales, incluidas las condiciones especificadas de sobrecarga durante el servicio, y tolerar durante un tiempo determinado corrientes dentro de un circuito en las condiciones anómalas especificadas, como en caso de un cortocircuito.
- Engranaje: rueda o cilindro dentado empleado para transmitir un movimiento giratorio o alternativo desde una parte de una máquina a otra.
- Cojinetes: componentes mecánicos utilizados como puntos de apoyo de ejes y árboles para sostener su peso, guiarlos en su rotación y evitar deslizamientos.
- Ejes: elemento mecánico utilizado para guiar el movimiento de rotación a una pieza o de un conjunto de piezas como un engranaje o una rueda.

1.4.2. Tipos

Hay dos tipos de equipos electromecánicos.

- Domésticos: este tipo de equipos electromecánicos se encuentran constituidos por un solo dispositivo y están presentes en la mayoría de

viviendas en el país. Estos trabajan con la ciencia del electromagnetismo y la mecánica. Entre estos dispositivos se encuentran los timbres y *breakers*.

- Industriales: en esta clase de equipos, se debe realizar un acoplamiento de los diferentes tipos de dispositivos eléctricos como mecánicos, para lograr realizar la aplicación requerida por la industria. Se diferencia del anterior por la potencia requerida y por la diversidad de aplicaciones que se pueden realizar.

1.4.3. Aplicaciones

Las aplicaciones de los equipos electromecánicos variaran dependiendo del tipo de este, como se mencionó en la sección anterior. Se describe a continuación las utilizaciones más comunes en el tipo industrial.

1.4.3.1. Utilizaciones más comunes

- Plantas generadoras de energía eléctrica: se utilizan principalmente en la casa de máquinas de las plantas donde convierten la energía mecánica en energía eléctrica, si el tipo de energía lo requiere. Esto ocurre en los diferentes tipos de generación de energía eléctrica, entre estos se encuentran la eólica, hidráulica, solar, entre otros.
- Automatización industrial: en las diferentes aplicaciones en las industrias, donde se utiliza este equipo es cuando se realiza una automatización, ya que se emplean diversidades de dispositivos eléctricos y mecánicos, para lograr cumplir con aumentar la productividad de la industria.

- Estaciones de telecomunicaciones: se encuentran presentes por el manejo, operación y control de las antenas para lograr una adecuada conexión con la red en la cual trabajan.
- Plantas de tratamiento de aguas: estas plantas por la variedad de motores e instrumentos que utilizan para las mediciones de diversas características del agua, como el flujo, caudal, presión, ph, etc. aprovechan este equipo para el adecuado manejo y control del agua.

1.5. Antena parabólica

Una antena parabólica se caracteriza por utilizar un reflector parabólico y puede utilizarse para transmisión y recepción de señales. Generalmente se utilizan en enlaces de alta frecuencia.

En las antenas parabólicas se aplican las propiedades ópticas de las ondas electromagnéticas. Las propiedades geométricas de la parábola son tales que las ondas emitidas por el alimentador en el foco se reflejan por la parábola en un haz de rayos paralelos al eje de la parábola, de modo que la longitud del trayecto del foco al reflector parabólico hasta la superficie de la abertura que pasa por los bordes de la parábola es la misma para cualquier ángulo.

1.5.1. Definición

Una antena es un dispositivo diseñado con el objetivo de emitir o recibir ondas electromagnéticas hacia el espacio libre. Existen diferentes tipos según la aplicación en la que se utilicen, siendo la de tipo parabólica una de ellas, que se caracteriza por la forma del reflector, moldeado según una figura parabólica.

Estas antenas proporcionan alta ganancia de la señal y trabajan a frecuencias altas y son muy populares para los radios de microondas y enlaces de comunicaciones por satélite.

1.5.2. Tipos

Este tipo de antena tiene la característica fundamental de que las ondas que inciden en la superficie de la antena, dentro de un ángulo determinado, se reflejan e inciden en un punto denominado foco en donde se coloca el detector correspondiente. Las más importantes son:

- Foco primario
- *Offset*
- Cassegrain

1.5.2.1. Antena parabólica de foco primario

La superficie de la antena es un paraboloides de revolución, todas las ondas que inciden paralelamente al eje principal se reflejan y llegan al foco el cual está centrado en el paraboloides. Tiene un rendimiento máximo del 60 % aproximadamente, es decir, de toda la energía que llega a la superficie de la antena, el 60 % llega al foco y se aprovecha el resto como no llega al foco se pierde.

La antena parabólica es menos sensible a pequeñas desviaciones y es más fácil recibir señales fuera de la huella normal de cobertura. Sin embargo, debido al menor ángulo de anchura del haz la antena debe montarse con mayor precisión que una antena offset normal.

Figura 6. **Antena parabólica de foco primario**



Fuente: elaboración propia.

1.5.2.2. **Antena parabólica *offset***

Este tipo de antena posee el foco desplazado hacia abajo, de tal forma que queda fuera de la superficie de la antena. Debido a esto, el rendimiento es algo mayor que en la de foco primario y llega a ser de un 70 % o mayor.

No es de forma parabólica sino una sección de un reflector paraboloidal de forma oval. El punto focal no está montado en el centro del plato, sino a un lado del mismo (*offset*).

Figura 7. **Antena parabólica *offset***



Fuente: elaboración propia.

1.5.2.3. Antena parabólica Cassegrain

Es similar a la de foco primario pero posee dos reflectores. El mayor apunta al lugar de recepción, y las ondas al chocar, se reflejan y van al foco donde está el reflector menor; al chocar las ondas, van al foco último, donde estará colocado el detector. Se suelen utilizar en antenas muy grandes, donde es difícil llegar al foco para el mantenimiento de la antena.

Figura 8. Antena parabólica Cassegrain



Fuente: elaboración propia.

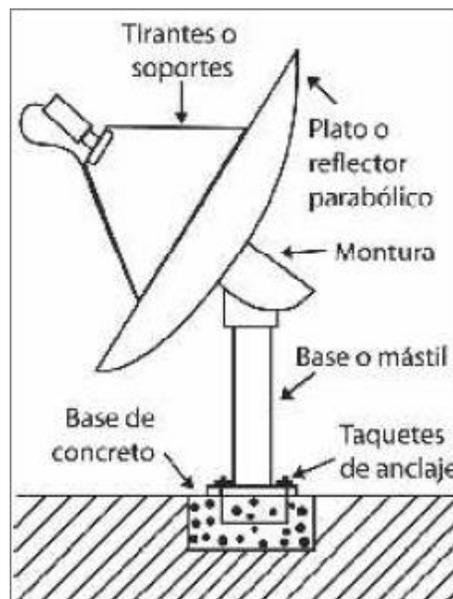
1.5.3. Partes de una antena

Una antena parabólica tiene partes que permiten que funcione correctamente, las cuales son:

- Tirantes o soportes
- Plato o reflector parabólico
- Montura

- Base o mástil
- Base de concreto
- Taquetes de anclaje

Figura 9. Partes de una antena parabólica



Fuente: <http://edusat.ilce.edu.mx/edusat.asp?id=2725>. [Consulta: 15 de noviembre de 2014].

- Tirantes o soportes: sirven para sujetar a la base el LNB (Bloque Amplificador de Bajo Ruido) y el amplificador de potencia. Permite mantener la distancia que existe entre el punto focal del LNB y el centro del plato de la antena parabólica; este punto focal es el punto de incidencia donde se concentra la señal recibida del satélite.
- Plato o reflector parabólico: elemento principal de una antena parabólica, si este se encuentra dañado o se excluye será imposible recibir la señal

proveniente del satélite. Para facilitar el manejo del plato, en ocasiones se secciona en pétalos.

- Montura: elemento de gran precisión con los que cuenta la antena, permite realizar movimientos para la orientación horizontal (azimut) y vertical (elevación), necesarios para la recepción de la señal; además proporciona la unión entre el plato y la base.
- Base o mástil: estructura que soporta y sujeta a la antena parabólica, la mantiene rígida y libre de movimientos que alteren su orientación correcta hacia el satélite. Aún expuesta a la lluvia o fuertes vientos, la base debe soportar el peso de todos los elementos de la antena ya orientada.
- Taquetes y tornillería: estos accesorios son importantes, ya que permiten sujetar todos los elementos que componen la antena.
- Base de concreto: es una superficie sólida y estable para montar la antena y se tiene que construir totalmente de concreto y varilla (no de mortero, ladrillo o bovedilla). Se puede colocar en pisos o azoteas.

1.5.4. Aplicaciones

La principal aplicación de las antenas es sin duda la transmisión de información, independientemente del tipo de esta: comunicaciones telefónicas, transferencia de datos entre redes de ordenadores, canales de televisión, información meteorológica, etc.

2. SITUACIÓN ACTUAL

El sistema objeto de este estudio es una antena parabólica del tipo Cassegrain de 5,5 metros de diámetro, que opera en la banda satelital de frecuencias Ku. Debido a su peso y tamaño se requirió instalarla en una base de concreto capaz de soportarla adecuadamente y mantenerla estable ante la presión del viento o la carga de precipitaciones como la lluvia o arena. Por ser una estructura compuesta por múltiples segmentos y por la precisión que exige su funcionamiento, el procedimiento de armado se efectúa como primera etapa y posteriormente se traslada a lugar de operación mediante el uso de una grúa.

Como segunda etapa se verifica la integridad y respuesta de los diferentes componentes. Una tercera etapa implica interconectar los diversos subsistemas que incluyen el alimentador, el transmisor de potencia, los motores de posición, el convertidor de subida, el convertidor de bajada, los sensores de posición; y el cableado correspondiente a la conducción de señal, de señales de los sensores y de suministro de energía eléctrica. La cuarta etapa involucra efectuar pruebas de radiación de la señal y medición de los niveles de potencia de transmisión y recepción, hasta la aprobación por parte del operador satelital que suministra las facilidades de espectro espacial.

En la última etapa se configuran los componentes según las especificaciones dictadas por el diseño de la red. Los parámetros relevantes son la frecuencia de operación de los diferentes equipos; sus niveles de potencia y los valores de umbral permitidos antes de generar una alarma.

Una antena de este tipo puede orientarse a diferentes satélites, y como estos se encuentran en posiciones orbitales diferentes se requiere disponer de un mecanismo de posición que permita variar el valor del ángulo de operación en sus diferentes ejes. Algunas antenas se ajustan manualmente, pero en las de gran tamaño el movimiento requiere gran esfuerzo físico y no se obtienen tan fácilmente los movimientos de ajuste fino, dificultando la aprobación para la puesta en servicio.

Para antenas de diámetro de 3.7 metros o mayor, una de las pruebas requeridas para garantizar la emisión adecuada de la señal es transmitir una señal de prueba y efectuar un movimiento continuo, a velocidad constante, en todo el ángulo permitido de azimut y otro en el ángulo de elevación, maniobras que manualmente representan un alto grado de complicación. Los movimientos son de baja velocidad en virtud de los mecanismos de reducción de velocidad dispuestos en los motores. Con los datos obtenidos, el operador satelital genera una gráfica que registra el cumplimiento de los parámetros que permiten transmitir sin provocar alteraciones a las señales de otros usuarios del satélite o satélites adyacentes.

Por ello, disponer, como en este caso, de un mecanismo motorizado que permite movimientos independientes brinda gran versatilidad en la operación de este tipo de infraestructuras, agiliza las maniobras y por ende facilita la aprobación final para su operación. Para evitar daños a la antena, el área circundante a la misma debe estar libre de obstáculos; asimismo, la trayectoria de la señal debe estar despejada, requiriéndose disponer de línea vista hacia el satélite. Esto último aplica tanto para las estaciones principales como para las de las estaciones remotas.

Figura 10. **Antena principal**



Fuente: elaboración propia.

2.1. Descripción del equipo electromecánico

La empresa utiliza equipo electromecánico con la función de movilización de la antena principal. Este se divide en componentes eléctricos y componentes mecánicos, los cuales se describen a continuación.

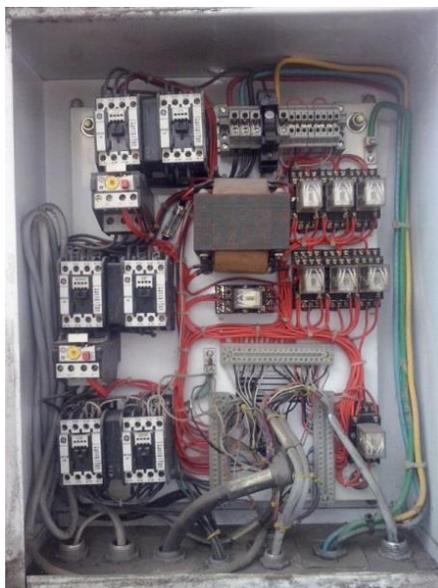
2.1.1. Componentes eléctricos

Los componentes eléctricos utilizan energía eléctrica alterándola, ya sea por transformación, amplificación, reducción o interrupción. Los componentes eléctricos que utiliza la empresa son:

2.1.1.1. Tablero externo de control

Cada movimiento necesario puede efectuarse mediante la activación del motor correspondiente. Se dispone de dos paneles de control de los motores, uno ubicado en el interior de la sala de control y el otro localizado convenientemente en la base de la antena, en el interior de una caja de registro de intemperie. Existe un contactor que maneja cada uno de los motores, y los movimientos que se ejecutan a pesar de ser lentos por los mecanismos de reducción de velocidad, deben ser controlados para evitar inconvenientes con la estructura del reflector. La alimentación eléctrica de los motores es trifásica de 220 VCA.

Figura 11. **Tablero externo de control**



Fuente: elaboración propia.

2.1.1.2. Tablero interno de control

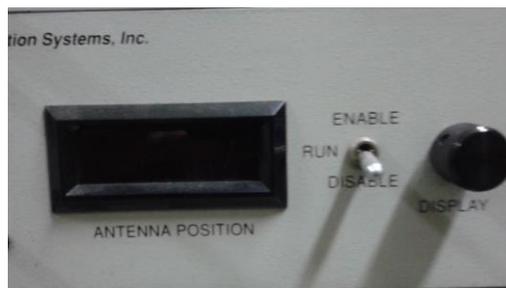
También permite el control y el manejo de los 3 movimientos de la antena. Además posee un indicador lumínico que indica el valor del ángulo según la posición que se encuentra. Este ángulo se puede tomar como referencia de la posición operativa en el caso de requerirse llevar la antena a posición de mantenimiento y su posterior retorno a posición de trabajo. En conjunto se permite activar la función de cada motor independientemente mediante el pulsador correspondiente.

Figura 12. Tablero interno de control



Fuente: elaboración propia.

Figura 13. Controlador de posición de la antena



Fuente: elaboración propia.

2.1.1.3. Tablero eléctrico

Este es el que permite la distribución de la energía eléctrica a los diferentes componentes de la antena y equipos auxiliares. Está compuesto por interruptores termomagnéticos (*breakers*) de diferentes capacidades dependiendo de la corriente que debe suministrar a cada tipo de circuito. Estos están identificados con referencia al circuito y equipos que alimentan. Algunos de los componentes auxiliares requieren alimentación de 110 VAC mientras que otros utilizan 220 VAC.

Figura 14. Tablero eléctrico



Fuente: elaboración propia.

2.1.1.4. Pararrayos de Faraday

Puesto que la antena está expuesta a condiciones ambientales y por la altura que posee en su parte superior, por razones de seguridad tanto para los equipos como del capital humano, esta debe poseer una protección contra los efectos de las descargas electroatmosféricas que se puedan presentar. Este dispositivo es un pararrayos, cuya función es conducir el rayo hacia la tierra a través de un camino preferencial de baja impedancia, donde se disipa la energía del rayo de forma segura y eficaz, sin dañar las instalaciones, los equipos ni a las personas.

Existen diferentes tipos de pararrayos, y aquí se utiliza el sistema de Faraday que está constituido por varios electrodos de captación o puntas de Franklin, las cuales se instalan en las partes más elevadas de la estructura. Su función es atraer los rayos para evitar que estos caigan en lugares en los que puedan hacer daño. Hay que hacer notar que los equipos de telecomunicaciones son sensibles a las sobretensiones que se presentan ante la ocurrencia de un rayo, pudiendo dañarse ante la presencia de estas.

Las puntas de Franklin se conectan mediante conductores de calibre adecuado a un gran conductor de bajada diseñado para soportar y conducir las altas corrientes que se generan. Este termina en una malla compuesta por diferentes electrodos de puesta a tierra e interconectados eléctricamente. Estos son los que finalmente efectúan la descarga de la energía en el suelo.

Figura 15. **Punta de Faraday**



Fuente: elaboración propia.

Figura 16. **Punta de Faraday en el subreflector**



Fuente: elaboración propia.

2.1.1.5. Sensores de posición

Estos dispositivos son los encargados de delimitar el movimiento de la antena en sus 3 ejes, es decir, establecen los límites mínimo y máximo de la posición de la antena; cuando alguno de esos valores se alcanza se genera una señal que inhibe el movimiento del motor correspondiente.

2.1.2. Componentes mecánicos

Los componentes mecánicos son dispositivos o elementos que tienen como función específica transformar o transmitir el movimiento desde las fuentes que lo generan, al transformar distintos tipos de energía. Los componentes mecánicos que se utilizan en la empresa son:

2.1.2.1. Motores

Existe un motor para cada uno de los movimientos de la antena, siendo estos:

Azimut: movimiento sobre un eje vertical. El valor del ángulo se establece mediante una brújula o con la escala que trae dispuesta la base de algunas antenas. Posee un mecanismo de reducción de velocidad, así como ejes actuadores para la ejecución de los movimientos. La antena permite un movimiento de 360 grados continuos.

Figura 17. **Motor para movimiento en azimut**



Fuente: elaboración propia.

Figura 18. **Brújula para determinación del ángulo de azimut**



Fuente: elaboración propia.

Elevación: movimiento sobre un eje horizontal. El valor del ángulo se establece mediante un inclinómetro o una pequeña escala en la base de la antena. También posee un mecanismo de reducción de velocidad y un eje actuador. La antena permite un movimiento de 5 a 90 grados continuos.

Figura 19. **Motor para movimiento de elevación**



Fuente: elaboración propia.

Figura 20. **Inclinómetro para determinación del ángulo de elevación**



Fuente: elaboración propia.

Polarización: este movimiento también se ejecuta sobre un eje horizontal, pero a diferencia de los anteriores no afecta la posición de la antena como tal sino solamente la posición del alimentador de la señal, el cual define la trayectoria del vector de propagación de la señal de radiofrecuencia. En consecuencia, este es de menor potencia que los anteriores. Utiliza una rueda dentada y cadena para transmitir los movimientos al eje del alimentador permitiéndole un movimiento de ± 90 grados.

Figura 21. **Motor para movimiento de polarización**



Fuente: elaboración propia.

2.2. Antecedentes de la antena y el equipo electromecánico

La antena principal se instaló en el año de 1999 por la empresa Gilat, proveedora de la misma, para su montaje y armado, se utilizaron los procedimientos dictados por el manual del fabricante y se efectuaron las pruebas preliminares necesarias para solicitar la aprobación del proveedor del segmento satelital en el que se operan los diferentes servicios de telecomunicaciones que se ofrecen. Por ser un equipamiento expuesto a las condiciones del ambiente, es susceptible a sufrir alteraciones de diferente índole, habiendo ocurrido en el pasado algunos incidentes que afectan su buen funcionamiento y que han obligado a que se efectúen los movimientos que

permitan llevarla a la posición de mantenimiento para corregir las anomalías que se presentaron.

2.3. Antecedentes de fallas

Una falla es una situación indeseable en cualquier entorno o sistema. En el caso de una antena parabólica pueden darse en su infraestructura o en su sistema secundario; los efectos de una falla pueden ser: distorsión, atenuación o pérdida de señal o bien emisiones radioeléctricas a un destino inesperado.

2.3.1. Tipos

Las fallas presentadas en el equipo investigado son:

- Eléctricas
- Mecánicas

2.3.1.1. Eléctricas

Se han dado un par de casos de corrosión en algunos cables de alimentación en el tablero eléctrico, los cuales han sido sustituidos para evitar afectaciones posteriores.

Sin embargo, las fallas más recurrentes han sido originadas por perforación en la membrana que resguarda la guía de onda del alimentador, la cual debe evitar que penetre el agua, el polvo y otros contaminantes que de estar presentes en esta parte afectarán los niveles de señal tanto de la recepción como de la transmisión. Al ocurrir el daño en la época de invierno, las tareas de reparación se complican en virtud de que para trabajar en esta

área, debe evitarse la filtración del agua o humedad, elementos que inciden negativamente en el nivel de potencia de la señal.

Las ocasiones de ocurrencia de esta anomalía han sido provocadas por caída de proyectiles en la misma o por aves que buscan un lugar adecuado para anidar, encontrando en este una posición resguardada con el único trabajo de romper el protector, con la consiguiente afectación a los servicios. En ambos casos el problema es que la membrana al estar rota debe sustituirse. El material que se utiliza para la reparación de la misma es teflón. Estos trabajos requieren mover el reflector a una posición adecuada para el buen desarrollo de la actividad, ya que se requiere intervenir en diferentes partes internas en búsqueda del alcance de la filtración de agua o contaminantes, para lo cual se emplea un periodo de tiempo o ventana de mantenimiento que se puede extender por varias horas.

Figura 22. **Membrana rota por anomalía de proyectil**



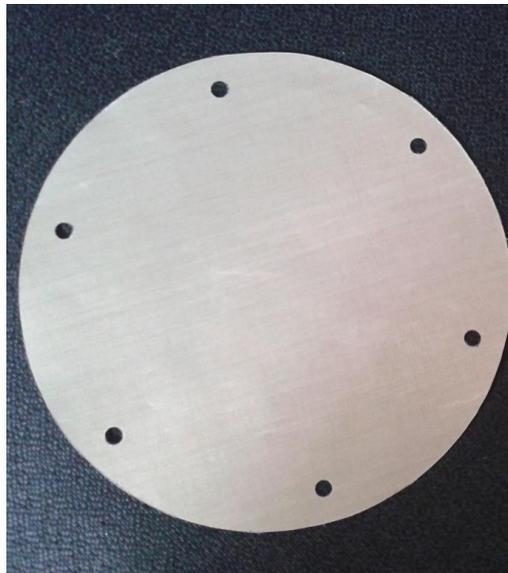
Fuente: elaboración propia.

Figura 23. **Membrana rota por un ave**



Fuente: elaboración propia.

Figura 24. **Membrana nueva de la guía de onda del alimentador**



Fuente: elaboración propia.

Durante este tiempo, se debe desconectar la alimentación eléctrica de los transmisores para evitar exponer al personal técnico a las radiaciones, así como evitar transmitir señales hacia otros satélites localizados en otras ubicaciones.

2.3.1.2. Mecánicas

La estructura de la antena y la sección de los equipos electromecánicos poseen puntos para aplicación de lubricantes, procedimiento que se debe efectuar con cierta periodicidad, procedimiento que se ha omitido y provoca rigidez en las partes y dificultad para efectuar movimientos cuando se necesita. Además, esto provocó que una de las cadenas activada por el motor de polarización se oxidara, limitando el movimiento de esta, lo que al final la llevó a su rotura.

2.3.2. Frecuencia

Aunque las fallas no siguen estrictamente un patrón o secuencia en cuanto a su ocurrencia, considerándose que suceden semanalmente, aunque no necesariamente son situaciones repetitivas, pudiendo presentarse alternativamente las de tipo mecánico o eléctrico. También se han presentado situaciones esporádicas, como la precipitación de arena volcánica que alcanza la superficie de la antena, acumulándose y obligando a mover la misma para su remoción, en virtud de la atenuación de señal que provoca, así como el incremento de peso del sistema completo.

2.4. Programa actual de administración

Actualmente no se posee un adecuado programa de administración y control del mantenimiento de la antena. En ocasiones, a solicitud del proveedor

del segmento satelital y por procedimientos de rutina, solicitan efectuar una revisión de la operación de la antena, y efectuar los ajustes de posición necesarios cuando los valores requeridos de los parámetros presentan alguna variación que a criterio de ellos debe corregirse.

2.5. Controles ejecutados actualmente

Para una antena de telecomunicaciones, los controles que deben efectuarse están encaminados a determinar en qué medida se cumplen los requerimientos de la operación, ya sea en cuanto a niveles de potencia como en la calidad de las señales transmitidas o recibidas.

2.5.1. Tipos

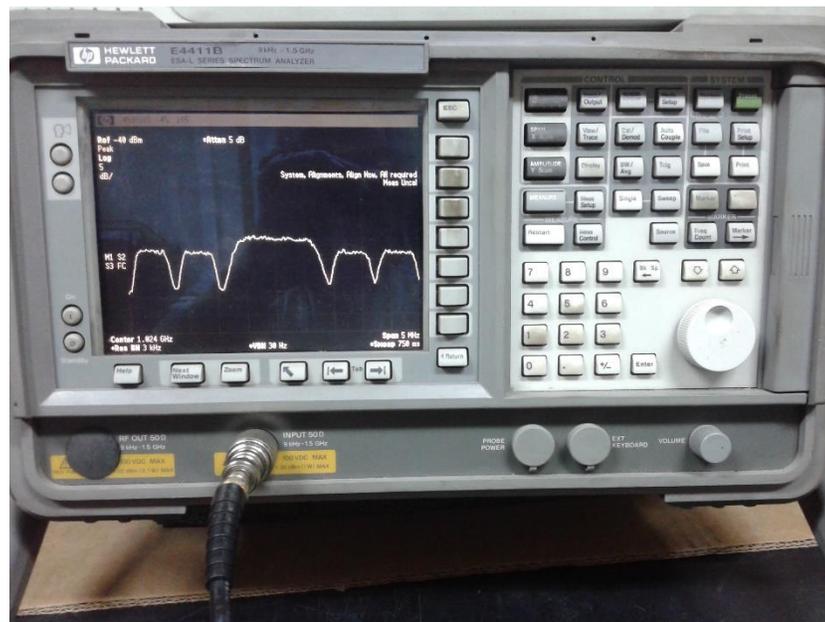
El operador satelital que brinda las facilidades de espectro para la operación de la red satelital de telecomunicaciones supervisa y monitorea constantemente el cumplimiento de los parámetros de diseño establecidos para la operación correcta de la red. En caso de incumplir alguno de ellos, envían un requerimiento para que se corrija lo que se encuentre fuera de valores. Una de las formas en que ellos evalúan es verificando que el nivel de aislamiento entre la señal de la polaridad de trabajo tenga al menos 35 dB de aislamiento con relación a la polaridad ortogonal de la misma. Valores inferiores a este requieren que se efectúen las maniobras correctivas necesarias para alcanzar al menos dicho valor.

2.5.1.1. Indicadores

Localmente, con la ayuda de un analizador de espectro se verifican los niveles de potencia tanto de las señales que se transmiten desde la antena

como las que se reciben en la misma, provenientes de las antenas ubicadas en estaciones remotas. Estos valores indican una condición normal o anormal según sea el nivel de potencia.

Figura 25. **Analizador de espectro**



Fuente: elaboración propia.

3. PROPUESTA PARA LA ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DEL EQUIPO ELECTROMECAÍNICO

La propuesta siguiente se realiza con el fin de lograr una adecuada administración que permita lograr el cumplimiento de los establecidos. Por lo tanto esta seguirá las siguientes fases:

- Planeación
- Organización
- Dirección
- Control

Estas se presentan con mayor detalle a continuación:

3.1. Fase de planeación

La planeación es la parte más importante de la administración, ya que si no hay ningún plan, por ende no habrá nada que organizar, dirigir y controlar; por lo que no existirá administración como tal, por lo tanto, la planeación empieza con el deseo de alcanzar un objetivo; a continuación se deben considerar todas las limitaciones o restricciones para llevarlo a cabo. Esto da origen a las políticas a seguir, los métodos a utilizar, es decir, procedimientos que se seguirán. Una vez definido lo anterior, se procede a elaborar programas en donde se considera el tiempo que cada tarea requerirá, y por último, los presupuestos, que permiten en una primera etapa de control ver la efectividad del proceso administrativo.

En esta fase se desarrollarán los procedimientos para cada una de las partes y de la antena. Los mismos se muestran a continuación:

- Inspección del área de trabajo
- Limpieza externa del equipo
- Inspección externa del equipo
- Inspección interna del equipo
- Lubricación y engrase
- Reemplazo de partes
- Ajuste y calibración
- Pruebas de funcionamiento

Es de considerar que la empresa tiene asignado en el presupuesto anual, para efectos de las actividades de administración y control de la antena, una cantidad de Q.20 000,00 (veinte mil quetzales con 0/100). Este programa se realizará dependiendo de la exigencia de los procedimientos que se detallan posteriormente.

3.1.1. Equipo electromecánico

El equipo electromecánico debe tener una fase de planeación donde se describan todos los pasos que se deben seguir para el buen funcionamiento del mismo, por lo que a continuación se describen los pasos para cada una de las partes del equipo.

3.1.1.1. Eléctrico

En la fase de planeación para el buen funcionamiento del equipo eléctrico se deben seguir los siguientes pasos para los diferentes componentes que son:

3.1.1.1.1. Motores

Se proseguirá el esquema antes mencionado para el procedimiento en los motores eléctricos; conviene mencionar las partes de un motor, según la siguiente imagen:

Figura 26. **Constitución de un motor eléctrico trifásico**



Fuente: *Manual de instalación de motores BALDOR de Teléfonos del Norte*. p. 6.

- Inspección del área de trabajo: este procedimiento se ejecutará semanalmente. En esta etapa, el técnico encargado evaluará aspectos ambientales como precipitaciones; altas y bajas temperaturas ambientales; ocurrencias ambientales extrañas, como arena volcánica. Además de ello evaluará la ventilación, vibraciones y ruidos extraños, si los hubiera.

- Limpieza externa del equipo: este procedimiento se programará mensualmente. En esta etapa el técnico encargado, deberá eliminar la suciedad, desechos, polvo y moho utilizando escobas o paños limpios de algodón. Si el polvo no es abrasivo se puede utilizar un soplete de aire comprimido, desplazando toda la suciedad en las dos tapaderas y eliminando todo el acumulo de polvo en las aletas del ventilador.

Además, se deberá realizar una limpieza en el área de conexiones del motor, para que estos agentes no afecten e incidan en fallas posteriores.

En el caso de limpiar residuos de aceites o grasas en el equipo, estos pueden ser eliminados con trapos o *wipe* empapado en solventes adecuados.

- Inspección externa del equipo: este procedimiento se programará mensualmente en conjunto con la limpieza. En esta etapa el técnico encargado deberá realizar una evaluación visual externa del motor, verificando el estado de sus partes visibles como:
 - o Aspecto físico general y sus partes: golpes, corrosión, daño físico, entre otros.
 - o Componentes mecánicos: desgaste de piezas (anillos y ventilador), tornillos, tapas y bases.
 - o Componentes eléctricos: enchufes, alambres, interruptores portafusible, entre otros.

Para ello se deberán realizar las verificaciones necesarias con las herramientas adecuadas, entre ellas, destornilladores, llaves, copas, multímetro, etc. Además se debe verificar el estado de los aislamientos externos si los hubiera.

- Inspección interna del equipo: este procedimiento se programara semestralmente. Para realizar este procedimiento, como los posteriores, se deben seguir los siguientes pasos.
 - o Desconectar el motor del centro de control.
 - o Desconectar la alimentación eléctrica.
 - o Desacoplar de otros equipos en caso de estar acoplado.
 - o Desmontar y transportar al taller o sitio adecuado para realizar este procedimiento.
 - o Desarmar el motor.
 - o Realizar la limpieza adecuada de las diferentes partes.
 - o Inspección de las diferentes partes del equipo.
 - o Reemplazo de las partes.
 - o Procedimiento a realizar.
 - o Proceder al montaje.
 - o Alinear el motor con el equipo de acople mecánico correspondiente.
 - o Realizar las conexiones eléctricas.
 - o Comprobar el sentido de giro del motor.
 - o Inicio de labor.

Posterior al desarme del motor se deberá efectuar una limpieza en este, donde el técnico debe realizar lo que a continuación se describe.

- Limpieza en las bobinas sucias con un pincel o escobilla: se debe usar un trapo humedecido con alcohol o con solventes adecuados para remover grasa, aceite y otras suciedades que estén adheridas sobre las bobinas. Luego se debe secar con aire seco.
 - o Circular aire comprimido por entre los canales de ventilación en el paquete de chapas del estator, rotor y soportes.
 - o Limpiar el interior de las cajas de conexión y de los anillos.
 - o Medir la resistencia del aislamiento.
 - o Limpiar el conjunto escobas/portaescobas.

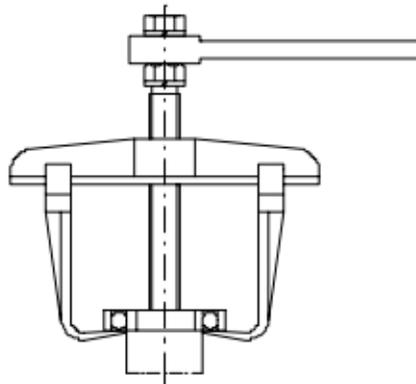
En caso de que el motor posea filtros en la entrada y la salida de aire, estos deberán ser limpiados con aire comprimido. Si existe una polvareda de difícil limpieza debe lavarse en agua fría con un detergente neutro y secarlo en la posición horizontal.

Posterior a la limpieza del área interna se realizara el procedimiento de la inspección interna. El técnico encargado deberá revisar el estado de todas las partes, con el fin de detectar signos de corrosión, desgaste, sobrecalentamientos, roturas, fugas, partes faltantes o vibraciones. Esto se deberá realizar a los componentes mecánicos y eléctricos, con la ayuda de las herramientas adecuadas al caso.

- Reemplazo de partes: este procedimiento no puede ser programado. Será resultado de la inspección interna o externa, cuando esta confirme la necesidad de reemplazo de una parte. Comúnmente se debe a casos de desgaste, rotura o tiempo de trabajo.

Las partes que en la mayoría de casos se deben reemplazar son los cojinetes o rodamientos. Para realizar el remplazo, este se debe desmontar usando la herramienta adecuada, es recomendable un extractor de rodamientos con 3 garras.

Figura 27. **Extractor de rodamientos de 3 garras**



Fuente: Fuente: *Manual de instalación de motores BALDOR de Teléfonos del Norte S. A.*
p. 29.

Las garras del extractor deberán ser aplicadas sobre la superficie lateral del anillo al ser desmontado o sobre una pieza adyacente. Es esencial que el montaje de los rodamientos sea efectuado en condiciones de rigurosa limpieza y por el técnico encargado, para asegurar un buen funcionamiento y evitar daños. El rodamiento nuevo solamente deberá ser retirado de su embalaje en el momento de ser montado. Antes de la colocación de este, será necesario corregir cualquier señal de rebaba o golpes en el asiento del rodamiento del eje. Los rodamientos no pueden recibir golpes directos durante el montaje.

Es recomendable que el rodamiento nuevo sea calentado (calentamiento inductivo), ya que a partir de la dilatación del anillo interno se facilitara el montaje. El apoyo para prensar el rodamiento debe ser aplicado sobre el anillo interno.

- Lubricación y engrase: este procedimiento se programará semestralmente, aunque es de tomar en cuenta las recomendaciones prescritas a continuación.

Los motores de la antena principal son provistos con grasa Polirex EM de Exxon Mobil o Dolium BRB de Shell Oil, suficiente para el periodo de funcionamiento indicado en la hoja de datos y en la placa de identificación de los rodamientos.

Los intervalos de lubricación, cantidad de grasa y los rodamientos usados en estos motores están indicados en la hoja de especificaciones del motor, la que se encuentra en los documentos del área técnica.

Es recomendable que, si el motor ha permanecido en *stock* (no utilizado) debe ser relubricado cada 6 meses. Todos los meses se debe girar el eje algunas vueltas para homogeneizar la grasa, para que esta no se solidifique.

Es importante que se haga una lubricación adecuada al motor. Es decir, aplicar una grasa correcta y en la cantidad indicada anteriormente, ya que tanto una lubricación deficiente como una lubricación en exceso, provocan efectos perjudiciales. Además, es recomendable evitar la compatibilidad de grasas o aceites ya que ocasionalmente constituyen uno de los principales problemas en los motores. Por lo tanto, para evitar esto se realiza una buena práctica de lubricación, la que consiste en introducir una nueva grasa en el equipamiento,

eliminándose por completo la grasa vieja y limpiando perfectamente la parte que se desea lubricar.

Cuando se aplica una lubricación en exceso se ocasiona un aumento de temperatura, debido a la gran resistencia que ofrece al movimiento de las partes rotativas y principalmente debido a la licuación de la grasa, la cual acaba por perder completamente sus características de lubricación. Esto puede provocar que la grasa penetre al interior del motor depositándose sobre las bobinas, anillas colectoras y escobas.

- Ajuste y calibración: este procedimiento se programará posteriormente a una inspección o reemplazo de una parte. En esta etapa, el técnico encargado deberá realizar posteriormente a la inspección o reemplazo de una parte las pruebas necesarias, basadas en los manuales de los equipos o por su experiencia para certificar el correcto funcionamiento.

Uno de los principales ajustes que se debe realizar a todo motor eléctrico es el juego axial, el cual indicara la libre rotación del motor. Este será determinado entre el rotor y el eje con todo cuidado. El técnico lo determina con un indicador de carátula montado en la tapa o escudo lateral. La lectura debe ser la especificada por el fabricante.

El juego axial correcto es crítico, porque conforme se expande el eje durante el funcionamiento debe tener suficiente espacio para que no ocurra forzamiento, lo que podría reducir la duración de los cojinetes. Todos los motores poseen un valor de juego axial, que puede estar en el intervalo de 0,8 a 1,6 mm (1/32 a 1/16 pulg). Entre las principales causas del juego axial excesivo y dañino se incluyen cojinetes o alojamientos de cojinetes gastados,

eje gastado o deformado, o contaminantes que pueden causar forzamiento o desgaste y al final juego axial excesivo, en ese orden.

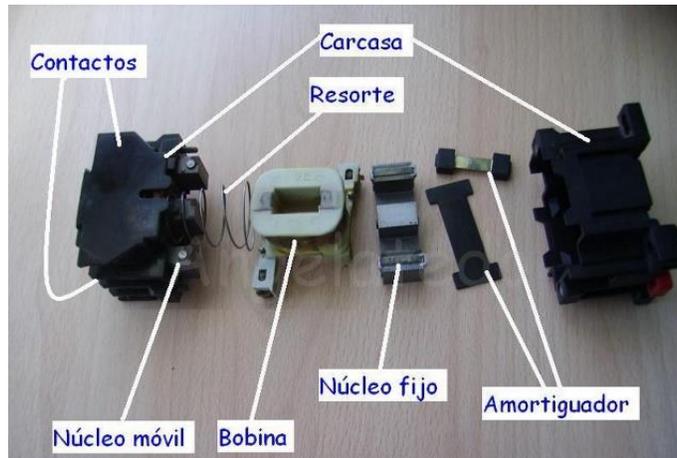
Con el motor en funcionamiento normal suele ser difícil detectar el juego axial, al menos que sea excesivo. Si se sospecha que lo hay, debe recurrirse a un experto en el tema, ya que se requiere de un análisis detenido del problema o recurrir al cambio del motor.

- Pruebas de funcionamiento: este procedimiento se programará posteriormente a una inspección o reemplazo de una parte. En esta etapa el técnico encargado deberá realizar las pruebas con el motor, tanto de funcionalidad como sentido de giro. Luego de las pruebas el motor deberá ser acoplado de nuevo en la antena. Se deberá realizar estas pruebas con sus supervisores, para que en conjunto den la aprobación del buen funcionamiento del equipo.

3.1.1.1.2. Controladores

Cabe mencionar que los controladores son varios contactores y algunos instrumentos de medición de posición en un tablero eléctrico, con los cuales se gestiona el movimiento de los diferentes motores, y por lo tanto, de la antena. Como referencia en la siguiente imagen se muestran las partes de un contactor.

Figura 28. Partes de contactor



Fuente: elaboración propia.

- Inspección de los tableros externo e interno: este procedimiento se ejecutará semanalmente. En esta etapa, el técnico encargado evaluará aspectos ambientales a los que estará expuesto el tablero externo, como precipitaciones; altas y bajas temperaturas ambientales; ocurrencias ambientales extrañas, como arena volcánica. Además de ello evaluará la ventilación, ruidos extraños, si los hubiera, esto para el tablero externo e interno.
- Limpieza externa del equipo: este procedimiento se programará mensualmente. En esta etapa el técnico encargado, deberá eliminar la suciedad, desechos, polvo y moho utilizando escobas, paños limpios de algodón o pinceles. Cuando el polvo se acumule en grandes cantidades, y además no sea abrasivo, se puede utilizar un soplete de aire comprimido.

Esta limpieza es importante, ya que el polvo no solo puede impedir el funcionamiento normal de los contactores, sino que puede ocasionar cortocircuitos cuando contiene partículas conductoras y se deposita entre puntos de diferente potencial.

En el caso de limpiar residuos de aceites o grasas en el equipo, estos pueden ser eliminados con trapos o wipe embebidos en tetracloruro de carbono u otro solvente adecuado.

- Inspección externa del equipo: este procedimiento se programará mensualmente en conjunto con la limpieza. En esta etapa el técnico encargado deberá realizar una evaluación visual externa del contactor, verificando su aspecto físico, corrosión en sus piezas metálicas, daño físico por golpes, entre otros. Además deberá verificar la libertad de movimiento de las piezas móviles (que no se enganchen o se peguen) y las conexiones en las terminales de contacto con los conductores. También se deberá proteger de la corrosión las piezas metálicas, como las terminales de conexión.

Un punto de suma importancia en esta inspección es la verificación de sobrecalentamientos, que se logra identificar por la decoloración de las partes, aislamiento quemado u olor típico. Comúnmente es causado por alta resistencia en la superficie de contacto de las puntas móviles con las fijas.

- Inspección interna del equipo: este procedimiento se programará semestralmente. Para realizar este procedimiento, como los posteriores, se debe seguir los siguientes pasos:

- Desconectar la alimentación eléctrica: desacoplar de otros equipos en caso de estar acoplado; desmontar y transportar al taller o sitio adecuado para realizar este procedimiento
 - o Desarmar el contactor.
 - o Realizar la limpieza adecuada de las diferentes partes.
 - o Procedimiento a realizar (inspección y limpieza interna, reemplazo de partes).
 - o Proceder al montaje.
 - o Comprobar su funcionamiento correcto.
 - o Acoplar a los otros equipos, en caso de estar acoplado y luego realizar las conexiones eléctricas.
 - o Inicio de labor.

Posteriormente al desarme del contactor, se deberá realizar una limpieza por el técnico encargado, en las bobinas de contactos, muelle o resorte de retorno, martillo, culatas, amortiguador y el electroimán. Se empleará un pincel o escobilla para remover el polvo. Se debe usar un trapo humedecido con alcohol o con solventes adecuados para remover grasa, aceite y otras suciedades que estén adheridos a estas piezas. Luego se debe secar con aire seco.

Es recomendable, al utilizar una solución para remover grasas o aceites, no empapar la bobina. De esta solución únicamente se deberá utilizar la cantidad suficiente para ablandar la grasa y removerla de manera sencilla.

Posterior a la limpieza del área interna, se realizará el procedimiento de la inspección interna. El técnico encargado deberá realizar una revisión del estado de todas las partes, con el fin de detectar signos de corrosión, desgaste,

sobrecalentamientos, roturas, presión de contacto, partes faltantes, conexiones flojas. Esto se deberá realizar a los componentes mecánicos y eléctricos, con la ayuda de las herramientas adecuadas al caso.

Ya que es común encontrar recalentamiento o corrosión en las puntas de los contactos, se debe utilizar lija fina en estos puntos realizando un proceso de lijado, suficiente para removerlo. Esto se debe a que el cobre se oxida con mayor velocidad a temperaturas altas y lentamente a la temperatura ambiente.

- Reemplazo de partes: este procedimiento no puede ser programado; será resultado de la inspección interna o externa, cuando esta confirme la necesidad de reemplazo de una parte. Comúnmente se debe a casos de desgaste, rotura, corrosión excesiva o tiempo de trabajo.

Las partes que en la mayoría de casos se deben reemplazar son las terminales de fijación de los conductores; comúnmente son tornillos que se deberán reemplazar por otros de su misma medida.

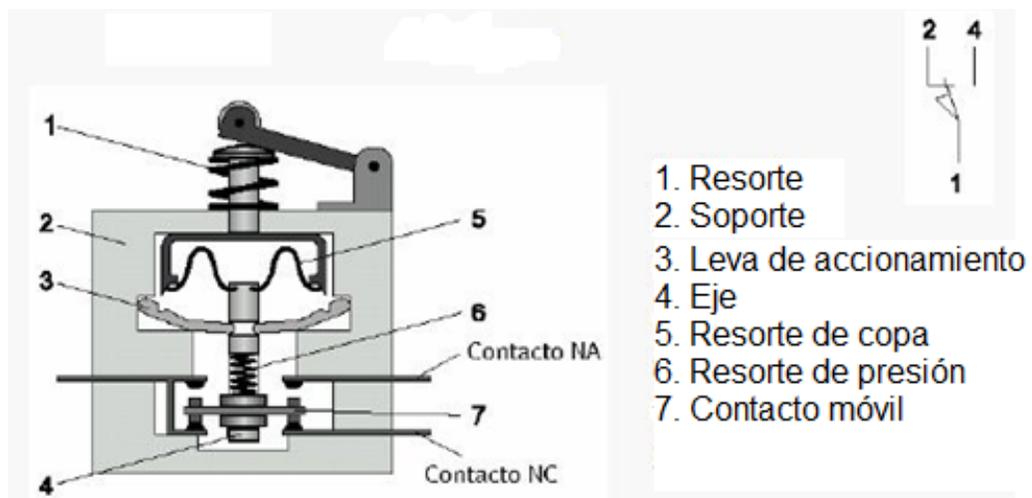
- Lubricación y engrase: este procedimiento se programará semestralmente; en esta etapa el técnico encargado deberá lubricar todo acoplamiento mecánico y el muelle o resorte de retorno, con aceite y un pincel. El uso del pincel, es por seguridad de no empapar las bobinas y el electroimán.
- Ajuste y calibración: este procedimiento se programará posteriormente a una inspección o reemplazo de una parte. En esta etapa el técnico encargado deberá realizar las pruebas necesarias de conducción eléctrica por las diferentes líneas de contactos. Estas pruebas están basadas en los manuales de estos o por la experiencia del técnico.

- Pruebas de funcionamiento: este procedimiento se programará posteriormente a una inspección o reemplazo de una parte. En esta etapa el técnico encargado deberá realizar las pruebas de calibración, como de funcionalidad. Luego de las pruebas, el contactor deberá ser acoplado de nuevo en el tablero de control correspondiente. Se deberá realizar estas pruebas con sus supervisores, para que en conjunto den la aprobación del buen funcionamiento del equipo.

3.1.1.1.3. Sensores

Los sensores que se utilizan en este equipo son los llamados final de carrera, con los cuales se determina la posición de la antena. Como referencia, en la siguiente imagen se muestran las partes de un sensor de final de carrera.

Figura 29. Partes de un sensor de final de carrera



Fuente: *Manual de procedimientos de instalación de Teléfonos del Norte S. A.* p. 12.

- Inspección del área de trabajo: este procedimiento se ejecutará semanalmente. En esta etapa, el técnico encargado evaluará aspectos ambientales a los que estará expuesta la antena, como precipitaciones; altas y bajas temperaturas ambientales; ocurrencias ambientales extrañas, como arena volcánica.
- Limpieza externa del equipo: este procedimiento se programará mensualmente. En esta etapa el técnico encargado, deberá eliminar la suciedad, desechos, polvo y moho utilizando escobas, paños limpios de algodón o pinceles. Cuando el polvo se acumule en grandes cantidades, y además, no es abrasivo se puede utilizar un soplete de aire comprimido.

Esta limpieza es importante, ya el polvo no solo puede impedir el funcionamiento normal de la cabeza detectora de movimiento y su resorte, sino que puede ocasionar daños al equipo que se moviliza sobre ellos.

En el caso de limpiar residuos de aceites o grasas en el equipo, estos pueden ser limpiados con trapos o *wipe* empapados en solvente adecuado al caso.

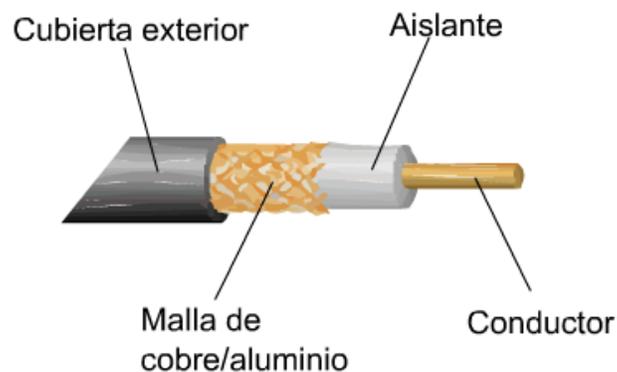
- Inspección externa del equipo: este procedimiento se programará mensualmente en conjunto con la limpieza. En esta etapa el técnico encargado deberá realizar una evaluación visual externa del sensor, verificando su aspecto físico como golpes, corrosión en su cabeza y el resorte, daño físico, entre otros. Además deberá verificar libertad de movimiento del resorte como de la cabeza detectora (que no se enganchen o se peguen) y las conexiones en las terminales de contacto con los conductores.

- Inspección interna del equipo: este procedimiento no se realizará en este equipo, ya que los sensores son de un tamaño reducido, por lo cual es de suma dificultad realizar inspecciones o reemplazo de partes internas.
- Reemplazo de partes: este procedimiento no puede ser programado; será resultado de la inspección externa; ocurrencia de problemas con la transmisión y detección del sensor, cuando esto ocurra se deberá proceder al reemplazo del sensor.
- Lubricación y engrase: este procedimiento se programará semestralmente; en esta etapa el técnico encargado deberá lubricar el resorte y la parte de movimiento de la cabeza detectora, con un pincel empapado en aceite.
- Ajuste y calibración: este procedimiento se programará posteriormente a una inspección o reemplazo de una parte. En esta etapa el técnico encargado deberá realizar las pruebas necesarias de detección del contacto, respuesta del resorte y la cabeza detectora ante la presencia de movimiento. Estas pruebas están basadas en los manuales de estos o por la experiencia del técnico.
- Pruebas de funcionamiento: este procedimiento se programará posteriormente a una inspección o reemplazo de una parte. En esta etapa el técnico encargado deberá realizar las pruebas de calibración como de funcionalidad. Se deberá realizar estas pruebas con sus supervisores, para que en conjunto den la aprobación del buen funcionamiento del equipo.

3.1.1.1.4. Cables

Cabe mencionar que a los cables, también llamados conductores, se procederá a realizar el mismo esquema que a los otros equipos. Como referencia en la siguiente imagen se muestra la estructura de un cable coaxial:

Figura 30. Estructura de un cable



Fuente: *Manual de procedimientos de instalación de Teléfonos del Norte S. A.* p.15.

- Inspección del área de trabajo: este procedimiento se ejecutará semanalmente. En esta etapa, el técnico encargado evaluará aspectos ambientales a los que estarán expuestos los cables, como precipitaciones; altas y bajas temperaturas ambientales; ocurrencias ambientales extrañas, como arena volcánica.
- Limpieza externa del equipo: este procedimiento se programará mensualmente. En esta etapa el técnico encargado, deberá eliminar la suciedad, desechos, polvo y moho utilizando escobas o paños limpios de algodón. Cuando el polvo se acumule en grandes cantidades se puede utilizar un soplete de aire comprimido.

Esta limpieza es importante, ya que el polvo impide la visualización de la identificación de los cables, lo cual provocaría confusiones al realizar las conexiones entre los equipos y la alimentación de señal de radiofrecuencia y la alimentación. Esto evitaría ocurrencia de cortocircuitos.

En el caso de limpiar residuos de aceites o grasas en el equipo, estos pueden ser eliminados con trapos o *wipe* empapado en solvente adecuado al caso.

- Inspección externa del equipo: este procedimiento se programará mensualmente en conjunto con la limpieza. En esta etapa el técnico encargado deberá realizar una evaluación visual externa de los cables, verificando el aspecto del aislante, como decoloración (presencia de cortocircuito o envejecimiento), daño físicos a causa de golpear con otros equipos en movimiento o dobleces inadecuados, entre otros. Además deberá verificar las conexiones con los equipos, ajustarlas y protegerlas de corrosión con cintas aislantes adecuadas.
- Inspección interna del equipo: este procedimiento se realizará en conjunto con la externa, ya que la forma de comprobar que se está realizando la función de conducción, es a través de la medición de conductividad, realizado por un multímetro y la medición de la atenuación de la señal.
- Reemplazo de partes: este procedimiento no puede ser programado; será resultado de la inspección externa e interna, cuando esta confirme la necesidad del reemplazo del cable.

- Lubricación y engrase: Este procedimiento no se realizará, ya que el cable no necesita ningún tipo de lubricación.
- Ajuste y calibración: este procedimiento se programará posteriormente a una inspección o reemplazo del cable. En esta etapa el técnico encargado deberá verificar que el cable sea el correcto para la cantidad de energía a conducir, como también su distancia de conexión en virtud de las pérdidas de señal que esto ocasiona.
- Pruebas de funcionamiento: este procedimiento se programará posteriormente a una inspección o reemplazo del cable. En esta etapa el técnico encargado deberá realizar las conexiones respectivas entre equipos y terminales de alimentación con los cables. Luego se procederá a realizar pruebas de funcionalidad. Se deberá realizar estas pruebas con sus supervisores, para que en conjunto den la aprobación del buen funcionamiento del equipo.

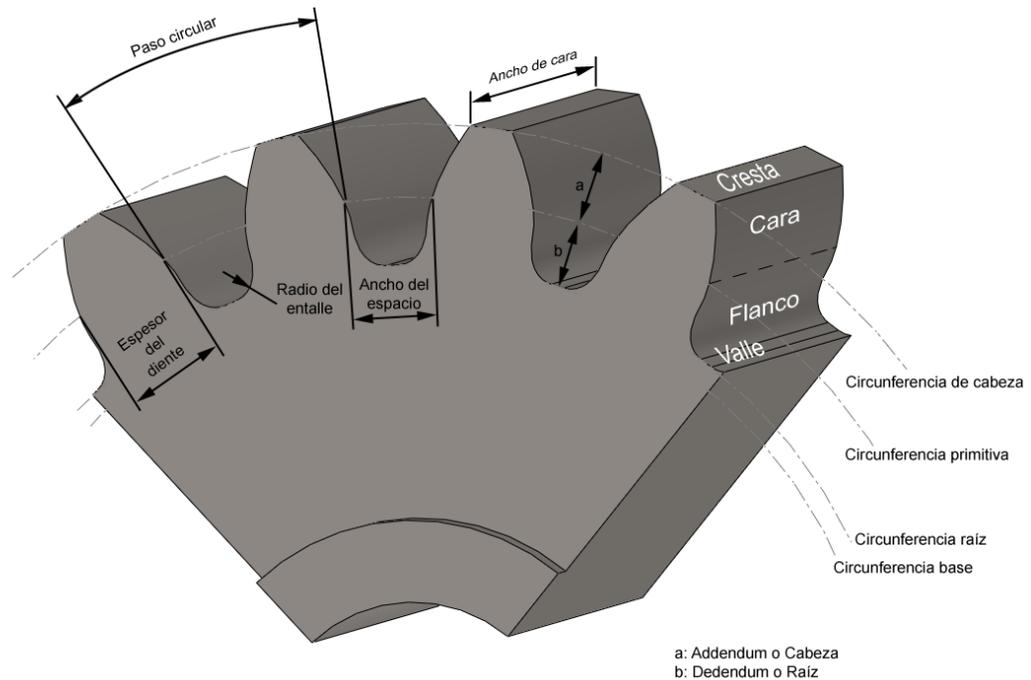
3.1.1.2. Mecánico

Los pasos que se deben seguir en la fase de planeación para el adecuado funcionamiento de los componentes mecánicos son:

3.1.1.2.1. Conjunto de engranajes

Se procederá a realizar el mismo esquema que a los equipos eléctricos. Como referencia en la siguiente imagen se muestran las partes de un engranaje:

Figura 31. Estructura de un engranaje



Fuente: *Manual de procedimientos de instalación de Teléfonos del Norte S. A.* p. 25.

- Inspección del área de trabajo: este procedimiento se ejecutará semanalmente. En esta etapa, el técnico encargado evaluará aspectos ambientales a las que estará expuesta la antena como precipitaciones; altas y bajas temperaturas ambientales; ocurrencias ambientales extrañas como arena volcánica.
- Limpieza externa del equipo: este procedimiento se programará mensualmente. En esta etapa el técnico encargado, deberá eliminar la suciedad, desechos, polvo y moho utilizando escobas, paños limpios de algodón o *wipe*. Además, se deberá limpiar la acumulación y residuos

de aceites o grasas en el equipo, estos pueden ser eliminados con trapos o *wipe* empapado en solvente adecuado al caso.

- Inspección externa del equipo: este procedimiento se programará mensualmente en conjunto con la limpieza. En esta etapa el técnico encargado deberá realizar una evaluación visual externa de los engranajes, verificando su aspecto físico como desgaste excesivo, corrosión, daño físico, roturas, entre otros. Además deberá verificar libertad de movimiento de los engranajes y sus acoplamientos, para que con ello se pueda evaluar la holgura del valle entre dientes.
- Inspección interna del equipo: este procedimiento se realizará semestralmente. En esta etapa el técnico encargado deberá realizar pruebas con analizador de vibraciones, rayos x o de ultrasonido, para verificar si hay fallas por desgaste, corrosión o fatiga, que a la vista no se puedan apreciar. Además, se deberá desacoplar el engranaje para verificar el diámetro interno donde se encuentra el piñón de acople con el eje.
- Reemplazo de partes: este procedimiento no puede ser programado; será resultado de la inspección externa e interna, cuando esta confirme la necesidad de reemplazo del engranaje. Comúnmente se deberá a casos de desgaste, corrosión o fatiga.
- Lubricación y engrase: este procedimiento se programará semestralmente, en esta etapa el técnico encargado deberá realizar una inspección visual del lubricante, en este caso aceite. El aspecto y el olor del aceite sirven para identificar anomalías causadas por impurezas, sobrecalentamientos y degradaciones originadas por estas.

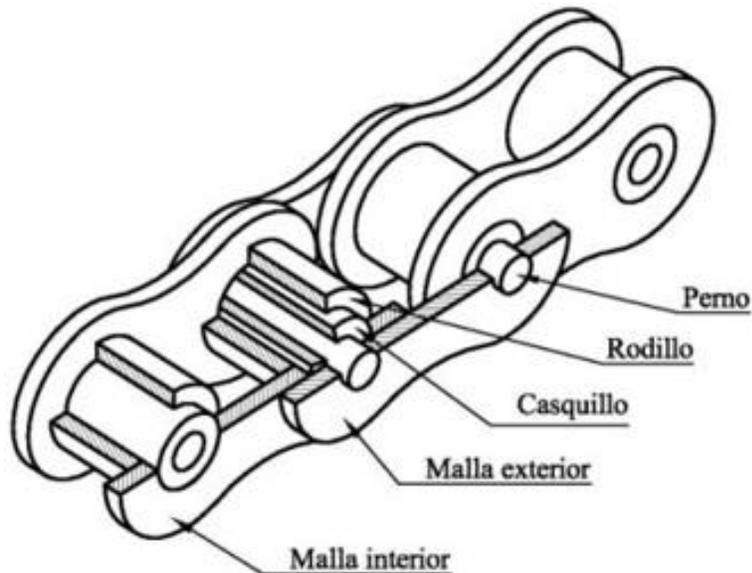
Luego de esto se procederá a realizar el cambio de aceite, el cual se deberá remover por completo; si es necesario se deberá lavar el engranaje utilizando el mismo aceite que se emplea para el servicio o bien un aceite del mismo productor que sea menos viscoso. Es recomendable, que no haya presencia de agua en el aceite de lubricación, aún en cantidades mínimas, ya que constituye un peligro particular porque es susceptible de originar picaduras en las ruedas dentadas.

- Ajuste y calibración: este procedimiento se programará posteriormente al reemplazo de un engranaje. En esta etapa el técnico encargado deberá realizar las pruebas necesarias para que el engranaje este acoplado y ajustado al 100 %. Estas pruebas se deberán de realizar con Vernier de doble nonio o con micrómetros, según sea el caso. Si al realizar las pruebas, no está ajustado se deberán realizar ajustes de medidas por medio de actividades de desgaste.
- Pruebas de funcionamiento: este procedimiento se programará posteriormente a una inspección del engranaje. En esta etapa el técnico encargado deberá realizar las pruebas de sentido de movimiento del engranaje así como de funcionalidad. Se deberá realizar estas pruebas con sus supervisores, para que en conjunto den la aprobación del buen funcionamiento del equipo.

3.1.1.2.2. Cadenas

Se procederá a realizar el mismo esquema que a los equipos eléctricos. Como referencia en la siguiente imagen se muestran las partes de una cadena:

Figura 32. Partes de una cadena



Fuente: *Manual de procedimientos de instalación de Teléfonos del Norte S. A.* p. 35.

- Inspección del área de trabajo: este procedimiento se ejecutará semanalmente. En esta etapa, el técnico encargado evaluará aspectos ambientales a los que estará expuesta la antena, como precipitaciones; altas y bajas temperaturas ambientales; ocurrencias ambientales extrañas, como arena volcánica.
- Limpieza externa del equipo: este procedimiento se programará mensualmente. En esta etapa el técnico encargado, deberá eliminar la suciedad, desechos, polvo y moho utilizando escobas o *wipe*.
- Inspección externa del equipo: este procedimiento se programará mensualmente en conjunto con la limpieza. En esta etapa el técnico encargado deberá realizar una evaluación visual externa de las cadenas,

verificando su aspecto físico como desgaste excesivo, corrosión, daño físico, roturas, etc. Además deberá verificar que la tensión de la cadena se encuentre en el rango de los 0 a 10 grados sobre la horizontal. También es recomendable que en las primeras horas de trabajo se deba recortar, si esto es necesario.

- Inspección interna del equipo: este procedimiento se realizará semestralmente. En esta etapa el técnico encargado deberá realizar inspecciones en el perno, casquillo, malla exterior e interior, verificando su aspecto físico como desgaste excesivo, corrosión, daño físico, roturas, etc. donde la inspección externa no lo permita.
- Reemplazo de partes: este procedimiento no puede ser programado; será resultado de la inspección externa e interna, cuando esta confirme la necesidad de reemplazo de alguna parte de la cadena. Comúnmente se deberá a casos de desgaste, corrosión o fatiga. Si es excesivo el desgaste de la cadena, o si esta presentara un alargamiento mayor al 3 % de longitud inicial, se deberá de tomar la decisión de cambiarla por completo.

Es recomendable que al momento del montaje de la nueva cadena, esta no deberá ser forzada por ningún motivo. Por lo tanto se deberá destensar la transmisión o desmontar coronas o piñones dentados, si es necesario. También, si esta es reemplazada por desgaste o corrosión, se deberá sustituir el piñón o corona dentada también, ya que esto provocaría la drástica disminución de la vida útil de la cadena nueva.

- Lubricación y engrase: este procedimiento se programará semestralmente; en esta etapa el técnico encargado deberá lubricar la

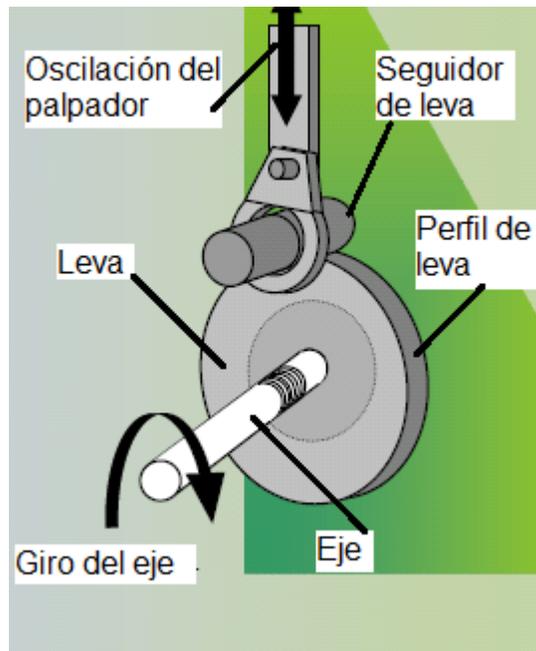
cadena con grasa, y su espesante de litio o complejo de litio (litio y sodio). Es recomendable que al reemplazar una cadena, a la nueva le sea aplicada grasa de espesante de arcilla, la que le brindará una mayor vida útil. También es recomendable utilizar un aceite con el método de aerosol y el uso de un pincel o cepillo para evitar que gotee y que se acumule.

- Ajuste y calibración: este procedimiento se programará posteriormente a una inspección o reemplazo de una parte. En esta etapa el técnico encargado deberá realizar las pruebas necesarias de acople de las partes de la cadena. Estas pruebas se deberán de realizar con Vernier de doble nonio o con micrómetro, según sea el caso.
- Pruebas de funcionamiento: este procedimiento se programará posteriormente a una inspección o reemplazo de una parte. En esta etapa el técnico encargado deberá realizar las pruebas de sentido de movimiento de la cadena, así como las de funcionalidad. Se deberá realizar estas pruebas con sus supervisores, para que en conjunto den la aprobación del buen funcionamiento del equipo.

3.1.1.2.3. Ejes y levas

Cabe mencionar que los ejes, únicamente tienen un piñón como parte de él, para sujeción de los equipos a los que estén acoplados. Por lo tanto, únicamente se mostrará como referencia en la siguiente imagen las partes de una leva:

Figura 33. Partes de una leva



Fuente: *Manual de procedimientos de instalación de Teléfonos del Norte S. A.* p. 40.

- Inspección del área de trabajo: este procedimiento se ejecutará semanalmente. En esta etapa, el técnico encargado evaluará aspectos ambientales a las que estará expuesta la antena, como precipitaciones; altas y bajas temperaturas ambientales; ocurrencias ambientales extrañas, como arena volcánica.
- Limpieza externa del equipo: este procedimiento se programará mensualmente. En esta etapa el técnico encargado deberá eliminar la suciedad, desechos, polvo y moho utilizando escobas o *wipe*. Se debe de realizar principalmente en el perfil de la leva, para que estas impurezas no afecten la vida útil del seguidor.

- Inspección externa del equipo: este procedimiento se programará mensualmente en conjunto con la limpieza. En esta etapa el técnico encargado deberá realizar una evaluación visual externa del eje y las levas, verificando su aspecto físico como desgaste, corrosión, daño físico, roturas, entre otros. Además deberá verificar libertad de movimiento de los ejes y sus acoplamientos, como también de las levas con sus seguidores respectivos.
- Inspección interna del equipo: este procedimiento se realizará semestralmente. En esta etapa el técnico encargado deberá realizar pruebas con analizador de vibraciones, rayos x o de ultrasonido para verificar si hay fallas por desgaste, corrosión o fatiga, que a la vista no se puedan apreciar.
- Reemplazo de partes: este procedimiento no puede ser programado; será resultado de la inspección externa e interna, cuando esta confirme la necesidad de reemplazo del eje o leva. Comúnmente se deberá a casos de desgaste, corrosión o fatiga.
- Lubricación y engrase: este procedimiento se programará semestralmente. En esta etapa el técnico encargado deberá de realizar una inspección visual del lubricante, en este caso aceite. El aspecto y el olor del aceite sirven para identificar anomalías causadas por impurezas, sobrecalentamientos y degradaciones originadas por estas.

Luego de esto se procederá a realizar el cambio de aceite, el cual se deberá remover por completo. Si es necesario se deberá lavar el eje o leva utilizando el mismo aceite que se emplea para el servicio o bien un aceite del mismo productor que sea menos viscoso.

- Ajuste y calibración: este procedimiento se programará posteriormente a un reemplazo de un eje o leva. En esta etapa el técnico encargado deberá realizar las pruebas necesarias para que el eje y la leva estén acoplados y ajustados a los otros equipos. Estas pruebas se deberán de realizar con Vernier de doble nonio o con micrómetros, según sea el caso. Si al realizar las pruebas, no está ajustado se deberán realizar ajustes de medidas por medio de actividades de desgaste.
- Pruebas de funcionamiento: este procedimiento se programará posteriormente a una inspección del eje o la leva. En esta etapa el técnico encargado deberá realizar las pruebas de funcionalidad del eje y la leva. Se deberá realizar estas pruebas con sus supervisores, para que en conjunto den la aprobación del buen funcionamiento del equipo.

3.1.2. Antena

Se procederá a realizar el mismo esquema que en los equipos eléctricos y mecánicos. Como referencia a las partes de la antena deberá visualizarse la figura 9.

- Inspección del área de trabajo: este procedimiento se ejecutará semanalmente. En esta etapa, el técnico encargado evaluará aspectos ambientales a las que estará expuesta la antena, como precipitaciones; altas y bajas temperaturas ambientales; ocurrencias ambientales extrañas, como arena volcánica.
- Limpieza externa del equipo: este procedimiento se programará mensualmente. En esta etapa el técnico encargado, deberá eliminar la

suciedad, desechos, polvo y moho utilizando escobas, cepillos plásticos y paños limpios de algodón. Si el polvo no es abrasivo se puede utilizar un soplete de aire comprimido para desplazar toda la suciedad. La limpieza se deberá realizar ya que la presencia de impurezas o residuos afecta la potencia de transmisión de la señal.

En el caso de limpiar residuos de aceites o grasas en el equipo, estos pueden ser limpiados con trapos o *wipe* empapado en solventes adecuados.

- Inspección externa del equipo: este procedimiento se programará mensualmente en conjunto con la limpieza. En esta etapa el técnico encargado deberá realizar una evaluación visual externa de la antena, verificando su aspecto físico como desgaste, daños físicos, roturas, entre otros. Además deberá verificar el estado de su base, como de sus pernos de anclaje, que estos estén debidamente ajustados y que no tengan algún tipo corrosión o rotura.

También es recomendable, verificar toda la tornillería de la antena y la superficie del reflector parabólico.

- Inspección interna del equipo: este procedimiento es el que se ha descrito en todos los anteriores equipos, por lo tanto no se detallará en este. Luego de realizar algún procedimiento de los equipos se deberá efectuar una pequeña inspección del aspecto físico como desgaste, daños físicos, roturas, entre otros. si estos no se aprecian por medio de la inspección externa.
- Reemplazo de partes: este procedimiento no puede ser programado; será resultado únicamente de la inspección externa, cuando esta

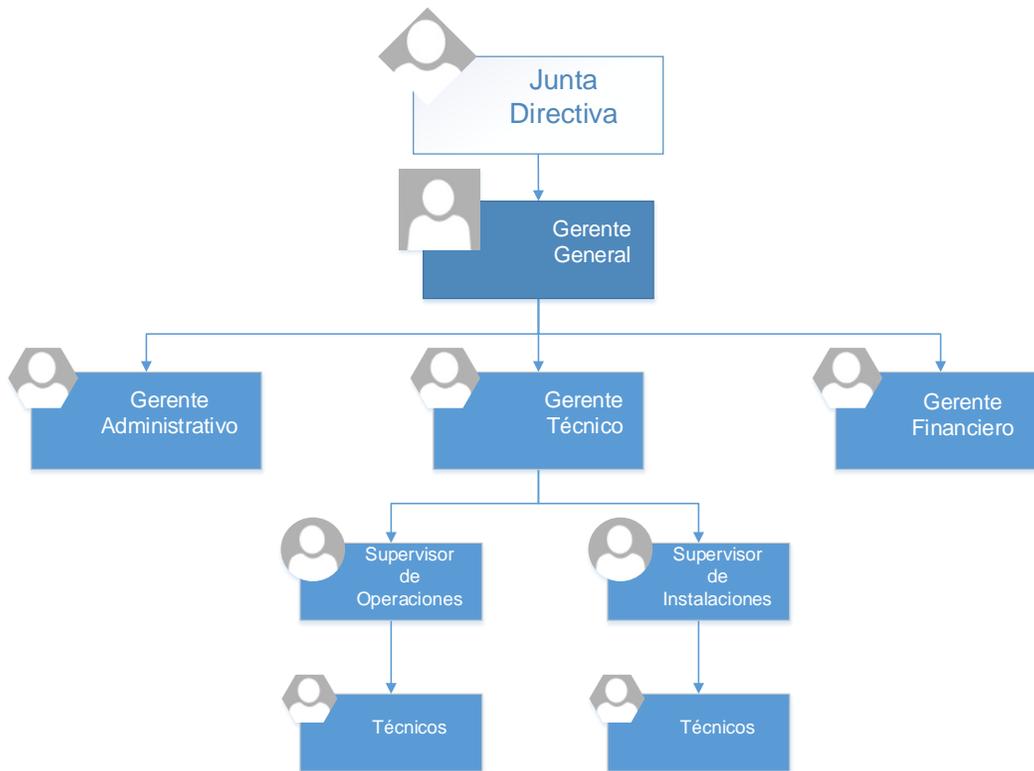
confirme la necesidad de reemplazo de algún tornillo o perno. Comúnmente se deberá a casos de corrosión o roturas.

- **Lubricación y engrase:** este procedimiento se programará semestralmente; en esta etapa el técnico encargado deberá realizar una lubricación con aceite mineral a la tornillería de la antena con el fin de prevenir la corrosión en ellos.
- **Ajuste y calibración:** este procedimiento se programará si la antena es movilizada de su posición de funcionamiento. En esta etapa el técnico encargado deberá realizar el procedimiento de reconexión con el proveedor satelital, con ayuda de los tableros de control para realizar los movimientos necesarios. Se deberá realizar este procedimiento con sus supervisores y el personal del proveedor satelital, para que en conjunto den la aprobación del buen funcionamiento del servicio.
- **Pruebas de funcionamiento:** este procedimiento se programará posteriormente al ajuste y calibración. En esta etapa el técnico encargado deberá verificar por medio del equipo de control, y con ayuda del personal del proveedor satelital, verificar que los servicios de telecomunicaciones estén desarrollándose adecuadamente.

3.2. Fase de organización

Esta fase se enfoca a la correcta utilización de los todos los recursos, a través del recurso humano. Por ello en la empresa, se tiene la estructura que consta de 4 niveles como se presenta en la siguiente imagen:

Figura 34. **Estructura empresarial**



Fuente: elaboración propia.

Esta estructura opera de modo que entre niveles, se implementa una comunicación lineal, la que ayudará a que toda la estructura empresarial se involucre, y que los procesos sean más eficientes.

Para que esto ocurra, se presenta a continuación el perfil y responsabilidades del puesto de trabajo, que está a cargo de un nivel de la estructura de la empresa.

3.2.1. Gerencia

La gerencia de toda empresa, tiene como principal tarea el cumplir y controlar las metas y objetivos establecidos, por medio de la coordinación de los procedimientos y recursos internos, así como representar a la compañía frente a terceros.

3.2.1.1. Perfil

El gerente del área técnica cumple con un perfil apto para este puesto y ha cursado especializaciones en las áreas a cubrir; tiene dominio en el idioma inglés. Esta persona tiene el título de ingeniero eléctrico, pero este lo puede desempeñar un ingeniero electrónico, mecánico eléctrico, sistemas o una carrera afín. Además, es máster en mantenimiento industrial.

Esta persona tiene una edad mayor a los 30 años y con experiencia en la elaboración de proyectos y administración de recurso humano. Sus principales relaciones en la empresa, internamente, son con el gerente general, los gerentes de las demás áreas y sus subordinados. Externamente, se relaciona con el personal del proveedor de equipos y servicios, clientes y personal del proveedor satelital.

Las responsabilidades como gerente del área son: responsabilidad por decisiones, manejo del personal a cargo, evaluación de resultados, proyectos y planes administrativos, y el uso eficiente de los recursos.

Las capacidades para desempeñar en el área de Gerencia deben ser: liderazgo, objetivo, manejo de prioridades, innovación, pensamiento analítico, negociación con clientes y proveedores, visión estratégica, manejo de gestión

industrial, desarrollo de talento humano. Además, las habilidades son: altas en destreza, criterios, comunicación, negociación y conocimientos. Habilidades medias en agilidad, rapidez y comunicación.

3.2.1.2. Funciones

- Establecer las políticas de provisión y garantía de los servicios y sistemas de telecomunicaciones.
- Definir los niveles de calidad internos para cada servicio de telecomunicaciones que se ofrece.
- Validar y revisar los niveles de servicio.
- Elaborar y gestionar el presupuesto del área.
- Coordinar los recursos propios del área de operación y mantenimiento.
- Resolver conflictos operativos con los clientes y el área técnica.

3.2.2. Supervisores

Los supervisores de la empresa se encargan de controlar que los trabajadores, los materiales, los equipos y todos los recursos de la empresa se encuentren coordinados para contribuir al éxito de la empresa.

3.2.2.1. Perfil

El supervisor del área técnica cumple con un perfil apto para este puesto y ha cursado especializaciones en las áreas a cubrir, tiene dominio de idioma inglés. Tiene conocimientos en administración del recurso humano y ejecución de proyectos. Esta persona tiene el título de ingeniero eléctrico, pero el puesto también lo puede desempeñar un ingeniero electrónico o un ingeniero en sistemas.

Esta persona tiene una edad mayor a 25 años y sus principales relaciones en la empresa se establecerán con el gerente técnico, gerente de informática, encargado de bodegas, encargado de compras y los otros supervisores del área. Las relaciones externas las deberá realizar con el personal del proveedor de equipos y servicios, clientes y personal del proveedor satelital. Las responsabilidades como supervisor del área técnica son: responsabilidad por decisiones, manejo de personal a cargo y evaluación de resultados.

Algunas de las principales capacidades y habilidades que debe tener son: trabajo en equipo, objetivo, liderazgo, manejo del tiempo, manejo de prioridades, capacidad de análisis, toma de decisiones, agilidad para resolver situaciones inesperadas o extraordinarias. Habilidades altas en destreza, criterios y conocimientos. Habilidades medias en agilidad, rapidez y comunicación.

3.2.2.2. Funciones

- Análisis de datos de fallas de los diferentes sistemas de telecomunicaciones que utiliza la empresa.
- Manejo de personal técnico.
- Manejo de los sistemas de gestión de las diferentes plataformas de servicios.
- Gestión de las facilidades de enlaces con otros operadores.
- Coordinación de pruebas con homólogos pertenecientes a otros proveedores de servicios.

3.2.3. Técnicos

Los técnicos del área tienen el conocimiento del manejo de herramientas, ya sean intelectuales o físicas, para la ejecución de procedimientos, los cuales tienen como objetivo la obtención de un cierto resultado o fin.

3.2.3.1. Perfil

Los técnicos cumplen con un perfil apto para este puesto y tienen conocimiento en manejo de herramientas intelectuales y física para ejecución de procedimientos. Estas personas tienen título de bachiller industrial o perito en electricidad, electrónica o informática. Tienen dominio del idioma inglés y haber recibido cursos de especialización en el área que desempeñan.

Estas personas tienen una edad mayor a 18 años y sus principales relaciones en la empresa se establecerán con el personal técnico del área de instalaciones y mantenimiento, el encargado de bodegas y su supervisor en jefe. Las relaciones externas las efectuará con los clientes, el *call center* y el personal del proveedor de espectro satelital.

Las principales capacidades y habilidades que debe tener son: trabajo en equipo, ser proactivo, manejo del tiempo, manejo de prioridades, iniciativa, toma de decisiones, agilidad para analizar y resolver fallas. Debe tener habilidades altas en destreza, criterios y conocimientos. Habilidades medias en agilidad, rapidez y comunicación.

Las principales responsabilidades deben ser: responsabilidad por decisiones; el adecuado uso de las instalaciones y herramientas; eficiencia del equipo electromecánico y de redes.

3.2.3.2. Funciones

- Atención de reclamos de fallas.
- Elaboración de reportes de fallas.
- Coordinación de pruebas con los clientes.
- Gestión de las diferentes plataformas de servicios de telecomunicaciones que posee la empresa.

3.3. Fase de dirección

En esta fase se deberá ejecutar lo planeado y realizarlo como toda una organización, para alcanzar el cumplimiento de los objetivos. Para lograr esto se deberá implementar una buena motivación del personal, ya que eso ayudará a que este realice las actividades de una forma más eficiente. En conjunto con la motivación, se direcciona la ejecución a través de los siguientes elementos:

3.3.1. Establecimiento de metas y objetivos

Los objetivos y metas presentados a continuación, serán la base para iniciar la ejecución de la administración, pero estos podrán expandirse después de obtener algunos resultados positivos.

3.3.1.1. Objetivos

- Reducir la falta de servicio de telecomunicaciones, debido a fallas del equipo electromecánico.
- Contribuir al aumento de la productividad de los equipos de telecomunicaciones.

- Lograr que el equipo electromecánico funcione ininterrumpidamente, a la máxima eficiencia con desgaste mínimo optimizando su vida útil.
- Conservar en perfecto estado de funcionamiento los equipos electromecánicos y los dispositivos electrónicos que permiten ofrecer los servicios.
- Aumento del nivel de desempeño al establecer uniformidad en la carga de trabajo del personal técnico.
- Reducción de costos de mantenimiento debido a fallas que afecten al equipo electromecánico y electrónico.
- Implementar un manejo de inventarios para repuestos, herramientas y equipos secundarios en *stock*.
- Garantizar la seguridad de los equipos e instalaciones en beneficio del personal.
- Implementar medidas de seguridad industrial al realizar todo procedimiento de mantenimiento, administración y control en los equipos de telecomunicaciones.
- Mejorar el servicio al cliente de una forma innovadora, para que este establezca una impresión técnica y profesional.

3.3.1.2. Metas

- Reducir las fallas del equipo electromecánico en un 90 %.
- Aumentar en un 75 % la productividad de los equipos eléctricos y electrónicos que brindan los servicios de telecomunicaciones.
- Lograr que el equipo electromecánico funcione ininterrumpidamente al menos 1 semestre.
- Reducción de costos de mantenimiento en un 90 % debido a fallas que afecten al equipo electromecánico y electrónico.
- Implementar un manejo de inventarios en los próximos 6 meses.
- Reducción del 100 % de percances del personal debido a la falta de un plan de seguridad en los equipos e instalaciones.
- Implementar medidas de seguridad industrial en los próximos 3 meses.
- Mejorar el servicio al cliente en los próximos 3 meses.

3.3.2. Ventajas y beneficios esperados

Las ventajas y beneficios esperados en la implementación de este plan administrativo, son los siguientes:

- Incremento del grado de confiabilidad de los equipos al operarlos en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado, y sus condiciones de funcionamiento.
- Disminución de paradas de servicio, debido a tiempos muertos y tiempos de parada del equipo electromecánico.
- Mayor duración de los equipos e instalaciones.
- Disminución de existencias en almacén y, por lo tanto sus costos, puesto que se ajustan los repuestos de mayor y menor consumo.
- Uniformidad en la carga de trabajo para el personal técnico debido a una programación de actividades.
- Menor costo de las reparaciones.

3.3.3. Capacitación

Considerando la capacitación como la acción transformadora y generadora de cambio en el desempeño laboral de un trabajador, buscar la eficiencia y eficacia en la gestión de estas acciones es de mucha importancia para la organización.

En este elemento se analizan las funciones requeridas para el desempeño del área técnica. Se iniciará con el establecimiento de las funciones laborales que realiza en su puesto de trabajo, estableciendo los criterios de desempeño con los que debe de realizar cada una de estas funciones; con estas bases se diseña un instrumento de evaluación diagnóstica para determinar el nivel de

dominio que presenta en la actualidad, la cual nos proporcionará la información necesaria para enfocar de manera puntual y eficiente la capacitación a desarrollar para lograr el aumento en la productividad de la organización, al completar estas acciones.

Es importante destacar el enfoque que las competencias laborales le proporcionan a la evaluación diagnóstica como instrumento de detección de necesidades de capacitación.

Al finalizar esto, se establecerá una estrategia de organización en la capacitación, facilitando la conformación de equipos internos de entrenamiento, los cuales desarrollarán un proceso continuo de capacitación en el puesto de trabajo y complementándolo con acciones externas para realizar las acciones específicas necesarias.

3.4. Fase de control

En esta fase del proceso administrativo se implementarán los tipos control y sus indicadores que permiten medir la efectividad y tomar las acciones correctivas cuando sea necesario. El control es un proceso regulador. Consta de 4 fases:

3.4.1. Tipos

Para lograr un control efectivo en el plan administrativo propuesto, como también en la operación de la antena y verificación de los servicios, se deberán implementar dos controles más, aunque también, se proseguirá con la realización del control operativo ya estructurado por el proveedor satelital para verificar los servicios de telecomunicaciones.

3.4.1.1. Indicadores

Se detallan a continuación los indicadores de control propuestos para realizar la fase de control en el plan administrativo:

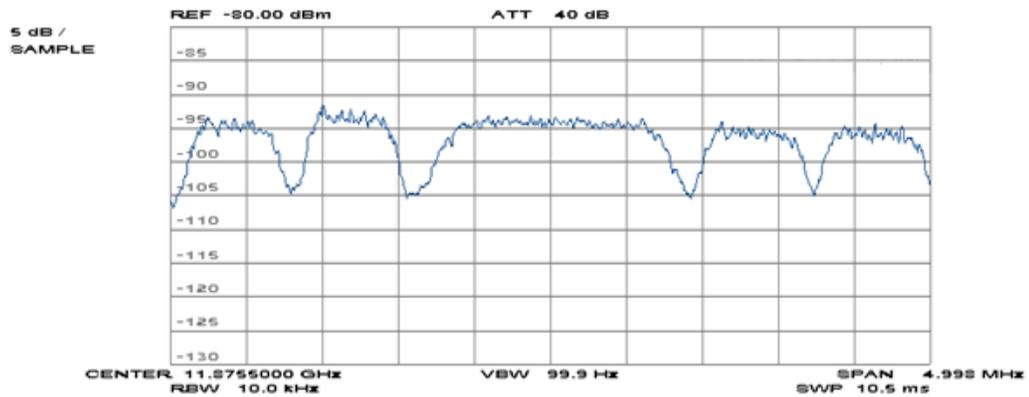
- Control operativo satelital (proveedor satelital)
- Índice de fallas del equipo electromecánico
- Índice de fallas del equipo de operación o electrónico

3.4.1.1.1. Control operativo satelital

Los indicadores que se verifican en el control operativo satelital, son los niveles de potencia, el nivel de aislamiento (mayor a 35 dB) y sus valores de frecuencia. Estos indicadores se verifican tanto para las señales que se transmiten desde la antena como las que se reciben en la misma, provenientes de las antenas ubicadas en estaciones remotas; estas señales también son llamadas frecuencias portadoras. Estos valores indican una condición normal o anormal según sean sus niveles, principalmente los de potencia.

Estos niveles se verifican por medio de un analizador de espectro, instrumento especializado que permite visualizar en una pantalla la gráfica de nivel de potencia en función de la frecuencia de la señal de interés. A continuación se muestra la representación de la señal en condiciones ideales para prestar el servicio, tal como aparece en el instrumento mencionado.

Figura 35. **Grafica de señal de telecomunicaciones**



Fuente: área técnica, Teléfonos del Norte S. A.

3.4.1.1.2. Índice de fallas del equipo electromecánico y de operación

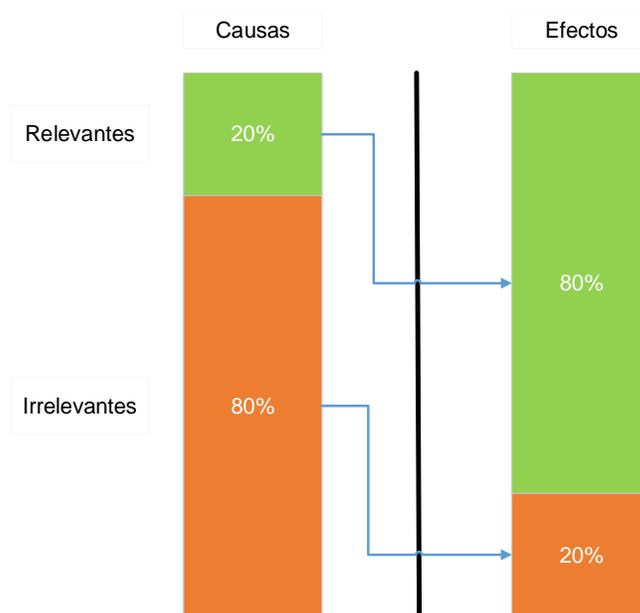
El indicador que se utilizará para encontrar los índices de fallas para estos equipos, se determinará por medio del principio de Pareto.

El principio establecido por Pareto se ha extrapolado a diferentes situaciones generalizándose para establecer que el 20 % de las variables causa el 80 % de los efectos, lo que se denomina la regla 80-20. El principio de Pareto ha resultado de gran utilidad para el proceso de mejora continua, ya que permite determinar cuáles son las variables causales que tienen mayor incidencia en un problema o falla, definiendo aquellas de mayor prioridad para resolverse. De acuerdo con el principio de Pareto son pocas las variables que ocasionan la mayor parte del problema, mientras que son muchas las que ocasionan la parte minoritaria.

La experiencia indica que es mejor disminuir en 50 % el efecto adverso de las variables relevantes y con ello lograr una mejora significativa de la situación problema, que tratar de eliminar los efectos, también adversos, de variables irrelevantes cuya mejora no será significativa.

El indicador de fallas radicará en identificar las fallas que conforman el 20 % que reducirá el 80 % de los problemas que inciden en un mal servicio brindado a los clientes, lo que hará la diferencia en este plan administrativo.

Figura 36. **Principio de Pareto**



Fuente: elaboración propia.

3.4.2. **Medición del desempeño**

Esta medición se realizará con el fin de evaluar al personal del Departamento Técnico e identificar y gestionar las actividades del trabajador con el fin de adecuarlas y mejorarlas de forma continua. Esto por medio de una

evaluación de 360 grados, con la que se brindará una perspectiva cuantitativa y cualitativa del grado de eficacia con el que el personal lleva a cabo sus actividades, cometidos y responsabilidades del puesto en la empresa. Además medirá sus puntos fuertes y desarrollará las áreas de mejora. Pero todo lo realizará obteniendo los aportes desde todos los ángulos: gerentes, supervisores, técnicos, compañeros, clientes, entre otros.

Esta evaluación se realizará en 5 etapas:

1. Reunión informativa en el área técnica
2. Diseño de instrumentos (evaluaciones)
3. Aplicación de instrumentos
4. Recopilación de información
5. Presentación y análisis de resultados

Se diseñaron tres instrumentos diferentes, para lograr abarcar todos los ángulos de la evaluación:

- Evaluación cruzada: este instrumento está diseñado para evaluar a los técnicos del área técnica, a los supervisores y al gerente.
- Instalaciones y herramientas: este instrumento está diseñado para evaluar las instalaciones del área técnica y el taller, además, de las herramientas que utilizan los técnicos para realizar sus actividades.
- Clientes: este instrumento está diseñado para obtener el punto de vista del cliente, acerca de cómo realiza las actividades el técnico al brindarle la asistencia técnica para solucionar los problemas en el servicio que este recibe.

3.4.3. Validación y cumplimiento de normas técnicas

Las normas técnicas con que se rige la empresa, son las indicadas por el proveedor satelital. Esto lo realiza el proveedor con el objetivo de garantizar calidad en el servicio de conducción de señales y evitar afectaciones perjudiciales a las redes que operan en la flota satelital (SATMEX 8) y en las de operadores satelitales vecinos; se establecen los criterios para las transmisiones a través de la flota mediante estándares técnicos.

Los estándares se dividen en dos grupos; en el primero se describen los criterios para el uso de los recursos tanto ancho de banda y potencia del segmento satelital, en cuanto a la forma de ser asignados de acuerdo a los tipos de servicios. El segundo grupo contiene los requerimientos que deben cumplir las estaciones terrenas para transmitir al satélite, contemplando desde la estabilidad y características de transmisión de la cadena de dispositivos antes de la antena, hasta los niveles de emisión propios de la antena en cuanto a la discriminación de polarización cruzada lineal y al satélite adyacente. Para mayor detalle de los estándares, ver anexos.

Estos requerimientos y criterios descritos en cada estándar son de carácter obligatorio para cada una de las empresas que brinda el servicio mediante este proveedor, y este no contempla ninguna excepción. De existir excepción alguna, lo revisan bajo un análisis particular.

3.4.4. Medidas correctivas

Estas medidas se tomarán luego de realizar el control en el plan administrativo, el cual indicará las actividades y desempeño que no se ejecutaron acorde al plan. Por lo tanto, estas medidas son una acción tomada

para eliminar las causas de una inconformidad o problema existente, con el objetivo de evitar su recurrencia u ocurrencia en un futuro.

Las fuentes que pueden originar una inconformidad son: auditoría, análisis de indicadores de control, servicio no conforme, Revisión por la Dirección, y la más importante la retroalimentación del cliente (incluyendo satisfacción y quejas).

A estos detalles se les dará solución en un plazo no mayor a tres meses; cuando se requiera de mayor tiempo, el gerente del área técnica justificará lo correspondiente acompañando el plan de acción correctivo reprogramado.

3.5. Elaboración de documentación

Se elaborará un documento en el cual se encuentre el plan administrativo, con los objetivos y ventajas que se obtendrán al ejecutarlo, tanto para la empresa como para el personal. En este documento se encontrará lo siguiente:

- Índice
- Objetivos
- Ventajas
- Responsabilidades y funciones del puesto
- Instructivo de capacitación
- Plan administrativo
- Fichas técnicas
- Identificación de los recursos
- Estándares del proveedor satelital

Además se entregará un documento, donde se pueda extraer las hojas numeradas e identificadas por la empresa y el área. Este estará conformado por lo siguiente:

- Programación: donde se tendrá programadas las actividades mensualmente, semestralmente y anualmente.
- Órdenes de trabajo: es un documento escrito que la empresa le entrega a la persona que corresponda y que contiene una descripción del trabajo que debe llevar a cabo.
- Bitácora: donde se registra la información que se considere necesaria para que resulte útil el trabajo.
- Registro de visitas a clientes: donde quedará registrado qué clientes son los que visitan la empresa.
- Formato de entrada y salida de equipos en el taller: para llevar un mejor control de los equipos que entran y salen del taller.
- Formato de entrada y salida de recursos: para controlar todos los recursos que entran y salen de la empresa.
- Formato de detalle de gastos: donde se detalla todos los gastos que se realizaron en un período de tiempo.

Estos se pueden visualizar en el área de apéndices.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

4.1. Personal técnico

En la implementación de este plan administrativo, el personal técnico ya capacitado en las áreas técnicas de empresa, es el encargado de realizar la ejecución de este plan propiamente dicho. Así que las funciones que realizará en la ejecución se detallan a continuación

4.1.1. Operación

Las funciones en el área de operación, las realizarán los técnicos del área. Las funciones a aplicar serán las siguientes:

- Ejecución de proyectos, cumpliendo con las especificaciones mecánicas, eléctricas y electrónicas que apoyen a los indicadores de control establecidos.
- Ejecución y seguimiento del Plan Administrativo de los equipos.
- Participar en las reuniones con sus supervisores, para obtener una autoevaluación del plan y proyectos en ejecución.
- Elaborar las órdenes de trabajo, como también los informes semanales para lograr una documentación e información para realizar la ejecución de los indicadores de control.
- Elaboración de los formatos, para obtener información documentada de sus actividades y registros de los equipos.
- Recepción y atención de reclamos de falla de enlaces de datos.
- Recepción y atención de reclamos de falla de enlaces de voz.

- Pruebas de módem satelitales.
- Configuración y cambios de versión a módem satelitales.
- Seguimiento de órdenes por fallas recibidas por *call center*.
- Generación de informes de fallas y disponibilidad de servicio.
- Pruebas de los enlaces con los clientes.
- Monitoreo de espectro satelital.
- Manejo de información de tráfico telefónico para su posterior proceso.
- Propiciar un trabajo de equipo con los colaboradores de otras áreas con que interactúa.
- Trabajo en conjunto con el personal del proveedor satelital para el apuntamiento de antenas y puesta en servicio de estaciones satelitales.
- Coordinación con personal de *call center* para la gestión de servicios de telefonía (bloqueos, desbloques, altas/bajas de servicio).

4.1.2. Administración

Las funciones del área administrativa, las realizan el supervisor y el gerente del área. Las funciones son las siguientes:

- Responder por el cumplimiento de los estándares del proveedor.
- Supervisar y evaluar el cumplimiento y ejecución del plan administrativo, para alcanzar los estándares establecidos.
- Elaborar programas semanales de trabajo, con base al plan administrativo, compartiendo con el personal a su cargo las directrices requeridas para su cumplimiento.
- Coordinar la programación de actividades a realizar por los técnicos.

- Mantener reuniones diarias con el personal a su cargo para revisar, distribuir y dar seguimiento a los programas de trabajo, dar solución a requerimientos, e impartir recomendaciones de mejoramiento.
- Mantener reuniones mensuales con todo el personal técnico y supervisores para compartir temas de mejoramiento del trabajo, asuntos administrativos y sociales que contribuyan a la unidad del equipo.
- Evaluar permanentemente los indicadores de control de fallas (número, frecuencia, severidad, tiempo medio, paradas, reparaciones, costo de mantenimiento, entre otros), con el fin de tomar las medidas de acción oportunas para el cumplimiento del plan administrativo establecido.
- Elaborar y actualizar los indicadores de control que apoyen al cumplimiento del plan administrativo.
- Supervisar el desarrollo de los proyectos, garantizando que se cumplan las especificaciones mecánicas, eléctricas y electrónicas que apoyen el óptimo funcionamiento de los equipos para cumplir con la calidad del servicio.
- Elaborar informes en relación a la evaluación de la magnitud del riesgo de trabajos ejecutados por el personal de mantenimiento y contratistas externos, así como al señalamiento de acciones preventivas necesarias.
- Elaborar reportes sobre investigaciones de accidentes / incidentes ocurridos durante las actividades inherentes al plan administrativo, describiendo los problemas y recomendando las acciones correctivas del caso.

- Elaborar informes semestrales del cumplimiento de objetivos para la junta directiva, señalando los avances y justificando las actividades no cumplidas.
- Supervisar el cumplimiento las normas de seguridad, higiene industrial y procedimientos del plan administrativo, como los establecidos por la empresa.
- Velar de manera permanente por la limpieza y orden de las instalaciones a su cargo, tales como, el taller, la bodega y el área de oficinas.

4.1.3. Financiera

Las funciones del área financiera, las realizan el supervisor y el gerente del área, avalados por el gerente del área de Finanzas. Las funciones son las siguientes:

- Elaborar el presupuesto mensual en el área técnica, detallando los costos y gastos previstos en el mes e indicando el margen de los imprevistos.
- Elaborar informes con detalles de los costos y gastos al final de cada mes y realizar una evaluación con el presupuesto al inicio de este.
- Controlar el oportuno aprovisionamiento de las partes y repuestos requeridos en el taller, para la atención de las necesidades del plan administrativo del equipo, realizando el seguimiento necesario en el área de finanzas.

- Revisar y gestionar la aprobación de las solicitudes de requerimientos de compras para las funciones del plan administrativo, como el mantenimiento del centro de servicio, controlando las especificaciones pertinentes.
- Contribuir con el apoyo técnico necesario para que el departamento de Compras seleccione a los mejores proveedores y contratistas de productos o servicios requeridos para el seguimiento del plan administrativo de los equipos electromecánicos y electrónicos.

4.2. Organización de recursos

Para realizar una adecuada organización de recursos, primero se ejecutó una limpieza en el taller y la bodega, donde todo recurso ya no útil u obsoleto se vendió o se desechó de la empresa, dependiendo de sus funciones y su utilidad, es decir, se realizó una organización de todos los recursos del área, para lograr la adecuada implementación del plan administrativo.

4.2.1. Materiales

Para organizar los recursos materiales, se estableció una organización de todos estos para cada uno de los técnicos. Se logró por medio de una caja organizadora de herramientas y repuestos para cada uno de ellos. Esto hace que cada uno sea responsable de sus materiales y que exista un mejor control de estos por parte de los supervisores.

Figura 37. **Caja organizadora**



Fuente: elaboración propia.

Con el fin de llevar un control en relación de las herramientas y materiales asignados a un técnico, se creó un código de identificación para cada uno de los técnicos y para cada uno de los materiales que utilizan estos. Se conforma de la siguiente manera:

- Código del técnico: se conforma de tres letras y tres dígitos, donde las letras representan la primera letra del primer nombre del técnico, seguido por la primera letra de sus dos apellidos, en caso que el técnico tenga un solo apellido se usarán las iniciales de sus dos nombres. Y los tres números son el código asignado por el gerente para su identificación.
- Código del material: se conforma de tres letras y tres dígitos, donde las letras representan las tres primeras letras del nombre de la herramienta o material. Los tres números son el código asignado por el gerente para su identificación.

Como ejemplo se toma la siguiente identificación: ALP183-CAU015. Representa el técnico Andrés López Pérez con código 183 y su caudín con código 015.

A continuación se muestra el detalle de los materiales con que contará cada uno de los técnicos así como la identificación de sus primeras tres letras.

4.2.1.1. Herramientas

Los materiales con los que contarán los técnicos consisten en las herramientas y material de trabajo que les servirá para las actividades designadas para cada persona, por lo que se identificarán con 3 letras.

Tabla I. **Herramientas de los técnicos**

| Herramientas | Identificación |
|--|----------------|
| Alicates de 8" profesional | ALI |
| Brocha | BRO |
| Brújula | BRU |
| Caja de herramienta 20" plástica | CDH |
| Caudín 30W | CAU |
| Cinzel ½ X 8 | CI8 |
| Cinturón de herramientas | CDH |
| Cinzel cortafríos 7" | CC7 |
| Cinta métrica de 10 mts | CIM |
| Desoldador de succión | DDA |
| Escuadra metálica | ESM |
| Extensión eléctrica | EXE |
| Inclinómetro (Nivel) | INC |
| Juego de brocas de tungsteno y metal | JBR |
| Juego de destornilladores | JDE |
| Juego de copas | JDC |
| Juego llaves mixtas (10, 13, 17, 19, 22 y 9/16 mm) | JLM |
| Juego de 10 llaves Bristol | JLB |
| Lima de hierro | LDH |
| Líquido de limpieza | LIQ |

Continuación de la tabla I.

| Herramientas | Identificación |
|---|----------------|
| Llave ingles | LIN |
| Martillo de uña | MAR |
| Multímetro digital de 300W | MUL |
| Multitoma de seis puertos | MUP |
| Pelacable | PEL |
| Pincel | PIN |
| Pinzas de presión | PDP |
| Pinza de 8" de punta | PIN |
| Pistola de silicona | PIS |
| Ponchadora para conectores de cable coaxial | PCC |
| Ponchadora RJ-45 | PRJ |
| Probadora de fase | PDF |
| Ratchet y extensor | REX |
| Rotomartillo de 3/8" | ROT |
| Sierra manual | SIM |

Fuente: elaboración propia.

4.2.1.2. Lubricantes

Estos se aplican en los componentes mecánicos que así lo requieran según se indicó en la fase de planeación del plan administrativo.

Tabla II. **Lubricantes**

| Lubricantes | Identificación |
|----------------------------|----------------|
| Aceite mineral | AMI |
| Aceite 3 en 1 | A31 |
| Grasa Polirex | GPO |
| Grasa de sodio | GDS |
| Grasa de litio | GDL |
| Grasa de complejo de litio | GCL |

Fuente: elaboración propia.

4.2.1.3. Terminales y conectores eléctricos

Estos dispositivos se utilizan para realizar todo tipo de conexión eléctrica en los componentes eléctricos que así lo requieran.

Tabla III. Terminales y conectores eléctricos

| Terminales y conectores | Identificación |
|-------------------------|----------------|
| Conector F | COF |
| Conector RJ-11 | CR1 |
| Conector RJ-12 | CR2 |
| Conector RJ-45 | CRJ |
| Terminales 120V AC | T12 |
| Terminales 240V AC | T24 |

Fuente: elaboración propia.

4.2.1.4. Aislantes y acoplamientos

La función de los aislantes es evitar todo contacto no deseable entre los componentes eléctricos, además previenen algún accidente del tipo eléctrico al personal. Los acoplamientos facilitan las conexiones hacia los componentes eléctricos.

Tabla IV. Aislantes y acoplamientos

| Aislantes y acoples | Identificación |
|------------------------|----------------|
| Cincho plástico | CPL |
| Cinta aislante | CAI |
| Cinta autofundente | CAF |
| Cinta de vinilo | CDV |
| Acople F | ACF |
| Acople cable eléctrico | ACE |
| Acople RJ-11 | AR1 |

Continuación de la tabla IV.

| Aislantes y acoples | Identificación |
|---------------------|----------------|
| Acople RJ-12 | AR2 |
| Acople RJ-45 | ARJ |

Fuente: elaboración propia.

4.2.1.5. Stock de repuestos

Son componentes de reserva, que se utilizan para sustituir algún componente dañado o para la implementación de nuevos proyectos.

Tabla V. Alambres, cables y repuestos

| Alambre, cable y repuesto | Identificación |
|---------------------------|----------------|
| Aflojatodo Spray | AFS |
| Alambre AWG | AWG |
| Alambre de amarre | ALA |
| Arena | ARE |
| Armellas | ARM |
| Cable coaxial RG-6 | CCR |
| Cable eléctrico | CBE |
| Cable neopreno telefónico | CNT |
| Cable UTP 4 HILOS | UT4 |
| Cable UTP 8 HILOS | UT8 |
| Canaleta | CAN |
| Capacitor | CAP |
| Cemento | CEM |
| Fusible | FUS |
| Grapa metálica | GRM |
| Grapa plástica | GRP |
| Inductor | IND |
| Lija | LIJ |
| Papel aluminio | PAA |
| Paño de algodón | PDA |
| Perno | PER |
| Resistencia | RES |

Continuación de la tabla V.

| Alambre, cable y repuesto | Identificación |
|---------------------------|----------------|
| Relé | REL |
| Silicón | SIL |
| Tornillo | TOR |
| Tubo PVC | PVC |
| Transistores | TRA |
| Waibe | WAI |

Fuente: elaboración propia.

4.2.2. Financieros

Para que las finanzas del área estén unidas a los recursos materiales se estableció un presupuesto con el que se logra controlar los costos del área y un adecuado manejo de estos.

4.2.2.1. Asignación de fondos

La asignación de fondos se realiza con la elección de categorías amplias de inversiones, combinándolas en la proporción correcta para igualarlas con sus metas financieras, y no realizar elecciones de valores individuales.

Con respecto al plan administrativo, la empresa tiene asignado en el presupuesto anual, para efectos de las actividades de administración y control de la antena, una cantidad de Q. 20 000,00 (veinte mil quetzales con 0/100).

4.2.2.1.1. Acciones preventivas

El siguiente presupuesto está realizado para toda acción preventiva en las actividades del plan administrativo y manejo del taller.

Tabla VI. **Presupuesto materiales**

| ID | PROVEEDOR | DESCRIPCIÓN | CANT. | VALOR |
|------------|----------------------------|---------------------------|--------------|--------------|
| A31 | Ferretería NOVEX S.A. | Aceite 3 en 1 | 3 unid | Q 36,00 |
| ACF | Electrónica CEF | Acople F | 100 unid | Q 250,00 |
| ACE | Electroma S.A. | Acople cable eléctrico | 100 unid | Q 150,00 |
| AFS | Ferretería NOVEX S.A. | Aflojatodo Spray | 1 unid | Q 50,00 |
| ALA | Ferretería Universal S.A. | Alambre de amarre | 50 m | Q 20,00 |
| AMI | Ferretería NOVEX S.A. | Aceite mineral | 3 unid | Q 30,00 |
| AR1 | Distribuidora Acuario S.A. | Acople RJ-11 | 100 unid | Q 200,00 |
| AR9 | Distribuidora Acuario S.A. | Acople RJ-9 | 100 unid | Q 200,00 |
| ARE | Ferretería Universal S.A. | Arena | 10 lb | Q 10,00 |
| ARJ | Distribuidora Acuario S.A. | Acople RJ-45 | 100 unid | Q 200,00 |
| ARM | Ferretería Universal S.A. | Armellas | 100 unid | Q 75,00 |
| AWG | Electroma S.A. | Alambre AWG | 300 m | Q 350,00 |
| CAF | Ferretería NOVEX S.A. | Cinta autofundente | 3 unid | Q 135,00 |
| CAI | Electrónica CEF | Cinta aislante | 6 unid | Q 180,00 |
| CAN | Ferretería Universal S.A. | Canaleta | 4 m | Q 62,50 |
| CAP | Electrónica CEF | Capacitores | 100 unid | Q 250,00 |
| CBE | Electroma S.A. | Cable eléctrico | 300 m | Q 300,00 |
| CCR | Distribuidora Acuario S.A. | Cable coaxial RG-6 | 300 m | Q 750,00 |
| CNT | Distribuidora Acuario S.A. | Cable neopreno telefónico | 300 m | Q 150,00 |
| COF | Distribuidora Acuario S.A. | Conector F | 100 unid | Q 150,00 |
| CEM | Ferretería Universal S.A. | Cemento 4 000 Psi | 100 lb | Q 67,50 |
| CPL | Electrónica CEF | Cincho plástico | 100 unid | Q 22,50 |
| CR1 | Distribuidora Acuario S.A. | Conector RJ-11 | 100 unid | Q 145,00 |
| CR2 | Distribuidora Acuario S.A. | Conector RJ-12 | 100 unid | Q 125,00 |
| CRJ | Distribuidora Acuario S.A. | Conector RJ-45 | 100 unid | Q 200,00 |
| FUS | Electrónica CEF | Fusible | 50 unid | Q 100,00 |

Continuación de la tabla VI.

| | | | | |
|------------|---|----------------------------|--------------|-------------------|
| GCL | Repuestos y Lubricantes Los Cuchumatanes | Grasa de complejo de litio | 1 unid | Q 85,50 |
| GDL | Repuestos y Lubricantes Los Cuchumatanes | Grasa de litio | 3 unid | Q 100,00 |
| GDS | Repuestos y Lubricantes Los Cuchumatanes | Grasa de sodio | 3 unid | Q 70,00 |
| GPO | Repuestos y Lubricantes Los Cuchumatanes | Grasa Polirex | 3 unid | Q 225,00 |
| GRM | Ferretería Universal S.A. | Grapa metálica | 100 unid | Q 15,00 |
| GRP | Ferretería Universal S.A. | Grapa plástica | 100 unid | Q 30,00 |
| IND | Electrónica CEF | Inductor | 20 unid | Q 60,00 |
| LIJ | Ferretería Universal S.A. | Lijas Varias | 20 unid | Q 50,00 |
| PAA | Ferretería NOVEX S.A. | Papel de Aluminio | 20 m | Q 25,00 |
| PDA | Ferretería NOVEX S.A. | Paños de algodón | 15 unid | Q 45,00 |
| PER | Casa del Tornillo | Perno | 50 unid | Q 200,00 |
| PVC | Ferretería Universal S.A. | Tubo PVC | 4 m | Q 25,00 |
| REL | Ferretería Universal S.A. | Relé | 10 unid | Q 60,00 |
| RES | Electrónica CEF | Resistencias | 100 unid | Q 15,00 |
| SIL | Ferretería NOVEX S.A. | Silicon | 3 unid | Q 30,00 |
| T12 | Electroma S.A. | Terminales 120 VAC | 5 unid | Q 56,25 |
| T24 | Electroma S.A. | Terminales 240 VAC | 5 unid | Q 113,65 |
| TOR | Casa del Tornillo | Tornillos | 100 unid | Q 57,50 |
| TRA | Electrónica CEF | Transistores | 50 unid | Q 150,00 |
| UT4 | Distribuidora Acuario S.A. | Cable UTP 4 hilos | 300 m | Q 500,00 |
| UT8 | Distribuidora Acuario S.A. | Cable UTP 8 hilos | 300 m | Q 500,00 |
| WAI | Repuestos y Lubricantes Los Cuchumatanes | Wipe | 3 unid | Q 15,00 |
| | | | TOTAL | Q 6 600,40 |

Fuente: elaboración propia.

Además de los materiales, se asignan Q 10 000,00 (diez mil quetzales con 0/100) en capacitaciones al personal. Con mayor énfasis en la implementación del plan administrativo y actualizar el conocimiento de los equipos electrónicos. Por lo tanto el total del presupuesto para las acciones preventivas es de Q 16 600,40 (diez y seis mil seiscientos quetzales con 40/100) trimestralmente.

4.2.2.1.2. Acciones correctivas

La asignación del presupuesto para toda acción correctiva corresponde a la diferencia del presupuesto de las acciones preventivas (Q 16 600,40) con el presupuesto total del área técnica (Q 20 000,00), el cual es de un total de Q 3 400,00 Este se presupuesta mensualmente, por cualquier eventualidad presentada.

4.3. Establecimiento de actividades

Con el fin de abarcar todas las actividades, el supervisor debe realizar una división de las actividades que debe efectuar cada técnico. Se le brinda al técnico estas por medio de un formato (ver: apéndices) tres días antes de iniciar el mes.

Además del formato mensual, los supervisores tienen un formato de actividades anuales, que está fundamentado en la planeación del plan administrativo. Este programa tiene la finalidad de realizar en el tiempo correspondiente estas actividades a los equipos que tiene a cargo el supervisor.

Estos formatos indican las actividades a realizar, además de un código de colores, que representan los diferentes equipos a los que se les realizará el trabajo correspondiente.

Figura 38. **Código de colores de los equipos**

| | | | |
|-----------------|------------|--------------------|--------|
| Motor eléctrico | Cables | Ejes y Levas | Antena |
| Contactor | Engranajes | Equipo electrónico | |
| Sensores | Cadenas | Estaciones remotas | |

Fuente: elaboración propia.

A continuación se presentan ejemplos de los programas de actividades mensuales y anuales.

4.3.1. Mensuales

Programa de actividades del mes de febrero del técnico Andrés López Pérez con código 183.

Figura 40. Programa de actividades: semestre 1

| No. | Actividad | Programación año 2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|-----------------------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | Enero | | | | Febrero | | | | Marzo | | | | Abril | | | | Mayo | | | | Junio | | | |
| | | S 1 | S 2 | S 3 | S 4 | S 1 | S 2 | S 3 | S 4 | S 1 | S 2 | S 3 | S 4 | S 1 | S 2 | S 3 | S 4 | S 1 | S 2 | S 3 | S 4 | S 1 | S 2 | S 3 | S 4 |
| 1 | Inspección del área de trabajo. Evaluación de aspectos ambientales que afecten al equipo. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Limpieza externa del equipo. Elimina todo tipo de suciedad en el exterior del equipo con el equipo adecuado. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Inspección externa del equipo. Evaluación externa del equipo, como: aspectos físicos, componentes mecánicos y eléctricos. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Limpieza interna del equipo. Elimina todo tipo de suciedad en el interior del equipo con el equipo adecuado. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Inspección interna del equipo. Revisión de todas sus partes, para detectar signos de fallas. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Lubricación y engrase. Proceso de aplicar una capa de aceite o grasa para reducir el rozamiento de las partes del equipo y fortalecerlas de la corrosión. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Ajuste y calibración. Realizar pruebas y ajuste indicados en el manual del equipo, para corroborar la calidad del funcionamiento. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Pruebas de funcionamiento. Acoplamiento del equipo, y realizar las pruebas necesarias del funcionamiento completo. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Atención de problemas por servicio. Resolución de problemas por medio del computador y equipo electrónico. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | Reparaciones de equipos. Mantenimiento de los equipos en el área de taller. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: elaboración propia.

Figura 41. Programa de actividades: semestre 2

| No. | Actividad | Programación año 2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|-----------------------|-----|-----|-----|--------|-----|-----|-----|------------|-----|-----|-----|---------|-----|-----|-----|-----------|-----|-----|-----|-----------|-----|-----|-----|
| | | Julio | | | | Agosto | | | | Septiembre | | | | Octubre | | | | Noviembre | | | | Diciembre | | | |
| | | S 1 | S 2 | S 3 | S 4 | S 1 | S 2 | S 3 | S 4 | S 1 | S 2 | S 3 | S 4 | S 1 | S 2 | S 3 | S 4 | S 1 | S 2 | S 3 | S 4 | S 1 | S 2 | S 3 | S 4 |
| 1 | Inspección del área de trabajo. Evaluación de aspectos ambientales que afecten al equipo. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Limpieza externa del equipo. Elimina todo tipo de suciedad en el exterior del equipo con el equipo adecuado. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Inspección externa del equipo. Evaluación externa del equipo, como: aspectos físicos, componentes mecánicos y eléctricos. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Limpieza interna del equipo. Elimina todo tipo de suciedad en el interior del equipo con el equipo adecuado. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Inspección interna del equipo. Revisión de todas sus partes, para detectar signos de fallas. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Lubricación y engrase. Proceso de aplicar una capa de aceite o grasa para reducir el rozamiento de las partes del equipo y fortalecerlas de la corrosión. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Ajuste y calibración. Realizar pruebas y ajuste indicados en el manual del equipo, para corroborar la calidad del funcionamiento. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Pruebas de funcionamiento. Acoplamiento del equipo, y realizar las pruebas necesarias del funcionamiento completo. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Atención de problemas por servicio. Resolución de problemas por medio del computador y equipo electrónico. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | Reparaciones de equipos. Mantenimiento de los equipos en el área de taller. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: elaboración propia.

4.4. Diseño de guía en la presentación del formulario

Al realizar las órdenes de trabajo, cada técnico deberá entregar a su supervisor a cargo, el siguiente documento:

- Informe general
- Orden de trabajo
- Bitácora
- Formato de detalle de gastos

Cada uno deberá ser completado técnicamente, ya que esto se utilizará para el control y retroalimentación de las acciones correctivas, que en el futuro se logrará en forma preventiva.

4.5. Comparación del pre y pos de la propuesta

Para lograr una comparación de la propuesta, se realizarán unas evaluaciones previamente a ejecutarse y otras luego de proceder, un tiempo prudencial posterior a la implementación. A continuación se presentan los resultados que se esperan:

4.5.1. Parámetros de operación

Debido a la implementación del plan de administración se ha logrado ejecutar las actividades de manera eficiente; esto ha ayudado a que los parámetros de operación se cumplan en su ejecución. Esto en virtud de obtener tiempos de respuesta más ágiles de la antena y facilidad en su operación, trabajando en el rango óptimo y evitando forzar al máximo el equipo electromecánico.

En cuanto a la posición y apuntamiento se refiere, se logra alcanzar con mayor facilidad una eficiencia del 95 %. En la posición requerida, para brindar el servicio de telecomunicaciones. Debido a esto, se consigue que el servicio sea recuperado en tiempos más cortos que los que se utilizaba previamente.

Por consiguiente, con lo anterior, el área técnica ha logrado que las estaciones remotas obtengan una estabilidad adecuada en la señal, certificando la calidad del servicio brindado por la empresa, y por lo tanto, reducción del índice de fallas.

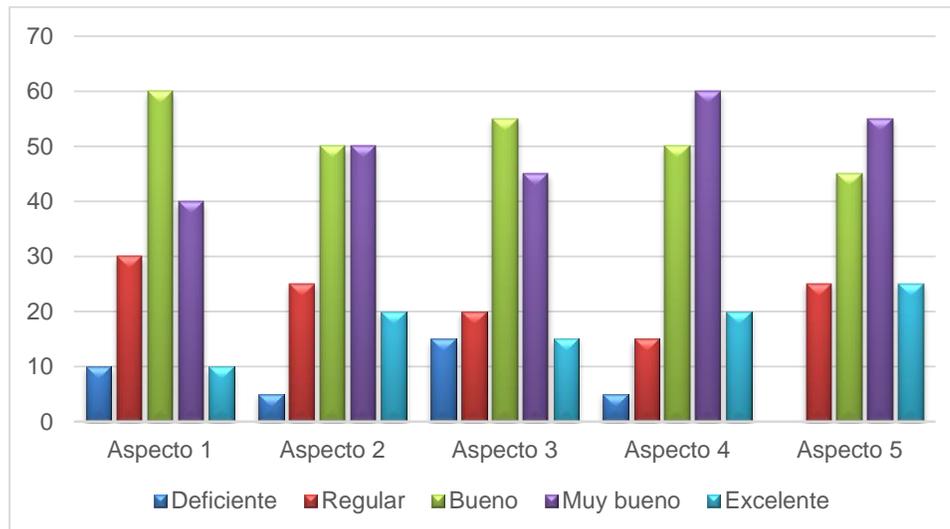
4.5.2. Satisfacción del cliente

Por medio del análisis de las pruebas de satisfacción del cliente presentada en las evaluaciones de desempeño, y con el apoyo de gráficas a diferentes muestras de los clientes a los que se les brinda el servicio, se obtuvieron los siguientes resultados.

A continuación se encuentran las gráficas donde se pueden visualizar los resultados de:

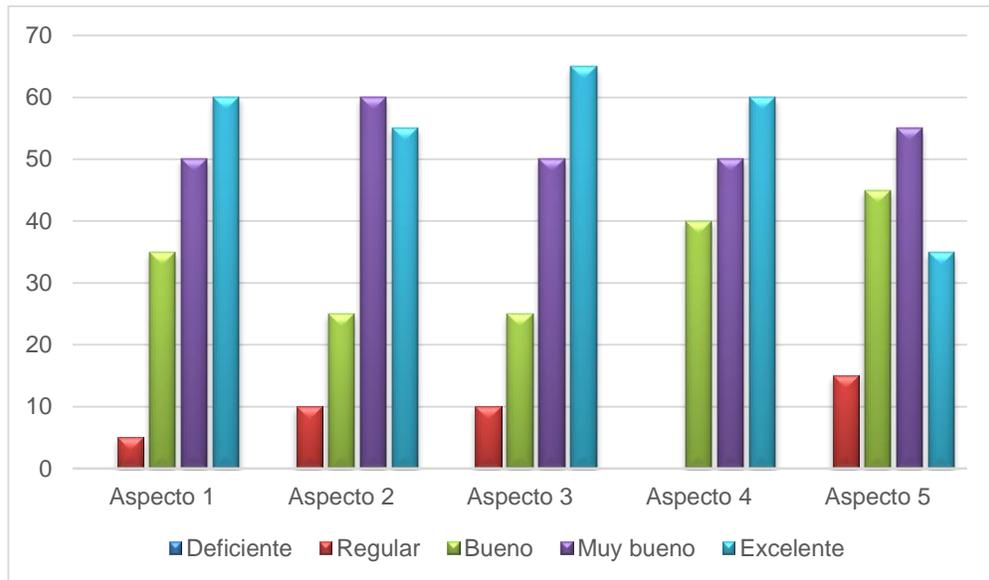
- Satisfacción del cliente previo a la implementación de la propuesta
- Satisfacción del cliente después de la implementación de la propuesta

Figura 42. **Resultados de la satisfacción del cliente previo a la implementación**



Fuente: elaboración propia.

Figura 43. **Resultados de la satisfacción del cliente posterior a la implementación**



Fuente: elaboración propia.

Se observa un aumento promedio del 36 % en los aspectos evaluados y además la eliminación total del criterio deficiente en la evaluación por parte de los clientes. En consecuencia, la implementación de este plan administrativo ha contribuido a mejorar la percepción de la calidad de servicio de la empresa en virtud de que el cliente este satisfecho en más del 85 % del tiempo.

4.5.3. **Requerimientos del proveedor satelital**

En lo que se refiere al proveedor satelital, el plan administrativo ha ayudado a la empresa a mantener la antena principal entre los límites adecuados de apuntamiento. Su implementación ha permitido reducir las llamadas de requerimiento de corrección de parámetros, logrando mejorar el

récord de calidad en el servicio de la empresa, lo cual ayudará a expandir el servicio a otros países de Centroamérica a través de este proveedor.

Es de hacer notar que en los 6 meses anteriores a la implementación del plan administrativo, el proveedor satelital había efectuado llamadas a la empresa, solicitando acciones correctivas por causas como: exceso de potencia en la transmisión de la señal, emisión fuera de los límites y generación de ruido a otros usuarios del satélite, condiciones que en la mayoría de casos son debidas al apuntamiento inadecuado de las antenas, tanto la principal como de las estaciones remotas.

4.6. Estudio financiero del impacto en la implementación de la propuesta

Con la necesidad de evaluar y justificar la implementación del plan administrativo, se realizaron dos evaluaciones financieras. Estas se presentan a continuación:

4.6.1. Valor presente neto

Esta evaluación brinda una alternativa para la toma de decisiones de inversión, la que permite determinar de antemano si una inversión vale la pena o evitar realizarla, y no hacer así, malas inversiones que provoquen pérdidas en el futuro. Además, brinda la ventaja de que la tasa de interés utilizada, permite lograr los beneficios esperados del proyecto, lo que otras evaluaciones no lo hacen.

Tomar una decisión de invertir en un proyecto implica comparar varias alternativas de inversión. Comparará el beneficio proyectado del proyecto con el beneficio que se obtendría en otros proyectos alternativos. En muchos casos se compara con el beneficio que ofrece el dinero en una entidad financiera, pero equilibrándolos a través de una tasa de riesgo.

La tasa de interés es importante en los proyectos, ya que si no se le da la importancia suficiente puede conducir a evaluaciones no apropiadas que pueden llevar a la empresa a hacer una mala inversión.

Aplicando la evaluación en el plan administrativo, se realiza una inversión de Q 22 500,00 al implementarse. Se estimó que se tendrá el presupuesto de acciones correctivas de Q 3 400,00 mensualmente y el de acciones preventivas de Q 16 600,00 trimestralmente. El área técnica contará con ingresos de Q 12 500,00 mensuales por concepto de ejecución de proyectos. Se evaluará la inversión a 12 meses a una tasa de interés del 10 % anual.

Tabla VII. **Flujo de caja primeros 6 meses**

| | Mes 0 | Mes 1 | Mes 2 | Mes 3 | Mes 4 | Mes 5 |
|--------------------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Efectivo inicial | Q 22 500, 00 | Q 522,00 | Q 7 644,00 | Q 14 766,00 | Q 5 288,00 | Q 12 410,00 |
| INGRESOS | | | | | | |
| Ingreso al área técnica por proyecto | | Q 12 500,00 |
| Total de Ingresos | Q 22 500, 00 | Q 13 022,00 | Q 20 144,00 | Q 27 266,00 | Q 17 788,00 | Q 24 910,00 |
| EGRESOS | | | | | | |
| Proyecto | | | | | | |
| Acciones correctivas | Q 3 400,00 | Q 3 400,00 | Q 3 400,00 | Q 3 400,00 | Q 3 400,00 | Q 3 400,00 |
| Capacitaciones | Q 10 000,00 | | | Q 10 000,00 | | |
| Materiales de trabajo | Q 6 600,00 | | | Q 6 600,00 | | |
| Financiamiento | | | | | | |
| Pago de cuota mensual | Q 1978,00 | Q 1 978,00 |
| Total de Egresos | Q 21 978,00 | Q 5 378,00 | Q 5 378,00 | Q 21 978,00 | Q 5 378,00 | Q 5 378,00 |
| Flujo neto | Q 522,00 | Q 7 644,00 | Q 7 544,00 | Q 5 288,00 | Q 12 410,00 | Q 19 532,00 |

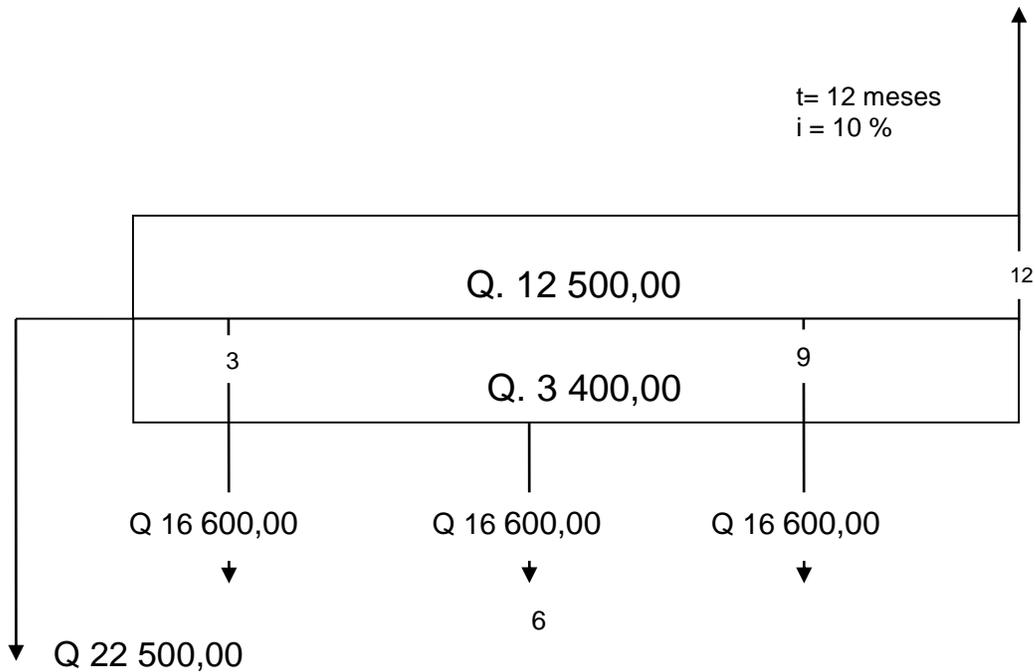
Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. Flujo de caja últimos 6 meses

| | Mes 6 | Mes 7 | Mes 8 | Mes 9 | Mes 10 | Mes 11 | Mes 12 |
|--------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Efectivo inicial | Q 19 532,00 | Q 10 054,00 | Q 17 176,00 | Q 24 298,00 | Q 14 820,00 | Q 21 942,00 | Q 29 064,00 |
| INGRESOS | | | | | | | |
| Ingreso al área técnica por proyecto | Q 12 500,00 |
| Total de Ingresos | Q 32 032,00 | Q 22 554,00 | Q 29 676,00 | Q 36 798,00 | Q 27 320,00 | Q 34 442,00 | Q 41 564,00 |
| EGRESOS | | | | | | | |
| Proyecto | | | | | | | |
| Acciones correctivas | Q 3 400,00 |
| Capacitaciones | Q 10 000,00 | | | Q 10 000,00 | | | Q 10 000,00 |
| Materiales de trabajo | Q 6 600,00 | | | Q 6 600,00 | | | Q 6 600,00 |
| Financiamiento | | | | | | | |
| Pago de cuota mensual | Q 1 978,00 |
| Total de Egresos | Q 21 978,00 | Q 5 378,00 | Q 5 378,00 | Q 21 978,00 | Q 5 378,00 | Q 5 378,00 | Q 21 978,00 |
| Flujo neto | Q 10 054,00 | Q 17 176,00 | Q 24 298,00 | Q 14 820,00 | Q 21 942,00 | Q 29 064,00 | Q 19 586,00 |

Fuente: elaboración propia.

Figura 44. Diagrama de flujo de efectivo



1. Realizando VPN

$$VPN = -Inv. Inicial + \sum_{t=1}^n \frac{FNE_t}{(1+i)^t}$$

Donde:

Inv. Inicial = Inversión inicial

FNE = Datos del flujo neto

i = Interés

t = Periodo de tiempo

A continuación se evalúa el proyecto con los datos mostrados en el diagrama de flujo de efectivo, con un interés del 10 % y un periodo de tiempo de 12 meses.

$$\begin{aligned}
\text{VPN} &= -22\,500 - \left\{ 3\,400 \times \left[\frac{((1 + 0,10)^{12} - 1)}{0,10 \times (1 + 0,10)^{12}} \right] \right\} \\
&+ \left\{ 12\,500 \times \left[\frac{((1 + 0,10)^{12} - 1)}{0,10 \times (1 + 0,10)^{12}} \right] \right\} - \left\{ 16\,600 \times \left[\frac{1}{(1 + 0,10)^3} \right] \right\} \\
&- \left\{ 16\,600 \times \left[\frac{1}{(1 + 0,10)^6} \right] \right\} - \left\{ 16\,600 \times \left[\frac{1}{(1 + 0,10)^9} \right] \right\}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{VPN} &= -22\,500 - \{3\,400 \times [6,813692]\} + \{12\,500 \times [6,813692]\} \\
&- \{16\,600 \times [0,75315]\} - \{16\,600 \times [0,564474]\} - \{16\,600 \times [0,424098]\}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{VPN} &= -22\,500 - 23\,166,55 + 85\,171,15 - 12\,471,83 - 9\,370,27 \\
&- 7\,040,03
\end{aligned}$$

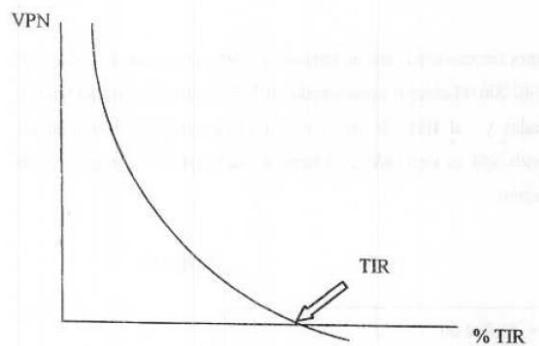
$$\text{VPN} = 10\,622,48$$

Como resultado de la evaluación financiera, VPN, es un valor positivo que nos indica que la inversión para el plan administrativo es justificada y es conveniente proseguir ejecutándolo debido a que representará beneficios a la empresa en el aspecto financiero.

4.6.2. Tasa interna de retorno

Conceptualmente la tasa de retorno es la tasa máxima de utilidad que puede pagarse u obtenerse en la evaluación de un proyecto; se puede interpretar en la siguiente gráfica.

Figura 45. **Gráfica TIR**



Fuente: elaboración propia.

Donde la flecha indicada, nos muestra el punto exacto donde el VPN de la inversión del proyecto es igual a 0, significando que en este punto lo que se ha invertido se ha recuperado. Por lo que la fórmula a utilizar es la siguiente:

$$TIR = VPN_{beneficio} - VPN_{costos} = 0$$

$$\begin{matrix} Tasa 1 & VPN + \\ TIR & VPN = 0 \\ Tasa 2 & VPN - \end{matrix}$$

Logrando calcular la TIR por medio de una interpolación entre los datos mostrados anteriormente en la fórmula, a continuación se muestra la evaluación en la inversión del plan administrativo.

Tabla IX. **Calculo de VPN para TIR**

| | 10 % | 15 % | 20 % | 25 % |
|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| VP Ben | 85 171,15 | 67 757,74 | 55 490,21 | 46 564,03 |
| VP Cos | 74 548,67 | 63 740,27 | 55 976,32 | 50 244,22 |
| VPN | 10 622,48 | 4 017,47 | -486,11 | -3 680,19 |

Fuente: elaboración propia.

En la tabla anterior se calculó los VPN para las tasas de 15 % y 20 %. Por consiguiente, se realiza la interpolación a continuación:

| | | | |
|---------------|----------------|------------|----------|
| <i>Tasa 1</i> | <i>VPN +</i> | 15 | 4 017,47 |
| <i>TIR</i> | <i>VPN = 0</i> | <i>TIR</i> | 0 |
| <i>Tasa 2</i> | <i>VPN -</i> | 20 | -486,11 |

$$TIR = \left[\frac{(15 - 20) \times (0 - (-486,11))}{(4\,017,47) - (-486,11)} \right] + 20$$

$$TIR = \left[\frac{-2\,430,55}{4\,503,58} \right] + 20$$

$$TIR = 19,46 \%$$

Como resultado de la evaluación financiera, TIR, indica que la tasa interna de retorno de la inversión del plan administrativo es del 19,46 % anual. Ya que este valor es mayor que la tasa utilizada en la inversión, indica que es rentable el proyecto en el tiempo establecido para realizar su inversión; por lo tanto se justifica la implementación del plan.

4.7. Acciones paralelas

Las acciones paralelas suelen ser procedimientos prescindibles pero que en muchos casos ayudan a explicar y complementar un estudio, plan o proyecto en la empresa, logrando el alcance de los objetivos planteados en estos.

4.7.1. Resolución de problemas no previstos

Por medio de la documentación del plan administrativo y la adecuada ejecución de este por parte del personal, se ha logrado identificar y documentar,

por medio de las órdenes de trabajo, las acciones correctivas que se han presentado y ejecutado en los equipos operativos y estaciones terrenas.

Es de resaltar que estos equipos secundarios, son de importancia para brindar el servicio prestado por la empresa, por lo que paralelamente al plan administrativo del equipo principal se ha implementado este a estos equipos. De esta manera se presenta en los apéndices las acciones correctivas antes mencionadas.

4.7.2. Autocrítica del personal técnico

El personal realizará todos los meses una autocrítica, al momento de realizar las evaluaciones de desempeño, a través de la prueba cruzada y la prueba de instalaciones y herramientas. Con ello se logrará obtener información para realizar análisis de mejora en estos aspectos.

La autocrítica consiste a conocerse a uno mismo y es una capacidad orientada a la mejora personal, es decir, a mejorar todo lo que no está bien y acercarse al ideal de persona que se desea ser.

La autocrítica es uno de los principales indicadores externos de la cantidad y calidad del autoconocimiento, un indicador que no es fácil de detectar.

Si el personal técnico realiza una autocrítica puede visualizar en qué aspectos se encuentra mal el área técnica y luego crear acciones para mejorar los aspectos en que se encuentra mal y que ayudarán a que el área técnica perfeccione y brinde un mejor servicio.

Figura 46. Evaluación cruzada

LOGO DE LA
EMPRESA

EVALUACIÓN CRUZADA

Se le solicita conteste de forma objetiva el presente instrumento el cual tiene la finalidad de obtener información relevante en el área de mantenimiento. Agradecemos de antemano su colaboración, la cual se garantiza que será manejada de forma confidencial.

Califique cada aspecto asignando una "X" en el valor que considere adecuado en la columna de calificación, considerando la escala siguiente: 5=Excelente, 4=Muy Bueno, 3=Bueno, 2=Regular, 1=Deficiente.

I. Datos del evaluado.

| | | | |
|--------|--|-------|--|
| Nombre | | Area | |
| Puesto | | Fecha | |

II. Datos del evaluador. (Marcar con una "X" el cuadro apropiado).

| | | | | | | | | | |
|---------|--|------------|--|---------|--|-----------|--|------|--|
| Gerente | | Supervisor | | Técnico | | Evaluador | | Otro | |
|---------|--|------------|--|---------|--|-----------|--|------|--|

III. Aspectos de trabajo

| No. | Aspecto | Calificación | | | | | Comentarios |
|-----|---|--------------|---|---|---|---|-------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 1 | Capacidad. Posee los conocimientos que permiten ejercer efectivamente las actividades de su puesto. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 2 | Trabajo en equipo. Solicita participación en el desarrollo de las acciones de la organización aportando ideas a sus compañeros de trabajo y superiores. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 3 | Ambiente de trabajo. Colabora, comparte ideas, descubre e informa oportunidades, su actitud de cooperación es amigable. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 4 | Eficiencia. Realiza sus actividades en el tiempo estimado para la misma, tratando de realizarlas en el menor tiempo posible. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 5 | Control interno. Controla en forma consciente su trabajo, buscando siempre hacer las cosas de la mejor manera. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 6 | Toma de decisiones. Suele tomar decisiones difíciles, en tiempo y forma apropiadas. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 7 | Sentido Costo-Beneficio. Hace uso efectivo de los recursos con los que cuenta el departamento técnico. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 8 | Solución de problemas. Identifica los problemas, reconoce las causas y propone soluciones. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 9 | Compromiso de servicio. Posee alta capacidad de servicio y cumple con los plazos previstos de sus actividades. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |

(5=Excelente, 4=Muy Bueno, 3=Bueno, 2=Regular, 1=Deficiente)

Continuación de la figura 46.

IV. Aspectos personales. (Marca con una "X" el cuadro apropiado).

| No. | Aspecto | Calificación | | | | | Comentarios |
|-----|---|--------------|---|---|---|---|-------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 10 | Iniciativa. Toma iniciativa para aprender nuevas habilidades y extender sus metas. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 11 | Excelencia. Va más allá de los estándares o los requisitos mínimos de cada actividad o trabajo. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 12 | Integridad. Es honesto en lo que dice y hace; asume la responsabilidad de las acciones colectivas e individuales; asegura la transparencia en la administración de recursos. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 13 | Comunicación. Se dirige al personal con respeto y justicia; desarrolla efectivas relaciones de trabajo con sus superiores, compañeros, subordinados y clientes. Solicita y brinda retroalimentación. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 14 | Supervisión / Acompañamiento. Compromete al personal a desempeñar al máximo de su habilidad; brinda una clara información y da soporte a compañeros. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 15 | Apertura para el cambio. Muestra tolerancia hacia los puntos de vista de otros; solicita y aprovecha la retroalimentación recibida de sus compañeros y superiores. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |

(5=Excelente, 4=Muy Bueno, 3=Bueno, 2=Regular, 1=Deficiente)

V. De los siguientes valores indique con "X" cuáles son los que presenta con mayor frecuencia la persona evaluada.

| | | | | | |
|---|-----------------|--|---|------------|--|
| 1 | Honestidad | | 5 | Tolerancia | |
| 2 | Humildad | | 6 | Ayuda | |
| 3 | Respeto | | 7 | Lealtad | |
| 4 | Responsabilidad | | 8 | Compromiso | |

VI. De las siguientes actitudes indique con "X" cuáles son los que presenta con mayor frecuencia la persona evaluada.

| | | | | | |
|---|-------------------|--|---|---------------|--|
| 1 | Esfuerzo | | 5 | Justicia | |
| 2 | Sinceridad | | 6 | Proactivo | |
| 3 | Trabajo en equipo | | 7 | Participativo | |
| 4 | Gratitud | | 8 | Diálogo | |

Continuación de la figura 46.

Conteste de forma objetiva los siguientes cuestionamientos.

VII. Indique alguna(s) fortaleza(s) particulares de la persona evaluada.

V. De los siguientes valores indique con "X" cuáles son los que presenta con mayor frecuencia la persona evaluada.

| | | | | | |
|---|-----------------|--|---|------------|--|
| 1 | Honestidad | | 5 | Tolerancia | |
| 2 | Humildad | | 6 | Ayuda | |
| 3 | Respeto | | 7 | Lealtad | |
| 4 | Responsabilidad | | 8 | Compromiso | |

VI. De las siguientes actitudes indique con "X" cuáles son los que presenta con mayor frecuencia la persona evaluada.

| | | | | | |
|---|-------------------|--|---|---------------|--|
| 1 | Esfuerzo | | 5 | Justicia | |
| 2 | Sinceridad | | 6 | Proactivo | |
| 3 | Trabajo en equipo | | 7 | Participativo | |
| 4 | Gratitud | | 8 | Diálogo | |

Conteste de forma objetiva los siguientes cuestionamientos.

VII. Indique alguna(s) fortaleza(s) particulares de la persona evaluada.

VIII. Indique alguna(s) debilidades particulares de la persona evaluada.

Firma del Evaluador

Fuente: elaboración propia.

Figura 47. Evaluación de instalaciones y herramientas



EVALUACIÓN DE INSTALACIONES Y HERRAMIENTAS

Se le solicita conteste de forma objetiva el presente instrumento el cual tiene la finalidad de obtener información relevante en el área de mantenimiento. Agradecemos de antemano su colaboración, la cual se garantiza que será manejada de forma confidencial.

Califique cada aspecto asignando una "X" en el valor que considere adecuado en la columna de calificación, considerando la escala siguiente: (5=Excelente, 4=Muy Bueno, 3=Bueno, 2=Regular, 1=Deficiente).

I. Datos del evaluado.

| | | | |
|--------|--|-------|--|
| Nombre | | Area | |
| Puesto | | Fecha | |

II. Evaluación de las instalaciones del departamento técnico.

| | Calificación | | | | | Comentarios |
|--|--------------|---|---|---|---|-------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| ¿En qué condiciones de limpieza se encuentra el piso de la zona del taller. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| ¿Como califica la visibilidad de los pasillos del área técnica? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| ¿Cómo considera la anchura de las zonas de paso, por donde circula el personal? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| ¿Cómo considera el acomodo de cajas organizadoras de herramientas en el área técnica? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| ¿Cómo califica la protección de las fosas, del piso, pasillos y plataformas de trabajo elevado? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| ¿Cómo considera la protección de los pasillos sobre las instalaciones peligrosas, (fuentes eléctricas y materiales flamables)? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| ¿Es adecuada la protección de riesgos para evitar caídas, salpicaduras, en los espacios de trabajo? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |

Continuación de la figura 47.

| | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|--|
| ¿Cómo califica las dimensiones que se tienen en las áreas de trabajo para realizar movimientos seguros? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| ¿Es adecuada la distribución de espacios del área técnica? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| ¿Considera adecuado el equipamiento de seguridad? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| ¿Cómo considera la iluminación de cada área de trabajo (pasillos, taller, oficina, escaleras) dentro del área técnica? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| ¿Es adecuado el lugar donde se encuentran ubicadas las señales de seguridad? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| ¿En qué condiciones se encuentran las señales de seguridad en cuanto a tamaño y apreciación de las mismas? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |

(5=Excelente, 4=Muy Bueno, 3=Bueno, 2=Regular, 1=Deficiente)

III. Evaluación de las herramientas de trabajo.

| | Calificación | | | | | Comentarios |
|---|--------------|---|---|---|---|-------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| ¿Cuál es la condición de las herramientas con las que cuenta el Área Técnica de la Empresa? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| ¿Es adecuada la calidad de las herramientas del Área Técnica? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| ¿Cómo califica el mantenimiento de las herramientas en cuanto a su limpieza y conservación? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| ¿Considera adecuada la cantidad de herramientas disponibles, en función del trabajo diario y del número de trabajadores que las utilizan? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| ¿En qué condiciones se encuentran las cajas organizadoras de las herramientas del área técnica? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| ¿En qué condiciones se encuentran los protectores de las herramientas cortantes y punzocortantes del área técnica? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| ¿Es adecuada la capacitación para el uso de las herramientas que se utilizan en el área de trabajo? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| ¿En qué condiciones se encuentra el equipo de protección personal contra accidentes del área técnica? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |

(5=Excelente, 4=Muy Bueno, 3=Bueno, 2=Regular, 1=Deficiente)

Firma del Evaluador

Fuente: elaboración propia.

5. SEGUIMIENTO O MEJORA

5.1. Evaluaciones periódicas

La evaluación periódica de la empresa se presenta como una herramienta útil para el control de gestión superior, que consistirá en analizar la evolución de la empresa en los últimos meses con el plan administrativo y sus perspectivas futuras, evaluar el impacto de las decisiones en sus resultados y la situación en relación con el cumplimiento de su misión.

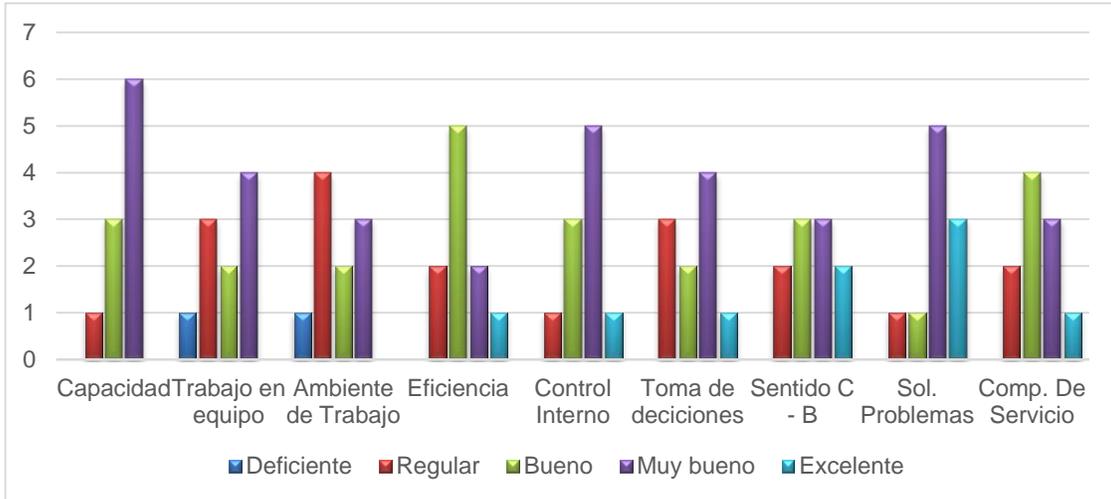
5.1.1. Mensuales

En el seguimiento del plan administrativo se realizaron diferentes evaluaciones que contribuyeron al mejoramiento del área técnica y su personal. Como ejemplo, se muestra a continuación:

- Análisis de la prueba cruzada.
- Análisis de la prueba de instalaciones y herramientas del grupo del área técnica presentada en las evaluaciones del desempeño.

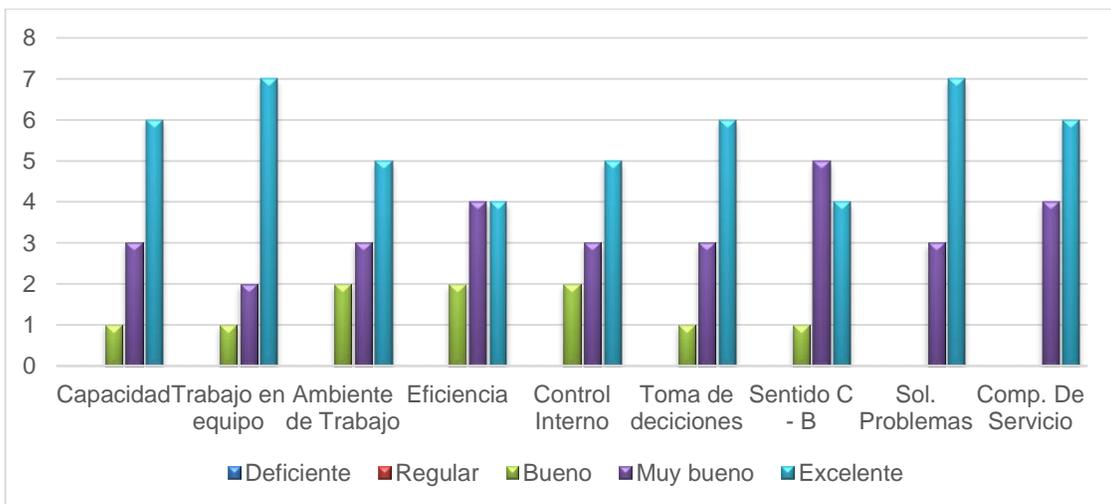
Para cada análisis se incluyen las respectivas gráficas, que brindan una mejor visualización de los resultados.

Figura 48. Evaluación de aspectos de trabajo previo a la implementación



Fuente: elaboración propia.

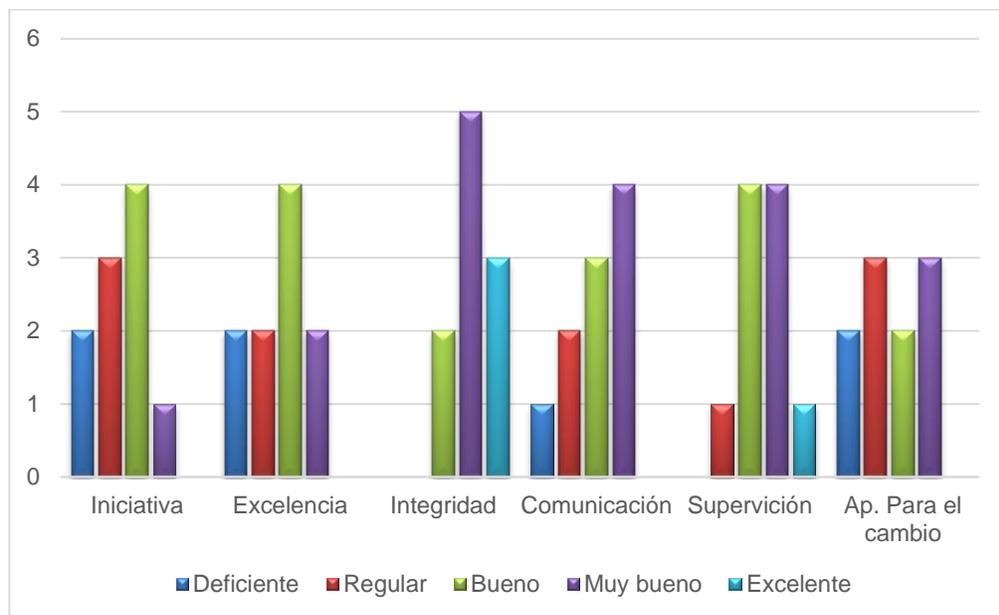
Figura 49. Evaluación de aspectos de trabajo posterior a la implementación



Fuente: elaboración propia.

Gracias a las evaluaciones de desempeño por parte del personal del Departamento Técnico se identificó que en los aspectos de trabajo existía la necesidad de mejorar en temas relacionados con: trabajo en equipo, ambiente de trabajo, eficiencia y sentido de costo-beneficio. Por medio del plan administrativo y las capacitaciones necesarias se observó una mejora en todos los aspectos de trabajo en aproximadamente un 80 %.

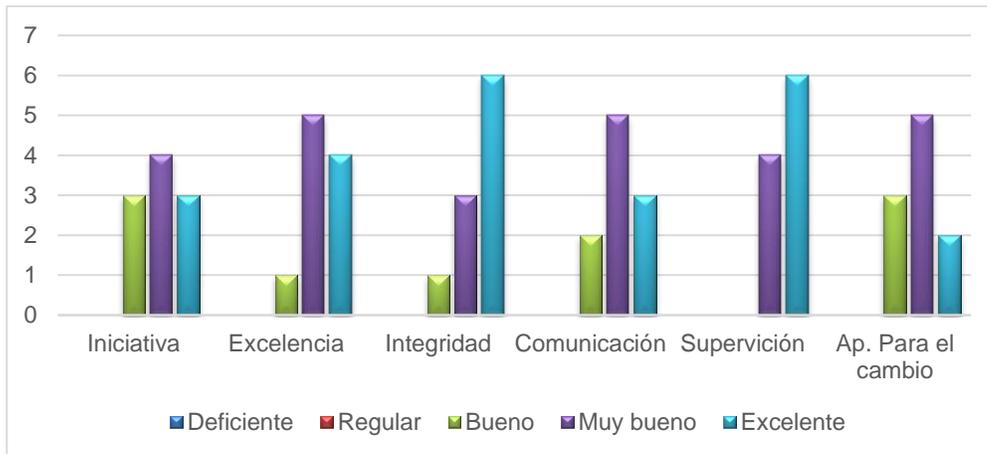
Figura 50. **Evaluación de aspectos personales previo a la implementación**



Fuente: elaboración propia.

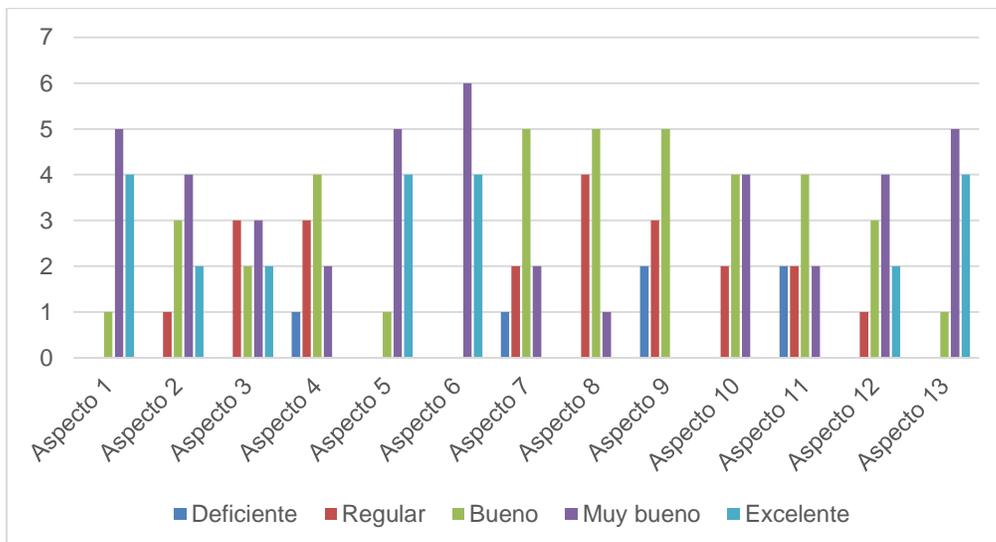
En cuanto a los aspectos personales, se observa que el personal necesitaba mejorar aspectos como: iniciativa, excelencia, comunicación y apertura al cambio. Posteriormente al implementarse el plan se logra corregir estos aspectos, por medio de las capacitaciones programadas por el plan, logrando una mejora aproximada del 75 %.

Figura 51. Evaluación de aspectos personales posterior a la implementación



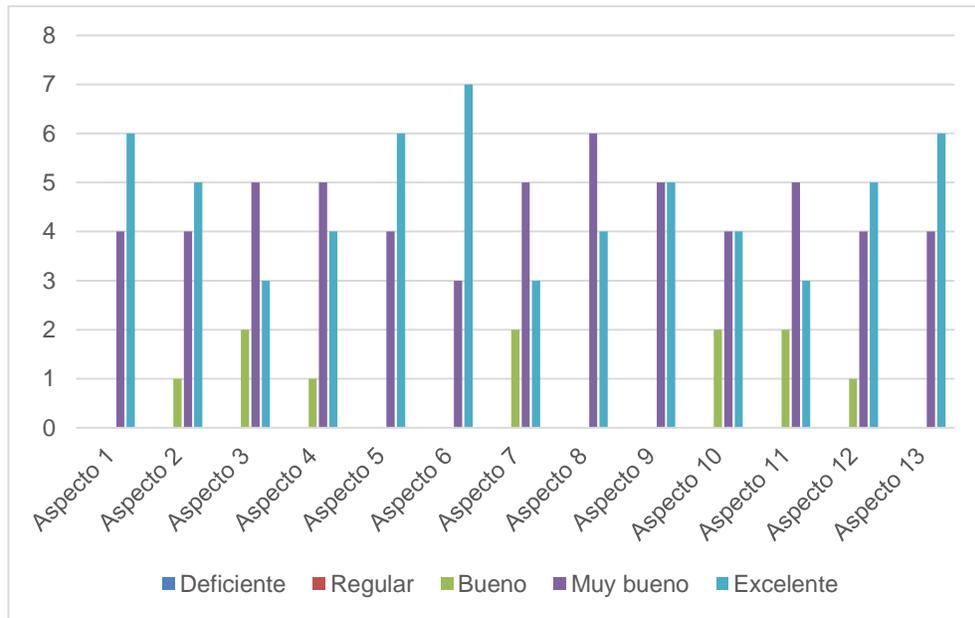
Fuente: elaboración propia.

Figura 52. Evaluación de las instalaciones del Departamento Técnico previo a la implementación



Fuente: elaboración propia.

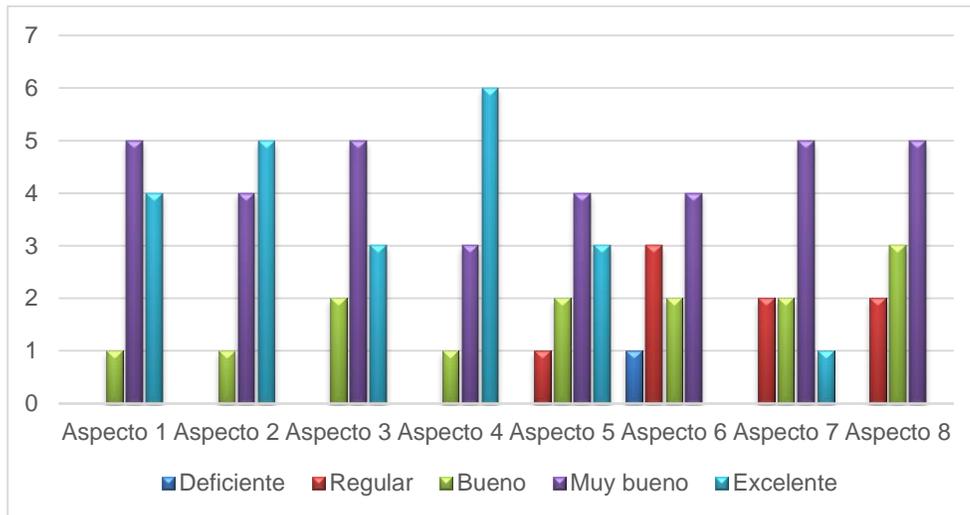
Figura 53. **Evaluación de las instalaciones del Departamento Técnico posterior a la implementación**



Fuente: elaboración propia.

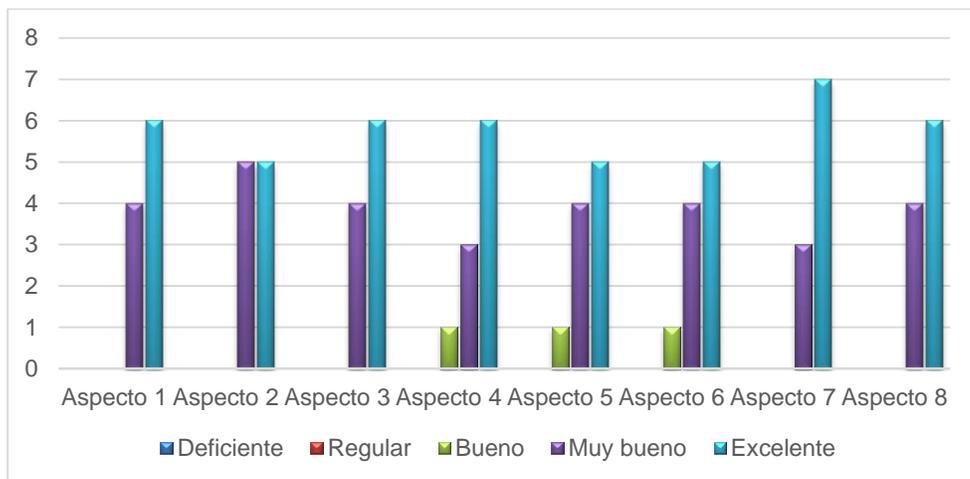
Al observar la evaluación sobre las instalaciones del Departamento Técnico, se identificó que el personal requería mejoras en los aspectos de visibilidad, espacio para movilizarse, ordenamiento de cajas de herramientas y equipos, mejorar la distribución de espacios, luminarias y protección ante riesgos en el área de taller. Al implementarse el plan administrativo se corrigen estos aspectos y se logra una mejora equivalente al 85 %.

Figura 54. **Evaluación de las herramientas de trabajo previo a la implementación**



Fuente: elaboración propia.

Figura 55. **Evaluación de las herramientas de trabajo posterior a la implementación**



Fuente: elaboración propia.

En la evaluación sobre las herramientas de trabajo, se observó que el personal indica que se deben mejorar los aspectos como: el cuidado de la caja organizadora, el estado de las cubiertas de las herramientas punzo cortantes, capacitación para utilizar las herramientas y el estado del equipo de protección personal. Al implementarse el plan administrativo se corrigen estos aspectos, por medio del cambio de las herramientas y equipos, además de la capacitación para el uso de los mismos, con lo que se logra una mejora equivalente al 90 %.

Por consiguiente, se proseguirá efectuando las evaluaciones de desempeño, analizando e implementando nuevos aspectos que sean necesarios para las actividades que se realicen en un futuro. Se realizarán capacitaciones que mejoren los aspectos deficientes hasta el momento, enfocado al personal que lo necesite.

En el seguimiento del plan administrativo, se debe verificar el control de los equipos, se realizarán evaluaciones de Pareto, para determinar el índice de fallas que estos han presentado en el mes, así como, su solución. Esto ayudará a identificar nuevos equipos críticos, que deberán incluirse en la planeación del plan administrativo.

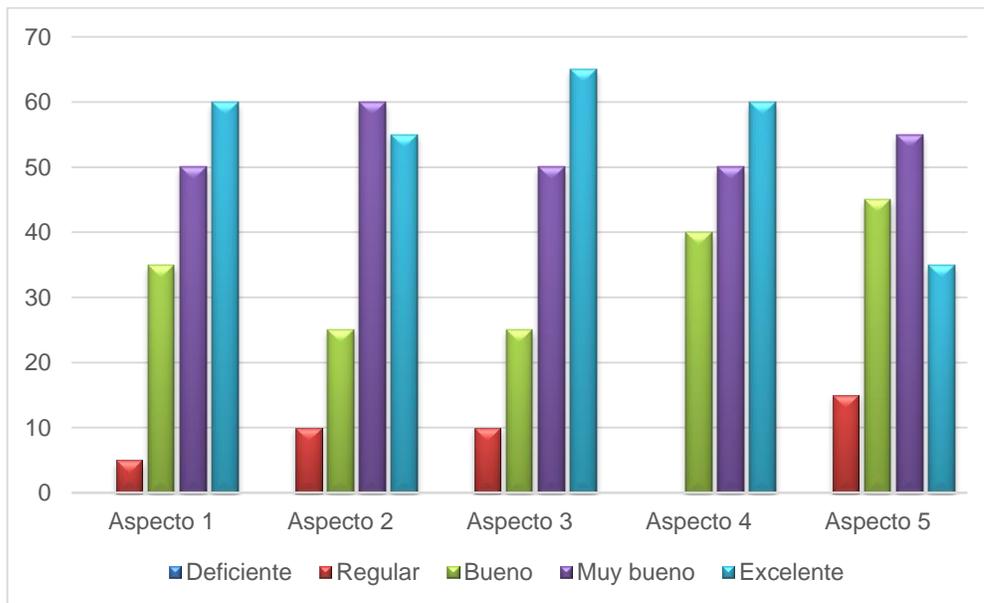
También, se continuará con las auditorías en el presupuesto, para evaluar el buen manejo de los recursos que se soliciten en el área, para que estén disponibles cuando sea necesario. Todo presupuesto será analizado y aprobado por el gerente del área Técnica y Financiera.

5.1.2. Anuales

Al final del año se realizará una evaluación por parte de la junta directiva, la que consiste en la verificación del cumplimiento de los objetivos propuestos al inicio del año, además de evaluar la implementación de nuevos proyectos, análisis financiero de la empresa y los nuevos beneficios y ventajas que se obtuvieron al realizar los proyectos.

Se mantendrá la evaluación de satisfacción del cliente, la que ayudará a la empresa a mejorar, por medio de la identificación de las necesidades actuales del cliente, y lograr la cobertura de las mismas en un corto tiempo. Además, se logra identificar aspectos que se deberán tomar en cuenta para evaluaciones futuras.

Figura 56. Resultados de satisfacción del cliente presente año



Fuente: elaboración propia.

Uno de los seguimientos para mejorar en la evaluación de los clientes, es la de mejorar el tiempo de respuesta de nuestro servicio técnico al resolver alguna reparación de falla. Se obtendrá el resultado al realizar de nuevo esta evaluación al finalizar el año actual.

Figura 57. Evaluación de clientes

| <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 60px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> LOGO DE LA EMPRESA </div> | | <h3>EVALUACIÓN DE CLIENTES</h3> | | | | | |
|--|--|---------------------------------|---|---|---|---|-------------|
| <p>Se le solicita conteste de forma objetiva la presente evaluación, la cual tiene la finalidad de obtener información sobre el grado de satisfacción que tiene sobre el desempeño de nuestro personal técnico y seguir brindándole un servicio de calidad. Agradecemos de antemano su colaboración, la cual se garantiza que será manejada de forma confidencial.</p> | | | | | | | |
| <p>Califique cada aspecto asignando una "X" en el valor que considere adecuado en la columna de calificación, considerando la escala siguiente: (5=Excelente, 4=Muy Bueno, 3=Bueno, 2=Regular, 1=Deficiente).</p> | | | | | | | |
| No. | Aspectos | Calificación | | | | | Comentarios |
| 1 | ¿Cómo califica el servicio brindado por la empresa en los últimos 3 meses? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 2 | ¿Cómo considera el resultado de las actividades que realizan los técnicos al atender un reporte de falla? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 3 | ¿Es adecuado el tiempo utilizado por los Técnicos en las actividades de reparación de fallas? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 4 | ¿Cómo califica la atención que recibe al reportar o recibir notificación de la solución de una falla? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 5 | ¿Cómo califica las condiciones en las que se encuentra el equipo con el que se le brinda el servicio (antena, router, cableado)? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |

Fuente: elaboración propia.

También se deberá verificar el desempeño del responsable de recursos humanos, mediante el análisis de la evaluación del desempeño del personal al participar en las capacitaciones que este ha realizado. Esto ayuda a mejorar los aspectos deficientes observados en las evaluaciones.

También, se realizará el seguimiento de las evaluaciones internas, analizando e implementando nuevos factores que sean necesarios para las actividades que se realicen en el futuro, fomentando la retroalimentación de información y el trabajo en equipo.

5.2. Ventajas y beneficios

Debido a la implementación y el seguimiento del plan administrativo, la empresa ha adquirido ventajas y beneficios debido a este. A continuación se presentan estos:

5.2.1. Ventajas

- Asegurar la entrega de un servicio de alta calidad.
- Alta duración de los equipos e instalaciones del área.
- Cortos tiempos de recuperación de los servicios de telecomunicaciones ante fallas.
- Documentación de fallas y soluciones de estas, para lograr prevenirlas en el futuro.
- Identificación de los recursos por técnico.
- Cajas organizadoras de las herramientas de trabajo por técnico.
- Controles del plan administrativo, que verifican todas las áreas en las que se involucra el Departamento Técnico.

5.2.2. Beneficios

- Garantizar el cumplimiento de parámetros de operación requeridos por el operador satelital.
- Incremento del grado de confiabilidad de los equipos al operarlos en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado, y sus condiciones de funcionamiento.
- Disminución de interrupciones del servicio, debido a tiempos muertos y tiempos de parada del equipo electromecánico.
- Uniformidad en la carga de trabajo para el personal técnico debido a una programación de actividades.
- Disminución de existencias del inventario, debido a los presupuestos de material y financiero.
- Reducción de costos por la disminución acciones correctivas.

5.3. Acciones correctivas

Como su propio nombre indica, sirven para corregir un problema real detectado y evitar su repetición. Es decir, la apertura de una acción correctiva viene condicionada por la detección de una no conformidad real previa, ya acaecida en la organización.

5.3.1. Plan administrativo

Se deberá retroalimentar el plan administrativo en el área de planificación, debido a que se han encontrado acciones correctivas en el transcurso del tiempo en el que ha sido ejecutado, estas se presentan en la siguiente tabla. Esto se debe adecuar para asegurar la mejora continua del proceso.

También se procederá a identificar nuevos equipos críticos, que se deben incluir, con sus respectivos procesos en la planeación del plan administrativo.

Otro aspecto de mejora en el plan administrativo es la actualización de los controles de evaluación, ya que se debe establecer como meta a largo plazo, el lograr la certificación de los procesos técnicos de servicio con alguna norma internacional, la que exigirá nuevos controles.

5.3.2. Personal técnico

Respecto al personal técnico, se deberán incluir capacitaciones que apoyen la motivación e influir en los aspectos personales del grupo. Esto brindará ayuda para mejorar aspectos como la motivación y la apertura al cambio. Permitirá que se logren cumplir metas más ambiciosas con respecto a los procesos del servicio técnico.

Tabla X. Acciones correctivas

| No. | Localización | Clase de Falla | Descripción | Solución |
|-----|-------------------------|-------------------|--|--|
| 1 | Unidad Externa - Antena | Mecánica - Física | En ocasiones la membrana del alimentador (banda C o Ku), puede romperse por mala manipulación, por acción de una rama o por manos malintencionadas. | Transportar el alimentador en caja con soportes de duroport; podar los árboles cercanos a la antena cuando así se requiere; instalar la antena en un lugar con acceso restringido. |
| 2 | Unidad Externa - Antena | Mecánica | Al sufrir un golpe por mala manipulación, por descuido al transportarlo, o por acción manos malintencionadas, el cuerpo del alimentador Ku-Band Feed, puede romperse, desajustarse o presentar fisuras. | Transportar el Ku-Band Feed en caja con soportes de duroport. |
| 3 | Unidad Externa - Antena | Mecánica | Al sufrir un golpe los soportes de la antena pueden doblarse ocasionando que el alimentador no ilumine el reflector correctamente haciendo que la comunicación sea errónea o nula. | Señalización para resaltar el cuidado que se debe tener con la antena. |
| 4 | Unidad Externa - Antena | Mecánica | El plato reflector puede perforarse debido a un golpe ocasionando que el reflector no sea iluminado correctamente y por tanto hace que la comunicación sea errónea o nula. | *Señalización para resaltar el cuidado que se debe tener con la antena. *Sustituir el plato dañado. |
| 5 | Unidad Externa - Antena | Mecánica | La antena puede quedar desnivelada haciendo que el nivel de señal no sea óptimo, en ocasiones producto de unabase de instalación inadecuada. | Verificar la base metálica de la instalación. |
| 6 | Unidad Externa - Antena | Física | En ocasiones producto de los fuertes vientos o la lluvia la antena se puede desajustar perdiendo apuntamiento, degradando la señal. | Ajustar fuertemente los tornillos de fijación. |
| 7 | Unidad Externa - Antena | Mecánica - Física | En instalación en tierra, el mástil de la antena puede quedar desnivelado por erosión producto de lluvia, fuertes vientos o tmeperaturas altas en el lugar. | Hacer cimentación del mástil que soporta la antena. |
| 8 | Unidad Externa - Antena | Mecánica - Física | En ocasiones producto de una mala instalación, golpes, o producto de los fuertes vientos o la lluvia los soportes que anclan el mástil al techo o pared se pueden aflojar haciendo que este se desnivele degradandoel nivel de la señal. | Siempre que se instale la antena, utilizar arandelas, tornillos y pernos según sea el caso. |
| 9 | Unidad Externa - Antena | Ubicación | La línea de vista de la antena hacia el satélite puede verse obstruida debido a la presencia de árboles, construcciones u otros objetos ocasionando pérdidas en el nivel de señal. | Instalación de acuerdo a la particularidad de la situación. |

Continuación de la tabla X.

| | | | | |
|----|-------------------------|----------------------|--|--|
| 10 | Unidad Externa - Antena | Eléctrica | En ocasiones la señal de la antena queda afectada por el campo electromagnético que producen otras antenas irradiando en las cercanías, especialmente en Banda C. | *Reubicar la antena. *Cambiar banda de operación. |
| 11 | Unidad Externa - Antena | Física - Ubicación | Debido a la acción de la lluvia, el mástil de la antena se puede oxidar por la humedad ocasionado que el soporte se afloje respecto al piso, se desnivela y provoque pérdidas de potencia. | Recubrir los mástiles de las antenas con pintura anticorrosiva según lo indique el plan. |
| 12 | Unidad Externa - Antena | Física - Eléctrica | Debido a descargas electromagnéticas durante una tormenta o una sobrecarga el LNB puede dañarse haciendo que la recepción de la señal sea nula. | Solicitar al cliente la Instalación del sistema de puesta a tierra (SPAT) |
| 13 | Unidad Externa - Antena | Química | Debido a la acción de la lluvia, el rocío, el Terminal del LNB se puede sulfatar u oxidar haciendo que la recepción de la señal sea nula. | Colocar cinta aislante y auto fundente en la conexión para evitar que la humedad afecte la conexión. |
| 14 | Unidad Externa - Antena | Mecánica | En ocasiones debido a un golpe o manos mal intencionadas el Terminal del LNB se puede fracturar, haciendo que la recepción de la señal sea nula. | Ubicar la antena en lugares con acceso restringido. |
| 15 | Unidad Externa - Antena | Física - Eléctrica | Debido a descargas electromagnéticas durante una tormenta o una sobrecarga, el BUC puede dañarse haciendo que la transmisión de la señal sea nula. | Solicitar al cliente la Instalación del sistema de puesta a tierra (SPAT) |
| 16 | Unidad Externa - Antena | Química | Debido a la acción de la lluvia, el rocío, el Terminal del BUC se puede sulfatar u oxidar haciendo que la transmisión de la señal sea nula. | Colocar cinta aislante y auto fundente en la conexión para evitar que la humedad afecte la conexión. |
| 17 | Unidad Externa - Antena | Mecánica | En ocasiones debido a un golpe o manos mal intencionadas el Terminal del BUC se puede fracturar haciendo que la transmisión de la señal sea nula. | Ubicar la antena en lugares con acceso restringido. |
| 18 | Cableado | Mecánica - Locativa | El cable coaxial o cable de red se puede dañar producto de quiebres innecesarios por manipulación, por mordidas de animales o por quedar entre estructura móviles. | En lo posible instalar el cableado dentro de tubtería o canaleta. |
| 19 | Cableado | Mecánica - Eléctrica | Por manipulación, los conectores del cable coaxial pueden dañarse, provocando que el cableado no entregue señal. | Sustituir los conectores y comprobar su continuidad con el multímetro. |
| 20 | Cableado | Química | Debido a la acción del agua y el ambiente los conectores del cable UTP se pueden oxidar haciendo que el flujo de señal sea nulo. | Sustituir los conectores y comprobar su continuidad con el dispositivo de prueba. |
| 21 | Cableado | Química | Debido a la acción del agua y el ambiente los conectores del cable coaxial se pueden oxidar haciendo que el flujo de señal sea nulo. | Colocar cinta aislante y auto fundente en los conectores para evitar que el agua los dañe. |

Continuación de la tabla X.

| | | | | |
|----|-------------------------|-------------------------|--|---|
| 22 | Unidad Interna IDU | Mecánica - Ubicación | Los conductores internos del cable de poder de la Unidad Interna IDU se pueden dañar, los terminales se pueden romper, por quedar entre estructuras móviles o por mala manipulación. | Al instalar los cables, utilizar amarres para que éstos queden ordenados y no expuestos. |
| 23 | Unidad Interna IDU | Física - Ubicación | Debido a la acción del agua ya sea lluvia o por filtración en la pared, la IDU se puede dañar. | Solicitar al cliente la impermeabilización de los techos y la pared cerca de la ubicación de la IDU; reubicar la IDU. |
| 24 | Unidad Interna IDU | Ubicación | Por manipulación por terceros la IDU puede estar estropearse o ser sustraída. | Instalar la IDU en un lugar seguro y restringido. |
| 25 | Unidad Interna IDU | Física - Eléctrica | Debido a descargas electromagnéticas durante una tormenta o un sobrevoltaje la IDU se puede dañar. | Solicitar al cliente la Instalación del sistema de puesta a tierra (SPAT) |
| 26 | Unidad Interna IDU | Informática | Los cables de la IDU se pueden desconectar por mala manipulación. | Capacitar al supervisor del lugar, en el adecuado uso y manipulación de la IDU. |
| 27 | Unidad Interna IDU | Informática - Eléctrica | Debido a problemas presentados en los componentes electrónicos o fallas en la memoria de la IDU, ésta no permite su configuración. | Realizar el procedimiento de carga de paquetes y reconfiguración; si esto no funciona, cambiar la IDU. |
| 28 | Unidad Interna IDU | Física - Mecánica | Por acción del polvo, el ambiente o por humedad, la tarjeta electrónica de la IDU se puede dañar. | Limpia periódicamente la IDU. |
| 29 | Unidad Interna IDU | Física - Eléctrica | Debido a la acción de un sobrevoltaje por efecto de una tormenta, el equipo de voz de la instalación se puede dañar. | Solicitar al cliente la Instalación del sistema de puesta a tierra (SPAT) |
| 30 | Unidad Interna IDU | Física - Mecánica | Por acción del polvo, el ambiente o por manipulación inadecuada los puertos de la tarjeta de voz pueden no funcionar correctamente ó averiarse. | Limpia periódicamente los puertos de la tarjeta de voz. |
| 31 | Unidad Interna IDU | Física - Eléctrica | Debido a la acción de los rayos durante una tormenta o un sobrevoltaje , la fuente de poder de la IDU se puede quemar. | * Utilizar sistema de protección (Estabilizador de voltaje o UPS). *1 Solicitar al cliente la Instalación del sistema de puesta a tierra (SPAT) |
| 32 | Cableado | Química | Los cables telefónicos se pueden degradar ocasionando fallas de continuidad, debido a humedad en el lugar de la instalación. | Impermeabilizar los techos y la pared cerca de la ubicación del teléfono; reubicar el teléfono. |
| 33 | Sistema Puesta a Tierra | Eléctrica | En algunos puntos de la primera etapa no se instaló sistema de puesta a tierra SPAT. | Solicitar al cliente la Instalación del sistema de puesta a tierra (SPAT) |

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. La implementación de este plan administrativo brindó una herramienta de prevención globalizada y controlada, identificando la administración y control como uno de los factores determinantes para garantizar la calidad de los servicios. Se sustentó en acciones de planeación, evaluación, análisis y establecimiento de controles, que ayudan a cumplir los objetivos y metas establecidas; sirve asimismo como documento orientativo en cuanto a los métodos para adaptarse a este contexto.
2. Se estableció que las causas principales de interrupción o degradación de los servicios brindados por la empresa, obedecen a condiciones ambientales y de poca labor preventiva a nivel de los equipos en las estaciones terrenas. Esto se logró por medio de la identificación y documentación de las acciones correctivas, estableciendo planes de acción para cada una de estas, en función de las características de las mismas. Esto permite desarrollar una tabla que relaciona la acción correctiva, su plan de acción, el equipo afectado, la ubicación donde se focaliza en el equipo, esta información ayudará a prevenir la aparición de inconvenientes en la operación.
3. La clasificación y agrupación de la información obtenida acerca de los registros de control de fallas que han afectado a los equipos proporcionó datos relevantes en cuanto al cumplimiento de los estándares internos y los requeridos por el proveedor satelital. Para ello se emplearon tres tipos de controles, siendo estos: control operativo satelital, índice de

fallas del equipo electromecánico e índice de fallas del equipo de comunicaciones.

4. La utilización y análisis de la evaluación de desempeño de 360 grados, arrojó información acerca de las perspectivas cuantitativas y cualitativas de la eficacia y conocimiento del personal técnico; esto se logró por medio de la ejecución de tres evaluaciones (cruzada, instalaciones y herramientas, y clientes). Se estableció que el personal posee un grado medio-alto de conocimiento sobre el control y la administración del equipo, sin embargo la implementación del plan administrativo permitió la focalización y mejora de las acciones operativas.

5. La implementación de un manual de utilización de las herramientas y la capacitación sobre el uso de estas, brindó apoyo en cuanto a los procedimientos de uso adecuado, permitió elaborar tablas de referencia para su selección, procedimientos de seguridad, normas y procesos de fabricación de las mismas, información de fácil acceso que brinda beneficios al personal.

RECOMENDACIONES

1. Establecer un compromiso en todos los niveles de la organización, para que se brinde el apoyo necesario, para la ejecución, en el tiempo adecuado, de los procedimientos establecidos en el plan administrativo y que este prosiga ejecutándose, para cumplir con todos los objetivos y metas establecidos y que este no se quede solo como un intento.
2. En seguimiento del plan administrativo y sus evaluaciones de control, a través del índice de fallas y ocurrencia de estas, se podrá incluir otros componentes que afecten a la criticidad del sistema electromecánico, en la planeación de este plan.
3. Es importante que la empresa establezca como meta a largo plazo, el lograr la certificación de los procesos técnicos del servicio con alguna norma internacional, la que exigirá nuevos controles que permitan garantizar la calidad del servicio brindado.
4. La utilización de los instructivos y las capacitaciones permitirán mejorar diferentes aspectos relacionados con el personal técnico; se puede mejorar la motivación y la apertura al cambio, reducir los riesgos de accidentes. Estas acciones permitirán que se establezcan y cumplan metas más ambiciosas con respecto a los procesos del área correspondiente.
5. Al proceder a ejecutar un plan de acción, se deben incluir todos los procedimientos de seguridad necesarios. En el caso de la antena

principal es de suma importancia que al realizarle procedimientos en el área interior de la estructura, se efectúen en una ventana de mantenimiento programada, y dejarla temporalmente fuera de servicio, ya que en el interior de ella se generan radiaciones de microondas, las que son potencialmente nocivas para la salud del personal. En cuanto a las estaciones remotas se deberá realizar una evaluación de riesgos y la prevención de estos.

BIBLIOGRAFÍA

1. ARROBA TIJERINO, Dennis Xavier. *Sistema de control automático para una antena satelital*. Trabajo de graduación de Ing. Electrónica, Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2011. 121 p.
2. BARRIENTOS RAMOS, Higinio Enrique. *Administración y control del financiamiento externo en una empresa estatal de telecomunicaciones*. Trabajo de graduación de Contador Público y Auditor. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Económicas, 1998. 106 p.
3. CAMEY ULUAN, Edwin Humberto. *Diseño e implementación de un plan de administración de mantenimiento preventivo de equipo industrial del Hospital General "San Juan de Dios"*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 192 p.
4. CÁRDENAS REYES, Dora Elizabeth. *Administración de recurso humano como un efectivo control interno*. Trabajo de graduación de Contador Público y Auditor. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Económicas, 1994. 68 p.
5. FAYOL, Henri Taylor; WINSLOW, Frederick. *Administración industrial y general: coordinación, control, previsión, organización, mando*. Buenos Aires: El Ateneo, 1987. 210 p.

6. GlobeSAR Program. *Material educativo para teledetección mediante radares* [en Línea]. <http://www.gep.uchile.cl/biblioteca/Radar/gsarcd_s.pdf> [Consulta: 21 de marzo de 2014].
7. HOPEMAN, Richard J. *Administración de producción y operaciones: planeación, análisis y control*. México: Continental, 1987. 662 p.
8. JONES, Gareth R. *Administración contemporánea*. México: McGraw Hill, 2010. 731 p.
9. MATEO CALEL, Tomás. *Incremento de la productividad a través del programa administración total productiva del equipo (ATPE) en líneas de llenado de detergentes*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2001. 125 p.
10. MOTA MOLINA, Lorenzo. *Implementación de una estación terrena*. Trabajo de graduación de Ing. Eléctrica. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 97 p.
11. PACAY MORALES, José Carlos. *Manual para la eficiente administración y mantenimiento de herramienta y equipo especial en Tool Room, planta San Miguel, Cementos Progreso, S. A.* Trabajo de graduación de Ing. Mecánico. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004. 95 p.
12. TERRY, George Robert; FRANKLIN, Stephen. *Principios de administración*. México: Continental, 1987. 747 p.

APÉNDICES

FORMATOS

LOGO DE LA
EMPRESA

FICHA TÉCNICA

| HOJA No. | | FECHA: | | | | |
|---|------------|---------------------|-------------|-------|----|-----------------|
| DATOS DEL EQUIPO | | | | | | |
| EQUIPO: | | | | | | |
| MARCA: | UBICACIÓN: | DIMENSIONES: | | | | |
| MODELO: | SERIE: | ID: | | | | |
| PESO: | CODIGO: | AÑO DE FABRICACIÓN: | | | | |
| DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EQUIPO | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| COMPONENTES DEL EQUIPO | | | | | | |
| PARTE | MARCA | MODELO | DESCRIPCIÓN | SERIE | ID | CARACTERÍSTICAS |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| FOTOGRAFÍA | | | | | | |
| | | | | | | |

Fuente: elaboración propia.

LOGO DE LA
EMPRESA

REGISTRO DE ORDEN DE TRABAJO

| | | | |
|----------------------------------|-----------------------|--------------------|----------------|
| ODEN DE TRABAJO No.: | FECHA: | TIPO DE SOLICITUD | |
| | | NORMAL: | URGENTE: |
| MUNICIPIO: | LOCALIDAD: | ID EQUIPO: | SERIAL EQUIPO: |
| TIPO DE ENERGIA 120/ 220/ 440 | TIPO DE TECNOLOGÍA: | TIPO DE SERVICIO: | |
| TIPO DE MANTENIMIENTO: | FECHA DE INICIO: | TIEMPO PROGRAMADO: | |
| | FECHA DE TERMINACIÓN: | | |
| TECNICO ASIGNADO: | | CÓDIGO: | |

| PRESUPUESTO | | | | |
|-------------|------------------|-------------|------------------|--------------|
| TRANSPORTE: | MANUTENCIÓN: | MATERIALES: | VARIOS: | TOTAL: |
| PARTE | FALLAS PROBABLES | CAUSA | POSIBLE SOLUCIÓN | OBSERVACIÓN: |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO A REALIZAR: | | | | |
|-------------------------------------|--|--|--|--|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| PROCEDIMIENTOS ASOCIADOS | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| REPUESTOS, MATERIAL Y HERRAMIENTAS REQUERIDAS | | |
|---|-------------|------------|
| CANTIDAD | DESCRIPCIÓN | REFERENCIA |
| | | |
| | | |
| | | |

| OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES |
|---------------------------------|
| |
| |
| |

| | |
|------------------|----------|
| REVISÓ Y APROBÓ: | TECNICO: |
|------------------|----------|

Fuente: elaboración propia.

LOGO DE
LA
EMPRESA

FORMATO DE ENTREGA DE EQUIPOS

TECNICO: _____ **FECHA:** _____

OBRA: _____ **No. TRABAJO:** _____

Con la presente certifico que he recibido de la empresa Teléfonos del Norte, S.A., los equipos y/o herramienta que se relacionan a continuación y me comprometo a dar uso correcto destinado al trabajo numerado y responsabilizo de su cuidado, haciendo mantenimiento correcto a los mismos para evitar daños.

| CANT | DESCRIPCIÓN | IDENTIFICACIÓN | SERIAL | UBICACIÓN | OBERVACIÓN |
|------|-------------|----------------|--------|-----------|------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

OBSERVACIONES: _____

FIRMA QUIEN ENTREGA

FIRMA QUIEN RECIBE

Fuente: elaboración propia.

LOGO DE
LA
EMPRESA

FORMATO DE INGRESO DE EQUIPOS

TECNICO: _____ **FECHA:** _____

OBRA: _____ **No. TRABAJO:** _____

Con la presente certifico que he recibido de la empresa Teléfonos del Norte, S.A., los equipos y/o herramienta que se relacionan a continuación y me comprometo a dar uso correcto destinado al trabajo numerado y responsabilizo de su cuidado, haciendo mantenimiento correcto a los mismos para evitar daños.

| CANT | DESCRIPCIÓN | IDENTIFICACIÓN | SERIAL | UBICACIÓN | OBSEVACIÓN |
|------|-------------|----------------|--------|-----------|------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

OBSERVACIONES: _____

FIRMA QUIEN RECIBE

FIRMA QUIEN ENTREGA

Fuente: elaboración propia.

| Logo de la empresa | | Programación mensual de actividades | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Técnico | | | | |
|--------------------|---|-------------------------------------|---|---|---|---|---|---|----------|---|---|---|---|---|---|----------|---|---|---|---|---|---|----------|---|---|---|---|---|---|-------------|---------------------|------------------|-----------------------|--|
| | | Programación mensual de actividades | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ID Técnico | Fecha de aprobación | Fecha de entrega | Fecha de finalización | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Comentarios | | | | |
| No. | Actividad | Programación mes de | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Comentarios | | | | |
| | | Semana 1 | | | | | | | Semana 2 | | | | | | | Semana 3 | | | | | | | Semana 4 | | | | | | | | | | | |
| | | L | M | M | J | V | S | L | M | M | J | V | S | L | M | M | J | V | S | L | M | M | J | V | S | L | M | M | J | V | S | | | |
| 1 | Inspección del área de trabajo. Evaluación de aspectos ambientales que afecten al equipo. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Limpieza externa del equipo. Elimina todo tipo de suciedad en el exterior del equipo con el equipo adecuado. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Inspección externa del equipo. Evaluación externa del equipo, como: aspectos físicos, componentes mecánicos y eléctricos. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Limpieza interna del equipo. Elimina todo tipo de suciedad en el interior del equipo con el equipo adecuado. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Inspección interna del equipo. Revisión de todas sus partes, para detectar signos de fallas. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Lubricación y engrase. Proceso de aplicar una capa de aceite o grasa para reducir el rozamiento de las partes del equipo y fortalecerlas de la corrosión. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Ajuste y calibración. Realizar pruebas y ajuste indicados en el manual del equipo, para corroborar la calidad del funcionamiento. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Pruebas de funcionamiento. Acoplamiento del equipo, y realizar las pruebas necesarias del funcionamiento completo. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Atención de problemas por servicio. Resolución de problemas por medio del computador y equipo electrónico. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | Reparaciones de equipos. Mantenimiento de los equipos en el área de taller. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | |
|-----------------|------------|--------------------|--------|
| Motor eléctrico | Cables | Ejes y Levas | Antena |
| Contactador | Engranajes | Equipo electrónico | |
| Sensores | Cadenas | Estaciones remotas | |

Revisado y aprobado

Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Project 2013.



FORMATO DE REGISTRO DE GESTIÓN DE VISITAS

PROYECTO: _____ AGRUPACIÓN: _____ DEPARTAMENTO: _____

MUNICIPIO: _____ LOCALIDAD: _____ ENERGÍA: _____

TECNOLOGÍA: _____

NOMBRE DE ADMINISTRADOR: _____

| FECHA DE VISITA | OBJETO DE VISITA | LABOR REALIZADA | EQUIPOS RETIRADOS | TÉCNICO | CODIGO (S) ASIGNADO | FIRMA ADMINISTRADOR |
|-----------------|------------------|-----------------|-------------------|---------|---------------------|---------------------|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Siempre verificar sin excepción los datos del técnico en el documento único de identificación, cualquier comentario o información adicional comunicarse al teléfono de Recursos Humanos. No permitir el retiro de equipos sin previamente haber llenado el formulario.

Fuente: elaboración propia.

ANEXOS



ESTÁNDARES PARA LA OPERACIÓN DE
SERVICIOS DE COMUNICACIÓN VIA SATÉLITE

Fecha Aplicación

Noviembre, 2009

Versión

1.0

C. Emisiones para la discriminación de polarización lineal

Debido al re-uso de frecuencia, se pretende asegurar que todas las antenas que transmiten portadoras a través de la flota de Eutelsat Americas, estén correctamente alineadas para evitar interferencias hacia la polarización ortogonal.

1. Estándar de diseño

- a. La discriminación de polarización cruzada mínima que por diseño se debe cumplir en el eje principal se indica en la siguiente tabla:

| Banda | Diámetro (m) | Discriminación (dB) |
|-------|--------------|---------------------|
| C | < 5.6 | 30 |
| | ≥ 5.6 | 35 |
| Ku | < 4.5 | 30 |
| | ≥ 4.5 | 35 |

Tabla 4.- Niveles para la discriminación de polarización cruzada.

- b. La discriminación de polarización cruzada mínima que por diseño se debe cumplir dentro del contorno de -1.0 dB de la ganancia pico, se indica en la siguiente tabla:

| Banda | Diámetro (m) | Discriminación (dB) |
|-------|--------------|---------------------|
| C | < 5.6 | 25 |
| | ≥ 5.6 | 30 |
| Ku | < 4.5 | 25 |
| | ≥ 4.5 | 30 |

Tabla 5.- Niveles para la discriminación de polarización cruzada dentro del contorno de -1.0 dB.

2. Estándar de operación

- a. La discriminación de polarización cruzada mínima que se debe cumplir al momento de la prueba de verificación se indica en la siguiente tabla:

| Banda | Tipo de Servicio Digital | |
|-------|--------------------------|-----------|
| | Fijo | Ocasional |
| C | 30 dB | 25 dB |
| Ku | 30 dB | 25 dB |

Tabla 6.- Niveles mínimos de discriminación de polarización cruzada.

Se considera servicio ocasional aquel que tiene una duración menor a 24 horas.

Se debe cumplir al inicio de operaciones de una antena, al realizar un cambio de cobertura ó de polarización, al realizar una modificación a la antena, así como por solicitud del NOC.

- b. La prueba de discriminación de polarización para antenas mayores a 4.5 m en Banda Ku y mayores a 9.0 m en Banda C, se deberán realizar al momento en que el satélite se encuentra en el centro de caja. Los tiempos de centros de caja de los satélites de Eutelsat Americas se encuentran en la página Web (www.eutelsatamericas.com).

Fuente: <http://www.eutelsatamericas.com/files/contributed/PDF/support/Estandar-Tecnico-2014.pdf>. [Consulta: 20 de diciembre de 2014].

D. Emisiones al satélite adyacente

A continuación se definen las características que deben cumplir las antenas de las estaciones terrenas a fin de evitar emisiones perjudiciales hacia los satélites adyacentes.

1. Estándar de diseño

Todas las antenas que transmiten en la flota de Eutelsat Americas deben cumplir con el objetivo de diseño respecto a la ganancia fuera del eje máximo, en los rangos descritos por la recomendación *ITU-R S.580* de la Unión Internacional de Telecomunicaciones ó el numeral 25.209 de la parte 25 del título 47 de la FCC.

2. Estándar de operación

- a. Todas las estaciones transmisoras deben cumplir con una densidad máxima de PIRE hacia los satélites adyacentes con 1.9° de separación en el arco orbital, conforme la siguiente tabla

| Banda | Densidad máxima de PIRE de estación terrena (dBW/MHz) |
|-------|--|
| C | 32.6 |
| Ku | 27.0 |

[Tabla 7.- Densidad máxima de PIRE en función de la banda de operación.

Nota: Para fines de densidad de PIRE se considera el ancho de banda como 1.2 veces la velocidad de símbolos de la portadora ($1.2 \times VS$).

- b. Principios de operación

- i. Toda antena transmisora puede operar sin restricciones cuando cumpla con el punto 2a y su ganancia fuera del eje máximo no exceda la envolvente dada por:

$$G = 29 - 25 \log(\Theta) \text{ para } -1^\circ \leq \Theta < -7^\circ \text{ y } 1^\circ \leq \Theta < 7^\circ$$

- ii. Toda antena transmisora que no satisface el inciso *i*, pero que cumpla con la envolvente a partir de -1.5° y 1.5° puede operar siempre y cuando no genere afectación a los satélites adyacentes

- iii. Podrá operar de manera restringida aquella antena transmisora que presente algún lóbulo excediendo la envolvente en los siguientes rangos:

$$G = 29 - 25 \log(\Theta) \text{ para } -1.5^\circ \leq \Theta < -2.4^\circ \text{ y } 1.5^\circ \leq \Theta < 2.4^\circ$$

$$G = 29 - 25 \log(\Theta) \text{ para } -3.5^\circ \leq \Theta < -4.6^\circ \text{ y } 3.5^\circ \leq \Theta < 4.6^\circ$$

La densidad máxima de potencia permitida se limita adicionalmente (respecto de los puntos 2a y 2bi) en proporción al exceso mayor medido por prueba de patrón de radiación y/o por prueba de satélite adyacente.

Fuente: <http://www.eutelsatamericas.com/files/contributed/PDF/support/Estandar-Tecnico-2014.pdf>. [Consulta: 20 de diciembre de 2014].

c. Pruebas a las antenas transmisoras

i. Prueba de satélite adyacente

- Se realizará bajo solicitud del NOC a toda aquella antena que genere Interferencia a Satélite Adyacente (ISA).
- Se realizará en antenas destinadas al servicio permanente al momento del comisionamiento para estaciones terrenas que:

En banda C tengan antenas con diámetro mayor o igual a 2.4 m
En banda Ku tengan antenas con diámetro mayor o igual a 3.5 m

ii. Prueba de patrón de radiación, se realizará:

- Cuando resulte exceso de ganancia respecto de la envolvente en la prueba a satélite adyacente.
- Cuando no se demuestre cumplimiento con el estándar por diseño
- A petición del cliente por motivo de trámites administrativos para la prestación de sus servicios

Fuente: <http://www.eutelsatamericas.com/files/contributed/PDF/support/Estandar-Tecnico-2014.pdf>. [Consulta: 20 de diciembre de 2014].

MANUAL DE CAPACITACIÓN

RESUMEN

La presente guía tiene como principal finalidad capacitar al los Técnicos del programa Compartel adjuntos al Centro de Acopio de Jelar Bucaramanga en el montaje de la unidad externa ODU y la unidad interna IDU de una estación Vsat, la cimentación de la torre, así como en el procedimiento para apuntar una antena, la medición de los ángulos de azimut y elevación y el uso del Satellite Finder (Sat-Finder), adiestrándose el montaje de una estación Vsat y cuidados que se deben tener en su instalación.

PALABRAS CLAVES

Unidad Interna IDU, Unidad Externa ODU, Antena, Lnb, Odu trasmisor, Ku-band Feed, Canister, Mastil, Torre, Cimentación, Apuntar Antena, Sat-Finder, Elevación, Azimut, Cable Coaxial.

I. MARCO TEÓRICO

✦ CABLE COAXIAL

El cable coaxial consiste de un conductor generalmente de cobre rodeado de una capa de aislante flexible, sobre este material aislante existe una malla de cobre tejida o una hoja metálica que actúa como el segundo hilo del circuito y como un blindaje para el conductor interno. Ya que reduce la cantidad de interferencia electromagnética externa. Este blindaje esta recubierto por una chaqueta plástica.



Al trabajar con cables, es importante tener en cuenta su tamaño. A medida que aumenta el grosor, o diámetro, mejoran sus características de longitud de transmisión y de limitación del ruido, pero este se hace mas rígido y difícil de maniobrar.

El blindaje o malla de cobre del cable coaxial abarca la mitad del circuito eléctrico, por lo que se debe tener especial cuidado de asegurar una sólida conexión eléctrica en ambos extremos, para brindar

una correcta conexión a tierra. La incorrecta conexión del material de blindaje constituye uno de los problemas principales relacionados con la instalación del cable coaxial, que resultan en ruido eléctrico que causa interferencia a la señal.

✦ SATELLITE FINDER (SAT-FINDER).



El Sat-Finder es un instrumento que permite encontrar el nivel de señal proveniente de un satélite ayudando a su localización. Esta herramienta se usa en la instalación de la antena logrando apuntarla más fácil y rápidamente consiguiendo un máximo de la señal.

El Sat-Finder es una pequeña unidad que costa de dos entradas de tipo coaxial, una perilla de control de nivel de la señal, un control de sensibilidad, un pito y una escala de medición de la señal en decibelios (dB). El decibelio (dB) es la unidad de medida de la potencia de una señal.

✦ INCLINÓMETRO



Es un instrumento que se utiliza para medir nivel, se emplea para encontrar fácilmente y de manera práctica el ángulo de elevación para ubicar el satélite en la instalación de una antena.

✦ BRÚJULA

Es un instrumento que se utiliza para medir el rumbo, consiste en un imán suspendido por su centro de gravedad, que gira horizontalmente con la

Fuente: GAMBA GONZÁLEZ, Yamid Gabriel. *Determinación de los aspectos constitutivos de un programa de mantenimiento preventivo en la red Compartel de tecnología satelital.* Trabajo de graduación de Ing. Eléctrica, Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingeniería, 2007. 237 p.

mayor libertad posible, de modo que adopta una determinada posición en función del campo magnético al que esté sometido. Así el imán, en ausencia de otros campos magnéticos, se orientará según el campo magnético terrestre y nos señalará aproximadamente el norte geográfico (El desfase entre el polo magnético (sur) y el geográfico (norte) se conoce con el nombre de declinación).



La brújula se emplea para encontrar fácilmente y de manera práctica el ángulo de azimut para ubicar el satélite en la instalación de una antena.

II. MONTAJE DE LA ESTACION Vsat

✚ ELECCIÓN DEL SITIO DE INSTALACIÓN

El sitio de instalación se escoge y prepara por Jelar Bucaramanga de conformidad con las especificaciones de Gilat, teniendo en cuenta los siguientes puntos:

- Lo primero que se debe hacer es establecer y preparar el sitio adecuado donde se instalará la estación Vsat, determinando el recorrido del cable desde la antena en el exterior hasta la unidad interna IDU. La antena se debe instalar tan cerca de la unidad interna IDU como sea posible, para evitar trayectos largos de cable coaxial. La antena debe ser ubicada de tal forma que no corra riesgos de manipulación indebida por personas no autorizadas, futuros actos de vandalismo y/o desastres naturales garantizando las condiciones mínimas de seguridad con el ánimo de prevenir hurtos, previendo los riesgos.
- El sitio donde se instalará la antena debe estar en línea visual no obstruida con el satélite designado.
- Una vez establecido el sitio adecuado para la instalación de la antena se debe escoger el tipo de soporte que se necesitara para montar la antena: Torre o Mástil. Tenga en cuenta que para la ubicación de la torre que soporta la antena, el

terreno sea firme, plano y se debe realizar buena cimentación, con el ánimo de evitar pérdidas de señal o daños en los equipos al desplazarse la torre.

- Es importante que no existan obstáculos delante de la antena, que bloqueen la trayectoria de la señal, como mínimo la distancia es de 3m; esta condición se vuelve más estricta cuanto más lejos esté el satélite a captar, ya que la elevación cada vez se vuelve más horizontal.



- Para los puntos de Internet, y/o Telecentros en los que se deben instalar las dos antenas (voz y datos) es importante que la distancia entre mástiles no sea inferior a 3m. Además se debe verificar que el sitio escogido tiene recepción para las dos antenas y puede emplearse para su instalación, en caso contrario se debe buscar un nuevo lugar.

✚ INSTALACIÓN DE LA ANTENA

Una vez escogido el sitio ideal se debe establecer el tipo de soporte que se va a usar, verificando el nivel respecto al suelo y la estabilidad del terreno.

Si la antena se va a ubicar al nivel del suelo (patio, solar o potrero) se usará una torre triangular, pero si se va a ubicar en un nivel alto (techo o terraza) se usa un mástil empotrado. Si la antena se instala sobre una torre se debe hacer cimentación.

✚ PROCEDIMIENTO PARA INSTALACIÓN DE LA TORRE (CIMENTACION)

En Compartel se emplea cimentación tipo triangular

- ✓ 1 Proporción de cemento
- ✓ 3 proporciones de arena
- ✓ 4 Proporciones de triturado
- ✓ Tubo de PVC de ½ de diámetro

La cimentación para montar la torre auto-soportada utilizada en los puntos Compartel, es de suma importancia, ya que de ella depende la seguridad de la torre, su resistencia al viento y el peso de toda la estructura. El técnico debe realizar una cimentación

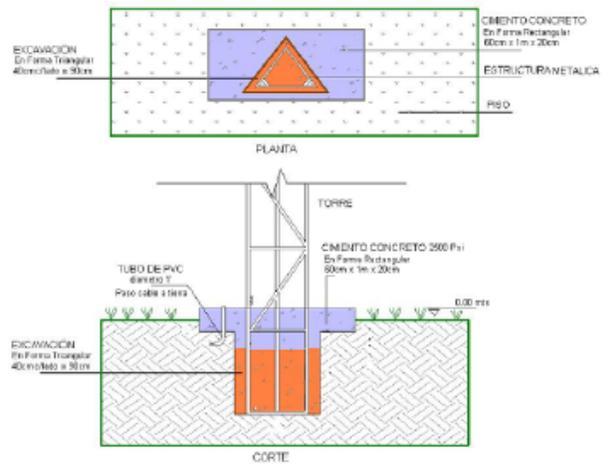
Fuente: GAMBA GONZÁLEZ, Yamid Gabriel. *Determinación de los aspectos constitutivos de un programa de mantenimiento preventivo en la red Compartel de tecnología satelital*. Trabajo de graduación de Ing. Eléctrica, Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingeniería, 2007. 238 p.

resistente con materiales de excelente calidad, garantizando la correcta utilización y su durabilidad en el tiempo para soportar las fuerzas naturales y las relacionadas con el movimiento provocado por terceros y así evitar los des-apuntamientos de las antenas instaladas.

- Paso 1: Ubique un cimiento de superficie plana, haciendo una excavación de 1 m de largo, 60 cm de ancho y 20 cm de profundidad.
- Paso 2: Haga una excavación en forma triangular de 40cm por cada lado y de 90 cm de profundidad, dentro del rectángulo anterior.
- Paso 3: Coloque la estructura metálica dentro del pozo triangular nivelándola con ayuda de la herramienta adecuada para esta labor.
- Paso 4: Rellene la excavación triangular con tierra hasta 50cm.
- Paso 5: ealice una mezcla de concreto en proporción 1:3:4 (1: Cemento, 3: arena, 4: triturado).
- Paso 6: Coloque al lado izquierdo de la estructura metálica un tubo de PVC de 1 pulgada de diámetro para el cable de tierra.
- Paso 7: Rellene la excavación faltante con la mezcla de concreto dentro hasta 10cm por encima del nivel del piso. Coloque un cerco rectangular con tabla para evitar que la mezcla se salga. Recuerde mantener nivelada la torre.

Espere a que la mezcla este sólida y proceda a instalar las piezas que conforman la de la antena.

Una vez sea terminada la base de la torre, El técnico deberá realizar un encerramiento de la torre con tubos metálicos o madera inmunizada de no menos de 1 metro de alto y con 3 a 4 hilos de alambres de púas con el fin de asegurar que nadie se acerque a la torre y a la antena.



DEFECTOS Y DAÑOS USUALES EN LA CIMENTACION

- ✓ Descuelgues
Se pueden producir por:
 - Existir en soporte suciedades, restos de pinturas, aceites o similares.
 - Estar en mal estado el soporte, este puede ser degradable o estar en mal estado y lo que se desprende no es el concreto sino el soporte al cual esta agarrado el cajón.
 - La superficie de aplicación sea muy lisa y el concreto resbale.
 - El soporte no es el adecuado para la aplicación del concreto, tales como hormigones celulares, yesos revestimientos hidrofugados, pinturas.
- ✓ Figuras
Se pueden producir por:
 - Inadecuada resistencia del mortero de regularización. Puede ocasionar una fisuración y desprendimiento posterior del mortero, ya que además de su peso propio deberá transmitir al soporte el peso del mortero de acabado.
 - Deficiente mezclado o tiempo de mezcla. Es importantísimo cumplir con las especificaciones que dicte el fabricante del producto a este respecto. Cada cajón esta fabricado en unas instalaciones distintas y con unos componentes que en algunos casos son los mismos pero que en otros son muy dispares, por lo tanto no se puede seguir el mismo criterio de amasado para todos los materiales. Si no

Fuente: GAMBA GONZÁLEZ, Yamid Gabriel. *Determinación de los aspectos constitutivos de un programa de mantenimiento preventivo en la red Compartel de tecnología satelital.* Trabajo de graduación de Ing. Eléctrica, Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingeniería, 2007. 239 p.

se cumplen lo especificado por el fabricante es fácil que existan fisuraciones, ya que nadie mejor que quien lo fabrica sabe el tiempo de amasado que hace falta o la cantidad de agua necesaria para que todos los componentes del cajón actúen tal y como esta previsto y en el momento correspondiente.

- Aplicar más espesor del recomendado por el fabricante o realización de paños con grandes dimensiones sin despiece y sin realizar un mastrado previo. Si el producto se aplica con espesores superiores a 0.15 m será necesario ejecutarlo en dos o más capas para prevenir el riesgo de fisuraciones.

- Fisuraciones en puntos singulares. La causa principal de las fisuras en puntos singulares suele ser la concentración de tensiones en los cambios de plano, cambios de naturaleza del material, esquinas de huecos, extremos de voladizo muy flexibles. Para solucionarlo es conveniente colocar una malla, estas se colocarán con antelación a la aplicación del concreto.

- Fisuraciones por inestabilidad del revestimiento. La causa principal es que la adherencia al soporte del mortero a una determinada edad es superior a las tensiones de tracción originadas por cambios térmicos y llegan a superar a la cohesión interna del propio revestimiento. Si son superficiales y aparecen a los pocos días de su aplicación pueden ser debidas a fallos de preparación o aplicación con altas temperaturas y viento. Por lo tanto habrá que humedecer el soporte con agua abundante y el mortero al acabar la jornada pulverizarlo con agua.

✓ Cambios de color

Las causas más habituales de los cambios en el color de un mortero son:

- Diferencias en la capacidad de absorción de agua en las distintas partes del soporte.

- Diferencias en el espesor del mortero.

- Falta de homogeneidad en el contenido de agua de las distintas amasadas preparadas.

- Raspado en una fase inadecuada del endurecimiento del mortero para este tipo de acabado. Pueden salir manchas blanquecinas si el raspado es duro y un color menos vivo si el raspado se ha hecho en blando.

- No respetar en cada amasado la proporción de agua indicada.

- Utilizar la misma mezcla transcurridos más de 40 minutos desde su confección.

✓ Humedades

Las humedades se suelen producir por:

- Fisuras en el mortero.

- Inadecuado espesor del revestimiento.

- Elevada capilaridad.

- No proteger las aristas superiores frente a la penetración del agua de lluvia.

- Aplicar el mortero partiendo del suelo sin poner un rodapié de arranque o zócalo y la humedad pueda subir por capilaridad.

✚ PROCEDIMIENTO PARA INSTALACIÓN DEL MÁSTIL

- Paso 1: Ubique el sitio en el cual va a ubicar el mástil.

- Paso 2: Asegure el mástil a un muro que sea lo suficientemente fuerte usando en el taladro una broca pasamuros y tornillos con arandelas y tuercas, de no ser posible use tornillos de anclaje de 1 de pulgada.



- Paso 3: Nivele el mástil empleando la herramienta adecuada para esta labor a medida que lo va empotrando a la pared.

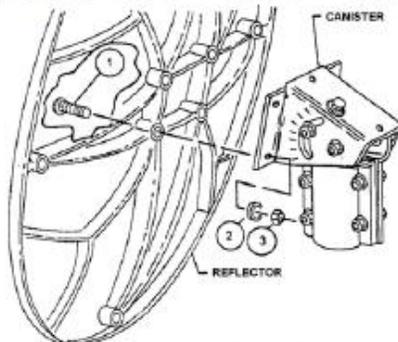


✚ ENSAMBLE DE LAS PIEZAS DE LA ANTENA

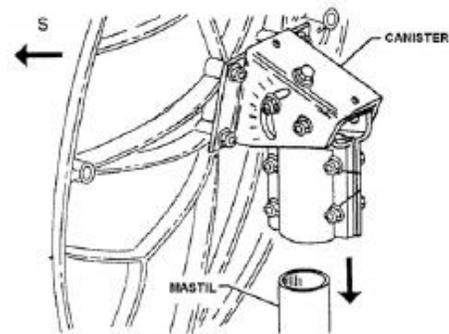
Fuente: GAMBA GONZÁLEZ, Yamid Gabriel. *Determinación de los aspectos constitutivos de un programa de mantenimiento preventivo en la red Compartel de tecnología satelital.* Trabajo de graduación de Ing. Eléctrica, Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingeniería, 2007. 240 p.

Antes de conectar los dispositivos de la antena, tome los datos del modelo, serial y número de parte los dispositivos de transmisión y recepción (ODU transmisor, LNB, Ku-band feed) y anótelos en el acta. deje lista la instalación de la antena armando cada una de las partes en su debido orden.

- Paso 1: Asegure el canister al reflector, tenga en cuenta de ubicar los tornillos (1) dentro del reflector y asegúrelos con arandela (2) y tuerca (3).



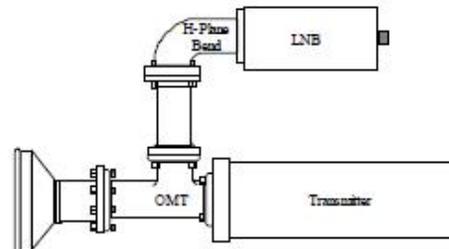
- Paso 2: Suba el canister junto a la antena y fíjelo al mástil.



- Paso 3: Ubique los brazos (vientos) al reflector sin ajustarlos de manera firme.



- Paso 4: Arme cada una de las partes de la ODU en su debido orden, como se muestra en el procedimiento para el montaje de la ODU.



- Paso 5: Fijar la antena a los ángulos aproximados de azimut y elevación
 - Paso 6: Posicionar y montar la ODU entre los vientos, sin asegurárselos al reflector.

Fuente: GAMBA GONZÁLEZ, Yamid Gabriel. *Determinación de los aspectos constitutivos de un programa de mantenimiento preventivo en la red Compartel de tecnología satelital.* Trabajo de graduación de Ing. Eléctrica, Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingeniería, 2007. 241 p.



PROCEDIMIENTO PARA EL MONTAJE DE LA ODU

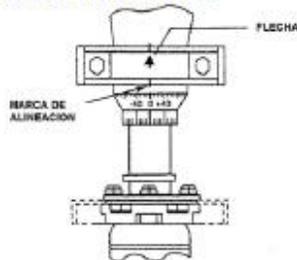
- Paso 1: Fije el ODU transmisor al puerto de salida del OMT (Transductor de ortomodo). El Transmisor de 0.5 W es para voz y el de 1.0 W para datos.



- Paso 2: Fije el LNB al repliegue del Plano H del puerto lateral del OMT. Tenga en cuenta que el LNB tiene etiquetado una referencia que es NJR2535 ó NJR2536, los dos últimos dígitos tienen que ver si es para voz (36) ó para datos (35)



Recuerde posicionar el Ku-band feed en 0° (cero) para la antena de voz. Para la antena de datos se debe dejar suelto con el fin de cambiar polaridad fácilmente en caso de ser necesario.



Preste mucha atención a la dirección de polarización. El desplazamiento de la polarización es el ángulo al que hay que girar el convertidor de la antena para que la polarización horizontal y vertical incidan perfectamente en el convertidor.

CABLEADO IFL

El cableado IFL esta conformado por cable coaxial RG-6 o RG-11 y conectores Augat. A continuación se presentan los pasos para la preparación y ponchado del cable.

PONCHADO DE CABLE COAXIAL



- Paso 1: Corte dos trozos de cable RG-6 de la longitud deseada de acuerdo a la distancia entre la ODU (parte externa) y la IDU (ubicada en el terminal de usuario), Recuerde que la distancia máxima con éste cable es 30m, si la distancia es superior (hasta 50m), se debe utilizar cable RG-11.

- Paso 2: Pele aproximadamente 1.5cm del extremo del cable quitando el revestimiento plástico, luego pele la cubierta interna hasta 0.75cm.



- Paso 3: Sostenga firmemente el cable y coloque el conector Augat en el extremo del cable, empajando el cable suavemente dentro del conector Augat hasta el fondo de tal forma que pueda ver la punta de alambre cobre.



Fuente: GAMBA GONZÁLEZ, Yamid Gabriel. *Determinación de los aspectos constitutivos de un programa de mantenimiento preventivo en la red Compartel de tecnología satelital.* Trabajo de graduación Ing. Eléctrica, Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingeniería, 2007. 242 p.

- Paso 4: Empleando la ponchadora Augat se ejerce una buena presión para asegurar el contacto plástico del conector.



- Paso 5: Repita el mismo procedimiento para todas las terminales del cableado IFL.
 - Paso 6: Verifique la continuidad del cableado, utilizando el multímetro para asegurar que quedo bien ponchado.

Recuerde que los cables coaxiales de IFL que conectan la IDU a la ODU introducen un cierto grado de atenuación que reduce la amplitud de la señal. La medida de la atenuación es una propiedad específica del tipo de cable utilizado (directamente proporcional a su largo). Esta atenuación inherente se puede superar conectando amplificadores de línea a los cables IFL.

✚ CONEXIÓN DE LA IDU

- Paso 1: Conecte los cables RG-6 al LNB (Rx) y al Transmisor (Tx).



No olvide sujetar el cableado a los soportes de la antena (vientos) utilizando amarres.



Recuerde que un extremo del cable de recepción IFL debe ir conectado al LNB y el otro debe ir conectado al puerto "RF IN" de la IDU, y un extremo del cable

de transmisión IFL debe ir conectado al transmisor y el otro debe ir conectado al puerto "RF OUT" de la IDU. No olvide marcar las puntas del cable de TX con cinta de color para identificarlo o un sujetador para poder identificarlo fácilmente.



No olvide proteger los conectores exteriores que se ubican al terminal del Transmisor (ODU) y al LNB, con cinta de vinilo, luego con cinta autofundente y después añadir una capa de silicona.

- Paso 2: Utilizando el Sat-Finder direccione la antena con el Azimut (utilicé la brújula) y Elevación (utilice el inclinómetro) del satélite al cual debe apuntar, con los datos proporcionados en la orden de mantenimiento.

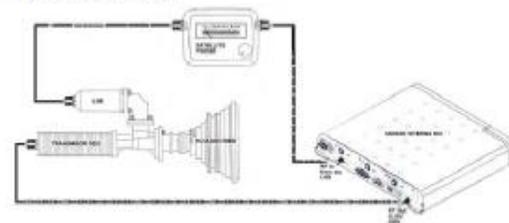
✚ PROCEDIMIENTO PARA ORIENTAR Y APUNTAR LA ANTENA

- Paso 1: Verifique continuidad del cableados RG-6. Recuerde que la distancia máxima con éste cable es 30m, entre la ODU (parte externa) a la IDU (ubicada en el terminal de usuario), si es mayor hasta 50m, se debe utilizar un cable RG-11.

- Paso 2: Verifique que los cables estén debidamente conectados al LNB (Rx) y al Transmisor ODU (Tx). Recuerde marcar las puntas de los cables con cinta de color para identificarlos.

✓ USO Y CONEXIÓN DEL SATFINDER

El Sat-Finder se debe conectar entre el LNB y la entrada RF de la Unidad interna IDU. De la siguiente manera:



Fuente: GAMBA GONZÁLEZ, Yamid Gabriel. *Determinación de los aspectos constitutivos de un programa de mantenimiento preventivo en la red Compartel de tecnología satelital.* Trabajo de graduación de Ing. Eléctrica, Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingeniería, 2007. 243 p.

- Paso 1: Conecte mediante un cable coaxial el LNB a la entrada "TO LNB " del Sat-Finder.



- Paso 2: Conecte el cable que viene de la entrada de RF de la IDU (el que estaba conectado al LNB) a la entrada "TO REC" del Sat-Finder.



- Paso 3: Asegúrese de que el Sat-Finder este conectado apropiadamente antes de encender la IDU. En este momento el Sat-Finder pitara y se iluminara la escala y la lectura estará alrededor de 1.



- Paso 4: Haga la alineación del plato ajustando los ángulos de Azimut y elevación.
- Paso 5: Ajuste la lectura alrededor de 5 mediante el control de nivel del Sat-Finder.
- Paso 6: Ajuste posición del plato, la posición del alimentador (Ku-Band Feed), y la polarización para tener la lectura más alta en el Sat-Finder. Si la lectura sobrepasa el máximo, mueva el control de nivel en dirección contraria de las manecillas del reloj y siga ajustando la antena hasta encontrar nuevamente el nivel máximo posible de la escala. El nivel de señal mínimo exigido es de 22 dB.

Nota: Este procedimiento se sigue tanto para el apuntamiento de la antena de voz como para la antena de datos, teniendo en cuenta los datos de Azimut y Elevación dados para cada satélite (el de voz y el de datos) según ubicación geográfica.

- Paso 7: Si el nivel máximo posible es mayor o igual a 22 dB desconecte Sat-Finder, y conecte nuevamente el LNB a la entrada RF de la Unidad interna IDU. Comuníquese con el HUB para que le midan la telemetría y le den el respectivo código de Mantenimiento. El Led On Line de la IDU se encenderá y en la pantalla de la IDU el BER será igual a 1.0×10^{-8} .

✓ Recomendaciones

- Al usar el Sat-Finder para apuntar una antena, no debe ponerse la unidad por más de 15 minutos.
- Nunca desconecte el Sat-Finder con la IDU encendida.
- Para ganancias altas superiores a 60dB, inserte un atenuador de 5dB en entre el LNB y el Sat-Finder, o reemplace el cable de conexión por uno de 20ft RG-59U.
- Si la lectura está saltando, la sensibilidad es demasiado alta, ajústela moviendo lentamente el control de sensibilidad con un pequeño destornillador. Recuerde que en dirección contraria de las manecillas del reloj la sensibilidad aumenta.

✚ DETERMINACIÓN DEL ANGULO DE AZIMUT

Para conocer los valores de Latitud, Longitud, Azimut y Elevación del punto en el cual va a realizar la orientación de la antena use los datos de la orden de servicio dada en el Centro de acopio de Jelar Bucaramanga.

- Paso 1: Establezca un ángulo visual aproximado de azimut utilizando una brújula (desviación con respecto al norte). Recuerde que se debe restar la declinación negativa o sumar la declinación positiva a la dirección real para obtener la dirección magnética. Recuerde que la brújula, no se debe acercar a superficies metálicas, pues se puede producir un error al medir.

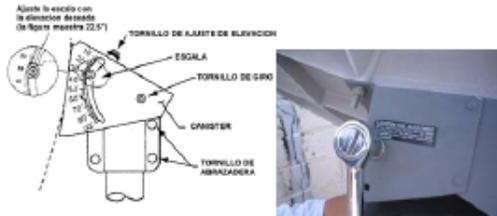
- Paso 2: Determine el ángulo de azimut para un nivel óptimo de frecuencia.

- Paso 3: Mueva la antena en Azimut hacia la derecha lentamente de tal forma que se pierda el satélite (el led Rx se apaga). Marque ese punto en el mástil y regrese la antena a la posición en la que otra vez encenderá el led de Rx.

Fuente: GAMBA GONZÁLEZ, Yamid Gabriel. *Determinación de los aspectos constitutivos de un programa de mantenimiento preventivo en la red Compartel de tecnología satelital.* Trabajo de graduación Ing. Eléctrica, Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingeniería, 2007. 244 p.

- Paso 4: Mueva la antena en Azimut hacia la izquierda lentamente de tal forma que se pierda otra vez el satélite (el led Rx se apaga) Marque ese punto en el mástil.
- Paso 5: Ubique la antena en medio de los dos extremos marcados en el mástil.

✚ DETERMINACIÓN DEL ANGULO DE ELEVACIÓN



- Paso 1: Utilizando el inclinómetro efectué la medición del ángulo de elevación. Utilice la escala del canister para localizar los grados de elevación hacia el satélite que debe ubicar. Sitúe el inclinómetro en el canister para iniciar el apuntamiento fino, el cual se logra al graduar los tornillos que éste posee. Como el inclinómetro se coloca en la superficie de la antena, lo que realmente se mide es el ángulo complementario. Para el ajuste con el inclinómetro, se suele colocar una regla recta en los extremos de la superficie de la parábola para obtener un plano recto y fiable.

- Paso 2: Determine el ángulo de elevación para un nivel óptimo de frecuencia.

✓ Mueva la antena en Elevación hacia arriba lentamente de tal forma que se pierda el satélite (el led Rx se apaga). Marque ese punto en la escala del canister y regrese la antena a la posición en la que otra vez encenderá el led de Rx.

✓ Mueva la antena en Elevación hacia abajo lentamente de tal forma que se pierda otra vez el satélite (el led Rx se apaga) Marque ese punto en la escala del canister.

✓ Ubique la antena en medio de los dos extremos marcados la escala del canister.

Estos serán los ángulos de Azimut y elevación para los cuales el nivel de frecuencia será óptimo y su lectura en el Sat-Finder será más alta.

✚ METODO DE PRUEBA Y ERROR PARA ORIENTAR LA ANTENA

Este método se aconseja practicarlo con frecuencia con el fin de convertirlo en una herramienta más en caso de que no se cuente con el Sat-Finder o este se dañe. Con la experiencia se consigue mayor exactitud.

Al orientar la antena hacia el satélite, el led RX de la Vsat se enciende. Este led servirá de guía para realizar el apuntamiento.

- Paso 1: Cuando se encienda el led, gire la antena en un sentido hasta que se apague el led y marque la posición del canister (base del reflector) como límite de recepción de señal.

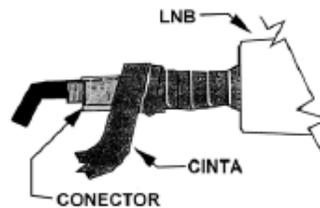
- Paso 2: Luego, gire la antena en sentido contrario buscando el otro límite donde la señal se pierde. Al apagarse el led, se marca el canister y se obtiene un rango de giro en el que la antena logra recepción.

- Paso 3: Luego Calcule la mitad de ese rango y en esa posición se ubica la antena y se ajusta.

- Paso 4: Repita el mismo procedimiento para encontrar la elevación indicada de la antena. El objetivo es identificar el rango de recepción de señal para azimut y elevación y ubicar la antena en el centro de estos rangos.

✚ PROTECCION DE CONEXIONES

- Paso 1: Una vez apuntada la antena, se deben proteger las conexiones externas, primero con cinta de vinilo, luego con cinta autofundente y después añadir protector termoencogible y una capa de silicona.



Fuente: GAMBA GONZÁLEZ, Yamid Gabriel. *Determinación de los aspectos constitutivos de un programa de mantenimiento preventivo en la red Compartel de tecnología satelital.* Trabajo de graduación de Ing. Eléctrica, Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingeniería, 2007. 245 p.

✚ CONSIDERACIONES SOBRE UBICACIÓN DE LA IDU

La IDU no requiere la intervención del operador y puede colocarse oculta virtualmente en cualquier ubicación conveniente. Ello no obstante, deben tenerse en cuenta los siguientes puntos:

- ✓ La IDU debe colocarse en el interior.
- ✓ La IDU no debe colocarse sin ventilación etc. La unidad debe colocarse en un lugar al que el técnico pueda acceder fácilmente para el mantenimiento.
- ✓ La IDU debe ubicarse dentro de la caja para IDU dejando un espacio de por lo menos 5 cm. a los costados de la IDU para que pueda ventilarse.
- ✓ El cable que conecta el terminal al puerto de la IDU no puede exceder de 15m, a menos que se utilice un activador de línea o un modem de corto alcance.
- ✓ El cable de alimentación de corriente alterna de la IDU se debe conectar a una fuente de poder debidamente conectada a Tierra.

Fuente: GAMBA GONZÁLEZ, Yamid Gabriel. *Determinación de los aspectos constitutivos de un programa de mantenimiento preventivo en la red Compartel de tecnología satelital*. Trabajo de graduación de Ing. Eléctrica, Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingeniería, 2007. 246 p.

