

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL



Optimización de la instalación y mantenimiento de teléfonos
satelitales comunales en el interior del país

Jorge Rafael Velásquez Flores

Guatemala,
2001

Optimización de la instalación mantenimiento de teléfonos satelitales
comunales en el interior del país.

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL



Optimización de la instalación y mantenimiento de teléfonos
satelitales comunales en el interior del país

Trabajo de Graduación presentado por **J. Rafael Velásquez F.**, para
optar al grado académico de Ingeniero Industrial

Guatemala,
2001

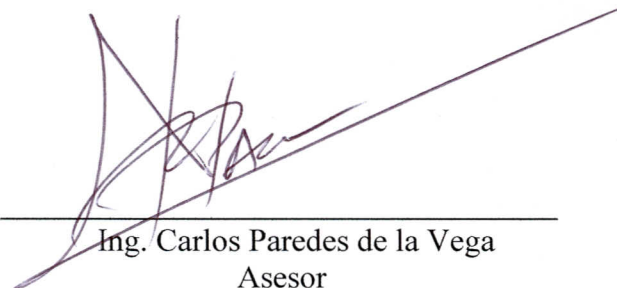
ÍNDICE:

<u>Título:</u>	<u>Página:</u>
Resumen	v
I Introducción:	1
II. Información General:	
1.1. Información sobre la empresa	3
1.2. Tipo de servicio ofrecido	4
1.3. Prestatarios de servicio y cláusulas	4
1.4. Presentación de la Problemática	5
2. Instalación Física:	
2.1. Planificación de Estrategia de Instalación actual y sugerida	7
2.2. Discusión sobre requisitos de punto de servicio de antena satelital	8
2.3. Problemas detectados en el proceso actual y soluciones	9
3. Mantenimiento:	
3.1. Servicio de Mantenimiento Actual	13
3.2. Problemas detectados en servicio de mantenimiento y sugerencias	15
3.3. Análisis primario de fallas en el servicio	18
3.4. Mantenimiento Preventivo	21
4. Bodega:	
4.1. Descripción de bodega actual	25
4.2. Requisición de materiales	29
4.3. Inventarios y controles actuales	30
4.4. Problemas de Inventarios encontrados y soluciones	31
4.5. Análisis de localización de la bodega	34
4.6. Controles e inventario de bodega	38
5. Conclusiones:	44
6. Recomendaciones:	45
7. Bibliografía:	46
Anexos:	
A. Misión, visión y valores de TISA	47
B. Esquema para estrategia de planificación de instalación	48
C. Gráfica de Pareto	49
D. Diagramas de Bodegas	54

LISTA DE TABLAS

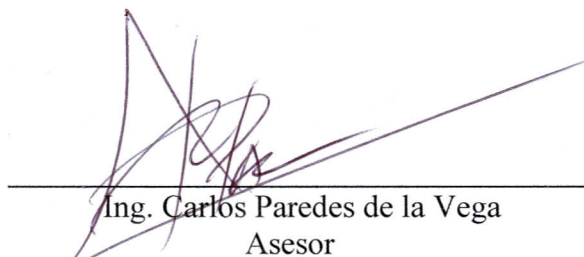
Tabla	Página
3.1. Equipo que es reemplazado y herramienta de trabajo	14
3.2. Frecuencia de fallas detectadas en antenas satelitales de TISA	18
3.3. Diagrama de Causa-Efecto: teléfono comunitario varado	19
4.1. Equipo de transmisión satelital en bodega de zona 15	26
4.2. Equipó de transmisión satelital en bodega de San Pedro Sacatepequez	28
4.3. Comparación de bodega en zona 15 y bodega en San Pedro Sacatepequez	34
4.4. Equipo de transmisión satelital a almacenar en boda zona 15	36
4.5. Inventario de TISA de acuerdo a la implementación Kan-Ban	39
4.6. Tipos de etiquetas y su significado	40

Vo. Bo. :

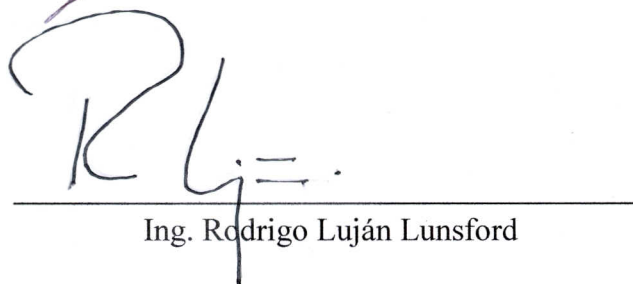


Ing. Carlos Paredes de la Vega
Asesor

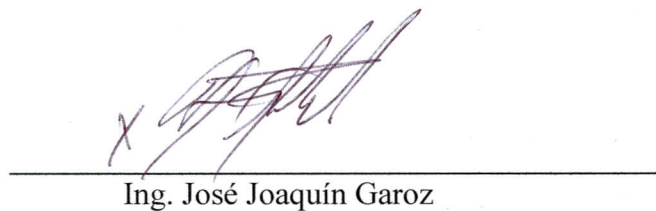
Tribunal examinador:



Ing. Carlos Paredes de la Vega
Asesor



Ing. Rodrigo Luján Lunsford



Ing. José Joaquín Garoz

Fecha de aprobación: Guatemala, 23 de marzo de 2001

RESUMEN

A través del análisis y las sugerencias que se trataron en el presente trabajo, es de esperarse que en TISA se trabaje bajo una diferente política de operación, la cual redunde en una dirección controlada de los diferentes procesos existentes. Específicamente se espera una clara identificación de responsabilidades por cada componente del sistema, las cuales en conjunto y sin intersección de tareas se complementen entre sí para alcanzar el objetivo común, que es maximizar las utilidades de la compañía.

La aplicación del proceso sugerido de selección de estaciones de servicio, así como de la estrategia de planificación de instalación, permitirá encontrar el punto idóneo de localización del teléfono comunitario. Mediante esta adecuada escogencia será factible la futura introducción de otros servicios de transmisión, así como contar con un punto de servicio sobre el cual se puedan realizar inversiones en mercadeo y promoción, actividad que en la actualidad no es considerada.

El estudio para poder planificar una instalación total de antenas satelitales en todos los puntos de servicios requiere de la consideración de variables específicas, las cuales se alejan de los objetivos planteados en el presente trabajo. Sin embargo, al seguir TISA el razonamiento de una planificación anticipada en la que se asignen tareas a cada contratista para cumplir con la obra civil, la instalación eléctrica y de equipo y la certificación, se verá una inmediata reducción en tiempo bruto de instalación. Los problemas observados actualmente radican principalmente en la falta de orden a la hora de las tareas y las programaciones sobre la marcha.

Dentro del cambio de políticas y normativas que se sugieren para TISA, se está a la espera de lograr que el trabajador se identifique más con su empresa y con su función importante para la obtención de objetivos. A la vez, se busca que la empresa le corresponda con aprovisionamiento de equipo, compensaciones y un ambiente agradable de trabajo. A través de la definición de los parámetros y especificaciones a seguir se logrará que cada parte del sistema se oriente a un mismo objetivo. Todas estas observaciones redundarán en un trabajo de instalación de alta calidad, profesional y estandarizado, el cual será el punto de partida para futuras expansiones en mercados extranjeros, como la visión de TISA lo desea.

El manejo de la información es el segundo aspecto con el que TISA podrá mejorar continuamente sus labores dentro de cada departamento. La falta de comunicación provoca que se invierta mucho tiempo en las instalaciones, así como a no poder corregir, controlar y reducir el número de fallas que se presentan en cada estación y a manejar inventarios sin controles y sin medida.

Con la implementación de un puesto fijo en bodega y la autonomía del Departamento de Mantenimiento, se estarán delegando responsabilidades y se les estará dando un mando de decisión en busca de su propia mejora. El Plan de Mantenimiento preventivo será el punto de partida, con el cual se controlará la mayoría de fallas y se tendrá a más del 85% de estaciones bajo control. La continua retroalimentación del sistema implantado permitirá, a la vez, reducir el actual tiempo de reacción de no menos de una semana, en un máximo de una semana.

Dentro de la conducción de los reportes de fallas se estará llevando un control actualizado de las fallas que afecten a las estaciones por región, lo cual permita tomar acciones curativas y preventivas. Es este manejo de información el que permitirá el mayor cambio en mantenimiento, para dejar el proceso reactivo antiguo y sustituyéndolo por un moderno y ágil sistema de datos y predicciones a futuro.

Finalmente, para el caso de la bodega, la reestructuración del espacio de almacenamiento, como la unificación de todo el equipo bajo un mismo punto, permitirá el control adecuado del equipo, así como la generación de información necesaria para manejar niveles óptimos de inventarios y correctas políticas de pedidos. Dentro de ellas, se propone la aplicación del método japonés de "Kan-Ban", el cual reducirá en casi la mitad los niveles de inventarios actuales y permitirá la reducción aun mayor de éstos, siguiendo las tres reglas del sistema y sin tener que recurrir a complicados cálculos, proyecciones o paquetes de computación.

INTRODUCCIÓN

La entidad denominada Telecomunicaciones Internacionales de Guatemala Sociedad Anónima (TISA), emprendió la instalación de Telefonía Satelital Rural en agosto de 1999. Se le adjudicó el derecho de instalación en seis departamentos de acuerdo con el Fondo para la Telefonía de Guatemala. Desde esa fecha se han instalado alrededor de 450 teléfonos satelitales y se ha contado con tráfico de llamadas desde diciembre del mismo año.

Las responsabilidades de TISA como empresa abarcan tres ramas principales: instalación, mantenimiento y servicio al cliente. Sin embargo, debido a la velocidad a la que se inició el proyecto, la planificación fue relegada y varios aspectos de ingeniería fueron descuidados, los cuales son el punto de partida del presente trabajo.

En cuanto a la instalación física de la antena, el proceso ha seguido un camino en el que no se han considerado todas las variables necesarias para identificar un óptimo punto de servicio. Además, no existe un procedimiento que permita estandarizar los trabajos a realizar y los tiempos en los cuales éstos deben ser ejecutados. Por otro lado, el departamento de Mantenimiento funciona bajo la regulación de la Administración y actúa respondiendo a fallas, con el inconveniente que el tiempo de reparación es muy grande y el número de estaciones caídas (no operando) es muy alto. En último lugar, el apoyo y provisión de materiales corre a cargo de una bodega que es manejada conforme la administración lo decida, presentando altos niveles de inventarios, almacenaje para algunos equipos en particular y una ausencia de controles y de manejo de información.

Con el objetivo de reducir costos y así aumentar las utilidades para TISA mediante la revisión y estudio de los procesos y manejos actuales, así como la optimización en el manejo y distribución de inventarios, se emprendió un trabajo de campo que incluyó visitas a las estaciones, los trabajos de mantenimiento y las localidades de almacenaje. Se contó con el apoyo de la compañía para analizar los reportes de fallas existentes y se razonó con las personas responsables de cada punto a analizar, para comprender los mecanismos de funcionamiento cuando éstos no traían registros por escrito de cualquier índole. Finalmente, se recopiló información y metodología aplicada en otras compañías o teorías de otras fuentes, para así poderlas adaptar y aplicar inmediatamente al sistema.

De esta forma se incluye una metodología para poder obtener una adecuada planificación de instalación, en la que los trabajos de instalación sean completados en un tiempo óptimo y siguiendo patrones estandarizados y de calidad. Asimismo se definirán los conceptos a buscar a la hora de seleccionar un punto de servicio de telefonía y se señalarán las inconvenientes del proceso actual de instalación y sus soluciones.

En cuanto al mantenimiento, el objetivo específico es proceder de acuerdo a un sistema organizado, en el cual se actúe de forma planificada y anticipándose a las posibles fallas que puedan surgir. Para ello será necesario contar con índices más bajos de estaciones caídas, lo que requiere de un continuo estudio de fallas y acciones correctivas, como se discutirá a través de un estudio de causa y efecto y de Pareto (principio elemental que afirma que el 80% de los efectos son producto del 20% de todas las causas). El resultado es un programa de Mantenimiento Preventivo que sigue un modelo organizativo definido y que concluye en un funcionamiento óptimo de las estaciones y en un control sobre las fallas existentes.

Por último, la bodega requiere de la definición de la metodología a seguir para poder manejar controles y niveles bajos de inventarios. Para ello se elige la ubicación y distribución adecuada de las reservas en conformidad con la técnica de Kan-Ban (contenedor), la cual se introduce debido a su sencillo funcionamiento, efectivo control de los niveles de inventario, políticas de reabastecimiento y manejo de materiales. De esta manera se puntualiza el personal requerido y sus obligaciones específicas, así como los pasos y políticas a seguir, entre las que se incluye el respeto a los principios de la metodología Kan-Ban y la aplicación de etiquetado como fuente de información.

II INFORME GENERAL

A. Información sobre la empresa

1. Inicio del Proyecto de Telefonía Satelital Comunal Rural

Creado el *Fondo para la Telefonía* por Decreto No. 94-96 del Congreso de la República, Telecomunicaciones Internacionales de Guatemala S.A. (TISA) presenta una propuesta técnica de servicio con relación al Proyecto de Telefonía Rural Convocatoria 2-99 FONDETEL. A través de ella, se detalla el proyecto que esta entidad tiene proyectado ejecutar, especificando los pormenores del mercado destino, los objetivos que se pretenden alcanzar, el contexto socioeconómico del proyecto, el tiempo previsto de ejecución y cronograma de actividades así como la evaluación financiera, económica, social e impacto-ambiental.

En agosto de 1999 el proyecto fue adjudicado a TISA a través de una Subasta Pública de conformidad con el Artículo 74 de la Ley de Telecomunicaciones, y se obtuvo el derecho de instalación del servicio de telefonía satelital en los departamentos de Retalhuleu, Suchitepéquez, Quetzaltenango, Petén, Izabal y Escuintla. El proyecto dio inicio y en diciembre se contaba con las primeras estaciones con señal telefónica.

2. Información sobre Telecomunicaciones Internacionales de Guatemala S.A.

TISA es una empresa creada para promover las telecomunicaciones satelitales en la región de Centro América y en el Caribe, siendo la central en Guatemala el primer paso hacia la creación de múltiples empresas localmente legalizadas en cada país de la región. La expansión hacia los restantes países del área ha sido incluida dentro de los planes a mediano plazo, siendo la apertura del mercado en Honduras y El Salvador la más inmediata.

3. Alianzas Tecnológicas y Estratégicas

TISA trabaja en la actualidad con empresas internacionales quienes proveen el equipo y la estructura del proceso de instalación, así como soporte técnico general. Dentro de estas alianzas se encuentran las siguientes:

- Wireless Inc.: empresa dedicada a la fabricación de módems, ruteadores (“routers”), bridges y data radios inalámbricos de largo alcance.
- Senao International Inc.: fabricante de teléfonos inalámbricos de largo alcance, teléfonos convencionales, computadoras, “scanner”, radio localizadores y plantas telefónicas. Senao International Inc. es el soporte en el área de telecomunicaciones con especialización en voz.
- Tadiran Microwave Networks: empresa dedicada al desarrollo y fabricación de enlaces de microonda, multiplexores, tarjetas con canales de voz, canales de datos, fuentes de poder y radios.
- Nuera Communications: fabricante de multiplexores, FRAD’s (Frame Relay Access Devices) y unidades que manejan voz. Esta empresa da el soporte en el área de multiplexación de canales y manejo de voz sobre los FRAD y TCP/IP (Transmission Control Protocol/ Internet Protocol)
- Channel Master: fabricante de antenas parabólicas para transmisión y recepción de televisión y radio vía satélite en casi todas las bandas satelitales disponibles. Provee soporte para las antenas y feeders.
- DTPI (Direc-To-Phone International): empresa que se especializa en soluciones de telefonía rural con un alto grado de eficiencia.

La alianza estratégica con DTPI es de vital importancia para TISA, ya que Direc-To-Phone provee el financiamiento y la estructura para la red satelital a instalar. Además, ésta goza de un sistema avanzado en la canalización de llamadas, las cuales sobrepasan ampliamente casi todas las redes terrestres de larga distancia. El hecho de que se cuente con múltiples salidas vía satélite a bajo costo, contribuye a que el costo por minuto sea más bajo y permite darle una ventaja competitiva a TISA en el marco de Costo-Beneficio.

Entre los beneficios que TISA recibe de DTPI se encuentran:

- Financiamiento
- Instalación de la infraestructura telefónica, incluyendo salidas locales e internacionales y mínima inversión para la infraestructura
- Equipo
- Red Operacional
- Soporte de mercadeo y ventas
- Generación de ganancias inmediatas a través de una visión inicial en los servicios de teléfono pagado
- Expansión potencial y funcional para otros servicios rentables, entre los que se encuentra la transferencia de datos, ATM, acceso a Internet y fax
- Crecimiento flexible entre 5,000 y 100,000 líneas
- Eficiencia extrema en la utilización del ancho de banda

1.2. Tipo de Servicio ofrecido

TISA provee el servicio de telefonía comunal en lugares donde las formas de telefonía fija y celular manejadas actualmente, no pueden ser prestadas. Esto es posible lograrlo gracias a la tecnología satelital, la cual prácticamente no conoce fronteras y a la infraestructura y apoyo internacional con la cual cuenta la compañía.

Los teléfonos comunitarios, los cuales son instalados en municipios, aldeas, caseríos, pueblos, parcelamientos, fincas o haciendas, permiten la salida y entrada de llamadas, tanto nacionales como internacionales. Se maneja una tarifa fija, proporcional al tiempo de aire y al destino / origen deseado. El costo de la llamada es indicado inmediatamente por un controlador electrónico y es cancelado al prestatario del servicio.

1.3. Prestatarios del Servicio y cláusulas

Quienes reciben una antena satelital en su propiedad, suscriben un contrato de concesión y custodia para la prestación del servicio de telefonía rural comunitaria, en la cual se definen las respectivas cláusulas y responsabilidades tanto de TISA en su función de compañía, como las del dueño del lugar, como el concesionario. Este contrato se hace después de la designación de la persona responsable y el lugar en el que se trabajará, y previo a cualquier trabajo que sea iniciado por la compañía, en donde el primero es oficialmente vinculado a la segunda.

Dentro de las cláusulas se encuentran las siguientes:

- De Servicio: TISA se compromete a prestar el servicio de telefonía rural comunitaria en la dirección suscrita por medio de la tecnología satelital.
- De Concesión: TISA declara que concede a favor del prestatario, cubriendo el costo total de instalación, el cual incluye la ubicación de una antena, un alimentador de señal, un teléfono, un módem satelital, la obra civil, eléctrica y certificación, así como la puesta en funcionamiento del equipo. Además se denota que todo el equipo sigue siendo propiedad de la compañía y que el concesionario será el responsable de éste, debiendo pagar por cualquier daño debido a mal uso o negligencia, no así por fallas de índole imputable a la compañía.

El concesionario deberá pagar a la compañía el derecho a tiempo de aire por anticipado, garantizándole a éste el derecho a mantenimiento por todo el plazo de la concesión, la operación de la red, la interconexión con operadores y el acceso permanente al segmento espacial. Los precios de venta del servicio serán fijados por TISA, tanto para llamadas internacionales como nacionales.

- De Plazo: El plazo del contrato es de seis meses contados a partir de la puesta en funcionamiento de la estación satelital y podrá ser prorrogado de común acuerdo entre las partes involucradas. El plazo puede ser vencido anticipadamente, si se incumple en las estipulaciones o por falta de pago de las facturas mensuales.

1.4. Presentación de la Problemática

1.4.1. Instalación Física de Antena Satelital

En la actualidad, TISA maneja un proceso de instalación, en el que es necesario identificar los puntos de servicio, ajustar este lugar a los requerimientos de instalación, realizar los trabajos de establecimiento, los cuales incluyen la obra civil, la instalación eléctrica, de equipo y la certificación. Estos procesos son ejecutados en la actualidad por una planificación que parte de una administración que tiene demasiadas responsabilidades y que presenta muchos puntos de optimización.

La optimización debe iniciarse con una adecuada planificación para la estrategia de instalación. Éste es un estudio particular, en el que se deben considerar localidades específicas, así como variables de infraestructuras y tiempos para la elaboración de una matriz que dicte el camino, los tiempos y los costos menores. Este estudio no será tratado en el presente trabajo, aunque se darán indicaciones elementales a seguir, y representa un punto de importancia a tratar en estudios o trabajos futuros.

El trabajo está enfocado hacia el descubrimiento de las fallas en las que se han incurrido durante el propio proceso de la instalación física de la antena y a sugerir mejoras a implementar en este primer aspecto del servicio de telefonía y que tiene repercusiones directas con los otros dos puntos a tratar, como lo es el Departamento de Mantenimiento y el de Bodega. De esta forma, será el Análisis de la Operación el punto con el que se podrán identificar las fallas y proponer soluciones que redunden en una reducción de tiempos, costos y desperdicio de materiales.

1.4.2. Departamento de Mantenimiento

Las fallas que se han dado desde el momento de la instalación repercuten en la cantidad de tareas a cargo del Departamento de Mantenimiento. Este departamento no funciona en la actualidad totalmente independiente y está subordinado a la administración de TISA. Además, debido a la escasa planificación y constante corrección de fallas de instalación, se trabaja sobre la base de un mantenimiento reactivo o correctivo, en el cual el tiempo que transcurre desde el momento en el que una estación falla hasta que es reparada, puede durar de una a tres semanas, repercutiendo directamente en las utilidades de la empresa tanto por pérdida de oportunidad, gastos incurridos en reparación y decremento de imagen.

El presente trabajo indagará en la detección de las complicaciones que hacen que este tiempo de reacción sea tan elevado y sugerirá soluciones para una optimización en el funcionamiento de este departamento.

El responder rápidamente a una estación caída no es sin embargo el único punto a corregir para conseguir un óptimo funcionamiento: las fallas que ocasionan los daños deben ser encontradas, para así poder tomar medidas preventivas. A través de un estudio de fallas y la utilización de métodos estadísticos para la industria, se pretende identificarlas para así poder tomar medidas que permita reducir el número de estaciones que deben ser revisadas o reparadas.

Para concluir la optimización del Departamento de Mantenimiento es necesario alejarse del mantenimiento correctivo, que es ejecutado por TISA en la actualidad, y proceder a la implementación de un Mantenimiento Preventivo, en el cual sea posible limitar a un mínimo las

órdenes de trabajo no planificadas. El presente trabajo se adentrará en los cambios y pasos a seguir por parte de la compañía para contar con un moderno y sensible Departamento de Mantenimiento.

1.4.3. Manejo de Bodega

TISA trabaja actualmente en la instalación de una pequeña cantidad de antenas nuevas y provee de mantenimiento correctivo a las estaciones en funcionamiento. En ambos casos, es a través de bodega que es necesario suplir el equipo indispensable, así como las herramientas de trabajo.

Para ello se cuenta con dos bodegas en las cuales labora una persona responsable, la cual tiene otras actividades y tareas compartidas en proyectos diferentes. La bodega presenta niveles altos de inventarios, una falta de manejo de información respecto a los movimientos en bodega y los controles son prácticamente inexistentes. Estas fallas resultan en una pérdida de oportunidad de inversión, así como diversos problemas de descuidos y pérdidas, que afectan directamente las utilidades de TISA.

En esta tercera sección del presente trabajo, se discutirá la situación actual de ambas bodegas, con vistas a sugerir un manejo estandarizado de este departamento. Para ello, se empezará a definir desde la ubicación y el equipamiento más apropiado de la bodega, hasta concluir en la implementación de un método de mejora continua para reducir inventarios y garantizar un buen manejo de controles e información.

2. INSTALACIÓN FÍSICA:

2.1. Planificación de Estrategia de Instalación actual y sugerida

La planificación de instalación de nuevas antenas satelitales, parte de la política de TISA y la administración, previa revisión de los puntos anteriores. Una vez definidas las localidades y la ubicación física de la Antena Satelital, deberá girarse la orden de trabajo de la obra civil, así como la instalación eléctrica y puesta en funcionamiento del teléfono comunitario.

En la actualidad, el tiempo que transcurre desde que se realiza la obra civil hasta que la instalación eléctrica se completa y el teléfono tiene señal, puede extenderse hasta cuatro meses. Esto se debe a que no ha existido una adecuada coordinación en lo que a las instalaciones se refiere y a que no se ha trabajado desde un principio con una definida estrategia de instalación.

Para poder minimizar el tiempo que permanece inactivo el teléfono, se recomienda la definición previa y la puesta en marcha de una planificación en la que se definan las tareas específicas de un grupo de trabajadores encargados de ambos aspectos de la instalación. Se recomienda la elaboración de una especie de diagrama de Gantt, en el que se anote la siguiente información y de acuerdo a los siguientes parámetros:

Localización de área de trabajo:

- Asignación de instalaciones a contratistas: *ordenadas de acuerdo a su ubicación geográfica, asignando una misma zona a un solo contratista; número de instalaciones flexibles.*
- Lugar de instalación de antena satelital: *agrupadas de acuerdo a cercanía intra-estaciones y clasificadas según el municipio al que pertenecen.*

Tipo de Tarea:

- Obra Civil: *La obra civil estará a cargo de un contratista y le serán asignadas dos tareas por día. Para completar la obra civil, requerirá de una segunda visita a la estación, dos días después de visitarla por primera vez. Para esta visita, también le serán asignadas dos tareas por día.*
- Instalación Eléctrica y activación: *Será programada en la misma fecha que la segunda visita de la obra civil, asignándole a un contratista dos tareas por día. De acuerdo a la demanda y disposición de tiempo, se recomienda enviar al mismo contratista a todas las visitas de instalación.*

Temporalidad:

- Cubo de tiempo: *planificación de un mes o de acuerdo a demanda de instalación, con separación general en semanas, y específica en días. Sensibilidad: un tercio de día.*
- Relaciones: *a cada instalación le será asignado un día y una duración específica de acuerdo a la planificación. Además se tabulará el tiempo de trabajo en cada municipio y el tiempo de trabajo por parte de cada contratista.*
- Jornada: *se planificarán ordenes de trabajo los siete días de la semana.*

Tiempo de Preparación:

- Materiales: *El equipo total requerido para la instalación deberá ser computado, clasificándolo de acuerdo con cada contratista y el monto total. Se solicitará a bodega la existencia que pueda ser proveída y la cantidad restante será pedida adicionalmente.*
- Transporte: *Cada contratista recogerá el material en bodega después de medio día y saldrá con destino al interior. Allí se buscará hospedaje en una cabecera cercana al área de instalación, trasladándose a otro hospedaje, de ser más cercano para futuras instalaciones.*

Tiempo asignado: *Para la salida de contratistas, se partirá del primer día de instalaciones medio día hacia atrás. Adicionalmente, se contemplará medio día para la*

- *preparación, configuración y carga de materiales, o según el número de materiales requeridos, y de uno a dos días previamente para la realización y envío del pedido de materiales.*

El diagrama resultante de esta planificación será el que se esquematiza en el Diagrama B (Anexos).

2.2. Discusión sobre requisitos de Punto de Servicio de Antena Satelital

La antena satelital será instalada en un área del terreno de propiedad del concesionario, el cual debe cumplir con determinadas características que permitan el correcto funcionamiento del teléfono comunitario. Dentro de estas características, se encuentran aquellas del tipo de ubicación y del tipo de localización.

Entre las características de ubicación, TISA debe determinar la concesión de una estación a una localidad, si ella cumple con los siguientes requisitos:

- Tratarse de una comunidad con un alto número de habitantes o bien de una buena cantidad de pobladores en comunidades o aldeas aledañas.
- Ausencia de teléfonos comunitarios o públicos dentro de la comunidad o en aldeas cercanas.
- Posibilidad socioeconómica para poder acceder al costo del servicio.
- Historial positivo de la sociedad o en aldeas vecinas con relación a comportamiento y cultura.
- Infraestructura deficiente y ausencia o dificultad para la elaboración de un plan a futuro de la instalación de telefonía fija o pública.
- Predicción de demanda que justifique la inversión y resulte en la tasa de retorno deseada por parte de TISA.

Aprobada la localidad en la que se invertirá en la prestación del servicio de telefonía rural, se debe encontrar el lugar idóneo para la ubicación del teléfono comunitario. Para ello, es necesario evaluar las siguientes características de tipo de localización:

Localización dentro de la comunidad:

- Ubicación ponderadamente céntrica, de acuerdo a donde exista la mayor densidad de población del mercado de usuarios potencial.
- Acceso por parte del mercado potencial, así como contar con la posibilidad de promoción o anuncio del teléfono comunitario.
- Nombre del dueño de la casa dentro de la comunidad.
- Responsabilidad, cultura y participación potencial por parte del responsable del servicio, con los ideales de TISA.
- Contar con un cuarto en el cual se pueda colocar el teléfono, atractivo y de fácil acceso y uso para los clientes.

Localización en la propiedad seleccionada:

- Existencia de un área libre de instalación de 2 x 2 metros
- La selección del lugar debe estar libre de riesgos como cruces peatonales, paso de animales, carros, vandalismo, etc.
- El lugar no debe tener a un radio de 5 metros de la antena, ningún tipo de interferencias actuales o futuras, como lo son arbustos, árboles, construcciones, etc.
- La ubicación de este lugar, debe estar a una distancia lineal máxima de 22 metros, medida desde la fuente de alimentación hasta la unidad telefónica.

Estas características de localización deberán cumplirse en lo posible para la elección del prestatario del servicio de telefonía comunal, donde cada punto que no se pueda cumplir, deberá ser evaluado para asegurarse de una adecuada justificación para la instalación de la antena satelital. La realización de una visita de campo directa será necesaria para poder completar la elección eficientemente.

2.3. Problemas detectados en el proceso actual y soluciones:

El análisis de la operación permitió observar los elementos productivos y señalar los no productivos durante el proceso de instalación de nuevas antenas satelitales, los cuales son discutidos a continuación. Es necesario hacer mención, que este análisis primario, es un procedimiento que nunca puede considerarse completo, puesto que siempre existe una mejor forma de hacer las operaciones. Será tarea futura el establecer una actividad de mejoramiento continuo sobre este proceso, considerando observaciones o innovaciones que permitan una retroalimentación adecuada.

2.3.1. Grandes tiempos de traslado entre puntos de instalación

Para completar la instalación de una nueva antena satelital, son necesarias por lo menos tres visitas a la localidad en cuestión. Estas visitas son realizadas al momento de efectuar el estudio por diferentes personas y en cada visita les toma a los contratistas desde treinta hasta noventa minutos localizar el sitio, lo que puede representar hasta un 40% del tiempo asignado a una tarea. En cada visita, los contratistas localizan el lugar, preguntando a las personas que encuentran en la carretera o en calles aledañas y frecuentemente se toman caminos equivocados.

La reducción de este tiempo puede alcanzarse en un inicio con asignarle al mismo contratista la instalación completa de la antena (obra civil en sus dos visitas e instalación eléctrica), y reduciendo el número de antenas a instalar, para así saber cómo llegar al lugar, luego de haber realizado una primera visita. A largo plazo, se recomienda que el técnico que viaja con el contratista, tome nota de la forma de llegar al lugar, anotando la información tal que sea posible contar con un manual para llegar a cada sitio. Para ello, deberá anotar la carretera, el kilómetro exacto en el cual hay que desviarse, el sentido, los cruces y distancias a recorrer, etc. Este manual deberá ser mejorado con cada visita, hasta tener una información concreta y fácil de seguir.

Por otro lado, actualmente, cuando se instalan antenas en un determinado departamento, todos los contratistas y técnicos se hospedan en un mismo hotel, en la cabecera municipal. Se recomienda el hospedaje de cada grupo en la distancia más cercana a sus puntos de instalación, ya sea en la cabecera o algún otro municipio.

2.3.2. Tiempos de Preparación durante el Proceso de Instalación

La obra civil es realizada eficientemente y no presenta atrasos particulares. En el caso de la instalación eléctrica, sin embargo, se presentan demoras evitables, especialmente en cuanto a preparación de materiales.

La preparación del equipo a utilizar en cada estación se realiza empíricamente, puesto que la mayoría de las herramientas van dentro de una bolsa, y los materiales a utilizar son acarreados por el técnico. Lo que sucede generalmente, es que alguna pieza o herramienta es olvidada y el hecho de no seguir un planteamiento ordenado de selección de equipo o herramientas a necesitar, hace que los retornos al “pick-up” sean repetidos.

Esta demora puede solucionarse mediante el agrupamiento previo a la salida al campo de todo el equipo a utilizar, comparándolo con una lista estándar, o bien hacerlo durante el camino o en algún tiempo muerto luego de la instalación previa. En cuanto a la herramienta, debe eliminarse el uso de la bolsa con la mayoría de herramientas revueltas, las cuales sólo

promueven el desorden, y se recomienda proporcionarle a cada técnico un cincho en el que puedan colocar todas las herramientas a usar, haciéndoles ver que se respete la colocación de cada objeto.

El encintado de cada conexión de la antena requiere la aplicación de “mástique” (masilla blanda que se utiliza para colocar vidrios), cinta “Compound” y cinta de aislar, éstos materiales son comprados en rollos grandes lo cual dificulta su uso y manipulación.

Estas demoras, pueden ser reducidas con un tiempo de preparación previo. El “mástique” puede ser cortado previamente en las piezas necesarias, al igual que la cantidad precisa del “Compound” (cinta adhesiva especial). Por otro lado, la cinta de aislar puede ser enrollada en rollitos individuales, más pequeños, que faciliten el encintado. La ventaja es que estas tareas pueden ser realizadas sin ningún problema por el técnico mientras el contratista maneja hacia el punto de trabajo, o bien en tiempos muertos.

2.3.3. *Definición de Tolerancias y Especificaciones*

Actualmente las tolerancias y especificaciones no han sido definidas para ninguno de los procesos de instalación y son consideradas empíricamente. Sin embargo, la falta de conciencia entre los técnicos con respecto a estas variables hace que surjan pérdidas (materiales y tiempo) innecesarias.

Mediante la definición de una forma estandarizada de los procesos de instalación, los cuales tienen que ser cumplidos al terminar el trabajo, se podrá lograr una instalación de calidad, igual para todas las estaciones. Así se estaría evitando el tener fallas debido a que no fue instalada una mufa (Forway, tecnicismo) protectora, o que la barra de cobre no fue insertada en su totalidad en la tierra, o bien que ésta haya sido cortada, para que se sumergiese totalmente.

Los siguientes puntos deberán ser objeto de definición:

- Profundidad de la zanja que sostendrá el mástil; tolerancia de acuerdo a parámetros de estabilidad.
- Verticalidad del mástil; tolerancia de acuerdo a requerimientos de instalación.
- Profundidad de inserción de barra de cobre; especificación, que no es posible variar la longitud de la varilla bajo ninguna circunstancia y que debe ser sumergida en su totalidad.
- Colores de cables a utilizar para la fase, neutro y tierra; especificación, que sea conocida por todos los técnicos, tanto en instalaciones nuevas como en mantenimiento.
- Cantidad de “Mástique” a utilizar por conexión; cortando cantidades de 1.5 cm de ancho, por la longitud estándar.
- Longitud de Cinta “Compound” y cinta de aislar a utilizar por conexión; buscar cantidad mínima requerida y estandarizarla.
- Cantidad de silicón requerido por conexión en LNA (Low Noise Amplifier); requerimiento mínimo, por lo que será posible utilizar un tubo para estaciones adicionales, aún cuando aparente ya estar vacío. Adicionalmente, especificar el que se utilice hasta lo último del contenido, cortando el tubo en la parte posterior de ser necesario.

Las tolerancias para el proceso de instalación de Antenas Satelitales no son muy estrechas, ya que su calidad puede ser comprobada fácilmente, y de estandarizar cada uno de los puntos anteriores, es improbable la generación de trabajo defectuoso. Sin embargo, para poder lograrlo, será necesario que TISA realice las respectivas investigaciones en tolerancias y divulgación de especificaciones, así como la implantación de medidas correctivas en casos necesarios.

2.3.4. Materiales y equipo de Instalación

Un aspecto importante en el análisis de la instalación es el que se refiere a los materiales y equipo utilizado, ya que son éstos quienes a la larga permitirán una adecuada transmisión satelital. Dentro del proceso actual fue posible detectar con base en los reportes de mantenimiento, las fallas que surgían debido a una instalación inicial que puede ser mejorada.

La mayor falla se presentó en los constantes reemplazos de los RTT (Real Time Terminal) y los LNA, los cuales se quemaban debido a que la marca manejada a la fecha no era lo suficientemente resistente a los cambios de voltaje e irregularidades en el flujo eléctrico en el interior de la república. En vista de ello, se han emprendido las nuevas instalaciones con una diferente marca de LNA, pero para el RTT aún no se ha buscado un sustituto. Se recomienda la búsqueda de un RTT alternativo, que cumpla con las mismas características de transmisión que el actual, pero que presente un rango menor de susceptibilidad a fallas.

Otro problema frecuente detectado desde las primeras instalaciones por TISA fue que las antenas en funcionamiento fallaban debido a susceptibilidad a la humedad en el ambiente, especialmente por las mañanas. Debido a ello se impulsó la compra de un silicón especial que permitiese aislar del ambiente la conexión entre el LNA y el “Feeder” (alimentador), el cual ha eliminado las fallas. De la misma forma, aún se presentan fallas por humedad en las conexiones de los cables, para el cual actualmente se emplea una cantidad excesiva de “mástique” y dos tipos de cintas. Se recomienda el empleo del “mástique” y “compound” para el aislamiento y cinta de aislar solamente para fijar, o bien el empleo de un silicón que permita fijar y aislar la conexión del ambiente.

No aparece dentro de los reportes de mantenimiento como causa de falla, pero en las visitas al campo fue posible apreciar que los tornillos que aseguraban las piezas de transmisión se encontraban oxidados debido al clima. Por lo tanto, se recomienda la revisión de éstos en las visitas de mantenimiento que se realicen al campo, para sustituirlos por tornillos galvanizados, y así evitar el inconveniente de tener que reemplazarlos cuando sea más difícil.

2.3.5. Condiciones de Trabajo

El ambiente de trabajo es positivo dado que los contratistas trabajan con sus propios técnicos, con los cuales laboran desde ya largo tiempo. El ambiente de cooperación dentro del grupo, así como con el personal en bodega, mantenimiento y administración es alto y los niveles de jerarquía no están claramente definidos. TISA cubre los gastos esenciales incurridos durante las instalaciones, como lo es el hospedaje y las comidas. No se pagan lujos, pero tampoco es necesario preocuparse por la subsistencia.

La jornada de trabajo en el campo es extensa y se coloca el trabajo antes que las comidas, en especial el almuerzo. Es frecuente almorzar ya entrada la tarde, dependiendo de la programación de cada día. Esto es aceptado a gusto por el personal, pero también dentro de ella, se descuidan detalles que pueden hacer más agradable el trabajo.

Para poder apoyar el cambio de política que se plantea para TISA, la comunicación y el apoyo hacia el personal resulta esencial, y si bien las condiciones físicas del trabajo no pueden ser cambiadas debido a tratarse de visitas a lugares en el interior del país, sujetas al clima particular, sí se puede detallar y financiar la compra de líquido para llevar en cada día, toallas refrescantes, capas para la época de lluvia, u otro detalle que haga que cada técnico se sienta más a gusto en la realización de su labor.

La justa compensación por el trabajo realizado en el campo en días continuos también debe ser definida y acordada mutuamente, buscando llegar a un consenso sin tener que recurrir a horas extras. Se recomienda la promoción de la identificación del personal con la empresa, haciéndoles ver que el horario de oficina y de cinco días laborales, no puede ser seguido al pie de la letra para alcanzar la visión y la misión que TISA pretende.

2.3.7. Manejo de Materiales

El manejo de materiales parte en la actualidad de la bodega de TISA y éstos son entregados directamente a los contratistas, quienes los transportan hacia el punto de instalación en su respectivo “pick-up”. Dentro de este primer movimiento, el equipo grande como lo es el “RTT”, “LNA” y el “Ruteador” (Router/es un aparato para integrar y trasladar datos), es colocado en grupos en la palangana, mientras que el resto de los materiales es colocado sin un orden respectivo. De esta forma, tanto cables, como unidades telefónicas, tomacorrientes y accesorios electrónicos, así como todas las herramientas de trabajo, (cuchillas, cintas, destornilladores), se encuentran dispersas en el medio de transporte.

Este descuido es fuente de pérdidas en el equipo, así como de posibles daños a las unidades telefónicas, el cual es fácilmente enmendable. Los “pick-up” son utilizados exclusivamente para tareas de instalación y mantenimiento, por lo que una instalación de separadores de madera pueden permitir mantener un orden, para colocar cada pieza en su lugar.

El manejo personal de las herramientas también debe ser solventado, tal y como se ha mencionado en puntos previos. Mediante la motivación hacia el técnico de cuidar cada instrumento de trabajo, y la provisión de cinchos para herramientas, será posible optimizar el manejo de los materiales.

En época de lluvia, el trabajo no es suspendido, sin embargo el equipo en el “pick-up” tiene que ser cubierto y descubierto constantemente para protegerlo y para tomar el necesario para la instalación. Cada “pick-up” lleva consigo un plástico grande y lazos para amarrar, sin embargo, el tiempo utilizado para cubrir el móvil es muy largo. Se recomienda fijar el plástico a un costado de la palangana mediante un eje rotatorio, el cual permita desenrollar con rapidez el plástico y fijarlo en el otro lado del automotor. Esto facilitaría la cobertura y por lo tanto reduciría el tiempo de exposición a la lluvia, así como el tiempo requerido para deshacer el amarre y así obtener el equipo de trabajo más eficientemente en el invierno.

2.3.8. Derroches Evitables

La falta de normas y especificaciones en cuanto al proceso de instalación hace que existan pérdidas monetarias evitables, como se mencionó en la sección 2.3.3. Dentro de éstas, se observó las siguientes:

- El desperdicio del silicón especial utilizado para la unión del LNA con el “Feeder”, al tomar un tubo nuevo, aún cuando el que está en uso no está vacío.
- El uso excesivo de cinta de aislar para amarrar el cable guía al IFL (Interfacility Link, es un cable coaxial), para pasar ambos por el tubo “conduit” (tubo para introducir alambres).
- El uso desmedido de cinta de aislar, “mástique” y cinta “compound” en las instalaciones.
- La pérdida de herramientas de trabajo debido al desorden y mala posición de ellas.

Enfatizar en el personal la importancia de cada uno de los materiales, así como el llevar el orden mencionado en el numeral anterior, es el punto de partida para reducir los costos totales. El conocimiento por cada persona del uso que se le puede dar a cada elemento, así como la aplicación para cada tarea, permitirá reducir la inversión en materiales y herramientas, y prolongar la vida útil de éstos.

3. MANTENIMIENTO

3.1. Servicio de Mantenimiento Actual:

El Departamento de Mantenimiento de TISA tiene a su cargo la tarea de reparar antenas o equipo satelital dañado, el cual ocasione cualquier interrupción parcial o temporal en el servicio de la telefonía rural. El tipo de mantenimiento que ha sido ejecutado hasta la fecha es correctivo, debido al continuo proceso de nuevas instalaciones y modificaciones a la instalación desde que se inició el proyecto, por lo que no ha sido posible una administración más eficiente y descentralizada, así como la implementación de un plan de mantenimiento preventivo.

A continuación se discutirá el método actual del manejo del Mantenimiento, puesto que será sobre la base de éste que se procederá a sugerir mejoras, las cuales finalmente puedan concluir en la implantación de un Mantenimiento Preventivo para aumentar el porcentaje de estaciones activas, el cual es actualmente de un 80%.

3.1.1. Personal responsable

El Departamento de Mantenimiento de TISA funciona siguiendo una cadena centralizada, que empieza con la detección electrónica de antenas en estado “pendiente” (“pending”), el reporte de esta información a la administración de TISA, un segundo reporte al jefe de Mantenimiento y finalmente el proceso de reparación.

El primer paso está a cargo de cuatro personas que laboran en el HUB(Historically Undirutilized Businesses), quienes manejan la parte satelital y computarizada del servicio, y tienen acceso a la detección del estado de cada estación en el interior del país. Realizan un informe semanal en el que reportan todas las unidades que no están en funcionamiento. Además, atienden llamadas de los distribuidores del servicio, y de ser posible, les proveen de la solución al problema, de tratarse de desperfectos que no tengan que ver con el equipo o la antena propiamente.

En la Administración estos reportes son recibidos y una persona se encarga de planificar las órdenes de reparación semanal. Este reporte es entregado al jefe de Mantenimiento quien ve la factibilidad de cumplir con las órdenes de reparación de acuerdo al número de técnicos con que cuente para ello.

El equipo de técnicos consta de catorce personas, quienes laboran en Mantenimiento por parejas. No obstante, el trabajo de ellos no es exclusivo para este departamento, sino que también son quienes se encargan de las instalaciones eléctricas e instalaciones nuevas, así como de la configuración y reparación de equipo en bodega. Esta pluralidad de tareas es la que hace necesaria la intervención del Jefe de Mantenimiento en el proceso actual para coordinar todas las actividades.

3.1.2. Prestación de servicio

El servicio de Mantenimiento actual presta un servicio correctivo: de no poderse solucionar el problema desde el HUB cuando un teléfono carece de señal, entonces una orden de reparación es emitida. Sin embargo, debido al personal con el que se cuenta en la actualidad y a la administración de éste, el tiempo que el teléfono permanece sin señal puede ser entre una y tres semanas, lo que trae consigo pérdidas de oportunidad económicas, deficiencias en la prestación del servicio y mermas en la reputación del servicio dentro de la comunidad.

Cada semana los equipos de técnicos son enviados a diferentes partes del país a determinar las causas por las cuales la antena está caída. Para ello, les es asignado una serie de estaciones a inspeccionar por región, considerando la visita de tres estaciones por día. Los técnicos viajan con equipo suficiente como para poder reemplazar el equipo electrónico de la antena en su totalidad de ser necesario, para dejarla en funcionamiento.

En cada visita los técnicos determinan la falla, y proceden a dejar la antena en funcionamiento. Esto incluye el reemplazo del teléfono, Ruteador (Router), RTT, Feeder (LNA), cables de recepción o de transmisión, o bien la reinstalación de la conexión eléctrica o solar, según el caso. Además, se aprovecha a colocar un nuevo encintado en cada una de las conexiones de cables hacia la antena.

3.1.3. Costos de Mantenimiento

Los costos incurridos por parte del Departamento de Mantenimiento son manejados según se presente la situación y no existe un presupuesto fijo establecido. Dentro de los rubros que deben ser cubiertos, se encuentran los siguientes:

- Compensación económica del personal
- Costo de Reparación
- Costo de atención en estación de servicio
- Costos ocultos

Dentro del primero de los rubros se encuentra el salario de las cuatro personas que trabajan en el HUB, el de los técnicos que realizan las visitas, así como el de la persona encargada en Administración y el Jefe de Mantenimiento. Estas personas reciben un salario fijo, con todas las prestaciones de ley, y en el caso de los técnicos, trabajan en horarios flexibles para acumular un total de 40 horas a lo largo de la semana. Debido a que cuando se está en el campo es posible tener que trabajar en fines de semana o bien un horario diferente al de oficina, el jefe de Mantenimiento se encarga de programar justamente el trabajo para cada técnico y, únicamente de ser necesario, se le pagan horas extras.

Los costos de reparación se refieren al precio del equipo nuevo que debe reemplazar al dañado y la utilización y el desgaste de las herramientas de trabajo; éstos aparecen listados en la siguiente tabla:

Tabla 3.1
Equipo que es reemplazado y herramientas de trabajo

Equipo que es reemplazado	Herramientas de trabajo
Ruteador	cinta de aislar
RTT	cinta Compound
Feeder	cinchos de amarre
Cables de Transmisión y Recepción	silicón
Cortacircuitos	cuchillas
Reguladores de Voltaje	multitester
	llaves de tuercas y otras herramientas
	mástique

En lo que se refiere al tercer rubro, se encuentra el costo en que TISA debe incurrir por prestar servicio de reparación en el interior del país en zonas rurales. Para ello, el equipo de técnicos debe permanecer días en una cabecera departamental o municipal, lo que conlleva a costos como hospedaje, transporte y alimentación. Para ello TISA tiene cantidades específicas asignadas y los técnicos cuentan con un “pick-up” para su movilización desde la capital hasta las estaciones, una cantidad fija de consumo de gasolina, así como los tres tiempos de comidas y el hospedaje en albergues o pensiones sencillas.

Dentro de los costos ocultos se encuentra el costo de papelería y de tiempos de preparación en la administración de TISA. El más relevante efecto de éste radica en el tiempo de reacción y el concerniente costo de tiempo caído por estación.

3.1.4. Costos de Tiempo Caído

La pérdida de oportunidades que sufre TISA debido a que un teléfono comunitario no tenga señal consta de montos monetarios tangibles, así como de repercusiones intangibles que el usuario percibe.

Con la falla de cualquier componente el ingreso recaudado por la estación satelital será nulo, al no poder prestarse el servicio de telefonía. Así, el costo económico que se deja de percibir se compone de la siguiente manera:

- La pérdida de la demanda diaria en llamadas por el teléfono. Esta cantidad asciende en promedio a Q. 15.00 por día, valor que puede fluctuar dependiendo de la ubicación y demanda alcanzada.
- El tiempo que tarda la estación en ser reparada. Así, considerando un promedio de dos semanas en que el teléfono permanece sin señal, la pérdida incurrida es de Q. 225.00 por estación.
- La reparación correctiva implica la necesidad de trasladar a dos personas a la estación para su reparación; los siguientes costos deberán ser considerados.
 - Salario: Q. 100.00
 - Transporte: Q. 25.00
 - Alimentación: Q. 105.00
 - Hospedaje: Q. 40.00
 - TOTAL: Q. 270.00
- El costo monetario por tiempo caído por estación será entonces en promedio de Q.500.00. por falla.

El costo intangible en que se incurre al no tener en funcionamiento la línea telefónica, incluirá a los siguientes factores, los cuales no pueden ser medidos con base a unidades económicas, pero que tienen influencia directa, en los ingresos que pueden dejar de ser percibidos:

- Desacreditación del teléfono comunitario dentro de la comunidad, perjudicando un crecimiento mayor de la demanda.
- Hacer infructuosa cualquier inversión en promoción o mercadeo del servicio.
- Pérdida de clientela potencial hacia teléfonos celulares y uso del servicio comunitario.

3.2. Problemas detectados en Servicio de Mantenimiento y sugerencias:

3.2.1. Centralización del Mantenimiento

Al observar el flujo de la respuesta a una falla reportada en el servicio telefónico, es notorio que se realiza un proceso innecesario a través de la administración de TISA. Los reportes de “pendings” por parte del HUB no llegan directamente al Jefe de Mantenimiento, sino que pasa previamente por una programación inicial, la cual luego es confirmada y complementada en Mantenimiento según disponibilidad del personal. Esta operación doble puede y debe ser reducida a una sola por los siguientes motivos:

- La administración tiene otras responsabilidades que atender, por lo que no podrá programar las órdenes de reparación ágilmente y de manera exclusiva y óptima.
- La tarea de confirmar el trabajo sugerido por la administración, se vuelve repetitiva y realmente hace que se desperdicie el trabajo inicial en forma parcial.
- El jefe de Mantenimiento, estando más cerca de la obra real de reparación, no puede programar con libre pensamiento, pues se atiene a la información que le es

proporcionada. Además, es él quien conoce más acerca del proceso de atención y reparación y el manejo de los recursos disponibles.

Se recomienda que los reportes por parte del HUB vayan directamente y sean enviados diariamente al Jefe de Mantenimiento. Éste tendrá de esta forma una mayor responsabilidad en el proceso de reparación y será él quien programe la forma óptima de levantar los servicios caídos, en el menor tiempo posible. Debido a encontrarse él en contacto con las tareas asignadas y con el personal a su cargo, podrá tratar la problemática más de cerca y encontrar patrones que se repiten, para afrontarlos de la mejor manera.

El jefe de Mantenimiento deberá además tener comunicación directa con bodega, quien le proveerá del equipo nuevo y las herramientas de trabajo. Esto se realizará a través de una comunicación por medios electrónicos como se discutirá en el siguiente capítulo y le garantizará el afluente de equipo para ejecutar su tarea, sin tener que pasar por la administración. La administración se verá involucrada en procesos que requiera la instalación de antenas nuevas, o bien, modificar algún equipo en todas las estaciones de teléfono.

3.2.2. Pluralidad de tareas por el personal

En la actualidad, el Departamento de Mantenimiento no cuenta con técnicos cuya responsabilidad única sea la de trabajar para su sección, sino que ejecutan tareas de instalaciones nuevas y reparaciones en bodega. De esta forma, el cuerpo de técnicos disponibles para cada semana varía y hace necesario un análisis más prolongado en cuanto a programación de salidas y tareas por parte del jefe de Mantenimiento. Por otro lado, la actual participación por parte de la administración en el Mantenimiento denota otro foco de pluralidad de tareas por parte de las personas involucradas.

La negativa ante esta situación radica en que no es posible la total atención o especialización en las tareas, así como el recargo de responsabilidades y centralización como se discutía en el punto anterior. Paralelamente, el hecho de existir una rotación por parte de los técnicos, bajo un número fijo de empleados, hace que cuando realizan tareas fuera de Mantenimiento la fuerza laboral de este departamento se vea mermada y prolonga su actual período de reacción.

La solución a esta problemática consiste en solventar las necesidades de bodega y de nuevas instalaciones, sin tener que recurrir al personal de mantenimiento. Para ello se recomienda la asistencia de un técnico exclusivo para bodega, ya sea de tiempo completo o medio tiempo, según la demanda, así como contar con un número fijo de técnicos en Mantenimiento. Debido a que los requerimientos de instalaciones nuevas son estacionales, no se recomienda seguir con la dualidad de tareas, pues los costos implicados por tiempo caído, tanto tangibles como intangibles, tienen un mayor impacto en TISA y sus servicios. Para solventar el proceso de las nuevas instalaciones se recomienda un estudio más detallado en cuanto a la elección de una subcontratación, o bien la selección de nuevo personal para las tareas. De acuerdo a las perspectivas de TISA para el futuro, la subcontratación sería la opción sugerida.

3.2.3. Localización de estación satelital

El trabajo de campo por parte de Mantenimiento consiste en una visita física al lugar de la antena, hacer la revisión del equipo, reemplazarlo de ser necesario y, en la gran mayoría de casos, la estación es dejada en funcionamiento. Sin embargo este procedimiento el cual es manejado hasta la fecha por parte de TISA, pasa por alto el tiempo que es invertido en la localización de la antena, la cual, también en la mayoría de casos, está ubicada a kilómetros de distancia de una carretera principal.

Según reportes por parte de TISA, cada antena es visitada por año un promedio de tres a cuatro veces, y en cada una de las visitas a cada una de las estaciones, el tiempo invertido en dar con el lugar es igual o en ocasiones mayor al tiempo efectivo de la visita.

De esta forma se recomienda que se lleve un registro de la ubicación de cada antena y la ruta de localización de cada una de ellas, ésta ruta la cual debe ser elaborada por parte de los técnicos mismos. La información a detallar es la de indicar en qué kilómetro exacto es necesario alejarse de la carretera principal, en qué dirección virar, así como los trayectos y distancias a seguir en las vías auxiliares.

Esta base de datos deberá luego ser complementada en una posterior visita programada, mediante la localización de la antena de acuerdo a la información existente y haciendo anotaciones adicionales que permitan una más rápida ubicación. Adicionalmente la reunión de esta información será muy valiosa para la programación de visitas en la implementación del Mantenimiento Preventivo, para así poder visitar un mayor número de estaciones por día y hacer programaciones de acuerdo a la localización regional.

3.2.4. Relación entre la misión y la visión en la aplicación diaria

Dentro del Departamento de Mantenimiento, así como en cualquier otro, debe tenerse en cuenta la visión y la misión de la empresa, para poder tenerla siempre como el punto de referencia y el rumbo a seguir. No obstante, la misión y la visión (Anexos) sólo es un texto que ninguno en el departamento conoce.

Dentro de la cultura de Mantenimiento, así como en cualquier otro departamento, el capital humano es vital para el funcionamiento y éxito de los programas. Es necesario que desde el técnico hasta el jefe tenga conocimiento de la visión y misión. En la actualidad, ambos textos son bastante extensos y son divulgados solo a nivel gerencial. Conviene, por lo tanto, redefinir la misión y la visión, y promoverla para que el personal se identifique y sepa cuales son los objetivos que la compañía quiere alcanzar, cómo lo va a hacer y en qué momento lo va a hacer.

3.2.5. Falta de almacenamiento de herramientas de trabajo y de control sobre ellas

El Departamento de Mantenimiento sólo puede funcionar si cuenta con el personal, el equipo y las herramientas de trabajo. La bodega de TISA se encarga de mantener en inventario el equipo utilizado para brindar el servicio satelital, sin embargo no almacena ningún instrumento.

Para que una compañía cuente con ventajas competitivas en torno a su Mantenimiento, se recomienda que toda equipo sustituto se maneje en un inventario con una exactitud de por lo menos un 95%, y que el material a utilizar en las visitas también cuente con un almacenaje de igual propiedad, sin embargo este último es inexistente a la fecha. Además, se recomienda que se maneje una lista detallada, precisa y actualizada, en la que se haga referencia a los proveedores de las herramientas.

Debido a que no se maneja un almacenaje actual sobre las herramientas, tampoco existe un control ni norma de uso. Frecuentemente existe un alto desperdicio de cintas de aislar, sellador de silicón, cintas "Compound", entre otras, y el índice de pérdida de herramientas; como cuchillas, llaves, tuercas, es alto. Esto se debe a que al técnico no ha sido educado con la idea del ahorro y de la identificación con la empresa para hacer un uso racional de éstas, como se mencionó en la sección 3.2.4. Ambos aspectos serán tratados posteriormente en el capítulo 4.

3.2.6. Información a destiempo sobre fallas

El tiempo de reacción por parte del Departamento de Mantenimiento para reparar una antena satelital dañada tarda entre una y tres semanas, y luego de la visita se llena un reporte en el que se anota la falla y la corrección realizada. Esta información es reportada al final de las giras a la administración, y posteriormente ingresada a una base de datos, lo cual puede ser ejecutado hasta un mes y medio después de la corrección de la falla. Además, no se realiza

ningún estudio sobre ellas, sino sólo observaciones empíricas sobre lo que los reportes a simple vista aparentan.

Los motivos de cada una de las fallas deben llegar al Departamento de Mantenimiento, no a la Administración y de preferencia en el momento en el que ésta sea determinada. De esta forma, es justificable hacer un estudio de las fallas actuales, y poder determinar las causas que llevan a las estaciones a fallar y así poder emprender reacciones correctivas y preventivas. Este estudio preliminar será realizado posteriormente en este capítulo y se fundamenta en el postulado de “Pareto” que afirma que el 80% de las consecuencias de un fenómeno se debe al 20% de las causas.

3.2.7. Falta de un plan de mantenimiento preventivo

Una estrategia necesaria a adaptar es el alejarse del actual mantenimiento correctivo y así proceder a un programado y planificado mantenimiento preventivo, el cual permita mantener en funcionamiento el total de las estaciones instaladas. TISA es consciente de esta necesidad, pero debido al rápido incremento en la demanda, así como la continua necesidad de corregir aspectos de la instalación en las antenas actuales, no ha sido posible la elaboración y fijación del programa.

El número actual de estaciones caídas, así como el tiempo de reacción para la reparación, está muy por encima de lo deseado y hacen necesario que este plan sea ideado, probado y aplicado lo antes posible. El esquema sugerido, se presenta en la sección 3.4.

3.3. Análisis primario de fallas en el servicio:

3.3.1. Tabulación de Fallas

De acuerdo al reporte completo de TISA sobre estaciones caídas y los reportes de las fallas encontradas y las soluciones que tuvieron que adoptarse para dejar funcionando la estación, fue posible encontrar el siguiente listado de fallas, las cuales se enumeran en la siguiente tabla, junto al índice de frecuencia.

Tabla 3.2
Frecuencia de fallas detectadas en Antenas Satelitales de TISA

<i>Falla</i>	<i>Frecuencia</i>
Instalación Eléctrica en mal estado	6
LNA Quemado	76
RTT Quemado	40
Cortacircuito quemado	7
Teléfono dañado	13
Tierra física en ubicación inapropiada	8
Cable de Transmisión dañado	4
Cable de Corriente quemado o dañado	6
Interferencia en recepción de señal por árboles u otro bloqueo	6
Encintado ineficiente	2
Cable de tierra física dañado	3
Flujo eléctrico irregular por daños a propiedad ajenos a TISA	1
Dificultad para pagar el servicio	5
Obra civil mal realizada	1
Campana del teléfono desconectada	2
No había falla visible	8
Caja negra (Router) desconfigurada	9
TOTAL:	<u>197</u>

En este listado de fallas no se consideraron errores en la instalación, a pesar de que fueron reportados y que diferían de los estándares determinados por TISA a la hora de la instalación de antenas. Si bien no son causas directas en el que la estación requiera de una visita para poder dejar la línea en funcionamiento, sí es un problema latente y que puede originar fallas innecesarias.

Entre estas insuficiencias se pueden enumerar las siguientes:

- Posición de LNA requería de ajuste
- Posición de RTT requería de ajuste
- No se había instalado la canaleta de protección de cables
- Los tornillos estaban trasroscados
- Quejas varias de los prestatarios del servicio.

3.3.2. Diagrama de Ishikawa Diagrama de Causa-Efecto

A través de la información recabada en el inciso anterior, se puede visualizar el hecho, que los factores causales son muchos. Además, es certero pensar que éstos son tan sólo algunos de todos los que pueden existir y una política de intentar controlarlos a todos resulta incorrecta y sumamente antieconómica.

De esta forma es necesario que los factores causales más importantes sean regulados, para así poder prever los problemas y evitarlos antes de que ocurran. Este control de vanguardia implica relacionar las características y los factores causales con el efecto final, en este caso, un teléfono comunal sin señal telefónica.

En la tabla siguiente se resume el resultado del diagrama de Causa-Efecto, o diagrama de Ishikawa:

Tabla 3.3
Diagrama de Causa-Efecto: teléfono comunitario varado

Teléfono Comunitario Varado	
EQUIPO QUEMADO <i>(RTT, LNA quemados, daños en cables)</i> <ul style="list-style-type: none"> • Tormentas eléctricas • Servicio irregular de electricidad • Inadecuada instalación de Tierra Física • Equipo muy sensible a cambios en voltaje y corriente • Instalación eléctrica en mal estado 	DESCONFIGURACIÓN DE EQUIPO <ul style="list-style-type: none"> • Irregularidad en flujo eléctrico • Tormentas eléctricas • Uso inapropiado de equipo
EQUIPO DAÑADO <i>(otros motivos)</i> <ul style="list-style-type: none"> • Encintado deficiente • Humedad muy alta <ul style="list-style-type: none"> ○ Encintado deficiente ○ Falta de aplicación de Silicón • Equipo muy sensible 	INSTALACIÓN ELÉCTRICA <ul style="list-style-type: none"> • Tomacorrientes colocado al aire libre e inadecuada ubicación de la instalación • Cortacircuitos quemado • Ausencia de canaletas de protección a cables y/o caja de conexión. • Cables conectados incorrectamente • Contactos deficientes
TELÉFONO DEFECTUOSO <ul style="list-style-type: none"> • Unidad en mal estado • Teléfono de mala calidad • Cable de conexión dañado 	DESCONOCIMIENTO DEL PRESTATARIO <ul style="list-style-type: none"> • Campana (Ringer) apagada • Pago de consumo por adelantado • Equipo desconectado
OBRA CIVIL <ul style="list-style-type: none"> • Objetos que interfieren con la recepción de 	PRESTACIÓN DE SERVICIO <ul style="list-style-type: none"> • Tráfico de llamadas

<ul style="list-style-type: none"> • la señal (colocación de la antena) • Tubería para cableado defectuoso 	<ul style="list-style-type: none"> • Interferencia en llamadas <ul style="list-style-type: none"> ○ Azimut bajo ○ Ubicación de LNA • Costo elevado por minuto • Desconfiguración desde el HUB
--	---

3.3.3. Diagrama de Pareto

Si bien los factores causales, así como las causas individuales, son muchos, los verdaderamente importantes son aquellos que tendrán un impacto grande sobre el efecto final. De acuerdo al principio de los pocos vitales, muchos triviales, el planteamiento establecido por Vilfredo Pareto permitirá identificar los dos o tres factores causales más importantes, y sugerir una forma para controlarlos. La metodología para identificarlos requiere del siguiente análisis.

<i>Factor</i>	Frecuencia	Frec. acum.	% Total	% Acum.
LNA Quemado	76	76	38.6 %	38.6 %
RTT Quemado	40	116	20.3 %	58.9 %
Teléfono Dañado	13	129	6.6 %	65.5 %
Caja Negra Desconfigurada	9	138	4.6 %	70.1 %
No había falla visible	8	146	4.1 %	74.2 %
Tierra física inadecuada	8	154	4.1 %	78.3 %
Cortacircuito Quemado	7	161	3.6 %	81.9 %
Cable de Corriente dañado	6	167	3.0 %	84.9 %
Instalación eléctrica mala	6	173	3.0 %	87.9 %
Interferencia de objetos en señal	6	179	3.0 %	90.9 %
Dificultad para pagar el servicio	5	184	2.5 %	93.4 %
Otros	13	197	6.6 %	100 %
TOTAL:	197	---	100 %	---

La gráfica de Pareto puede observarse en la sección C de Anexos, de donde se puede destacar que los dos efectos causales más importantes de las fallas en el servicio de TISA se deben principalmente a que los LNA y RTT se queman con frecuencia, siendo las causas, aquellas que se pueden encontrar en el Diagrama de Ishikawa de la sección 3.3.2. Este análisis permite entonces la identificación de las causas principales a controlar por parte de TISA, para poder mantener un buen servicio y sus estaciones en funcionamiento.

3.3.4. Reportes por parte de usuarios del servicio y sus correcciones

En un cuestionario realizado directamente con los prestatarios del servicio fue posible detectar fallas adicionales y que no eran sensibles al estudio y reporte de fallas que se realizó previamente. Debido a que el registro anterior se origina de las visitas y reparaciones directas, no existía información en TISA con respecto a que la señal se perdía por lapsos de tiempo más cortos, y que era principalmente ocasionado debido a inclemencias del clima como lluvias fuertes y tormentas eléctricas.

Estos teléfonos aparecían como caídos en el HUB, y desde allí la configuración podía ser corregida y no requerían de visita directa. Sin embargo el tiempo de reacción no era inmediato, debido a que los reportes se efectuaban semanalmente, y así permanecía la señal caída por varios días, a la merced del clima, el cual afecta grandemente durante seis meses del año. La medida ha sido notada en TISA y se ha procedido a la instalación de supresores de rayos y de reguladores de voltaje.

Un segundo factor descubierto es que más de la mitad de abonados tienen dificultades para cancelar los montos por adelantado para tener señal en el teléfono. Así, aún con una adecuada señal y sin problemas de instalación, se corre el riesgo de que el teléfono se quede sin señal por una falta de pagos por parte del prestatario.

Se recomienda que se maneje por parte de TISA una diferente política para ayudar al comodatario a poder mantener el teléfono con un saldo en la cuenta y así evitar que la señal sea interrumpida. Una salida es la de tener un saldo de seguridad, así como una llamada de generación automática, para avisarle al abonado que su saldo está cercano a expirar y motivarle a cancelar dentro de los siguientes dos días.

3.3.5. Correcciones físicas a realizar

Basado en el resultado del Diagrama de Pareto, los dos principales problemas que deben ser corregidos son las fallas en equipo que se quema luego de la instalación. Las causas de ello, de acuerdo al Diagrama de Ishikawa, son las tormentas eléctricas, los altibajos del flujo de energía eléctrica, un equipo muy sensible y frágil, una mala instalación de tierra física y, en menor frecuencia, una incorrecta instalación eléctrica. Las soluciones a ello constan de la instalación de supresores de rayos, reguladores de voltaje, las cuales se están realizando actualmente en cada antena satelital.

En cuanto al equipo, la recomendación es la posible sustitución del LNA y RTT en sí, optando por utilizar un equipo que se adapte más a la realidad del país en cuanto a condiciones más oscilantes de funcionamiento. El reemplazo por un equipo con el mismo funcionamiento y calidad de transmisión, pero que no sea tan sensible o delicado es el indicado. En la actualidad, se están reemplazando los LNA, en cuanto éstos fallan, por un equipo de diferente marca. También se recomienda hacerlo con los RTT.

Asimismo, en cada visita a la estación, se recomienda la revisión y corrección de la instalación eléctrica y llenar así un registro de estaciones que hayan sido verificadas en cuanto al cableado y conexiones.

La instalación de tierra física, la cual funciona con el método de la varilla de cobre, debería también ser revisada, para verificar que con la adición del regulador de voltaje se cumple con el cometido deseado. De no hacerlo, la instalación de otro tipo de tierra física más efectiva sería la recomendada.

El control sobre las restantes fallas no se recomienda directamente, mientras TISA no cuente con un funcionamiento óptimo en todas sus áreas. Inversiones adicionales para solventar las otras problemáticas, en estos momentos, no resultan rentables, pues el espacio a corregir no representará más que una minoría de las fallas actuales. Puede que, resueltas las mayores tengan mas revelancia, por lo que el seguimiento de este análisis debe realizarse una vez terminadas las recomendaciones previas.

3.4. Mantenimiento Preventivo

Dentro de TISA, el Departamento de Mantenimiento es el que más personal emplea y representa el de mayor costo dentro de la compañía. Además, su funcionamiento actual se limita a reaccionar a las fallas y siempre se está un paso atrás de la optimización del servicio.

Para lograr la adecuación de un programa diferente, como lo es el sugerido Mantenimiento Preventivo, será indispensable establecer los siguientes cambios en la compañía, los cuales serán tratados en esta sección.

3.4.1. Cambios en la base de la compañía

- i) La idea actual, en la que el mantenimiento no es considerado seriamente por los directivos, será el punto de partida al cambio en TISA. No se trata de colocar al departamento dentro de un organigrama, cuadro o tabla de la compañía en la que se ubique al mismo nivel que los otros departamentos, sino que se refiere a convencer a la gerencia que el mantenimiento es un área clave de la empresa.

La alta dirección tendrá que estar dispuesta a ayudar y soportar al departamento, a través de la contratación de personal apropiado para poder efectuar el mantenimiento deseado, cuya responsabilidad sea el mantener a todas las estaciones con señal durante todo el tiempo.

- ii) El Departamento de Mantenimiento deberá tener una cultura de negocio, en la que se tengan delimitadas las políticas y estrategias a seguir. El departamento deberá desarrollar su propuesta de costos y utilidades basado en un pronóstico normal y contar un definido plan de negocios de mantenimiento. Es claro que estos cambios culturales, traen consigo cambios de actitudes y requieren tener la voluntad para hacerlo.
- iii) La gestión de calidad dentro del programa de Mantenimiento será el siguiente cambio a tratar, para lo cual se requerirá de supervisores y líderes del departamento, quienes serán los encargados de un eficiente proceso y los cambios requeridos. Para ello, se deberá contar con un esquema de formación y desarrollo enfocado a técnicas funcionales, más que a conocimiento profesional.
La idea es no darles responsabilidades demasiado exigentes a las personas, cuando éstas en realidad no están adecuadamente preparadas para ello. Un sugerido programa de adecuación sería el de familiarización con el sistema de mantenimiento, ofrecer un espacio de gestión básica que mejore la eficiencia y la aplicación de estos conocimientos para la práctica de los técnicos, así como el de exigirles más tiempo dedicado a planificación, supervisión directa y control, y menos tiempo dedicado a la organización de materiales, administración y horas extras.
- iv) Por último, la práctica de un sistema de gestión planeado es el punto más importante. En él, se buscará limitar al máximo el nivel de tareas no planeadas o mantenimiento correctivo y poder seguir un sistema controlado. Dentro de ello, no se deberá pensar en un plan muy sofisticado, sino un esquema sencillo y eficiente, en donde las prácticas de mantenimiento básicas como las descritas anteriormente funcionen adecuadamente, antes de pensar en programas especializados como TPM, RCM y otros.

3.4.2. Justificación del Programa de Mantenimiento Preventivo

A través de la promoción y seguimiento de un Programa de Mantenimiento Preventivo, se podrá optimizar el funcionamiento de las estaciones satelitales, mediante la programación de tareas, así como la reducción de costos implicados, a través de la minimización del tiempo de antena caída y el riesgo simultáneo que conlleva.

El manejo de información que se lleva paralelamente dentro del mantenimiento preventivo será la base del programa, pues permitirá acceder a información diaria y activa relacionada a todas las estaciones satelitales, así como a poder predecir algún posible desperfecto, antes de que éste ocurra. Así, se busca un mejor funcionamiento dentro de las estaciones, y que estas correcciones sean realizadas en el tiempo correspondiente y se mantenga a todas las estaciones en funcionamiento.

3.4.3. Procedimiento del Mantenimiento Preventivo

El plan constará de dos partes diferenciadas: la primera dedicada a la Organización de la Gestión, en la que se retomarán los aspectos positivos de la organización actual y se aportarán aspectos adicionales, para conseguir un Modelo Organizativo mejorado. La segunda etapa se podrá elaborar una vez que todo el equipo esté de acuerdo con la gestión y se proponga la implantación y puesta en marcha de un sistema que en un inicio será semiautomático, para luego convertirse en un sistema informático. Este sistema estará a cargo de organizar una política de mantenimiento, aplicarla y luego recoger conclusiones y experiencias, las cuales serán analizadas y reorientadas.

3.4.3.1. Modelo Organizativo:

La política a establecer permitirá los siguientes mantenimientos:

- Correctivo, bajo el cual se entiende un mantenimiento en el que luego de analizar las fallas, se solucionen problemas de diseño, instalación o ubicación física de la antena, así como deficiencias en el montaje del equipo
- Predictivo condicional, en el que se intervendrá una estación, en la que se presente algún tipo de parámetro que pueda indicar una posible futura falla total .
- Predictivo puro, en el que se realizará un mantenimiento periódico sobre las estaciones, a pesar de no figurar en ninguno de las previas indicaciones.

La política además deberá permitir la gestión de nuevas instalaciones, reformas, ampliaciones y subcontrataciones, en caso de que fuesen necesarias.

En la fase organizativa, se deberán definir los siguientes parámetros y conseguir la información pertinente:

- i) Organización del Departamento
- ii) Integración con bodega y provisión de equipo y herramientas
- iii) Política de Mantenimiento
- iv) Estudio de la demanda y planificación de los trabajos
- v) Capacidad técnica y de personal
- vi) Seguridad y Medio Ambiente
- vii) Calidad de los subcontratistas
- viii) Estandarización de los procesos de mantenimiento
- ix) Documentación y el manejo de la información
- x) Visión hacia una herramienta informática
- xi) Seguimiento presupuestario

Para conseguir esta información y futuras consideraciones, se deberán implantar los siguientes procedimientos:

- Establecimiento de una coordinación directa entre Mantenimiento, Bodega y Administración.
- Análisis y coordinación con los prestatarios de servicio de telefonía satelital, así como su instrucción en aspectos básicos.
- Tabulación de la información y representación ilustrada con gráficos y resultados globales, así como una comparación de acuerdo al sector de instalación y con los otros sectores.
- Identificación continua de los problemas y fallas.

Entre los objetivos a lograr, se deberán satisfacer los siguientes:

- Alcanzar un 75% de Mantenimiento Predictivo, quedando el resto para mantenimientos correctivos y en caso extremo, curativo.
- Manejo contable de gastos de mantenimiento por tipo y por recursos: humanos, repuestos, suministros, etc., los cuales deberán ser comparados con los presupuestos establecidos.
- Limitar subcontrataciones de recurso humano en caso de expansiones exclusivamente, lo que reflejará planificaciones preventivas eficaces.
- Disminución de costos de Mantenimiento sobre una disminución de gastos de Recursos Humanos, repuestos y correcciones, así como en pérdidas de oportunidad por tiempo caído.
- Coordinación efectiva con Bodega y el sistema “Kan-Ban”, para así optimizar los costos de almacenamiento y la disponibilidad de equipo.

3.4.3.2. Sistema de Mantenimiento Semiautomático

Definido el Modelo Organizativo, se procederá a cumplir el siguiente ciclo que consta de ocho pasos, los cuales deberán ser ejecutados en un inicio por el jefe de mantenimiento y un asistente. La ejecución será semanal, con un proceso de revisión y ajuste diario.

1. Plan de Trabajo Semanal de Mantenimiento, en el que se definirá lo que se quiere hacer en la semana. Constará de órdenes de trabajo para Mantenimiento Predictivo y una consideración sobre el Mantenimiento no planeado o estimado.
2. Reunión de planificación en la que se vea lo que será posible hacer durante la semana.
3. Realización de los pedidos de materiales a Bodega.
4. Emisión de trabajo a realizar, informando a los técnicos sobre las asignaciones, ubicación de cada estación, día en que deben ejecutar la tarea, etc.
5. Ejecución de las tareas de Mantenimiento
6. Elaboración y cumplimiento de órdenes de trabajo no planificadas: ésta es la amenaza más grande del sistema, la cual deberá haberse considerado en el Plan Semanal, para poder responder inmediatamente.
7. Revisión diaria del plan y elaboración de ajustes de acuerdo a la situación.
8. Retroalimentación por parte de los técnicos, prestatarios del servicio o el sistema en sí.

Dentro de este sistema, se deberán manejar informes y estadísticas que le sirvan de herramientas al encargado a la hora de considerar niveles adecuados de órdenes de trabajo y órdenes no planificadas. Para ello, se recomienda considerar las siguientes variables:

- Ejecutar órdenes de trabajo automáticas de ser posible, de acuerdo a fallas previas y circunstancias similares.
- Priorizar las órdenes de acuerdo a la demanda de llamadas, así como para definir el mantenimiento preventivo en bimensual, trimestral o bianual.
- Monitorear el tiempo transcurrido desde la última visita de mantenimiento
- Asignación del personal de acuerdo a la capacidad de cada uno.
- Actualizar los informes de estaciones y mantenimiento, en el momento en el que son ejecutados.
- Manejar un sistema de información, al cual tenga acceso la Gerencia y Administración de TISA.

Una vez que este sistema se encuentre en funcionamiento y se alcancen los objetivos previamente definidos, se puede pensar en la instalación de un programa informático que permita la elaboración automática de las órdenes de trabajo. Sin embargo, dado que esta tarea puede ser ejecutada en cualquier parte por una persona capacitada para el manejo estadístico de las variables, no se recomienda la inversión en la herramienta informática a la fecha.

4. BODEGA

4.1. Descripción de bodega actual:

TISA maneja sus inventarios en dos bodegas: la primera, localizada en la 10 Calle 16-22 Z.15, Vista Hermosa III, y la segunda localizada en el Km. 21, Lote 26 A, San Francisco II, Aldea Vista Hermosa, San Pedro Sacatepéquez. La primera es una casa particular alquilada, la cual requiere de un pago de US\$ 1300.00 mensuales, y que ubica en el garaje del inmueble el espacio dedicado a bodega y en lo que era la sala, el área de reparación de equipos. La segunda bodega, se encuentra en un terreno que le pertenece al dueño de TISA, en el área que era previamente una fábrica de esponjas.

A continuación se presentará un análisis detallado sobre la situación actual de ambas bodegas, el manejo de materiales, inventarios y controles, los problemas detectados, así como los planteamientos para una bodega y manejo de inventarios optimizados.

4.1.1. Bodega en Zona 15

La bodega no es de uso exclusivo de TISA, puesto que también se tiene espacio destinado al acomodamiento de una bodega y personal de un proyecto paralelo, de una empresa del mismo dueño. Sin embargo en ella se manejan los siguientes acomodamientos y operaciones:

- Recepción y almacenamiento de equipo de transmisión satelital, proveniente de Estados Unidos.
- Anotación de entradas y salidas de equipo de transmisión satelital desde y hacia el interior del país.
- Recepción, almacenamiento temporal y reparación de equipo calificado como defectuoso.
- Pruebas de funcionamiento del equipo de transmisión satelital.

Adentrando en la discusión del aspecto de bodegas, debe procederse a considerar los siguientes puntos:

4.1.1.1. Acceso a bodega

El acceso a la bodega no presenta ningún inconveniente en cuestión de tiempo. Las calles que comunican a la bodega con el Boulevard Vista Hermosa, están pavimentadas y el tiempo de traslado es despreciable. La calle, característicamente residencial, permite un trabajo de carga y descarga sin mayores contratiempos y el área para hacerlo es amplia y suficiente.

El transporte público tiene su parada de bus a doscientos metros de la bodega, lo cual la hace fácilmente accesible por el transporte colectivo. El autobús recorre gran parte de la ciudad, por lo que presenta una simple comunicación desde cualquier punto.

4.1.1.2. Espacio Físico e Instalaciones

La bodega de almacenamiento de equipo de transmisión satelital es un cuarto rectangular de 59.5 metros cuadrados (7 m. X 8.5 m), como se puede apreciar en el Diagrama D.1. (Anexos), el cual era previamente el garaje del inmueble. El espacio físico se distribuye en área para el almacenamiento del equipo, espacio ocupado por artículos ajenos a la compañía y espacio de piso para movilizar los materiales. El equipo de transmisión se almacena en sus cajas originales de envío, apiladas sobre el piso, y agrupadas por función y no existe ninguna instalación adicional para el almacenamiento.

El área de movimiento es de 16.3 metros cuadrados (3.8 m. X 4.3 m.), el cual es espacio libre, exceptuando cuando se coloca temporalmente el equipo que entra a bodega, previo a su ubicación y distribución. No obstante, esta área es lo suficientemente amplia para la distribución de material, aun con esta colocación temporal.

El cuarto utilizado para la reparación del equipo se ubica en el área de pasillo y sala de la casa, y cubre un área de 50 metros cuadrados (10 m. X 5 m.). Cuenta con mesas de trabajo y nichos en los cuales se deja el equipo ya reparado, y presenta en general un ambiente propicio para el trabajo.

4.1.1.3. Equipo Almacenado

Esta bodega almacena el equipo de menor tamaño y de mayor movimiento. No almacena herramientas o materiales de trabajo y el equipo se distribuye de acuerdo al Diagrama D.2. (Anexos). La siguiente lista presenta el equipo y su forma de almacenamiento:

Tabla No. 4.1
Equipo de Transmisión Satelital en Bodega de Zona 15

Equipo	Forma de Almacenamiento
ODU (Equipo completo de instalación)*	Cajas de 66 cm. X 37 cm. X 50 cm.
Alimentadores(LNA)	Cajas de 37 cm. X 37 cm. X 33 cm.
Reguladores de Voltaje	Cajas de 14 cm. X 27 cm. X 27 cm.
RTT	Cajas de 30 cm. X 50 cm. X 20 cm.
RTT	Individuales, colocados sobre cajas.
Baterías para panel solar	Cajas de 26 cm. X 17 cm. X 25 cm.
Paneles Solares	Cajas de 27 cm. X 460 cm. X 42 cm.
Varillas de Cobre (Tierra Física)	Individuales, 2.5 metros de longitud
Supresor de Rayos	Individuales

* Las cajas de equipo completo incluye una caja que contiene el "Ruteador", dos cables (TX y RX), una bolsa pequeña de tornillos y accesorios y una caja con un RTT.

4.1.1.4. Puertas de acceso y movimiento de Equipo

La bodega cuenta con dos puertas de acceso, de las cuales sólo una está habilitada. Esta puerta es corrediza y de vidrio y tiene un reja de protección, también corrediza, ambas con sus chapas y pasador. Sin embargo, su entrada de dos metros de amplitud se ve reducida a sólo 50 centímetros debido a la distribución del equipo almacenado, lo cual hace que la colocación y el retiro de equipo se dificulte.

El movimiento del equipo se hace de acuerdo a las entradas o salidas requeridas por los contratistas. Cuando se tiene una entrada de equipo, es colocado temporalmente ya sea dentro de la bodega o en los pasillos del inmueble, para ser ubicado posteriormente de acuerdo a la distribución actual del equipo. A la vez, cuando se tiene una salida de material preparada, de tenerse conocimiento de ella previo a la fecha, el equipo es dejado en una sala en la casa.

El equipo también entra y sale de bodega según los requerimientos del Departamento de Mantenimiento. Se da entradas a equipo dañado y que debe proceder a revisión, colocándose dentro de la bodega donde es almacenado temporalmente. Allí permanece hasta que se le asigna a un técnico el análisis y revisión del equipo.

4.1.1.5. Iluminación

La bodega cuenta con una iluminación suficiente, producto de 4 lámparas de neón blancas colocadas en el techo, las cuales se deben utilizar todo el tiempo en que se trabaje en bodega. La única ventana ha sido cubierta con plástico oscuro, por lo que no existe fuente de iluminación natural. La distinción de colores es, sin embargo, normal dentro de la bodega.

4.1.1.6. Ventilación

Debido a tratarse de una construcción de ladrillo en tres de los cuatro costados y de madera pesada en el otro lado, el ambiente no se carga dentro de la bodega y la ausencia de una corriente natural de ventilación, no se hace tan notoria. La ubicación geográfica del inmueble en la zona 15, hace que el clima sea menos cálido que en el propio valle de la ciudad y por lo tanto agradable en la mayor parte del año. No obstante, no se cuenta tampoco con ventiladores u otro tipo de ventilación adicional.

4.1.1.7. Personal

La bodega está actualmente a cargo de una persona, quien se encarga de las siguientes tareas:

- Atender en bodega a contratistas y órdenes de trabajo dadas por la Administración.
- Anotar entradas y salidas de equipo y el movimiento de materiales.
- Inventariar cada semana la bodega.
- Separar equipo en buen estado de equipo defectuoso; reparar equipo, sujeto a disponibilidad de tiempo.

A la vez, no se cuenta con un técnico que repare el equipo en cuanto éste entra en bodega procedente de las estaciones en el interior del país. El procedimiento que se sigue es que cuando un técnico regresa de una gira y no se tiene otra planificada, entonces éste se dedica a la revisión, calificación y reparación del equipo, así como a la configuración de nuevo equipo.

4.1.2. Bodega en San Pedro Sacatepéquez

La bodega ubicada al final de la Calzada San Juan, ha sido improvisada sobre el área de lo que era previamente una fábrica de esponjas. La localidad forma parte de un terreno del dueño de TISA, en el cual también vive una familia de tres personas, quienes a cambio del espacio para vivir, velan por que la propiedad se mantenga en orden, aunque no bajo funciones específicas de seguridad.

4.1.2.1. Acceso a bodega

El camino hacia la bodega presenta dos inconvenientes grandes: primero, que el camino que lleva a la bodega implica el paso por la Calzada San Juan, la cual tiene un tráfico muy pesado en las horas pico, durante todos los días; en segundo lugar, que es necesario desviarse aproximadamente unos 400 metros de la carretera principal para llegar a la bodega, a través de un camino de terracería bastante angosto, en mal estado y con una pendiente bastante notable, lo cual la hace difícilmente transitable por un automóvil normal y especialmente complicado, para un “pick-up” de doble tracción, durante los meses de invierno. Es necesario considerar de 15 a 20 minutos para poder comunicarse con una arteria principal de la ciudad, en condiciones de tráfico normal, lo cual la convierte en difícilmente accesible.

Debido a lo angosto de la calle que da con la localidad, el área de carga y descarga de equipo resulta ser insuficiente, así como el retorno a la calle principal resulta bastante complicado, debido a que el camino no permite un libre viraje en dirección contraria.

En la actualidad las únicas personas que ingresan la bodega son los contratistas, quienes viajan en carro, por lo que no se hace necesario considerar el transporte público, el cual existe, pero que traería los mismos o inclusive mayores retrasos de movimiento. Además no existe personal que labore en la bodega y que deba hacer uso de los buses urbanos.

4.1.2.2. Espacio Físico e Instalaciones

En el inmueble de San Pedro Sacatepéquez se pueden apreciar tres salones principales, de los cuales sólo uno, el más pequeño, está en uso y es en donde se almacena el equipo de instalación de antena satelital. Cubre un área total de aproximadamente 107 metros cuadrados distribuidos entre la plataforma mayor y un cuarto pequeño a un lado. Todo el espacio físico es empleado para ubicar el equipo, el cual es apilado sobre el piso en sus cajas originales de envío, agrupados de acuerdo al tipo de unidad en cuestión.

El área de movimiento es de 26.3 metros cuadrados, distribuidos desde la entrada de la puerta, hasta el corredor que se forma entre el equipo. El área resulta ser lo suficientemente amplia para la entrada y salida de materiales, cuando ésta es requerida.

No existe ningún tipo de instalación adicional para el almacenamiento de materiales. Sin embargo, lo abierto del lugar debido al desuso de los salones adicionales, así como el no tener un lugar sellado y un techo de lámina, ha sido la causante de que se haya perpetrado un acto de saqueo de equipo de transmisión, lo cual motivó el traslado de éste equipo a la bodega previamente descrita.

4.1.2.3. Equipo Almacenado

En esta bodega se almacena únicamente el equipo de instalación de nuevas antenas satelitales, el cual es un equipo de mayores dimensiones y que tiene movimiento únicamente cuando se instalan estaciones nuevas. El equipo ha sido distribuido de acuerdo al Diagrama D.3. (ver Anexo), en el cual se observa que cada artículo tiene su ubicación lo cual la hace acertada. La siguiente tabla presenta este listado y su forma de almacenamiento:

Tabla No. 4.2

Equipo de Transmisión Satelital en Bodega de San Pedro, Sacatepéquez

Equipo	Forma de Almacenamiento
Sostenedores de Panel Solar	Cajas de 70 cm. X 7 cm. X 7 cm.
Tubos de Aluminio	Individuales, 3 metros de longitud
Acoples	Individuales.
Herrajes para Panel Solar	Individuales.
Case de Panel Solar	Cajas de 40 cm. X 40 cm. X 57 cm.
Platos (de la Antena)	Cajas de 250 cm. X 250 cm. X 22 cm.
Bases de Antena	Cajas de 220 cm. X 73 cm. X 30 cm.
Cable Coaxial	Individual, rollos.

4.1.2.4. Puertas de acceso y movimiento de Equipo

La bodega tiene específicamente dos puertas de entrada, de las cuales una da a la calle principal. Sin embargo, debido a que limita por uno de los lados con otro de los salones, se tiene un acceso adicional desde éste, el cual tiene un portón de entrada, que también da a la calle.

La puerta que da a la calle directamente es de lámina negra de 2.5 metros de altura y de 2 metros de amplitud y abre hacia adentro de la bodega. El camino hacia la puerta está libre de equipo y el movimiento del equipo pequeño (sostenedores, tubos de aluminio, herrajes, etc.) es sencillo de realizar a través de esta puerta, cuando se es requerido. Cuando se requiere cargar el

equipo más grande (platos, bases de antena), se hace necesario introducir el flete por el portón que da con el salón vecino y cargarlo por ese lado. Para ello, este equipo ha sido ubicado directamente donde se ejecutaría la potencial carga y descarga.

El movimiento del equipo corre de acuerdo a los requerimientos por parte de los contratistas, y únicamente cuando se está en fase de instalación de antenas nuevas, las cuales son programadas por parte de la Administración de TISA. De lo contrario esta bodega carece por lo general de entradas y salidas de equipo.

4.1.2.5. Iluminación

La bodega cuenta con suficiente iluminación natural durante el día, producto del tipo de lámina del techo. Adicionalmente se tienen cuatro focos de luz, localizados en las paredes de la bodega, los que resultan insuficientes en horas de la noche, aun así no es problema debido al poco movimiento de la bodega.

4.1.2.6. Ventilación

La ventilación de la bodega es en su totalidad natural, la que se ve favorecida por lo abierto y grande del área y las corrientes que circulan a lo largo de los tres salones. Sin embargo, precisamente debido a ello, el ambiente se torna de acuerdo al clima existente en el día, que puede ser relativamente pesado en verano. De tener personal en bodega, un ventilador sería necesario.

4.1.2.7. Personal

La bodega no cuenta con ninguna persona que labore en dicha área. La persona que cuida y habita la propiedad, es quien cumple con las tareas de guardia y atención a los contratistas cuando éstos se presentan. No tiene ningún tipo de responsabilidad con la compañía.

4.2. Requisición de Materiales:

Debido a que la bodega en San Pedro Sacatepéquez sólo presenta actividad cuando se instalan antenas nuevas, la bodega que maneja la mayoría de entradas y salidas de materiales y equipo, es la bodega localizada en la Zona 15. TISA trabaja para ello con cinco contratistas, quienes tienen su propio recurso humano. Los contratistas cuentan con uno o dos técnicos quienes se encargan de ejecutar las órdenes de trabajo. Tienen un salario y reciben viáticos en cada gira, dados al inicio de cada viaje por parte TISA al contratista.

4.2.1. Inconvenientes del manejo actual de materiales:

La ejecución actual carece de una concreta y efectiva coordinación entre las órdenes de trabajo a cargo de TISA, el alistamiento del material por parte de bodega y las salidas por parte de los contratistas. La falta de una orden electrónica y una preparación no estandarizada de equipo en cuanto a tiempo y procedimiento, crea la posibilidad de cuellos de botella y las siguientes complicaciones:

- Atraso en entrega de material, debido a que no se tiene o se tiene con poca anticipación, la información relacionada a la salida de material.
- Entrega incompleta de equipo por no tener disponible todo el material requerido; esto conlleva el costo elevado de no poder ejecutar la orden de trabajo en su totalidad, lo cual se ve magnificado por tratarse de puntos localizados en el interior del país.

- Ausencia de un control de calidad y funcionamiento sobre el equipo, al tenerse poco o ningún tiempo de preparación.
- Posible convergencia de órdenes de trabajo en un mismo día, haciendo que contratistas deban esperar más del tiempo adecuado para la entrega de equipo.
- Requerimientos no planificados desfavorecen el poder llevar un correcto control de entradas y salidas de equipo, especialmente ante la ausencia del manejo de la información.

4.2.2. *Demanda de Materiales:*

La demanda de materiales en la bodega es variable y directamente proporcional a las órdenes de trabajo y el tipo de órdenes de trabajo que se manejan. Debido a que actualmente no se trabaja sobre un mantenimiento preventivo, sino reactivo con base a fallas reportadas, es contraproducente intentar generalizar una demanda proyectada ya sea semanalmente o inclusive diaria. Puede hablarse, sin embargo, de órdenes que giran alrededor de estos datos:

- 10-20 equipos de instalación completa de antena satelital por gira por contratista, en época de instalaciones nuevas.
- Equipo para sustituir equipo en mal estado en sitios donde las antenas ya han sido instaladas y se encuentran caídas por daños de alguna índole. Demanda variable en la que se contemplan entre 5 y 10 equipos completos por reemplazar.
- Modificaciones de instalación original de antena satelital; entre esta demanda se ha trabajado con nuevos LNA y reguladores de voltaje. Demanda de entre 20 y 30 unidades por gira por contratista.

4.3. **Inventarios y Controles Actuales:**

TISA no maneja en la actualidad su información de bodega adecuadamente, lo que inmoviliza a las áreas administrativas, financieras y directivas de la organización a poder optimizar el mantenimiento y control de su equipo. De las dos bodegas manejadas por TISA, la bodega de San Pedro Sacatepéquez no maneja su inventario de forma planificada, pues el material almacenado no es inventariado con regularidad y los controles no pasan de anotaciones o comunicado verbal referente a salidas de material. La bodega de la zona 15 cuenta con una persona quien, con las responsabilidades previamente descritas, realiza los inventarios y anota tanto entradas como salidas de equipo.

Esta persona cuenta con una computadora ubicada en su oficina, que no tiene una base de datos en la que se pueda tener tabulado el inventario actual o los movimientos de entradas y salidas que se ejecutan, ni el estado en el que está el equipo. La única información manejada, se encuentra impresa a través de archivos individuales y ésta es archivada, de forma inapropiada, en su escritorio.

4.3.1. *Inventarios manejados*

El inventariado de la bodega en la Zona 15 a cargo de una persona es realizado una vez por semana mediante el ajuste del inventario de la semana anterior y el número de entradas y salidas. Estos valores son reportados verbalmente a la persona encargada en TISA por vía telefónica, quien es a la vez quien programa y decide sobre un posible aprovisionamiento de material, dependiendo de la estrategia de instalaciones y mantenimiento.

En bodega propiamente los inventarios son anotados en una hoja escrita a mano y sólo describen el tipo de equipo y el número de unidades en existencia. No se lleva una cronología de niveles de inventario, como tampoco existe un archivo específico para ello.

Los niveles de inventario en TISA no son usados para una programación y optimización de materiales e instalaciones, sino para la verificación de que las actividades programadas cuentan con la materia prima suficiente. En caso de no llenarse los requerimientos, se realiza un pedido de nuevo equipo, el cual toma de dos a tres días en ejecutarse y entrar a bodega.

4.3.2. Controles realizados

Los controles que se han venido realizando a la fecha, han sido principalmente medidas a corto plazo, ejecutadas en formas distintas, pero con el mismo trasfondo. Inicialmente, las entradas y salidas de equipo eran controladas en hojas electrónicas, en las que se anotaba la fecha de recepción, el tipo de equipo y el número de serie, y actualmente se anota en talonarios numerados el equipo que sale o entra, así como la frecuencia de cada uno. En ambas formas las hojas eran guardadas, mas no archivadas por lo que el extravío de información es grande y una tarea de desglosar el flujo de equipo tomaría un tiempo considerable.

Información adicional que se ha intentado llevar ha sido el correlacionar cada número de serie del equipo con la ubicación física en la que ha sido instalada, así como acoplar el equipo entrante y saliente con el respectivo contratista responsable de cada movimiento. Sin embargo a la fecha, el primero ya no es manejado y el segundo se ejecuta solo verbalmente.

Sobre el inventario manejado no se lleva un control, más que el que el bodeguero pueda observar. Cuando no cuenta con equipo para cumplir con las órdenes de trabajo, procede a informar a la administración sobre un reabastecimiento de equipo inmediato. No existe un manejo de inventario de seguridad y tampoco se lleva un control de calidad del funcionamiento del equipo.

4.4. Problemas de Inventarios encontrados y soluciones:

4.4.1. Falta de Capacidad

La acumulación de inventarios, al extremo de tener que colocar mucho equipo distribuido en otros lugares del inmueble, deja en claro una situación de falta de capacidad de la bodega, la cual no se puede atribuir sólo a falta de espacio, sino que también a una pobre programación de órdenes de trabajo. Una mejor comprensión de la demanda, así como planificaciones y programaciones logran aliviar estos problemas en la mejor forma.

Se evidencia que en períodos de instalaciones nuevas la acumulación de inventarios es grande, debido a que el equipo es almacenado a destiempo, lo que ocasiona resultados negativos para TISA como lo es un mal flujo de caja, el desperdicio de poder instalar estaciones nuevas en el segundo caso, y el aumento del riesgo de obsolescencia del equipo.

La solución más simple a este problema es el incremento de espacio de almacenamiento, el cual, sin embargo, presenta limitantes de crecimiento e inversión adicional requerida. Una forma alternativa menos tradicional, pero más efectiva, resulta el poder medir el equipo y su flujo, incluir los períodos de acumulación y llegar a conclusiones a través de técnicas de simulación. Esta solución se alimenta de un buen manejo de información, planificación y programación de los procesos, el cual en la actualidad no es manejado apropiadamente.

La mejor distribución del equipo almacenado dentro de la bodega, así como instalaciones específicas para la bodega son soluciones a corto plazo para el problema de falta de capacidad, el cual será discutido a profundidad más adelante.

4.4.2. Inexactitud de predicción

Buenos métodos de predicción ayudan a las compañías a predecir demandas futuras, con lo que, al haber una mayor exactitud del pronóstico, será más sencillo establecer un nivel apropiado de inventario para satisfacer la demanda. En TISA no se maneja ningún tipo de

predicción de demanda, por lo que el vínculo con el inventario es inexistente y no es posible poder definir el nivel de almacenamiento por esta otra forma.

Los métodos de predicción funcionan únicamente cuando se cuenta con un suficiente control de la demanda existente y dentro de una administración que entienda los desenvolvimientos del servicio con base a esta información. En la actualidad ella es tomada en diferentes puntos de la compañía, como lo es el control de las estaciones, su funcionamiento, las características de equipo de la antena instalada, la ubicación geográfica, etc., sin embargo estas variables han sido tratadas aisladamente y no son usadas para predicción.

Tres tipos de predicción pueden ser empleados:

- Predicciones matemáticas basadas en la demanda han probado en otras compañías ser más efectivas cuando se utiliza la distribución conocida como de “Poisson”, en lugar de utilizar un modelo con distribución normal.
- Paquetes de software pueden predecir la demanda basándose en la demanda pasada, mediante la aproximación exponencial, considerando por aparte factores externos, como lo sería en el caso de TISA, la expansión de antenas instaladas o en servicio. El problema con esta técnica radica en que los resultados obtenidos sólo funcionan sobre la base de meses o años, y resulta poco informativo referente a cubos de tiempo más pequeños.
- Una predicción menos sofisticada y la que sería más recomendable para TISA sería la de realizar una simple predicción basada en la demanda histórica y no influida por factores externos, y luego aplicar factores multiplicativos cuando un factor externo aparezca en el futuro de la predicción.

4.4.3. *Falta de Planificación de Inventarios*

La acción de establecer una predicción y programación no puede solucionar el problema de inventarios si no se cuenta con un plan o una norma relativa a inventarios. Esta implica no sólo saber el número de cada equipo almacenado por semana, sino también el entendimiento del proceso y los factores de seguridad.

Una vez implementado en TISA el método apropiado de predicción, éste deberá ser acompañado por un plan que calcule el promedio semanal de movimiento de equipo, para así mantener un múltiplo determinado en bodega, y si se pensara en una bodega local, un múltiplo por cada localidad. Esta idea, viene directamente relacionada con el concepto de “Kan-Ban” que se tratará más adelante, y que se fundamenta en mantener en existencia el suficiente equipo para situaciones normales durante un determinado período de tiempo, el cual se regulará por el múltiplo anterior.

Además, una vez establecida esta norma semanal, se deberá calcular el inventario de seguridad para proteger contra la posibilidad de demanda de equipo variable. Esta solución también se relaciona con el concepto de “Kan-Ban” y se trata en el inciso siguiente.

4.4.4. *Demanda volátil*

La demanda manejada por bodega viene dada según las órdenes de trabajo, de las cuales se encarga la Administración de TISA. Actualmente, se ha podido determinar que los patrones de pedidos de material basados en las órdenes de trabajo son en ocasiones muy grandes, debido a que se deja un período de tiempo grande entre órdenes. En general, sin embargo, es apreciable que estos procesos pedidos no se realizan de forma científica y hasta plenamente errática, lo cual ocasiona una acumulación de inventarios y problemas de escasez.

La solución a este problema radica en seguir un patrón suave de órdenes, en las que secuencialmente, por ejemplo semanalmente, se realicen las órdenes, proyectando la demanda a satisfacer durante este cupo de tiempo. De esta forma la bodega podrá predecir el envío de órdenes entrantes a su sistema, y poder saber si cuenta con suficiente equipo para cumplir con la

orden y si el sistema de “Kan-Ban” lo indica, realizar los pedidos para enfrentar eventuales situaciones no previstas.

Un inventario de seguridad es el siguiente concepto que debe considerarse; éste puede ser calculado de dos formas:

- Como se mencionó antes la mejor metodología matemática se logrará a través de un modelo de distribución de “Poisson”, basado en la demanda; técnica con la que se puede simular la demanda y el nivel normal de inventarios y luego según el factor de seguridad de la empresa el inventario de seguridad.
- Mediante la implementación del sistema de “Kan-Ban”, el inventario de seguridad se determinará de acuerdo a la política de reabastecimiento de contenedores.

El peligro que se corre con la primera metodología consiste en que si el proceso no se entiende en su totalidad y los mecanismos para calcular los inventarios son ajustados constantemente, el sistema se vuelve muy inestable, así como los niveles de inventario. Esto acarrearía niveles de inventarios determinados subjetivamente y el manejo sería errático y empírico.

Por ello se recomienda la implementación de la segunda opción, la cual está en armonía con las otras sugerencias y que no requiere de cálculos complicados o paquetes avanzados de computación. El funcionamiento de “Kan-Ban” se detallará posteriormente, pero específicamente para el inventario de seguridad, se caracteriza porque inicia con una bodega con un número seguro de “Kan-Banes” o contenedores y, periódicamente, la cifra será reducida hasta encontrar el número óptimo de equipo en bodega, o inventario de seguridad.

4.4.5. Débil administración de la Información

La falta de una base de datos en la que se ingrese la información de las transacciones y equipo en almacenamiento, así como el descuido de los escuetos registros que son manejados, dejan como saldo información no disponible, lo cual resulta en un manejo de bodega inferior al óptimo. El resultado de esta falla, consiste en que frecuentemente las decisiones con referencia a órdenes de trabajo, son tomadas sin poder visualizar el total espectro del equipo almacenado considerando ciertos parámetros dudosos.

El único parámetro que es manejado es el número de unidades disponibles, y es sobre el cual se verifica la factibilidad de las posibles órdenes de trabajo. Sin embargo no se lleva un registro estadístico de entradas y salidas, por lo que el nivel de inventarios en la actualidad es una cuantificación incierta, debido a que no dispone de actualización instantánea y a no ser verdadera generadora de información. Así, el panorama para las decisiones no es amplio y ello trasciende en que se almacena exceso de equipo, el cual sirve como colchón de seguridad, para así solventar las deficiencias en el manejo de la información.

La problemática debe ser afrontada mediante la comprensión de los niveles de inventarios manejados y requeridos, considerando los costos implicados y el diseño de un campo de visión, en el que se incluya a todas las variables necesarias para la toma de decisiones, las cuales deben ser exhibidas en tiempo real. Esto quiere decir que, en el momento de consulta y estudio, se pueda saber exacta y precisamente el número de unidades disponibles de un equipo en particular.

Las variables que deberán ser incluidas por parte de TISA para poder obtener niveles óptimos de inventario, las cuales serán manejadas por una base de datos sobre la que se profundizará en la sección 4.7.4., son las siguientes:

- Entradas y salidas de cada tipo de equipo almacenado (cantidades y fecha de transacción).

- Estado de equipo (en funcionamiento-nuevo, en funcionamiento-reparado, dañado-en reparación, dañado-sin reparar, dañado-sin reparación).
- Tiempo y costo de transporte de equipo externo a bodega.
- Tiempo y costo de movimiento y reordenamiento de equipo en bodega.
- Costos de reparación y almacenamiento.

4.4.6. *Equipo sin Almacenamiento*

Existe una serie de materiales de trabajo que no son almacenados en ninguna de las bodegas. Entre éstos se incluyen:

- Herramientas de Trabajo (cuchillas, destornilladores, llaves de tuercas)
- Silicones
- Cintas de aislar
- Cinta “Compound”
- Cinchos de amarre

El movimiento de esta materia corre a cargo de los contratistas y su costo es luego cargado a TISA, quienes reembolsan el valor de esta materia prima utilizada. Las compras sin embargo, son realizadas reactivamente, según se vayan necesitando, y no existe una conciencia en el uso de ellas y frecuentemente son extraviados, usados parcialmente o simplemente descuidados.

Debido a que este equipo es de menor dimensión no requiere de mucho espacio de almacenamiento y al llevarse un control sobre ellos se estaría haciendo conciencia en un uso racional por parte de los técnicos y contratistas. De esta forma sería posible destinar una cantidad fija para cada gira y así reducir costos. A la vez, al llevarse un almacenaje será posible comprar cantidades al por mayor y obtenerlas a un mejor precio. Finalmente, al almacenarse y darle salida a estas herramientas, los actuales viajes innecesarios de tener que volver a la capital desde el interior para reabastecerlos podrán ser eliminados, redundando en reducción de costos y tiempo de trabajo.

4.5. **Análisis de Localización de la Bodega:**

4.5.1. *Cuadro Comparativo de Localización de Bodega*

Antes de sugerir un plan de manejo de bodega, el cual incluya la distribución física del equipo en diversas instalaciones, el inventario a manejar, así como los diferentes controles a llevar y las normas a seguir, es necesario definir la mejor ubicación para la bodega. Para ello se diferenciará entre la actual bodega en la Zona 15 y la bodega en San Pedro Sacatepéquez de acuerdo a los factores de ubicación, diseño, distribución y equipamiento actual o potencial de ambas bodegas. La ponderación puede apreciarse en la tabla 4.3, y su discusión en la sección 4.5.2.

Tabla No. 4.3
Comparación de bodega en zona 15 y bodega en San Pedro Sacatepéquez

		<i>bodega Zona 15</i>	<i>bodega San Pedro Sac.</i>
Factores	<i>peso</i>	<i>calificación</i>	<i>calificación</i>
• <i>Ubicación:</i>			
Disponibilidad de Mano de Obra	2	9	7

Disponibilidad de Alojamiento	1	10	5
Disponibilidad de Servicios al Personal	2	10	5
Disponibilidad de Transporte	2	10	7
Espacio para estacionarse	3	10	4
Fluidez de Circulación	2	9	5
Infraestructura	4	10	4
Conveniencia del terreno y clima	2	10	8
Reglamentos Locales	2	10	10
Espacio para Ampliaciones	3	6	10
Seguridad	3	8	4
Costo de Ubicación en el lugar	5	6	10
• <i>Diseño:</i>			
Espacio Físico	3	7	10
Altura de techo	1	8	9
Acceso a las Instalaciones	3	6	5
Iluminación	1	9	5
Ventilación y acondicionamiento	1	5	6
Ubicación de Servicios	1	8	4
Eliminación de Desperdicios	1	10	9
• <i>Distribución:</i>			
Ubicación de Pasillos	2	5	8
Detallar áreas individuales	1	7	9
Ubicación de equipo adicional	2	6	9
Verificación en el piso	1	10	8
• <i>Equipamiento</i>			
Capacidad	4	7	9
Facilidad de Mantenimiento	2	10	8
Efecto en la Organización	1	10	7
	TOTALES	8.1	7.2

4.5.2. Ubicación sugerida de Bodega

Los factores considerados anteriormente recibieron una importancia en una escala de uno a cinco, y ambas bodegas fueron ponderadas con una calificación de uno a diez, siendo el número mayor el más importante o más alto, respectivamente. De acuerdo con los resultados obtenidos, se concluye que es preferible optimizar la bodega actual de la Zona 15, para hacerla propia de almacenamiento, en lugar de pasar todo el movimiento y aprovisionamiento a la bodega en San Pedro Sacatepéquez.

La ventaja real que presentaba la bodega en San Pedro Sacatepéquez era el abundante espacio físico, así como el hecho de no implicar ningún costo de alquiler para TISA. Sin embargo, el trabajo físico a realizar sobre ella para hacer que pueda funcionar de acuerdo con factores de seguridad, así como de diseño, es considerable. Además, una vez que TISA termine las instalaciones en el interior del país de todas las antenas, la necesidad en capacidad de bodega se reduce ya que el equipo a almacenar es pequeño en dimensiones.

No obstante, la bodega en Zona 15 también requiere de modificaciones en cuando a diseño e instalaciones, así como optimizar el espacio existente. La tabla anterior muestra debilidades en espacio para ampliaciones y en ubicación de equipo adicional, en acceso a las instalaciones, ventilación y ubicación de pasillos, y éstos requieren de un rediseño de la distribución de bodega y el total aprovechamiento del espacio actual. Estas modificaciones, junto a la instalación de estructuras en bodega y un manejo bajo ciertas normas, serán tratadas en las próximas secciones.

4.5.3. Modificaciones necesarias a bodega

4.5.3.1. Acceso a bodega

El acceso a la bodega no cuenta con inconvenientes de ninguna índole y no requiere de ningún tipo de ajuste.

4.5.3.2. Espacio Físico e Instalaciones

El área de almacenamiento de la bodega actual es el suficiente para la demanda posterior a finalizar la constitución de las instalaciones si se manejan niveles óptimos de inventarios, así como una distribución ordenada del equipo en bodega. Así las modificaciones al espacio físico consisten en el aprovechamiento del espacio actual, así como en la comodidad del movimiento de materiales dentro y hacia afuera de la bodega.

Sin embargo será necesaria una ampliación de la bodega a un patio vecino para el equipo que actualmente está en la otra bodega, en el cual se manejarán niveles muy bajos de inventarios. Para ello se deberá adaptar el espacio del patio, el cual comunica con la bodega actual por medio de la segunda puerta, así como la colocación de un techo de lámina para proteger contra la lluvia, y las respectivas instalaciones de luz y ventilación. El espacio físico quedará entonces de acuerdo al Diagrama X (Anexos).

Las estanterías señaladas en el anterior diagrama deberán tener una altura de cuarenta centímetros entre peldaños y tener una profundidad de ochenta centímetros y ser una construcción sólida y estable para poder soportar las cargas. Adicionalmente el aparador colocado para el almacenamiento de herramientas y equipo menor deberá tener una serie de pequeños contenedores, en los cuales se almacene el equipo. Estos deberán ser de plástico y de acuerdo al tamaño de cada contenido a almacenar.

4.5.3.3. Equipo Almacenado

La bodega deberá almacenar tanto el equipo que maneja actualmente, como la adición de las herramientas que no eran almacenadas y un numeral pequeño del equipo que se encontraba en la bodega de San Pedro Sacatepéquez. La siguiente lista detalla la totalidad del inventario a manejar:

Tabla No. 4.4
Equipo de Transmisión Satelital a almacenar en Bodega de Zona 15

Equipo	Forma de Almacenamiento
ODU (Equipo completo de instalación)	Cajas de 66 cm. X 37 cm. X 50 cm.
Ruteador (Caja Negra)*	Cajas de 27 cm. X 20 cm. X 13 cm.
RTT*	Cajas de 30 cm. X 50 cm. X 20 cm.
Cables RX y TX*	Individuales
Herramientas de antena satelital*	Aparador
Feeders (LNA)	Cajas de 37 cm. X 37 cm. X 33 cm.
Reguladores de Voltaje	Cajas de 14 cm. X 27 cm. X 27 cm.
Baterías para panel solar	Cajas de 26 cm. X 17 cm. X 25 cm.
Paneles Solares	Cajas de 27 cm. X 460 cm. X 42 cm.
Varillas de Cobre (Tierra Física)	Individuales en Bodega 2
Supresor de Rayos	Individuales
Cinta de aislar	Aparador
Cinta aislante Empalme	Aparador
Cinta Compound	Aparador
Cinchos de amarre	Aparador (según tamaños)

Cuchillas	Aparador
Destornilladores, Llaves de Tuerca	Aparador
Silicón	Aparador
Herramienta para quitar el forro de cables	Aparador
Sostenedores de Panel Solar	Cajas de 70 cm. X 7 cm. X 7 cm. (Bodega 2)
Herrajes para panel solar	Individual (Bodega 2)
Case de Panel Solar	Cajas de 40 cm. X 40 cm. X 57 cm. (Bodega 2)
Cable Coaxial	Individual (Bodega 2)
Acoples	Individual (Bodega 2)
Canaletas de electricidad	Individual (Bodega 2)

El equipo detallado con un “*” obedece a que, una vez terminadas las instalaciones de antenas nuevas, el almacenamiento de las cajas de equipo completo se convierte en una pérdida de espacio, por lo que su contenido, señalado con la marca, será almacenado por separado y tomado como equipo individual. Los niveles de inventarios serán tratados en la sección 4.6.

4.5.3.4. Puertas de acceso y movimiento de Equipo

La habilitación de ambas puertas de la bodega principal será la primera variante, la cual se hará con la reubicación del equipo frente a la puerta de entrada de acuerdo al diagrama previo, así como el despejar el camino de la puerta que dará a la bodega anexa. Ésta a su vez, deberá asegurar las otras puertas de acceso y dejarlas en desuso.

La puerta de entrada a la bodega principal se convertirá en el acceso exclusivo a ella: todo movimiento de equipo deberá pasar a través de ella. Para equipo que salga a la bodega previa orden de trabajo, será acarreado manualmente hacia la sala de espera del inmueble, luego de anotarse como descarga de material, mientras que el equipo que entre, será colocado en el centro de la bodega para ser clasificado según el estado del equipo, actualizado en el inventario y posteriormente almacenado o bien enviado a reparación.

4.5.3.5. Iluminación

La bodega principal deberá habilitar la ventana, sustituyendo el vidrio transparente por un vidrio opaco que también sería recomendable para el vidrio de la puerta, para así aprovechar la iluminación natural y a la vez, guardar la discreción necesaria para la bodega. La bodega anexa requerirá de la instalación de cuatro lámparas de neón blancas a lo largo de la estructura del techo, mientras que las paredes deberán ser pintadas de blanco, para garantizar el más alto índice de reflexión y hacer que la luminosidad de las lámparas sea el suficiente.

4.5.3.6. Ventilación

Se recomienda la colocación de un ventilador a utilizarse únicamente cuando la persona encargada de bodega se encuentre en ella y vaya a permanecer algún tiempo trabajando en clasificación y acomodamiento de equipo. Debido a las condiciones climatológicas, su uso será esporádico. La bodega anexa no requerirá de ventilación adicional, puesto que el techo deberá ser colocado a una altura estándar sobre la pared, para así garantizar una eficiente ventilación natural.

4.5.3.7. Personal

El personal de bodega deberá ser de un bodeguero y un técnico de tiempo completo o de medio tiempo según la demanda. Además se deberá contar con una computadora con conexión a Internet o al sistema de información sugerido, con los programas requeridos para manejar

ágilmente la bodega. El bodeguero deberá mantener las mismas responsabilidades actuales, a las cuales se le agregarán las siguientes:

- Anotar entradas y salidas de equipo electrónicamente
- Comprobar inventario electrónico con inventario real todas las semanas
- Etiquetar equipo entrante de acuerdo al estado y darle el movimiento (almacenamiento u orden de reparación) respectivo
- Preparar equipo saliente anticipadamente
- Atender el sistema a implementar de “Kan-Ban”
- Mantener el sistema de información actualizado
- Responsabilidad exclusiva sobre el manejo de bodega

El técnico deberá estar disponible todos los días y recibirá trabajo de acuerdo con las órdenes de trabajo dadas por el bodeguero. Sus obligaciones serán las siguientes:

- Verificar el estado del equipo
- Reparar el equipo o indicar el estado de inservible
- Probar el equipo reparado en antena satelital y marcar el equipo como reparado y devolverlo a bodega.
- Configurar equipo nuevo
- Cooperar en la descarga y carga de equipo entrante o saliente.

4.6. Controles e Inventario de Bodega:

4.6.1. Adaptación de un “Kan-Ban” a la bodega

4.6.1.1. Introducción al “Kan-Ban”

El manejo y control de materiales debería ser una metodología basada en la información, ejecutada con base a programaciones, órdenes de trabajo y listas de estados. Tradicionalmente, los procesos se ejecutan a nivel administrativo, apoyados en toda clase de reportes, los cuales son realizados en el punto de trabajo y posteriormente enviados a la gerencia quien luego toma decisiones. Sin embargo, dentro de la metodología del Kan-Ban, se busca no sólo el manejo de equipo en bodega, sino que también la mejora continua a través de iniciativas por parte del personal.

Kan-Ban es una herramienta de comunicación, la que se refiere a iniciar y regular la producción de determinados productos en cantidades específicas dentro del proceso en cuestión. Puede ser comparado como un switch de encendido y apagado, el cual deja abierto el requerimiento de la producción o reposición del equipo, lo cual se ejecuta primariamente en planta de acuerdo a tarjetas o contenedores.

4.6.1.2. Funcionamiento del “Kan-Ban” en bodega:

Contrario a la aplicación tradicional del “Kan-Ban” en manufactura, y su señalización para autorizar una determinada producción de subpartes de un producto, el “Kan-Ban” será implementado para asegurar niveles óptimos de inventarios y agilizar los pedidos de equipos en bodega. Conceptualmente debe entenderse como espacios marcados y designados para almacenar un número limitado de unidades, en la que un espacio vacío será la señal para que una nueva orden de equipo sea autorizada.

De esta forma deberán instalarse en bodega una variedad de contenedores para el equipo pequeño y señalizarse los espacios en las estanterías como diferentes contenedores. Conjuntamente, se deberá indicar claramente la cantidad de unidades a ubicar en cada “Kan-

Ban” según el equipo almacenado, así como el número de “Kan-banes” con los cuales se trabajará. Estos datos pueden verse en la Tabla 4.5. (Sección 4.6.2.)

Cuando cualquiera de estos contenedores se encuentre vacío ello será una señal para indicarle al bodeguero que es necesario el reabastecimiento de dicho equipo, el cual podrá ser llenado con equipo ya reparado o equipo nuevo según la situación, para así suplir la cantidad que ha salido de bodega.

El sistema de “Kan-Ban” opera bajo tres simples reglas, las cuales deberán ser respetadas también en la bodega:

- Nunca pedir más equipo o moverlo, sin que un contenedor esté vacío.
- Nunca dejar pasar equipo defectuoso.
- Eliminar un “Kan-Ban” del sistema periódicamente.

La primera regla es la que fuerza a no manejar inventarios altos, pero es la última regla, la cual trabaja como motor para la mejora continua y la optimización del nivel de inventarios. Mediante la remoción de los contenedores del equipo cada cierto período de tiempo, el nivel de inventarios a manejar en bodega podrá reducirse, sin por ello afectar los requerimientos de las órdenes de salidas y la inversión podrá enfocarse hacia otros rubros.

4.6.1.3. Ventajas adicionales y requerimientos en el uso de “Kan Ban”:

Debe enfatizarse en que el manejo de bodega será coordinado y descentralizado: una especie de proceso de manejo de bodega, orientado según el objetivo y no el producto. Así, por ejemplo, en la bodega no se estará a la espera de una orden de pedidos, para que el bodeguero pueda cumplir con su trabajo, y la administración, quien hasta ahora toma todas las decisiones, se verá descargada de esta tarea y decisión.

Para asegurar una correcta transición del sistema deberá velarse por que en TISA se manejen los siguientes requerimientos:

- Una estructurada y colectiva valoración de la responsabilidad individual, en especial la del personal encargado del manejo de bodega.
- Estructuración de los contenedores para satisfacer la demanda.
- Seguir de cerca el proceso con respecto al ritmo y los ciclos de reabastecimiento de los contenedores según cada equipo, para así sugerir la eliminación de un determinado contenedor.
- Tener únicamente equipo en estado óptimo en los contenedores.

4.6.2. Inventario Sugerido

El número de unidades manejadas en el inventario de TISA será ejecutado de acuerdo al sistema “Kan-Ban”. Para ello se empezará con un inventario menor al que es manejado en la actualidad y con una mayor cantidad de contenedores, los cuales serán ajustados conforme el paso del tiempo y el análisis de mejora continua, propio del sistema. La siguiente tabla incluye el número de contenedores a manejar y las unidades por contenedor.

Tabla 4.5
Inventario de TISA de acuerdo a la implementación Kan-Ban

<i>Equipo a almacenar</i>	<i>Inventario Actual</i>	<i>Número de Contenedores</i>	<i>Unidades por Contenedor</i>	<i>Inventario Sugerido</i>
ODU (Equipo completo de instalación)	159	7	10	70
Ruteador (Caja Negra)*	(159)	(3)	(5)	(15)
RTT*	(159)	(7)	(5)	(35)

Cables RX y TX*	(159)	(3)	(5)	(15)
Herramientas de antena satelital*	(159)	(3)	(5)	(15)
Feeders (LNA)	390	10	10	100
Reguladores de Voltaje	26	3	5	15
Baterías para panel solar	90	7	5	35
Paneles Solares	9	2	2	4
Varillas de Cobre (Tierra Física)	54	3	4	12
Supresor de Rayos	4	3	5	15
Cinta de aislar	1	2	40	80
Cinta aislante Empalme	1	2	40	80
Cinta Compound	1	3	30	90
Cinchos de amarre	1	25	15	375
Cuchillas	1	3	15	45
Destornilladores, Llaves de Tuerca	1	3	7	21
Silicón	1	3	20	60
Herramienta para quitar el forro de cables	1	2	7	14
Sostenedores de Panel Solar	42	4	5	20
Herrajes para panel solar	60	4	5	20
Case de Panel Solar	46	4	5	20
Cable Coaxial	6 m.	3	50 m.	150 m.
Acoples	50	4	5	20
Canaletas de electricidad	96 m.	3	50 m.	150 m.

Se hace notoria la reducción del inventario con respecto al inventario actual, lo cual permitirá no tener inversión ociosa en la forma de equipo sin instalar. A la vez, el contar con un almacenaje para todas las herramientas y equipo menor a utilizar, permitirá llevar un control sobre un uso racional y mejores precios de compra.

El manejo de inventarios tan reducidos es también apoyado en el hecho de que los pedidos tardan menos de dos días en ser ejecutados, por lo que una repentina demanda excesiva no resulta ser muy riesgosa. Sin embargo, los datos han sido tabulados de acuerdo al historial de la demanda y las previsiones para el futuro. Por otro lado, para completar el seguimiento del sistema instalado, deberá cuidarse con atención el movimiento de entradas y salidas, para así poder remover “Kan-banes” y reducir aún más los inventarios con en paso del tiempo. Los controles adicionales a manejar se indicarán en la siguiente sección.

4.6.3. Señalización por etiquetas

Definido el número de unidades a tener en bodega, y claramente identificados los contenedores en donde se indique qué equipo va colocado y con cuántas unidades por contenedor, se recomienda que por medio de señales visuales pueda saberse el estado del equipo, para así tener un control de calidad rápido y eficaz.

Los equipos que vienen en cajas, como lo es el equipo completo, RTT, los “Feeders”, “Ruteadores”, serán etiquetados mediante la colocación de una etiqueta de diferente color, para indicar el estado del equipo, en la esquina superior derecha del frente de la caja. Para ello se seguirá el siguiente significado de colores:

Tabla 4.6
Tipos de etiquetas y su significado

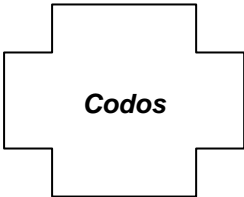
Tipo de Etiqueta	Significado
Etiqueta verde	Equipo en buen estado, configurado y listo para ser utilizado.
Etiqueta amarilla	Equipo dañado con posible reparación
Etiqueta roja	Equipo averiado, sin reparación posible
Codo verde	Equipo reparado y listo para ser utilizado
Codo rojo	Equipo que no será posible repararlo a pesar de pronosis inicial positiva.

Los colores utilizados deberán ser encendidos para que llamen la atención y que su coloración hable por sí sola. El tamaño de la etiqueta será de 15 cm. de ancho por 5 cm. de alto y su diseño incluirá espacio para la colocación de información adicional, según sigue:

Equipo: _____

de serie: _____

Fecha Ingreso: _____



Codos

Los codos serán de 7.5 cm. de ancho por 5 cm. de alto y serán pegados en el extremo derecho indicado en la etiqueta de ser necesario, e incluirá información respecto a la fecha de reparación y el nombre de la persona encargada de la reparación.

De esta forma la colocación de las cajas en bodega se hará de tal forma que las etiquetas sean visibles desde el frente de la estantería. Por su parte, el bodeguero podrá ingresar los datos pertinentes a la computadora de acuerdo a la estrategia sugerida en la sección siguiente para actualizar el inventario que se implementará electrónicamente.

La utilización de códigos de barras (individualiza y asegura el control de la información) puede sustituir a la anotación manual de la información del tipo de equipo, el número de serie y la fecha de ingreso. De esta forma, sería únicamente necesario contar con las etiquetas con sus respectivos colores y un espacio indicado para la colocación del código. Sin embargo, como se mencionará en la sección posterior, no se recomienda la implementación de código de barras en la situación actual del manejo de bodega de TISA.

4.6.4. Bases de datos

Existen paquetes de computadora bastante avanzados y sofisticados que permiten predecir ventas basadas en demandas pasadas, de acuerdo a factores de moda o estacionarios, u otros que manejan entradas, salidas, niveles de inventario, costos, etc. de una manera muy profesional. No obstante, el costo de estos paquetes es bastante elevado y su adaptación a la bodega de TISA es bastante complicada, al punto que no resulta sensato hacerlo. Una base de datos sencilla, que cumpla con los objetivos de recabar la información necesaria, puede ser programada y diseñada con paquetes comerciales y comunes como por ejemplo Excel de

Microsoft, y con la ayuda de ciertos “Macros” será posible tener una base de datos que cumpla una mejor función que los paquetes existentes en el mercado.

La principal característica que el manejo automatizado de bodega por parte de TISA debe tener es mostrar una agilidad para las transacciones y la posibilidad de obtener cualquier información en cuestión de minutos. La administración y la bodega deben estar coordinadas electrónicamente a través de alguna “ventana” para ejecutar sus operaciones de forma rápida: por ejemplo, que la administración tenga en pantalla una actualización en tiempo real de cada contenedor de bodega y que, en tanto se vacíe uno, pueda inmediatamente ser reabastecido. Las ventajas de un manejo ágil como éste, será no sólo el de reducir tiempos, sino ahorrar papelería, costos de llamadas telefónicas o facsímiles, limitar el ingreso de datos, limitar los errores de pedidos y eliminar los inventarios realizados a mano.

De esta forma la información deberá ser compartida de computadora a computadora a través de una línea de comunicación, la cual no debiese ser problema para TISA por contar con la infraestructura necesaria. Propiamente la base de datos debe manejar la siguiente información y datos que requerirán ser ingresados:

- Tipo de transacción:
 - Giro de pedido por parte de la Administración
 - Entrada de equipo nuevo
 - Equipo enviado a reparación
 - Equipo recibido de reparación
 - Salidas de equipo
- Equipo
 - Descripción
 - Número de Serie
 - Unidades
- Fecha de transacción
- Estado del equipo
 - Nuevo
 - Reparado
 - Dañado – reparación posible
 - Dañado – irreparable
- Actualización de Contenedores en base a información previa
 - Clasificación individual según cada equipo
 - Pedir reabastecimiento automáticamente
 - Reporte de inventario actual

El programa deberá ser capaz de poder listar salidas, entradas a partir de una determinada fecha o entre períodos de tiempo, así como clasificarlos individualmente según cada equipo en cuestión. Esta tarea es sencilla de realizar, al registrar en una hoja electrónica mediante macros a cada equipo, transacción, estado, etc. a través de números.

Como segundo paso en la automatización de los registros en bodega, existe la posibilidad de marcar toda transacción de inventarios a través del uso de código de barras. Ésta es la técnica que se usa en países industrializados para su sistema QR (“Quick Response”), y de poderse invertir por parte de TISA en un sistema así, se estarían reduciendo tiempos y eliminando gran parte del error humano que pudiese existir en el planteamiento anterior, sin por ello alejarse de los objetivos y ventajas sugeridos. Sin embargo se considera como una inversión no justificable para el caso actual, ya que el funcionamiento manual de ingreso de datos es lo suficientemente preciso y exacto para el propósito deseado.

4.6.5. Coordinación con Mantenimiento

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, es clara la necesidad de que el Departamento de Mantenimiento esté involucrado dentro de este sistema computarizado, y que también reciba su información por el mismo medio y envíe sus necesidades por medios electrónicos. El objetivo a alcanzar con este sistema es que Mantenimiento no obligue a la Administración a tomar las decisiones de ellos, sino que las responsabilidades sean delegadas.

El puente que relaciona a la bodega y a Mantenimiento será la provisión de equipo para reemplazar o reparar el equipo defectuoso en campo, así como brindarle herramientas para trabajar. Mediante la elaboración de normas de trabajo en las que la administración defina las responsabilidades de ambos departamentos, así como los canales de interacción entre ambos será posible el trabajo directo, ya sea independiente o en equipo, por parte de ambos, sin tener que recurrir a un tercer punto en la cadena, como lo sería la Administración.

A través de la comunicación computadora a computadora Mantenimiento podrá pedir el equipo que requieran para volver a dejar una antena en servicio y Bodega podrá encargarse de tenerlo listo para la salida y actualización de sus archivos con el simple impulso de una tecla de computadora.

5. CONCLUSIONES

- Se observó una planificación para la instalación de antenas satelitales realizada sobre la marcha, la cual ocasiona un tiempo bruto de instalación de hasta cuatro meses.
- La elección de los puntos de servicio de las antenas satelitales es realizada con base a estudios de mercado y demografía, pasando por alto la ubicación específica de la antena.
- Se detectaron deficiencias en cuanto al proceso actual de instalación, entre las que se encuentran altos tiempo de traslado y de preparación, deficiencia en el manejo de materiales, tolerancias y especificaciones, así como un alto índice de desperdicios evitables.
- La subordinación del Departamento de Mantenimiento a la Administración de TISA, hace que la resolución de problemas sea poco eficiente y redunde en duplicación de tareas: la falta de delegación de responsabilidades, convierte al Departamento de Mantenimiento en uno de carácter plenamente operativo.
- Se observó un manejo inadecuado de la información de interés para el departamento de Mantenimiento, en el cual los reportes de fallas y correcciones son registrados después de mucho tiempo de su ejecución; además esta información no es explotada para un análisis continuo con afán de mejoras.
- El reporte de fallas analizado indicó la necesidad de reemplazar el tipo de LNA y RTT para instalaciones futuras, así como trabajar con una marca diferente, que se acople a la situación real del interior del país.
- El seguimiento actual de reparaciones y ajustes correctivos y curativos en el Departamento de Mantenimiento, hace que éste se encuentre siempre un paso atrás de los problemas que suceden con las estaciones.
- La comunicación entre la Administración y sus órdenes de trabajo con la Bodega es deficiente y fuente de atrasos en la entrega de equipo así como de falta de control de calidad de equipo entregado.
- Bodega no maneja adecuadamente su información de inventarios, entradas y salidas, ni de control de equipo, limitando estos datos a información perecedera en forma de impresiones que no son archivadas.
- Se concluyó que la ubicación óptima de la bodega de TISA, es la localizada en la Zona 15.
- La optimización del nivel de inventarios estará a cargo del sistema “Kan-Ban”, el cual permitirá una reducción gradual del equipo almacenado en bodega, controlará los pedidos y manejará un alto índice de calidad; la herramienta utilizada será tener contenedores y el etiquetado de colores.

6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la elaboración de una detallada estrategia de instalación, a través de una matriz que planifique la totalidad de las antenas a situar, definiéndola con base a su localización, el tipo de operación, el tiempo para prepararlo y realizarlo y la metodología a seguir.
- Se sugiere seguir el planteamiento descrito en el presente trabajo para la elección de un punto de servicio de telefonía rural, en el cual se haga un estudio de factibilidad, enfatizando en los requisitos de la localidad, del punto como parte de la comunidad y de la perspectiva de la propiedad como posible estación.
- Mediante la elaboración de un manual de localización de las estaciones de servicio, el chequeo del transporte y manejo de materiales con relación a una lista estándar, la definición y divulgación de consideraciones de trabajo y una normativa en el uso y manejo del equipo, se reducirán gastos innecesarios incurridos, así como permitirá un manejo más ordenado del proceso de instalación.
- La descentralización de responsabilidades y la delegación de las tareas de planificación y ejecución de mantenimiento, es dejado a cargo del Jefe del Departamento, quien le reportará posteriormente a la administración.
- El manejo de reporte de fallas debe ser realizado mensualmente, elaborando diagramas de “Pareto” de primero y segundo grado, general y de acuerdo a ubicación geográfica, para así determinar las fallas que deben ser corregidas; además, el departamento deberá tener más responsabilidades en cuanto a análisis, decisiones y acciones a seguir.
- Se recomienda el establecimiento de un plan de mantenimiento preventivo, en el que se reestructure a la organización de la gestión y en la que se instale un sistema semiautomático, que dicte las políticas de mantenimiento a seguir. Para ello, deberá seguirse lo ideado en la sección 3.4.3.
- Urge el establecimiento de una red de comunicación electrónica entre las órdenes de trabajo generadas por la administración de TISA, así como los requerimientos que surgen de bodega con la implantación del sistema “Kan-Ban”.
- Se aconseja manejar inventarios en una base de datos que permita reportar entradas y salidas en tiempo real, así como controlar el uso racional del equipo y las herramientas de trabajo; proporcionar información requerida a las áreas administrativas, financieras y directivas de TISA, permitirá tener una visión particular del movimiento que siempre parte de bodega.
- Escogida la ubicación sugerida de bodega, se procedió a detallar las modificaciones que serían necesarias hacer en la bodega de la zona 15, para poder optimizar la ubicación del equipo, la distribución de bodega, el aprovechamiento del espacio actual y la implementación del sistema “Kan-Ban”.
- Se recomienda la implementación inmediata del sistema “Kan-Ban” en bodega, definiendo los contenedores como se indicó, manejando el etiquetado de colores y su simbología y velando por el cumplimiento de las tres reglas del “Kan-Ban”.

7. BIBLIOGRAFÍA

Caldas, F., F. Pando. **Proyectos Industriales.** Banco Centroamericano de Integración Económica. Honduras. 163 pp.

Kume, H. **Métodos Estadísticos para el mejoramiento de la Calidad.** Editorial Norma. 177 pp.

Niebel, B. 1996. **Ingeniería Industrial: Métodos, Tiempos y Movimientos.** 9ª. Edición. Alfaomega. 880 pp.

<http://www.apics.org>

<http://www.ctv.es>

<http://www.etca.fr>

<http://www.academic.emporia.edu>

<http://www.marfilasociados.com>

Anexos:

A. Misión, Visión y Valores de TISA:

VISIÓN:

“Ser el grupo corporativo de empresas líderes en su ramo, que proveerán la mejor alternativa de equipo y servicios de telecomunicaciones satelitales. Ser los primeros en introducir nuevas tecnologías y nuevas formas de comunicar a las personas. Encontrar e implementar las soluciones a cualquier inconveniente tecnológico, económico o legal, con el propósito de llevar a todo individuo los beneficios que conlleva una apropiada comunicación. Llegar hasta el punto geográfico que parezca más inalcanzable a las formas actuales de comunicación.”

MISIÓN:

“Crear compañías que provean distintas tecnologías, así como múltiples servicios de telecomunicaciones satelitales, los cuales permitan alcanzar los objetivos expresados en la visión. Saber que las personas, ya sean socios asociados o clientes, son el éxito de la empresa y enfocar las actividades comerciales a proveer éxito económico a las personas y empresas que representan.”

VALORES:

- Reconocer a Dios
- Respetar la individualidad
- Comunicarse y trabajar en grupo
- Enfocar la responsabilidad individual y de grupo
- Buscar la utilidad a través de las acciones de todos

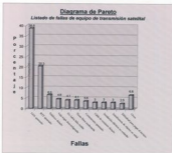
II. Esquema para estrategia de planificación de instalación

Esquema II
 Método de planificación de instalaciones. Nuevo ejemplo

Tarea	Semana 1										Semana 2										Semana 3									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Componente 1 (plataforma)																														
Pedido																														
Configuración																														
Instalación																														
Componente 2																														
Módulo 1																														
Área 1																														
Área 2																														
Componente 3																														
Área 3																														
Área 4																														
Área 5																														
Área 6																														
Componente 4 (instalación de red)																														
Instalación																														
Módulo 1																														
Área 1																														
Área 2																														
Componente 5																														
Módulo 2																														
Área 3																														
Área 4																														
Área 5																														
Área 6																														

C. Gráficas de Pareto:

Fallas detectadas en la prestación de servicio telefónico comunal



D. Diagramas de Bodega



Diagrama D.1. Área de bodega en Zona IV

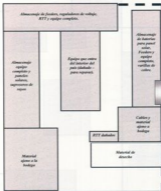


Diagrama 2.2. Distribución de equipo en edificios mediante un RTT



Diagrama 21.4. Espacio físico y simulación de un espacio para Baño