



T658.53.
OLVd.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

**"Desarrollo de un Procedimiento para la Selección de la Ubicación
y Tipo de Estación Celular en una Empresa de Telefonía Móvil
Celular"**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Presentada por:

Antonio Guillermo Olvera Urgilés

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año 2005

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por darme la fuerza para triunfar en la vida, a mi familia por todo el apoyo que me han brindado y a todas las personas que de una u otra manera colaboraron en la realización de este trabajo, especialmente al Ing. Marcos Tapia, Director de Tesis. por su invaluable ayuda.

DEDICATORIA


A mi madre, por su incesante amor entregado durante toda mi vida. A la memoria de mi padre. A mi hermana. Y a mi futura esposa, Sonia M., por ser el pilar de mi éxito.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Eduardo Rivadeneira P.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE



Ing. Marcos Tapia Q.
DIRECTOR DE TESIS

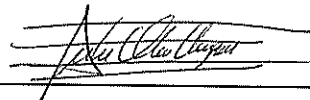


Ing. Denisse Rodríguez Z.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).



Antonio Guillermo Olvera Urgilés



RESUMEN

La EMPRESA, objeto del presente estudio, presta los servicios de Telefonía Móvil Celular y todos sus relacionados permitidos por la ley. Para lograr este servicio, es necesario la instalación de radiobases o estaciones celulares. El mercado objetivo de EMPRESA es toda persona natural o jurídica a nivel nacional.

Actualmente la construcción de una estación celular, es informado por el área de Desempeño al Departamento de Ingeniería de Proyectos debido a la saturación de tráfico (Congestionamiento de la Red) y/o ampliar cobertura, o por requerimiento del área de Marketing, Comercial, Servicio al Cliente y Operaciones con el fin de cumplir objetivos comerciales.

Para establecer la necesidad de instalar una estación celular, una de las herramientas utilizadas, son las decisiones basadas en la experiencia o estrategias comerciales. Al utilizar estas herramientas, no se dimensiona adecuadamente los elementos necesarios, provocando que se generen mayores costos y exceso en la utilización de recursos. La justificación técnica debe darse en función de criterios teóricos que demuestren la necesidad de establecer una estación celular.

El objetivo de esta tesis propone desarrollar un procedimiento sistemático que permita realizar la mejor selección del tipo de estación celular y su adecuada ubicación, que satisfaga las expectativas comerciales y de servicio al cliente.

El trabajo comenzará con el análisis de la situación actual de la EMPRESA, la definición del servicio, los procedimientos actualmente utilizados y las áreas que intervienen en la selección del tipo de estación celular y su ubicación. Con estos antecedentes se especificarán los factores principales que intervienen en el procedimiento de selección y se diseñará el nuevo proceso. Se realizará una prueba del procedimiento desarrollado y se compararán los resultados obtenidos con el sistema actual utilizado.

Se espera obtener, como resultado de este trabajo, un procedimiento mejorado que minimice el tiempo y costos de operación, que utilice apropiadamente los recursos, garantizando la coordinación entre las áreas involucradas para facilitar la toma de decisiones. Estos resultados persiguen como objetivo incrementar los beneficios para la empresa y al mismo tiempo brindar un mejor servicio a los usuarios ampliando la cobertura.



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	I
ÍNDICE GENERAL.....	IV
ABREVIATURAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	IX
INTRODUCCIÓN.....	1
 CAPÍTULO 1	
1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA.....	4
1.1. Naturaleza del Negocio.....	4
1.1.1. Reseña Histórica de la EMPRESA.....	7
1.1.2. Estrategias Corporativas.....	8
1.2. Definición del Producto y Servicio Brindado.....	10
1.3. Estructura Organizacional de la Empresa.....	15
1.4. Estructura Tecnológica.....	24
 CAPÍTULO 2	
2. ANÁLISIS DEL PROCEDIMIENTO ACTUAL UTILIZADO PARA LA INSTALACIÓN DE UNA ESTACIÓN CELULAR.....	28



2.1. Criterios de Selección de Ubicación Utilizados.....	28
2.2. Criterios de Selección del Tipo de Estación a ser Utilizada.....	29
2.3. Áreas Involucradas en el Proceso de Selección y su Interrelación.	32
2.4. Descripción y Flujo de Procesos.....	36
2.5. Principales Oportunidades de Mejoras Identificadas.....	44
2.6. Indicadores del Proceso.....	46

CAPÍTULO 3

3. DISEÑO DEL PROCEDIMIENTO PARA LA INSTALACIÓN DE UNA ESTACIÓN CELULAR.....	54
3.1. Criterios de Selección para la Ubicación y Tipo de Estación Celular Implementados.....	54
3.2. Mejoras de los Procedimientos.....	72
3.2.1. Actividades de las Áreas Involucradas.....	72
3.2.2. Descripción y Flujo de Procesos.....	83
3.2.3. Beneficios Esperados.....	98
3.3. Procedimiento para la Selección de la Ubicación y Tipo de Estación Celular.....	99
3.4. Costos del Nuevo Procedimiento.....	105

CAPÍTULO 4

4. PRUEBA DEL MÉTODO DESARROLLADO.....	110
--	-----



4.1. Características de una Estación Celular Implementada utilizando los procedimientos de selección actuales.....	110
4.2. Comparación entre los Resultados del Procedimiento Actual y los Resultados del Procedimiento Desarrollado.....	116
4.2.1. Funciones de las Áreas que Intervienen.....	125
4.2.2. Flujo de Procesos.....	129
4.2.3. Costos de Inversión.....	130

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	136
--	-----

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA



ABREVIATURAS

1-k	Ponderación del Peso de Importancia del Factor Subjetivo frente al Factor Objetivo
<i>a</i>	Plazo Optimista de la Duración de una Actividad
<i>b</i>	Plazo Pesimista para la Ejecución de una Actividad
BTS	Base Transceiver Station
Ci	Costo de los Factores Objetivos
CPM	Critical Path Method (Método del Camino Crítico)
EF	Primera Fecha en la que puede finalizar una Actividad
ES	Fecha mas Temprana para que de comienzo una Actividad
FO	Factores Objetivos
FS	Factores Subjetivos
IP	Indicador de Progreso
k	Ponderación del peso de importancia del Factor Objetivo frente al Factor Subjetivo
LF	Última fecha en la que puede finalizar una actividad
LS	Última fecha en que pueden comenzar una actividad
<i>m</i>	Plazo mas probable para la ejecución de la actividad
MPL	Medida de Preferencia de la Localización
MW	Micro Wave (Antena de Micro-Onda)
n	Nivel de importancia de los Factores Objetivos con respecto a los Factores Subjetivos
PERT	Program Evaluation and Review Technique (Técnica de Evaluación y Revisión de Proyectos)
R_j	Ordenamiento Jerárquico de los Factores Subjetivos
<i>S</i>	Tiempo de holgura de una actividad
STMC	Servicio de Telefonía Móvil Celular
<i>T</i>	Duración esperada en la realización de la actividad
USD/h	Dólares por Hora
<i>v</i>	Varianza del tiempo de realización de la actividad
W_j	Índice de Importancia relativa de los Factores Subjetivos

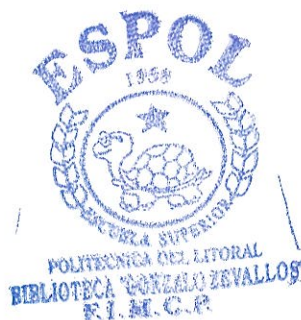


ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.3.1	Organigrama General de la Empresa..... 22
Figura 1.3.2	Pirámide Jerárquica de los Niveles de la Empresa..... 23
Figura 1.4.1	Configuración Típica de un Sistema con Tecnología Móvil Celular..... 24
Figura 1.4.2	Teléfono con Tecnología Móvil Celular..... 25
Figura 1.4.3	Estación Celular o Radiobase..... 26
Figura 2.3.1	Estructura Funcional de la Dirección Técnica..... 34
Figura 2.3.2	Estructura Funcional de la Gerencia de Ingeniería y Calidad del Servicio..... 35
Figura 2.3.3	Estructura Funcional de la Gerencia de Implantación y Construcciones..... 36
Figura 2.4.1	Diagrama de Flujo para la Instalación de una estación Celular..... 42
Figura 3.2.1.1	Diagrama de Relaciones Funcionales entre las Áreas Involucradas en el Proyecto..... 79
Figura 3.2.2.1	Diagrama de Flujo del Proceso Implementado para Instalar una Estación Celular..... 97
Figura 3.4.1	Flujo del Proceso Desarrollado para Seleccionar la Ubicación y Tipo de Estación Celular..... 104
Figura 4.1.1	Zona de Búsqueda para ubicar la Estación Celular Urbana..... 111
Figura 4.1.2	Zona de Búsqueda para ubicar la Estación Celular Rural..... 114

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 2.6.1	Integraciones Mensuales con el IP..... 52
Gráfico 2.6.2	Integraciones de las Estaciones Celulares..... 53
Gráfico 3.4.1	Participación de la Inversión del nuevo Procedimiento.....109
Gráfico 4.2.1	Diagrama Gantt del Proceso para Instalar una Estación Urbana..... 121
Gráfico 4.2.2	Diagrama Gantt del Proceso para Instalar una Estación Rural..... 125
Gráfico 4.2.3.1	Diferencia de Inversión para Instalar una Estación Celular..... 135



INTRODUCCIÓN

El presente trabajo corresponde al “Diseño de un Procedimiento para la Selección de la Ubicación y Tipo de Estación Celular en una Empresa de Telefonía Móvil Celular”, con el propósito de desarrollar un proceso sistemático que permita realizar la mejor selección del tipo de estación celular y su adecuada ubicación, que satisfaga las expectativas comerciales y de servicio al cliente.

En la actualidad, la Dirección Comercial, la Dirección del Servicio al Cliente & Operaciones y el Área de Calidad del Servicio, indican el requerimiento de instalar una estación celular en una determinada región del país. Una de las herramientas utilizadas para establecer la necesidad de instalar una estación celular, son las decisiones basadas en la experiencia o estrategias comerciales, con estos criterios, no se dimensiona adecuadamente los

elementos necesarios, provocando que se generen mayores costos y exceso en la utilización de recursos.

Para el desarrollo del procedimiento, se realizó un análisis de la situación actual de la EMPRESA, de los procedimientos actualmente utilizados y las áreas que intervienen en la selección del tipo de estación celular y su ubicación, con el fin de identificar los factores principales que intervienen en el procedimiento de selección y con estos antecedentes diseñar el nuevo proceso.

La selección de la ubicación y el tipo de estación celular son actividades del proceso de instalar una estación celular. La única manera de conocer cuales son los factores que deben considerarse en el proceso de selección a implementar, es conocer todo el proceso que implica instalar una radiobase, establecer mejoras en estas actividades y probar que al implementar criterios de selección teóricos, se obtienen beneficios económicos y de servicio a los clientes de la Empresa cuando se instale una estación celular.

Identificados todos los factores que interviene en el proceso, se utilizó herramientas sistemáticas que permiten establecer la ubicación de la estación celular que esté mas acorde con las necesidades detectadas. El método de Brown-Gibson, se basa en comparar factores tanto objetivos y



subjetivos que permite justificar la selección de la ubicación de la estación celular, el mismo que se aplica para el estudio de la Micro-localización del sitio, debido a que las Macro-localizaciones están dadas por requerimiento de la Dirección Comercial, la Dirección del Servicio al Cliente & Operaciones y el Area de Calidad del Servicio.

Se utilizó también una técnica de dirección de proyectos, el método PERT-CPM, es una herramienta que tiene como propósito presentar relaciones de precedencia y de interdependencia de las actividades desde el momento en que se detecta la necesidad de instalar una estación y además permite conocer una fecha prevista de la terminación del proyecto con la estación en servicio.

El procedimiento mejorado desarrollado permite minimizar el tiempo y costos de las actividades del proceso de instalar la estación celular, permite además utilizar apropiadamente los recursos y la coordinación entre las áreas involucradas para facilitar la toma de decisiones. Estos resultados persiguen como objetivo incrementar los beneficios para la empresa y al mismo tiempo brindar un mejor servicio a los usuarios ampliando la cobertura.



CAPÍTULO 1

1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

La Empresa objeto del presente estudio está dedicada a ofrecer los servicios de Telefonía Móvil Celular, la misma que durante el desarrollo de la tesis se la denominará la EMPRESA.

1.1. Naturaleza del Negocio.

La Empresa presta los servicios de telecomunicaciones, el Servicio al Cliente es la esencia misma del negocio, siendo responsabilidad de todo el personal saber responder todos los requerimientos del cliente.

La EMPRESA trabaja en conjunto con sus Distribuidores Autorizados para crear una relación de socios basada en el respeto, la confianza y el profesionalismo, anticipándose a las necesidades de sus clientes y ofrecer un servicio de calidad.

Las normas legales que regulan los servicios que suministra la EMPRESA, por seguridad jurídica amparada en la Constitución Política del Ecuador, son aquellas que estaban vigentes a la fecha en que fueron otorgados los contratos entre el Estado Ecuatoriano y la Empresa, además de las autorizaciones o permisos. Entre las principales normas jurídicas se encuentran las siguientes:

- Constitución Política del Ecuador.
- Ley de Telecomunicaciones.
- Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones reformada.
- Reglamento para el Servicio de Telefonía Móvil Celular (STMC).
- Reglamento para la prestación de servicios Portadores.
- Reglamento para la prestación de servicio valor agregado.
- Reglamento de Interconexión, Conexión entre Redes y Sistemas de Telecomunicaciones.
- Reglamento de Tarifas por el uso de frecuencias.



De igual manera, la EMPRESA se administra a base de:

- Contrato de Concesión para la explotación del servicio de Telefonía Móvil Celular, celebrado el 26 de Agosto de 1993.
- Contrato Ratificatorio, Modificadorio y Codificadorio del Contrato de Concesión para la prestación del STMC y de Autorización para Uso de Frecuencias Esenciales, celebrado el 02 de Mayo de 1997.
- Contrato Ratificatorio, Modificadorio y Codificadorio del Contrato de Servicios Portadores (30 de Abril del 2002).
- Permiso para la explotación de servicio de valor agregado, de acceso a la red de Internet.
- Autorización del Estado Ecuatoriano para la operación del Sistema de Radiocomunicaciones de Servicio Fijo Móvil Terrestre (Beeper).

Por otro lado, el Estado Ecuatoriano interviene por medio de las siguientes instituciones:

1. **CONATEL (Consejo Nacional de Telecomunicaciones):** Ente público encargado de ejercer, en representación del Estado, las



funciones del establecimiento de políticas y normas de regulación de los servicios de telecomunicaciones en el Ecuador.

2. SENATEL (Secretaría Nacional de Telecomunicaciones): Ente encargado de la ejecución de las políticas y decisiones dictadas por el CONATEL.

3. SUPTEL (Superintendencia de Telecomunicaciones): Ente responsable de ejercer la función de supervisión y control, de la actividad de las operadoras de servicios de telecomunicaciones en materias referidas al cumplimiento de las previsiones contenidas en las concesiones, permisos y autorizaciones otorgados.

1.1.1. Reseña Histórica de la EMPRESA.

La EMPRESA fue constituida a los veinticuatro días del mes de Junio de mil novecientos noventa y tres.

La primera llamada oficial se realizó en la ciudad de Guayaquil en Marzo de 1994 y poco después la EMPRESA superó las expectativas de venta, ya que en un inicio éstas eran lograr 2,000 abonados en Quito y 3,000 en Guayaquil, sin embargo finalizó el año de 1994 con 14,000 abonados aproximadamente a nivel nacional. En Septiembre del 2000 la



EMPRESA pasa a formar parte de un Grupo Empresarial Latinoamericano.

1.1.2. Estrategias Corporativas.

Las Estrategias Corporativas permiten visualizar la dirección de la empresa. Podemos mencionar:

- Objetivo General
- Misión
- Visión
- Principios
- Valores Corporativos



Objetivo General

Enfocar la organización hacia la generación creciente de valor.

Misión

Proporcionar soluciones integrales en telecomunicaciones de calidad y valor superior, promoviendo la preferencia de nuestros clientes para mantener el liderazgo en el mercado nacional, con el fin de exceder los objetivos

financieros y de crecimiento de nuestros accionistas, así como el bienestar del equipo humano.

Visión

Ser la empresa líder en servicios de telecomunicaciones, preferida en el mercado y modelo en el sector empresarial.

Principios

- Anticiparnos a las necesidades de nuestros clientes y superar sus expectativas de servicio.
- Buscar la excelencia operacional, enfocándonos a resultados y no a volumen de actividades.
- Desarrollar sistemas orientados al cumplimiento de la Misión, agilizando nuestros procesos para hacer fácil nuestro servicio y la atención al cliente.
- Ser innovadores y creativos para proveer un servicio de máxima calidad, siendo flexibles para satisfacer las necesidades de nuestros clientes.
- Respetar, apoyar y estimular al personal, dándole capacitación, autoridad y responsabilidad, para mejorar su desempeño y desarrollo profesional.



- Mantener la vanguardia tecnológica en nuestro servicio.
- Trabajar en conjunto con nuestros Distribuidores Autorizados para crear una relación de socios basada en el respeto, la confianza y el profesionalismo.

Valores Corporativos

- Trabajo.
- Honestidad.
- Responsabilidad.
- Actitud de Servicio.
- Confianza
- Disciplina



1.2. Definición del Producto y Servicio Brindado.

Los productos que la EMPRESA ofrece a sus clientes son:

1. Servicio de Telefonía Móvil Celular y todos sus relacionados permitidos por la ley; además de los servicios adicionales.
2. Servicio de Telefonía Pública.
3. Servicio de Valor Agregado.
4. Servicio de Internet.

5. Servicio de Transmisión de Datos (STD).
6. Servicio de Portadores.
7. Servicio de Beeper.

1. Telefonía Móvil Celular.- Es un servicio de comunicación móvil, inalámbrica, fácil y cómoda, que provee soluciones integrales de comunicación, con todas las ventajas de la movilidad. Además entre los servicios adicionales que presta la telefonía celular podemos mencionar:

- **Conferencia Tripartita.-** Este servicio permite hablar con dos personas al mismo tiempo.
- **Transferencia de Llamadas.-** Permite transferir automáticamente todas las llamadas a un teléfono celular convencional, funciona cuando el celular está encendido y apagado.
- **Llamada en Espera.-** Permite contestar una llamada mientras está atendiendo otra, así no perderá nunca una llamada importante.
- **Casillero de Voz.-** Este servicio contesta y guarda los mensajes cuando no está disponible, tiene el celular apagado, está sin batería o fuera del área de servicio.

- **Protección de Equipos.-** Este servicio permite tener el celular protegido contra robos y daños irreparables.
- **Factura Detallada.-** Permite recibir la factura junto con el detalle de cada una de las llamadas, ofreciendo un servicio con cuentas claras.
- **I-ES Información Escrita.-** Directamente desde el celular se puede enviar y recibir mensajes de texto.
- ***911 Asistencia Inmediata.-** Protege al cliente las veinticuatro horas al día.
- **Identificador de Llamadas.-** Se puede visualizar en la pantalla del celular el número de la persona que está llamando y el nombre si lo tiene grabado en la memoria del teléfono. Así podrá contestar sólo las llamadas que elija.
- **Roaming Internacional.-** El cliente mediante este servicio podrá mantenerse comunicado cuando viaje fuera del país. La EMPRESA tiene convenios con países como Estados Unidos, Canadá, Colombia, Venezuela, México y Chile.

2. Telefonía Pública: Es el Servicio de Telefonía Celular Pública, que facilita la comunicación de la ciudadanía a través de cada una de sus cabinas telefónicas, las mismas que se encuentran ubicadas a nivel nacional. Operan con tarjetas inteligentes, y



permiten realizar llamadas locales, nacionales, internacionales y a celulares.

3. Servicio de Valor Agregado:

- Facilidad de operación.
- Llamadas de emergencia gratis.
- *611 (Servicio al cliente).
- Llamadas entrantes sin costo.
- Consulta del saldo de tarjetas.
- Llamadas a nivel nacional.
- Discado directo internacional.

4. Servicio de Internet.- LA EMPRESA cuenta con los planes personales de conexión a Internet más convenientes del mercado para profesionales, pequeñas, medianas y grandes empresas, colegios, universidades y familias.

- **Dominio de la Empresa en Internet.-** Cara visible de la Empresa en Internet www.empresa.net. El sitio cuenta con información dinámica y en línea de todos los productos y servicios que se comercializan al mismo tiempo que detalla la parte institucional de la empresa.

- **Internet Corporativo.-** Utilizando este servicio las empresas y corporaciones disponen de acceso a información ilimitada de manera rápida, sencilla y económica, a través de una conexión conmutada o dedicada a Internet.
- 5. Servicio de Transmisión de Datos (STD).-** Es el servicio que permite la transmisión de datos, voz e imagen, utilizando su propia red de microondas.
- 6. Servicio de Portadores.-** A través de esta herramienta se permite integrar en un solo circuito la transmisión de datos, voz e imágenes.
- 7. Servicio de BEEPER.-** Es un medio de comunicación unidireccional que permite al cliente recibir mensajes escritos en la pantalla de su Beeper, que han sido enviados por cualquier persona, a través de una operadora de nuestra central de mensajes.

Para la obtención de cualquiera de los servicios que presta la EMPRESA, los clientes lo hacen por medio de la suscripción de contratos, los cuales están debidamente amparados por las normas o disposiciones legales ecuatorianas. De esta manera, los usuarios o abonados están amparados por la Ley Orgánica de Defensa del Consumidor.



1.3. Estructura Organizacional de la Empresa.

La Estructura Organizativa de la EMPRESA es del tipo Vertical, porque cada puesto subordinado a otro se representa por cuadros en un nivel inferior ligados a aquel por líneas que representan la comunicación de responsabilidad y autoridad como lo muestra la figura 1.3.1. De cada cuadro del segundo nivel se indican líneas que indican la comunicación de autoridad y responsabilidad a los puestos que dependen de él y así sucesivamente.

Una de las ventajas de este tipo de estructura organizativa es ser fácilmente comprendida e indican en forma objetiva las jerarquías del personal.

La desventaja que tiene una estructura organizacional del tipo vertical es que se produce el llamado "efecto de triangulación", ya que, después de dos niveles, es muy difícil indicar los puestos inferiores, para lo que se requeriría hacerse organigramas muy alargados. Esto suele solucionarse haciendo un organigrama general que comprenda hasta el primer o segundo nivel de la empresa y posteriormente hacer para cada departamento un organigrama suplementario.

La estructura Organizacional General de la Empresa está conformada por cuatro Niveles: Nivel Directivo, Nivel Medio, Nivel de Apoyo y Nivel de Servicio. Cada Nivel posee cargos que son responsables por un departamento específico.

NIVEL DIRECTIVO.- A este nivel pertenecen los cargos que tienen la autoridad del manejo de la empresa en su totalidad o de un área. Se caracteriza por tener la responsabilidad directa de cumplir con los resultados y metas de la organización y de su área. Requiere de un gran nivel de educación, experiencia y liderazgo ya que es responsable de la estrategia y de la operación que implica un volumen significativo de recursos humanos y materiales y sus resultados son complejos e importantes en volumen. Pertenecen a este nivel:

- Presidente Ejecutivo
- Directores
- Gerentes Nacionales

Presidente Ejecutivo.- Responsable absoluto de la dirección de la empresa, logros y metas alcanzadas. Define y dirige las

estrategias de toda la empresa. Responde directamente al Directorio de la empresa.

Director/Gerente Nacional.- Es quien define y dirige las estrategias y políticas de un área. Reporta directamente a la Presidencia Ejecutiva; y es el máximo responsable de su aplicación y sus resultados. Responde ante las máximas autoridades por la consecución de las metas y la buena marcha de su unidad.

NIVEL MEDIO: Es un nivel que abarca tanto a la Gerencia Media como a las posiciones que se les ha dado la responsabilidad de administrar un departamento o una sección y por lo tanto tienen a su cargo procesos y funciones que deberán liderar con éxito para apoyar en la consecución de los resultados operacionales y estratégicos de la compañía. Pertenecen a este nivel:

- Gerentes
- Jefes
- Supervisores

Gerente.- Es quien lidera un departamento y le corresponde implementar en planes concretos las estrategias y políticas definidas a nivel Directivo. Tiene línea de reporte hacia el nivel directivo de la empresa; y es el responsable directo de los resultados del departamento; debiendo diseñar planes a corto y mediano plazo, determinando las prioridades para el cumplimiento de los objetivos, presupuestos fijados, planificación y organización de su unidad. Es el responsable directo también de la administración de los recursos a su cargo.

Jefe.- Es la persona que guía el desarrollo de un departamento o sección, tiene autoridad sobre varias personas, es responsable por el logro de los objetivos de su unidad y la administración de los recursos asignados. Maneja varios procesos y temas especializados.

Supervisor.- Es quien coordina, apoya y controla la realización del trabajo de los operadores o de los empleados que por tener una tarea muy operativa y rutinaria pero a la vez delicada en cuanto a posibles errores, deben pasar por un control de calidad, buen uso del tiempo y de los recursos de la empresa. Este cargo será exclusivamente autorizado para departamentos que por su



gran volumen de personas, o procesos, requieran un refuerzo en el control de las operaciones.

NIVEL DE APOYO: Se le encomienda la realización de actividades de alto contenido especializado y cuyo valor añadido se encuentra en el nivel de soluciones que aportan a los problemas planteados. Se caracterizan por su nivel profesional y no tener personal a su cargo, responden por sus propias acciones y coordinan con compañeros de sus áreas o de otras áreas para obtener los resultados recomendados. Pertenecen a este nivel:

- Abogado
- Asesor
- Auditor
- Coordinador
- Ingeniero de Proyectos
- Ingeniero Senior
- Ejecutivo Senior y Junior.
- Técnico.
- Asesor Senior y Junior de Ventas
- Trabajadora Social
- Analista

- Asistente
- Operador
- Cajero
- Auxiliar
- Secretaria

NIVEL DE SERVICIO: Este nivel está orientado a procedimientos prácticos, con una responsabilidad muy centrada en la realización de actividades que requieren algo de actividad física y con resultados diarios, simples en naturaleza y pequeños cuantitativamente.

Pertenecen a este nivel:

- Bodeguero
- Chofer
- Mensajero

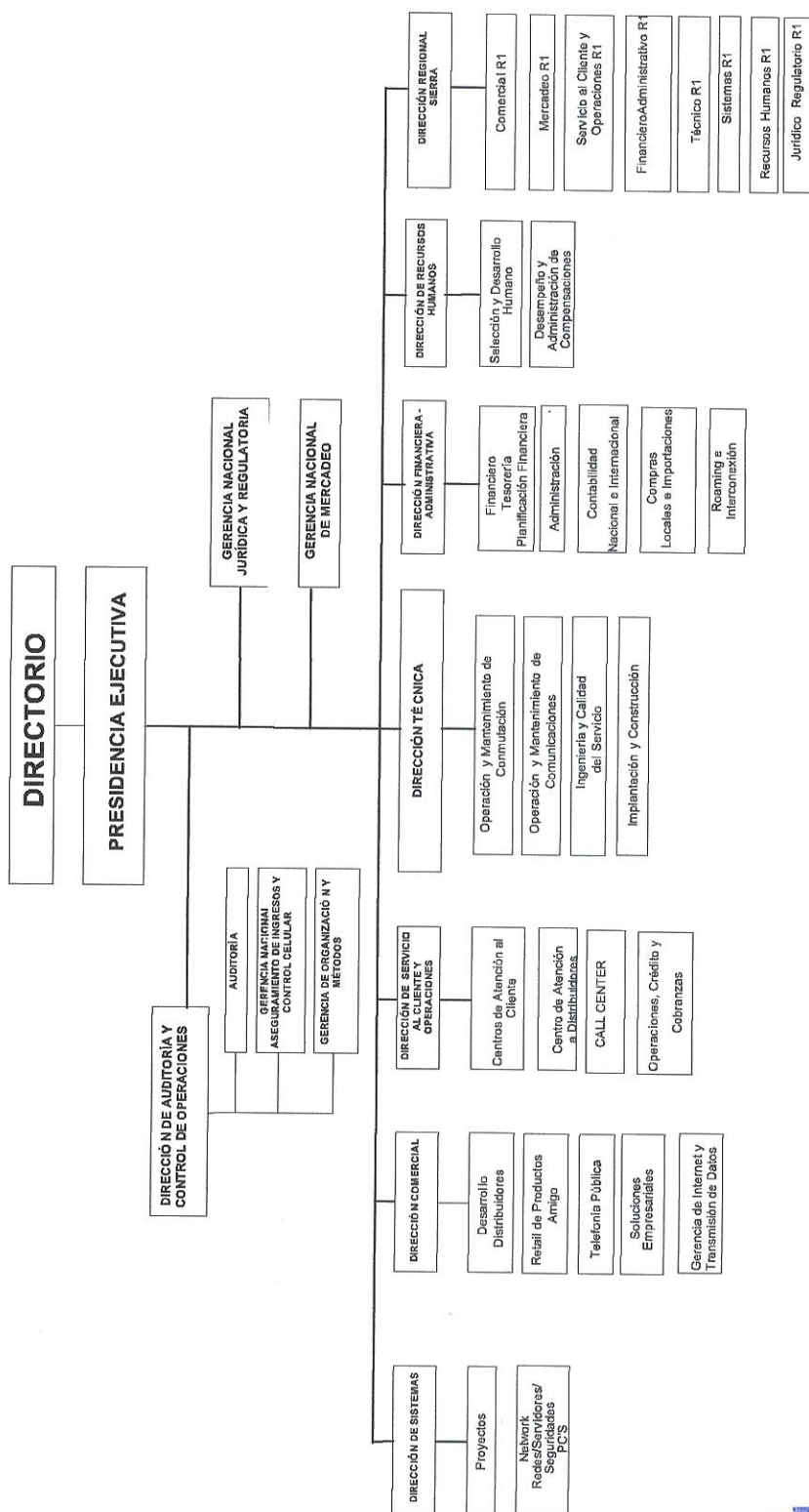
La figura 1.3.2, muestra como están distribuidos los niveles dentro de la pirámide de jerarquías de la Empresa, además es un claro ejemplo de demostrar que la estructura Organizativa de la Empresa es del tipo vertical, porque se muestra la cadena de mando desde arriba hacia abajo.

Cada cargo está distribuido de la siguiente manera:

	NIVEL	No.	REGIÓN
EJECUTIVO	Presidencia Ejecutiva	1	Nacional
	Directores	8	Nacional
		1	Regional Sierra
	Gerencia Nacional	2	Nacional
MEDIO	Gerentes	15	Regional Sierra
		21	Nacional
	Jefes	40	Nacional
		20	Regional Sierra
	Supervisores	27	Nacional
APOYO¹	Total	731	Nacional
SERVICIO	Bodega	20	Nacional
	Choferes	15	Nacional



¹ En Servicio al Cliente tan solo se consideran las plazas de 8 horas.



Nota: La Dirección Regional Sierra supervisa y coordinará políticas y procedimientos con los directores de cada una de las áreas.

FIGURA 1.3.1 ORGANIGRAMA GENERAL DE LA EMPRESA



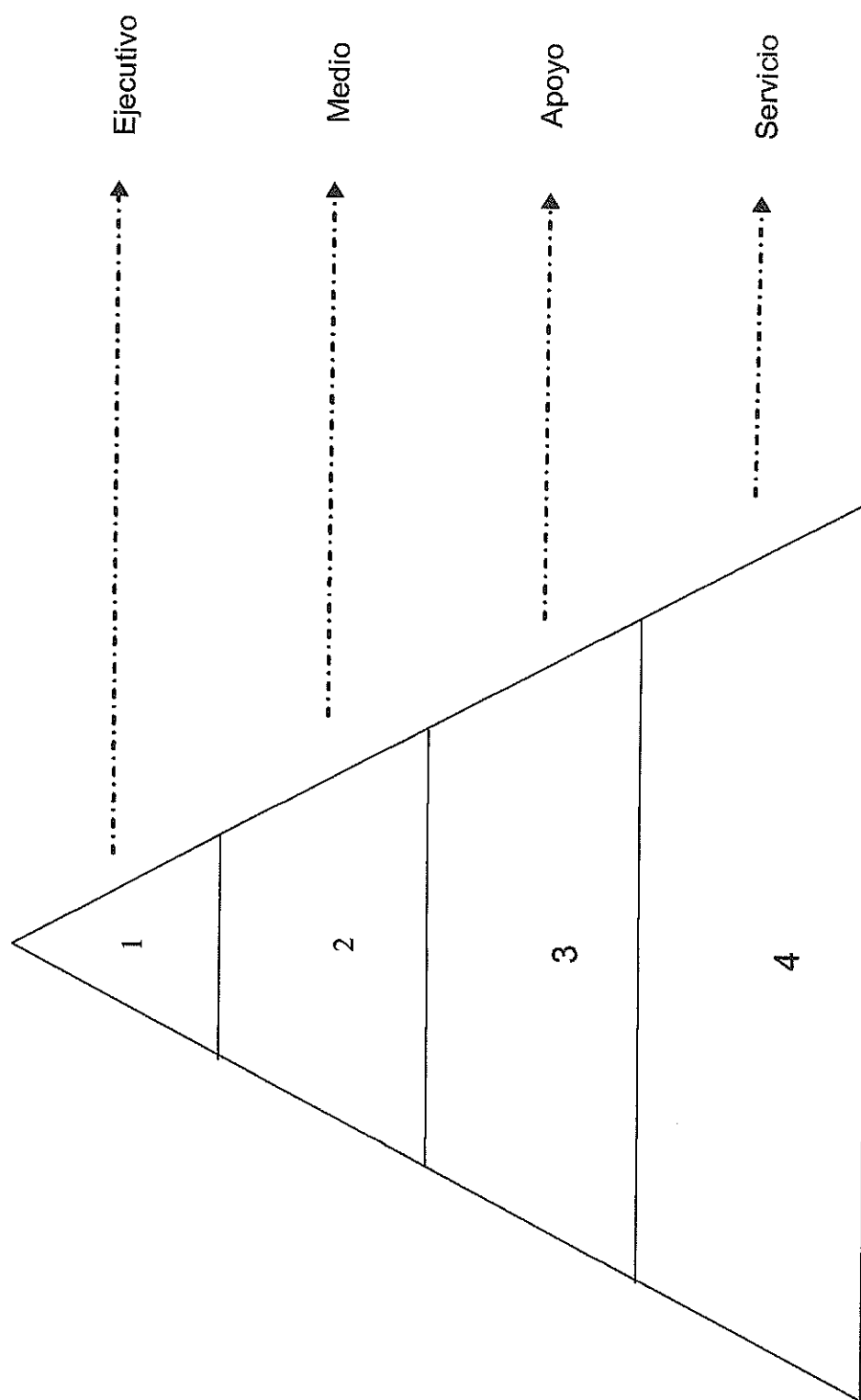


FIGURA 1.3.2 PIRÁMIDE JERÁRQUICA DE LOS NIVELES DE LA EMPRESA

1.4. Estructura Tecnológica.

Para poder brindar el servicio de telefonía móvil celular es necesario una estructura tecnológica que tiene como características e emplear celdas fijas o estaciones celulares con un área de cobertura definido.

La configuración típica de un Sistema con Tecnología Móvil Celular consta de:

1. Teléfono Tecnología Celular (Estación Móvil).
2. Estaciones Celulares o Radio Bases.
3. Centro de Conmutación (SWITCH).

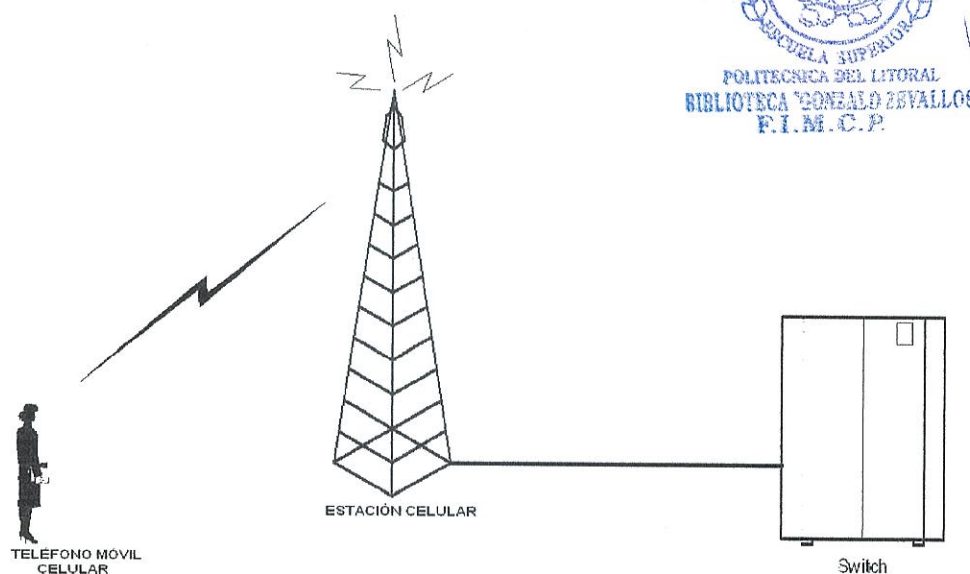


FIGURA 1.4.1 CONFIGURACIÓN TÍPICA DE UN SISTEMA CON TECNOLOGÍA MÓVIL CELULAR.

1. **Teléfono Tecnología Celular (Estación Móvil).**- Es el dispositivo para el usuario final, la cual soporta el uso de comunicaciones de voz y datos, así como servicios de mensajes cortos. La funcionalidad y características de operación depende del tipo de móvil que el cliente utilice.

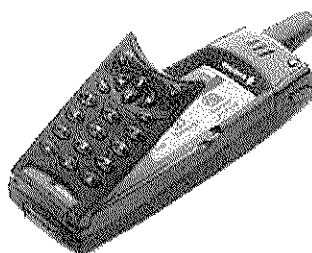


FIGURA 1.4.2 TELÉFONO MÓVIL TECNOLGÍA CELULAR.

2. **Estaciones Celulares o Radio Bases.**- Controla la interfase de Radio hacia el Teléfono Móvil Celular. Las estaciones celulares son uno de los elementos más importantes de una red celular. La ubicación y el tipo de estación celular son los factores esenciales para la calidad de servicio que se desea brindar a los usuarios que se benefician de este servicio.

Cada estación celular está compuesta por:

1. Torre para la ubicación antenas celulares y de Microonda.

2. Antenas celulares.- Propagan la cobertura en una área determinada.
3. Antena de Microonda.- Sirve como medio de enlace desde una estación celular hacia otra estación para transmitir Información entre las estaciones celulares.
4. Equipo controlador de canales de voz (BTS: Base Transceiver Station).- Donde se realiza el procesamiento de las llamadas.

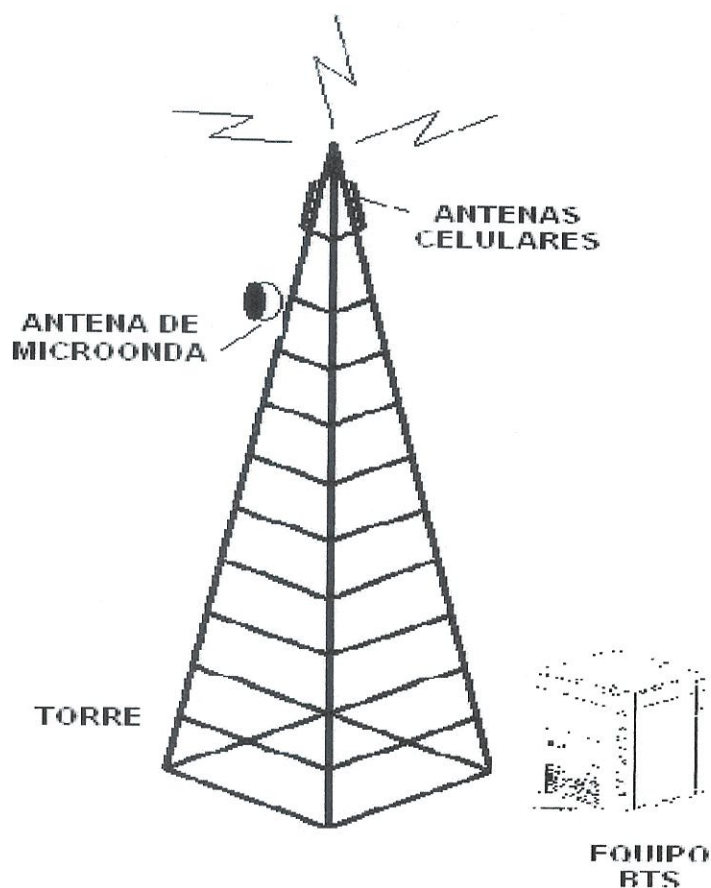


FIGURA 1.4.3 ESTACIÓN CELULAR O RADIOBASE.

El área de cobertura de cada estación celular depende de:

- Potencia de señal del Teléfono Tecnología Celular.
- Tipos de antenas y Estación Celular.
- Ubicación Estación Celular
- Altura de antenas.
- Clima.
- Tipo de terreno.

3. Centro de Conmutación (SWITCH): Controla el procesamiento de llamadas y funciones relativas a los usuarios como la facturación, control de minutos asignados y mensajes escritos. Aquí es también donde se realiza el control de las estaciones celulares mediante el monitoreo de las mismas.

La tecnología, un elemento tan dinámico e importante, sólo es relevante en la medida en que pueda traducirse en productos y servicios que satisfagan las necesidades específicas de la población en los mercados que atiende. Por ello, se desarrolla y ofrece nuevos productos y servicios, permitiendo poner la tecnología donde debe estar, cerca de sus clientes.



CAPÍTULO 2

2. ANÁLISIS DEL PROCEDIMIENTO ACTUAL UTILIZADO PARA LA INSTALACIÓN DE UNA ESTACIÓN CELULAR.

Los procedimientos del presente capítulo da inicio con los requerimientos de la Dirección Comercial, la Dirección de Servicio al Cliente & Operaciones y la Dirección Técnica, finalizando con el seguimiento de la consecución del proyecto de instalar una estación celular.

2.1. Criterios de Selección de Ubicación Utilizados.

Para instalar una estación celular en un determinado sitio se considera un análisis técnico, basado en argumentos que obedecen al Plan de Expansión de cobertura a nivel nacional propuesto por el Directorio Ejecutivo.

La ubicación para instalar una estación celular se realiza en base a las necesidades siguientes:

- Ciudad o Región que no posea cobertura Celular.
- En carreteras entre dos ciudades cercanas.
- En una Ciudad o Región que posea estación celular y que necesite una o varias estaciones adicionales con propósito de evitar congestionamiento.

Establecido la necesidad donde se requiere instalar una estación celular, se define un área determinada para ubicar la estación celular, considerando que esta ubicación debe cumplir con:

- Objetivos de Cobertura.
- Posibles ampliaciones.
- Fácil acceso del personal.
- Ahorro de materiales en construcción obra Civil.
- Seguridad.

2.2. Criterios de Selección del Tipo de Estación a ser Utilizada.

Para establecer el tipo de estación celular se utilizan análisis técnicos de ingeniería que cumplan con la necesidad seleccionada



para la ubicación y prevea la cobertura para un aumento de clientes a futuro.

El Área Comercial es quien define con una proyección de usuarios el número de abonados que se espera atender en determinada Región o ciudad del País.

La selección de la ubicación y los objetivos de cobertura tiene una influencia directa en el tipo de estación celular escogida, porque la ubicación determina el espacio físico disponible para instalar los equipos y los objetivos de cobertura determinan el número de clientes a servir, por tal motivo se ha clasificado en dos zonas la cobertura para el servicio de telefonía celular.

- Cobertura para Zonas Urbanas.
- Cobertura para Zonas Rurales.

Las estaciones celulares que se ubican en zonas urbanas son aquellas que están ubicadas dentro de ciudades que poseen una población mayor a una millón de habitantes.



Las estaciones celulares que se ubican en zonas rurales son aquellas que brindan cobertura en carreteras y ciudades o cantones cuya población no sobrepasa una población de un millón de habitantes.

Los criterios que se utilizan para establecer el tipo de estación celular se diferencian tanto para zonas urbanas y para zonas rurales.

Cobertura para Zonas Urbanas.

- Cobertura para descongestionar tráfico.
- Antenas celulares ubicadas a baja altura (no mayor a 24m.).
- Equipos con capacidad de expansión, para satisfacer una demanda de usuarios mayor a la proyectada.
- Equipos que se pueden adaptar a una terraza o patio de un domicilio.
- Mínimo espacio físico para ubicar equipos.

Cobertura para Zonas Rurales.

- Nueva cobertura Celular.
- Antenas celulares ubicadas a gran altura (para poder ganar un mayor radio de cobertura).

- Equipos con capacidad para satisfacer la cantidad de usuarios proyectados.
- Equipos deben estar ubicados en un terreno, esto se debe a que se necesita espacio para construir la base de la torre y de un cuarto para instalar un generador de energía eléctrica.

2.3. Areas Involucradas en el Proceso de Selección y su Interrelación.

Podemos mencionar dos tipos de áreas que están involucradas en el proceso de selección para la instalación de una estación celular. Las que interviene directamente y las que intervienen indirectamente.

Las áreas que interviene indirectamente son las encargadas de justificar la necesidad de instalar una Estación Celular.

- **Dirección Comercial.-** Esta dirección justifica la instalación de una radiobase a una proyección del número de abonados o clientes esperados, esto representa un incremento en las utilidades para la EMPRESA porque se cubre un nicho de mercado que no era atendido. Para tomar esta decisión se realiza estudios de investigación de mercado y proyecciones de las ventas esperadas para prever un aumento del número de



abonados que se espera servir. El área de Ventas influencia directamente las decisiones de este tipo.

- **Dirección del Servicio al Cliente y Operaciones.-** Esta Dirección utiliza índices de reclamos y quejas por parte de los usuarios. Los resultados de los análisis generalmente registra quejas en cuanto a Congestionamiento de la Red (no poder efectuar una llamada) o simplemente que no existe cobertura en determinada zona geográfica del País. Esta dirección trabaja directamente con la Dirección Comercial.
- **Dirección Técnica.-** La Dirección Técnica mediante el soporte del área de Calidad del Servicio, analiza el tráfico de llamadas a nivel nacional. Cuando una estación celular (Celda ó Radio Base) indica aumento de tráfico y saturación, inmediatamente se concluye que se necesita otra estación celular para evitar congestionamiento que siempre resulta una molestia a los usuarios.

Las áreas que intervienen directamente en la instalación de una estación celular son aquellas que forman parte del proceso mismo que implica la construcción y puesta en operación de una celda. El departamento que interviene en este proceso, es la Dirección Técnica, también conocido como Departamento de Ingeniería.

La figura 2.1 muestra la estructura funcional de la Dirección Técnica, el cual está compuesta por cuatro gerencias: la Gerencia de Operación y Mantenimiento de Conmutación; la Gerencia de Operación y Mantenimiento de Comunicaciones; la Gerencia de Ingeniería y Calidad del Servicio; y la Gerencia de Implantación y Construcción.

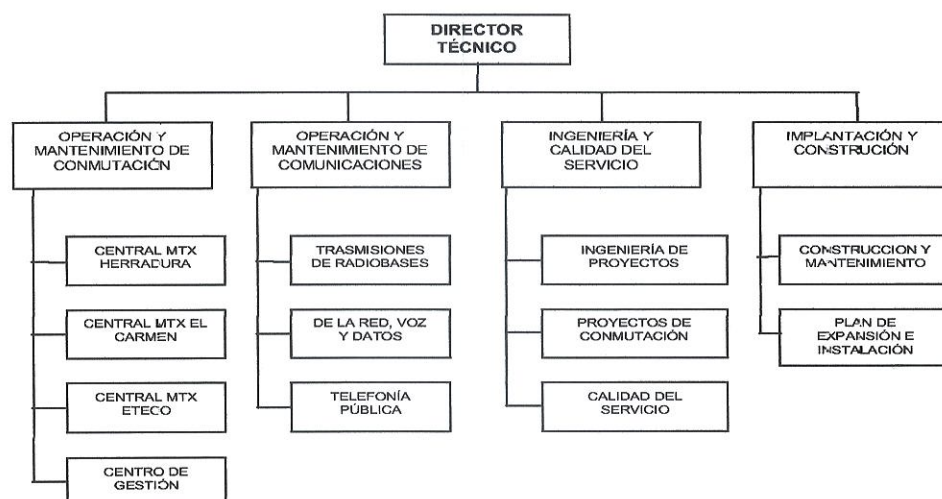


FIGURA 2.3.1. ESTRUCTURA FUNCIONAL DE LA DIRECCIÓN TÉCNICA.

Únicamente la Gerencia de Ingeniería y Calidad del Servicio y la Gerencia de Implantación y Construcciones son las Gerencias de este departamento que están relacionadas directamente con la instalación de la estación celular, desde la adquisición del terreno hasta la instalación de los equipos de la celda.



- **Gerencia de Ingeniería y Calidad del Servicio.-** Es quién definirá sobre la base de las necesidades establecidas por Marketing, las zonas del país en las cuales se deberá de incrementar la cobertura celular. Esta Gerencia es responsable de seleccionar el tipo de estación celular y su ubicación. La estructura organizativa de esta gerencia es:

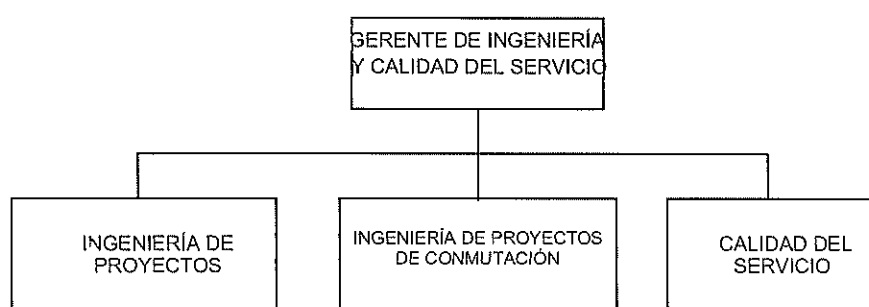


FIGURA 2.3.2. ESTRUCTURA FUNCIONAL DE LA GERENCIA DE INGENIERÍA Y CALIDAD DEL SERVICIO.

- **Gerencia de Implantación y Construcciones.-** Es quien se encarga del análisis, diseño y construcción de la estación celular. También es responsable del alquiler o compra del sitio donde se ubicará la estación. Su estructura Organizativa es:



FIGURA 2.3.3. ESTRUCTURA FUNCIONAL DE LA GERENCIA DE IMPLANTACIÓN Y COSNTRUCCIONES.

La Gerencia de Operación y Mantenimiento de Conmutación y la Gerencia de Operación y Mantenimiento de Comunicaciones son responsables de controlar el normal funcionamiento de las estaciones celulares cuando entran en funcionamiento.

2.4. Descripción y Flujo de Procesos.

No existe un procedimiento específico para la selección de la ubicación y tipo de estación celular. Para desarrollar este procedimiento se realizará un análisis del proceso que se utiliza actualmente para instalar una estación celular, porque este procedimiento tiene una influencia directa en el desarrollo del método que se desea implementar. Mediante este análisis se determinará cuales son los factores mas relevantes que se deben de tomar en consideración en el desarrollo del procedimiento para



ubicar y seleccionar el tipo de estación celular, además permitirá establecer si es necesario realizar mejoras en el procedimiento actual para instalar una estación celular con el propósito de justificar que al utilizar una herramienta sistemática que permita seleccionar adecuadamente la ubicación y tipo de estación celular se logrará obtener un procedimiento para instalar una estación celular mas eficiente.

El proceso actual realizado para instalar una estación celular es el que se describe a continuación:

1. La Dirección de Mercadeo, Servicio al Cliente & Operaciones y el Área de Calidad del Servicio indican el requerimiento de instalar una estación celular.
2. Se realiza una Zona de Búsqueda de las posibles opciones para ubicar la estación celular con personal de Ingeniería y personal del área de Coordinación del Plan de Expansión, quienes son responsables de entregar lugares para la futura instalación de la celda. Para este proceso es necesario que las tres áreas involucradas se trasladen al sitio juntas para que se analice en equipo el lugar.

3. El análisis técnico es realizado por personal del Área de Ingeniería de Proyectos, el área de Calidad del Servicio y el área de Construcción y Mantenimiento en paralelo, no necesariamente al mismo tiempo. El objetivo es analizar todos los factores técnicos que impidan o faciliten la construcción y puesta en funcionamiento de la estación celular. El informe del análisis técnico es entregado a la Coordinación del Plan de Expansión para que los sitios que fueron aprobados sean contratados. Si los sitios no pueden ser contratados por problemas legales es necesario realizar una nueva Zona de Búsqueda.
4. Con el sitio contratado (Alquiler o Compra) se realiza los estudios técnicos de ingeniería que consiste en el levantamiento de información necesaria para determinar:
 - Tipo de estación Celular.
 - a. Cobertura Indoor (dentro de Centros Comerciales)
 - b. Estaciones Urbanas.
 - c. Estaciones Rurales.
 - d. Altura de Torre.
 - Tipo de Equipos a Utilizar.- Depende la cantidad de usuarios a cubrir y ubicación de la estación celular.
 - Tipo de Obra Civil a Construir.- Influye el factor de seguridad de la zona, acceso y ubicación de la estación celular.



- Conectividad de la estación celular.- Es el enlace de Microonda con otra estación celular para transmitir información dentro de toda la red de la empresa hacia otras operadoras de telefonía celular o fija. Un factor que incide en este punto son las posibles obstrucciones que se presente para la línea de vista del enlace y esto depende de la selección de la ubicación de la estación celular.
5. Se realiza el Proyecto, que es un documento formal y muy corto cuya información es muy importante para la puesta en marcha de la estación celular, contiene:
- Antecedentes y Recomendaciones.- Indica la ubicación geográfica de la estación celular, Conectividad, tipo de equipos a utilizar y responsables de cada actividad.
 - Ubicación del sitio.- Fotografía en mapa del lugar en donde estará ubicada la estación celular.
 - Implantación General.- Plano de la obra civil de la estación.
 - Distribución de equipos de la celda.- Indica la manera que estarán ubicados los equipos dentro la celda.
 - Distribución de equipo de Estación Remota (espejo de la microonda).- Indica la manera que están ubicados los equipos dentro la celda en la estación remota.

- Distribución de antenas de la celda.- Altura de la torre, altura de las antenas celulares y altura de la antena de Microonda; también se indica el tipo de antenas a utilizar.
- Distribución de antenas de Estación Remota (espejo de la microonda).- Altura de la torre, altura de las antenas celulares existentes y altura de la antena de Microonda a instalar para tener el enlace de MW; también se indica el tipo de antenas celulares y de MW que posee esta estación.
- Estudio Radioeléctrico (Enlace de Microonda).- Es el estudio del enlace que permite realizar el enlace de MW.
- Datafill.- Son parámetros que utiliza las Centrales para configurar la estación Celular. Esta información es entregada por Calidad de Servicio.
- Link-Budget.- Cálculo de Pérdidas y Ganancia de las Antenas Celulares. Esta información es entregada por Calidad de Servicio.
- Interfase Abis.- Configuración del equipo dependiendo de los usuarios a servir. Esta información es entregada por Calidad de Servicio.
- Precicción de Cobertura. Proyección en mapa de la extensión o propagación de la cobertura celular. Esta información es entregada por Calidad de Servicio.

Este documento es entregado a la Dirección Técnica para que sea revisado y aprobado para su posterior entrega a la SENATEL.

6. Con el Proyecto aprobado se procede a realizar los trabajos de Obra Civil. Se construye la Torre, cuarto para albergar los equipos y todas las adecuaciones eléctricas. Este trabajo es realizado por contratistas, el Dpto. de Construcción y Mantenimiento se encarga de fiscalizar la Obra Civil.
7. Terminada la obra civil, se procede a instalar los equipos para que la estación entre a operar. Las áreas responsables de la puesta en servicio de la estación y monitoreo son la Gerencia de Operación y Mantenimiento de Comunicaciones (encargados de instalar la estación) y la Gerencia de Operación y Mantenimiento de Conmutación (Monitorear la Estación una vez que entre en servicio).

El proceso anterior mencionado no está documentado y es necesario realizar mejoras en este procedimiento para desarrollar el procedimiento de selección de la ubicación y tipo de estación celular.

La figura 2.4.1 describe de manera general el proceso que se emplea para la instalación de una estación celular.

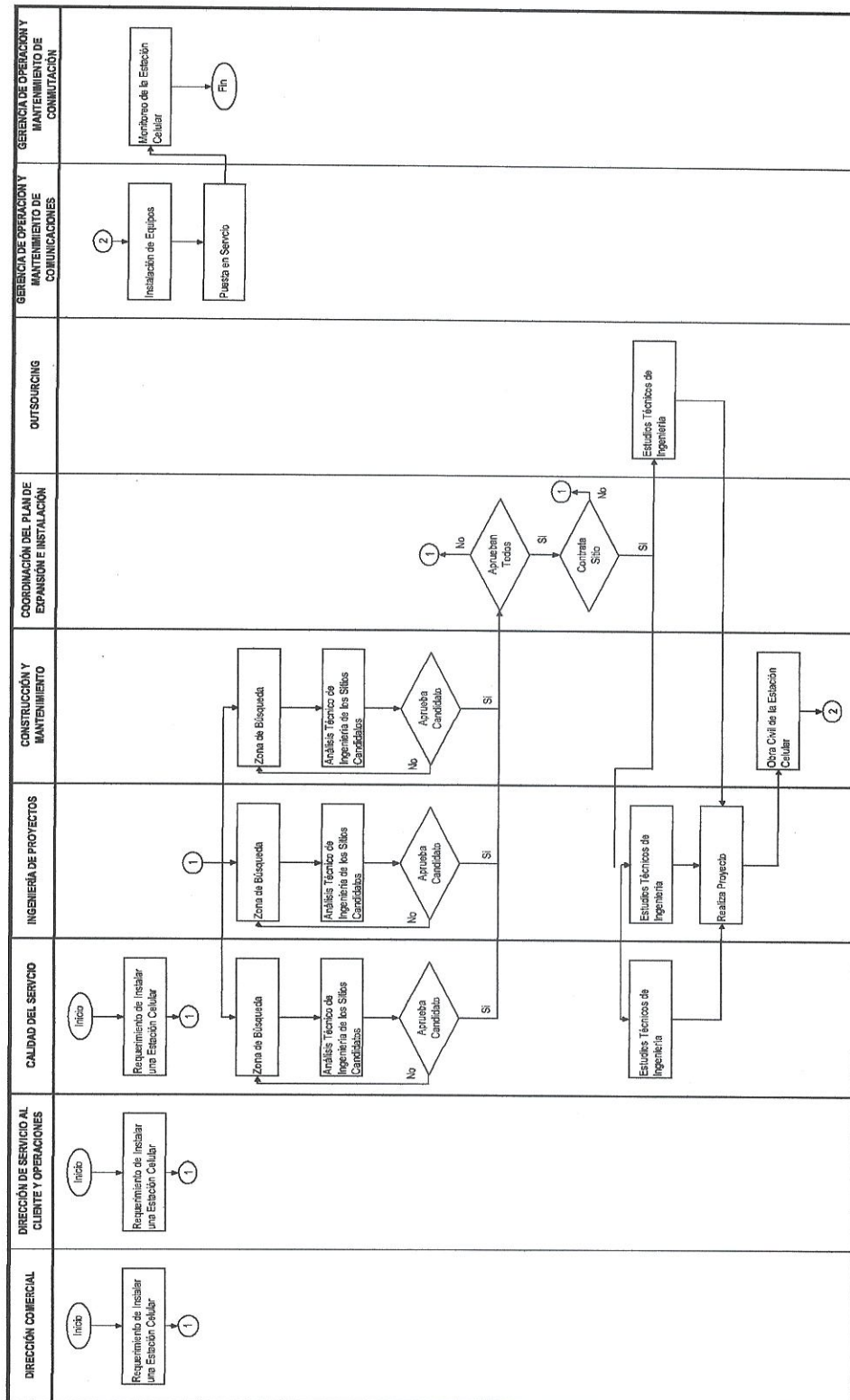


FIGURA 2.4.1. DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA INSTALACIÓN DE UNA ESTACIÓN CELULAR.

Cada área que interviene directamente en el proceso de instalación de una radiobase tiene un número de recursos disponibles exclusivamente para trabajar en la Instalación de la estación celular, y utiliza un tiempo determinado para la ejecución de sus actividades. Los cuadros siguientes muestran la cantidad de recursos y el tiempo promedio que emplea una persona de cada área para todas las actividades que debe realizar para la instalación de una estación celular

ÁREA	Cantidad de Recursos	Recursos que Intervienen
Ing. Proyectos	4	4
Calidad del Servicio	6	4
Construcción y Mantenimiento	5	4
Expansión e	4	3
Instalación	2	2
Op. y Mant. de Comunicaciones	5	2
Op. y Mant. de Conmutación	5	4

ÁREA	Tiempo (horas)		PROMEDIO
	Urbanos	Rurales	
Ing. Proyectos	6	6	6
Calidad del Servicio	3	3	3
Construcción y Mantenimiento	5	7	6
Outsourcing	3	3	3
Expansión e	3	3	3
Instalación	5	10	7.5
Integración ¹	6	6	6
Construir Celda (días)	15	20	17.5

¹ La Integración se refiere al inicio de Operación de la Estación Celular.

Esta información permite analizar que tan eficiente se están empleando los recursos disponibles y será utilizada cuando se realice las mejoras en los procedimientos y cuando se estimen los costos de inversión.

2.5. Principales Oportunidades de Mejoras Identificadas.

Los criterios actualmente utilizados para definir la ubicación y el tipo de estación presentan puntos que pueden ser mejorados. Las mejoras que se necesiten establecer son:

1. La Selección de Ubicación de la Estación Celular:

No se utiliza un criterio sistemático que justifique la mejor selección de la ubicación para instalar la estación celular. Se debe incorporar en el proceso una herramienta analítica que cuantifique factores que demuestren que la opción seleccionada es la correcta.

2. Tipo de Estación Celular a ser Utilizada:

Actualmente el tipo de estación a ser utilizada no tiene bases fuertes que sustenten la estación elegida. La ubicación escogida tiene una influencia directa en el tipo de equipo a ser utilizado y este factor debe ser considerado en el proceso y formar parte de los criterios de selección del tipo de estación a utilizar.

3. Flujo de Procesos para Instalar una Estación Celular:

No existe un flujo del proceso para la selección de la ubicación y tipo de estación celular. Para desarrollar un proceso eficiente es necesario realizar mejoras en el procedimiento que se utiliza actualmente para instalar una estación celular.

- a. La Zona de Búsqueda lo debe realizar únicamente el área de calidad del Servicio. Actualmente esta actividad lo realizan tres áreas a la vez, el área de Construcción y Mantenimiento, el área de Ingeniería de Proyectos y el área de Calidad del Servicio; no es necesario que las áreas de Ingeniería de Proyectos y de Construcción y Mantenimiento estén presente en la zona de búsqueda porque no necesitan definir el área de cobertura a servir debido a que en esta actividad no se analizan parámetros relacionados con la aceptación del lugar mas idóneo para ubicar la estación celular.
- b. Se debe de incluir una actividad adicional, el reporte entregado en la Zona de Búsqueda debe entregarse al Área del Plan de Expansión para que analice si el sitio es legalmente válido y de esta manera evitar aceptar opciones que no pueden ser contratadas.
- c. En los estudios Técnicos de Ingeniería, se incluye la elaboración del plano para construir la estación celular. Estos

planos deben de entregarse al área de Construcción y Mantenimiento para que adelante con la obra civil sin tener la necesidad de culminar el proyecto para iniciar con los trabajos de construcción de la estación. Con este paso, se reducirá un tiempo considerable para la instalación de la estación celular.

4. Documentar el Procedimiento:

Para que las áreas involucradas directamente e indirectamente en la instalación de una estación celular, puedan tener facilidad de tomar decisiones cuando se presente un problema no esperado.

5. Definir Responsabilidades:

Definir adecuadamente los responsables de cada proceso y cuales son sus funciones, normando de esta forma la actividad de cada área.

2.6. Indicadores del Proceso.

Debido a que actualmente no existe un procedimiento para seleccionar la ubicación y tipo de estación celular, es necesario determinar un indicador que haga referencia a este procedimiento.

Por tal motivo se ha creado dos indicadores que tienen como objetivo controlar:



1. El cumplimiento de las actividades del proceso implementado.
 2. El tiempo empleado para la culminación de las actividades del procedimiento implementado.
-
1. Este indicador determina en que medida se están cumpliendo todos los pasos que se deben de seguir en el procedimiento desarrollado. Puede ser expresado en términos porcentuales de la siguiente manera:

$$\frac{\text{\# actividades realizadas}}{\text{\# actividades del proceso}} \times 100\%$$

Por ejemplo: Si las actividades que se deben de realizar para seleccionar y ubicar una estación celular son seis y se han realizado únicamente tres, entonces el indicador será expresado de la siguiente manera:

$$(3 \div 6) \times 100\% = 50\%$$

Este valor de 50% indica que únicamente la mitad (el 50%) de todas las actividades necesarias para realizar el procedimiento se

están cumpliendo. Un valor óptimo para este indicador será de 100%

2. Con este indicador se controla el tiempo que se está empleando en desarrollar el proceso de seleccionar la ubicación y tipo de estación celular. Para el cálculo de este indicador se realiza una diferencia entre el tiempo empleado en una nueva estación y el tiempo que se empleó en una estación anterior de las mismas características. Puede expresarse en un valor de entero positivo o negativo.

tiempo anterior empleado - tiempo actual empleado

Por ejemplo: Para realizar todo el procedimiento de análisis para seleccionar la ubicación y tipo de estación celular en una zona urbana se empleó un tiempo de 5 horas y para seleccionar una nueva estación en el mismo tipo de zona se empleó un tiempo de 6 horas, por lo tanto:

$$5h - 6h = -1h$$

El valor -1h (negativo) indica que existe un retraso en cuanto al tiempo que se utilizó para seleccionar la ubicación y el tipo de

estación celular. Para corregir este indicador, se debe identificar la causa de la demora y realizar acciones correctivas.

El resultado óptimo para este indicador es un valor de cero o positivo. Para realizar un mejor análisis de este indicador, es el de realizar registros estadísticos de los tiempos empleados (para seleccionar la ubicación y el tipo de estación celular), con estos registros se calcula un tiempo promedio y este tiempo se llamará "tiempo promedio" que se lo reemplaza por el "tiempo anterior empleado", cualquier valor por encima de esta media o promedio es un retraso, el indicador se lo expresará:

$$\text{tiempo promedio} - \text{tiempo actual empleado}$$

Actualmente la Dirección Técnica posee un indicador que hace referencia a uno de sus objetivos departamentales de instalar estaciones celulares. Este indicador se lo conoce con el nombre de "Indicador de Progreso".

Indicador de Progreso (I.P.).

Es un indicador en función de las celdas a integrarse y cumple con la ecuación siguiente:

$$I.P. = \frac{\#Celdas Integradas - \#Celdas Proyectadas}{\#Celdas Proyectadas} \times 100\%$$

Es un indicador de porcentaje y hace referencia al número de celdas real integradas durante todo un mes menos el número de celdas proyectadas o planificadas a integrar durante el mismo mes dividido para el número de celdas proyectadas a integrar multiplicado por cien por ciento, este valor se lo compara con los meses anteriores y sirve para tener una proyección de celdas que pueden ser integradas a futuro y determinar la necesidad de recursos ó mejorar los procedimientos.

Se debe cumplir con un determinado número de estaciones celulares en un semestre, esta cantidad es acordada inicialmente con las áreas que determinan el requerimiento de la instalación de una estación celular. En base a este objetivo se define un número de estaciones celulares que deben de integrarse cada semana, con este valor se puede determinar el Índice de Progreso semanal en la integración de cada radiobase y tomar medidas correctivas si no se llegan a cumplir los objetivos inicialmente planteados.

El siguiente cuadro muestra como se tabulan los datos para calcular el indicador de progreso durante un periodo de tiempo de seis meses, el objetivo es cumplir con ciento veinte celdas integradas, lo que resume en un promedio de veinte celdas que deben de iniciar su operación cada mes:

	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	TOTAL
Real	9	16	10	24	22	39	120
Proyectado	20	20	20	20	20	20	120
Diferencia	-11	-4	-10	4	2	19	
I.P.	-55.00%	-20.00%	-50.00%	20.00%	10.00%	95.00%	

Se puede apreciar que durante los primeros tres meses existe un problema por cuanto no se ha logrado cumplir con los objetivos mensuales planificados, sin embargo se pudo recuperar el indicador en los tres últimos meses. Estos resultados indican que no existe buena planificación.

El Gráfico 2.6.1 muestra el comportamiento de las integraciones mensuales.



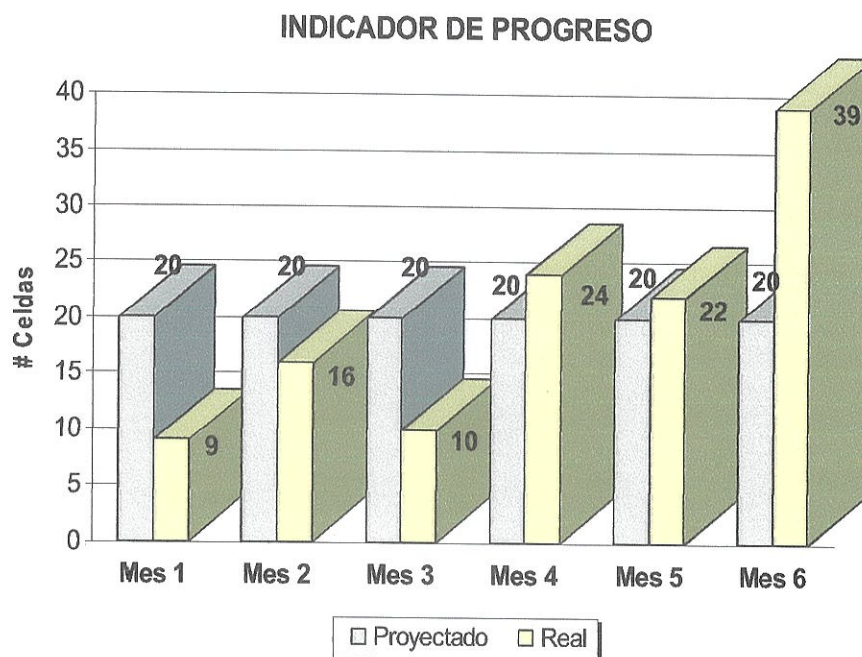


GRÁFICO 2.6.1. INTEGRACIONES MENSUALES CON EL IP.

El siguiente cuadro muestra las integraciones semanales de las estaciones celulares:

Semana	MES						TOTAL
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	
Semana 1	2	5	4	8	5	12	36
Semana 2	3	5	1	7	5	10	31
Semana 3	2	4	2	2	8	9	27
Semana 4	2	2	3	7	4	8	26
TOTAL	9	16	10	24	22	39	120
PROMEDIO	2,25	4	2,5	6	5,5	9,75	

La figura 2.6.2, muestra el comportamiento de las integraciones semanales de las estaciones celulares.

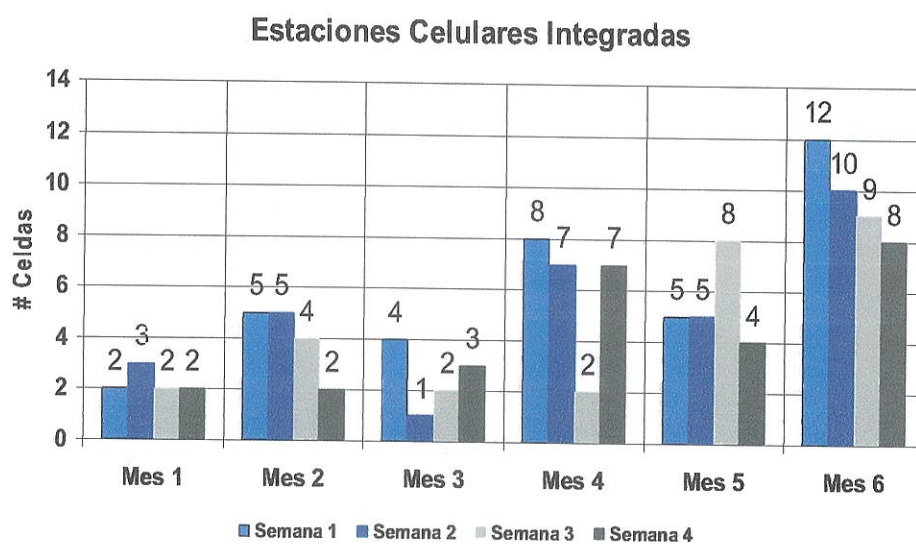


GRÁFICO 2.6.2. INTEGRACIONES DE LAS ESTACIONES CELULARES.

CAPÍTULO 3

3. DISEÑO DEL PROCEDIMIENTO PARA LA INSTALACIÓN DE UNA ESTACIÓN CELULAR.

3.1. Criterios de Selección para la Ubicación y Tipo de Estación Celular Implementados.

Para definir adecuadamente los criterios de selección de la ubicación y tipo de estación celular, fue necesario realizar un análisis de todo el procedimiento que implica instalar una estación celular, establecer mejoras y diseñar un nuevo procedimiento para instalar una radiobase, de tal manera que permita realizar una correcta selección de la localización y tipo de estación celular que cumpla con los objetivos de cobertura definidos en el inicio del proceso.

1. Selección de la Ubicación de la Estación Celular.-

El objetivo de seleccionar la ubicación de la estación celular, es de realizar una comparación entre probables alternativas u opciones de ubicación que nos permitan escoger una ubicación que genere menores costos de inversión, sin olvidar que la ubicación escogida debe dar cabida a una eventual ampliación y mantenerse durante el período de tiempo establecido en el contrato acordado (compra o alquiler del sitio).

Existe varias técnicas que permiten determinar la localización en un proyecto, entre estas técnicas podemos mencionar:

1. Método Cualitativo por Puntos.- Asigna factores cuantitativos a una serie de factores que se consideran relevantes para la localización. Esto conduce a una comparación cuantitativa de diferentes sitios.
2. Método Cuantitativo de Vogel.- Apunta al análisis de los costos de transporte, tanto de materias primas como de productos terminados. Este método consiste en reducir al mínimo posible los costos del transporte.
3. Método de Bown-Gibson.- Este método utiliza factores cuantificables y ponderación de factores subjetivos (no

cuantificables). Se realiza comparaciones de los dos factores para obtener un resultado común.

El primer método se lo descarta porque considera únicamente la comparación cuantitativa, dejando a un lado factores que influyen en la decisión y que no pueden ser cuantificables.

El segundo método se lo descarta porque para nuestro estudio no existen costos de transporte periódicos que se consideren importantes, como lo es el transporte de insumos o producto terminado.

El tercer método se lo considera factible utilizar porque considerar factores cuantificables y subjetivos, no se requiere de un software avanzado para el cálculo matemático que este método demanda, además es de fácil comprensión y manejo. La ventaja de este método radica en que es uno de los métodos más precisos e imparcial de los métodos existentes para este objetivo.

Estudio de Localización.

El estudio de localización es realizado en dos etapas completamente diferenciadas:

1. La primera Macro-localización en la cual se escoge las regiones o provincias en las cuales se necesite instalar una estación celular.
2. El método de **Brown-Gibson**² mediante el cual se seleccionará la Micro-localización. Para ubicaciones más complejas de los sitios celulares, puede ser necesario realizar una segunda y tercera Macro-localización.

1. Macro-localización.

Las estaciones celulares serán ubicadas dentro del territorio nacional. La Dirección Comercial, la Dirección de Servicio al Cliente & Operaciones y la Dirección Técnica deben definir que Ciudad o Región del Ecuador tanto en zonas Urbanas u Rurales necesita ser atendido con cobertura celular y la cantidad de abonados que se servirán. De esta manera se logra decidir en que ciudad o región del País se va a instalar una estación celular.

² Ponderación de Factores tanto Objetivos como Subjetivos

2. El Método de Brown-Gibson.

El punto anterior ha establecido en que ciudad o región del Ecuador es necesario instalar una estación celular, este trabajo centrará el estudio del método de Brown-Gibson únicamente en el cálculo de la Micro-localización.

Desarrollo del método de Brown-Gibson:

El objetivo general de utilizar el método de Brown-Gibson en este trabajo, es llegar a determinar el sitio adecuado donde se instalará la estación celular. Este método tiene tres partes definidas:

1. Cálculo de valores de Factores Objetivos.
2. Cálculo de valores de Factores Subjetivos.
3. Comparación de Resultados entre los valores de los Factores Objetivos y Factores Subjetivos.

1. Factores Objetivos (FO).

Esta parte del método apunta al análisis de la inversión incurrida en la construcción de la estación celular. El



objetivo consiste en reducir al mínimo posible los costos de construcción de la estación. La ventaja aquí es que se puede cuantificar en términos económicos una estimación de la inversión necesaria de cada una de las opciones para la ubicación de la estación, tomando en consideración los factores más relevantes involucrados en la obra civil de la estación celular. Se escogerá aquel sitio que produzca los menores costos de inversión.

Procedimiento:

Se realiza una lista de los factores objetivos o costos de inversión incurridos, formando de esta manera un cuadro como se muestra en el siguiente ejemplo:

COSTOS ANUALES (MILLONES)							
Localización	Costo 1 F.O. 1	Costo 2 F.O. 2	Costo 3 F.O. 3	Costo 4 F.O. 4	Total (Ci)	Recíproco (1/Ci)	FO
Opción 1	10	7	4	1	22	0.04545	0.30977
Opción 2	11	5	3	1	20	0.05000	0.34075
Opción 3	9	6	3.5	1	19.5	0.05128	0.34948
TOTAL						0.14674	1

La primera columna lista las opciones para la ubicación que se desea analizar. Desde la segunda columna hasta la quinta columna, se lista los costos mas relevantes que

se han considerado para el análisis de selección y en cada fila de estas cuatro columnas se colocan los valores calculados que se van a incurrir para cada opción. La columna seis (Total Ci), es la suma de todos los costos o factores objetivos de cada opción, es decir $(C1+C2+C3+C4)$.

La columna siete, es el Recíproco del total de Ci de cada opción. Ejemplo: El total Ci de la Opción 1 es 22; entonces:

$$\text{Recíproco } 1/Ci = 1/22 = 0.04545$$

La columna ocho contiene los Valores Relativos de los Factores Objetivos (FO), este valor se calcula dividiendo el recíproco de cada opción para el total de todos los recíprocos. La suma total de los valores relativos de los factores objetivos debe ser siempre igual a 1. Ejemplo: El FO de la opción 1 es:

$$FO_1 = (0.04545/0.14674) = 0.30977$$

Cada FO que se obtiene es la ponderación de los factores objetivos para cada opción. Un valor de FO alto indica mejor opción sobre las demás opciones.

2. Factores Subjetivos (FS).

Esta parte del método consiste en asignar valores cuantitativos a una serie de factores que se consideran relevantes para la localización. Esto conduce a una comparación cuantitativa de diferentes sitios. El método permite a los responsables de la decisión ponderar factores de preferencia para cada opción.

Procedimiento:

Consiste en realizar una lista de factores que son difíciles de cuantificar pero tienen gran influencia en la selección del sitio. Para jerarquizar los factores subjetivos, este procedimiento se divide en tres partes:

1. Comparaciones Pareadas.

2. Ordenamiento Jerárquico de las comparaciones pareadas para cada opción.
3. Resultado de los Valores Subjetivos.

1. Comparaciones Pareadas.

Consiste en ponderar con valores de 1 y 0 entre cada factor subjetivo escogido. El cuadro siguiente muestra como se tabulan los valores para realizar las comparaciones pareadas:

ÍNDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA W_j					
FACTOR (j)	COMPARACIONES PAREADAS			Suma de preferencias	Índice W_j
	1	2	3		
F.S. 1	1	1		2	0.66666667
F.S. 2	0		1	1	0.33333333
F.S. 3		0	0	0	0
TOTAL				3	1

Se asigna el valor de 1 si el factor tiene un nivel de importancia preferencial sobre otro factor subjetivo y 0 si es lo contrario.

Por ejemplo, la segunda columna muestra la comparación entre el factor subjetivo 1 (F.S. 1) y el

factor subjetivo 2 (F.S. 2), donde F.S. 1 se le asigno el valor de 1 y a F.S. 2 se le asigno el valor de 0; esto quiere decir que el F.S. 1 tiene un nivel de importancia mayor que F.S. 2.

Puede ocurrir que dos factores tengan el mismo valor de 1 y 1, esta ponderación quiere decir que ambos factores subjetivos tiene el mismo nivel de importancia.

La columna "Suma de Preferencias" es el total de los valores de cada ponderación, es decir es la suma de los valores que se encuentran en la fila de cada F.S.

El índice W_j , es el Índice de Importancia Relativa y se calcula dividiendo cada suma de preferencia para su total. La suma de todos los índices W_j deben ser siempre igual a 1. Por ejemplo: El índice W_j de la F.S. 1 es:

$$W_1 = 2/3 = 0.66666667$$

Las comparaciones pareadas se las realiza con el objetivo de saber cual factor subjetivo que se ha seleccionado es el que tiene mayor peso sobre los otros en el momento de realizar la selección de la ubicación. Para este ejemplo el F.S. 1 es el de mayor peso.

2. Ordenamiento Jerárquico de las Comparaciones Pareadas para cada Opción.

Esta parte consiste en realizar comparaciones pareadas entre cada opción para cada factor subjetivo.

Factor Localización (j)	F.S. 1				
	Comparaciones pareadas			Suma de preferencias	Rj1
	1	2	3		
Opción 1	1	1		2	0.5
Opción 2	0		1	1	0.25
Opción 3		0	1	1	0.25
TOTAL				4	1

Factor Localización (j)	F.S. 2				
	Comparaciones pareadas			Suma de preferencias	Rj1
	1	2	3		
Opción 1	1	1		2	0.67
Opción 2	0		1	1	0.33
Opción 3		0	0	0	0
TOTAL				3	1

Factor Localización (j)	F.S. 3				
	Comparaciones pareadas			Suma de preferencias	Rj1
	1	2	3		
Opción 1	1	1		2	0.33
Opción 2	1		1	2	0.33
Opción 3		1	1	2	0.33
TOTAL				6	1

Las comparaciones que se realiza en esta parte son de forma similar a las realizadas en la parte 1. La diferencia esta en la forma en que se tabulan los datos, se compara las tres opciones con cada factor subjetivo.

El valor R_{j1} , es el Ordenamiento Jerárquico de los FS y se calcula dividiendo la suma de preferencia para su total. Un valor alto R_{j1} en una opción, indica un mayor nivel relativo de importancia de cada FS sobre las demás opciones.

3. Resultado de los Valores Subjetivos.

Los resultados de los factores subjetivos se los tabula de la siguiente manera:

FACTOR SUBJETIVO (j)	Puntaje Relativo R_{ij}			Indice W_j
	Opción 1	Opción 2	Opción 3	
F.S. 1	0.500	0.250	0.250	0.667
F.S. 2	0.667	0.333	0.000	0.333
F.S. 3	0.333	0.333	0.333	0.000
FS	0.556	0.278	0.167	1.000

El cuadro anterior mostrado consiste simplemente en transcribir los resultados de los dos pasos anteriores. La última fila contiene los Valores de los Factores de Calificación Subjetiva (FS) y se obtiene de la sumatoria de la multiplicación de los R_{ij} de cada localización por el índice W_j . La sumatoria de los FS debe ser siempre igual a 1. Ejemplo: El FS para la opción 1 es:

$$FS = (0.5 \times 0.667) + (0.667 \times 0.333) + (0.333 \times 0)$$

$$FS = 0.556$$

La opción que posea un alto valor de FS, indica que la opción tiene mayor preferencia de selección de los factores subjetivos sobre las demás.

Para calcular cual de las opciones es la seleccionada. Es necesario otorgar un peso de importancia de los Factores Objetivos sobre los valores subjetivos, obteniendo los siguientes valores:



$$n = 3$$

$$k = 0.75$$

$$1-k = 0.25$$

Donde:

n = Nivel de importancia de los Factores Objetivos (FO)
con respecto a los Factores Subjetivos (FS).

k = Ponderación del peso de importancia del FO frente
al FS.

$1-k$ = Nivel de importancia del FS frente al FO.

El valor de 3 quiere decir que los factores objetivos son tres veces más importantes con relación a los FS, por lo tanto los FO tienen un peso del 75% de jerarquía, mientras que los factores subjetivos tienen un 25% de jerarquía.

Establecido el nivel de importancia de los FO y FS se calcula la Medida de Preferencia de la Localización (MPL).

El MPL se calcula multiplicando el valor relativo del FO de cada opción por k, a este resultado se le suma el valor de calificación subjetiva (FO) multiplicado por 1-k. Por ejemplo, para la opción 1, el MPL se calcula de la siguiente manera:

$$\text{MPL} = (0.30977 \times 0.75) + (0.556 \times 0.25) = 0.3712$$

	Opción1	Opción2	Opción3	TOTAL
MPL	0.3712	0.325	0.3038	1

El resultado final del método de Brown-Gibson es escoger la alternativa que tiene el mayor MPL, para nuestro ejemplo, la opción seleccionada es la opción 1.

Hay que mencionar que todos los métodos de localización dejan de lado hechos importantes, pero no cuantificables, tales como preferencias o conveniencias de los inversionistas por instalarse en un sitio determinado independientemente de los resultados del análisis, lo cual invalidaría cualquier técnica que se empleara.

Para emplear el método de Brown-Gibson en este trabajo se utilizará Factores Objetivos y Factores Subjetivos tanto para estaciones que se ubicarán en Zonas Urbanas y estaciones que se ubicarán en Zonas Rurales.

Estaciones Urbanas

Para este tipo de estaciones se tiene prioridad lugares como terrazas de edificios, debido a facilidades de construcción y reducción de costos evitando construir torres de gran altura.

Factores Objetivos:

1. **Costo de Obra Civil.-** Las adecuaciones de obra civil deben ser lo menor posible a fin de evitar costos excesivos.
2. **Costo Alquiler ó Compra.-** Para estaciones ubicadas en el perímetro urbano, es preferible el alquiler, para evitar tener exceso de activos fijos y evitar aún mas costos.

Factores Subjetivos:

1. **Seguridad.-** El riesgo de siniestros por robo al personal de mantenimiento cuando la estación necesite atendida.

2. **Facilidad de Acceso.-** Se necesita tener disponibilidad de acceso a la estación las veinticuatro horas del día durante todo el año, bajo cualquier circunstancia climática.
3. **Objetivos de Cobertura.-** Se considera si la ubicación de la estación celular tendrá la mejor proyección de cobertura y cumplirá con el objetivo inicialmente propuesto.

Estaciones Rurales.

Para la instalación de estaciones rurales, se tiene como prioridad escoger terrenos, es ideal porque se necesita construir torres de gran altura y las bases de estas deben estar cimentadas en suelo firme.

Factores Objetivos:

1. **Costo Alquiler ó Compra.**
2. **Costo de Obra Civil.** El costo de las readecuaciones del terreno y obra civil.

Factores Subjetivos:

1. **Seguridad.** El riesgo de siniestros por robo al personal de mantenimiento cuando la estación presente una alarma de emergencia.



2. Facilidad de Acceso. Se necesita tener disponibilidad de acceso a la estación las veinticuatro horas del día durante todo el año, bajo cualquier circunstancia climática.

3. Altura Sobre el Nivel del Mar del Sitio (MSNM). Las antenas celulares se ubican en la torre para ganar altura, un relieve alto de suelo implicaría construir torres bajas y reducirá costos de construcción.

2. Selección del Tipo de Estación Celular.- Para definir adecuadamente el tipo de estación celular, es necesario:

1. Establecer el Objetivo de Cobertura.- Conocer si el objetivo es descongestionar tráfico ó brindar cobertura donde no existe. Este punto es importante porque indica el tipo de equipo que se va a emplear. Un equipo que descongestiona tráfico tiene menor costo que el equipo que se emplea para brindar cobertura.

2. Ubicación de la Estación Celular.- Lugar geográfico definido utilizando el método de Brown-Gibson. Determina el tipo de equipo que puede ser instalado en el lugar escogido (terraza, patio de una casa ó terreno).

3.2. Mejoras de los Procedimientos.

Las mejoras en los procedimientos a continuación descritos son realizados al procedimiento que implica instalar una estación celular. Estas mejoras son elaboradas en base al análisis realizado en el Capítulo 2 del presente trabajo de Tesis.

3.2.1. Actividades de las Áreas Involucradas.

A fin de mejorar los procedimientos, es necesario identificar claramente las áreas de la EMPRESA que interviene en el proceso de selección del tipo de estación y su ubicación así como su influencia en el proceso.

	Áreas	Influencia
1	Dirección de Servicio al Cliente y Operaciones	→ Indirecta
2	Dirección Comercial	→ Indirecta
3	Calidad del Servicio	→ Directa
4	Ingeniería de Proyectos	→ Directa
5	Construcción y Mantenimiento	→ Directa
6	Outsourcing	→ Directa
7	Coordinación del Plan de expansión e Instalación	→ Directa

8	Operación y Mantenimiento de Comunicaciones	→	Directa
9	Operación y Mantenimiento de Conmutación	→	Directa

Como se puede apreciar son nueve áreas que interviene en la ejecución del **Proyecto**³ y la manera que influyen en el mismo.

Las actividades de cada una de las áreas se describen exclusivamente en función del Proyecto, cada área tiene funciones propias que cumplir de acuerdo a los objetivos de trabajo de sus respectivos departamentos.

Las áreas que interviene indirectamente en el Proyecto únicamente generan el requerimiento de Instalar la estación y no contribuyen de forma directa en el proceso mismo de ejecución del proyecto.

1. Dirección Servicio al Cliente.

³ Todo el Proceso para Instalar una Estación Celular.

Crear informes notificando quejas de clientes en determinada Ciudad o Región del País, generando de esta manera la necesidad de instalar una estación celular.

2. Dirección Comercial.

Define estrategias comerciales con el propósito de generar penetración en el mercado y aumentar el número de abonados con el fin de incrementar utilidades a la Empresa.

Las áreas que intervienen directamente en la realización del proyecto forman parte de la Dirección Técnica, todas estas áreas demandan tiempo y uso de recursos desde el inicio del proyecto hasta la culminación del mismo, por tal motivo es necesario conocer únicamente el tiempo que demanda el desarrollo de sus actividades en la ejecución del Proyecto.

Las actividades de cada recurso de las áreas involucradas directamente en el Proyecto están descritas de la siguiente manera:



3. Calidad del Servicio.

Cargo: Ing. Calidad del Servicio

Dependencia: Gerencia de Ingeniería y Calidad del
Servicio

Personal Disponible: 6

Descripción de funciones:

- Define Objetivos de Cobertura de la Estación.
- Realiza la Zona de Búsqueda para ubicar la estación.
- Valida Opciones.
- Entrega informe de opciones validadas.
- Entrega información para Diseños de Planos de Infraestructura.
- Revisa Planos de instalación de la estación celular.

4. Ingeniería de Proyectos.

Cargo: Ing. de Proyectos

Dependencia: Gerencia de Ingeniería y Calidad del
Servicio

Personal Disponible: 4

Descripción de funciones:

- Define Objetivos de Cobertura de la Estación.
- Valida Opciones.
- Entrega informe de opciones validadas.

- Entrega información para Diseños de Planos de Infraestructura.
- Revisa Planos de instalación de la estación celular.
- Desarrollo del Documento del Proyecto.
- Estudio de Localización de Opciones.

5. Construcción y Mantenimiento.

Cargo: Ing. Construcción y Mantenimiento

Dependencia: Gerencia de Implantación y
Construcción

Personal Disponible: 5

Descripción de funciones:

- Define Parámetros de diseño civil acorde a objetivos de cobertura de la estación.
- Valida Opciones.
- Entrega informe de opciones validadas.
- Entrega información para Diseños de Planos de Infraestructura.
- Revisa Planos de instalación de la estación celular.
- Fiscaliza la Obra Civil.
- Entregan la Obra Civil para su aceptación.



6. Outsourcing.

Cargo: Contratistas

Dependencia: Construcción y Mantenimiento

Personal Disponible: No aplica.

Descripción de funciones:

- Diseño de Planos de Infraestructura.
- Construcción de obra civil de la estación celular.

7. Coordinación del Plan de Expansión e Instalación.

Cargo: Ing. Líder de Proyectos

Dependencia: Gerencia de Implantación y
Construcción

Personal Disponible: 6

Descripción de funciones:

- Análisis Legal de posibles Opciones.
- Contrata Sitios para ubicar la Estación.
- Transporta y Ubica los equipos en la estación celular.

8. Operación y Mantenimiento de Comunicaciones.

Cargo: Ing. de Comunicaciones

Dependencia: Gerencia de Operación y
Mantenimiento de Comunicaciones

Personal Disponible: 5

Descripción de funciones:

- Acepta la Obra Civil.
- Instala equipos en la estación celular.
- Poner en Servicio la Estación Celular.

9. Operación y Mantenimiento de Conmutación.

Cargo: Ing. de Conmutación

Dependencia: Gerencia de Operación y
Mantenimiento de Conmutación.

Personal Disponible: 4

Descripción de funciones:

- Configurar Parámetros en la Central.
- Pone en Servicio la Estación Celular.

Para tener una mejor comprensión de la interrelación entre las áreas y el grado de influencia entre cada una, se ha diseñado un diagrama de Relaciones Funcionales de las áreas que interviene en el proyecto, la figura 3.2.1.1 explica lo mencionado.

Para tener una proyección del tiempo de operación de una estación celular desde el inicio del proceso, es decir desde la zona de búsqueda hasta la puesta en servicio de la estación, es necesario incluir un método que permita estimar esta proyección de tiempo. Una herramienta que cumple con este propósito es el método de **PERT-CPM**⁴. Este método de programación del proyecto tiene como propósito en este trabajo lo siguiente:

1. Establecer un plazo de tiempo fijo para la instalación de la estación celular.
2. Identificar las relaciones de precedencia entre las actividades.
3. Ayudar a una mejor utilización de los recursos de personal, dinero y materiales, identificando cuellos de botella de importancia fundamental en el proyecto.

Con la técnica PERT se debe especificar para cada actividad una estimación optimista de plazo, otra más probable y una tercera pesimista. Si suponemos, como muchos investigadores, que las duraciones de la actividad siguen una

⁴ PERT: Program Evaluation and Review Technique y CPM: Critical Path Method, por sus siglas en inglés.

distribución de probabilidad beta⁵, podemos utilizar la siguiente ecuación:

$$t = \frac{a + 4m + b}{6} \quad v = \left(\frac{b - a}{6} \right)^2$$

Donde:

a = plazo optimista de la duración de una actividad.

b = plazo pesimista para la ejecución de una actividad.

m = plazo mas probable para la ejecución de la actividad.

t = duración esperada en la realización de la actividad.

v = varianza del tiempo de realización de la actividad.

El objetivo del análisis del camino crítico es determinar las siguientes cantidades para cada actividad:

1. ES: Fecha mas temprana para que de comienzo una actividad. Todas las actividades predecesoras deben estar acabadas antes de que pueda empezarse otra. El tiempo final de las actividades predecesoras es la primera fecha de inicio de la siguiente actividad.

⁵ Es una distribución matemática que puede describir las distribuciones de la estimación del tiempo de cada actividad en una red PERT.

2. LS: Ultima fecha en que pueden comenzar una actividad.

Todas las actividades siguientes tienen que poder estar acabadas sin retrasar el proyecto entero. Es el momento mas tardio en el que pueden empezar una actividad sin retrasar el proyecto entero.

3. EF: Primera fecha en la que puede finalizar una actividad.
4. LF Ultima fecha en la que puede finalizar una actividad.
5. S: Tiempo de holgura de una actividad.

Para cualquier actividad, es posible encontrar los valores de los plazos ES y LS, las otras tres cantidades se puede calcular de la siguiente manera:

$$EF = ES + t$$

$$LF = LS + t$$

$$S = LS - ES$$

$$S = LF - ES$$

Una vez conocido estas cantidades para todas las actividades, podemos analizar el proyecto en su conjunto. Un analisis típico consiste en examinar los siguientes aspectos:



1. **Camino Crítico:** El grupo de actividades del proyecto que tiene un tiempo de holgura cero. Este camino es crítico porque la demora en cualquier actividad de este grupo retrasaría todo el proyecto.
2. **T :** Es el tiempo total de realización del proyecto, que se calcula sumando los valores del tiempo estimado (t) de las actividades comprendidas en el camino crítico.
3. **V :** Es la varianza del camino crítico, que se calcula sumando la varianza (v) de las distintas actividades individuales que componen el camino crítico.

3.2.2. Descripción y Flujo de Procesos.

Inicialmente la Dirección de Mercadeo, Servicio al Cliente & Operaciones y la Dirección Técnica indican el requerimiento de instalar una estación celular, este procedimiento se lo realiza una sola vez para definir cuantas estaciones y en que lugar deben de instalarse, por tal motivo no se la incluirá dentro del flujo de actividades de la instalación de una estación celular, pero se debe advertir que es el paso más importante dentro del procedimiento mismo del Proyecto.

El proceso para la instalación de una estación celular quedará implementado de la siguiente manera:

1. Definir Objetivos de Cobertura.

Se definen las características del lugar que se debe de buscar para ubicar la estación celular en base los siguientes parámetros:

- La zona de búsqueda debe ser para estaciones Urbanas una ciudadela ó calle y para estaciones Rurales un sector, Norte ó Sur. Las zonas deben estar ubicadas de tal manera que las estaciones celulares cubran la mayor cantidad posible de población o carretera.
- No se puede instalar estaciones celulares cerca de institutos educativos, iglesias u hospitales.
- Los terrenos deben tener mínimo una dimensión de 10x10m para estaciones rurales y 8x7m para estaciones urbanas.
- Para las terrazas en zonas urbanas, estas deben ser mayor a dos pisos.

Áreas Responsables: Ingeniería de Proyectos, Calidad del Servicio y Construcción & Mantenimiento.

Las tres áreas coordinan estos parámetros al mismo tiempo y la realizan juntos.

2. Zona de Búsqueda.

Con los parámetros establecidos en el Paso 1, se realiza una búsqueda por el área definida y se entrega un informe al área de Coordinación del Plan de Expansión de las posibles opciones para ubicar la estación. Se realiza en este punto:

- Recorrido por la zona definida en el Punto 1.
- Toman fotografías de las ubicaciones mas adecuadas.
- Entrega informe de los posibles candidatos al área de Coordinación del Plan de Expansión.

Área Responsable: Calidad del Servicio.

3. Análisis Legal de Posibles Opciones.

El informe entregado al área de Coordinación del Plan de Expansión por parte del área de calidad del Servicio, es

con el fin de que las posibles opciones sean analizadas en términos legales. Es decir, que los sitios que son mostrados no presenten problemas en cuanto a documentación legal y sea posible la Compra ó Arriendo.

Area Responsable: Coordinación del Plan de Expansión.

4. Validar Opciones para ubicar Estación Celular.

Este paso consiste en inspeccionar físicamente los sitios que fueron aceptados por la parte legal. En este punto se analiza:

- Disponibilidad de espacio físico para ubicar los equipos.
- Adecuaciones de Obra Civil necesarias para ubicar la Estación.
- Disponibilidad de acceso.
- Posibles obstrucciones de Cobertura.
- Posibles obstrucciones de Conectividad.

Areas Responsables: Ingeniería de Proyectos, Calidad del Servicio y Construcción & Mantenimiento.



5. Aprobar Candidatos.

Los sitios inspeccionados son analizados en oficina para indicar que opción es el mejor de todos los inspeccionados y cuales cumplen con los requerimientos planteados. Se realiza lo siguiente:

- Proyección de Cobertura de todos los candidatos visitados (Responsable: Calidad del Servicio).
- Estudio radioeléctrico para analizar la conectividad de Microondas de la estación (Responsable: Ingeniería de Proyectos).
- Análisis de Costos en Adecuación de Obra Civil (Responsable: Construcción y Mantenimiento).
- Estudio de Localización de opciones (Responsable: Ingeniería de Proyectos).

Con el análisis efectuado se entrega un informe del mejor candidato al área de Coordinación del Plan de Expansión. Se deberá entregar un solo informe que recopile la información de todas las áreas que intervienen en este proceso cuya responsabilidad deberá ser del área de Ingeniería de Proyectos.

Areas Responsables: Ingeniería de Proyectos, Calidad del Servicio y Construcción & Mantenimiento.

6. Contratar Sitio.

Es responsabilidad del área de coordinación del Plan de Expansión contratar el sitio (Compra o Alquiler).

7. Entregar Información.

Se debe recopilar toda la información necesaria que debe de estar incluida dentro de los planos de diseño civil. La información que debe de ser entregada es la siguiente:

- Tipo de Antenas celulares a utilizar.
- Ubicación de Antenas Celulares (altura y azimut).
- Ubicación de Antena de Microonda (altura, azimut y diámetro de MW).
- Recorrido y tipo de Cables.
- Tipo de Equipo y ubicación dentro del Sitio.
- Acceso.

Areas Responsables: Ingeniería de Proyectos, Calidad del Servicio y Construcción & Mantenimiento.



8. Diseño de Planos de Infraestructura.

Para construcción de la Obra Civil estará a cargo de Contratistas debidamente calificados por la Empresa. Los contratistas serán los encargados de recibir toda información mencionada en el Punto 8. El responsable de entregar toda esta información será el área de Construcción y Mantenimiento, quienes serán responsables de Fiscalizar la construcción de la Obra Civil.

9. Revisión.

Se revisa los planos de obra civil. En este punto lo importante es verificar que toda la información entregada al Outsourcing esté contenida en los planos de obra civil.

Areas Responsables: Ingeniería de Proyectos, Calidad del Servicio y Construcción & Mantenimiento.

10. Realización del Documento del Proyecto.

Es el Documento del Proyecto, este documento contiene información de la estación celular y parámetros de la configuración de la misma para la puesta en servicio, este documento contiene:

- Antecedentes y Recomendaciones.- Indica la ubicación geográfica de la estación celular, conectividad, tipo de equipos a utilizar y responsables de cada actividad.
- Ubicación del sitio.- Fotografía en mapa del lugar en donde estará ubicada la estación celular.
- Implantación General.- Contiene los planos de la obra civil de la radiobase e indica la manera que estarán ubicados los equipos dentro la estación celular.
- Distribución de equipo de Estación Remota (espejo de la microonda).- Indica la manera que están ubicados los equipos dentro la radiobase en la estación remota.
- Distribución de antenas de la estación celular.- Altura de la torre, altura de las antenas celulares y altura de la antena de Microonda; también se indica el tipo de antenas a utilizar.
- Distribución de antenas de Estación Remota (espejo de la microonda).- Altura de la torre, altura de las antenas celulares existentes y altura de la antena de Microonda a instalar para tener el enlace de MW.
- Estudio Radioeléctrico (Enlace de Microonda).- Es el estudio de la conectividad el enlace e MW.



- Datafill.- Son parámetros que utiliza la Central para configurar la estación celular. Esta información es entregada por el área de Calidad del Servicio.
- Link-Budget.- Cálculo de Pérdidas y Ganancia de las antenas celulares. Esta información es entregada por Calidad de Servicio.
- Interfase Abis.- Configuración del equipo dependiendo de los usuarios a servir. Esta información es entregada por Calidad de Servicio.
- Predicción de Cobertura. Proyección en mapa de la extensión o propagación de la cobertura celular. Esta información es entregada por Calidad de Servicio.

Este documento será entregado a la Dirección Técnica para que sea revisado y aprobado para su posterior entrega a la SENATEL. Este documento será también distribuido a todas las áreas de la Dirección Técnica para conocimiento y ejecución de la misma.

Area Responsable: Ingeniería de Proyectos.

11. Construcción de la Estación Celular.

Con el diseño de los planos de obra civil aprobada por las áreas responsables se inicia la construcción de la estación.

Area Responsable: Construcción & Mantenimiento se encargará de fiscalizar todos los trabajos de obra civil por parte de los Contratistas (Outsourcing).

12. Configuración de Parámetros en la Central.

Es necesario que se ingresen parámetros en la central para el control de la operación de la estación celular y poder atender la estación celular cuando exista una emergencia, los parámetros a configurar son:

- Alarmas, en caso existir algún problema de seguridad o falla operativa.
- Valores relativos a la ubicación geográfica de la estación por motivos de facturación.

Estos parámetros están incluidos dentro del Datafill del Documento del Proyecto.



Área Responsable: Gerencia de Operación & Mantenimiento de Conmutación.

13. Aceptación de Obra Civil.

Terminada la obra civil, se debe de inspeccionar que la construcción de la estación celular esté terminada para proceder a instalar los equipos.

Áreas Responsables: Gerencia de Operación & Mantenimiento de Comunicaciones, Construcción & Mantenimiento.

14. Transporte de Equipos.

Luego que la obra civil es aceptada, es necesario transportar los equipos a la estación para que se proceda con la instalación, para transportar los equipos se debe de realizar:

- Verificar en el documento del proyecto los equipos que va a ser destinados a la estación.
- Separar de bodega los equipos para la estación.



- Contratar el transporte necesario para trasladar los equipos a la estación celular.

Áreas Responsables: Coordinación del Plan de Expansión.

15. Instalación de Equipos en la Estación.

En este punto se realiza:

- Comparar con el documento del proyecto los equipos que han sido transportados.
- Ubicar los equipos como menciona el documento del proyecto y realizar todas las conexiones necesarias.

Áreas Responsables: Gerencia de Operación & Mantenimiento de Comunicaciones.

16. Puesta en Servicio de la Estación Celular.

Último paso para que la estación celular entre en operación, una vez instalados los equipos se coordina con las áreas de la Gerencia de Conmutación que la estación celular está operativa.

Áreas Responsables: Gerencia de Operación & Mantenimiento de Comunicaciones.

El siguiente cuadro a continuación mostrado, es el resumen de todas las actividades del proceso para instalar una estación celular.

ACTIVIDADES DEL PROCESO	
Definir Objetivos de Cobertura	A
Zona de Búsqueda	B
Análisis Legal Opciones	C
Validación Opciones	D
Aprobación Opciones	E
Contratación del Sitio	F
Entrega de Información	G
Diseño de Planos	H
Revisión de Planos	I
Construcción Obra Civil	J
Desarrollo del Documento	K
Aceptación Obra Civil	L
Readecuaciones	M
Transporte de Equipos	N
Instala Equipos en Estación	O
Configuración Parámetros	P
Puesta en Servicio Estación	Q

El tiempo estimado para la culminación de todas las actividades del proyecto se las ha estimado en base a un promedio del tiempo real empleado en el proceso actual para instalar una estación celular, este tiempo empleado se lo resume en el cuadro siguiente y servirá como referencia cuando se utilice el método



de PERT-CPM en la comparación de procedimientos actual y propuesto, se adjunta también las actividades predecesoras inmediatas para el proyecto.

ACTIVIDAD		Tiempo		Precedentes	
		Urbano	Rural	1	2
Definir Parámetros	A	0.55	0.55		
Zona de Búsqueda	B	0.70	0.72	A	
Análisis Legal Opciones	C	1.00	1.00	B	
Validación Opciones	D	0.70	0.72	B	C
Aprobación Opciones	E	1.50	0.70	D	
Contratación del Sitio	F	7.17	14.00	E	
Entrega de Información	G	0.55	0.55	E	F
Diseño de Planos	H	1.00	1.00	G	
Revisión de Planos	I	0.38	0.72	H	
Construcción Obra Civil	J	15.00	15.83	I	
Desarrollo del Documento	K	1.92	1.50	I	
Aceptación Obra Civil	L	0.78	0.78	J	
Readecuaciones	M	1.08	1.00	J	
Transporte de Equipos	N	0.55	1.50	L	M
Instalar Equipos en Estación	O	2.00	2.00	N	
Configuración Parámetros	P	0.55	0.55	K	
Puesta en Servicio Estación	Q	0.78	0.78	P	O

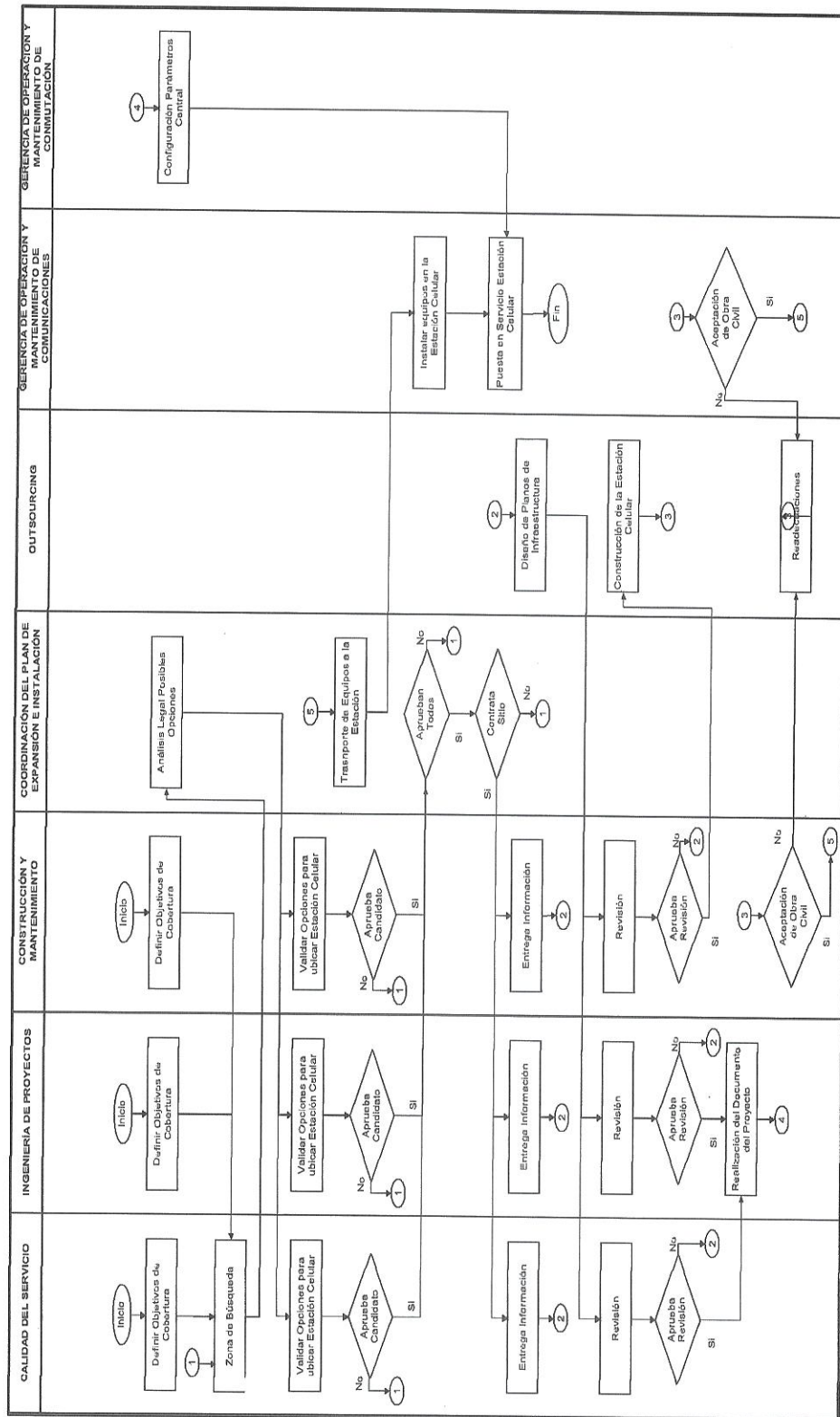


FIGURA 3.2.2.1. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO IMPLEMENTADO PARA INSTALAR UNA ESTACIÓN

CELULAR.



3.2.3. Beneficios Esperados.

Se pretende conseguir desarrollar un procedimiento que norme las actividades a seguir para seleccionar la ubicación y tipo de estación celular que permita:

1. Lograr un Índice de Progreso Positivo.
2. Reducir Tiempo de ejecución de cada actividad.- Esta medida es cuantificable si existe una reducción en el tiempo que se toma para poder dar inicio la operación una estación celular.
3. Coordinación de las actividades entre cada una de las áreas involucradas.- Es posible, porque se documenta la interrelación de las áreas al tener un diagrama de relaciones funcional entre departamentos.
4. Facilitar la Toma de Decisiones.- Si existe la documentación, entonces las decisiones tomadas son las adecuadas.
5. Utilizar eficientemente los Recursos.- Se reorganizan las tareas para ser realizadas por un responsable.
6. Planificar las tareas del Proyecto.- Al tener orden en la ejecución del proyecto se controla cada uno de los procesos.
7. Incrementar beneficios económicos a la empresa reduciendo los costos de inversión.- Los resultados de este punto

pueden ser probados mediante la diferencia entre los costos reales incurridos menos el costo proyectado, esta variación se la puede representar en términos porcentuales.

Estos resultados persiguen como objetivo incrementar los beneficios para la empresa y al mismo tiempo brindar un mejor servicio a los usuarios ampliando la cobertura a nivel nacional.

3.3. Procedimiento para la Selección de la Ubicación y Tipo de Estación Celular.

El presente plan enuncia la secuencia de actividades en la desarrollo de un procedimiento para la Selección de la Ubicación y Tipo de Estación Celular en una Empresa de Telefonía Móvil Celular. Este trabajo ha sido elaborado sobre eventos reales y teoría especializada. Todo este procedimiento es basado sobre argumentos descritos en los capítulos 1 y 2 de esta Tesis.

Selección de la Ubicación y Tipo de Estación Celular.

A. Objetivo.

Normar el proceso de selección de la ubicación y tipo de estación celular para una correcta administración de la misma.

B. Alcance.

1. La Dirección de Mercadeo, la Dirección de Servicio al Cliente & Operaciones y la Dirección Técnica indican el requerimiento de instalar una estación celular.
2. La negociación de alquiler/compra del sitio estará a cargo del área del Plan de Expansión e Instalación.
3. La construcción de la obra civil fiscalizada por el Departamento de Construcción y Mantenimiento.
4. El estudio de Localización será responsabilidad del área de Ingeniería de Proyectos.
5. El tipo de equipo a instalarse en la estación celular será definido por el área de calidad del Servicio.
6. La puesta en servicio de la estación celular estará cargo del Departamento de Operación & Mantenimiento de Conmutación y el Departamento de Operación & Mantenimiento de Comunicaciones.

C. Procedimiento.

El procedimiento a continuación descrito comprende tres etapas que forman parte del proceso mejorado para instalar una estación celular y descrito en el diagrama de flujo de la figura 3.2.2.1.

- **Etapla 1:** Es donde se recopila toda la información para realizar el análisis de selección de la ubicación y tipo de estación celular. Esta fase comprende desde la actividad de Definir los Objetivos de Cobertura hasta la actividad de Validar Opciones.
- **Etapla 2:** Esta es la parte de desarrollo del método de selección, es donde se realizan los cálculos para establecer la ubicación y tipo de estación celular. Esta fase comprende únicamente en la actividad donde se aprueban las opciones.
- **Etapla 3:** Comprende la parte de ejecución, la información obtenida en la fase dos, es el pilar para continuar con la instalación de la radiobase. Esta fase comprende desde la actividad de entregar información hasta la puesta en servicio de la estación celular.

El proceso debe seguir el orden siguiente:

Etapla 1:

1. La Dirección de Servicio al Cliente & Operaciones y la Dirección Comercial, deberán entregar la información necesaria a la Dirección Técnica sobre la región ó ciudad



del país que necesite una estación celular. De igual manera, deberá entregar la proyección de la demanda de usuarios.

2. El área de Calidad del Servicio realizará la zona de búsqueda donde se inspeccionará las posibles opciones.
3. Las opciones legalmente aprobadas por el área de Coordinación del Plan de Expansión y aprobadas por el área de Calidad el Servicio, el área de Construcción & Mantenimiento y el área de Ingeniería de Proyectos, serán las opciones definitivas para seleccionar la ubicación de la estación celular.
4. Las opciones aprobadas por todas las áreas involucradas directamente en el proceso serán analizadas con el método de Brown-Gibson para escoger la mejor opción de todas y ubicar la estación celular.

Etapas 2:

5. El área de Ingeniería de Proyectos utilizará los criterios definidos en la ejecución del método de Brown-Gibson y entregará su reporte a todas las demás áreas para su información, en especial al área de Coordinación del Plan de Expansión para que contrate la opción escogida.

6. El área de calidad del Servicio especificará el tipo de equipo a instalarse (por cobertura o por tráfico) y el área de Ingeniería de Proyectos junto con el área de Construcción y Mantenimiento definirá los detalles de las características del tipo de estación celular.

Etapas 3:

7. Construcción de la estación celular y puesta en servicio.

D. Flujo del Proceso.

La figura 3.4.1 muestra el flujo del proceso que se deberá de implementar para seleccionar la ubicación y tipo de estación celular.

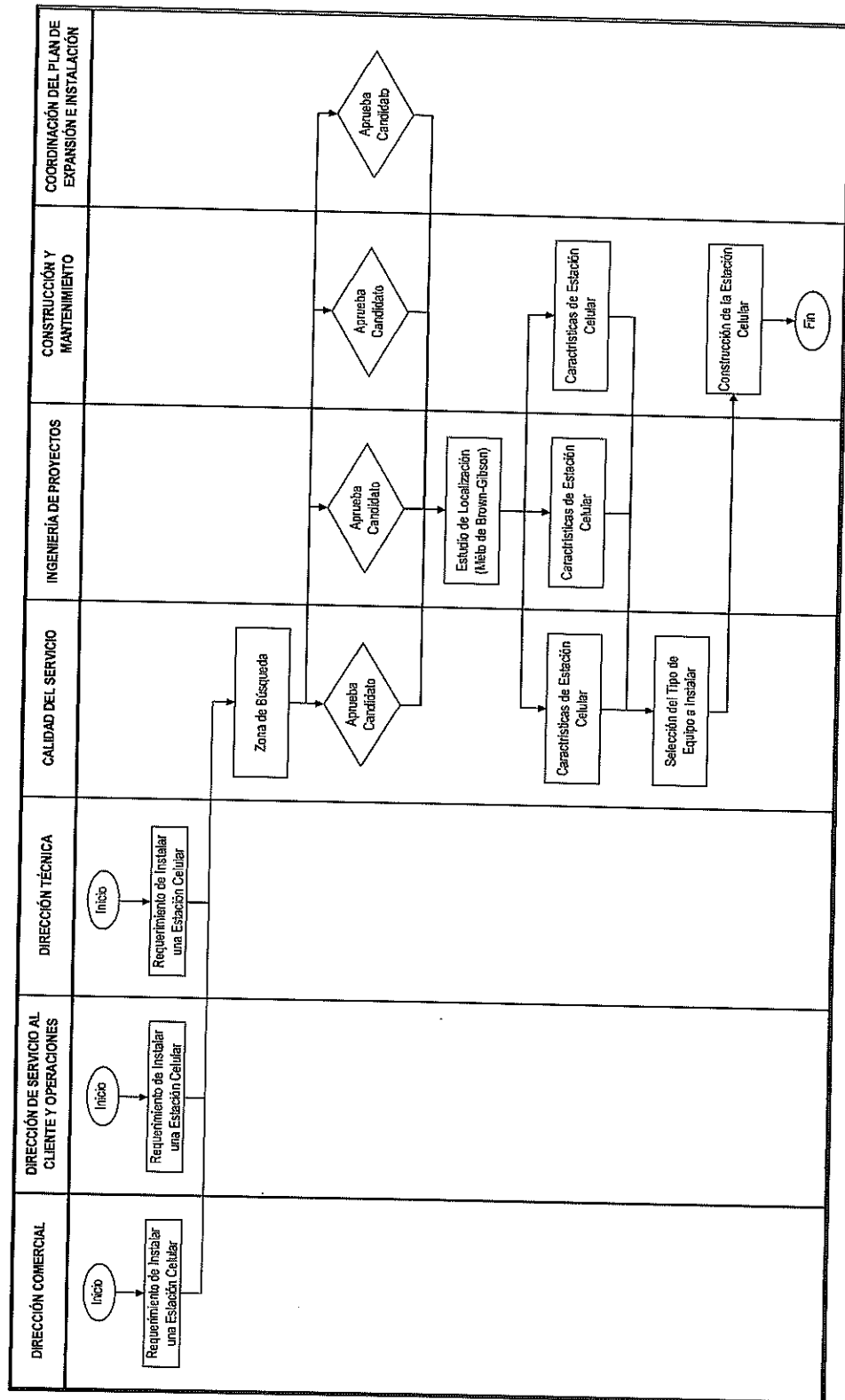


FIGURA 3.4.1 FLUJO DEL PROCESO DESARROLLADO PARA SELECCIONAR LA UBICACIÓN Y TIPO DE ESTACIÓN CELULAR.

3.4. Costos del Nuevo Procedimiento.

En la ejecución del Proyecto se invierten recursos humanos, recursos materiales y recursos económicos; cada recurso representa para la EMPRESA una inversión que debe ser cuantificada a fin de tener una estimación de los costos que estos representarían.

El recurso humano de cada área que interviene directamente en el procedimiento de selección de la ubicación y tipo de estación celular, emplea un tiempo esperado en la culminación de su correspondiente actividad y el tiempo que invierte cada recurso a la EMPRESA le representa un costo al que llamaremos Costo de Personal. El costo/hora del recurso humano o de personal que interviene directamente en el proceso es:

	Costo USD/h⁶
Ingenieros	5.5
Técnico	4.0
Chofer	2.5

Si se conoce el tiempo que demora cada actividad en ser culminada, la cantidad de personas que interviene en el proceso y el costo/h de cada recurso humano, es posible hacer una estimación de la inversión necesaria para la instalación de una estación celular. El

⁶ Valor sin descontar el pago de impuestos.

siguiente cuadro muestra la inversión que se requiere para instalar una estación celular en función de los recursos que interviene en el Proyecto y el tiempo esperado de culminación de cada actividad del Proceso.

	Actividades	# Recursos	USD hora/cada recurso	Tiempo en Actividades (h)	Inversión (USD)
A	Definir Objetivos de Cobertura				81.68
	Ingenieros	3	5.5	4.95	81.68
B	Zona de Búsqueda				50.40
	Ingenieros	1	5.5	6.30	34.65
	Chofer	1	2.5	6.30	15.75
C	Análisis Legal Opciones	1	5.5	9.00	49.50
D	Validación Opciones			0.00	119.70
	Ingenieros	3	5.5	6.30	103.95
	Chofer	1	2.5	6.30	15.75
E	Aprobación Opciones				222.75
	Ingenieros	3	5.5	13.50	222.75
F	Contratación del Sitio	1	5.5	9.00	49.50
G	Entrega de Información				80.44
	Ingenieros	3	5.5	4.88	80.44
H	Diseño de Planos				1,000.00
I	Revisión de Planos				56.93
	Ingenieros	3	5.5	3.45	56.93
J	Construcción Obra Civil				78,000.00
K	Desarrollo del Documento				94.88
	Ingenieros	1	5.5	17.25	94.88
L	Aceptación Obra Civil				91.13
	Ingenieros	2	5.5	6.75	74.25
M	Chofer	1	2.5	6.75	16.88
	Readecuaciones	-	-	-	-
N	Transporte de Equipos				327.23
	Ingenieros	1	5.5	4.95	27.23
O	Servicio de Transporte	-	-	-	300.00
	Instalar Equipos en Estación				576.00
	Ingenieros	2	5.5	18.00	198.00
P	Técnicos	4	4	18.00	288.00
	Chofer	2	2.5	18.00	90.00
	Configuración Parámetros				26.81
	Ingenieros	1	5.5	4.88	26.81
Q	Puesta en Servicio Estación				74.25
	Ingenieros	2	5.5	6.75	74.25
	EQUIPOS				59,600.00
	Costos Operativos				1,000.00
	INVERSIÓN TOTAL				\$ 141,501.18

En el cuadro mostrado se tienen las siguientes consideraciones:

1. La construcción de la Obra Civil incluye:

- Cerramiento.
- Cuarto de equipos.
- Cuarto de generador.
- Cuarto de Transformador.
- Cuarto de guardia.
- Áreas exteriores.
- Baliza y pararrayos.
- Aterrizamientos.
- Acondicionador de aire.
- Obras eléctricas (acometida baja tensión, y aprobación de proyecto eléctrico, etc.).
- Permiso municipal.
- Elaboración de planos y memorias técnicas.
- Transportes y viáticos
- Camino de acceso
- Malla de cerramiento perimetral $h=1.50m$, con cerco eléctrico.
- Alarmas contra robo y alarmas externas.
- Excavación y desalojo.
- Relleno compactado.



- Demolición de edificación existente.
 - Fabricación y montaje de Torre.
 - Cable de vida.
2. Los costos de las Readecuaciones están incluidos en la Construcción de la Obra Civil.
3. El costo de los equipos incluye:
- Antenas Celulares.
 - Antenas de Microonda.
 - Equipo BTS.
 - Garantía.
4. Los Costos Operativos incluye:
- Combustible para movilización de vehículos.
 - Viáticos de movilización del recurso humano.
 - Gastos de papelería e impresión de documentos.
 - Servicio de Mensajería de Documentos.
 - Trámites para autorización y permisos legales.

La inversión necesaria para la instalación del nuevo procedimiento se la resume en el siguiente cuadro:

RESUMEN DE INVERSIÓN

Obra Civil	\$ 79,000.00	55.83%
Salario de Personal	\$ 1,901.18	1.34%
Equipos	\$ 59,600.00	42.12%
Costos Operativos	\$ 1,000.00	0.71%
INVERSIÓN TOTAL	\$ 141,501.18	100.00%

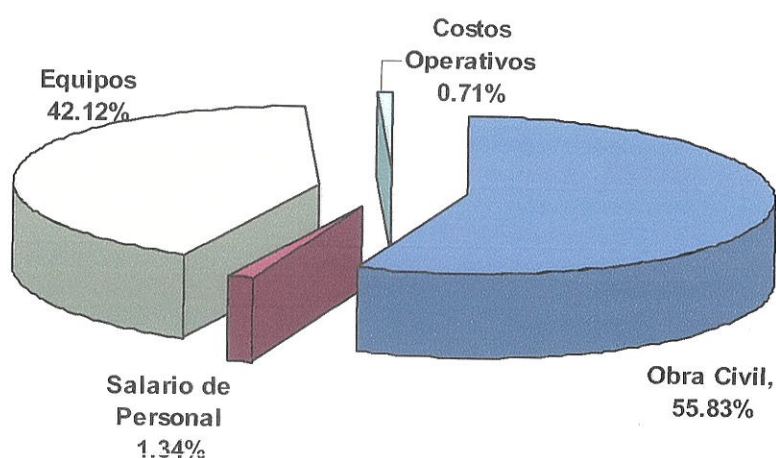
PARTICIPACIÓN DE INVERSIÓN

GRÁFICO 3.4.1 PARTICIPACION DE LA INVERSIÓN DEL NUEVO PROCEDIMIENTO.

Los costos mostrados son estimados y sirven como referencia cuando se realice la comparación de una estación celular instalada utilizando los procedimientos actuales y una estación celular utilizando los procedimientos implementados.



CAPÍTULO 4

4. PRUEBA DEL MÉTODO DESARROLLADO.

4.1. Características de una Estación Celular Implementada utilizando los procedimientos de selección actuales.

Las características de una estación celular implementada en una zona urbana es diferente a una estación celular implementada en una zona rural, por esta razón, se hará el análisis comparando una estación celular implementada en una zona rural y una estación celular implementada en una zona urbana.

Estación Celular Implementada en una Zona Urbana.

Se tomará como ejemplo una estación celular implementada en la ciudad de Guayaquil, en la ciudadela La Garzota.

El objetivo de ubicar una estación celular en una zona urbana es descongestionar tráfico. El área de Calidad del Servicio realizó un análisis de tráfico e indicó el requerimiento de ubicar una estación celular en el sector que comprende el Centro Comercial Garzocentro.

La figura 4.1.1 muestra la zona de búsqueda para la ubicación de la nueva estación celular llamada "Garzota".

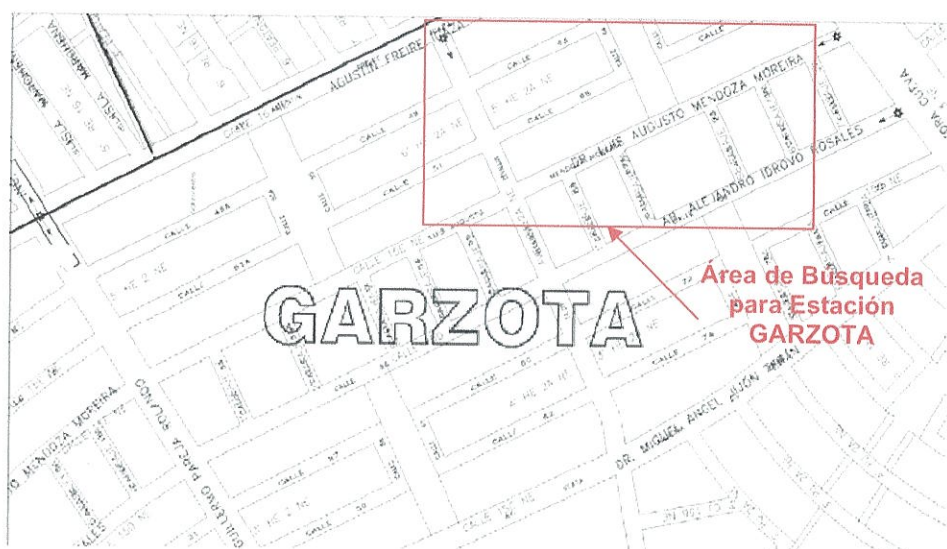


FIGURA 4.1.1. ZONA DE BÚSQUEDA PARA UBICAR LA ESTACIÓN CELULAR URBANA.

Se mostraron cuatro opciones para ubicar la estación, el cuadro siguiente muestra las características de las opciones obtenidas:

	OPCIÓN 1	OPCIÓN 2	OPCIÓN 3	OPCIÓN 4
Tipo de Negociación:	Compra	Alquiler	Alquiler	Alquiler
Dirección:	Calle Velásquez Cevallos y Augusto Mendoza Moreira	Calle Velásquez Cevallos y Callejón 2A N-E	Calle Alejandro Idrovo Rosales y 6to Pasaje 2A	Av. Isidro Ayora entre Augusto Mendoza y Alejandro Idrovo
Valor (\$):	42,000.00	420.00	250.00	350.00
Dimensiones (m)	10x25	10x15	6x20	10x9
Area (m2):	250	150	120	190

Todas las opciones fueron aprobadas por el área de Calidad del Servicio, el área de Ingeniería de Proyectos y el área de Construcción y Mantenimiento.

El área de Coordinación del Plan de Expansión resolvió por descartar la opción de compra para no incrementar los activos de la EMPRESA y contrató la **opción 3** para ubicar la estación debido a que representa el menor costo por alquiler.

A continuación se detalla las características más relevantes de la estación implementada Garzota:

- Tiempo de integración 41 días
- Altura de Antenas Celulares 24m

- Altura de Torre 24m
- Equipo Utilizado: Ultrasite para descongestionar tráfico.
- Opción Escogida: 3
- Inversión (Aproximada) 145,300.00 USD

La inversión real de instalación de la estación Garzota los maneja el área Financiera de la Empresa, la inversión mostrada es una aproximación de los valores reales de todos los costos incurridos.

Estación Celular Implementada en una Zona Rural.

Para este ejemplo se utilizará una estación celular instalada en la ciudad de Milagro.

En un inicio la ciudad de Milagro era servida de cobertura celular por una estación llamada Milagro1; debido a la saturación de tráfico, fue necesario instalar en Junio del 2004 una segunda estación celular llamada Milagro2.

La estación Milagro2 no fue suficiente para satisfacer la demanda de usuarios de esta ciudad, debido a una mala proyección de usuarios y no utilizar criterios de selección que indiquen la ubicación de la estación celular, por tal motivo el área de Calidad de Servicio solicitó



que se instale una tercera estación celular (Milagro3) la que debía estar ubicada equidistante a las dos estaciones celulares. La figura 4.1.2 indica el área donde se realizó la zona de búsqueda para instalar la estación celular.

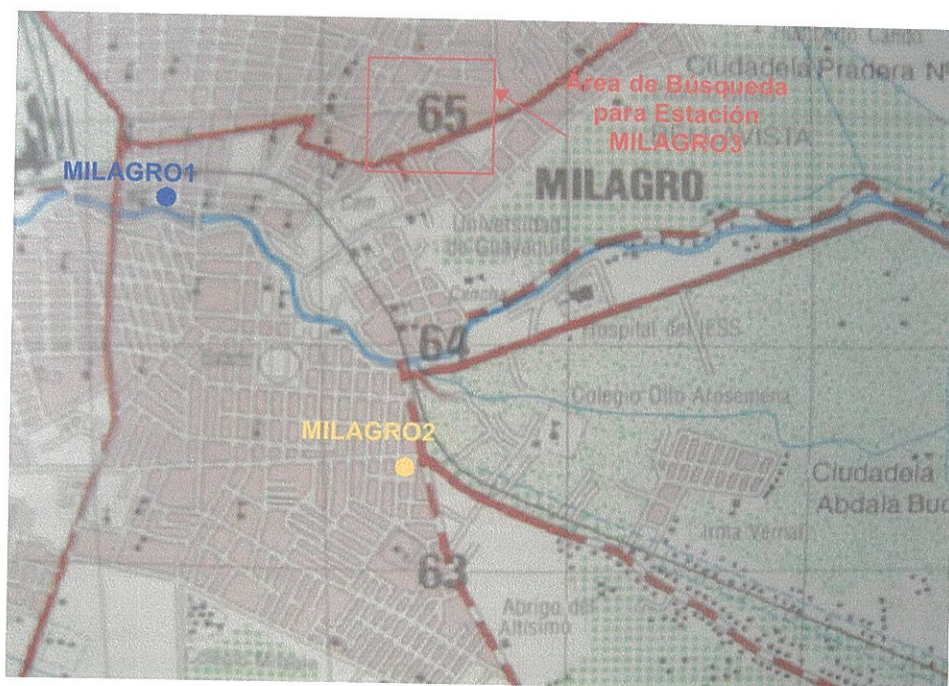


FIGURA 4.1.2. ZONA DE BÚSQUEDA PARA UBICAR ESTACIÓN CELULAR RURAL.

Se mostraron cuatro opciones dentro de la zona de búsqueda con las características siguientes:

	OPCION 1	OPCION 2	OPCION 3	OPCION 4
Tipo de Negociación:	Compra	Alquiler	Alquiler	Compra
Dirección:	Calle Yaguachi y Salinas, Solar 3 Mz. A	Calle Yaguachi y Salinas, Solar 12 Mz. A	Calle Yaguachi y Vargas Torres, Solar 16 Mz. B	Calle Vargas Torres Presidente (Esq.)
Valor (\$):	15,000.00	350.00	250.00	20,000.00
Dimensiones (m)	10x15	15x20	11x20	10x20
Área (m2):	150	300	220	200

Las cuatro opciones fueron aprobadas por el área de Calidad del Servicio, el área de Ingeniería de Proyectos y el área de Construcción y Mantenimiento.

El área de Coordinación del Plan de Expansión, descartó las dos opciones de compra con el propósito de evitar adquirir activos y consideró las dos opciones de arriendo. **La opción 3** fue el sitio donde se instaló finalmente la estación Milagro3 debido a que esta opción representa el menor costo de arriendo.

A continuación se detalla las características de la estación implementada Milagro3:

- Tiempo de integración 45 días
- Altura de Antenas Celulares 36m
- Altura de Torre 36m

- Equipo Utilizado: Ultrasite para descongestionar tráfico y ampliar cobertura.
- Opción Escogida: 3
- Inversión (Aproximada) 161,280.00 USD

4.2. Comparación entre los resultados del Procedimiento Actual y los Resultados del Procedimiento Desarrollado.

La comparación entre los resultados del procedimiento actual utilizado y los resultados del procedimiento desarrollado se hará utilizando los criterios de selección implementados para la ubicación y tipo de estación celular.

El análisis de comparación se hará tanto para zonas urbanas y zonas rurales en tres pasos:

1. Selección de la Ubicación utilizando el Método de **Brown-Gibson**⁷.
2. Selección del tipo de estación celular.
3. Análisis del Proyecto con el Método PERT-CPM.

⁷ El procedimiento para desarrollar el método de Brown-Gibson fue descrito el capítulo 3 del presente trabajo.

Estación Celular Urbana.

1. Selección de la Ubicación.

Utilizando el método de Brown-Gibson para determinar la ubicación de la estación celular se obtuvieron los siguientes resultados:

Cálculo de Valores Objetivos.

Utilizando los Factores Objetivos definidos y Recopilando la información proporcionada por el área de Coordinación del Plan de expansión y el área de Construcción y Mantenimiento se obtiene los valores del cuadro siguiente:

CÁLCULO DE LOS FACTORES OBJETIVOS					
COSTO (USD)					
Localización	Obra Civil	Arriendo / Compra	Total (Ci)	Recíproco (1/Ci)	FO
Opción 1	62,907.34	400.00	63307.34	0.0000158	0.27731
Opción 2	77,874.10	420.00	78294.10	0.0000128	0.22423
Opción 3	76,744.10	250.00	76994.10	0.0000130	0.22802
Opción 4	64,567.19	350.00	64917.19	0.0000154	0.27044
TOTAL				0.0000570	1.00000

El costo de la obra civil para cada opción fue proyectada por el área de Construcción y Mantenimiento, tomando en consideración factores del sitio que influyen en la construcción de la estación celular.

Cálculo de Valores Subjetivos.

Se ponderó las Factores Subjetivos y se obtuvieron los siguientes resultados:

COMPARACIONES PAREADAS					
FACTOR (j)	1	2	3	Suma de preferencias	Indice Wj
Seguridad	1	1		2	0.5
Acceso	0		1	1	0.25
Objetivo de Cobertura		0	1	1	0.25
TOTAL				4	1

En el Ordenamiento jerárquico de las comparaciones pareadas para cada opción se obtuvo lo siguiente:

Factor de Localización (j)	Seguridad							Acceso							Objetivo de Cobertura						
	Comparaciones Pareadas						Suma de Preferencias	Comparaciones Pareadas						Suma de Preferencias	Comparaciones Pareadas						Suma de Preferencias
	1	2	3	4	5	6		1	2	3	4	5	6		1	2	3	4	5	6	
Opción 1	0	0	1				1	0.14	0	1	0			1	0.11	0	1	1			2
Opción 2	1			1	0		2	0.29	1		1	1		3	0.33	1		1	1		3
Opción 3		1			1		3	0.43		1		1	1	3	0.33		0		1	1	1
Opción 4			0		1	0	1	0.14		1	1	0	1	2	0.22		0	0	0	0	0
TOTAL							7	1						9	1						6

El resultado de los Valores Subjetivos es:

RESULTADOS DE FACTORES SUBJETIVOS					
FACTOR (j)	Puntaje Relativo Rij				Indice Wj
	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Opción 4	
Seguridad	0.143	0.286	0.429	0.143	0.5
Acceso	0.111	0.333	0.333	0.222	0.25
Objetivo de Cobertura	0.333	0.500	0.167	0.000	0.25
FS	0.183	0.351	0.339	0.127	1.000

Para calcular el MPL, a los Factores Objetivos se les otorgó un peso del 75% de importancia, mientras que a los factores subjetivos se les dio el 25% de jerarquía. El valor del MPL para cada opción fue:

	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Opción 4	TOTAL
MPL	0.2536	0.2560	0.2558	0.2346	1.0000

La ubicación adecuada es la que tiene el mayor valor de MPL, en este caso la ubicación correcta es la **opción 2**.

2. Selección del Tipo de Estación.

Como es una estación urbana con el objetivo de descongestionar tráfico y el lugar donde estará ubicado la estación es un terreno, entonces la estación tendrá las siguientes características:

- Antenas celulares a 24m de altura ubicadas en torre.
- Torre de 24m de altura.
- Equipo Ultrasite con capacidad para descongestionar tráfico.
- Antena de MW. con tamaño de 30 cm. (Se necesita enlazar con una celda que se encuentra a una distancia menor a 2 Km.).

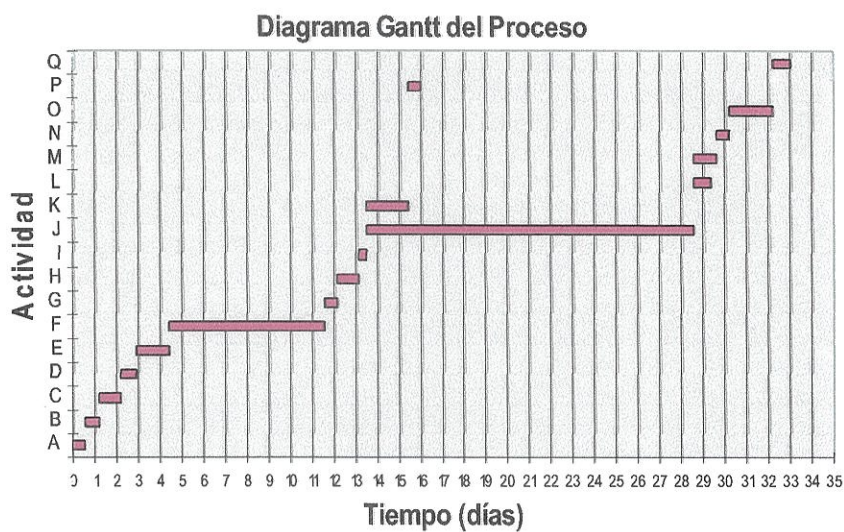
3. Análisis del Proyecto con el Método PERT-CPM.

El objetivo del Método PERT-CPM en este trabajo se basará en hacer una estimación de tiempo de la duración del proyecto basado en las actividades del procedimiento implementado.

Programación de las Actividades:

ACTIVIDAD		Primera Fecha Inicio (ES)	Primera Fecha Final (EF)	Última Fecha de Inicio (LS)	Última Fecha Final (LF)	Tiempo de Holgura	Varianza	¿Está en el camino Crítico?
Definir Parámetros	A	0.00	0.55	0.00	0.55	0.00	0.01	Si
Zona de Búsqueda	B	0.55	1.25	0.55	1.25	0.00	0.01	Si
Análisis Legal Opciones	C	1.25	2.25	1.25	2.25	0.00	0.03	Si
Validación Opciones	D	2.25	2.95	2.25	2.95	0.00	0.01	Si
Aprobación Opciones	E	2.95	4.45	2.95	4.45	0.00	0.03	Si
Contratación del Sitio	F	4.45	11.62	4.45	11.62	0.00	0.69	Si
Entrega de Información	G	11.62	12.17	11.62	12.17	0.00	0.01	Si
Diseño de Planos	H	12.17	13.17	12.17	13.17	0.00	0.03	Si
Revisión de Planos	I	13.17	13.55	13.17	13.55	0.00	0.00	Si
Construcción Obra Civil	J	13.55	28.55	13.55	28.55	0.00	2.78	Si
Desarrollo del Documento	K	13.55	15.47	29.72	31.63	16.17		No
Aceptación Obra Civil	L	28.55	29.33	28.85	29.63	0.30		No
Readecuaciones	M	28.55	29.63	28.55	29.63	0.00	0.06	Si
Transporte de Equipos	N	29.63	30.18	29.63	30.18	0.00	0.01	Si
Instalar Equipos en Estación	O	30.18	32.18	30.18	32.18	0.00	0.11	Si
Configuración Parámetros	P	15.47	16.02	31.63	32.18	16.17		No
Puesta en Servicio Estación	Q	32.18	32.97	32.18	32.97	0.00	0.01	Si
Culminación del Proyecto:		33 (días)		Varianza del Proyecto		3.80		
				Desviación Estándar (días)		1.95		

Según los cálculos, el tiempo estimado para la culminación del proyecto desde el Zona de Búsqueda hasta la Puesta en Servicio de la estación tiene un tiempo estimado de 33 días.



**GRÁFICO 4.2.1. DIAGRAMA GANTT DEL PROCESO PARA
INSTALAR UNA ESTACIÓN URBANA.**

Estación Celular Rural.

1. Selección de la Ubicación.

Utilizando el método de Brown-Gibson para determinar la ubicación de la estación celular se obtuvieron los siguientes resultados:

Cálculo de Valores Objetivos.

Se obtuvieron los siguientes resultados:



CÁLCULO DE LOS FACTORES OBJETIVOS

COSTO (USD)					
Localización	Arriendo / Compra	Obra Civil	Total (Ci)	Recíproco (1/Ci)	FO
Opción 1	200.00	86,354.15	86,554.15	0.00001	0.26821
Opción 2	350.00	97,255.39	97,605.39	0.00001	0.23784
Opción 3	250.00	95,266.18	95,516.18	0.00001	0.24305
Opción 4	200.00	92,326.25	92,526.25	0.00001	0.25090
TOTAL				0.00004	1.00000

Cálculo de Valores Subjetivos.

COMPARACIONES PAREADAS

FACTOR (j)	1	2	3	Suma de preferencias	Índice Wj
Seguridad	1	1		2	0.5
Acceso	1		0	1	0.25
ASNM		0	1	1	0.25
TOTAL				4	1

En el Ordenamiento jerárquico de las comparaciones pareadas para cada opción se obtuvo lo siguiente:

Factor Localización (j)	Seguridad						Acceso						ASNM					
	Comparaciones Pareadas					Suma de Preferencias	Comparaciones Pareadas					Suma de Preferencias	Comparaciones Pareadas					Suma de Preferencias
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Opción 1	0	0	1			1	0.17	1	1	1			3	0.43	1	1	1	
Opción 2	1			0	0	1	0.17	1		0	0		1	0.14	1		1	1
Opción 3		1		1		2	0.33		0	1	1		2	0.29		1	1	1
Opción 4			0		1	1	0.33		0		1	0	1	0.14		1		1
TOTAL						6	1					7	1					12

El resultado de los Valores Subjetivos es:

RESULTADOS DE FACTORES SUBJETIVOS

FACTOR (i)	Puntaje Relativo Rij				Indice Wj
	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Opción 4	
Seguridad	0.167	0.167	0.333	0.333	0.5
Acceso	0.429	0.143	0.286	0.143	0.25
ASN	0.250	0.250	0.250	0.250	0.25
FS	0.253	0.182	0.301	0.265	1.000

Para calcular el MPL, a los Factores Objetivos se les otorgó un peso del 75% de importancia, mientras que a los factores subjetivos se les dio el 25% de jerarquía. El valor del MPL para cada opción fue:

	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Opción 4	TOTAL
MPL	0.2644	0.2238	0.2574	0.2544	1.0000

La ubicación adecuada es la que tiene el mayor valor de MPL, en este caso la ubicación correcta es la **opción 1**.

2. Selección del Tipo de Estación.

Como es una estación Rural con el objetivo de descongestionar tráfico y brindar cobertura, la estación tendrá las siguientes características:

- a. Antenas celulares a 36m de altura máxima ubicadas en torre.

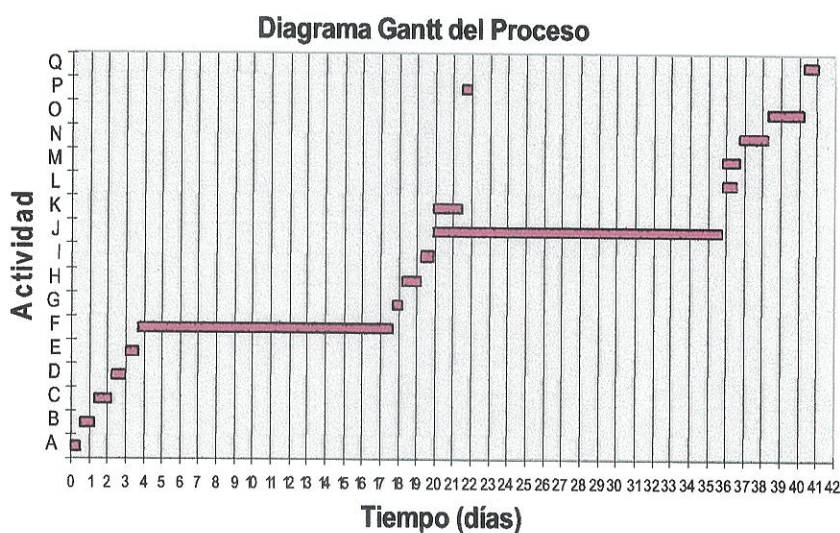
- b. Torre de 36m de altura.
- c. Equipo Ultrasite con capacidad para descongestionar tráfico y ampliar cobertura.
- d. Antena de MW con tamaño de 60 cm. (Se necesita enlazar con una celda que se encuentra a una distancia mayor a 2 Km.).

3. Método PERT-CPM.

Programación de las Actividades:

ACTIVIDAD		Primera Fecha Inicio (ES)	Primera Fecha Final (EF)	Última Fecha de Inicio (LS)	Última Fecha Final (LF)	Tiempo de Holgura	Varianza	¿Está en el camino Crítico?
Definir Parámetros	A	0.00	0.55	0.00	0.55	0.00	0.01	Si
Zona de Búsqueda	B	0.55	1.27	0.55	1.27	0.00	0.01	Si
Análisis Legal Opciones	C	1.27	2.27	1.27	2.27	0.00	0.03	Si
Validación Opciones	D	2.27	2.98	2.27	2.98	0.00	0.01	Si
Aprobación Opciones	E	2.98	3.68	2.98	3.68	0.00	0.01	Si
Contratación del Sitio	F	3.68	17.68	3.68	17.68	0.00	5.44	Si
Entrega de Información	G	17.68	18.23	17.68	18.23	0.00	0.01	Si
Diseño de Planos	H	18.23	19.23	18.23	19.23	0.00	0.03	Si
Revisión de Planos	I	19.23	19.95	19.23	19.95	0.00	0.01	Si
Construcción Obra Civil	J	19.95	35.78	19.95	35.78	0.00	6.25	Si
Desarrollo del Documento	K	19.95	21.45	38.23	39.73	18.28		No
Aceptación Obra Civil	L	35.78	36.57	36.00	36.78	0.22		No
Readequaciones	M	35.78	36.78	35.78	36.78	0.00	0.03	Si
Transporte de Equipos	N	36.78	38.28	36.78	38.28	0.00	0.03	Si
Instalar Equipos en Estación	O	38.28	40.28	38.28	40.28	0.00	0.11	Si
Configuración Parámetros	P	21.45	22.00	39.73	40.28	18.28		No
Puesta en Servicio Estación	Q	40.28	41.07	40.28	41.07	0.00	0.01	Si
Varianza del Proyecto							11.98	
Culminación del Proyecto: 41 (días)							Desviación Estándar (días)	3.48

Según los cálculos, el tiempo estimado para la culminación del proyecto desde el Zona de Búsqueda hasta la Puesta en Servicio de la estación tiene un tiempo estimado de 41 días.



**GRÁFICO 4.2.2. DIAGRAMA GANTT DEL PROCESO PARA
INSTALAR UNA ESTACIÓN RURAL.**

4.2.1. Funciones de las Áreas que Intervienen.

A continuación se muestra la diferencia de las actividades entre el procedimiento mejorado para instalar una estación celular y el método actual existente de cada área que interviene en el proceso.

Calidad del Servicio:

Actual	Propuesto
1. Zona de Búsqueda	1. Definir objetivos de Cobertura.
2. Análisis Técnico de los Sitios Candidatos	2. Zona de Búsqueda.
3. Aprueba Candidatos	3. Validar opciones para Ubicar Estación celular.
4. Estudios Técnicos de Ingeniería	4. Aprueba candidatos.
	5. Entrega información
	6. Revisión.
	7. Aprueba revisión.

Ingeniería de Proyectos:

Actual	Propuesto
1. Zona de Búsqueda	1. Definir objetivos de Cobertura.
2. Análisis Técnico de los Sitios Candidatos	2. Validar opciones para Ubicar Estación celular.
3. Aprueba Candidatos	3. Aprueba candidatos.
4. Estudios. Técnicos de Ingeniería.	4. Entrega información
5. Realiza Proyecto.	5. Revisión.
	6. Aprueba revisión.

7. Realiza el Documento del Proyecto.

Construcción y Mantenimiento:

Actual	Propuesto
1. Zona de Búsqueda	1. Definir objetivos de Cobertura.
2. Análisis Técnico de los Sitios Candidatos	2. Validar opciones para Ubicar Estación celular.
3. Aprueba Candidatos	3. Aprueba candidatos.
4. Estudios.	4. Entrega información
5. Obra Civil de la estación Celular.	5. Revisión.
	6. Aprueba revisión.
	7. Aceptación de la Obra Civil.

Outsourcing:

Actual	Propuesto
1. Estudios Técnicos de Ingeniería.	1. Diseño de Planos de Infraestructura.
2. Construye la estación Celular	2. Construcción de la Estación Celular.

3. Readecuaciones.

Coordinación del Plan de Expansión e Instalación:

Actual	Propuesto
1. Contrata Sitios.	1. Análisis Legal de Posibles Opciones.
	2. Análisis de Oportunidad Financiera.
	3. Transporte de Equipos a la estación.
	4. Contratar Sitio.

Gerencia de Operación y Mantenimiento de**Comunicaciones:**

Actual	Propuesto
1. Instalación de Equipos.	1. Aceptación de la Obra Civil.
2. Puesta en Servicio.	2. Instalar equipos en la estación celular.
	3. Puesta en servicio de la estación.



Gerencia de Operación y Mantenimiento de

Comunicaciones:

Actual	Propuesto
1. Monitoreo de la estación Celular.	1. Configuración de Parámetros en la central.

4.2.2. Flujo de Procesos.

En el cuadro siguiente se puede visualizar las diferencias entre las actividades del procedimiento actual y las actividades del procedimiento propuesto:

Procedimiento Actual	Procedimiento Propuesto
1. Zona de Búsqueda	1. Definir Parámetros
2. Análisis Técnico de los Sitios Candidatos	2. Zona de Búsqueda
3. Aprueba Candidato	3. Análisis Legal Opciones
4. Contrata Sitio	4. Validación Opciones
5. Estudios Técnicos de Ingeniería	5. Aprobación Opciones
6. Realiza el Documento del Proyecto	6. Análisis Financiero
7. Obra Civil de la Estación	7. Contratación del Sitio

- | | |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| 8. Instala los Equipos | 8. Entrega de Información |
| 9. Puesta en Servicio la Estación | 9. Diseño de Planos |
| 10. Monitoreo de la estación | 10. Revisión |
| | 11. Construcción Obra Civil |
| | 12. Desarrollo del Documento |
| | 13. Aceptación Obra Civil |
| | 14. Readecuaciones |
| | 15. Transporte de Equipos |
| | 16. Instala Equipos en Estación |
| | 17. Configuración Parámetros |
| | 18. Puesta en Servicio Estación |

4.2.3. Costos de Inversión.

Costos de Inversión con los Procedimientos Actuales.

El detalle aproximado de la inversión realizada en la instalación de una estación celular utilizando los procedimientos actuales fue:

Estación Celular Urbana

• Costo de Obra Civil	77,000.00 USD
• Costo de Equipos	64,000.00 USD
• Costos Operativos	800.00 USD
• Salario de Personal	3,500.00 USD
• Inversión Total	145,300.00 USD

Estación celular Rural

• Costo de Obra Civil	96,300.00 USD
• Costo de Equipos	60,800.00 USD
• Costos Operativos	980.00 USD
• Salario de Personal	3,200.00 USD
• Inversión Total	161,280.00 USD

Costos de Inversión con los Procedimientos Implementados.

Los costos de inversión proyectados en la instalación de la estación celular utilizando los procedimientos desarrollados, se los realizó en base a los parámetros definidos en el capítulo 3.4 del presente trabajo.

Estación Celular Urbana.

El cuadro siguiente muestra el detalle de todos los costos de inversión detallados en la instalación de una estación celular urbana.

	Actividades	# Recursos	USD hora/cada recurso	Tiempo en Actividades (h)	Inversión (USD)
A	Definir Objetivos de Cobertura				81.68
	Ingenieros	3	5.5	4.95	81.68
B	Zona de Búsqueda				50.40
	Ingenieros	1	5.5	6.30	34.65
	Chofer	1	2.5	6.30	15.75
C	Análisis Legal Opciones	1	5.5	9.00	49.50
D	Validación Opciones			0.00	119.70
	Ingenieros	3	5.5	6.30	103.95
	Chofer	1	2.5	6.30	15.75
E	Aprobación Opciones				222.75
	Ingenieros	3	5.5	13.50	222.75
F	Contratación del Sitio	1	5.5	9.00	49.50
G	Entrega de Información				80.44
H	Ingenieros	3	5.5	4.88	80.44
I	Diseño de Planos				1,000.00
J	Revisión de Planos				56.93
	Ingenieros	3	5.5	3.45	56.93
K	Construcción Obra Civil				78,000.00
L	Desarrollo del Documento				94.88
	Ingenieros	1	5.5	17.25	94.88
M	Aceptación Obra Civil				91.13
	Ingenieros	2	5.5	6.75	74.25
	Chofer	1	2.5	6.75	16.88
N	Readecuaciones	-	-	-	-
O	Transporte de Equipos				327.23
	Ingenieros	1	5.5	4.95	27.23
	Servicio de Transporte	-	-	-	300.00
P	Instalar Equipos en Estación				576.00
	Ingenieros	2	5.5	18.00	198.00
	Técnicos	4	4	18.00	288.00
	Chofer	2	2.5	18.00	90.00
Q	Configuración Parámetros				26.81
	Ingenieros	1	5.5	4.88	26.81
	Puesta en Servicio Estación				74.25
	Ingenieros	2	5.5	6.75	74.25
	EQUIPOS				59,600.00
	Costos Operativos				1,000.00
	INVERSIÓN TOTAL				\$ 141,501.18

El cuadro siguiente es un resumen de la inversión proyectada para instalar una estación Celular Urbana.



Obra Civil	\$ 79,000.00	55.83%
Salario de Personal	\$ 1,901.18	1.34%
Equipos	\$ 59,600.00	42.12%
Costos Operativos	\$ 1,000.00	0.71%
INVERSIÓN TOTAL	\$ 141,501.18	100.00%

Estación Celular Rural

	Actividades	# Recursos	USD hora/cada recurso	Tiempo en Actividades (h)	Inversión (USD)
A	Definir Objetivos de Cobertura				81.68
	Ingenieros	3	5.5	4.95	81.68
B	Zona de Búsqueda				51.60
	Ingenieros	1	5.5	6.45	35.48
	Chofer	1	2.5	6.45	16.13
C	Análisis Legal Opciones	1	5.5	9.00	49.50
D	Validación Opciones				122.55
	Ingenieros	3	5.5	6.45	106.43
	Chofer	1	2.5	6.45	16.13
E	Aprobación Opciones				103.95
	Ingenieros	3	5.5	6.30	103.95
F	Contratación del Sitio	1	5.5	9.00	49.50
G	Entrega de Información				80.44
	Ingenieros	3	5.5	4.88	80.44
H	Diseño de Planos				1,000.00
I	Revisión de Planos				106.43
	Ingenieros	3	5.5	6.45	106.43
J	Construcción Obra Civil				87,000.00
K	Desarrollo del Documento				74.25
	Ingenieros	1	5.5	13.50	74.25
L	Aceptación Obra Civil				91.13
M					74.25
	Ingenieros	2	5.5	6.75	74.25
	Chofer	1	2.5	6.75	16.88
	Readecuaciones	-	-	-	-
N	Transporte de Equipos				898.50
	Ingenieros	2	5.5	13.50	148.50
O	Servicio de Transporte	-	-	-	750.00
	Instalar Equipos en Estación				576.00
P					198.00
	Ingenieros	2	5.5	18.00	198.00
	Técnicos	4	4	18.00	288.00
	Chofer	2	2.5	18.00	90.00
	Configuración Parámetros				26.81
	Ingenieros	1	5.5	4.88	26.81
Q	Puesta en Servicio Estación				74.25
	Ingenieros	2	5.5	6.75	74.25
R	EQUIPOS				57,000.00
	Costos Operativos				380.00
	INVERSIÓN TOTAL				\$ 147,766.58

El cuadro anterior mostrado detalla todos los costos de inversión proyectados en la instalación de una estación celular urbana.

El siguiente cuadro es el resumen de la inversión proyectada para la instalación una estación Celular Rural.

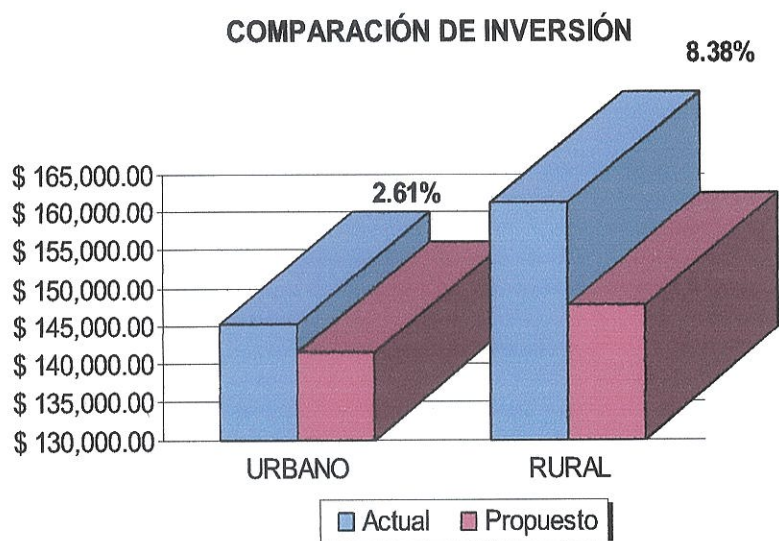
Salario de Personal	\$ 2,386.58	1.62%
Obra Civil	\$ 88,000.00	59.55%
Equipos	\$ 57,000.00	38.57%
Costos Operativos	\$ 380.00	0.26%
INVERSIÓN TOTAL	\$ 147,766.58	100.00%

El cuadro siguiente muestra el margen de diferencia de la inversión realizada para los posprocedimientos:

	Actual	Propuesto	Diferencia	
URBANO	\$ 145,300.00	\$ 141,501.18	\$ 3,798.82	2.61%
RURAL	\$ 161,280.00	\$ 147,766.58	\$ 13,513.42	8.38%

La figura 4.2.1 representa la diferencia de valores de los costos de inversión.





**GRÁFICO 4.2.3.1. DIFERENCIA DE INVERSIÓN PARA
INSTALAR UNA ESTACIÓN CELULAR.**

Como se puede apreciar, existe una diferencia significativa de ahorro en la inversión utilizando el procedimiento mejorado para instalar una estación celular. El uso de una herramienta matemática como lo es el método de Brown-Gibson demuestra que se puede generar un ahorro de inversión de hasta un 2.58%, este porcentaje de ahorro es significativo considerando que se instala un promedio semanal de veinte estaciones celulares a nivel nacional.

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Conclusiones

1. El proceso actual utilizado para instalar una estación celular, describe de manera muy general la secuencia de actividades que deben seguirse en todo el proceso, se omiten pasos y demuestran poco criterio de ingeniería. El procedimiento mejorado especifica las tareas más elementales con una secuencia lógica y ordenada, demostrando en cada uno de los pasos de la cadena de trabajo una justificación de cada actividad, generando simplicidad en las tareas.

2. La Zona de Búsqueda al ser realizado por una sola área responsable ahorra tiempo valioso a las demás áreas involucradas en el proyecto y por lo tanto un ahorro de dinero del 200% en realizar sólo esta actividad.
3. Se demuestra que se puede lograr reducir hasta un 20% el tiempo de integración de una estación celular implementando el procedimiento desarrollado para seleccionar la ubicación de la estación celular y realizando las mejoras a todo el proceso que implica instalar una estación celular.
4. El procedimiento para la selección y ubicación de la estación celular demuestra un panorama claro de los pasos, tareas y responsables del Proyecto, además del orden, se facilita la toma de decisiones para solucionar algún problema.
5. Los criterios de selección implementados son una herramienta, porque justifican la decisión mas importante del proyecto: "La inversión para construir una estación celular en el sitio adecuado e instalar el correcto tipo de estación".



6. Implementado el método de Brown-Gibson dentro del proceso para instalar una estación celular, se logra generar un ahorro de hasta el 8% de la inversión necesaria para instalar una estación celular.
7. Gracias al método PERT-CPM, se logra hacer una estimación de la culminación real del proyecto, obteniendo de esta manera una proyección real de integración de las estaciones celulares en un período de tiempo programado y evitar un Índice de Progreso (I.P.) negativo.

Recomendaciones.

1. Los jefes de cada área involucrada en el proyecto deben liderar cada actividad que le corresponde en el proceso mejorado para instalar una estación celular, para de esta manera lograr los beneficios esperados y evitar resistencia al cambio.
2. Difundir el procedimiento desarrollado a todas las áreas involucradas directa e indirectamente en el proyecto.
3. Poner en práctica el procedimiento desarrollado sin omitir un solo paso. Debe ser responsabilidad de los Gerentes del Departamento



Técnico tomar la decisión de resolver algún problema que se presente y que no este contemplado dentro del procedimiento, así como también omitir algún paso del proceso, todo esto previa autorización del Director del Departamento Técnico.



APÉNDICE A

RESUMEN DE OFERTAS PARA ADQUIRIR UN SITIO CELULAR

RESUMEN DE OFERTAS PARA ADQUISICION DE SITIOS CELULARES					
FECHA:					
NOMBRE ESTACIÓN:					
CIUDAD:					
PROVINCIA:					
	OPCIÓN 1	OPCIÓN 2	OPCIÓN 3	OPCIÓN 4	OPCIÓN 5
Tipo de Negociación:					
Propietario:					
Dirección:					
Características:					
Área:					
Valor:					
Valor m2					
Plazo:					
Teléfono de Contacto:					
Sitio Validado					
Documentación Legal:					
Observación:					
Recomendación: 					
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div> Negociado Por Nombre: _____ Analista de Contrataciones </div> <div> Revisado Por Nombre: _____ Gte. Implantación y Construcciones </div> <div> Autorizado Por Nombre: _____ Director Técnico </div> </div>					
Uso Dirección Financiera					
Opción Aprobada: <input type="checkbox"/>					
Comentarios: 					
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div> Autorizado Nombre: _____ Gte. Administrativo Financiero </div> <div> Autorizado Nombre: _____ Dpto. Jurídico y Regulatorio </div> <div> Autorizado Nombre: _____ Jefe de Auditoría </div> </div>					

APÉNDICE B

TIEMPOS ESPERADOS Y VARIANZAS DEL PROYECTO

Estación Celular Urbana

ACTIVIDAD		Tiempo Estimado (días)			t (días)	Varianza
		Mínimo	Normal	Máximo		
Definir Parámetros	A	0.3	0.5	1.0	0.55	0.01
Zona de Búsqueda	B	0.4	0.7	1.0	0.70	0.01
Análisis Legal Opciones	C	0.5	1.0	1.5	1.00	0.03
Validación Opciones	D	0.4	0.7	1.0	0.70	0.01
Aprobación Opciones	E	1.0	1.5	2.0	1.50	0.03
Contratación del Sitio	F	5.0	7.0	10.0	7.17	0.69
Entrega de Información	G	0.3	0.5	1.0	0.55	0.01
Diseño de Planos	H	0.5	1.0	1.5	1.00	0.03
Revisión de Planos	I	0.2	0.4	0.5	0.38	0.00
Construcción Obra Civil	J	10.0	15.0	20.0	15.00	2.78
Desarrollo del Documento	K	1.0	2.0	2.5	1.92	0.06
Aceptación Obra Civil	L	0.5	0.8	1.0	0.78	0.01
Readecuaciones	M	0.5	1.0	2.0	1.08	0.06
Transporte de Equipos	N	0.3	0.5	1.0	0.55	0.01
Instalar Equipos en Estación	O	1.0	2.0	3.0	2.00	0.11
Configuración Parámetros	P	0.3	0.5	1.0	0.55	0.01
Puesta en Servicio Estación	Q	0.5	0.8	1.0	0.78	0.01

Estación Celular Rural

ACTIVIDAD		Tiempo Estimado (días)			t (días)	Varianza
		Mínimo	Normal	Máximo		
Definir Parámetros	A	0.3	0.5	1.0	0.55	0.01
Zona de Búsqueda	B	0.5	0.7	1.0	0.72	0.01
Análisis Legal Opciones	C	0.5	1.0	1.5	1.00	0.03
Validación Opciones	D	0.5	0.7	1.0	0.72	0.01
Aprobación Opciones	E	0.4	0.7	1.0	0.70	0.01
Contratación del Sitio	F	7.0	14.0	21.0	14.00	5.44
Entrega de Información	G	0.3	0.5	1.0	0.55	0.01
Diseño de Planos	H	0.5	1.0	1.5	1.00	0.03
Revisión de Planos	I	0.5	0.7	1.0	0.72	0.01
Construcción Obra Civil	J	10.0	15.0	25.0	15.83	6.25
Desarrollo del Documento	K	1.0	1.5	2.0	1.50	0.03
Aceptación Obra Civil	L	0.5	0.8	1.0	0.78	0.01
Readecuaciones	M	0.5	1.0	1.5	1.00	0.03
Transporte de Equipos	N	1.0	1.5	2.0	1.50	0.03
Instalar Equipos en Estación	O	1.0	2.0	3.0	2.00	0.11
Configuración Parámetros	P	0.3	0.5	1.0	0.55	0.01
Puesta en Servicio Estación	Q	0.5	0.8	1.0	0.78	0.01

BIBLIOGRAFÍA

1. BACA URBIAN GABRIEL, Evaluación de Proyectos, Cuarta Edición, Editorial Mc Graw Hill, Mexico D.F., 2001, Pág. 90-93
2. CHIAVENATO IDAVELTO, Administración de Recursos Humanos, Quinta Edición, Editorial Mc. Graw Hill, Colombia, 2000, Pág. 7-20
3. HIZER JAY, RENDER BARRY, Dirección de la Producción "Decisiones Tácticas", Sexta Edición, Editorial Prentice Hall, Madrid, 2001, Pág. 235-261
4. RICHARD L. DOFT Y RICHARD M. STEERS, Organizaciones, El Comportamiento del Individuo y de los Grupos Humanos, Tercera Edición, Limusa-Grupo Noriega Editores, México D.F., 1992, Pág. 465-509

5. SCHROEDER ROGER G., Administración de Operaciones, Tercera Edición, Editorial Mc Graw Hill, México, 1992, Pág. 303-310