



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**DESARROLLO DE SISTEMA PARA CENSO  
DE REDES ELÉCTRICAS DE MEDIA Y BAJA  
TENSIÓN Y COORDINACIÓN DE TRABAJOS  
A NIVEL NACIONAL EN CFE**

**TRABAJO DE EXPERIENCIA  
PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
**INGENIERO EN COMPUTACIÓN**

P R E S E N T A:

**PÉREZ AGUIRRE OSCAR ALBERTO**

DIRECTOR:

**M.C. ALEJANDRO VELÁZQUEZ MENA**



**CIUDAD UNIVERSITARIA, MÉXICO, D.F. 2012**

## **AGRADECIMIENTOS**

*Primeramente quiero agradecer a Dios, ya que sin su luz no hubiera tenido la fortaleza para lograr terminar este trabajo y concluir esta etapa profesional de mi vida, gracias por iluminarme y permitirme llegar a este momento tan especial.*

*A ti paloma, todo mi agradecimiento y mi amor, por ayudarme a lograr que este sueño no quedara inconcluso, por apoyarme y guiarme con las personas correctas para llegar a la meta, por aguantar mis presiones y desvelos, por no dejarme caer nuevamente en la desidia de no terminar este proyecto, por todo lo que has hecho por mí y por quererme y amarme tanto como yo a ti. Gracias a ti, este proyecto hoy llega a su objetivo, gracias palomita, este triunfo también te lo dedico con todo mi amor.*

*A mis amados padres, que les puedo decir, creo que cualquier cosa que diga se quedaría corta para agradecerles todo lo que siempre hicieron por mí, su dedicación, su apoyo constante, sus palabras de aliento, su esfuerzo y sacrificio por darme una carrera profesional y hacerme una persona de bien. No tengo como agradecerles, pero si de algo sirve, este trabajo se los dedico con todo mi amor, por fin después de muchos años de espera logro llegar a la meta esperada. Mil gracias por acompañarme en este momento, tal y como siempre lo han hecho, Dios los bendiga siempre, los amo con todo mi corazón.*

*A ti mi Migue precioso, que me has enseñado el valor de vivir, el valor de una sonrisa, las ganas de lograr las cosas y de ser el mejor, porque desde hace 6 años que Dios me dio la bendición de ser tu papá, me has hecho el padre más feliz del mundo. Gracias por enseñarme tantas cosas, gracias por ser quien eres, gracias por guardar silencio ayudándome a concentrarme para lograr estudiar y terminar este trabajo. Te amo con todo mi corazón y así como tú me has dedicado tus goles, yo te dedico este éxito y espero verte muy pronto debutando con nuestros adorados PUMAS. Te amo.*

*A tí Lulú, mi hermana, muchas gracias por apoyarme cuando más lo necesitaba, de verdad que valoro mucho lo que has hecho por mí y valoro mucho lo que eres, por eso Dios te bendijo con esos dos hermosos hijos.*

*A mis Tíos Migue, Tino y Ceci, porque aunque ya no están con nosotros agradezco todo lo que me enseñaron, ya que siempre fueron y serán mi ejemplo a seguir, y por que se que desde donde estén, estarán tan contentos como yo de este logro, a ustedes, también les dedico con mucho cariño este esfuerzo, que Dios los bendiga y los siga abrazando allá arriba.*

*A mis mejores amigos y compadres, Adrián y Edgar, mil gracias por estar siempre conmigo, por sus consejos, apoyo incondicional y sobre todo por su amistad sincera, definitivamente sin ustedes esta vida no sería igual de divertida. Gracias!*

*Al Maestro Alejandro Velázquez, gracias por apoyarme en este proyecto, por su interés en mi trabajo y por devolverme las ganas de terminar mi carrera y llegar a esta meta, gracias por todas las sesiones de trabajo, las cuales han sido de mucha ayuda.*

*Gracias a Hugo y Félix por su apoyo constante en el trabajo y por su apoyo incondicional. Gracias por que sin ustedes este trabajo no hubiera podido ser concluido.*

*Gracias a tí Alfonso, por todo tu apoyo para lograr terminar mi carrera, gracias por creer en mí y darme la oportunidad de crecer.*

*Gracias a todos y cada una de las personas que han dejado huella en mi vida, tanto personal como profesionalmente, que quizás no menciono en estas páginas pero que los llevo en mi mente y corazón, gracias porque cada uno de ustedes, quizás sin saberlo, me han ayudado a hacer este sueño realidad.*

**Gracias!**

# INDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>1. Marco Teórico</b>	<b>3</b>
1.1 La electricidad en México	3
1.2 Ciclo de la electricidad en CFE	7
1.3 Organigrama de CFE	8
<b>2. Descripción de los Proyectos desarrollados en CFE</b>	<b>11</b>
2.1 Planoteca Digital	11
2.2 Sistema de Levantamientos de Atributos en Campo V1 (SLAC V1)	11
2.3 Levantamientos de Atributos en Campo para la División de Distribución Centro Sur	12
2.4 Desarrollo del Sistema para el Levantamiento de Atributos en Campo para Alta Tensión (SLAC AT)	13
2.5 Levantamiento de los sitios de Ubicación de Transformadores y Usuarios, con Terminal Portátil, para la División de Distribución Noroeste	15
2.6 Desarrollo de la versión 2 del Sistema de levantamientos de Atributos en Campo (SLAC)	16
2.7 Levantamientos de Atributos en Campo para la División de Distribución Oriente (DDO)	17
2.8 Levantamientos de Atributos en Campo para la División de Distribución Peninsular (DDP)	18
2.9 Desarrollo del Sistema Portátil para inventario de Vegetación para programación de poda y brecha (SIB)	19
2.10 Sistema Nacional para la Atención de Emergencias Geográfico (SISNAE-GEO)	20
<b>3. Proyecto de Levantamiento de Atributos en Campo de redes de energía eléctrica de media y baja tensión</b>	<b>23</b>
3.1 Planteamiento del problema	23



3.2	Objetivos	29
3.3	Estrategia metodológica del proyecto	29
3.3.1	Análisis FODA	29
3.3.2	Sustento Teórico	30
3.3.3	Cumplimiento de aspectos legales y éticos	31
3.4	Innovación y novedad del Proyecto	32
3.4.1	Limitaciones técnicas del estado actual	33
3.4.2	Avances que se lograron con el Proyecto	34
3.5	Planeación y gestión del Proyecto	40
3.5.1	Descripción de actividades	40
3.5.2	Programación de módulos de captura y edición	45
3.6	Identificación de riesgos y puntos críticos	49
3.6.1	Gestión de cambios, imprevistos y riesgos identificados	49
3.6.2	Estructura organizativa y de personal	50
3.6.3	Control de programa de trabajo	51
3.6.4	Gestión de la documentación del proyecto	52
<b>4.</b>	<b>Resultados</b>	<b>55</b>
4.1	Sobre el Sistema de Levantamientos de Atributos en Campo SLAC V2	55
4.1.1	Beneficios Económicos	55
4.1.2	Beneficios Ambientales	57
4.1.3	Otros beneficios	57
4.1.4	Estandarización del SLAC V2	58
4.1.5	Documentación	58
4.2	Sobre el Levantamiento de Atributos en Campo de redes eléctricas de media y baja tensión	59
4.2.1	Reconocimiento preliminar	59
4.2.2	Consulta de cartografía	60
4.2.3	Personal Técnico	64
4.2.4	Vehículos	69
4.2.5	Cultura ecológica y personal	71
4.2.6	Situaciones de alto riesgo	73
	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>75</b>
	<b>ANEXO</b>	<b>79</b>
	<b>GLOSARIO</b>	<b>99</b>
	<b>REFERENCIAS</b>	<b>101</b>

# INTRODUCCIÓN

El presente trabajo presenta a detalle algunas de las actividades importantes de experiencia laboral dentro de la empresa Comisión Federal de Electricidad (CFE), en la cual laboro desde hace un poco más de trece años y que permitieron poner en práctica los conocimientos adquiridos durante mi vida académica en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Los proyectos iniciales fueron en mayo de 1998, realizando el soporte técnico del equipo de cómputo del Departamento de Geomática, del cual se hablará más adelante. Poco a poco se me fueron delegando funciones y responsabilidades mayores, solicitando el desarrollo de distintas aplicaciones básicas y especializadas, desde manejo de inventarios de equipo de cómputo, software y mobiliario; hasta Sistemas de Información Geográfica (SIG), conteniendo información de vital importancia para la CFE.

Actualmente desempeño el cargo de Jefe de la Oficina de Sistemas de Información Geográfica en el Departamento de Geomática perteneciente a la Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil.

El presente trabajo está dividido en cuatro capítulos, esto con la finalidad de dar una explicación más clara de la experiencia que se ha tenido en estos años en CFE.

El primer capítulo comprenderá un marco teórico explicando la historia de la electricidad en México y de la Comisión Federal de Electricidad, partiendo desde su creación hasta su situación actual.

En el segundo capítulo, se mencionarán los sistemas de cómputo en los que he participado así como los proyectos en los que tuve la oportunidad de coordinar y que considero han tenido trascendencia en la CFE a nivel nacional y que hasta la fecha se siguen utilizando para beneficio de la propia empresa.

El tercer capítulo se centrará en el proyecto de “Levantamiento de atributos en campo de las redes eléctricas de media y baja tensión”, el cual incluye desde el desarrollo de una aplicación móvil para captura de datos en campo, hasta la inclusión de información a una base de datos y la coordinación de éstos trabajos en campo a nivel Nacional.

En el cuarto capítulo se comentarán los resultados del proyecto mencionado en el capítulo tres, haciendo énfasis en los beneficios que se obtuvieron, tanto económicos como ambientales y el ahorro que se logró en CFE al utilizarse la aplicación móvil “Sistema de levantamientos de atributos en campo SLAC V2”.

Finalmente se mencionarán las conclusiones, informando sobre los aspectos importantes que se lograron con el uso del SLAC V2 y de la coordinación de los trabajos de campo a nivel Nacional.



# CAPITULO I. MARCO TEÓRICO

## 1.1 La electricidad en México

*1879-1921.* El inicio de la energía eléctrica en México se remonta a finales del siglo XIX cuando comienza el periodo presidencial de Porfirio Díaz (1877-1911). Durante el Porfiriato, en 1879 se instala en el estado de Guanajuato, en la ciudad de León, la primera planta termoeléctrica (de calor) generadora de energía eléctrica, utilizada por la fábrica textil La Americana.

*1922.* Se crea la Comisión Nacional de Fuerza Motriz, organismo dedicado a regular los planes eléctricos, lograr el uso óptimo de los recursos energéticos, vigilar la aplicación de tarifas y resolver conflictos derivados de la relación entre empresas y consumidores.

*1926.* El 11 de mayo se expide el Código Nacional Eléctrico, primer obra legislativa en esta materia y que representa un intento para unificar la incipiente regulación, así como de pretender construir una estructura jurídica-regulatoria del servicio público y declara a la industria eléctrica de utilidad pública.

*1933-1934.* El 29 de diciembre de 1933, el Congreso de la Unión reforma el Artículo 73 constitucional y reserva en exclusiva a la federación la facultad de legislar en materia de energía eléctrica; asimismo, se autoriza al Ejecutivo Federal, mediante el decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 18 de enero de 1934, para constituir la Comisión Federal de Electricidad (CFE), entidad que tendría por objeto “organizar y dirigir un sistema nacional de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, basado en principios técnicos y económicos, sin propósito de lucro y con la finalidad de obtener a un costo mínimo, el mayor rendimiento posible en beneficio de los intereses generales” (Artículo 1º).

*1937.* El 14 de agosto, el entonces Presidente Lázaro Cárdenas, expidió la Ley que crea la Comisión Federal de Electricidad, en uso de las facultades que le concedió el Congreso de la Unión, en materia de industria eléctrica (DOF 24-08-1937) y que señala que el abastecimiento de la electricidad es un servicio público que puede ser prestado por particulares mediante concesiones.

*1938-1939.* Conforme a la Ley de la Industria Eléctrica expedida el 31 de diciembre de 1938 y publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de febrero de 1939, se establecen las condiciones de prestación del servicio y se señala también, la capitalización del patrimonio de Comisión Federal de Electricidad que sólo se hacía mediante los recursos provenientes de un impuesto del 10%, sobre el consumo de energía eléctrica en el país y poder destinar inversiones a las regiones rurales.

*1940-1954.* En sus primeros años la CFE, con base en la política de inversión pública realizada, procura conjuntar y orientar esfuerzos para cubrir la demanda generada por la industrialización del País, principalmente por dos vertientes: a) elevar la utilización del equipo existente y, b) la operación de las plantas de servicio privado, cuyo crecimiento se dio a un ritmo constante en el período.

En 1944, se pone en operación la primera central hidroeléctrica, construida por ingenieros de la propia CFE, proyecto Ixtapantongo.

Así mismo, se continuó el establecimiento del marco jurídico a la actividad eléctrica, fruto de ello es la promulgación del Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica (DOF 04-X-1945).

*1949.* El 14 de enero, se publicó el decreto que establece las bases para el funcionamiento de la Comisión Federal de Electricidad, mediante el cual llega a ser un organismo público descentralizado, con personalidad jurídica y patrimonio propio. A partir de esta fecha fue notable el desarrollo registrado por esta entidad y a tal grado que si en 1949 contaba con 23 plantas generadoras y una capacidad de 44,000 kw, para 1952, ya tenían 215 plantas y una capacidad instalada de 390,000 kw. Su desarrollo se obtuvo en forma acelerada y permanente: así, de los 8,457 millones de kw/h que se generaron en el país durante 1960, la Comisión Federal de Electricidad, aportó 4,229 millones de kw/h representando el 50% de la generación total: sin embargo, entregó un bloque de 1,821 millones de kw/h a la Compañía Mexicana de Luz y Fuerza Motriz, S.A. y 701 millones de kw/h a impulsora de Empresas Eléctricas, S.A.

*1952.* Se establece el Departamento de Juntas Estatales de Electrificación, dependiente de la CFE, que fue la vía para realizar la electrificación de las comunidades rurales.

*1960.* El 21 de abril, el Gobierno Federal compró los bienes del grupo de empresas pertenecientes a la American and Foreign Power Company, representada por Impulsora de Empresas Eléctricas, S.A. Con esta operación se inicia la nacionalización de la industria eléctrica, pues con la suma de la capacidad instalada de este grupo de empresas (369,000 kw) a la capacidad de la CFE (1,063,830 kw) la entidad adquirió ya el 71.3% de la capacidad total existente.

En ese mismo año de 1960 el Gobierno Federal, adquirió el 90% de las acciones comunes y preferentes de The Mexican Light and Power Company, tomando posesión de la misma el día 27 de septiembre, fecha que ha quedado registrada en la historia de México, como el Día de la Nacionalización de la Industria Eléctrica.

El proceso de nacionalización se consumó formalmente el 29 de diciembre al hacerse una adición al Artículo 27 de la Constitución, por el cual se reserva en exclusividad a la nación, lo referente a la generación, conducción, transformación distribución y abastecimiento de energía eléctrica, que tenga por objeto la prestación de servicio público sin concesiones a particulares y debiendo aprovechar los bienes y recursos naturales requeridos para esos fines.

*1966.* La comisión Federal de Electricidad, adquirió de la Nacional Financiera, las acciones de Industrial Eléctrica Mexicana, constituyéndose como propietaria única de las mismas.

*1967.* Por acuerdo del Ejecutivo Federal, se ordenó la incorporación de los bienes de las 19 empresas eléctricas filiales a la CFE, estableciéndose su disolución y liquidación, a efecto de lograr la integración del sistema eléctrico nacional.

*1973.* Se decide la unificación de frecuencia en el país a 60 ciclos, como un requisito técnico para la integración de la industria eléctrica.

*1974.* En el mes de diciembre, se publicó el acuerdo presidencial que autorizó la disolución y liquidación de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S.A. y sus Asociadas, autorizándose a la CFE, para adquirir sus activos.

*1975.* En enero se decretó la disolución y liquidación de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S.A. y de sus Asociadas; La Compañía Meridional de Fuerza, S.A., la Compañía de Luz y Fuerza de Toluca, S.A. y la Compañía de Luz y Fuerza de Pachuca, S.A.

El 10 de diciembre, con la promulgación de la Ley del Servicio Público de energía Eléctrica, la CFE, se constituyó en la encargada única de la prestación del servicio público de energía eléctrica.

1978. Dentro del proceso de integración del Sector Eléctrico, la interconexión del sistema central en este año, constituye la aportación técnica mas importante, que permite el máximo aprovechamiento de la capacidad instalada de CFE, para satisfacer una demanda siempre creciente.

1980-1990. Debido a la crisis económica internacional, el Gobierno Federal replantea la concepción acerca de la utilización eficiente de la energía con base en el ahorro y su optimización en el corto plazo.

Dicha política se incluye en el Programa Nacional de Energía 1980-1982 y en el Programa Nacional de Energéticos 1984-1988. Asimismo, se pretende un cambio para diversificar la generación eléctrica pasando de plantas termoeléctricas hacia el tipo carboeléctrico, hidroeléctrico, nucleoeeléctrico y geotérmico.

1982. Inicia operaciones la Central Carboeléctrica de Río Escondido, primera en su tipo que cuenta con un sistema de enfriamiento de vapor de agua, basado en la experiencia de especialistas en hidroeléctricas y termoeléctricas.

Igualmente, se crea por disposición presidencial (D.O.F. 28-IX-1989) la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE) para ser un órgano técnico de consulta respecto del ahorro de la energía y su uso eficiente, tanto de la Administración Pública Federal como de los particulares y de los gobiernos estatales y municipales.

1990. Entra en operación comercial la primera unidad de la Central Nucleoeeléctrica de Laguna Verde.

1992. A propuesta de la Dirección General de CFE a la Junta de Gobierno de realizar adecuaciones a la estructura orgánica de la entidad, con la conformidad de la entonces Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal y del Sindicato Único de Trabajadores Electricistas de la República Mexicana: la estructura de la CFE, fue dictaminada por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) en el mes de junio de 1992.

1994. En virtud de los cambios recientes en la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica en materia de productores independientes, así como por necesidades surgidas en distintas áreas para modernizar las estructuras y otorgar niveles acordes a la responsabilidad, en reunión ordinaria de la Junta de Gobierno de la Entidad, celebrada el 17 de marzo, se emitió acuerdo para modificar la Estructura Orgánica de la CFE, la cual fue dictaminada favorablemente por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) y la Secretaría de Contraloría y Desarrollo Administrativo (SECODAM): en el mes de julio.

1995. En reunión celebrada por la Junta de Gobierno el día 7 de marzo, se aprobó una nueva estructura que fue dictaminada favorablemente por la SHCP y validada por la SECODAM con vigencia a partir del 1 de junio de 1995.

1997. El 8 de enero fue dictaminada la estructura de la entidad para regularizar la estructura no básica de CFE, con vigencia a partir del 1 de noviembre de 1996.

1998. El 9 de febrero por reestructurarse el órgano de Control Interno de la entidad, se dictaminaron favorablemente estos cambios por la SHCP y la SECODAM, con vigencia a partir del 1 de noviembre de 1997.

Para lograr la congruencia con las metas y retos del sector eléctrico, el 11 de mayo la Junta de Gobierno de Comisión Federal de Electricidad aprueba una propuesta de modificación a la

estructura orgánica para crear 4 nuevas direcciones: Dirección de Operación, Dirección de Finanzas y Administración, Dirección de Proyectos de Inversión Financiada y la Dirección Delegada para la Modernización y el Cambio Estructural, a fin de atender: la continuidad en la prestación del Servicio Público de Energía Eléctrica: el diseño de esquemas financieros adecuados e instrumentación de acciones para lograr la oportuna y correcta licitación y ejecución de proyectos de infraestructura eléctrica, así como la transformación corporativa de la Comisión Federal de Electricidad para asegurar el desarrollo sostenido de la Industria Eléctrica Nacional.

Las dependencias globalizadoras aprueban la estructura básica hasta nivel de coordinación con vigencia a partir del 16 de mayo: posteriormente la estructura no básica derivada de la reestructuración, con vigencia a partir del 1 de octubre de 1998, y por último, la creación de la Coordinación de Programación y Análisis Administrativo dependiente de la Dirección de Operación, con vigencia a partir del 16 de noviembre de 1998.

*1999.* El 1 de junio, la Junta de Gobierno aprueba la separación funcional de la Dirección de Finanzas y Administración para conformar por una parte la Dirección de Finanzas y por otra la Dirección de Administración, así como la incorporación a la estructura orgánica de la Dirección de Administración de las áreas siguientes: la Coordinación de Asuntos Jurídicos, la Gerencia de Desarrollo Social y la Gerencia de Abastecimientos, que se había reubicado temporalmente en la Dirección de Operación.

*2000.* Después de haber sido aprobados por la Junta de gobierno de CFE, el 1 de abril de ese año, la Unidad de Servicio Civil de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) y la Secretaría de Contraloría y Desarrollo Administrativo (SECODAM), autorizaron también los cambios de adscripción de las Subdirecciones de Programación y de Construcción, a la Dirección General y a la Dirección de Proyectos de Inversión Financiada, respectivamente. De esta manera quedó conformada la estructura básica de la CFE por 16 unidades administrativas en los primeros 3 niveles orgánicos de Dirección General, Direcciones y Subdirecciones.

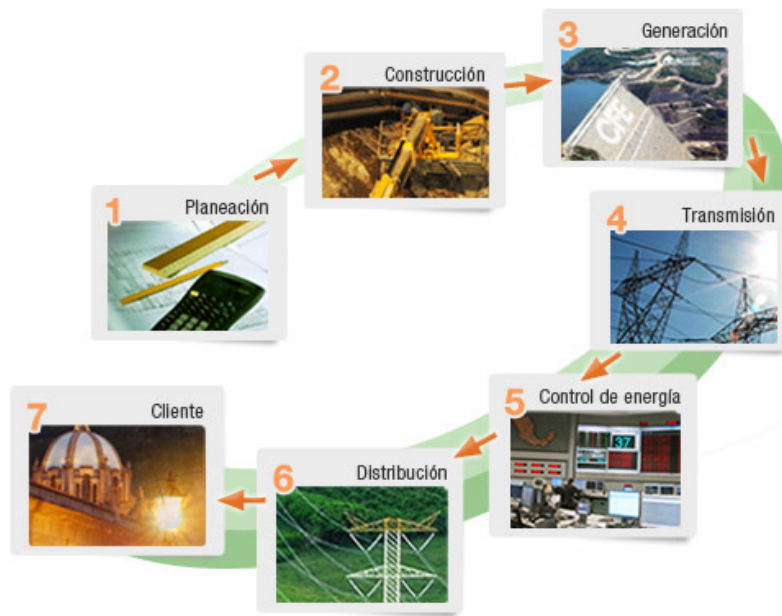
*2001-2003.* En la Dirección de Operación se incorporan 2 subdirecciones a su estructura, la de Energéticos y Seguridad y derivado de la separación funcional de la Subdirección de Transmisión, Transformación y Control que da lugar a la Subdirección del Centro Nacional de Control de la Energía. Por lo que respecta a la Dirección de Finanzas se renivelan 2 coordinaciones, incorporándose a su estructura las Subdirecciones de Operación Financiera y la de Control Financiero, con lo cual la estructura básica de la CFE quedó conformada por 21 unidades administrativas en los primeros 3 niveles orgánicos de Dirección General, Direcciones y Subdirecciones .

*2007.* Se modifica la estructura orgánica, al aprobarse, el 10 de julio de 2007, por la Junta de Gobierno, la desaparición de la Subdirección Técnica, adscrita a la Dirección de Operación, permaneciendo las gerencias que conformaban su estructura orgánica, con los cambios de adscripción, siguientes: la Gerencia de Laboratorio de Pruebas de Equipos y Materiales y la Gerencia de Informática y Telecomunicaciones a la Dirección de Modernización y Cambio Estructural: la Gerencia de Protección Ambiental y la Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil a la Dirección de Proyectos de Construcción: la Gerencia de Seguridad Industrial pasa a depender de la Subdirección de Generación y la Unidad de Ingeniería Especializada se transforma en la Gerencia de Ingeniería Especializada y pasa a depender directamente de la Dirección de Operación .

Asimismo, con objeto de dar cumplimiento al Título de Concesión, para operar y contratar las redes de fibra óptica, se aprueba la incorporación de la Coordinación de Operación de Fibra Óptica con adscripción a la Subdirección de Transmisión y de la Coordinación CFE TELECOM con adscripción a la Dirección de Modernización y Cambio Estructural.

## 1.2 Ciclo de la electricidad en CFE

CFE cuenta con una planeación para el logro de sus objetivos y metas de corto, mediano y largo plazos, en correspondencia con las oportunidades y amenazas que ofrece el entorno, aprovechando las mejores opciones de inversión y producción de energía que permitan satisfacer la demanda presente y futura de electricidad a costo global mínimo y con un nivel adecuado de confiabilidad y calidad. Esto lo muestra el Ciclo de la electricidad de la Figura 1.1.



*Figura 1.1. Ciclo de la electricidad en CFE*

Para contar con la energía eléctrica necesaria para el crecimiento y desarrollo del país, la Comisión Federal de Electricidad construye centrales generadoras, líneas y subestaciones que producen, transmiten, transforman y distribuyen la energía eléctrica a lo largo del país.

La generación de energía eléctrica requerida por la población, la industria, la agricultura, y los servicios, se realiza con diferentes tipos de centrales, dependiendo de la generación de que se trate, ya sea termoeléctrica, hidroeléctrica, turbogas, geotérmica, nuclear, carboeléctrica y eololéctrica.

Para conducir la electricidad desde las plantas de generación hasta los consumidores finales, CFE cuenta con redes eléctricas de transmisión y de distribución de alta, media y baja tensión.

A través del Centro Nacional de Control de Energía se optimiza la infraestructura física, equilibrando la demanda que requieren los consumidores finales en condiciones de cantidad, calidad y precio.

Para que la luz llegue a los hogares y sectores de la economía, CFE cuenta con una red de líneas y subestaciones de distribución lo que, aunado a diferentes medios de atención electrónica altamente eficientes, permite ofrecer una atención orientada a la satisfacción del cliente, con criterios de competitividad y sustentabilidad.



### 1.3 Organigrama de CFE

El organigrama de CFE se ilustra en las Figuras 1.2 (a) y 1.2 (b), se muestra desde el Director General hasta la estructura de la Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil (GEIC), llegando hasta el Departamento de Geomática, en el cual me desarrollo.

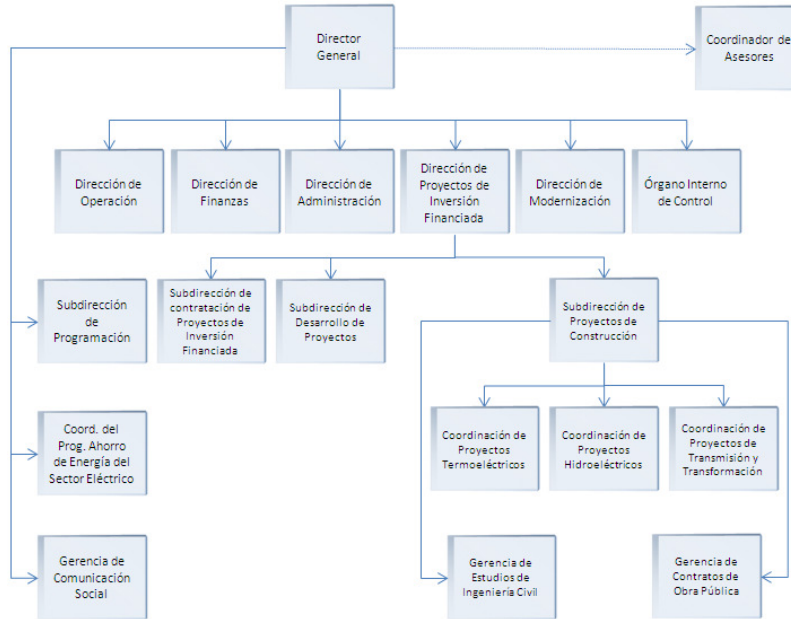


Figura 1.2 (a). Organigrama de CFE



Figura 1.2 (b). Organigrama de la GEIC

Los distintos trabajos que he desarrollado son realizados en el Departamento de Geomática, el cual depende de la Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil (GEIC), la cual es una Gerencia integrada

por poco más de 500 especialistas en 22 disciplinas, relacionadas principalmente con las Ciencias de la Tierra y la Ingeniería Civil (Figura 1.3).

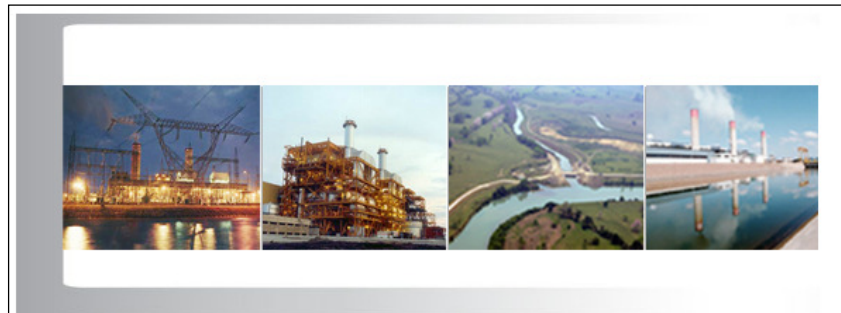


**Figura 1.3.** Disciplinas y líneas de negocio que conforman a la GEIC

La GEIC proporciona servicios especializados y soluciones integrales a quienes diseñan, construyen y operan obras de ingeniería, todo ello a través del conocimiento y experiencia de su personal.

Internamente la GEIC está organizada en centros de resultados para proporcionar los servicios solicitados y en áreas que apoyan la operación de los proyectos.

El Departamento de Geomática realiza Estudios y Proyectos (Figura 1.4) a partir del procesamiento y análisis de imágenes de satélite, integración de bases de datos, generación de sistemas geoespaciales y aplicaciones de Sistemas de Información Geográfica (SIG).



**Figura 1.4.** Proyectos realizados por el Departamento de Geomática

El Departamento de Geomática cuenta con las principales herramientas para el Desarrollo e implementación de Sistemas de Información Geográfica, Bases de Datos Geoespaciales, Percepción Remota y Desarrollo de Sistemas en equipos portátiles.

Los productos y servicios generados permiten obtener información confiable y oportuna para la toma de decisiones de la alta dirección en proyectos de ingeniería, a través de soluciones integrales especializadas generadas tanto de manera global como específicas (regional).

La experiencia del personal, ha permitido implementar continuamente acciones de mejora en los procesos, innovación tecnológica y generación de nuevos productos y servicios.

En el siguiente capítulo se mencionarán proyectos en los que he participado y que dan muestra clara de la innovación tecnológica que caracteriza el Departamento de Geomática.

## CAPITULO 2. DESCRIPCIÓN DE LOS PROYECTOS DESARROLLADOS EN CFE

Los Proyectos más relevantes que he desarrollado y/o coordinado son los siguientes:

### 2.1 Planoteca Digital

Proyecto desarrollado en el 2001, en el que participamos 4 personas, 2 de ellas se encargaron del escaneo del acervo cartográfico del INEGI de las Cartas Topográficas Escala 1:50000. Mi participación consistió en coordinar el proyecto, desarrollar una aplicación que sirviera como interface de la Base de Datos y participé en el Diseño de la Base de Datos en Access con datos relevantes de cada carta como:

- Nombre de Carta
- Clave
- Fecha de Impresión
- Estados que abarca
- Condiciones generales
- Fecha de escaneo

La aplicación fue desarrollada como stand alone y se instaló en el servidor que se tenía en aquel entonces en el Departamento de Geomática.

El resultado fue contar con un acervo cartográfico digital, con información básica para el desarrollo de proyectos de la GEIC.

### 2.2 Sistema de Levantamientos de Atributos en Campo V1 (SLAC V1)

Proyecto desarrollado para la División de Distribución Oriente en el 2005, consistió en una aplicación móvil, con GPS y cartografía asociada (Figura 2.1), para realizar el levantamiento en campo de la infraestructura eléctrica de media y baja tensión.

Los principales componentes eléctricos de los cuales se recababan datos en campo eran:

- Línea Primaria
- Línea Secundaria
- Transformador de CFE
- Transformador Particular
- Poste
- Estructura Primaria
- Estructura Secundaria



*Figura 2.1. PDA, GPS y cartografía utilizada para realizar levantamientos*

El resultado del proyecto fue una base de datos geográfica (georreferida), en coordenadas geográficas y proyección WGS84, la cual ubica espacialmente los postes y líneas de media y baja tensión. Esta información es susceptible de ser utilizada con otras capas de información geográfica, tales como imágenes de satélite, cartografía, ortofotos, etc. (Figura 2.2).



*Figura 2.2. Resultado de un levantamiento sobrepuesto en imagen de satélite ikonos*

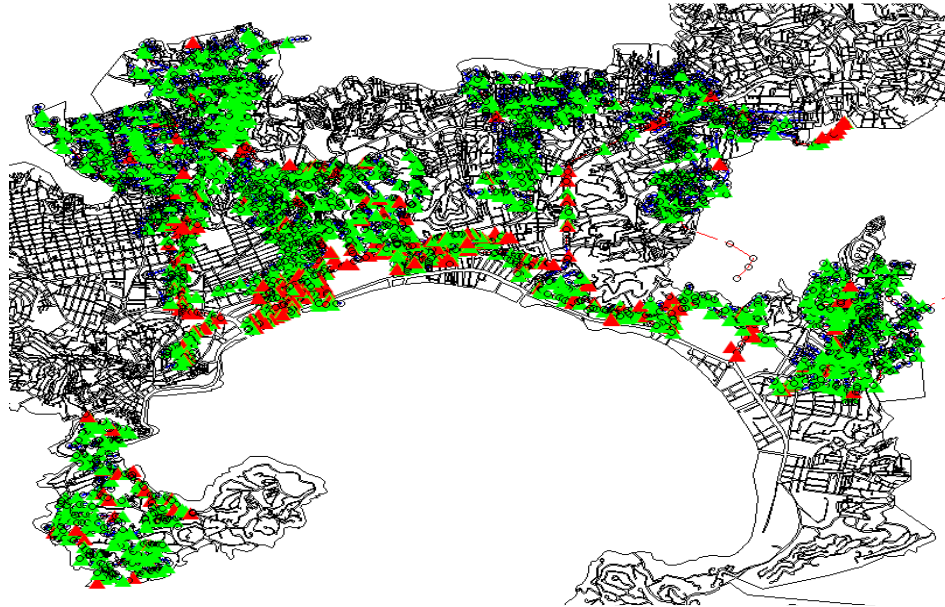
Mi rol fue el de Jefe de Proyecto, coordinando a 35 personas, realizando supervisiones tanto en campo como en gabinete; a la Base de Datos con la información de cada circuito, para su posterior entrega al cliente.

La utilización de pantallas de captura es muy importante ya que solo permite registrar la información que por Normatividad tiene el Área de Distribución de CFE a nivel Nacional, lo cual ayuda a minimizar los posibles errores en los levantamientos de información en campo.

### **2.3 Levantamientos de Atributos en Campo para la División de Distribución Centro Sur.**

El proyecto consistió en realizar el levantamiento de datos en campo de la red eléctrica perteneciente a la División de Distribución Centro Sur (DDCS). Los trabajos comprendieron el censo de información de 80,000 postes, divididos en las Zonas de Distribución eléctrica Acapulco (Figura 2.3), Valle de Bravo y Villa Victoria.





*Figura 2.3. Resultado del levantamiento de datos realizado en Acapulco, Gro.*

En este proyecto participé como Jefe de Proyecto, coordinando los trabajos tanto en campo como en gabinete de 18 personas.

El resultado fue que la DDCS contará con un censo actualizado de la infraestructura eléctrica georreferido de su zona.

## **2.4 Desarrollo del Sistema para el Levantamiento de Atributos en Campo para Alta Tensión (SLAC AT).**

El proyecto fue desarrollado en el año 2006 y consistió en una aplicación similar al SLAC para media y baja tensión, la diferencia con el SLAC AT es que éste último fue programado para capturar datos en campo de las torres y líneas de Transmisión.

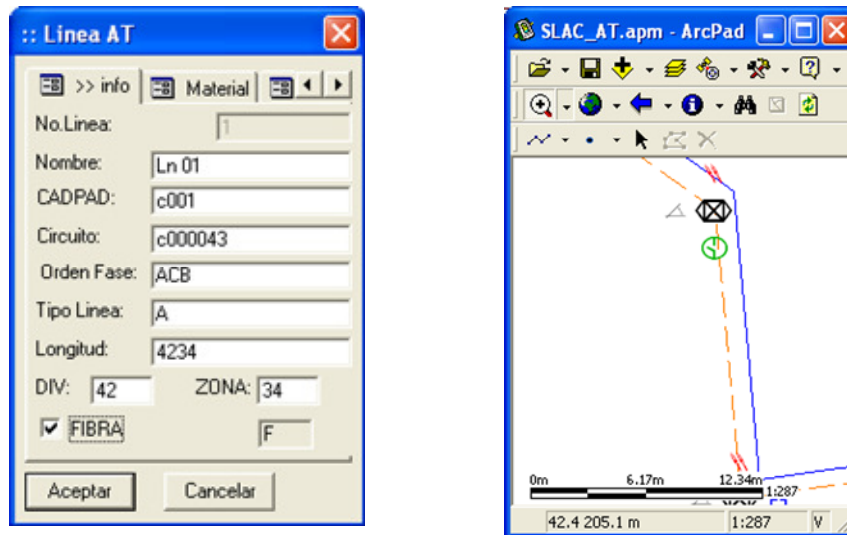
Los principales datos que se capturaban en campo de cada torre (Figura 2.4) son:

- Línea de Alta Tensión (115, 230, 400 KV)
- Línea de Fibra Óptica
- Subestación
- Estructura o Torre
- Caja de Empalme
- Cuchilla



**Figura 2.4.** Fotografía de Torre de Transmisión.

Mi rol en fue como Jefe de Proyecto, coordinando los trabajos de 4 personas. Se desarrollaron varias pantallas de captura (Figura 2.5) que permitieron obtener una gran cantidad de datos en campo que sirven como base para estudios y mantenimiento de la red eléctrica de alta tensión.



**Figura 2.5.** Ejemplos de pantallas de captura del SLAC AT

El resultado obtenido fue una aplicación que logró sistematizar el proceso de captura de información de la red eléctrica de alta tensión, con lo cual se puede obtener un censo actualizado de la infraestructura eléctrica, así como la posibilidad de detectar equipo (torres, tornillería, conductores) en mal estado (oxidados), así como vegetación alrededor de las torres que pudieran provocar fallas en el suministro eléctrico.

## 2.5 Levantamiento de los sitios de Ubicación de Transformadores y Usuarios, con Terminal Portátil, para la División de Distribución Noroeste.

Este Proyecto se ha realizado desde el año 2007 hasta la fecha. Consiste en recabar información en campo de cada transformador de CFE que se encuentra en las calles y de los usuarios (medidores) que se encuentran conectados al mismo.

Los trabajos se desarrollan en las diez zonas de Distribución que comprende la División de Distribución Noroeste (Figura 2.6), las cuales se encuentran ubicadas en los Estados de Sonora y Sinaloa, las zonas son:



*Figura 2.6. Mapa de las 10 zonas de Distribución de la DDNO*

Los principales datos que se recaban son:

- No. de Banco (transformador)
- No. Económico
- Capacidad
- No. de Medidor
- RPU del usuario
- Datos de equipos de seccionamiento (cuchillas, seccionalizadores)

Los trabajos incluyen capturar en campo los datos antes mencionados a través de una Terminal Portátil, para posteriormente descargar esta información en la Base de Datos del Sistema de Información Administrativa de Distribución (SIAD), el flujo del proyecto lo muestra la Figura 2.7.





*Figura 2.7. Flujo de captura de información en campo*

En este proyecto se me asignó el rol de Jefe de Proyecto, coordinando los trabajos tanto en campo como en gabinete de 35 personas.

El resultado es conocer al número de usuarios conectados a cada banco (transformador), para saber si éste está sobrecargado o subutilizado.

## 2.6 Desarrollo de la versión 2 del Sistema de levantamientos de Atributos en Campo (SLAC V2).

Debido a la gran aceptación que tuvo el desarrollo de la aplicación SLAC en su primera versión, las distintas Divisiones de Distribución a nivel Nacional, solicitaron agregar más campos de información a la Base de Datos y realizar mejoras sustanciales al sistema para aprovechar aún más la información.

Es por ello que se decide desarrollar la segunda versión al sistema, lo cual significó un mayor y mejor uso, además de facilitar la captura en campo y de incluir validaciones a la aplicación, de modo que se asegura que la información es más confiable.

Algunas de las mejoras más importantes que tuvo la segunda versión fueron:

- Base de datos con 198 campos de información
- Repetir Información anterior
- Formar catálogos configurables
- Manipulación de BD independientes
- Nuevos atributos de poste
- Nueva forma de captura de estructuras y retenidas
- Borrado de instalaciones
- Reporte del levantamiento
- Etiquetado de elementos de estructuras (símbolos)
- Reposicionamiento automático de líneas
- Barras de herramientas personalizada
- Mensajes de ayuda para captura y digitalización

En este proyecto tuve el rol de Jefe de Proyecto, coordinando el trabajo de 3 personas. Algunas de las pantallas de captura del sistema las muestra la Figura 2.8.

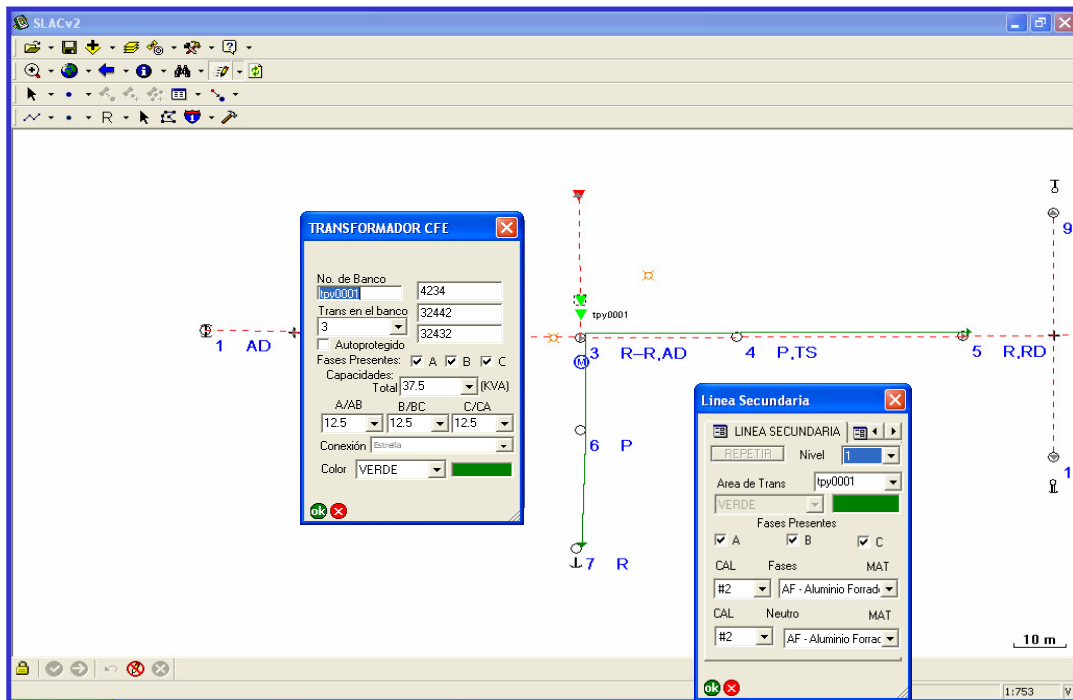


Figura 2.8. Ejemplos de pantallas de captura del SLAC V2

## 2.7 Levantamientos de Atributos en Campo para la División de Distribución Oriente (DDO).

Proyecto desarrollado en el año 2007, con una duración de 2 años y consistió en realizar el levantamiento de atributos en campo de la red de media y baja tensión de las Zonas de Distribución Veracruz, Poza Rica y Teziutlán.

Este fue uno de los proyectos más difíciles de realizar debido a las condiciones de vegetación, orografía y clima, ya que en estas zonas llueve mucho (Figura 2.9) y hace mucho calor. Además de que los técnicos en campo deben de tener buena condición física, ya que diariamente se recorren más de 10 km caminando recopilando la información.

En este proyecto se realizó el censo de 300,000 postes, lo que significó un gran avance para la DDO e información de mucha utilidad, ya que a partir de ésta se realiza la planeación a corto, mediano y largo plazo del crecimiento de la red eléctrica.



*Figura 2.9. Ejemplos de fotos de trabajo en campo Zona de Distribución eléctrica Teziutlán*

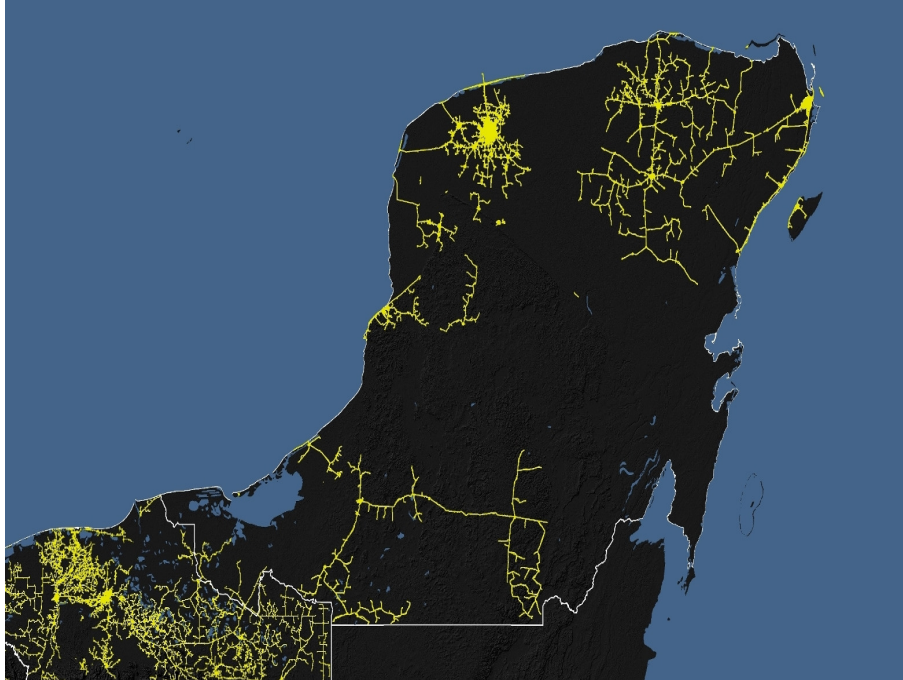
## **2.8 Levantamientos de Atributos en Campo para la División de Distribución Peninsular (DDP).**

Proyecto realizado en el año 2008, con una duración de 2 años y medio, en el cual se realizó el levantamiento en campo de la red eléctrica de media y baja tensión de las Zonas de Distribución Cancún, Riviera Maya, Tizimín, Campeche, Mérida y Ciudad del Carmen (Figura 2.10).

Este proyecto permitió un gran aprendizaje debido a la orografía de la zona, en la cual existen muchas áreas pantanosas, cenotes, ciénegas y gran biodiversidad de especies que se encuentran en campo, incluso algunas catalogadas en peligro de extinción.

Para este proyecto me desempeñé como Coordinador, teniendo las funciones de apoyo al Jefe de Proyecto en los ámbitos técnicos y administrativos, así como a los 17 técnicos encargados de realizar los trabajos.

En la zona también existen muchos peligros tanto por animales ponzoñosos como por los problemas sociales a los que nos enfrentamos, sin embargo, afortunadamente el proyecto se concluyó con éxito.



*Figura 2.10. Resultado de los levantamientos realizados en la Península de Yucatán*

El resultado del proyecto fue el censo de 380,000 postes, logrando con ello posicionar a la DDP en el tercer lugar de avance a nivel Nacional, después de ocupar durante varios años la última posición.

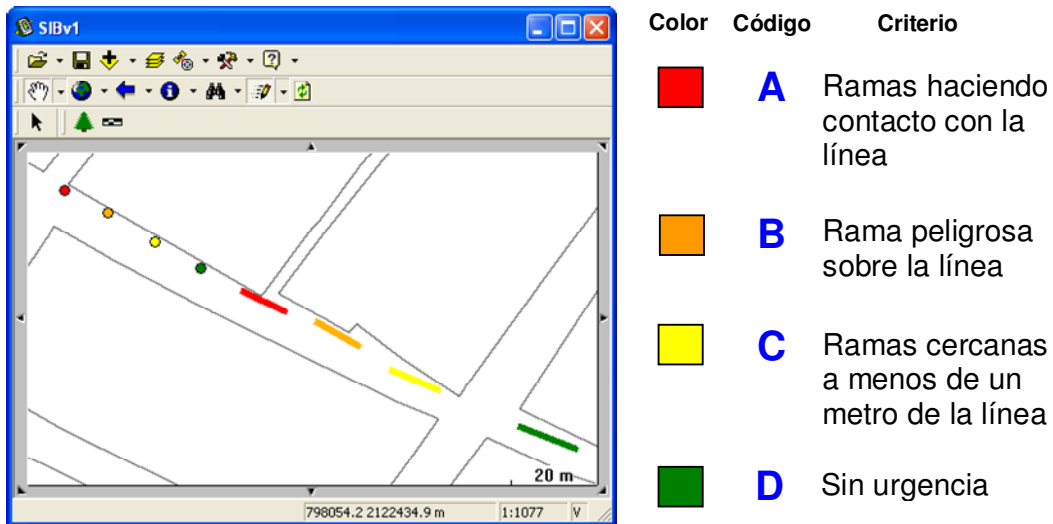
## **2.9 Desarrollo del Sistema Portátil para inventario de Vegetación para programación de poda y brecha (SIB).**

Este proyecto fue desarrollado con el objetivo de capturar en campo los datos de la vegetación que se encuentra debajo de las líneas de distribución de energía eléctrica de media y baja tensión.

En la aplicación se incluyeron campos de gran relevancia como es la especie, el tipo de vegetación y la tasa de crecimiento anual, esto se captura con el apoyo de un Ingeniero Forestal, quien domina el tema.

Con la información recabada en campo se procede a hacer un análisis y planeación anual de la poda y brecha que se debe de hacer para evitar que la vegetación crezca demasiado, al punto de tocar los transformadores o las líneas de media y baja tensión y provocar fallas en el suministro de energía eléctrica.

La ventaja del sistema es que gráficamente muestra un código de colores (figura 2.11) con el cual el operador del sistema puede darse cuenta rápidamente que zonas requieren atención inmediata y en cuales se tiene una holgura en la programación de poda.

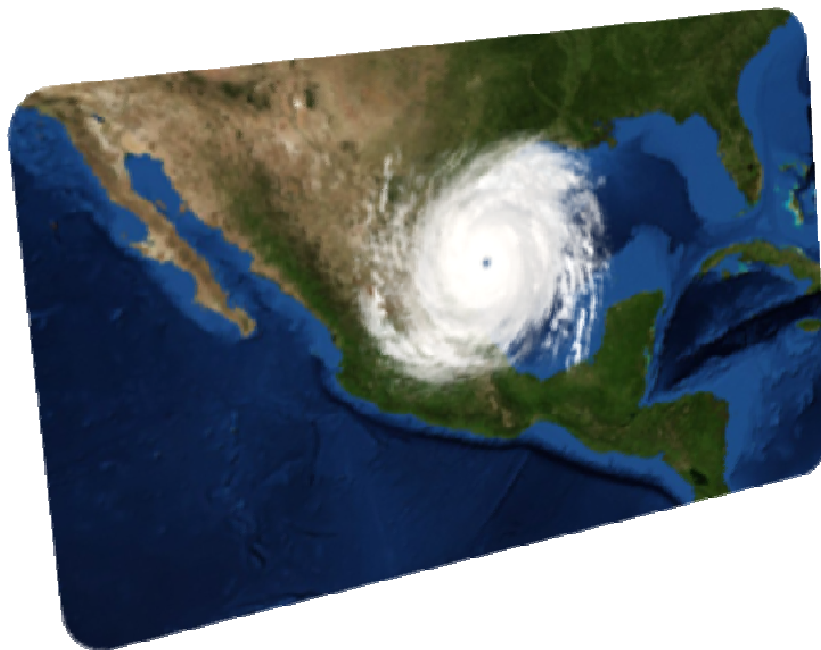


*Figura 2.11. Código de colores empleado para el Sistema SIB v1*

Este sistema se utilizó en un proyecto piloto en las Zonas de Distribución eléctrica Teziutlán y Poza Rica, obteniendo muy buenos resultados.

## 2.10 Sistema Nacional para la Atención de Emergencias Geográfico (SISNAE-GEO).

El SISNAE-GEO es un Sistema de Información Geográfica, desarrollado para la Gerencia de Distribución, que actualmente esta disponible en la Intranet de la Comisión Federal de Electricidad permitiendo registrar, contabilizar y visualizar los daños y afectaciones ocurridos sobre la infraestructura eléctrica de media y baja tensión, producidos por algún fenómeno meteorológico (Figura 2.12).



*Figura 2.12. Imagen de la República Mexicana con huracán*



El SISNAE-GEO interactúa con el Servicio Meteorológico Nacional para el monitoreo de eventos meteorológicos (Figura 2.13).



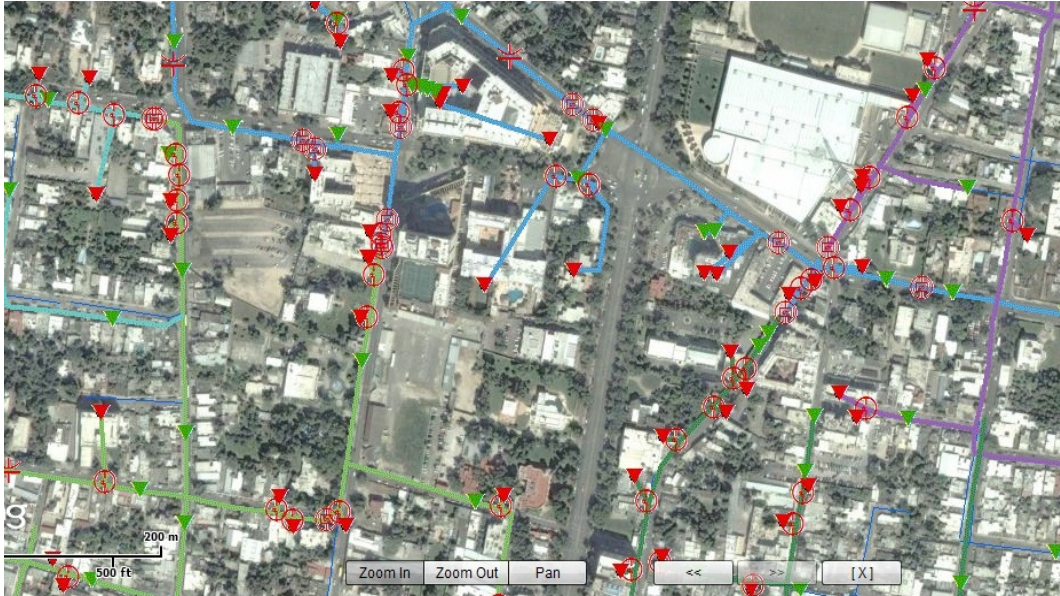
*Figura 2.13. Pantalla del sistema monitoreando un fenómeno climático*

Despliega toda la infraestructura eléctrica de media y baja tensión (postes, líneas, transformadores de CFE, equipos de seccionamiento, subestaciones) llegando hasta una escala 1:5000 (Figura 2.14).



*Figura 2.14. Imagen de los circuitos de distribución eléctrica a nivel nacional*

El sistema cuenta con herramientas como Zoom, con el cual se puede llegar al detalle de una Zona en específico, logrando observar detalles de las redes de distribución de energía eléctrica de media y baja tensión (Figura 2.15).



**Figura 2.15.** Acercamiento a una zona de Distribución eléctrica, se observan líneas, postes y transformadores

# **CAPITULO 3. PROYECTO DE LEVANTAMIENTO DE ATRIBUTOS EN CAMPO DE REDES DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN.**

Este proyecto ha sido uno de los más importantes en los cuales he tenido la oportunidad de participar, y que trata de la innovación que se logró para realizar un censo en campo de la infraestructura eléctrica de media y baja tensión de CFE. Abarca desde el desarrollo de una aplicación móvil con la cual se realiza la captura de información en campo, hasta la inclusión de dicha información en una base de datos a nivel Nacional.

Se describirá como a través de la aplicación móvil, se logró hacer más eficiente el trabajo en campo, así como obtener beneficios (ahorros) económicos para la empresa.

## **3.1 Planteamiento del Problema**

Desde hace varios años, las Divisiones de Distribución de CFE han realizado todos los esfuerzos necesarios para contar con la información completa y confiable de sus redes de distribución eléctrica a lo largo del país, por lo que realizaban levantamientos de datos en campo obteniendo información básica de las estructuras y equipamiento eléctrico que componen estas redes (media y baja tensión). Estas actividades generaban un alto costo ya que el promedio de estructuras (postes) que se registraban al día eran 16.

Dicha recopilación, se realizaba en papel (libretas y planos impresos), lo cual generaba:

- costo elevado de trabajos en campo
- extravío de planos
- maltrato y daño de la información por mal clima
- bajo rendimiento del personal encargado de realizar estos trabajos al tener que escribir todo lo que se encontraba en campo en una libreta
- errores de apreciación de los tipos de estructura, al no contar con un catálogo de las mismas.
- no siempre se conocían las coordenadas geográficas de cada estructura debido a que no se contaba con equipos GPS, con lo cual la información no podía sobreponerse en información cartográfica (mapas, imágenes de satélite, cartografía).

Una vez concluida la jornada en campo, se realizaba una conexión al Sistema de Información Geográfica y Eléctrica de Distribución (SIGED), sistema que coordina a nivel Nacional la información de las redes eléctricas de Distribución, y se capturaba toda la información recabada en campo, con lo cual no solo se perdía tiempo sino que se podían cometer errores humanos ocasionando que la base de datos que se estaba generando no fuera del todo confiable.

Por esta razón, en el año 2005 se solicitó a la Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil (GEIC) a través del Departamento de Geomática el desarrollo de una aplicación que permitiera automatizar el proceso de captura de datos en campo, eliminando el uso de planos impresos y libretas, y que al mismo tiempo permitiera conectarse al SIGED para descargar de manera automática toda la información en este sistema.



Fue una tarea complicada debido a que se tuvo que buscar un dispositivo, (inicialmente pensado en una laptop), que fuera portátil y que permitiera mediante programas de Sistemas de Información Geográfica, tener como base una cartografía con coordenadas georreferidas reales de la zona de estudio y una conexión serial o inalámbrica hacia un GPS para que en la parte rural se pudiera obtener la ubicación exacta a través de él, ya que no se contaba con cartografía o mapas disponibles.

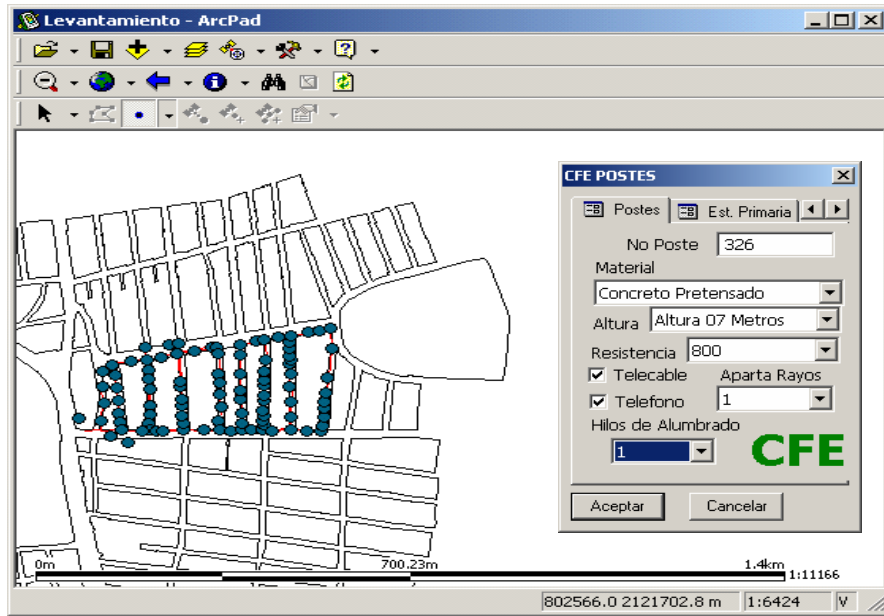
Después de realizar un análisis de los equipos (laptop) que había en ese momento disponibles en el mercado, se encontró un dispositivo portátil, que permitía una gran movilidad, además de que se le podía instalar un mini Sistema de Información Geográfica llamado Arc Pad, en el cual se desplegaban mapas y cartografía y además permitía realizar conexiones bluetooth a un dispositivo GPS, con lo que se garantizaba obtener las coordenadas exactas de cada estructura (poste) y del equipamiento eléctrico de las redes de Distribución. Este equipo se conoce como PDA (Portatil Digital Assistance) o Handheld Computer (Computadora de Mano) como lo muestra la Figura 3.1, la cual en conjunto con el GPS, no pesa más de 600 g.



**Figura 3.1.** PDA (Portatil Digital Assistance)

Posteriormente se analizaron los lenguajes disponibles para desarrollar la aplicación y de estas opciones la más adecuada fue el lenguaje Visual Script, ya que también era compatible con el programa Arc Pad, el cual serviría de base para la captura de la información.

Fue así como en ese mismo año se desarrolló y liberó la versión 1 del Sistema para Levantamiento de Atributos en Campo (SLAC), la cual utilizaba dos capas de información y solo dos simbologías: puntos para representar postes y líneas para representar líneas de media y baja tensión, Figura 3.2.



**Figura 3.2.** Pantallas del SLAC V1

El SLAC V1 surgió inicialmente como una necesidad de la División de Distribución Oriente (DDO-Veracruz) para automatizar el proceso de captura de información en campo, con el objetivo de conocer y posicionar geográficamente toda la infraestructura (postes, transformadores, cuchillas, desconectores, fusibles, etc.) de las redes de Distribución Eléctrica de media y baja tensión, misma que se terminó utilizando en las trece Divisiones de Distribución como muestra la Figura 3.3, situación que llenó de orgullo y satisfacción a la GEIC. Actualmente y debido a que la parte central del País ya se está operando por CFE debido a la extinción de la empresa Luz y Fuerza del Centro, el SLAC V2 ya se utiliza en las 16 Divisiones de Distribución, es decir, a nivel Nacional.



**Figura 3.3.** Mapa de las Divisiones de Distribución de CFE

Una vez liberada la versión 1 del SLAC y siendo utilizada a nivel nacional, comenzaron a surgir propuestas por parte de todas las Divisiones de Distribución para mejorar y ampliar las capacidades del sistema.

Debido a esto se solicitó a la GEIC el apoyo para desarrollar la versión 2, la cual entre otras cosas incluiría mayor capacidad de captura de equipamiento, base de datos más robusta, validaciones internas para minimizar los errores de captura, utilerías que filtran la información antes de ser ingresada al SIGED, generando así mayor confiabilidad. Es importante resaltar que esta versión ya permite que los circuitos ingresados al SIGED (incluso antes de que se desarrollara la versión 1 del SLAC), se extraigan y adecuen a la versión 2 del SLAC para que se puedan actualizar en campo y posteriormente regresarlos al SIGED, obteniendo como resultado una base de datos mucho más actualizada y confiable a nivel Nacional.

El número de campos de información que se capturan en la base de datos de esta versión creció ampliamente con respecto a la de la versión 1 del SLAC, pasando de 89 a 189, con lo cual se observa que la cantidad de información a recopilar en campo es mayor y es por eso que se vuelve una base de datos mucho más confiable y veraz, ya que contiene todos los atributos de la infraestructura eléctrica de las redes de media y baja tensión.

La versión 2 del SLAC (Figura 3.4), con las últimas modificaciones fue entregada en noviembre del 2008 a la División de Distribución Oriente y se liberó para utilizarse de inmediato a nivel Nacional.



*Figura 3.4. Pantalla inicial del Sistema SLAC V2*

El Sistema para el Levantamiento de Atributos en Campo versión 2 (SLAC V2) se desarrolló utilizando la Normatividad de las Divisiones de Distribución de CFE en cuanto al equipamiento eléctrico, calibres, conductores y tipos de estructuras (postes), por lo que la captura en campo se realiza de forma ágil y confiable. Se recorre todo el circuito registrando en el SLAC V2 cada una de las estructuras encontradas (Figuras 3.5 y 3.6) minimizando así la posibilidad de capturar datos erróneos o inexistentes en los catálogos.

Gracias a las validaciones, filtros y revisiones que se realizan dentro del SLAC V2 a la información recabada en campo, se garantiza que los datos que se ingresan al SIGED son confiables, por esta razón las Divisiones de Distribución conocen con mayor precisión y confiabilidad su equipamiento y así pueden detectar las necesidades de crecimiento de sus redes de distribución de energía eléctrica.



**Figuras 3.5 y 3.6.** *Uso del SLAC V2 en los levantamientos en campo.*

Con el fin de definir la problemática y la solución planteada, se empleó la herramienta de análisis Causa y Efecto, los resultados los muestra la Figura 3.7.

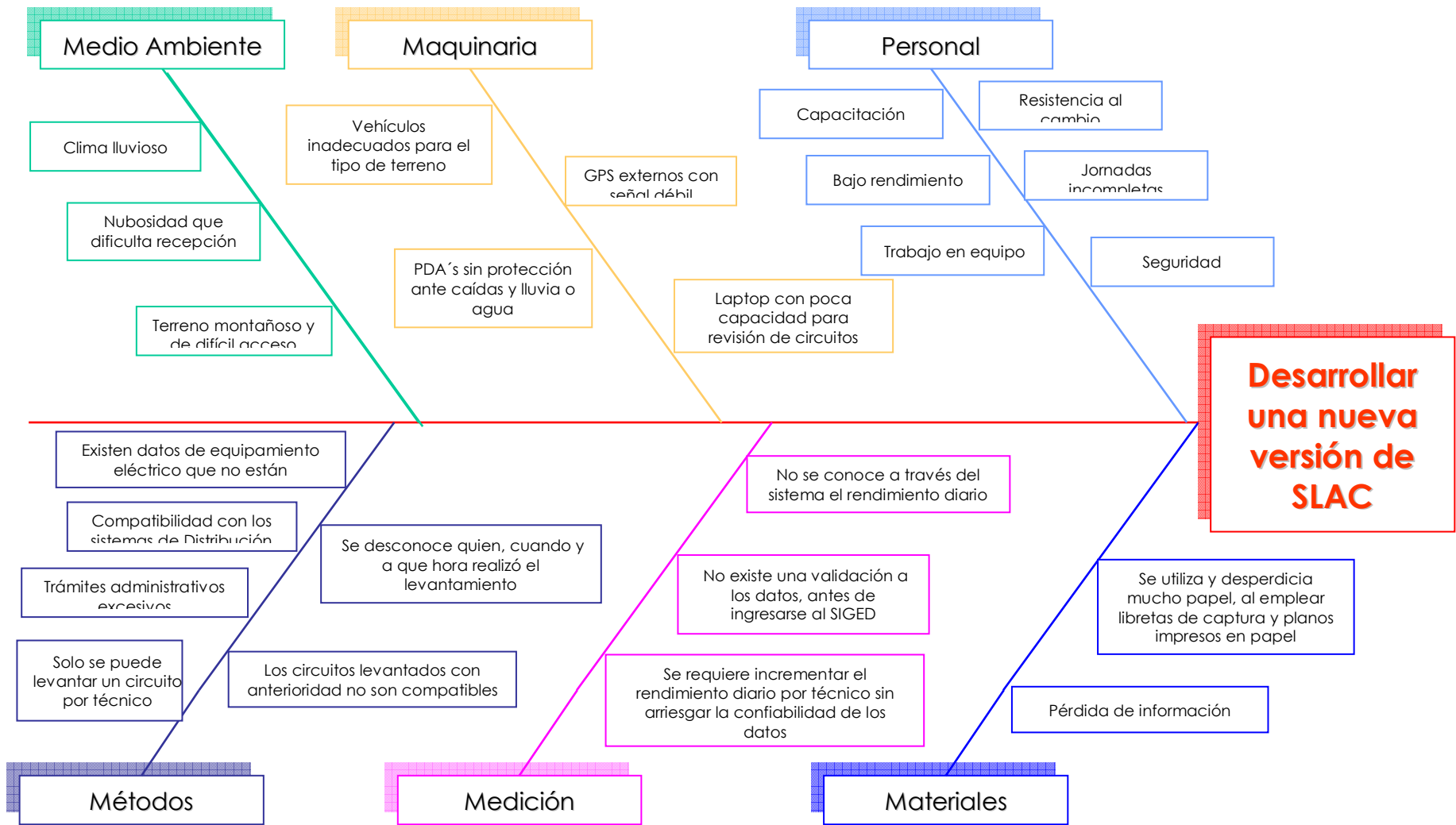


Figura 3.7 Análisis de Causa y Efecto

### 3.2 Objetivos

Con la implementación del sistema SLAC V2 se buscó alcanzar los siguientes objetivos:

- Automatizar el proceso de captura de información en campo.
- Contar con una base de datos confiable que permita la rápida toma de decisiones y planeación de futuras redes de distribución de energía eléctrica.
- Implantar una nueva tecnología que reduzca tiempos y costos.
- Conocer la infraestructura real de las redes eléctricas de media y baja tensión.
- Tener información actualizable del estado de la infraestructura, para realizar mantenimientos preventivos y correctivos.
- Conocer a través de GPS, las coordenadas geográficas para ubicar cada estructura en el espacio.
- Asegurar mediante validaciones el ingreso de toda la información recabada en campo, al Sistema SIGED.
- Generar información compatible con los sistemas con los que actualmente trabajan las Divisiones de Distribución a nivel Nacional.
- Disminuir el Tiempo de Interrupción por Usuario (TIU).
- Actualizar circuitos previamente capturados y transferidos al Sistema SIGED.
- Ahorro de recursos hacia CFE.

### 3.3 Estrategia metodológica del proyecto

#### 3.3.1 Análisis FODA

Para realizar el análisis y viabilidad del Proyecto, se empleó el análisis FODA (Figura 3.8).

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
Proyecto de innovación para la CFE. Cultura de calidad y servicio al cliente. Certificación ISO:9000. Empleo de tecnología de punta. Fácil portabilidad e instalación del sistema. Personal con experiencia, iniciativa y conocimientos demostrados. Satisfacción de las necesidades del cliente. Registro de derechos de autor de ambas versiones (SLAC V1 y SLAC V2). Ahorro de recursos a la CFE.	Realizar trabajos de actualización de las redes de Distribución. Proporcionar el servicio de levantamiento de redes eléctricas de media y baja tensión a nivel Nacional. Incrementar servicios al catálogo de la GEIC. Incremento en la participación en la cadena de valor de CFE Mejora en el tiempo de respuesta (TIU).
DEBILIDADES	AMENAZAS
Insuficiente personal capacitado. Alta rotación de personal.	Austeridad en el presupuesto asignado a la CFE. Condiciones Climáticas (dificulta el levantamiento y requiere equipos adecuados). Condiciones Sociales. Resistencia al cambio de los operadores de los equipos. Dificultad para invertir en equipo de cómputo y PDA's. Rápida obsolescencia en el equipo.

Figura 3.8 Análisis FODA

### **3.3.2 Sustento Teórico**

Para el desarrollo del Sistema SLAC V2, se utilizó un Modelo de Ingeniería de Software, el cual se conformó de las siguientes fases:

#### **a) Análisis de requisitos**

En esta fase, se analizó la información proporcionada por el cliente para definir las herramientas, funciones y la información que debe contener el sistema realizando las siguientes actividades:

- Análisis y documentación de las necesidades funcionales o del servicio que deben ser soportadas por el sistema.
- Identificación de los requisitos específicos del sistema, los que proporcionan un punto de referencia básico para validar el sistema final, es decir, comprobar que el sistema se ajusta a las necesidades del usuario.

#### **b) Diseño del Sistema**

Como resultado de esta etapa se obtuvo el documento para diseño del sistema (Anexo 1), que contiene la descripción de la estructura global y la especificación de lo que debe hacer cada uno de sus módulos y la manera en que éstos interactúan.

Se diseñó el conjunto de pantallas de captura que conforman el sistema SLAC V2 y la forma en que deberán interactuar cada una de ellas.

#### **c) Diseño del Programa**

Durante esta fase se realizan los algoritmos necesarios para poder llegar a la solución.

Una vez desarrollados los algoritmos que cumplan con los objetivos de procesamiento de información del sistema, se procede a evaluar cada uno de ellos de acuerdo a su rendimiento, tiempo de ejecución, velocidad y eficiencia.

#### **d) Codificación**

Es la fase de programación propiamente dicha. Aquí se desarrolla el código fuente haciendo uso de prototipos así como pruebas y ensayos en conjunto con el cliente para verificar detalles de funcionalidad del sistema.

Mediante el lenguaje de programación Visual Script se crearon las librerías y componentes reutilizables dentro del mismo proyecto para hacer que la programación sea un proceso mucho más rápido.

#### **e) Pruebas e implementación**

Se realizaron pruebas de escritorio y en campo con el cliente para verificar su correcto funcionamiento antes de ser puesto en uso.

Las pruebas se realizaron en tres fases principalmente, las cuales se describen a continuación:



1. Prueba de componentes. Se probaron los módulos del sistema de forma individual para asegurar un correcto funcionamiento, se probaron las capas de postes, equipamiento eléctrico y de líneas de distribución de forma independiente. Con ello se pudieron detectar algunos errores que fueron corregidos de forma inmediata.
2. Pruebas del sistema. Cada módulo se integró para formar el sistema, esto para detectar posibles errores que se pudieran presentar en la interacción entre los módulos y su funcionamiento. Se revisa que el sistema cumpla con los requerimientos solicitados por el cliente.
3. Pruebas de aceptación. Esta es la etapa final en el proceso de pruebas antes de que el sistema se ponga en funcionamiento. Se hicieron pruebas con datos reales de circuitos en campo, esto para detectar posibles errores u omisiones que se tuvieran al realizar pruebas únicamente con datos simulados. Con ello se verificó que el sistema cumpliera con lo solicitado por el cliente y el desempeño de la aplicación. Todo esto permitió realizar mejoras al sistema para hacerlo más eficiente y amigable en su funcionamiento.

Por último, el sistema se liberó a nivel Nacional en todas las Divisiones de Distribución, como una versión beta, esto con la finalidad de que lo utilizaran y retroalimentaran con observaciones de mejora al sistema, logrando con ello una participación de todas las personas involucradas y expertas en la recopilación de datos en campo, logrando con ello enriquecer el sistema y adecuarlo aún más a las necesidades de nuestro cliente.

#### **f) Implantación**

Una vez que el sistema fue corregido o modificado debido a los cambios que pudiera experimentar durante la etapa de pruebas e implementación, se libera para su uso en campo.

#### **g) Documentación**

Junto con la aplicación se generó la siguiente documentación del sistema:

- Organigrama funcional.
- Diccionario de base de datos.
- Manual de instalación.
- Manual del usuario.
- Instalador (setup) del programa.

### **3.3.3. Cumplimiento de aspectos legales y éticos**

El desarrollo del SLAC V2, estuvo basado en los siguientes aspectos legales y normativos:

#### **SISTEMAS DE GESTIÓN**

Balanced Scorecard GEIC (Reunión de Análisis Estratégico)  
Certificación ISO 9001:2000  
Certificación ISO 14000



Certificación ISO 17025  
Certificación SAST – 001 - IMNC

## **PROCEDIMIENTOS INTERNOS DEL DEPARTAMENTO DE GEOMÁTICA**

DGM - 013 Procesamiento de imágenes de satélite  
DGM - 021 Manejo de información cartográfica en Autocad Map  
DGM - 024 Diseño y generación de un Sistema de Información Geográfica

## **LEYES**

Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica  
Ley de adquisiciones, Arrendamiento y Servicios del Sector Público

## **PROCESOS**

Diagrama de Procesos GEIC – Servicio S76 “Cartografía Informática”

## **NORMAS**

Normas de Distribución – Construcción – Instalaciones Aéreas en Media y Baja tensión Versión 2006.

## **MANUALES**

Manual de Calidad Total GEIC  
Manual del Programa Arc Pad Application Builder, ESRI

## **DOCUMENTOS**

Código de Conducta de la CFE  
Bases para la Cartografía, INEGI  
La Cartografía en México, INEGI  
Sistema Geodésico Nacional, INEGI  
Manual de Normas para la Actualización de la Cartografía de Localidades Vía Sistema de Posicionamiento Global (GPS), INEGI

### **3.4 Innovación y novedad del proyecto**

Cuando se inició el proyecto, se consultó a empresas encargadas de elaborar sistemas de información geográfica, para verificar si las soluciones y/o servicios que ofrecían, contaban con algún sistema o equipo para realizar este tipo de trabajos, la respuesta fue negativa.

Empresas como Coca-Cola y Pepsi utilizaban un dispositivo móvil para capturar pedidos en tiendas (puntos de venta), pero la información no se ligaba a través de un Sistema de Información Geográfica, por lo tanto esa solución no era útil.

Solo la empresa SIGSA (Sistemas de Información Geográfica S.A.) utilizaba los GPS y las PDA's en la elaboración de cartografía urbana. El Departamento de Geomática adaptó este método para la captura de postes y líneas de distribución de energía eléctrica en CFE.

Es por esto que se considera que el grado de innovación de la aplicación SLAC V2 es alto, ya que no existía ningún sistema parecido, además de que su utilización a nivel Nacional resalta aún más su potencial.

La siguiente tabla muestra las “mejoras” implementadas en el SLACV2, a través de un comparativo con la versión 1 (Tabla 3.1).

**Tabla 3.1** Tabla comparativa SLAC V1 vs SLAC V2

Comparativo SLAC V1 y SLAC V2		
Característica	Versión	
	SLAC V1	SLAC V2
Capas	2	11
Campos	89	189
<b>Elementos Capturados</b>		
Postes	Desarrollado como Capa Única	Desarrollado como Capa Adicional
Líneas Secundarias	Dentro de Pantalla de Líneas	Desarrollado como Capa Adicional
Líneas Primarias	Dentro de Pantalla de Líneas	Desarrollado como Capa Adicional
Transformador de CFE	Dentro de Pantalla de Postes	Desarrollado como Capa Adicional
Transformador Particular	Dentro de Pantalla de Postes	Desarrollado como Capa Adicional
Seccionador	Dentro de Pantalla de Postes	Dentro de Pantalla de Postes
Restaurador	Dentro de Pantalla de Postes	Dentro de Pantalla de Postes
Fusible	Dentro de Pantalla de Postes	Dentro de Pantalla de Postes
Regulador	Dentro de Pantalla de Postes	Dentro de Pantalla de Postes
Capacitor	Dentro de Pantalla de Postes	Dentro de Pantalla de Postes
Medidor de Ramal	No se capturaba	Desarrollado como Capa Adicional
UTR	No se capturaba	Desarrollado como Capa Adicional
Nodo	No se capturaba	Desarrollado como Capa Adicional
Retenidas	Datos Básicos / Dentro de Pantalla de Postes	Datos avanzados / Como Capa adicional
Servicios	Datos Básicos / Dentro de Pantalla de Postes	Datos avanzados / Dentro de Pantalla de Postes
Importación y exportación en SIGED	No se realizaba	Opción integrada
Sentido de líneas	No se realizaba	Opción integrada
Conectividad de elementos (Todos los elementos están asociados a un poste)	No se realizaba	Opción integrada
Reconexión de elementos (p. ej. cambio de transformadores a otros postes)	No se realizaba	Opción integrada
Validación de Captura de datos (Revisa Tipo de datos correctos y captura de datos obligatorios)	No se realizaba	Opción integrada
Herramienta para la Fusión de circuitos	No se realizaba	Opción integrada
Herramientas de Revisión y Corrección de Errores	No se realizaba	Opción integrada
Bancos de Influencia (Se refiere a las áreas de influencia de cada transformador, las cuales son etiquetadas con un color distinto)	No se realizaba	Opción integrada
Barra de Herramientas Personalizada	No se realizaba	Opción integrada
Registro de eventos por usuario	No se realizaba	Opción integrada

### 3.4.1 Limitaciones técnicas del estado actual

Para la realización del SLAC V2, no existió ninguna desventaja o limitante en cuanto a la situación tecnológica para el logro de los objetivos, debido a que en la GEIC, se contó desde el principio con el apoyo de la infraestructura informática, incluyendo a los proveedores externos ya que ayudaron con el préstamo de licencias de software y de equipos PDA para poder realizar pruebas, aún antes de haber realizado su adquisición.

Con respecto a la cantidad y características de las modificaciones y “mejoras” entre las versiones 1 y 2, tampoco se encontraron limitaciones, ya que el lenguaje de programación Visual Script permitía realizarlas.

### 3.4.2 Avances que se lograron con el proyecto

Las principales modificaciones que se realizaron entre las versiones 1 y 2 del SLAC fueron:

#### a) Base de datos con 189 campos de información.

En la versión 1 del SLAC se manejaban dos capas de información, una para postes y la otra para líneas, adicionalmente se utilizaban dos tablas en la base de datos para almacenar toda la información recabada en campo. En dicha base se podían capturar hasta 89 campos. Para la versión 2 se manejan 189 campos de información.

#### b) Datos del Técnico que realizará el Levantamiento en campo y registro del circuito a levantar.

En la versión 2 del SLAC, al iniciar los trabajos en campo, el sistema solicita registrar el nombre del usuario y el nombre del circuito a capturar, esto para tener un mejor control del levantamiento, esto no existía en la Versión 1.

#### c) Repetir Información anterior

Cuando se realiza un levantamiento de información en campo, se pueden encontrar tramos de un circuito en los cuales se repiten el tipo de estructura que tienen los postes, así como su altura, resistencia, e incluso el calibre del conductor que tienen las líneas de distribución, razón por la cual se agregó un botón en las pantallas de captura llamado “repetir” (Figura 3.9), el cual permite leer el registro anterior capturado en la base de datos e inmediatamente llenar los campos de esa pantalla. Con esto se logra una mayor rapidez al momento de realizar los trabajos en campo sin necesidad de ingresar datos nuevamente campo por campo.

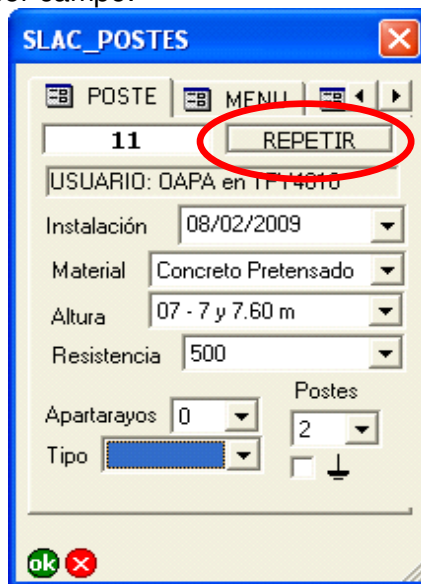


Figura 3.9 Repetir información

#### d) Creación de un menú de elementos de instalación

En la versión 1 del SLAC toda la información era registrada mediante pestañas, en un mismo bloque de pantallas, por lo que todo el equipamiento eléctrico ligado al poste (cuchillas, desconectadores, fusibles, estructuras, etc.), se tenía que capturar dentro de la pantalla de poste. Para la versión 2, se creó una pantalla (Figura 3.10) con un Menú compuesto por botones, los cuales se identifican por simbología, al dar click en alguno de ellos, inmediatamente abre una nueva pantalla en la que se podrán llenar únicamente los campos asociados a ese tipo de equipo, esto ayuda a hacer más eficiente el trabajo en campo.



Figura 3.10 Pantalla de captura (botones con simbología)

#### e) Formar catálogos configurables

En la versión 1 del SLAC, únicamente se capturaba si el poste era utilizado por alguna empresa como base para algún tipo de servicio como teléfono o telecable, pero se desconocía que empresa era la que lo utilizaba, e incluso si por el poste pasaban los cables de dos o más empresas, era imposible saber de quienes eran. Además, en algunas ciudades del país existen nombres de empresas distintos a los que existen en otras localidades.

En la versión 2, se incluyeron pantallas en las cuales se pueden dar de alta empresas tanto de servicio telefónico como de telecable (Figura 3.11), con lo cual se puede saber con certeza el nombre y el tipo de empresa que está utilizando los postes para dar su servicio. Esto es de gran ayuda para el Área Comercial de Distribución, ya que con esta información pueden regular el cobro a dichas empresas por la utilización de los postes, lo cual acarrea un beneficio económico para la CFE.



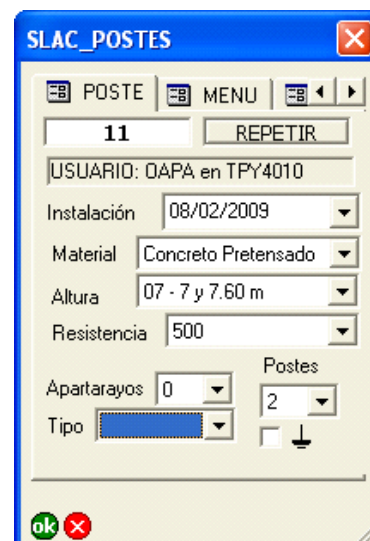
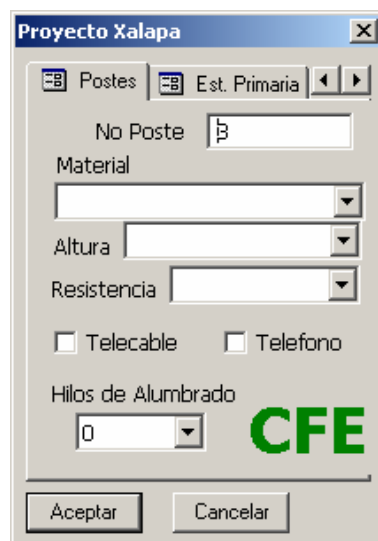
Figura 3.11. Registro de servicios de telefonía y telecable

#### f) Manipulación de BD independientes

Como ya se mencionó, la versión 2 del SLAC maneja una base de datos que contiene 189 campos de información capturable y las tablas se manipulan de manera independiente, lo cual hace que la captura y la consulta de datos se realicen de forma más rápida y eficiente.

#### g) Nuevos atributos de poste

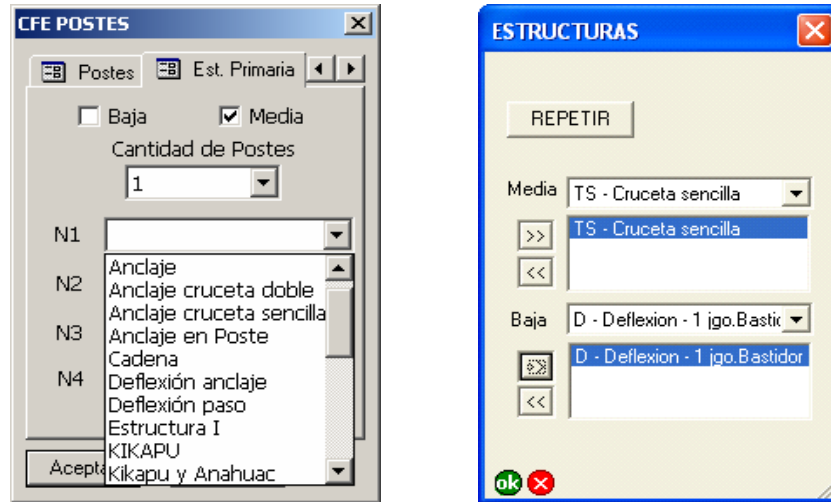
Para la versión 2 del SLAC, se agregaron nuevos atributos en la captura de poste como: Usuario, Apartarayos, Tipo de apartarayos, cantidad de postes y conexión a tierra, como puede observarse en las Figuras 3.12 y 3.13.



Figuras 3.12 y 3.13. Nuevos atributos de poste

## h) Nueva forma de captura de estructuras y retenidas

Como puede observarse en las Figuras 3.14 y 3.15, en la versión 1 del SLAC las estructuras se capturaban dentro de las pantallas de poste y se utilizaban hasta cuatro niveles, además de que se usaba una pantalla para ingresar los datos de la Estructura Primaria y otra para los datos de la Estructura Secundaria. En la versión 2, únicamente existe una pantalla y en ella se capturan todos los niveles tanto de las Estructuras de Media como de Baja Tensión.



Figuras 3.14 y 3.15. Nueva pantalla de captura

## i) Borrado de instalaciones

En la versión 1 del SLAC no era tan sencillo eliminar instalaciones (postes y equipamiento) que se hubieran capturado, se tenía que eliminar primero del mapa para posteriormente excluir el registro de la base de datos, esto hacía que si se capturaba un poste por error, se tenía que invertir tiempo en seguir el procedimiento para borrarlo.

En la versión 2, únicamente se tiene que dar click en el botón "X" que aparece debajo de la palomita, que se encuentra del lado izquierdo de los botones del equipamiento eléctrico en la pantalla de Menú, y con eso se eliminará automáticamente, como lo muestra la Figura 3.16.



Figura 3.16 Botón para eliminar

## j) Reporte del levantamiento

En la versión 2 del SLAC, se permite generar un reporte a través del cual se puede saber quien realizó el levantamiento en campo; mediante el GPS se obtienen datos como la fecha y hora en los cuales se capturó cada una de las estructuras. Esto se vuelve relevante cuando este tipo de actividades se dan a contratistas y se requiere supervisar horarios de trabajo y sobre todo tiempos reales de jornadas en campo. Esta opción no existía en la Versión 1.

## k) Etiquetado de elementos de estructuras (símbolos)

En el sistema SLAC V1 únicamente se manejaban dos simbologías, puntos para representar a los postes y en ellos se incluía todo el equipamiento ligado a los mismos, y líneas para representar a las líneas de distribución de media y baja tensión. Para la versión 2 del SLAC, se generaron simbologías para cada tipo de elemento, lo cual es de gran ayuda ya que sin necesidad de seleccionar el poste, a simple vista se puede saber que equipamiento se encuentra ligado a él (Figura 3.17)

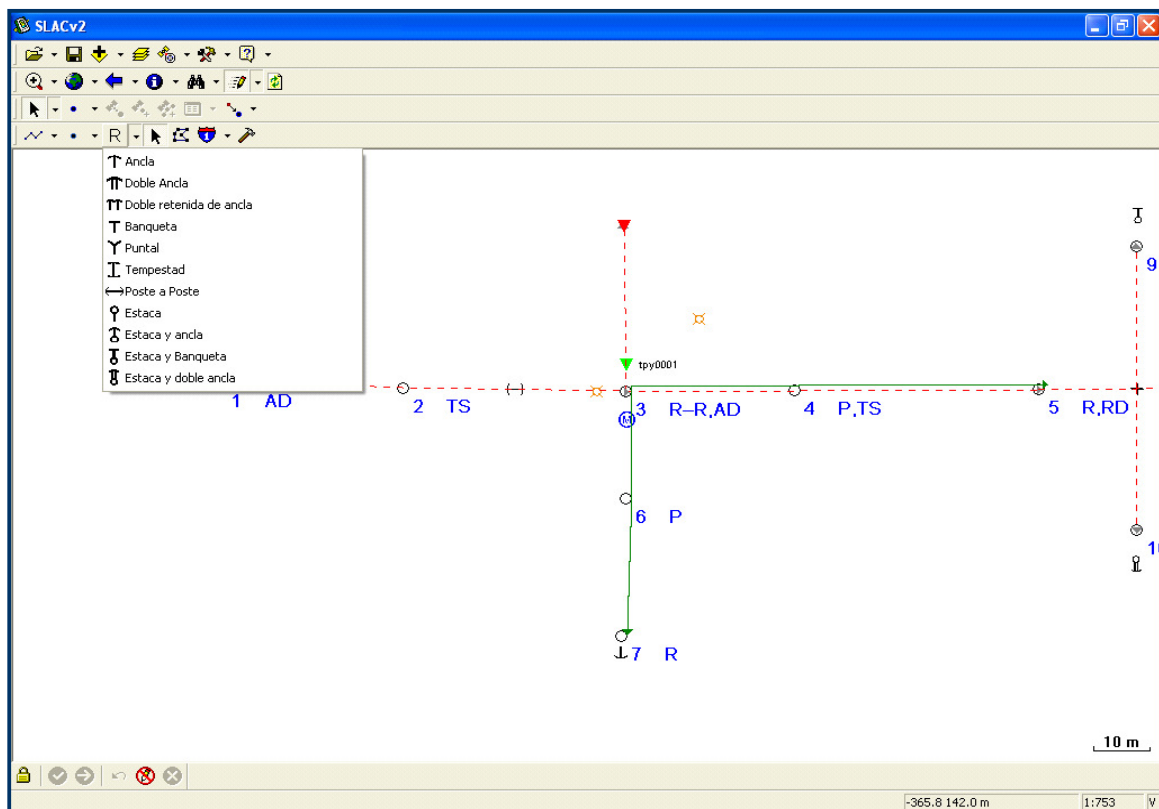


Figura 3.17. Simbología

## l) Barras de herramientas personalizada

Para la versión 2 del SLAC se creó una barra de herramientas personalizada, la cual permite seleccionar opciones del sistema más fácil y rápidamente (Figura 3.18).



Figura 3.18. Barra de Herramientas

En la versión 1 del SLAC, no se tenía esta facilidad de contar con el menú de opciones.

#### m) Herramientas de supervisión y validación de datos

Toda la información que se recaba en campo a través del SLAC V2, es ingresada al sistema SIGED, pero antes de llevar a cabo la transferencia de los registros, es necesario realizar una validación de datos, esto se logra aplicando las utilerías (Figura 3.19) que fueron programadas en el SLAC. En la versión 1 esta validación de información no se tenía contemplada.

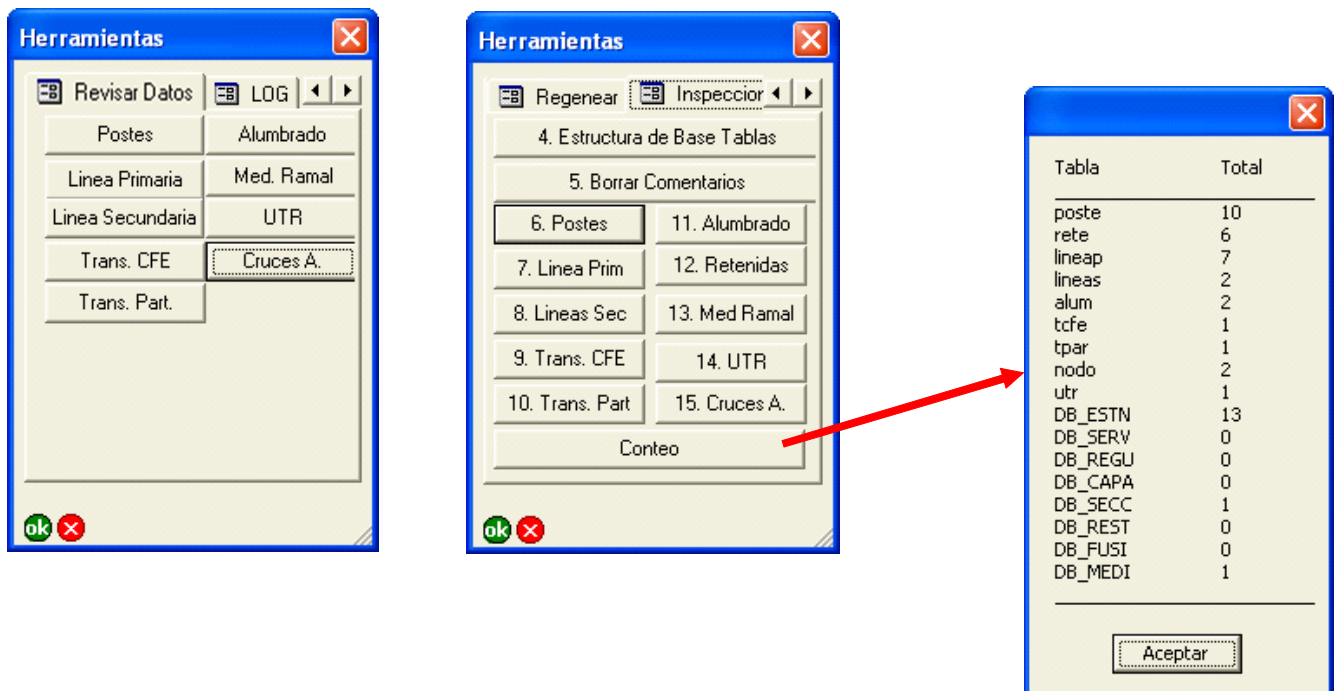


Figura 3.19. Transferencia y validación de datos



### **3.5 Planeación y gestión del proyecto**

Para los años 2005 y 2006, se desarrollaron las actividades sustanciales del SLAC V2, pero al ponerlo en funcionamiento en campo surgieron propuestas adicionales por parte de las Divisiones de Distribución para incluir mejoras. Después de analizarlas, algunas de ellas fueron desechadas debido que provocarían una desestabilización en el sistema, haciéndolo menos eficiente ya que se generaría una base de datos más grande y su acceso y lectura se harían más lentas.

Por lo anterior en los años 2007 y 2008 se realizaron las actividades de mantenimiento y mejoras al sistema, liberando versiones periódicamente.

Finalmente el programa fue entregado en su última versión a la División de Distribución Oriente en noviembre del 2008.

#### **3.5.1 Descripción de actividades**

Para el desarrollo del sistema se realizaron las siguientes actividades:

##### **a) Planeación Operativa**

Se contempló la organización, la planeación y la logística para que se lleve a cabo el Proyecto.

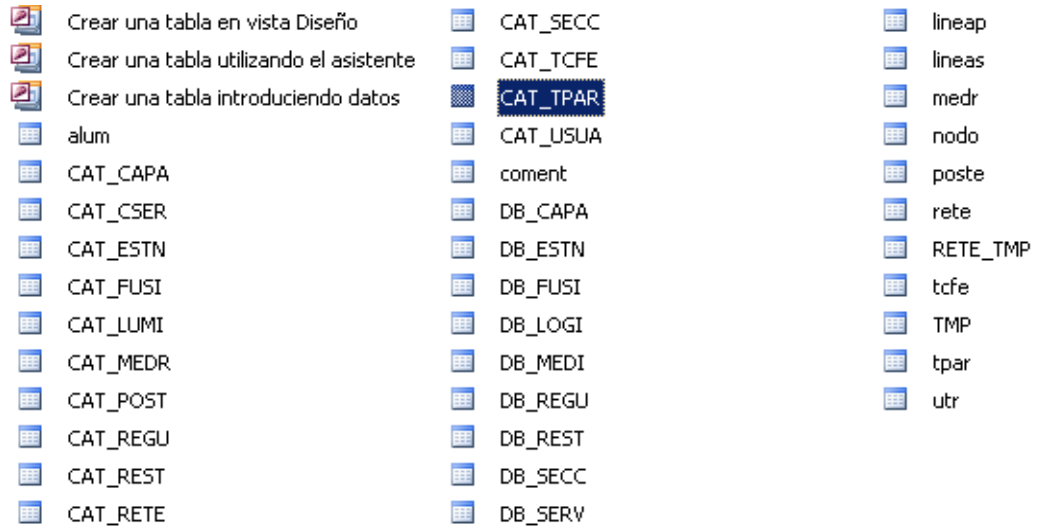
##### **b) Análisis del desarrollo del sistema**

En esta fase se revisan y estudian las especificaciones y nuevas funcionalidades solicitadas por el cliente, para analizar la viabilidad del sistema, así como para determinar tiempos y posibles dificultades durante el desarrollo del sistema, obteniendo un programa de trabajo.

##### **c) Desarrollo de la base de datos**

Creación de tablas en Access y exportación a dbf para atributos de alumbrado público, usuario y fecha (Figura 3.20).

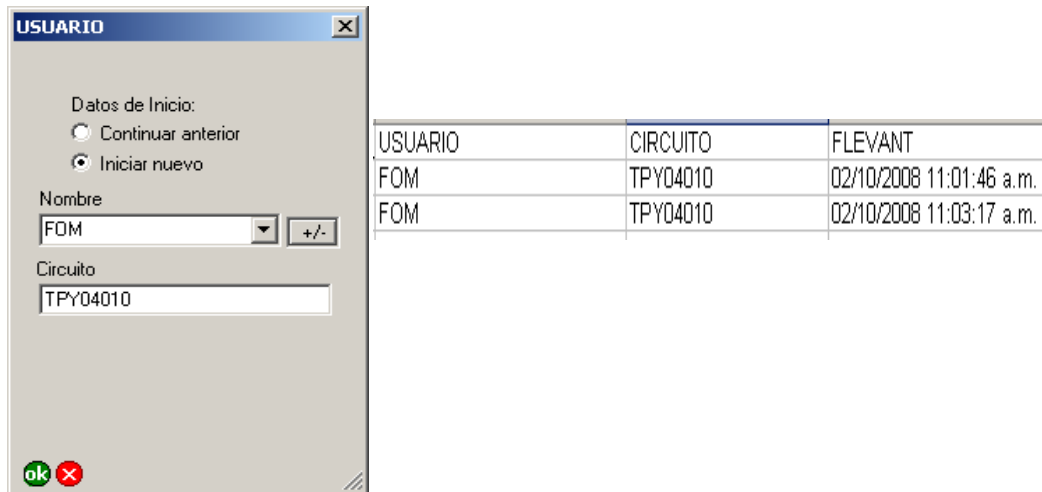
A partir de la versión 1 en donde se manejaban solo dos tablas (postes y líneas), se toma la decisión de separarlas y de hacer tantas tablas como resulte necesario, una por cada elemento que se capture, para así tener un mayor control de los datos y hacer más eficiente al sistema.



**Figura 3.20** Tablas de la Base de Datos

#### d) Atributos de usuario y fecha

Estos atributos se crearon para capturar los datos de la persona que realiza el levantamiento, con lo que se obtiene información que permite identificar para cada una de las entidades, la fecha, hora y responsable del levantamiento (Figura 3.21).



**Figura 3.21.** Atributos del usuario

#### e) Atributos de Luminaria

En esta versión del SLAC, se solicitó que se pudieran capturar las luminarias, algunos de los atributos de las mismas son: tipo de luminaria, altura, tipo de lámpara, potencia de lámpara, control, vialidad, ubicación y anomalías, cada una con información independiente en listas desplegables para un manejo más confiable y rápido, la pantalla de captura la muestra la Figura 3.22.

The screenshot shows a software window titled 'ALUMBRADO PUBLICO' with a close button in the top right. Below the title bar are two tabs: 'LUMINARIA' and 'BALASTRO', with 'BALASTRO' being the active tab. A 'REPETIR' button is located at the top left of the form area. The form contains several input fields and dropdown menus: 'Tipo' is a dropdown menu with 'OV10' selected; 'Tipo de Lamp.' is a dropdown menu with 'VSBP' selected; 'Potencia' is a dropdown menu with '50' selected, followed by the text 'watt' and a percentage symbol with '25' next to it; 'Control' is a dropdown menu with 'Fotocelda de grupo' selected; 'Ubicacion' is a dropdown menu with 'Poste Metalico' selected; 'Anomalias' is a dropdown menu; 'Tipo de Lamp.' has a sub-field 'Altura' with a text input containing '0' and the unit 'mts' to its right. At the bottom left of the window are 'ok' and 'cancel' buttons.

**Figura 3.22.** Captura de Luminarias

#### f) Atributos de Balastro

En este concepto de balastro se manejan dos atributos, como tipo de balastro; con las opciones Electrónico y Electromagnético y potencia, los campos de información que se capturan los muestra la Figura 3.23.

The screenshot shows the same 'ALUMBRADO PUBLICO' window, but now the 'BALASTRO' tab is active. The form fields are: 'Tipo de Balastro' is a dropdown menu with 'Electromagnetico' selected; 'Potencia Balastro' is a text input field containing '122'; 'Propiedad' is a dropdown menu with 'Municipio' selected; 'Anomalia' is a dropdown menu with 'Registro Peligroso' selected; 'Longitud del Brazo' is a text input field containing '1'; 'Num Medidor' is an empty text input field; 'Num Area Sec' is a dropdown menu with '231' selected. The 'ok' and 'cancel' buttons are at the bottom left.

**Figura 3.23.** Tipo de Balastro

#### g) Atributos de poste

En la pantalla de captura de poste se registra la información mostrada en la Figura 3.24, opciones que no se manejaban en la primera versión. Todas las opciones que aparecen en las listas desplegables (combos) están regidas por las normas de Distribución-Construcción-Instalaciones Aéreas en media y baja tensión versión 2006.

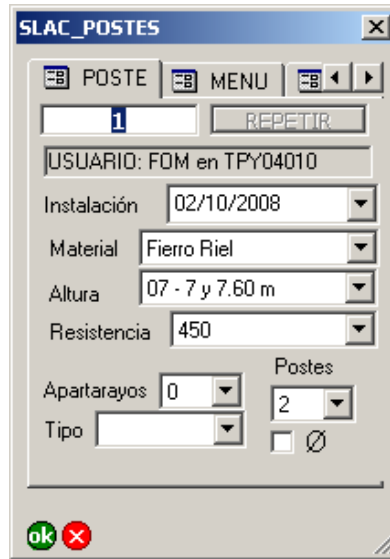


Figura 3.24. Atributos de Poste

#### h) Atributos de brazo y suministro

Dentro de las opciones de luminaria se agregó un campo que se refiere a la longitud de brazo manejando dos atributos: número de medidor y número de Área secundaria.

#### i) Servicios (telefonía y telecable)

Cuenta con la capacidad de formar catálogos configurables por el usuario de compañías de servicios pudiendo asignar hasta 6 compañías de servicios por poste, tal como lo muestra la Figura 3.25.



Figura 3.25. Catálogo de compañías

## j) Desarrollo de pantallas de captura

La Figura 3.26 muestra las pantallas adicionales que fueron desarrolladas para captura de información.

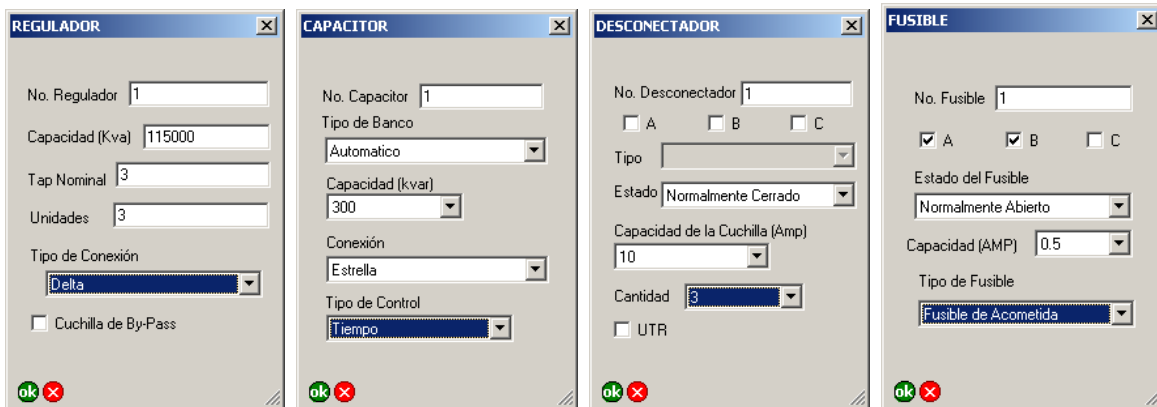


Figura 3.26. Pantallas de Captura

## k) Alumbrado

El diseño del concepto de Alumbrado se hace a través de listas desplegables (combo) para su fácil manejo, logrando evitar errores de captura (Figura 3.27).

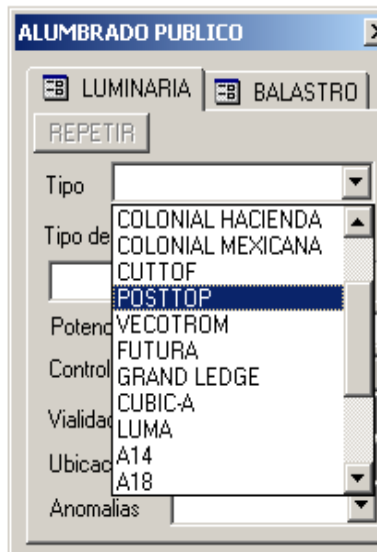


Figura 3.27. Alumbrado

## l) Usuario y fecha

Como lo muestra la Figura 3.28, al inicio del levantamiento en campo se registra el nombre del técnico y el circuito en el que va a trabajar. Lo anterior para llevar un mayor control del proyecto. La fecha se registra de manera automática.

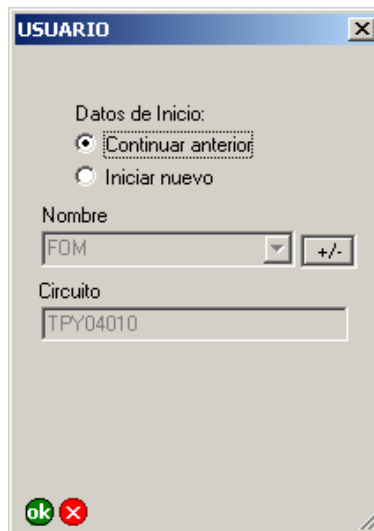


Figura 3.28. Pantalla de Usuario y fecha

### 3.5.2 Programación de módulos de captura y edición

#### a) Información por default

Por default se provee la información de la digitalización anterior de los siguientes elementos: línea primaria, línea secundaria, Poste (Material, Altura, Resistencia, Estructura Primaria del primer nivel, cantidad de postes, todos los servicios asociados y todos los datos de alumbrado), Figura 3.29.

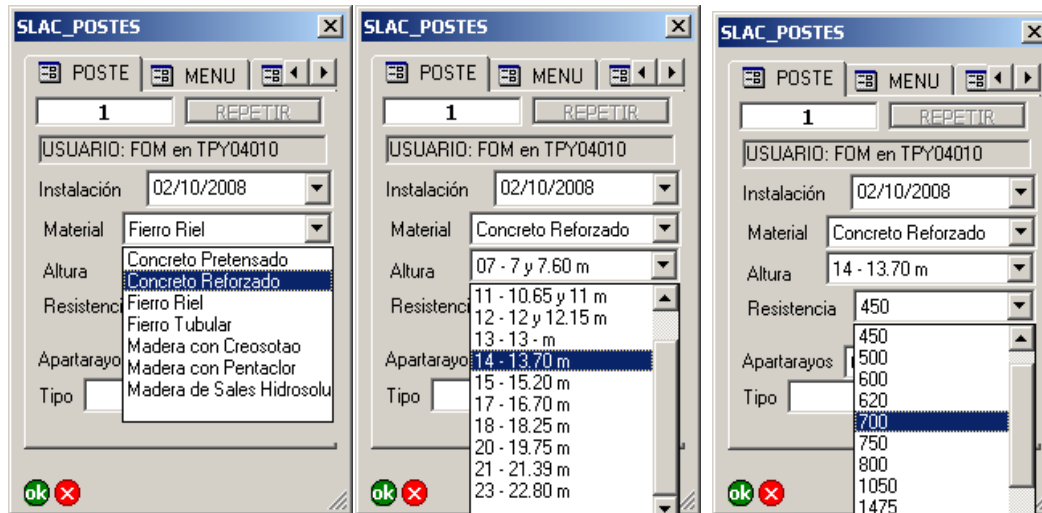


Figura 3.29 Información por Default

#### b) Alumbrado público

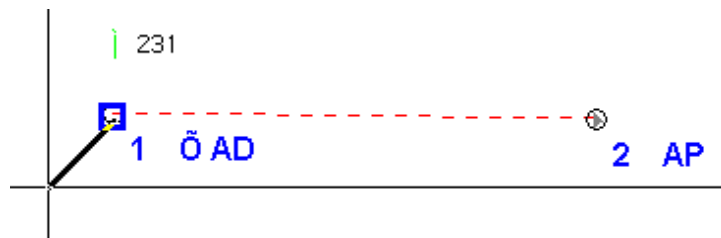
Se generaron las pantallas de captura para Luminaria y Balastro, y su representación gráfica la muestra la Figura 3.30.



*Figura 3.30. Alumbrado público*

**c) Cambio de ubicación y datos de instalaciones existentes**

Como lo muestra la Figura 3.31, en esta fase se programó la opción de que al mover un poste de posición automáticamente se desplazan junto con él, las líneas y el equipamiento eléctrico asociado, alternativa con la que no contaba la versión 1.



*Figura 3.31. Cambio de ubicación de poste*

**d) Cambio de identificador principal**

Al momento de importar el levantamiento al SIGED se duplicaban elementos (postes, equipamiento eléctrico y líneas) en la base de datos, por lo tanto se programó una utilería para generar un identificador temporal único para cada uno de estos, garantizando un solo registro.

**e) Cambio de atributos**

Se desarrolló una aplicación que permite registrar cambios a los atributos previamente capturados.

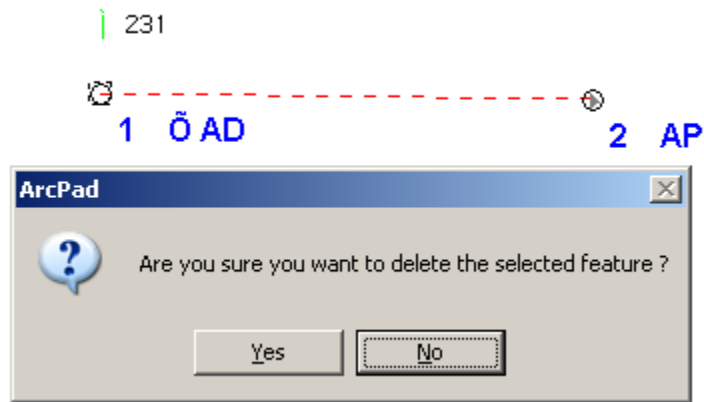
**f) Eliminación de atributos**

Esta opción permite la eliminación de atributos capturados erróneamente.

**g) Borrado de instalaciones**

La Figura 3.32 muestra la opción que permite eliminar lógicamente los registros en la base de datos de las instalaciones ya capturadas.

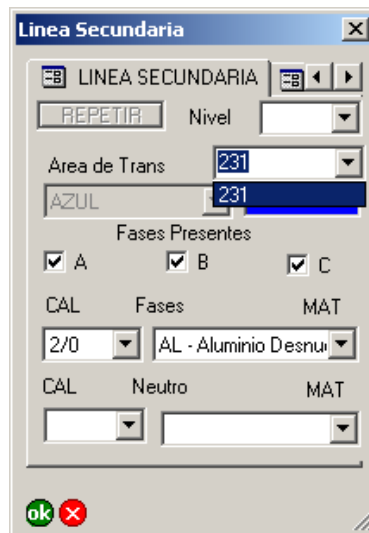




**Figura 3.32.** Eliminación de instalaciones en la base de datos

### h) Reconfiguración de la red secundaria

El sistema permite reasignar un tramo de red secundaria a un nuevo banco de transformación (Figura 3.33).



**Figura 3.33.** Reconfiguración de la red secundaria

### i) Verificación de cambios

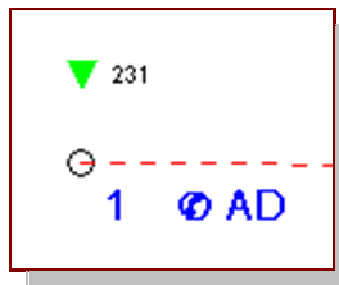
Se creó un reporte interno (bitácora electrónica) el cual indica las modificaciones que se van realizando durante el trabajo en campo (Figura 3.34). Esto permite llevar un mejor control de los trabajos en campo.

FECHA	EQUIPO	EVENTO
02/10/2008 11:01:46 a.m.	poste	Se Agrego
02/10/2008 11:02:38 a.m.	serv	Se Agrego
02/10/2008 11:02:38 a.m.	estn	Se Agrego
02/10/2008 11:02:42 a.m.	tcfe	Se Agrego
02/10/2008 11:03:17 a.m.	poste	Se Agrego
02/10/2008 11:03:24 a.m.	estn	Se Agrego
02/10/2008 11:03:29 a.m.	lineap	Se Agrego
05/11/2008 09:48:27 a.m.	tcfe	Se Modifico
05/11/2008 09:48:47 a.m.	tcfe	Se Modifico

**Figura 3.34.** Bitácora electrónica

#### j) Etiquetado de elementos (atributos y símbolos)

El sistema permite mostrar gráficamente a través de simbología (desarrollada con código) el equipamiento eléctrico asociado a los postes (Figura 3.35).



**Figura 3.35.** Simbología de elementos

#### k) Programación de módulos de importación de datos de SIGED a SLAC V2

Traslado de información de SIGED a SLAC V2

La GEIC en conjunto con la División de Distribución Noroeste desarrolló una interfaz que permite extraer de la base de datos del SIGED circuitos previamente capturados y adecuarlos a la estructura de la base de datos del SLAC V2 con la finalidad de actualizarlos en campo para posteriormente reingresarlos al SIGED.

#### l) Instalación y pruebas

Para garantizar el correcto funcionamiento de la aplicación se realizaron pruebas periódicas al sistema, tanto por el departamento de Geomática como por la División de Distribución Oriente, éstas se explicaron en el apartado 3.3.2, inciso e) del presente documento.

#### m) Entrega final

Se generó un CD-ROM con todos los archivos requeridos para su funcionamiento, así como los manuales de instalación y de usuario.

#### **n) Revisión de avances con el cliente**

Se realizaron en conjunto con la División de Distribución Oriente en las fechas establecidas.

#### **o) Mantenimiento y Actualización**

Esta actividad está contemplada para mejorar y adecuar el sistema como resultado de las necesidades detectadas en su utilización en campo.

### **3.6 Identificación de riesgos y puntos críticos**

En este proyecto, se detectaron varios riesgos o puntos críticos, tales como:

- Pérdida de los datos capturados, ya sea por daño en los equipos utilizados para realizar los levantamientos, por un mal manejo del equipo o incluso por robo de los equipos en zonas con conflicto social.
- Problemas provocados por fallas en la programación de la aplicación.
- Debido a las cuestiones climáticas, y si se utilizan equipos que no están blindados contra agua, se pueden dañar y provocar pérdida de datos.
- Errores al transferir la información al SIGED.

Indudablemente existe un riesgo de que la información que se captura en campo se pueda perder, sin embargo, se trató de minimizar dichos riesgos, para que si es que el evento ocurría, no fuera provocado por el SLAC V2.

#### **3.6.1 Gestión de cambios, imprevistos y riesgos identificados**

Como es bien sabido, todo sistema informático siempre será perfectible y propenso a modificaciones que no estaban planeadas, para el caso del sistema SLAC V2, durante su desarrollo surgieron múltiples cambios que el cliente fue solicitando y que la GEIC buscando siempre la satisfacción del cliente realizó, excepto modificaciones que alteraran sustancialmente las tablas de la base de datos o la distribución de los campos de captura en las pantallas.

Todos estos cambios solicitados siempre fueron analizados en conjunto con el cliente para verificar su viabilidad y se registraban en minutas de las reuniones.

Todos los cambios solicitados por el cliente y que fueron viables, se hicieron en tiempo y forma de acuerdo a lo programado y se realizaron las pruebas del sistema en conjunto con el cliente, con esto se garantizó su confianza y satisfacción.

Una de las ventajas importantes del sistema SLAC V2, es que está a la vanguardia, por lo que se puede instalar en las distintas versiones de Windows, tales como XP, Vista, CE y Mobile, lo que garantiza su compatibilidad y portabilidad, además el código se puede modificar sin ningún problema ya que pertenece a CFE, evitando que se vuelva obsoleto en poco tiempo.

Una vez que se revisaban las modificaciones junto con la División de Distribución Oriente, la DDO se encargaba de comunicarlo a Oficinas Nacionales, para que pudiera ser distribuido a nivel Nacional.

### 3.6.2 Estructura organizativa y de personal

La estructura de la DDO lo muestra la figura 3.36 (para aplicación y supervisión del sistema):



Figura 3.36. Estructura organizacional de DDO

La Estructura Organizacional por parte del Departamento de Geomática para este proyecto aparece en la Figura 3.37.

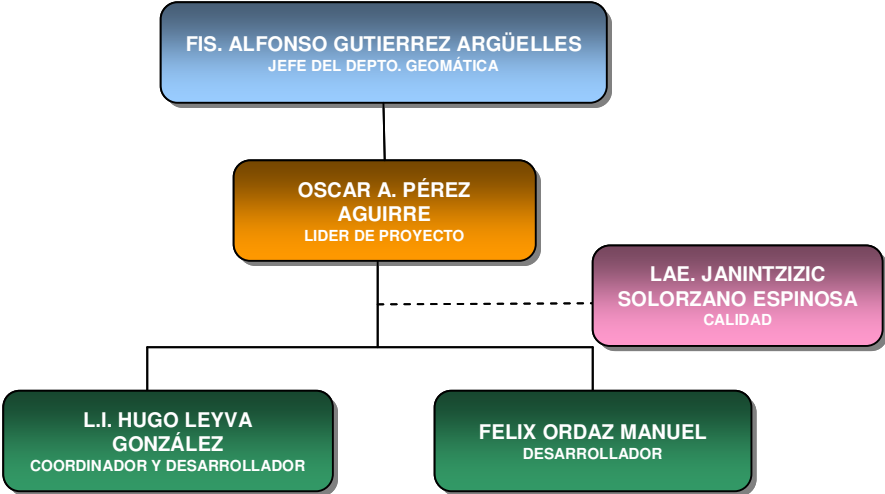


Figura 3.37. Estructura organizacional del Departamento de Geomática

El cuadro de funciones y roles del Departamento de Geomática para este Proyecto lo muestra la Tabla 3.2.

**Tabla 3.2.** Descripción de funciones del Departamento de Geomática

NOMBRE	CARGO	FUNCIONES
Alfonso Gutiérrez Argüelles	Jefe del Departamento de Geomática	Supervisar el proyecto Asegurar que se cuenten con los recursos necesarios para el buen fin del proyecto Estar en contacto constante con el cliente Solución inmediata de problemas que pudieran presentarse durante el desarrollo del proyecto
Oscar Alberto Pérez Aguirre	Jefe de la Oficina de Desarrollo de Sistemas	Líder de Proyecto Analizar y planear el desarrollo del sistema Detectar y prevenir posibles fallas y cuellos de botella en el proyecto Supervisar el desarrollo del sistema Comunicación constante con el cliente Supervisar avances del Proyecto Detectar y solucionar problemas que pudieran presentarse durante el desarrollo del proyecto Manejo de personal Verificar disponibilidad de recursos económicos para llevar a buen fin el proyecto Cuidar el aspecto financiero y gastos del proyecto Generar un buen ambiente de trabajo Asegurar la satisfacción del cliente
Hugo González Leyva Félix Ordaz Manuel	Coordinador y Desarrollador	Analizar y planear el desarrollo del sistema Desarrollar el sistema Informar de cualquier problema que se presente Estar en contacto frecuente con el cliente De acuerdo a su experiencia proponer modificaciones para el bien del proyecto

### 3.6.3 Control del programa de trabajo

Como pudo observarse en la Tabla 3.2, cada una de las personas involucradas en el proyecto tiene muy claro su rol y sus funciones, gracias a esto se tiene un mejor control en el proyecto.

Por otro lado, se realizaron reuniones frecuentes entre el grupo de trabajo para revisar avances y detectar y prevenir posibles fallas que pudieran presentarse durante el desarrollo del proyecto.

Adicionalmente a esto se realizaron múltiples reuniones con el cliente para presentar avances y escuchar sus comentarios para mejorar el sistema.

### 3.6.4 Gestión de la documentación del proyecto

En lo que respecta a la documentación del Proyecto, se siguió el procedimiento interno de administración de proyectos de la GEIC (Procedimiento SPL-002).

Para llevar un mejor control de las versiones del sistema SLAC V2, se determinó que la nomenclatura del nombre del archivo comprimido que contiene la versión a liberar, debe de estar compuesta de la siguiente manera:

#### **SLAC v2 - R060608**

Donde:

<b>SLAC V2</b>	Se refiere al nombre de la aplicación
<b>R</b>	Es la Sigla de "Release", palabra en inglés, cuya traducción al español sería "Liberar", y que para efectos del sistema SLAC V2, se toma como "Liberación".
<b>060608</b>	Especifica la fecha de esa versión (aammdd), para este ejemplo significaría que la liberación se realizó el 8 de junio del 2006.

La Tabla 3.3 muestra el cuadro de versiones que tuvo el sistema SLAC V2.

**Tabla 3.3.** Control de versiones del SLAC V2

Funcion	Versión					
	R051222	R060922	R070713	R071123	R080510	R081105
Fecha de liberación	Diciembre del 2005	Septiembre del 2006	Julio del 2007	Noviembre del 2007	Mayo del 2008	Noviembre del 2008
Líneas de código	1854	4902	5830	9302	9302	9369
Base de datos independiente para captura de elementos.	X	X	X	X	X	X
Bitacora de trabajo por usuario.	X	X	X	X	X	X
Repetición de valores anteriores.	X	X	X	X	X	X
Ajuste automático de coordenadas	X	X	X	X	X	X
Barra de herramientas personalizada		X	X	X	X	X
Conexión de líneas y postes		X	X	X	X	X
Función para la fusión de circuitos.		X	X	X	X	X
Redistribución de elementos en capas.		X	X	X	X	X
Compatibilidad con ArcPad7			X	X	X	X
Corrección y optimización de funciones de código.			X	X	X	X
Barra de herramientas de Regeneración de LOG.			X	X	X	X
Función para la reconexión de líneas, postes y equipo asociado.				X	X	X
Función para la verificación de elementos capturados.				X	X	X
Validación de valores de acuerdo a diccionario de datos.				X	X	X
Capa de Medidor de Ramal				X	X	X
Compatibilidad con los modelos nuevos de PDA.					X	X
Se utiliza por default la configuración tradicional sort como la funcional para esta version					X	X
Optimización de la función de generación de etiquetas en postes.						X

El sistema SLAC V2 en su versión final, fue puesto en funcionamiento a nivel Nacional obteniendo muy buenos resultados, al grado que fue catalogado de Programa Institucional. El SLAC V2 obtuvo el primer lugar en el concurso “Innovación y mejora de Procesos GEIC en el año 2008” y obtuvo el segundo lugar a nivel CFE en el concurso “Innova CFE” en el año 2009.





## CAPITULO 4. RESULTADOS

A modo de ejemplificar los excelentes resultados que se obtuvieron con el desarrollo del SLAC V2 y de su utilización en campo, se mencionarán los datos siguientes.

A nivel Nacional el Área de Distribución de CFE cuenta con un aproximado de 11.5 millones de postes, de los cuales se tienen digitalizados en el sistema SIGED el 60% y el proyecto SLAC V2 es desarrollado para el levantamiento del 40% restante (4.5 millones de postes). Las redes de nueva creación tienen como especificación ante el contratista el entregar la obra con todas las características que pide el SIGED.

### 4.1 Sobre el Sistema de Levantamiento de Atributos en Campo SLACV2

#### 4.1.1 Beneficios Económicos

Los costos evitados por el uso del SLAC V2 son los asociados al ahorro de \$74.06 que representa el levantamiento del modo tradicional (papel, planos, sin GPS) contra los \$20.13 que resultan de la integración del SLAC V2 y las PDA's al proceso de captura. A partir del 2009 se estima que la diferencia de 53.93 pesos por poste, multiplicada por los 650 mil postes anuales, que calcula el Área de Distribución pueda integrar al SIGED hasta completar los casi 4.5 millones de postes, más los que se incorporen de la construcción de nuevas líneas, representaría un ahorro para la CFE de 248 millones de pesos.

Para mostrar la relación Beneficio/Costo que ha tenido el desarrollo del sistema SLAC V2, se generó la Tabla 4.1, en ella se observa el ahorro que ha tenido la CFE gracias a que el rendimiento en campo aumentó considerablemente a partir de que el SLAC V2 se utilizó en campo.

*Tabla 4.1. Costo diario por captura de poste*

COSTOS POR DÍA		
Concepto	Sin SLAC	Con SLAC
Mano de Obra	\$ 315	\$ 315
PDA	\$ -	\$ 93
Planos y Cartografía impresa	\$ 70	\$ -
Transporte	\$ 140	\$ 140
Supervisión y revisión de circuitos	\$ 200	\$ 200
Equipo de cómputo	\$ 200	\$ 200
Promedio traslados y viáticos	\$ 100	\$ 100
Capacitación (promedio)	\$ 30	\$ 30
Sistema de intercomunicación	\$ 40	\$ 40
Equipo de Seguridad	\$ 90	\$ 90
	Total \$ 1,185	\$ 1,208
No. de levantamientos (postes) por día	16	60
Total costo por poste diario	\$ 74.06	\$ 20.13
Ahorro por poste	\$ 53.93	73%

Cabe aclarar que estos datos son promedio (condiciones ideales de terreno y zona), ya que el levantamiento en campo abarca zona rural y zona urbana, además el costo varía si el terreno es montañoso o plano, por lo que para efectos del presente documento, se obtuvo un promedio de \$74.06 sin la utilización del SLAC V2 y \$20.13 por poste con el SLAC V2.

A modo de ejemplo, se puede determinar que faltan por capturar en la base de datos del SIGED, aproximadamente 4.5 millones de postes a nivel Nacional.

Si este levantamiento se hiciera sin el SLAC V2, costaría con contratistas aproximadamente 333 millones de pesos, sin embargo, si se hiciera utilizando este sistema costaría aproximadamente 90 millones, con lo cual se tiene un ahorro importante de 242 millones de pesos para la CFE. La Tabla 4.2 muestra este ejemplo.

**Tabla 4.2.** Costo por captura de postes a nivel nacional (ejemplo)

Postes por capturar a nivel nacional	Sin SLAC V2	Con SLAC V2
4,500,000	\$ 74.06 por poste	\$ 20.13 por poste
<b>Costo Total</b>	<b>\$ 333,270,000</b>	<b>\$ 90,585,000</b>
	<b>Ahorro para CFE</b>	<b>\$ 242,685,000</b>

Por otro lado, si analizamos los costos evitados por el tiempo invertido en CFE en atención de emergencias corresponden a un promedio de 360 pesos por evento, los cuales se obtienen de la Tabla 4.3.

**Tabla 4.3.** Costos evitados por emergencias

Concepto	Sin información en Base de Datos	Con información en Base de Datos
Sueldo diario cuadrilla de 3 técnicos	\$ 840	\$ 840
Costo por hora de la cuadrilla	\$ 105	\$ 105
Costo por combustible por emergencia (promedio)	\$ 150	\$ 150
Costo por tiempo invertido en una reparación (1 hora promedio)	\$ 255	\$ 255
Costo por el tiempo invertido en traslado de equipo eléctrico a sustituir (2 horas promedio)	\$ 360	\$ 0
<b>TOTAL POR ATENCIÓN DE UNA EMERGENCIA</b>	<b>\$ 870</b>	<b>\$ 510</b>
<b>Ahorro promedio por emergencia (evento) al tener información en Base de Datos</b>	<b>\$ 360</b>	

Es importante mencionar que gracias a la información que se integra a la base de datos, la cuadrilla que atiende una emergencia, puede llevar consigo el equipamiento eléctrico a reemplazar, evitando tiempo de traslado al almacén, además de conocer la ubicación exacta del sitio con el daño a reparar. Se considera que eventos de este tipo pueden ocurrir al menos 1,000 veces en el transcurso de un año, por lo que el ahorro acumulado sería de 360 mil pesos anuales. Esto traería como consecuencia, un ahorro de casi 4 millones de pesos más a la CFE.

### 4.1.2 Beneficios Ambientales

Disminución en el uso de papel, ya que al manejar toda la información a través de archivos digitales, no se tiene la necesidad de llevar planos impresos ni libretas de campo.

La mayor parte de los levantamientos en campo se hacen a pie, por lo que el uso del vehículo es mínimo, únicamente se utiliza para llegar a la zona de inicio de los trabajos. Además de que no se requiere abrir brecha de manera constante, con lo que se evitan daños a la vegetación existente en la zona.

### 4.1.3 Otros Beneficios

Al realizar el recorrido a pie y estructura por estructura, se pueden detectar y prevenir posibles problemas que pudieran provocar salidas de voltaje, por ejemplo, ramas de árboles haciendo contacto con las líneas, transformadores haciendo corto o sobrecalentados, tirando aceite, postes en mal estado, postes derribados, robo de conductor, entre otros.

Debido a que es un sistema desarrollado por personal de CFE, y que se han cedido los Derechos de Autor a la CFE, no es necesario gastar en el licenciamiento ni pagar un costo extra por cada licencia que se utilice, como ocurriría si se hubiera desarrollado a través de un proveedor externo.

El sistema SLAC V2 alimenta con la información recabada en campo, al sistema SIGED, a través del cual pueden observarse las redes de Distribución a nivel Nacional, y en caso de que se requiera actualizar algún circuito el SLAC V2 permite la comunicación Bidireccional, para poder extraer el circuito del SIGED, adecuarlo a la estructura de SLAC V2 y poder realizar las actualizaciones necesarias en campo, para posteriormente volverlo a ingresar al SIGED. Este procedimiento lo ejemplifica la Figura 4.1.

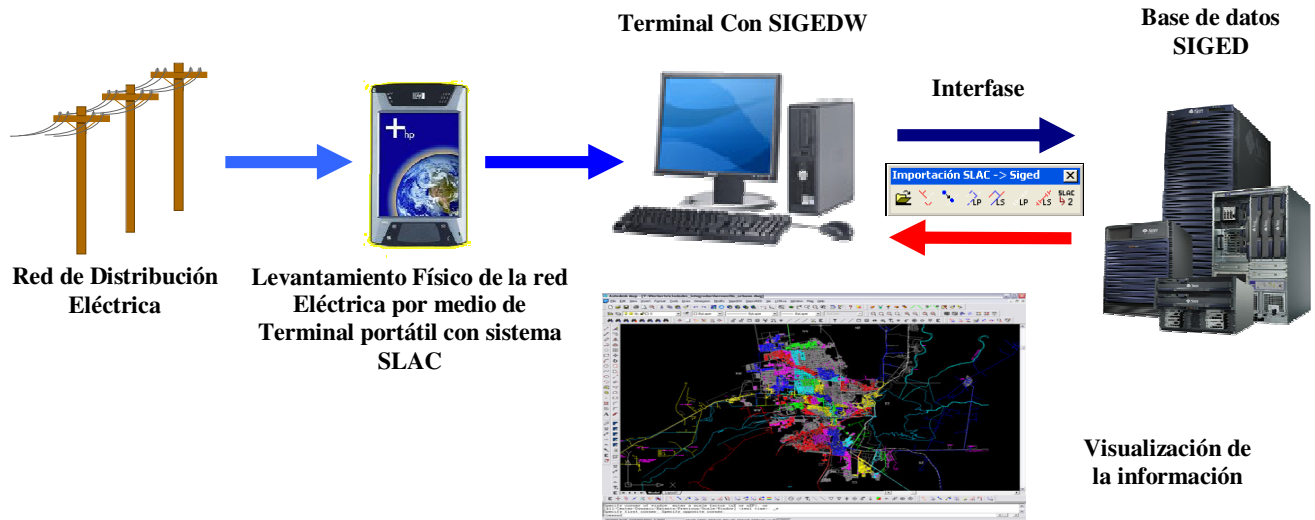


Figura 4.1. Comunicación Bidireccional SLAC V2 - SIGED

El desarrollo del SLAC V2, ha sido la base para detectar nuevos nichos de mercado para desarrollar otras aplicaciones, no solo para las Divisiones de Distribución sino también para:

- Transmisión (Sistema de Levantamiento de Atributos en Campo para torres de 115 Kv, 230 Kv y 400 Kv)
- Departamento de Operación Divisionales (Sistema para el Inventario de Vegetación y Control de Brecha y Poda)
- Área Comercial Divisional (Sistema para lectura de medidores y optimización de rutas)
- Departamento de Geología (Sistema para el levantamiento de rasgos geológicos)

El desarrollo del SLAC V2, le permite a la CFE vender el servicio de desarrollo para entidades externas, tal es el caso de PEMEX, que después de ver las bondades del sistema, se interesaron en un desarrollo para realizar el inventario de los ductos a través de los cuales transportan su combustible.

#### **4.1.4 Estandarización del SLACV2**

El desarrollo del SLAC V2 se utiliza a nivel Nacional, por lo que se puede hablar de una estandarización en cuanto a la aplicación y el proceso de Levantamiento de Atributos en Campo para redes de distribución de media y baja tensión.

Por otro lado, se resalta, que todos los catálogos que alimentan a las listas desplegables del sistema SLAC V2, se encuentran homologados de acuerdo a las Normas Aéreas de Distribución, y solo muestran las opciones válidas, gracias a esto, no se requirió elaborar un procedimiento adicional, ya que cumple con dichas normas.

#### **4.1.5 Documentación**

Como documentación final, se generaron dos manuales, con las siguientes características:

##### a) Manual de Instalación.

Es una guía rápida en la que se especifica la metodología que deberá seguirse para poder realizar la instalación del sistema tanto en un equipo portátil (PDA), como en una Computadora portátil o de escritorio. Se refiere a una secuencia de pasos muy explícita y sencilla de entender y abarca desde la instalación del programa a través del cual se comunican la PC con la PDA, hasta la instalación de librerías auxiliares que el programa requiere. Este documento se compone de 18 hojas y se distribuye en formato digital (archivo PDF).

##### b) Manual del Usuario.

Este documento contiene una explicación más detallada de las pantallas que contiene el sistema SLAC V2 y de cómo debe de realizarse la captura de cada uno de los elementos de equipamiento eléctrico, así como del uso de las herramientas para supervisar los circuitos eléctricos levantados en campo. Este documento se compone de 56 hojas y se distribuye en formato digital (archivo PDF).

## **4.2 Sobre los levantamientos de atributos en campo de redes eléctricas de media y baja tensión.**

Adicional al desarrollo del SLAC V2, se observó que la CFE a través del Departamento de Geomática podía dar el servicio a las Divisiones de Distribución de los trabajos de Levantamiento y recopilación de datos en campo de las redes eléctricas de media y baja tensión.

Esta solicitud se hizo en base a la experiencia que el Departamento de Geomática ya había adquirido tanto en las Normas de Distribución como en los sistemas de captura y manejo de Bases de Datos institucionales.

A la fecha, el Departamento de Geomática ha apoyado a realizar el censo de aproximadamente 600,000 postes a nivel Nacional y se continúa laborando en ello.

Además de las funciones que ya tenía como Jefe de Proyecto, se me incluyó la de Coordinar este tipo de Proyectos a nivel Nacional, teniendo la oportunidad de trabajar en distintos estados como: Sonora, Sinaloa, Veracruz, Puebla, Morelos, Guerrero, Quintana Roo, Yucatán, Campeche, D.F. y Estado de México.

Como parte de esta experiencia de trabajos en campo a continuación se comentan varios aspectos importantes que se deben de considerar para llevar a buen término estos grandes y ambiciosos proyectos.

### **4.2.1 Reconocimiento preliminar**

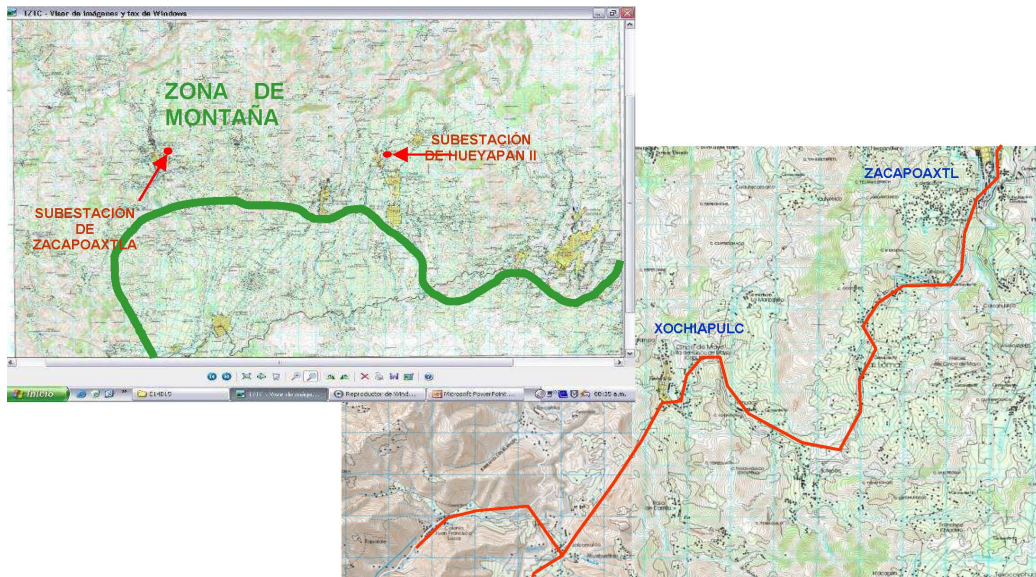
Antes de iniciar las actividades de levantamiento en campo, es necesario efectuar un “reconocimiento preliminar” en forma general de la zona donde se van a realizar las actividades, ya sea mediante un recorrido vía terrestre o aéreo (este último dependerá de la extensión y condiciones que se registren en la zona donde se efectuarán los levantamientos).

Es muy importante que dicho recorrido o reconocimiento sea en compañía del personal técnico del Área de Distribución, quienes fungirán como supervisores de los trabajos, los cuales podrán aportar información acerca de la zona, debido al conocimiento y la experiencia que tienen de la misma.

Básicamente con el reconocimiento preliminar, se identificará lo siguiente:

- a) Delimitación de la zona donde se efectuaran los levantamientos (zona de influencia y puntos críticos de la red), tal como lo muestra la Figura 4.2.
- b) Localización de subestaciones que alimentan la red (circuitos) a levantar.
- c) Principales poblaciones, comunidades y zonas rurales que son alimentadas por los circuitos que integran la red a levantar.
- d) Localización, distribución y estado actual que registran las carreteras, terracerías, brechas y caminos (accesos) en la zona.

- e) Cuerpos de agua (ríos, cascadas, presas, arroyos, lagos y zonas de fango o pantanosas) que son cruzadas por la red (circuitos), así como estructuras de generación de energía (hidroeléctricas, unidades geotérmicas, etc.) las cuales abastecen la red.
- f) Principales obstáculos naturales (barrancas o precipicios, zonas de reserva ecológica, etc.) que son cruzados por la red (circuitos)



**Figura 4.2.** Zona de influencia de los trabajos

De acuerdo a la experiencia se puede recomendar invertir un par de días en el reconocimiento preliminar de la zona, a perder semanas en tiempos muertos, tratando de llegar a los puntos de interés, al no contar con una idea clara de lo que nos podemos encontrar en campo, así como llevar el equipamiento necesario.

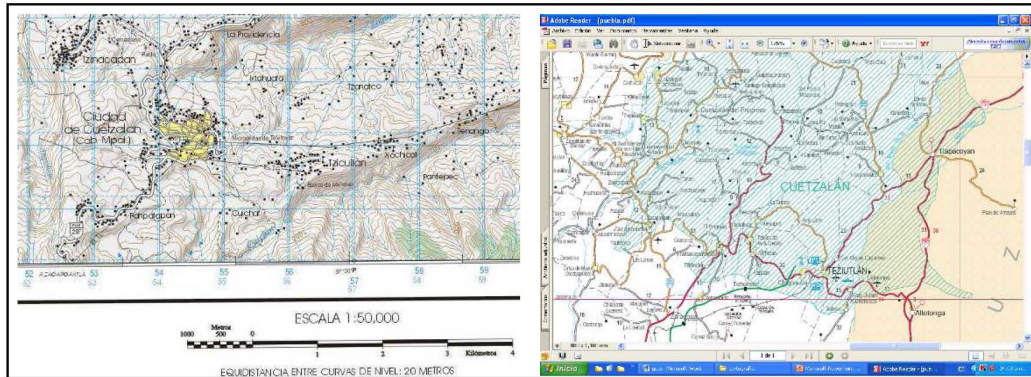
#### 4.2.2 Consulta de Cartografía

Se recomienda consultar y recopilar información de los lugares donde se efectuarán los levantamientos, básicamente de los siguientes temas o aspectos.

##### a) Cartografía y vías de comunicación

Es indispensable contar con la cartografía de la zona (impresa o en medio magnético, fotos aéreas e imágenes satelitales), principalmente de los temas de uso de suelo (zonas urbanas y rurales), hidrología superficial, topografía y vías de comunicación. Con base en la información obtenida de las cartas mencionadas, se determinaran y programaran las principales rutas, accesos y tiempos de traslado hacia los puntos críticos de la red (circuitos), permitiendo un mayor rendimiento de los levantamientos (Figura 4.3).





**Figura 4.3.** Cartografía y mapa de carreteras de la zona a trabajar

### b) Tradiciones religiosas o culturales

Al ingresar a lugares o zonas donde se tienen tradiciones o costumbres diferentes, a las que el personal de campo esta identificado, es necesario conocerlas, debido a que en ocasiones la gente del lugar, cierra accesos por peregrinaciones o fiestas patronales, así como por eventos culturales (Figura 4.4).



**Figura 4.4.** Tradiciones culturales y religiosas de la zona a trabajar

### c) Dialectos

Es común que en una misma zona, donde se efectuarán los levantamientos, existan lugares o comunidades en donde se hablan diferentes dialectos (Otomí, Totonaco, etc.) por lo que es necesario saber identificar o por lo menos saber en que comunidad se habla que dialecto, lo anterior permitirá una mejor comprensión en la comunicación con la gente del lugar, ya que en la mayoría de las ocasiones la gente sabe donde están los accesos (veredas) a las estructuras que integran la red (postes y circuitos).

Es importante mencionar que los lugareños son los mejores guías a contratar cuando los sitios no sean de fácil acceso.

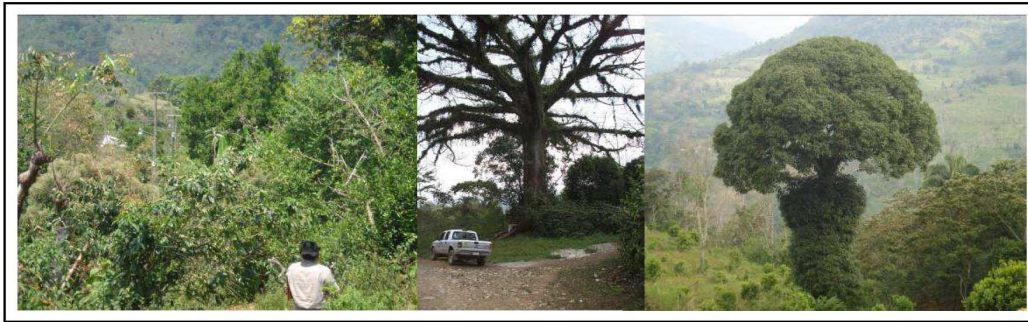
### d) Comida

Generalmente el personal que realizará los levantamientos, se ve en la necesidad de comprar víveres (comida y agua) durante la jornada de trabajo, por lo que es prioritario saber si en la comunidad o lugar

donde llegará hay agua potable, hervida o de manantial, así como el tipo de comida existente, ya que la mayoría de los técnicos de campo, presentan malestares estomacales durante los primeros días de actividades.

#### e) Vegetación

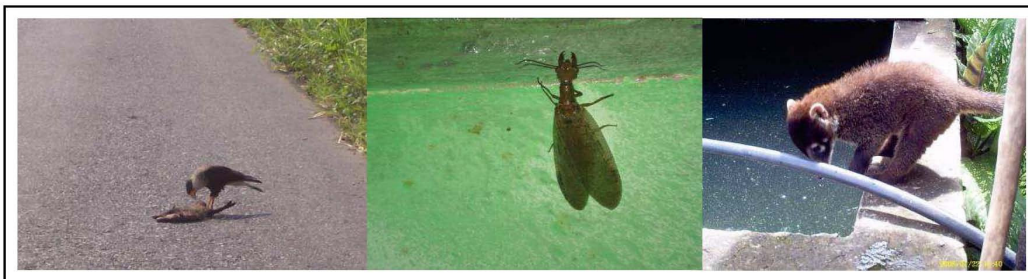
Durante los levantamientos es común abrir brecha con machetes para llegar a las estructuras (postes) que integran la red (circuitos), por lo que en ocasiones hay cierto tipo de vegetación que no se debe cortar ya sea porque es frutal, de ornato o simplemente reserva ecológica natural, lo anterior hace necesario saber identificar qué tipo de vegetación se localiza en la zona (Figura 4.5).



*Figura 4.5. Vegetación de la zona a trabajar*

#### f) Fauna

Es importante conocer que tipo de fauna existe en la zona (Figura 4.6), ya sea por conservación de la misma o por los riesgos que existen al ser atacado por algún animal (insecto, víbora, lagarto, araña, gato salvaje, ave, etc) este conocimiento permitirá contar con el antídoto correspondiente para contrarrestar dicho ataque. No obstante contar con medicamento o antídoto, en el lugar de los levantamientos (campo), es vital conocer la ubicación de los centros de salud existentes y servicios de auxilio médico más cercanos a la zona, así como de las vías de comunicación y accesos para llegar a éstos. Esto permitirá el desarrollo de los levantamientos con menores riesgos y en forma más segura.



*Figura 4.6. Fauna silvestre localizada en la zona*

#### g) Zonas de reserva

Debido a la extensión de la zona donde se realizan los levantamientos, es común que se encuentren zonas de reserva ecológica, en las cuales está restringido el acceso, ya que existen especies de animales salvajes (serpientes, aves, mamíferos, etc.) en peligro de extinción (Figuras 4.7 y 4.8), así



como cierto tipo de vegetación donde su conservación es prioritaria. Con base en lo anterior, es necesario tener conocimiento de dichas zonas de reserva (localización), ya que esto permitirá tener un menor riesgo para el personal de campo, al efectuar los levantamientos, así como tener mejores rendimientos.



*Figuras 4.7 y 4.8. Reserva ecológica localizada en la zona*

#### **h) Zonas con conflictos sociales**

Es muy importante antes de iniciar los trabajos, preguntar al personal de la zona a trabajar sobre la existencia de conflictos sociales, ya que existen lugares donde el personal de CFE no es bien recibido y se corre el riesgo de ser agredido.

Es necesario también saber en que lugares existen sicarios y asaltos con mayor frecuencia, esto permitirá realizar una mejor planeación de la forma en que se realizarán los trabajos y saber que zonas serán inaccesibles.

### 4.2.3 Personal Técnico

Es indispensable antes de iniciar los trabajos en campo, que el personal técnico tenga conocimiento de las condiciones naturales (topografía, clima, cambios de temperatura, vegetación, fauna, centros de salud, teléfonos de emergencia, etc.) de la zona, donde desarrollará sus actividades. Lo anterior le permitirá tener una mejor y rápida respuesta ante una situación adversa e inesperada, registrada durante los levantamientos.

Debido a las condiciones de trabajo, que se registran en la zona de montaña (ascenso y descenso de pendientes pronunciadas, largas caminatas y cambios bruscos de temperatura), es necesario que los técnicos posean una condición física saludable, por lo que se recomienda no tener sobrepeso y efectuarse un examen médico (hipertensos, propensos a ataques cardíacos y alérgicos a cierto medicamento, sustancia o piquetes de insectos). Lo anterior garantizara buenos resultados y rendimientos de los levantamientos, así como minimizar los riesgos para los trabajadores.

La distribución del personal o formación de brigadas, en la zona, será decisión única y exclusivamente del Jefe de Proyecto quien será responsable del grupo y equipo, por lo que se deberá tener un conocimiento mayor de las condiciones de riesgo existentes en la zona.

Es indispensable que al iniciar los levantamientos, en cada una de las subestaciones, se encuentre personal técnico de CFE del área de Distribución de la zona correspondiente (Figura 4.9), para que indique y confirme las fases (A,B,C) con los que inician los circuitos. De igual forma dicho personal puede comentar acerca de algunas irregularidades del circuito así como puntos críticos del mismo y apoyar con la entrega de circuitos unifilares (actualizados).



**Figura 4.9.** Personal de CFE (Distribución) y diagrama unificar de un circuito

Es muy importante hacerle saber al personal técnico que cualquier duda acerca del tipo de estructura, anomalía en la red u otra observación, se le deberá comunicar en su momento al técnico responsable del grupo, el cual planteará una solución y comunicará, la anomalía o falla en la red, al personal de CFE (Distribución) de la zona correspondiente.

#### 4.2.3.1 Seguridad del personal

Para saber que hacer durante situaciones de accidentes y como prevenirlos, los cuales pueden ser originados por caídas, quemaduras, piquetes de insectos, mordeduras de serpientes o ataque de animales (armadillos, tejones, murciélagos, gatos, coyotes, zorros, perros, caballos, aves, etc.), es necesario que el personal técnico posea la capacitación y los conocimientos básicos de primeros auxilios, para llevar a cabo las acciones pertinentes que permitan salvaguardar su integridad física (vendajes, aplicación de antidotos, inmovilización de extremidades, etc). Como parte integral de los primeros auxilios es necesario contar con un botiquín que contenga lo indispensable para atender situaciones de emergencia.

#### 4.2.3.2 Equipo de seguridad personal

Generalmente en cualquier tipo de trabajo es necesario contar con este equipo, por lo que en el desarrollo de las actividades de levantamiento, no es la excepción.

Básicamente el personal de campo deberá contar con el siguiente equipo: Uniforme (camisa, pantalón y en algunos casos chamarra o impermeable), botas tipo industrial (no botines, pueden ser con casquillo de PVC, antiderrapantes), gorra con cubre cuello, polainas (piel o neopreno), lentes de seguridad, radio, binoculares, machete con funda y chaleco preventivo (Figura 4.10).

Es indispensable contar con una identificación personal y con la credencial de CFE (visible en todo momento) del técnico que efectúa los levantamientos, durante todo el tiempo y lugares en donde se realicen las actividades.

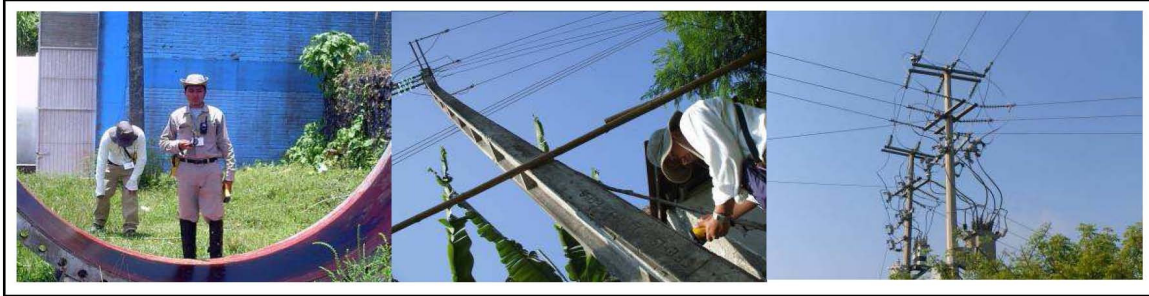


**Figura 4.10.** Equipo de trabajo del personal técnico

#### 4.2.3.3 Equipo adicional del personal

Como lo muestra la Figura 4.11, es recomendable que el personal de campo posea, adicional al equipo de seguridad personal, lo siguiente: cámara fotográfica, brújula, lámpara, guantes, gorro, repelente para insectos, colchoneta, cobija, termo y cerillos, además es de gran utilidad contar con los conocimientos básicos de campismo (orientación), natación y uso de herramienta de corte (machete).





**Figura 4.11.** Equipo adicional de trabajo del personal técnico

En la situación de que algún técnico no encuentre el camino (vereda) para continuar con los levantamientos o para regresar con sus compañeros, es decir, que se extravíe, deberá guardar la calma y no entrar en pánico, se recomienda buscar apoyo con los lugareños y agotar los recursos de ayuda (radio, teléfono, lámpara, etc.), de igual forma es recomendable no alejarse demasiado del sitio o trazo de la red, ya que lo más probable es que los demás técnicos lo busquen o traten de localizarlo siguiendo el circuito, a partir del punto de inicio del levantamiento.

Es recomendable que los levantamientos de montaña, en las zonas donde se registran temperaturas bajas, menores a  $12^{\circ}\text{C}$  (Figura 4.12) se efectúen en el periodo comprendido por los meses de abril a septiembre, así como en las zonas calurosas donde se registran temperaturas superiores a los  $30^{\circ}\text{C}$ , es recomendable realizar los levantamientos en los meses de octubre a marzo, lo anterior garantizará un mayor rendimiento por parte del personal de campo, en la captura de estructuras, así como un riesgo menor de los técnicos en el desarrollo de las actividades.



**Figura 4.12.** Trabajos de levantamiento en Zona de montaña con lluvia, neblina y descensos de temperatura

Generalmente los reptiles (serpientes, lagartos, etc.) y arácnidos (alacranes, arañas, etc.) encuban y se reproducen con mayor frecuencia durante los meses más calurosos, lo que origina que durante este tiempo sean más venenosos y susceptibles de atacar, por lo que es recomendable no desarrollar actividades de campo en estas zonas y en esta temporada.

En caso de no tener otra alternativa para el desarrollo de actividades, se sugiere efectuarlas lo más temprano posible cuando todavía no se registra la temperatura máxima, así como tener las precauciones de seguridad necesarias (usar polainas y revisar la base del poste antes de darlo de alta, ya que las serpientes siempre buscan rocas o materiales calientes y tibios (concreto) y pueden estar alojadas en éstos.

Cuando se realicen levantamientos en zonas donde únicamente haya veredas, es recomendable caminar por éstas siguiendo el camino sin salirse de ellas, ya que se corre más riesgo al tratar de acortar distancia entre estructuras (postes), ya que se tiene que crear una vereda a ciegas, sin saber si hay depresiones abruptas (hoyos), cenotes o nidos de serpientes entre la vegetación (Figura 4.13).

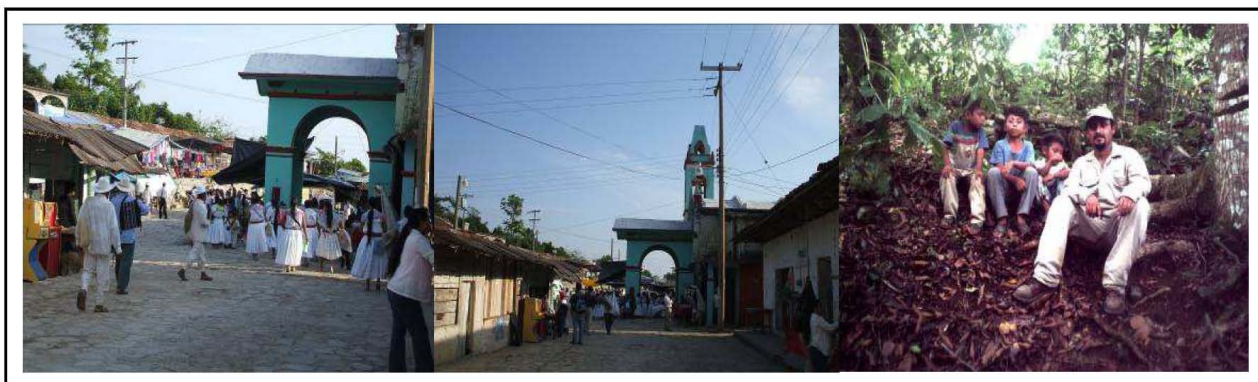
Para el caso donde no existan veredas cerca de las estructuras (postes) se recomienda estar alerta en todo momento y llevar consigo un palo (vara), para utilizarlo como tipo bastón que permita identificar algún peligro adelante del técnico (depresión o presencia de algún animal).



**Figura 4.13.** Serpiente ubicada durante los trabajos en campo y apoyo de bastón para recorrido

Generalmente la gente originaria del lugar, recomienda que al encontrar una serpiente, es mejor rodearla y continuar caminando, que afrontarla y atacarla, ya que se ignora si en el entorno existen más serpientes u otros animales.

Para los casos en donde no se localicen las estructuras a simple vista o se pierda la orientación y la identificación de las veredas por presencia de niebla o densa vegetación, es recomendable contactar a los lugareños (Figura 4.14) y pedir ayuda (previa identificación del técnico), la mayoría de las personas del lugar saben donde están las veredas o el camino que lleva hacia las estructuras.



**Figura 4.14.** Trabajos de levantamiento en Zona rural

Es muy importante que los trabajadores sean respetuosos con las personas del lugar, así como de sus costumbres y nunca dar o regalar cosas a estas personas (dulces o dinero a niños), ya que se pueden ofender o sí después no se les da también se pueden molestar, de igual forma es recomendable no invadir o atravesar sus cultivos para llegar a las estructuras, en caso contrario tratar o buscar la forma de minimizar algún daño a estos, solicitando el permiso correspondiente a los propietarios (no cortar o machetear los cultivos).



## **4.2.4 Vehículos**

### **4.2.4.1 Tipo de vehículo**

Debido a que se realizan los levantamientos de información en zonas de difícil acceso, es indispensable contar con vehículos, tipo pick up de doble cabina y con tracción en las cuatro ruedas, preferentemente de transmisión estándar (no automática), ya que es auxiliar el frenado con velocidad (caja de velocidades) y disminuye el desgaste de balatas (sistema de frenos), las cuales se revisan como mínimo, una vez al mes (dependiendo de las observaciones del operador). De igual forma se recomienda que las llantas sean tipo todo terreno.

Debido a los riesgos que implica la operación del vehículo empleado en los levantamientos, el conductor del mismo, deberá siempre estar en óptimas condiciones físicas y de salud, con licencia vigente, así como alerta ante cualquier eventualidad que se le presente en el camino, de igual forma será responsable del buen funcionamiento del vehículo (reportar con tiempo cualquier anomalía detectada) y de la bitácora correspondiente.

### **4.2.4.2 Equipo de seguridad en el vehículo**

Como parte integral del vehículo, se recomienda siempre llenar el tanque de combustible al término de las actividades o en la mañana antes de salir a campo, revisando el estado de los neumáticos, luces, limpiaparabrisas, niveles de agua, aceite y líquido de frenos, así como traer la siguiente herramienta y equipo de seguridad:

1. Botiquín de primeros Auxilios
2. Soga o cuerda de ½" de diámetro y 30 m de largo
3. Extintor
4. Pala y Pico
5. Gato hidráulico y llaves para cambio de llanta
6. Llanta de Refacción (buenas condiciones)
7. Lámpara
8. Señales de Precaución (triángulos)
9. Termo de 20 lt de capacidad (agua potable)
10. Machete
11. Radio civil (antena de largo alcance)
12. Llantas tipo todo terreno
13. Luces o faros antiniebla

Se recomienda evitar conducir con presencia de niebla densa y lluvia constante, por caminos o carreteras sinuosas de poco tránsito que crucen precipicios y barrancas, así como taludes inestables y escurrimientos de agua (Figura 4.15).



**Figura 4.15.** Vehículo en condiciones de niebla

Es preferible esperar a que aminore la niebla o lluvia y se tenga una mejor visibilidad del camino o carretera, de igual forma se recomienda conducir únicamente de día, en caso de oscurecer y no terminar los trabajos, es preferible acampar en la comunidad más próxima al lugar de los levantamientos y entrevistarse (por seguridad) con la máxima autoridad de dicha comunidad (delegado, presidente auxiliar, jefe comunitario, párroco, etc.) y notificarle que se acampará en ese lugar, la mayoría de éstas personas brinda facilidades y apoyos para llevar a cabo estas acciones.

En las situaciones donde se atasque el vehículo y no pueda salir del fango, se recomienda no forzar el motor y buscar ayuda, ya sea con el personal técnico de campo, Jefe de Proyecto y los vehículos oficiales o con los lugareños u otro vehículo de la comunidad (Figura 4.16).

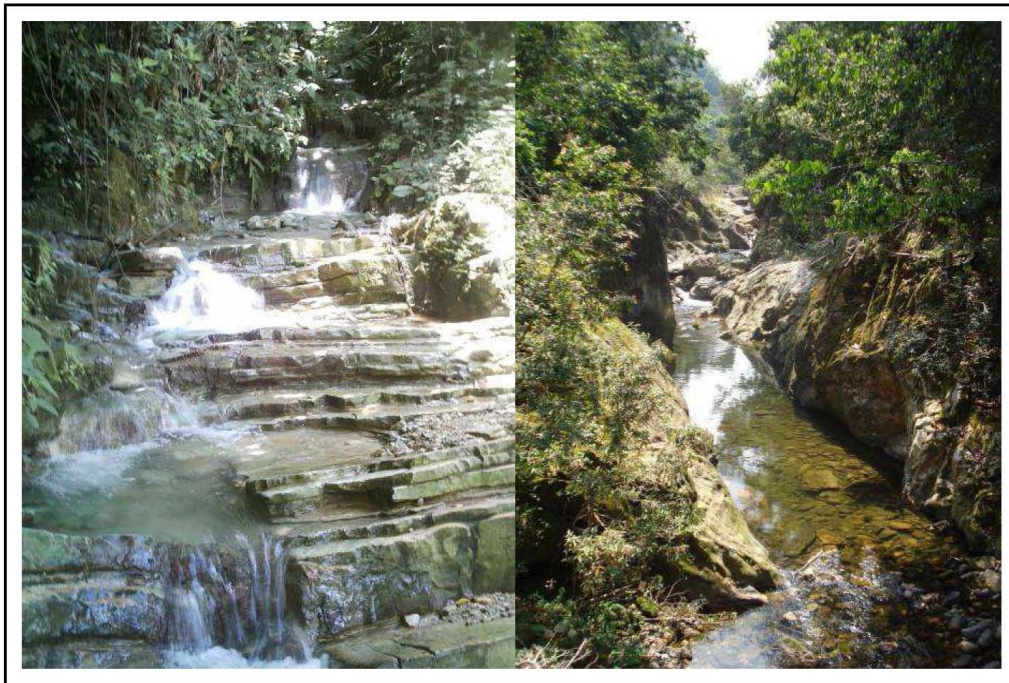


**Figura 4.16.** Cruce de barranca, remolque de vehículo y derrumbe de talud

#### 4.2.5 Cultura Ecológica y Personal

Durante el desarrollo de las actividades de levantamiento se recomienda **NO** hacer lo siguiente:

- Tirar basura (plásticos, latas, botellas, etc.)
- Tratar de capturar algún ave o animal salvaje
- Burlarse de la gente nativa del lugar ni de sus costumbres
- Tocar ni mover señales o símbolos colocados en veredas o partes altas por los lugareños (cruces, veladoras, flores, imágenes, arreglos de papel, etc.)
- Beber agua en la montaña (Figura 4.17), si no se está seguro de su procedencia
- Consumir alimentos que ofrezcan los lugareños, si no se está seguro de su procedencia
- Pedir traslados con vehículos ajenos a la empresa (es preferible esperar el vehículo oficial)
- Prometer o hacer compromisos con los lugareños, referentes a conectar, instalar o efectuar alguna modificación en su servicio eléctrico
- Entrar a una vivienda o predio a localizar una estructura (poste) sin antes solicitar permiso para acceder a la misma
- Contaminar o ensuciar el agua (manantiales, arroyos, ríos, etc.)



*Figura 4.17. Conservación de manantiales y arroyos*

- Aceptar invitaciones a tomar ciertas bebidas (agua ardiente, cervezas, pulque, caña, etc.) por parte de los lugareños
- Subir o escalar ruinas ni monumentos arqueológicos (Figura 4.18)
- Cruzar cementerios ni subirse a las criptas (caminar en la orilla o fuera del predio)
- Realizar actividades o salir a campo en el caso de sentirse en mal estado de salud (presentar problemas dolor de cabeza, vomito, debilidad, etc.)

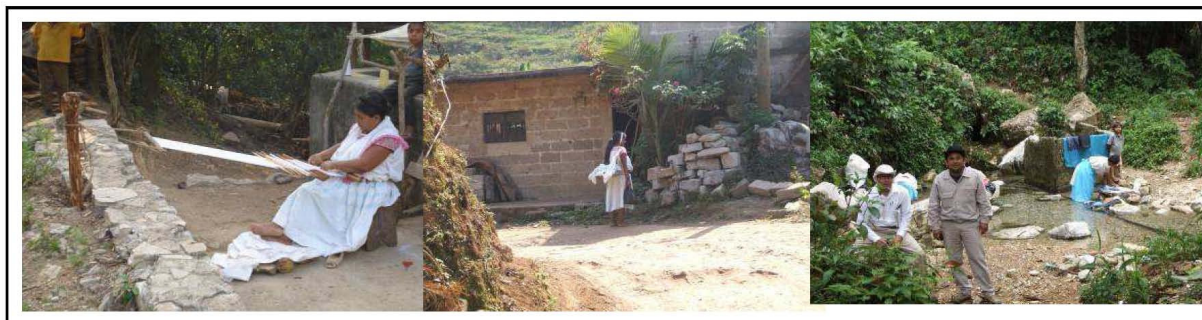




**Figura 4.18.** Levantamiento en cementerio y ruinas

Contrario a lo anterior, durante el desarrollo de las actividades de levantamiento, **SÍ** se recomienda hacer lo siguiente:

- Identificarse con la gente nativa del lugar (lugareños)
- Saludar a los lugareños
- Comentar a los lugareños, acerca de las actividades que se van a realizar o se están realizando (levantamientos)
- Interesarse por las actividades que realizan los lugareños (Figura 4.19)



**Figura 4.19.** Desarrollo de actividades de los lugareños

- Ayudar a los lugareños en acciones como orientar acerca del servicio eléctrico (sin comprometerse a instalar o restablecer el servicio)
- Permitir que los lugareños (niños) se acerquen a observar cómo se efectúan los levantamientos
- Permitir la ayuda o el apoyo de los lugareños (orientación) para llegar a una estructura (poste)
- Considerar los comentarios de los lugareños, referentes a los riesgos y precauciones que hay que tomar en cuenta al realizar levantamientos en determinada zona o lugar (presencia de animales salvajes o barrancas y precipicios)

#### 4.2.6 Situaciones de alto riesgo

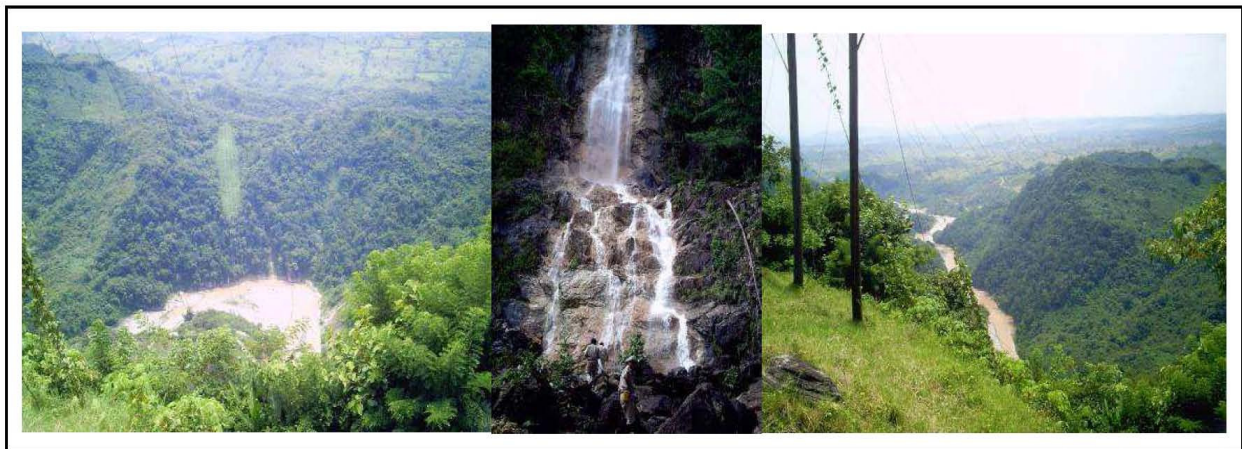
Con base en las condiciones de riesgo de trabajo y la experiencia que se ha obtenido con estos trabajos en distintas Ciudades, se considera que una situación de alto riesgo es aquella en donde existen las condiciones naturales (clima, topografía, fauna, vegetación, etc.) y artificiales o antropogénicas (ataque de personas con alguna arma, mala operación vehicular o estructura que pueda colapsar) que ponen en peligro la integridad física y de salud del trabajador, por lo que se menciona lo siguiente.

Para el caso en donde se estén efectuando actividades de levantamiento en campo y exista alguna o varias personas armadas (armas de fuego como pistolas, rifles, etc. o punzocortantes como cuchillos, machetes, picahielos, etc.), en estado de ebriedad o drogadas, se recomienda comunicarse, inmediatamente, por radio con el técnico responsable del personal de campo o con otro técnico, notificando de la situación que prevalece en el sitio, así como retirarse del lugar.

En situaciones de alto riesgo (Figuras 4.20 y 4.21) en donde la red (circuito) cruce por el siguiente tipo de zonas:

- Densa vegetación y pendientes pronunciadas (sin veredas)
- Reservas ecológicas (flora y fauna)
- Precipicios y barrancas
- Ríos, arroyos y cascadas con flujo constante o intermitente (época de lluvia)
- Pantanos o zonas fangosas
- Comunidades conflictivas (gente nativa armada o colonias clandestinas)
- Densa niebla con lluvia constante o intermitente y descensos bruscos de temperatura
- Plantíos clandestinos (cultivos) de plantas psicotrópicas

Se recomienda que el levantamiento se efectúe, como mínimo, con 2 técnicos bien equipados y apoyados constantemente por el técnico responsable del personal de campo (comunicación y monitoreo constante por radio). Lo anterior garantizará la integridad física de los técnicos y evitará dejar zonas sin levantar la red (circuito).





***Figuras 4.20 y 4.21. Zonas de alto riesgo***

Es responsabilidad del técnico Jefe del grupo, comunicar al personal correspondiente de CFE en la zona (área de Distribución) de los lugares o sitios donde se realizaran los levantamientos y preguntar a dicho personal de los riesgos o precauciones que se deben implementar en éstos.

En general con todas estas recomendaciones obtenidas gracias a la experiencia que se ha tenido al desarrollar este tipo de trabajos a nivel Nacional, se logra minimizar los riesgos de trabajo así como el impacto ecológico y social que se pudieran generar.

# CONCLUSIONES

A través de este proyecto y la incorporación de tecnología móvil y el desarrollo de aplicaciones se logró un ahorro del 73% en el costo del levantamiento de atributos de la red eléctrica, disminuyendo el costo promedio del censo por poste de \$74.06 a \$20.13. Este desarrollo no sólo representó un beneficio económico para CFE, además ayudará a mantener la información necesaria actualizada para atender emergencias, lo cual permitirá coadyuvar a disminuir el indicador Tiempo de Interrupción por Usuario (TIU), que es un indicador prioritario en CFE.

Con la utilización del presente proyecto, el cual consta de un sistema de Levantamiento de Atributos en Campo Versión 2 (SLAC V2) y de la coordinación de Proyectos con trabajos de campo a nivel Nacional, no solo se logra automatizar el proceso de captura de las redes eléctricas en campo, sino que también logra disminuir el costo del levantamiento en un 72.8%, y aumentar el rendimiento un 73.33%.

La utilización del sistema SLAC V2 ha traído como consecuencia un gran ahorro económico en los trabajos de campo, lo cual se demuestra en el apartado anterior. Al realizarse el desarrollo del SLAC V2 con personal de la GEIC, perteneciente a la CFE, el costo del mismo ha sido mucho menor de lo que pudiera haberse contratado con empresas externas a la CFE.

El contar con información confiable de las redes de distribución eléctrica, ha permitido a las diferentes Divisiones de Distribución, planear de mejor manera su presupuesto de inversión de cada año.

La GEIC ofrece y realiza los servicios de levantamiento de redes de distribución eléctrica, por lo que se genera un ahorro considerable para la CFE, ya que los recursos económicos no salen de la empresa.

Teniendo como base toda la información recabada en campo, se atienden con mayor rapidez y eficacia las emergencias por salidas de voltaje, contribuyendo a disminuir el TIU.

La inversión para el desarrollo del sistema fue mínima y solo incluyó los gastos iniciales para el análisis, diseño conceptual y estructura de la base de datos, así como para adecuaciones resultantes de su aplicación en campo y la inversión en materiales y equipos es la referente al hardware y software requerido para el desarrollo del proyecto, por lo que si se compara con los beneficios obtenidos se observa que el SLAC V2 superó con creces las expectativas.

Además del gran ahorro económico que el sistema SLAC V2 ha generado, las Divisiones de Distribución al contar con esta información, han podido lograr sus objetivos de planear mejor el crecimiento de sus redes de distribución y disminuir salidas de voltaje, logrando restablecer el suministro de energía eléctrica más rápidamente, impactando al Tiempo de Interrupción por Usuario (TIU).

Se resalta la disminución en el uso de papel, ya que al manejar toda la información a través de archivos digitales, no se tiene la necesidad de llevar planos impresos ni libretas de campo. Situación que está alineada con las metas de CFE y presidenciales al reducir el impacto ambiental.

El desarrollo del SLAC V2, le permite a la CFE vender el servicio de desarrollo para entidades externas, tal es el caso de PEMEX, que después de ver las bondades del sistema, se interesaron en un desarrollo similar para realizar el inventario de los ductos a través de los cuales transportan su combustible.

Gracias a la coordinación de los trabajos de Levantamiento de atributos en campo de las redes eléctricas, actualmente CFE tiene un avance muy grande en la digitalización de circuitos (Figura 5.1), situación que es de vital importancia ya que esta información se utiliza para análisis de crecimiento de redes de media y baja tensión así como para cuantificar daños en la infraestructura eléctrica cuando exista algún fenómeno que provoque la salida de voltaje.





**Figura 5.1.** Resultado del trabajo realizado con SLAC V2

Cabe destacar que el Sistema para Levantamientos de Atributos en Campo fue seleccionado como el mejor Proyecto de “Innovación y mejora de procesos” obteniendo un premio por ello, además de ser finalista en el Premio Innova CFE.





# Documento para el Diseño del Sistema

## Sistema de Levantamiento de Atributos en Campo

### Versión 2

### SLACv2



## Objetivo

Mostrar gráficamente el diseño y la descripción de la estructura global del sistema así como la especificación de lo que debe hacer cada uno de sus módulos y la manera en que éstos interactúan de acuerdo a las necesidades planteadas por el cliente.



El sistema se conformará de 3 capas principales:

Capa

Simbología

Postes



Línea Primaria



Línea Secundaria



# Postes

SLAC\_POSTES

Form Page Control Layout

POSTE MENU

CAMBIAR USUARIO

Poste [ ] REPETIR

Instalacion 08/10/2009

Material [ ]

Altura [ ]

Resistencia [ ]

Hilos Alumb [ ]

Aparta Rayos [ ]

OK Cancel

Pantalla principal de captura de datos de poste.

SLAC\_POSTES

Form Page Control Layout

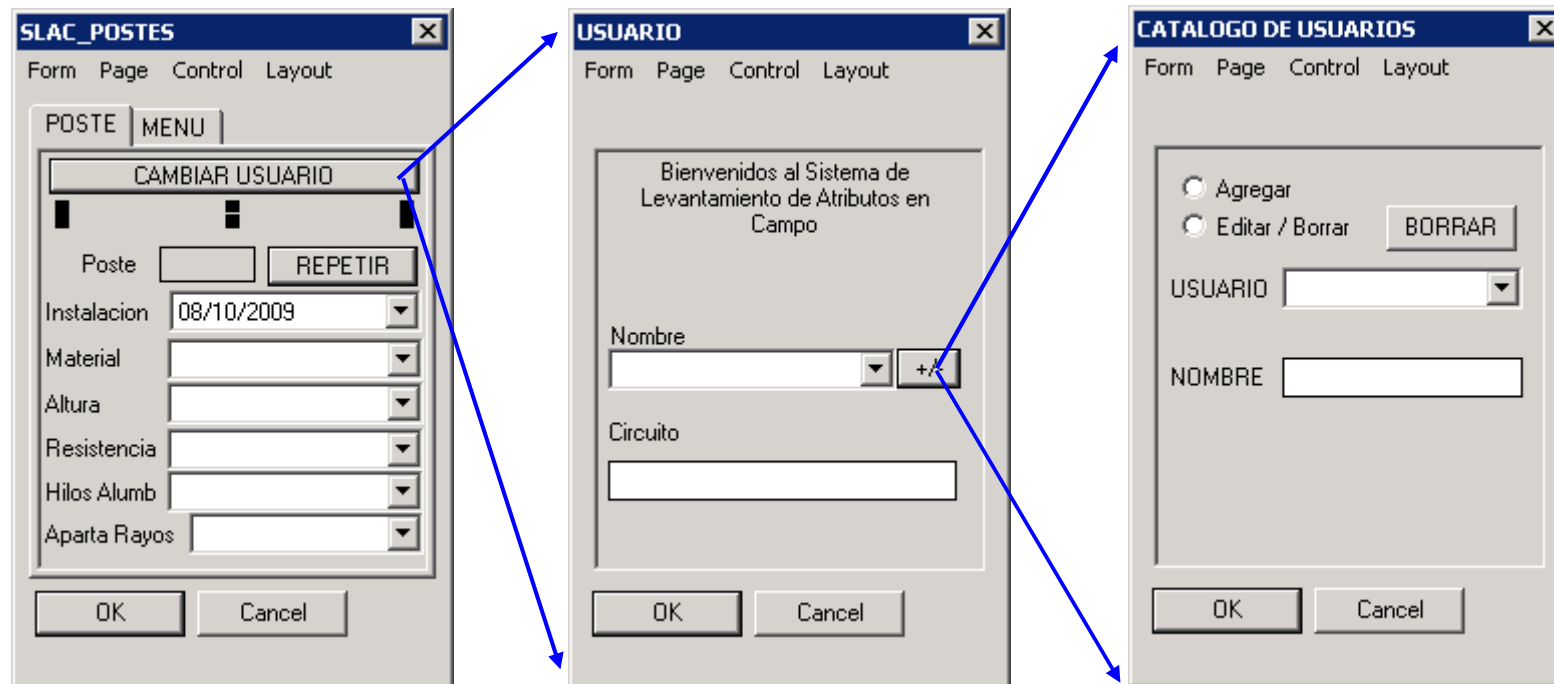
POSTE MENU

<input type="checkbox"/>	SERVICIOS	X
<input type="checkbox"/>	LUMINARIA	X
<input type="checkbox"/>	ALUMBRADO	X
<input type="checkbox"/>	ESTRUCTURA PRI	X
<input type="checkbox"/>	ESTRUCTURA SEC	X
<input type="checkbox"/>	TRANSFORMADOR CFE	X
<input type="checkbox"/>	TRANS. PARTICULAR	X
<input type="checkbox"/>	RESTAURADORES	X
<input type="checkbox"/>	FUSIBLE	X
<input type="checkbox"/>	REGULADOR	X
<input type="checkbox"/>	CAPACITOR	X
<input type="checkbox"/>	SECCIONADORES	X

OK Cancel

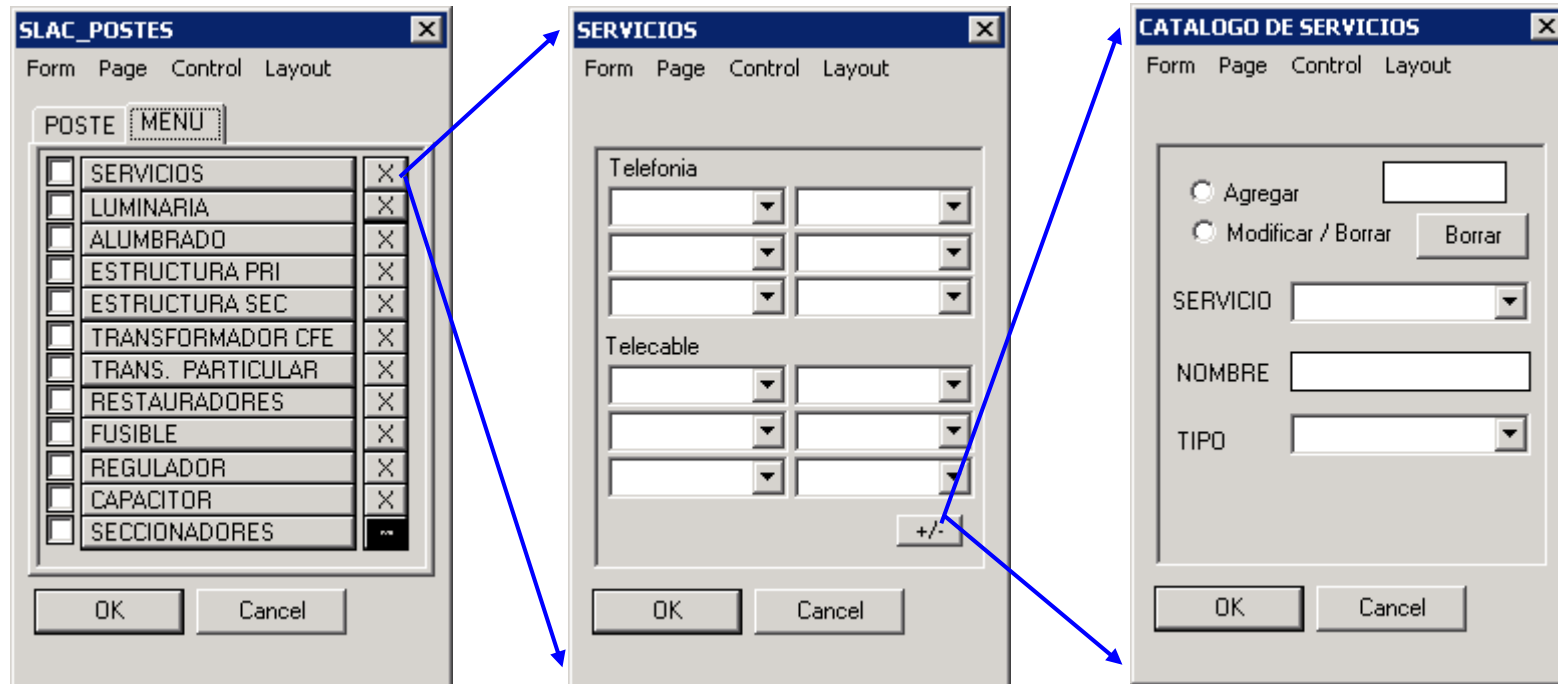
Menú de equipamiento de poste.

# Postes



En la pantalla de datos de usuario, se podrá especificar el nombre de usuario y el circuito a levantar. Adicionalmente se contará con un catálogo administrable de nombres de usuario.

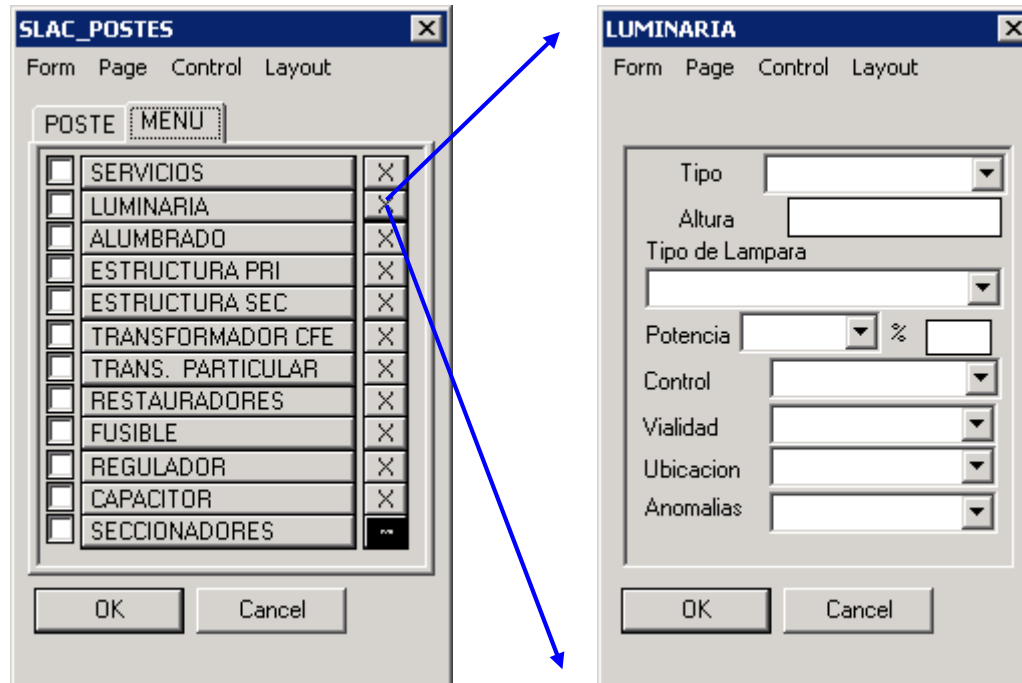
# Postes



En la pantalla de servicios será posible agregar hasta 6 servicios de telefonía y 6 servicios de telecable (de acuerdo a lo solicitado por el cliente). Adicionalmente contará con un catálogo administrable de servicios.



# Postes



En el caso de que el poste cuente con luminaria, en esta pantalla se registrarán los datos más importantes de la misma.

# Postes

**SLAC\_POSTES**

Form Page Control Layout

POSTE MENU

<input type="checkbox"/>	SERVICIOS	X
<input type="checkbox"/>	LUMINARIA	X
<input checked="" type="checkbox"/>	ALUMBRADO	X
<input type="checkbox"/>	ESTRUCTURA PRI	X
<input type="checkbox"/>	ESTRUCTURA SEC	X
<input type="checkbox"/>	TRANSFORMADOR CFE	X
<input type="checkbox"/>	TRANS. PARTICULAR	X
<input type="checkbox"/>	RESTAURADORES	X
<input type="checkbox"/>	FUSIBLE	X
<input type="checkbox"/>	REGULADOR	X
<input type="checkbox"/>	CAPACITOR	X
<input type="checkbox"/>	SECCIONADORES	X

OK Cancel

**ALUMBRADO**

Form Page Control Layout

Tipo de Balastro [ ]

Potencia Balastro [ ]

Poste [ ]

Propiedad [ ]

Anomalia [ ]

Longitud de Brazo [ ]

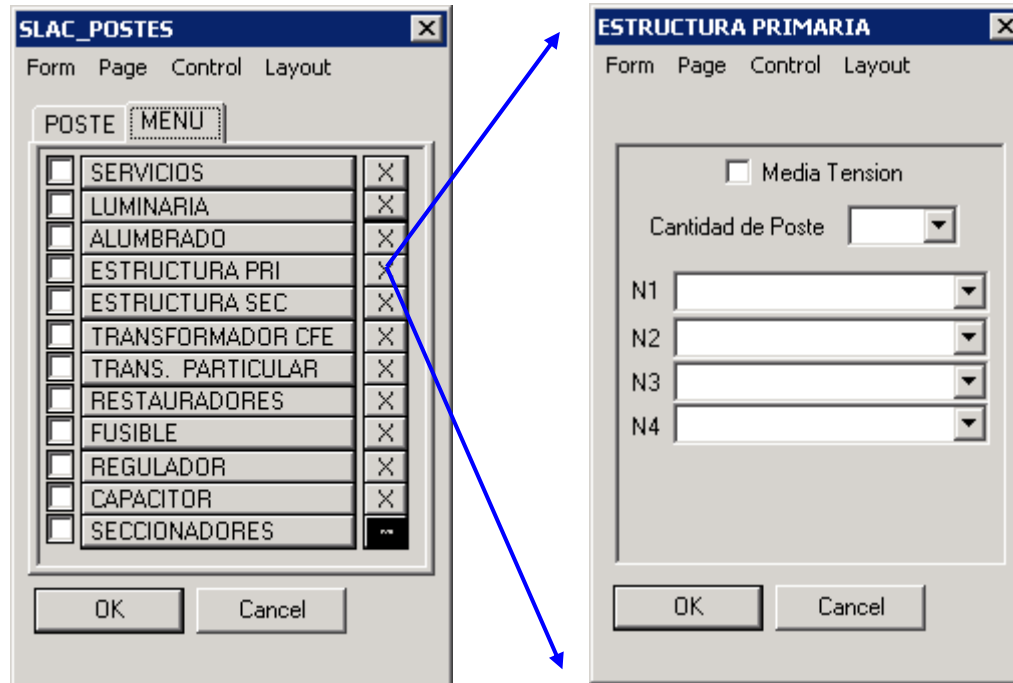
Num Medidor [ ]

Num Area Sec [ ]

OK Cancel

En el caso de que el poste cuente con alumbrado, en esta pantalla se registrarán los datos más importantes del mismo.

# Postes



En el caso de que el poste cuente con estructura primaria, en esta pantalla se registrarán los tipos de estructura de cada nivel que pudiera tener el poste (máximo 4)

# Postes

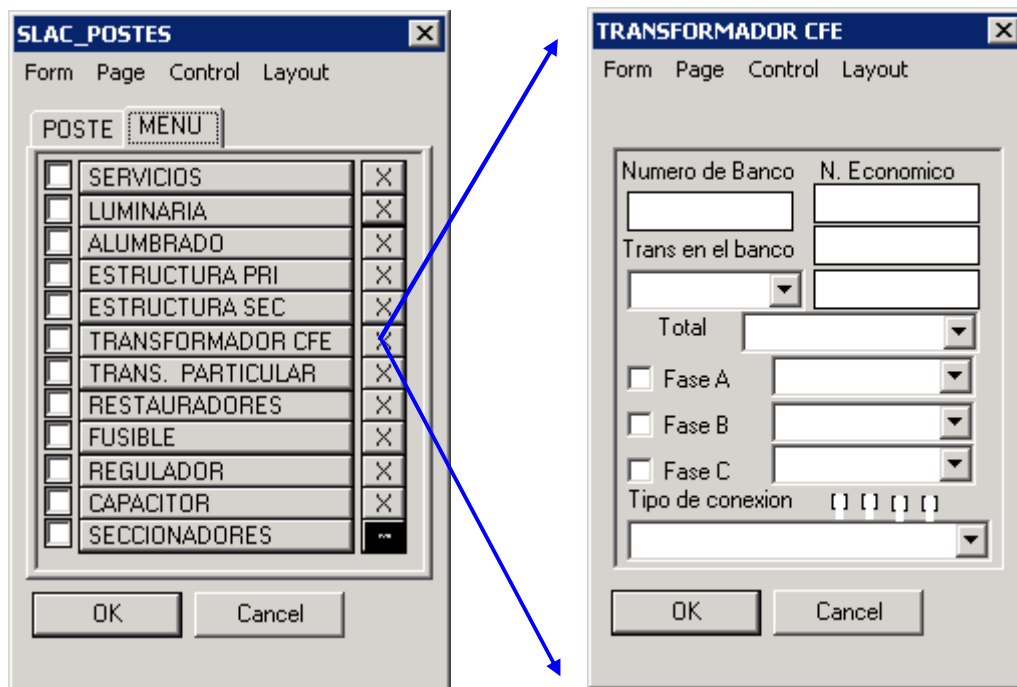
The image shows two software windows. The left window, titled 'SLAC\_POSTES', has a menu with 'POSTE' selected. It contains a list of options with checkboxes and 'X' marks in the right column:

<input type="checkbox"/>	SERVICIOS	X
<input type="checkbox"/>	LUMINARIA	X
<input type="checkbox"/>	ALUMBRADO	X
<input type="checkbox"/>	ESTRUCTURA PRI	X
<input type="checkbox"/>	ESTRUCTURA SEC	X
<input type="checkbox"/>	TRANSFORMADOR CFE	X
<input type="checkbox"/>	TRANS. PARTICULAR	X
<input type="checkbox"/>	RESTAURADORES	X
<input type="checkbox"/>	FUSIBLE	X
<input type="checkbox"/>	REGULADOR	X
<input type="checkbox"/>	CAPACITOR	X
<input type="checkbox"/>	SECCIONADORES	X

The right window, titled 'ESTRUCTURA SECUNDARIA', contains a checkbox for 'Baja Tension' and four dropdown menus labeled N1, N2, N3, and N4. Below these are two dropdown menus labeled 'Retenidas'. A blue arrow points from the 'ESTRUCTURA SEC' option in the first window to the 'ESTRUCTURA SECUNDARIA' window.

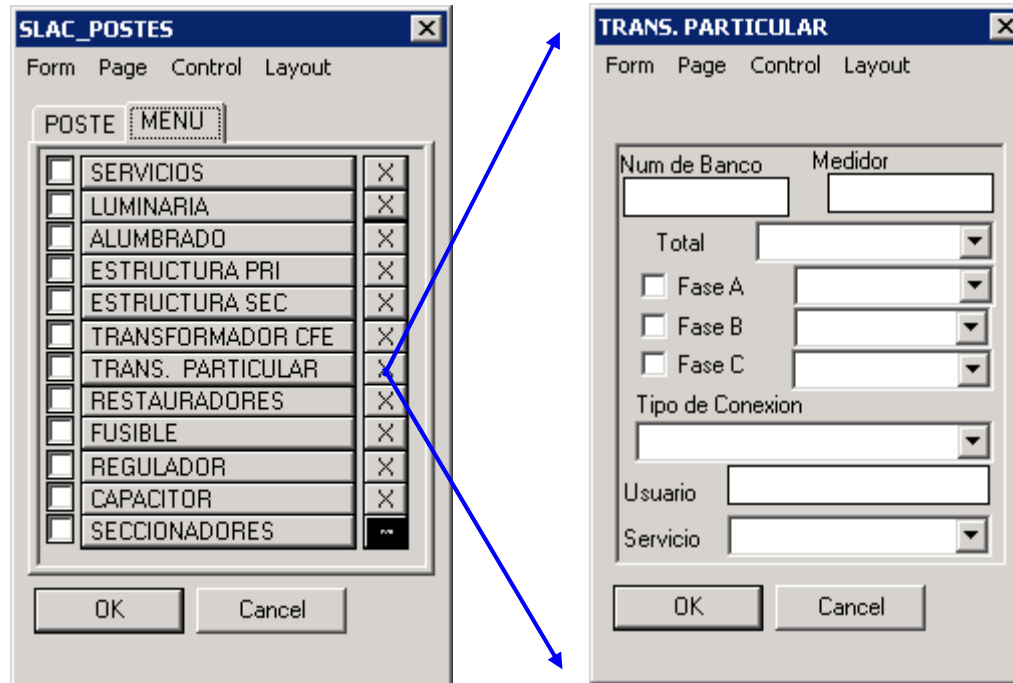
En el caso de que el poste cuente con estructura secundaria, en esta pantalla se registrarán los tipos de estructura de cada nivel que pudiera tener el poste (máximo 4). Además se podrán registrar hasta dos tipos de retenidas.

# Postes



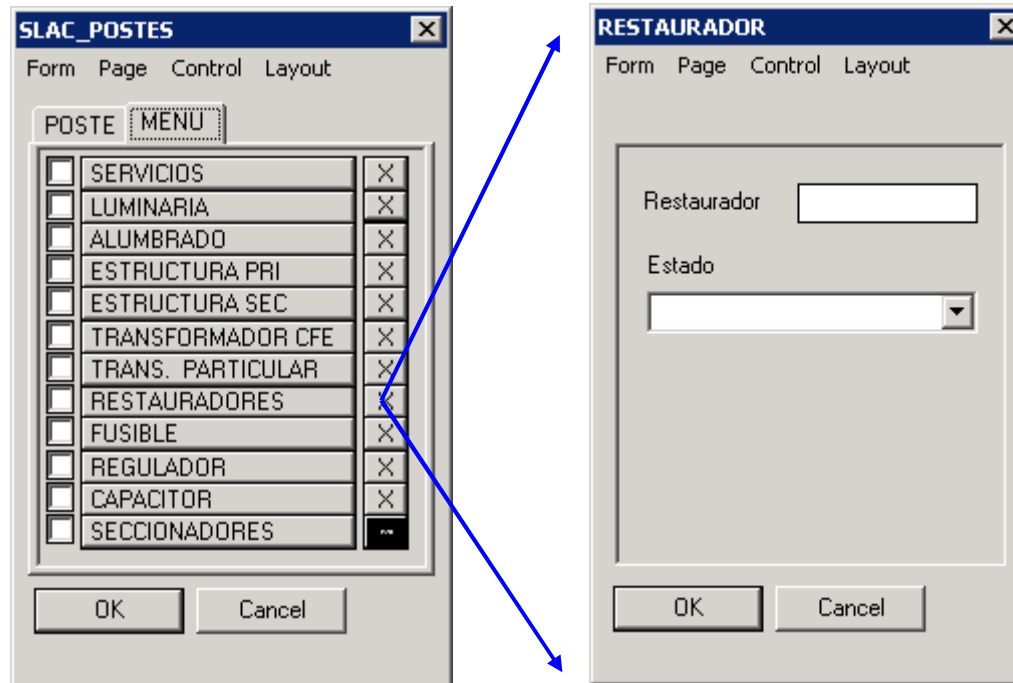
En el caso de que en el poste se encuentre un transformador de CFE, en esta pantalla se capturarán los datos mostrados.

# Postes



En el caso de que el poste cuente con Transformador Particular, en esta pantalla se registrarán las fases presentes y las capacidades de un transformador particular como se muestra en la forma.

# Postes



En el caso de que el poste cuente con restaurador, en esta pantalla será posible capturar el número de restaurador y su estado.

# Postes

The image shows two software windows. The left window, titled 'SLAC\_POSTES', has tabs for 'Form', 'Page', 'Control', and 'Layout'. It features a 'POSTE' tab and a 'MENU' tab. Below the tabs is a list of equipment types with checkboxes and 'X' marks in the right column:

<input type="checkbox"/>	SERVICIOS	X
<input type="checkbox"/>	LUMINARIA	X
<input type="checkbox"/>	ALUMBRADO	X
<input type="checkbox"/>	ESTRUCTURA PRI	X
<input type="checkbox"/>	ESTRUCTURA SEC	X
<input type="checkbox"/>	TRANSFORMADOR CFE	X
<input type="checkbox"/>	TRANS. PARTICULAR	X
<input type="checkbox"/>	RESTAURADORES	X
<input type="checkbox"/>	FUSIBLE	X
<input type="checkbox"/>	REGULADOR	X
<input type="checkbox"/>	CAPACITOR	X
<input type="checkbox"/>	SECCIONADORES	X

At the bottom are 'OK' and 'Cancel' buttons. A blue arrow points from the 'FUSIBLE' row in the list to the 'FUSIBLE' window on the right. The 'FUSIBLE' window also has 'Form', 'Page', 'Control', and 'Layout' tabs. It contains the following fields:

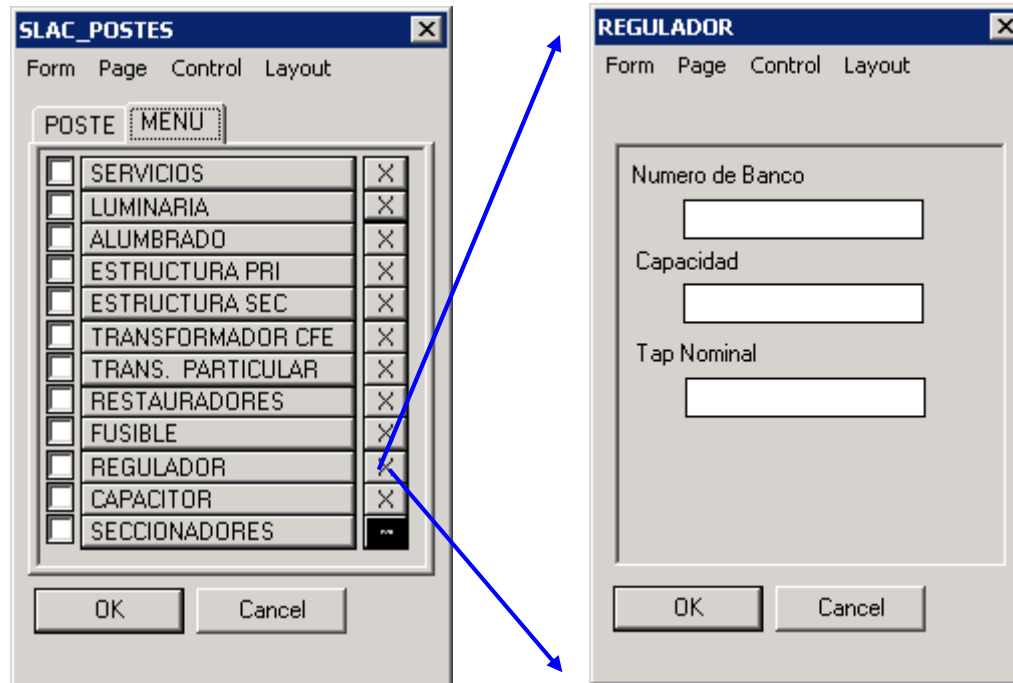
- 'Fusible': A text input field.
- Phase selection: Three checkboxes labeled 'A', 'B', and 'C'.
- 'Estado del Fusible': A dropdown menu.
- 'Tipo de Fusible': A dropdown menu.

At the bottom are 'OK' and 'Cancel' buttons.

En el caso de que el poste cuente con equipamiento de fusibles en esta pantalla se podrá indicar las fases en las que esté presente, el estado y tipo del mismo.

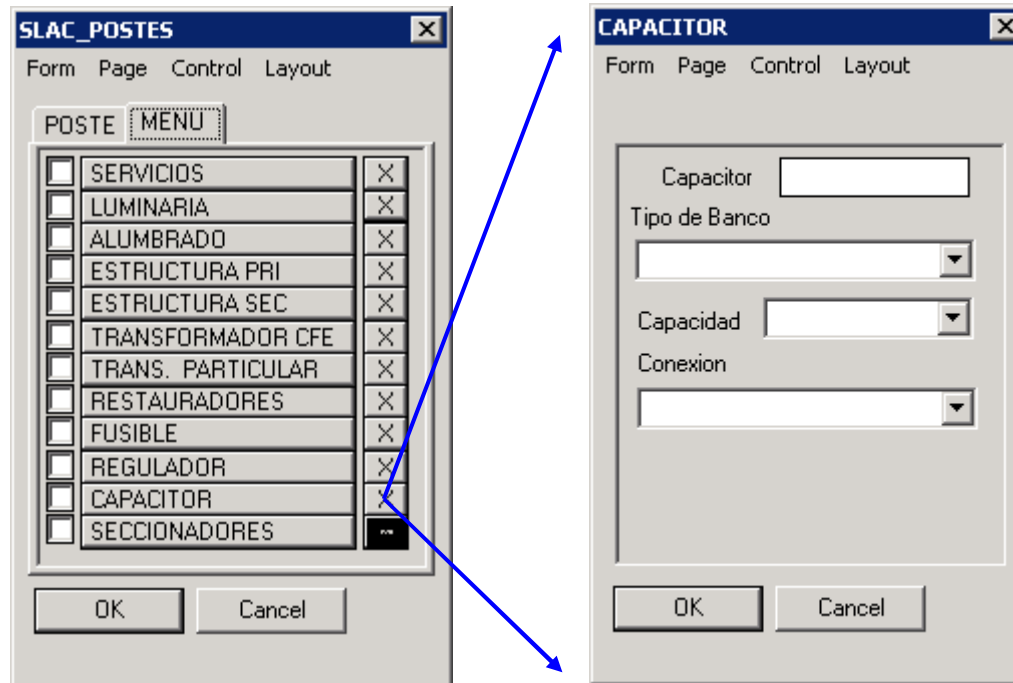


# Postes



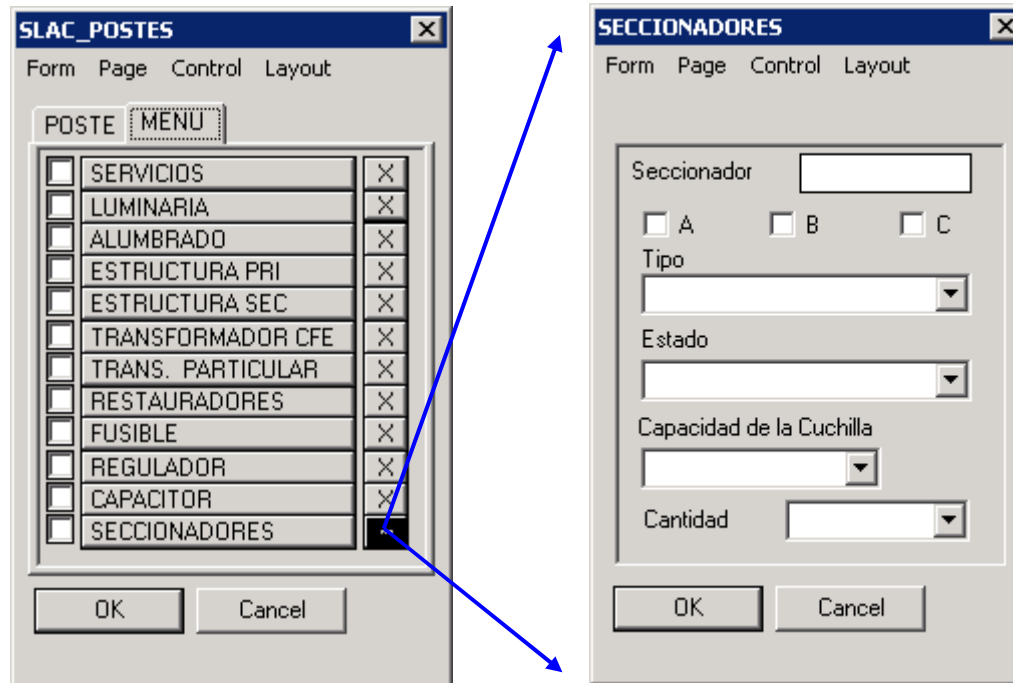
En el caso de que el poste cuente con regulador, en esta pantalla se podrán registrar los datos de número de banco, capacidad y tap nominal.

# Postes



En el caso de que el poste cuente con capacitor, en esta pantalla se podrán capturar datos como: tipo de banco, capacidad y conexión.

# Postes



En el caso de que el poste cuente con seccionador, en esta pantalla se podrán capturar datos como: fases presentes, tipo, estado, capacidad de la cuchilla y cantidad.

## Línea Primaria

Linea Primaria

Form Page Control Layout

Nivel de Tension [dropdown]

Estructura Predominante [dropdown]

CAL C. Primario [checkbox] MAT

[dropdown] [dropdown]

CAL C. Neutro MAT

[dropdown] [dropdown]

NOI [dropdown] Orden [dropdown]

Seccionador [dropdown]

Capturar Informacion anterior

OK Cancel

El sistema contempla mantener el formato de captura de línea primaria de SLACv1 pero adicionando la función “repetir información anterior”. Dicha función permitirá traer los valores de una línea trazada anteriormente que cuente con características similares. De esta forma se podrá ahorrar tiempo en la digitalización de la línea primaria.

## Línea Secundaria

Linea Secundaria

Form Page Control Layout

ID LS

Fases Presentes

A  B  C

CAL C. Fases MAT

CAL C. Neutro MAT

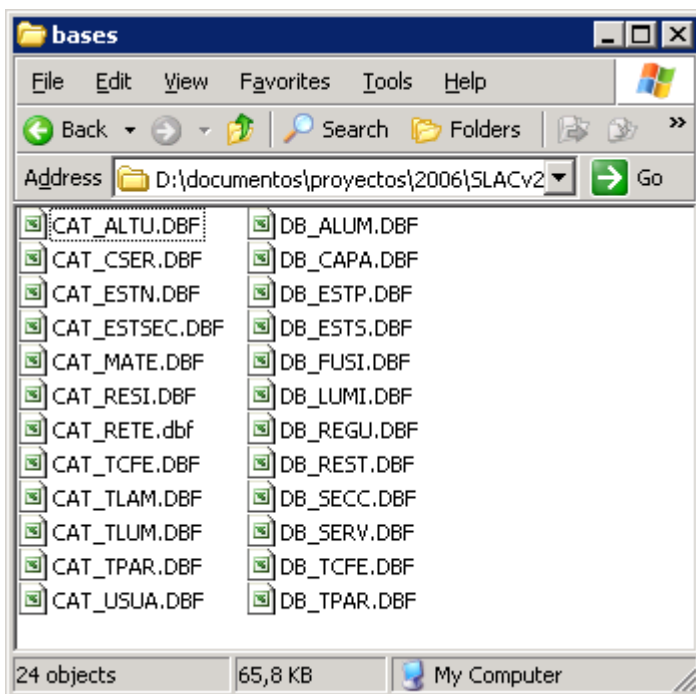
Capturar Informacion anterior

OK Cancel

El sistema contempla mantener el formato de captura de línea secundaria de SLACv1 pero adicionando la función “repetir información anterior”. Dicha función permitirá traer los valores de una línea trazada anteriormente que cuente con características similares. De esta forma se podrá ahorrar tiempo en la digitalización de la línea secundaria.

## Sistema de base de datos

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	ID	MATERIAL	ALTURA	RESISTENCI	APARTA_RA	BAJA	MEDI	P1NIVEL1	P1NIVEL2	P1NIVEL3	P1NIVEL4	TRES_POSTE	ESNIVEL1	ESNIVEL2	ESNIVEL3	ESNIVEL4	TELECABLE	TELEFONO
2	1				0	0	0					0					0	
3	2	FI	09	600	2	1	1	TS	TE	HS	TD	2	R	P	P	D		1
4	5	CR	07	600	2	1	1	HS	TS	VD	VR	1	D	R-R	P-R	R/R		1
5	6	CR	07	600	2	0	0					0						1
6	7	CR	07	600	0	0	0					0						0
7	8	CR	07	600	1	0	0					0						1
8	9				0	0	0					0						0



El sistema de almacenamiento de datos contempla tener dos archivos en formato dbf, para cada equipamiento relacionado a un poste:

- Catálogo de valores
- Base de datos respectiva

De esta forma sólo se capturarán datos si el equipamiento existe y se evitarán los espacios en blanco en el caso de ser una sola tabla para poste (es el caso de SLACv1)

## GLOSARIO

**Baja tensión:** Es el nivel de tensión que se utiliza para distribuir la energía eléctrica a partir de un banco de transformación, el valor es de 13.8 KVA.

**Base de Datos:** Es un conjunto de datos persistentes que es utilizado por los sistemas de aplicación de alguna empresa dada.

**Central Hidroeléctrica:** Estas centrales aprovechan la energía potencial que posee la masa de agua de un cauce natural (río) en virtud de un desnivel, también conocido como salto geodésico. El agua en su caída entre dos niveles del cauce se hace pasar por una turbina hidráulica la cual transmite la energía a un generador donde se transforma en energía eléctrica.

**Datum:** Es un conjunto de puntos de referencia en la superficie terrestre en base a los cuales las medidas de la posición son tomadas y un modelo asociado de la forma de la tierra (elipsoide de referencia) para definir el sistema de coordenadas geográfico.

**Electricidad:** Es un fenómeno físico cuyo origen son las cargas eléctricas y cuya energía se manifiesta en fenómenos mecánicos, térmicos, luminosos y químicos, entre otros.

**Estandarización:** Proceso que permite ajustar los datos de acuerdo a ciertas normas de ingeniería u organizaciones.

**Geomática:** Es la ciencia y tecnología de obtención, análisis, interpretación, distribución y uso de información geográfica. Comprende un amplio rango de disciplinas que pueden unirse para crear una visión detallada y comprensible del mundo real.

**Georreferenciación:** Se refiere al posicionamiento con el que se define la localización de un objeto espacial (representado mediante punto, vector, área, volumen) en un sistema de coordenadas y datum determinado. Este proceso es utilizado frecuentemente en los Sistemas de Información Geográfica.



Innovación: Es la creación o modificación de un producto, y su introducción en un mercado

Interfaz: Es la conexión entre dos ordenadores o máquinas de cualquier tipo dando una comunicación entre distintos niveles.

Levantamiento: Término utilizado en CFE con el cual se especifica la actividad de recolección de información en campo.

Media tensión: Es el nivel de tensión que se utiliza para distribuir la energía eléctrica, utilizándose valores de 34.5 KVA, 23.5 KVA.

Planoteca: Es un acervo en papel o digital de planos.

Red eléctrica: Se refiere a conjunto de medios formado por generadores eléctricos, transformadores, líneas de transmisión y líneas de distribución utilizados para llevar la energía eléctrica a los usuarios.

Sistema: Conjunto de componentes que interaccionan entre sí para lograr un objetivo común.

SIG: Siglas de Sistema de Información Geográfica y se define como una integración organizada de hardware, software y datos geográficos diseñada para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión.

## REFERENCIAS

Bustamante Ruisánchez Guillermo, Manual de Organización General de Comisión Federal de Electricidad, Dirección de Administración de la Comisión Federal de Electricidad, 2007.

González López Celia, Curso de Inducción a CFE, Comisión Federal de Electricidad, 2004.

Sommerville Ian, Ingeniería de Software, Pearson, 7ª Edición, 2008.

Hernández Sampieri Roberto, Metodología de la Investigación, McGraw Hill, 2008

Date, C.J., Introducción a los sistemas de Bases de Datos, Prentice Hall, 7ª Edición, 2001.

Senn James, Análisis y diseño de Sistemas de Información, McGraw Hill, 2ª Edición, 2004.

Siler Brian, Visual Basic 6, Prentice Hall, 1a Edición, 1999.

Pressman Roger, Ingeniería de Software un enfoque práctico, McGraw Hill, 6ª Edición, 2006.

Apuntes y manual de curso del programa móvil Arc Pad 7.1, 2007.

Apuntes y manuales de curso de ArcInfo, 2010.

Apuntes y manuales de curso de Arcview 10, 2010.

<http://k1000d.cfemex.com/portal/>, Página de la Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil donde pueden encontrarse los servicios y proyectos que se desarrollan, 2011.

<http://www.cfemex.com/Paginas/Default.aspx>, Página de CFE en la Intranet de la empresa, donde se consultan datos como organigramas, historia, información de cada Área de CFE, 2011.

<http://www.sigsa.info/sigsa/>, Página de la empresa SIGSA, S.A. donde puede consultarse información sobre los productos que ofrece tales como aplicaciones móviles, cartografía y GPS, 2011

<http://k1116.cfemex.com>, Página del Departamento de Geomática en la que se puede consultar el acervo cartográfico de INEGI, 2011

<http://www.esri.com/>, Página del fabricante del programa Arc Pad, donde pueden consultarse manuales, código fuente, ejemplos y fórums de desarrollo de aplicaciones móviles, 2011.