



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Civil

## **CRITERIOS DE SUPERVISIÓN PARA PROYECTOS DE TELECOMUNICACIONES DIGITALES**

**Renato Alexander Recinos Gavarrete**  
Asesorado por el Ing. Mario Luis Ángel Ruiz

Guatemala, marzo de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**CRITERIOS DE SUPERVISIÓN PARA  
PROYECTOS DE TELECOMUNICACIONES DIGITALES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**RENATO ALEXANDER RECINOS GAVARRETE**  
ASESORADO POR EL ING. MARIO LUIS ÁNGEL RUIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, MARZO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

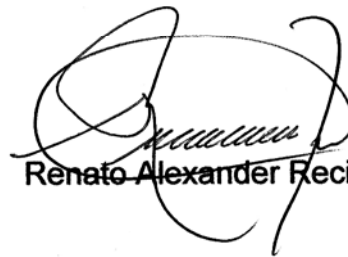
DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Francisco Ruiz Cruz
EXAMINADOR	Ing. Gabriel Ordoñez Morales
EXAMINADOR	Ing. Armando Ola Hernández
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

### **CRITERIOS DE SUPERVISIÓN PARA PROYECTOS DE TELECOMUNICACIONES DIGITALES**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,  
con fecha marzo 2009.



**Renato Alexander Recinos Gavarrete**

Guatemala, 07 de noviembre de 2011

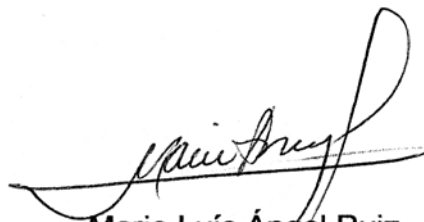
Licenciado  
Manuel Maria Guillen Salazar  
Jefe del Departamento de Planeamiento  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Presente.

Estimado Licenciado:

Me complace saludarle, haciendo referencia a la solicitud de aprobación del punto de trabajo de graduación, presentado por el estudiante de la carrera de Ingeniería Civil, RENATO ALEXANDER RECIOS GAVARRETE con carné 1994-16389, titulado **"CRITERIOS DE SUPERVISION PARA PROYECTOS DE TELECOMUNICACIONES DIGITALES"**, que ha sido asesorado por su servidor.

Al respecto, me permito informarle que después de las revisiones y correcciones correspondientes, el trabajo esta finalizado, por lo que solicito su revisión para continuar con el tramite correspondiente.

Atentamente,



Mario Luis Ángel Ruiz  
Ingeniero Civil  
Colegiado No. 3702  
Asesor

Tel. Oficina 2420-6767  
Tel. Mobil 4150-7874



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
www.ingenieria-usac.edu.gt



Guatemala,  
23 de enero de 2012

Ingeniero  
Hugo Leonel Montenegro Franco  
Director Escuela Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos


Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **CRITERIOS DE SUPERVISIÓN PARA PROYECTOS DE TELECOMUNICACIONES DIGITALES**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Renato Alexander Recinos Gavarrete, quien contó con la asesoría del Ing. Mario Luis Ángel Ruiz.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

  
Lic. Manuel María Guillén Salazar  
Jefe del Departamento de Planeamiento



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
PLANEAMIENTO  
USAC

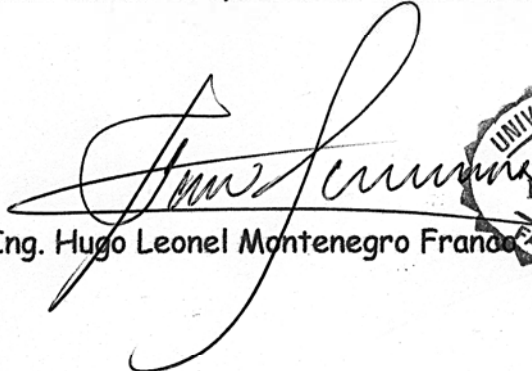
/bbdeb.




UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
www.ingenieria-usac.edu.gt



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Mario Luis Ángel Ruiz y el Coordinador de el Departamento de Planeamiento, Lic. Manuel María Guillén Salazar, al trabajo de graduación del estudiante Renato Alexander Recinos Gavarrete, titulado **CRITERIOS DE SUPERVISIÓN PARA PROYECTOS DE TELECOMUNICACIONES DIGITALES**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, febrero de 2012.

/bbdeb.





DTG. 096.2012

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **CRITERIOS DE SUPERVISIÓN PARA PROYECTOS DE TELECOMUNICACIONES DIGITALES**, presentado por el estudiante universitario **Renato Alexander Recinos Gavarrete**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, 1 de marzo de 2012

/gdech





## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por ser quien me ha dado todo en la vida y me ha permitido culminar mi carrera.
- Mi madre** Aurora Gavarrete, por su apoyo y sacrificios.
- Mis hermanos** Ramón y Claudia, por la oportunidad que me brindaron.
- Mi esposa e hija** Mabel y Mariel, por su comprensión y apoyo incondicional en todo momento.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**A la Facultad de Ingeniería**      Por los conocimientos que me brindó.  
**de la Universidad de San**  
**Carlos**

**Telecomunicaciones de**      Por su apoyo y oportunidad de realizar mi  
**Guatemala**      trabajo de graduación.

**Mi asesor**      Ingeniero Mario Ángel Ruiz, por las  
observaciones y sugerencias que  
contribuyeron en la calidad del presente  
trabajo de graduación.

**Arq. Maritza Rosales**      Por su apoyo incondicional para realizar este  
trabajo.

# ÍNDICE

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN .....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII
1. MARCO OPERATIVO DE UNA SUPERVISIÓN .....	1
1.1. La supervisión técnica de obra .....	1
1.2. Delegación de autoridad .....	4
1.3. El supervisor, facilitador del proyecto .....	5
1.4. Perfil y responsabilidades del supervisor .....	6
1.5. Tipos de proyectos a supervisar .....	8
2. EL PROCESO DE SUPERVISIÓN .....	13
2.1. Planificación del proyecto .....	13
2.1.1. Estudio de anteproyecto .....	14
2.1.2. Aprobación de diseño .....	14
2.1.3. Replanteo del proyecto .....	14
2.1.4. Cronograma de trabajo (Diagramas de Gantt)..	15
2.1.5. Planos, normas y especificaciones a cumplir ...	20
2.1.6. Solicitud de fianzas y licencias .....	20
2.1.7. Aspectos gubernamentales.....	21
2.1.8. Aspectos ambientales .....	22

2.2.	Ejecución del proyecto .....	24
2.2.1.	Presencia del supervisor en obra .....	24
2.2.2.	Cumplimiento de planos de diseño .....	26
2.2.3.	Cumplimiento de normas y especificaciones ...	29
2.2.4.	Cumplimiento a condiciones de contrato .....	30
2.2.5.	Evaluación y solución de imprevistos.....	32
2.2.6.	Ejecución de fianzas .....	32
2.2.7.	Recepción de fases del proyecto .....	34
2.2.8.	Personal y equipo del contratista .....	36
2.3.	Aceptación del proyecto .....	37
2.3.1.	Protocolo de aceptación de obra .....	37
2.3.2.	Cumplimiento de normas y especificaciones...	38
2.3.3.	Conciliación por obra construida .....	38
2.3.4.	Acuerdos por trabajos extras .....	39
2.3.5.	Orden de cambio .....	39
2.3.6.	Orden de trabajo suplementario .....	40
2.3.7.	Aprobación de incumplimientos .....	40
2.3.8.	Supervisión, recepción y liquidación de obra construida .....	41
2.3.9.	Liquidación de la relación contractual .....	41
3.	INFRAESTRUCTURA DE INTERCONEXIÓN DE RED.....	43
3.1.	Obra enterrada .....	43
3.1.1.	Canalizado .....	43
3.1.1.1.	Flexo-ducto: fibra óptica .....	45
3.1.1.2.	PVC: cable de cobre coaxial.....	47
3.1.1.3.	Optimización de vías.....	49
3.1.1.4.	Optimización de registros.....	50

	3.1.1.5.	Seguridad de registros.....	51
	3.1.1.6.	Cableado estructurado.....	52
	3.1.1.7.	Pozos de visita.....	54
	3.1.1.8.	Obras especiales.....	55
	3.1.1.9.	Tipos de cimentaciones .....	56
	3.1.1.10.	Mediciones de red enterrada.....	58
	3.1.1.11.	Calibración de canalización .....	60
3.2.	Obra vista .....		60
	3.2.1.	Posteado .....	60
	3.2.1.1.	Cable de cobre.....	61
	3.2.1.2.	Fibra óptica .....	63
	3.2.1.3.	Cable coaxial .....	64
	3.2.1.4.	Topologías: alturas de postes ....	65
	3.2.1.5.	Máximos y mínimos .....	69
	3.2.1.6.	Análisis costo-beneficio por utilización de postes .....	73
	3.2.1.7.	Distribución de red .....	75
	3.2.1.8.	Mediciones de red descubierta....	77
3.3.	Torres y mástiles.....		78
	3.3.1.	Topografía.....	79
	3.3.2.	Altura de estructuras.....	79
	3.3.3.	Obras complementarias.....	80
	3.3.4.	Seguridad de infraestructura.....	82
4.	ACTIVIDADES DE CAMPO Y ADMINISTRACIÓN .....		83
	4.1.	Utilidad de la bitácora .....	83
	4.1.1.	Registro de avance de obra.....	84
	4.1.2.	Registro de cambios de diseño.....	85

4.1.3.	Registro de imprevistos.....	86
4.1.4.	Registro de aprobación y rechazo de obra.....	86
4.1.5.	Utilidad de correos electrónicos.....	87
4.1.6.	Acuerdos logrados supervisor-contratista.....	88
4.2.	Seguimiento al proyecto por diagrama de Gantt .....	88
4.3.	Aprobación de actas por conciliación de obra.....	89
4.4.	Solicitud de permisos gubernamentales.....	90
4.5.	Bodegas del contratista.....	92
4.6.	Soporte de archivo fotográfico / videos.....	93
CONCLUSIONES.....		95
RECOMENDACIONES.....		97
BIBLIOGRAFÍA.....		99
APÉNDICES.....		101



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Organigrama de la organización propuesta.....	4
2.	Planta exterior telefónica.....	9
3.	Distribución de red de cableado estructurado.....	10
4.	Trabajos de obra civil especiales –muros reforzados-.....	11
5.	Montaje de torres auto-soportadas.....	12
6.	Seguimiento a un proyecto por Diagrama de Gantt.....	19
7.	Detalle típico de canalización.....	44
8.	La fibra óptica.....	45
9.	El cable coaxial.....	47
10.	Distribución de cable coaxial.....	48
11.	Detalle de registro telefónico.....	50
12.	Distribución de servicio telefónico.....	61
13.	Distribución de postes telefónicos.....	62
14.	Distribución de fibra óptica.....	63
15.	Costos por instalación de postes.....	74
16.	Distribución de red telefónica.....	76

## TABLAS

I.	Cantidades y unidades de construcción para estación celular telefónica .....	17
II.	Norma para elaboración de planos constructivos .....	27

III.	Proporciones típicas del concreto .....	58
IV.	Parámetros de medición eléctrica .....	59
V.	Postes de madera para telefonía .....	67
VI.	Diámetros y perímetros de postes en pulgadas .....	70
VII.	Diámetros y perímetros de postes en centímetros .....	70
VIII.	Resistencia a la carga de ruptura en postes de madera .....	71
IX.	Norma de retención para postes de madera .....	71
X.	Longitud de postes de madera según su clase .....	73
XI.	Parámetros de medición eléctrica .....	78
XII.	Costos de construcción .....	91

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>A</b>	Ampere, unidad utilizada para denominar la intensidad de corriente eléctrica.
<b>Ø</b>	Diámetro
<b>PVC</b>	Ducto protector de la clase monotubular, compuesto por un material termoplástico (cloruro de poli-vinilo rígido).
<b>M<sup>2</sup></b>	Metro cuadrado
<b>M<sup>3</sup></b>	Metro cúbico
<b>ML</b>	Metro Lineal
<b>PSI</b>	<i>Pouns per square inch</i> = libra por pulgada cuadrada
<b>Ohm</b>	Resistencia entre dos puntos de un conductor al paso de corriente de 1 ampere con un voltaje de 1 voltio.

## GLOSARIO

<b>Atenuación</b>	Es el decremento en magnitud de una onda mientras esta viaja en medio de un transmisor, sea un cable o un circuito; su unidad de medida es el Decibel.
<b>Bitácora</b>	Libro de anotaciones donde se registra de manera cronológica el desarrollo de un proyecto; información que es usada para un proceso de liquidación.
<b>Capacitancia</b>	Es la propiedad de un material dieléctrico situado en medio de dos conductores, de almacenar electricidad cuando existe una diferencia de potencial entre los conductores, su unidad de medida es el Faradio.
<b>Catenaria</b>	Es la curvatura de un elemento referida al horizonte, manteniendo una rigurosa distancia constante del suelo.
<b>Contrato</b>	Instrumento jurídico de conformidad con las leyes de la República de Guatemala y políticas internas de una empresa, donde se norman derechos y obligaciones de ambas partes, para la ejecución de trabajos de un determinado proyecto.
<b>Diafonía</b>	Transferencia no deseada de señal entre distintos canales de un equipo o pares de un cable.

<b>Equipamiento</b>	Se refiere a la instalación de equipos con los que se brindan los diferentes servicios de telecomunicaciones como voz, video y datos.
<b>Fianzas</b>	Documentos donde se detallan los valores económicos de un proyecto que garantizan su calidad y funcionamiento.
<b>Imprevistos</b>	Situaciones fuera del alcance de una empresa, que deben ser resueltos para la continuidad de un proyecto.
<b>In situ</b>	Vocablo utilizado en construcción, para indicar la extracción de un material, se interpreta “en el lugar”.
<b>Operador</b>	Entidad privada que se dedica al crecimiento de las telecomunicaciones, para brindar diferentes servicios de acuerdo con el avance tecnológico.
<b>Replanteo</b>	Es el recorrido físico al área de trabajo asignada para determinar cambios en unidades y cantidades de trabajo que van a ejecutarse.
<b>Ruido</b>	Es cualquier tipo de señal indeseable ajena a la de un mensaje hablado o de cualquier otra índole, que se transmite por un par telefónico.
<b>Topografía</b>	Es el estudio del conjunto de particularidades de la configuración de un terreno natural.

**Voltaje**

Es la diferencia de potencial entre dos puntos de un circuito, donde puede existir la circulación de una corriente; su unidad de medida es el Volt.



## RESUMEN

El avance de las telecomunicaciones a nivel mundial dio paso a que en Guatemala, a partir de la década de los `90, se tomaran las acciones a nivel gubernamental e iniciativa privada, para descentralizar los servicios de comunicación, los cuales estaban monopolizados por el gobierno central; es así como empresarios privados apuestan por el crecimiento tecnológico, el cual hasta nuestros días sigue creciendo de forma exponencial.

El crecimiento de las telecomunicaciones va de la mano con la innovación de nuevas prácticas constructivas, para la optimización de recursos y espacios físicos utilizados para su equipamiento, con el objetivo de expandir de forma eficiente los servicios de comunicación, voz, datos y vídeo, a todos los clientes que buscan los avances tecnológicos con las empresas que ofertan estos servicios.

Las limitaciones de acceso a estos servicios, han quedado atrás, ahora existe un mercado libre de oferta y demanda, donde todos pueden tener acceso a la tecnología.

Esta dinámica de inversión requiere de un seguimiento técnico para garantizar la calidad de los proyectos de telecomunicaciones, igualmente surge la necesidad de contar con instrumentos que apoyen dicho seguimiento técnico, siendo esta una razón fundamental para la elaboración de este documento.

Finalmente, se considera que este instrumento puede ser de utilidad, para dar a conocer las actividades de una supervisión, para facilitar y hacer eficiente su tarea diaria en proyectos de telecomunicaciones, así como para entidades gubernamentales y no gubernamentales, empresas privadas en general, para quienes está a la disposición el presente documento.

# OBJETIVOS

## General

Crear una herramienta de supervisión para la construcción de proyectos de telecomunicaciones, y dar a conocer la importancia de la supervisión en el campo para el éxito de un proyecto de telecomunicaciones.

## Específicos

1. Desarrollar una guía de supervisión para proyectos de telecomunicaciones, relacionados con la interpretación de planos, especificaciones técnicas, económicas y disposiciones especiales.
2. Estandarizar procedimientos que deben seguirse para lograr una supervisión eficiente y eficaz, que faciliten el desarrollo de los proyectos de telecomunicaciones.
3. Proveer de un instrumento a empresas dedicadas a las telecomunicaciones, que incluyan los conceptos y criterios fundamentales de supervisión, para que sean tomados en cuenta por las altas gerencias.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la tecnología cambia con tal velocidad que no da oportunidad a las telecomunicaciones a quedarse limitadas en su desarrollo, por ello la necesidad de búsqueda de nuevas prácticas constructivas para brindar servicios de comunicación.

Es así como un proyecto de telecomunicaciones, de crecimiento o modernización de redes telefónicas, mejora el funcionamiento de las plantas interna y externa, adecuando la tecnología actual en búsqueda del crecimiento de clientes satisfechos.

Los primeros resultados obtenidos, se enfocan a la sustitución de la infraestructura de cables de cobre por redes de fibra óptica, las cuales optimizan el factor principal para el éxito de un proyecto de telecomunicaciones, como es el tiempo, el cual es determinante para cubrir la demanda de usuarios ante las empresas que ofertan el mercado.

En el capítulo uno, se describe el marco operativo de la actividad de supervisión, así como las características del perfil y responsabilidades con las que debe contar un supervisor y conocer los tipos de proyectos a supervisar.

En el segundo, se detallan las etapas de un proceso de supervisión, como la planificación, ejecución y aceptación de los proyectos; utilizando métodos gráficos para seguimiento y formatos que se deben cumplir por parte de la empresa contratista. También, se conocerá la importancia del cumplimiento de normas, especificaciones y disposiciones especiales que deben ser del conocimiento de la persona asignada a la actividad de supervisión.

En el capítulo tres, se describirá la infraestructura de interconexión de redes telefónicas, con sus derivadas aplicaciones, dependiendo de la necesidad de atención a clientes y de acuerdo con los avances tecnológicos. Se ampliará sobre las técnicas y tipos de materiales, que se necesitan para el montaje de equipos que brindan los servicio de voz, datos y vídeo.

En el cuarto capítulo, se incluyen las actividades de campo y administración, dando a conocer la importancia de la bitácora de campo, como herramienta de un supervisor, para conocer el proceso de ejecución de un proyecto, siendo este un libro de anotaciones de vital importancia para conocer antecedentes y cambios aprobados. Así también, introducir nuevas técnicas de comunicación como los correos electrónicos, vídeos y registros fotográficos digitales, que avalan los renglones de trabajo de la obra enterrada.

Estudios actuales han demostrado que parte de los problemas en la ejecución de proyectos de infraestructura de telecomunicaciones, provienen de la ejecución del proyecto sin una supervisión adecuada. Se considera que una estandarización de criterios para supervisión en proyectos de telecomunicaciones, es de utilidad para las empresas que desarrollan trabajos de infraestructura de telefonía.

# **1. MARCO OPERATIVO DE UNA SUPERVISIÓN**

## **1.1. La supervisión técnica de obra**

Se refiere al empleo de una metodología para realizar las actividades de interpretación de un proyecto y coordinación de las actividades para su ejecución, así como el cumplimiento de normas y requerimientos para el control de avances físicos y presupuestarios del mismo.

Los métodos o técnicas de la supervisión insitu y supervisión aleatoria, son formas determinadas de hacer algo; es decir, son instrumentos con los que se miden resultados; normalmente se tienen 3 etapas, las cuales son:

- Planificación
- Ejecución
- Aceptación

En la etapa de planificación, se contempla que los proyectos cumplan con las necesidades de los clientes a corto, mediano y largo plazo; información básica para proyectar el crecimiento en cada una de las etapas y así cuantificar la infraestructura necesaria para cubrir la demanda, así como evaluar dos actividades importantes que pueden afectar el desarrollo total de un proyecto: la primera, verificar que los estudios de demanda se vean reflejados en los planos de diseño con todos los detalles constructivos y si las cantidades presupuestadas son correctas; la segunda, asegurarse que no existan limitantes que impidan el inicio de un proyecto.



De existir inconvenientes para el cumplimiento de estas dos actividades, debe ser informado el personal responsable de la administración de la ejecución del proyecto.

En la etapa de ejecución, la cual inicia con la autorización formal por parte de la administración de la ejecución del proyecto, se desarrollan las actividades de cumplimiento de planos y especificaciones, para garantizar los costos de presupuesto y calidad de las cantidades de trabajo del proyecto, tomando en cuenta lo siguiente:

- Contrato legal
- Notificación de contrato abierto
- Obtención de permisos gubernamentales y privados
- Entrega de anticipos
- Presentación de cronogramas de trabajo y actualización de planos
- Construcción de obra civil
  - Canalización
  - Celdas y torres
- Redes de cobre, coaxial y fibra óptica
  - Posteo
  - Inmersión de cables
  - Suspensión de cables en postes
  - Pasivos y activos (Coaxial)
  - Empalmes y fusiones
  - Elementos de distribución

- Planta interna
  - Fuerza y clima
  - Transmisión y conmutación
  - Datos
  - Telefonía móvil

El supervisor debe conocer cada una de las áreas que involucra un proyecto de telecomunicaciones para poder medir los avances y ser facilitador para que se ejecute en los tiempos acordados en el cronograma.

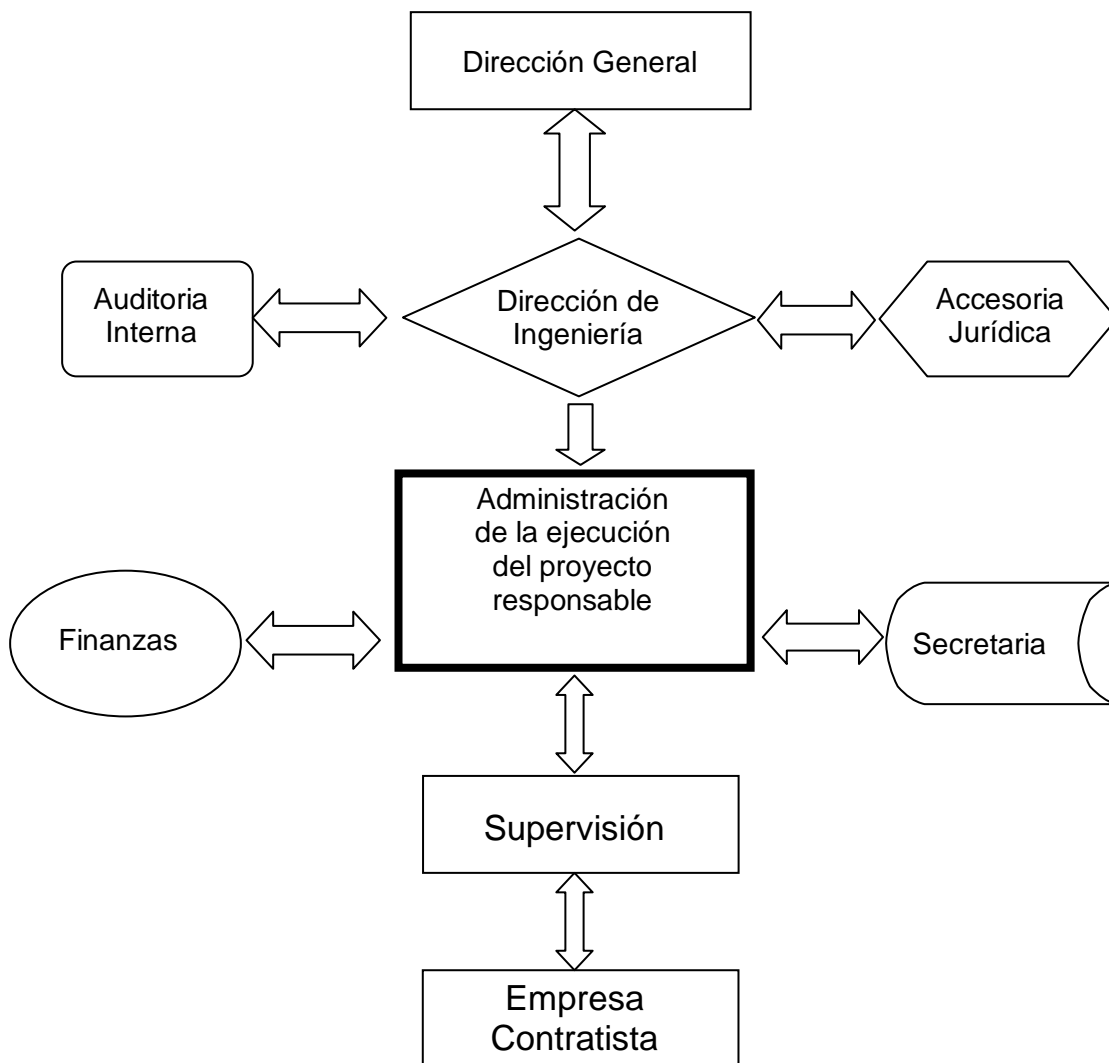
En la etapa de aceptación cuantitativa y cualitativa, la cual corresponde a la recepción de trabajos realizados, así como planos finales y cuadros de cantidades y unidades de medida, se liquidan técnicamente los mismos, a satisfacción de la supervisión responsable.

También se determina la aplicación de garantías, como la conservación de obra y calidad de funcionamiento; así como penalizaciones según el tipo y monto económico del proyecto, las cuales van relacionadas con cantidades porcentuales de retención al momento de una liquidación total.

## 1.2. Delegación de autoridad

La estructura administrativa de una empresa debe estar relacionada con la estructura operativa, para el logro de sus objetivos.

Figura 1. Organigrama de la organización propuesta



Fuete: elaboración propia.

### **1.3. El supervisor, facilitador del proyecto**

Un supervisor tiene como principal responsabilidad cumplir con el programa de trabajo establecido para la ejecución del proyecto, ya que el factor tiempo acompaña al éxito de un proyecto.

Así también, el supervisor es la persona que respeta la planificación de un proyecto, normas y procedimientos; aclara inquietudes, evalúa el avance físico de los proyectos y autoriza cambios por imprevistos, de acuerdo con la práctica adquirida a través de su experiencia laboral, que le ayuda a ser una persona de pensamiento lógico y ordenado; claro en sus exposiciones o demostraciones y con un modelo en la conducta y modales.

Uno de los aspectos importantes que contribuyen al éxito de un proyecto bajo una supervisión, en la rutina diaria, es poseer y saber utilizar sus cualidades de orientador y guía en cada una de las etapas propias para cada proyecto.

El supervisor es un enlace de comunicación entre la empresa que representa y la empresa contratista, quien deberá canalizar la información de acuerdo con la estructura organizacional de la empresa o ente gubernativo correspondiente, actividad que se debe realizar en tiempo real; es decir oportunamente, para evitar demoras o cambios en los programas de trabajo.

#### **1.4. Perfil y responsabilidades del supervisor**

Con base en la estructura operativa de empresas que se dedican a la construcción de telecomunicaciones, el supervisor debe ser una persona que cumpla metas de acuerdo con las etapas de un proyecto. Para dar cumplimiento a esta responsabilidad un supervisor, debe poseer características como:

- Responsabilidad: para cumplir con el tiempo y presupuestos asignados para el desarrollo de un proyecto y velar por los intereses de la empresa que lo autorizo.
- Liderazgo: para la toma de decisiones y resolución de imprevistos de acuerdo con las mejores prácticas de ingeniería apegadas al proyecto.
- Iniciativa y creatividad: para dar continuidad a los programas de trabajo y presentar los cambios oportunos al proyecto.
- Confianza: para dar el mejor esfuerzo y aportar su experiencia adquirida con sus conocimientos aprendidos académicamente, con base en la capacitación recibida por la empresa que representa, obteniendo resultados satisfactorios del proyecto construido.
- Integridad: para ser un representante de la empresa que lo contrató en la actividad de supervisor, la cual depositará en él todos los recursos necesarios para el buen desempeño de su labor.

- Trabajo en equipo: ya que los proyectos requieren una interrelación con entidades internas y externas, las cuales deben intervenir oportunamente en los avances de los proyectos.
- Eficiente y eficaz: para buscar la calidad de los trabajos ejecutados en los tiempos previamente programados.
- Planificador de actividades: para optimizar el tiempo y desarrollo en la ejecución de proyectos.

Además, como responsabilidades que deben cumplirse en la función de un supervisor son:

- Efectuar una visita preliminar al proyecto.
- Velar por el cumplimiento de programas de trabajo y condiciones contractuales.
- Asegurar que las etapas del proyecto construido se ajusten a lo requerido en planos, normas y especificaciones.
- Visita insitu y analizar cambios por el contratista y acordar las modificaciones que causen menor impacto en cuanto al cronograma y presupuesto.
- Brindar soporte y dar respuesta con prontitud, a las solicitudes de información y aclaraciones al contratista.
- Mantener la bitácora de campo donde se desarrolla el proyecto.



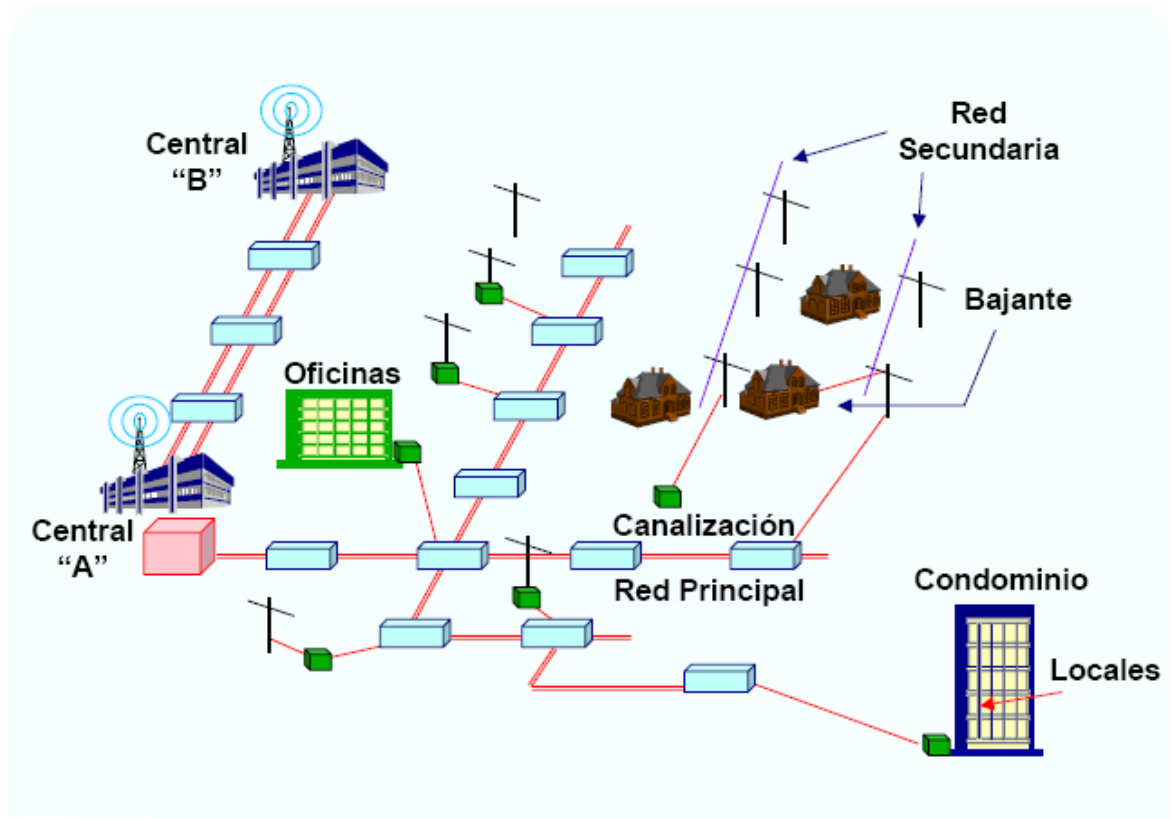
- Verificar que en recepciones de trabajos, los documentos coincidan con lo ejecutado y contratado.
- Mantener un control de calidad en la ejecución del proyecto, cumpliendo con la normatividad.
- Atender las sugerencias de entidades gubernamentales y privadas si fuere el caso.
- Ordenar la suspensión de trabajos, si fuere necesario.

### **1.5. Tipos de proyectos a supervisar**

El supervisor asignado para proyectos de telecomunicaciones, debe tener la capacidad de supervisar proyectos como:

- Construcción de red de acceso: consiste en la supervisión a instalación aérea y/o subterránea de cable de cobre y fibra óptica, así como redes de cable coaxial, para mejorar y ampliar la cobertura a nivel nacional e internacional en los servicios brindados; los cuales se inician con la interconexión en una central telefónica por medio de una red primaria, seguida por infraestructura de canalización y/o utilización de postes, en donde se distribuye una red secundaria, hasta llegar a la distribución de abonados, a quienes se les brinda los servicios de comunicación en comercios, industrias, oficinas y complejos habitacionales.

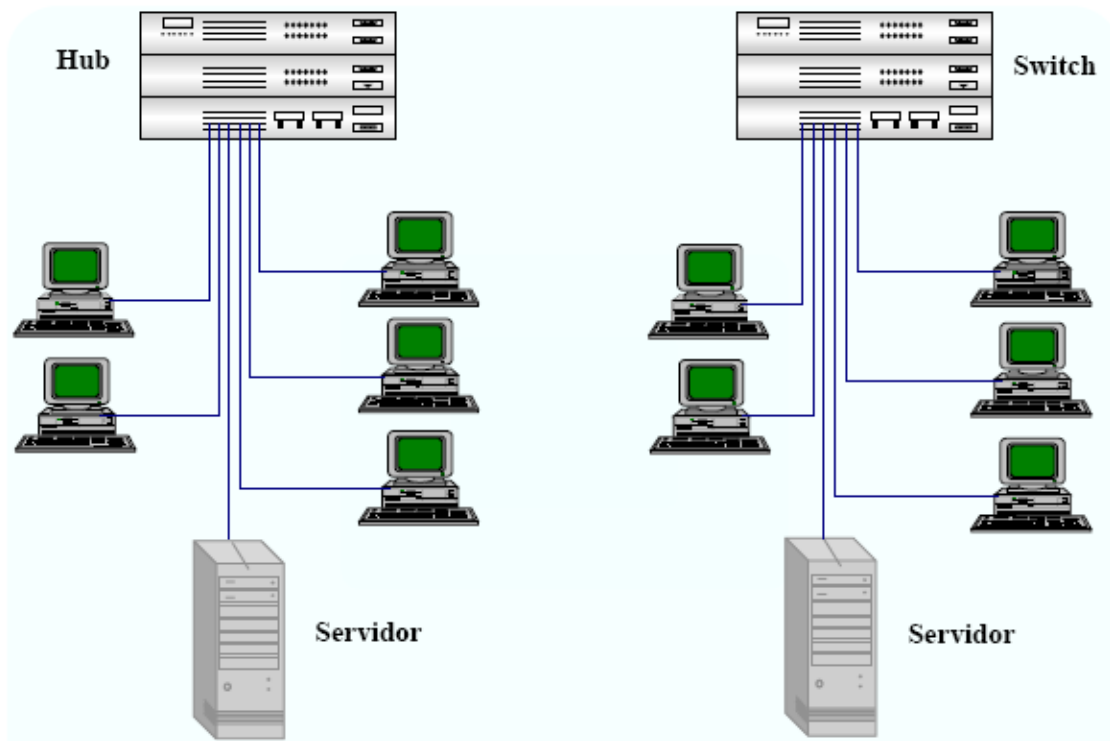
Figura 2. **Planta exterior telefónica**



Fuente: TELCOR. Seminario de telecomunicaciones. p. 116.

- Cableado estructurado: consiste en la supervisión de proyectos que sirven para distribuir en edificios, industrias e inmuebles, servicios de soporte físico para la transmisión de las señales asociadas a los sistemas de voz, vídeo y datos, facilitando a los clientes el avance de la tecnología.

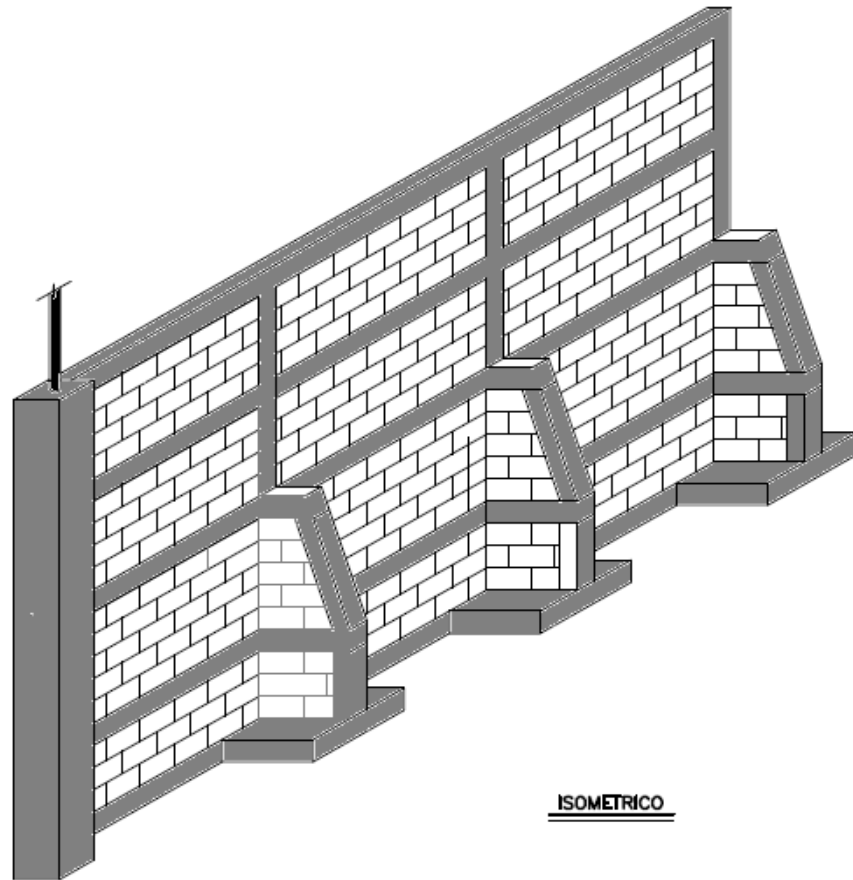
Figura 3. **Distribución de red de cableado estructurado**



Fuente: TELCOR. Seminario de telecomunicaciones. p. 215.

- **Construcción de obra civil:** consiste en la supervisión de proyectos donde la mampostería reforzada es utilizada para el resguardo del equipamiento que brinda el servicio telefónico, siendo obras como muros perimetrales, muros especiales, construcción de contrafuertes, cimientos de concreto armado, cortes y/o rellenos debido a las condiciones topográficas de los terrenos, mantenimiento a caminos de acceso, entre otras.

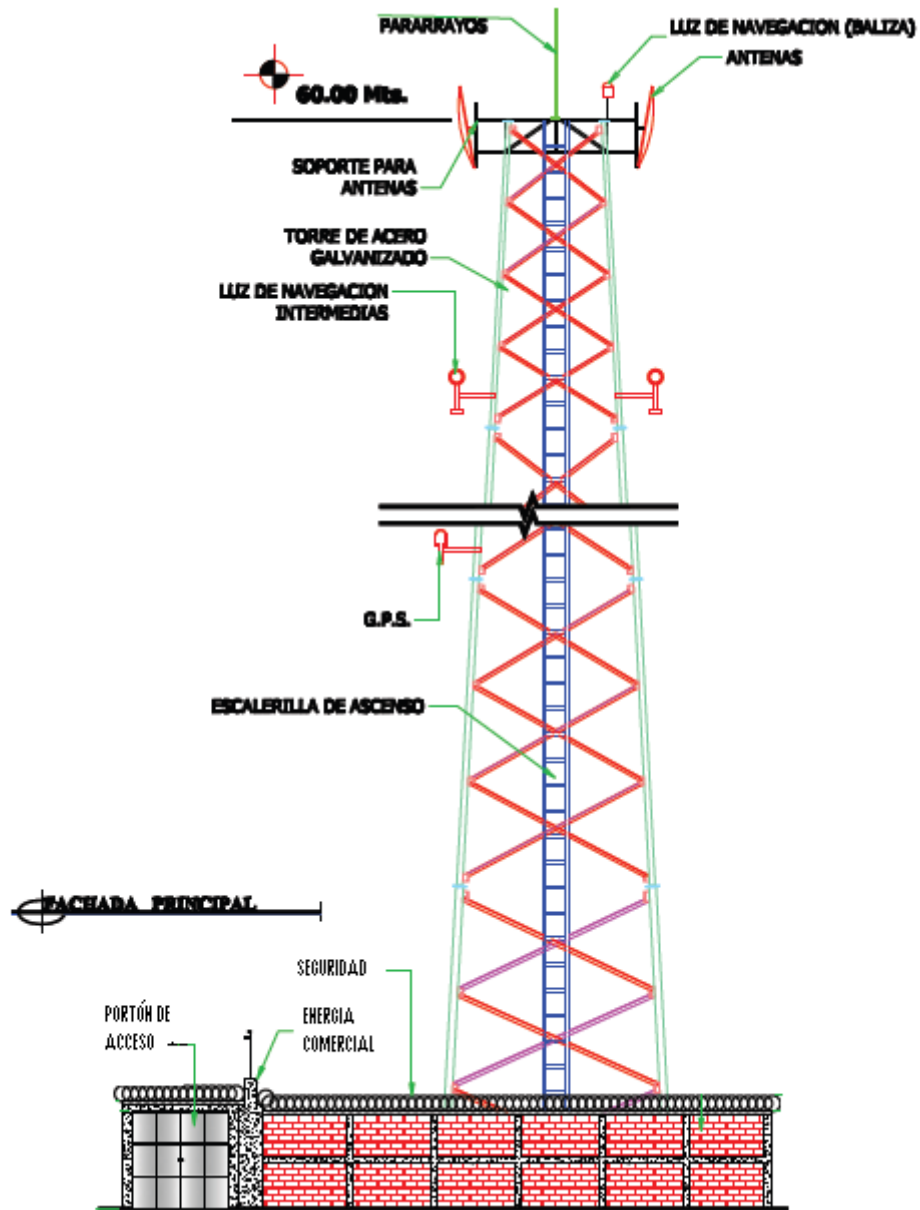
Figura 4. **Trabajos especiales de obra civil: muros reforzados**



Fuente: SERCOM. Manual de especificaciones para estación celular. p. 45.

- Montaje de torres: consiste en la supervisión a una cimentación y anclaje de todos los elementos que componen una estructura donde se instalará el equipamiento que brinda el servicio de telefonía celular, en las cuales se encuentran alturas desde 18 hasta 90 metros.

Figura 5. Montaje de torres autoportadas



Fuente: SERCOM. Manual de especificaciones para estación celular. p. 59.

## **2. EL PROCESO DE SUPERVISIÓN**

### **2.1. Planificación del proyecto**

Etapa que consiste en analizar la factibilidad de un proyecto para poder satisfacer la demanda de servicios de telecomunicaciones, de acuerdo con antecedentes y estudios de oferta y demanda, para la atención a los usuarios y cumplimiento de objetivos para el desarrollo de la empresa. Este análisis se relaciona con evaluaciones de Diagramas de Gantt y el método de ruta crítica (MRC), para determinar tiempos de ejecución de proyectos, métodos cuantitativos para determinar disponibilidad presupuestaria y materiales; evaluación de áreas urbanas y rurales para mejorar la cobertura de las telecomunicaciones, de acuerdo con estudios de demanda y antecedentes históricos, así como cuadros estadísticos.

También se debe evaluar la gestión administrativa y la estimación de costos, para lograr un éxito de los proyectos que se van a ejecutar, con métodos como la Tasa Interna de Retorno (TIR), para el análisis de la recuperación de la inversión y la proyección de las ganancias esperadas, basados en la premisa “más vale nunca que tarde” al no dar oportunidad a la competencia del mercado de absorber a los posibles usuarios de los servicios brindados con la infraestructura construida.

### **2.1.1. Estudio de anteproyecto**

Consiste en evaluar a una escala adecuada, las mejores soluciones para el cumplimiento de una demanda estimada con las técnicas de observación y recolección de datos en comunidades urbanas y rurales, en función de los servicios que se brindan con los proyectos de telecomunicaciones.

### **2.1.2. Aprobación de diseño**

Consiste en satisfacer la demanda de acuerdo con la factibilidad financiera de la empresa, para lo cual se presenta un conjunto de ideas y soluciones prácticas para brindar los servicios de telecomunicaciones, en un juego de planos, el cual debe ir acompañado por un presupuesto con sus cantidades y unidades de los renglones de trabajo, así como un cronograma de trabajo para la evaluación del tiempo de ejecución; información que es presentada a las altas direcciones correspondientes de una empresa, quienes darán su aprobación y/o mejoras a los mismos, para obtener los mejores resultados de ganancias para la empresa que se represente. De existir rechazo, se debe presentar otras propuestas.

### **2.1.3. Replanteo del proyecto**

Consiste en visualizar cambios no planeados en el diseño, los cuales deben tomarse en cuenta para las solicitudes de ajustes de presupuesto, actividad que consiste en recorrer una ruta o área de trabajo urbana o rural, con soporte del juego de planos de un diseño aprobado, en conjunto con el supervisor del contratista, para construir lo solicitado en los renglones de trabajo.

El supervisor deberá pronunciarse oportunamente, de existir algún accidente geográfico o acontecimiento importante que limite el cumplimiento del diseño presentado, entre los que se mencionan:

- Ampliación de carreteras
- Zonas de áreas protegidas por entidades de gobierno
- Zona invadidas por pobladores
- Drenajes municipales
- Habilitación de nuevas calles y/o avenidas
- Camino de acceso privado
- Pasos a desnivel
- Elevado nivel freático
- Canalizaciones existentes
- Carencia de suministro de energía eléctrica

#### **2.1.4. Cronograma de trabajo (Diagramas de Gantt)**

Llamados también diagramas de barras, es una serie de barras que muestran el tiempo de inicio y fecha de terminación anticipados, de los varios renglones de trabajo que componen un proyecto. La mayoría de los contratos de proyectos exige para su aprobación un programa de avances del proyecto, en el cual se muestra cómo la empresa contratista propone construir el proyecto dentro del tiempo total especificado en un contrato.

El contratista elabora un diagrama de barras, como el de la figura 6; el cual lo revisa el supervisor asignado al proyecto. En la columna de la izquierda, se listan los renglones de trabajo en el orden secuencial en forma general, quizás omitiendo algunas pequeñas actividades auxiliares, en los cuales se muestran las cantidades y unidades por cada renglón.



Si las condiciones de contrato solicitan que el contratista someta su costo propuesto en los renglones de trabajo, se agregarán dos columnas para mostrar los precios unitarios y costos totales, luego de las actividades auxiliares. Esta información es necesaria para la solicitud de orden de cambio o de trabajo suplementario, y/o pagos parciales si así procediera.

El siguiente paso es dibujar a escala la duración del proyecto. Esto puede ser hecho en días laborales, días naturales o el propio calendario; a menudo es dibujado de conformidad con la unidad de tiempo del contrato. Los contratos suelen especificar tanto días laborales o días calendario o la terminación en una fecha específica. Corresponde al contratista analizar su trabajo, anotar las cantidades estimadas para cada renglón de trabajo y mostrar una barra a la derecha, desde su fecha de inicio a su fecha de terminación anticipadas para cada renglón.

Existe riesgo que el programa sea comprimido para mostrar la terminación del proyecto dentro del tiempo del contrato, cuando en realidad los recursos laborales, de equipo y de subcontratistas del contratista no tienen la capacidad o la disposición para conseguirla; estas situaciones serán verificadas por el supervisor asignado e informadas oportunamente, previo al inicio de la ejecución del proyecto, ya que de esto dependerá el éxito al cumplimiento de tiempo del proyecto.

Tabla I. **Cantidades y unidades de construcción para estación telefónica celular**

Empresa : Constructora General
Proyecto : Construcción para sitio y/o estación celular
Informe de avance No.: 01-2011

	Cantidad	Unidad	Tiempo
<b>Columna de acometida eléctrica</b>			
Trazo	1	Global	0,5
Excavación, armado y fundición cimiento	0,49	M <sup>3</sup>	2
Accesorios eléctricos y fundición de columna	1	Global	1,5
Cableado de columna de acometida	35	ML	1
<b>Muro perimetral</b>			
Trazo del muro	60	ML	1
Excavación de zanja	19,2	M <sup>3</sup>	2,5
Armado de cimiento	19,2	M <sup>2</sup>	4
Fundición de cimiento	19,2	M <sup>3</sup>	4
Levantado de muro con albardón	54	ML	12
Tallado de columnas	125	ML	5
Instalación de portón	1	U	1
Instalación de <i>razor ribbon</i>	60	ML	3
Limpieza y regado de piedrín	10	M <sup>3</sup>	1,5
<b>Caseta para instalar equipos</b>			
Trazo	16	M <sup>2</sup>	1
Excavación, armado y fundición cimiento	9,6	M <sup>3</sup>	3
Levantado de muro	48	M <sup>2</sup>	7
Fundición de losa	2	M <sup>3</sup>	1
Tallado de caseta	48	M <sup>2</sup>	2,5
Fundición de piso y canalización eléctrica	9	M <sup>2</sup>	2
Pintura de caseta	96	M <sup>2</sup>	1,5
Sistema de tierras	1	Global	1
<b>Base de concreto para equipos</b>			
Trazo	4,8	M <sup>2</sup>	1
Excavación, armado y compactación	3,25	M <sup>3</sup>	1,5
Fundición y tallado	2,7	M <sup>3</sup>	1,5
<b>Base para planta de emergencia (MG)</b>			
Trazo	9	M <sup>2</sup>	1
Excavación, armado y compactación	3,25	M <sup>3</sup>	1,5
Fundición y tallado	5,5	M <sup>2</sup>	1,5
Fundición junta antivibratoria	2,7	M <sup>3</sup>	1

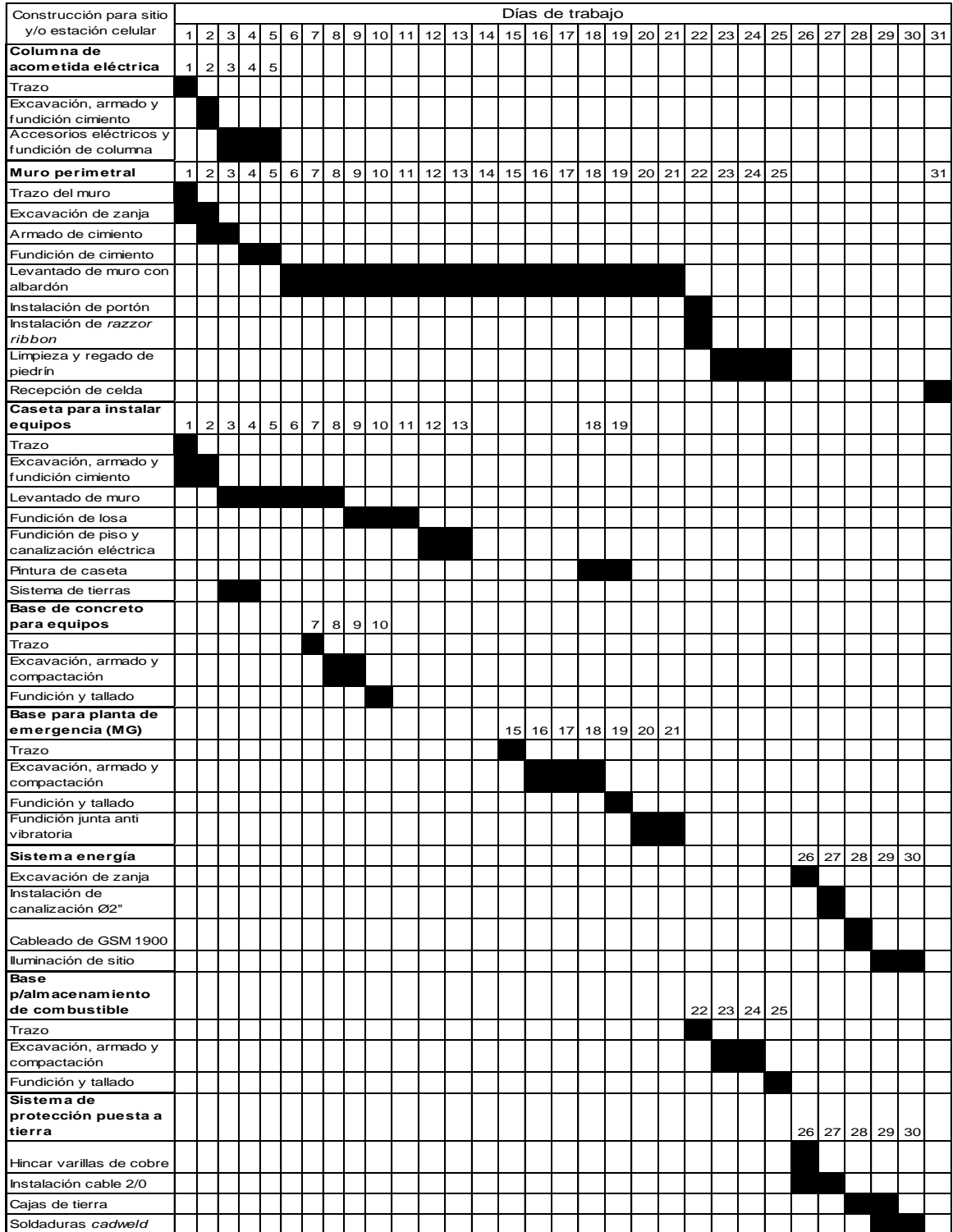
Continuación de la tabla I.

Empresa : Constructora General
Proyecto : Construcción para sitio y/o estación celular
Informe de avance No.: 01-2011

	Cantidad	Unidad	Tiempo
<b>Sistema energía</b>			
Excavación de zanja	36	M³	1
Instalación de canalización Ø2"	200	ML	2,5
Cableado de GSM 1900	135	ML	2
Iluminación de sitio	1	Global	2,5
<b>Base p/almacenamiento de combustible</b>			
Trazo	3,75	M²	1
Excavación, armado y compactación	2,75	M³	1,5
Fundición y tallado	1,25	M³	1,5
<b>Sistema de protección puesta a tierra</b>			
Hincar varillas de cobre	18	Global	1,5
Excavación e instalación cable 2/0	3,5	M³	4,5
Cajas de tierra	6	U	3
Soldaduras <i>cadweld</i>	18	U	4

Fuente: elaboración propia.

Figura 6. Seguimiento a un proyecto por diagrama de Gantt



Fuente: elaboración propia.

### **2.1.5. Planos, normas y especificaciones a cumplir**

Una actividad importante que un supervisor debe llevar a cabo, es la revisión de los planos aprobados, normas y especificaciones para cada tipo de proyecto. Regularmente, esta revisión está dirigida a evaluar los planos y especificaciones para determinar si son apropiados y suficientes para ejecutar los trabajos contratados; si las cantidades que se van a construir según el presupuesto están correctas y de acuerdo con los planos, o deberá realizar el replanteo del diseño correspondiente que se apegue a las condiciones reales del proyecto.

Un supervisor debe conocer las especificaciones generales, técnicas y disposiciones especiales, para que sean congruentes o se ajusten al contenido de lo solicitado y de acuerdo con el contrato o convenio establecido y aceptado de mutuo acuerdo, unidad ejecutora y contratista.

### **2.1.6. Solicitud de fianzas y licencias**

El supervisor debe conocer los requisitos legales que van de la mano con las condiciones contractuales por cada tipo de proyecto; estas se refieren al cumplimiento de fianzas económicas, emitidas por afianzadoras debidamente autorizadas para operar, como las de Cumplimiento de Obra y de Conservación de Obra. De existir incumplimiento a lo contratado, el contratista se somete a la aplicación de fianzas emitidas.

Una fianza es equivalente a un pagaré, es decir el aceptante de una fianza, al igual que en un pagaré, es el responsable principal obligado a cumplir en el caso que no se satisfaga la obligación contraída.

La prima pagada por un contratista por una fianza es similar al interés que se carga a un pagaré, depende del tipo de proyecto que se va a construir, del tiempo en que está vigente y del valor del contrato aceptado.

Otro requisito importante es la solicitud de las licencias y/o permisos de autorización por parte de diferentes entidades gubernamentales y no gubernamentales, como:

- Licencias de construcción
- Licencia por montaje de estructuras
- Estudio de Impacto Ambiental por MARN
- Permiso de Aeronáutica Civil
- Acuerdos municipales
- Acuerdos por Comités de Comunidades (COCODES)
- Permisos de empresas privadas
- Permisos de inmobiliarias, edificios e industrias

Estos requisitos deben estar en propiedad de la unidad jurídica de la empresa, quien proporcionará una copia para anexarla a la bitácora de campo, la cual debe estar siempre en las instalaciones donde se construye el proyecto.

#### **2.1.7. Aspectos gubernamentales**

El supervisor debe conocer las entidades gubernamentales a nivel nacional, que se ven involucradas en los proyectos asignados, siendo las municipalidades las más involucradas en la solicitud de permisos y/o licencias, las cuales generan un costo; este debe ser cargado al proyecto asignado; para obtener los mismos se debe cumplir con ciertos requerimientos como:

- Completar el formulario de solicitud de licencia y/o permiso para un proyecto determinado.
- Planos de localización y ubicación de donde se desarrollará el proyecto.
- Planos en formato A1, donde se detalla lo que se construirá, dependiendo del proyecto.
- Planos en formato A-4, para proyectos de obra gris.
- Pago de efectivo a la municipalidad correspondiente, la cual deberá extender un comprobante de pago para su registro contable.

El supervisor, también debe conocer que existen entidades paralelas a las municipalidades, en muchos casos fuera del control de las mismas, conocidos como Comités Comunitarios de Desarrollo (COCODES), que hacen valer su derecho de ubicación en el área donde se va a desarrollar el proyecto, y que para evitar problemas internos en la región donde se localicen, se debe llevar cierta negociación adicional, la cual también genera un sobre costo que será asignado al proyecto. Esta actividad debe ser del conocimiento del supervisor, ya que en muchas oportunidades es un factor de atraso en la ejecución del proyecto.

#### **2.1.8. Aspectos ambientales**

El supervisor debe conocer que existe una entidad gubernamental conocida como Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales –MARN-, misma que se rige por su normativa, pero que sus disposiciones generales se involucran en la ejecución de proyectos de telecomunicaciones, ya que esta entidad solicita un Estudio de Impacto Ambiental -EIA-, que es un instrumento

de diagnóstico, evaluación, planificación y control, para un conjunto de actividades técnicas y científicas realizadas por un equipo de profesionales, cuyo fin es la determinación y control de daños al medio ambiente de un proyecto, durante todo su ciclo vital. Para obtener el aval se debe cumplir los siguientes aspectos:

- Completar el formulario de solicitud de licencia y/o permiso para un proyecto determinado.
- Elaborar los planos de localización y ubicación de donde se desarrollará el proyecto.
- Presentar los planos en formato A1, donde se detalla lo que se construirá, dependiendo del proyecto.
- Proporcionar la información de coordenadas cartesianas de la infraestructura que se va a construir.
- Efectuar el pago a la entidad correspondiente, la cual deberá extender un comprobante para su registro contable.

El supervisor, debe informar sobre cualquier posible problema ambiental por la ejecución de un proyecto, para evitar atrasos o sobrecostos que no se puedan cubrir, y plantear alternativas y/o soluciones que considere necesarias; además, debe presentar los planos con cambios propuestos para la autorización o negación por parte de la administración de la ejecución del proyecto responsable.



## **2.2. Ejecución del proyecto**

Etapa que consiste en construir los renglones de trabajo aprobados de un proyecto de telecomunicaciones en un área urbana o rural, de acuerdo con lo establecido en la planificación; en esta etapa se deben tomar en cuenta todas las actividades ya que estas incidirán en los costos y calidad del proyecto.

### **2.2.1. Presencia del supervisor en obra**

El supervisor debe contar con conocimientos académicos sobre normas internacionales como el reglamento del *ACI -American Concrete Institute-*; la normativa *ASTHO* para estudios de suelos; normas básicas eléctricas; reglamentos de seguridad industrial, entre los más importantes; que lo ayuden para aprobar o rechazar la ejecución de renglones de trabajo de un proyecto. Además, se debe apoyar en los siguientes elementos: documentos vinculados con la ejecución del proyecto, instrumentos de campo, coordinación con el personal representante del contratista, apoyo logístico y documentos que incluyan los resultados de la supervisión. La combinación de estos factores hará un proceso de supervisión exitoso.

Para una supervisión efectiva, deben tomarse en cuenta los elementos siguientes:

- Documentos:
  - Cualquier Ley o Reglamento, vigente que afecten al proyecto
  - Conocimiento de las condiciones técnicas del contrato suscrito entre la empresa y el contratista
  - Las normas de ejecución y calidad existentes relacionadas con el tipo de proyecto

- El juego de planos de diseño del proyecto
  - La bitácora de campo por cada proyecto
  - Las especificaciones técnicas de diseño y construcción
  - La programación o cronograma de ejecución del proyecto
  - Cualquier otro documento vinculado con la misma
- Instrumentos de campo:
    - Cinta métrica, recomendable de 30 metros o más
    - Brújula óptica o de mano
    - Calculadora de bolsillo, de preferencia científica
    - Una capeta o tablilla con prensa papel, para asegurar formatos, notas o reportes de supervisión
    - Un *GPS* con su manual de operación, dependiente de la actividad que se desarrolle
    - Una cámara fotográfica
- Coordinación con el personal del contratista: elemento importante que debe combinarse con una comunicación efectiva y oportuna, en el cual el supervisor debe sentirse colaborador del mismo equipo de trabajo, al igual que los representantes del contratista, para unificar criterios técnicos que lleven a un proceso lógico de supervisión y examinar aspectos como:
    - Cada tipo de proyecto
    - Sus cantidades y unidades de construcción
    - Las etapas de ejecución del proyecto
    - La continuidad de un programa de trabajo
    - Programar reuniones periódicas
    - Solución de imprevistos

- Apoyo logístico: las actividades de supervisión en campo se dificultan si no se cuenta con un apoyo logístico en función de su ubicación relativa, para lo cual se requiere como mínimo:
  - Un vehículo adecuado al tipo de vías de acceso.
  - Información actualizada en planos de localización para llegar al destino.
  - Algunas veces, el apoyo con personal de sedes regionales o entidades gubernamentales locales.
  
- Documentos, resultado de la supervisión: los resultados de una supervisión, siempre se evaluarán como resultados positivos o negativos con sus propuestas de cambio, los cuales deben quedar asentados en:
  - Los formatos de protocolo de aceptación de obra civil, protocolo de aceptación de estructuras, protocolo de mediciones de obra terminada.
  - El o los informes que se hagan llegar a las gerencias responsables dentro del diagrama organizacional de la empresa.
  - Las observaciones y recomendaciones en bitácora de lo más relevante e importante de anotar, como resultado de la supervisión al proyecto.

### **2.2.2. Cumplimiento de planos de diseño**

Los planos constructivos de redes telefónicas y de obra civil, son la esquematización a detalle donde se describen todas las obras que se van a realizar, ya que de ello depende un análisis de costos donde se contemplan todos los renglones de un proyecto, los cuales deben estar firmados por un

arquitecto o un ingeniero civil colegiado, quien es responsable del proyecto como autor intelectual del mismo.

De acuerdo con las normas ICAITI 1018 y 1019, relacionadas con el formato, márgenes, rótulos y plegado de hojas, los planos se realizan con las siguientes características:

Tabla II. **Norma para elaboración de planos constructivos**

	Formato	Medidas
Planos de Construcción	A-1	596 x 841 milímetros
Planos de Construcción	A-4	297 x 420 milímetros

Fuente: F.H.A. Normas de planificación y construcción. p. 25.

Un plano de localización debe indicar la situación del lote dentro de la cuadra, la distancia a que está localizado con relación a una esquina, frente y fondo, área registrada y real, dirección, número catastral, datos de registro, orientación relacionada al norte, con una escala de 1:1000.

Un plano de emplazamiento debe indicar la construcción dentro del solar, distancias de la edificación a los límites de la propiedad (frente, fondo y lados) así como las dimensiones del lote, ancho de vía y aceras, orientación, niveles finales del solar, pendientes del acceso para vehículos, área total construida y libre, dirección, número catastral, en escala 1:100, 1:200, 1:400, 1:500.

Los planos de construcción deben ser elaborados a escala 1:50, 1:75 o 1:100; y escalas de 1:20, 1:25 para detalles; los cuales contienen toda la información de un proyecto, con la secuencia siguiente:

- Planta arquitectónica: donde se detallan las dimensiones parciales y totales, ejes, muros, nivel de piso, nombres de ambientes o lo que se construye, e indicación de cortes transversales y longitudinales.
- Plano de fachadas y cortes: donde se detallan las vistas que ameritan ser detalladas como el perfil original del terreno para mostrar desde la cimentación hasta el techo, alturas de interiores, muros, etc.
- Plano de detalles: donde se detallan las características especiales de un proyecto con sus dimensiones, áreas donde se construye, partes fijas y móviles, tipo de material, etc.
- Planta de cimentación, columnas y muros: donde se detalla la ubicación de zapatas, cimiento corrido, soleras de amarre, columnas y mochetas, indicando refuerzo, dimensiones y recubrimiento. Así también acotado de muros típicos y cimentaciones especiales. En caso de diversidad de elementos, hacer tablas donde se anoten los refuerzos y dimensiones.
- Planos de instalaciones: donde se detallan las especificaciones de diseño e instalación, con un cuadro explicativo con la simbología empleada.

Para el cumplimiento de esta actividad el supervisor debe verificar, que los planos presentados al final del proyecto contenga la información antes mencionada.

### **2.2.3. Cumplimiento de normas y especificaciones**

Las normas y especificaciones son requisitos que se han establecido para obtener mejores prácticas de construcción, combinando en forma adecuada los factores fundamentales que intervienen en la misma: materiales, procedimientos y mano de obra.

Estos requisitos requieren de cumplimientos e interpretaciones relacionadas como la utilización de infraestructura de un condominio privado y su reglamento interno y normas municipales, y/o otras instituciones que sean aplicables, con el objetivo de garantizar los trabajos realizados.

Cuando existan condiciones especiales, o surjan dentro de la ejecución del proyecto, donde se requieran precauciones mayores a las usuales, se solicitan los trabajos adicionales que se consideren necesarios.

Los materiales, deben ser apropiados, de primera calidad y todos los datos técnicos, básicos para comprobar su funcionamiento; en caso de duda sobre su aceptación, se debe exigir pruebas de laboratorio certificadas, por cuenta del contratista.

Deben aplicarse procedimientos, que faciliten la utilidad de métodos de construcción para su aceptación general, por ejemplo los sistemas prefabricados.

La mano de obra es de igual o mayor importancia que los aspectos antes mencionados, por lo que la mala calidad de la misma es causa suficiente para denegar la aceptación de un proyecto.

El supervisor es responsable del cumplimiento de las normas y especificaciones vigentes para el proyecto en ejecución, por lo que su compromiso es tener los documentos donde se enuncien las mismas.

#### **2.2.4. Cumplimiento a condiciones de un contrato**

Para el cumplimiento de esta actividad el supervisor debe verificar que:

- El Contratista ejecute los proyectos conforme a lo establecido en normas y disposiciones aplicables en materia de ingeniería y construcción.
- Se cumplan los precios fijos por rubro que cubran el pago por materiales, mano de obra, equipos de construcción, fletes y en general todos los gastos directos e indirectos.
- Si durante el proceso constructivo de los proyectos, de acuerdo con los requerimientos surgen dificultades por condiciones especiales del lugar, tales como tipos de suelo, condiciones topográficas, muros, entre otros, serán acordados en campo los detalles y dimensiones.
- En caso de presentarse condiciones que impidan la terminación total del proyecto y que no sean imputables al contratista, este podrá solicitar la recepción parcial de los trabajos ejecutados.
- El contratista designe un representante, quien fungirá como su superintendente de construcción, y tendrá autorización amplia y suficiente para tomar decisiones en todo lo relativo al cumplimiento y ejecución del contrato suscrito.

- La empresa contratista, utilice y coloque los materiales solicitados en una orden de trabajo previamente autorizada y entregada, así como equipos y herramientas que serán empleados en el proyecto, siendo por su exclusiva cuenta la reparación de las partes defectuosas; de no atenderse se aplicarán las penalizaciones de incumplimiento.
- En caso de que la empresa representada por el supervisor, observe que la contratista, subcontrate el proyecto y se tuviera alguna objeción con la debida justificación, se debe notificar al contratista en forma inmediata.
- Se responda por las reclamaciones derivadas de los daños y accidentes que puedan ocasionarse por la ejecución del proyecto, tanto a terceros como propiedades ajenas, vías públicas y en general de cualquier tipo de daño.
- El contratista tenga en el lugar del proyecto copia de las licencias y/o permisos para su ejecución.
- En caso de no cumplirse con la fecha de terminación programada de ejecución de un proyecto, por causas imputables única y exclusivamente al contratista, este se obliga a pagar a la empresa una compensación financiera.
- A una solicitud de recepción del proyecto y de no estar terminado de acuerdo con la verificación técnica, se aplica la sanción económica de “recepción en falso”.



- En caso de presentar anomalías en facturación de obras no ejecutadas por causas imputables únicamente al contratista, este será sujeto de sanción económica.

#### **2.2.5. Evaluación y solución de imprevistos**

Para el cumplimiento de esta actividad el supervisor debe verificar que:

- Los imprevistos afecten directamente al proyecto que está en ejecución, para trasladar la información oportuna a quien corresponda, dentro de la administración de la ejecución de proyectos.
- Los imprevistos sean anotados en la bitácora de campo para su aval correspondiente por parte del supervisor asignado.
- Los imprevistos no causen molestia a las comunidades aledañas donde se desarrolla el proyecto, para evitar restricciones de acceso por parte de los representantes de las mismas.

#### **2.2.6. Ejecución de fianzas**

Para un supervisor, es importante conocer que en la construcción actual, en proyectos privados, como los de telecomunicaciones se requiere de fianzas, para asegurar que durante su realización si el contratista no cumple o quede insolvente, siendo incapaz financieramente de llevarlo a cabo, la empresa solicita a la afianzadora que termine con el proyecto y pague por la mano de obra, los materiales y todo lo relacionado con el mismo, hasta su finalización; otorgando así el derecho a la empresa de asignar a otro proveedor para concluir con los trabajos solicitados.

Estos trámites legales administrativos, surgen de acuerdo con el seguimiento de un proyecto por parte del supervisor, quien por razones éticas informa a la administración de la ejecución del proyecto, sobre el incumplimiento a los tiempos del programa de trabajo o al observar incumplimiento a las normas, especificaciones o condiciones de contrato vigentes, que pongan en riesgo el nombre de la empresa representada.

Los valores de las fianzas se basan en los importes del valor de un contrato, en un rango que van del 5 al 20%; lo que hace que la empresa contratista, como aceptante, dé cumplimiento a la finalización de los proyectos y garantice la calidad de la obra construida.

Existen algunas fianzas, tales como, la de sostenimiento de oferta, en la que la firmeza de la oferta se caucionará con depósito en efectivo por un rango de porcentaje del 1% al 5% del valor del contrato. Cubre el periodo comprendido desde la recepción y apertura de pliegos, hasta la aprobación de la adjudicación, con un tiempo vigente de 120 días o hasta convenir su prórroga.

La de cumplimiento de obra, utilizada para garantizar el cumplimiento de las obligaciones estipuladas en un contrato; de acuerdo con esta, el contratista deberá prestar fianza, depósito en efectivo o constituir hipoteca del 10% del valor del contrato en bienes y servicios y del 10% al 20% en obras; en ambos casos cubrirá el 10% en el monto del contrato en pago de salarios y prestaciones laborales y el 90% restante por fallas o desperfectos que existieran durante la ejecución del proyecto.

Es de anticipo, previo a recibir cualquier suma por concepto de anticipo, el contratista constituirá garantía mediante fianza o hipoteca, por el monto de un cien por ciento (100%) del mismo.

La garantía puede reducirse en la medida que se amortice el valor del anticipo cubriendo siempre el máximo del saldo deudor y es vigente hasta su total amortización. Las condiciones de un contrato establecen el procedimiento de reducción y lo concerniente en casos de rescisión, resolución y terminación del mismo.

En la fianza de conservación de obra / de la calidad / de funcionamiento, la empresa contratista responde por una fianza de este tipo, mediante depósito en efectivo o hipoteca, a su elección, que cubra el valor de las reparaciones de fallas o desperfectos que le sean imputables y que aparecieran durante el tiempo de responsabilidad, según condición de contrato, contados a partir de su fecha de recepción.

Tratándose de bienes y suministros, debe otorgar garantía de calidad y/o funcionamiento, cuando proceda. La garantía de conservación de obra, o de calidad y/o funcionamiento, debe otorgarse por el equivalente a un quince por ciento -15%- del valor original del contrato, como requisito previo para la recepción del mismo.

La fianza de saldos deudores garantiza el pago del 5% del valor del contrato por el contratista. Esta debe otorgarse simultáneamente con la de conservación de obra como requisito para su recepción.

### **2.2.7. Recepción de fases del proyecto**

Los proyectos son finitos: tienen un comienzo y final bien definidos. En algunos casos de acuerdo con las necesidades de un proyecto de telecomunicaciones, en cuanto a la de ampliación de cobertura, los proyectos

pueden dividirse en varias fases, las cuales se analizan previamente para determinar prioridades para brindar los servicios telefónicos.

En consecuencia, es permitido pensar que un proyecto es una cadena de actividades que pueden interrelacionarse hasta llegar a formar un solo conjunto de infraestructura con equipamiento, el cual tiene que ser supervisado en cada una de sus fases, para el cumplimiento de sus objetivos.

Para la recepción de renglones de trabajo de un proyecto que se desarrolla de acuerdo con el concepto de “llave en mano”, se cuantifican por unidades y otros en una suma global cada uno; las unidades consisten en longitudes, áreas, volúmenes, pesos y combinaciones de estos, como kilometro-par o simplemente unidades completas que no se miden sino se cuentan, para dar por finalizado un proyecto.

Para efectuar una liquidación por una fase de un proyecto, el supervisor con el contratista o su representante legal recorren dicho proyecto y cuantifican los renglones trabajados en un periodo de tiempo estipulado, se hacen los cálculos que sean necesarios y asignan de mutuo acuerdo las cantidades de los diversos renglones que van a liquidarse.

Los documentos que respaldan la liquidación de una fase de un proyecto, indicarán el total de las cantidades de trabajo realmente ejecutado en cada renglón, los precios unitarios, el monto por renglón, los trabajos extras efectuados y el monto total acumulado a la fecha en que solicite la liquidación.

Para el cumplimiento de esta actividad el supervisor debe verificar que:

- El proyecto esté distribuido en fases o etapas como proyecto, desde el inicio de la asignación.
- Los renglones de trabajo estén finalizados al 100%, para garantizar el avance de la siguiente fase del proyecto.
- Exista coordinación entre las unidades operativas por medio de los supervisores asignados, para el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Al no estar finalizado el proyecto, se suscribe acta parcial indicando los arreglos, renglones y actividades pendientes de ejecutar, dándole al contratista un tiempo prudencial para su finalización. Debe dejarse indicado que el tiempo esté dentro del plazo contractual, ya que por cada día de atraso se cobra el 5/1000 del valor contractual.

#### **2.2.8. Personal y equipo del contratista**

El contratista es responsable de proveer personal calificado y especializado, así como herramienta especializada y calibrada para cada tipo de proyecto, así como sus materiales, los cuales deben ser construidos con material metálico de alta resistencia mecánica y ser resistentes a la corrosión, cambios de temperatura y humedad, para garantizar la calidad de los trabajos solicitados.

El supervisor debe presentar un reporte a la administración de la ejecución del proyecto responsable, en caso de detectar falta de personal calificado, ya que esto conlleva a una baja producción de mano de obra o personal con

desconocimiento de los trabajos a realizar; así como la falta de herramienta, equipo y materiales que afecten directamente los avances del proyecto. Esta situación genera una advertencia para el contratista, de solicitar la sustitución o refuerzo del personal.

### **2.3. Aceptación del proyecto**

Etapa que consiste en verificar con métodos cualitativos y cuantitativos, formularios establecidos, bitácora y/o reportes de campo, la recepción de todos los trabajos previamente solicitados a las empresas especializadas para cada proyecto, con documentación de soporte; de existir trabajos extras, deben estar asentados en la bitácora y con documento de autorización en un formato de Orden de Trabajo Extra, en el cual se detallan unidades, cantidades, conceptos, causas, ubicación y periodo de ejecución.

También se debe llevar a la práctica mecanismos de pruebas a materiales y equipos suministrados en los proyectos, para garantizar el adecuado y correcto funcionamiento de los servicios planificados; pruebas de campo que deben estar reportadas en documentos al momento de la entrega del proyecto definitivo.

#### **2.3.1. Protocolo y aceptación de obra**

El supervisor es el responsable del proyecto, como representante de la empresa; por ende lo acepta únicamente cuando los renglones de trabajo están al 100%, completando un documento llamado Protocolo de Aceptación, en conjunto con el representante del contratista, en el cual se anotan las cantidades y unidades de trabajo físicamente construidas; para esto es

necesario realizar pruebas de verificación y medición en campo, para dar por aceptado el proyecto.

### **2.3.2. Cumplimiento de normas y especificaciones**

Para el cumplimiento de esta actividad el supervisor debe verificar que:

- Exista cumplimiento a normas y especificaciones autorizadas y vigentes para el proyecto.
- Los proyectos se entreguen en las fechas, condiciones y términos establecidos en el contrato y sus anexos suscritos previamente, de conformidad con el programa de ejecución de trabajos.
- Las normas vigentes sean aplicadas a las necesidades del proyecto.
- Las especificaciones estén de acuerdo con las necesidades del proyecto.

### **2.3.3. Conciliación por obra construida**

Esta actividad consiste en la coordinación entre el supervisor y el representante de la empresa contratista, quienes en conjunto recorren el proyecto y anotan las cantidades de obra construida, las cuales no deben tener variaciones al momento del proceso de liquidación, ya que las anotaciones de un Protocolo se basan en lo que realmente se construyó y en los tiempos debidamente justificados en la bitácora de campo, que es la herramienta de seguimiento al programa de trabajo previamente establecido.

De ocurrir cambios relevantes en los Protocolos, deberán ser avalados por la administración de la ejecución del proyecto responsable, según reporte final del supervisor.

#### **2.3.4. Acuerdos por trabajo extras**

Es el acuerdo entre el supervisor representante de la empresa y el contratista, aprobado por la administración de la ejecución del proyecto responsable, para la ejecución de trabajos con base en cantidades y unidades para los cuales no existen renglones ni precios establecidos pero son necesarios de acuerdo con el avance del proyecto.

Así también, el supervisor debe dar seguimiento a los cambios solicitados por la empresa que representa, en cuanto a especificaciones, planos, programas, fechas de inicio o finalización del proyecto, dando aviso oportuno al contratista, quien se obliga a aceptarlos. Si dichos trabajos adicionales difieren de los pactados originalmente, una vez realizados, serán motivo de análisis particular por parte de la empresa, la cual solicita al supervisor asignado para el proyecto si otorga el aval de los trabajos; en caso de ser procedentes se realiza el pago y el ajuste del programa de trabajo de ser necesario, siempre y cuando se cuente con la autorización de la gerencia responsable.

#### **2.3.5. Orden de cambio**

El supervisor, en conjunto con el representante de la contratista, solicita después de haber evaluado en campo la necesidad de cambios en el diseño original previendo la necesidad y tiempo de ejecución, a la administración de la ejecución responsable del proyecto, una orden de cambio, abreviada como O.C.; para lo cual se elaborará un formato donde se anoten los cambios o



modificaciones a los planos y/o especificaciones, o para suprimir o disminuir las cantidades de trabajos de uno o varios renglones. El formato de orden de cambio, se presenta en apéndice 1.

### **2.3.6. Orden de trabajo suplementario**

El supervisor, luego de evaluar en campo la necesidad de ejecutar cantidades adicionales a uno o varios renglones de trabajo, que tengan precios unitarios aprobados y agotados de acuerdo con el contrato original, emitirá una orden de trabajo suplementario, con abreviación O.T.S., la cual es aprobada por la gerencia responsable. El formato de orden de trabajo suplementario, está incluido en apéndice 2.

### **2.3.7. Aprobación de incumplimientos**

El supervisor debe emitir un dictamen para la evaluación por parte de la administración de la ejecución del proyecto responsable, de ocurrir incumplimientos en su ejecución no imputables a la contratista, los cuales son analizados para determinar la continuidad de la ejecución del mismo; sin dejar a un lado las condiciones de contrato previamente aceptadas por la contratista, donde la empresa puede suspender un proyecto en forma temporal o definitiva por causas imputables directamente al contratista bajo sanciones económicas.

El aviso de suspensión lo realiza la empresa, mediante una notificación por escrito al contratista, con una anticipación de por lo menos 5 (cinco) días hábiles antes de la fecha de suspensión, cuando esto sea posible.

### **2.3.8. Supervisión, recepción y liquidación de obra construida**

Este conjunto de actividades es el resultado del cumplimiento a un programa de trabajo, conduciendo a la aceptación por parte del supervisor asignado al proyecto, la verificación de renglones de trabajo solicitados y ejecutados, y la entrega de la documentación para el proceso de pago efectivo al contratista; actividades que deben llevar un seguimiento en cada una de sus etapas, para el cumplimiento de las garantías que apliquen por cada tipo de proyecto.

### **2.3.9. Liquidación de la relación contractual**

Se entiende como el cumplimiento de un contrato jurídico suscrito por dos entidades, las cuales cumplieron las cláusulas administrativas y operativas para el desarrollo de proyectos de telecomunicaciones, siendo renovados a un determinado tiempo o rescindidos de acuerdo con las políticas internas de la empresa.

Dentro de las cláusulas de un contrato se encuentran las obligaciones del contratista, las cuales deben cumplirse al 100%. El contratista está obligado a ejecutar los trabajos contratados en entera sujeción a planos, especificaciones técnicas y demás documentos que formen parte del contrato.



### **3. INFRAESTRUCTURA DE INTERCONEXIÓN DE RED**

#### **3.1. Obra enterrada**

Es toda la infraestructura que está bajo el nivel del terreno natural.

##### **3.1.1. Canalizado**

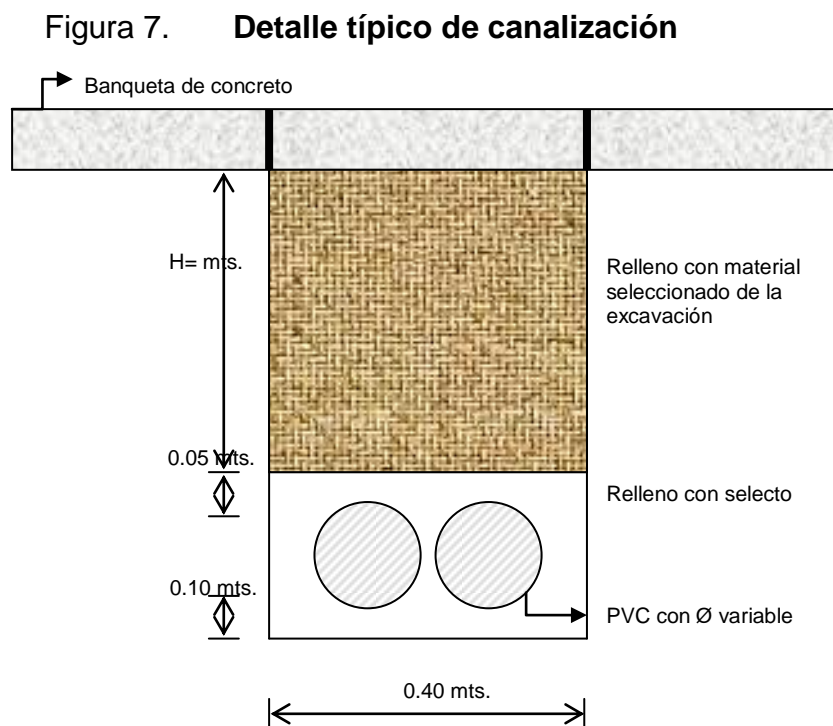
La construcción de canalización es un sistema integral de protección para redes telefónicas, consiste en la instalación de ductos enterrados en terreno natural, por seguridad y estética, quedando ocultos en su totalidad de los cables telefónicos, según las normas del operador; la ducteria puede ser: tubo rígido de metal (tipo *conduit* o hierro galvanizado Hg) o tubo flexible plástico (poliducto de alta densidad, Flexoducto, PVC y una gran variedad disponible en el mercado).

Los proyectos de canalización deben estar supervisados para proteger la distribución de agua potable en áreas urbanas y rurales, así como para evitar daños a la infraestructura de distribución eléctrica y operadores de la competencia.

Las canalizaciones se diseñan con capacidad suficiente en cuanto a cantidad y diámetro de vías, las cuales deben ser adecuadas para asegurar que la instalación de cables con los pares necesarios satisfaga la demanda de servicios de telecomunicaciones a largo plazo, como mínimo 15 años a partir de su construcción.

De acuerdo con la necesidad y diseño del proyecto, se construyen zanjas o cepas, por debajo del nivel de terreno natural, en un promedio de profundidad entre 0.40 hasta 1.20 metros, con dimensiones volumétricas, ancho, largo y profundidad, y se miden en unidades de metros lineales (ML), actividad que se realiza con herramientas como compresores con martillo hidráulico, cinceles, rompedora neumática, cortadora de disco, etc., así como el relleno y compactación de las misma, con pruebas de *Proctor* modificado al 95%, las cuales se realizan con arena limosa o material selecto y equipo especial como apisonadores manuales, placas vibratorias mecánicas y compactador de rueda con apisonador (pata de cabra), entre las más utilizadas.

Para la instalación de accesorios de unión entre ductos en trabajos de canalización, se deben construir cajas de registro para la operación y mantenimiento de la red telefónica.



Fuente: SERCOM. Manual de especificaciones para estación celular. p. 32.

### 3.1.1.1. Flexo ducto: fibra óptica

Para el cumplimiento de esta actividad el supervisor debe:

- Saber que un cable de fibra óptica es un material cristalino con cierta flexibilidad, con un núcleo central de tracción de vidrio o material plástico para transportar un as de luz, con una envoltura que aísla las fibras y evita que se produzcan interferencias; la constitución de este tipo de cable se puede observar con equipos especiales, lo cual es limitante para el ojo humano. Existiendo dos tipos, multimodo utilizado para redes LAN y monomodo para la construcción de enlaces en distancias largas.

Figura 8. La fibra óptica

Anatomía de una fibra óptica: estructura y tipos



Fuente: TELCOR. Seminario de telecomunicaciones. p. 167.

- Conocer las características de la fibra óptica, como por ejemplo: la vida útil es ilimitada, excepto por daño humano o condiciones del clima, mejora el ancho de banda que permite la transmisión de voz, datos y vídeo; tiene capacidad de enlazar grandes distancias conserva la integridad de los datos; posee durabilidad a la corrosión y a altas temperaturas; tiene baja atenuación de la señal; es de alta seguridad y larga duración.

- Conocer que un cable de fibra óptica es higroscópico, es decir que no permite el ingreso de humedad.
- Revisar que se faciliten los materiales que se van utilizar en un proyecto como las bobinas de flexoducto y de cable de fibra óptica; así como entregar la herramienta y equipo al personal, para la instalación y pruebas de funcionamiento.
- Verificar la instalación del flexoducto conforme avanza la excavación de la zanja (cepa); desde la preparación de la instalación se debe colocar un tapón expandible a cada lado del flexoducto para proteger que no se introduzca agua y/o cuerpos extraños al mismo, tomando en cuenta las condiciones físicas del área de trabajo del proyecto.
- Revisar que se instale la cinta de advertencia, la cual debe estar 0.30 mts., sobre el flexoducto instalado.
- Verificar que se delimite una franja de construcción para la excavación de la zanja, trazo que debe hacerse de acuerdo con la ruta del proyecto diseñado.
- Verificar que durante la ejecución de un proyecto, la contratista utilice medidas de protección y señalización de obra, con el fin de brindar seguridad a los usuarios de carreteras, peatones y trabajadores, así como evitar ser una obstaculización vehicular.
- Revisar que se cumpla con las normas de protección por los tramos de fibra óptica instalada, ya sea aérea o subterránea.

### 3.1.1.2. PVC: cable de cobre coaxial

Para el cumplimiento de esta actividad el supervisor debe:

- Conocer qué es un cable coaxial, el cual es un material compuesto por un hilo conductor central de cobre, rodeado por una malla de hilos del mismo material, y más frágil que la fibra óptica. Existen dos tipos, de distribución y de abonado (drop). El espacio entre el hilo y la malla lo ocupa un conducto de plástico que separa los dos conductores y mantiene sus propiedades eléctricas.

Figura 9. El cable coaxial



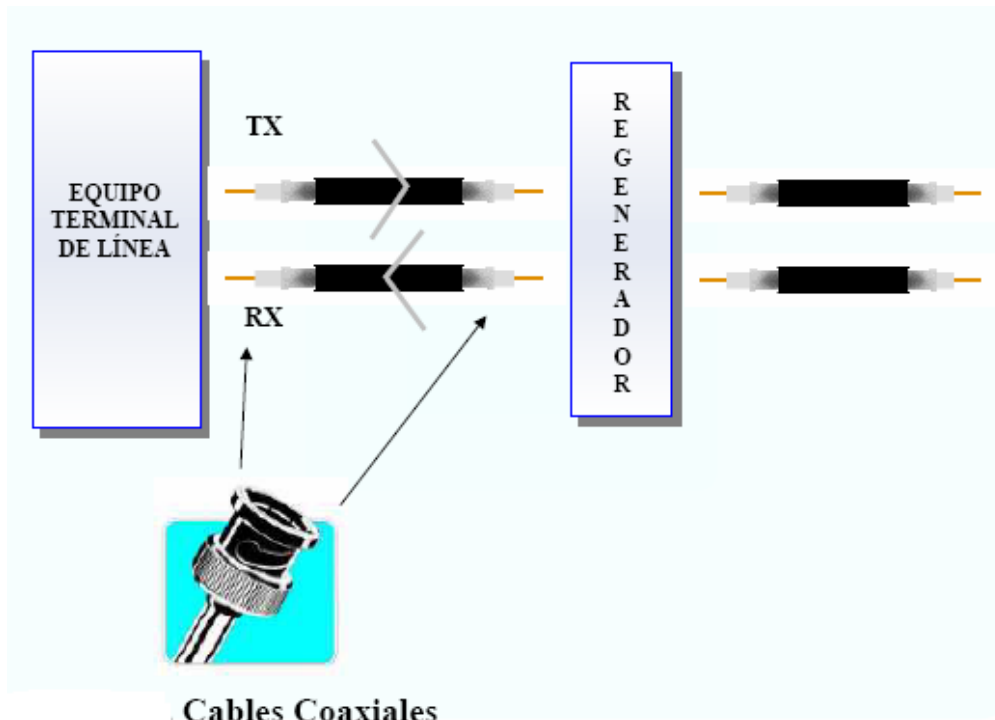
Fuente: TELCOR. Seminario de telecomunicaciones. p. 182.

- Verificar que la maniobrabilidad del cable coaxial sea adecuada, ya que es recomendable no realizar cortes y/o uniones en tramos mayores a 50 metros longitudinales. Así como en un solo ducto debe ir un solo cable respetando los radios de curvatura; por ejemplo un cable de distribución donde se considera un radio de curvatura igual a 0.30 mts., permite flexionar el conducto sin degradar mecánicamente el rendimiento del mismo.



- Verificar que se utilice la herramienta adecuada para la instalación del cable, por ejemplo guías aceradas para la introducción del mismo en las canalizaciones construidas para el efecto, cortadoras de cable, mangas para aislamiento, entre los principales.
- Verificar que se completen los formatos de requisición de materiales, para compararlos entre, lo realmente utilizado en el proyecto y lo recibido en bodega, donde se proporciona el cable coaxial.
- Revisar el óptimo funcionamiento en las instalaciones realizadas.

Figura 10. **Distribución de cable coaxial**



Fuente: TELCOR. Seminario de telecomunicaciones. p. 195.

### 3.1.1.3. Optimización de vías

Para el cumplimiento de esta actividad el supervisor debe verificar que:

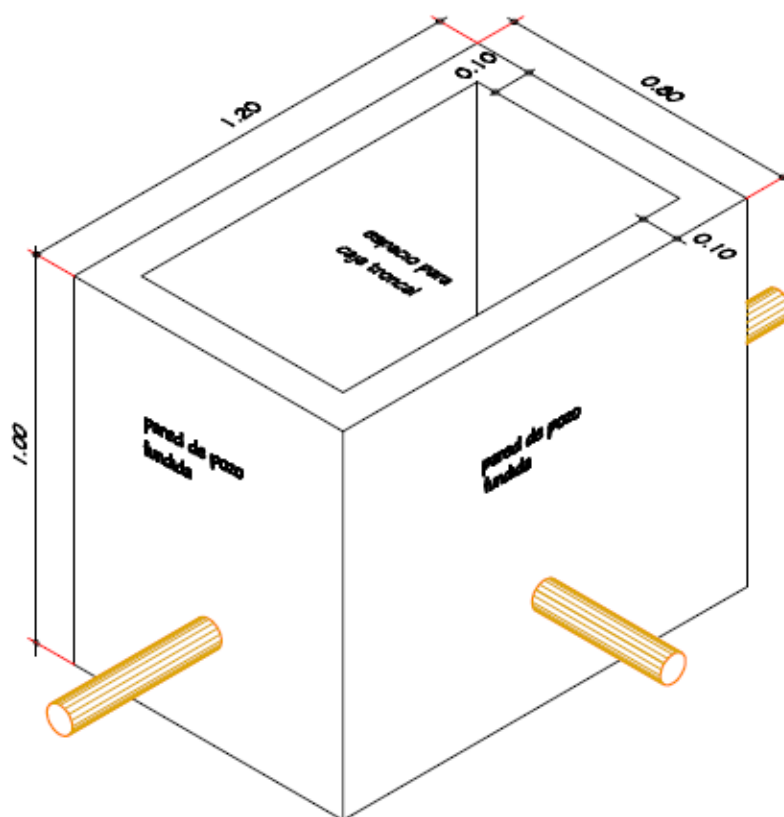
- La construcción de canalización con tubería PVC esté dimensionada en longitud y diámetro para su utilización de acuerdo con el tipo y capacidad del cable que se va a instalar, incluyendo posición, porcentaje de pendiente (%) y cantidad de accesorios de unión.
- La tubería se instale a la profundidad especificada en los planos, sobre el tramo de terreno libre de piedras, roca o materia orgánica y se cubra en capas con arena limosa o material selecto de un banco de materiales, el cual debe ser compactado con maquinaria adecuada.
- Se realice limpieza para la protección en los traslapes de uniones en los tramos de canalizaciones de PVC.
- Se instale alambre galvanizado dentro de la tubería, lo cual facilitará a una guía para la instalación del cable.
- Realicen pruebas de guías del alambre galvanizado, previamente al proceso de cubrir las zanjas con material selecto en sus capas correspondientes.
- Se adhiera espuma protectora, en los cortes de canalización para evitar el ingreso de residuos de material, aguas pluviales o animales roedores.
- El pegado y sellado sea hermético de cada unión de tubería y accesorios de PVC con materiales de primera calidad, para evitar la acumulación en

la campana del tubo, de lo contrario el excedente obstaculiza el acceso libre de los cables que se van a instalar.

#### 3.1.1.4. Optimización de registros

Los registros son estructuras cuadradas de diferentes dimensiones de mampostería reforzada, construidos para ser un punto de acceso al cliente.

Figura 11. Detalle de registro telefónico



Fuente: SERCOM. Manual de especificaciones para estación celular. p. 87.

Para el cumplimiento de esta actividad el supervisor debe:

- Verificar que la construcción de registros se realice de acuerdo con las especificaciones de los planos de diseño.
- Revisar que los registros estén cimentados sobre suelo natural sólido o material adecuado bien compactado, para evitar futuros asentamientos.
- Verificar que se construyan los registros a cada cierta distancia, para fibra óptica a cada 500 metros y cables de cobre hasta 290 metros o variable justificada de diseño dependiendo de su distribución.
- Conocer que los elementos que se instalan dentro de los registros están expuestos a ambientes con humedades relativas que fluctúan desde 45% hasta 100%; teniendo presente que en muchos casos los mismos permanecen completamente anegados según las condiciones climáticas.

#### **3.1.1.5. Seguridad de registros**

Todo cable telefónico está permanentemente expuesto a sufrir daños en sus cubiertas de protección, siendo lo más importante cuidar la hermeticidad en conexiones con gel higroscópico. Estos daños pueden ser causados por:

- Agentes físicos externos
- Aplastamientos
- Cortaduras, perforaciones y roturas
- Fuego
- Roedores

El agua es un elemento potencial que genera falla al servicio telefónico, ya que puede alcanzar el núcleo del cable provocando una baja resistencia al aislamiento, atenuación de la señal y corrosión.

Para el cumplimiento de esta actividad el supervisor debe verificar que:

- Los registros queden protegidos con tapaderas metálicas o de concreto con marco metálico en su parte superior.
- Los registros no obstaculicen el paso peatonal en comunidades o calles donde se desarrolla el proyecto.
- Los registros se construyan con sumideros para la absorción del agua de lluvia.
- En la instalación de ductos, al fondo de la zanja, se deposite una capa de arena compactada, como mínimo de 0.05 cms. Debe terminarse de una manera uniforme y pareja la instalación, de modo que al colocar el ducto, este se apoye en toda su longitud sobre la capa de arena y no trabaje a flexión.

#### **3.1.1.6. Cableado estructurado**

Para el cumplimiento de esta actividad el supervisor debe:

- Conocer qué es un sistema de cableado estructurado, el cual consiste en la instalación de cables para dar soporte físico a la transmisión de señales para servicios de voz, datos y vídeo, el cual permite una administración sencilla y una capacidad de crecimiento flexible; sistema que debe ser

adaptado para resolver las necesidades de servicios en los próximos 10 ò 15 años, que es el periodo de vida útil de una instalación.

- Verificar que se realice un análisis de necesidades del cliente para presentar un planteamiento de especificaciones técnico-funcionales sobre las cuales se basa el diseño.
- Velar por que las condiciones de diseño en la distribución del cableado se cumplan para facilitar el mantenimiento y la relocalización de nuevas áreas de trabajo.
- Comprobar que la ubicación de diseño plantee la instalación de un cuarto de telecomunicaciones, que es un área del edificio, para el uso exclusivo de equipo asociado.
- Verificar que las especificaciones de un proyecto de cableado contenga:
  - Planos de diseño
  - Descripciones técnicas
  - Presupuesto
- Revisar que se tenga la información siguiente:
  - Número de puestos en cada área de trabajo
  - Posición y tipo de toma
  - Detalle del tipo de cables y conectores
  - Localización de todos los puestos de conexión
  - Tipo, número y características de canalizaciones requeridas, tanto interiores como exteriores
  - Planos de las instalaciones a interconectar

- Revisar que los cables de distribución no tengan empalmes intermedios entre los puntos repartidores.

### **3.1.1.7. Pozos de visita**

Los pozos de visita, son estructuras de concreto armado por debajo del nivel de terreno natural, con dimensiones considerables para el ingreso de personal técnico especializado, utilizados para el mantenimiento preventivo y correctivo de la infraestructura que brinda el servicio telefónico.

Para la construcción de este tipo de obra es necesario entender que la excavación en tierras, es la efectuada en todos aquellos depósitos sueltos o cohesivos con nula o muy poca cementación, tales como: gravas o cantos rodados con tamaños que no excedan los 15 centímetros ó 6 pulgadas; arenas, limos, arcillas, material orgánico, materiales de desecho sueltos o cualesquiera de sus mezclas, formadas natural o artificialmente, que puedan ser excavadas con herramienta de mano o con maquinaria convencional para este tipo de trabajo.

Para el cumplimiento de esta actividad el supervisor debe:

- Verificar que la construcción de pozos de visita se realice de acuerdo con los planos de diseño.
- Verificar que la ubicación de diseño, no obstaculice los accesos peatonales en comunidades o calles.

- Verificar que no se dañe la infraestructura existente como tuberías de agua, ramales de drenajes, cableados eléctricos de la red de semáforos, etc.

#### **3.1.1.8. Obras especiales**

Se debe construir obras especiales, que complementan los proyectos de telecomunicaciones, las cuales se desarrollan para beneficio de los clientes o comunidades que son afectadas durante la ejecución de los mismos, como por ejemplo:

- Construcción de banquetas peatonales de concreto armado
- Conformación de caminos de accesos en comunidades
- Suministro e instalación de alumbrado público municipal
- Construcción de cunetas para cause de aguas de lluvia
- Suministro y aplicación de pintura para domicilios, en algún momento afectados
- Derivación de conexiones domiciliarias de agua potable

Este tipo de trabajos debe quedar registrado en la bitácora de campo y/o documento formalmente escrito, si fuese con entidad municipal; en la misma se registran los nombres de las personas y/o comunidades beneficiadas, para evitar reclamos posteriores o limitaciones al mantenimiento preventivo o correctivo.

Para el cumplimiento de esta actividad el supervisor debe:

- Verificar qué trabajos denominados especiales, sean necesarios para complementar el proyecto.



- Revisar que se anote este tipo de trabajos en la bitácora de campo.
- Comprobar que no existe daño a propiedad privada.

### **3.1.1.9. Tipos de cimentaciones**

Para el cumplimiento de esta actividad en trabajos de obra civil y montaje de estructuras, el supervisor debe verificar:

- En el trazo:
  - Que la posición de ubicación del trazo del terreno, con relación al área total disponible, esté de acuerdo con el plano de planta acotada de diseño.
  - Que la actividad de puentado, se verifique que esté a nivel en relación con una cota de altura; el mismo debe estar construido en toda el área destinada para el caso.
  - La delimitación del terreno mediante la actividad, escuadras de ejes.
- En cimentación:
  - Que el concreto preparado en obra se ajuste a las normas vigentes del ACI *-American Concrete Institute-* y sus agregados sean de primera calidad, libres de contaminación de arcilla, limos, materia orgánica, etc.
  - Que la cimentación cumpla con el trazo y las medidas indicadas en los planos, a excepción de condiciones particulares del tipo de suelo

hallado, como áreas de relleno, roca, limos orgánicos, arenosos y arcillosos, etc., en el que se deben tomar evaluaciones especiales.

- Que el ancho, profundidad y niveles de la excavación y/o zanja para la construcción de cimiento y zapatas tengan las dimensiones propuestas en el diseño.
- Que el proceso de compactación del suelo removido cumpla con el propósito de evitar los asentamientos del mismo y reducir la permeabilidad.
- Que la calidad, cantidad y diámetro de hierro cumpla con lo especificado y que su confinamiento esté de acuerdo con lo solicitado en el plano de diseño, para el emparrillado de losas y armadura de columnas y vigas.
- Que se cumpla con el recubrimiento de concreto sobre el refuerzo de acero, indicado en el plano y las especificaciones.
- Que la utilidad de la formaleta cumpla con las medidas de la sección establecida para la construcción de losas, vigas y columnas.
- Que la proporción de los materiales que se van a utilizar en el concreto coincidan con la establecida en las especificaciones técnicas, para cada tipo de proyecto. Normalmente se utiliza un concreto de 3,000 Lbs/Plg<sup>2</sup>, equivalente a 210 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia; para elementos estructurales del tipo de edificación considerada, la cual se obtiene con una proporción en volumen aproximada de 1 saco de cemento, 2 pies cúbicos de arena de río y 2 pies cúbicos de

piedrín, tomando como referencia que un pie cúbico es una carreta de mano a ras.

Tabla III. **Proporciones típicas del concreto**

Tipo	Proporción volumétrica	Bolsas de cemento (94 lbs.)	Arema M <sup>3</sup>	Piedrín M <sup>3</sup>	Agua (Lts)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )	Descripción
1	1 : 1.5 : 1.5	12.6	0.53	0.55	226	303	alta resistencia
2	1 : 2 : 2	9.8	0.55	0.55	227	217	alta resistencia
3	1 : 2 : 3	8.4	0.47	0.71	216	165	Resistencia media
4	1 : 2 : 4	7.3	0.41	0.82	211	140	Resistencia media
5	1 : 2.5 : 2	6.7	0.48	0.77	218	118	baja resistencia
6	1 : 3 : 4	6.3	0.53	0.71	224	94	baja resistencia

Fuente: SERCOM. Manual de especificaciones para estación celular. p. 110.

El supervisor, también debe verificar que:

- Durante el proceso de fundir, no se disgreguen los agregados del concreto por la caída al fondo de la excavación y/o zanja, para lo cual se recomienda usar equipo vibrador para expandir uniformemente el concreto.
- Los aspectos considerados anteriormente de trazo, armado, formaleta y fundición se cumplan por parte de la contratista.

### **3.1.1.10. Mediciones de red enterrada**

Para el cumplimiento de esta actividad el supervisor debe conocer los métodos de prueba y parámetros que aseguren la calidad de las instalaciones y de materiales empleados en todas las redes telefónicas de cobre y fibra óptica que se construyen, para lo cual debe evaluar los factores importantes como:

- Capacitancia
- Voltaje
- Atenuación
- Ruido
- Diafonía

Para esta actividad se debe emplear equipo electrónico especial y de última tecnología, con el cual se verifica y realizan pruebas importantes como:

- Medición de voltaje con *tester*
- Medición de longitud de onda
- Llamada de prueba con micro teléfono

Tabla IV. **Parámetros de medición eléctrica**

Parámetro	Parámetros eléctricos
Voltaje de aislamiento	48 Vcd $\pm$ 10% (a través de un puente de 2 x 400 Ohms)
Resistencia de bucle	< 1300 ohms
Corriente de bucle	< 19 mA, < 45 mA
Capacitancia mutua	52 nF/km $\pm$ nF a 1000 Hz
Voltaje de llamada	90 Vrms $\pm$ 5%
Resistencia de aislamiento	> 20 Mohms
Atenuación a equipo del cliente	< 10 dB en central digital < 8 dB en central analógica
Paradiafonía	> 76 dB
Telediafonía	> 67 dB
Ruido metálico	< 28 dBrc
Ruido a tierra	< 80 dBrc

Fuente: SERCOM. Manual de especificaciones para estación celular. p. 168.

### **3.1.1.11. Calibración de canalización**

Para el desarrollo de esta actividad, se debe conocer que la calibración en una canalización, consiste en la limpieza de ductos para introducir un calibrador según su diámetro ( $\emptyset$ ), para facilitar el uso de guías aceradas y así permitir la introducción de cables con mayor facilidad, instalan alambre galvanizado en cada ducto previo a una instalación final.

## **3.2. Obra vista**

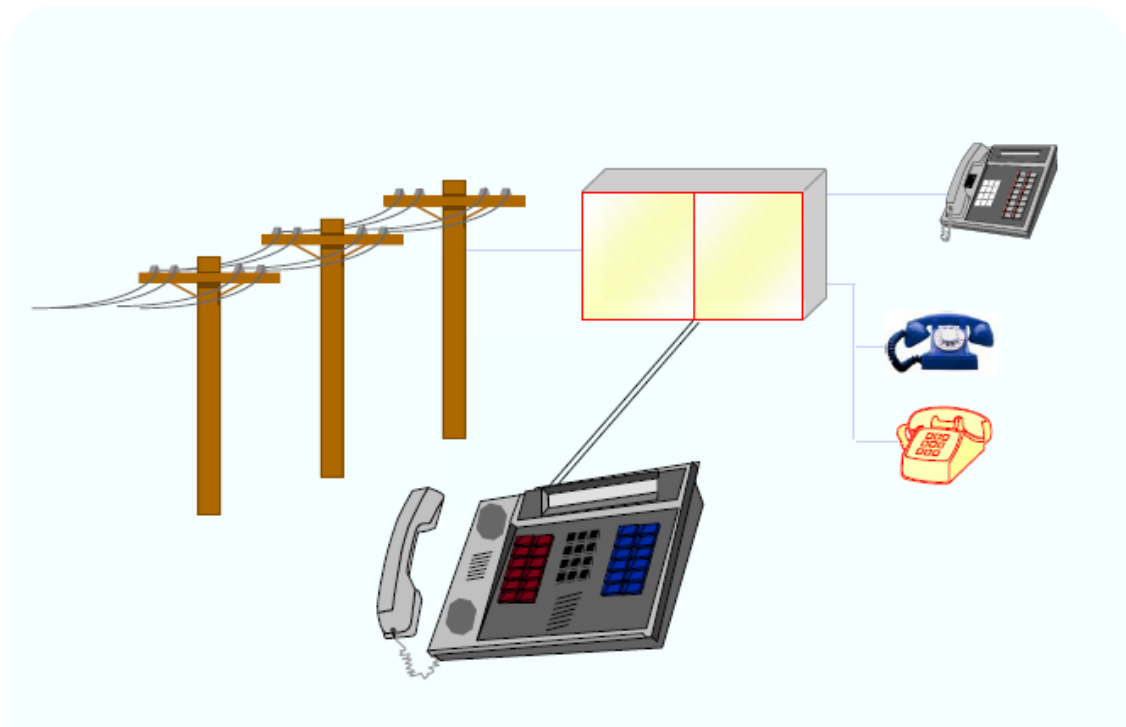
Es toda infraestructura sobre el nivel del terreno natural.

### **3.2.1. Posteado**

Este tipo proyectos consiste en instalar la variedad de tipos de postes, madera, metal o concreto, en una determinada área geográfica, para el montaje de cables telefónicos con características variables.

Para la instalación de esta infraestructura es necesario conocer la tensión máxima de jalado, que se define como la tensión que puede ser aplicada a un cable telefónico durante su instalación, sin que sufra algún daño físico o eléctrico. Así como, conocer los reportes parciales proporcionados por el Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), con datos de velocidades máximas de vientos registrados en los diferentes departamentos, municipios y poblaciones del territorio nacional, donde se evalúen las áreas que no excedan los 35 Km/hr. Se considera, para efectos de diseño, una velocidad máxima de 68Km/hr, para asegurar cualquier variable de viento que pueda registrarse.

Figura 12. **Distribución de servicio telefónico**



Fuente: SERCOM. Manual de especificaciones para estación celular. p. 215.

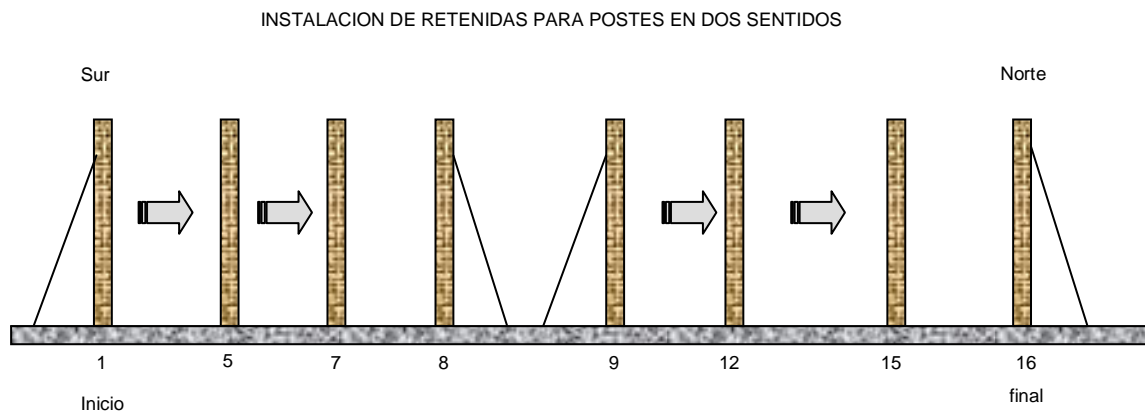
### **3.2.1.1. Cable de cobre**

Para el cumplimiento de la actividad de instalación de cable de cobre en postes, el supervisor debe verificar que:

- Se obtenga el plano de la zona o localidad donde se determinó diseñar una red aérea, con las características de la lotificación existente.
- Se busque el límite de los predios para ubicar los postes. No debe colocarse un poste al centro de un predio.

- Se considere como una separación nominal entre postes para áreas urbanas 50 metros; aunque dependiendo de las condiciones del terreno esta puede variar entre 35 a 65 metros.
- Se coloquen retenidas cuando se instalen cables muy pesados; como mínimo 2 retenidas entre cada 8 postes.
- En situaciones donde la instalación de postes sea un área rural, se considera una distancia interpostal de 62.5 metros y colocación de retenidas al inicio y final del tramo instalado; así como la instalación de retenidas a cada 8 postes.
- Los elementos sean sujetos a los postes (madera, concreto o metal) con cinchos *bandit* de  $\frac{3}{4}$ " , según las necesidades de tensión

Figura 13. **Distribución de postes telefónicos**



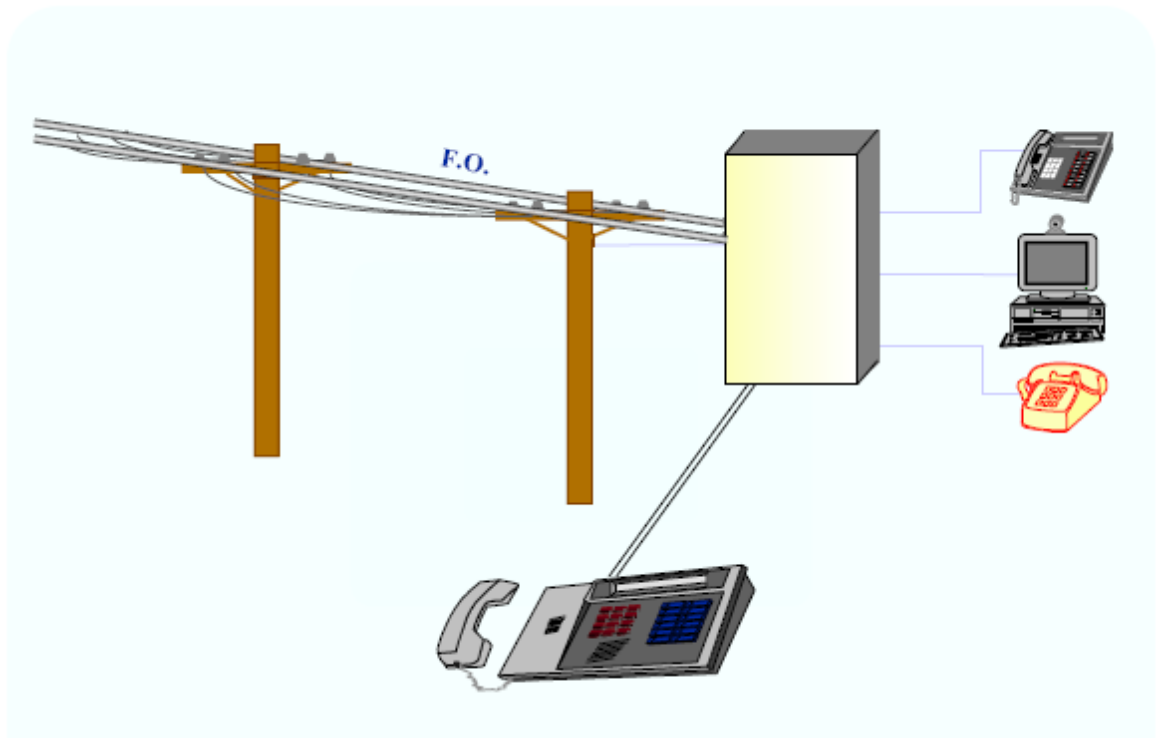
Fuente: SERCOM. Manual de especificaciones para estación celular. p. 225.

### 3.2.1.2. Fibra óptica

Para el cumplimiento de la actividad de instalación de fibra óptica en postes, el supervisor debe verificar:

- Que se obtenga el plano catastral donde se determine el diseño de una red aérea, con sus características de la lotificación existente.
- Conocer las características de la fibra óptica que se va a instalar, como tipo de fibra, tamaño de fibra, trasmisor, receptor, distancia típica y longitud de onda de operación.

Figura 14. Distribución de fibra óptica



Fuente: TELCOR. Seminario de telecomunicaciones. p. 196.



### 3.2.1.3. Cable coaxial

Para el cumplimiento de esta actividad de instalación de cable coaxial en postes, se deben considerar los criterios para la instalación de cable de cobre, así como verificar que:

- Los conectores se encuentren fijos al cable coaxial y que no presenten óxido o se encuentren rotos.
- El largo del conductor central (hilo de cobre) sea aproximadamente de 3 mm, a partir del borde del conector para no dañar los componentes internos de los conectores hembra.
- El número de salidas del *splitter* corresponda al número de televisores por conectar.
- En caso de contar con un amplificador de línea, este deberá de estar instalado en interiores, cerca de un contacto eléctrico y después de la salida del *splitter* al televisor más lejano.
- Si en una línea del tendido del cable coaxial existe un acoplador o “barril”, será necesario sustituir esta conexión por una línea completa.
- Los conectores expuestos al medio ambiente, se encuentren aislados con cinta plástica.

- El largo del cable coaxial entre dos elementos a conectar, sea el adecuado, procurando dejar 30 cms., para posibles reparaciones o movimientos.
- Dentro de los conectores, que el blindaje no haga contacto con el conductor central, ya que esto provocará un corto circuito.

#### **3.2.1.4. Topologías: alturas de postes**

Para el cumplimiento de esta actividad, en trabajos de obra civil y montaje de postes, el supervisor debe conocer el uso que se da a este tipo de infraestructura, utilizando postes de madera preservada y de metal de sección octogonal.

Para un supervisor, es importante conocer las funciones que brinda la utilización de postes para un proyecto de telecomunicaciones, siendo las siguientes:

- Ofrecen resistencia a cargas axiales y laterales, producto del peso de cables instalados.
- Ponen resistencia a las fuerzas producidas por el viento, presiones en un rango de 30 a 68 kg/M<sup>2</sup>.
- Son base para la instalación de accesorios de empalme y derivación (mufas), y de herrajes de material galvanizado en caliente, para soportar las condiciones de intemperie (anclas de remate, chapas de paso, travesaños o cadenas para abonados, etc.).

- Sirven de base para la instalación de cajas de distribución (puntos de dispersión).

El supervisor y el contratista asignados a proyectos de redes primaria y secundaria de telefonía, deben guiarse por las holguras mínimas que se indican en las normas de diseño y construcción para el proyecto, que se determinan según las zonas donde se construye; así también el tipo y clases de distribución, como áreas que atraviesan vías públicas y privadas, áreas de recreación, áreas accesibles a vehículos, peatones, etc.

Para el manejo y transporte de postes de madera, se recomienda no golpearlos, ya que se causa daño internamente al elemento, el cual no se observa a simple vista, sino hasta cuando son expuestos a fuerzas axiales y de flexión.

Para la instalación de un poste de madera, se debe atender lo siguiente:

- Excavar un agujero en forma cónica, variando el diámetro y altura del poste a instalar.
- El poste debe ser movilizado en distancias cortas para evitar un esfuerzo mayor, con cuatro hombres.
- Los postes deben quedar en la calle junto a la banquetta y con la base del poste, cercana al área donde se va a realizar el agujero que se va a excavar.

- Utilizar herramienta adecuada para la apertura de un agujero, como coba, pala doble extractora de suelo (saca tierra), barreta de acero, guacal extractor de tierra y mazo de posteo.
- Después de realizar el agujero cónico, se rebaja un borde del terreno con una inclinación hacia la base del poste para facilitar su puesta a plomo.
- En la colocación de accesorios se debe utilizar un barbiqui o trépano y se puede realizar antes o después de la instalación del poste de madera.
- La instalación de una caja terminal debe quedar hacia la calle con el objetivo que el técnico instalador tenga una buena visibilidad hacia la numeración.

Tabla V. **Postes de madera para telefonía**

Poste (H = altura)		Diámetro en base ( Ø )		Profundidad
Pies	Metros	Pulgadas	Centímetros	Centímetros
( ' )	Mts.	Plg.	Cms.	Cms.
25	7,6	7-7,6	17,8-19,3	120
30	9	8,2-9	20,3-22,9	130
35	10,7	9,5-10	24,1-25,4	150
40	12,2	10,3-10,8	26,2-27,4	160
45	13,7	10,5-11,1	26,7-28,2	180

Fuente: SERCOM. Manual de especificaciones para estación celular. p. 234.

Para el levantado de un poste a posición vertical, se deben atender las medidas de prevención siguientes:

- Alejar y evitar la intervención de personas ajenas a la empresa y contratista para evitar daños a terceros.

- Despejar el área de bienes privados como vehículos, motos, camiones, etc., para evitar inconvenientes con los vecinos, en relación con aspectos económicos.
- Evaluar las distancias de conexiones de red eléctrica primaria y secundaria, para evitar un accidente o daños en el servicio.
- Utilizar grúas o plumas con sus accesorios, para evitar sobreesfuerzos del personal asignado a la instalación.
- Limpiar del área de trabajo, los sobrantes de materiales, tanto de la excavación como accesorios no utilizados.

Para la instalación de un poste de metal, se debe atender lo siguiente:

- Los postes de metal son de sección octogonal variada y de tres secciones, denominadas elemento base, elemento medio y elemento punta; los cuales al ensamblarse desarrollan alturas de 8 y 9 metros, con traslapes intermedios de 40 a 50 cms.; estos tienen la función de evitar que el poste se desarme al aplicarle tensión.
- Para el almacenamiento y transporte de este tipo de postes, cada sección octogonal debe conservar una misma posición para evitar daño al momento del ensamble.
- Para la instalación de un poste de metal, se debe compactar el área del agujero y si es terreno suave, se debe colocar una capa de piedra para evitar hundimiento del mismo.

Revisar la correcta instalación de retenidas y anclajes, elementos que tienen como función generar una fuerza de tensión la cual crea una componente de la fuerza horizontal y una componente vertical hacia abajo, la cual le trasmite una fuerza axial al poste; además el anclaje es usado para compensar las cargas (esfuerzos) longitudinales de las líneas (en las estructuras de remate) y los esfuerzos que se generan por las cargas transversales en la estructuras de ángulo.

Las cargas de una estructura en ángulo son generadas por la tensión mecánica del conductor a lo largo de la línea y la presión del viento aplicada en ángulo recto a los conductores; estos producen una fuerza desbalanceada a lo largo de la bisectriz del ángulo que forman las dos líneas, lo que debe ser balanceado, por medio de un anclaje apropiado.

Las anclas tienen que ser de acuerdo con el tipo de suelo donde se instalen y con las cargas que soportan. El ángulo para el montaje de las anclas deberá ser en lo posible de  $45^{\circ}$  y se aceptará como mínimo  $30^{\circ}$ ; este ángulo se deberá medir entre el poste y el cable del anclaje; la profundidad del ancla está determinada por la longitud de la varilla de anclaje que es de 2.13 mts. (7 pies) actuando como inclinación, y deberá sobresalir una altura vertical de 0.15 mts.; existen varios tipos de varillas y algunas de ellas deben usar cuerdas, entre la varilla y el cable que sirve de tensor.

#### **3.2.1.5. Máximos y mínimos**

Esta actividad consiste en evaluar con base en el diseño de planificación, la cantidad y tipo de postes que se van a instalar en un determinado proyecto de telecomunicaciones, bajo parámetros establecidos por entidades especializadas y autorizadas en la materia.

La clasificación de los postes de madera para instalación de cables telefónicos, se presenta en la tabla VI y VII, (norma ANSI 05.1 1992)

**Tabla VI. Diámetros y perímetros de postes en pulgadas**

Largo y clase	Díametro sección a 6 pies	Díametro en la punta	Circunferencia sección a 6 pies	Circunferencia en la punta
35 C-5	9,24	6,04	29,02	18,98
30 C-6	7,96	5,41	25,00	17,01
25 C-6	7,32	5,41	22,99	17,01
25 C-7	6,84	4,77	21,50	15,00
25 C-10	5,09	3,76	15,00	12,00

Fuente: SERCOM. Manual de especificaciones para estación celular. p. 246.

**Tabla VII. Diámetros y perímetros de postes en centímetros**

Largo y clase	Díametro sección a 1,80 M	Díametro en la punta	Circunferencia sección a 1,8 M	Circunferencia en la punta
35 C-5	23,46	15,34	73,70	48,20
30 C-6	20,21	13,75	63,50	43,20
25 C-6	18,59	13,75	58,40	43,20
25 C-7	17,38	12,13	54,60	38,10
25 C-10	12,94	9,55	38,10	30,48

Fuente: SERCOM. Manual de especificaciones para estación celular. p. 246.

La clasificación de postes es dada por la siguiente nomenclatura YY C-X, donde YY es un número de 2 cifras que indica la longitud, C-X, la C indica clase y la X valores de 1 a 10, donde la clase 1 corresponde al poste más resistente y la clase 10 al poste menos resistente; ejemplo: 30 C-6 le corresponde al poste, clase 6, de 30 pies de largo.

La clasificación de postes para cumplir con la resistencia a la carga de ruptura para la instalación de cables telefónicos, se presenta en el cuadro 2 (norma ANSI 05.1 1992)

Tabla VIII. **Resistencia a la carga de ruptura en postes de madera**

Clase	Carga de ruptura		
	Kg	Newtons	Libras
35 C-5	862	8452	1900
30 C-6	680	6672	1500
25 C-6	680	6672	1500
25 C-7	545	5338	1200
25 C-10	272	2665	600

Fuente: SERCOM. Manual de especificaciones para estación celular. p. 247.

Garantizar el cumplimiento de todas las normas establecidas para su producción, incluyendo las etapas de descortezado, secado e impregnación, y cumpliendo con los estándares internacionales como las Normas de Retención de la *AWPA* (Asociación Americana de Preservadores de Madera), que incluyen la retención de preservante.

Tabla IX. **Norma de retención para postes de madera**

Aplicaciones	Retención (Lbs/pie <sup>3</sup> )
Contacto con suelo	0,60
Contacto con agua dulce	0,80
Contacto con agua salada	2,50

Fuente: SERCOM. Manual de especificaciones para estación celular. p. 252.



También un supervisor debe conocer las siguientes recomendaciones para el montaje de postes:

- Los postes de madera de 25 pies clase 10, son adecuados para la distribución de la red de abonado de una caja terminal al cliente; debiendo respetarse la distancia interpostal máxima permitida, así como una flecha de la catenaria menor a 0.60 metros.
- Los postes clase 7, soportan la instalación de cable aéreo multipar de cobre y aéreo de fibra óptica; con estos postes, algunas veces se tienen que acortar las distancias interpostales.
- Los postes clase 6 soportan tensiones más grandes en el montaje de cables aéreos de cobre y fibra óptica, logrando distancias interpostales mayores; son adecuados para la instalación de cables de cobre hasta de 300 pares.
- Los postes clase 5, por ser poste de 35 pies de largo, se instalan en puntos críticos como cruces de calles y avenidas muy anchas, sin importar que la flecha de la catenaria sea mayor de 2 metros; se utilizan en tendido de cable aéreo con distancias interpostales muy grandes y no se pueden instalar postes intermedios.
- Debe cumplirse con la totalidad de las especificaciones para cada uno de los postes, incluidos en el presente trabajo, para garantizar su funcionalidad en redes telefónicas; la información presentada en la tabla VI y VII, es de mucha utilidad para la toma de decisiones sobre qué poste utilizar en determinado proyecto.

El cuadro resumen de la norma *ANSI -American National Standards Institute- 05.1 1,992*; muestra la longitud del poste de madera según su clase, con la longitud de empotramiento, circunferencia mínima a 6 pies de la base y circunferencia en la punta.

Tabla X. **Longitud de postes de madera según su clase**

CIRCUNFERENCIA MÍNIMA DE LA PUNTA EN PULGADAS		27	25	23	21	19	17	15	15	12
LONGITUD DEL POSTE EN PIES	LONGITUD ENTERRADA EN PIES	CIRCUNFERENCIA MÍNIMA A 6 PIES DE LA BASE EN PULGADAS								
20	4	31	29	27	25	23	21	19,5	17,5	14
25	5	33,5	31,5	29,5	27,5	25,5	23	21,5	19,5	15
30	5.5	36,5	34	32	29,5	27,5	25	23,5	20,5	
35	6	39	36,5	34	31,5	29	27	25		
40	6	41	38,5	36	33,5	31	28,5			
45	6.5	43	40,5	37,5	35	32,5	30			
50	7	45	42	39	36,5	34				
55	7.5	46,5	43,5	40,5	38					
60	8	48	45	42	39					
65	8.5	49,5	46,5	43,5	40,5					
70	9	51	48	45	41,5					

Fuente: SERCOM. Manual de especificaciones para estación celular. p. 272.

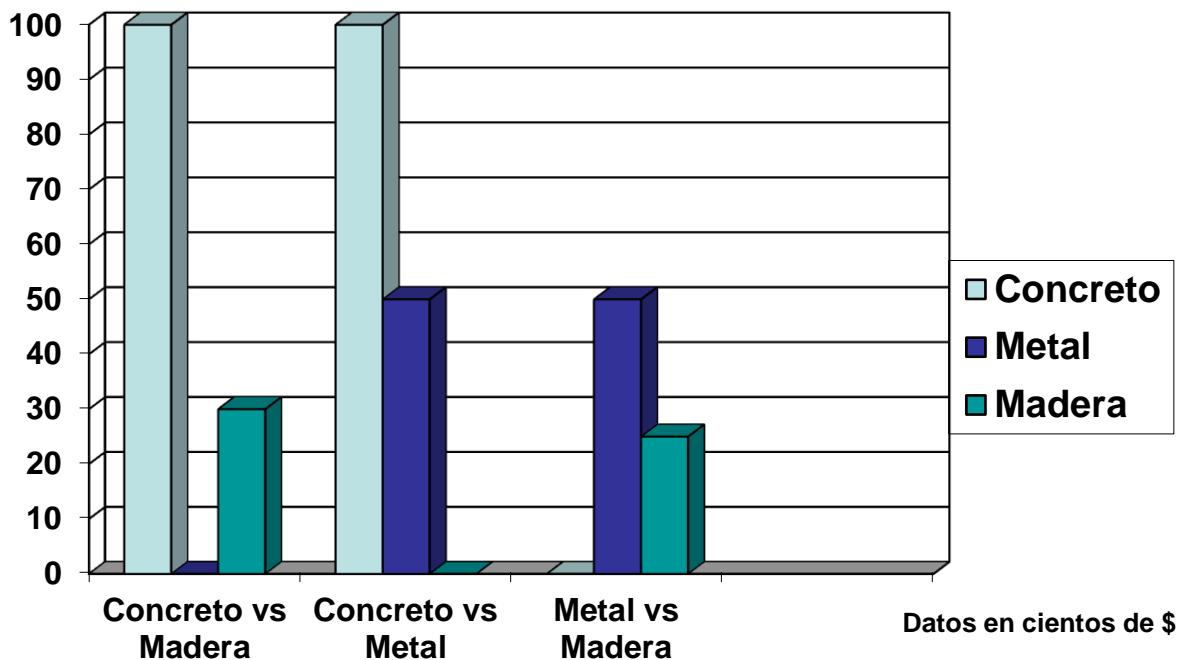
### 3.2.1.6. Análisis costo-beneficio por utilización de postes

Existen diferentes tipos de postes de acuerdo con el material de que están hechos; los hay de concreto, metálicos de sección octogonal y de madera preservada, así como por la variación en su diámetro ( $\emptyset$ ) y altura (H). Por lo que es necesario realizar análisis de diseño de montaje de postes de acuerdo con el crecimiento de la red telefónica.

La distribución de una red telefónica, con postes de concreto eleva sus costos, mientras la instalación de postes de madera los reduce, tanto económicamente como en tiempo de instalación; así también un proyecto diseñado con postes metálicos (PTT) incrementará los costos en comparación con los postes de madera, por lo que se debe considerar el área geográfica donde se deban instalar.

Una consideración importante que debe evaluarse en la instalación de postes, con base en sus diferentes tipos, es la autorización de permisos municipales según la localidad.

Figura 15. Costos por instalación de postes



Fuente: SERCOM. Manual de especificaciones para estación celular. p. 292.

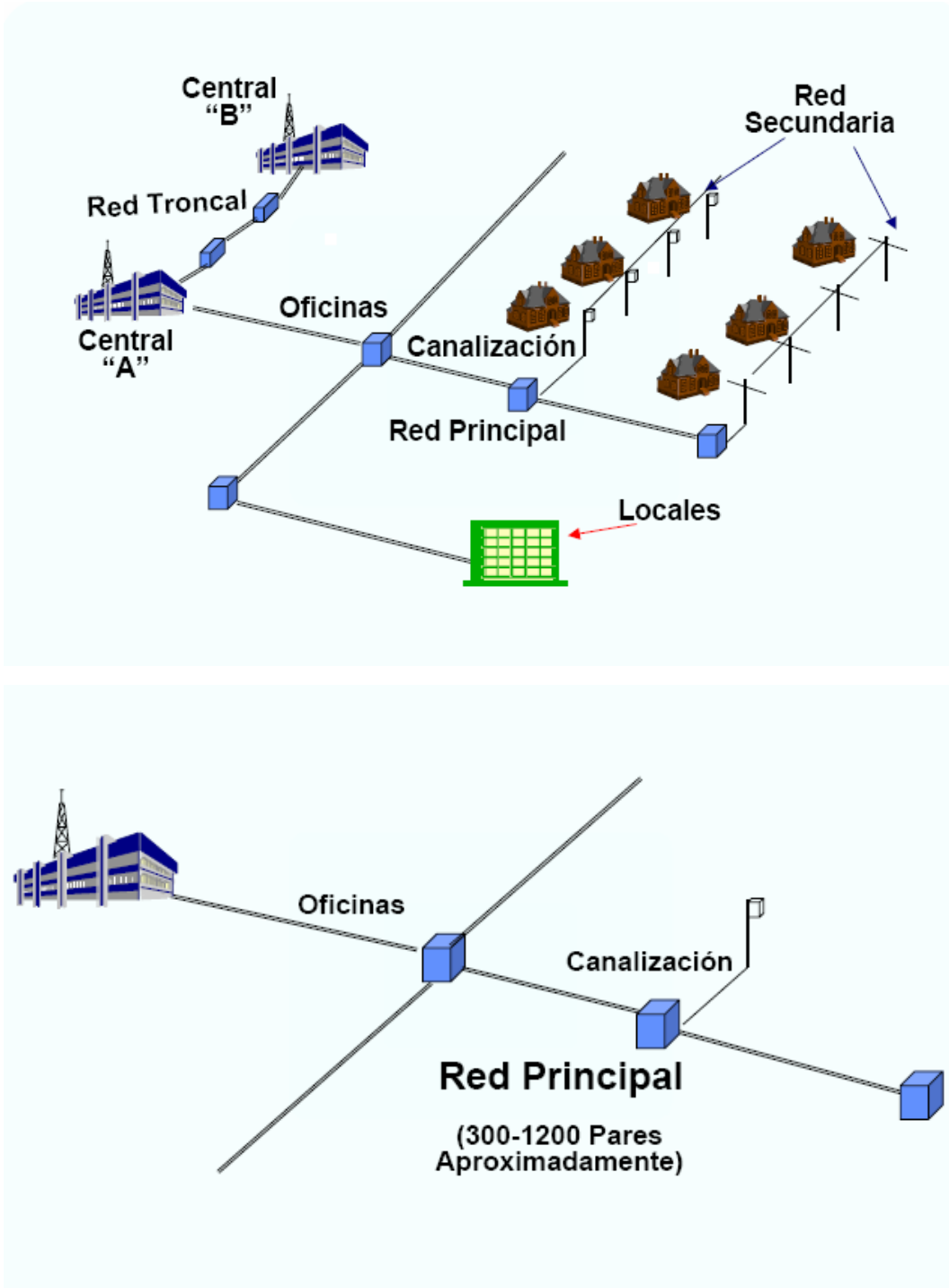
### **3.2.1.7. Distribución de red**

Los rápidos avances tecnológicos influyen para que constantemente se revisen los diseños iniciales para conservar el crecimiento de usuarios por los servicios de telecomunicaciones, lo cuales deben ser flexibles para la aceptación de nuevas tecnologías; estos cambios son analizados bajo los criterios técnico-económico (rentabilidad).

Una red primaria constituye los enlaces entre la infraestructura conocida como central telefónica y el equipamiento denominado cajas de distribución; las cuales están instaladas en áreas municipales y/o privadas y preferentemente canalizadas.

La distribución de red telefónica construida, debe estar basada en el factor demanda, el cual es ponderado bajo estudios previamente establecidos, con información actualizada y confiable, luego de evaluar unidades habitacionales, poblaciones en crecimiento, urbanizaciones existentes y nuevas áreas industriales y comerciales, etc.

Figura 16. Distribución de red telefónica



Fuente: TELCOR. Seminario de telecomunicaciones. p. 222.

Para el cumplimiento de esta actividad, el supervisor debe verificar que:

- Se realicen los inventarios de red existente en las cajas de distribución, entendiéndose como el recuento de números y cantidades de pares libres y ocupados en las regletas instaladas en las terminales.
- Se cuente con planos del distribuidor principal y de canalización
- Disponer de los planos actualizados de la red principal
- Sea brindada la mejor calidad en el servicio
- Exista la función óptima de la red para el cliente
- Se prevea un mejor y menor mantenimiento a la infraestructura

#### **3.2.1.8. Mediciones de red descubierta**

Para el cumplimiento de esta actividad el supervisor debe conocer los métodos de prueba y parámetros que aseguren la calidad de las instalaciones y de materiales empleados en todas las redes telefónicas de cobre y fibra óptica que se construyen, para lo cual deben cuantificar siguientes factores:

- Capacitancia
- Voltaje
- Atenuación
- Ruido
- Diafonía

Para esta actividad se debe emplear equipo electrónico especial y de última tecnología, con el cual se verifican parámetros importantes como:

Tabla XI. **Parámetros de medición eléctrica**

Parámetro	Parámetros eléctricos
Voltaje de aislamiento	48 Vcd $\pm$ 10% (a través de un puente de 2 x 400 Ohms)
Resistencia de bucle	< 1300 ohms
Corriente de bucle	< 19 mA, < 45 mA
Capacitancia mutua	52 nF/km $\pm$ nF a 1000 Hz
Voltaje de llamada	90 Vrms $\pm$ 5%
Resistencia de aislamiento	> 20 Mohms
Atenuación a equipo del cliente	< 10 dB en central Digital < 8 dB en central Analógica
Paradiafonia	> 76 dB
Telediafonia	> 67 dB
Ruido metálico	< 28 dBrc
Ruido a tierra	< 80 dBrc

Fuente: SERCOM. Manual de especificaciones para estación celular. p. 168.

### 3.3. Torres y mástiles

Este tipo de proyectos consiste en la instalación de estructuras, torres y mástiles, que sirven de soporte para el equipamiento de las telecomunicaciones, para brindar el servicio de telefonía celular.

La actividad de supervisión para estos proyectos es dar un seguimiento basado en un programa de trabajo previamente aprobado.

### **3.3.1. Topografía**

Esta rama de ingeniería es parte fundamental para el montaje de las estructuras en los proyectos de telecomunicaciones, ya que debido a las características propias de la naturaleza de territorio nacional se debe realizar un estudio topográfico, para lograr así una correcta y optima instalación. Además, supervisión debe cumplir las siguientes actividades:

- Contar con los planos, permisos y/o licencias, así como los contratos correspondientes para el proyecto asignado.
- Disponer de las especificaciones y normas vigentes y autorizadas, referentes al proyecto de montaje de estructuras.
- Que las condiciones topográficas del terreno hayan sido evaluadas por la contratista para el montaje de la estructura, mediante documentación como: un estudio certificado de suelos y geotécnica, siendo este base para la determinación del diseño de cimentación de acuerdo con el factor valor soporte del suelo en el área del proyecto y así garantizar la estabilidad de la estructura.
- Contar con una bitácora de campo, para el registro de los avances del proyecto.

### **3.3.2. Altura de estructuras**

Para el cumplimiento de esta actividad el supervisor debe verificar que:

- Los planos correspondan al proyecto asignado, por nombre del proyecto ubicación geográfica, así como datos cartesianos de GPS.



- La contratista traslade a campo la estructura, de acuerdo con las dimensiones solicitadas para el proyecto, evitando así instalar una estructura de menor y/o mayor altura, generando costos adicionales al proyecto.
- Se revisen datos del estudio de diseño de cimentación relacionados con las características de los materiales, dimensiones de diseño, tipos de sección transversal, factores como velocidad resistente al viento, revisión del momento resistente y momento de volteo, así como el diseño de refuerzo de acero.
- Se revise el juego de planos para la cimentación y análisis de los detalles presentados por cada tipo de estructura.
- Se revise el cálculo estructural del proyecto para la verificación de la estabilidad de la estructura, por las fuerzas de viento actuantes.
- Se revise el juego de planos de la estructura de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

### **3.3.3. Obras complementarias**

Para el cumplimiento de esta actividad el supervisor debe verificar que:

- Los trabajos de obra civil cumplan las especificaciones vigentes como los niveles de cabezales de concreto con su drenaje pluvial, compactación de terreno en el área donde se instalará la estructura, construcción de muros de contención y protección de taludes por los cortes de terreno realizados.

- Los trabajos de montaje de la estructura cumplan con las especificaciones vigentes en cuanto a la tornillería utilizada, breizas no dañadas, instalación de escalerías de ascenso con sus descansos intermedios indicando a qué alturas se encuentran, calidad de materiales como el galvanizado y la pintura aplicada.
- Las orientaciones y altura de los soportes en la estructura sean las solicitadas de acuerdo con la configuración de GPS previamente diseñada, para obtener una óptima utilización.
- Se instale el cable de seguridad de diámetro  $\varnothing 3/8$ ".
- Se instale un sistema de iluminación, de acuerdo con las especificaciones, siendo este, luces de navegación aérea con instalación automatizada por fotocelda.
- Se instale un sistema de puesta a tierra, para la protección de la estructura, expuesta a descargas electroatmosféricas naturales, como lo un pararrayos Franklin, la construcción de un anillo con cable desnudo 2/0 y varillas de cobre con sus respectivas soldaduras exotérmicas, correctamente instalado y conectado a toda la estructura.
- El área de trabajo quede completamente limpia de sobrantes de materiales utilizados, para evitar reclamos municipales o de entidades locales como comités de vecinos o personas particulares que se vean afectadas por no atender la limpieza.

### **3.3.4. Seguridad de infraestructura**

Para el cumplimiento de esta actividad el supervisor debe verificar que:

- Antes de una fundición para cimentación, se complete un formato de autorización correspondiente, para cada proyecto de montaje de la estructura.
- Los materiales utilizados sean de primera calidad y sean atendidos los requerimientos de diseño para el confinamiento del acero solicitado para el armado.
- Se realicen pruebas de concreto insitu, en toma de muestras y seguimiento, hasta la presentación del informe final de resistencia del concreto, presentado por una entidad privada asignada para el efecto.
- El sistema de iluminación funcione correctamente, ya que es un renglón de suma importancia para la seguridad de la estructura relacionada con el tráfico aéreo.

## **4. ACTIVIDADES DE CAMPO Y ADMINISTRACIÓN**

### **4.1. Utilidad de la bitácora**

Una de las herramientas más importantes en la ejecución del cualquier proyecto, en particular de telecomunicaciones, es la bitácora de campo, la cual es un registro del día a día, anotaciones con un orden secuencial de cada una de las actividades, imprevistos, condiciones climáticas, situaciones gubernamentales, etc., que afecten el desarrollo del proyecto, mismas que deben ser anotadas y validadas por el supervisor.

La bitácora debe ser un registro anotado en un libro escrito a mano o impreso, donde las hojas estén debidamente foliadas, es decir numeradas; actualmente en el mercado existe una gran variedad de tipos de libros que facilitan esta actividad, se encuentran con papel pasante hasta de papel sensibilizado con tres o cuatro copias de acuerdo con la necesidad, las cuales se aprovechan para llevar un archivo sin necesidad de duplicados por una máquina fotocopidora.

La importancia de la bitácora de campo es que tiene la cronología del proyecto, la cual es una base para la determinación de tiempos de ejecución de diseños autorizados previamente, etc.; así como es la base para penalizaciones y la determinación de tiempos sin justificación, afectando directamente al contratista del proyecto; este documento debe ser parte fundamental en los procedimientos de aceptación del obra y liquidación, para la generación de la facturación correspondiente.

#### **4.1.1. Registro de avance de obra**

El tiempo es sin duda el factor más importante que se debe considerar. Los contratos para la realización de proyectos generalmente contienen cláusulas de daños y perjuicios por atraso, mediante los cuales se deduce una sanción económica al contratista, por cada día de retraso en la terminación de los proyectos contratados, respecto de una fecha especificada de terminación. Por lo que se hace necesario un registro de avances efectivos.

Un registro de avances efectivos, es ejercido por un supervisor hacia el contratista al determinar el avance real de la ejecución del proyecto versus el avance planificado. Uno de los objetivos es que el trabajo proceda económicamente hacia la terminación a tiempo del proyecto. Para lograr este propósito, el supervisor necesita controlar de manera constante el avance real del trabajo versus el avance planificado. La actividad consiste en medir físicamente el trabajo hecho a diario y haciendo comparaciones periódicas sobre el total del trabajo a la fecha con el planificado; de existir alguna variación considerable, debe darse pasos correctivos.

Si un renglón de trabajo está consumiendo más o menos tiempo en su ejecución, el supervisor toma decisiones para corregir tal condición, mismas que son anotadas en la bitácora de campo, instrumento que siempre debe estar donde se desarrolla el proyecto.

Los registros de avances, deben ser anotados día a día, por el personal asignado la empresa contratada; siendo responsabilidad del supervisor avalar y/o realizar anotaciones adicionales para mejoras, cambios o solicitudes que afecten directamente el tiempo de ejecución del proyecto; anotaciones que

tendrán que ser informadas a la administración de la ejecución del proyecto, responsable de tomar las acciones correspondientes.

#### **4.1.2. Registro de cambios de diseño**

La revisión por parte del supervisor de los planos de diseño, consiste en verificar que las condiciones físicas del área donde se construye el proyecto se apeguen básicamente con las medidas plasmadas en los planos, de no ser así, se analizan los cambios en el diseño inicial del proyecto, entendiendo que serán tomados en cuenta únicamente cuando tiendan a lograr una mejora funcional y/o económica, siendo este uno de los principales factores para que se registren cambios de diseño, los cuales deberán quedar registrados tanto en la bitácora de campo, como en el envío de una comunicación formalmente escrita a la administración de la ejecución del proyecto, las cuales deben dar su aceptación o rechazo a cambios propuestos y que deben llevar una justificación razonada.

El supervisor es el responsable del seguimiento a los cambios solicitados para que los proyectos sean exitosos y cumplan con los objetivos inicialmente propuestos; la falta de seguimiento a los cambios de diseño del proyecto es un fracaso para el mismo.

El registro de cambios de diseño para un proyecto, se verán reflejados en los planos finales presentados por el contratista, los cuales serán parte de un archivo general, como base de futuras ampliaciones; el juego de planos finales debe cumplir con lo solicitado en las especificaciones por cada tipo de proyecto, tanto en forma impresa como en una carpeta digitalizada en un medio magnético, apoyados en la tecnología vigente.

#### **4.1.3. Registro de imprevistos**

El supervisor debe registrar todos los acontecimientos ocurridos desde la asignación del proyecto, la etapa de construcción y la finalización del mismo, entendiendo como imprevistos a las actividades no contempladas en la etapa de diseño y ejecución, para lo cual se pueden mencionar como sigue:

- De gabinete:
  - Cambios en el diseño del proyecto.
  - Suspensión de una licencia de construcción por las municipalidades locales.
  - Requerimientos adicionales por comités de vecinos y comunidades, para trámite de una negociación.
  - Escasez de materiales de construcción.
  - Trámites aduanales.
  - Incumplimiento de aspectos ambientales.
  - Inseguridad nacional.
  
- De carácter natural:
  - Condiciones topográficas de acceso.
  - Condiciones climáticas (lluvia, vientos, deslaves, terremotos).

#### **4.1.4. Registro de aprobación y rechazo de obra**

Esta actividad consiste en la revisión y evaluación del programa de obra, en el cual se revisa la bitácora de campo, la recopilación de documentos como órdenes de cambio u órdenes de trabajo extra, y toda la información que

demuestra la finalización del proyecto; misma que es revisada por el supervisor asignado al proyecto tanto en gabinete como las respectivas pruebas de funcionamiento en campo, quien emite su aval de conformidad a la administración de la ejecución del proyecto responsable.

De no cumplir con lo antes mencionado, se rechaza el proyecto.

#### **4.1.5. Utilidad de correos electrónicos**

La utilidad de la tecnología es de mucha importancia, debe ser asociada a la búsqueda de soluciones oportunas de acuerdo con los avances del proyecto. El uso tecnológico de los correos electrónicos servirá como enlace entre el contratista y el supervisor, desde el gabinete hasta el campo donde se desarrolle el proyecto. Esta herramienta debe ser bien utilizada, es decir, solicitar e informar de los cambios que ocurran en el proyecto de manera oportuna, ya que su versatilidad de adherir gráficos, planos, fotografías, etc., facilitan los mecanismos de autorización entre ambas partes.

Los correos electrónicos deben ser explícitos en su descripción, anotando a qué proyecto se refieren y qué se solicita; información que el supervisor remite a la administración de la ejecución del proyecto responsable, para obtener el aval o negación de la solicitud. Al utilizar este medio de información se deben considerar aspectos como la ética profesional y la confidencialidad, ya que por ser un medio con alto grado de vulnerabilidad al acceso de la información, no se recomienda que en él se presenten acusaciones personales o información que ponga en riesgo las políticas y seguridad de la empresa que se representa; de ocurrir situaciones como las antes mencionadas, se buscan medios de información formalmente establecidos.



#### **4.1.6. Acuerdos logrados supervisor-contratista**

Esta actividad se registra en la bitácora de campo del proyecto, ya que son acuerdos en beneficio del proyecto tanto en tiempo como en costo. Los acuerdos surgen de reuniones de seguimiento semanal o mensual de acuerdo con el programa de trabajo y en campo, directamente en la etapa de ejecución; los mismos deben ser de conocimiento oportuno de la administración de la ejecución del proyecto responsable.

#### **4.2. Seguimiento al proyecto por diagrama de Gantt**

El seguimiento a un programa de trabajo consiste en la evaluación al diagrama de Gantt, el cual es un diagrama de barras horizontales en el cual la lista de actividades va debajo del eje vertical y las fechas se colocan a lo largo del eje horizontal.

El eje horizontal corresponde al calendario, o escala de tiempo definido en términos de la unidad más adecuada al trabajo que se va a ejecutar: hora, día, semana, mes, etc. En el eje vertical se colocan las actividades que constituyen el trabajo que se va a ejecutar. A cada actividad se le hace corresponder una línea horizontal cuya longitud es proporcional a su duración en la cual la medición se efectúa con relación a la escala definida en el eje horizontal, conforme se ilustra.

Las actividades que comienzan más temprano se localizan en la parte superior del diagrama, y las que comienzan después se colocan de modo progresivo, empezando por la que empiece primero, en el eje vertical. De este modo, el diagrama parece la vista lateral de una corriente que fluye de una montaña, lo cual explica por qué los diagramas de Gantt también se conocen

como diagramas en “cascada”. Además, el flujo desde la parte superior izquierda hacia la parte inferior derecha, puede dar la idea de secuencia al colocar el número o la letra de la actividad precedente inmediata, a la izquierda del extremo de la barra que representa la actividad.

Los diagramas de Gantt son herramientas prácticas muy utilizadas en la administración de proyectos porque no solo son económicas y fáciles de aplicar, sino que también presentan gran cantidad de información, donde un supervisor puede descubrir de inmediato cuáles actividades van adelantadas en la programación y cuáles están atrasadas.

En general, cuanto más grande sea el proyecto, más difícil será desarrollar y mantener actualizados los diagramas de Gantt. Sin embargo, en los proyectos de telecomunicaciones, pueden ser útiles para representar las diversas tareas en que se descompone la actividad, o dar una idea amplia del avance de un proyecto.

#### **4.3. Aprobación de actas por conciliación de obra**

Esta actividad consiste en completar la documentación previamente definida para la aceptación de unidades y cantidades de trabajo ejecutadas, de acuerdo con los planos de diseño a satisfacción del supervisor asignado, quien da su aprobación mediante su nombre y firma, fecha y observaciones pertinentes al proyecto; documentos que son de utilidad al contratista para la solicitud de liquidación de obra.

#### **4.4. Solicitud de permisos gubernamentales**

Esta actividad consiste en completar la documentación requerida por entidades gubernamentales y privadas, en algunos casos; se hace del conocimiento que cada municipalidad tiene establecidos sus reglamentos, es decir solicitan diferentes formularios y documentos para un trámite de licencia de construcción, pero concluyendo en algunos datos requeridos como información general:

- Dos juegos de planos en copias heliográficas del proyecto (firmados por el propietario y un profesional encargado de la planificación y/o ejecución del proyecto, los cuales contienen información como:
  - Plano de localización, con 3 copias.
  - Copia certificada del registro de la propiedad (extendida en los últimos tres meses).
  - Recibo cancelado de Impuesto Único Sobre Inmuebles (IUSI), cancelado al último trimestre.
  - En caso de ser representante legal de una empresa, debe presentar un acta de nombramiento o carta de poder debidamente autenticada.
  - Recibo de pago cancelado en “Caja” de cada municipalidad por el monto previamente establecido.

Respecto de los formularios que se deben completar se solicita:

- Toda información técnica (área de terreno, metros cuadrados que van a construirse, libro, finca y folio de acuerdo con el registro de la propiedad).
- Alineación municipal (frente, fondo y colindantes de los terrenos).
- Solicitud de revisión del anteproyecto (breve descripción de los trabajos que se van a realizar).
- Adjuntar los timbre de Ingeniería o Arquitectura a los planos y formularios que así lo requieran, de acuerdo con el valor del proyecto.

El pago para la obtención de licencia de construcción, se deduce en función de los metros cuadrados y el costo de la mano de obra, tomando como base la siguiente tabla.

Tabla XII. **Costos de construcción**

Tipo	Descripción del proyecto	Costo estimado por metro cuadrado (Q / M <sup>2</sup> )
1	Edificios de 3 o más niveles ( Estructura de concreto reforzado o de metal, paredes de ladrillo o block y techos de losa de concreto) Aplicado a hoteles, oficinas, locales comerciales, vivienda multifamiliar.	2 100,00
2	Edificios de uno ò dos niveles Aplicado a hoteles, oficinas, locales comerciales, vivienda multifamiliar, apartamentos.	1 800,00
3	Edificaciones para bodegas y/o instalaciones industriales: De un nivel	900,00
	De dos o más niveles	1 200,00

Continuación de la tabla XII.

Tipo	Descripción del proyecto	Costo estimado por metro cuadrado (Q / M <sup>2</sup> )
4	Vivienda y/o residencia	
	Tipo 1: Hasta 60 M <sup>2</sup>	850,00
	Tipo 2: De 61 @ 100 M <sup>2</sup>	1 100,00
	Tipo 3: De 101 @ 300 M <sup>2</sup>	1 500,00
	Tipo 4: De 301 @ 400 M <sup>2</sup>	1 800,00
	Tipo 5: Mayores de 400 M <sup>2</sup>	2 250,00
5	Urbanizaciones, por lote	12 500,00
6	Remodelaciones o cambio de uso (según tipo)	75%
7	Demolición	150,00
8	Otras especificaciones no tipificadas:	
	Levantado de muro de ladrillo	300,00
	Levantado de muro de block	210,00
	Cubierta de lámina	240,00
	Cubierta de concreto	800,00
9	Excavaciones y/o movimiento de tierras por metro cúbico	125,00

Fuente: Municipalidad de Guatemala. Proyecto metrópoli 2010. p. 18.

#### 4.5. Bodegas del contratista

El contratista debe dar cumplimiento a las condiciones contractuales al tener inmuebles donde deposite los materiales y equipos que se utilizan en los proyectos asignados dependiendo del tipo, siendo materiales como cables de varias características para la red de acceso, accesorios, materiales para construcción como cemento, arena, pedrín, madera, etc., vehículos y herramientas adecuadas para la ejecución de los proyectos.

De no cumplir con estas disposiciones, es responsabilidad del supervisor informar oportunamente para el buen desarrollo de los proyectos.

#### **4.6. Soporte de archivo fotográfico / videos**

Con ayuda de recursos tecnológicos actuales, los registros de fotografías y/o videos son de utilidad para el proceso de supervisión de proyectos, específicamente en los de telecomunicaciones, ya que un alto porcentaje de su obra queda oculta por la seguridad del equipamiento y del servicio que se brinda.

Es por ello que la utilidad de la cámara digital, fotografías y/o vídeo, es parte básica de la herramienta con que cuenta un supervisor de proyectos, para verificar el cumplimiento de los objetivos puede usarse este recurso para evidenciar de manera gráfica los avances físicos del proyecto; así como registrar las etapas del mismo en sus fases de inicio, ejecución y finalización de los trabajos a entera satisfacción de las partes involucradas.

Estos registros, fotografías y/o vídeos, pueden ser asociados al recurso de los correos electrónicos debido a las aplicaciones con que cuenta esta herramienta; así como para la elaboración de informes técnicos donde se deba imprimir determinadas fotografías para obtener las soluciones y aprobaciones correspondientes.

El contratista, debe llevar un registro gráfico por nombre del proyecto y una secuencia de avance, el cual es avalado por el supervisor de la empresa, ya que debido a los múltiples proyectos que se desarrollan, la ruta programada de un supervisor varía y no debe perder la continuidad de supervisión de un proyecto, el cual puede ser sustituido por otro supervisor, quien obtiene la información de los avances del mismo, basado en un registro gráfico para la continuidad, hasta llegar al final con una certeza en la información que se maneja desde el inicio.



## CONCLUSIONES

1. Con el presente trabajo de graduación se definen criterios y procedimientos mínimos que deben aplicarse en la supervisión de trabajos relacionados con la construcción para telefonía, y así garantizar este servicio esencial de comunicación.
2. Los conceptos generales contenidos en este trabajo servirán como punto de partida para la unificación de criterios entre los profesionales encargados de supervisar proyectos de telecomunicaciones, para realizar una supervisión eficaz y eficiente de todas y cada una de las actividades que conlleva la ejecución de los mismos.
3. Las telecomunicaciones en la actualidad están pasando por una serie de cambios y siguen creciendo de tal forma que entre los usuarios han modificado su manera de relacionarse entre sí y con los proveedores de servicios.





## RECOMENDACIONES

1. El personal asignado como supervisor de un proyecto debe tener siempre presente que es el responsable directo del desarrollo del proyecto y por ende del manejo de los costos para fines de liquidación por parte de las empresas contratistas calificadas, para la construcción de los proyectos de telecomunicaciones.
2. El supervisor asignado debe mantener una comunicación constante y directa con el responsable de la administración de la ejecución del proyecto, para el seguimiento de la supervisión técnica-administrativa, con el objetivo de mantener actualizada la información del desarrollo del mismo.
3. El supervisor debe conocer toda la documentación contractual que se elabore para un proyecto asignado, así también solicitar la información necesaria de formatos y procedimientos administrativos establecidos por la empresa que representa.
4. La administración de la ejecución del proyecto, por medio de su representante, debe brindar todo el apoyo logístico para el desarrollo del proyecto, con lo cual garantiza que los trabajos se cumplan de acuerdo con lo solicitado.

5. Las empresas que se dedican a la construcción de infraestructura de telecomunicaciones deben cumplir las normas y especificaciones establecidas, a las cuales el supervisor asignado debe dar seguimiento para la búsqueda del buen funcionamiento del servicio telefónico.
6. El avance tecnológico de las telecomunicaciones, debe resguardarse en infraestructura de obra civil de excelente calidad, la cual se cumple con la aplicación de normas y especificaciones elaboradas para cada uno de los proyectos realizados, bajo una supervisión responsable.
7. Capacitar constantemente al personal que es asignado con la función de supervisor de proyectos de telecomunicaciones, para obtener como resultado, un trabajo técnico y de excelente calidad.
8. En las capacitaciones debe haber personal representando los poderes de decisión, dirección y operación, y con una comunicación horizontal, generar confianza y motivación en los trabajadores.

## BIBLIOGRAFÍA

1. CAMERON, Smith. *Guía para supervisores: responsabilidades éticas, responsabilidades de la dirección, responsabilidades administrativas*. México: Trillas, 1972. 141 p.
2. CAMICHEL, Ecles Robert. *Administración: curso para supervisores*. México: Limusa, 1982. 334 p.
3. Instituto Americano del Concreto. *Manual de inspección del hormigón. Informe del comité ACI-311*. México: ACI 1995. 520 p.
4. Instituto de Fomento de Hipotecas Aseguradas. División Técnica. *Normas de planificación y construcción de casos proyectados*. Guatemala: FHA, 1987. 138 p.
5. MARTÍNEZ ALFARO, Romeo Everardo. *Actividades y prácticas para la supervisión de proyectos viales de la dirección de caminos*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1998. 135 p.
6. MELÉNDEZ LEON, Iván. *Manual de proyectos de un supervisor en obras del estado por contrato*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2000. 125 p.
7. MERRIT, Frederick S. *Manual del Ingeniero Civil*. 3a ed. Tomo III. México: McGraw-Hill / Interamericana, 1994. 450 p.
8. TELCOR MR. *Seminario de telecomunicaciones*. México: TELCOR 2006. 540 p.
9. TELMEX. *Manual de normatividad de telefonía*. México: Teléfonos de México 1998. 430 p.

10. SOLÍS ACUDIA, Cecilio. *Reporte de investigación: las debilidades de egreso de los alumnos de Ingeniería Civil*. 2a ed. México: Prentice Hall Hispanoamericana, 2003. 530 p.
11. SUAREZ, Carlos. *Administración de Empresas Constructoras*. 3a ed. México: Limusa, 2001. 360 p.

## **APÉNDICES**



## Apéndice 1. Formato de orden de cambio

<b>EMPRESA DE CONSTRUCCIÓN DE TELEFONÍA</b>					
<b>UNIDAD SUPERVISORA DE CONSTRUCCIÓN</b>					
Empresa contratista: Ingenieros Civiles Asociados S.A. de C.V.			Nombre del supervisor : Renato Recinos		
Proyecto: Ampliación de red telefónica, Guatemala - El Rancho					
Descripción del proyecto: se busca la interconexión de la red telefónica entre Guatemala y el municipio El Rancho, El Progreso.					
<b>Orden de cambio No. : 001-2012</b>					
Fecha de emisión: 01-enero-2012					
Ejecutar los siguientes renglones:					
No.	Descripción cambio a :	Cantidad	Unidad	Precio unitario (\$)	Total (\$)
1	Metros de canalización por encontrarse drenajes municipales en la ruta de diseño.	120	ML	12,00	1 440,00
2	Excavación en terreno normal	38,4	M <sup>3</sup>	4,00	153,60
3	Suministro e instalación de tubería de 4" (para 6 vías)	720	ML	12,00	8 640,00
4	Relleno y compactación	9,6	M <sup>3</sup>	6,50	62,40
<b>Total (\$)</b>					<b>10 296,00</b>
Observaciones:					
Se presenta registro fotográfico y plano modificado para su evaluación y autorización.					
-----					
-----					
-----					
-----					
-----					
Costo original del proyecto (\$) : 100 000,00					
Con esta ORDEN DE CAMBIO, el proyecto tiene una variación de (\$) : 10 296,00					
Acumulado (\$) : 110 296,00					
Representante del contratista (nombre & firma)			Supervisor (nombre & firma)		
Vo.Bo. Representante de la administración de la ejecución del proyecto (nombre & firma)					

Fuente: elaboración propia.



## Apéndice 2. Formato de orden de trabajo suplementario

<b>EMPRESA DE CONSTRUCCIÓN DE TELEFONÍA</b>					
<b>UNIDAD SUPERVISORA DE CONSTRUCCIÓN</b>					
Empresa contratista: Ingenieros Civiles Asociados S.A. de C.V.    Nombre del supervisor :    Renato Recinos					
Proyecto: Construcción de circulación perimetral de 60 ML para la protección del equipo instalado en cerro San Jeronimo, Baja Verapaz					
Descripción del proyecto: es necesaria la contratación de contrafuertes de concreto armado, debido a las condiciones topográficas del terreno, donde se tiene instalado equipo de telefonía celular.					
<b>Orden de trabajo suplementario No. : 001-2012</b>					
Fecha de emisión: 01-enero-2012					
Ejecutar los siguientes renglones:					
No.	Descripción suplemento a :	Cantidad	Unidad	Precio unitario (\$)	Total (\$)
1	Construcción de contrafuertes de 0,80 x 1,00 x 3,10 metros	12	Unidad	250,00	3 000,00
2	Elevación de bases de concreto armado (1,20 x 1,50 x 0,30 metros)	12	M <sup>2</sup>	25,00	300,00
3	Construcción de cuneta de concreto armado	18	ML	12,00	216,00
4	Relleno y compactación	3,6	M <sup>3</sup>	6,50	23,40
Total (\$)					3 539,40
Observaciones:					
Se presenta registro fotográfico y plano modificado para su evaluación y autorización.					
-----					
-----					
-----					
Costo original del proyecto (\$) :			45 000,00		
Con esta ORDEN DE TRABAJO SUPLEMENTARIO, el proyecto varia en (\$) :			3 539,40		
Acumulado (\$) :			48 539,40		
Representante del contratista (nombre & firma)			Supervisor (nombre & firma)		
Vo.Bo.					
Representante de la administración de la ejecución del proyecto (nombre & firma)					

Fuente: elaboración propia.