



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

## **GESTIÓN AMBIENTAL EN INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES**

**Percy Ronaldo Chamalé Muñoz**

Asesorado por el Ing. Yorik Alexander Campos Morales

Guatemala, febrero de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**GESTIÓN AMBIENTAL EN INFRAESTRUCTURA  
DE TELECOMUNICACIONES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**PERCY RONALDO CHAMALÉ MUÑOZ**

ASESORADO POR EL ING. YORIK ALEXANDER CAMPOS MORALES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, FEBRERO DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

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

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADORA	Inga. Dilma Janet Mejicanos Jol
EXAMINADOR	Ing. Fernando Amílcar Boiton Velásquez
EXAMINADOR	Ing. Carlos Salvador Gordillo García
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:

### GESTIÓN AMBIENTAL EN INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 20 de enero de 2014.



**Percy Ronaldo Chamalé Muñoz**

Guatemala junio de 2,014

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco  
Director Escuela Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ingeniero Montenegro:

Me dirijo a usted para manifestarle que he revisado el trabajo de graduación: GESTIÓN AMBIENTAL EN INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES; elaborado por el estudiante universitario: Percy Ronaldo Chamalé Muñoz, quien contó con la asesoría del suscrito.

Considero que el trabajo desarrollado por el estudiante Percy Chamalé satisface los requisitos exigidos, por lo cual recomiendo su aprobación.

Agradezco a usted la atención a la presente.

Atentamente,



Ing. Yorik Alexander Campos Morales  
Ingeniero Civil Col. 8299

Asesor

**Yorik Alexander Campos Morales**  
**Ingeniero Civil**  
**Colegiado No. 8299**



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala,  
23 de septiembre de 2014

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 **GESTIÓN AMBIENTAL EN INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Percy Ronaldo Chamalé Muñoz, quien contó con la asesoría del Ing. Yorik Alexander Campos Morales.

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,

INFORMACIÓN Y ENSEÑANZA A TODOS DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
PLANEAMIENTO

Ing. Wuillian Ricardo Yon Chavarría  
Jefe del Departamento de Planeamiento



/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Yorik Alexander Campos Morales y del Jefe del Departamento de Planeamiento, Ing. Wuillian Ricardo Yon Chavarría, al trabajo de graduación del estudiante Percy Ronaldo Chamalé Muñoz, titulado **GESTIÓN AMBIENTAL EN INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

*Hugo Leonel Montenegro Franco*  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, febrero 2015

/bbdeb.

Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua





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: **GESTIÓN AMBIENTAL EN INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES**, presentado por el estudiante universitario **Percy Ronaldo Chamalé Muñoz**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, febrero 2015



## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios, mi señor y salvador</b>	Por darme las fuerzas para seguir luchando y ver mi sueño convertido en realidad.
<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por darme la oportunidad de destacarme como estudiante.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por ser una importante influencia en mi carrera, entre otras cosas.
<b>Mis padres y hermanos</b>	Por darme esa motivación necesaria para seguir adelante.
<b>Mi asesor</b>	Por orientarme en el ámbito profesional.
<b>Mis amigos</b>	Por estar siempre presentes durante mi desempeño como estudiante.
<b>Compañeros de trabajo</b>	Por la confianza y motivación brindada para lograr terminar el trabajo de graduación.

## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Dios**

Por darme el privilegio de despertar cada día con fuerzas renovadas, con sueños, anhelos y por darme la familia tan especial que me ha dado y por permanecer fiel a mi lado siempre.

“Mira que te mando que te esfuerces y seas valiente; no temas ni desmayes, porque Dios estará contigo en donde quiera que vayas”

Fuente: la Biblia Josué 1:9.

### **Mi familia**

Aura Liliana Sagastume, Michael Ronaldo y Ángel Daniel Chamalé Sagastume. Por siempre los pilares de mi esfuerzo y brindarme apoyo a cada instante.

### **Mis padres**

Maria Elena Muñoz Morataya y Rodrigo Chamalé Chamalé. Por haber sido el medio que Dios empleó para bendecirme con la vida, con el cariño y apoyo que me brindaron cuando más necesité.

### **Mis hermanos**

Selvin William y Edy Rodrigo Chamalé Muñoz. Por ser siempre tan especiales cada uno a su manera y por recordarme siempre que el éxito es la recompensa del esfuerzo y la humildad.

**Mis amigos**

Los más cercanos y allegados a mí familia, quienes me motivaron siempre con su ayuda incondicional.

**Demás familia**

Mis suegros y cuñados.

**En memoria de**

Maria Elena de Chamalé (q.e.p.d.).

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN .....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN .....	XV
1. DESARROLLO Y ACTUALIDAD EN TELECOMUNICACIONES .....	1
1.1. Descripción .....	1
1.2. Desarrollo .....	1
1.3. Actualidad .....	2
1.4. Gestión ambiental .....	2
1.4.1. Regulaciones .....	3
1.4.2. Estudios de evaluación ambiental .....	4
1.4.3. Plan de gestión ambiental .....	5
2. INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES .....	7
2.1. Definición .....	7
2.2. Clasificación .....	8
2.2.1. De acuerdo a la ubicación .....	8
2.2.1.1. Bajo nivel del suelo .....	8
2.2.1.2. Sobre nivel del suelo .....	10
2.2.2. De acuerdo al uso .....	13
2.2.2.1. Radio .....	14
2.2.2.2. Internet .....	14

	2.2.2.3.	Telefonía móvil.....	15
	2.2.2.4.	Otros.....	15
	2.2.3.	De acuerdo a los materiales.....	16
	2.2.4.	De acuerdo al sistema constructivo.....	16
	2.2.5.	Según tipo de estructura.....	17
2.3.		Características.....	17
	2.3.1.	Ubicación.....	18
	2.3.2.	Materiales.....	19
	2.3.3.	Instalaciones.....	19
	2.3.4.	Equipos.....	20
2.4.		Proyectos de infraestructura.....	21
	2.4.1.	Definición.....	21
	2.4.2.	Tipos.....	22
	2.4.3.	Fases.....	23
	2.4.4.	Instalaciones y equipo.....	24
2.5.		Aspectos ambientales.....	25
	2.5.1.	Definición.....	25
	2.5.2.	Tipos.....	25
2.6.		Impactos ambientales.....	26
	2.6.1.	Impactos positivos.....	26
	2.6.2.	Impactos negativos.....	27
2.7.		Medidas de mitigación.....	29
3.		GESTIÓN AMBIENTAL EN INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES.....	31
	3.1.	Definición.....	31
	3.2.	Antecedentes.....	31
	3.3.	Regulaciones aplicables.....	31
	3.3.1.	Nivel internacional.....	32

3.3.2.	Nivel nacional.....	34
3.4.	Herramientas de gestión ambiental.....	36
3.4.1.	Definición.....	36
3.4.2.	Tipos.....	36
3.4.2.1.	Evaluación de impacto ambiental.....	37
3.4.2.2.	Diagnóstico de impacto ambiental.....	38
3.4.2.3.	Auditorías ambientales.....	39
3.4.3.	Ventajas y desventajas.....	39
3.4.3.1.	Ventajas.....	39
3.4.3.2.	Desventajas.....	40
4.	EVALUACIÓN CASO PRÁCTICO.....	43
4.1.	Antecedentes.....	43
4.2.	Método aplicado.....	45
4.2.1.	Descripción.....	45
4.3.	Diagnóstico.....	46
4.3.1.	Diseño.....	47
4.3.2.	Construcción.....	47
4.3.3.	Operación y mantenimiento.....	49
4.3.4.	Abandono.....	50
4.4.	Actividades de campo.....	52
4.4.1.	Generalidades.....	52
4.4.2.	Alcance.....	52
4.4.3.	Medios utilizados.....	52
4.4.3.1.	Visitas.....	53
4.4.3.2.	Entrevistas.....	53
5.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	55
5.1.	Generalidades.....	55

5.2.	Tabulación y análisis de la información.....	55
5.2.1.	Fase de construcción.....	55
5.2.2.	Fase de operación.....	57
5.2.2.1.	Manejo integral de residuos sólidos.....	57
5.2.2.2.	Uso eficiente de energía.....	59
5.2.2.3.	Uso eficiente de agua.....	60
5.2.2.4.	Control de ruido y emisiones atmosféricas.....	61
5.2.2.5.	Señalización en obras.....	61
5.2.2.6.	Socialización de obras.....	62
5.2.2.7.	Manejo de aguas superficiales.....	62
5.2.2.8.	Manejo de escombros y excedentes.....	62
5.2.2.9.	Manejo de vegetación y suelo orgánico.....	63
5.2.3.	Fase de abandono.....	63
5.2.3.1.	Respuesta ante fuga de sustancias químicas.....	63
5.2.4.	Gráficas y tablas.....	64
CONCLUSIONES.....		69
RECOMENDACIONES .....		71
BIBLIOGRAFÍA.....		73

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Detalle típico de canalización .....	9
2.	Tipos de torres.....	12
3.	Infraestructura de telecomunicaciones.....	21
4.	Ciclo de vida de distintos proyectos .....	24
5.	Mimetización de torres de telecomunicaciones .....	29
6.	Proyecto infraestructura de telecomunicaciones 1 .....	48
7.	Proyecto infraestructura de telecomunicaciones 2 .....	51
8.	Gráfica de resultados: ubicación y cantidad de proyectos de infraestructura de telecomunicaciones.....	65
9.	Gráfica: resultados tipo de infraestructura, en la ciudad de Guatemala ...	66
10.	Gráfica: resultados tipo de infraestructura. Nivel nacional.....	67

### TABLAS

I.	Resistencia a la carga de ruptura en postes de madera .....	10
II.	Materiales de construcción peligrosos para la salud humana .....	33
III.	Resumen características de instrumentos ambientales .....	41
IV.	Resumen información de proyectos evaluados .....	44
V.	Alcance documentos evaluados (de acuerdo a la fase del proyecto).....	46
VI.	Resumen aspectos e impactos ambientales y medidas de mitigación. Proyecto sitio de celda de transmisión “Caserío Los López, Jalapa” .....	56
VII.	Resultados ubicación y cantidad de proyectos de infraestructura de telecomunicaciones .....	64

VIII. Resultados ubicación y cantidad de proyectos de infraestructura de telecomunicaciones ..... 66

IX. Resultados del tipo de infraestructura que se requiere para cada tipo de proyecto..... 68

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>A</b>	Área
<b>d</b>	Día
<b>EIA</b>	Evaluación de Impacto Ambiental
<b>h</b>	Hora
<b>m</b>	Metro
<b>%</b>	Porcentaje
<b>GSM</b>	Sistema Global de comunicación Móvil
<b><math>\Sigma</math></b>	Sumatoria
<b>TIC</b>	Tecnologías de la información y comunicaciones
<b>T</b>	Tiempo
<b>U</b>	Unidad



## GLOSARIO

<b>Actividad</b>	Conjunto de operaciones propias de un proyecto.
<b>Área de Influencia Directa (AID)</b>	Área sobre la cual se pueden dar impactos directos de las acciones de un proyecto, obra o actividad.
<b>Área de Influencia Indirecta (AII)</b>	Área sobre la cual se pueden dar impactos indirectos de las acciones de un proyecto, obra o actividad.
<b>Canal</b>	Medio físico o lógico por el cual se transmite información, base de datos o voz.
<b>Caseta</b>	Lugar cerrado dentro del sitio de celda donde se colocan todos los aparatos que tienen problemas al estar en intemperie.
<b>Cimentación</b>	Conjunto de elementos estructurales cuya misión es transmitir las cargas de una edificación.
<b>Cobertura</b>	Área geográfica dónde se dan las condiciones para establecer una comunicación a través de la señal de una radio base.
<b>Desarrollador</b>	Es la persona física o jurídica, pública o privada, que legalmente está facultada para llevar a cabo la

actividad, obra o proyecto y quien funge como proponente de la misma ante la autoridad ambiental y tiene interés directo en llevarla a cabo. Este asumirá los compromisos ambientales y será la responsable directa de su cumplimiento.

**DGAC**

Dirección General de Aeronáutica Civil.

**Diagnóstico ambiental**

Es la descripción y condición del medio ambiente en el área del proyecto y su área de influencia.

**Emisor**

Agente de origen dónde se emanan las señales celulares en el espacio radio-eléctrico.

**Impacto ambiental**

Alteración negativa o positiva del medio natural o modificado como consecuencia de actividades de desarrollo, que puede afectar la existencia de la vida humana, así como los recursos naturales renovables y no renovables del entorno.

**MARN**

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

**Transmisión**

Este término indica la transferencia de datos por medio del sitio, ya sea de datos, voz, diversas señales e internet.

## RESUMEN

El auge de las telecomunicaciones ha conllevado indudables ventajas para la sociedad, enlazando zonas aisladas y contribuyendo a su desarrollo económico, teniendo las infraestructuras necesarias para su implantación, esto conlleva a una notable incidencia sobre el medioambiente.

Hoy en día existen en Guatemala tres grandes empresas que utilizan infraestructura para poder mantener comunicadas a más de 10 millones de personas, que probablemente puedan tener más de un dispositivo o medio de comunicación como los celulares, *beeper*, teléfonos, entre otros.

La gestión ambiental se debe considerar el primer paso a realizarse ante cualquier trámite de construcción de infraestructura, esto a medida que incurra el tamaño de predio a utilizarse, así como también los medios de transmisión que este utilizará tomando en cuenta el entorno en el cual se estará desarrollando el proyecto.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Elaborar un documento que contenga aspectos importantes sobre la gestión ambiental en proyectos de telecomunicaciones a nivel internacional y nacional.

### **Específicos**

1. Señalar la aplicación e importancia que la ingeniería civil tiene en la gestión ambiental de la infraestructura de telecomunicaciones.
2. Proporcionar métodos y herramientas para la identificación y gestión de riesgos en la construcción de infraestructura de telecomunicaciones.
3. Describir los distintos tipos de torres, ventajas y desventajas, así como sus distintos usos en las telecomunicaciones.
4. Conocer sobre los tipos y características de los riesgos relacionados con la construcción de infraestructura de telecomunicaciones.
5. Identificar y priorizar los aspectos e impactos ambientales que pueda generar la construcción y operación de la infraestructura de telecomunicaciones.

6. Ofrecer al estudiante y profesional de la ingeniería civil un documento que sirva de referencia sobre el tema.
  
7. Conocer los procedimientos, materiales y equipos necesarios en la construcción en proyectos de infraestructura de telecomunicaciones.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad el ser humano es beneficiario y protagonista de un crecimiento sostenido de los servicios de telecomunicaciones inalámbricas, que están asociados al desarrollo de diversos aspectos socioeconómicos.

El capítulo uno aborda el desarrollo y actualidad de las telecomunicaciones, así como la gestión ambiental en el sector. El capítulo dos presenta aspectos importantes sobre la infraestructura de telecomunicaciones, como lo son su definición, clasificación y características; también se incluye los aspectos e impactos ambientales y las medidas de mitigación en la construcción, operación y mantenimiento de estos proyectos.

Dentro del capítulo tres se describe la gestión ambiental en la infraestructura de telecomunicaciones. En el capítulo cuatro se desarrolla un caso práctico relacionado con la construcción de este tipo de infraestructura.

El análisis de los resultados, gráficas y tablas se presentan dentro del capítulo cinco. Al final se incluyen las conclusiones y recomendaciones, así como la bibliografía consultada en este trabajo.



# **1. DESARROLLO Y ACTUALIDAD EN TELECOMUNICACIONES**

## **1.1. Descripción**

Las telecomunicaciones comprenden los medios para: transmitir, emitir o recibir, signos, señales, texto, imágenes fijas o en movimiento, sonidos o datos de cualquier naturaleza, entre dos o más puntos geográficos a cualquier distancia a través de cables, radioelectricidad, medios ópticos u otros medios electromagnéticos.

## **1.2. Desarrollo**

El desarrollo tecnológico ha sido siempre un motor de cambios en hábitos y costumbres del ser humano, que provocan profundas transformaciones sociales. El cambio experimentado en el esquema del mercado de las telecomunicaciones, propició la participación de la empresa privada como actor que ha contribuido a la expansión y modernización de los servicios ofrecidos en el sector.

A nivel regional se comienza a hablar de telecomunicaciones a partir de los años setenta; en Guatemala la primera empresa que decide iniciar operaciones de telefonía celular fue COMCEL, en 1989, la empresa inició su cobertura a nivel nacional en 1993 al instalar su primera celda en Escuintla.

### **1.3. Actualidad**

El siglo XX fue testigo de una explosión de aplicaciones tecnológicas, muchas de ellas relacionadas a las comunicaciones; se inició un proceso de diversificación y masificación de los servicios que utilizan las tecnologías inalámbricas, que continúa desarrollándose en este siglo. La telefonía móvil es uno de los servicios que ha registrado un considerable y vertiginoso desarrollo a nivel mundial y Guatemala no ha sido la excepción.

El uso generalizado de servicios de comunicación inalámbrica ha tenido como consecuencia la construcción de torres de telecomunicaciones que contienen dispositivos de transmisión para teléfonos celulares, servicios personales de comunicaciones y antenas de radio y teledifusión.

Actualmente la sociedad es beneficiaria y protagonista de un crecimiento sostenido de los servicios de telecomunicaciones inalámbricas (radiodifusión, televisión, telefonía móvil, internet, entre otros) que están asociados al desarrollo de diversos aspectos socioeconómicos y se consideran imprescindibles. Junto al incremento de los servicios de comunicaciones se asocia el crecimiento de la infraestructura necesaria.

### **1.4. Gestión ambiental**

“Se entiende por gestión ambiental al conjunto de actividades humanas, encaminadas a procurar una ordenación del medio ambiente y contribuir al establecimiento de un modelo de desarrollo sustentable.”<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>RIVAS CASTELLANOS, Olga. *Apuntes de legislación ambiental e instrumentos técnicos ambientales*. p. 24.

Para definir la gestión ambiental se tienen que considerar tres elementos esenciales, estos son:

- Política ambiental
- Ordenamiento jurídico o legislación ambiental
- Administración ambiental

#### **1.4.1. Regulaciones**

Las regulaciones (normas, especificaciones, entre otras) son requisitos que permiten alcanzar mejores prácticas de construcción, combinando en forma adecuada los factores fundamentales que intervienen en la misma.

Un componente importante en las regulaciones ambientales son los tratados y otros acuerdos internacionales, que Guatemala ha ratificado o es signataria, los que tienen una naturaleza eminentemente sectorial. En Guatemala el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), es la institución rectora de la Gestión Ambiental, es responsable de proponer la normativa ambiental correspondiente y su aplicación.

Una de las actividades más importantes en la gestión, planificación, supervisión y ejecución de proyectos de infraestructura, es la integración de los documentos legales que esto implica (como llenar el EIA inicial), revisión de los planos aprobados, normas y especificaciones para cada caso. Para determinar los costos en la construcción, es necesaria la conjugación de especificaciones técnicas y económicas, desde el estudio de materiales hasta los medios y procedimientos para aplicarlos en obras.

#### **1.4.2. Estudios de evaluación ambiental**

En general son instrumentos 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.

Se han desarrollado infinidad de métodos para realizar los estudios de impacto ambiental; su selección y su combinación dependen mucho de la experiencia de los consultores; sin embargo deben tener las siguientes características:

- Adecuados para la identificación de los impactos.
- Independientes de los puntos de vista de los profesionales ejecutores.
- Económicos en términos de costos y requerimientos de información, tiempo de aplicación, cantidad y tiempo del personal involucrado.

Sin embargo los métodos más importantes y utilizados en los estudios de evaluación ambiental son:

- Listas de chequeo: sirven para determinar de forma rápida y ordenada factores ambientales afectados por intervenciones humanas. En general constituyen una primera aproximación al problema.
- Matrices: consisten en tablas de doble entrada en las cuales se analiza la interacción entre las actividades propias del proyecto en estudio (columnas), con las características del medio ambiente circundante.
- Redes o diagramas de flujo: se utilizan para establecer relaciones de causalidad, generalmente lineales, entre la acción propuesta y el medio ambiente afectado.

- Reuniones de expertos o método de Delphi: el panel de expertos también conocido como *ad hoc*, es la sistematización de consulta a un grupo de especialistas con experiencia y amplio conocimiento del proyecto en estudio o temas afines al mismo.
- Sistemas de información geográfica: maneja la superposición de plantillas donde diversos impactos individuales de un territorio, son establecidos en mapas y superpuestos para obtener un impacto global.

### **1.4.3. Plan de gestión ambiental**

Los planes de manejo ambiental tienen como objetivo que el proyecto en estudio, realice sus actividades de tal forma que los impactos ambientales negativos sean prevenidos, mitigados, controlados y/o rehabilitados, y potencializar los impactos ambientales positivos, así como dar cumplimiento a la legislación ambiental de Guatemala.

Se incluyen los siguientes documentos:

- Programa de prevención y mitigación de impactos
- Programa de contingencia y emergencia
- Programa de capacitación
- Programa de salud ocupacional y seguridad industrial
- Programa de manejo de residuos
- Programa de rehabilitación de áreas afectadas
- Programa de cierre o abandono
- Programa de monitoreo



## 2. INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES

### 2.1. Definición

“El conjunto de elementos, materiales, instrumentos y aparatos que ya existan o se instalen para cumplir, como mínimo, las siguientes funciones:

- a) La captación y la adaptación de las señales de radiodifusión sonora y televisión terrenal, y su distribución hasta puntos de conexión situados en las distintas viviendas o locales de un edificio, y la distribución de las señales de televisión y radiodifusión sonora por satélite hasta los citados puntos de conexión.
- b) Proporcionar acceso al servicio telefónico básico y al servicio de telecomunicaciones por cable, permitiendo la conexión de las distintas viviendas o locales de un edificio a las redes de los operadores habilitados.
- c) La infraestructura que, no cumpliendo inicialmente las funciones indicadas, haya sido adaptada para cumplirlas.”<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup>SÁNCHEZ CARRIÓN, Joaquín. *La instalación de infraestructuras de telecomunicaciones en los parajes y espacios naturales de la comunidad autónoma de Andalucía: su impacto ambiental.* p. 2.

## **2.2. Clasificación**

Existen diferentes formas de clasificarla de acuerdo al criterio que se utilice.

### **2.2.1. De acuerdo a la ubicación**

Entre las principales características que definen la ubicación de la infraestructura en telecomunicaciones se tienen:

- Área de cobertura (también conocida como huella de cobertura)
- Tamaño la potencia de emisión
- La topografía del terreno
- La cantidad y tipo de construcciones existentes

#### **2.2.1.1. Bajo nivel del suelo**

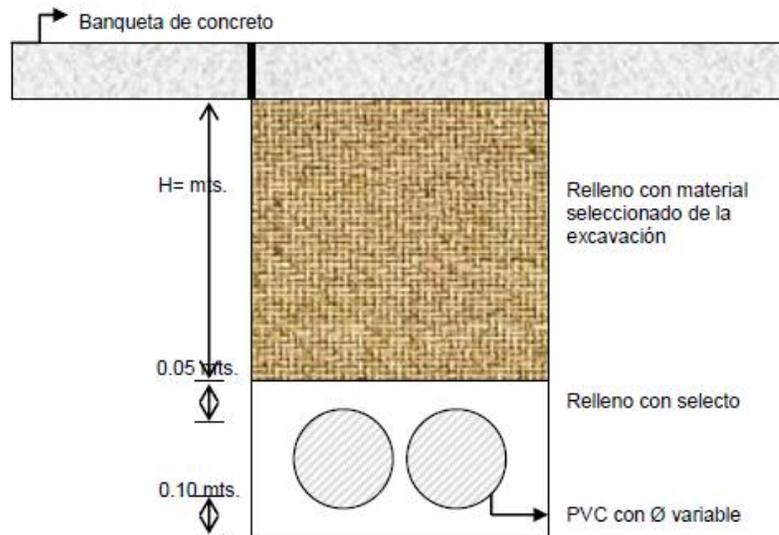
Es toda la infraestructura de telecomunicaciones que está bajo el nivel del terreno natural, como las siguientes:

- 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.
- Cimentaciones de infraestructuras de telecomunicaciones: los cimientos se pueden clasificar de acuerdo a la profundidad a la que se encuentren en cimientos superficiales y cimientos profundos. Estos deben cumplir

con el trazo y las medidas indicadas en los planos en función del alto de la torre y del fabricante.

- Canalización: 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.
- Red de acceso: del tipo subterránea de cable de cobre y fibra óptica, así como redes de cable coaxial.

Figura 1. **Detalle típico de canalización**



Fuente: RECINOS GAVARRETE, Renato. *Criterios de supervisión para proyectos de telecomunicaciones digitales*. p. 69.

### 2.2.1.2. Sobre nivel del suelo

Es toda infraestructura de telecomunicaciones que se encuentra sobre el nivel del terreno natural, se incluyen las siguientes:

- Las casetas (casillas) destinadas a contener los equipos eléctricos y electrónicos necesarios para brindar el servicio.
- Los muros o cercos perimetrales de mampostería o muros prefabricados (alambre tejido).
- Los caminos de acceso que posibilitan el ingreso del personal para ejecutar tareas de inspección y mantenimiento.

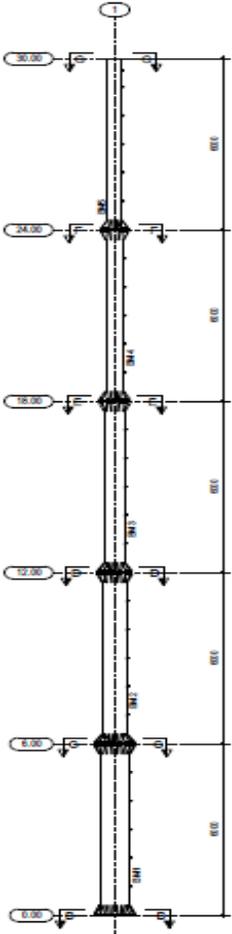
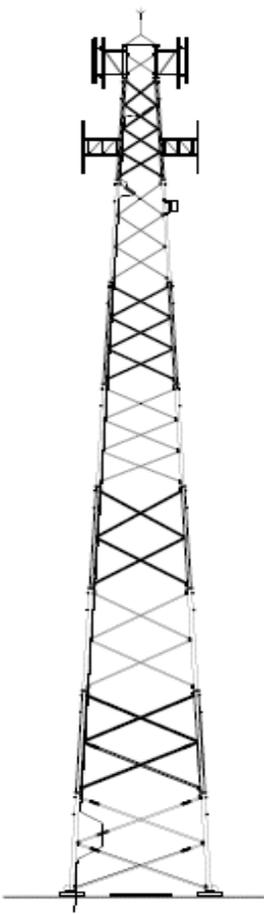
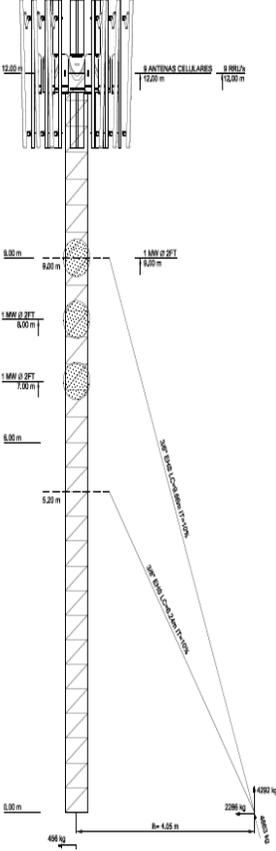
Tabla I. **Resistencia a la carga de ruptura en postes de madera**

Clase	Carga de ruptura		
	kg	Newton	Libras
35 C-5	862	8 452	1 900
30 C-6	680	6 672	1 500
25 C-6	680	6 672	1 500
25 C-7	545	5 338	1 200
25 C-10	272	2 665	600

Fuente: RECINOS GAVARRETE, Renato. *Criterios de supervisión para proyectos de telecomunicaciones digitales*. p. 96.

- Posteado: 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. 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 y altura.
- Torres y mástiles: 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. Las torres de telecomunicaciones pueden ser de varios tipos y su altura varía desde 100 hasta 2 150 pies o más, (comúnmente las alturas en Guatemala están denotadas por metros lo cual es el equivalente a 30 o 120 m); en general, existen tres tipos de torres de telecomunicaciones:
  - Monopolos formados por tubos cónicos de acero que encajan unos sobre otros a fin de formar un polo estable, los hay del tipo embonado o bien con flange.
  - Torres atirantadas estabilizadas por medio de cables de sujeción, comúnmente llamados arriostres.
  - Torres autoportantes, estructuras autoestables reticuladas.

Figura 2. Tipos de torres

 <p>Diagrama de una torre monopolo con antenas a diferentes alturas. Las alturas de las antenas desde la base son: 6.00 m, 8.00 m, 12.00 m, 16.00 m, 24.00 m y 30.00 m. El total de la torre es de 60.00 m.</p>	 <p>Diagrama de una torre autoportante de estructura de acero.</p>	 <p>Diagrama de una torre arriostrada (tirante) con especificaciones técnicas. Incluye: 8 ANTENAS CELULARES (8 PBR/2), 12.00 m, 12.00 m, 1 MW @ 2FT (6.00 m), 1 MW @ 2FT (7.00 m), 6.00 m, 6.00 m, 4200 kg, 2200 kg, 400 kg, 8 = 4.05 m.</p>
<p><b>Monopolo,</b> <b>100-200 pies de altura</b></p>	<p><b>Autoportante,</b> <b>100-400 pies de altura</b></p>	<p><b>Arriostrada (tirante),</b> <b>100-2 150 pies de altura</b></p>

Fuente: elaboración propia, con base en imágenes vistas en <http://www.siafa.com.ar/notas/nota24/prevencion-caidas.htm>. Consulta: enero de 2014.

- Sistemas de antenas (antenas emisoras y línea de transmisión o guía de onda) necesarios para irradiar/recibir las ondas electromagnéticas. Los soportes del sistema de antenas, necesarios para mantenerlas a cierta altura con el fin de ampliar el área de cobertura del servicio.
- Obras complementarias como el sistema de aterrizaje y de iluminación, los cuales no forman parte de la estructura como tal pero son necesarias para que los equipos puedan funcionar de manera segura, y que las infraestructuras puedan ser visibles para las aeronaves.

### **2.2.2. De acuerdo al uso**

Desde el principio de las telecomunicaciones, dos han sido las opciones principales para llevar a cabo una comunicación: con o sin hilos, por cable o por el aire. En la actualidad se conforman básicamente por tres medios de transmisión:

- Cables: se refiere a la conducción de señales eléctricas a través de distintos tipos de líneas. Las más conocidas son las redes de cables metálicos (de cobre, coaxiales, hierro galvanizado, aluminio) y fibra óptica. Los cables metálicos se tienden en torres o postes formando líneas aéreas, o bien en conductos subterráneos y submarinos, donde se colocan también las fibras ópticas.
- Radio (microonda): para las transmisiones por radio se utilizan señales eléctricas por aire o el espacio, en bandas de frecuencia relativamente angostas.

- Por satélites: las comunicaciones presuponen el uso de satélites artificiales estacionados en la órbita terrestre para proveer comunicaciones a puntos geográficos determinados.

Las estructuras utilizadas en telecomunicaciones sirven para la transmisión de energía eléctrica, así como la transmisión de señales. El interés de los diseñadores y calculistas para la construcción de sitios de celda se centra en dos tipos de entornos de propagación claramente diferenciados: macro celdas y micro celdas.

#### **2.2.2.1. Radio**

Es un sistema de telecomunicaciones cuyas emisiones de sonido, están destinadas a ser recibidas directamente por el usuario. Se clasifica según el sistema de transmisión de la siguiente manera:

- FM
- AM
- Onda corta

#### **2.2.2.2. Internet**

Conjunto de redes interconectadas que permiten la comunicación entre los usuarios en todo el mundo que acceden a la “red de redes”. Se trata de una red no comercial, derivada de la que se montó para conectar a universidades y centros de investigación de todo el mundo.

El comercio electrónico es una de las tendencias significativas de internet que empuja a las empresas hacia ella, presionando a través suyo la demanda

de servicios e infraestructura en forma cada vez más seria y potente. Algunos autores creen que el internet es informal, individualista, descentralizado y difícil de controlar; en internet existen cuatro etapas de uso, las que se presentan a continuación:

- La primera se relaciona con el acceso a infraestructura y a asegurar que los agentes económicos tengan acceso a internet.
- La segunda se refiere a su masificación.
- La tercera tiene que ver con el desarrollo de servicios de la empresa en internet.
- La última se relaciona con el desarrollo de negocios (este es el fundamento del desarrollo de las telecomunicaciones).

#### **2.2.2.3. Telefonía móvil**

Desde hace más de 30 años que existe la telefonía móvil en el mundo, es importante que la población en general conozca sobre el funcionamiento de la telefonía móvil, sus beneficios y sus impactos.

#### **2.2.2.4. Otros**

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.

La industria del cable y del video, así como la televisión es un servicio de telecomunicaciones que ofrece programación dirigida al público en general o

una parte de lo, que consiste en la emisión, transmisión, difusión, distribución, radiación y recepción de señales de audio y video en forma simultánea.

### **2.2.3. De acuerdo a los materiales**

En la actualidad los sistemas constructivos y materiales utilizados en la infraestructura de telecomunicaciones están sufriendo grandes cambios, sin embargo, los materiales que principalmente se utilizan son:

- Metal
- Madera
- Mampostería y concreto reforzados

### **2.2.4. De acuerdo al sistema constructivo**

Un sistema constructivo es el conjunto de materiales y componentes de diversa complejidad, combinados racionalmente y enmarcados bajo ciertas técnicas, que permiten realizar las obras necesarias para construir la infraestructura de telecomunicaciones.

Actualmente los sistemas constructivos se manejan de acuerdo a los criterios de construcción sostenible, que es la práctica de planear, diseñar, construir, operar y habitar proyectos integrales que generen un impacto positivo para el ambiente, los usuarios y la comunidad.

- Obra civil: se incluyen aquellas instalaciones donde la mampostería y concreto reforzados se utilizan 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.

- Elementos prefabricados: incluyen estructuras de concreto reforzado y estructuras metálicas.

### **2.2.5. Según tipo de estructura**

Las estructuras utilizadas en telecomunicaciones sirven para la transmisión de energía eléctrica, así como la transmisión de señales, como en el caso de los teléfonos celulares. Existen diversos elementos que estas estructuras deben soportar, como antenas de transmisión y equipos para telecomunicaciones, entre otros.

La mayoría de estas estructuras son ligeras, por lo que en su diseño influyen mucho los esfuerzos que genera el viento, y debido a su poco peso el sismo es un elemento que no las afecta demasiado.

A continuación se presentan las cargas necesarias para el diseño de una torre de telecomunicaciones:

- Carga muerta
- Carga viva
- Análisis de fuerzas de viento

### **2.3. Características**

El crecimiento de los servicios de comunicaciones es sostenido y existe una demanda creciente por usar mayores anchos de banda. El servicio de

radiodifusión por AM posee un área de cobertura con un radio de 100 km; la de FM, un radio de 50 km (similar al de televisión) y la de telefonía móvil celular, un radio de 9 km dependiendo de la capacidad de los equipos.

Al analizar estos valores, se infiere que para prestar el servicio de telefonía celular móvil en un determinado espacio geográfico se necesita una cantidad mayor de instalaciones con antenas que las que se precisan, por ejemplo, para prestar el servicio de radiodifusión por amplitud modulada.

### **2.3.1. Ubicación**

La distribución geográfica de las instalaciones para telecomunicaciones está íntimamente ligada al área de cobertura (superficie geográfica, de forma aproximadamente circular, en donde el servicio está disponible), que pueden abarcar las ondas electromagnéticas emitidas por una antena y que transportan la información sin que esta última se deteriore o desaparezca.

Hay que tener en cuenta los peligros naturales cuando se considere un sitio de construcción de infraestructura de telecomunicaciones; es importante considerar los peligros tecnológicos que se puedan introducir cerca del sitio de celda y minimizar la exposición de las personas a esos peligros.

La altura de las torres va a depender del terreno donde se quiera ubicar y de la cobertura que se quiera brindar a la comunidad; cabe mencionar que las alturas de las torres son autorizadas por la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) quien realiza un análisis en función del área o espacio aéreo utilizado por el paso de las aeronaves. Los dispositivos de transmisión de servicios de comunicación inalámbrica se instalan con frecuencia en el perímetro de los techos de edificios.

### **2.3.2. Materiales**

Genéricamente son todos los elementos, de diferente naturaleza, composición y forma, que integran la infraestructura de telecomunicaciones; en el diseño se debe respetar la topografía natural del terreno y minimizar la cantidad de nivelación necesaria para conseguir un buen drenaje, al igual que ayuda a disminuir costos al construir el muro perimetral y las bases para los equipos.

Dentro de las telecomunicaciones en Guatemala existe una gran variedad de cerramientos o muros perimetrales, los cuales van desde metal, malla ciclónica, muros prefabricados o mampostería reforzada.

### **2.3.3. Instalaciones**

Una estación de telecomunicaciones se compone de elementos esenciales para la prestación del servicio y comprende, como mínimo los siguientes elementos:

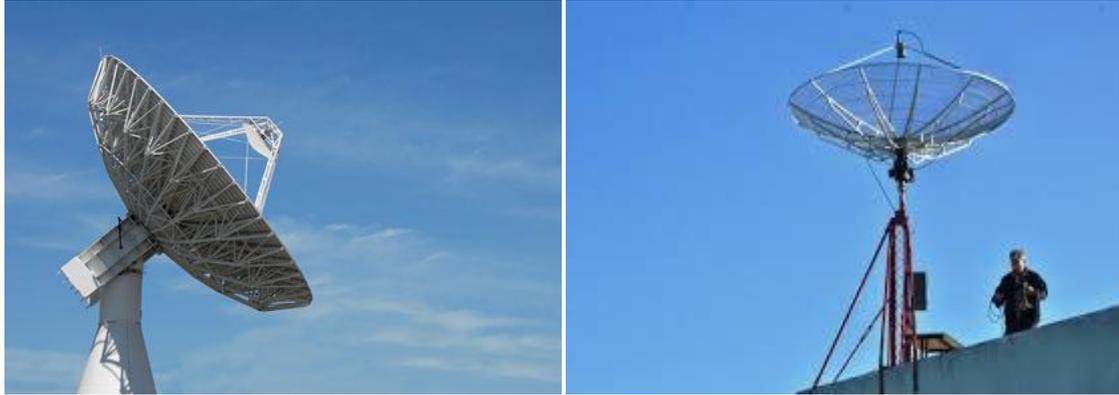
- Caseta para los equipos.
- Equipos de transmisión y/o recepción.
- Equipos de respaldo: generador y baterías.
- Aire acondicionado.
- Torre.
- Líneas o cables de conexión de la caseta a la torre, comúnmente llamados *feeders* o cables de transmisión.
- Antenas, parabólicas de microondas en algunos casos y/o de celulares o de *trunking*.
- Sistemas de tierras.

- Sistema contra incendios.
- Caseta de vigilancia.

#### **2.3.4. Equipos**

- Estaciones de telecomunicaciones: conjunto de torres y antenas de telecomunicaciones y sus elementos auxiliares de conexión con el exterior, que se utilizan para la transmisión de señales (voz, imágenes, datos) entre diferentes nodos.
- Caseta de transmisión de datos
  - Muro perimetral.
  - Base para radio base de diferentes tecnologías como, GSM (Sistema Global de comunicación Móvil).
  - Base para el motor generador.
  - Base para el tanque mensual.
  - Sistema de energía.
  - Sistema de tierras.
  - Torre autosoportada.
- Torres para telecomunicaciones: estas estructuras pueden variar según las necesidades y las condiciones del sitio en donde se vaya a colocar. Generalmente se fabrican en secciones y se arman en terreno, izando cada sección a su lugar y asegurándolas por medio de pernos; algunos modelos de torres de menor altura son autoerigibles, esto aplica únicamente cuando la necesidad del servicio a prestar es temporal.
- Antenas.

Figura 3. **Infraestructura de telecomunicaciones**



Fuente: *Gestion ambiental en telecomunicaciones.*

[www.google.com.gt/search?q=infraestructura+telecomunicaciones+gestion+ambiental.](http://www.google.com.gt/search?q=infraestructura+telecomunicaciones+gestion+ambiental)

Consulta: enero de 2014.

## **2.4. Proyectos de infraestructura**

El papel de la infraestructura en la sociedad es proporcionar los servicios básicos para que los ciudadanos y empresas puedan desarrollar sus actividades. Se incluyen los lugares o edificios que contienen las infraestructuras y el conjunto de elementos que integran el soporte físico, que sirve para captar las actividades propias de los diferentes servicios de telecomunicaciones y su distribución, dentro de un espacio físicamente delimitado.

### **2.4.1. Definición**

“Infraestructura es el conjunto de estructuras de ingeniería e instalaciones por lo general, de larga vida útil que constituye la base sobre la cual se produce

la prestación de servicios de infraestructura considerados necesarios para el desarrollo de fines productivos, políticos, sociales y personales.”<sup>3</sup>

“Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único”.<sup>4</sup>

#### **2.4.2. Tipos**

Entre los servicios básicos necesarios para la población, se encuentran la oferta de energía eléctrica y telecomunicaciones, la provisión de agua potable por tubería, alcantarillado y riego, los servicios de transporte que incluyen infraestructura de carreteras, ferrovías, aeropuertos y puertos.

- Según su carácter un proyecto puede ser económico o social.
- Según su categoría los proyectos se clasifican en proyectos de producción de bienes, prestación de servicios y de infraestructura.
- Según el sector de la economía al cual están dirigidos los proyectos pueden ser: agropecuarios, manufactureros, de infraestructura y de servicios.

Otra forma de clasificar los proyectos, es según la finalidad del estudio y objeto que se persigue con la inversión.

---

<sup>3</sup>Fuente: <http://copeco.gob.hn/n/node/123>. Consulta enero de 2014.

<sup>4</sup>RODRIGUEZ GRANADOS, Marilyn. *Metodología de gestión de proyecto para la construcción de torres autosoportadas de telecomunicaciones, tomando como base el proyecto CR1037 de los Ángeles de San Ramón*. p. 14.

### **2.4.3. Fases**

El ciclo de vida del proyecto se refiere a las distintas fases del proyecto desde su inicio hasta su fin. A continuación se presentan las fases del ciclo de vida de un proyecto:

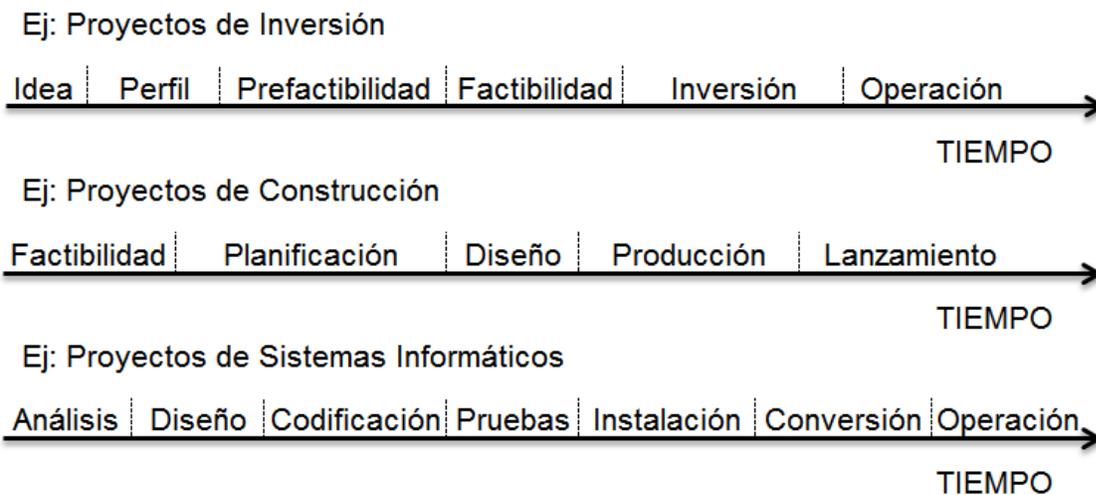
- Inicio
- Planificación
- Ejecución
- Cierre (abandono) del proyecto

De manera general las fases y actividades de los proyectos de infraestructura de telecomunicaciones son las siguientes:

- Diseño, evaluación
- Etapa de construcción:
  - Constitución del derecho de servidumbre.
  - Adecuación o apertura de caminos de acceso.
  - Despeje y corte de vegetación.
  - Transporte, operación y mantenimiento de maquinaria, equipos y materiales.
  - Movimiento de tierras.
  - Disposición de material excedente (escombros y materiales de construcción).
  - Instalación de líneas telefónicas (no presenta impactos ambientales negativos).
  - Instalación de torres y antenas.

- Etapa de Operación:
  - Mantenimiento de postes, torres y antenas.

Figura 4. **Ciclo de vida de distintos proyectos**



Fuente: GARCÍA NAVARRETE, Heissel. *Plan de gestión para la construcción de una estación de telefonía celular.* p. 33.

#### 2.4.4. Instalaciones y equipo

En la planificación de redes de telecomunicaciones, los planes se dividen en dos tipos:

- Planes técnicos: están más ligados a la manera en cómo hacer funcionar la red, cómo diseñarla y construirla de manera que funcione en la forma adecuada.
- Planes de desarrollo: guardan relación con los objetivos que tiene la red en el largo, mediano y corto plazo.

## **2.5. Aspectos ambientales**

Los aspectos ambientales del sector están relacionados, entre otros, con el consumo energético, la gestión de residuos, las emisiones electromagnéticas, el ruido e impacto visual, alteración hacia la flora y fauna del entorno, manejo del agua, deposición de desechos residuales. La evaluación de estos aspectos, se realiza a través de estudios de impacto ambiental previos a la instalación de infraestructura.

En relación a las telecomunicaciones se encuentran antecedentes de identificación y análisis de algunos de sus impactos ambientales, que incluyen aspectos positivos y negativos.

### **2.5.1. Definición**

Los aspectos ambientales (A/A) son los elementos de las actividades, productos y/o servicios de la entidad o proyecto, que pueden interactuar con el medio ambiente. Los A/A significativos son los que tienen un efecto o impacto ambiental significativo.

### **2.5.2. Tipos**

Los métodos para evaluar los aspectos ambientales significativos se dividen en cualitativos y cuantitativos, su selección se relaciona con el grado de complejidad de la empresa, información disponible en el medio, impactos del proyecto durante su vida útil.

La instalación de obras de infraestructura para telecomunicaciones, debe considerar la variable ambiental, como un componente en la toma de decisión

de la ubicación de una obra, y el seguimiento en el proceso de construcción y operación.

## **2.6. Impactos ambientales**

Se refiere al efecto que produce una determinada acción humana sobre el medio ambiente en sus distintos aspectos; el diseño, construcción y mantenimiento de la infraestructura de telecomunicaciones causan un gran impacto en el medio ambiente y en los recursos naturales, por lo que se deben aplicar los criterios de la construcción sostenible.

Las telecomunicaciones en el mundo y en Guatemala han tenido en los últimos años un crecimiento y desarrollos tecnológicos permanentes; en el mismo sentido, la construcción de nueva infraestructura para lograr mayores niveles de calidad y ampliar la cobertura en la prestación de estos servicios genera impactos ambientales positivos y negativos, que es necesario tener en cuenta para el desarrollo sostenible.

### **2.6.1. Impactos positivos**

En el sector de las telecomunicaciones y los proyectos que se desarrollan, se identifican los siguientes impactos positivos:

- Disminución de desplazamientos: tecnologías como el internet y servicios como la video y teleconferencia, el teletrabajo y la teleeducación, contribuyen a disminuir los desplazamientos de personas y bienes y en consecuencia, disminuyen las emisiones de gases contaminantes.

- Disminución del consumo de papel: el uso de internet y otras herramientas informáticas conllevan a una mayor digitalización de la información, para reducir así el consumo de papel y otros recursos asociados.
- Monitoreo de parámetros y condiciones ambientales: en la actualidad los sistemas de telecomunicaciones, ayudan a soportar las redes de monitoreo de calidad del agua y aire en las grandes ciudades del mundo, lo que contribuye a la mejora y el seguimiento constante de diferentes parámetros ambientales. En el ámbito mundial las telecomunicaciones han servido de soporte para el monitoreo permanente de problemas ambientales, de tanta envergadura como el deterioro de la capa de ozono.
- Alarma en situaciones de emergencias: las telecomunicaciones sirven para prevenir e informar situaciones de emergencias, y la coordinación de las diferentes entidades o personas que se ven involucradas en estas situaciones.

### **2.6.2. Impactos negativos**

En el sector de las telecomunicaciones y los proyectos que se desarrollan, se identifican los siguientes impactos ambientales negativos, de acuerdo a la etapa en que se presentan:

- Construcción de redes e infraestructura: durante el desarrollo de las actividades de excavación o construcción de infraestructura, llegan a generarse algunos impactos ambientales como el consumo de materiales de construcción, generación de ruido por la operación de maquinaria y equipos, despeje y corte de material vegetal, generación de escombros,

generación de material acumulado por el almacenamiento de materiales, los cuales pueden generar contaminación del aire, suelo y molestias a la población.

- Instalación de infraestructura: en esta etapa se concentran las actividades de instalación de redes aéreas, torres y antenas que causan una alteración del paisaje y por ende contaminación visual.
- Operación y mantenimiento de redes y equipos: la operación de equipos de telecomunicaciones genera un continuo consumo de energía; los equipos de aire acondicionado y plantas eléctricas requieren para su funcionamiento, de gases refrigerantes y combustibles respectivamente, con el consecuente deterioro de la capa de ozono, contaminación del suelo y agua y su operación impacta por ruido a las comunidades presentes en la zona.
- De igual manera, el mantenimiento de equipos y redes produce residuos de baterías, cables y otros electrónicos que si no se manejan de manera adecuada llegan a ocasionar contaminación del recurso hídrico y suelo. Por su parte, la operación de equipos genera radiaciones electromagnéticas las cuales producen una percepción de riesgo por parte de las comunidades.
- Actividades administrativas y comerciales: al interior de las empresas de telecomunicaciones con gran número de colaboradores, se generan impactos ambientales asociados al consumo de recursos como: la energía, agua y papel; este último elemento también requerido para la expedición de facturas para los clientes. Asimismo, se da el impacto por el uso de vehículos para el transporte de bienes y personas.

- La dinámica comercial de la industria de las telecomunicaciones apalanca gran parte de su estrategia en la publicidad exterior visual, que al igual que las redes y torres causa alteración del paisaje y produce contaminación visual.

Figura 5. **Mimetización de torres de telecomunicaciones**



Fuente: *Gestion ambiental en telecomunicaciones.*

<http://www.monografias.com/trabajos63/analisis-impactos-ambientales/analisis-impactos-ambientales5.shtml>. Consulta: diciembre de 2013.

## **2.7. Medidas de mitigación**

Son el conjunto de acciones de prevención, control, atenuación, restauración y compensación de impactos ambientales negativos, que deben acompañar el desarrollo de los proyectos de infraestructura de telecomunicaciones, para asegurar el uso sostenible de los recursos naturales y la protección del medio ambiente. Las medidas de mitigación pueden ser de

implementación previa, simultánea o posterior a la ejecución del proyecto o acción.

El monitoreo ambiental constituye uno de los instrumentos fundamentales para materializar la gestión ambiental, dada su contribución a retroalimentar la planificación y toma de decisiones en estos temas. Entre las soluciones que permiten reducir el impacto de la infraestructura de telecomunicaciones sobre el medio ambiente, se tienen las siguientes:

- Aprovechar infraestructura ya existente
- Compartir emplazamientos entre varios operadores
- Mimetizar las antenas y los soportes utilizando camuflajes

### **3. GESTIÓN AMBIENTAL EN INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES**

#### **3.1. Definición**

“Gestión ambiental es la administración del medio ambiente, el uso adecuado de los recursos y la ordenación del entorno, con el propósito de satisfacer las necesidades y la calidad de vida de una sociedad con criterios de equidad mediante procedimientos técnicos viables y socialmente justificables.”<sup>5</sup>

#### **3.2. Antecedentes**

El proceso de evaluación de impacto ambiental debe ser desarrollado por personal conocedor de la materia, es importante que todo ingeniero tenga los conocimientos fundamentales sobre el desarrollo del mismo. Esto le permitirá presentar sus observaciones en las diferentes fases del proyecto, el cual puede estar a su cargo y pueda evaluar un cuestionamiento o fortalecer las medidas precautorias propuestas por los evaluadores.

#### **3.3. Regulaciones aplicables**

Solo hasta hace poco se ha iniciado la expedición de normas de control de los impactos del sector de telecomunicaciones, por parte de diferentes entidades de índole local, regional y nacional.

---

<sup>5</sup>ROZAS FLORES, Alan. *Auditoría medio ambiental: fundamentos para su aplicación*. p. 10.

En la mayoría de proyectos de infraestructura de telecomunicaciones, se puede considerar que las regulaciones y exigencias de carácter técnico, que deben imponerse para la instalación de infraestructuras de telecomunicaciones afectan a tres aspectos:

- Exigencias relativas a la construcción de los edificios en los que se ubican las infraestructuras.
- Exigencias que se refieren a los elementos técnico- materiales que componen las infraestructuras.
- El estudio sobre el impacto medioambiental de las infraestructuras que se pretenden instalar.

### **3.3.1. Nivel internacional**

Existen instituciones de derecho internacional que a través de convenios y tratados han permitido establecer pautas de conducta que permitan a cada país desarrollarse en su individualidad.

Las leyes y reglamentos de Evaluación de Impacto Ambiental pueden diferir de un país a otro, muchas naciones han incluido tanto declaraciones de política ambiental como un grupo de procedimientos diseñados, para incorporar esa política en las rutinas de planificación de las agencias gubernamentales y los fomentadores del sector privado.

Tabla II. **Materiales de construcción peligrosos para la salud humana**

<b>Material</b>	<b>Usos</b>	<b>Impactos sobre la salud</b>
Asbesto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tableros y placas de fibrocemento.</li> <li>• Tratamientos superficiales.</li> <li>• Asilamientos. Tuberías</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contacto directo al desprenderse fibras o en caso de incendio.</li> <li>• Asbestosis. Cáncer de pulmón. Cáncer de peritoneo o de pleura.</li> </ul>
Plomo	Cubierta. Instalaciones eléctricas. Tuberías. Soldaduras. Pinturas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingestión, inhalación, absorción a través de la piel.</li> <li>• Veneno que se acumula en el organismo.</li> </ul>
Protección de la madera	Tratamiento de protección, insecticidas y fungicidas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Humos irritantes y tóxicos.</li> <li>• Cancerígeno.</li> </ul>
Plásticos	Los más peligrosos serían los volátiles: PVC, el formaldehído y los flalatos de esteres.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingestión o inhalación.</li> </ul>
Fibras minerales	Aislamiento de cubiertas, fachadas y tubos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enfermedades en los ojos, irritaciones en la piel, problemas respiratorios e incluso cáncer de pulmón.</li> </ul>

Fuente: PULGAR VIDAL, Manuel. *Medio ambiente e infraestructura sostenible*. p. 35.

Para responder a los peligros asociados a las labores de construcción y mantenimiento de torres de telecomunicaciones, en 1997 la OSHA nombró un grupo de trabajo especializado en torres y compuesto por personal de varias agencias.

La norma de seguridad relativa a la protección contra caídas en la industria de la construcción de la Administración de Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA) 29 CFR (Código de Normas Federales) 1926.

La directiva de cumplimiento de la OSHA (CPL 2-1.29, Procedimientos de inspección interina durante las actividades de construcción de torres de comunicaciones).

### **3.3.2. Nivel nacional**

La normativa técnica existente en la actualidad en Guatemala en materia de instalación de infraestructuras de telecomunicaciones es escasa. En 1997 se da la apertura del sector de las telecomunicaciones, al iniciar la vigencia de la Ley General de Telecomunicaciones Decreto 94-96 del Congreso de la República. Reformado según Decreto Número 115-97 del Congreso de la República de Guatemala.

- ARTÍCULO 1. Ámbito de aplicación. El objeto de esta ley es establecer un marco legal para desarrollar actividades de telecomunicaciones y normar el aprovechamiento y la explotación del espectro radioeléctrico, con la finalidad de apoyar y promover el desarrollo eficiente de las telecomunicaciones, estimular las inversiones en el sector, fomentar la competencia entre los diferentes prestadores de servicios de telecomunicaciones; proteger los derechos de los usuarios y de las

empresas proveedoras de servicios de telecomunicaciones, y apoyar el uso racional y eficiente del espectro radioeléctrico.

- Constitución Política de la República de Guatemala
  - Artículo 64, Patrimonio Natural
  - Artículo 97, Medio Ambiente y equilibrio ecológico
  - Artículo 125, Explotación de Recursos Naturales no Renovables
  - Artículo 126, Reforestación
  - Artículo 127, Régimen de aguas
  
- Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, Decreto 68-86 del Congreso de la República.
  
- Decreto Ley 4-89, Ley de Áreas Protegidas (reformado por el decreto 110-96).
  
- Decreto 101-96 Ley Forestal, “Declaración de urgencia nacional y de interés social la reforestación y la conservación de los bosques, para lo cual se propiciará el desarrollo forestal y su manejo sostenible”.
  
- Decreto 49-90, Creación de la Reserva Sierra de las Minas.
  
- Decreto 111-96, Ley de Fomento a la Difusión de la Conciencia Ambiental.
  
- La base legal para realizar la evaluación de impacto ambiental, devienen de la ordenanza contenida en el artículo 8, de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente Decreto 68-86 (reformado por el Decreto del Congreso Número 1-93).

- Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental, Acuerdo Gubernativo 23-2003, del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

### **3.4. Herramientas de gestión ambiental**

Antes de aplicar una gestión ambiental se deben tener bien claros ciertos conceptos básicos como que es una herramienta de gestión ambiental, así como la variedad que se puede encontrar.

#### **3.4.1. Definición**

“Instrumentos (herramientas) de gestión ambiental son mecanismos operativos específicos, que se diseñan, implementan y utilizan para alcanzar los objetivos de la política, las normas y regulaciones ambientales.”<sup>6</sup>

#### **3.4.2. Tipos**

Se pueden tener diferentes tipos de instrumentos de gestión ambiental, de acuerdo al criterio que se aplique. Estos pueden ser:

- Preventivos: evitan que se generen impactos que afecten adversamente al ambiente.
- De control: permiten verificar el cumplimiento de las obligaciones y prácticas más adecuadas para mejorar las condiciones ambientales.
- De restauración: buscan corregir el deterioro ambiental, revirtiéndole en la medida de lo posible a la situación original.

---

<sup>6</sup> PULGAR VIDAL, Manuel. *Medio ambiente e infraestructura sostenible*. p. 10.

- Financieros: destinados a facilitar la disponibilidad de los recursos económicos.
- Económicos: permiten condiciones para generar el cumplimiento de las obligaciones ambientales.
- De información: buscan generar la información para la toma de decisiones y para una mejor participación de la sociedad en la gestión ambiental.
- De planificación: orientan el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.

#### **3.4.2.1. Evaluación de impacto ambiental**

“La evaluación de impacto ambiental es un proceso de análisis que pronostica los futuros impactos ambientales negativos y positivos, de acciones humanas permitiendo seleccionar las alternativas que maximicen los beneficios y minimice los impactos no deseados. Tiene como propósito fundamental detectar todas las consecuencias significativas, benéficas y adversas de una acción propuesta, para que quienes toman decisiones cuenten con elementos científico – técnicos que les apoyen para determinar la mejor opción”.<sup>7</sup>

La evaluación de impacto ambiental debe ser parte integrante de la actividad de desarrollar en estudio y tendría que iniciarse al mismo tiempo que las demás evaluaciones inherentes a un proyecto (evaluaciones técnicas, económicas y otras relacionadas).

Cada proyecto, obra o actividad ocasionará sobre el entorno en el que se ubique una perturbación, la cual deberá ser minimizada sobre la base de los

---

<sup>7</sup>ROJAS TORRES, Maria. *Manual de evaluación de impacto ambiental*. p. 27.

estudios de impacto ambiental, que con motivo de la ejecución de las mismas se llevan a cabo por técnicos pertinentes.

La evaluación inicial de impacto ambiental o evaluación preliminar, se utiliza en las etapas iniciales de un análisis ambiental preventivo y su finalidad es decidir la pertinencia de un estudio de detalle. Requiere la siguiente información básica:

- Descripción general del proyecto.
- La legislación ambiental aplicable.
- Una estimación de los impactos ambientales significativos.
- Una descripción general del área de influencia.
- Medidas probables de mitigación que permiten manejar impactos potenciales.

#### **3.4.2.2. Diagnóstico de impacto ambiental**

El diagnóstico ambiental aplica a proyectos que ya están operando, y a los que no se les realizó a su debido tiempo, un estudio de impacto ambiental previo a la implementación del mismo.

“Un diagnóstico ambiental de bajo impacto es el instrumento de evaluación ambiental, que se efectúa en un proyecto, obra, industria o actividad existente y por ende, los impactos son determinados mediante sistemas de evaluación basados en muestreos y mediciones directas o bien por el uso de sistemas analógicos de comparación con eventos o entidades similares. Su objetivo es determinar las acciones correctivas necesarias para mitigar impactos adversos,

en proyectos que comprenden las actividades que se consideran como de riesgo e impacto ambiental de moderado a bajo.”<sup>8</sup>

### **3.4.2.3. Auditorías ambientales**

“Instrumento de gestión que comprende una evaluación sistemática, documentada, periódica y objetiva de la eficacia de la organización, el sistema de gestión y procedimientos destinados a la protección del medio ambiente. Pretende, igualmente, cumplir dos objetivos: el de facilitar el control por parte de la dirección de las prácticas que puedan tener efectos sobre el medio ambiente y el de evaluar su adecuación a las políticas medioambientales de la empresa.”<sup>9</sup>

### **3.4.3. Ventajas y desventajas**

A continuación se presentan algunas de las ventajas y desventajas de los instrumentos ambientales.

#### **3.4.3.1. Ventajas**

Hoy en día es de vital importancia poder gestionar un estudio de evaluación de Impacto Ambiental, del cual se pueden obtener las siguientes ventajas:

- Poder determinar cuál es el objetivo del proyecto a desarrollar.
- Establecer el uso real del suelo.

---

<sup>8</sup>Fuente: *Políticas y normativas ambientales*. [www.corpasco.com](http://www.corpasco.com). Consulta: diciembre 2013.

<sup>9</sup>Fuente: *Medios ambientales*.

<http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/10185/14760/1/00798178>. Consulta: diciembre 2013.

- Verificar si se afectarán la flora y fauna del entorno.
- Estimar cuáles serán las rutas más conflictivas por el uso de áreas o caminos rurales y locales a utilizar.
- Determinar el impacto visual que la infraestructura pueda ocasionar.
- Determinar qué cantidad de movimiento de suelo se realizará, así como determinar la deposición de este material.
- Verificar que no se vean afectadas cuencas de agua cercanas al proyecto.
- Controlar el ruido y polvo que este pueda ocasionar, debido a las diferentes actividades que se realizan durante el proyecto.
- Verificar si la construcción a realizarse no afectará a futuro la estabilidad del suelo.
- Verificar que no se vean afectadas áreas pobladas debido a una catástrofe de carácter natural.
- Que los materiales a utilizar no dañen el medio ambiente.

#### **3.4.3.2. Desventajas**

- El alto uso de papel para realizar el informe, que este corresponde enumerando las diversas actividades y renglones que este proyecto conlleve.
- Uso de combustible por el traslado hacia el lugar de la obra.
- Tiempo y recurso humano por el traslado que este origine.

Tabla III. **Resumen características de instrumentos ambientales**

<b>Instrumento</b>	<b>Características</b>
Evaluación de impacto ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ayudan a la toma de decisiones en la empresa.</li> <li>• Aplica a proyectos que todavía no están desarrollados.</li> <li>• Se realiza para evaluar los efectos potenciales que se pueden producir por un proyecto nuevo.</li> <li>• No voluntario, se exige por la legislación vigente.</li> </ul>
Diagnóstico de impacto ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ayudan a la toma de decisiones en la empresa.</li> <li>• Aplica a proyectos que ya están operando, y a los que no se les realizó a su debido tiempo, un estudio de impacto ambiental previo a la implementación del mismo.</li> </ul>
Auditorías ambientales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ayudan a la toma de decisiones en la empresa.</li> <li>• Totalmente voluntaria.</li> <li>• Es un instrumento valioso para verificar y ayudar a mejorar el desempeño ambiental.</li> <li>• Se realiza sobre las instalaciones ya existentes. Existe una correlación marcada entre las auditorías contables y las auditorías ambientales.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.



## **4. EVALUACIÓN CASO PRÁCTICO**

### **4.1. Antecedentes**

El auge de las comunicaciones ha conllevado indudables ventajas para la sociedad, enlazando zonas aisladas y contribuyendo a su desarrollo económico, teniendo las infraestructuras necesarias para su implantación e incidencia sobre el medio ambiente. Por esto es necesario armonizar tales infraestructuras y la protección al medio ambiente, de acuerdo con los principios de un desarrollo sostenible.

A continuación se describen los proyectos de construcción de infraestructura de telecomunicaciones evaluados, ubicados en el departamento de Jalapa, con características ambientales similares (flora, fauna, clima, entre otros), para esto se contó con el apoyo de empresas que se dedican a la gestión ambiental.

Ambos proyectos se identifican como sitios de celda para telefonía celular; cuya función básicamente consiste en la recepción y transmisión de ondas de radiofrecuencia para enlace y cobertura de los usuarios abonados al servicio de telefonía móvil (el nombre de las empresas no se menciona de acuerdo a lo establecido).

Tabla IV. **Resumen información de proyectos evaluados**

Descripción y ubicación	Tipo de documento evaluado	Descripción de actividades relevantes	Características de terreno
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sitio de celda para telefonía celular, su función consiste en la recepción y transmisión de ondas de radiofrecuencia para enlace y cobertura de los usuarios abonados al servicio de telefonía móvil.</li> <li>• Caserío Los López, departamento de Jalapa.</li> </ul>	Evaluación Ambiental Inicial (EIA)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza, nivelación y trazado del terreno.</li> <li>• Colocar puentes para ejes del sitio.</li> <li>• Zanjeado, colocación de armado de refuerzo, solera hidrófuga, estructura de columnas y mochetas y fundición de cimientos.</li> <li>• Construcción muro perimetral block de 0,15 x 0,20 x 0,40 m.</li> <li>• Colocación estructura y fundición solera intermedia, solera corona y losa de caseta de transmisión.</li> <li>• Colocación de portón de ingreso y puerta de caseta de transmisión.</li> <li>• Colocar parrilla para radio base, tanque mensual y moto generador.</li> <li>• Cajas de registro para tierras y energía con medidas internas de 0,50 x 0,50 x 0,50 m.</li> <li>• Instalación de equipo necesario: torre auto-soportada, antenas, moto-generador, tanque mensual, radio base, sistema de transmisión, pararrayos, luces de navegación, sistema de tierras y de energía.</li> <li>• Operación y mantenimiento de la celda.</li> </ul>	<p>a) Se estima un área total de terreno: 240,00 m<sup>2</sup>.</p> <p>b) Se estima un área total de ocupación: 24,72 m<sup>2</sup></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Celda de transmisión, instalación de una antena de transmisión de microondas. La celda albergará torre, caseta, antenas y equipos de transmisión, así como dispositivos de seguridad para el resguardo de los equipos.</li> <li>• Barrio La Reforma Monjas, departamento de Jalapa.</li> </ul>	Plan de Manejo Ambiental (PMA)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selección de sitio.</li> <li>• Montaje de la torre.</li> <li>• Construcción de caseta que albergarán los equipos de transmisión.</li> <li>• Construcción de plataforma para el generador.</li> <li>• Instalación y prueba de los equipos de transmisión y dispositivos de seguridad.</li> <li>• Operación y mantenimiento de la celda.</li> </ul>	<p>a) Área total de: 200,00 m<sup>2</sup>.</p> <p>b) Área ocupación: 28,87 m<sup>2</sup></p> <p>Terreno plano en su totalidad, suelo arcilloso, no cuenta con vegetación, libre de edificaciones relevantes al interior del mismo, denotándose en el área adecuada visibilidad, ventilación y convenientes vías de acceso y de circulación de vehículos.</p>

Fuente: elaboración propia.

## **4.2. Método aplicado**

La metodología utilizada se basa en el diagnóstico de la situación actual, seguida de la elaboración de una matriz de aspectos e impactos ambientales, cuya función es la de identificar los posibles impactos generados y la importancia que estos tienen.

Identificados los impactos se procede a establecer los programas, instructivos y guías que se enfocan en la disminución y/o mitigación de los mismos; todo lo anterior enmarcado en el cumplimiento de la legislación ambiental guatemalteca que le es aplicable.

Para la realización de los estudios, se tomó como base lo que para el efecto establece el Decreto 68-86 “ Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente”, su Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental y los términos de referencia, del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y otras leyes vigentes.

### **4.2.1. Descripción**

Se revisó la bibliografía existente sobre la temática en estudio (material bibliográfico e internet), se realizaron actividades de campo y gabinete.

El trabajo se realizó con un diseño no experimental, según su finalidad, es de tipo aplicado; se considera como una investigación descriptiva.

El plan de trabajo que se siguió para desarrollar la presente investigación fue el siguiente:

- Trabajo gabinete:
  - Elaboración cronograma de actividades
  - Elaboración marco teórico
  - Análisis y clasificación de la información
- Trabajo de campo
  - Realización y análisis de las visitas y entrevistas
- Diagnóstico
  - Análisis de resultados
  - Conclusiones y recomendaciones en base a la investigación realizada

### 4.3. Diagnóstico

De acuerdo a lo que cada documento de gestión ambiental evaluado indica; se consideraron las actividades más relevantes, considerando las posibles repercusiones sobre el agua, el suelo, la atmósfera y comunidades cercanas al proyecto.

Tabla V. **Alcance documentos evaluados (de acuerdo a la fase del proyecto)**

Tipo de documento	Fase del proyecto		
	Construcción	Operación y mantenimiento	Abandono
Evaluación Ambiental Inicial (EIA)	X	X	X
Plan de Manejo Ambiental (PMA)	X	X	

Fuente: elaboración propia.

#### **4.3.1. Diseño**

Los proyectos consisten en sitios de celda para telefonía celular, cuya función básicamente será la recepción y transmisión de ondas de radiofrecuencia, para enlace y cobertura de los usuarios abonados al servicio de telefonía móvil. El resultado de la construcción y operación es el servicio óptimo de telefonía celular en el área de cobertura.

#### **4.3.2. Construcción**

Durante la fase de construcción, básicamente la materia prima serán materiales de construcción para el cerramiento de muros perimetrales, metal para el portón de acceso, torres y equipo. No se utiliza maquinaria especial durante la construcción del sitio, ni en su operación. La duración estimada para la realización de trabajos de obra física es relativamente corto (1 – 3 meses).

Figura 6. **Proyecto infraestructura de telecomunicaciones 1**



Fuente: SALGUERO ROJAS, Hernán. *Elaboración de un sistema de gestión ambiental en empresa contratista de telefónica TELECOM Colombia.* p. 156, 158.

El tiempo de la fase constructiva hasta la fase operativa es variable, dependiendo de las condiciones presentes en el sitio. Con el fin de reducir o mitigar los posibles efectos negativos debido a la ocurrencia de eventos naturales potenciales de emergencia, el proyecto cuenta con la capacidad de respuesta necesaria ante dichas eventualidades.

### **4.3.3. Operación y mantenimiento**

Durante su operación y debido a que todo el sistema será automático, no permanecerá en el lugar ninguna persona; las instalaciones cuentan con una torre, equipos contra incendios, un motor generador que utiliza diésel para funcionar. No se utiliza maquinaria en esta etapa, únicamente equipo especial para cada radio base, durante el mantenimiento preventivo o correctivo. La periodicidad de las rutinas de mantenimiento preventivo depende de la prueba, y puede ser diaria, semanal, mensual o semestral.

Por el tipo de proyecto, no se requiere de un área de parqueo, únicamente se colocan dos carrileras de cemento (están dentro del muro perimetral), servirán para cuando lleguen personeros de la empresa a dar mantenimiento, esto será de manera temporal.

A continuación se presentan la descripción de las principales actividades en esta fase del proyecto:

- Son actividades de mantenimiento del sitio, en cuanto a proporcionarles servicios a todos los equipos que están relacionados con la prestación de cobertura.
- Materia prima e insumos: cables especiales, conectores, aislantes.
- Maquinaria: no se utiliza maquinaria en esta etapa, únicamente

equipo especial para cada radio base, durante el mantenimiento preventivo o correctivo.

- Horario de trabajo: tiempo variado mientras dure el mantenimiento preventivo o correctivo.

#### **4.3.4. Abandono**

A continuación se presentan la descripción de las principales actividades de la fase de abandono del proyecto:

- Actividades o proceso: la restauración del sitio dependerá en buena parte, del uso que los propietarios del terreno le quieran dar al sitio en donde se ubica, una vez cumplida la vida útil (10 años) se recomienda lo siguiente:
  - Demolición de la construcción existente.
  - Retiro de la estructura existente.
  - Retirar materiales sobrantes y desechos.
  - Aplicar tratamiento al suelo u otro componente donde se detecte presencia de hidrocarburos o grasas y aceites totales.
  - Transporte del material al botadero autorizado por la municipalidad local y el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
  - Retiro de las instalaciones especiales (equipo, estructura de la torre, entre otros).

Figura 7. Proyecto infraestructura de telecomunicaciones 2



Fuente: SALGUERO ROJAS, Hernán. *Elaboración de un sistema de gestión ambiental en empresa contratista de telefónica TELECOM Colombia.* p. 125, 160.

#### **4.4. Actividades de campo**

Son las que realizan en el lugar de los proyectos; permiten la observación en contacto directo con el objeto de estudio, y el acopio de testimonios que permitan confrontar la teoría con la práctica en la búsqueda de la verdad objetiva.

##### **4.4.1. Generalidades**

De acuerdo al tipo y ubicación de los proyectos es necesario realizar actividades de campo que permitan recopilar la información necesaria para poder elaborar los documentos evaluados. Se deben planificar detalladamente para la recolección de información o para el trabajo de campo. Todas las investigaciones tiene el común denominador de recoger datos con diversas técnicas directamente de la fuente de estudio.

##### **4.4.2. Alcance**

Los proyectos en cuanto a su grado de perturbación o impacto en el ambiente, son prácticamente menor y no significativo, pues para el sitio proyectado, solo se modificarán algunas características dentro del terreno. Se consideran los impactos generados y que afectan dentro del área de influencia del proyecto.

##### **4.4.3. Medios utilizados**

Se incluyen los métodos o técnicas utilizados en la fase de recolección de información en campo.

#### **4.4.3.1. Visitas**

La observación es un elemento fundamental de todo proceso investigativo, se utilizó durante las visitas realizadas; consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para su posterior análisis. La observación de campo es el recurso principal de la observación descriptiva; se realiza en los lugares donde ocurren los hechos o fenómenos investigados.

#### **4.4.3.2. Entrevistas**

Es una técnica de recopilación de información mediante una conversación profesional, su uso permitió recoger la información de la investigación en forma directa y de este modo analizar el objeto deseado. Según el fin que se persigue con la entrevista, puede ser estructurada mediante un cuestionario previamente elaborado o no estructurado.

Se utilizó el método de la entrevista estructurada, en donde se desarrollaron conversaciones abiertas con los relacionados con el problema en estudio. Se elaboró un cuestionario que permitió obtener información de carácter general, sobre las actividades y tipos de proyectos, ubicación y cantidad de instalaciones de infraestructura de telecomunicaciones que cada empresa ha participado.

Con esta información se pudo conocer e identificar en que aspectos deben concentrarse las medidas de mitigación necesarias.



## **5. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

### **5.1. Generalidades**

Para esta fase del trabajo se utilizó la información que se obtuvo durante las entrevistas y visitas a proyectos.

### **5.2. Tabulación y análisis de la información**

Para un mejor análisis de la información, se integró en una base de datos electrónica a manera de facilitar su estudio.

#### **5.2.1. Fase de construcción**

Se presentan los principales aspectos e impactos ambientales identificados en la construcción del proyecto, así como las medidas de mitigación propuestas.

Tabla VI. **Resumen aspectos e impactos ambientales y medidas de mitigación. Proyecto sitio de celda de transmisión “Caserío Los López, Jalapa”**

No.	Aspecto Ambiental	Impacto ambiental	Tipo de impacto ambiental	Manejo ambiental
1	Aire	Gases o partículas (polvo, vapores, humo, hollín, monóxido de carbono, óxidos de azufre, entre otros)	Impacto no significativo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se regará agua para evitar las partículas de polvo en la etapa de construcción.</li> <li>En lo que respecta al generador se le aplicará un mantenimiento preventivo para evitar el humo.</li> </ul>
		Ruido	Impacto es menor y no significativo	Aislamiento y silenciador para escape del motor de moto-generador.
		Vibraciones	Impacto es menor y no significativo	En la base del moto generador se construye una fosa disipadora de vibraciones, para que no afecte los colindantes.
		Olores	No habrá olores	
2	Agua	Abastecimiento de agua	Impacto no significativo	Se comprará agua en el sector y se utilizará únicamente para la cimentación, muro, caseta, entre otros. (mezcla agua – cemento).
		Aguas residuales ordinarias	Cantidad: NA	
		Aguas residuales especiales	Cantidad: NA	
		Mezcla de las aguas residuales anteriores	Cantidad: NA	
		Agua de lluvia	Captación: el agua en época de lluvia se capta por medio de láminas hacia toneles, para uso en ejecución.	El agua de lluvia del área abierta que ocupará el sitio, será escurrida y absorbida de manera superficial por el suelo del área del terreno, contribuyendo a aumentar el nivel freático del área.
3	Suelo	DS (basura común)	Cantidad: 11 libras por día en la etapa de ejecución	Deberán ser depositadas en recipientes específicos, para su posterior traslado hacia el botadero que autorice la municipalidad de local.
		DP (con una o más de las siguientes características: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y bioinfecciosos)	Cantidad: NA	
		Descarga de aguas residuales (si van directo al suelo)	NA	
		Modificación del relieve o topografía del área	No se generará impacto	Se construyen muros elevados, con base en el relieve natural del terreno.

Continuación de la tabla VI.

4	Biodiversidad	Flora (árboles, plantas)	NA	
		Fauna (animales)	NA	
		Ecosistema	NA	
5	Visual	Modificación del paisaje	Baja	
6	Social	Cambio o modificaciones sociales, económicas y culturales, incluyendo monumentos arqueológicos	Baja	
7	Otros			

Fuente: EIA Sitio de Celda de transmisión "Caserío Los López, Jalapa".

### 5.2.2. Fase de operación

Se presentan los principales programas relacionados con la construcción, operación y mantenimiento del proyecto, así como las medidas de mitigación propuestas. Para cada uno de los impactos identificados se da un tratamiento específico (programa), en busca de minimizar y/o controlar la incidencia negativa que este pueda tener en el entorno.

#### 5.2.2.1. Manejo integral de residuos sólidos

- Objetivo: identificar, clasificar y manipular adecuadamente los residuos sólidos, generados en los procesos de construcción, operación y

mantenimiento del proyecto, asegurando su recolección, almacenamiento, transporte y disposición final, de acuerdo a las normas de seguridad, y medio ambiente aplicables.

- Alcance: este procedimiento aplica a todas las actividades que se realizan en el proyecto, las cuales generen algún tipo de residuo sólido.
- Separación en la fuente de residuos catalogados como peligrosos.
- Almacenamiento temporal residuos ordinarios no reciclables, reciclables y peligrosos.
- Canalizaciones en zona verde. En los casos donde se realicen canalizaciones en zonas verdes, el material excedente de excavación “tierra” deberá ser ubicado a un costado de la zanja, la capa superficial de la excavación “césped” se ubicará al costado contrario.
- El material de cobertura vegetal que se destine para uso posterior en actividades de revegetalización de taludes u otros fines, se almacenará adecuadamente, de manera temporal.
- Canalización en asfalto o concreto. Cuando se realicen canalizaciones en asfalto y/o concreto, el material debe ser igualmente separado en ambos lados de la zanja.
- Retiro de cable y antenas usadas o averiadas. En los casos donde sea necesario el desmonte de cableado telefónico cobre, líneas de fibra óptica, antenas de datos, o cualquier otro artículo de telecomunicaciones que sea considerado previamente averiado u obsoleto, este deberá ser retirado en vehículos, teniendo las consideraciones de seguridad industrial a las que tenga lugar.

- Recolección y transporte. Se debe realizar la recolección en horarios previamente estipulados o según se requiera, se deben depositar los escombros y/o excedentes de excavación en vehículos que no deberán llenarse por encima de su capacidad, la carga debe ir cubierta con el fin de evitar la dispersión de la misma o la emisión fugitiva de material particulado.
- Almacenamiento temporal. En caso de que el material excavado deba permanecer por largo tiempo en la obra entre 12 y 24 horas, este debe ser cubierto por plásticos o alguna lona que lo proteja de la acción erosiva del agua y del viento.
- Actividades de empalmaría fibra óptica y cobre. El cable que sea clasificado como retazo o sobrante de empalmaría, deberá ser retirado del área de trabajo en su totalidad y entregado al encargado del almacén.

#### **5.2.2.2. Uso eficiente de energía**

- Objetivo: implementar prácticas adecuadas de consumo de energía.
- Alcance: todas las áreas donde se realizan actividades administrativas y operativas.
- Generalidades: es necesario implementar campañas y actividades de sensibilización ambiental para reforzar las actividades propuestas.
- Diagnóstico o línea base; se tienen los siguientes mecanismos de intervención:
  - Reducción de pérdidas.
  - Iluminación bodegas y oficinas.

- Prácticas de comportamiento personal.
- Parámetros de ahorro de energía cuando se instalen o remodelen instalaciones.

### **5.2.2.3. Uso eficiente de agua**

- Objetivo: implementar prácticas adecuadas de consumo y uso racional del agua.
- Alcance: todas las bodegas, oficinas y procesos operativos donde se requiera utilizar el recurso.
- Diagnóstico o línea base, se tienen los siguientes mecanismos de intervención:
  - Mecanismos de intervención en bodegas y oficinas:
    - Prácticas de ingeniería
    - Reducción de pérdidas
    - Reducción en consumo
    - Aplicar prácticas de reuso del agua
    - Mantenimiento de instalaciones
    - Prácticas de comportamiento personal
  - Mecanismos de intervención en obras: cuando se realicen trabajos que requieran la utilización del recurso en zonas de difícil acceso o de difícil adquisición del recurso (áreas rurales, zonas secas), se deberá llevar desde los centros urbanos más cercanos o zonas que cuenten con el recurso, el agua requerida para la realización de los trabajos en depósitos o toneles plásticos o metálicos.

Cuando se requiera almacenar materiales de construcción y/o excedentes de excavación, estos deberán ser cubiertos con plásticos o lonas, evitando que sean ubicados próximos a drenajes o fuentes de agua, con el objetivo de evitar el arrastre de dichos materiales por flujos de escorrentía.

#### **5.2.2.4. Control de ruido y emisiones atmosféricas**

- **Objetivos:** establecer las medidas y controles necesarios que permitan minimizar los impactos generales por los incrementos de los niveles de ruidos durante el montaje y mantenimiento de redes.
- Definir las medidas y controles necesarios para minimizar los impactos generados por el incremento del material particulado a la atmósfera, como consecuencia de la construcción de las obras.
- **Actividades que generan los impactos:** transporte de escombros, utilización de taladros y martillos neumáticos en la demolición de estructuras en concreto, instalación de tubería subterránea mediante métodos no destructivos.

#### **5.2.2.5. Señalización en obras**

- **Objetivo:** velar por la instalación correcta de las señales reglamentarias, informativas y preventivas requeridas en el desarrollo de las obras, con el fin de garantizar la seguridad e integridad de los trabajadores y vecinos del sector afectado.
- **Actividades que generan impactos:** carga, descarga y almacenamiento de materiales en bodega y obras.
- **Impactos a mitigar:** afectación o molestias a la comunidad, alteraciones al flujo vehicular, ocurrencia de accidentes.

#### **5.2.2.6. Socialización de obras**

- Objetivos: garantizar la atención e información permanente con la comunidad para la divulgación de proyectos y atención de sus inquietudes.
- Actividades que generan los impactos: diseño y cumplimiento del trazado en obras a ejecutar.
- Impactos a mitigar: afectación a la comunidad.
- Disposición final.

#### **5.2.2.7. Manejo de aguas superficiales**

- Objetivo: prevenir, controlar y manejar las aguas superficiales y redes de alcantarillado que puedan verse afectadas por el montaje y mantenimiento de redes.
- Actividades que generan el impacto: fundición de estructuras en concreto, corte de concreto, preparación de mezclas.
- Impactos a mitigar: aportes de sólidos a corrientes superficiales o a la red de alcantarillado.

#### **5.2.2.8. Manejo de escombros y excedentes**

- Objetivo: definir medidas tendientes a manejar adecuadamente los escombros y/o sobrantes de construcción, generados durante las actividades del montaje y mantenimiento de redes.
- Actividades que generan impactos: excavaciones para montaje de redes subterráneas (canalizaciones en zonas verdes, asfalto y/o concreto).
- Impactos a mitigar: alteración del paisaje, material particulado en el ambiente.

#### **5.2.2.9. Manejo de vegetación y suelo orgánico**

- Objetivo: establecer las instrucciones para el manejo de la vegetación que será intervenida y/o afectada por obras civiles, de manera que se prevengan, minimicen y controlen los impactos producidos sobre la vegetación, con el propósito de cumplir la normatividad actual vigente.
- Actividades que generan el impacto: excavaciones para montaje de redes subterráneas (canalizaciones en zonas verdes), construcción, mantenimiento y tendido de líneas.
- Impactos a mitigar: contaminación del suelo (residuos no peligrosos), alteración del paisaje, flora.

#### **5.2.3. Fase de abandono**

Para cada uno de los impactos identificados se dá un tratamiento específico (programa), en busca de minimizar y/o controlar la incidencia negativa que este pueda tener en el entorno.

##### **5.2.3.1. Respuesta ante fuga de sustancias químicas**

- Objetivo: establecer un conjunto sistemático de acciones para prevenir fugas químicas, mitigar sus efectos y restaurar el medio afectado en el más breve plazo; con el fin de evitar pérdidas sociales, económicas y ambientales.
- Actividades que generan impactos: mantenimiento, reabastecimiento combustible, almacenamiento y manipulación de químicos.
- Impactos a mitigar: contaminación del suelo y agua.

#### 5.2.4. Gráficas y tablas

Se utilizaron para procesar e interpretar la información recolectada de una manera más fácil y reducida. A continuación se presentan los resultados de las visitas y entrevistas realizadas.

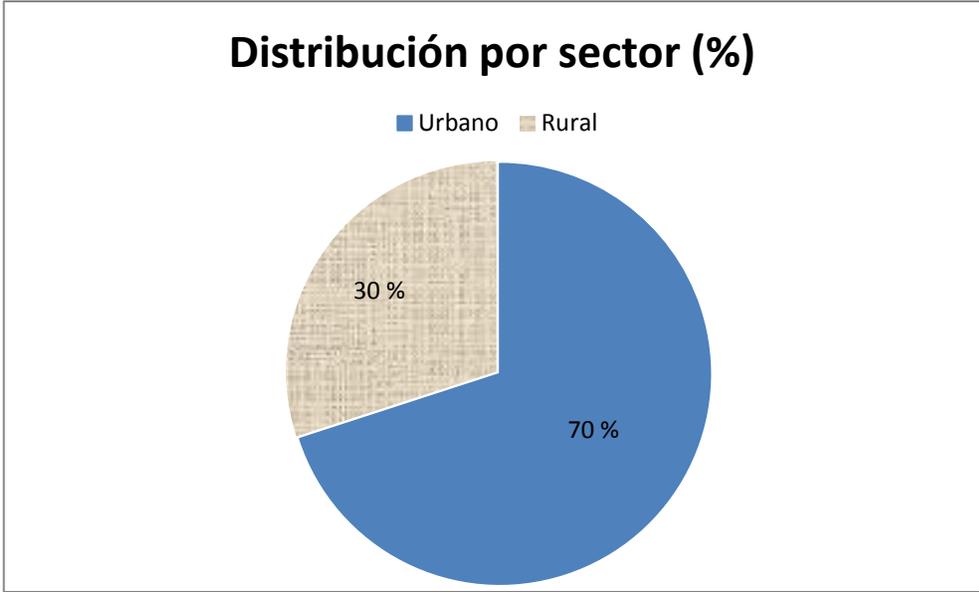
- Tipo de actividades que realizan en su empresa, relacionadas con proyectos de infraestructura de telecomunicaciones, las principales actividades que realizan son: diseño, ejecución, mantenimiento y gestión ambiental.
- Tipo de proyectos de infraestructura de telecomunicaciones que realizan su empresa, los principales tipos de proyectos son: telefonía rural y urbana, telefonía celular y redes de comunicación digital.
- Ubicación y cantidad de proyectos de infraestructura de telecomunicaciones: varía de acuerdo a cada empresa, se presentan valores promedio.

Tabla VII. **Resultados ubicación y cantidad de proyectos de infraestructura de telecomunicaciones**

<b>Sector</b>	<b>Distribución por sector (%)</b>
Urbano	70
Rural	30

Fuente: elaboración propia.

Figura 8. **Gráfica de resultados: ubicación y cantidad de proyectos de infraestructura de telecomunicaciones**



Fuente: elaboración propia.

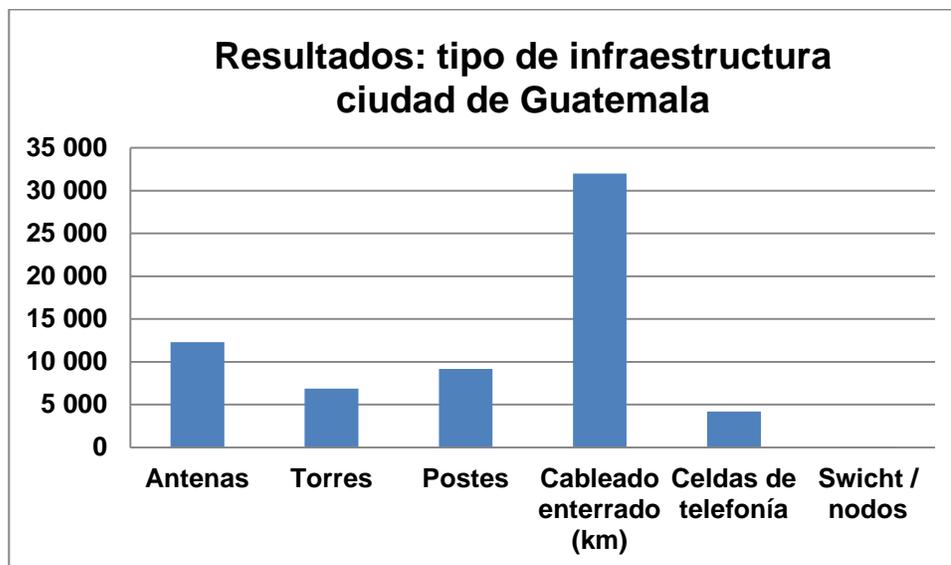
- Cantidad de infraestructura de telecomunicaciones existente en Guatemala: varía de acuerdo a cada empresa, se presentan los valores totales de las empresas entrevistadas.

Tabla VIII. **Resultados ubicación y cantidad de proyectos de infraestructura de telecomunicaciones**

Tipo de infraestructura	Cantidad	
	Ciudad Guatemala	Nivel nacional
Antenas	12 300	26 600
Torres	6 860	11 600
Postes	9 150	38 300
Cableado enterrado (km)	32 000	90 000
Celdas de telefonía	4 200	9 800
Swicht / nodos	9	14

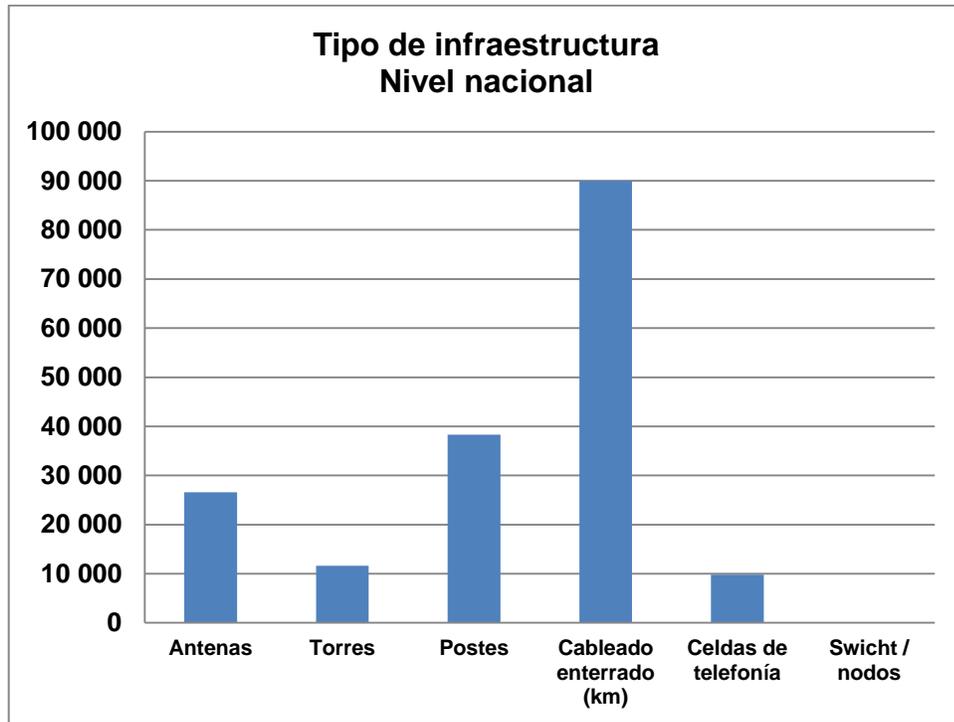
Fuente: elaboración propia.

Figura 9. **Gráfica: resultados tipo de infraestructura, en la ciudad de Guatemala**



Fuente: elaboración propia.

Figura 10. **Gráfica: resultados tipo de infraestructura. Nivel nacional**



Fuente: elaboración propia.

- Tipo de infraestructura que requiere cada tipo de proyecto: se presentan las alternativas seleccionadas por el total de entrevistas.

Tabla IX. **Resultados del tipo de infraestructura que se requiere para cada tipo de proyecto**

Tipo de proyecto	Tipo infraestructura				
	Antenas	Torres	Colocación de postes	Cableado enterrado	Celdas de telefonía
Telefonía rural	X	X	X	X	X
Telefonía celular	X	X	X	X	X
Radiotelefonía	X	X			X
Redes de comunicación digital	X	X	X		X

Fuente: elaboración propia.

- El último proyecto realizado utilizó algún instrumento de gestión ambiental para la construcción/operación y mantenimiento de acuerdo a lo indicado todas las empresas utilizaron algún instrumento de gestión ambiental (Evaluación de impacto ambiental).

## CONCLUSIONES

1. En la actualidad las telecomunicaciones 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.
2. En Guatemala es escasa, confusa y dispersa la normativa que actualmente existe, en relación con la instalación de las infraestructuras de telecomunicaciones en los espacios naturales.
3. Las empresas de telecomunicaciones deben avanzar dentro del enfoque de responsabilidad social empresarial, en procura de las mejores prácticas en gestión de los impactos ambientales negativos que lleguen a generarse por sus actividades.
4. La participación del ingeniero civil es importante en el desarrollo de infraestructura de telecomunicaciones, en las fases de diseño, ejecución y gestión ambiental de los proyectos.
5. Con el presente trabajo se definen criterios y procedimientos mínimos que deben aplicarse en el diseño, construcción y supervisión de infraestructura de telecomunicaciones, que permitan garantizar estos servicios y reducir los riesgos durante su construcción.
6. Se identificaron los principales elementos que integran la infraestructura en telecomunicaciones y los usos que tiene cada uno.

7. El desarrollo adecuado de una evaluación de impacto ambiental, logra identificar los posibles impactos que podría ocasionar un proyecto al llevarse a cabo. Es necesario que todo proyecto deba efectuar, con la magnitud que lo requiera, el desarrollo de un instrumento ambiental.

## RECOMENDACIONES

1. La administración de la ejecución del proyecto, debe brindar todo el apoyo logístico para el desarrollo del mismo, con lo cual garantiza que los trabajos se cumplan de acuerdo con lo planificado.
2. Las empresas que se dedican a la construcción de infraestructura de telecomunicaciones, deben cumplir las normas y especificaciones establecidas.
3. Impulsar las actividades relacionadas con la gestión ambiental de infraestructura de telecomunicaciones.
4. Capacitar constantemente al personal relacionado con la gestión ambiental y construcción de infraestructura de telecomunicaciones, para obtener como resultado, un trabajo técnico y de excelente calidad.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Copeco. *Torres de telecomunicaciones*. [en línea]. <<http://copeco.gob.hn/n/node/123>>. [Consulta: diciembre de 2013].
2. GARCÍA NAVARRETE, Heissel. *Plan de gestión para la construcción de una estación de telefonía celular*. San José, Costa Rica: Universidad para la Cooperación Internacional, 2012. 134 p.
3. Guatemala. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Sitio de celda de transmisión "Caserío Los López, Jalapa"*. Guatemala: EIA, 2006. 9 p.
4. *Infraestructura de telecomunicaciones*. [en línea]. <<http://www.monografias.com/trabajos63/analisis-impactos-ambientales/analisis-impactos-ambientales5.shtml>>. [Consulta: diciembre de 2013].
5. PULGAR-VIDAL, Manuel. *Medio ambiente e infraestructura sostenible*. Taller Integración y desarrollo de la infraestructura Regional Sudamericana. Argentina: septiembre. 2009. 35 p.
6. RECINOS GAVARRETE, Renato Alexander. *Criterios de supervisión para proyectos de telecomunicaciones digitales*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2012. 129 p.

7. RIVAS CASTELLANOS, Olga; GUZMÁN SHAUL, José. *Apuntes de legislación ambiental e instrumentos técnicos ambientales*. Guatemala: Mayte, 2005. 209 p.
8. RIVERA CAMAS, Samuel Josué. *Especificaciones técnicas para la construcción de sitios de telefonía celular*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 114 p.
9. RODRÍGUEZ GRANADOS, Marilyn; VILLARREAL ARTAVIA, Gustavo. *Metodología de gestión de proyecto para la construcción de torres auto soportadas de telecomunicaciones, tomando como base el proyecto CR1037 de los Ángeles de San Ramón*. Trabajo de graduación de Master en Administración de Proyectos. San José, Costa Rica: Universidad para la Cooperación Internacional, 2012. 349 p.
10. ROJAS TORRES, María Yessenia. *Manual de evaluación de impacto ambiental*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2003. 162 p.
11. ROZAS FLORES, Alan E. *Auditoría medio ambiental: fundamentos para su aplicación*. Lima, Perú. UNMSM. Revista de la Facultad de Ciencias Contables, 2000. 15 p.
12. SALGUERO ROJAS, Hernán Enrique. *Elaboración de un sistema de gestión ambiental en empresa contratista de telefónica TELECOM*

Colombia. Santiago de Cali, Colombia: Universidad Autónoma de Occidente, Facultad de Ciencias Básicas, 2011. 285 p.

13. SÁNCHEZ CARRIÓN, Joaquín Luis; SÁNCHEZ GIMÉNEZ, Alejandro. *La instalación de infraestructuras de telecomunicaciones en los parajes y espacios naturales de la comunidad autónoma de Andalucía: su impacto ambiental*. España: revista electrónica de derecho ambiental ISSN-e 1576-3196, Nº. 8, 2002. 15 p.
14. Scribd Inc. *Guía ambiental para proyectos de telecomunicaciones*. [en línea]. <<https://es.scribd.com/doc/45039145/Guia-Ambiental-Proyecto-Telecomunicaciones>>. [Consulta: enero de 2014].
15. SIDEL VELASTEGUI, Geoverty. *Identificación y valorización de los impactos ambientales de las fases de construcción, operación, mantenimiento y retiro, de una estación radioeléctrica y elaboración del plan de manejo ambiental*. Quito: Escuela Politécnica Nacional. Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, 2010. 176 p.
16. Universidad de la Salle. *Impactos sociales y ambientales*. [en línea] <<http://www.lasalle.edu.co/wps/portal/Home/Principal>>. [Consulta: diciembre de 2013].
17. VANELLA, O. R. *Infraestructura para las telecomunicaciones y paisaje. Un nuevo paradigma de convivencia*. LIADE (Laboratorio de Investigación Aplicada y Desarrollo). Argentina: Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 2009. 16 p.

