



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**PROCESO DE MEJORAMIENTO EN LA CAPTURA ELECTRÓNICA DE  
DATOS, PARA LA ACTUALIZACIÓN DE ESTRUCTURAS HABITACIONALES,  
Y SU TRANSMISIÓN POR MEDIO DE TECNOLOGÍA DE DATOS 3G**

**Aldo Leonel Soto Mayén**

Asesorado por la Inga. Luisa Fernanda Sánchez Domínguez

Guatemala, octubre de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROCESO DE MEJORAMIENTO EN LA CAPTURA ELECTRÓNICA DE  
DATOS, PARA LA ACTUALIZACIÓN DE ESTRUCTURAS HABITACIONALES,  
Y SU TRANSMISIÓN POR MEDIO DE TECNOLOGÍA DE DATOS 3G**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**ALDO LEONEL SOTO MAYÉN**

ASESORADO POR LA INGA. LUISA FERNANDA SÁNCHEZ DOMÍNGUEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Sergio Fernando Pérez Rivera
EXAMINADOR	Ing. Carlos Alex Olivares Ortiz
EXAMINADOR	Ing. César Augusto Akú Castillo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**PROCESO DE MEJORAMIENTO EN LA CAPTURA ELECTRÓNICA DE  
DATOS, PARA LA ACTUALIZACIÓN DE ESTRUCTURAS HABITACIONALES,  
Y SU TRANSMISIÓN POR MEDIO DE TECNOLOGÍA DE DATOS 3G**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 18 de marzo de 2015.



**Aldo Leonel Seto Mayén**

Guatemala 10 de Agosto de 2015

Ingeniero:

Cesar Ernesto Urquizú Rodas

DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Facultad de Ingeniería, USAC.

Ingeniero Urquizú.

Por Medio de la presente me dirijo a usted, para hacer de su conocimiento que como Asesor del estudiante universitario, **ALDO LEONEL SOTO MAYEN** de la carrera de Ingeniería Industrial, con numero de carne 1998-11202 he tenido a la vista el trabajo de graduación titulado: **PROCESO DE MEJORAMIENTO EN LA CAPTURA ELECTRÓNICA DE DATOS, PARA LA ACTUALIZACIÓN DE ESTRUCTURAS HABITACIONALES, Y SU TRANSMISIÓN POR MEDIO DE TECNOLOGÍA DE DATOS 3G**, el cual encuentro satisfactorio.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular me es grato suscribirme.



*Luisa Fernanda Sánchez Domínguez*  
INGENIERA INDUSTRIAL  
COLEGIADO NO 9315

Luisa Fernanda Sánchez Domínguez  
Asesor de trabajo de graduación  
Colegiado 9315



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROCESO DE MEJORAMIENTO EN LA CAPTURA ELECTRÓNICA DE DATOS, PARA LA ACTUALIZACIÓN DE ESTRUCTURAS HABITACIONALES, Y SU TRANSMISIÓN POR MEDIO DE TECNOLOGÍA DE DATOS 3G**, presentado por el estudiante universitario **Aldo Leonel Soto Mayén**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Maria Martha Wolford Estrada  
Ingeniera Industrial  
Colegiada 8659

Inga. María Martha Wolford de Hernández  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, septiembre de 2015.

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PROCESO DE MEJORAMIENTO EN LA CAPTURA ELECTRÓNICA DE DATOS, PARA LA ACTUALIZACIÓN DE ESTRUCTURAS HABITACIONALES Y SU TRANSMISIÓN POR MEDIO DE TECNOLOGÍA DE DATOS 3G**, presentado por el estudiante universitario **Aldo Leonel Soto Mayen**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2015.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **PROCESO DE MEJORAMIENTO EN LA CAPTURA ELECTRÓNICA DE DATOS, PARA LA ACTUALIZACIÓN DE ESTRUCTURAS HABITACIONALES, Y SU TRANSMISIÓN POR MEDIO DE TECNOLOGÍA DE DATOS 3G**, presentado por el estudiante universitario: **Aldo Leonel Soto Mayén**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano

Guatemala, octubre de 2015





## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Mi madre**

Carmelina Mayén, por su inmenso amor, motivación y apoyo incondicional a lo largo de mi vida.

### **Mi abuela**

Jesús Morataya, por su amor, por ser una segunda madre para mí, por sus valiosos consejos y por ser ejemplo de lucha, constancia y dedicación.

### **Mi hermana**

Jessica Soto, por brindarme su ayuda y ser parte importante en mi vida.

### **Mis tíos**

Gustavo Adolfo Mayén (q. e. p. d.), por sus consejos, apoyo y por crear en mi la conciencia y Aura Lidia, Francisco Melgar (q. e. p. d.) por su cariño y apoyo.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Al alma máter, que me brindó los conocimientos necesarios para hacerme un profesional.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por todo el equipo de personas que trabajan día a día en busca de la excelencia, gracias por brindarme la formación académica para convertirme en un profesional.
<b>Mi asesora</b>	Inga. Luisa Fernanda Sánchez Domínguez, por su valiosa colaboración en el desarrollo de este trabajo de graduación.
<b>Instituto Nacional de Estadística</b>	Por haberme abierto las puertas para realizar mi trabajo de graduación, en especial a las autoridades, al Ing. Orlando Monzón por la confianza en mí trabajo.
<b>Ing. Pablo Toledo</b>	Por su apoyo y confianza al transmitir sus conocimientos.
<b>Inga. Rosario Durán</b>	Por el apoyo, el tiempo y la dedicación en este trabajo.

## **Mis amigos**

Por la amistad que nos une después de tanto tiempo, Oswaldo Gordillo, Leonardo Martínez, Renato Díaz, Oswaldo Martínez, Wender Contreras, Otto Moscoso, Edwin Oliva, Rodrigo Quinto, Candy Colindres, Miguel Cuellar, Brenda Miranda.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XIII
GLOSARIO .....	XV
RESUMEN .....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN.....	XXIII
1. ANTECEDENTES GENERALES .....	1
1.1. El Instituto Nacional de Estadística .....	1
1.1.1. Antecedentes históricos .....	1
1.1.2. Ubicación.....	3
1.1.3. Misión .....	3
1.1.4. Visión.....	3
1.1.5. Base legal .....	4
1.1.6. Estructura organizacional .....	4
1.1.6.1. Junta Directiva.....	5
1.1.6.2. Gerencia .....	5
1.1.6.3. Departamentos.....	5
1.1.7. Estructura del Departamento de Censos y Encuestas .....	6
1.2. Tecnologías de información y comunicación .....	6
1.2.1. Historia y evolución.....	7
1.2.1.1. Sistemas de captura de datos .....	8
1.2.1.2. Sistemas de transmisión de datos a través de redes celulares.....	9

	1.2.1.3.	Sistemas de información geográfica ....	10
2.		SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO .....	13
	2.1.	Proceso de actualización de estructuras habitacionales .....	13
	2.1.1.	Descripción de proceso de actualización .....	14
	2.1.2.	Actualización cartográfica de segmentos urbanos ..	16
	2.1.3.	Actualización cartográfica de segmentos rurales ....	16
	2.1.4.	Recorrido de los equipos de cartografía .....	16
	2.1.5.	Conformación de los equipos de trabajo en el campo.....	17
	2.1.6.	Envío de formularios FC-01 a oficinas centrales .....	17
	2.2.	Identificación cartográfica .....	17
	2.2.1.	Región del país .....	18
	2.2.2.	Departamentos de Guatemala .....	19
	2.2.3.	Municipios de Guatemala .....	20
	2.2.4.	Sector dentro de los municipios .....	20
	2.2.5.	Segmento dentro de un sector .....	20
	2.2.6.	Área urbana.....	20
	2.2.7.	Área rural.....	21
	2.2.8.	Código cartográfico.....	21
	2.3.	Definición de estructura habitacional .....	21
	2.3.1.	Uso de códigos de comercio .....	23
	2.3.2.	Uso de códigos para institución .....	23
	2.3.3.	Signografía .....	23
	2.3.3.1.	Código de signografía .....	24
	2.3.4.	Condición de las estructuras habitacionales .....	25
	2.3.4.1.	Estructuras con personas presentes ....	25
	2.3.4.2.	Estructuras con personas ausentes .....	25

	2.3.4.3.	Estructura habitacional ocupada temporalmente .....	26
	2.3.4.4.	Estructura habitacional desocupada ....	26
	2.3.4.5.	Estructuras en proceso de construcción .....	26
2.4.		Tipos de estructuras .....	26
	2.4.1.	Establecimiento económico.....	27
	2.4.2.	Establecimiento no económico.....	27
	2.4.3.	Vivienda.....	27
2.5.		Material cartográfico.....	28
	2.5.1.	Importancia y clasificación del material .....	28
	2.5.2.	Mapa cartográfico .....	28
	2.5.3.	Asurado de mapas cartográficos .....	30
	2.5.4.	Plano cartográfico .....	30
		2.5.4.1. Croquis cartográficos .....	31
		2.5.4.2. Escalas utilizada.....	31
2.6.		Tipos de orientación en estructuras .....	32
	2.6.1.	En planos cartográficos .....	32
	2.6.2.	Croquis .....	32
	2.6.3.	Equipo usado para la orientación.....	33
		2.6.3.1. Utilización de la brújula .....	33
		2.6.3.2. Utilización de aparatos de sistema de posicionamiento global .....	34
	2.6.4.	Orientación por límites geográficos.....	34
2.7.		Tipos de sectores muestrales en estructuras habitacionales.....	35
	2.7.1.	Sector urbano.....	36
	2.7.2.	Sector rural.....	36
	2.7.3.	Segmento compacto urbano .....	37

2.7.4.	Segmento compacto rural .....	38
2.7.5.	Sector agrupado.....	38
2.7.6.	Sector disperso .....	38
3.	PROPUESTA PARA MEJORAR EL PROCESO DE CAPTURA DE DATOS.....	39
3.1.	Equipo necesario para la actualización cartográfica digital .....	39
3.2.	Configuración del sistema en plataforma web .....	39
3.3.	Especificaciones técnicas de los teléfonos inteligentes.....	40
3.4.	Configuración de cuentas en el sistema Androide Google.....	40
3.5.	Instalación de programa de captura en teléfonos inteligentes.....	41
3.5.1.	Teléfonos inteligentes compatibles utilizados.....	41
3.5.2.	Características de sistema operativo .....	42
3.5.3.	Descarga de software al teléfono inteligente .....	42
3.5.4.	Creación de usuarios personales .....	42
3.5.5.	Autenticación del teléfono con la plataforma web ...	43
3.6.	Sistemas operativos de teléfonos inteligentes .....	44
3.6.1.	Sistema Androide.....	45
3.6.2.	Mac IOS .....	46
3.6.3.	Windows Phone .....	46
3.7.	Programa de captura de datos .....	47
3.7.1.	Descripción del programa DroidSurvey .....	49
3.7.2.	Creación de usuario maestro .....	50
3.7.3.	Configuración inicial del sistema .....	51
3.7.4.	Diseño del programa de captura .....	52
3.7.5.	Programa en modo de prueba .....	53
3.7.6.	Adquisición de licencia para uso del programa .....	54
3.8.	Sistema de posicionamiento global .....	55

3.8.1.	Características técnicas .....	56
3.8.2.	Evolución del sistema de posicionamiento global ...	57
3.8.3.	Funcionamiento para uso civil.....	58
3.8.4.	Integración con telefonía móvil.....	59
3.8.5.	Precisión de la posición global .....	59
3.9.	Transmisión de datos por medio de redes celulares .....	60
3.9.1.	Tipos de transmisión de datos .....	60
3.9.2.	Tecnologías de comunicación móvil .....	60
3.9.2.1.	Tecnología de transmisión 1G.....	61
3.9.2.2.	Tecnología de transmisión 2G.....	62
3.9.2.3.	Tecnología de transmisión 3G.....	63
3.10.	Análisis de la información cartográfica.....	64
3.10.1.	Programas para análisis de la información estadística .....	65
3.10.2.	Statistical Package for the Social Sciences SPSS ..	65
3.10.3.	Microsoft Excel.....	66
3.10.4.	Análisis de consistencia de la información .....	66
3.10.5.	Integración de los sectores cartográficos .....	67
3.10.6.	Consolidación de los sectores en base de datos ....	67
3.11.	Métodos utilizados para muestreo estadístico .....	68
3.11.1.	Muestreo aleatorio .....	68
3.11.2.	Muestreo aleatorio simple .....	69
3.11.3.	Muestreo sistemático.....	70
3.11.4.	Muestreo aleatorio estratificado .....	71
3.11.5.	Muestreo aleatorio por conglomerados .....	72
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	73
4.1.	Digitación de datos programa de captura .....	73
4.1.1.	Inicio del programa de captura de información .....	73



4.1.2.	Selección del formulario de actualización .....	74
4.1.3.	Página de inicio del programa .....	75
4.1.4.	Selección del departamento .....	76
4.1.5.	Ingreso del código cartográfico .....	77
4.1.6.	Situación actual del sector seleccionado .....	78
4.1.7.	Ingreso del nombre del lugar poblado.....	79
4.1.8.	Ingreso de número de estructura cartográfica.....	80
4.1.9.	Número de niveles que posee la estructura .....	81
4.1.10.	Ubicación en nivel de la estructura cartográfica.....	82
4.1.11.	Ingreso correlativos de locales dentro de estructuras.....	83
4.1.12.	Selección de tipo de estructura cartográfica.....	83
4.1.13.	Ingreso de código de comercio .....	85
4.1.14.	Ingreso de código de signografía .....	85
4.1.15.	Selección de la condición de la estructura cartográfica.....	86
4.1.16.	Selección del total de hogares dentro de la estructura cartográfica .....	88
4.1.17.	Estructura cartográfica.....	89
4.1.17.1.	Ingreso del total de habitantes del hogar.....	90
4.1.17.2.	Ingreso del total de personas de sexo masculino.....	91
4.1.17.3.	Ingreso del total de personas de sexo femenino .....	91
4.1.18.	Ingreso del nombre del jefe de hogar .....	92
4.1.19.	Ingreso de las características físicas de la estructura .....	93

4.1.20.	Selección de finalizado del ingreso de información.....	94
4.2.	Capacidad instalada y recursos necesarios para la implementación .....	95
4.2.1.	Capacidad instalada .....	95
4.2.1.1.	Infraestructura física.....	96
4.2.1.2.	Infraestructura tecnológica .....	96
4.2.2.	Recursos necesarios para el proceso.....	97
4.2.2.1.	Recursos económicos.....	97
4.2.2.2.	Recursos tecnológicos .....	97
4.2.2.3.	Recursos humanos .....	98
4.2.2.4.	Recursos de transporte.....	98
4.2.3.	Cronograma para la implementación del proceso ...	98
4.2.3.1.	Descripción de actividades .....	99
4.2.3.2.	Diagrama de Gantt.....	100
4.3.	Estrategias para la integración del personal de campo .....	101
4.3.1.	Selección.....	101
4.3.1.1.	Perfil básico de puestos .....	101
4.3.1.2.	Perfil de jefe de campo .....	102
4.3.1.3.	Perfil de supervisor de campo .....	103
4.3.1.4.	Perfil de cartógrafo.....	104
4.3.2.	Capacitación de personal .....	105
4.3.2.1.	Capacitación general en cartografía ..	105
4.3.2.2.	Capacitación en el uso de teléfonos inteligentes .....	106
4.3.2.3.	Evaluación del personal.....	106
5.	MEJORA CONTINUA.....	109
5.1.	Evaluación técnica .....	109

5.1.1.	Ventajas y desventajas .....	109
5.1.2.	Medición de tiempos .....	110
5.1.3.	Estadísticas comparativas .....	111
5.1.4.	Alternativas ambientales .....	116
5.2.	Evaluación económica y financiera .....	120
5.2.1.	Impacto económico.....	120
5.2.2.	Estudio financiero y comercial.....	120
5.2.3.	Evaluación del rendimiento .....	123
5.3.	Evaluación e interpretación de resultados.....	123
5.3.1.	Auditorías internas .....	124
5.3.2.	Auditorías externas .....	125
5.3.3.	Alcance de la actualización cartográfica .....	125
5.3.4.	Encuestas que aplican actualización cartográfica .	126
5.3.4.1.	Encuesta Nacional de Condiciones de Vida.....	126
5.3.4.2.	Encuesta Nacional de Empleo e Ingresos .....	127
5.3.4.3.	Encuesta de Evaluación de Impacto Hambre Cero .....	127
5.4.	Opciones de mejora .....	128
5.4.1.	Uso de tabletas electrónicas .....	128
5.4.2.	Baterías portátiles de respaldo.....	129
5.4.3.	Tecnología de transmisión de datos 4G .....	129
CONCLUSIONES .....		131
RECOMENDACIONES .....		133
BIBLIOGRAFÍA .....		135
ANEXOS .....		139

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Ubicación del Instituto Nacional de Estadística.....	3
2.	Organigrama de Direcciones del INE .....	4
3.	Organigrama de la Dirección de Censos y Encuestas.....	6
4.	Evolución de las tecnologías de sistemas de información geográfica y captura de datos .....	12
5.	Formulario de recorrido FC-01 .....	15
6.	Regiones de la República de Guatemala .....	18
7.	Mapa de la República de Guatemala.....	19
8.	Tabla de valores .....	24
9.	Mapa cartográfico .....	29
10.	Plano cartográfico.....	30
11.	Brújula clásica.....	33
12.	Sector urbano .....	36
13.	Segmento compacto urbano .....	37
14.	Instalación de programa de captura .....	41
15.	Creación de usuario.....	43
16.	Autenticación del teléfono .....	44
17.	Proceso de captura electrónica de datos para la actualización cartográfica y su transmisión por medio de tecnología 3G .....	49
18.	Plataforma de control de Droidsurvey.....	50
19.	Pantalla de creación de usuario.....	51
20.	Configuración inicial del sistema.....	52
21.	Diseño del programa de captura.....	53

22.	Modo virtual de prueba del programa de captura.....	54
23.	Inicio del programa Droidsurvey.....	74
24.	Selección de formulario .....	75
25.	Inicio del programa .....	76
26.	Selección del departamento .....	77
27.	Ingreso del código cartográfico .....	78
28.	Situación actual del sector cartográfico .....	79
29.	Ingreso del nombre del lugar poblado .....	80
30.	Ingreso de número de estructura cartográfica.....	81
31.	Número de niveles que posee la estructura .....	82
32.	Ubicación en nivel de la estructura cartográfica.....	82
33.	Ingreso correlativo de locales dentro de estructuras.....	83
34.	Selección de tipo de estructura cartográfica.....	84
35.	Ingreso de código de comercio .....	85
36.	Selección de código de signografía .....	86
37.	Selección de la condición de la estructura cartográfico .....	88
38.	Selección del hogar dentro de la estructura cartográfica.....	89
39.	Ingreso del total de habitantes .....	90
40.	Ingreso de total de habitantes de sexo masculino .....	91
41.	Total de habitantes de sexo femenino .....	92
42.	Ingreso del nombre del jefe de hogar .....	93
43.	Ingreso de características físicas de la estructura .....	94
44.	Selección de finalizado de ingreso de información .....	95
45.	Diagrama de Gantt de actividades .....	100

## TABLAS

I.	Detalles de actividades .....	99
II.	Perfil del jefe de campo.....	102
III.	Perfil de supervisor de campo .....	103
IV.	Perfil de actualizador cartográfico .....	104
V.	Control de ingreso de registros diarios .....	112
VI.	Condición de la estructura cartográfica .....	113
VII.	Cantidad de habitantes promedio por tipo de vivienda.....	114
VIII.	Promedio de número de niveles de las estructuras .....	115
IX.	Estructuras clasificadas por signografía.....	115
X.	Tabla de costos de personal .....	121
XI.	Presupuesto para actualización cartográfica tradicional .....	122
XII.	Presupuesto para actualización cartográfica digital.....	122



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>Cm</b>	Centímetro
<b>FM</b>	Frecuencia Modulada
<b>Km</b>	Kilómetros
<b>M</b>	Metro
<b>Mha</b>	Miliamperios hora
<b>Min</b>	Minutos
<b>%</b>	Porcentaje
<b>Plg</b>	Pulgada
<b>Q</b>	Quetzales
<b>n</b>	Tamaño de la muestra
<b>N</b>	Tamaño de la población





## GLOSARIO

<b>Altitud</b>	Es la distancia vertical a un origen determinado, considerado como nivel cero, para el que se suele tomar el nivel medio del mar.
<b>Cartografía</b>	Es la ciencia que se encarga del estudio y la elaboración de los mapas geográficos, territoriales y de diferentes dimensiones lineales.
<b>Censo</b>	Se le llama al recuento de individuos que conforman una población, definida como un conjunto de elementos de referencia sobre el que se realizan las observaciones. El censo de una población estadística consiste básicamente, en obtener mediciones del número total de individuos mediante diversas técnicas de recuento, y que se realiza cada 10 años.
<b>Droidsurvey</b>	Aplicación diseñada para la captura de datos, diseñada para teléfonos celulares.
<b>Encuesta</b>	Procedimiento de investigación, en el cual se busca recopilar datos por medio de un cuestionario previamente diseñado o una entrevista a alguien, sin modificar el entorno ni el fenómeno donde se recoge la información ya sea para entregarlo en forma de tríplico, gráfica o tabla.

<b>Extrapolable</b>	Consiste en suponer que el curso de los acontecimientos continuará en el futuro, convirtiéndose en las reglas que utilizan para llegar a una nueva conclusión.
<b>Google Market</b>	Es una aplicación que permite descargar aplicaciones para los dispositivos con sistema operativo Android.
<b>GPS</b>	Sistema de Posicionamiento Global.
<b>Información Doppler</b>	Es el aparente cambio de frecuencia de una onda producido por el movimiento relativo de la fuente respecto a su observador.
<b>Latitud</b>	Es la distancia angular entre la línea ecuatorial (el ecuador), y un punto determinado de la Tierra, medida a lo largo del meridiano en el que se encuentra dicho punto. Se abrevia con lat. Según el hemisferio en el que se sitúe el punto, puede ser latitud norte o sur.
<b>LINUX</b>	Sistema operativo de código abierto, utilizado en computadoras personales y dispositivos móviles como teléfonos y tabletas.

<b>Longitud</b>	Abreviada long., en cartografía, expresa la distancia angular entre un punto dado de la superficie terrestre y el meridiano que se tome como 0° (es decir el meridiano de base) medida a lo largo del paralelo en el que se encuentra dicho punto, una circunferencia cuyo centro es la intersección del eje de la Tierra con el plano del citado paralelo.
<b>Mono frecuencia</b>	Aparato que utiliza una única frecuencia para la transmisión o recepción de datos.
<b>Muestreo</b>	Técnica para la selección de una muestra a partir de una población. Al elegir una muestra aleatoria se espera conseguir que sus propiedades sean extrapolables a la población.
<b>Odómetro</b>	Instrumento de medición que calcula la distancia total o parcial recorrida por un cuerpo en la unidad de longitud en la cual ha sido configurado.
<b>PET</b>	El tereftalato de polietileno es un tipo de plástico muy usado en envases de bebidas y textiles, y sobre sus pliegos pueden imprimirse mapas geográficos.
<b>Precisión</b>	Capacidad de un instrumento de dar el mismo resultado en mediciones diferentes realizadas en las mismas condiciones. En GPS se basa en el radio en el que se encuentra una ubicación.

<b>SIG</b>	Sistema de información Geográfico, diseñado para poder manipular información geográfica en formato digital.
<b>Sistema Geodésico</b>	Es un sistema de referencia matemático que permite asignar coordenadas a puntos sobre la superficie terrestre. Son utilizados en navegación, cartografía y sistemas globales de navegación por satélite para la correcta georreferenciación de elementos en la superficie terrestre.
<b>Trilateración</b>	Es un método matemático utilizado para determinar las posiciones relativas de objetos usando la geometría de triángulos de forma análoga a la triangulación.
<b>SPSS</b>	<i>Statistical Package for the Social Sciences.</i> Programa de computación diseñado para el análisis de información estadística enfocado a las ciencias sociales.
<b>USB</b>	Interfaz de comunicación de computadora, que significa Puerto Universal de serie, utilizado para conectar dispositivos a computadoras personales.

## RESUMEN

El presente trabajo de graduación consiste en la formulación de un proyecto de mejoramiento en la forma en que se recolecta la información, durante el proceso de actualización cartográfica que se realiza en el territorio guatemalteco, por parte del personal del Instituto Nacional de Estadística y que es utilizado para su posterior selección de hogares tanto rurales como urbanos, que son objeto de investigación por parte de las encuestas que realiza el Instituto Nacional de Estadística.

La cartografía es la ciencia que se encarga de la elaboración de mapas geográficos, en este caso este proyecto de implementación da un salto en la forma tradicional en la realización de la actualización cartográfica que realiza el INE, introduciendo tecnología de captura, transmisión de datos en tiempo real, además por primera vez puede contar con la inclusión de coordenadas de GPS de forma automática.

Guatemala es un país multiétnico, pluricultural y multilingüe que necesita contar con datos que puedan caracterizar a su población, como parte fundamental que conlleva la investigación científica, es necesario buscar cambios que permitan realizar encuestas que cuenten cada vez con mayor calidad y para ello es vital la implementación de nuevas tecnologías.

Con este proyecto de mejoramiento se hace un análisis de los procedimientos de actualización cartográfica, partiendo de los conceptos básicos de la actualización de estructuras habitacionales utilizando papel y de herramientas como lo es la brújula. Asimismo, la orientación por medio de

elementos y la recolección de la información en formularios de papel y cambiarlo por un sistema de captura de datos digital, utilizando teléfonos móviles.

El documento se ha estructurado en cinco capítulos. El capítulo uno introduce generalidades del Instituto Nacional de Estadística.

En el capítulo segundo se describe la situación actual de la realización del proceso de actualización cartográfica, posteriormente en el capítulo tercero se detalla la fase de la propuesta de mejora del proceso de captura de datos, utilizando dispositivos electrónicos y su transmisión remota por medio de redes de transmisión de datos 3G; contando con la captura de la ubicación de cada estructura habitacional utilizando los sensores de GPS presentes en los teléfonos inteligentes, constituyendo en una de las mejoras que causa mayor impacto durante el proceso de mejoramiento.

En el capítulo cuarto se explica la fase de implementación del proceso, también como los recursos económicos, tecnológicos, humanos y de transporte necesario. De la misma forma se describen perfiles básicos del personal que realizará la captura de información entre cartógrafos, supervisores y jefe de campo y su evaluación posterior a la capacitación.

Y por último capítulo describe la evaluación técnica de la implementación de la captura de datos digitalmente, así como las alternativas ambientales y la evaluación económica y financiera del proyecto, como toda implementación describe los alcances del uso de esta nueva tecnología y por último ve opciones futuras para la continua mejora de los procesos.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Mejorar el proceso en la captura electrónica de datos, para la actualización de estructuras habitacionales, y su transmisión por medio de tecnología de datos 3G.

### **Específicos**

1. Analizar las metodologías utilizadas actualmente en el Instituto Nacional de Estadística para la captura y procesamiento de datos, correspondientes a la actualización de estructuras habitacionales.
2. Realizar un diagnóstico comparativo sobre los tipos de metodología utilizados para la captura y procesamiento masivo de datos, determinando ventajas y desventajas de cada uno de ellos.
3. Indagar sobre las distintas aplicaciones y herramientas que existen para el procesamiento de datos de censos y encuestas.
4. Desarrollar una propuesta técnica, para la implementación de la captura de información masiva para censos y encuestas aplicando tecnología y procedimientos de ingeniería industrial.
5. Integrar la información de la actualización cartográfica en bases de datos.



6. Sistematizar el análisis de datos de la información recabada en campo para su posterior análisis y respaldo de las diferentes encuestas que se realizan en todo el país.
7. Elaborar una guía de procesamiento de datos censales y de encuestas.

## INTRODUCCIÓN

La ingeniería industrial tiene como objetivo la búsqueda de soluciones y mejoras a cualquier tipo de procesos, es por ello que el presente trabajo de graduación constituye una propuesta para el mejoramiento en la etapa de recolección de datos, cambiando los sistemas tradicionales de captura utilizando papel, por sistemas de captura de información digital, con lo cual que se pretende no solamente reducir costos y tiempos de análisis, sino también garantizar información oportuna y de alta calidad para los análisis de investigación que se realizan en el Instituto Nacional de Estadística.

De tal forma, la información estadística es esencial para la toma de decisiones que impactan en el desarrollo de la sociedad, y se obtiene tras el modelado mediante métodos estadísticos que permiten entender la realidad reflejada en números, y con ello comprender las necesidades de las personas, conocer la cantidad de habitantes y la caracterización de las distintas regiones del país en cuanto a salud, educación, vivienda, pobreza, empleo, gastos e ingresos familiares, seguridad alimentaria, producción agropecuaria y en general toda la información necesaria para la planificación de la distribución de recursos necesarios para el desarrollo del país.

Los datos estadísticos de Guatemala, se generan principalmente en el Instituto Nacional de Estadística, ente encargado de oficializar la estadística nacional, e integrar las estadísticas de distintas instituciones por medio del Sistema Estadístico Nacional, dentro de sus funciones está además la realización de distintas encuestas y censos, consolidar datos estadísticos provenientes de distintas instituciones gubernamentales, así también presentar

los datos de inflación y costos de la canasta básica por medio del Índice de Precios al Consumidor.

# **1. ANTECEDENTES GENERALES**

## **1.1. El Instituto Nacional de Estadística**

Es el encargado de investigar y definir las necesidades de información estadística que requieran las distintas actividades del país, recolectar, elaborar y publicar las estadísticas oficiales, así como actuar como órgano central de información y de distribución de datos estadísticos oficiales, establecer un registro de lugares poblados de la república, así como supervisar, coordinar y evaluar las operaciones de operación, investigación, recolección, análisis y divulgación de las estadísticas nacionales.

### **1.1.1. Antecedentes históricos**

El primer testimonio de la actividad estadística data de 1778, cuando se realizó el Primer Censo de Población levantado por las autoridades eclesiásticas, que incluían los registros parroquiales de nacimientos, matrimonios y defunciones.

A partir de 1821, se dieron las primeras inquietudes por organizar la estadística oficial. José Cecilio del Valle figura como primer intelectual preocupado por la estructuración estadística en el istmo centroamericano, por lo cual es considerado “el padre de la estadística” en Guatemala. Escribió artículos como *La estadística plataforma del enaltecimiento social*, publicados en el periódico *El amigo de la patria*, en los que insistió sobre la importancia de la estadística y su campo de aplicación. Su esfuerzo se materializó con la promulgación de la ley sobre la formación de la estadística en las provincias de

Centro América el 15 de noviembre de 1823, reconociéndola como la Primera Ley Estadística.

El 19 de mayo de 1824, por decreto se ordena el levantamiento de los censos de población. El 13 de julio de 1825, fue conformada la Primera Comisión Nacional de Estadística, la cual marcó el inicio de la recolección de información para la gestión de gobierno, incluyendo la elaboración de las primeras nóminas y establecimientos comerciales e industriales.

La Sección de Estadística fue fundada en 1879, adscrita al Ministerio de Fomento, con carácter de Oficina Central de Estadística que se encargó en 1880, de levantar el Segundo Censo de Población del país. En 1886, esta Oficina fue elevada a la categoría de Dirección General de Estadística, llevando a cabo en 1893 y en 1921 el III y IV Censos Generales de Población respectivamente.

En 1936, la Dirección General de Estadística se incorpora al Ministerio de Hacienda y en marzo del mismo año se promulga la Segunda Ley Estadística. Dos años después, en 1938, se levantó el Censo Urbano de la ciudad de Guatemala. El V Censo de Población se realizó en 1940.

La Dirección de Estadística pasa a jurisdicción del Ministerio de Economía y Trabajo en 1944. En 1950, se llevan a cabo el VI Censo de Población, I Censo Agropecuario y el I Censo de Vivienda Urbana. En 1958, se emite la Tercera Ley Estadística, que creó el Sistema Estadístico Nacional. Esta Ley estuvo vigente hasta 1985, cuando fue promulgada la Ley Orgánica del Instituto Nacional de Estadística, (Decreto Ley 3-85) convirtiéndose la institución en un ente descentralizado y semiautónomo. <sup>1</sup>

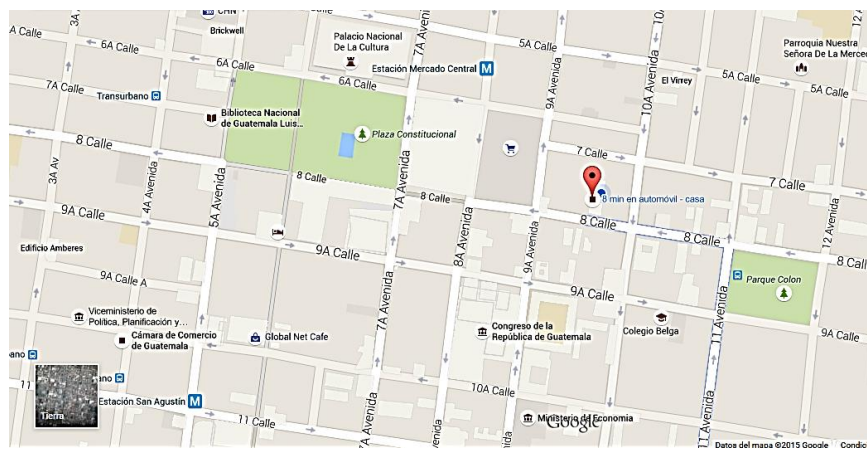
---

<sup>1</sup> INE. <http://www.ine.gob.gt/index.php/institucion/historia>. Consulta: 20 de abril de 2015.

### 1.1.2. Ubicación

El Instituto Nacional de Estadística, cuenta con una sede en cada uno de los 22 departamentos de la República de Guatemala, estando ubicadas sus oficinas centrales en la 8va calle 9-55 de la zona 1 de la ciudad de Guatemala.

Figura 1. **Ubicación del Instituto Nacional de Estadística**



Fuente: *GoogleMaps*. Consulta: 15 de marzo de 2015.

### 1.1.3. Misión

Diseñar y ejecutar la Política Estadística Nacional, para recopilar, producir, analizar y difundir estadísticas confiables, oportunas, transparentes y eficientes.<sup>2</sup>

### 1.1.4. Visión

Ser una organización técnica, rectora del Sistema Estadístico Nacional, reconocida nacional e internacionalmente por la confiabilidad, oportunidad,

<sup>2</sup> INE. <http://www.ine.gob.gt/index.php/institucion/mision-y-vision>. Consulta: 20 de abril de 2015.

transparencia y eficiencia de la información estadística que recopila, produce, analiza y difunde, para facilitar la correcta toma de decisiones.<sup>3</sup>

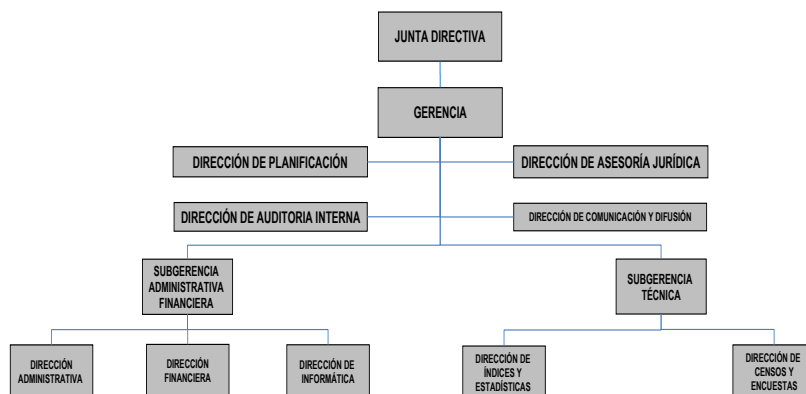
### 1.1.5. Base legal

El INE fue creado en 1985, por el Decreto-Ley 3-85, Ley Orgánica del Instituto Nacional de Estadística, la cual consta de 10 capítulos y 50 artículos, dentro de las cuales se definen sus funciones y establece que es el órgano encargado de la producción, publicación y divulgación de las estadísticas nacionales. Aunque la primera ley estadística fue publicada el 15 de noviembre de 1823, en las provincias unidas de Centroamérica.

### 1.1.6. Estructura organizacional

A continuación en la figura 2 se muestra el organigrama de Direcciones del INE.

Figura 2. Organigrama de Direcciones del INE



Fuente: elaboración propia.

<sup>3</sup> INE. <http://www.ine.gob.gt/index.php/institucion/mision-y-vision>. Consulta: 20 de abril de 2015.

#### **1.1.6.1. Junta Directiva**

La Junta Directiva es el máximo órgano de dirección dentro del Instituto Nacional de Estadística, está conformado por un representante titular y un suplente del Ministerio de Economía, Ministerio de Finanzas Públicas, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Ministerio de Energía y Minas, Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, Banco de Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Universidades Privadas, Comité Coordinador de Asociaciones Agrícolas, Comerciales, Industriales y Financieras.

#### **1.1.6.2. Gerencia**

Es la autoridad nombrada por la Junta Directiva de Instituto Nacional de Estadística para dirigir las actividades tanto técnicas como administrativas y financieras, está conformada por dos subgerencias, una encargada del Área Técnica y la otra encargada del Área Administrativa Financiera.

#### **1.1.6.3. Departamentos**

El Instituto Nacional de Estadística cuenta con cuatro departamentos o direcciones, encargadas del funcionamiento de la institución, a cargo de la Subgerencia Técnica se encuentra el Departamento de Censos y Encuestas, que es el encargado de realizar las distintas encuestas que se llevan a cabo en la institución, de la misma forma el Departamento de Índices y Estadísticas Continuas, quien es el encargado de elaborar el Índice de Precios al Consumidor, así como recolectar estadísticas administrativas de las diferentes instituciones que conforman el Sistema Estadístico Nacional. En el área Administrativa y Financiera de la institución se encuentra el Departamento

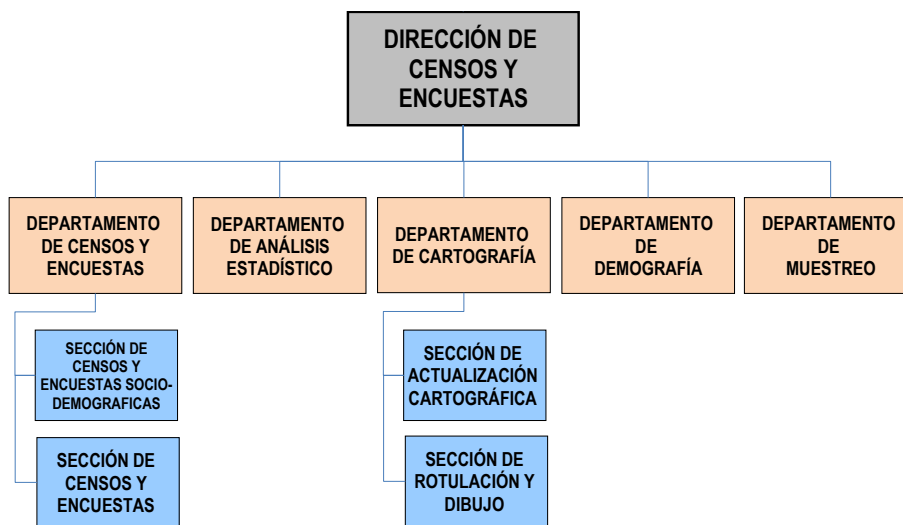


Financiero que es el encargado de manejar todo lo referente a temas contables, auditorias y caja de la institución y el Departamento Administrativo es quien tiene a su cargo el personal y servicios que se prestan a lo interno de la institución.

### 1.1.7. Estructura del Departamento de Censos y Encuestas

A continuación se explica la estructura del Departamento de Censos y Encuestas.

Figura 3. Organigrama de la Dirección de Censos y Encuestas



Fuente: elaboración propia.

## 1.2. Tecnologías de información y comunicación

Durante los últimos treinta años aproximadamente, el INE se han utilizado distintas formas de realizar investigaciones estadísticas, la implementación de nuevas tecnologías de información y comunicación han estado en constante

evolución, y se han dado pasos importantes no solo dejando atrás el uso métodos convencionales como el uso de teodolitos para el cálculo de polígonos, sino también se ha dejado el uso del papel por medio de la implementación de métodos de captura electrónica en algunas fases de la investigación estadística, como lo es en la cartografía.

### **1.2.1. Historia y evolución**

Las telecomunicaciones surgen de manera aproximativa a raíz de la invención del telégrafo por medio del uso de redes físicas en Guatemala, para que se pudieran enviar pequeños mensajes que contenían textos. Hoy en día es muy usual la aparición de todo tipo de tecnologías de comunicación que mejoran la eficiencia de la comunicación entre personas, pero la experiencia con estos sistemas es relativamente reciente. Se ha logrado evolucionar durante el tiempo las formas y los métodos utilizados, incrementando su complejidad conforme las necesidades de información se han ido apareciendo. Las fronteras físicas, las diferencias de horarios y sobre todo las grandes distancias no son determinantes en las comunicaciones.

La evolución en la realización de encuestas ha sido un proceso que se ha venido desarrollando en los últimos quince años, donde factores como el alto costo y poca disponibilidad en el mercado de dispositivos electrónicos, fue hasta principios de la década de los noventa que aún estaba muy lejana la implementación de nuevos procedimientos y la recolección de información se realizaban en su totalidad en formularios de papel, para el 2004, se empezó a implementar los primeros dispositivos electrónicos para la recolección de datos conocidos como agendas electrónicas *palm*, los cuales tenían como objetivo la implementación de tecnología a las encuestas, no obstante no se contó con el personal humano capacitado para llevar a cabo este proceso.

### **1.2.1.1. Sistemas de captura de datos**

La captura de datos y la introducción de información en el sistema consumen la mayor parte del tiempo a los técnicos cartógrafos. Hay una amplia variedad de métodos utilizados para introducir datos en forma manual o digitada en aparatos de captura electrónica, para obtener una base de datos en un formato digital.

Actualmente aún se recurre a los datos impresos en papel o mapas en película PET, pueden ser digitalizados o escaneados para producir datos digitales.

Con la digitalización de cartografía en soporte analógico se producen datos vectoriales a través de trazas de puntos, líneas, y límites de polígonos, que eran obtenidos a través de un aparato de sistema de posicionamiento global. Este trabajo puede ser desarrollado por una persona de forma manual o a través de programas de vectorización que automatizan la labor sobre un mapa escaneado. No obstante, en este último caso siempre será necesario su revisión y edición manual, dependiendo del nivel de calidad que se desea obtener y eliminar posibles errores durante la investigación de campo.

Los datos obtenidos de mediciones topográficas pueden ser introducidos directamente en un SIG (sistema de información geográfica), a través de instrumentos de captura de datos digitales mediante una técnica llamada geometría analítica. Además, las coordenadas de posición tomadas a través un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) también pueden ser introducidas directamente en un SIG.

Actualmente, la mayoría de datos digitales provienen de la interpretación de fotografías aéreas obtenidos por medio de satélites especializados en cartografía. Para ello se utilizan estaciones de trabajo que digitalizan directamente elementos geográficos a través de pares estereoscópicos de fotografías digitales. Estos sistemas permiten capturar datos en dos y tres dimensiones, con elevaciones medidas directamente de un par estereoscópico de acuerdo a los principios de la fotogrametría.<sup>4</sup>

#### **1.2.1.2. Sistemas de transmisión de datos a través de redes celulares**

El teléfono celular, o teléfono móvil, es un aparato indispensable en la actualidad; sin embargo, su popularización ha sido un fenómeno muy reciente. En un principio el teléfono móvil solo podía ser usado en vehículos por su tamaño, reduciéndose posteriormente a una unidad portátil, y finalmente al tamaño de bolsillo que se utiliza hoy. Pero el teléfono en sí es solo una pequeña parte de un sistema de telefonía mayor.

El sistema de comunicación por medio de redes celulares fue creado para satisfacer la demanda de comunicación móvil dentro de un área geográfica limitado. Esta limitación es el factor original que motivó y sigue motivando el desarrollo del teléfono celular, frente a otros factores como la duración de la batería o el tamaño del aparato que en su momento se llevó a ser cada vez más pequeño y esa tendencia fue revertida con la aparición de sistemas complejos y la necesidad de pantallas más grandes. El sistema debe acomodar miles de usuarios dentro de un espectro reducido para transmitir cada vez más información. La transmisión de voz, pero actualmente también la demanda de

---

<sup>4</sup> *Sistema de transmisión de datos a través de redes celulares.*  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_de\\_informaci%C3%B3n\\_geogr%C3%A1fica](https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_informaci%C3%B3n_geogr%C3%A1fica).  
Consulta: 20 de abril de 2015.

acceso a redes sociales, transmisión de imágenes, y acceso a internet, continúan aumentando los requisitos del sistema.

### **1.2.1.3. Sistemas de información geográfica**

Hace unos 15 000 años en las paredes de las cuevas de Lascaux (Francia) los hombres de Cromañón pintaban en las paredes los animales que cazaban, asociando estos dibujos con trazas lineales que, se cree, cuadraban con las rutas de migración de esas especies. Si bien este ejemplo es simplista en comparación con las tecnologías modernas, estos antecedentes tempranos imitan a dos elementos de los sistemas de información geográfica modernos: una imagen asociada con un atributo de información.

Mapa original del Dr. John Snow. Los puntos son casos de cólera durante la epidemia en Londres de 1854. Las cruces representan los pozos de agua de los que bebían los enfermos.

El comienzo del siglo XX, vio el desarrollo de la "foto litografía" donde los mapas eran separados en capas. El avance del hardware impulsado por la investigación en armamento nuclear daría lugar, a comienzos de los años 60, al desarrollo de aplicaciones cartográficas para computadores de propósito general.

En 1962, se vio la primera utilización real de los SIG en el mundo, concretamente en Ottawa (Ontario, Canadá) y a cargo del Departamento Federal de Silvicultura y Desarrollo Rural. Desarrollado por Roger Tomlinson, el llamado Sistema de información geográfica de Canadá fue utilizado para almacenar, analizar y manipular datos recogidos para el Inventario de Tierras Canadá una iniciativa orientada a la gestión de los vastos recursos naturales del país con información cartográfica relativa a tipos y usos del suelo, agricultura, espacios de recreo, vida silvestre, aves acuáticas y silvicultura, todo ello a una escala de 1:50.000. Se añadió, asimismo, un factor de clasificación para permitir el análisis de la información.

El sistema de información geográfica de Canadá fue el primer SIG en el mundo similar a tal y como se conoce hoy en día, y un considerable avance con respecto a las aplicaciones cartográficas existentes hasta entonces, puesto que permitía superponer capas de información, realizar mediciones y llevar a cabo digitalizaciones y escaneos de datos. Asimismo, soportaba un sistema nacional de coordenadas que abarcaba todo el continente, una codificación de líneas en "arcos" que poseían una verdadera topológica integrada y que almacenaba los atributos de cada elemento y la información sobre su localización en archivos separados. Como consecuencia de esto, Tomlinson está considerado como "el padre de los SIG", en particular por el empleo de información geográfica convergente estructurada en capas, lo que facilita su análisis espacial.

El CGIS estuvo operativo hasta la década de los 90 llegando a ser la base de datos sobre recursos del territorio más grande de Canadá. Fue desarrollado como un sistema basado en una computadora central y su fortaleza radicaba en que permitía realizar análisis complejos de conjuntos de datos que abarcaban todo el continente. El software, decano de los sistemas de información geográfica, nunca estuvo disponible de manera comercial.

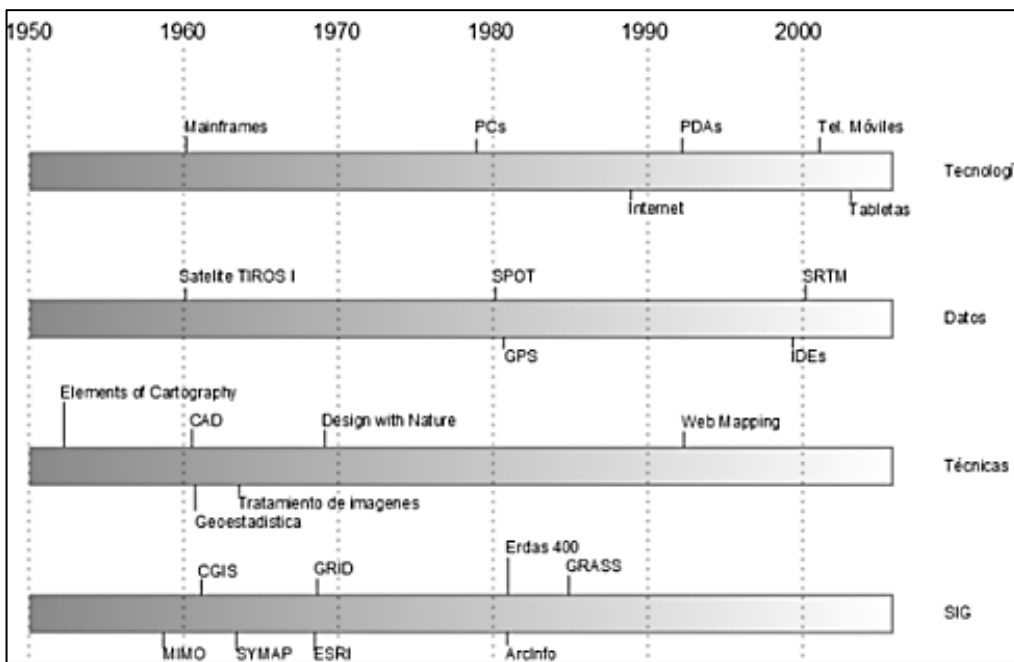
En la década de los 80, M&S Computing, Environmental Systems Research Institute (ESRI) y CARIS (Computer Aided Resource Information System) emergerían como proveedores comerciales de software SIG. Incorporaron con éxito muchas de las características de CGIS, combinando el enfoque de primera generación de sistemas de información geográfica relativo a la separación de la información espacial y los atributos de los elementos geográficos representados con un enfoque de segunda generación que organiza y estructura estos atributos en bases de datos.

En la década de los noventa se inicia una etapa comercial para profesionales, donde los sistemas de información geográfica empezaron a difundirse al nivel del usuario doméstico debido a la generalización de los ordenadores personales o microordenadores.

Los usuarios están comenzando a exportar el concepto de visualización de datos SIG a internet, lo que requiere una estandarización de formato de los datos

y de normas de transferencia. Más recientemente, ha habido una expansión en el número de desarrollos de software SIG de código libre, los cuales, a diferencia del software comercial, suelen abarcar una gama más amplia de sistemas operativos, permitiendo ser modificados para llevar a cabo tareas específicas.<sup>5</sup>

Figura 4. **Evolución de las tecnologías de sistemas de información geográfica y captura de datos**



Fuente: *Evolución de las tecnologías de sistemas de información geográficas y captura de datos.*  
<https://getpocket.com/a/read/971482972>. Consulta: abril de 2015.

<sup>5</sup> Wikipedia. [https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_de\\_informaci%C3%B3n\\_geogr%C3%A1fica](https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_informaci%C3%B3n_geogr%C3%A1fica). Consulta: 20 de abril de 2015.

## **2. SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO**

### **2.1. Proceso de actualización de estructuras habitacionales**

La correcta ubicación e identificación de las viviendas en cada estructura, garantiza la calidad de la información que posteriormente será usada como referencia durante las encuestas de hogares que se realizan en el Instituto Nacional de Estadística, la omisión de viviendas durante el proceso de actualización cartográfica y la duplicación de las mismas crean situaciones que disminuyen la calidad de los resultados, además de producir confusión cuando se realiza posteriormente una encuesta. Con el propósito de mejorar la calidad de la información es necesario realizar un excelente trabajo de actualización cartográfica de las viviendas dentro de cada sector seleccionado.

La información cartográfica censal es uno de los elementos básicos de ubicación y orientación para los encuestadores. Consiste en el conjunto de mapas, planos y croquis que identifican la ubicación del espacio geográfico con las viviendas dentro del sector seleccionado.

El adecuado uso y conocimiento de la cartografía censal digitalizada durante el operativo de campo de la actualización cartográfica y de la encuesta, proporciona los elementos y características técnicas, para garantizar la cobertura de la encuesta, disminuir la omisión la duplicación de viviendas.

La actualización del total de viviendas dentro del sector, permite seleccionar con la misma probabilidad, las viviendas en las que se hará la entrevista.



### **2.1.1. Descripción de proceso de actualización**

La actualización cartográfica consiste en que un grupo de cartógrafos visite lugares poblados en el país, con el propósito de actualizar la información de las personas que habitan dicho lugar, conocer sus características y principalmente conocer la cantidad de hombres y mujeres que habitan en las estructuras habitacionales, es por ello que cuando se realiza ese procedimiento se debe observar detenidamente la forma externa de las fachadas de cada estructura y las vecinas. Identificar por observación el inicio y final de la estructura que se visitará. Identificar por observación la forma, dirección, el desgaste de la puerta de ingreso, la cantidad de contadores, los números de identificación, entre otros o cualquier información que de indicios de multifamiliares y que permitan delimitar la estructura.

Para la realización de la actualización cartográfica, el INE durante la realización del Censo Nacional de Población y Vivienda del 2002, dividió el país en sectores que son básicamente secciones de terreno donde se ubican lugares poblados, es por ello que se toma como base los sectores de los cuales se cuenta con información recopilada durante el censo y se visitan nuevamente para conocer la cantidad de personas que realmente habitan dicho sector y tener una información actualizada.

La recopilación de información que sea realiza mediante observación directa y anota en el formulario de papel, el cual se conoce como FC-01. Se escribe la información en el formulario de recorrido en el orden correlativo que se lleva en la numeración de las columnas con las que cuenta el mismo. Cada estructura actualizada en campo tiene una numeración única dentro del sector y se enumera de uno a “n” dentro del sector, ese mismo número deberá colocarlo en el formulario de recorrido.



### **2.1.2. Actualización cartográfica de segmentos urbanos**

La segmentación se refiere a dividir en proporciones iguales un área que limita un sector cartográfico, con el objetivo de agrupar viviendas que en teoría tienen similares características, en este caso los sectores urbanos están compuestos por dos segmentos compactos de diez viviendas y estos tienen la particularidad de que se encuentran ubicados en las cabeceras departamentales y municipales.

### **2.1.3. Actualización cartográfica de segmentos rurales**

Los segmentos rurales están ubicados afuera del perímetro urbano de las cabeceras departamentales y se refiere a los segmentos que se ubican en aldeas, caseríos y fincas. Cada segmento está conformado por cinco viviendas que estén ubicadas lo más cerca posible entre ellas y que teóricamente los hogares tengan características similares entre sí.

### **2.1.4. Recorrido de los equipos de cartografía**

Se le llama recorrido al orden en que los equipos de cartógrafos realizarán el trabajo correspondiente a la actualización cartográfica, respecto al orden en el cual actualizarán los sectores cartográficos que les son asignados a cada grupo de trabajo. Se busca optimizar el tiempo y la distancia en que se deben desplazar los equipos de trabajo, de tal forma que se diseña el recorrido de los equipos respecto a la cercanía geográfica de los lugares donde se realizará la actualización cartográfica, tomando siempre en cuenta empezar el recorrido por los sectores que se encuentren más lejos de la ciudad capital, hasta llegar a los que queden más cerca del centro de la ciudad de Guatemala.

### **2.1.5. Conformación de los equipos de trabajo en el campo**

Los equipos de trabajo que realizan la actualización cartográfica, están conformados por un supervisor de grupo y tres cartógrafos, además de contar con el apoyo de un piloto y un medio de transporte, se cuenta además con un coordinador de campo que es el encargado de conformar los grupos de trabajo y hacer la distribución geográfica de los grupos.

### **2.1.6. Envío de formularios FC-01 a oficinas centrales**

Luego de finalizar la actualización cartográfica en un sector cartográfico, los formularios de papel llamados FC-01 que contienen la información se integran en sobres de papel manila, junto con el material cartográfico impreso (mapas, planos y croquis), los cuales tienen la identificación del número de sector cartográfico al cual pertenecen, para luego ser agrupados por departamentos y en la sede departamental del Instituto Nacional de Estadística. Son clasificados y agrupados en bolsas plásticas y luego en cajas plásticas a la espera de su traslado a las oficinas centrales del INE, para su posterior digitación.

## **2.2. Identificación cartográfica**

Como parte de establecer controles para la correcta identificación, todos los sectores cartográficos se cuentan con un código único que se encuentra impreso en todo el material cartográfico (mapas, planos y croquis), y escrito en la parte exterior de los sobres de papel donde se transporta la información cartográfica, el código cartográfico está compuesto de siete dígitos, los primeros dos dígitos corresponden al departamento del país al que pertenecen, los siguientes dos dígitos se refiere al número de municipio dentro del departamento

y los últimos tres dígitos se refieren al número correlativo de sector dentro del municipio, de esta forma se puede fácilmente identificar a que departamento y municipio pertenece cada sector cartográfico.

### 2.2.1. Región del país

La República de Guatemala está dividida política y administrativamente en 8 regiones, cada región está compuesta por uno o varios departamentos respecto a su posición geográfica en el país, como se indica en el cuadro siguiente.

Figura 6. **Regiones de la República de Guatemala**

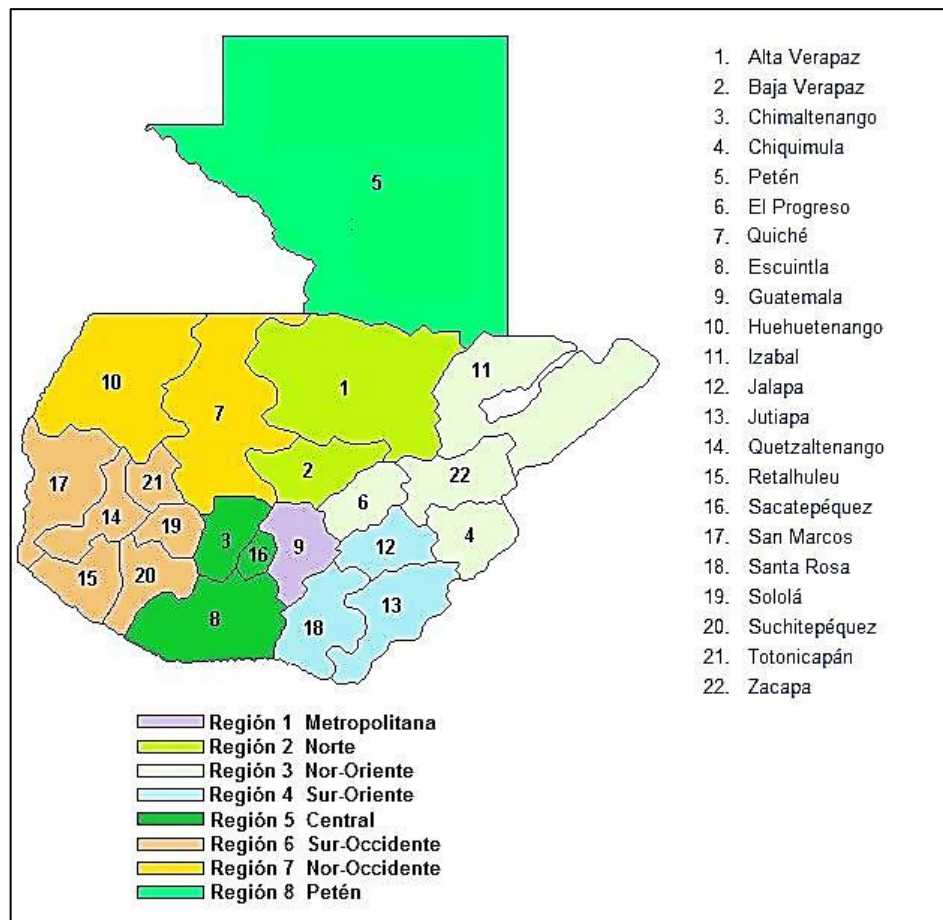
REGIÓN	CÓDIGO REGIÓN	DEPARTAMENTO	CÓDIGO DEPARTAMENTO
<b>Metropolitana</b>	<b>1</b>	Guatemala	<b>1</b>
<b>Norte</b>	<b>2</b>	Alta Verapaz	16
		Baja Verapaz	15
<b>Nor oriente</b>	<b>3</b>	El Progreso	2
		Izabal	18
		Zacapa	19
		Chiquimula	20
<b>Sur oriente</b>	<b>4</b>	Santa Rosa	6
		Jalapa	21
		Jutiapa	22
<b>Central</b>	<b>5</b>	Sacatepéquez	3
		Chimaltenango	4
		Escuintla	5
<b>Sur occidente</b>	<b>6</b>	Sololá	7
		Totonicapán	8
		Quetzaltenango	9
		Suchitepéquez	10
		Retalhuleu	11
		San Marcos	12
<b>Nor occidente</b>	<b>7</b>	Huehuetenango	13
		Quiché	14
<b>Petén</b>	<b>8</b>	Petén	17

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.2. Departamentos de Guatemala

La República de Guatemala está dividida por 22 departamentos con su respectiva cabecera departamental, es la ciudad de Guatemala su capital y es la ciudad más grande de Centroamérica. Para usos de cartografía cada departamento cuenta con un código de dos dígitos que lo identifica a cada uno.

Figura 7. Mapa de la República de Guatemala



Fuente: Mapa de la República de Guatemala.

<https://guiadeguatemala.files.wordpress.com/2008/07/dibujo.jpg>. Consulta: 15 de marzo de 2015.

### **2.2.3. Municipios de Guatemala**

Dentro de cada departamento de la República de Guatemala, se encuentran los municipios que están conformados por no menos de 40 mil habitantes, y que representa una división territorial administrativa y que cuentan con un gobierno municipal, cada departamento cuenta con distinta cantidad de municipios, y en la actualidad Guatemala cuenta con 339 municipios.

### **2.2.4. Sector dentro de los municipios**

El sector hace referencia a un espacio del territorio que contiene un número determinado de viviendas, para los propósitos de los Censos de Población y Habitación del 2002, se tomó como base que cada sector tuviera en promedio 150 viviendas para el área rural y 200 para el área urbana.

### **2.2.5. Segmento dentro de un sector**

El segmento compacto se refiere a un grupo de 10 viviendas para el área urbana y 5 para el área rural, unidas cartográficamente y son las viviendas donde se realizarán las entrevistas, se debe determinar luego de realizada la actualización cartográfica el número de segmentos que se obtuvo durante la actualización.

### **2.2.6. Área urbana**

El área urbana de un sector se refiere principalmente a los sectores que se ubican en cabeceras departamentales y cabeceras municipales, tienen como característica que la distancia entre estructuras habitacionales es relativamente pequeña, además de contar con nomenclatura definida en calles, avenidas,

zonas, barrios. Además de contar con calles asfaltadas o adoquinadas, servicios de comunicación, así como energía eléctrica en casi la totalidad de estructuras, servicio de transporte, además de ser centros de comercio.

#### **2.2.7. Área rural**

El área rural está compuesta por todos los sectores que se encuentren, en aldeas, caseríos, cantones y fincas, tienen como principal característica encontrarse fuera de los centros urbanos y regularmente las estructuras habitacionales se encuentran a gran distancia una de otra, se encuentran en condiciones de terreno irregulares.

#### **2.2.8. Código cartográfico**

El código cartográfico es la identificación única de cada sector y principal punto de referencia para el manejo de la actualización cartográfica, este se encuentra presente en todo el material cartográfico con el que se trabaja, este está conformado por un código integrado por departamento, municipio y número de sector dentro del municipio.

### **2.3. Definición de estructura habitacional**

Para efectos estadísticos se define como una construcción independiente (edificio) y auto sostenida, cubierta por un techo y delimitada por paredes de cualquier material, y tiene en su interior uno o más locales de habitación, es importante observar que una estructura siempre tendrá por lo menos un local. No hay estructura sin local y no puede existir local sin estructura.



Características generales físicas observables de una estructura:

- Construcción con paredes de cualquier material. (*block*, cemento, tablas, bajareque, nylon).
- Una estructura está separada completamente de las estructuras contiguas, por paredes, cercos, tabiques, entre otros.
- Las estructuras está conformado por ambientes.
- Los ambientes de una estructura pueden utilizarse para usos diferentes al de vivienda.
- En la mayoría de las áreas urbanas las estructuras están identificadas con un número de identificación.
- Una estructura por el uso y la disposición de los ambientes puede tener uno o más locales.

En la mayoría de lugares poblados del área urbana, la separación de las estructuras es visible a simple vista, o sea que las estructuras se pueden identificar por observación, debido a que tienen fachadas con características físicas y colores diferentes. Pero hay lugares en los que identificar la diferencia entre las estructuras puede resultar difícil, en este caso la investigación que se realice al momento de la actualización cartográfica es fundamental para identificar donde finaliza una y comienza la otra.

Una estructura puede contener uno o más locales de habitación. Las casetas de ventas de alimentos y bebidas, las torres de transmisión de energía eléctrica y telefonía, los tanques de agua, son elementos de referencia y ubicación.

### **2.3.1. Uso de códigos de comercio**

Durante el proceso de actualización cartográfico, se deben no solamente identificar estructuras para uso de vivienda, sino también se identifican estructuras que son de uso comercial, como tiendas, carnicerías, ferreterías y todo tipo de actividad comercial, es por ello que para usos prácticos y su fácil identificación se creó una tabla de códigos con los cuales se deben identificar cada tipo de lugar comercial.

### **2.3.2. Uso de códigos para institución**

Durante el proceso de actualización cartográfica, no solo se encuentran estructuras habitacionales y comerciales, también se encuentran escuelas, iglesias, edificios de gobierno, parques e instalaciones deportivas, a las cuales les fue asignado un código de dos dígitos que debe de ser anotado en el formulario de recolección de datos FC-01.

### **2.3.3. Signografía**

Es el conjunto de símbolos convencionales que permiten interpretar el contenido del material cartográfico, se localiza impreso en la parte inferior izquierda del mismo.

La correcta utilización de la signografía permitirá al encuestador ubicarse en su área de trabajo y una correcta ubicación de las viviendas seleccionadas, para ser objeto de un estudio de investigación posterior.

### 2.3.3.1. Código de signografía

Para efectos incluir la información durante el recorrido cartográfico se ha elaborado una codificación alfanumérica que incluye representación gráfica por medio de iconos para representan cada tipo de estructura, entre viviendas, iglesias, escuelas y cualquier tipo de estructura. Esto con el fin de poder identificarlas al momento de realizar impresiones en papel de planos cartográficos.

Figura 8. Tabla de valores

<b>S I G N O G R A F I A</b>	
1 □ VIVIENDA	14 ✕ EMISORAS RADIALES
1M ▣ VIVIENDA MULTIFAMILIAR	15 🏦 BANCOS
2 ▣ VIVIENDA Y COMERCIO	16 🏢 EDIFICIOS
3 ■ COMERCIO O SERVICIO	17 🏨 HOTEL, PENSIONES
33 M▣ VIVIENDA MULTIFAMILIAR Y COMERCIO	18 ✈ AEROPUERTO
4 □ CONSTRUCCION	19 🏪 CENTROS COMERCIALES
5 🏫 COLEGIOS PRIVADOS	20 🏪 MERCADOS MUNICIPALES
5O 🏫 ESCUELAS OFICIALES	21 🏛 MUSEOS
6A ⛪ IGLESIA ADVENTISTA	22 □ SALONES DE BAILE
6M ⛪ IGLESIA MORMONA	23 🏟 PARQUES, PLAZAS Y CAMPOS DE DEPORTES
6C ⛪ IGLESIA CATOLICA	24 🎓 UNIVERSIDADES
6T ⛪ IGLESIA TESTIGOS DE JEHOVA	25 🌉 PUENTE
6E ⛪ IGLESIA EVANGELICA	26 ⚪ POZO
7 □ INSTITUCIONES GUBERNAMENTALES	27 🚰 GRIFO
8 Ⓜ PARQUEO	28 ⚰ CEMENTERIO
9 🏥 CENTROS DE SALUD, HOSPITALES, DISPENSARIOS, CRUZ ROJA	29 ♻ PILA MUNICIPAL
10 □ BIBLIOTECA	30 🏠 BODEGA
11 🛢 GASOLINERAS	31 🚒 BOMBEROS
12 🏭 INDUSTRIAS Y FABRICAS	34 □ COMERCIOS Y SERVICIOS
13 ▶ TEATROS Y CINES	35 🛫 CAMPO O PISTA DE ATERRIZAJE

Fuente: Departamento de Cartografía, INE.

#### **2.3.4. Condición de las estructuras habitacionales**

Existe una clasificación que determina en que condición se encuentran las estructuras habitacionales al momento de hacer el levantamiento de información en campo, es por ello que se han creado clasificaciones claras que deberán anotarse durante la realización de la actualización cartográfica, a continuación se detallan los lineamientos que se deben tomar en cuenta para su clasificación. Esta condición determina la elegibilidad de una estructura habitacional para formar parte de una encuesta de hogares.

##### **2.3.4.1. Estructuras con personas presentes**

Es considerada una estructura con personas presentes si al momento que el cartógrafo realiza la visita a la estructura cartográfica, cuando en ella se encuentran por lo menos un residente que proporcione información del total de residentes. Si por ejemplo se encuentra una estructura en la que residen dos hogares y en uno de ellos las personas están presentes y en el otro no se encuentran las personas al momento de realizar la actualización cartográfica, la condición del local de habitación para los dos casos es ocupada con personas presentes.

##### **2.3.4.2. Estructuras con personas ausentes**

Se refiere cuando el local de habitación está ocupado, pero no se encuentra nadie en casa y las personas no regresarán dentro del lapso de tiempo que el cartógrafo permanecerá en el lugar poblado. El cartógrafo debe investigar sobre el lugar en donde se encuentran y cuando regresan las personas para poder realizar la entrevista.

#### **2.3.4.3. Estructura habitacional ocupada temporalmente**

Esta opción se refiere a los locales de habitación que al momento de realizar la visita, se establece que solo son ocupados en épocas de: siembra, cosecha, para vacaciones, días de mercado, casas patronales de fincas, entre otros. Regularmente las personas que ocupan estas viviendas tienen otras viviendas en donde residen habitualmente.

#### **2.3.4.4. Estructura habitacional desocupada**

Esta opción se debe emplear cuando el local de habitación esté deshabitado, porque está disponible para la venta, alquiler o para ser habitado por un hogar, esta categoría se diferencia de la anterior porque al momento de la actualización no tiene habitantes permanentes ni temporales, pero que si está apta para ser habitada en cualquier momento.

#### **2.3.4.5. Estructuras en proceso de construcción**

Se debe de registrar en el formulario FC-01 esta opción cuando el local de habitación se encuentre en construcción o reconstrucción y por tal motivo no se encuentra habitada.

### **2.4. Tipos de estructuras**

Existen distintos tipos de estructuras, las cuales deben ser clasificadas directamente por los técnicos cartógrafos, en el momento que realizan el trabajo de campo, existen tres tipos de estructuras que son tomadas como válidas para

la realización de la actualización cartográfica: establecimiento económico, establecimiento no económico y viviendas.

#### **2.4.1. Establecimiento económico**

Son los locales parte de la estructura diseñados para uso exclusivo de comercio u otra actividad productiva (tienda, almacén, tortillería, farmacia, panadería, mercados, centros comerciales), cuyo ingreso al comercio es exclusivo y no se tiene comunicación con el resto de locales en la estructura, en otras palabras el ingreso es directo de la calle al local comercial.

#### **2.4.2. Establecimiento no económico**

Se clasifican a este tipo de estructuras o espacios físicos dentro de las estructuras que son destinadas a uso de oficinas públicas del gobierno, organizaciones no gubernamentales, oficinas privadas o de servicio, como por ejemplo las oficinas del Registro Nacional de Personas, alcaldías auxiliares, oficinas de cualquier institución del gobierno, escuelas públicas, colegios privados e iglesias de cualquier religión.

#### **2.4.3. Vivienda**

Se define como todo ambiente, espacio físico dentro de la estructura con separación e independencia, transformado y adecuado para ser habitado por personas, a quienes provee hospedaje, abrigo y protección. Las viviendas pueden ser particulares o colectivas, las particulares albergan personas de uno o más hogares agrupadas por propia voluntad y las colectivas albergan personas que viven en el local de habitación por razones personales y necesidades de cuidados especiales. Ejemplo: asilo de ancianos, cárceles, internados.

## **2.5. Material cartográfico**

El material cartográfico es todo aquel que sirve para delimitar y ubicar en un espacio geográfico un sector cartográfico, en el cual se pueden conocer las vías de comunicación, accidentes geográficos, así como calcular las distancias y tiempos que puede tomar un recorrido dentro del sector,

### **2.5.1. Importancia y clasificación del material**

Por medio de la fotografía aérea, permite conocer en cualquier momento, las características topográficas y geográficas de las distintas regiones del país y los posibles problemas que se le podrían presentar al actualizador cartográfico, por la falta de vías de comunicación, las condiciones topográficas y la dispersión de las viviendas.

Dependiendo el uso de será necesario contar con distintos tipos de material cartográfico, ya que con dicho material es posible conocer su ubicación y orientación dentro del territorio nacional, se clasifica según su nivel de detalle y escala, estando dividido en: mapas cartográficos, planos y croquis.

### **2.5.2. Mapa cartográfico**

El mapa es una representación gráfica en una superficie de extensión territorial de un país, departamento o municipio a escala determinada, en el cual se representan los elementos geográficos, naturales (ríos, lagos, montañas, cerros, entre otros) y culturales (carreteras, líneas férreas, calles) con su respectiva orientación norte, escala, signografía, nombre de los municipios colindantes, departamento al que pertenece y el código cartográfico que lo identifica.





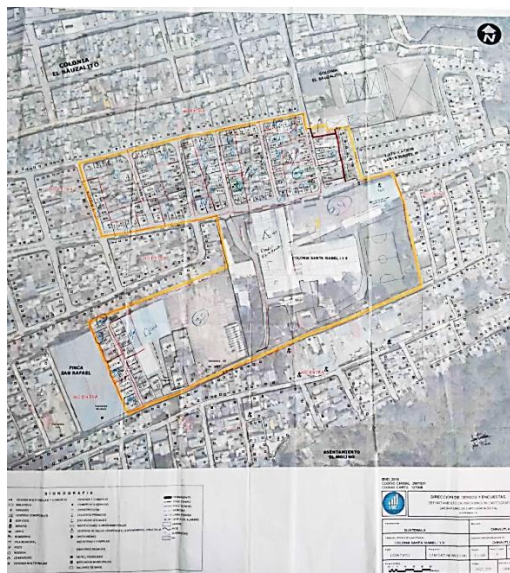
### 2.5.3. Asurado de mapas cartográficos

El asurado es utilizado sobre el material cartográfico para determinar la superficie que pertenece a un lugar poblado y define hasta donde se extiende y sus límites, las viviendas que pertenecen al lugar poblado y que existe un croquis de cada asurado que se ha hecho en el mapa.

### 2.5.4. Plano cartográfico

El plano usa una escala menor a la de un mapa por lo cual se ve una parte ampliada de un mapa que permite representar gráficamente los centros urbanos (ciudades, villas y pueblos); en este tipo de representación gráfica se incluye el trazo de calles, avenidas y estructuras debidamente identificadas según su uso viviendas, comercios, fábricas, instituciones de gobierno.

Figura 10. Plano cartográfico



Fuente: Instituto Nacional de estadística, Laboratorio de Cartografía.

#### **2.5.4.1. Croquis cartográficos**

Es utilizado para representar áreas rurales y tienen una escala mayor a la de un mapa y en el que se representan los lugares poblados de un municipio que tienen como mínimo 15 viviendas, sirve para representar aldeas, caseríos, fincas, comunidades, entre otros. Aparecen localizados los accidentes naturales, ríos, cerros, quebradas, entre otros y los accidentes culturales veredas, viviendas, escuelas, iglesias, entre otros.

#### **2.5.4.2. Escalas utilizada**

La escala se define como: “la relación o proporción que se establece entre una medida o distancia real en el terreno y esa misma medida o distancia representada en el mapa. La escala es independiente de cualquier unidad de medida o sea que es adimensional, es decir que una escala 1:50 000 significa que una unidad de medida en el mapa, representa 50 000 veces de las mismas unidades de medida en el terreno, estas unidades pueden ser metros, pies, yardas o cualquier otra medida”.

Escala pequeña: generalmente representa grandes extensiones, pero con poco detalle. Por ejemplo: Escala 1:250 000. Escala mediana: generalmente representa extensiones poco grandes, pero ya se puede representar algún detalle importante como son: ríos, carreteras, caminos y lugares poblados. Aquí se encontraran mapas a escalas entre 1:250 000 y 1:25 000, la escala mediana más corriente es la de 1:50 000. Escala Grande: los mapas de escala grande son menores de 1:25 000 y representan menor extensión de terreno, pero con más detalle, ejemplo: viviendas, calles, veredas, carreteras y puentes.

## **2.6. Tipos de orientación en estructuras**

Cuando se realiza el trabajo de la actualización cartográfica es necesario contar con una orientación del material cartográfico y se debe observar los puntos de referencia.

Cuando se utiliza una fotografía aérea de puntos de referencia identificados en la realidad. Se debe observar la forma de las calles, callejones, parques, campos y veredas (en realidad y en fotografía). Colocar la fotografía de tal manera que coincida con la forma de la realidad. Identificar el punto donde el participante se encuentra ubicado.

### **2.6.1. En planos cartográficos**

Es una parte ampliada del mapa, que representa los centros urbanos (ciudades, villas y pueblos), con el trazado de sus calles y avenidas, su nomenclatura, en la mayoría de casos, y sus estructuras e identificados según su uso.

### **2.6.2. Croquis**

Es una representación física de una sección que ha sido ampliada de una parte del mapa, el cual representa los lugares poblados que tengan un “mínimo” de 15 viviendas y un “máximo”, indefinido; pertenecientes al área rural (aldeas, caseríos, fincas.

En el aparecen localizadas estructuras, ríos y veredas, con indicación hacia donde conducen los caminos. Así como el nombre y categoría del lugar poblados y sus respectivos códigos de identificación.

### **2.6.3. Equipo usado para la orientación**

Es necesario hacer uso de herramientas para orientar el material cartográfico y el procedimiento consiste en ubicarlo en una posición adecuada, de manera que la dirección norte que ha sido impresa en el material cartográfico coincida con el norte del terreno. Se debe considerar dentro de los aspectos más importantes para el uso del material cartográfico, es que debe hacerse no solo al iniciar el trabajo, sino cada vez que se cambie de dirección en el curso del mismo.

#### **2.6.3.1. Utilización de la brújula**

Es un instrumento que consiste en un instrumento de forma variable, muy parecida a los relojes de bolsillo que en su interior contiene una aguja, la cual indica el norte magnético y un círculo dividido en 360 partes iguales correspondientes a los grados sexagesimales y que en el campo permite la dirección del norte magnético. La brújula debe colocarse sobre el plano cartográfico en la misma dirección que tiene impreso el plano el norte, para poder ubicarse.

Figura 11. **Brújula clásica**



Fuente: *Brújula clásica*. <https://es.wikipedia.org/wiki/Br%C3%BAjula>. Consulta: mayo de 2015.

### **2.6.3.2. Utilización de aparatos de sistema de posicionamiento global**

Es un sistema global de navegación por satélite, que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona o un vehículo con una precisión hasta de centímetros, aunque lo habitual son unos pocos metros de precisión.

En las actividades va a servir para tener los valores de latitud y longitud de los lugares nuevos o de reciente creación, tomando como mínimo cuatro valores de coordenada por lugar poblado nuevo.

### **2.6.4. Orientación por límites geográficos**

Es la operación que debe realizarse antes de usar el material cartográfico y consiste en ubicarlo en una posición adecuada, de manera que el norte del material coincida con el norte del terreno.

Uno de los aspectos más importantes para el uso del material cartográfico, es que debe hacerse no solo al iniciar el trabajo, sino cada vez que se cambie de dirección en el curso del mismo. Existen varias formas de orientarse, entre las cuales se pueden mencionar las siguientes:

- Con la brújula
- Por medio de elementos

Consiste en ubicar por medio de la observación detenida de la forma del croquis y la realidad, identificando la similitud en la ubicación de las características de los elementos físicos naturales y culturales del lugar poblado,

con el propósito de identificar el punto de reunión e inicio de la actividad de actualización de estructuras dentro de un sector.

- Observación de la realidad e identificación de puntos de referencia.
- Ubicación sobre la fotografía aérea de puntos de referencia identificados en la realidad.
- Observar la forma de las calles, callejones, parques, campos y veredas (en realidad y en fotografía).
- Colocar la fotografía de tal manera que coincida con la forma de la realidad.
- Identificar el punto donde el participante se encuentra ubicado.
- Por medio de la salida del Sol.
  - Situarse frente a donde sale el sol al amanecer.
  - Extender el brazo izquierdo a la altura del hombro, la dirección que señale el brazo corresponde al norte.
  - Girar el material cartográfico de modo que el norte del mapa apunte hacia dicha dirección y observar.

## **2.7. Tipos de sectores muestrales en estructuras habitacionales**

Dentro de la actualización, existen distintos tipos de sectores, dependiendo de su ubicación y su densidad poblacional y se definen como sectores urbanos, los que pertenecen a las cabeceras de los departamentos y municipios y los sectores rurales, que son los que se encuentran en lugares más alejados y dispersos en la cantidad de estructuras.

### **2.7.1. Sector urbano**

Durante la actualización de estructuras en sectores urbanos el recorrido se inicia en la esquina más al noroeste de cada manzana y desde allí inicia el proceso, de visita de cada estructura, en el sentido de las manecillas del reloj, enumerando y dibujando sobre el material cartográfico con la signografía que le corresponda, cada estructura visitada.

Figura 12. **Sector urbano**



Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Laboratorio de Cartografía.

### **2.7.2. Sector rural**

La actualización de estructuras en sectores del área rural, el recorrido lógico o mapa mental de la actividad, en la mayoría de los casos se debe realizar el recorrido en un mismo sentido, puede ser hacia la derecha (el sentido de las agujas del reloj) o hacia la izquierda desde el principio hasta el final. En

otras palabras si se inicia con el hombro derecho pegado al cerco se finaliza con el hombro en la misma posición con relación al cerco o sí inicia con el hombro izquierdo pegado al cerco se finaliza con el hombro izquierdo en esa posición, se debe evitar siempre cruzar las calles o veredas para actualizar una vivienda sin antes comprobar que está ubicado en la última estructura de la vereda o calle, dentro del límite del sector.

### 2.7.3. Segmento compacto urbano

Es la unidad secundaria de muestreo, está compuesto por 10 viviendas aproximadamente, los segmentos compactos urbanos están ubicados generalmente en las cabeceras departamentales y municipales, cada sector urbano tendrá 2 segmentos compactos de 10 viviendas aproximadamente cada uno. De cierta forma es mucho más rápido realizar la recolección de datos, debido a que los técnicos cartógrafos, no deben desplazarse por distancias largas para encontrar la siguiente estructura.

Figura 13. Segmento compacto urbano



Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Laboratorio de Cartografía.



#### **2.7.4. Segmento compacto rural**

El segmento compacto rural está ubicado en aldeas, caseríos, fincas. Está compuesto por 5 viviendas que se encuentran a distancias relativamente cortas no mayores a veinte metros entre ellas, las viviendas están ubicadas lo más cercano posible con límites plenamente identificables. Cada sector rural tendrá 2 segmentos compactos de 5 viviendas aproximadamente cada uno, según se designa típicamente en la metodología de la encuesta.

#### **2.7.5. Sector agrupado**

Se refiere a un sector agrupado cuando la mayoría de las estructuras se encuentran relativamente cerca una de la otra, lo cual es muy usual que suceda en los sectores cartográficos urbanos, ya que la densidad poblacional es mucho mayor que en el área rural, aunque esta no es una característica determinante.

#### **2.7.6. Sector disperso**

Los sectores dispersos son catalogados cuando la distancia entre estructuras es bastante grande, es probable encontrar este tipo de sectores en regiones del país donde la densidad poblacional es baja, y las condiciones topográficas del terreno hacen que las viviendas se encuentren alejadas unas de otras, por lo que la recolección de la información de la actualización cartográfica es más lenta, debido a que los técnicos cartógrafos tienen que desplazarse por mayor distancia para recolectar la información.

### **3. PROPUESTA PARA MEJORAR EL PROCESO DE CAPTURA DE DATOS**

#### **3.1. Equipo necesario para la actualización cartográfica digital**

Para realizar la actualización cartográfica de forma digital es necesario contar con equipo informático para el manejo, control y administración de todo el proceso de captura de información referente a la actualización cartográfica digital y debe contar como mínimo con una computadora conectada a internet, que servirá para monitorear el trabajo que se realiza en campo, el personal de campo (cada cartógrafo) debe contar con un equipo Android, conectividad de transmisión de datos 3G o posterior, una batería externa portátil, un cargador de dispositivos USB, además de contar con el material cartográfico de los sectores donde se realizará la actualización cartográfica, que consiste en sobres que contienen mapas, planos y croquis impresos del sector cartográfico a actualizar.

#### **3.2. Configuración del sistema en plataforma web**

El formulario de captura de información para la actualización cartográfica debe de ser diseñado en cualquier navegador web, como por ejemplo: Mozilla Firefox, Google Chrome, Safari o Internet Explorer, ingresando en la página de *DroidSurvey* por primera vez, se debe crear una cuenta de usuario para obtener un nombre de usuario y una contraseña, la cual permitiría tener acceso exclusivo a los cuestionarios que se deseen crear, en este caso el formulario de captura de información para la actualización cartográfica, luego de haber ingresado con el usuario a la plataforma del sitio web, se debe proceder a ingresar al apartado Crear una nueva Encuesta.

### **3.3. Especificaciones técnicas de los teléfonos inteligentes**

Para el uso de la captura de información correspondiente a la actualización cartografía en esta implementación como dispositivos de captura Android, se usarán teléfonos inteligentes con el sistema operativo Android, que como mínimo deben contar con la versión del sistema operativo Android Gingerbread 2.2 instalado o una versión posterior, además el teléfono debe contar con sensor de sistema de posicionamiento global (GPS), además de contar con una pantalla de no menos de 3,5 pulgadas en diagonal, la autonomía de la batería debe ser de por lo menos 1 400 mah (miliamperios hora) además de contar con conexión a la red de transmisión de datos 3G.

### **3.4. Configuración de cuentas en el sistema Androide Google**

Todos los dispositivos que utilizan el sistema operativo Android de Google deben estar registrados para que puedan acceder a la descarga de aplicaciones del servidor de google, pueden utilizar una cuenta única cuando es un dispositivo personal, o usar una cuenta única para varios dispositivos que los enlaza a una misma cuenta perteneciente a una organización o corporación, en este caso únicamente se necesita que a todos los teléfonos les sea ingresado una cuenta de correo de la institución con dominio de servicio de Google y una contraseña única para que puedan acceder a todos los servicios de actualización y descarga de aplicaciones.

### 3.5. Instalación de programa de captura en teléfonos inteligentes

Luego de haber creado y autenticado la cuenta perteneciente al Instituto Nacional de Estadística, se debe descargar la aplicación accediendo al servicio de descarga de aplicaciones *Google Market*. Se debe descargar la aplicación *Droidsurvey Offline Forms*, que es el programa que permitirá realizar la actualización cartográfica de forma digital.

Figura 14. Instalación de programa de captura



Fuente: *GoogleMarket*. Consulta: 3 de septiembre de 2015.

#### 3.5.1. Teléfonos inteligentes compatibles utilizados

Previo a la toma de decisiones para seleccionar los teléfonos que dan las mejores características debido a sus características generales como desempeño

y autonomía de la batería, y tomando en cuenta también el valor de cada aparato, para la actualización cartográfica son utilizados teléfonos Samsung Galaxy Ace y también Bmobile ax540.

### **3.5.2. Características de sistema operativo**

Las principales características con las que debe contar el sistema operativo para el correcto funcionamiento de la captura de datos, para la actualización cartográfica es que sea un versión posterior a la versión de Android 2.2 como mínimo, aunque en la actualidad la gran mayoría de dispositivo móviles funcionan con versiones del sistema operativo de Android 4.0.

### **3.5.3. Descarga de software al teléfono inteligente**

Una de las ventajas principales del uso de sistemas de transmisión de datos por medio de redes 3G, es que no existe la necesidad de tener los dispositivos conectados a computadoras, ni tampoco tenerlos físicamente para realizar una descarga del programa de captura, sino desde la computadora que administra los dispositivos se pueden enviar los programas de captura de información, automáticamente el dispositivo Android se actualiza al existir un programa nuevo o alguna actualización al programa actual.

### **3.5.4. Creación de usuarios personales**

Para tener el control sobre todos los dispositivos es necesario que cada uno de ellos cuente con una identificación única para que pueda ser auditado y controlado el trabajo de la realización de la captura de datos, para la actualización cartográfica que realiza cada cartógrafo.

Cuando se tiene acceso por primera vez al programa de captura, aparecerá una pantalla de administración, en el cual aparece la opción de configuración del dispositivo, se debe ingresar un nombre de usuario para el cual se usa el estándar de ingresar el nombre y el apellido del técnico cartógrafo separados por puntos y seguido el proyecto para el que está haciendo la actualización cartográfica. Por ejemplo: Nombre.Apellido.Proyecto, adicionalmente pedirá un número de pin que ha sido proporcionado al momento que fue creada a cuenta maestra que consta de seis dígitos.

Figura 15. **Creación de usuario**



Fuente: Droidsurvey. Septiembre de 2015.

### **3.5.5. Autenticación del teléfono con la plataforma web**

Este procedimiento debe realizarse en el dispositivo móvil Android, luego de realizar ese procedimiento de la creación de una identificación única basada en el nombre del técnico cartógrafo e ingresar el número de pin provisto por el

administrador del programa de captura de datos, se debe presionar el botón de Autenticar Dispositivo, y de esta forma el dispositivo de captura ya podrá ser administrado desde la cuenta maestra en una computadora personal y de esta forma también podrán ser asignados los dispositivos.

Figura 16. **Autenticación del teléfono**



Fuente: Droidsurvey. Septiembre de 2015.

### **3.6. Sistemas operativos de teléfonos inteligentes**

Durante la implementación de un nuevo sistema para la captura de datos en la actualización cartográfica, fue necesario conocer las características básicas de cada uno de los sistemas operativos disponibles para dispositivos móviles, así como las ventajas y desventajas que tendría el hacer uso de cada una de las plataformas disponibles. Es por ello que a continuación se encuentran los tres sistemas operativos más difundidos a nivel mundial, para conocer sus características en caso que se decidiera cambiar de plataforma de sistema

operativo, para la realización del proceso de recolección de datos en la actualización cartográfica.

### **3.6.1. Sistema Androide**

Android es un sistema operativo basado en el núcleo Linux. Fue diseñado principalmente para dispositivos móviles con pantalla táctil, como teléfonos inteligentes o tabletas; y también para relojes inteligentes, televisores y automóviles. Inicialmente fue desarrollado por Android Inc., empresa que Google respaldó económicamente y más tarde, en 2005, compró. Android fue presentado en 2007, junto con la fundación del Open Handset Alliance (un consorcio de compañías de hardware, software y telecomunicaciones) para avanzar en los estándares abiertos de los dispositivos móviles. El primer móvil con el sistema operativo Android fue el *HTC Dream* y se vendió en octubre de 2008. Los dispositivos de Android venden más que las ventas combinadas de *Windows Phone* e *IOS*.

El éxito del sistema operativo se ha convertido en objeto de litigios sobre patentes en el marco de las llamadas «Guerras por patentes de teléfonos inteligentes» (en inglés, *Smartphone patent wars*) entre las empresas de tecnología. Según documentos secretos filtrados en 2013 y 2014, el sistema operativo es uno de los objetivos de las agencias de inteligencia internacionales.

La versión básica de Android es conocida como Android Open Source Project (AOSP).<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> Android. <https://es.wikipedia.org/wiki/Android>. Consulta: 20 de junio de 2015.



### **3.6.2. Mac IOS**

Es un sistema operativo móvil de la multinacional Apple Inc. Originalmente desarrollado para el teléfono inteligente *iPhone*, después se ha usado en dispositivos como el *iPod touch* y el *iPad*. Tenía el 26 % de cuota de mercado de sistemas operativos móviles vendidos en el último cuatrimestre de 2010, detrás de Google Android y Nokia.

En enero-febrero de 2014, más del 52 % de todo el mundo que poseen *iPhone*, *iPod touch* o *iPad* tienen instalado en su dispositivo *iOS 8*.

Los elementos de control consisten de deslizadores, interruptores y botones. La respuesta a las órdenes del usuario es inmediata y provee una interfaz fluida. La interacción con el sistema operativo incluye gestos como deslices, toques, pellizcos, los cuales tienen definiciones diferentes dependiendo del contexto de la interfaz. Se utilizan acelerómetros internos para hacer que algunas aplicaciones respondan a sacudir el dispositivo (por ejemplo, para el comando deshacer) o rotarlo en tres dimensiones (un resultado común es cambiar de modo vertical al apaisado u horizontal).

### **3.6.3. Windows Phone**

Es un sistema operativo diseñado para teléfonos celulares desarrollado por la empresa de desarrollo de programas para computadora Microsoft, como sucesor de Windows Mobile. A diferencia de su predecesor está enfocado en el mercado de consumo en lugar de en el mercado empresarial. Con Windows Phone; Microsoft ofrece una nueva interfaz de usuario que integra varios de sus servicios propios. Compite directamente contra *Android* de Google e *iOS* de

Apple. Su última versión disponible y definitiva es Windows Phone 8.1, lanzado el 14 de abril de 2014.

Debido a la evidente fragmentación de sus sistemas operativos, Microsoft anunció en enero de 2015, que dará de baja a *Windows Phone*, para enfocarse en un único sistema más versátil denominado Windows 10, disponible para todo tipo de plataformas.

### **3.7. Programa de captura de datos**

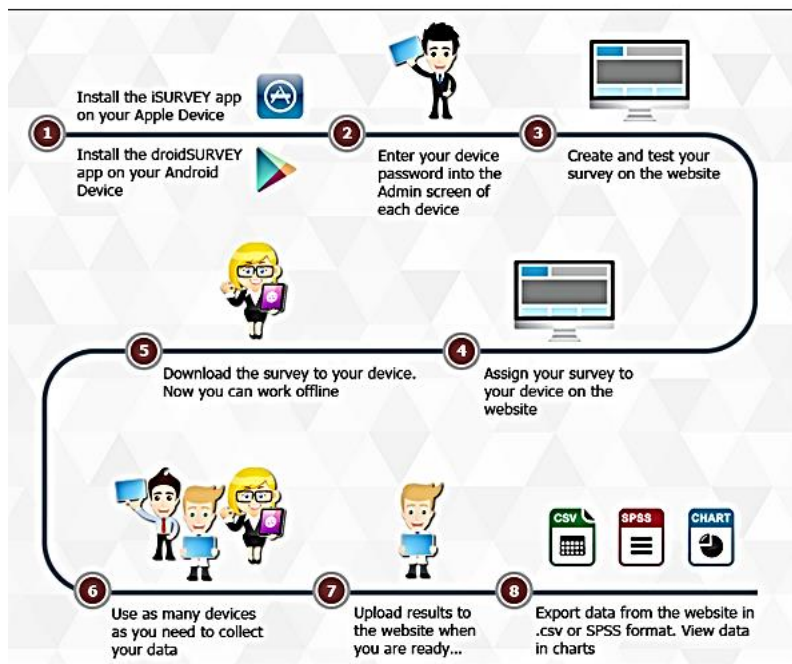
La herramienta a utilizar para realizar la captura electrónica de datos de forma digital se llama Droidsurvey, que es una aplicación diseñada para funcionar en teléfonos móviles ya sea que utilicen el sistema operativo Android, o el sistema operativo de Mac Os, tomando en cuenta los costos de los dispositivos, se ha escogido los teléfonos móviles que utilizan Android, en la gráfica siguiente se muestra el procedimiento para realizar el proceso de captura electrónica de datos que se describe en los siguientes pasos:

- Descarga e instalación de la aplicación del gestor de descarga de *Android google Market* al teléfono inteligente.
- Autenticar el teléfono inteligente para vincularlo al grupo de trabajo del INE.
- Crear el programa de captura para la actualización cartográfica digital y realizar pruebas de funcionamiento.
- Asignar a los teléfonos inteligentes que están dentro del grupo de trabajo del INE el o los programas de captura de datos por medio de la transmisión de datos por tecnología 3G.
- Descargar en los teléfonos inteligentes el o los programas de captura asignados, y seleccionar en cual se va a realizar la actualización

cartográfica, ya que permite trabajar en distintos proyectos de ser necesario.

- Una de las ventajas del uso de este programa para la captura electrónica de datos es que no se tiene limitación en la cantidad de teléfonos inteligentes, se puede incrementar el número dependiendo de las necesidades y características que se desarrollen al momento de realizar la actualización cartográfica.
- Aunque es una ventaja el poder transmitir la información en tiempo real, es de suma importancia además tener la capacidad de poder capturar la información aun estando fuera de la cobertura de los servicios de transmisión de datos, esto debido a que no en todas partes del país las empresas que prestan el servicio de voz y de datos cuentan con cobertura.
- Por último se obtiene una información en conjunto de todos los cartógrafos que están trabajando en el proyecto, con la posibilidad de ser analizada en cualquier programa de computadora capaz de manejar archivos de bases de datos.

Figura 17. **Proceso de captura electrónica de datos para la actualización cartográfica y su transmisión por medio de tecnología 3G**



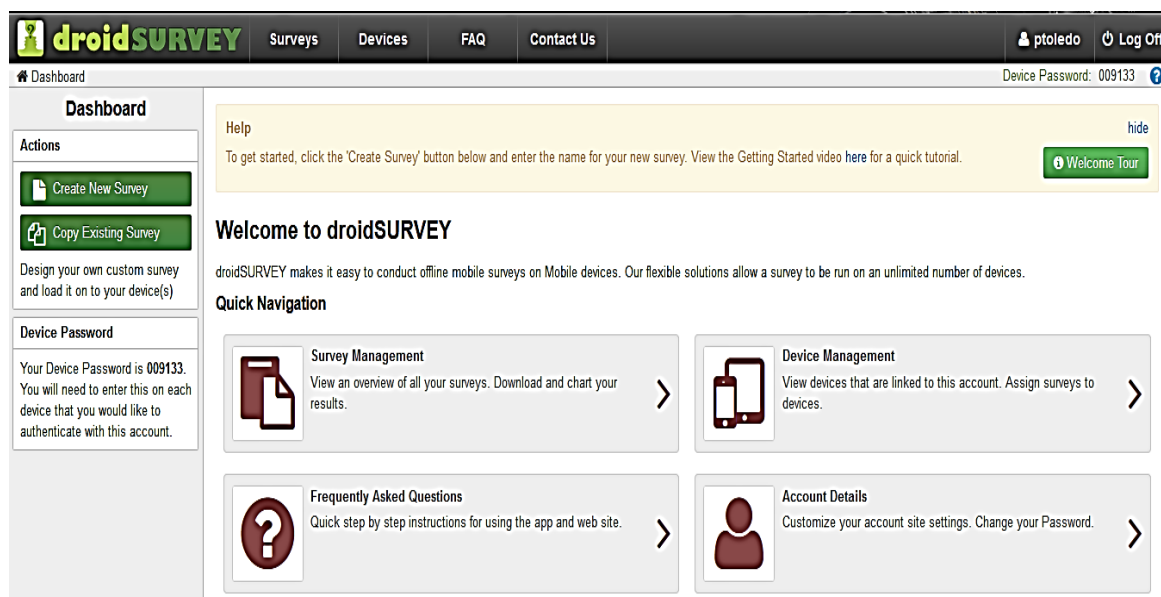
Fuente: Droidsurvey. Septiembre de 2015.

### 3.7.1. Descripción del programa DroidSurvey

Es una plataforma que está diseñada para diseñar, controlar y administrar los teléfonos inteligentes en sistemas operativos Android, desde un navegador web, desde allí es posible crear nuevos formularios de captura de información electrónica, administrar la cantidad de teléfonos inteligentes que están enviando información, así como descargar la información en formato de hoja electrónica de datos, así como permite seleccionar si se quiere contar con información de la longitud, latitud, altitud y precisión a través del sistema de posicionamiento global (GPS) utilizando los chips de GPS con los que cuentan los teléfonos inteligentes

de una manera sencilla y sin que se requiera capacitación extensa al personal en la utilización y comprensión del sistema de GPS, además nos permite la transmisión en tiempo real de la información que se está recolectando en campo, así como monitorear el trabajo de todo el personal de campo de forma remota.

Figura 18. **Plataforma de control de Droidsurvey**



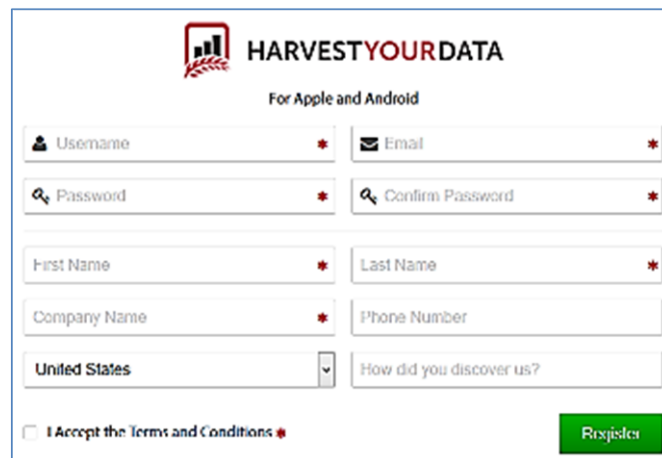
Fuente: Droidsurvey. Septiembre de 2015.

### 3.7.2. **Creación de usuario maestro**

Para el proceso de captura de datos es necesario crear un usuario que permita controlar todo el proceso de captura de información además de diseñar el formulario de captura de información, así como controlar todos los dispositivos que se tengan y administrar la información que vendrá de vuelta de campo, todas las actividades que se realizan como administradores. Se deben ingresar a la página <https://www.harvestyourdata.com/> y seleccionar la opción *Register*, los

desplegará una ventana que solicita información para la creación del usuario, se debe ingresar un nombre de usuario, una dirección de correo electrónico, una clave de acceso, debiendo escribir 2 veces para confirmar, así como también el nombre de la organización y como datos opcionales el país donde se vive y el número telefónico, además preguntará quien recomendó el uso del programa. Por último se debe chequear la casilla de aceptación de los términos y condiciones del uso de Droidsurvey y por último se presiona el botón de *Register*, para completar el registro de usuario que posteriormente servirá para la administración de la captura de información para la actualización cartográfica.

Figura 19. **Pantalla de creación de usuario**



The image shows a registration form for 'HARVESTYOURDATA'. At the top, there is a logo with a bar chart and the text 'HARVESTYOURDATA'. Below the logo, it says 'For Apple and Android'. The form contains several input fields: 'Username', 'Email', 'Password', 'Confirm Password', 'First Name', 'Last Name', 'Company Name', 'Phone Number', and a dropdown menu for 'United States'. There is also a text field for 'How did you discover us?'. At the bottom left, there is a checkbox labeled 'I Accept the Terms and Conditions'. At the bottom right, there is a green button labeled 'Register'.

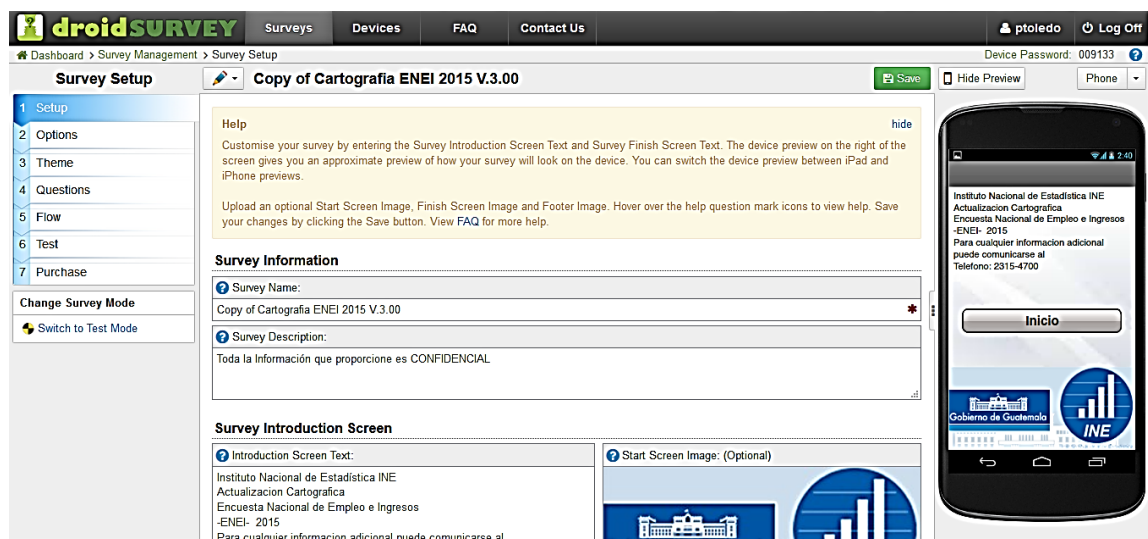
Fuente: Droidsurvey. Septiembre de 2015.

### 3.7.3. Configuración inicial del sistema

Una vez ha sido creado el usuario, se debe comprender la estructura de sistema de captura, incluye el módulo de administración de usuarios, el cual servirá para saber cuántos técnicos cartógrafos están ingresando datos así como también asignarles el formulario con el cual realizarán el proceso de captura

electrónica de datos. También está el módulo en el cual se diseñan los formularios en el cual se definen las variables de entrada del sistema además del módulo de descarga de resultados, el cual servirá para descargar la base de datos con la información.

Figura 20. Configuración inicial del sistema



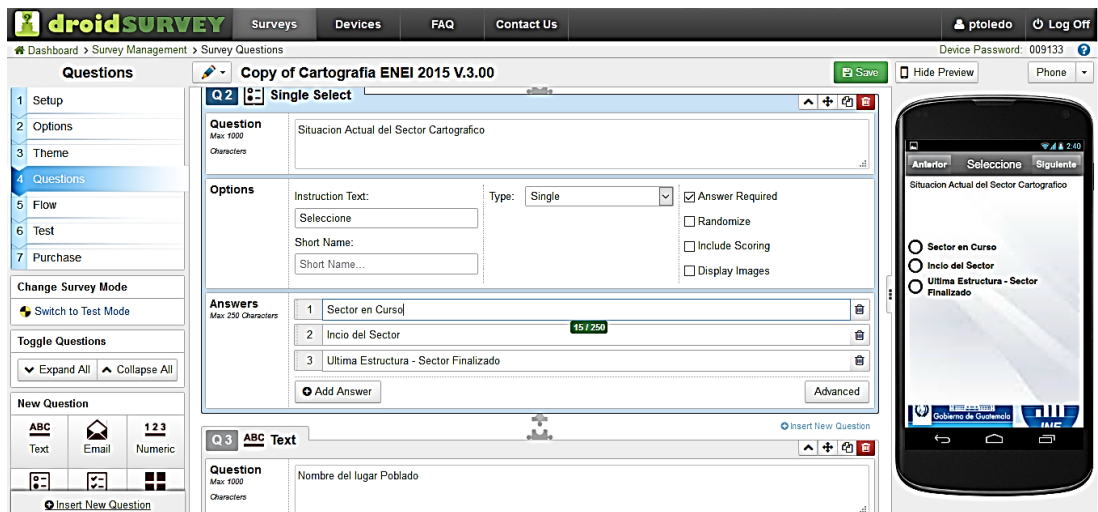
Fuente: Droidsurvey. Consulta: 3 de septiembre de 2015.

#### 3.7.4. Diseño del programa de captura

Toda la información que se recabará en campo debe ser estructurada en un formulario de captura digital, en él se deben incluir todas las variables de información que se requirieran para el proceso de la actualización cartográfica, en el diseño del programa de captura se deberá definir qué tipo de información se van a capturar, ya sea numérica o alfanumérica. Así como los valores predefinidos que van a ser aceptados, con el propósito de hacer más práctico el

ingreso de la información y que además sirve para tener solo los valores validos en una base de datos de información cartográfica.

Figura 21. Diseño del programa de captura



Fuente: Droidsurvey. Septiembre de 2015.

### 3.7.5. Programa en modo de prueba

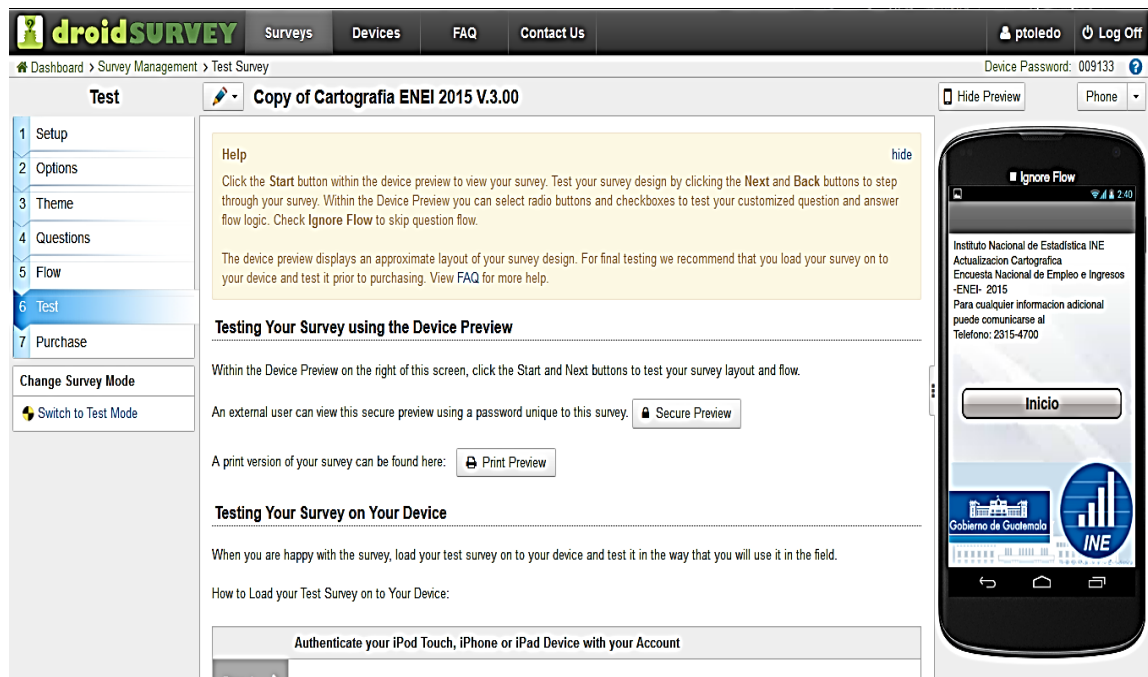
Antes de la puesta en práctica del programa de captura de datos, se tienen 2 formas previas de hacer las pruebas necesarias para estar seguros de la información que se obtendrá finalmente, la primera de ellas es el contar conforme se va diseñando el programa de captura, un simulador en el cual se pueda visualizar cada variable de información que se vaya ingresando en el diseño.

La segunda opción que se tiene para la realización de las pruebas, es previo a tener una versión final. Se puede cargar el formulario de actualización cartográfica en los dispositivos móviles, que durante la capacitación se harán las



pruebas pilotos con el personal técnico y se podrá detectar si se tiene algún tipo de error al momento de realizar la captura de la información.

Figura 22. **Modo virtual de prueba del programa de captura**



Fuente: Droidsurvey. Septiembre de 2015.

### 3.7.6. **Adquisición de licencia para uso del programa**

Una vez hechas las pruebas de captura de información y previo a la realización del levantamiento de información en campo, se debe contar con una licencia de uso de software, la cual permitirá recolectar cualquier cantidad de registros que sean necesarios para la actualización cartográfica y debiendo hacer el cálculo de los mismos dependiendo de la cantidad de sectores cartográficos que se van a actualizar, el licenciamiento básico consta de una captura de tres mil registros y un mes de vigencia para la captura de la

información, a un costo variable de aproximadamente 90 dólares americanos por los primeros tres mil registros y 25 dólares más por cada mil registros adicionales.

### **3.8. Sistema de posicionamiento global**

El sistema de posicionamiento global (GPS) es un sistema que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona, un vehículo y en el caso de la actualización cartográfica servirá para que cada estructura que sea visitada por el personal técnico cuente con una coordenada, con una precisión de hasta centímetros aunque lo habitual es que sean cierto radio en metros de precisión, y de esta forma conformar una base de datos de cartográfica con información geoespacial. El sistema fue desarrollado, instalado y empleado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos. Para determinar las posiciones en el globo, el sistema GPS está constituido por 24 satélites y utiliza la trilateración.

El GPS funciona mediante una red de 24 satélites en órbita sobre el planeta Tierra, a 20 200 km de altura, con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie de la Tierra. Cuando se desea determinar la posición, el receptor que se utiliza para ello localiza automáticamente como mínimo cuatro satélites de la red, de los que recibe unas señales indicando la identificación y la hora del reloj de cada uno de ellos. Con base en estas señales, el aparato sincroniza el reloj del GPS y calcula el tiempo que tardan en llegar las señales al equipo, y de tal modo mide la distancia al satélite mediante el método de trilateración inversa, la cual se basa en determinar la distancia de cada satélite respecto al punto de medición. Conocidas las distancias, se determina fácilmente la propia posición relativa respecto a los satélites. Conociendo además las coordenadas o posición de cada uno de ellos por la señal que emiten, se obtiene

la posición absoluta o coordenadas reales del punto de medición. También se consigue una exactitud extrema en el reloj del GPS, similar a la de los relojes atómicos que llevan a bordo cada uno de los satélites.

### **3.8.1. Características técnicas**

El sistema de posicionamiento global, cuenta con un sofisticado sistema de satélites que proveen de información a todos dispositivos diseñados para su uso, en total, cuenta con 24 satélites distribuidos en 6 orbitas, que se encuentran a 20 200 kms sobre la superficie de la Tierra, inclinados a 55 grados respecto al ecuador terrestre y cada satélite tiene una vida útil de 7 años y medio.

Todo el sistema es controlado desde una estación terrestre que se apoya en 4 antenas distribuidas en diferentes puntos de la Tierra, además de estar apoyado por 5 estaciones de monitoreo, Colorado Springs, Hawái, Kwajalein, Isla de Ascensión e Isla de Diego García. Además utiliza el sistema Geodésico Mundial 1984 (WGS84).

Cada satélite GPS emite continuamente un mensaje de navegación a 50 bits por segundo en la frecuencia transportadora de microondas de aproximadamente 1,600 MHz. La radio FM, en comparación, se emite a entre 87,5 y 108,0 MHz y las redes wifi funcionan a alrededor de 5 000 MHz y 2 400 MHz. Más concretamente, todos los satélites emiten a 1 575,42 MHz (esta es la señal L1) y 1 227,6 MHz (la señal L2).

La señal GPS proporciona la “hora de la semana” precisa de acuerdo con el reloj atómico a bordo del satélite, el número de semana GPS y un informe de estado para el satélite de manera que puede deducirse si es defectuoso. Cada transmisión dura 30 segundos y lleva 1 500 bits de datos codificados. Esta

pequeña cantidad de datos está codificada con una secuencia pseudoaleatoria (PRN) de alta velocidad que es diferente para cada satélite. Los receptores GPS conocen los códigos PRN de cada satélite y por ello no solo puede decodificar la señal sino que la pueden distinguir entre diferentes satélites.

Las transmisiones son cronometradas para empezar de forma precisa en el minuto y en el medio minuto tal como indique el reloj atómico del satélite. La primera parte de la señal GPS indica al receptor la relación entre el reloj del satélite y la hora GPS. La siguiente serie de datos proporciona al receptor información de órbita precisa del satélite.<sup>7</sup>

### **3.8.2. Evolución del sistema de posicionamiento global**

Con el crecimiento en el acceso al uso de tecnología de posicionamiento global, es importante incrementar cada vez más su precisión (1-5 m), así como también aumentar el número de estaciones monitoras a 12 en total.

El programa GPS III persigue el objetivo de garantizar que el GPS satisfaga requisitos militares y civiles previstos para los próximos 30 años. Este programa se está desarrollando para utilizar un enfoque en tres etapas (una de las etapas de transición es el GPS II); muy flexible, permite cambios futuros y reduce riesgos. El desarrollo de satélites GPS II comenzó en 2005, y el primero de ellos estará disponible para su lanzamiento en 2012, con el objetivo de lograr la transición completa de GPS III en 2017. Los desafíos son los siguientes:

Proporcionar solidez para la creciente dependencia en la determinación de posición y de hora precisa como servicio internacional.

---

<sup>7</sup> *Sistema de posicionamiento solar.* [https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_de\\_posicionamiento\\_global](https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_posicionamiento_global). Consulta: 20 de junio de 2015.

El sistema ha evolucionado y de él han derivado nuevos sistemas de posicionamiento IPS-2 se refiere a Inertial Positioning System, (sistema de posicionamiento inercial), un sistema de captura de datos, que permite al usuario realizar mediciones a tiempo real y en movimiento, el llamado Mobile Mapping. Este sistema obtiene cartografía móvil 3D basándose en un aparato que recoge un escáner láser, un sensor inercial, sistema GNSS y un odómetro a bordo de un vehículo. Se consiguen grandes precisiones, gracias a las tres tecnologías de posicionamiento: IMU + GNSS + odómetro, que trabajando a la vez dan la opción de medir incluso en zonas donde la señal de satélite no es buena.<sup>8</sup>

### **3.8.3. Funcionamiento para uso civil**

La información que es útil al receptor GPS para determinar su posición se llama efemérides. En este caso cada satélite emite sus propias efemérides, en la que se incluye la salud del satélite (si debe o no ser considerado para la toma de la posición), su posición en el espacio, su hora atómica, información *doppler*, entre otros. Mediante la trilateración se determina la posición del receptor.

Cada satélite indica que el receptor se encuentra en un punto en la superficie de la esfera, con centro en el propio satélite y de radio la distancia total hasta el receptor.

Obteniendo información de dos satélites queda determinada una circunferencia que resulta cuando se intersecan las dos esferas en algún punto de la cual se encuentra el receptor.

---

<sup>8</sup> *Sistema de posicionamiento solar*. [https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_de\\_posicionamiento\\_global#Evoluci.C3.B3n\\_del\\_sistema\\_GPS](https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_posicionamiento_global#Evoluci.C3.B3n_del_sistema_GPS). Consulta: 20 de junio de 2015.

Teniendo información de un tercer satélite, se elimina el inconveniente de la falta de sincronización entre los relojes de los receptores GPS y los relojes de los satélites. Y es en este momento cuando el receptor GPS puede determinar una posición 3D exacta (latitud, longitud y altitud).

#### **3.8.4. Integración con telefonía móvil**

Actualmente dentro del mercado de la telefonía móvil la tendencia es la de integrar, por parte de los fabricantes, la tecnología GPS dentro de sus dispositivos. El uso y masificación del GPS está particularmente extendido en los teléfonos móviles *Smartphone*, lo que ha hecho surgir todo un ecosistema de software para este tipo de dispositivos, así como nuevos modelos de negocios que van desde el uso del terminal móvil para la navegación tradicional punto-a-punto, hasta la prestación de los llamados Servicios Basados en la Localización (LBS).

Un buen ejemplo del uso del GPS en la telefonía móvil son las aplicaciones que permiten conocer la posición de amigos cercanos sobre un mapa base. Para ello basta con tener la aplicación respectiva para la plataforma deseada (Android, IOS, Windows Phone) y permitir ser localizado por otros.

#### **3.8.5. Precisión de la posición global**

Uno de los aspectos importantes que se deben considerar para hacer uso del GPS para capturar durante los procesos recolección de información en campo, es contar precisión en la toma de datos que es oficialmente aproximadamente 15 m (en el 95 % del tiempo). En la realidad un GPS portátil monofrecuencia de 12 canales paralelos ofrece una precisión de entre 2,5 y 3 metros en más del 95 % del tiempo. Tomando en cuenta estos aspectos, se

puede asegurar que los datos que se obtendrán durante la realización de la actualización cartográfica serán de buena calidad.

### **3.9. Transmisión de datos por medio de redes celulares**

Una de las principales ventajas de la implementación de la captura de datos para la actualización cartográfica es poder transmitir la información que se está recabando en campo, no importando la distancia ni la complejidad del terreno, es la transmisión de la información por medio de las red celular con la que cuenta el país; de esta forma se obtiene información en tiempo real para ser analizada y validada casi en el mismo momento en el cual se está realizando la actualización cartográfica.

#### **3.9.1. Tipos de transmisión de datos**

La evolución que se ha dado en la transmisión de datos respecto desde la aparición del telégrafo en 1891, pasando al uso del correo y otros tipos de transmisión de información, hasta llegar a la transmisión de datos digitales por medio de la telefonía, ha venido evolucionando cada vez de forma más acelerada, prácticamente en menos tiempo.

#### **3.9.2. Tecnologías de comunicación móvil**

En Guatemala se cuenta con un sistema de comunicación de redes celulares desde principios de 1990, con la transmisión primero de voz, luego de mensajes de texto. Desde la aparición de los teléfonos celulares más avanzados se han implementado tecnologías de transmisión de datos, desde 1G hasta en la actualizad la transmisión de datos por medio de tecnología 3G, básicamente la

evolución de las redes de telefonía han mejorado en la capacidad de transmitir cada vez volúmenes mayores de datos y a menor tiempo.

### **3.9.2.1. Tecnología de transmisión 1G**

El 3 de abril de 1973, Martín Cooper directivo de Motorola realizó la primera llamada desde un teléfono móvil del proyecto DynaTAC 8000X desde una calle de Nueva York, precisamente a su mayor rival en el sector de telefonía: Joel Engel, de los Bell Labs de AT&T.

El DynaTAC 8000X es presentado oficialmente en 1984, año en que se empezó a comercializar. El teléfono pesaba cerca de 1 kg, tenía un tamaño de 33,02 x 4,445 x 8,89 centímetros y su batería duraba una hora de comunicación o una jornada laboral (ocho horas) en espera, con pantalla led.

Ameritech Mobile Communications, LLC fue la primera empresa en los EE.UU. en proporcionar servicio de telefonía móvil al público general.

En 1981, el fabricante Ericsson lanza el sistema NMT 450 (*Nordic Mobile Telephony* 450 MHz). Este sistema seguía utilizando canales de radio analógicos (frecuencias en torno a 450 MHz) con modulación en frecuencia (FM). Era el primer sistema del mundo de telefonía móvil tal como se entiende hasta hoy en día.

Los equipos 1G pueden parecer algo aparatosos para los estándares actuales pero fueron un gran avance para su época, ya que podían ser trasladados y utilizados por una única persona.



En 1986, Ericsson modernizó el sistema, llevándolo hasta el nivel NMT 900. Esta nueva versión funcionaba prácticamente igual que la anterior pero a frecuencias superiores (del orden de 900 MHz). Esto permitió dar servicio a un mayor número de usuarios y avanzar en la portabilidad de los terminales.

Además del sistema NMT, en los 80 se desarrollaron otros sistemas de telefonía móvil tales como: AMPS (*Advanced Mobile Phone System*) en EE. UU. y TACS (*Total Access Communication System*). El sistema TACS se utilizó en España con el nombre comercial de *Moviline*. Estuvo en servicio hasta su extinción en 2003.<sup>9</sup>

### **3.9.2.2. Tecnología de transmisión 2G**

En la década de 1990, nace la segunda generación, que utiliza sistemas como GSM, IS-136, iDEN e IS-95. Las frecuencias utilizadas en Europa fueron de 900 y 1800 MHz.

El desarrollo de esta generación tiene como piedra angular la digitalización de las comunicaciones. Las comunicaciones digitales ofrecen una mejor calidad de voz que las analógicas, además se aumenta el nivel de seguridad y se simplifica la fabricación del Terminal (con la reducción de costos que ello conlleva). En esta época nacen varios estándares de comunicaciones móviles: D-AMPS (EE. UU.), Personal Digital Cellular (Japón), cdmaOne (EE. UU. y Asia) y GSM.

Muchas operadoras telefónicas móviles implementaron Acceso múltiple por división de tiempo (TDMA) y Acceso múltiple por división de código (CDMA)

---

<sup>9</sup>*Historia del teléfono.* [https://es.wikipedia.org/wiki/Historia\\_del\\_tel%C3%A9fono\\_m%C3%B3vil](https://es.wikipedia.org/wiki/Historia_del_tel%C3%A9fono_m%C3%B3vil). Consulta: 20 de junio de 2015.

sobre las redes Amps existentes convirtiéndolas así en redes D-AMPS. Esto trajo como ventaja para estas empresas poder lograr una migración de señal analógica a señal digital sin tener que cambiar elementos como antenas, torres, cableado, entre otros. Inclusive, esta información digital se transmitía sobre los mismos canales (y por ende, frecuencias de radio) ya existentes y en uso por la red analógica. La gran diferencia es que con la tecnología digital se hizo posible hacer Multiplexion, tal que en un canal antes destinado a transmitir una sola conversación, a la vez se hizo posible transmitir varias conversaciones de manera simultánea, incrementando así la capacidad operativa y el número de usuarios que podían hacer uso de la red en una misma celda en un momento dado.

El estándar que ha universalizado la telefonía móvil ha sido el GSM (*Global System for Mobile communications*). El GSM fue el estándar por mucho tiempo. Sin embargo, empezó a ser insuficiente debido a que ofrecía un servicio de voz o datos a baja velocidad (9,6 kbit/s) y el mercado empezaba a requerir servicios multimedia que hacían necesario un aumento de la capacidad de transferencia de datos del sistema. Es en este momento cuando se empieza a gestar la idea de 3G, pero como la tecnología CDMA no estaba lo suficientemente desarrollada se optó por implementar una velocidad intermedia denominada 2.5G.<sup>10</sup>

### **3.9.2.3. Tecnología de transmisión 3G**

3G es la abreviación de tercera generación de transmisión de voz y datos a través de telefonía móvil mediante UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System* o servicio universal de telecomunicaciones móviles).

---

<sup>10</sup> *Historia del Teléfono*. [https://es.wikipedia.org/wiki/Historia\\_del\\_tel%C3%A9fono\\_m%C3%B3vil](https://es.wikipedia.org/wiki/Historia_del_tel%C3%A9fono_m%C3%B3vil). Consulta: 20 de junio de 2015.

Los servicios asociados con la tercera generación proporcionan la posibilidad de transferir tanto voz como datos (una llamada telefónica o una video llamada) y datos no-voz (como la descarga de programas, intercambio de correos electrónicos, y mensajería instantánea).

Aunque esta tecnología estaba orientada a la telefonía móvil, desde hace unos años las operadoras de telefonía móvil ofrecen servicios exclusivos de conexión a internet mediante módem USB, sin necesidad de adquirir un teléfono móvil, por lo que cualquier computadora puede disponer de acceso a internet. Existen otros dispositivos como algunos ultras portátiles y tabletas que incorporan el módem integrado en el propio equipo. En todos los casos requieren de una tarjeta SIM para su uso, aunque el uso del número de teléfono móvil asociado a la tarjeta para realizar o recibir llamadas pueda estar bloqueado o estar asociado a un número con contrato 3G.

La mayoría de móviles 3G soportan su uso como módem USB (soportado por todos los teléfonos inteligentes con Android y con iOS) y algunos permiten su uso vía wifi o Bluetooth.<sup>11</sup>

### **3.10. Análisis de la información cartográfica**

Durante el proceso de captura de la información en campo, se acumulan volúmenes grandes de datos, los cuales requieren ser analizados para que cumplan con la calidad de información necesaria para la actualización cartográfica, la principal ventaja es que se puede analizar la información en el mismo momento que está siendo levantada en campo, y verificar que la información cumpla con todos los parámetros, para ello el sistema de recolección

---

<sup>11</sup> *Historia del Teléfono* [https://es.wikipedia.org/wiki/Telefon%C3%ADa\\_m%C3%B3vil\\_3G](https://es.wikipedia.org/wiki/Telefon%C3%ADa_m%C3%B3vil_3G).  
Consulta: 20 de junio de 2015.

de datos DroidSurvey proporciona la información en distintos formatos digitales, para su posterior análisis en software especializado como lo es SPSS y Microsoft Excel.

### **3.10.1. Programas para análisis de la información estadística**

Durante el proceso de captura de información debe ser analizado debido a que la recolección es realizada por técnicos cartográficos, que por diversas razones pudieran en ciertos casos cometer errores propios del levantamiento de información en campo, es por ello que es necesaria la intervención para de un equipo de personas que trabajen en oficinas centrales que estén constantemente monitoreando la información que se recabe día con día, para ello es necesario contar con herramientas de software especializado que permitan dar un análisis preliminar de la información que se está recolectando y establecer métodos para su control.

### **3.10.2. Statistical Package for the Social Sciences SPSS**

SPSS son las siglas de *Statistical Package for the Social Sciences*, que en su traducción significa “Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales”. Se trata de un programa estadístico enfocado a las ciencias sociales y, de un modo más específico por las empresas y profesionales de investigación de mercados. Ello quiere decir que este programa estadístico resultará de gran utilidad para realizar los análisis de la información de las bases de datos que se generan posteriormente al proceso de actualización cartográfica digital.

Es de gran utilidad ya que es un programa especializado que permite hacer manejos de información, creando bitácoras de registro de los cambios realizados a las variables de información, según las necesidades de análisis que se

requieran en las bases de datos de los sectores cartográficos, esto es, si en algún momento se precisa expresar alguna variable de otra forma, no hay ningún problema. La principal ventaja o la razón de su uso extendido radican en la capacidad que presenta para trabajar con bases de datos de gran tamaño, como las que son generadas en los procesos de actualización cartográfica. En la versión 12, este programa era capaz de operar con hasta 2 millones de registros y 250 000 variables. Además de contar la función de crear etiquetas de valores con los valores de las variables, lo cual hace un uso más amigable y sencillo de las bases de datos para quienes realizan análisis de información.

### **3.10.3. Microsoft Excel**

Es un programa que ha venido evolucionado durante ya bastante tiempo, la primera incursión de Microsoft en el mundo de las hojas de cálculo (que permiten manipular datos numéricos en tablas formadas por la unión de filas y columnas) tuvo lugar en 1982, con la presentación de Multiplan que era el nombre que tenía en ese momento. Tres años más tarde llegaría la primera versión de Excel, que forma parte de un conjunto de programas que son fundamentales herramientas de oficina. Básicamente Microsoft Excel es una herramienta multifunciones que permite realizar análisis estadísticos, en el caso del análisis de bases de datos de cartografía, presenta una forma rápida y sencilla para el manejo de grandes volúmenes de información cartográfica, y el uso de tablas dinámicas que permiten hacer un análisis rápido de la información que se está recolectando en campo en tiempo real.

### **3.10.4. Análisis de consistencia de la información**

Durante los procesos de captura de información, se cuenta con la ventaja que los datos son transmitidos en tiempo real, por medio de un sistema de

transmisión de datos móviles, es por ello que es importante verificar que la información que ha sido recolectada tenga los parámetros de información correcta, respecto a rangos de valores correctos. Por ejemplo los códigos cartográficos deben corresponder a los departamentos y municipios en los cuales fue asignada el levantamiento de la actualización cartográfica, para lo cual se utilizan hojas de cálculo como herramientas previamente mencionadas como lo son Microsoft Excel y SPSS.

#### **3.10.5. Integración de los sectores cartográficos**

El proceso de actualización cartográfico se realiza simultáneamente en distintas regiones del país, de esta forma la información que se va recabando en la base de datos de información proporcionada por el programa de captura DroidSurvey, contiene toda la información conforme ha sido recabada en campo, es por ello que luego de hacer un análisis de consistencia de la información, se procede a filtrar la información utilizando como identificación primaria el número de sector cartográfico, de esta forma se debe agrupar cada estructura perteneciente a un sector para ser luego creado un archivo único que contenga toda la información de un solo sector, utilizando como herramienta de trabajo Microsoft Excel y SPSS.

#### **3.10.6. Consolidación de los sectores en base de datos**

Cada proyecto de actualización cartográfica que se realiza cuenta con una metodología que define la cantidad de sectores que formarán el universo de estudio, típicamente las investigaciones que se realizan en el Instituto Nacional de Estadística son a nivel nacional, por lo cual la actualización cartográfica se realiza en no menos de 300 sectores a nivel nacional, es por ello que luego de realizar un proceso de consistencia, para su posterior integración en sectores

cartográficos en archivos electrónicos únicos, se debe proceder a crear una base que contenga todos los sectores en su presentación de información final, con la cual posteriormente se calcularán los factores de expansión, para la presentación de resultados finales de la investigación.

### **3.11. Métodos utilizados para muestreo estadístico**

La actualización cartográfica permite conocer la cantidad de hombres y mujeres que viven en un área delimitada llamada Sector Cartográfico, dependiendo de la metodología que se aplica para cada tipo de encuesta se realiza un muestreo estadístico que seleccionará los hogares donde se realizará posteriormente la investigación en su fase de encuesta, es por ello que se describen a continuación los principales y más comunes métodos de muestreo que se usan en las encuestas que se realizan en el Instituto Nacional de Estadística.

#### **3.11.1. Muestreo aleatorio**

En estadística se conoce como muestreo a la técnica para la selección de una muestra a partir de una población.

Al elegir una muestra aleatoria se espera conseguir que sus propiedades sean extrapolables a la población. Este proceso permite ahorrar recursos, y a la vez obtener resultados parecidos a los que se alcanzarían si se realizase un estudio de toda la población.

Cabe mencionar que para que el muestreo sea válido y se pueda realizar un estudio adecuado (que consienta no solo hacer estimaciones de la población sino estimar también los márgenes de error correspondientes a dichas

estimaciones), debe cumplir ciertos requisitos. Nunca se podrá estar enteramente seguros de que el resultado sea una muestra representativa, pero sí se puede actuar de manera que esta condición se alcance con una probabilidad alta.<sup>12</sup>

En el muestreo, si el tamaño de la muestra es más pequeño que el tamaño de la población, se puede extraer dos o más muestras de la misma población. Al conjunto de muestras que se pueden obtener de la población se denomina espacio muestral. La variable que asocia a cada muestra su probabilidad de extracción, sigue la llamada distribución muestral.

### **3.11.2. Muestreo aleatorio simple**

En esta técnica, cada miembro de la población tiene la misma probabilidad de ser seleccionado como sujeto. Todo el proceso de toma de muestras se realiza en un paso, en donde cada sujeto es seleccionado independientemente de los otros miembros de la población.

El muestreo aleatorio simple se puede aplicar en muchos métodos. El más primitivo y mecánico sería el de la lotería. A cada miembro de la población se le asigna un número. Todos los números se colocan en un recipiente o un sombrero y se mezclan. Con los ojos vendados, el investigador va sacando las etiquetas con números. Todos los individuos que tengan los números sacados por el investigador son los sujetos del estudio. Otra forma sería que una computadora haga la selección al azar de la población. En el caso de poblaciones con pocos miembros, es aconsejable utilizar el primer método, pero

---

<sup>12</sup> *Muestreo aleatorio.* [https://es.wikipedia.org/wiki/Muestreo\\_%28estad%C3%ADstica%29](https://es.wikipedia.org/wiki/Muestreo_%28estad%C3%ADstica%29). Consulta: 20 de junio de 2015.



si la población tiene muchos miembros, es preferible una selección aleatoria por computadora.<sup>13</sup>

### **3.11.3. Muestreo sistemático**

El muestreo sistemático es una técnica de muestreo aleatorio que los investigadores eligen con frecuencia por su sencillez y calidad regular.

En el muestreo aleatorio sistemático, el investigador primero escoge aleatoriamente la primera pieza o sujeto de la población. A continuación, el investigador seleccionará a cada *n*-ésimo sujeto de la lista. El procedimiento del muestreo aleatorio sistemático es muy fácil y se puede hacer manualmente. Los resultados son representativos de la población a menos que se repitan ciertas características de la población por cada *n*-ésimo individuo, lo que es muy poco probable.

El proceso de obtención de la muestra sistemática es muy similar a una progresión aritmética. El investigador selecciona un número entero que debe ser menor al número total de individuos en la población. Este número entero corresponderá al primer sujeto. El investigador elige otro número entero que servirá como la diferencia constante entre dos números consecutivos en la progresión.

El número entero se selecciona típicamente de modo que el investigador obtenga el tamaño de la muestra correcto.

---

<sup>13</sup> *Muestrario aleatorio*. <https://explorable.com/es/muestreo-aleatorio>.  
Consulta: 20 de junio de 2015.

Por ejemplo, el investigador tiene una población total de 100 individuos y necesita 12 sujetos. Primero elige su número de partida, 5.

Luego, el investigador elige su intervalo, 8. Los miembros de su muestra serán los individuos 5, 13, 21, 29, 37, 45, 53, 61, 69, 77, 85, 93.

Otros investigadores utilizan una técnica de muestreo aleatorio sistemático modificada en donde primero identifican el tamaño de la muestra necesario. A continuación, dividen el número total de la población por el tamaño de la muestra para obtener la fracción de muestreo. La fracción de muestreo luego se utiliza como la diferencia constante entre los sujetos.<sup>14</sup>

#### **3.11.4. Muestreo aleatorio estratificado**

El muestreo estratificado es una técnica de muestreo probabilístico en donde el investigador divide a toda la población en diferentes subgrupos o estratos. Luego, selecciona aleatoriamente a los sujetos finales de los diferentes estratos en forma proporcional.

Es importante tener en cuenta que los estratos no deben superponerse. Que los subgrupos se superpongan dará a algunos individuos mayores probabilidades de ser seleccionados como sujetos. Esto niega completamente el concepto de muestreo estratificado como un tipo de muestreo probabilístico.

Igualmente importante es el hecho de que el investigador debe utilizar un muestreo probabilístico simple dentro de los diferentes estratos.

---

<sup>14</sup> *Muestrario sistemático*. <https://explorable.com/es/muestreo-sistemático>. Consulta: 20 de junio de 2015.

Los estratos más comunes utilizados en el muestreo aleatorio estratificado son la edad, el género, el nivel socioeconómico, la religión, la nacionalidad y el nivel de estudios alcanzado.<sup>15</sup>

### **3.11.5. Muestreo aleatorio por conglomerados**

El muestreo aleatorio por conglomerados se utiliza cuando las unidades de la población presentan alguna forma de agrupamiento, que permite elegir grupos en lugar de individuos. De esta forma, el acceso a la muestra queda facilitado considerablemente, al quedar reunidos en una serie de grupos los individuos que la constituyen. Al realizar el muestreo, se seleccionaría aleatoriamente una serie de grupos o conglomerados, tratando de reunir el número total de individuos que se pretende incluir en la muestra.

Este procedimiento no requiere construir censos o listados completos de los elementos de la población, que son sustituidos en este caso con censos de conglomerados. En realidad, el muestreo por conglomerados no es más que la aplicación de los muestreos aleatorios simples, sistemáticos o por estratos al caso en que la unidad de muestreo no son individuos sino grupos de individuos.

En el campo de la investigación educativa, es frecuente obtener muestras de alumnos, profesores, entre otros. Recurriendo a conglomerados tales como aulas, centro, localidades. Usando este procedimiento se evita la dispersión de unidades a la que conduciría un muestreo aleatorio simple, y se reducirían los costes y el tiempo de un posible trabajo de recogida de datos.<sup>16</sup>

---

<sup>15</sup> *Muestreo sistemático*. <https://explorable.com/es/muestreo-estratificado>. Consulta: 20 de junio de 2015.

<sup>16</sup> *Muestreo aleatorio*. <https://explorable.com/es/muestreo-por-conglomerados?gid=1694>. Consulta: 20 de junio de 2015.

## **4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA**

La puesta en práctica del proceso de mejoramiento en la captura de datos para la actualización cartográfica contempla que en la realización de la misma se reduzca la cantidad del uso de papel, dejando de ser realizada en formularios FC-01, para realizar el proceso como tal directamente a una forma de captura electrónica, que se realizará directamente en los dispositivos móviles Android, a continuación se describe el proceso que realizará cada técnico cartógrafo directamente en campo.

### **4.1. Digitación de datos programa de captura**

Teniendo en cuenta todos los procesos que se llevan a cabo previo a la realización de la captura electrónica de datos para la actualización de estructuras habitaciones, se debe especificar como se realizará el procedimiento de mejora realizada de forma digital. Los pasos que se describen a continuación son los que necesariamente deben ser realizados por los técnicos cartógrafos.

#### **4.1.1. Inicio del programa de captura de información**

Para iniciar la captura de información accedemos a la aplicación Droidsurvey que se encuentra en la pantalla inicial del teléfono, cuando se accede por primera vez, presentará el menú de administración de la aplicación, en ella se puede iniciar el programa de captura para la actualización cartográfica, seleccionar el formulario en caso de existir dos o más, descargar el programa de captura o alguna actualización, o cambiar el nombre del teléfono inteligente, el primer paso se debe de hacer al ingresar a la aplicación luego de haberla

configurado previamente es realizar una revisión del formulario de captura digital, correspondiente al proceso de actualización cartográfica con el que se va a trabajar, revisando en la parte superior de la pantalla se encuentra el nombre y versión del formulario de captura de datos, por lo que luego de revisar que esté correcto, se procederá a presionar el botón llamado “Iniciar la encuesta Actual”, lo que llevará a la primera entrada de datos de la actualización cartográfica.

*Figura 23.* Inicio del programa Droidsurvey



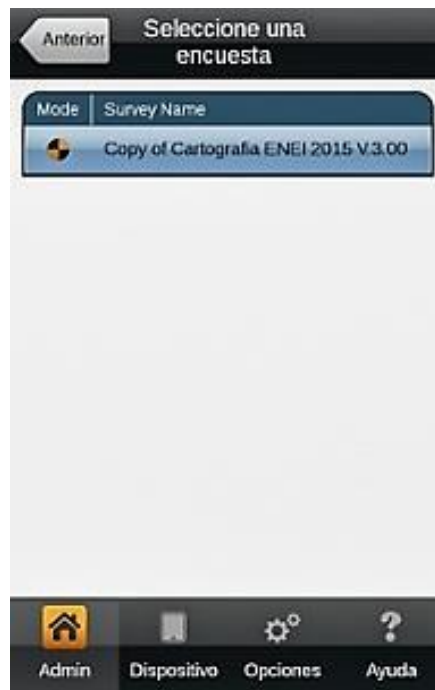
Fuente: Droidsurvey. Septiembre de 2015.

#### **4.1.2. Selección del formulario de actualización**

En ciertas ocasiones puede existir la probabilidad de estar trabajando con dos equipos independientes de técnicos cartógrafos, en dos diferentes proyectos relacionados a la captura de información para la actualización cartográfica. Por lo tanto es posible que en los teléfonos inteligentes se pueda tener disponible uno o

más programas de captura descargados y listos para funcionar. En el menú de administración de la aplicación del teléfono inteligente, se encuentra el botón que permite seleccionar que formulario que se desea utilizar para la actualización cartográfica específica de cada proyecto, esta opción mostrará los nombres de los formularios disponibles para el ingreso de la información.

Figura 24. **Selección de formulario**

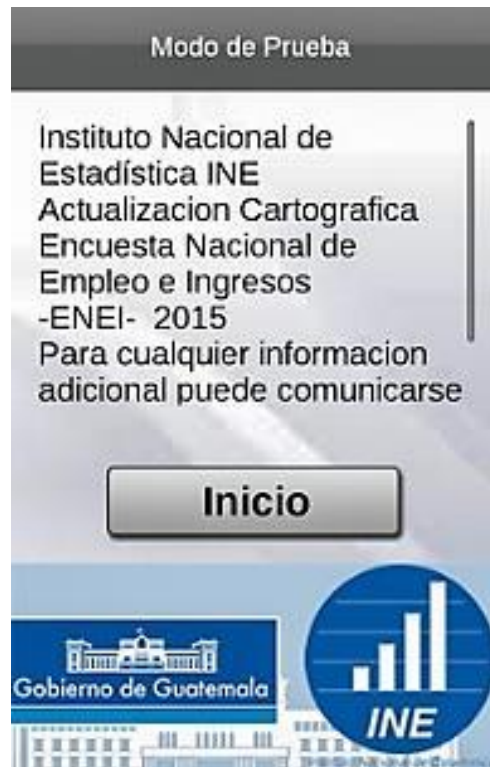


Fuente: Droidsurvey, Septiembre de 2015.

### 4.1.3. **Página de inicio del programa**

Una vez seleccionado el formulario de ingreso de datos para la actualización cartográfica, y seleccionada la opción de “Iniciar la encuesta actual” nos aparecerá el botón de “inicio”, una vez presionando se iniciará el proceso de la captura de datos para la actualización cartográfica.

Figura 25. **Inicio del programa**



Fuente: Droidsurvey. Septiembre de 2015.

#### **4.1.4. Selección del departamento**

El primer dato de ingreso que se debe hacer en el programa de captura de la actualización cartográfica, es la selección del Departamento donde se está realizando el levantamiento de la información, y al que pertenece el sector cartográfico a actualizar, para hacer eficiente el programa de captura, únicamente aparecerán los nombres de los departamentos de Guatemala que formen parte del proyecto de actualización cartográfica, se debe seleccionar el nombre del mismo y presionar el botón de “siguiente”, si en algún momento por un error involuntario fuera seleccionado una opción equivocada se puede regresar con el botón de opción “Anterior”.

Figura 26. **Selección del departamento**

The image shows a mobile survey interface. At the top, there is a dark grey header bar with three buttons: 'Anterior' (left arrow), 'Departamento' (center), and 'Siguiete' (right arrow). Below the header, the text 'Seleccione el Departamento.' is displayed. A list of seven departments is shown, each with a radio button: Guatemala (selected), Chimaltenango, Chiquimula, Izabal, Jutiapa, Jalapa, and Petén. At the bottom of the form, there is a label 'Departamento' and a blue footer bar with the logo of the 'Gobierno de Guatemala' and the acronym 'INEC'.

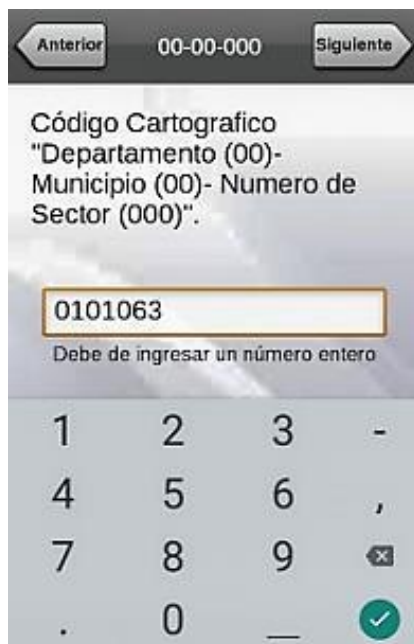
Fuente: Droidsurvey. Septiembre de 2015.

#### **4.1.5. Ingreso del código cartográfico**

Es la información más importante que se ingresa en el proceso de captura de datos para la actualización cartográfica, de este código dependerá la correcta información que se ingrese en el formulario digital en adelante, se debe tener un claro conocimiento de que número de sector cartográfico se va a trabajar, este código se debe digitalizar la primera vez que se ingrese al sector y luego debe ser marcado como copiado, para posteriormente pegar el mismo código en las siguientes capturas de estructuras habitacionales, luego de ingresar esta información se debe seleccionar el botón de “siguiete”.



Figura 27. **Ingreso del código cartográfico**



Anterior 00-00-000 Siguiete

Código Cartografico  
"Departamento (00)-  
Municipio (00)- Numero de  
Sector (000)".

0101063

Debe de ingresar un número entero

1 2 3 -  
4 5 6 ,  
7 8 9 ✕  
. 0 \_ ✓

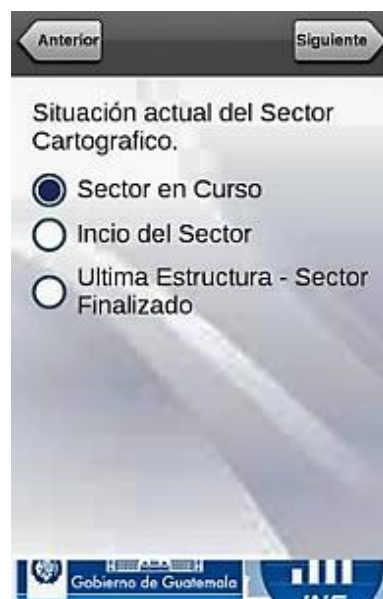
Fuente: Droidsurvey. Septiembre de 2015.

#### 4.1.6. **Situación actual del sector seleccionado**

En esta opción de ingreso de información se establecerán tres parámetros de control sobre la actualización cartográfica que se está realizando, el primero es el inicio del sector, esta opción debe ser seleccionada cuando se inicia el sector cartográfico y se ingresa la primera estructura del sector, esto para indicar al momento de hacer un control de ingreso de información en la base de datos, se pueda corroborar la fecha y hora de inicio del sector cartográfico. La segunda opción es la de "Sector en curso" indica que en ese momento se está ingresando la información de todas las estructuras pertenecientes al sector cartográfico y que se está trabajando en el levantamiento de campo en ese momento, y la opción "Última Estructura" se refiere a que ya se ha completado la última

estructura perteneciente al sector, indica que el levantamiento de campo de ese sector ha sido completado en su totalidad y puede se puede estimar el tiempo que tomó realizar la actualización cartográfica y también la cantidad de estructuras que contiene ese sector.

Figura 28. **Situación actual del sector cartográfico**



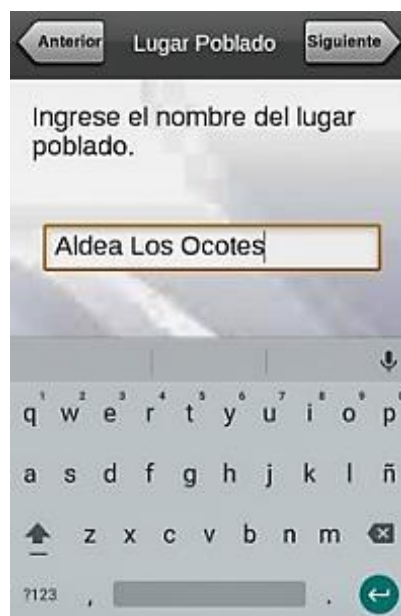
Fuente: Droidsurvey. Septiembre de 2015.

#### **4.1.7. Ingreso del nombre del lugar poblado**

Los sectores cartográficos pueden estar integrados por uno o varios lugares poblados dependiendo de las características de los municipios en los cuales se realiza la actualización cartográfica, encontrándose dentro de la delimitación geográfica del sector cartográfico, el nombre del lugar poblado se refieren al nombre de aldeas, caseríos, o fincas, que identifican a las estructuras habitacionales como pertenecientes a esos lugares. Es por ello que en esta

opción de ingreso de información, se debe digitar el nombre del lugar poblado en cada estructura que pertenezca a cada lugar poblado y cambiar cada vez que el cartógrafo cambie de lugar poblado, lo cual servirá para identificar la pertenencia de cada estructuras a cada lugar poblado.

Figura 29. **Ingreso del nombre del lugar poblado**



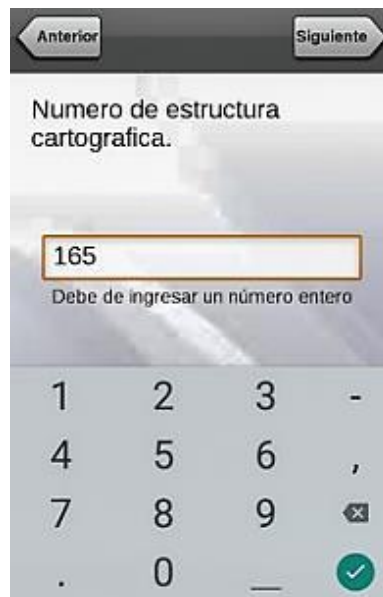
Fuente: Droidsurvey. Septiembre de 2015.

#### **4.1.8. Ingreso de número de estructura cartográfica**

En esta opción de ingreso al programa de captura electrónica se registrará el número de orden que corresponda a cada una de las estructuras visitadas, este número también debe ser el mismo que se anote en el material cartográfico impreso (plano), la numeración de las estructuras debe ser correlativo en todo el sector y se debe continuar con el orden del número independientemente de que existan distintos lugares poblados, si en una estructura se encuentra más de un

local de habitación, debe repetir el número de la estructura tantas veces como locales se encuentren en ella. Al finalizar la actualización del lugar poblado, el último número de esta estructura ingresado al programa de captura electrónica deberá coincidir con el número anotado a la última estructura del material cartográfico impreso.

Figura 30. **Ingreso de número de estructura cartográfica**



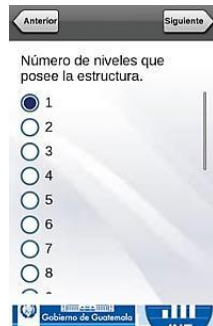
The screenshot shows a mobile application interface for entering a cartographic structure number. At the top, there are two navigation buttons: "Anterior" (Previous) on the left and "Siguiete" (Next) on the right. Below these buttons, the text "Numero de estructura cartografica." is displayed. A text input field contains the number "165". Below the input field, a message reads "Debe de ingresar un número entero" (You must enter an integer number). At the bottom of the screen, there is a numeric keypad with buttons for digits 1 through 9, 0, a decimal point, a minus sign, a comma, and a green checkmark button.

Fuente: Droidsurvey. Septiembre de 2015.

#### **4.1.9. Número de niveles que posee la estructura**

Como parte de la información que se recolecta durante la actualización cartográfica, en esta opción se debe ingresar el total de pisos con los que cuenta la estructura que se está actualizando. Para hacer fácil el ingreso de esta información, las opciones disponibles que se refieren a la cantidad de pisos, ya se encuentran para ser escogidas en un menú de botones.

Figura 31. **Número de niveles que posee la estructura**

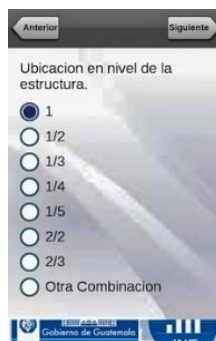


Fuente: Droidsurvey. Septiembre de 2015.

#### 4.1.10. **Ubicación en nivel de la estructura cartográfica**

Como parte del proceso de recolección de información en esta opción se anotará en que piso se encuentra localizado el hogar en el cual se está recolectando la información. En esta opción se registra cada uno de pisos y sus correspondientes locales, comenzando el listado por el piso número uno y así sucesivamente según el total de pisos o niveles que posea la estructura.

Figura 32. **Ubicación en nivel de la estructura cartográfica**

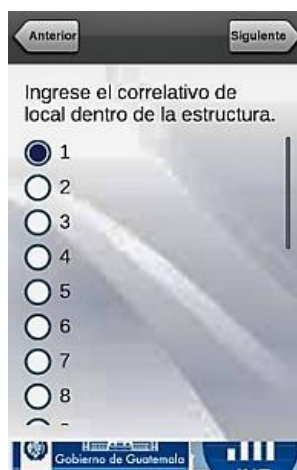


Fuente: Droidsurvey. Septiembre de 2015.

#### 4.1.11. Ingreso correlativos de locales dentro de estructuras

En la opción local número, se debe ingresar al programa de captura de datos el número correlativo de todos los locales encontrados en la estructura, si la estructura tiene más de un piso, la numeración debe ser correlativa para cada piso o nivel. En el caso de viviendas multifamiliares o palomares se deben numerar todos los locales existentes en la estructura sean estos ocupados o desocupados. En esta columna se deben numerar todos los locales, independientemente del tipo del local.

Figura 33. Ingreso correlativo de locales dentro de estructuras



Fuente: Droidsurvey. Septiembre de 2015.

#### 4.1.12. Selección de tipo de estructura cartográfica

En esta opción del programa de captura de datos el tipo estructura, se encuentran ya establecidas las opciones disponibles y de las cuales se seleccionará una, para describir el tipo de estructura cartográfica. Las opciones que se deben escoger son los locales utilizados únicamente como: viviendas o

locales de habitación, independientemente si se encuentran ocupados o desocupados, la siguiente opción se aplicará a los locales que se utilizan como viviendas y además, allí funciona un comercio, negocio, servicio, la tercera opción corresponderá a los locales que durante el recorrido es utilizado exclusivamente como comercio, fábricas, servicios y la cuarta opción disponible se seleccionará cuando los locales que su uso es exclusivo es de instituciones ya sean públicas o privadas como lo son iglesias, escuelas, edificios gubernamentales.

Se debe tomar en cuenta que la actualización cartográfica de estructuras habitacionales únicamente recolecta información de hogares y hogares y comercios, por lo que las estructuras utilizadas únicamente para comercios o instituciones, llevará el programa de captura de información únicamente a registrar su nombre y dirección dentro del programa de captura.

Figura 34. **Selección de tipo de estructura cartográfica**

Anterior Seleccione Siguiente

Tipo de estructura cartográfica.

1. Local solo de Habitación

2. Local de habitacion y comercio

3. Local Comercial

4. Institución publica y/o Privada

Seleccione

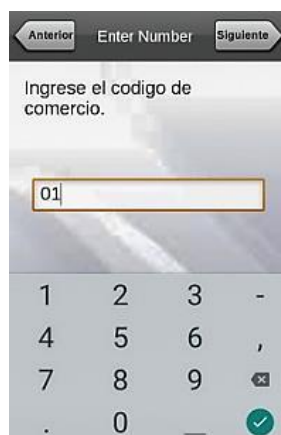
Gobierno de Guatemala INEC

Fuente: Droidsurvey. Septiembre de 2015.

#### 4.1.13. Ingreso de código de comercio

En esta opción de ingreso en la recolección de datos se debe de seleccionar dentro de un listado de opciones ya han sido ingresadas al programa de captura de datos, previamente la opción correspondiente por ejemplo a tiendas, panaderías, tortillerías, farmacias, ferreterías, carnicerías. Esta opción es útil para tener datos del tipo de actividad económica principal del comercio, y su posterior análisis estadístico, que permitirá conocer el tipo y la cantidad de comercios predominantes en una región, lo cual también podría reflejarse en la base de datos de un sistema de información geográfico.

Figura 35. Ingreso de código de comercio



The screenshot shows a mobile application interface for entering a commerce code. At the top, there are three buttons: 'Anterior' (Previous), 'Enter Number', and 'Siguiente' (Next). Below these buttons, the text 'Ingrese el código de comercio.' (Enter the commerce code.) is displayed. A text input field contains the number '01'. Below the input field is a numeric keypad with buttons for digits 1-9, 0, a decimal point, a minus sign, and a checkmark. The keypad also includes a backspace icon (an 'x' in a square) next to the 9 button.

Fuente: Droidsurvey. Septiembre de 2015.

#### 4.1.14. Ingreso de código de signografía

La siguiente opción que se debe registrar en el programa de captura de datos es seleccionar el código de signografía, se despliega un listado de opciones dentro de los cuales ya están establecidos, para lo cual el técnico cartógrafo seleccionará la opción que corresponda.



Figura 36. **Selección de código de signografía**



Fuente: Droidsurvey. Septiembre de 2015.

#### **4.1.15. Selección de la condición de la estructura cartográfica**

Es importante para la el proceso de actualización cartográfica conocer la condición del local, se debe seleccionar dentro del listado de opciones la condición en que se encuentra el local de habitación al momento de la visita del técnico cartógrafo, las opciones disponibles son, Ocupado con Personas Presentes: cuando el local de habitación está ocupado y las personas se encuentran presentes al momento de la captura de datos electrónica. Si se encuentra un local en la que residen 2 hogares y en uno de ellos las personas están presentes y en el otro no se encuentran las personas, la condición del local de habitación para los dos casos es ocupada con personas presentes.

La opción Ocupado con Personas Ausentes se refiere cuando el local de habitación está ocupado, pero no se encuentra nadie en casa y las personas no regresarán dentro del lapso de tiempo que el técnico cartógrafo permanecerá en el lugar poblado, se debe investigar sobre el lugar en donde se encuentran los

residentes del hogar para poder realizar la entrevista de la captura de datos para la actualización cartográfica.

La tercera opción disponible es Ocupado Temporalmente esta opción se refiere a los locales de habitación que al momento de realizar la visita, se establece que solo son ocupados en épocas de: siembra, cosecha, para vacaciones, días de mercado, casas patronales de fincas, entre otros. Regularmente las personas que ocupan estas viviendas tienen otras viviendas en donde residen habitualmente.

La cuarta opción disponible para ser seleccionadas es Desocupado, esta opción se debe emplear cuando el local de habitación este deshabitado, porque está disponible para la venta, alquiler o para ser habitado por un hogar, esta categoría se diferencia de la anterior porque al momento de la actualización no tiene habitantes permanentes ni temporales, pero que si está apta para ser habitada en cualquier momento.

La última opción disponible para ser seleccionada se refiere a la vivienda en Construcción, esta opción es válida cuando el local de habitación se encuentre en construcción o reconstrucción y por tal motivo no se encuentra habitada.

Figura 37. **Selección de la condición de la estructura cartográfica**

Anterior Siguiete

Condicion de la estructura cartográfica.

1. Ocupado con personas presentes

2. Ocupado con personas ausentes

3. Ocupado temporalmente

4. Desocupado

5. En Construccion

6. Rechazo la entrevista

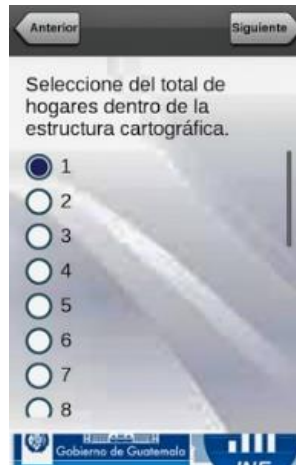
Gobierno de Guatemala INEC

Fuente: Droidsurvey. Septiembre de 2015.

#### **4.1.16. Selección del total de hogares dentro de la estructura cartográfica**

En esta opción se debe ingresar el total de hogares en el local de habitación, se refiere a el total de hogares que residen en la vivienda o local de habitación, tomando en cuenta el concepto de hogar en donde se refiere como un hogar al total de personas que comen de una misma cocina, de existir dos cocinas se puede decir que existen dos hogares en el local de habitación. Si en la vivienda vive más de un hogar, se deberá realizar el proceso de captura de datos una vez por cada hogar.

Figura 38. **Selección del hogar dentro de la estructura cartográfica**



Fuente: Droidsurvey. Septiembre de 2015.

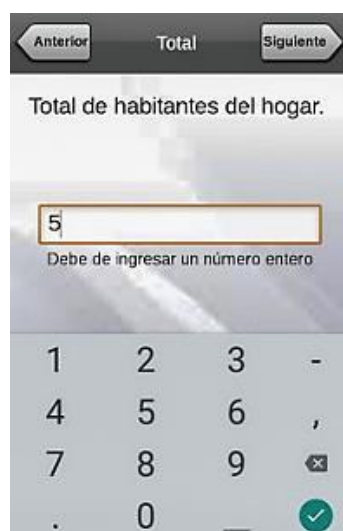
#### **4.1.17. Estructura cartográfica**

Una de las características más importantes por las cuales se realiza la actualización cartográfica, es conocer no solo la cantidad de hogares y su ubicación geográfica en la que se encuentran dentro del sector cartográfico a ser actualizado, sino se debe conocer el número total de personas que habitan los hogares, conocer específicamente cuantos habitantes de sexo femenino y masculino para posteriormente ponderar la información, basados en estos datos recolectados durante la actualización cartográfica y que permitirá conocer el total de personas que viven en el sector cartográfico, y la cantidad de personas promedio que habitan en el hogar entre otros datos. A continuación se hace referencia a las opciones de captura de información que deben ser completadas en, el programa de captura de datos de la actualización cartográfica, se debe hacer la observación que de no existir hombres o mujeres en los hogares se deberá digitar el número cero, ya que no puede dejarse en blanco la información.

#### 4.1.17.1. Ingreso del total de habitantes del hogar

Esta es la primera opción de captura de información en el programa de actualización cartográfica referente a los habitantes habituales de hogar, que forma parte del grupo de tres opciones de captura siguientes que componen la información del total de personas en el hogar. En esta primera selección de opción se debe indicar el total de personas que residen habitualmente en el hogar entre hombres y mujeres, deben contar también los menores de edad y recién nacidos. Y de esta forma digitar en el programa de actualización cartográfica el número total de miembros de un hogar. Se debe realizar esta pregunta al jefe del hogar quien es el encargado de dar la información, o en todo caso a un infórmate que debe tener por lo menos 13 años cumplidos. Se toman en consideración únicamente a las personas que son residentes habituales del hogar, exceptuando a los familiares que se encuentren de visita por un período corto.

Figura 39. Ingreso del total de habitantes



Anterior Total Siguiete

Total de habitantes del hogar.

5

Debe de ingresar un número entero

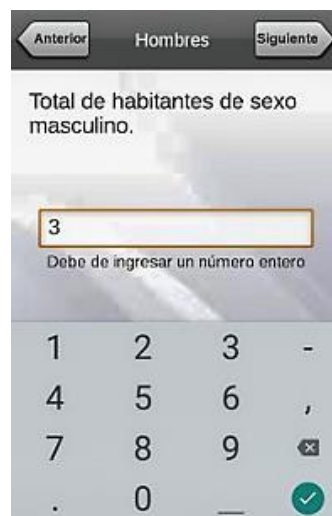
1 2 3 -  
4 5 6 ,  
7 8 9 ✕  
. 0 — ✓

Fuente: Droidsurvey. Septiembre de 2015.

#### 4.1.17.2. Ingreso del total de personas de sexo masculino

En esta opción de programa de captura de datos se debe ingresar en opciones numéricas el total de hombres, tomando en cuenta que deben contarse desde los niños recién nacidos hasta personas de la tercera edad que tengan como característica que residan en el hogar habitualmente.

Figura 40. Ingreso de total de habitantes de sexo masculino



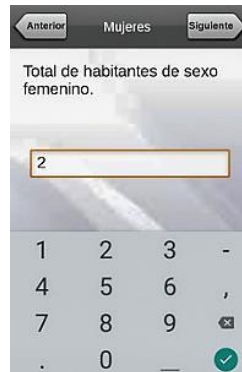
The screenshot shows a mobile application interface for data entry. At the top, there are three buttons: 'Anterior' (left), 'Hombres' (center), and 'Siguiete' (right). Below these buttons, the text reads 'Total de habitantes de sexo masculino.' A numeric input field contains the number '3'. Below the input field, a message says 'Debe de ingresar un número entero'. At the bottom, there is a numeric keypad with buttons for digits 1-9, 0, a decimal point, a minus sign, a comma, and a clear button (X).

Fuente: Droidsurvey. Septiembre de 2015.

#### 4.1.17.3. Ingreso del total de personas de sexo femenino

Al igual que la opción anterior, también debe capturar la información respecto al total de mujeres que sean residentes habituales en el hogar, se deben considerar tanto las niñas recién nacidas como las mujeres de la tercera edad.

Figura 41. **Total de habitantes de sexo femenino**



Anterior Mujeres Siguiente

Total de habitantes de sexo femenino.

2

1 2 3 -  
4 5 6 ,  
7 8 9 ✕  
. 0 — ✓

Fuente: Droidsurvey. Septiembre de 2015.

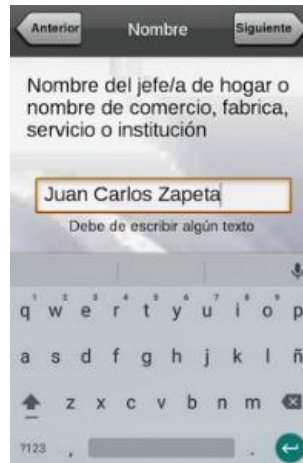
#### **4.1.18. Ingreso del nombre del jefe de hogar**

En esta opción del programa se debe digitar el nombre del jefe de hogar en caso de ser información referente a un hogar, o en caso de tratarse de un comercio o institución se debe digitar el nombre del comercio o institución, esta opción que será dependiente respecto a la clasificación haya sido ingresada en la selección de tipo de estructura cartográfica (descrita en el inciso 4.1.12), en el caso de ser un hogar se debe digitar el nombre del jefe (a) de hogar, según el que considere la persona que proporcione la información al cartógrafo.

Se debe prestar principal atención en que se debe registrar el nombre del jefe de hogar y no el nombre del dueño de la vivienda en caso de ser una vivienda alquilada.

En el caso que no se trate de un hogar, sino de un comercio, se debe digitalizar el nombre del comercio, servicio o institución que se está visitando. Por ejemplo en el tipo de comercio, se anotará la descripción del comercio así como su nombre, Panadería Las Victorias, Ferretería El Artesano.

Figura 42. **Ingreso del nombre del jefe de hogar**



Fuente: Droidsurvey. Septiembre de 2015.

#### **4.1.19. Ingreso de las características físicas de la estructura**

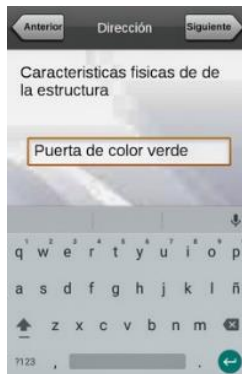
Una de las mejoras en los procesos de la implementación de actualización cartográfica y su captura electrónica es que automáticamente, cada vez que se ingresa a la opción de actualizar las estructuras habitacionales se obtiene una posición de GPS que cuenta con latitud, longitud, precisión y altitud, que permite poder ubicarla en sistemas de información geográfica anteriormente descritas en este trabajo de graduación. Sin embargo, en esta opción se debe además registrar la nomenclatura que posee la estructura que se está visitando, si no existe nomenclatura se debe anotar el nombre del lugar en donde se encuentra ubicada la estructura.

De no existir una nomenclatura, es necesario registrar las características de la estructura y que las distinga de las otras estructuras (color de las paredes, techo, color de puertas, rótulos). Esto servirá para poder identificar visualmente la estructura o local de habitación posteriormente. Se debe realizar un esfuerzo



por anotar características que identifiquen plenamente las estructuras del lugar poblado y que las distinguan de las demás estructuras.

Figura 43. **Ingreso de características físicas de la estructura**



Fuente: Droidsurvey. Septiembre de 2015.

#### **4.1.20. Selección de finalizado del ingreso de información**

Esta es la última opción del programa de captura para la actualización cartográfica de estructuras habitacionales, al llegar a este punto el cartógrafo debe estar completamente seguro que la información que se ha ingresado es correcta y completa, de otro modo aún es posible regresar con los botones de control a realizar algún cambio que sea necesario.

Luego de ingresar el último dato de información, el programa nos presentará un botón que indicará que se ha finalizado la captura de electrónica de datos correspondiente a la estructura, debiendo tomar en cuenta que al presionar el botón finalizar regresará al menú principal, para ingresar una nueva estructura y de esta forma continuar hasta realizar el recorrido total del sector cartográfico donde se esté realizando el proceso de actualización cartográfico digital.

Figura 44. **Selección de finalizado de ingreso de información**



Fuente: Droidsurvey. Septiembre de 2015.

## **4.2. Capacidad instalada y recursos necesarios para la implementación**

A continuación se presentan las capacidades instaladas y los recursos necesarios para la implementación.

### **4.2.1. Capacidad instalada**

Se refiere a los recursos necesarios con los que se debe contar, tanto físicos como tecnológicos, con los que el Instituto Nacional de Estadística para la realización de la captura electrónica de datos, para la actualización cartográfica y transmitirlos por medio de tecnología de transmisión de datos 3G, además de realizar los controles y posteriores análisis de información para la generación final de la consolidación de los Sectores Cartográficos en bases de datos, a continuación se describen cada una de las infraestructuras.

#### **4.2.1.1. Infraestructura física**

Dentro de los recursos que se cuentan para realización tanto de la actualizaciones cartográficas, como la realización propia de las encuestas, el Instituto Nacional de Estadística cuenta con oficinas ubicadas en las oficinas centrales, que es el lugar donde se coordinan todas las actividades que se realizan dentro del territorio guatemalteco, además se cuenta con una flota de vehículos tipo *pick up*, para el traslado y movilización de todo el personal involucrado en las investigaciones que se realizan en campo, además de ellos se cuenta con el apoyo de una delegación del INE en cada uno de los departamentos de la República, que sirven como centros departamentales de coordinación y apoyo a todo el personal, que facilita la comunicación con las autoridades locales.

#### **4.2.1.2. Infraestructura tecnológica**

Como parte de la implementación de nuevos métodos para la realización de la actualización cartográfica, el INE cuenta no solo con la infraestructura física, sino también con una estructura informática dedicada no solo a la transmisión de datos a lo interno, contando con un grupo de servidores que funcionan como centro de datos, así también como enlaces dedicados que permiten el acceso a internet, contando con una red privada que enlaza a todas las delegaciones departamentales, de la misma forma se cuenta con teléfonos inteligentes que son los utilizados para la realización de la captura de datos durante la actualización cartográfica, que son constantemente evaluados y se tiene contemplado su reemplazo cada 18 meses, como parte de un contrato de servicio con las empresas proveedoras de la transmisión de datos de los teléfonos, además de ello se cuenta con un servidor de respaldo ubicado en Australia, que es el que proporciona el servicio de la aplicación de captura de datos DroidSurvey, lo que garantiza la integridad de la información.

## **4.2.2. Recursos necesarios para el proceso**

A continuación se presentan los recursos necesarios para el proceso.

### **4.2.2.1. Recursos económicos**

Es necesario contar con recursos económicos para la implementación del proceso de captura de la actualización cartográfica, uno de los factores más importantes para la implementación no es solamente contar con un sistema de captura de datos más sofisticados, sino a la vez, reducir los costos de personal y materiales, que en la metodología anterior se debía de haber gastado para la realización del proceso de actualización cartográfico.

La disposición de recursos económicos son en muchos casos los factores determinantes para la realización de cualquier proyecto, en este caso se debe contar con fondos provenientes del gobierno central, que provean los fondos para el pago del personal tanto de oficinas centrales como de campo, la compra de material para la impresión de la cartografía, así también se debe disponer de recursos para combustible que será necesario para los vehículos que transportaran al personal.

### **4.2.2.2. Recursos tecnológicos**

Dentro de los recursos tecnológicos con que se debe contar, para la realización de la actualización cartográfica, principalmente se debe contar con los teléfonos inteligentes, contar con un servicio de transmisión de datos, en oficinas centrales se debe contar con un enlace de internet dedicado, así como computadoras personales con las cuales se realicen los procesos de control y análisis de la información, un centro de datos que es el encargado de resguardar

la información, una red interna para la comunicación de las computadoras que forman parte del equipo por parte de las oficinas centrales.

#### **4.2.2.3. Recursos humanos**

Se debe contar tanto con personal encargado de la capacitación, de la evaluación, así como de todo el personal entre técnicos cartógrafos, supervisores de campo y jefe de campo que será previamente evaluado por el Departamento de Recursos Humanos del Instituto Nacional de Estadística, será encargado de reclutar a todo el personal temporal que laborará mientras se realiza el proceso de recolección de información en campo.

#### **4.2.2.4. Recursos de transporte**

Como toda investigación y recolección de datos que se realiza en todo el territorio de la República de Guatemala, es necesario contar con transporte terrestre diseñado para recorrer todo tipo de carreteras, es por ello que en el Instituto Nacional de Estadística, cuenta con una flota de vehículos todo terreno (*pick ups*) para el traslado de los grupos de técnicos cartógrafos. En cada vehículo se transporta un piloto, un supervisor de campo y tres técnicos cartógrafos, lo que conforma un grupo de trabajo.

#### **4.2.3. Cronograma para la implementación del proceso**

Como parte del proyecto, se deben establecer tiempos estimados para la realización de tareas que forman parte del proyecto y que están destinadas a tener el manejo y control de todas las fases del proyecto, debiendo ser objetivas en la estimación de tiempo necesario para la realización de cada una de las actividades, geografía de los departamentos en los que se encuentran los

sectores cartográficos y la cantidad de personal necesario para satisfacer los requerimientos del proceso. A continuación se hace una descripción de las actividades necesarias para la realización del proyecto.

#### 4.2.3.1. Descripción de actividades

Se hace una estimación del tiempo aproximado que requiere cada una de las actividades que se deben realizar durante la ejecución del proyecto, cálculos que son basados en la experiencia previa y análisis del tiempo en procesos anteriores de recolección de datos.

Tabla I. Detalles de actividades

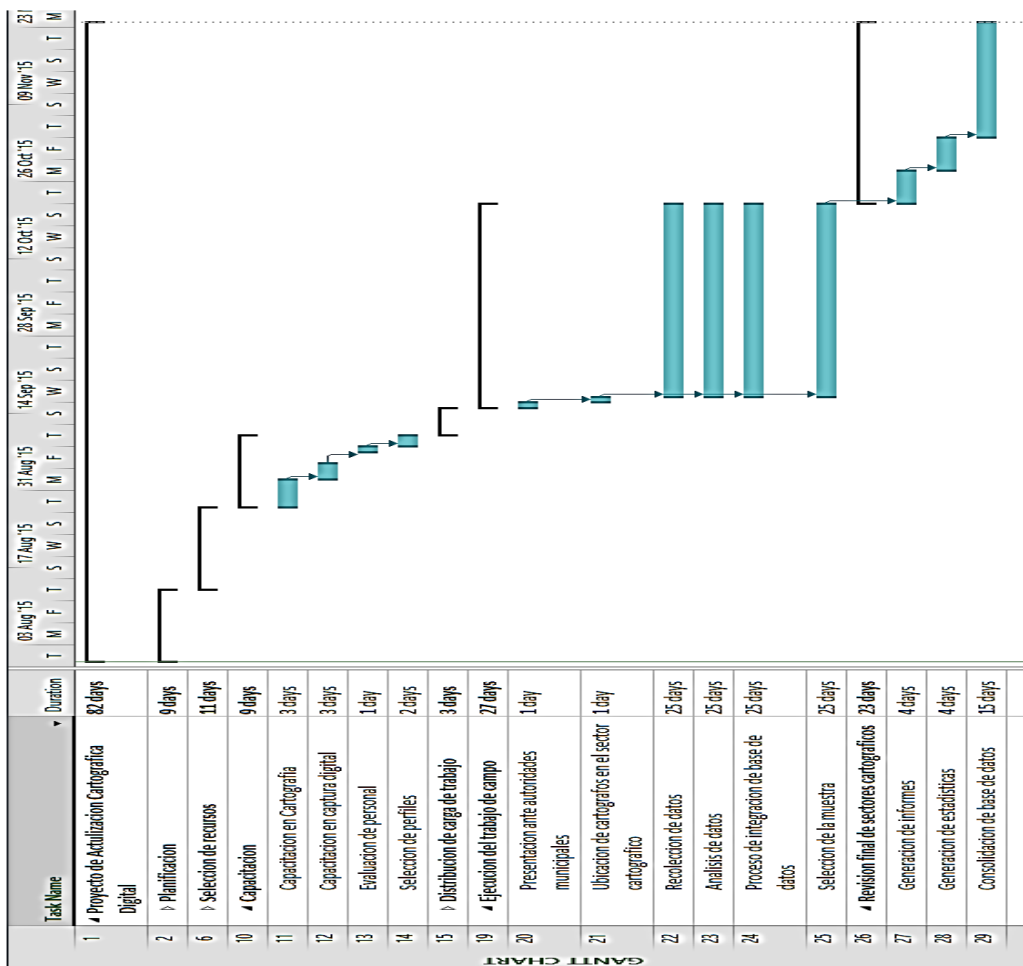
Descripción de Tareas	Duración
<b>Proyecto de Actualización Cartográfica Digital</b>	<b>82 días</b>
<b>Planificación</b>	<b>9 días</b>
Elaborar programa de actividades	8 días
Cuantificar el tamaño de la muestra	3 días
Selección de la muestra	2 días
<b>Selección de recursos</b>	<b>11 días</b>
Realizar convocatoria de personal	3 días
Selección de perfiles	6 días
Convocatoria de personal	2 días
<b>Capacitación</b>	<b>9 días</b>
Capacitación en cartografía	3 días
Capacitación en captura digital	3 días
Evaluación de personal	1 día
Selección de perfiles	2 días
<b>Distribución de carga de trabajo</b>	<b>3 días</b>
<b>Ejecución del trabajo de campo</b>	<b>27 días</b>
Presentación ante autoridades municipales	1 día
Ubicación de cartógrafos en el sector cartográfico	1 día
Recolección de datos	25 días
Análisis de datos	25 días
Proceso de integración de base de datos	25 días
Selección de la muestra	25 días
<b>Revisión final de sectores cartográficos</b>	<b>23 días</b>
Generación de informes	4 días
Generación de estadísticas	4 días
Consolidación de base de datos	15 días

Fuente: elaboración propia.

### 4.2.3.2. Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt es una herramienta gráfica en la cual se plasman las actividades necesarias a realizar para la planificación y programación de tareas a lo largo de un período determinado de tiempo. Gracias a una fácil y cómoda visualización de las acciones a realizar, permite realizar el seguimiento y control del progreso de cada una de las etapas del proyecto de actualización cartográfica digital.

Figura 45. Diagrama de Gantt de actividades



Fuente: elaboración propia.

### **4.3. Estrategias para la integración del personal de campo**

Como parte de las tareas que debe realizar el Departamento de Recursos Humanos del INE, está la convocatoria y selección del personal que llene los perfiles que ha sido requerido para realizar la actualización cartográfica, además serán los encargados de realizar las convocatorias correspondientes por cualquier medio de comunicación ya sea impreso o digital, ser responsables de solicitar y validar toda la documentación que por ley es requerida para optar a un puesto dentro del estado de Guatemala, realizar pruebas psicométricas y psicológicas a los candidatos que resulten idóneos y posteriormente convocar a la capacitación del personal y ser los encargados de conformar la comisión técnica de evaluación de personal para su posterior contratación.

#### **4.3.1. Selección**

La selección del personal para cada puesto se llevará a cabo con base en su experiencia previa en el desarrollo de las actividades de la actualización cartográfica, además de cumplir con los perfiles que se detallan posteriormente en este documento, y en los cuales la selección primaria y contratación será realizada por el Departamento de Recursos Humanos y la evaluación a cargo de un equipo técnico del Departamento de Cartografía en conjunto con el Departamento de Censos y Encuestas del INE.

##### **4.3.1.1. Perfil básico de puestos**

Debido a la naturaleza del trabajo, el campo donde se realizan este tipo de investigaciones es bastante limitado, es necesaria la formación del personal para transmitir a ellos las necesidades, es por ello que el perfil básico con el que se debe contar el personal que quiera aplicar a la realización de la actualización



cartográfica, debe contar como mínimo con Educación Media, de preferencia con habilidades en computación.

#### 4.3.1.2. Perfil de jefe de campo

Es el puesto de mayor jerarquía en el desarrollo de la recolección de datos en campo, es el responsable de coordinar, asignar la distribución de sectores cartográficos que se deben realizar, controlar el desplazamiento de todos los grupos. Coordinar con el personal de las oficinas centrales el desarrollo normal de las actividades, generando reportes de avance diario, que son provistos por los supervisores, que a su vez trasladan los datos del trabajo realizado diariamente.

Tabla II. Perfil del jefe de campo

JEFE DE CAMPO	
Descripción del puesto:	Puesto operativo que consiste en coordinar el trabajo que se realiza en campo, siendo el responsable de todo el personal de campo durante la captura de información para la actualización cartográfica de estructuras habitacionales, nombrando también a los supervisores de campo con sus distintos grupos de trabajo, verificando que la cobertura en general de todos los sectores cartográficos que forman parte de la investigación se realice conforme las normas cartográficas de calidad establecidas.
Nivel académico:	Mínimo 3 años de estudios superiores en el área técnica (Ingeniería, Arquitectura, Agronomía).
Experiencia:	Mínimo 3 años de participar en procesos de actualización cartográfica realizados o supervisados por el INE. Haber aprobado las evaluaciones de los procesos de técnico cartógrafo, así como Supervisor de Campo. Haber aprobado por lo menos tres de los cursos de capacitación del "Actualizador Cartográfico". Conocimiento de todo el territorio nacional. Tener experiencia de logística en el traslado de personal y distribución de equipos de trabajo.
Habilidades:	Completo manejo del material cartográfico. Interpretación de la fotografía aérea, planos, mapas y croquis. Pleno conocimiento de los procesos de captura de información digital en campo y solución de problemas durante el proceso de captura de información. Excelentes relaciones personales y manejo de grandes grupos de personal de campo.
Otros requisitos:	Elevado grado de responsabilidad y honestidad en la captura y anotación de información demográfica en los formularios. Preferiblemente (no indispensable), hablar un idioma de origen maya. Dispuesto a trabajar en zonas de alto riesgo. Sin inconvenientes para obtener información de puerta en puerta. Sin limitación de horario. Buenas relaciones interpersonales. No ingerir bebidas embriagantes en cualquier horario, durante el período de las investigaciones de campo. Dispuesto a regresar por sus propios medios y en su tiempo libre a los lugares en los cuales se compruebe que el proceso de actualización tiene deficiencias en cuanto a la calidad.

Fuente: elaboración propia.

### 4.3.1.3. Perfil de supervisor de campo

Es el encargado y responsable de un grupo de tres cartógrafos, es un puesto que requiere tener previa experiencia en el trabajo de campo como cartógrafo para poder comprender la naturaleza del trabajo que se realiza, es el responsable de verificar que se realice el trabajo asignado a cada cartógrafo, así como de facilitar la comunicación entre el INE y las autoridades municipales donde se realicen los procesos de actualización cartográfica.

Tabla III. Perfil de supervisor de campo

SUPERVISOR DE CAMPO	
Descripción del puesto:	Puesto operativo que consiste en apoyar, coordinar y ser el responsable de un grupo de trabajo durante la captura de información para la actualización cartográfica de estructuras habitacionales, ubicando a los técnicos cartógrafos en sus distintos sectores cartográficos de trabajo, verificando que la cobertura y el proceso de visita a los hogares en todo el municipio se realice conforme las normas cartográficas de calidad establecidas. Revisar que el material para cada área sea el correcto y el cual se haya realizado por el grupo de técnicos cartógrafos a su cargo.
Nivel académico:	Título de nivel medio
Experiencia:	Haber participado en cuatro procesos recientes de actualización cartográfica realizados o supervisados por el INE. Haber aprobado las evaluaciones de los procesos como técnico cartógrafo. Haber aprobado por lo menos tres de los cursos de capacitación del "Actualizador Cartográfico".
Habilidades:	Uso y manejo del material cartográfico. Nociones prácticas de interpretación de la fotografía aérea. Pleno conocimiento de los procesos de captura de información digital en campo. Buenas relaciones personales y manejo de personal de campo.
Otros requisitos:	Elevado grado de responsabilidad y honestidad en la captura y anotación de información demográfica en los formularios. Preferiblemente (no indispensable) hablar un idioma de origen maya. Dispuesto a trabajar en zonas de alto riesgo. Sin inconvenientes para obtener información de puerta en puerta. Sin limitaciones de horario. Buenas relaciones interpersonales. No ingerir bebidas embriagantes en cualquier horario, durante el período de las comisiones de campo. Dispuesto a regresar por sus propios medios y en su tiempo libre, a los lugares en los cuales se compruebe que el proceso de actualización tiene deficiencias en cuanto a la calidad.

Fuente: elaboración propia.

#### 4.3.1.4. Perfil de cartógrafo

Es quien tiene a su cargo la realización directa de la actualización cartográfica, y recorrer todo el sector cartográfico, realizando las entrevistas a todos los jefes de hogar, así como de digitar la información que ha sido recolectada estructura por estructura, debe aprobar la capacitación necesaria para desempeñar este puesto y será el responsable de la información perteneciente a cada sector cartográfico, se apoyará en el supervisor de campo cuando sea necesario.

Tabla IV. Perfil de actualizador cartográfico

ACTUALIZADOR CARTOGRÁFICO DE CAMPO	
Descripción del puesto:	Es un puesto operativo que consiste en realizar la recolección de información durante la captura de información para la actualización cartográfica de estructuras habitacionales, ubicadas en los sectores cartográficos. Realizar las entrevistas a los habitantes de las estructuras habitacionales y el digitado de la información durante el proceso de visita a los hogares en todo el sector cartográfico cumpliendo con las normas cartográficas de calidad establecidas. Realizar levantamientos cartográficos de lugares nuevos. Revisar que el material cartográfico para cada área sea el correcto y entregarlo a cada supervisor de área con el mapa y la lista de lugares actualizados. Ordenar el material cartográfico. Homologar con autoridades municipales los lugares poblados del municipio y entregar al coordinador la lista actualizada en medio digital y el mapa homologados con los cambios anotados.
Nivel académico:	Título de nivel medio.
Experiencia:	Haber participado en algún proceso de capacitación de actualización cartográfica realizado o supervisado por el INE. Haber aprobado por lo menos uno de los cursos de capacitación del "Actualizador Cartográfico".
Habilidades:	Uso y manejo del material cartográfico. Nociones prácticas de interpretación de la fotografía aérea.
Otros requisitos:	Elevado grado de responsabilidad y honestidad en la captura y anotación de información demográfica en los formularios. Preferiblemente (no indispensable) hablar un idioma de origen maya. Dispuesto a trabajar en zonas de alto riesgo. Sin inconvenientes para obtener información de puerta en puerta. Sin limitaciones de horario. Buenas relaciones interpersonales. No ingerir bebidas embriagantes en cualquier horario, durante el período de las comisiones de campo. Dispuesto a regresar con sus medios y en su tiempo libre, a los lugares en los cuales se compruebe que el proceso de actualización tiene deficiencias en cuanto a la calidad.

Fuente: elaboración propia.

### **4.3.2. Capacitación de personal**

La implementación de nuevas tecnologías para el desarrollo de nuevos procedimientos encaminados al mejoramiento de la calidad y capacidad en la recolección de información, para la realización de la actualización cartográfica de estructuras habitacionales es de vital importancia, ya que como toda nueva implementación se deben conocer todas las fases de los procedimientos, así como también los cambios que se realizarán respecto al proceso que se realizaba antes, la capacitación del personal en este caso técnicos cartógrafos divididos en supervisores, técnicos cartógrafos, jefe de operaciones de campo, así también como el personal de análisis de información en oficinas centrales, debe tener el mismo nivel y capacidad para comprender el proceso de captura digital, es por ello que se tiene que planificar capacitación constante del personal para garantizar el correcto proceder de todo el personal involucrado en el proyecto.

Debido a la naturaleza del proceso de actualización cartográfico, se ha tomado en consideración el dividir la capacitación de personal en dos etapas, que se describen a continuación.

#### **4.3.2.1. Capacitación general en cartografía**

La primera fase de la capacitación se refiere a los conceptos fundamentales de la actualización cartográfica para estructuras habitacionales, en esta capacitación se hace todo un recorrido explicando conceptos desde que es un país hasta llegar a la parte más pequeña que es objeto de estudio, refiriéndose al sector cartográfico, tiene una duración aproximada de tres días.

#### **4.3.2.2. Capacitación en el uso de teléfonos inteligentes**

La segunda fase de la capacitación del personal va enfocada a el uso y configuración del equipo de trabajo, desde la configuración inicial del teléfono con sistema operativo Android, la creación de los usuarios que serán los identificadores de cada uno de los técnicos cartógrafos encargados de levantar la información en campo, así también como la configuración del GPS en todos los dispositivos, y el conocimiento y adiestramiento de la digitación de datos. Se hacen simulaciones o pruebas pilotos durante la capacitación y al final de este período que consta de 3 días, se evalúa por medio de un *test*, los conceptos básicos tanto de actualización cartográfica, como del uso de las herramientas electrónicas que se usan para la realización de la actualización cartográfica de estructuras habitacionales y su correcta transmisión por tecnología de transmisión de datos 3G.

#### **4.3.2.3. Evaluación del personal**

Como parte del proceso de capacitación del personal para realizar la captura electrónica de datos para la actualización cartográfica, todo el personal participante deberá de someterse a una evaluación que será dividida en dos partes, la primera que está relacionada a conceptos relacionados a la cartografía en general, el conocer el material impreso, que es un sector cartográfico, que es un lugar poblado por ejemplo y la segunda parte de la evaluación está enfocada al uso de los teléfonos inteligentes y su transmisión de datos, así como conceptos relacionados al uso de la tecnología, y se realiza una prueba de campo donde deben hacer uso de los teléfonos inteligentes, desde la configuración inicial hasta la transmisión de datos.

Al final de la evaluación las personas que obtengan la mejor puntuación y tengan experiencia previa en la realización de la actualización cartográfica, serán designados como supervisores de grupo, el resto del personal que apruebe la capacitación con un mínimo de 70 puntos podrá ser contratada para el puesto de actualizador cartográfico.



## **5. MEJORA CONTINUA**

### **5.1. Evaluación técnica**

Como parte de todos los procesos de implementación de nuevos procedimientos y sobre todo cuando se hace el uso de tecnologías en un procedimiento que se realizaba en formularios de papel, es necesario realizar evaluaciones técnicas que permitan tener datos concretos y de esta forma tomar decisiones y buscar siempre la mejora continua en nuestros procedimientos. Se deben evaluar no solo las ventajas y desventajas que la implementación del nuevo sistema de recolección de datos ha dado, sino también evaluar tiempos de un proceso respecto a otro y también el impacto económico que ha tenido el costo de la implementación del nuevo proyecto, basándose en estadísticas comparativas y que muestren resultados reales de la evaluación del proyecto, y por último y no menos importante, se debe hacer un análisis del impacto ambiental que ha causado el cambio en la implementación de la recolección de datos antes con el uso de papel, al uso de dispositivos electrónicos para su realización.

#### **5.1.1. Ventajas y desventajas**

Se deben evaluar todos los aspectos que tienen relación cuando se realiza la implementación de nuevos métodos y formas de investigación y en este caso de recolección de datos, se debe mencionar que quizá una de las pocas desventajas con las que se tiene que trabajar es precisamente la brecha tecnológica que afecta al personal que ha venido trabajando por años los métodos tradicionales de captura de datos de forma manual, ya que se requiere



de una extensa capacitación de todo el personal involucrado para que realmente se llegue a comprender en su totalidad cada una de las partes del proceso y de esta forma evitar inconvenientes por desconocimiento de la nueva forma de captura de datos digital.

Se deben destacar las ventajas que presenta la implementación de un nuevo método de captura de datos para la actualización cartográfica, ya que se hace eficiente la recolección de datos, reduciendo los tiempos de levantamiento y traslado de información y sobre todo que se han establecido una serie de controles que permiten el manejo de grandes volúmenes de información con una certeza clara de quién, cómo y porqué de los datos que se encuentran. Se establece también control no solo de la información final que conforma la actual base de datos de cartografía, sino que también se establecen controles de fácil análisis a los técnicos cartógrafos, como la hora de inicio y finalización del trabajo de campo.

### **5.1.2. Medición de tiempos**

Una de las principales desventajas de trabajar con métodos que incluyen la recolección de datos en papel, es la poca o nula capacidad de medición de tiempos durante la recolección de datos en el trabajo de campo, anteriormente se tenían mediciones de tiempo tan ambiguas que tan solo contaban con la estimación promedio del tiempo para completar la recolección de datos en un sector cartográfico, sin estimar el tiempo de traslado de información y el de su total procesamiento de datos hasta llegar a una base de datos final, sin contar con que no existía la certeza clara que los técnicos cartógrafos, hubieran hecho el recorrido de una forma adecuada.

Actualmente con el conjunto de herramientas conformadas por los teléfonos inteligentes y la aplicación de captura de datos DroidSurvey, se tiene

la capacidad de monitorear el tiempo que toma recorrer realmente un sector cartográfico, establecer diferencias en el levantamiento de información en campo respecto a la topografía del terreno, se toman en cuenta también horas de inicio y fin de cada entrevista que se realizan en los hogares, así también queda registrado cuanto tiempo demora en ingresar cada campo de información, durante la entrevista, la distancia total recorrida a pie, durante el levantamiento y por último se sabe con mayor precisión el tiempo que demora en realizar un sector cartográfico promedio, estableciéndose parámetros separados por región.

### **5.1.3. Estadísticas comparativas**

Debido a que anteriormente la actualización cartográfica que realizaba en formularios de papel y que los cálculos se realizaban de forma empírica, para determinar el tiempo que llevaría a cada técnico cartógrafo el completar un sector cartográfico, no es posible realizar una comparación muy detallada de los métodos de recolección de datos en una actualización cartográfica.

Una de las principales ventajas que presenta el uso de la tecnología de captura de datos de forma digital y su transmisión en tiempo real es que se tiene el control absoluto de toda la información que se contiene en la base de datos, desde la hora de inicio y finalización de la jornada laboral, la cantidad de registros ingresados diariamente y en sí se cuenta con suficiente información para hacer evaluaciones de rendimiento a todo el personal involucrado en la captura electrónica de datos.

A continuación se presentan tablas estadísticas comparativas en un resumen parcial de la actualización cartográfica digital para estructuras habitacionales, que se realizó para la Encuesta Nacional de Empleo e Ingresos 2015.

Debido a que la transmisión de datos se realiza en tiempo real, se pueden realizar controles diarios de la cantidad de registros que han sido capturados por el personal de campo, estableciendo curvas de desempeño y promedios diarios de datos esperados, además se tiene la posibilidad de tener comunicación con algún miembro del personal que esté teniendo problemas, ya sea en el desarrollo de la captura de información por problemas climáticos o sectores donde los pobladores no estén de acuerdo con el trabajo que realiza el INE, o por problemas en el servicio de transmisión de datos, todo esto se puede monitorear.

Tabla V. **Control de ingreso de registros diarios**

Cartógrafo	12/04/2015	13/04/2015	15/04/2015	16/04/2015	17/04/2015	18/04/2015	19/04/2015
Alfonso.Sincal.ENEI2015	69	79	110	87	73	155	115
Alvaro.Perez.ENEI2015	118	167	84	80	44	77	104
Angel.Morales.ENEI2015	63	113	207	80	47	33	31
Anthony.Pascual.ENEI2015	142				77	96	63
Beatriz.Yac.ENEI2015	157	30	35	101	37	85	135
Carlos.Aguilar.enei2015	137	32			230	40	59
Cindy.Leon.ENEI2015	122	75	60	40	89	50	79
Clara.Hernandez.ENEI2015	187	112	42	120	43	71	42
Edith.Santiago.ENEI2015	117	138	147	229	90	120	140
ericka.gonzalez.ENEI2015	149	79	46	42	68	24	114
Francisco.Carrillo.ENEI2015	86	89	51	107	79	140	
Gabriela.Castillo.ENEI2015	87	61	176	73	54	109	79
José luis.garcia.ENEI 15	200		23	70		37	134
Jose.Ordoñez.ENEI2015	107	73	33	66		96	82
Juan.Bulux.ENEI2015	163	101	133	90	34	124	103
Luis.Campa.ENEI2015	152	56	139	108	58	129	123
Manfredo.Mazate.ENEI2015	83	86	118	87	33	53	8
Omar.Andrade.ENEI2015	68	113	147	91	157	55	128
Ramon.Diaz.ENEI2015	192		136	102	30	216	99
Werner.Tepaz.ENEI2015	92	186	78	92	38	107	84
<b>Total general</b>	<b>2491</b>	<b>1590</b>	<b>1765</b>	<b>1665</b>	<b>1281</b>	<b>1817</b>	<b>1722</b>
Promedio diario	128.0	89.6	98.2	93.6	72.8	88.1	88.4

Fuente: elaboración propia.

Durante el proceso de actualización cartográfica es importante establecer la condición en que se encuentran las estructuras habitacionales en el momento que el cartógrafo hace su recorrido por el sector. Ya que únicamente se tomarán

como elegibles para realizar las distintas encuestas los hogares con personas presentes y las ocupadas con personas ausentes, esperando que al momento de realizar la encuesta puedan ser localizadas.

Tabla VI. **Condición de la estructura cartográfica**

Cartógrafo	1. Ocupado con personas presentes	2. Ocupado con personas ausentes	3. Ocupado temporalmente	4. Desocupado	5. En Construcción	6. Rechazo la entrevista	Total general
Alfonso.Sincal.ENEI15	2031	124	2	356	62		2575
Alvaro.Perez.ENEI2015	2611	109	2	727	130	88	3667
Angel.Morales.ENEI2015	937	200	1	176	35		1349
Anthony.Pascual.ENEI2015	2189	8	8	311	24		2540
Beatriz.Yac.ENEI2015	1738	160	43	358	51	26	2376
Carlos.Aguilar.ENEI2015	2622	114	1	541	60	3	3341
Cindy.Leon.ENEI2015	3010	365	12	361	60	53	3861
Clara.Hernandez.ENEI15	3131	316	10	404	59		3920
Darla.Vargas.ENEI2015	1695	126		103	16	7	1947
Edith.Santiago.ENEI2015	3491	65	15	408	73	19	4071
Eida.Calvillo.Enei2015	819	243	11	60	17		1150
Emerson.Martin.Enei2015	578	69	13	112	11		783
Ericka.Gonzalez.ENEI2015	3058	214	4	426	52	11	3765
Francisco.Carrillo.ENEI15	2053	76		366	33	2	2530
Gabriela.Castillo.ENEI2015	2185	284	7	393	26	160	3055
Gumercindo.Macario.ENEI2015	955	32	1	71	7	1	1067
Hugo.Cruz.ENEI2015	1177	28	6	262	30	6	1509
Israel.Sub.ENEI2015	568	59		19	3	9	658
jose luis.garcia.ENEI2015	2676	92	5	537	35		3345
Jose.Ordoñez.ENEI2015	518	16	1	137	7	56	735
Juan.Bulux.ENEI2015	2979	33	6	335	88	49	3490
Julio.Garcia.ENEI2015	1039	22	10	121	15	2	1209
luis.aldana.ENEI2015	608	43		45	2		698
Luis.Campa.ENEI2015	3399	200	10	385	55	50	4099
Manfredo.Mazate.ENEI15	2977	77	17	642	51	69	3833
Marco.Martínez.2015	385	27		37	2	7	458
Marvin.Martínez.ENEI15	800	26	3	140	10	1	980
Omar.Andrade.ENEI15	1582	176	6	271	44	70	2149
Ramon.Diaz.ENEI15	2996	162		531	82	1	3772
Werner.Tepaz.ENEI15	2608	173	8	379	56		3224
<b>Total general</b>	<b>57416</b>	<b>3639</b>	<b>202</b>	<b>9014</b>	<b>1196</b>	<b>690</b>	<b>72157</b>

Fuente: elaboración propia.

Utilizando el método de captura de datos digital, permite el manejo de grandes volúmenes de información, pudiendo realizar cálculos avanzados respecto a la cantidad promedio de personas que habitan en cada tipo de estructura habitacional y que los datos sean acordes a los estudios previos que se realizan en el INE, cabe resaltar que la cartografía permite calcular de una manera precisa el índice de hacinamiento, generalmente se aceptan los valores:

- Hasta 2,4 - sin hacinamiento
- De 2.5 a 4,9 - hacinamiento medio
- Más de 5,0 - hacinamiento crítico

Tabla VII. **Cantidad de habitantes promedio por tipo de vivienda**

Tipo de vivienda	Cantidad de viviendas	Total de personas	Promedio de habitantes
1. Vivienda	50708	217182	4.28
1m. Vivienda Multifamiliar	6425	24301	3.78
2. Vivienda y Comercio	3216	13892	4.32
33. Vivienda Multifamiliar y comercio	706	2550	3.61
<b>Total general</b>	<b>61055</b>	<b>257925</b>	<b>4.22</b>

Fuente: elaboración propia.

Por medio de la captura electrónica de datos, se obtienen datos no solo de los hogares sino también características de las estructuras, en este caso se puede afirmar que la gran parte de estructuras habitacionales donde se realizó la actualización cartográfica que sirvió para la ENEI 20015, tienen un solo nivel, y representan el 87 % del total de estructuras habitacionales.

Tabla VIII. Promedio de número de niveles de las estructuras

Numero de Niveles que posee la estructura	Fecuencia	%
1	68803	87.041
2	9182	11.616
3	860	1.088
4	174	0.220
5	14	0.018
6	7	0.009
7	6	0.008
9	1	0.001
<b>Total general</b>	<b>79047</b>	<b>100</b>

Fuente: elaboración propia.

En la siguiente tabla se puede apreciar los tipos de estructuras que registró la cartografía digital, la tabla describe parte de los tipos de estructuras que se registraron durante el proceso de actualización cartográfica.

Tabla IX. Estructuras clasificadas por signografía

Tipos de Estructuras (Signografía)	Cantidad	%
1. Vivienda	60774	78.345279
10. Biblioteca	1	0.001289
11. Gasolinera	8	0.010313
12. Industrias y Fabricas	79	0.101841
13. Teatros y Cines	2	0.002578
14. Emisoras Radiales	1	0.001289
15. Bancos	5	0.006446
17. Hotel, pensiones	28	0.036095
19. Centros Comerciales	2	0.002578
1m. Vivienda Multifamiliar	6547	8.439901
2. Vivienda y Comercio	3270	4.215439
20. Mercados Municipales	2	0.002578
21. Museos	2	0.002578
22. Salones de baile	10	0.012891
23. Parques, plazas	2	0.002578
29. Pila Municipal	1	0.001289
3. Comercio o Servicio	4909	6.328314
30. Bodega	77	0.099263
31. Bomberos	1	0.001289
33. Vivienda Multifamiliar y comercio	729	0.939772
34. Comercios y Servicios	18	0.023204
4. Construcción	837	1.078998
5. Colegios Privados	15	0.019337
50. Escuelas Oficiales	43	0.055432
6A. Iglesia Adventista	2	0.002578
6C. Iglesia Católica	45	0.058011
6E. Iglesia Evangélica	131	0.168875
6M. Iglesia Mormona	1	0.001289
6T. Iglesia Testigos	5	0.006446
7. Instituciones Gubernamentales	11	0.014180
8. Parqueo	3	0.003867
9. Centro de Salud, Hospitales	11	0.014180
<b>Total general</b>	<b>77572</b>	<b>100</b>

Fuente: elaboración propia.

#### **5.1.4. Alternativas ambientales**

Una de las principales razones para la implementación de nuevas tecnologías no era únicamente hacer más eficiente la captura de información a través del uso de teléfonos inteligentes, sino también disminuir el uso de papel en el proceso de actualización cartográfica.

Las fábricas de pulpa y de papel que fueron construidas antes de 1970, fueron planificadas bajo un clima económico y social muy diferente del actual. El mayor costo de la construcción, las materias primas y la energía, y la conciencia mucho más amplia del medio ambiente, han afectado las filosofías de diseño y operación de la industria de pulpa y papel.

Los impactos negativos sobre el medio ambiente (por ejemplo la degradación de los bosques naturales y tropicales), como resultado del uso de los recursos naturales para alimentar las fábricas, ha causado graves problemas de erosión del suelo, manejo de cuencas hidrográficas y pérdida o degradación del hábitat forestal. Al convertir los bosques al monocultivo, las plagas pueden expandirse incontrolablemente. Este método requiere pesticidas o herbicidas, los mismos que causan efectos toxicológicos en los organismos beneficiosos.

Asimismo, la explotación de la madera puede causar graves impactos ambientales y de salud. Es una de las ocupaciones más peligrosas y, si no existe adecuada supervisión, puede afectar la fertilidad de la tierra, y promover la erosión del suelo, aumentando la turbiedad de los ríos, lagos y esteros. Además, puede haber cambios químicos en el agua, si se permite que los desechos de la madera, la corteza y la basura se descompongan allí

Las fábricas de pulpa y papel emplean grandes cantidades de agua durante el proceso de preparación de la madera mediante la remoción húmeda de la corteza. Si bien, físicamente, es la manera más eficiente para quitar la corteza, disminuir las pérdidas de madera y reducir la cantidad de tierra que trae, el gasto más elevado para controlar las aguas servidas, y el valor calórico más bajo de la corteza húmeda, constituyen las razones principales para cambiar, actualmente, de la remoción húmeda de la corteza, al proceso seco. Los parámetros más importantes que se relacionan con el control de la contaminación durante la remoción húmeda de la corteza son los sólidos totales suspendidos, la demanda de oxígeno bioquímico, el pH, el color, y la toxicidad.<sup>17</sup>

Sin embargo, se debe hacer un balance, que si bien es cierto que con la implementación del uso de dispositivos electrónicos también se debe tomar en cuenta el impacto ambiental que es producen los teléfonos inteligentes, luego de que termine su vida útil, por lo que es necesario que exista un plan de reciclaje con alguna empresa dedicada.

En la actualidad existen muchas evidencias científicas que afirman que la radiación que generan los teléfonos celulares tiene efectos biológicos indeseables.

Los teléfonos celulares hoy en día son muy utilizados, ya que brindan una comunicación más ágil, pero al pasar los años, estos empiezan a fallar y comienzan los problemas. Cuando un teléfono celular es desechado, por lo general este va acompañado con su batería, la misma que es muy dañina para el medio ambiente, ya que son una fuente muy potencial de contaminación por su contenido de metales pesados de primer orden.

---

<sup>17</sup> *Impactos ambientales.*

[https://es.wikibooks.org/wiki/Impactos\\_ambientales/Procesamiento\\_de\\_pulpa,\\_papel\\_y\\_madera](https://es.wikibooks.org/wiki/Impactos_ambientales/Procesamiento_de_pulpa,_papel_y_madera).  
Consulta: 28 de julio de 2014.



En la actualidad se cree que el número de teléfonos celulares es de tres veces más que el número de usuarios de telefonía móvil, debido a que el avance de la tecnología celular es muy rápido y esto hace que los usuarios los desechen rápidamente y compren nuevos teléfonos celulares, que en tres o cuatro años volverán a ser desechados y así sucesivamente.

Otros de los efectos del uso creciente de los teléfonos celulares son el incremento del consumo de recursos, como la energía eléctrica, los distintos metales para su fabricación e inclusive los materiales que se utilizan para fabricar sus accesorios.

El impacto ambiental de las telecomunicaciones se centra en varios aspectos:

- Generación de residuos sólidos.
- Electro *smog*: contaminación electromagnética de ultra-baja potencia.
- Incremento de niveles de ruido.
- Cambios de uso del suelo.
- Remoción y afectación de la cobertura vegetal.
- Impacto visual debido a la mala instalación de las antenas en zonas urbanas

En la actualidad en muchos países principalmente en la Unión Europea, existen programas de reciclaje que ayudan a reducir en gran parte la contaminación por telefonía móvil, ya que estos son tratados de una forma adecuada para que no afecten al medio ambiente. Los teléfonos celulares vienen con un símbolo de un contenedor de ruedas tachado que le recuerdan al usuario que estos no deben ser desechados junto con la basura común de casa, sino que deben ser entregados por separado para su eliminación luego de finalizada su vida útil.

Las baterías que son usadas en los teléfonos inteligentes y las baterías portátiles de respaldo causan daños ambientales. Las baterías son pequeños dispositivos que proveen de energía al convertir la energía química en energía eléctrica. Estos pequeños dispositivos son muy nocivos para el medio ambiente ya que contienen metales pesados que son tóxicos.

Las pilas se dividen en dos tipos:

- No recargables
- Recargables

Las baterías no recargables regularmente son hechas a base de carbón-cinc y las alcalinas, estas pueden tirarse a la basura común ya que no contienen mercurio.

Las baterías recargables son las que se recargan con electricidad común, con las que utilizan los teléfonos inteligentes con los que se realiza la actualización cartográfica. Estas deben ser recicladas de forma obligatoria ya que la mayoría de ellas está compuesta por iones de litio, que es un componente muy nocivo para el medio ambiente y hay empresas en Guatemala que están certificadas para el manejo de este tipo de baterías.

Las baterías son muy nocivas para el medio ambiente, por ejemplo, una sola batería de reloj que es muy pequeña puede contaminar 600 000 litros de agua al liberar sus componentes que por lo general son mercurio o cadmio, lo mismo sucede con el suelo ya que si se arroja pilas en el suelo estas lo contaminarían y lo volverían inútil para la vida animal y vegetal principalmente.

## **5.2. Evaluación económica y financiera**

En la implementación de nuevos proyectos, ya sean en el sector público o en el sector privado, se deben evaluar no solo las ventajas y desventajas que conlleva la implementación del mismo, es por ello que se debe evaluar el impacto económico de la implementación.

### **5.2.1. Impacto económico**

Se debe hacer un análisis comparativo de los métodos que se venían utilizando en el INE para la realización de la actualización cartográfica, utilizando formularios de papel y digitadores para generar las bases de datos de información versus la implementación de la captura de datos electrónica y su transmisión por medio de tecnología de datos 3G, y evaluar los costos finales que tendrá esta implementación, tomando en cuenta actualizar la misma cantidad de sectores cartográficos.

### **5.2.2. Estudio financiero y comercial**

Para la implementación del proyecto es necesario tomar en cuenta todos los factores económicos que se ven involucrados, tanto los requerimientos de infraestructura, de personal, como de transporte e impresión de material cartográfico, a continuación se detalla el costo de la contratación del personal quien es el que presenta mayor costo y que debe ajustarse a la cantidad de sectores cartográficos que forman parte de la encuesta que se realizará, se debe tomar en cuenta no solo los honorarios que percibirá el personal involucrado, tomando en cuenta los costos de viáticos y los gastos en telefonía que servirán para coordinar las actividades en campo, debe notarse que el jefe de campo no aparece dentro de los costos de honorarios, ya que el forma parte del personal

permanente del INE y su costo está contemplado dentro del presupuesto anual de la institución, sin embargo se tiene contemplado el pago de viáticos y el costo de la telefonía celular del mismo.

Tabla X. **Tabla de costos de personal**

Cantidad de Personal	Puesto	Honorarios	Total/Honorarios	Viatico diario	Viáticos/persona	Total Viáticos	Telefonía
32	Cartógrafo	Q3,500.00	Q112,000.00	Q140.00	Q4,480.00	Q112,000.00	
8	Supervisor	Q4,000.00	Q32,000.00	Q140.00	Q1,120.00	Q28,000.00	Q1,600.00
8	Digitador	Q3,500.00	Q28,000.00				
1	Jefe de Campo			Q160.00	Q160.00	Q4,000.00	Q200.00
11	Pilotos	Q2,500.00	Q27,500.00	Q120.00	Q1,320.00	Q33,000.00	
<b>TOTAL</b>			<b>Q199,500.00</b>		<b>Q7,080.00</b>	<b>Q177,000.00</b>	<b>Q1,800.00</b>

Fuente: elaboración propia.

A continuación se hace una tabla comparativa donde se presentan ambos métodos de la realización cartográfica, en la primera tabla se representa los costos relacionados a la realización de la cartografía de modo tradicional, capturando la información en formularios de papel y haciendo uso de digitadores en las oficinas centrales, en la siguiente tabla se muestra los costos que requieren realizando la captura de información de manera digital utilizando teléfonos inteligentes.

Se debe notar, la disminución del gasto de combustible haciendo uso de la captura electrónica de datos como resultado de no existir la necesidad de transporte de formularios físicos a las oficinas centrales, además de no requerir de personal de digitación en las oficinas centrales y teniendo un costo adicional en el pago de licenciamiento del uso del software de captura y el servicio de transmisión de datos, tendiendo un ahorro económico del 6,26 %, siendo aún más significativa las ventajas tecnológicas que la implementación de la nueva forma de captura que se brinda en la captura de datos, además de ser más económica, y más amigable con el medio ambiente.

Tabla XI. **Presupuesto para actualización cartográfica tradicional**

Descripción	Costo
Honorarios de 32 cartógrafos	Q 112,000.00
Viatico de 32 cartógrafos	Q 112,000.00
Honorarios de supervisores	Q 32,000.00
Viatico de supervisores	Q 28,000.00
Honorarios de Digitadores	Q 28,000.00
Salario del jefe de campo	
Viatico del jefe de campo	Q 4,000.00
Honorarios de pilotos	Q 27,500.00
Viatico de pilotos	Q 33,000.00
Combustible	Q 89,700.00
Pago de telefonía celular	Q 1,800.00
Guías e interpretes	Q 5,000.00
Transporte acuático	Q 3,000.00
<b>Otros Gastos</b>	
15 rollos de papel/plotters hp500, 42" ancho	Q 4,500.00
3 juegos de tinta/plotters	Q 4,200.00
3 juegos de cabezales de impresión/plotters	Q 4,200.00
Reproducción de Formularios de Papel	Q 2,800.00
<b>TOTAL</b>	<b>Q 491,700.00</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Presupuesto para actualización cartográfica digital**

Descripción	Costo
Honorarios de 32 cartógrafos	Q 112,000.00
Viatico de 32 cartógrafos	Q 112,000.00
Honorarios de supervisores	Q 32,000.00
Viatico de supervisores	Q 28,000.00
Honorarios del jefe de campo	
Viatico del jefe de campo	Q 4,000.00
Honorarios de pilotos	Q 27,500.00
Viatico de pilotos	Q 33,000.00
Combustible	Q 69,000.00
Guías e interpretes	Q 5,000.00
Transporte acuático	Q 3,000.00
Otros Gastos	
Pago de licencia de Droidsurvey	Q 17,296.00
Pago de servicio de transmisión de datos	Q 5,184.00
15 rollos de papel/plotters hp500, 42" ancho	Q 4,500.00
3 juegos de tinta/plotters	Q 4,200.00
3 juegos de cabezales de impresión/plotters	Q 4,200.00
<b>TOTAL</b>	<b>Q 460,880.00</b>

Fuente: elaboración propia.

### **5.2.3. Evaluación del rendimiento**

Aunque se trate de un proyecto donde no se busca un beneficio económico debido a que es un proyecto de investigación, en el cual el estado, centros de investigación, agencias de cooperación obtienen información.

Se puede afirmar que el cambio en el uso de tecnología comparado con el método tradicional de recolección de información en formularios de papel, resulta ser no solo más ventajoso en el control, almacenamiento, veloz en el traslado de información, sino también representa un costo significativamente más bajo que el uso tradicional, esto debido a que se contrata menos recurso humano, y se tiene un menor consumo de combustibles, debido a que el traslado de la información se realiza por medio de la transmisión de datos por tecnología 3G a través de los servicios que proveen distintas empresas.

Se debe de mencionar que el costo del teléfono inteligente es absorbido por las empresas que prestan el servicio de transmisión de datos, lo cual representa una ventaja. Al final se obtiene información que cuenta con mayor calidad y se reducen los costos alrededor del 6%, lo que representa al final en una actualización para 271 sectores cartográficos en una reducción neta de costos de Q 30 820,00

### **5.3. Evaluación e interpretación de resultados**

La principal razón para buscar un proyecto de mejora no solo se basa en la reducción de costos operativos, sino principalmente establecer métodos y controles técnicos que permitan contar con información estadística oportuna y de calidad, para ello es necesario contar con procedimientos que aseguren la calidad de la información no solo a lo interno del INE, sino que agencias de

cooperación estratégica que laboren en conjunto determinados proyectos puedan evaluar la calidad de la información que se está generando, se deben establecer auditorías tanto internas como externas para evaluar el desempeño del trabajo que se realizó, para validar la calidad de la información.

### **5.3.1. Auditorías internas**

Una de las tareas que se realizan dentro del proceso de actualización cartográfica son las auditorías internas por parte del personal permanente del INE, que es el encargado de realizar el proceso de verificación final de los datos luego que la información ha sido transmitida en su totalidad desde el campo y se ha dado como concluido el sector cartográfico, este procedimiento es de aseguramiento de la calidad, ya que previamente ha sido monitoreado en campo que cumpla con los requerimientos de calidad y cantidad de estructuras pertenecientes al sector cartográfico, por lo que se realizan los siguientes pasos de validación de la información como parte de la auditoría interna:

- Se verifica que la cantidad de estructuras que fueron capturadas digitalmente, coincidan la cantidad de estructuras que se tenía originalmente en la base de datos del censo, o con el dato de una actualización previa, se presume que los sectores cartográficos sobre todo los urbanos, tiendan a contar con más estructuras conforme transcurre el tiempo.
- Se realiza la verificación de que las coordenadas de GPS que se transmitieron a la base de datos coincidan con el sector cartográfico al cual se le realizó la actualización, y enlaza a un mapa digital para actualizar el sistema de información geográfica del INE.

- Se verifica que el material cartográfico impreso que fue llevado a campo contenga información sobre la actualización cartográfica que se realizó, verificando el inicio de la estructura y la estructura final, verificando que las estructuras correspondan al sector designado.
- Y por último se archiva el material cartográfico impreso que fue actualizado, ordenándolo por región, departamento, municipio y sector cartográfico, en los archivos de la institución como parte del protocolo de resguardo de la información.

### **5.3.2. Auditorías externas**

Como parte de la transparencia en el manejo de la información, el INE realiza encuestas en cooperación con distintas instituciones nacionales e internacionales, con las cuales se transfiere cierta información de las actualizaciones cartográficas, sin comprometer la confidencialidad de la información, para realizar selecciones muestrales, generar mapas digitales por ejemplo, la ventaja de contar con información digital es la capacidad de transmitir grandes volúmenes de datos en segundos a cualquier parte del mundo, es por ello que en los procesos de validación de la información como personal externo se realizan con el propósito de contar con el respaldo de la información, valorada técnicamente y en paralelo con las auditorías internas que realiza el personal del INE y que permite elevar la confiabilidad de los datos que se recaban.

### **5.3.3. Alcance de la actualización cartográfica**

El principal uso que tienen las herramientas que fueron descritas en este trabajo de graduación está enfocadas a la captura de datos en forma digital y su transmisión por medio de redes de transmisión de datos 3G, y está diseñado



pensando en la realización de actualización cartográfica para estructuras habitacionales en encuestas de hogares. La aplicación de este sistema de captura de datos está enfocado en la captura de información para estructuras habitacionales y permite recabar información de la cantidad de habitantes en hogares, tanto de hombres, mujeres, haciendo modificaciones para la recolección de información de mujeres embarazadas, mujeres en edad fértil y niños y niñas entre cero y cinco años para estudios de desnutrición crónica.

#### **5.3.4. Encuestas que aplican actualización cartográfica**

A continuación se hace una breve descripción de las encuestas para las cuales el proceso de implementación de captura de datos es funcional y que ha sido aplicado satisfactoriamente debido a que la naturaleza de las mismas se desarrolla en hogares, y se hace un mayor énfasis en la Encuesta de Evaluación de Impacto Hambre Cero, debido a que en ella la cartografía tiene una etapa más en la recolección de información incluyendo a niños, mujeres embarazadas y en edad fértil, y su complejidad hace necesaria la implementación de tecnologías de transmisión de datos para su correcta realización.

##### **5.3.4.1. Encuesta Nacional de Condiciones de Vida**

Una de las encuestas más importantes que se realizan en el INE a nivel nación y con el objetivo de conocer las condiciones generales de vida de la población y poder determinar en todos los departamentos del país los niveles de pobreza en Guatemala desde el 2000, se ha realizado quinquenalmente la Encuesta Nacional de Condiciones de Vida (ENCOVI-). Esta encuesta proporciona información que permite caracterizar a la población pobre y no pobre del país, brindando resultados a nivel nacional, regional y departamental. Por primera vez en la realización de la encuesta para el 2014, se hizo la recolección

de datos para la actualización cartográfica utilizando la aplicación de captura Droidsurvey, y realizando recolección de información en los 1 200 sectores que consta la muestra de esta encuesta, siendo un paso importante para la implementación de tecnología en encuestas a nivel nacional.

#### **5.3.4.2. Encuesta Nacional de Empleo e Ingresos**

La Encuesta Nacional de Empleo e Ingresos (ENEI) tiene como objetivo crear una infraestructura estadística que permita dar seguimiento de un conjunto básico de variables e indicadores del mercado laboral con cobertura nacional y para los dominios de estudio urbano metropolitano, resto urbano y rural nacional, que viene desarrollándose continuamente desde el 2010, que se realizaba anualmente. A partir del 2013 se aumentó la periodicidad a 2 encuestas por año. La ENEI produce información que permite conocer el comportamiento y evolución del empleo, el desempleo, las características, composición, estructura y funcionamiento del mercado de trabajo. La actualización de los 366 sectores cartográficos que incluye la muestra del 2015 se realiza utilizando la captura de datos digital, tal y como se muestra en los capítulos 3 y 4 de este documento.

#### **5.3.4.3. Encuesta de Evaluación de Impacto Hambre Cero**

Es una encuesta de seguimiento que se realizará una vez al año durante cuatro años consecutivos y que inició en 2012, su principal objetivo es medir la desnutrición crónica en niños de 0 a 4 años, así también como realizar un estudio nutricional en mujeres embarazadas y mujeres en edad fértil entre 15 y 49 años, en 166 municipios que fueron seleccionados por la Secretaría de Seguridad Alimentaria (SESAN), la muestra consta de 294 sectores cartográficos pertenecientes a los municipios priorizados. El uso del programa de captura para la actualización cartográfica cobra vital importancia en esta encuesta, ya que el

formulario de la aplicación de captura es modificado para recolectar información de las personas que pueden ser elegibles para formar parte de la encuesta, tomando en cuenta que el proceso de muestreo se realiza en las oficinas de International Food Policy Research Institute (IFPRI) ubicadas en Washington D.C., Estados Unidos. El uso de tecnologías de información digital fue fundamental para que el trabajo fuera coordinado de una forma en que las distancias físicas no fueran impedimento para el desarrollo de las mismas.

#### **5.4. Opciones de mejora**

Como todo proceso de mejora, en la que tenga relación al uso de tecnologías para mejorar su calidad o la forma en que se realizan los procesos, se debe tener la capacidad de buscar constantemente nuevas formas de mejorar los procesos, es por ello que se tiene contemplado en el futuro próximo la implementación de dispositivos Android de dimensiones superiores como lo son el uso de tabletas electrónicas y el uso de baterías de respaldo de mayor capacidad y de menor peso para facilitar su transporte durante la captura electrónica de datos en el trabajo de campo.

##### **5.4.1. Uso de tabletas electrónicas**

En la actualidad los sistemas operativos han logrado funcionar en distintos dispositivos compatibles, sin importar sus dimensiones y capacidades de procesamiento, es por ello que el sistema operativo Android, funciona no solo en teléfonos inteligentes, sino también en radios de automóviles, computadoras personales y tabletas electrónicas, homogenizando las aplicaciones para que sean compatibles en cualquiera de estos dispositivos, en probable que en un futuro se deban implementar el uso de tabletas electrónicas para la captura de datos para la actualización cartográfica.

#### **5.4.2. Baterías portátiles de respaldo**

Debido a que la captura electrónica de datos utilizando dispositivos Android requiere que los aparatos funcionen un mínimo de ocho horas continuas y tomando en cuenta que la captura de información se realiza en lugares abiertos y en constante recorrido, es necesario contar con baterías externas que provean de energía eléctrica a los dispositivos, y que su capacidad sea de por lo menos 3 veces mayor a la batería con el que cuente el dispositivo, para evitar pérdida de tiempo durante el proceso de captura electrónica de datos. Por lo tanto es necesario investigar que opciones viables existen en el mercado que provean mayor autonomía a los dispositivos a un costo razonable.

#### **5.4.3. Tecnología de transmisión de datos 4G**

Se refiere al estándar de transmisión de datos que en telecomunicaciones evoluciona constantemente, tomando en cuenta que es necesario mejorar la velocidad de transmisión de los datos debido a el constante crecimiento de los volúmenes de datos que se transmiten, es por ello que el próximo paso en la evolución de las tecnologías de transmisión de datos será hacia la que se conoce como 4G, la cual permitirá una mejora en la velocidad de datos, mejorando el desempeño del proceso de actualización de estructuras habitacionales y su transmisión por medio de tecnologías de telecomunicación.



## CONCLUSIONES

1. Se analizó a profundidad la metodología que se ha venido utilizando en el Instituto Nacional de Estadística y se estableció que los métodos usados para la realización de la actualización de estructuras habitacionales carece de controles necesarios para asegurar su calidad, así también como no se podían establecer con precisión los tiempos que se necesitaban para realizar la mayoría de tareas relativas a la actualización cartográfica.
2. Se realizó un diagnóstico en el cual se comparaban las metodologías para el proceso de captura y procesamiento de datos, y se determinó plenamente la superioridad que existe al utilizar métodos de captura digital, dado las ventajas de traslado de información de una forma física a una transmisión de datos por medio de tecnología 3G, y la capacidad de establecer métodos de medición cuantitativos.
3. En el proceso de implementación de nuevas tecnologías para la captura de datos, se investigaron las posibles alternativas que cumplieran con ser eficientes y económicamente viables para dar solución, tanto de software como de hardware al proceso de captura de datos para la actualización cartográfica y su transmisión por medio de tecnología 3G, siendo los teléfonos inteligentes utilizando la aplicación DroidSurvey la solución más adecuada para la captura de datos de la actualización cartográfica.
4. Se desarrolló una propuesta técnica, que incluye información de técnica tanto de del equipo físico a utilizar, como las aplicaciones de software

tanto de los teléfonos inteligentes, así como su manejo en computadoras personales, además de crear perfiles de personal idóneo para la realización del trabajo de campo como el trabajo de control y análisis en las oficinas centrales.

5. Es necesario crear soluciones integrales para el desarrollo del trabajo que se realiza en el Instituto Nacional de Estadística, es por ello que se explica el uso de programas de computadora necesarios para la integración de la información transmitida, su posterior análisis y su final integración en bases de datos necesarias para realizar la selección de los hogares que serán objeto de las investigaciones que se realizan por medio de las encuestas.
6. Se realizaron diagramas que muestran cómo se debe realizar el proceso de actualización cartográfica, para crear un proceso sistematizado que contempla desde la concepción del formulario de captura hasta el análisis de la información y su posterior respaldo de los datos que forman parte de las encuestas realizadas por la institución.
7. Se elaboró de una guía de procesamiento de datos, que debe comprender los técnicos cartógrafos, ya que son ellos los que proveen la información de manera directa de los informantes, es por ello que se fueron explicando paso a paso la información que debe ser ingresada durante el proceso de la actualización cartográfica.

## RECOMENDACIONES

1. Dentro del proyecto de implementación de un nuevo método para la captura de información para la actualización cartográfica, se consideran distintos controles que aseguran la calidad de la información, durante el proceso de recolección de datos, y su posterior análisis por medio de auditorías internas, esto debido a que se cuenta con información que es transmitida en tiempo real y no hay necesidad de esperar para poder realizar diversos análisis de consistencia de información en la base de datos, se recomienda establecer mecanismos de control explorando nuevos métodos.
2. Después de realizar el análisis comparativo entre el uso de papel y la recolección de datos en teléfonos inteligentes, se pueden apreciar las claras ventajas no solo en la calidad de la información y la transmisión en tiempo real de la información, sino también la disminución de costos.
3. Estar siempre en la búsqueda de nuevos métodos de captura de datos no solo para proyectos de actualización cartográfica, sino también para la captura de datos en encuestas, búsqueda que debe de estar no solo encaminada en el uso de nuevas aplicaciones informáticas, sino también en el uso de dispositivos móviles que se adapten a las necesidades.
4. Es necesario que la información técnica no solo del equipo correspondiente en teléfonos celulares y baterías de respaldo sea actualizada constantemente, es de suma importancia la implementación



de tecnología en distintas áreas bajo las normas y procedimientos propios de la ingeniería industrial.

5. La información que se captura en campo y que está formada por todos los sectores cartográficos que fueron seleccionados en la muestra y que son integrados en las bases de datos, necesita ser resguardada para su posterior uso o consulta, la integración de las bases de datos deben quedar disponibles para futuras investigaciones que se realicen en el INE.
6. La búsqueda de la mejora continua es una de las necesidades constantes en cualquier tipo de institución, ya sea privada o pública, es por ello que se deben buscar nuevos procedimientos que hagan del trabajo de captura, análisis de información y posterior respaldo de datos para ser cada vez más eficientes en el desarrollo de los procesos.
7. Las capacitaciones son fundamentales a todos los niveles, se recomienda establecer capacitaciones periódicas para todo el personal involucrado, tanto el personal de campo como el personal permanente de la institución, para que todas las personas involucradas tengan el mismo nivel de conocimiento de sus funciones y como es que se realiza el trabajo. El poco conocimiento de los procedimientos es la principal causa de errores en el desarrollo del trabajo, se recomienda establecer evaluaciones que permitan conocer las principales debilidades que se presentan en el personal.

## BIBLIOGRAFÍA

1. INE. *Historia de la Institución*. [en línea].  
<<http://www.ine.gob.gt/index.php/institucion/historia>>. [Consulta: marzo de 2015].
2. \_\_\_\_\_. *Misión del Instituto Nacional de Estadística*. [en línea].  
<<http://www.ine.gob.gt/index.php/institucion/mision-y-vision>>. [Consulta: marzo de 2015].
3. \_\_\_\_\_. *Visión del Instituto Nacional de Estadística*. [en línea].  
<<http://www.ine.gob.gt/index.php/institucion/mision-y-vision>>. [Consulta: abril de 2015].
4. Explorable. *Muestreo aleatorio*. [en línea].  
<<https://explorable.com/es/muestreo-aleatorio>>. [Consulta: junio de 2015].
5. \_\_\_\_\_. *Muestro estratificado*. [en línea].  
<<https://explorable.com/es/muestreo-estratificado>>. [Consulta: junio de 2015].
6. \_\_\_\_\_. *Muestreo por conglomerados*. [en línea].  
<<https://explorable.com/es/muestreo-por-conglomerados?gid=1694>>. [Consulta: julio 2015].

7. \_\_\_\_\_. *Muestreo sistemático*. [en línea]. <<https://explorable.com/es/muestreo-sistemico>>. [Consulta: junio 2015].
8. Wikibooks. *Impactos ambientales en el procesamiento de la pulpa de papel y madera*. [en línea]. <[https://es.wikibooks.org/wiki/Impactos\\_ambientales/Procesamiento\\_de\\_pulpa,\\_papel\\_y\\_madera](https://es.wikibooks.org/wiki/Impactos_ambientales/Procesamiento_de_pulpa,_papel_y_madera)>. [Consulta: julio de 2015].
9. Wikipedia. *Android*. [en línea]. <<https://es.wikipedia.org/wiki/Android>>. [En línea]. [Consulta: mayo de 2015].
10. \_\_\_\_\_. *Evolución del sistema de posicionamiento global*. [en línea]. <[https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_de\\_posicionamiento\\_global#Evoluci.C3.B3n\\_del\\_sistema\\_GPS](https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_posicionamiento_global#Evoluci.C3.B3n_del_sistema_GPS)>. [Consulta: mayo de 2015].
11. \_\_\_\_\_. *Historia del teléfono móvil*. [en línea]. <[https://es.wikipedia.org/wiki/Historia\\_del\\_tel%C3%A9fono\\_m%C3%B3vil](https://es.wikipedia.org/wiki/Historia_del_tel%C3%A9fono_m%C3%B3vil)>. [Consulta: junio de 2015].
12. \_\_\_\_\_. *Muestreo estadístico*. [en línea]. <<https://es.wikipedia.org/wiki/Muestreo%28estad%C3%ADstica%29>>. [Consulta: junio de 2015].
13. \_\_\_\_\_. *Sistemas de información geográfica*. [en línea]. <[https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_de\\_informaci%C3%B3n\\_geogr%C3%A1fica](https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_informaci%C3%B3n_geogr%C3%A1fica)>. [Consulta: abril de 2015].

14. \_\_\_\_\_. *Sistema de Posicionamiento*. [en línea].  
<[https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_de\\_posicionamiento\\_global](https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_posicionamiento_global)>.  
[Consulta: mayo de 2015].
  
15. \_\_\_\_\_. *Telefonía móvil 3G*. [en línea].  
<[https://es.wikipedia.org/wiki/Telefon%C3%ADa\\_m%C3%B3vil\\_3G](https://es.wikipedia.org/wiki/Telefon%C3%ADa_m%C3%B3vil_3G)>.  
[Consulta: junio de 2015].



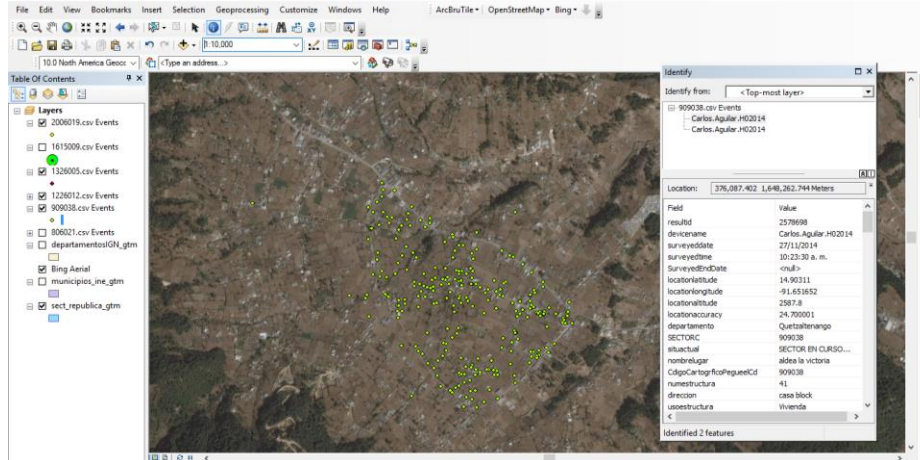
# ANEXOS

## Anexo 1.

resulid	devename	surveydate	surveytime	SurveyedAtDate	locationlatitude	locationlongitude	locationaltitude	location	departamen	SECTORC	sinusoidal	nombrelugar	CdigoCart	numestructura	direccion
2	2617491	Fredy Maasriegos.HD2014	08/12/2014	5:04:51 p. m.	08/12/2014 17:16	14.72480167	-89.544175	1187.8	22.50	Chiquimula	2006019	TINOCO DEL tucucopete abajo	2006019	1	adove corre
3	2617496	Fredy Maasriegos.HD2014	08/12/2014	5:16:11 p. m.	08/12/2014 17:23	14.72480167	-89.544175	1187.8	22.50	Chiquimula	2006019	SECTOR EN tucucopete abajo	2006019	2	adove corre
4	2617497	Fredy Maasriegos.HD2014	08/12/2014	5:23:34 p. m.	08/12/2014 17:28	14.72480167	-89.544175	1187.8	22.50	Chiquimula	2006019	SECTOR EN tucucopete abajo	2006019	3	adove corre
5	2617498	Fredy Maasriegos.HD2014	08/12/2014	5:29:05 p. m.	08/12/2014 17:33	14.72480167	-89.544175	1187.8	22.50	Chiquimula	2006019	SECTOR EN tucucopete abajo	2006019	4	adove corre
6	2617500	Fredy Maasriegos.HD2014	08/12/2014	5:34:38 p. m.	08/12/2014 17:40	14.72480167	-89.544175	1187.8	22.50	Chiquimula	2006019	SECTOR EN tucucopete abajo	2006019	5	adove corre
7	2617498	Fredy Maasriegos.HD2014	08/12/2014	8:28:17 p. m.	08/12/2014 20:35	14.69276333	-89.542685	1206.6	18.50	Chiquimula	2006019	SECTOR EN tucucopete abajo	2006019	6	adove corre
8	2617501	Fredy Maasriegos.HD2014	08/12/2014	8:36:11 p. m.	08/12/2014 20:40	14.69248667	-89.54515333	1411.5	17.50	Chiquimula	2006019	SECTOR EN tucucopete abajo	2006019	7	adove corre
9	2617819	Fredy Maasriegos.HD2014	08/12/2014	8:56:26 p. m.	08/12/2014 21:06	14.69224167	-89.54517833	1213.8	29.10	Chiquimula	2006019	SECTOR EN tucucopete abajo	2006019	8	adove corre
10	2617771	Fredy Maasriegos.HD2014	08/12/2014	8:47:53 p. m.	08/12/2014 20:56	14.69731667	-89.54107833	1031.8	14.20	Chiquimula	2006019	SECTOR EN tucucopete abajo	2006019	9	adove corre
11	2617779	Fredy Maasriegos.HD2014	08/12/2014	8:41:01 p. m.	08/12/2014 20:47	14.69050833	-89.553945	131.6	14.40	Chiquimula	2006019	SECTOR EN tucucopete abajo	2006019	10	adove corre
12	2617879	Fredy Maasriegos.HD2014	08/12/2014	9:13:39 p. m.	08/12/2014 21:17	14.69128	-89.54623667	1156	11.50	Chiquimula	2006019	SECTOR EN tucucopete abajo	2006019	11	adove corre
13	2617864	Fredy Maasriegos.HD2014	08/12/2014	9:09:16 p. m.	08/12/2014 21:13	14.69128	-89.54623667	1156	11.50	Chiquimula	2006019	SECTOR EN tucucopete abajo	2006019	12	adove corre
14	2617920	Fredy Maasriegos.HD2014	08/12/2014	9:24:07 p. m.	08/12/2014 21:28	14.693085	-89.54591667	1216.8	12.30	Chiquimula	2006019	SECTOR EN tucucopete abajo	2006019	13	adove corre
15	2617946	Fredy Maasriegos.HD2014	08/12/2014	9:28:44 p. m.	08/12/2014 21:36	14.69285167	-89.54608	1265.2	17.80	Chiquimula	2006019	SECTOR EN tucucopete abajo	2006019	14	adove corre
16	2617920	Fredy Maasriegos.HD2014	08/12/2014	9:24:07 p. m.	08/12/2014 21:28	14.693085	-89.54591667	1216.8	12.30	Chiquimula	2006019	SECTOR EN tucucopete abajo	2006019	15	adove corre
17	2617987	Fredy Maasriegos.HD2014	08/12/2014	9:39:22 p. m.	08/12/2014 21:48	14.69304833	-89.54586833	1228.5	11.30	Chiquimula	2006019	SECTOR EN tucucopete abajo	2006019	16	adove corre
18	2618011	Fredy Maasriegos.HD2014	08/12/2014	9:48:31 p. m.	08/12/2014 21:52	14.69304833	-89.54586833	1228.5	11.30	Chiquimula	2006019	SECTOR EN tucucopete abajo	2006019	17	adove corre
19	2618026	Fredy Maasriegos.HD2014	08/12/2014	9:52:57 p. m.	08/12/2014 21:55	14.693095	-89.54590167	1236.1	13.00	Chiquimula	2006019	SECTOR EN tucucopete abajo	2006019	18	adove corre
20	2618091	Fredy Maasriegos.HD2014	08/12/2014	10:10:20 p. m.	08/12/2014 22:14	14.69300667	-89.54588167	1231.7	8.30	Chiquimula	2006019	SECTOR EN tucucopete abajo	2006019	19	adove corre
21	2618054	Fredy Maasriegos.HD2014	08/12/2014	9:56:22 p. m.	08/12/2014 22:01	14.69424667	-89.54577833	436.6	23.30	Chiquimula	2006019	SECTOR EN tucucopete abajo	2006019	20	adove corre
22	2618064	Fredy Maasriegos.HD2014	08/12/2014	10:01:53 p. m.	08/12/2014 22:07	14.69319667	-89.54544667	964	17.30	Chiquimula	2006019	SECTOR EN tucucopete abajo	2006019	21	adove corre
23	2618079	Fredy Maasriegos.HD2014	08/12/2014	10:07:18 p. m.	08/12/2014 22:10	14.69314	-89.54542333	1174.6	17.60	Chiquimula	2006019	SECTOR EN tucucopete abajo	2006019	22	adove corre
24	2618231	Fredy Maasriegos.HD2014	08/12/2014	10:54:02 p. m.	08/12/2014 22:57	14.692845	-89.54592667	1261.8	11.20	Chiquimula	2006019	SECTOR EN tucucopete abajo	2006019	23	adove corre
25	2618231	Fredy Maasriegos.HD2014	08/12/2014	10:57:48 p. m.	08/12/2014 22:59	14.692845	-89.54592667	1261.8	11.20	Chiquimula	2006019	SECTOR EN tucucopete abajo	2006019	24	adove corre
26	2618281	Fredy Maasriegos.HD2014	08/12/2014	11:06:47 p. m.	08/12/2014 23:09	14.69327667	-89.54563333	1321	15.40	Chiquimula	2006019	SECTOR EN tucucopete abajo	2006019	25	adove corre
27	2618394	Fredy Maasriegos.HD2014	08/12/2014	11:09:47 p. m.	08/12/2014 23:14	14.69385167	-89.54265	90.6	23.10	Chiquimula	2006019	SECTOR EN tucucopete abajo	2006019	26	adove corre
28	2618394	Fredy Maasriegos.HD2014	08/12/2014	11:14:41 p. m.	08/12/2014 23:21	14.69373833	-89.54703167	1046.6	25.80	Chiquimula	2006019	SECTOR EN tucucopete abajo	2006019	27	adove corre
29	2618394	Fredy Maasriegos.HD2014	08/12/2014	11:21:21 p. m.	08/12/2014 23:23	14.692825	-89.54575833	1275.1	18.00	Chiquimula	2006019	SECTOR EN tucucopete abajo	2006019	28	adove corre
30	2618394	Fredy Maasriegos.HD2014	08/12/2014	11:23:29 p. m.	08/12/2014 23:25	14.69377667	-89.5487	105.3	20.00	Chiquimula	2006019	SECTOR EN tucucopete abajo	2006019	29	adove corre
31	2618394	Fredy Maasriegos.HD2014	08/12/2014	11:25:14 p. m.	08/12/2014 23:27	14.69292667	-89.5459667	1333.8	13.00	Chiquimula	2006019	SECTOR EN tucucopete abajo	2006019	30	adove corre
32	2618373	Fredy Maasriegos.HD2014	08/12/2014	11:27:09 p. m.	08/12/2014 23:29	14.69295	-89.54592833	1287.1	52.80	Chiquimula	2006019	SECTOR EN tucucopete abajo	2006019	31	adove corre
33	2618388	Fredy Maasriegos.HD2014	08/12/2014	11:29:55 p. m.	08/12/2014 23:35	14.69098833	-89.54622333	789.2	21.90	Chiquimula	2006019	SECTOR EN tucucopete abajo	2006019	32	adove corre
34	2618388	Fredy Maasriegos.HD2014	08/12/2014	11:40:36 p. m.	08/12/2014 1:29	14.69308333	-89.54627833	1727.1	27.40	Chiquimula	2006019	SECTOR EN tucucopete abajo	2006019	33	adove corre
35	2618388	Fredy Maasriegos.HD2014	08/12/2014	11:40:36 p. m.	08/12/2014 1:29	14.69308333	-89.54627833	1727.1	27.40	Chiquimula	2006019	SECTOR EN tucucopete abajo	2006019	34	adove corre

Fuente: Base de datos de la generada por el programa Droidsurvey.

## Anexo 2.



Fuente: Datos de la base de datos de la actualización cartográfica utilizada en un programa de sistema de información geográfica (GIS)

