

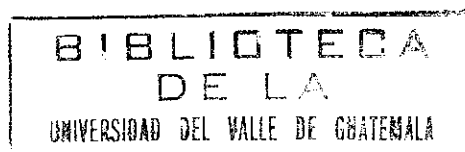
Aplicación de ingeniería de métodos para  
operaciones de instalación de estaciones de telefonía  
rural

# UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

Aplicación de ingeniería de métodos para  
operaciones de instalación de estaciones de telefonía  
rural

Trabajo de investigación presentado para optar al  
grado académico de Licenciado en Ingeniería  
Industrial



Guatemala  
2001

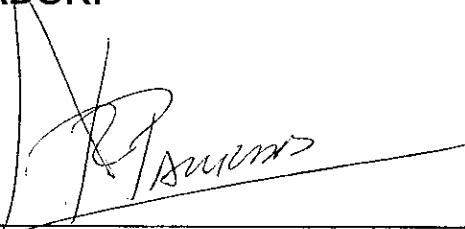
Vo.Bo.



---

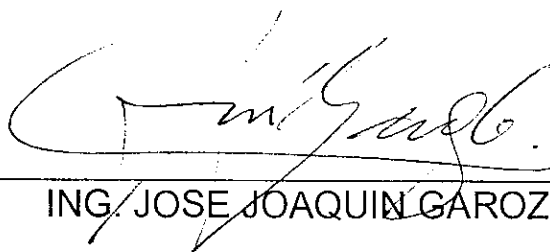
ING. CARLOS ROBERTO PAREDES DE LA VEGA  
ASESOR

TRIBUNAL EXAMINADOR:



---

ING. CARLOS ROBERTO PAREDES DE LA VEGA



---

ING. JOSE JOAQUIN GAROZ CABRERA

---

ING. RAFAEL VELASQUEZ

FECHA DE APROBACION: GUATEMALA, 27 DE JUNIO DE 2001

# CONTENIDO

	Página
Prefacio	vii
Resumen	viii
CAPITULOS	
I. Introducción	1
II. Marco teórico	3
A. Ingeniería de Métodos	3
B. Objetivos de los métodos y el estudio de tiempos	4
C. Desarrollo del estudio de movimientos y tiempos	4
D. Estudio de movimientos y el trabajo de los Gilbreth	5
E. Estudio de tiempos	5
F. Diagrama de operaciones de proceso	6
G. Diagrama Pert	6
H. Análisis de la operación	7
III. Descripción general del problema actual	9
IV. Descripción teórica del proceso actual	12
A. Generalidades acerca del sistema	12
B. Agrupación de actividades	13
1. Obra civil	13
2. Instalación eléctrica	14
3. Instalación electrónica	14
C. Tiempos teóricos de instalación	15
D. Diagrama de actividades	16
1. Diagrama de operación de proceso	17
2. Diagrama de flujo de proceso	19
V. Descripción del método práctico actual de instalación	22
A. Análisis del método practico actual de instalación	22
B. Tiempos actuales de instalación	23
C. Diagrama practico actual de instalación	24
1. Diagrama de operación de proceso	24
2. Diagrama de flujo de proceso	27
VI. Mejoras teóricas propuestas para el proceso	30
A. Agrupación de actividades según método propuesto	31
B. Tiempos teóricos de método propuesto	31
C. Diagrama teórico de método propuesto	33

	Página
1. Diagrama de operación de proceso	33
2. Diagrama de flujo de proceso	35
VII. Resultados de aplicación de método propuesto	37
A. Tiempos de instalación según método propuesto	37
VIII. Análisis comparativo entre método actual y método propuesto	38
A. Obtención en tiempo del porcentaje de optimización del proceso	39
IX. Conclusiones	41
X. Recomendaciones	42
XI. Bibliografía	43

## PREFACIO

Desde sus inicios TELECOM no ha contado con una planeación estratégica efectiva en lo que respecta a sus instalaciones telefónicas, lo cual se ha visto reflejado en una constante problemática con el servicio que presta. Actualmente se siguen llevando a cabo instalaciones físicas en el interior de la República pero sin ninguna planificación o mejora al proceso. Como consecuencia directa de esta situación, los costos de operación (instalación y mantenimiento) de la empresa continúan incrementándose y por ende, el respectivo cobro a sus usuarios.

La situación actual de la empresa ha llevado a los directivos a tomar la decisión de permitir la realización de un estudio de todo el proceso actual de instalación. Un eficiente estudio de tiempos y movimientos sobre el procedimiento de instalación garantiza una reestructuración y mejora de todo el proceso. La consecuencia directa es una drástica reducción del tiempo y materiales empleados y, por consiguiente, una reducción en los costos de operación de la empresa. De igual manera, se pueden llevar a cabo mejoras en la calidad de las instalaciones para reducir los costos por mantenimiento que actualmente también son elevados para TELECOM.

Los pasos que se siguieron para la realización de la presente investigación se describen a continuación:

- Recopilación de bibliografía relacionada directamente con las instalaciones telefónicas a analizar.
- Análisis de los actuales manuales de instalación.
- Trabajo de campo a realizar en el interior de la República, para determinar por observación directa los posibles errores e ineficiencias en la que se incurren con el método actual.
- Filmación del proceso de instalación para posteriormente realizar el respectivo análisis de tiempos y movimientos.
- Análisis de diagramas actuales de distribución de actividades.
- Propuesta de mejoras y su respectivo análisis teórico.
- Puesta en marcha de mejoras propuestas y posterior análisis de estas.
- Análisis comparativo de tiempos entre método actual y método propuesto.

## RESUMEN

La Ingeniería de Métodos permite, mediante la realización de un estudio de tiempos y movimientos, una distribución adecuada de actividades. La consecuencia directa de esta nueva distribución es una reducción en tiempo de un proceso y volverlo así más eficiente. La aplicación de la Ingeniería de Métodos se considera muy importante cuando se habla de procesos que requieren no sólo un trabajo eficiente, sino que también sea realizado en el menor tiempo posible.

Para la realización de este trabajo de graduación se cuenta con información de una empresa nacional dedicada a proveer soluciones de comunicación en el interior de la República. La empresa se denominará TELECOM por razones de confidencialidad

Actualmente el tiempo total de instalación física de una estación de teléfono, incluyendo su certificación para garantizar el servicio del teléfono es de no menos de tres días y es llevada a cabo por un promedio de cuatro personas. El presente trabajo de graduación tiene como objetivo llevar a cabo una aplicación de la Ingeniería de Métodos sobre las operaciones de las instalaciones físicas de estaciones en el área rural de la República. Se pretende poder determinar en primera instancia los posibles problemas en que incurren actualmente los instaladores de TELECOM, y al mismo tiempo poder determinar una mejor manera de manejar estos.

Luego se aplicarán las mejoras a los procesos actuales, para realizar posteriormente una evaluación de la efectividad de las mejoras propuestas. Principalmente se quieren obtener resultados positivos en lo que se refiere a reducción en el tiempo real de ejecución de la actividad y a la calidad de la misma.

El análisis se llevará a cabo en las instalaciones nuevas con el fin de reducir su costo de instalación y su posterior costo de mantenimiento, ya que actualmente también es elevado.

# I. INTRODUCCIÓN

El estudio de tiempos y movimientos se ha perfeccionado continuamente y en nuestros días se le reconoce como un medio o instrumento necesario para el funcionamiento eficaz de los negocios o industrias.

Ya no es aceptable en absoluto el procedimiento rutinario característico del antiguo experto de eficiencia. Actualmente, mediante las pruebas y la instrucción del personal, se considera el hecho de que los individuos difieren de potencialidad de trabajo.

Se reconoce ahora que factores como sexo, edad, salud y buena disposición, tamaño y fuerza físicos, aptitudes, actitud hacia el entrenamiento, satisfacción en el trabajo y respuesta a la motivación, tienen influencia directa en el rendimiento.

Conforme han ido transcurriendo los últimos años, con un mercado y una clientela cada vez más exigente, tanto en el mercado de productos como el de servicios, la necesidad de crear una competencia más fuerte en el ámbito técnico se ha ido incrementando. Esto nos lleva a brindarle al cliente una solución más rápida y de mejor calidad que la que puede presentar la competencia.

Casi todas las empresas de servicios, comerciales e industriales actualmente se encuentran realizando una reestructuración para operar más eficazmente en un mundo cada día más competitivo.

Al hablar específicamente del caso de Guatemala y de empresas que brindan soluciones de comunicación como es el caso de la empresa que denominaremos TELECOM la cual estudiaremos en el presente trabajo, podemos notar que tienen una preocupación mayor sobre la satisfacción del cliente y la manera de cómo poder presentar un producto de mejor calidad en el menor tiempo posible.

Por medio de la ingeniería de métodos se puede obtener una distribución adecuada de actividades, lo cual desemboca en una reducción en tiempo de un proceso y a la vez obtenemos una mayor eficiencia.

La aplicación de la Ingeniería de Métodos se considera muy importante cuando se habla de procesos que requieren no sólo un trabajo eficiente, sino que también sea realizado en el menor tiempo posible.

En el presente trabajo se lleva a cabo un estudio de tiempos y movimientos en los procesos de instalación física de una estación de teléfono, incluyendo la certificación para garantizar el servicio al cliente.

Por medio de este estudio se quiere obtener mejoras sobre los tiempos actuales y además sobre el recurso humano que se utiliza para llevar a cabo cada instalación, ya que se tiene la certeza que actualmente se están obteniendo pérdidas por no realizar de una manera adecuada las actividades y por no aprovechar de una manera eficiente los recursos que se tienen.

Además, se aplicaron mejoras a los procesos actuales, para efectuar posteriormente una evaluación de la efectividad de las mejoras realizadas. Principalmente se obtuvieron resultados positivos en lo que se refiere a reducción en el tiempo real de ejecución de la actividad y a la calidad de la misma.

El análisis se llevó a cabo en las instalaciones nuevas con el fin de reducir tiempos de instalación para estaciones que se llevarán a cabo en un futuro y a la vez los costos de mantenimiento posteriores a la instalación de la estación, ya que actualmente son elevados en la empresa.

## II. MARCO TEORICO

### A. INGENIERIA DE METODOS

Los términos análisis de operaciones, simplificación del trabajo e ingeniería de métodos se utilizan con frecuencia como sinónimos. En la mayor parte de los casos se refieren a una técnica para aumentar la producción por unidad de tiempo y, en consecuencia, reducir el costo por unidad.

Sin embargo, la ingeniería de métodos implica trabajo de análisis en dos etapas de la historia de un producto. Inicialmente, el ingeniero de métodos está encargado de idear y preparar los centros de trabajo donde se fabricará el producto.

En segundo lugar, continuamente estudiará una y otra vez cada centro de trabajo para hallar una mejor manera de elaborar el producto. Cuanto más completo sea el estudio de los métodos efectuados durante las etapas de planeación, tanto menor será la necesidad de estudios de métodos adicionales durante la vida del producto.

La ingeniería de métodos implica la utilización de la capacidad tecnológica. En primer lugar porque debido a la ingeniería de métodos, el mejoramiento de la productividad es un procedimiento sin fin. La diferencia de productividad resultante de la innovación tecnológica puede ser de tal magnitud que los países desarrollados siempre estén en posibilidad de mantener competitividad con los países en desarrollo con salarios bajos.

Cuando se realizan estudios de métodos para perfeccionar un método de operación existente, la experiencia ha demostrado que a fin de lograr máximos rendimientos, hay que seguir un procedimiento sistemático basado en los pasos que a continuación se mencionan para asegurar la obtención de los resultados más favorables:

1. Hacer una exploración preliminar.
2. Determinar el grado o intensidad justificable del análisis.
3. Elaborar diagramas de procesos.
4. Investigar los enfoques necesarios para el análisis de operaciones.
5. Realizar un estudio de movimientos cuando se justifique.
6. Comparar el método en uso con el nuevo método.
7. Presentar el método nuevo.
8. Verificar la implantación de éste.
9. Corregir los tiempos.
10. Seguir la operación del nuevo método.

En realidad, la ingeniería de métodos abarca todos estos pasos y se puede definir como el conjunto de procedimientos sistemáticos para someter a todas las operaciones de trabajo directo e indirecto a un concienzudo escrutinio, con el propósito de introducir mejoras que faciliten más la realización del trabajo y que permitan que éste se haga en el menor tiempo posible y con una menor inversión por unidad producida. Por lo tanto, el objetivo de la ingeniería de métodos es el incremento en las utilidades de la empresa.

## B. OBJETIVOS DE LOS METODOS Y EL ESTUDIO DE TIEMPOS

Los objetivos principales de estas actividades son aumentar la productividad, la confiabilidad del producto y reducir el costo por unidad, para permitir que se logre la mayor producción de bienes o servicios para mayor número de personas.

La capacidad para producir más con menos dará por resultado más trabajo para más personas durante un mayor número de horas por año. Sólo mediante la aplicación inteligente de los principios de métodos y el estudio de tiempos puede haber más productores de bienes y servicios, incrementándose al mismo tiempo la potencialidad de compra de todos los consumidores.

## C. DESARROLLO DEL ESTUDIO DE MOVIMIENTOS Y TIEMPOS

A Frederick W. Taylor se le considera generalmente como el padre del moderno estudio de tiempos en Estados Unidos, aunque en realidad ya se efectuaban estudios de tiempos en Europa muchos años antes que Taylor.

Taylor empezó su trabajo en el estudio de tiempos en 1881. Después de 12 años desarrolló un sistema basado en el concepto de "tarea". En él, Taylor proponía que la administración de una empresa debía encargarse de planear el trabajo de cada empleado por lo menos con un día de anticipación, y que cada hombre debía recibir instrucciones por escrito que describieran su tarea en detalle y le indicaran, además, los medios que debía usar para efectuarla.

Cada trabajo debía tener un tiempo estándar fijado después de que se hubieran realizado los estudios de tiempos necesarios por expertos. Este tiempo tenía que estar basado en las posibilidades de trabajo de un operario altamente calificado, quien después de haber recibido instrucción, fuera capaz de ejecutar el trabajo con regularidad.

En el proceso de fijación de tiempos, Taylor recomendaba dividir la asignación del trabajo en pequeñas porciones llamadas "elementos". Estos se medían individualmente y el conjunto de sus valores se empleaba para determinar el tiempo total asignado a la tarea.

## D. ESTUDIO DE MOVIMIENTOS Y EL TRABAJO DE LOS GILBRETH

Frank Gilbreth fue el fundador de la técnica moderna del estudio de movimientos, la cual se puede definir como el estudio de los movimientos del cuerpo humano que se utilizan para ejecutar una operación laboral determinada, con la mira de mejorar ésta, eliminando los movimientos innecesarios y simplificando los necesarios, y estableciendo luego una secuencia o sucesión de movimientos más favorables para lograr una eficiencia máxima.

A los Gilbreth es a quienes se debe que la industria reconociera la importancia de un estudio minucioso de los movimientos de una persona en relación con su capacidad para aumentar la producción, reducir la fatiga e instruir a los operarios acerca del mejor método para llevar a cabo una operación.

Desarrollaron también la técnica cinematográfica para estudiar los movimientos, la cual ha sido aplicada a otras actividades. En la industria, esta técnica se conoce con el nombre de estudio de micromovimientos, pero el estudio de los movimientos, con ayuda de la proyección en "acción lenta", no se limita de ninguna manera a las aplicaciones industriales.

## E. ESTUDIO DE TIEMPOS

A menudo, esta técnica también se conoce como medición del trabajo. Esta actividad comprende la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido de trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales, y los retrasos inevitables.

El analista de estudios de tiempos tiene varias técnicas que se utilizan para establecer un estándar: el estudio cronométrico de tiempos, recopilación computarizada de datos, datos estándares, datos de movimientos fundamentales, muestreo del trabajo y estimaciones basadas en datos históricos. Cada una de estas técnicas tiene una aplicación en ciertas condiciones. El analista de tiempos debe saber cuándo es mejor utilizar una cierta técnica y llevar a cabo su utilización juiciosa y correctamente.

Existe una estrecha asociación entre las funciones del analista de tiempos y las del ingeniero de métodos. Para cerciorarse de que el método que se prescribe es el mejor, el ingeniero especialista en estudio de tiempos con frecuencia asume el papel de un ingeniero de métodos. En industrias pequeñas estas dos actividades suelen desempeñarlas la misma persona.

Obsérvese que establecer valores de tiempos es un paso en el procedimiento sistemático de desarrollar nuevos centros de trabajo y mejorar los métodos existentes en centros de trabajo actuales.

## F. DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO

Este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque del producto terminado. Señala la entrada de todos los componentes y subconjuntos al conjunto principal.

De igual manera que un plano o dibujo de taller presenta en conjunto detalles de diseño como ajustes, tolerancia y especificaciones, todos los detalles de fabricación o administración se aprecian globalmente en un diagrama de operaciones de proceso.

Antes de que se pueda mejorar un diseño se deben examinar primero los dibujos que indican el diseño actual del producto. Análogamente, antes de que sea posible mejorar un proceso de manufactura conviene elaborar un diagrama de operaciones que permita comprender perfectamente el problema, y determinar en qué áreas existen las mejores posibilidades de mejoramiento.

El diagrama de operaciones de proceso permite exponer con claridad el problema, pues si no se plantea correctamente un problema, difícilmente podrá ser resuelto.

La información necesaria para elaborar este diagrama se obtiene a partir de observación y medición directas. Es importante que los puntos exactos de inicio y terminación de la operación en estudio, se identifiquen claramente.

## G. DIAGRAMA PERT

Este diagrama es un medio de pronóstico para planeación y control que revela gráficamente el camino óptimo a seguir para llegar a un objetivo predeterminado, por lo general en términos de tiempo. A menudo el analista de

métodos puede utilizar el diagrama PERT para mejorar los programas desde el punto de vista de la reducción de costos y la satisfacción del cliente.

Al utilizar el PERT para programación, el analista proporcionará generalmente dos o tres estimaciones de tiempo para cada actividad. Si se emplean tres estimaciones de tiempo, éstas se basarán en las siguientes preguntas:

1. ¿En qué tiempo se puede esperar que se termine esta actividad, si todo funciona idealmente? (Estimación optimista).
2. ¿En condiciones medias, cuál sería la duración más probable de esta actividad?.
3. ¿Cuál sería el tiempo requerido para terminar esta actividad, si casi todo funcionara mal? (Estimación pesimista).

Este tipo de diagramas se utiliza normalmente cuando hablamos de proyectos que se llevarán a cabo durante largos períodos de tiempo, ya que así se pueden ver mayores mejoras en tiempo, al contrario de cuando se analizan proyectos de cortos períodos de tiempo.

## H. ANALISIS DE LA OPERACIÓN

Es un procedimiento empleado por el ingeniero de métodos para analizar todos los elementos productivos y no productivos de una operación con vistas a su mejoramiento.

La ingeniería de métodos tiene por objeto idear procedimientos para incrementar la producción por unidad de tiempo y reducir los costos unitarios mientras se mantiene o mejora la calidad.

El procedimiento esencial del análisis de la operación es tan efectivo en la planeación de nuevos centros de trabajo como en el mejoramiento de los existentes.

Por medio de la formulación de preguntas acerca de todos los aspectos operacionales en una cierta estación de trabajo, de otras estaciones dependientes de ésta y del diseño del producto, se podrá proyectar un centro de trabajo más eficiente.

El análisis de la operación ha ido adquiriendo cada vez más importancia a medida que se intensifica la competencia, y se elevan al mismo tiempo los costos de mano de obra y materiales. Dicho análisis es un procedimiento que nunca puede considerarse completo.

Por lo general, la competencia exige el estudio incesante de un producto dado para mejorar los procesos de fabricación, y para que una parte de las utilidades vayan al consumidor en forma de un mejor producto a menor precio.

En cuanto un fabricante realiza lo anterior, invariablemente sus competidores implantan programas de mejoramiento semejantes y en sólo cuestión de tiempo habrá elaborado un producto más vendible a un precio reducido. Esto hace que comience un nuevo ciclo en el que el fabricante en cuestión revisa sus operaciones y mejora sus procesos de fabricación, originando de nuevo mejoras en las empresas competidoras.

### III. DESCRIPCION GENERAL DEL PROBLEMA ACTUAL

TELECOM inicio sus operaciones a partir del año 1999, luego de haber participado y ganado la licitación para el proyecto de telefonía rural promovido por el gobierno de la República de Guatemala. Este proyecto tenía como objetivo primordial proveer comunicación a todas las comunidades que en ese tiempo no contaban con algún medio de comunicación.

Básicamente las áreas que se debían cubrir eran todas aquellas en las que el acceso era muy difícil y que no contaban con infraestructura para soportar una red de comunicación, como la que se encuentra actualmente funcionando en la ciudad capital o en los alrededores de esta.

Para atacar el problema del acceso se decidió que la telefonía debía ser de operación vía satélite, ya que se consideró como el medio más seguro de prestar el servicio y como el que ocasionaría el menor número de problemas para los usuarios y para la empresa prestadora del servicio.

Este tipo de telefonía reduciría los costos para el gobierno de una manera muy considerable, ya que se evitaría el hecho de tener que colocar postes y cableado a lo largo de las comunidades, así como tener que mejorar la infraestructura de comunidades muy lejanas, situación que el gobierno consideró debía ser tratada luego de solucionar los problemas de comunicación en una buena parte del país.

El hecho de decidir colocar telefonía vía satélite sólo en unas comunidades del país, fue porque en una gran cantidad de comunidades ya se cuenta con sistema de comunicación brindado por la empresa nacional de telefonía. Sumado a esto, las empresas de servicio telefónico celular ya cubren una buen parte del territorio, sin embargo siempre dejaron de considerar comunidades de difícil acceso.

Inicialmente el gobierno propuso un total de 600 estaciones de telefonía, las cuales estarían estratégicamente distribuidas por toda la República con posibilidades de aumentar en un futuro según se viera la aceptación de la población y el tráfico de llamadas que se tuviera mensualmente.

El tráfico de llamadas está controlado de igual forma por TELECOM y traslada mensualmente un informe al gobierno por medio del cual deciden si vale la pena aumentar el número de estaciones en comunidades cercanas o en otros departamentos del país.

Al iniciar el proyecto se tenía como meta primaria llevar a cabo un mínimo de una estación diaria, para así terminar la instalación de todas las estaciones

en un período máximo de un año aproximadamente. Este cálculo se realizó basado en soporte que brindó la empresa proveedora de equipo, la cual tiene su casa matriz en Estados Unidos.

Desde los inicios del proyecto se tomó la decisión de subcontratar el personal que estaría a cargo de todo el proceso de instalación. Cada contratista debería contar con el apoyo de, por lo menos, dos persona más, así como de un vehículo de doble tracción y su respectiva herramienta de trabajo.

Se empezó a trabajar con un grupo de seis contratistas, los cuales se distribuirían por sectores según las áreas que se escogieron para cubrir dentro del proyecto.

Señalamos los errores que ha tenido TELECOM desde el inicio de operaciones y que no han dejado que el proyecto tenga una buena fluidez por lo que podemos mencionar los siguientes:

- No se planificó a largo plazo el proceso de instalación de las estaciones.
- Debido a que el personal a cargo de instalación era subcontratado, no se tomó el tiempo suficiente para darles el entrenamiento adecuado sobre instalación.
- No se tenía conocimiento de la calidad del trabajo, sino hasta el momento en que se realizaba la instalación.
- No se realizó un estudio de ubicación de las comunidades a las que se pretendía llevar el servicio.
- No se establecieron cuáles eran las rutas más cortas para llegar a las comunidades, según las ubicaciones de las mismas.
- No se efectuaron pruebas de instalación para determinar tiempos reales de instalación.
- No se contó con una supervisión certificada.

Como consecuencia de esto, se tiene como resultado que actualmente TELECOM absorbe muchas pérdidas debido a que invierten mucho dinero en lo que es mantenimiento correctivo de las estaciones.

Además, actualmente todavía se sigue instalando en algunas regiones, ya que los tiempos de instalación que se manejan son demasiado altos, a tal punto que únicamente se está instalando una estación diaria y trabajando mucho más del tiempo de la jornada de trabajo establecida.

De igual forma se sigue trabajando sin establecer rutas para disminuir los tiempos de transporte a las comunidades.

Es por eso que la empresa tomó la decisión de efectuar un estudio de tiempos y movimientos a las estaciones que se ejecutan en la actualidad para

mejorar las futuras, ya que se cree que es posible aumentar el número de estaciones a dos o tres diarias y de una mejor calidad, para así disminuir los costos tan elevados que se tienen en mantenimiento correctivo.

## IV. DESCRIPCION TEORICA DEL PROCESO ACTUAL

### A. GENERALIDADES ACERCA DEL SISTEMA

Para esta descripción teórica nos basaremos en el manual de instalación del equipo, el cual es proporcionado por el proveedor al momento de adquirirlo.

Es importante hacer notar que todo este proceso debe ser ejecutado por personas que han recibido un entrenamiento mínimo sobre el funcionamiento del equipo, así como de todos los riesgos que implican el manejo de estos equipos.

Estas estaciones son sistemas basados en transmisión vía satélite, las cuales están diseñadas para recibir y enviar voz, fax y llamadas telefónicas.

La antena utilizada para transmitir y recibir la voz, datos y comunicación de fax funciona con transpondedores satelitales de banda C.

Cada estación local terrestre es totalmente independiente y lo único que requiere para su funcionamiento es una fuente de poder.

Para la instalación de estos productos hay que ser cuidadoso al trabajar cerca de líneas de energía, se debe ejecutar la mayor cantidad de actividades en la tierra. Además se debe tener cuidado en el manejo de todas las partes de las que consta la estación.

Todos los dispositivos de los que consta el sistema están fabricados para resistir a cambios climatológicos, golpes y peligros potenciales. Las partes electrónicas deben manejarse con cuidado, ya que están fabricadas de materiales muy delicados.

A continuación se enumeran los dispositivos que componen una estación de telefonía:

- Sistema de antena: Consiste de un plato reflector, un alimentador (Feeder) y la estructura de soporte y el OMT ( Ortho Mode Transducer), éste es el que decodifica la información que entrará al sistema.
- Un LNA ( Low Noise Amplifier), Cables de RF y un Radio satelital.
- Una unidad de uso interno: Esta es a la que se conecta el equipo que se utilizará para transmisión de datos.
- Un teléfono o equipo de datos.

Antes de comenzar la instalación se debe asegurar que no se está colocando en un lugar donde haya árboles o edificios que interfieran con la señal

que se estará transmitiendo, o que no se encuentren pequeños árboles que cuando crezcan interfieran de igual forma con la señal. Además debe colocarse a una distancia de por lo menos 3 metros de cualquier otra fuente de señal de transmisión por microonda o de radio para evitar también interferencia en la comunicación.

## B. AGRUPACION DE ACTIVIDADES

Las actividades que se realizan a lo largo de todo el proceso de instalación de la estación de teléfono las vamos a clasificar en tres grupos principales de actividades sobre los cuales se da una breve descripción a continuación.

### 1. OBRA CIVIL

Dentro de este grupo se tomarán en cuenta todas las actividades que tienen relación con lo que es la preparación del lugar donde se llevará a cabo la instalación física de la estación.

Sin embargo, se excluirá lo que es el lugar donde se colocará propiamente el aparato que se utilizará para llevar a cabo la comunicación luego de concluido el trabajo. Esto se debe a que no se puede generalizar sobre el mismo, ya que varía según el lugar y donde el cliente lo desee colocar.

Lo que se incluye en este grupo es la preparación de la base donde se montará la antena satelital ya que se debe tomar en cuenta el lugar donde se dejará fijada.

Como primera medida se debe limpiar el lugar de tal forma que sea una vista despejada en buena parte, ya que si un objeto interfiere directamente con la antena, se pueden observar bajas en lo que se refiere a la calidad de la señal en la comunicación.

Luego se debe colocar el tubo base de la antena en el lugar destinado para posteriormente colocarle alrededor las guías para la mezcla de cemento que se utiliza para fijarla.

Posteriormente se debe preparar la mezcla de cemento a utilizar mediante la mezcla de todos los materiales necesarios para garantizar una mezcla sólida y por ende un buen sostén al mástil.

Ya lista la mezcla se debe colocar al utilizar las guías colocadas anteriormente. Una vez colocada la mezcla en el lugar correcto se debe dejar secar para retirar las guías utilizadas.

En esta parte también se deben colocar todos los herrajes que se utilizan para montar la antena satelital y los demás componentes de la estación.

## 2. INSTALACION ELECTRICA

En este grupo de actividades se incluirá toda la instalación eléctrica que nos proporcionará la energía necesaria para el funcionamiento del equipo. La corriente que necesita el equipo es de 110 V que es la que normalmente sirve para uso domestico y es la más común en nuestro país.

Esta actividad está determinada básicamente por la ubicación de las cajas de registro o del contador dentro de la casa del usuario, es en este punto donde podemos encontrar pequeñas variaciones en los tiempos de instalación. Sin embargo en promedio podemos hablar de distancias estándares, así como de tiempos.

En esta actividad cabe mencionar también que en ninguna instalación eléctrica se dejan cables fuera de los ductos, ya que es una norma de la empresa dejar todos los cables bien protegidos a cualquier circunstancia con el fin de evitar problemas eléctricos.

## 3. INSTALACION ELECTRÓNICA

En esta parte encontramos lo que son puramente las actividades que se relacionan de una manera directa con la instalación de todas las partes electrónicas que componen la estación.

Se inicia con la instalación del plato de la antena la cual debe ser colocada según las especificaciones del fabricante y las especificaciones del satélite a utilizar. Se debe colocar a una inclinación de 37 grados y a un ángulo de barrido de 240 grados medidos a partir del norte.

Luego se sigue con la instalación del radio amplificador de señal que debe ser colocado sujeto a una de las bases de los herrajes que sostienen la antena, este espacio está ya diseñado para cumplir con esta función.

Después de esto se debe colocar el alimentador de señal que va sobre otro de los sostenes de la antena ubicado al frente de la misma que es por donde se

recibe la señal enviada por el satélite. Sujeto a este alimentador debe estar el LNA que es el que nos permite disminuir el ruido y poder obtener una mejor señal de transmisión y recepción.

Como siguiente paso está la colocación del OMT para así poder obtener una decodificación de toda la información que entrará al sistema de comunicación.

Como siguiente paso se debe colocar los cables que interconectan cada uno de los componentes electrónicos de la estación.

Ya que han sido colocados todos los cables se deben aislar todos los conectadores por medio de cinta de aislar y se debe añadir cinta vulcanizada para garantizar una buena protección en los conectadores.

Por último se debe colocar el cable que conecta la unidad interna del usuario a la antena receptora para así poder unir el componente a utilizar para comunicación que puede ser un teléfono o fax, según la necesidad del usuario.

### C. TIEMPOS TEORICOS DE INSTALACIÓN

Estos tiempos teóricos fueron tomados basándose en información proporcionada por técnicos que el fabricante envió a nuestro país durante el período de entrenamiento y al momento de realizar las primeras pruebas sobre el mismo.

Todos los tiempos son proporcionados en minutos y además están basados en un instalador promedio.

Dentro de la empresa se cuenta en la actualidad únicamente con personal de instalación que lleva no menos de cuatro meses realizando instalaciones, lo que nos daría la pauta para afirmar que todos deberían contar con la experiencia necesaria como para no tener que tomar en cuenta factores como falta de conocimiento en los procesos de instalación.

A continuación se presenta la lista de actividades con los tiempos asignados por los técnicos del fabricante.

No.	ACTIVIDAD	TIEMPO
A	Limpieza del sitio de instalación	10
B	Colocación de base de antena	10
C	Colocación de guías de madera	25
D	Preparación de mezcla de cemento	15
E	Colocación de cemento en guías	15
F	Secado de cemento	210

G	Colocación de herrajes	25
H	Desarme de caja de seguros eléctricos	5
I	Colocación de ductos	35
J	Conexión de cables en caja de seguros	15
K	Enductado de cables	25
L	Instalación de plato	20
M	Instalación de radio amplificador	10
N	Instalación de LNA en alimentador	5
O	Instalación de alimentador	10
P	Instalación de OMT	10
Q	Conexión de cables RF	5
R	Conexión de cables eléctricos	5
S	Aislamiento de cables	10
T	Apuntamiento de antena	20
U	Conexión de unidad interna	5
Total tiempos		490 minutos

Basándose en estos tiempos teóricos que fueron proporcionados obtenemos un total de ocho horas con diez minutos, lo cual según el fabricante correspondería a una jornada completa de trabajo estándar en cualquier lugar donde se llevara a cabo la actividad. De esta forma no se incurriría en costos adicionales de pago de horas extras a las personas que realicen la instalación.

#### D. DIAGRAMA DE ACTIVIDADES

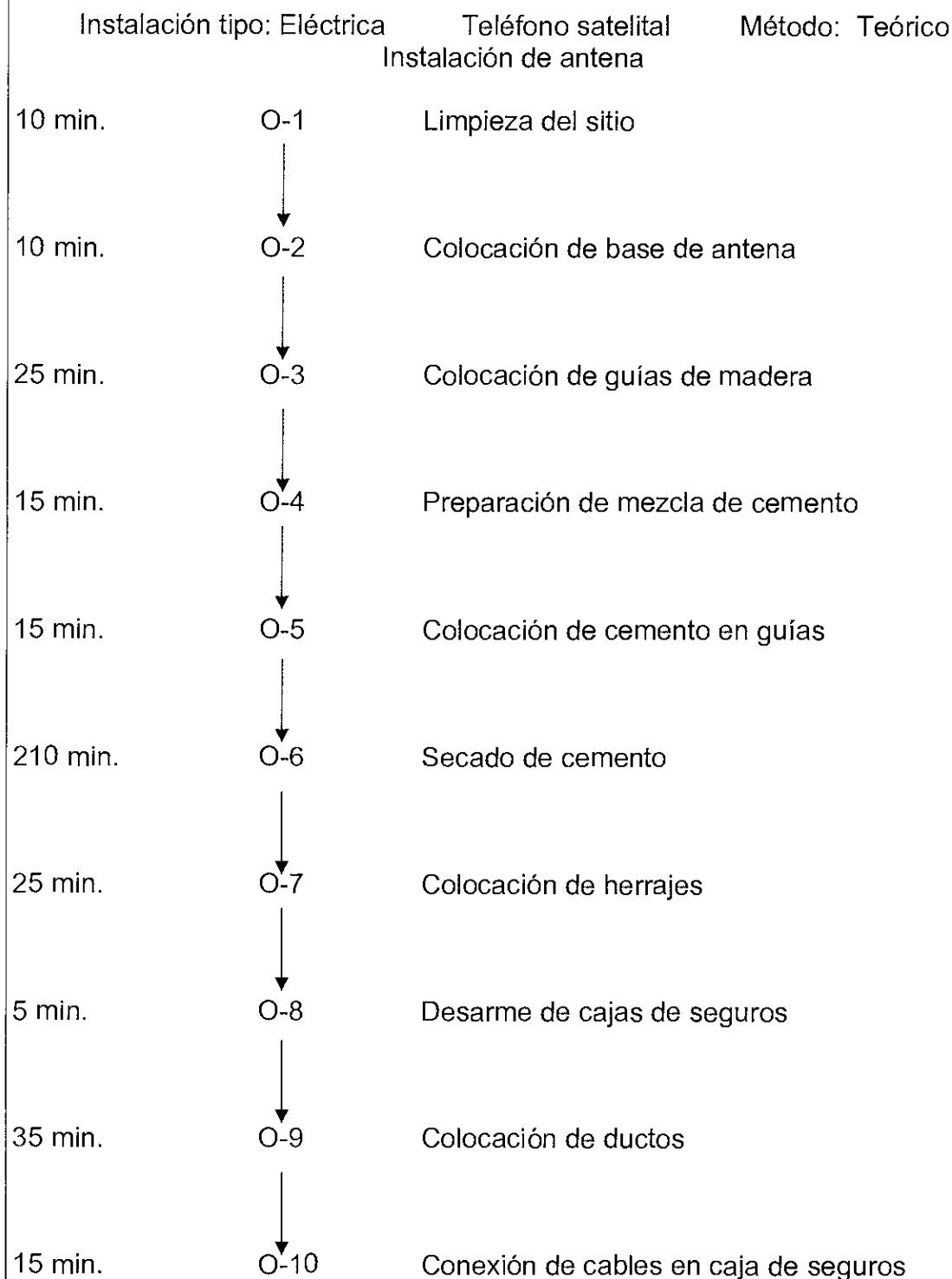
Para este punto nos apoyaremos en lo que es el diagrama de proceso, con el cual podremos determinar la forma en que se están repartiendo las actividades y si en realidad se está aprovechando el tiempo designado a cada actividad de una forma eficiente.

También será una herramienta para poder determinar si contamos con tiempos muertos a lo largo del período de instalación de la estación.

De igual forma nos apoyaremos en el diagrama de flujo para analizar el cauce que tienen las actividades que se ejecutan a lo largo de toda la operación de instalación.

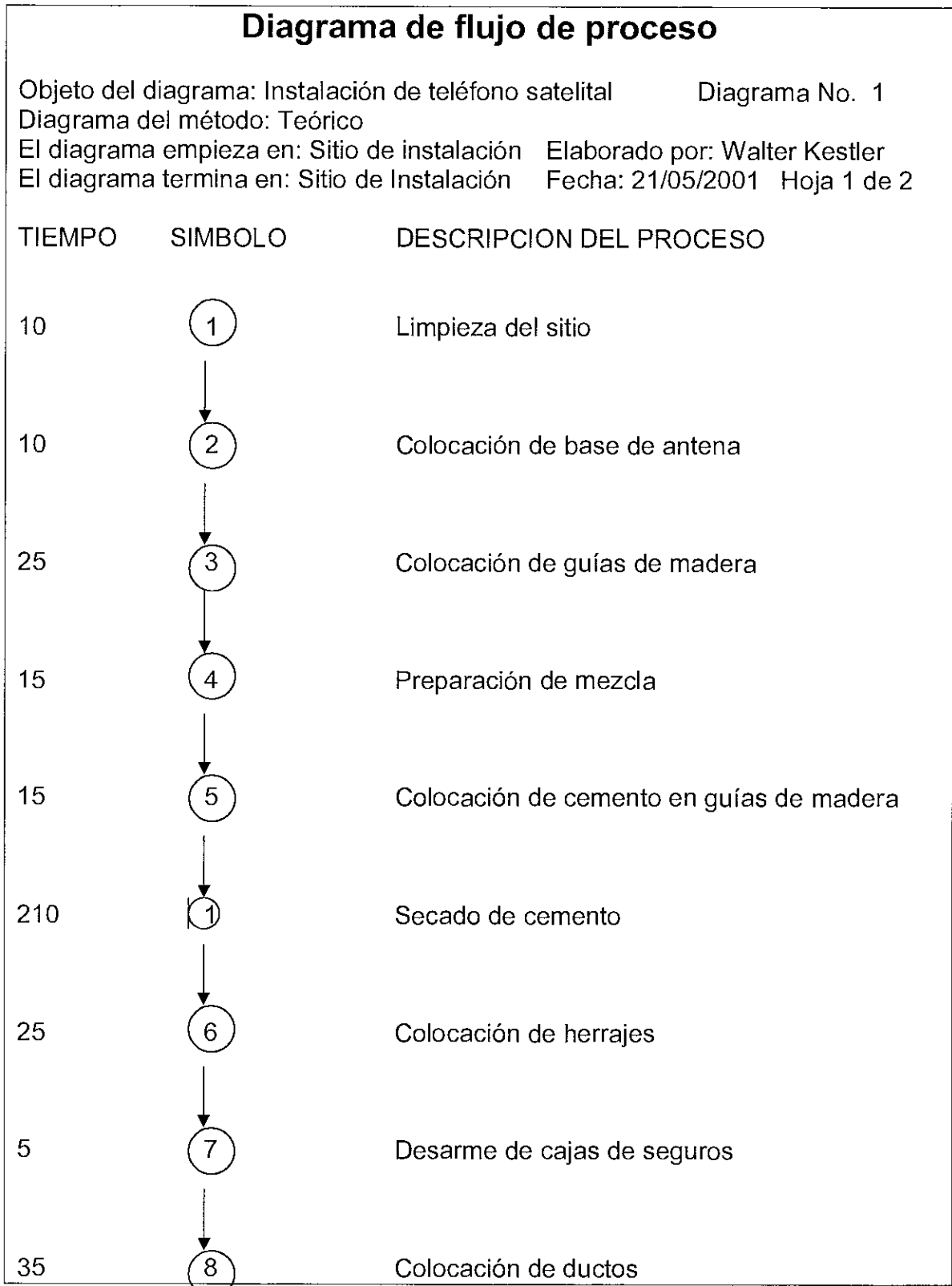
# 1. DIAGRAMA DE OPERACIÓN DE PROCESO

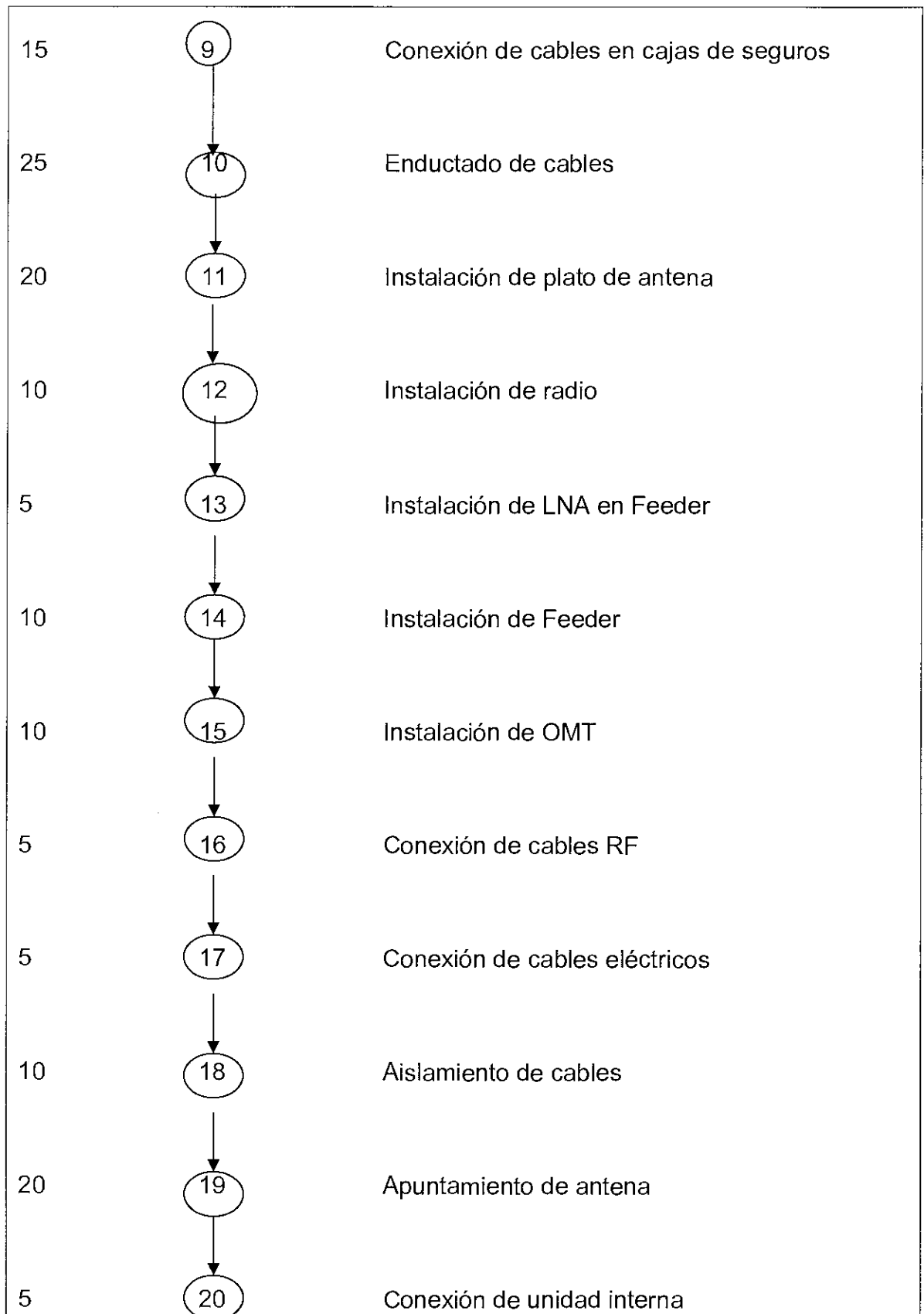
## Diagrama de operaciones de proceso en instalación de teléfono satelital



25 min.	O-11	Enductado de cables
	↓	
20 min.	O-12	Instalación de plato de antena
	↓	
10 min.	O-13	Instalación de radio
	↓	
5 min.	O-14	Instalación de LNA en Feeder
	↓	
10 min.	O-15	Instalación de Feeder
	↓	
10 min.	O-16	Instalación de OMT
	↓	
5 min.	O-17	Conexión de cables RF
	↓	
5 min.	O-18	Conexión de cables eléctricos
	↓	
10 min.	O-19	Aislamiento de cables
	↓	
20 min.	O-20	Apuntamiento de antena
	↓	
5 min.	O-21	Conexión de unidad interna
Resumen:		
Evento	Número	Tiempo
Operaciones	21	490 minutos
Inspecciones	0	0 minutos

## 2. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO





## Resumen

Evento	Número	Tiempo
Operaciones	20	280
Inspecciones	0	0
Actividad combinada	0	0
Retrasos	1	210
Total	21	490

## V. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO PRÁCTICO ACTUAL DE INSTALACIÓN

El método actual de instalación está basado en lo que se encuentran en los manuales proporcionados por el fabricante, además todas las actividades se ejecutan según los entrenamientos que fueron dictados por los técnicos durante las primeras pruebas sobre el equipo utilizado.

No se cambiaron las actividades, ya que la empresa confía mucho sobre la información proporcionada por el fabricante.

La empresa tuvo en cuenta además que era conveniente mantener siempre la política de ocho horas de trabajo para no incurrir en gastos adicionales a los viáticos que se les debe proporcionar a los instaladores y a la vez para no crear insatisfacciones dentro de los grupos sobre el tiempo de trabajo real.

La empresa no está pagando tiempo adicional a los contratistas, ya que no lo considera necesario debido a la información que le proporcionó el fabricante, o sea que el tiempo excedente que utilice el contratista está bajo su responsabilidad.

### A. ANÁLISIS DEL MÉTODO PRÁCTICO ACTUAL DE INSTALACIÓN

Al obtener un análisis sobre la forma en que se están llevando a cabo las instalaciones se puede determinar que las actividades sí se están ejecutando según lo propuesto por el fabricante. Ninguna actividad se está llevando a cabo fuera de lo que dicen los manuales y de la información proporcionada por el soporte técnico de fábrica.

El problema que sí es evidente es el de los tiempos que se están manejando en cada una de las actividades y que la mayoría de ellos están fuera de los propuestos por el soporte técnico. Lo anterior ha provocado que la instalación que se hace diaria toma más tiempo de lo que debería, provocando retrasos en los traslados a los sitios siguientes y se pone en peligro también el resto del equipo que se lleva para las demás instalaciones.

Dentro del análisis también es preciso mencionar que no se ejecutan actividades simultáneas dentro de todo el proceso lo que ocasiona un gran tiempo muerto dentro de este. Este tiempo puede ser aprovechado para realizar otras actividades y agilizar los procesos pendientes.

De igual forma al momento de planificar las actividades simultáneas hay que pensar en que el grupo de trabajo debe ser aumentado para facilitar y acelerar el proceso de instalación.

## B. TIEMPOS ACTUALES DE INSTALACIÓN

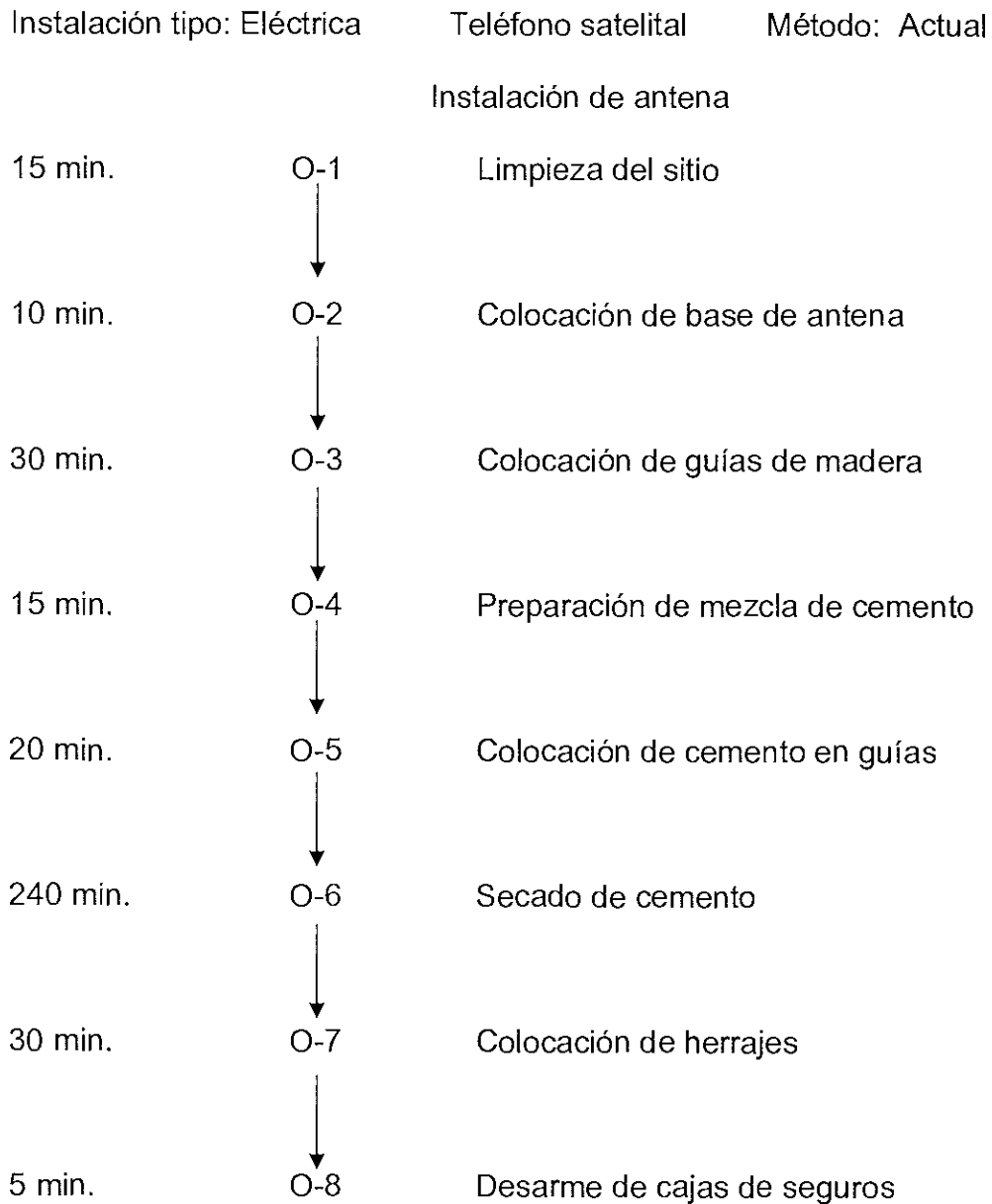
Los tiempos actuales de instalación están dados también en minutos pero a diferencia de los teóricos, estos se tomaron basándose en una filmación realizada en una de las estaciones más recientes. Se tomó la filmación a un grupo considerado por la empresa de los más estándares que tiene en la actualidad

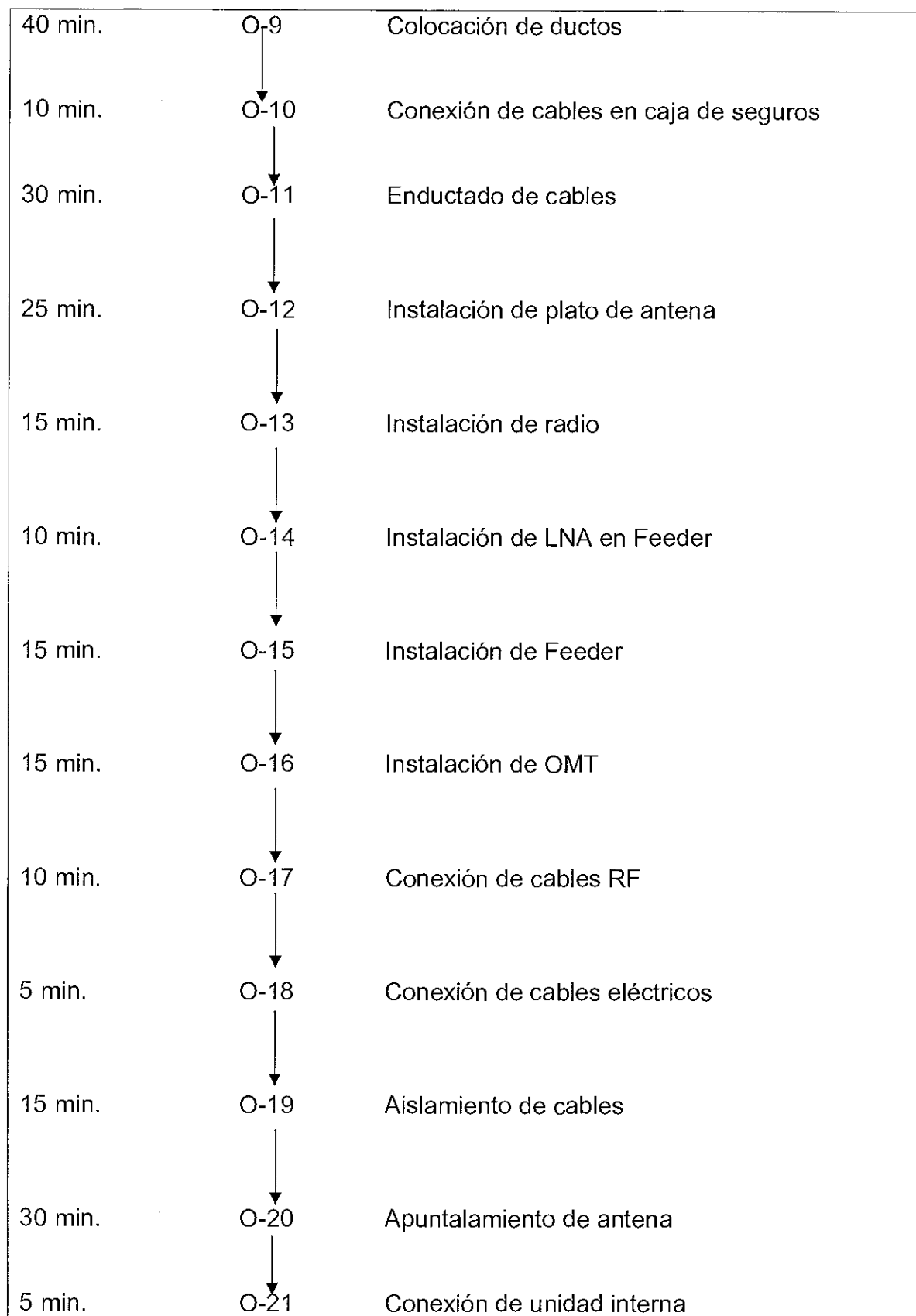
No.	ACTIVIDAD	TIEMPO
A	Limpieza del sitio de instalación	15
B	Colocación de base de antena	10
C	Colocación de guías de madera	30
D	Preparación de mezcla de cemento	15
E	Colocación de cemento en guías	20
F	Secado de cemento	240
G	Colocación de herrajes	30
H	Desarme de caja de seguros eléctricos	5
I	Colocación de ductos	40
J	Conexión de cables en caja de seguros	10
K	Enductado de cables	30
L	Instalación de plato	25
M	Instalación de radio amplificador	15
N	Instalación de LNA en alimentador	10
O	Instalación de alimentador	15
P	Instalación de OMT	15
Q	Conexión de cables RF	10
R	Conexión de cables eléctricos	5
S	Aislamiento de cables	15
T	Apuntalamiento de antena	30
U	Conexión de unidad interna	5
Total tiempos		590 minutos

## C. DIAGRAMA PRACTICO ACTUAL DE INSTALACIÓN

### 1. DIAGRAMA DE OPERACIÓN DE PROCESO

#### Diagrama de operaciones de proceso en instalación de teléfono satelital

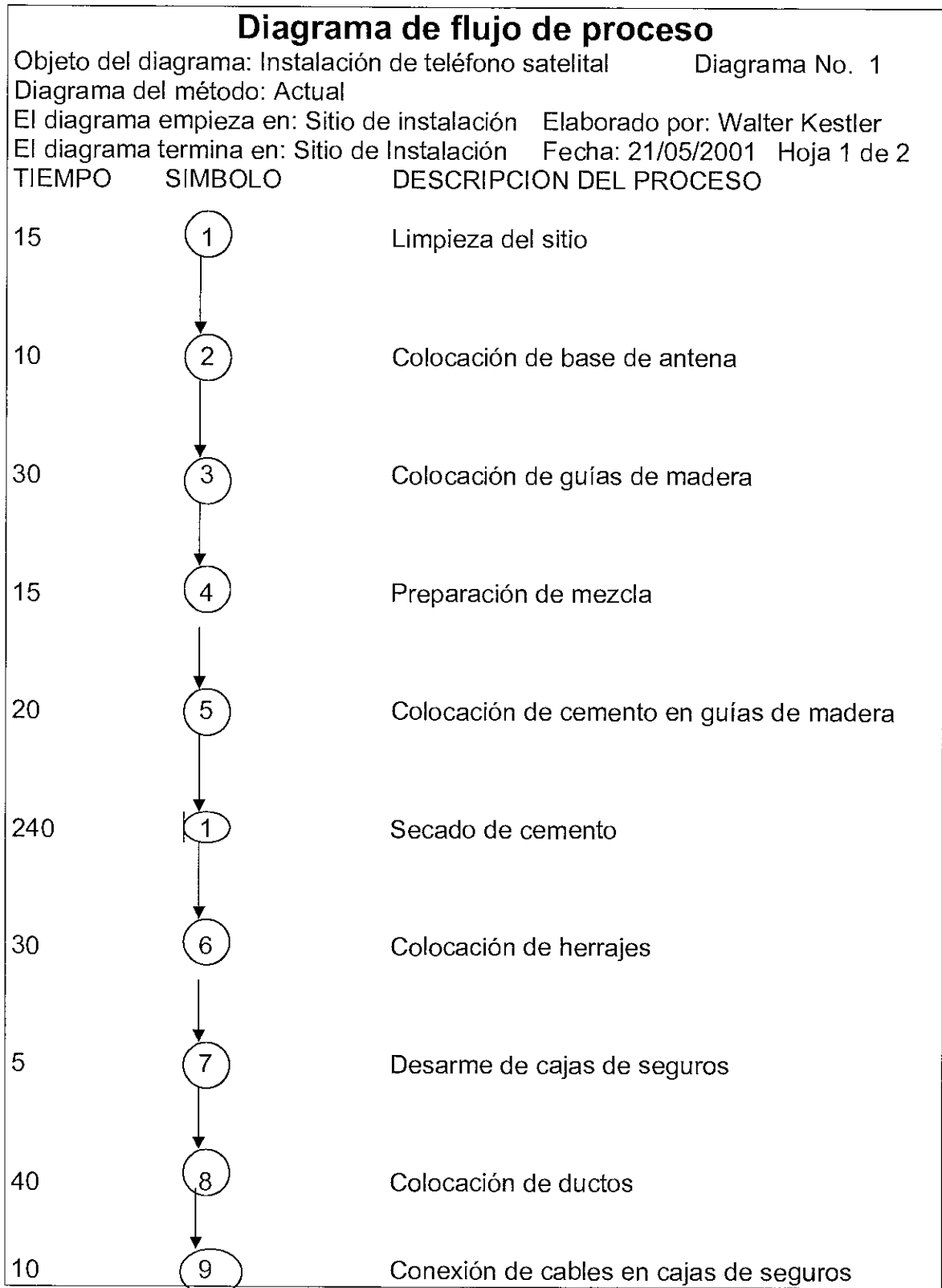


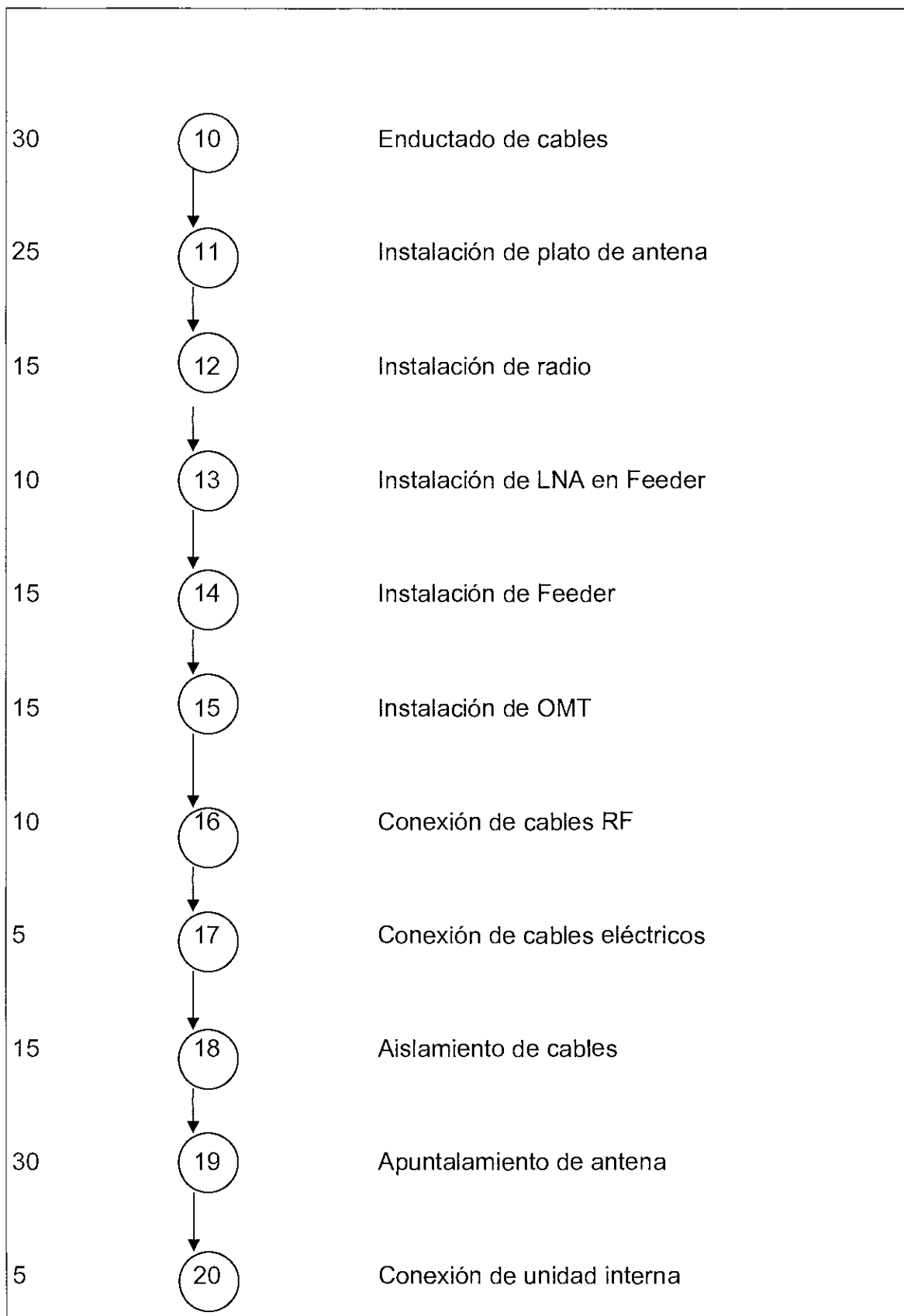


Resumen:

Evento	Número	Tiempo
Operaciones	21	590 minutos
Inspecciones	0	0 minutos

## 2. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO





## Resumen

Evento	Número	Tiempo
Operaciones	20	350
Inspecciones	0	0
Actividades combinadas	0	0
Retrasos	1	240
Total	21	590

## VI. MEJORAS TEORICAS PROPUESTAS PARA EL PROCESO

Como se pudo observar en los puntos anteriores, este proceso de instalación actual y de igual forma el teórico, maneja un tiempo muerto demasiado grande. Sobre este tiempo, la empresa ya tiene conocimiento y de hecho todo el proceso fue diseñado por el fabricante para instalar una estación diaria, ya que para ellos esta cantidad era la justa debido a la naturaleza del mismo proceso y las distancias que se tienen que recorrer para llevar a cabo cada instalación.

Al parecer, todo se encuentra dentro de los límites justos de operación para las personas involucradas en cada uno de los procesos, sin embargo se está descuidando un aspecto importante dentro de las instalaciones como es el traslado que se debe efectuar entre un sitio y otro.

Actualmente estos traslados se están realizando durante la noche al terminar cada instalación para empezar la instalación nueva a primera hora en la mañana siguiente. Por esta razón se pensó en realizar algunas actividades simultáneas para reducir un poco el tiempo de instalación y utilizar este tiempo sobrante para traslados de una estación a otra.

Debemos agregar que dentro de esta propuesta también se incluye el hecho de aumentar el número de personas en el grupo de trabajo de tres personas a cuatro por cada grupo de contratistas que se está utilizando, esto con el fin de realizar las actividades simultáneas que se proponen.

Dentro de los cambios que se proponen, es utilizar cemento mixto listo, ya que reduciría el tiempo de preparación y secado de la misma al propuesto por el fabricante.

Además también se propone, utilizar aceleradores de secado de cemento, los cuales reducen en casi un cincuenta por ciento el tiempo de secado de cemento. Esto nos daría como resultado un tiempo total de instalación mucho más bajo que lo que actualmente tenemos.

Las actividades que se proponen que se hagan simultáneas son las que se describen a continuación:

- a. Colocación de guías de madera a la par de la preparación de la mezcla.
- b. Secado de cemento junto con todas las actividades de instalación eléctrica y las de instalación electrónica.
- c. Dentro de las actividades de instalación electrónica se propone que se lleve ensamblado el LNA al Feeder, desde que se sale de bodega.

## A. AGRUPACION DE ACTIVIDADES SEGÚN METODO PROPUESTO

Las actividades se seguirán agrupando de la forma teórica que se mencionó anteriormente, o sea en los mismos tres grupos grandes de actividades. Únicamente se llevaron a cabo unas modificaciones dentro de estos grupos.

El primer cambio de agrupación se llevó a cabo en lo que es la obra civil, ya que dentro de ésta se incluirá lo que es la instalación del plato de la antena, debido a que no se puede considerar una instalación puramente electrónica porque no lleva ningún tipo de conexión a ninguna parte más que a los herrajes que la sujetan.

El otro cambio que se realizó en la agrupación de la obra civil es la unión de la colocación de las guías de madera junto con la preparación de la mezcla, teniendo en cuenta también que se propuso la utilización de un cemento ya preparado.

En lo que concierne a la parte de instalación eléctrica, se propone agrupar aquí lo que son las conexiones eléctricas de la estación que se llevan a cabo casi al final de todo el proceso actualmente y que fueron agrupadas teóricamente en la parte de instalación electrónica.

Las actividades de la instalación electrónica se reducen al hacer las modificaciones anteriores y debemos añadir que se tendría que llevar desde la bodega el LNA instalado al Feeder, para simplemente montar esta parte al herraje correspondiente. Las demás actividades sí quedan agrupadas de la forma en que se mencionó anteriormente.

## B. TIEMPOS TEORICOS DE METODO PROPUESTO

Los tiempos que se proponen en esta parte como teóricos son los mismos que se colocaron en la sección de tiempos actuales de instalación. Se determinó de esta manera para no afectar así los tiempos que están manejando actualmente los grupos y porque fueron tomados basándose en el desarrollo de un grupo que trabaja a un ritmo promedio.

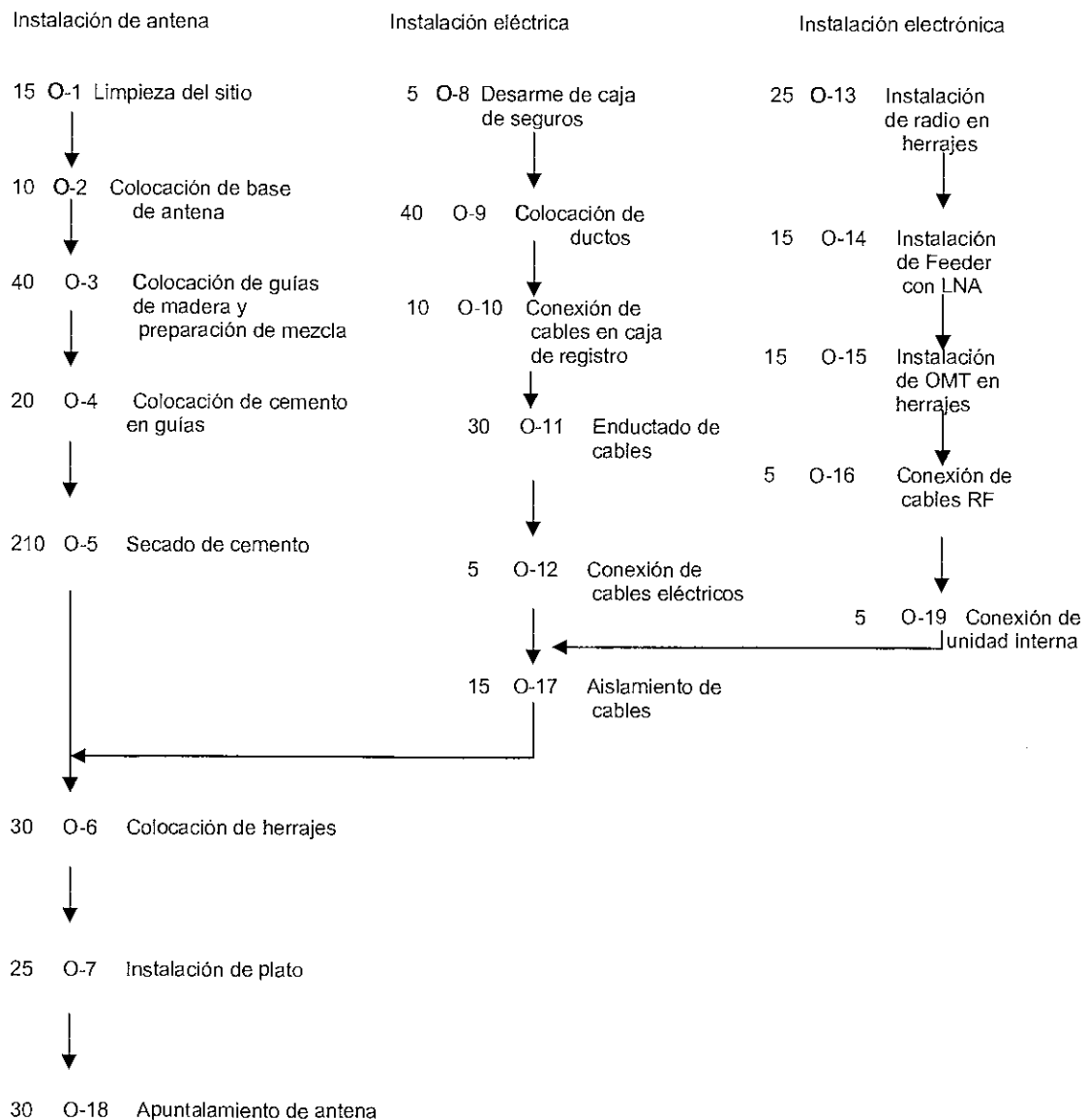
Por otro lado, el objetivo en esta parte es reagrupar y realizar las actividades de tal forma que los grupos de instalación se beneficien en tiempo pero sin incurrir en la necesidad de tener que reducirles los tiempos teóricos de instalación y de esta forma crearles una presión sobre este sentido.

No.	ACTIVIDAD	TIEMPO
A	Limpieza del sitio de instalación	15
B	Colocación de base de antena	10
C	Colocación de guías de madera y preparación de mezcla de cemento	40
D	Colocación de cemento en guías	20
E	Secado de cemento	210
F	Colocación de herrajes e interconexión de componentes	30
G	Instalación de plato de antena	25
H	Desarme de caja de seguros	5
I	Colocación de ductos	40
J	Conexión de cables en cajas de seguros	10
K	Enductado de cables	30
L	Conexión de cables eléctricos	5
M	Instalación de radio en herrajes	25
N	Instalación de alimentador con LNA	15
O	Instalación de OMT	15
P	Conexión de cables RF	5
Q	Aislamiento de cables	15
R	Apuntalamiento de antena	30
S	Conexión de unidad interna	5
Total tiempos		550 minutos

## C. DIAGRAMA TEORICO DE METODO PROPUESTO

### 1. DIAGRAMA DE OPERACIÓN DE PROCESO

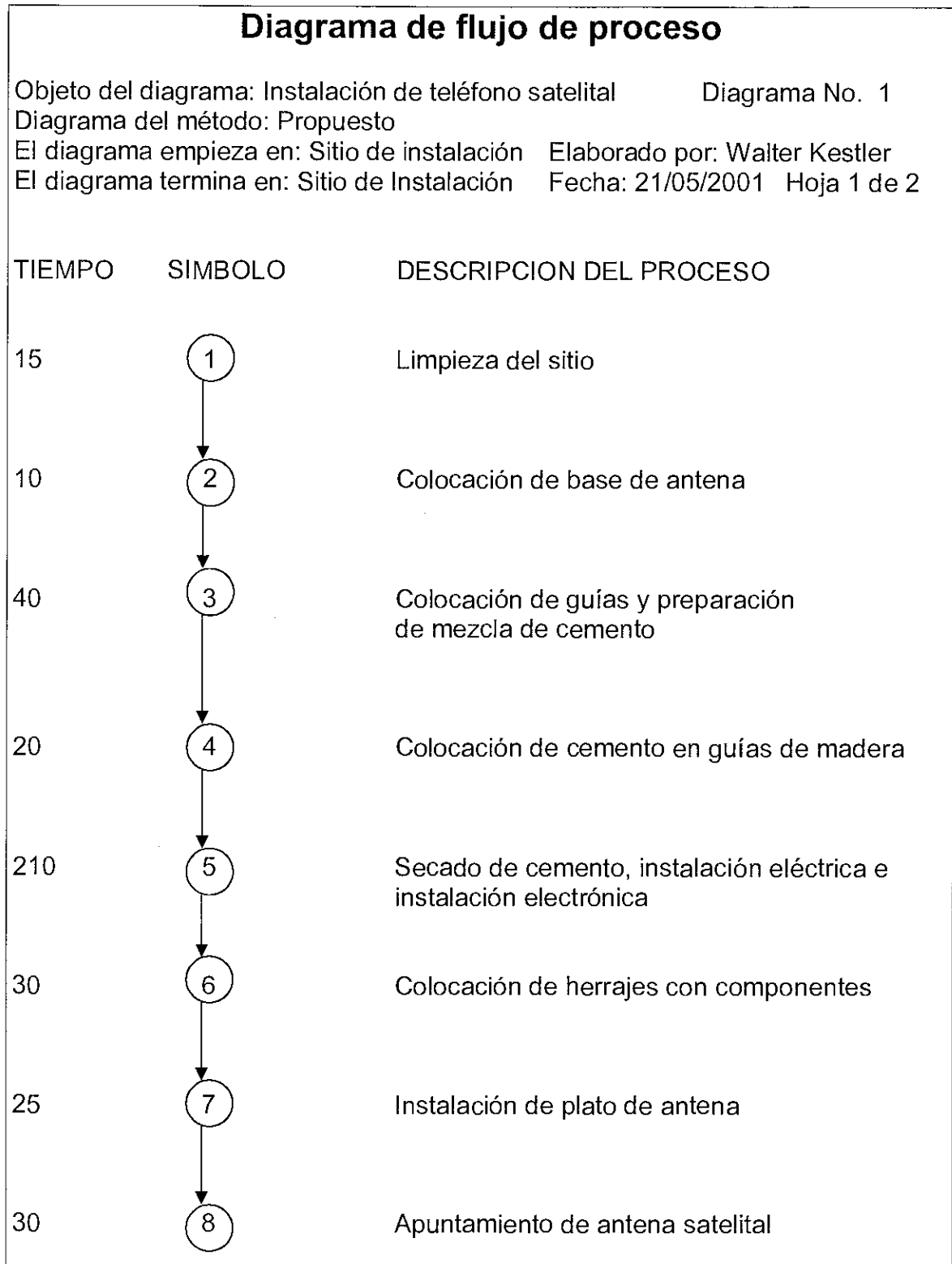
Diagrama de operaciones de proceso en instalación de teléfono satelital		
Instalación tipo: Eléctrica	Teléfono satelital	Método: Propuesto



Resumen:

Evento	Número	Tiempo
Operaciones	19	380 minutos
Inspecciones	0	0 minutos

## 2. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO



Resumen

Evento	Número	Tiempo
Operaciones	8	380
Inspecciones	0	0
Actividades combinada	0	0
Retrasos	0	0
Total	8	380

## VII. RESULTADOS DE APLICACIÓN DE METODO PROPUESTO

Basándose en las propuestas anteriores se realizaron pruebas en las instalaciones que aún quedaban pendientes para determinar qué tanto podían beneficiar a la empresa en sus tiempos de instalación.

Los resultados obtenidos en las pruebas fueron de carácter positivo, tanto para la empresa como para los contratistas que llevaban a cabo las instalaciones.

Todo lo anterior se analiza en los puntos siguientes y se determina de igual forma el beneficio en tiempo obtenido. Este beneficio representa menores costos y menores riesgos para la empresa desde cualquier punto de vista.

### A. TIEMPOS DE INSTALACION SEGÚN METODO PROPUESTO

Los tiempos que se obtuvieron durante las pruebas de instalación que se realizaron basándose en el método propuesto se mantuvieron en promedio, según se describieron en los tiempos actuales de instalación.

Esta situación se esperaba que fuera de esta forma, ya que como se mencionó con anterioridad, los tiempos estaban basados en un grupo de trabajo que se encontraba dentro de la media. Para consultar sobre estos mismos tiempos nos podemos referir a la sección antes mencionada.

Sin embargo, sí se puede observar una baja en los tiempos totales que se utilizan para realizar una instalación completa de una estación, lo cual nos brinda beneficios que se analizarán en la siguiente sección.

## VIII. ANALISIS COMPARATIVO ENTRE METODO ACTUAL Y METODO PROPUESTO

En esta sección se enumerarán las diferencias observables entre el método actual de instalación y el método propuesto, además de realizar un análisis de la forma en que se distribuyen las actividades y los beneficios que se pueden obtener para ambas partes como son el contratista y la empresa.

Es notable que la primera diferencia existente entre ambos métodos es la mejora en tiempo que se obtiene con el método propuesto. Lo anterior viene como resultado del manejo de operaciones simultáneas durante todo el proceso de instalación, ya que nos permite realizar todas las actividades posibles durante el tiempo muerto que se tenía actualmente.

El hecho de llevar una persona más dentro del grupo de trabajo beneficia enormemente, ya que de esta forma se realizan varias actividades al mismo tiempo que se espera el secado del cemento. Esto nos deja como resultado el hecho de que la instalación esté casi terminada al momento en que ambos, cemento y base de la antena, estén listos.

Además hay que mencionar que el hecho de llevar ensamblados algunos componentes electrónicos con anterioridad, como es el caso del LNA puesto en el Feeder, nos beneficia de alguna manera, ya que nos ahorramos un poco de tiempo en actividades que pueden ser preparadas desde antes de la salida a la instalación.

Podemos ver que el tiempo se reduce lo que nos ayuda a poder distribuir lo que se ha disminuido de otra forma para beneficiar a los contratistas y que lo utilicen en traslados hacia estaciones posteriores.

Debido a que la diferencia es de tres horas con treinta minutos podemos considerar esto como un buen tiempo de transporte entre una comunidad y otra, ya que normalmente se otorgan instalaciones que se encuentren sobre la misma región para evitar largos trayectos de transporte.

El hecho de utilizar también un cemento preparado beneficia en una buena medida, ya que nuestro tiempo de espera se ve disminuido a tal punto que se llega al tiempo propuesto por el fabricante desde el principio de las instalaciones.

Esto se podría ver como un mejor beneficio si se pudiera implementar el uso de aceleradores de secado de cemento para reducir en, por lo menos, 50% el tiempo de secado.

Por otro lado se tendrá probablemente la duda de por qué no proponer que todos los componentes sean instalados desde un principio en los herrajes de la

antena. Esto no es posible por el simple hecho que se trabaja con componentes electrónicos muy delicados y que deben ser transportados en sus empaques originales para evitar daños que nos generen costos innecesarios.

Por otro lado, el LNA no tiene peligro de sufrir daños por golpes solamente por agua, pero normalmente el equipo electrónico es transportado en el interior del vehículo.

#### A. OBTENCION EN TIEMPO DEL PORCENTAJE DE OPTIMIZACION DEL PROCESO

En esta sección se presentarán los números finales que se obtuvieron luego de poner a funcionar el método propuesto y tomar las mediciones respectivas sobre el mismo.

Debemos mencionar primero que el tiempo de instalación que se obtuvo con la aplicación del método propuesto fue de 380 minutos, lo que representa un tiempo de 6 horas con 20 minutos comparado contra los 590 minutos o sea 9 horas con 50 minutos que se estaban utilizando con el método actual.

Para obtener el porcentaje de mejora que se obtuvo con el método propuesto, nos basaremos en la fórmula siguiente:

$$\% \text{ MEJORA} = \frac{\text{TIEMPO ACTUAL} - \text{TIEMPO PROPUESTO}}{\text{TIEMPO ACTUAL}} * 100$$

Con esto podremos obtener en porcentaje cuánto se puede optimizar el proceso de instalación si se lleva a cabo con el método propuesto. A continuación se presenta el resultado obtenido.

$$\% \text{ MEJORA} = \frac{590 \text{ minutos} - 380 \text{ minutos}}{590 \text{ minutos}} * 100$$

$$\% \text{ MEJORA} = \frac{210 \text{ minutos}}{590 \text{ minutos}} * 100$$

$$\% \text{ MEJORA} = 0.35593 * 100$$

% MEJORA = 35.59 %

Esto nos lleva a afirmar que si se utiliza el método propuesto para llevar a cabo las instalaciones posteriores, la empresa puede obtener un beneficio en tiempo del 35.59%, lo que implica que reducirá su tiempo de instalación en tres horas con treinta minutos.

Este tiempo, como se mencionó antes, puede ser utilizado para traslados hacia estaciones posteriores de trabajo.

## IX. CONCLUSIONES

- El método propuesto sí cumple con las expectativas que se tenían, ya que sí se logró una mejora considerable en el tiempo de instalación, beneficiándose de esta forma no sólo los contratistas que realizan las instalaciones, sino que también TELECOM.
- Sí se cumplió con el objetivo de reducir en un buen porcentaje los tiempos de instalación que se estaban manejando actualmente en la empresa.
- Poder manejar operaciones simultáneas dentro de un proceso que tiene tiempos muertos grandes dentro del mismo, nos permite reducir en gran medida nuestros tiempos.
- Al mismo tiempo que se piensa en el hecho de manejar operaciones simultáneas dentro de un proceso, hay que analizar si el personal con el que se cuenta es el suficiente como para llevar a cabo estas operaciones de una manera eficiente, de tal forma que podamos cumplir con todas las actividades en un tiempo justo y con una calidad aceptable para el cliente.
- Se debe tener en cuenta y analizar cuáles son los materiales con los que estamos trabajando para buscar en el mercado otros que cumplan con nuestros requisitos, pero que de alguna forma nos faciliten nuestras operaciones y nos lleven a la obtención de una mejora en nuestros tiempos.
- Se deben tomar en cuenta poder operar con materiales nuevos como aceleradores de secado de cemento para reducir los tiempos totales de instalación,.
- Debemos considerar junto con todos los factores anteriores el hecho de realizar actividades antes de partir hacia nuestro sitio de instalación, lo cual nos da un buen resultado al ahorrarnos tiempo en el lugar donde se llevará a cabo la instalación.

## X. RECOMENDACIONES

Es importante que TELECOM pueda poner en práctica los puntos a que se hace referencia a continuación, para que puedan comprobar a lo largo de las instalaciones posteriores los beneficios de poner en práctica las recomendaciones presentadas en esta sección.

- Se debe considerar el hecho de solicitar a cada contratista contar con por lo menos una persona más dentro de cada grupo de instalación y a la vez con mantener un estricto control sobre las actividades asignadas a cada uno para garantizar una buena calidad de instalación al cliente.
- Sería una buena medida utilizar cemento listo para realizar la instalación de la base de la antena, así como mantener un buen control por parte de la empresa para garantizar esto y obtener las mejoras ya antes mencionadas.
- Se debería considerar el hecho de utilizar aceleradores de secado de cemento, los cuales se pueden encontrar en el mercado y que nos ayudarían a reducir de una manera más drástica el tiempo total de operación.
- Se debería supervisar con cierta periodicidad a los grupos de trabajo para determinar si se están llevando a cabo las operaciones de manera simultánea y de esta forma tener garantía sobre los tiempos de instalación que se estarían manejando.
- Por último se debería tomar en cuenta mandar algunos componentes electrónicos ya ensamblados, como se mencionó en una de las secciones anteriores, para reducir más los tiempos de instalación que se tienen en la actualidad.

## XI. BIBLIOGRAFÍA

- Niebel, B. 1996. Ingeniería Industrial: Métodos, Tiempos y Movimientos. 9ª. Edición. Alfaomega. 880 pp.
- Titan Wireless. 1996. Xpress Connection: Installation and Operation Manual. 88 pp.
- Titan Wireless. 1997. Manual de Conexión y manejo de equipo para Telefonía Rural. 50 pp.

