

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE TECNOLOGÍA
CARRERA DE TOPOGRAFÍA Y GEODESIA**



**TRABAJO DIRIGIDO
NIVEL LICENCIATURA**

**SANEAMIENTO SIMPLE DE LA COMUNIDAD ORIGINARIA
PUQUISI DE LA PROVINCIA MURILLO DEL DEPARTAMENTO
DE LA PAZ**

TUTOR: M. Sc. Huber Augusto Mamani Gutiérrez
POSTULANTE: Univ. Cinthia Nair Carita Flores

La Paz - Bolivia
2019



AGRADECIMIENTOS

Al culminar esta etapa de mi vida, quiero expresar mis más sinceros agradecimientos a los docentes de la Carrera Topografía y Geodesia de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), por haberme transmitido todos los conocimientos que adquirieron con los años de experiencia, formando de esta manera profesionales competentes en el desenvolvimiento dentro el mercado laboral y también al Instituto Nacional de Reforma Agraria (INRA) por permitirme realizar el presente Trabajo Dirigido en la institución.



DEDICATORIA

Han pasado muchos años desde que nací, desde ese momento e incluso antes que eso, ya estaban buscando maneras de ofrecerme lo mejor. Han trabajado duro, y sin importar si llegaban cansados de su trabajo siempre tenías una sonrisa que ofrecerme, las ayudas que me han brindado formaron bases de gran importancia, ahora soy consciente de eso....

Muchas gracias Mamá y Papá.



ÍNDICE

Título	Página
RESUMEN EJECUTIVO	10
1. ASPECTOS GENERALES	11
1.1. Introducción.....	11
1.2. Antecedentes	11
1.3. Justificación.....	12
1.4. Importancia Social.....	12
1.5. Importancia Nacional.....	12
1.6. Importancia Académica	13
1.7. Objetivos	13
1.7.1. Objetivo General.....	13
1.7.2. Objetivos Específicos	13
1.8. Características de la Zona de Trabajo	13
1.8.1. Población.....	14
1.8.2. Clima	14
1.8.3. Ubicación Geográfica Administrativa	16
2. MARCO TEÓRICO.....	17
2.1. Topografía.....	17
2.1.1. Mensura Topográfica.....	17
2.1.2. Poligonales	18
2.1.2.1. Poligonales Cerradas	18
2.1.2.2. Poligonales Abiertas	19
2.1.3. Tipos de Errores.....	20
2.1.4. Fuentes de Errores.....	20
2.2. Geodesia.....	20
2.2.1. División de la Geodesia	22
2.2.1.1. Geodesia Física.....	22
2.2.1.2. Geodesia Astronómica	22
2.2.1.3. Geodesia Satelital	22
2.2.1.4. Geodesia Geométrica.....	23
2.3. Sistemas de Referencia.....	23
2.3.1. Sistemas de Referencia locales.....	24
2.3.2. Sistemas de Referencia Globales.....	24
2.4. Marcos de Referencia	25



Título	Página
2.4.1. El ITRF	26
2.4.2. SIRGAS.....	27
2.4.3. MARGEN.....	27
2.4.4. SETMIN-INRA	29
2.5. Sistema de Navegación por Satélite (GNSS).....	29
2.5.1. Segmentos del GNSS.....	31
2.6. Métodos de Posicionamiento GNSS.....	33
2.6.1. Posicionamiento Puntual o Absoluto.....	33
2.6.2. Posicionamiento Relativo o Diferencial.....	34
2.7. Dependientes del Movimiento del Georeceptor	37
2.7.1. Estático	37
2.7.2. Estático Rápido	37
2.7.3. Cinemático	38
2.7.4. Disponibilidad de la Solución - Cinemático Tiempo Real (RTK).....	39
2.8. Cartografía	40
2.8.1. Proyecciones Cartográficas.....	40
2.8.1.1. Proyección Cónica Conforme de Lambert	41
2.8.1.2. Proyección UTM (Universal Transversal de Mercator).....	41
2.9. Saneamiento	44
2.9.1. Modalidades de Saneamiento	44
2.9.1.1. Saneamiento Simple	44
2.9.1.2. Saneamiento Integrado al Catastro Legal.....	44
2.9.1.3. Saneamiento de Tierras Comunitarias de Origen	45
2.9.2. Necesidad del Saneamiento	45
2.9.3. Etapas del Saneamiento.....	45
2.9.3.1. Etapa Preparatoria	46
2.9.3.2. Etapa de Campo.....	46
2.9.3.3. Etapa de Resolución y Titulación.....	46
2.9.4. Métodos de Mensura en el Saneamiento	47
2.9.4.1. Mensura Directa	47
2.9.4.2. Mensura Indirecta	47
2.9.4.3. Mensura Mixta.....	48
3. METODOLOGÍA Y DESARROLLO DEL TRABAJO	48
3.1. Metodología Aplicada	48
3.2. Desarrollo del Trabajo	50



Título	Página
3.2.1. Etapa de Preparatoria	50
3.2.2. Diagnóstico del Área de Saneamiento.....	50
3.2.3. Planificación	52
3.2.4. Etapa de Campo.....	52
3.2.4.1. Campaña Pública	53
3.2.4.2. Trabajos de Mensura.....	54
3.2.4.3. Planeamiento	55
3.2.4.4. Establecimiento de Puntos de Control Geodésicos	57
3.2.4.5. Amojonamiento.....	58
3.2.4.6. Medición de los Puntos de Control	59
3.2.4.7. Gestión de Datos GPS/GNSS	60
3.2.4.8. Ajuste de Puntos de Control	61
3.2.4.9. Levantamiento Topográfico	63
3.2.4.10. Parámetros de Levantamiento Topográfico	63
3.2.4.11. Detalles del Levantamiento Topográfica	65
3.2.5. Trabajos de Gabinete	66
3.2.5.1. Gestión de Datos de Campo.....	66
3.2.5.2. Determinación de las Coordenadas de los Vértices de las Parcelas.....	67
3.2.5.3. Digitalización de elementos por Mensura Directa	68
3.2.5.4. Digitalización de elementos por Mensura Indirecta.....	70
3.2.5.5. Control Topológico	71
3.2.5.6. Gestión de Base de Datos	72
3.2.5.7. Elaboración de Planos.....	74
4. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	75
4.1. Resultados	75
4.2. Análisis.....	76
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	78
5.1. Conclusiones.....	78
5.2. Recomendaciones.....	78
Bibliografía	79



ÍNDICE DE FIGURAS

Título	Página
Figura No. 1 - Características de la zona de Trabajo.....	14
Figura No. 2 - Comportamiento Anual del Clima en el municipio de Palca	15
Figura No. 3 - Comportamiento Anual del Clima en el municipio de Palca	16
Figura No. 4 - Poligonal Cerrada	19
Figura No. 5 - Poligonal Abierta.....	19
Figura No. 6 - Superficies que considera la Geodesia.....	22
Figura No. 7 - Marcos de referencia	26
Figura No. 8 - Marco Referencia Geodésico Nacional (MARGEN) de Bolivia.....	28
Figura No. 9 - Sistema de navegación por satélite	29
Figura No. 10 - Sistema de navegación por satélite	32
Figura No. 11 - Posicionamiento Absoluto.....	33
Figura No.12 - Posicionamiento Relativo o Diferencial	35
Figura No. 13- Proyección Cónica Conforme de Lambert.....	41
Figura No. 14 - Proyección UTM	42
Figura No. 15 - Zonas de la proyección U.T.M.	42
Figura No. 16 - Etapas desarrolladas durante el trabajo dirigido	49
Figura No. 17 - Métodos de levantamiento según INRA	50
Figura No. 18 - Expedientes Agrarios.....	50
Figura No. 19 - Plano de Diagnostico C.U.M.A.T.....	51
Figura No. 20 - Punto de la Red Geodésica Nacional	51
Figura No. 21 - Orto-Imagen de la Comunidad Originaria Puquisi	52
Figura No. 22 - Presentación para campaña pública	53
Figura No. 23 - Taller comunal sobre el proceso de saneamiento	53
Figura No. 24 - Reunión con dirigentes comunales	54
Figura No. 25 - Punto CM-325 de la Red Geodésica Nacional SETMIN-INRA	57
Figura No. 26 - Mojón CM-325 de la Red Geodésica Nacional SETMIN-INRA.....	58
Figura No. 27 - Mojones de los puntos de control topográficos	58
Figura No. 28 - Sesiones GPS/GNSS	59
Figura No. 29 - Sesiones simultaneas de receptores GPS/GNSS en campo.....	60
Figura No. 30 - Gestión de Información GPS/GNSS a Rinex.....	60
Figura No. 31 - Definición del punto de control.....	61



Título	Página
Figura No. 32 - Proceso de los puntos de control topográficos.....	62
Figura No. 33 - Ajuste de los puntos de control topográficos.....	62
Figura No. 34 - Mensura directa por radiación con origen en dos puntos de control....	63
Figura No. 35 - Hoja de Cálculo para obtener el factor combinado.....	64
Figura No. 36 - Levantamiento Topográfico en campo	65
Figura No. 37 - Sistematización de la información de campo	66
Figura No. 38 - Transferencia y gestión de Información Topográfica.....	67
Figura No. 39 - Determinación de las Coordenadas de los Vértices de las Parcelas...67	
Figura No. 40 - Proceso de digitalización de elementos por mensura directa.....	68
Figura No. 41 - Digitalización apoyada por croquis facilitados por beneficiarios	69
Figura No. 42 - Digitalización de elementos por mensura directa	69
Figura No. 43 - Proceso de digitalización de elementos por mensura indirecta	70
Figura No. 44 - Digitalización de caminos, senderos y ríos	70
Figura No. 45 - Digitalización de caminos, senderos y ríos	71
Figura No. 46 - Esquema de Topología.....	71
Figura No. 47 - Resultados del control topológico	72
Figura No. 48 - Esquema de la base de datos de la comunidad Originaria Puquisi	72
Figura No. 49 - Base de Datos Geográfica de la comunidad Originaria Puquisi	73
Figura No. 50 - Planos individuales de parcelas agrarias	74
Figura No. 51 - Cantidad de elementos mensurados por método directo	76
Figura No. 52 - Cantidad de elementos mensurados por método indirecto.....	77
Figura No. 53 - Cantidad de elementos mensurados por método Directo e Indirecto ..77	

ÍNDICE DE TABLAS

Título	Página
Tabla No. 1 - Personal de brigada topográfica INRA	55
Tabla No. 2 - Equipos empleados durante el proceso de saneamiento	55
Tabla No. 3 - Herramientas empleadas durante el proceso de saneamiento.....	56
Tabla No. 4 - Vehículo de transporte empleado durante el proceso de saneamiento ..56	
Tabla No. 5 - Equipos de comunicación	57
Tabla No. 6 - Descripción de las características de las sesiones GPS/GNSS	59
Tabla No. 7 - Parámetros del levantamiento topográfico	64
Tabla No. 8 - Elementos para la obtención del factor combinado	64
Tabla No. 9 - Detalles de la Mensura Topográfica.....	65



Título	Página
Tabla No. 10 - Parámetros de proceso y ajuste del proyecto.....	61
Tabla No. 11 - Tabla de coordenadas de los puntos ajustados	63
Tabla No. 12 - Puntos de control Topográficos.....	75
Tabla No. 13 - Número de elementos mensurados por ambos métodos	76

ANEXOS

- ANEXO A - Certificado de Trabajo Dirigido
- ANEXO B - Reporte de Ajuste GPS/GNSS
- ANEXO C - Lista de Parcelas, Superficie y Beneficiarios
- ANEXO D - Planos Individuales
- ANEXO E - Plano General



RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo se desarrolló en la Comunidad Originaria Puquisi del Municipio de Palca de la Provincia Murillo en el Departamento de La Paz.

De acuerdo a la solicitud de la demanda de Saneamiento presentado por los representantes de la Comunidad Puquisi del Municipio de Palca, se cubrió un área aproximada de 56.3119 ha, donde las políticas internas del Instituto Nacional de Reforma Agraria, insta a la coordinación y organización de los trabajos jurídicos y esencialmente los trabajos técnicos asignando brigadas móviles que perpetren las actividades de mensura bajo el método de medición directa según normativa.

Es así que, mediante el Saneamiento, en cualquiera de sus tres modalidades, tiene como objetivo por parte del Instituto Nacional de Reforma Agraria, en cumplimiento a las Normas Técnicas para el Saneamiento de la Propiedad Agraria, el consolidar la plena seguridad del derecho propietario de la tierra y del conocimiento real de los límites y colindancias por parte de los beneficiarios.

Para ello el personal técnico - jurídico, durante el proceso de saneamiento de la propiedad agraria en la etapa de campo y post campo, realizó mensuras tanto del perímetro como de las parcelas familiares, empleando equipos geodésicos GPS/GNSS y Topográficos.

El Trabajo Dirigido se realizó en el Instituto Nacional de Reforma Agraria Departamental La Paz, con la supervisión y asesoría del Lic. Nelson Katunta, durante seis meses desde fecha del 14 de octubre de 2015 al 14 de abril 2016, donde se participó en las diferentes actividades correspondientes al proceso de saneamiento, tanto en las pericias de campo como en los procesos de gabinete.



1. ASPECTOS GENERALES

1.1. Introducción

El presente Trabajo Dirigido, fue llevado a cabo en el marco del convenio interinstitucional que se lleva a cabo entre la Universidad Mayor de San Andrés y el Instituto Nacional de Reforma Agraria, con el objeto de realizar los diferentes procesos de saneamiento de la propiedad agraria dentro del Estado Plurinacional de Bolivia.

El INRA¹ es una entidad pública descentralizada del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, con jurisdicción nacional, personalidad jurídica y patrimonio propio. Es el órgano técnico - ejecutivo encargado de dirigir, coordinar, ejecutar las políticas establecidas y responsable de la consolidación del proceso de reforma agraria en el país.

Con la necesidad de cumplir las exigencias impuestas tanto por las normas universitarias y las normas técnicas de la institución agraria; se tiene un único fin; establecer los criterios profesionales en la elaboración de proyectos que exigen las diferentes instituciones, donde nos permite ampliar los conocimientos y el empleo de todos los avances Técnico - Científico, mostrando calidad y excelencia, minimizando tiempos y costos de trabajo, que irán en beneficio de la sociedad civil en todas sus ramas y áreas del campo profesional.

En este sentido se desarrolló las diferentes actividades correspondientes al saneamiento de la propiedad agraria en la comunidad originaria Puquisi, donde en particular los trabajos técnicos tienen mayor énfasis en el presente proyecto.

1.2. Antecedentes

En Bolivia a lo largo de la historia los campesinos han luchado tenazmente por su derecho a la tierra, desde tiempos de la revolución del año 1952, siendo uno de sus logros la Ley de Reforma Agraria con un objeto como es redistribución de las tierras sobre la base del postulado de que “La tierra es de quien la trabaja”.

¹ INRA Instituto Nacional de Reforma Agraria



La Comunidad Originaria Puquisi del Municipio de Palca, como muchas de las comunidades dentro del territorio nacional, idóneos en la necesidad del saneamiento, exigen el derecho propietario, con el fin de solucionar conflictos de propiedades de las tierras, colindancia entre predios, avasallamientos, etc., anhelando que todas las personas que trabajan la tierra (poseedores legales), reciban sus títulos.

1.3. Justificación

Es necesario lograr equidad en la tenencia de la tierra, garantizar la seguridad jurídica sobre su propiedad y contribuir a un verdadero desarrollo productivo y territorial, es por ello que para lograr la titulación total de la propiedad agraria del país, el convenio interinstitucional entre la Universidad Mayor de San Andrés y el Instituto Nacional de Reforma Agraria, es una alianza de mucha importancia para el desarrollo multidisciplinario e institucional, contribuyendo en el desarrollo profesional de los estudiantes, de las comunidades, del gobierno central y esencialmente de la sociedad beneficiada.

1.4. Importancia Social

Los trabajos de saneamiento de la propiedad agraria es una necesidad en la sociedad actual, ya sean en los predios y/o comunidades tomando en cuenta el crecimiento demográfico de nuestra población, la ejecución del proyecto traerá a la región, beneficios sociales, como brindar el derecho propietario comunitario que dará la seguridad Jurídica y Técnica en cuestión a delimitación y la existencia misma de la comunidad.

1.5. Importancia Nacional

A nivel Nacional, el saneamiento de las tierras, tiene gran importancia ya que consolida el derecho propietario otorgando seguridad técnica y jurídica mediante el proceso de saneamiento. Asimismo, demuestra que la Ley N° 3545² en el marco de la reconducción comunitaria está dando efectos en cuanto al objeto principal que es el perfeccionamiento del derecho propietario de los diferentes tipos de propiedad agraria.

² Ley 3545 Ley de reconducción comunitaria de la Reforma Agraria.



1.6. Importancia Académica

La participación académica en la modalidad de Trabajo Dirigido contribuye en gran manera en la formación profesional de los egresados de la carrera de Topografía y Geodesia, impulsando un desarrollo propositivo de los conocimientos teóricos y prácticos que adquiere el estudiante en la etapa más importante de su formación, realizando prácticas laborales que contribuyan a las instituciones públicas y/o privadas para la ejecución de sus diferentes proyectos.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo General

- Realizar los trabajos técnicos para el saneamiento simple de la Comunidad Originaria Puquisi del Municipio de Palca en el Departamento de La Paz.

1.7.2. Objetivos Específicos

- Realizar el diagnóstico de gabinete para desarrollar el saneamiento de la comunidad.
- Establecer puntos de control horizontal para la mensura predial.
- Realizar el post proceso - ajuste de datos crudos de GPS.
- Realizar la mensura predial correspondiente a la Comunidad Originaria Puquisi.
- Realizar los trabajos de post-campo para la sistematización de la información de campo.
- Elaborar el plano general e individuales de la comunidad originaria Puquisi.
- Generar una Base de datos con todos los elementos relevante para el saneamiento de la propiedad agraria de la comunidad beneficiaria.

1.8. Características de la Zona de Trabajo



La Comunidad de Puquisi se encuentra dentro del municipio de Palca, perteneciente a la Provincia Pedro Domingo Murillo en el Departamento de La Paz, Bolivia. A cercanías del lugar se encuentra el denominado Camino del Inca, de la misma forma el cañón de Palca y el nevado de Mururata³. (Ver figura No. 1)



Figura No. 1 - Características de la zona de Trabajo
Elaboración propia

1.8.1. Población

Su escasa población se dedica principalmente a la agricultura, ganadería y en algunos casos hasta la minería. La actividad económica en el lugar está definida en función al uso del recurso del suelo, como ser el pastoreo y el cultivo. La mayor producción de la región es: el maíz, haba, arvejas, zanahorias, tomates, lechugas, papas, etc., además de la floricultura que genera buenos ingresos a la población.

1.8.2. Clima

³ **Mururata** Montaña de Bolivia ubicada en el departamento de La Paz, sobre la cordillera de los Andes. Wukipedia 2015.



La comunidad posee un clima con una marcada variación, existe alta precipitación pluvial en los meses de enero a marzo, mientras que la época de sequía se da entre septiembre y noviembre, las heladas se presentan entre junio y agosto. Por encontrarse prácticamente a los pies de la cordillera, los caudales de sus deshielos proveen del recurso agua de forma casi permanente. (Ver figura No. 2)

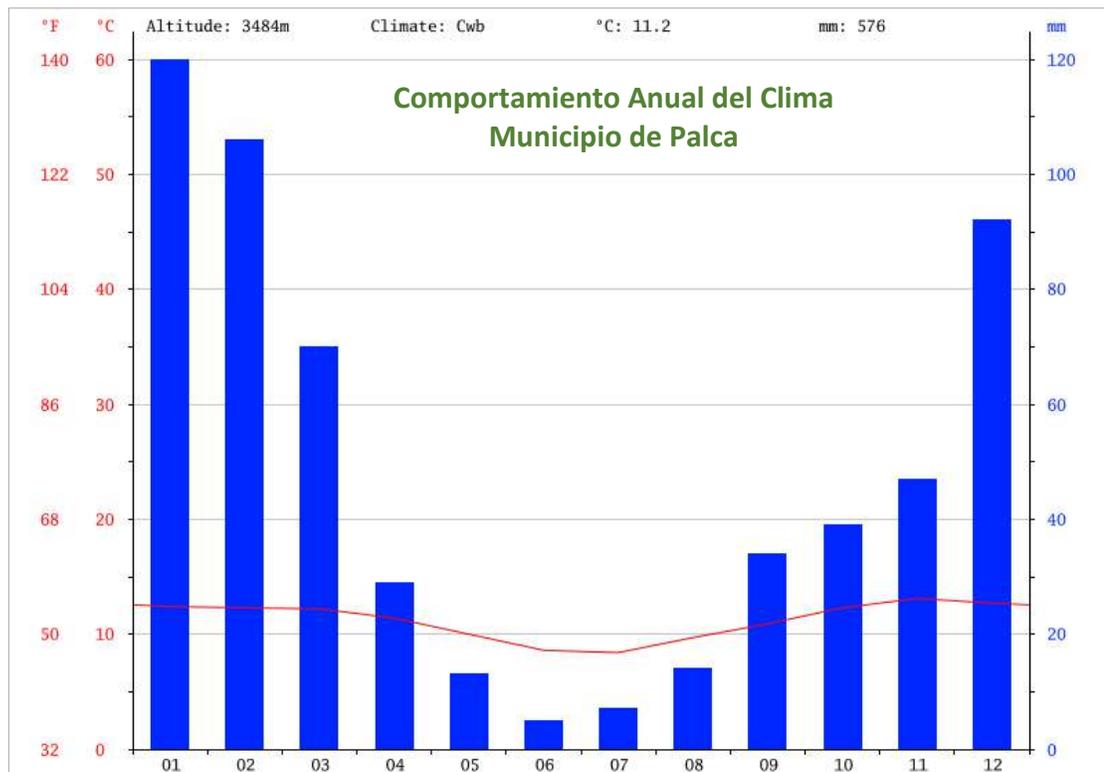


Figura No. 2 - Comportamiento Anual del Clima en el municipio de Palca
Fuente: Cimate-Data.org



1.8.3. Ubicación Geográfica Administrativa

La comunidad de Puquisi se encuentra en una cabecera de valle dentro del municipio de Palca, pasando por las localidades de Ovejuyo y Uni desde la ciudad de La Paz, (Ver figura No. 3). Se encuentra a unas 3 horas de la ciudad próximamente en las faldas del Illimani⁴ y el Mururata.

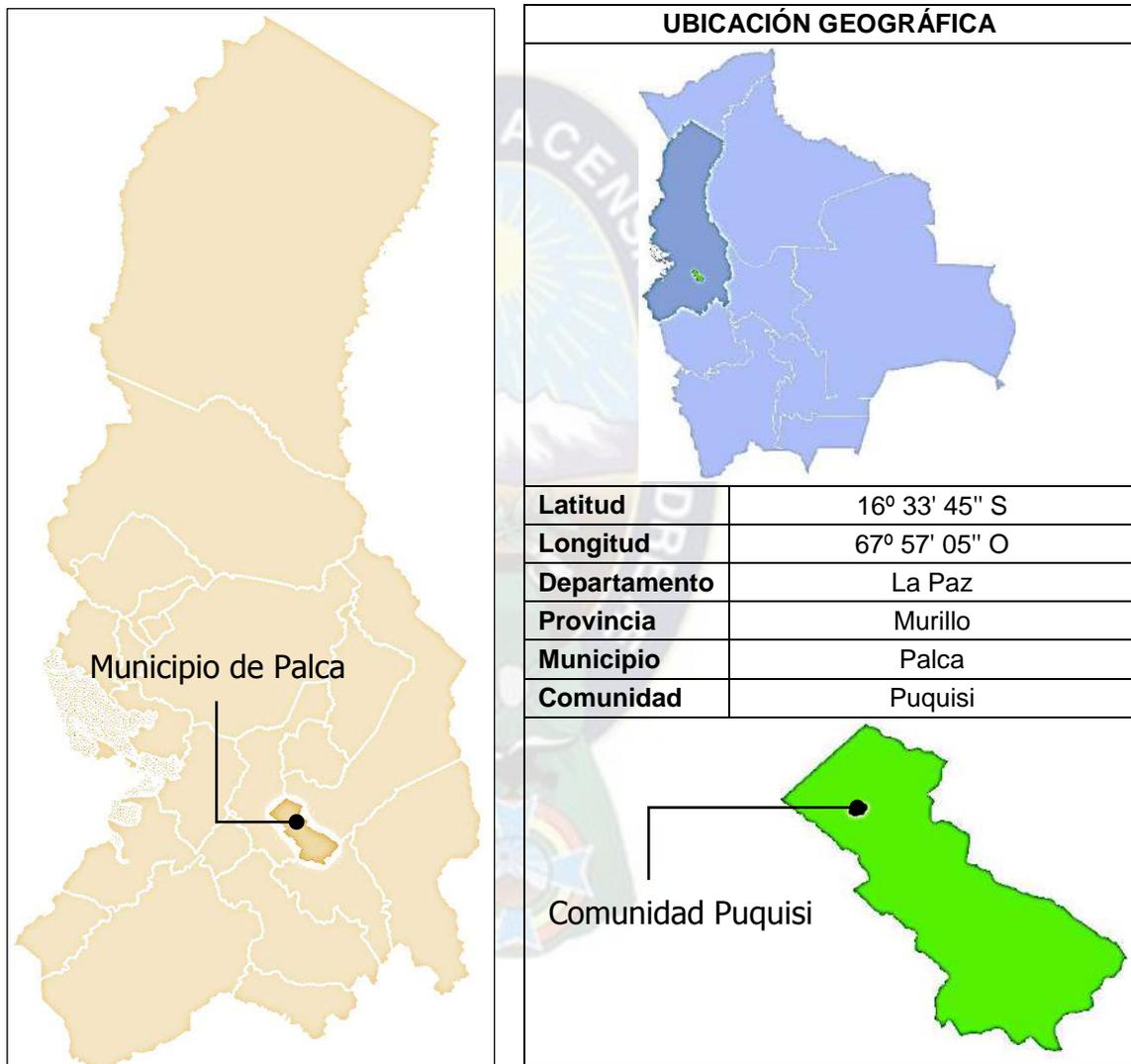


Figura No. 3 - Comportamiento Anual del Clima en el municipio de Palca
 Fuente: Cimate-Data.org

⁴ **Illimani** Montaña Boliviana ubicada cerca de la ciudad de La Paz, es el de mayor altura de la cordillera Real. Wikipedia 2018.



2. MARCO TEÓRICO

2.1. Topografía

La topografía (topos = lugar y grafos = descripción), es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie de la Tierra, con sus formas y detalles, tanto naturales como artificiales (planimetría y altimetría). Esta representación tiene lugar sobre superficies planas, limitándose a pequeñas extensiones de terreno, utilizando la denominación de geodesia para áreas mayores. De manera muy simple, puede decirse que para un topógrafo la Tierra es plana, mientras que para un geodesta no lo es. Para eso se utiliza un sistema de coordenadas tridimensional, siendo la X y la Y competencia de la planimetría, y la Z de la altimetría. (Wikipedia, 2015).

2.1.1. Mensura Topográfica

También denominada levantamiento topográfico se considera al conjunto de operaciones y procedimientos utilizados para determinar la posición de puntos sobre la superficie contemplando el relieve o elevaciones del terreno sobre un plano de comparación o de referencia. (UMSA 2008, Topografía).

Actualmente el método más utilizado para la toma de datos se basa en el empleo de una Estación Total⁵, con la cual se pueden medir ángulos horizontales, ángulos verticales y distancias. Conociendo las coordenadas del lugar donde se ha colocado la Estación es posible determinar las coordenadas tridimensionales de todos los puntos que se midan. (Wikipedia 2015, Topografía). Procesando posteriormente las coordenadas de los datos tomados es posible dibujar y representar gráficamente los detalles del terreno considerados. Con las coordenadas de dos puntos se hace posible además calcular las distancias o el desnivel entre los mismos puntos, aunque no se hubiese estacionado en ninguno. (MBN, 2010)

⁵ **Estación Total** Aparato electro-óptico utilizado en trabajos de topografía, consta de un distanciómetro y microprocesadores para la medición de ángulos y distancias de alta precisión. Wikipedia 2018



2.1.2. Poligonales

Un poligonal es una sucesión de líneas, conectadas entre sí en los vértices. Para determinar la posición de los vértices de una poligonal en un sistema de coordenadas rectangulares planas, es necesario medir el ángulo horizontal en cada uno de los vértices y la distancia horizontal entre vértices consecutivos. El uso de poligonales es uno de los procedimientos topográficos más comunes. Se usan generalmente para establecer puntos de control y puntos de apoyo para el levantamiento de detalles y elaboración de planos. En forma general, las poligonales pueden ser clasificadas en:

2.1.2.1. Poligonales Cerradas

En las cuales el punto de inicio es el mismo punto de cierre, proporcionado por lo tanto control de cierre angular y lineal. Condición que debe cumplir en cuanto a ángulos internos es la siguiente:

Condición que debe cumplir en cuanto a ángulos internos es la siguiente:

$$\sum ang * internos = 180^\circ (n - 2)$$

Dónde: n = número de lados

Por otro lado, si se cuentan con ángulos externos de polígono cerrado debe cumplir la siguiente condición:

$$\sum ang * externos = 180^\circ (n + 2)$$

Dónde: n = número de lados

Dada estas ecuaciones en poligonales cerradas se pueden compensar los errores angulares. Para hallar el error lineal se utiliza la siguiente fórmula:

$$Error\ Lineal = \sqrt{(Error\ x)^2 + (Error\ y)^2}$$

Dónde:

Error x = es la sumatoria entre positivos y negativos en las coordenadas parciales x .

Error y = es la sumatoria entre positivos y negativos en las coordenadas parciales y .



También podemos determinar las diferente v de las coordenadas parciales realizando la diferencia entre las coordenadas de llegada al punto de control.

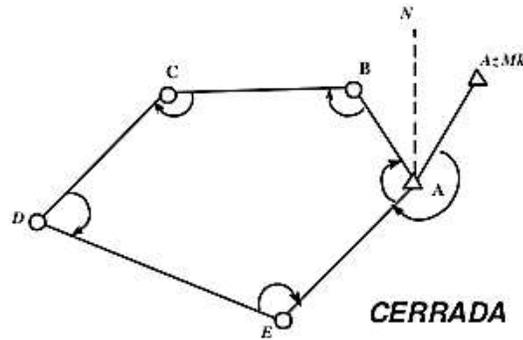


Figura No. 4 - Poligonal Cerrada
 Fuente: Topografía Básica

2.1.2.2. Poligonales Abiertas

De enlace con control de cierre en las que se conocen las coordenadas de los puntos inicial y final y la orientación de las alineaciones inicial y final, siendo también posible efectuar los controles de cierre angular y lineal.

Su cierre angular está determinado por la siguiente formula:

$$Az \text{ Final} - Az \text{ Inicial} = \sum \text{Ang. Horizontales} - 180^\circ(n + 8)$$

Dónde:

n= número de vértices más el cierre.

Su cierre lineal está dado por la diferencia de coordenadas de llegada

Su cierre lineal está dado por la diferencia de coordenadas de llegada hacia el punto de control y se calcula con la fórmula:

$$\text{Error Lineal} = \sqrt{(\text{Error } x)^2 + (\text{Error } y)^2}$$

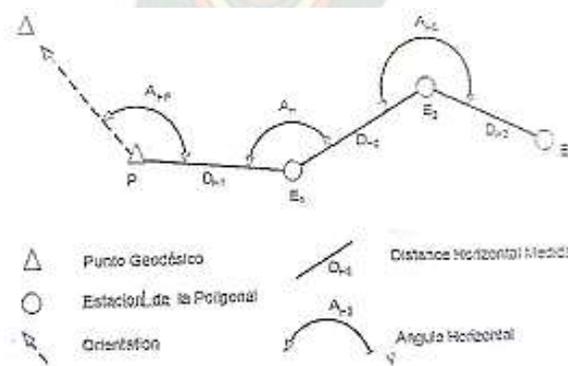


Figura No. 5 - Poligonal Abierta
 Fuente: Topografía Básica



2.1.3. Tipos de Errores

Las medidas o magnitudes reales en los levantamientos topográficos no existen, son medidas o magnitudes probables. Al referirnos a las medidas es importante distinguir entre exactitud y precisión.

- **Exactitud.** - Es una absoluta aproximación a sus verdaderos valores de las cantidades medidas o el grado de conformidad con un patrón.
- **Precisión.** - Se refiere al grado de refinamiento o consistencia de un grupo de mediciones y se evalúa con base en la magnitud de las discrepancias. El grado de precisión depende de la sensibilidad del equipo empleado y de la habilidad del observador.

2.1.4. Fuentes de Errores

- **Errores Instrumentales.** - Se originan por imperfecciones o ajustes defectuosos de los instrumentos con que se toman las medidas.
- **Errores Personales.** - Se producen por falta de habilidad del observador para manejar los instrumentos.
- **Errores Naturales.** - Se debe a las variaciones de los fenómenos de la naturaleza como son: la gravedad, temperatura, presión atmosférica, humedad, viento, etc.
- **Errores Groseros.** - Son aquellos que se dan por equivocación o distracción o por mala utilización de los instrumentos, por ejemplo; pasar mal los datos a la libreta de apuntes, entre otros.

2.2. Geodesia

El término Geodesia, del griego tierra y dividir fue usado inicialmente por Aristóteles (384-322 a. C.) y puede significar, tanto "divisiones geográficas de la tierra", como también el acto de "dividir la tierra", por ejemplo, entre propietarios. (Wikipedia 2015, Geodesia).

La Geodesia es, al mismo tiempo, una rama de las Geociencias y una Ingeniería. Trata del levantamiento y de la representación de la forma y de la superficie de la



Tierra, global y parcial, con sus formas naturales y artificiales. (Wikipedia 2015, Geodesia).

La Geodesia también es usada en matemáticas para la medición y el cálculo sobre superficies curvas. Se usan métodos semejantes a aquellos usados en la superficie curva de la Tierra. (Wikipedia 2018)

La Geodesia considera tres superficies:

- **Superficie Topográfica**

Es la superficie terrestre, la cual pisamos, es una forma muy irregular y variable con el tiempo, debido a acciones naturales y artificiales. (Ver Figura No. 6)

- **Superficie Elipsoidal (Matemática)**

Es la superficie matemática que más se adapta al geoide y sobre la cual se realizan los cálculos matemáticos, que nos permiten obtener la ubicación de un punto sobre la tierra. (Ver Figura No. 6)

- **Superficie Geoidal (Física)**

Es una superficie ideal, íntimamente ligada al campo de gravedad de la tierra, el geoide es una superficie equipotencial coincidente con el nivel medio del mar. Se entiende por equipotencial de este campo a aquella que su desplazamiento del vector gravedad no genera trabajo, una propiedad equipotencial es que es perpendicular en cada uno de sus. (Ver Figura No. 6)

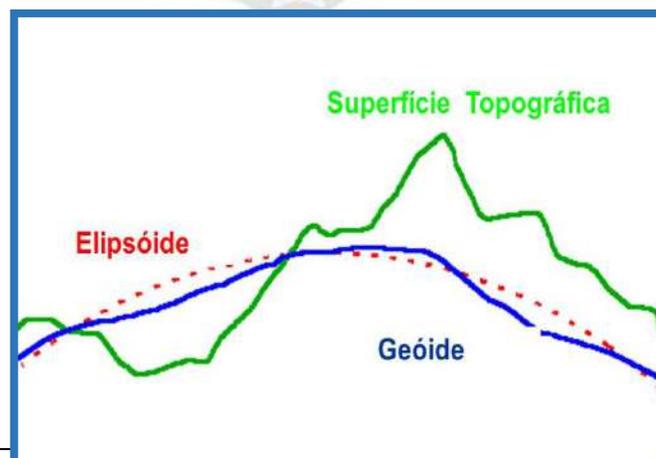




Figura No. 6 - Superficies que considera la Geodesia
Fuente: Peter H Dana

2.2.1. División de la Geodesia

Dada la complejidad de los temas que concurren en tal definición, para este efecto se divide en cuatro grandes campos que son: Geodesia Geométrica, Geodesia Astronómica, Geodesia Física y Geodesia Satelital. (Existen otras clasificaciones según diversos autores).

2.2.1.1. Geodesia Física

También llamada Geodesia dinámica, estudia al Geoide en su forma real, es decir determina la forma verdadera del geoide, estudia las desviaciones con respecto a su superficie y calcula el potencial de la Fuerza de Gravedad terrestre.

Newton en su Ley de la gravitación universal, dedujo que, debido a la rotación diaria del Globo alrededor de su eje, se origina en cada punto terrestre una fuerza centrífuga que tiende a ensanchar la tierra en dirección del Ecuador y achatarla en los polos, motivo por el cual la tierra tiene una forma elipsoidal, entonces es importante conocer su campo gravitacional para determinar su figura. Aunque la teoría de la gravitación propuesta por Einstein introdujo cambio en la formulación de Newton, las correcciones son tan pequeñas que no tienen utilización práctica en Geodesia.

2.2.1.2. Geodesia Astronómica

Con el mismo fin de la anterior la Geodesia Astronómica, determina la Latitud, Longitud y Acimut astronómicos de un punto sobre la superficie terrestre, basándose en observaciones a los astros que se encuentran en la esfera celeste, contribuyendo además al conocimiento de la figura terrestre, así como la compensación astro geodésica de las redes de triangulación y en el llevado de líneas geodésicas.

2.2.1.3. Geodesia Satelital

Conocida también como Geodesia Espacial o Geodesia Cósmica (Según diversos autores).



El advenimiento de la era satelital, proporciona los topógrafos y geodestas, una nueva herramienta, para el posicionamiento. A manera que se perfecciona el sistema, el universo de usuarios crece de manera sorprendente de acuerdo a las bondades que ofrece el sistema.

Aparece la ciencia de Geomática, que agrupa a todas las geociencias no solamente para la mensura sino más bien para el análisis y estudio de la corteza terrestre con múltiples finalidades, es así que la Geodesia Satelital cobra vigor con la aparición del sistema GPS, que proporciona precisiones sorprendentes, en poco tiempo de observación simplificando de sobre manera el trabajo para el establecimiento de marcos de referencia.

2.2.1.4. Geodesia Geométrica

Es aquella rama de la Geodesia en la que los datos de observación están constituidos por las medidas de ángulos y distancias en la superficie terrestre. Estos datos son referidos a un elipsoide de referencia para construir las triangulaciones en el caso de la Geodesia clásica bidimensional o bien estudiados en coordenadas cartesianas en el caso de la Geodesia tridimensional.

También son necesarias las determinaciones de altitudes de puntos sobre una superficie de cota cero. El conocimiento de la geometría del elipsoide de revolución es fundamental.

2.3. Sistemas de Referencia

Los sistemas de referencia están definidos a partir de consideraciones matemáticas y físicas mediante los cuales especifican los parámetros, puntos de origen, planos, ejes, etc. Un sistema de referencia queda definido por su origen, tres direcciones fijas en el espacio y el sistema de medida. Para relacionar los sistemas de referencia terrestres o no inerciales con los espaciales o inerciales, ambos deben estar perfectamente relacionados geoméricamente y en el tiempo, lo que constituye una de las razones fundamentales para explicar la necesidad, en primer lugar, de mantener una base precisa de tiempos. Ello es debido a que en el Universo no hay un marco de referencia que permanezca fijo, en el transcurso del tiempo, por lo que las direcciones que se eligen como sistema de referencia, se refieren a un instante determinado en el tiempo.



Los efectos más importantes a tener en cuenta en la definición de un Sistema Convencional Terrestre son los siguientes:

- Movimiento del Polo
- Movimiento de las placas tectónicas
- Mareas de la Tierra sólida
- Carga oceánica

2.3.1. Sistemas de Referencia locales

Debido a la dificultad de realizar las mensuras necesarias para definir un Sistema de Referencia general y realizar los ajustes exigidos, las naciones o grupo de naciones han adoptado en distintas épocas su propio Sistema de Referencia también llamado “Elipsoide Local” que se caracteriza por adecuarse a áreas geográficas concretas.

El campo de acción de estos elipsoides se limita a la cobertura de un espacio reducido con relación a la esfera terrestre y por ello, no es de aplicación universal, es por esta razón que existen varios sistemas de referencia locales en todo el mundo.

El sistema de referencia horizontal adoptado en nuestro país es el elipsoide Internacional, cuyo datum es el Provisional Sudamericano de 1956 “PSAD 56” (Provisional South American Datum 1956) que se encuentra en “La Canoa” república de Venezuela.

2.3.2. Sistemas de Referencia Globales

Los Sistema Globales son sistemas geocéntricos que están compuestos por tres ejes ortogonales cartesianos X, Y, Z, con origen en el centro de masas de la tierra. Estos sistemas terrestres tienen el eje X solidario al meridiano origen de las longitudes y el eje Z próximo al eje de rotación, por lo tanto, este sistema “gira” juntamente con la tierra.

Estos sistemas resultan imprescindibles para ubicar puntos ligados a la superficie, a diferencia de los sistemas geodésicos locales, los sistemas geocéntricos son tridimensionales y de alcance global. El concepto de punto datum desaparece, y es



reemplazado por el origen y orientación de la terna de referencia. (Un ejemplo de sistema geocéntrico terrestre es el WGS 84.).

En los Sistemas Geocéntricos, las redes de puntos generalmente son medidas mediante el Sistema GPS y vinculados a puntos de las redes anteriores, siguiendo una serie de precauciones para minimizar los errores sistemáticos y aleatorios que pueden afectar al conjunto. Un ejemplo de este sistema es el marco de referencia es la Red MARGEN (Marco de Referencia Geocéntrico Nacional).

Los sistemas de referencia más usuales en nuestro país son el Psad-56, porque toda nuestra cartografía está referida a este sistema; y el WGS-84, porque es el Datum utilizado por los Sistemas de Posicionamiento por Satélite, por ello es importante conocer comparativamente de cada uno sus parámetros fundamentales:

2.4. Marcos de Referencia

Están constituidos por puntos materializados en el terreno y ubicados con gran precisión de acuerdo a alguno de los sistemas de referencia adoptados.

Dentro la finalidad práctica de la Geodesia, los Marcos de Referencia, son los que representan de manera física a los Sistemas de Referencia, constituyen la materialización de los vértices de la Redes Geodésicas según su importancia mediante mojones de concreto.

En forma práctica el Marcos de Referencia, constituyen las estaciones de referencia para realizar las distintas operaciones topográficas en apoyo a los trabajos de Ingeniería, arquitectura, urbanismo, etc.

Inicialmente estas redes fueron establecidas con propósitos específicos que obedecían a requerimientos internacionales, pero estas sirvieron como Marco de Referencia a otras redes de aplicación interna en nuestro País. (Ver Figura No. 7)

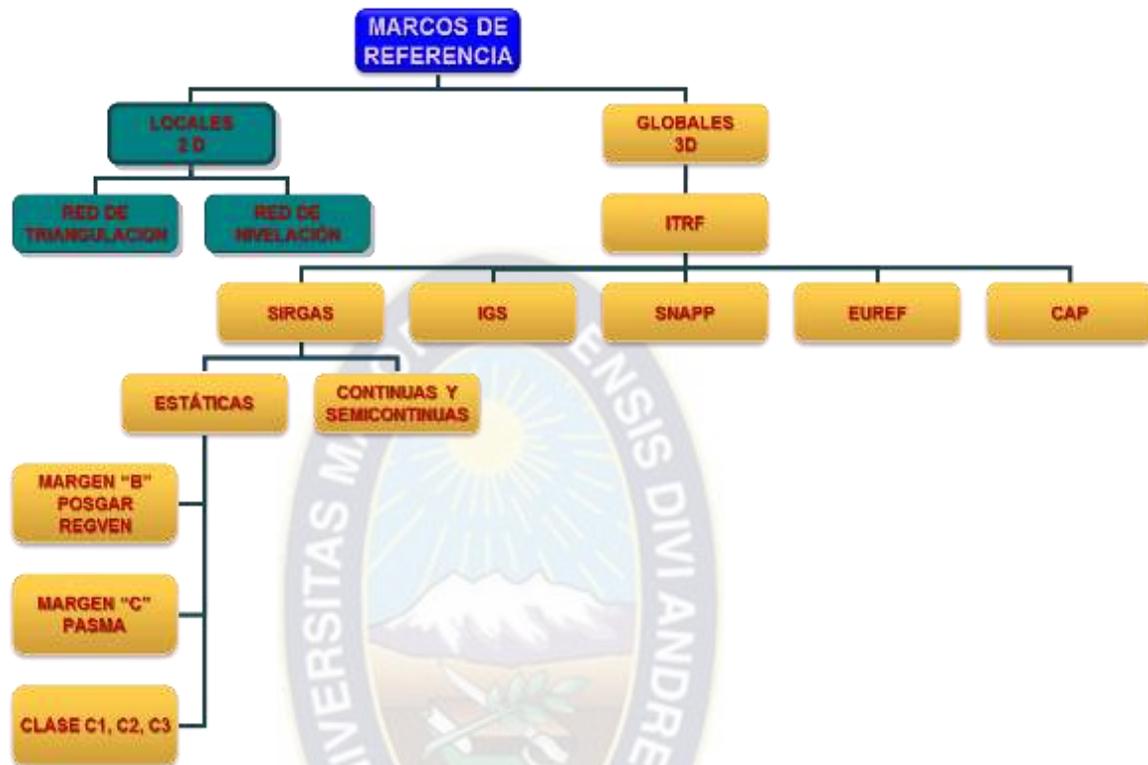


Figura No. 7 - Marcos de referencia
Fuente: UMSA, Geodesia Satelitaria

2.4.1. EI ITRF

Marco de Referencia Terrestre Internacional (ITRF = International Terrestrial Reference Frame) es una realización del ITRS. Es una lista de coordenadas y velocidades de las estaciones IERS en una época ITRF. Es el marco de referencia utilizado para la materialización del sistema (ITRS), que en la actualidad cuenta con más de 500 estaciones sobre la superficie de la Tierra. Está constituido por un conjunto de coordenadas y velocidades geocéntricas con precisión de 1 a 3 cm en coordenadas y de 2 a 5 mm/año en velocidades. Se debe entender que este marco no es totalmente estático siendo su desplazamiento de aproximadamente 5 mm./año de dirección variable, dependiendo sobre que placa se encuentra; de esta manera se puede entender que no se puede materializar una red que tenga las coordenadas fijas (a nivel centimétrico).



2.4.2. SIRGAS

Es el Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas. Su definición es idéntica a la del Sistema Internacional de Referencia Terrestre (ITRS: International Terrestrial Reference System) y su realización es una densificación regional del Marco Internacional de Referencia Terrestre (ITRF: International Terrestrial Reference Frame) en América Latina. Además del sistema de referencia geométrico, SIRGAS se ocupa de la definición y realización de un sistema vertical de referencia basado en alturas elipsoidales como componente geométrica y en números geopotenciales (referidos a un valor W_0 global convencional) como componente física, cuyo objetivo inmediato es la promoción de la Resolución sobre el Marco Geodésico Global de Referencia para el Desarrollo Sostenible, emanada de la Asamblea General de la Naciones Unidas el 26 de febrero de 2015.

2.4.3. MARGEN

En base a los puntos SIRGAS establecidos sobre territorio boliviano, el IGM ha creado la Red Marco de Referencia Geodésico Nacional (MARGEN) de Bolivia, que está conformado por una red GPS de operación continua de 8 estaciones, una red GPS semicontinua de 9 estaciones y una red GPS pasiva de 125 vértices. (Ver Figura No. 8)

- **Red de estaciones GPS continua**

El Instituto Geográfico Militar de Bolivia juntamente con el Central Andes Project ha instalado 8 Estaciones GPS de colección continua de Datos, los mismos que han sido referenciados a la Red MARGEN.

- **Red de estaciones GPS semi continua**

El Instituto Geográfico Militar de Bolivia está instalando 25 trípodes para estaciones GPS semi continuas, los mismos que han sido referenciados a la Red MARGEN.

Estas Estaciones semi continuas, funcionaran de acuerdo a la necesidad que se tiene de bases para la densificación de redes locales en modo diferencial, en ese sentido,

se proyecta que en cada sitio se podrán coleccionar datos durante al menos 15 días continuos cuando menos.

La red de puntos geodésicos que densifica el Instituto Nacional de Reforma Agraria corresponde a puntos de la clase "C"

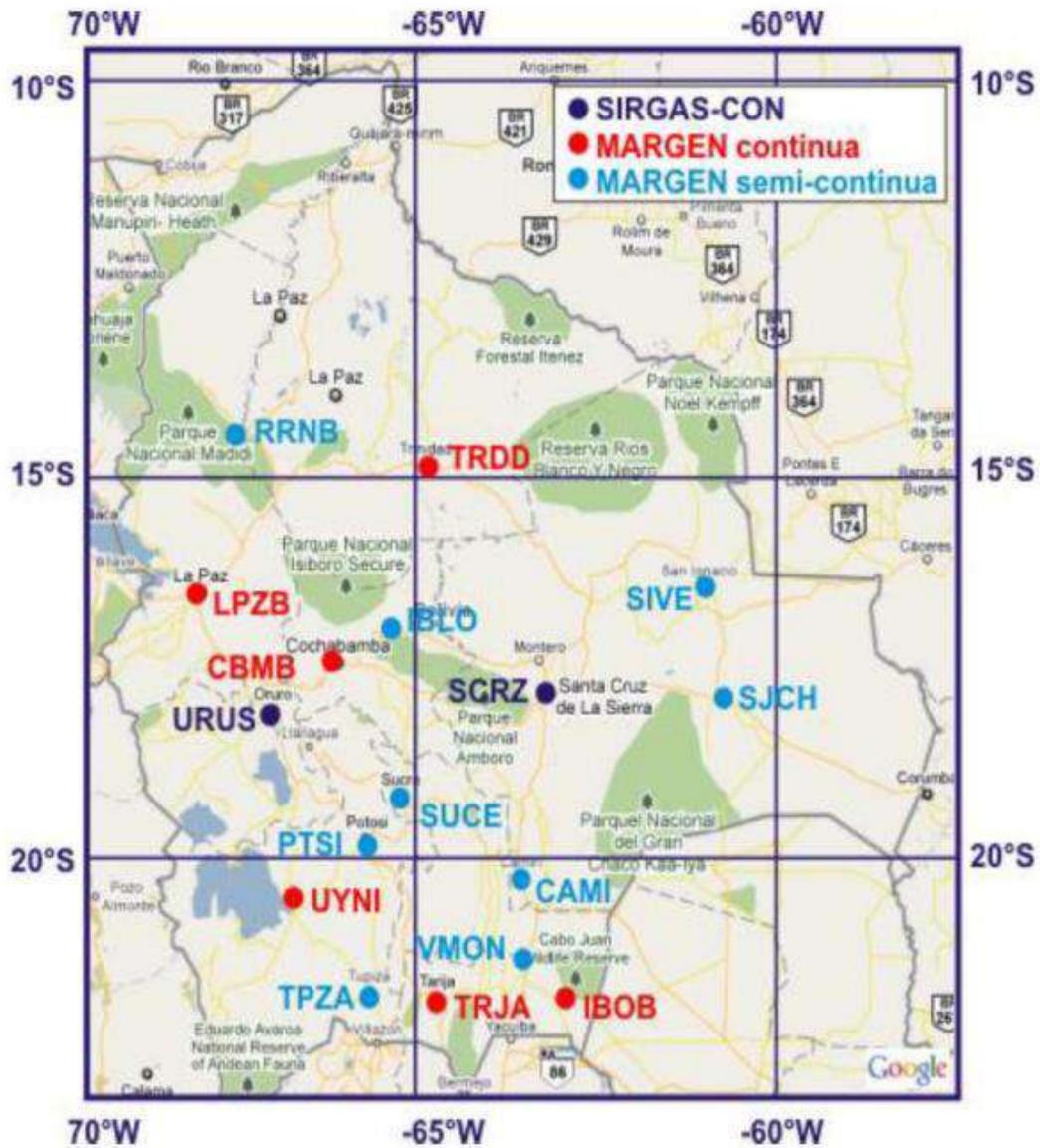


Figura No. 8 - Marco Referencia Geodésico Nacional (MARGEN) de Bolivia
Fuente: Instituto Geográfico Militar (IGM)



2.4.4. SETMIN-INRA

Las coordenadas de los puntos de la Red Geodésica Nacional SETMIN-INRA, se encuentran densificados en el territorio a nivel nacional, su aplicación se da en trabajos técnicos relacionados al saneamiento de la propiedad agraria y la formación del catastro rural. El INRA a través de la Unidad de Catastro Nacional, proporciona a las direcciones departamentales del INRA las coordenadas geodésicas y UTM, así como la monografía y registro de obstrucciones de los puntos geodésicos de la Red Geodésica Nacional SETMIN-INRA existentes. (INRA, Normas Técnicas para el Saneamiento de la Propiedad Agraria, Formación del Catastro y Registro Predial, 2008)

La clasificación de la red geodésica INRA es de Clase C, los cuales son Marcos de referencia locales, como la Red del Servicio Técnico de Minas (SETMIN) de Bolivia (hoy también utilizada por el Instituto Nacional de Reforma Agraria (INRA)), Proyecto de Asistencia al Sector Minero Argentino (PASMA).

2.5. Sistema de Navegación por Satélite (GNSS)

La Geodesia Satelitaria se basa en la observación o recepción de señales, formadas por radiaciones del espectro electromagnético, procedentes de objetos que no estén físicamente ligados al suelo terrestre.

Utiliza fundamentalmente satélites artificiales, como sus principales protagonistas. En la actualidad existe GNSS (Global Navigation Satellite System) y se encuentra integrado por las constelaciones:



Figura No. 9 - Sistema de navegación por satélite



Fuente: UMSA, Geodesia Satelitaria

Tiene como finalidad determinar la posición tridimensional de puntos ubicados sobre la superficie de la Tierra, valiéndose para ello de la recepción de señales de satélites ubicados en el espacio con esa finalidad.

Se entiende por GNSS, al conjunto de sistemas de navegación por satélite, como son el GPS, GLONASS y el reciente Galileo. Es decir, los sistemas que son capaces de dotar en cualquier punto y momento de posicionamiento espacial y temporal. (Ver Figura No. 9)

Sin embargo, el concepto de GNSS es relativamente reciente, puesto que su historia comienza en los años 70 con el desarrollo del sistema estadounidense GPS, que tuvo en sus orígenes aplicaciones exclusivamente militares, y su cobertura a pesar de ser mundial, no era, como hoy se entiende “Global”, es decir, era un sistema de uso exclusivamente militar cuyo control estaba bajo el DoD (Department of Defense) de los Estados Unidos, y sometido a un estricto control gubernamental.

Así pues, tras diversos estudios, es en los noventa, a partir de la segunda mitad, cuando esta tecnología comienza a emplearse con fines civiles, y a alcanzarse numerosos acuerdos entre el Gobierno Estadounidense y distintos países de todo el mundo. Siendo el GPS hasta el momento el único sistema de navegación por satélite plenamente operativo, y debido a que el gobierno ruso decide no seguir adelante con GLONASS, los estadounidenses tienen en este período el control de los sistemas de posicionamiento con sus satélites. Con el segmento espacial (red de satélites) perteneciente de manera exclusiva a los EEUU, el resto de países, como Japón, Australia, y el continente europeo, se centran en el desarrollo del segmento de Tierra, es decir, de los centros de control y recepción de las señales GPS, y de elaborar sistemas de aumento (SBAS y GBAS) para dicha tecnología, que les permitan obtener un posicionamiento más preciso a través de distintos métodos que veremos más adelante. Esto plantea inquietudes a nivel internacional, ya que, la capacidad que tienen los EEUU para emitir la señal civil del GPS es también la misma para distorsionarla o dejar de emitirla en caso de guerra o conflictos entre países (lo que se entiende como disponibilidad selectiva), surge así la necesidad para los demás países



de tener su propio sistema de navegación por satélite, que les permita de manera autónoma disponer de esta tecnología sin dependencia de los EEUU.

Queda pues, un largo camino por recorrer para el resto de países en el desarrollo de nuevos sistemas de navegación por satélite. Europa plantea Galileo como sistema con un uso exclusivamente civil, si bien los gobiernos de los distintos países podrán emplearlo también con fines militares. Rusia relanza el proyecto GLONASS y otros países como China plantean el desarrollo de sistemas experimentales como COMPASS, la India IRNSS y Japón QZSS como sistemas regionales.

Si el GNSS plantea un futuro lleno de posibilidades, primero han de resolverse multitud de cuestiones, como capacidades de los nuevos sistemas, interoperabilidad con el GPS o costes entre otras cosas. Factores que implican a multitud de organizaciones, como agencias espaciales encargadas del desarrollo del sistema, gobiernos y otras agencias nacionales e internacionales encargadas de cuestiones legislativas.

Han proliferado en multitud de países agencias, publicaciones, asociaciones de GNSS con el fin de proponer aplicaciones, soluciones y acuerdos, así como educar sobre esta tecnología, debido en parte a su prometedor futuro, y en parte a su complejo entorno internacional.

Hemos establecido ya un marco para definir qué características debe tener un sistema GNSS a estas alturas, ya que, si bien el primero fue el GPS, su evolución, así como el resto de sistemas que surjan en otros países deben tener una estructura básica muy similar para garantizar la interoperabilidad y las características entre distintos GNSS.

2.5.1. Segmentos del GNSS

- **Segmento Espacial**

Es el segmento compuesto por los satélites que forman el sistema, tanto de navegación como de comunicación. Mientras que los primeros orbitan alrededor de la Tierra, repartiéndose en distintos planos orbitales, los segundos son los que forman los llamados sistemas de aumento que sirven para la corrección de errores de posicionamiento.



- **Satélites de navegación**

El segmento espacial de un GNSS debe tener el suficiente número de satélites de navegación, tales que éstos puedan garantizar una cobertura global en todo momento.

Además, para ser lo suficientemente robusto en el servicio, ha de tener un número que le permita transmitir información de manera redundante en caso de que algún satélite deje de prestar servicio, o para que haya un mayor número de satélites en una zona que nos permitan obtener un posicionamiento más preciso.

Los satélites por otro lado, han de estar colocados en distintos planos orbitales de tal forma que se cubra toda la Tierra de manera global en todo momento (actualmente el GPS garantiza un mínimo de 5 satélites visibles en cualquier parte del mundo). Sin embargo, dependiendo del número de satélites, la distribución dentro de estos planos orbitales no tiene porqué ser uniforme.

Aunque entraremos en más detalle sobre las características técnicas en posteriores capítulos, basta con saber que el GPS estadounidense en la actualidad tiene una constelación de 30 satélites, distribuidos en seis planos orbitales de manera no uniforme, ya que los satélites adicionales que proporcionan información redundante se han ido añadiendo poco a poco a la constelación originalmente uniforme de 24 satélites. (Ver Figura No. 10)

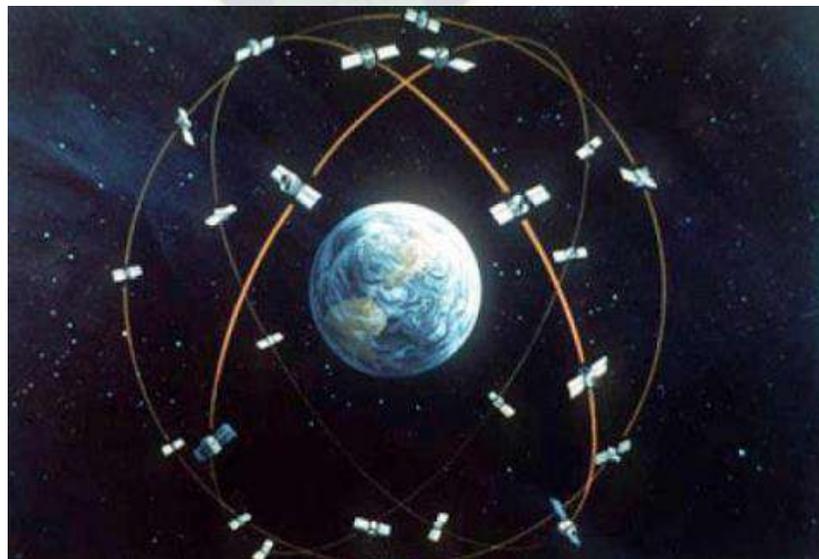


Figura No. 10 - Sistema de navegación por satélite
Fuente: UMSA, Geodesia Satelitaria

2.6. Métodos de Posicionamiento GNSS

Los métodos de posicionamiento GNSS GPS no permiten una única clasificación, para clasificarlos se deberá atender a diferentes criterios.

El GNSS es un sistema que permite el posicionamiento con distintos métodos de observación, de acuerdo a la instrumentación, a la exigencia de precisión y a la técnica de proceso de los observables. Por ello establecer una clasificación para el posicionamiento basado en técnicas GNSS y aumentación, es solo ordenar bajo algún criterio estas condiciones previas.

GNSS permite posicionamiento con distintos métodos de acuerdo a la instrumentación utilizada, la exigencia de precisión o la técnica de procesamiento de los observables.

2.6.1. Posicionamiento Puntual o Absoluto

El cálculo de la posición de un punto mediante la observación al menos a cuatro satélites, bien por pseudodistancia de código o fase, se denomina posicionamiento absoluto.

En este tipo de posicionamiento se determinan las coordenadas 3D del receptor directamente en forma de coordenadas X, Y, Z y posteriormente a coordenadas geodésicas o, x, h utilizando como sistema de referencia el elipsoide WGS-84. Este posicionamiento es utilizado para navegación o como un paso previo al posicionamiento relativo de cada estación de la red GPS. (Ver Figura No. 11)

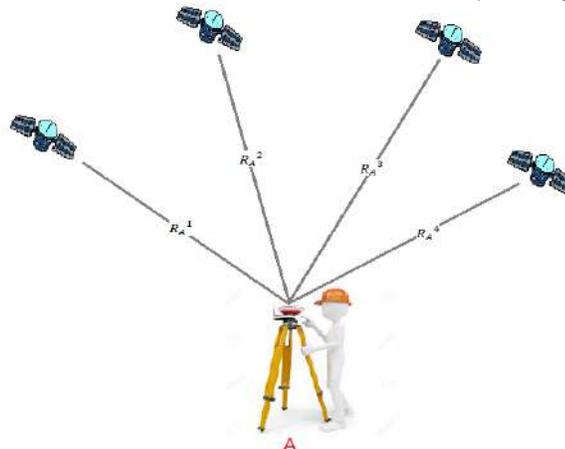


Figura No. 11 - Posicionamiento Absoluto
Elaboración Propia

2.6.2. Posicionamiento Relativo o Diferencial

El objetivo del posicionamiento relativo consiste en la determinación de las componentes del vector que une dos puntos A y B, donde uno de ellos se establece como fijo, a este vector se le llama base línea o línea base. Las citadas componentes se determinarán, bien en incrementos de coordenadas o en la determinación del azimut, de la distancia relativa y la diferencia de altura. Este posicionamiento puede hacerse tanto con pseudodistancias como con medidas de fase. (Ver Figura No. 12)

La metodología GNSS diferencial utiliza dos equipos GNSS trabajando simultáneamente. Cada uno de los equipos se situará en una posición, con la condición de que una de las posiciones sea conocida. De este modo tendremos dos equipos a los que se denominará:

- Estación de referencia. (Inmóvil, en un punto de coordenadas conocidas)
- Móvil o Rover. (En movimiento, en puntos de coordenadas desconocidas)

Con esta metodología se consigue cuantificar algunos errores y corregirlos en tiempo real.

En general, el receptor “fijo” GNSS estará en un punto de coordenadas conocidas y sus funciones serán:

- Analizar las señales de todos los satélites visibles.
- Calcular los errores recibidos en la recepción de la señal.
- Calcular los errores de forma individual, por satélite.
- Transmitir esta información al receptor móvil.

El receptor móvil recibe las correcciones y corrige sus observables.

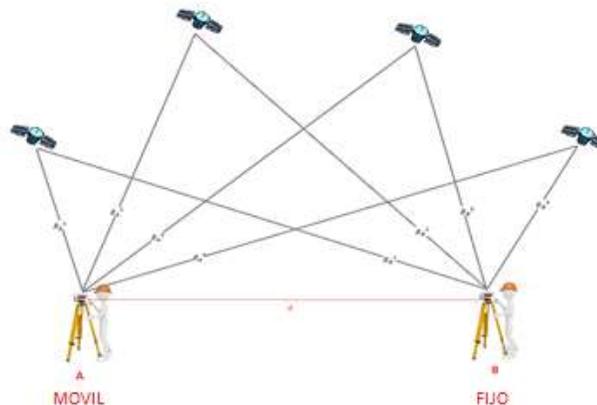




Figura No.12 - Posicionamiento Relativo o Diferencial
Elaboración Propia

Las técnicas más empleadas, sus precisiones, nivel de complejidad y costos dependerán de dos factores:

- Equipo disponible.
- Precisión que se quiere obtener.
- Las clasificaciones más tradicionales están en función:

a) Al observable utilizado

- Código y fase (centímetros) Equipo disponible. Con medidas de código.
- Precisión que se quiere obtener. Código (metros).

b) Del movimiento del receptor

- Estático, no se mueve durante la observación (mayor precisión y tiempo).
- Cinemático, se desplaza(n) el o los receptores durante la observación.
- Híbridos, combinación de los anteriores sistemas.

c) Del tipo de solución

- Absoluto, coordenadas de un punto aislado (X, Y, Z).
- Relativo y diferencial (DGPS), coordenadas de punto(s) con respecto a otro(s) (ΔX , ΔY , ΔZ).

d) De la disponibilidad de la solución

- Tiempo Real, cálculo y solución en campo (RTK).
- Post proceso, cálculo y solución en gabinete.

- Dependientes del tipo de solución y observable utilizado:

a) Navegación autónoma - Posicionamiento absoluto por código



- Se utiliza un solo receptor, su precisión depende en gran parte del código S/A y la corrección Wide Area Augmentation System (WAAS).
- Proporciona instantáneamente la posición y/o tiempo.
- Los receptores utilizados son pequeñas unidades, portátiles y económicas.
- Hoy en día vienen integrados en celulares y vehículos.
- Es utilizado en navegación terrestre, aérea y marítima, como en algunos deportes

b) Diferencial por código (DGPS)

- Se requiere la corrección de las pseudodistancias.
- Se requiere un mínimo de dos receptores que reciban señales de SVs comunes.
- Proporciona instantáneamente la posición y/o tiempo.

Es utilizado en navegación costera, adquisición de datos para Sistemas de Información Geográfica (SIG), revisión de cartografía a escalas medias (1:10000, 1:25000, 1:50000), agricultura automatizada, control de vehículos, etc.

c) Relativo o Diferencial con código y fase

- Es el que mayor precisión ofrece y es el más utilizado en Geodesia y Topografía.
- Normalmente las soluciones son en post proceso, aunque pueden ser obtenidas en tiempo real (RTK).
- Se requieren conocer las coordenadas de por lo menos una estación utilizada como referencia.
- Se deben recolectar datos de un mínimo de 4 SVs con los receptores participantes en la sesión.

d) Relativo o Diferencial con código y fase, se logra:

- Eliminar el error de reloj de los SVs y receptores.
- Minimizar los retardos atmosféricos.
- Obtener precisiones de $5\text{mm} + 1\text{ ppm} \times \text{llb}$ con código y fase



- Obtener coordenadas luego de Post proceso, Tiempo Real, Estático o Cinemático.

2.7. Dependientes del Movimiento del Georeceptor

2.7.1. Estático

Este fue el primer método en ser desarrollado para levantamientos con GPS. Puede ser utilizado para la medición de líneas bases largas (generalmente 20km -16 millas - o más). Se coloca un receptor en un punto cuyas coordenadas son conocidas con precisión en el sistema de coordenadas WGS84. Este es conocido como el Receptor de Referencia. El otro receptor es colocado en el otro extremo de la línea base y es conocido como el Receptor Móvil. (Wikipedia, 2015)

Aplicaciones:

- Redes geodésicas Redes fundamentales que sirvan de apoyo a trabajos topográficos.
- Control Geodésico.
- Control de deformaciones y superficies y estructuras.
- En todo tipo de aplicaciones donde se requiera máxima precisión.
- Control de movimientos tectónicos.

Ventajas:

- Más preciso, eficiente y económico que los métodos topográficos tradicionales.
- Sustituye al método clásico de triangulación.

2.7.2. Estático Rápido

Este método es muy similar al método estático, tanto en el levantamiento como en su procesamiento, solo se puede realizar con equipos GPS de doble frecuencia (con código P). La segunda variante es que el tiempo de posicionamiento varía dependiendo de la línea base que no podrá ser mayor a 10 Km y con un tiempo de observación de 10 a 20 minutos. (Wikipedia, 2015)

Aplicaciones:



- Levantamientos de control, densificación.
- Sustituye al método clásico.
- Determinación de puntos de control, ingeniería civil, bases de replanteo.
- Levantamiento de detalles y deslindes.
- Cualquier trabajo que requiera la determinación rápida de un elevado número de puntos.
- Apoyos fotogramétricos.

Ventajas:

- Sencillo, rápido y eficiente comparado con los métodos clásicos
- No requiere mantener el contacto con los satélites entre estaciones.
- Se apaga y se lleva al siguiente punto.
- Reducido consumo de energía.
- Ideal para un control local.
- Mediante complejos algoritmos de cálculo resuelve todas las ambigüedades en breve tiempo.

2.7.3. Cinemático

El método cinemático es el más rápido en los levantamientos con equipo GPS, pero al mismo tiempo el más exigente en cuanto a la colecta de datos y procesamiento, por lo que debe ser extremadamente cuidadoso al realizar el levantamiento, para evitar la pérdida de la señal de los satélites enganchados. Los tiempos de posicionamiento serán de dos minutos por lo menos (Wikipedia, 2015)

Aplicaciones:

- Determinación de la trayectoria de objetos en movimiento.
- Levantamientos de ejes de carreteras y ferrocarriles.
- Medición de perfiles transversales.
- Levantamientos hidrográficos, Batimetría.
- Es muy útil para vuelos fotogramétricos, levantamientos de carreteras y levantamientos hidrográficos.



Ventajas:

- Mediciones continuas rápidas y económicas.
- Debe mantenerse el contacto con los satélites.
- El receptor móvil registra datos a intervalos predeterminados.
- Permite obtener coordenadas de trayectorias.

2.7.4. Disponibilidad de la Solución - Cinemático Tiempo Real (RTK)

Este método tiene gran utilidad en el replanteo, los equipos requieren estar conectados a un radio MODEM, el cual transmite las correcciones de error que se presentan al captar la señal de los satélites, estos errores son transmitidos por el radio MODEM al rover y este compensa y corrige, realizándose esta simultáneamente, los equipos deben ser capaces de trabajar en esta modalidad y el radio MODEM tiene un alcance de 10 Km. Como máximo además que debe tener línea de vista entre la estación y el rover, por el radio MODEM. (Wikipedia, 2015)

Funcionamiento

- Permite obtener coordenadas de puntos luego de un post proceso realizado de forma inmediata a la recepción de datos necesarios
- Este cálculo es realizado por un software adecuado que debe ir en el receptor que se encuentra en la estación de referencia y esta corrección es transmitida vía modem al receptor móvil
- Permiten el proceso de observables de código y fase
- Permite obtener coordenadas con precisiones sub decímetro

Desventajas

- Esta limitado por el alcance del radio modem
- No se tiene acceso a los datos crudos
- Tiene limitaciones en las correcciones atmosféricas



2.8. Cartografía

Como todas las ciencias de la Tierra la cartografía está profundamente interrelacionada con otras geociencias. La cartografía se nutre especialmente de la geodesia, que es la ciencia que estudia la forma y dimensiones de la Tierra, siendo la matemática otra fuente fundamental que permite realizar con toda precisión, las transformaciones esfera/elipsoide - plano.

Un mapa es una representación reducida, generalizada y matemáticamente precisa de la superficie terrestre, sobre un plano, llegando a una modernización total dando lugar a una cartografía digitalizada.

Desde un punto de vista gráfico un mapa es también un elemento de comunicación visual, y es producto de un cuidado diseño que incluye colores, rotulaciones o la propia disposición espacial de los datos. Aquí concurren otras ciencias como la topografía, la teledetección y la fotogrametría son fuentes de información métrica para la confección de un mapa. La geografía, entre otras cosas, se encarga de su interpretación y uso.

2.8.1. Proyecciones Cartográficas

Es la correspondencia biunívoca entre los puntos de la superficie terrestre y los puntos de un mapa, llamado plano de proyección. Todo mapa está en un determinado sistema de proyección, que responde a la necesidad de representar en una forma sistemática la superficie terrestre, con sus detalles, sobre la superficie del mapa. (Wikipedia, 2015)

La proyección cartográfica es un sistema de representación gráfico que establece una relación ordenada entre los puntos de la superficie curva de la Tierra y los de una superficie plana (mapa). Estos puntos se localizan auxiliándose en una red de meridianos y paralelos, en forma de malla. La única forma de evitar las distorsiones de esta proyección sería usando un mapa esférico, pero en la mayoría de los casos, sería demasiado grande para que resultase útil.

En un sistema de coordenadas proyectadas, los puntos se identifican por las coordenadas cartesianas (x, e, y) en una malla cuyo origen depende de los casos.



Este tipo de coordenadas se obtienen matemáticamente a partir de las coordenadas geográficas (longitud y latitud), que no son proyectadas.

Las representaciones planas de la esfera terrestre se llaman mapas, y los encargados de elaborarlos o especialistas en cartografía se denominan cartógrafos. A lo largo de los años el elipsoide ha ido sufriendo modificaciones en los parámetros que lo define. Buscando aquel que más se aproximara al geoide. En particular los dos últimos utilizados en la Cartografía.

La cartografía es, por tanto, la ciencia que estudia la representación plana de la esfera o del elipsoide, tratando de obtener por el cálculo las coordenadas de los puntos del plano correspondiente a los situados en dicha superficie.

2.8.1.1. Proyección Cónica Conforme de Lambert

Esta proyección conserva los ángulos (formas de las figuras), utiliza como superficie subjetiva de transición al cono, por la posición del eje del cilindro es directa, y por el método de proyección podemos decir que es pseudo- geométrica pues los paralelos se representan por arcos de circunferencia concéntricos en el polo, y los meridianos por rectas convergentes al mismo, pero como veremos más adelante, la ley de la proyección supone expresiones matemáticas complejas. (Ver Figura No. 13)

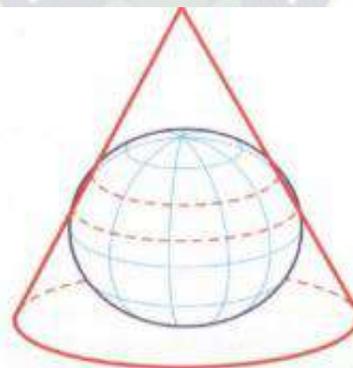


Figura No. 13- Proyección Cónica Conforme de Lambert
Fuente: Proyecciones Cartográficas (Internet)

2.8.1.2. Proyección UTM (Universal Transversal de Mercator)

La proyección UTM, es una proyección analítica, y se basa en el desarrollo de funciones complejas que mantienen la condición de conforme, es decir que dos curvas que se cortan formando un ángulo determinado sobre el elipsoide mantienen el mismo

ángulo entre las proyecciones de las dos curvas en el plano, concepto que se mantiene diferencialmente. (Miguel Ángel Vera, 2012). (Ver Figura No. 14)

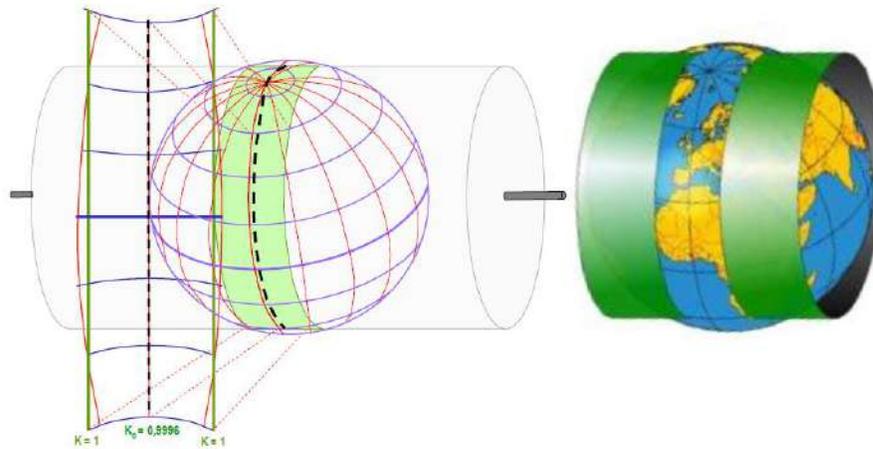


Figura No. 14 - Proyección UTM
Fuente: Geodesia Módulo I, Miguel Ángel Vera

Por tanto, en el sistema UTM la Tierra se divide en 60 husos de 6° de longitud que completan sus 360° . Cada huso se numera con un número entre el 1 y el 60, siendo el huso 1 el limitado entre la longitud 180° y 174°W , centrado en el meridiano 177°W . Los husos se numeran en orden ascendente hacia el este. (Ver Fig. N° 15)

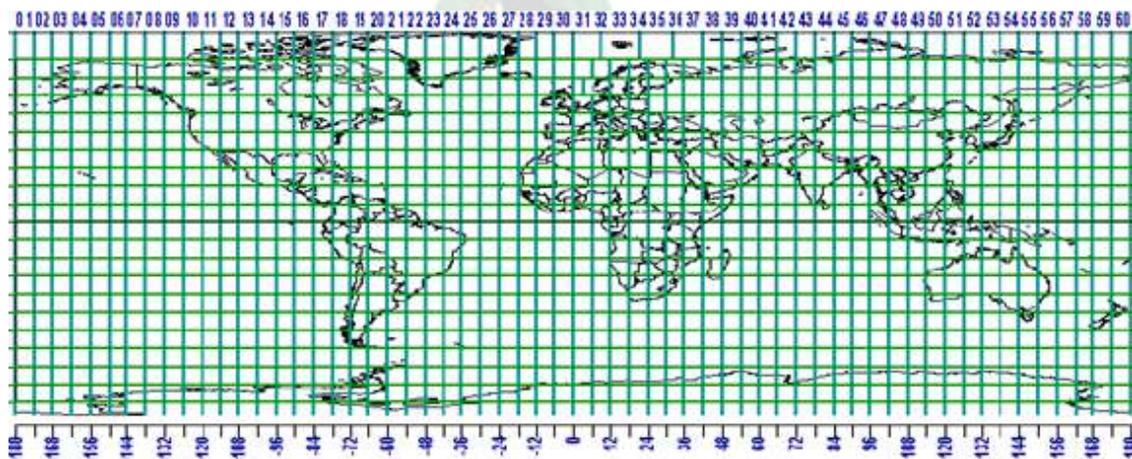


Figura No. 15 - Zonas de la proyección U.T.M.
Fuente: Wikipedia 2015



En cuanto a las fajas, la Tierra se divide en 20 fajas de 8° Latitud, que son denominadas mediante letras desde la “C” hasta la “X” (exclusión hecha de la CH, I, LL para evitar confusiones, y de la A, B, Y y Z que se reservan para las zonas polares). Como consecuencia de la esfericidad de la Tierra, las fajas se estrechan y sus áreas son menores, conforme a que se acerquen a los polos. A la línea central de un huso UTM se le llama meridiano central, siempre se hace coincidir con un meridiano del sistema geodésico tradicional. Este meridiano central define el origen de la zona UTM y tiene por convenio como coordenadas:

- Un valor de 500 Km Este y 0 Km Norte cuando se considera el hemisferio Norte.
- Un valor de 500 Km Este y 10000 Km Norte cuando se considera el hemisferio Sur.

El Falso Este es una forma de evitar la existencia de coordenadas negativas dentro de un huso. Se adoptó por convención el asignar un valor inicial al meridiano central que sea mayor que la máxima diferencia en metros entre dicho meridiano y el borde de huso para la latitud 0°. Se optó por el valor 500000 metros, por lo que las coordenadas este varían entre 166000m y 834000m en el Ecuador y entre 443000m y 557000m aproximadamente para los límites latitudinales del huso (80°). El Falso Norte del sistema UTM se encuentra en el Ecuador. Se observa el inconveniente de que todos los territorios del hemisferio sur tendrían coordenadas negativas, como una forma de evitar la incomodidad inherente a trabajar con coordenadas negativas se decidió asignar un valor de norte falso válido para el hemisferio, que sea superior a la máxima distancia norte sur posible para la proyección. Así, se decidió asignar un valor de norte falso de 10000000 m para el hemisferio sur y mantener el norte falso de 0 m para el hemisferio norte. La designación de cada cuadrícula UTM se hace leyendo primero el número de huso y después la letra de la correspondiente zona. Por ejemplo, Bolivia está en tres zonas 19, 20, 21 Meridiano Central por zonas:

- Zona 19 Sur (72° W - 66° W) 69° 00' 0000000” W
- Zona 20 Sur (66° W - 60° W) 63° 00' 0000000” W
- Zona 21 Sur (60° W - 54° W) 57° 00' 0000000” W
- Falso Norte: 10000000 metros.



- Falso Este: 500000 metros en el meridiano central.
- Factor de Escala en el Meridiano Central: 0,9996

2.9. Saneamiento

El saneamiento es el procedimiento técnico-jurídico transitorio destinado a regularizar y perfeccionar el derecho sobre la propiedad agraria y se ejecuta de oficio o a pedido de parte. (INRA, Saneamiento de Tierras en Bolivia).

2.9.1. Modalidades de Saneamiento

Para el saneamiento de la propiedad agraria, se tiene establecido en el artículo 69 de la Ley N° 1715 modificada por la Ley N° 3545 y el artículo 275 del Reglamento a la Ley N° 3545 las siguientes modalidades de saneamiento:

- Saneamiento Integrado al Catastro Legal (CAT-SAN).
- Saneamiento Simple (SAN-SIM).
- Saneamiento de Tierras Comunitarias de Origen (SAN-TCO).

2.9.1.1. Saneamiento Simple

El Saneamiento Simple es la modalidad que se ejecuta a solicitud de parte, en áreas no catastrales o de oficio cuando se detecte conflicto de derechos en propiedades agrarias, parques nacionales, reservas fiscales, reservas de la biodiversidad y otras áreas clasificadas por norma legal. (Alfaro, J. 2007. Como se hace el Saneamiento)

2.9.1.2. Saneamiento Integrado al Catastro Legal

El Saneamiento Integrado al Catastro Legal (CAT-SAN) se ejecuta de oficio en áreas catastrales. Se entiende por catastro legal, el sistema público de registro de información en el que se hacen constar datos relativos a la propiedad agraria y derechos que sobre ella recaen, así como su superficie, ubicación, colindancias y límites.



2.9.1.3. Saneamiento de Tierras Comunitarias de Origen

El Saneamiento en Tierras Comunitarias de Origen (SAN-TCO) se ejecuta de oficio o a pedido de parte, en las áreas comprendidas en las tierras comunitarias de origen. Se garantiza la participación de las comunidades y pueblos indígenas y originarios en la ejecución del Saneamiento (SAN-TCO). (Alfaro, J. 2007. Como se hace el Saneamiento)

Las propiedades de terceros situadas al interior de las tierras comunitarias de origen que durante el saneamiento reviertan a dominio de la Nación, serán consolidadas por dotación a la respectiva tierra comunitaria de origen. En caso de que las propiedades de terceros debidamente saneadas, abarquen extensiones que disminuyan significativamente las tierras del pueblo o comunidad indígena u originaria, comprometiendo su desarrollo económico, social y cultural, el Instituto Nacional de Reforma Agraria procederá a dotar tierras en favor del pueblo o comunidad indígena u originaria, en superficie y calidad suficientes, en zonas donde existan tierras disponibles, en consulta con los beneficiarios, de acuerdo a las previsiones de esta ley. (INRA, Ley N° 1715)

2.9.2. Necesidad del Saneamiento

- El saneamiento otorga derecho propietario a los beneficiarios de predio que cumplen la Función Social o Función Económica Social.
- Soluciona conflictos de propiedades de las tierras además de sobre posiciones, avasallamientos, etc.
- Con el saneamiento se definen colindancia entre predios y Comunidades en el área rural.
- Con el saneamiento todas las personas que trabajan la tierra (poseedores legales), reciben sus títulos.

2.9.3. Etapas del Saneamiento

De acuerdo al Art. 263 del D.S. 29215 (Reglamento de la Ley N° 1715 del Servicio Nacional de Reforma Agraria y de la Ley N° 3545 de Reconducción Comunitaria de Reforma Agraria) el Procedimiento Común consta de las siguientes etapas: Etapa de



Preparatoria, Etapa de Campo y Etapa de Resolución y Titulación (INRA, Saneamiento de Tierras en Bolivia, 2014)

2.9.3.1. Etapa Preparatoria

En la etapa de preparatoria se realiza la planificación con toda la documentación e información obtenida del área de saneamiento, con el propósito de detallar la organización, coordinación, personal, presupuesto, equipo, material, tiempo y otros las cuales se realizarán en la etapa de campo. (INRA. 2012. Cartilla Informativa).

La etapa de preparatoria se resume en:

- Diagnóstico y Determinativa de Área
- Planificación
- Resolución de inicio de Procedimiento

2.9.3.2. Etapa de Campo

Esta etapa comprende del relevamiento de información en campo donde se realiza la ejecución de la campaña pública, mensura y encuesta catastral, verificación de la función social y/o función económica social, registro de datos en los sistemas y solicitud de precios de adjudicación, informe en conclusión y proyecto de resolución. (INRA. 2012. Cartilla Informativa).

La etapa de campo se resume principalmente en las siguientes actividades:

- Relevamiento de Información de Campo
- Informe en Conclusiones
- Proyecto de Resoluciones Finales

2.9.3.3. Etapa de Resolución y Titulación

En la etapa final del saneamiento corresponde la resolución y la titulación que se resume en:

- Firma de Resoluciones y plazo de impugnación
- Titulación



- Registro en Derechos Reales

2.9.4. Métodos de Mensura en el Saneamiento

La identificación de los predios y/o parcelas rurales al interior de un polígono de saneamiento, es aplicada por métodos de mensura directos o indirectos de medición de vértices, conforme se establece en el artículo 298 del Reglamento de la Ley N° 3545.

2.9.4.1. Mensura Directa

La medición de vértices prediales por el método directo implica realizar las mediciones de distancias, ángulos y coordenadas, utilizando Receptores GPS, Estaciones Totales y Receptores GPS con brújula y cinta métrica. (INRA. 2008, Normas Técnicas para el Saneamiento).

2.9.4.2. Mensura Indirecta

La medición de vértices prediales por el método indirecto implica realizar la fotoidentificación de; vértices prediales, caminos, ríos, lagunas y otros elementos que permiten establecer la forma y el tamaño de la propiedad agraria, a través del uso de derivados fotogramétricos y/o imágenes satelitales.

El método Indirecto podrá utilizarse en la medición de vértices y linderos prediales siempre y cuando sean claramente fotoidentificables y la nitidez de la imagen fotográfica y/o satelital así lo permita.

La aplicación del método indirecto en general (Orto-foto⁶, orto-imágenes⁷ de alta resolución y restitución fotogramétrica) deberá permitir el establecimiento de las coordenadas de los vértices prediales con una precisión horizontal relativa igual o mejor que ± 3 metros.

⁶ **Orto-foto** Fotografía de una zona de la superficie donde los elementos están a una sola escala. Wikipedia 2015

⁷ **Orto-Imagen** Imagen obtenida por un satélite de una zona de la superficie donde los elementos están a una sola escala. Wikipedia 2015



Los productos derivados como ortofotomapas y espaciomapas para su aplicación en la mensura indirecta, deberán ser generados en formato digital e impresos con alta resolución espacial, de manera que la nitidez de la imagen sea similar a la fotografía convencional. (INRA. 2008, Normas Técnicas para el Saneamiento).

2.9.4.3. Mensura Mixta

En el área de intervención o polígono de saneamiento, no todos los vértices y linderos prediales son fotoidentificables, las características físicas del escenario geográfico limitan la aplicación de métodos indirectos (Orto-fotos, Orto-imágenes y Restitución fotogramétrica) en el establecimiento de las coordenadas de los vértices prediales. Entonces, será necesario establecer la ubicación de los vértices y linderos no fotoidentificables a través de la medición directa de puntos con Equipos GPS de precisión.

Considerando la precisión horizontal relativa sub-métrica en el establecimiento de coordenadas de vértices prediales por el método directo y la precisión horizontal relativa del método indirecto de ± 2.5 metros, las coordenadas de los vértices prediales por el método mixto serán establecidas con una precisión horizontal relativa de ± 2.5 metros. (INRA. 2008, Normas Técnicas para el Saneamiento).

3. METODOLOGÍA Y DESARROLLO DEL TRABAJO

3.1. Metodología Aplicada

El presente Trabajo Dirigido, se desarrolló en el Instituto Nacional de Reforma Agraria, donde dentro de la institución, una de las actividades más importantes fue el saneamiento simple de la Comunidad Originaria Puquisi en el departamento de La Paz. Es así que el presente documento refiere los procesos más importantes desarrollados durante el saneamiento de la comunidad beneficiaria, procurando mayor énfasis en los procedimientos técnicos tales como la mensura topográfica, la georreferenciación⁸ geodésica, la sistematización digital en gabinete, etc.

⁸ **Georreferenciación** Neologismo que refiere al posicionamiento con el que se define la localización de un objeto espacial en un sistema de coordenadas y datum determinado. Wikipedia 2015.



Bajo el marco técnico de los procedimientos y los estándares de calidad de los procesos de saneamiento de la propiedad agraria establecida por las normas técnicas del Instituto Nacional de Reforma Agraria, se instituye una metodología de trabajo que consiste en el desarrollo del procedimiento del saneamiento de la propiedad agraria

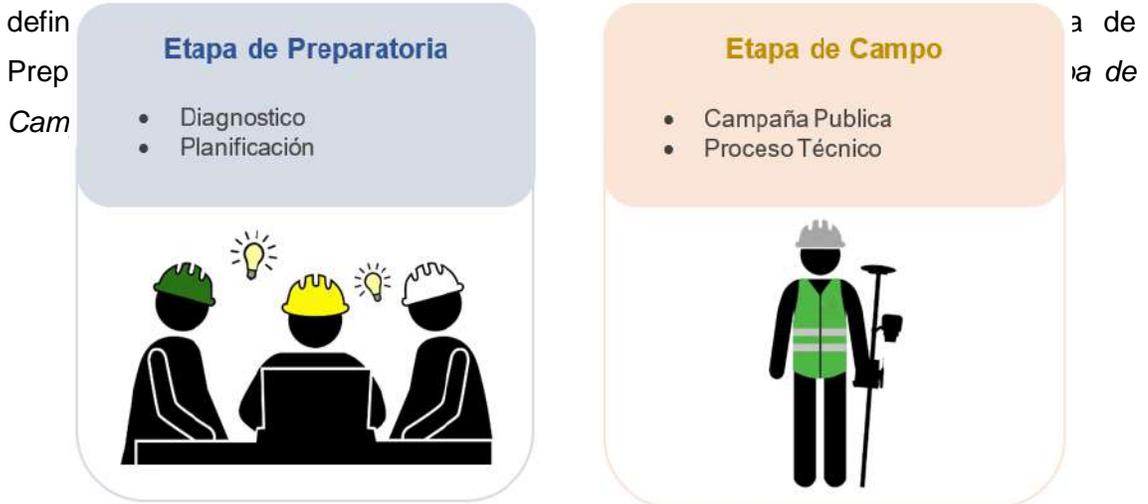


Figura No. 16 - Etapas desarrolladas durante el trabajo dirigido
 Elaboración propia

La etapa de campo corresponde a un conjunto de actividades y operaciones topográficas, geodésicas y cartográficas destinadas a verificar, fijar y representar las propiedades agrarias (parcelas y linderos comunales), es por ello que la mensura de los predios es efectuada empleando el Método Directo (Geodésico y Topográfico), y la identificación de los elementos naturales por el Método Indirecto (Fotogramétrico o Imágenes de sensores remotos), de acuerdo a las Normas Técnicas para el Saneamiento de la Propiedad Agraria del Instituto Nacional de Reforma Agraria. (Ver *Capítulo II, Mensura Directa y Mensura Indirecta*).



Figura No. 17 - Métodos de levantamiento según INRA
Elaboración propia

3.2. Desarrollo del Trabajo

El desarrollo del trabajo, se relaciona en función a cada una de las etapas del proceso de saneamiento de acuerdo a la normativa agraria del Instituto Nacional de Reforma Agraria vigente actualmente (*Ver Capítulo II, Etapas del Saneamiento*).

3.2.1. Etapa de Preparatoria

Dentro de la etapa de preparatoria se desarrolla un trabajo de coordinación e identificación de elementos que están disponibles y serán empleadas durante el proceso de saneamiento. Todo ello es desplegado por medio de un diagnóstico del área de saneamiento y la planificación de la misma.

3.2.2. Diagnóstico del Área de Saneamiento

Para tener un diagnóstico óptimo del área a intervenir, se procede a buscar toda la información técnica y jurídica posible que corresponda a la zona donde se realiza los trabajos de saneamiento. Las principales fuentes de información para el diagnóstico del área de saneamiento son de gran importancia para tener una idea clara y específica para desarrollar los procesos técnicos y jurídicos, entre ellos tenemos:

Expedientes Agrarios	
<ul style="list-style-type: none">• <i>Ex CNRA (Concejo Nacional de Reforma Agraria)</i>• <i>Ex INC (Instituto Nacional de Colonización)</i>	

Figura No. 18 - Expedientes Agrarios
Elaboración propia

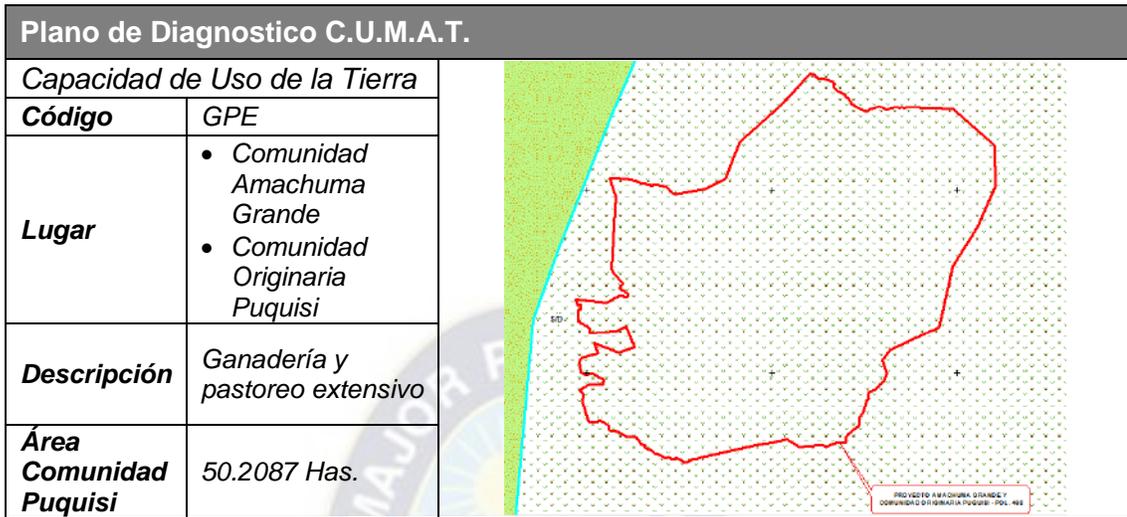


Figura No. 19 - Plano de Diagnostico C.U.M.A.T.
 Fuente INRA

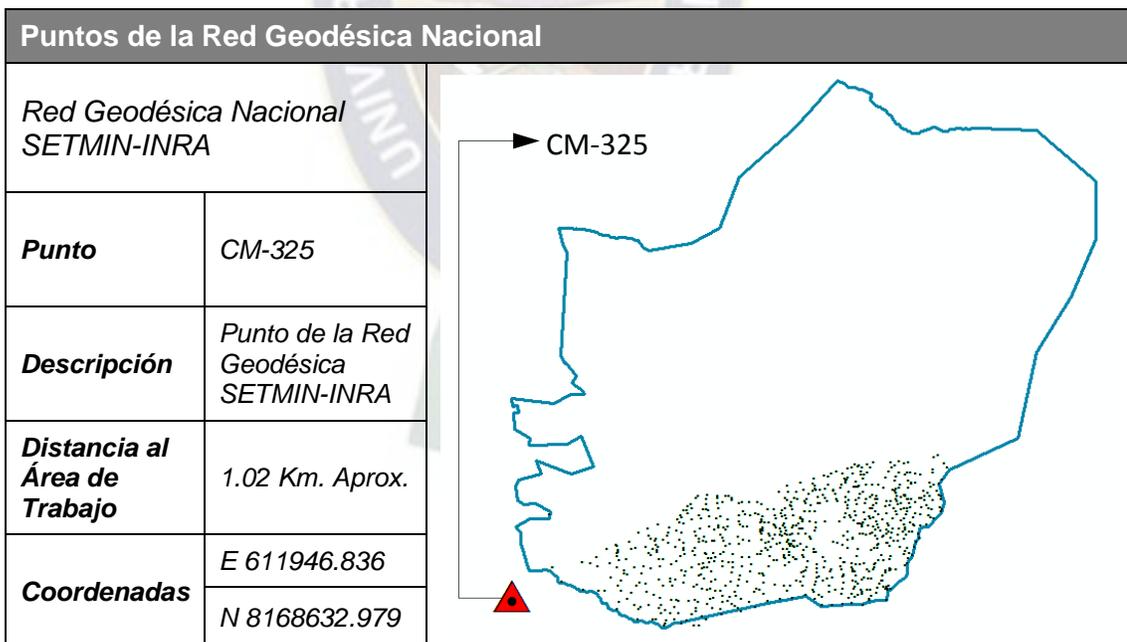


Figura No. 20 - Punto de la Red Geodésica Nacional
 Fuente INRA

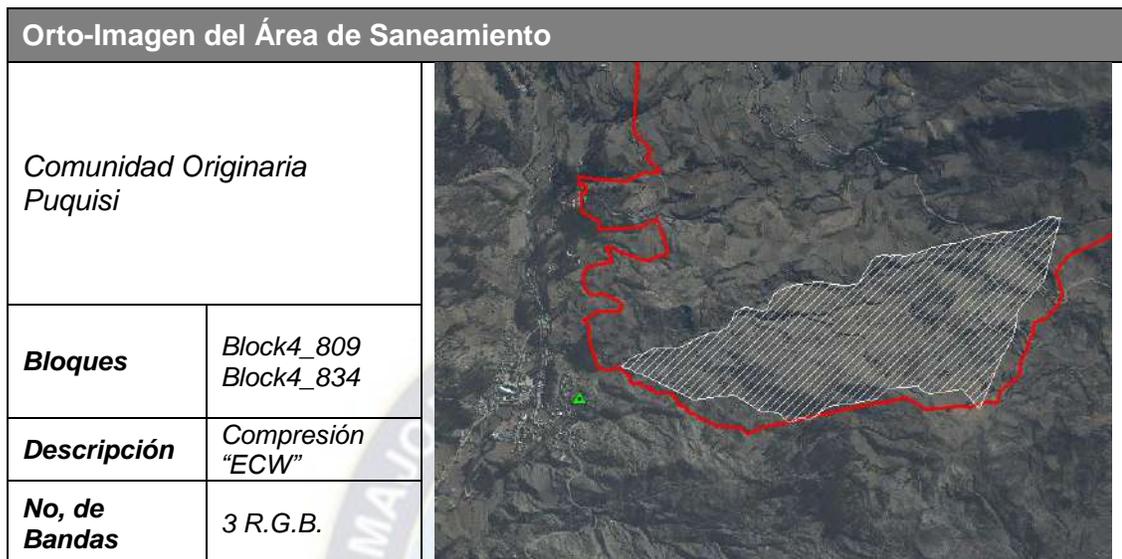


Figura No. 21 - Orto-Imagen de la Comunidad Originaria Puquisi
Fuente INRA

3.2.3. Planificación

Con todos los elementos reunidos por el diagnóstico del área de saneamiento, se define un plan de trabajo por medio de una planificación, principalmente enfocada a la etapa de campo, donde se detalla:

- Es innecesario el establecimiento de un Punto Transitorio, debido a la existencia de un punto de la Red Geodésica Nacional SETMIN-INRA en inmediaciones del área de saneamiento.
- Establecimientos de puntos de control topográfico dentro del área de saneamiento.
- Mensura directa de parcelas por medio de Poligonales.
- Mensura indirecta de elementos naturales por medio de orto-imagen.

3.2.4. Etapa de Campo

Esta etapa vislumbra las actividades que comprende la ejecución de: campaña pública, mensura de parcelas, verificación de la función social y/o función económica

social, registro de datos en los sistemas y posteriormente la sistematización de la correspondiente información relevada en campo.

3.2.4.1. Campaña Pública

Durante la campaña pública se desarrollaron actividades que comprende la presentación de la información tanto técnica como social y del propio proceso de saneamiento a ser desarrollado por el Instituto Nacional de Reforma Agraria, correspondiente al polígono de saneamiento. (Ver Figura No. 22)

La finalidad es buscar el consenso, apoyo y participación de los interesados (as) y actores sociales, en la ejecución del Saneamiento. Es así que la información básica que se difunde en la campaña pública en la Comunidad Originaria Puquisi es la siguiente:

<ul style="list-style-type: none">• Difusión de los contenidos generales de la Ley N° 1715 modificada por la Ley N° 3545• Objetivos del saneamiento• Beneficios del saneamiento	
---	---

Figura No. 22 - Presentación para campaña pública
Fuente INRA

	<ul style="list-style-type: none">• Explicación del proceso de saneamiento según la modalidad del área donde se está realizando el saneamiento• Ubicación Geográfica y límites del área de trabajo.• Incorporación del Enfoque de género en todos los mensajes de la campaña pública.• Saneamiento interno según corresponda.• Orientación para la solución de conflictos en caso de existir.
---	---

Figura No. 23 - Taller comunal sobre el proceso de saneamiento

Elaboración Propia

La campaña pública debe garantizar la participación masiva de la población beneficiaria del saneamiento, ejecutando una comunicación interpersonal con talleres comunales, en reuniones junto a dirigentes del lugar. (Ver Figura No. 24)



Figura No. 24 - Reunión con dirigentes comunales
Elaboración Propia

3.2.4.2. Trabajos de Mensura

La identificación de las parcelas rurales al interior del polígono de saneamiento, es un conjunto de actividades y operaciones topográficas, geodésicas y cartográficas destinadas a verificar, fijar, materializar y representar las propiedades agrarias (predios o parcelas), así como definir su ubicación, colindancias, superficie y otras características establecidas sobre el predio o parcela.

El trabajo de campo refiere principalmente al levantamiento de información a nivel geodésico (Georreferenciación) y topográfico (Mensura de parcelas), con el fin trascendental de conocer las dimensiones, coordenadas, perímetro y área de todos los predios y/o parcelas sometidas al proceso de saneamiento. En cuanto a las labores más destacadas durante los trabajos de campo son: Amojonamiento, Medición de puntos de control y Mensura topográfica.



3.2.4.3. Planeamiento

- Personal

NOMBRE	CARGO
Lic. Ronald Yucra Quispe	Técnico I Saneamiento
Omar Amhed Rada Castillo	Técnico I Jurídico
Soledad Calderon Condori	Técnico II Saneamiento
Univ. Cinthia Nair Carita Flores	Pasante
Luis Choque Quispe	Conductor

Tabla No. 1 - Personal de brigada topográfica INRA
 Fuente INRA

- Equipo Instrumental

Debido a que la identificación y mensura de los vértices que deslindan los predios o parcelas son efectuadas empleando el método directo de mensura de acuerdo a los procedimientos del saneamiento (*Ver Capítulo II, Métodos de Mensura en el saneamiento*), es necesario emplear equipos de alta precisión como se instrumental Topográfico y Geodésico, así mismo es imperativo el uso de softwares Informáticos.

Cantidad	Equipo	Descripción	
2	Estación Total	Estación Total Sokkia CX 2" Precisión Angular Medición hasta 5000 m con prisma	
4	Receptor GPS/GNSS	Receptor GPS/GNSS Trimble R8 Doble Frecuencia L1/L2	
1	Navegador GPS	Garmin Etrex 30	
1	Laptop	Toshiba	

Tabla No. 2 - Equipos empleados durante el proceso de saneamiento
 Fuente. Elaboración propia



- Herramientas

Software	Descripción	
ArcGis	Digitalización	
GnssSolution	Post-proceso, Ajuste GPS/GNSS	
Microsoft Office	Gestión de Información alfanumérica	
Trimble Business Center	Transferencia de datos brutos de equipo GPS/GNSS a PC	
ProLink	Transferencia y Gestión de datos de Estación Total Sokkia	

Tabla No. 3 - Herramientas empleadas durante el proceso de saneamiento
 Fuente. Elaboración propia

- Transporte

Vehículo oficial (INRA)	
-------------------------	--

Tabla No. 4 - Vehículo de transporte empleado durante el proceso de saneamiento
 Fuente. INRA



- Comunicaciones

El medio de comunicación que se utiliza para el trabajo en campo:

4	Handis	Marca Motorola	
---	--------	----------------	---

Tabla No. 5 - Equipos de comunicación
 Fuente. Elaboración propia

3.2.4.4. Establecimiento de Puntos de Control Geodésicos

Las bases geodésicas componen el origen de un levantamiento topográfico, porque estas son indispensables para la georreferenciación. De acuerdo al diagnóstico realizado par al presente proceso de saneamiento, se tiene la presencia del punto CM-325 de la Red Geodésica Nacional SETMIN-INRA⁹ (*Ver Diagnóstico del Área de Saneamiento*), donde esta será la base para el establecimiento de los puntos de control topográfico.

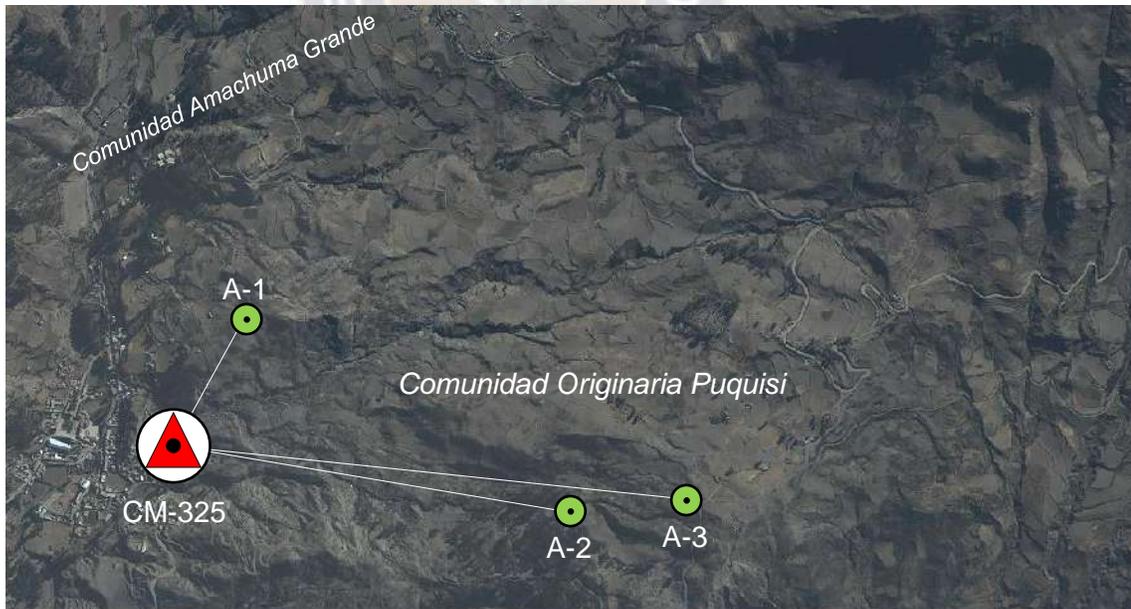


Figura No. 25 - Punto CM-325 de la Red Geodésica Nacional SETMIN-INRA
 Elaboración Propia

⁹ SETMIN-INRA Red geodésica GPS/GNSS, establecidas en diferentes zonas a nivel nacional. INRA.

3.2.4.5. Amojonamiento

La monumentación de los mojones se da de acuerdo a la selección de los sitios de amojonamiento realizado durante la planificación en gabinete para el trabajo de densificación.



Mojón del punto CM-325 de la Red Geodésica Nacional SETMIN-INRA	
Características Mojón	Cemento Solido
Características de Bulón	Material de bronce

Figura No. 26 - Mojón CM-325 de la Red Geodésica Nacional SETMIN-INRA
 Elaboración Propia



Figura No. 27 - Mojones de los puntos de control topográficos
 Elaboración Propia

Una vez efectuado el amojonamiento, se hizo conocer a la autoridad más cercana la existencia e importancia del mismo y recomendar el cuidado que requiere para evitar su destrucción por falta de conocimiento.

3.2.4.6. Medición de los Puntos de Control

Se realizan sesiones de 50 minutos aproximadamente de los puntos A-1, A-2, A-3, y CM-325, por medio del método estático relativo.

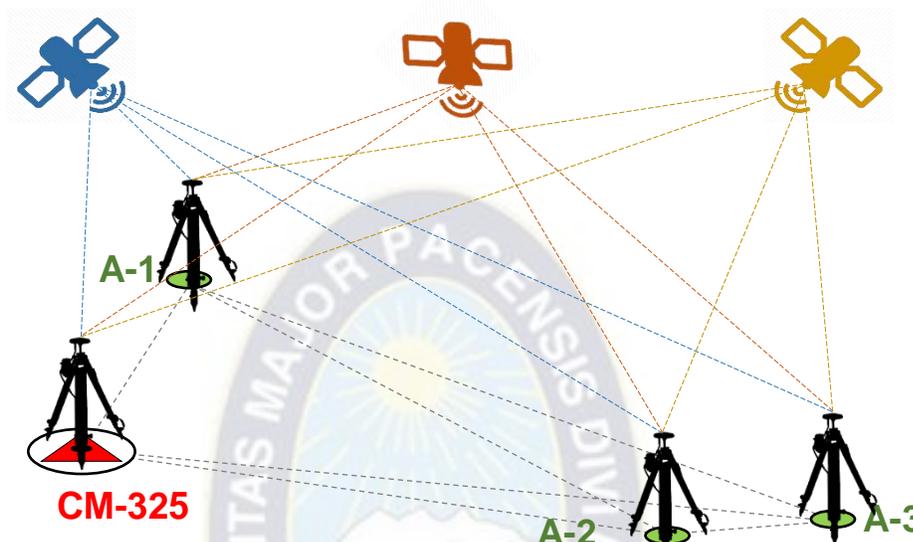


Figura No. 28 - Sesiones GPS/GNSS
 Elaboración Propia

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA	SESIÓN	Intervalo de Grabación	Máscara de elevación	SVs	PDOP
CM-325	Punto de Control	L1+L2	1h 56m	15 seg.	15°	14	1.4
A-1	Medido	L1+L2	0h 56m	15 seg.	15°	13	1.5
A-2	Medido	L1+L2	0h 53m	15 seg.	15°	14	1.4
A-3	Medido	L1+L2	0h 50m	15 seg.	15°	13	1.4
DETALLES							
CM-325	Punto fijo perteneciente a la red Geodésica Nacional SETMIN INRA						
A-1	Punto fijo establecido como punto de control topográfico ubicado al norte de la comunidad Puquisi						
A-2	Punto fijo establecido como punto de control topográfico ubicado al sur de la comunidad Puquisi						
A-3	Punto fijo establecido como punto de control topográfico ubicado al sur-este de la comunidad Puquisi						

Tabla No. 6 - Descripción de las características de las sesiones GPS/GNSS

Fuente. Elaboración propia

Parámetros Utilizados:¹⁰

- Método Estático Relativo
- Tiempo de sesión de 1 hora aproximadamente
- Intervalo para el grabado de datos de 15 segundos

¹⁰ Parámetros establecidos por la norma técnica de saneamiento de la propiedad agraria, conformación del catastro y registro predial - INRA

- Mascara de elevación de 15 grados



Figura No. 29 - Sesiones simultaneas de receptores GPS/GNSS en campo
 Elaboración Propia

3.2.4.7. Gestión de Datos GPS/GNSS

La transferencia de los datos obtenidos en campo, es realizada con el software Trimble Business Center. Los datos brutos son sometidos a un proceso de conversión a formato Rinex, empleando el software GNSS Solutions, permitiendo la estandarización de los datos brutos GPS/GNSS para el proceso de ajuste correspondiente. (Ver Figura No. 30)



Figura No. 30 - Gestión de Información GPS/GNSS a Rinex
 Elaboración Propia



3.2.4.8. Ajuste de Puntos de Control

Como parte de los trabajos de gabinete al ajuste de la información geodésica es fundamental, debido a que esta información actúa como base referencial principalmente para la información técnica. La herramienta informática de post-proceso GNSS SOLUTIONS es empleada para el proceso y ajuste de los puntos de control topográficos asumiendo como base de control el punto CM-325, vinculando así dichos puntos a la Red Geodésica Nacional SETMIN-INRA. El proyecto de trabajo para el proceso y ajuste tiene las siguientes características:

Sistema de referencia espacial:	WGS-84 (World Geodetic System 1984)
Sistema de Proyección	UTM Zona 19 Sur
Zona horaria:	UTC-04:00 - Georgetown - La Paz
Unidad Lineal:	Metros
Precisión del proyecto:	Horizontal: 0.020m + 1ppm Vertical: 0.040m + 1ppm

Tabla No. 7 - Parámetros de proceso y ajuste del proyecto
 Fuente. Elaboración propia

Durante el procesado de los datos GPS/GNSS recogidos simultáneamente dentro de la red formada por los puntos de control topográficos y el punto de la Red Geodésica nacional SETMIN-INRA, se mantiene como fijas las coordenadas del punto CM-325.

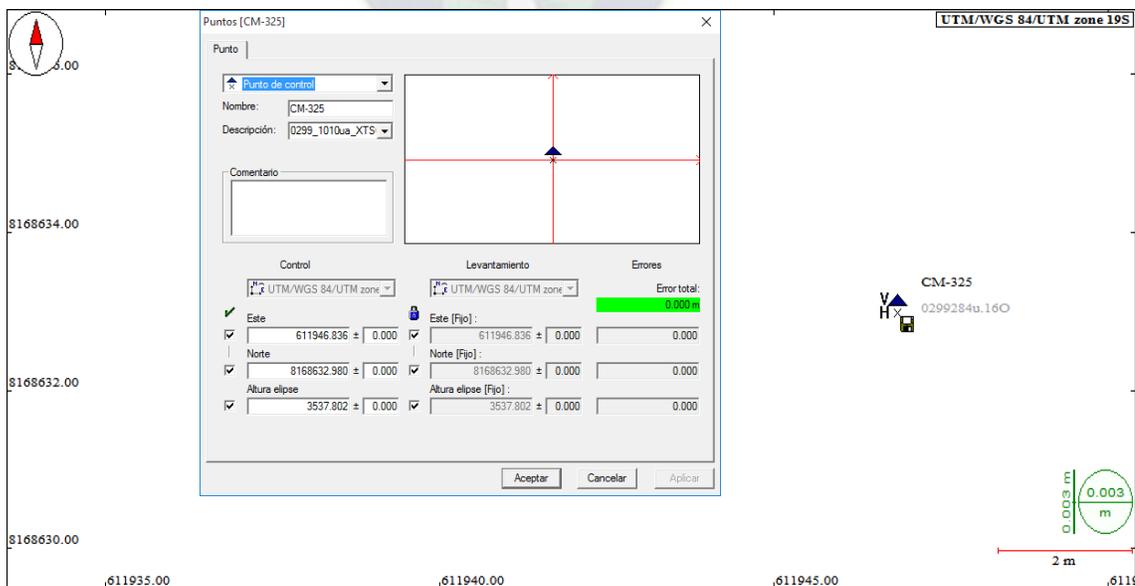


Figura No. 31 - Definición del punto de control
 Elaboración Propia



Las sesiones en campo permiten formar un conjunto de puntos enlazados entre sí, para dar paso al proceso y ajuste de los puntos de control topográfico.

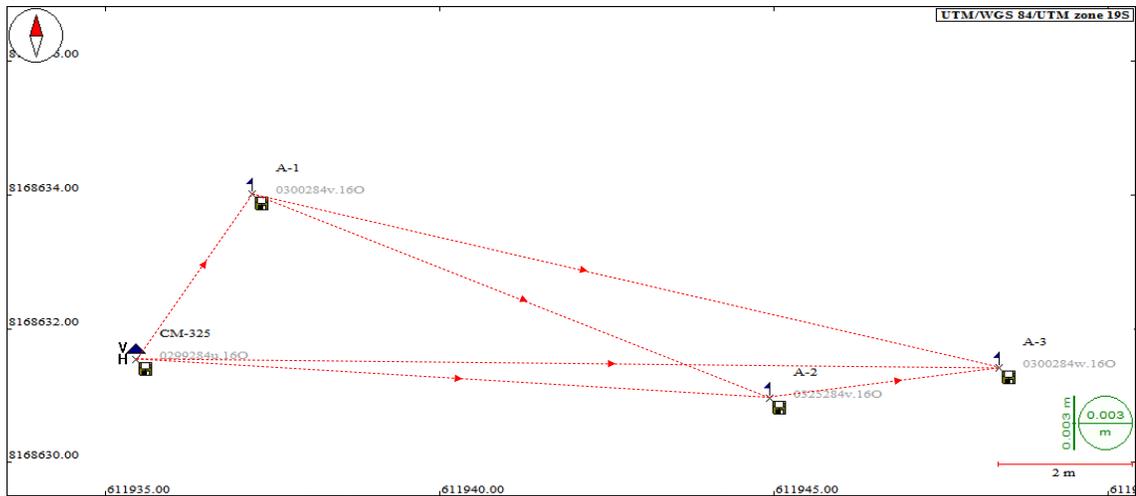


Figura No. 32 - Proceso de los puntos de control topográficos
Elaboración Propia

Tras el proceso de las líneas base, se procede con el ajuste final de los puntos de sesión como se ve en la Figura No. 39. Reporte GNSS ver Anexo B.

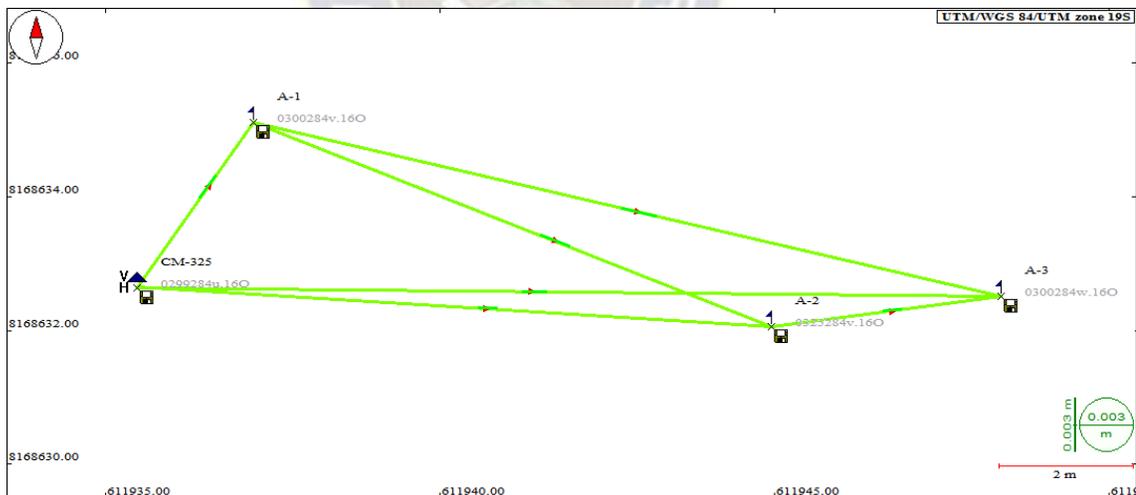


Figura No. 33 - Ajuste de los puntos de control topográficos
Elaboración Propia

El producto principal del procesado de datos brutos GPS entre dos puntos es un vector que define la relación entre dichos puntos, a partir de ello es que se obtiene las coordenadas de los puntos que son productos del vector procesado.



Sistema de Referencia: WGS-84							
Proyección: U.T.M. Zona 19 Sur							
Nombre	Este (m.)	Norte (m.)	Altura Elipsoidal (m.)	Latitud	Longitud	Estatus	Tipo
CM-325	611946.83 60	8168632.98 00	3537.8020	16° 33' 42.305"S	67° 57' 02.711"W	Control	Punto de control
A-1	612089.62 10	8168946.85 30	3725.3735	16° 33' 32.068" S	67° 56' 57.949" W	Ajustado	Punto registrado
A-2	613117.05 85	8168481.99 06	3673.2086	16° 33' 47.018" S	67° 56' 23.204" W	Ajustado	Punto registrado
A-3	613494.09 05	8168594.43 88	3730.8570	16° 33' 43.294" S	67° 56' 10.503" W	Ajustado	Punto registrado

Tabla No. 8 - Tabla de coordenadas de los puntos ajustados
 Fuente. Elaboración propia

3.2.4.9. Levantamiento Topográfico

Los trabajos técnicos desarrollados en campo, se desenvuelven principalmente con la mensura de los vértices de las propiedades agrarias, estas se efectúan empleando el método de levantamiento Directo de acuerdo a las Normas Técnicas INRA, realizando mediciones con una Estación Total. La metodología de levantamiento se realiza por radiación con origen en dos puntos de control, es decir que no existen poligonales con puntos auxiliares, siendo así innecesario la compensación de errores por poligonales.

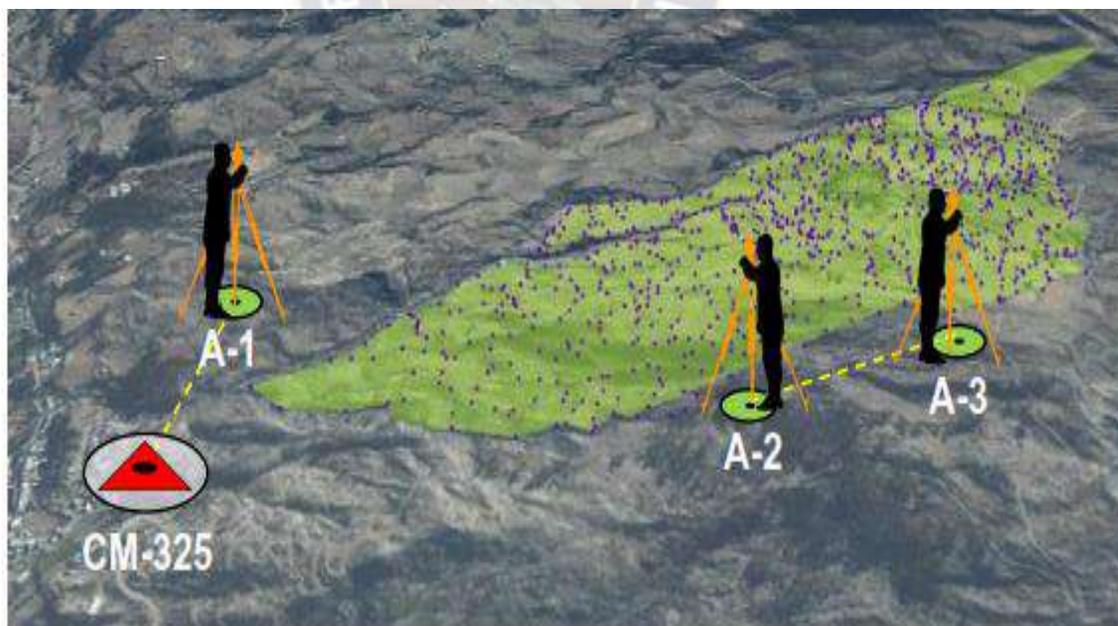


Figura No. 34 - Mensura directa por radiación con origen en dos puntos de control
 Elaboración Propia

3.2.4.10. Parámetros de Levantamiento Topográfico



Se debe considerar las correcciones de lectura de distancias tanto las correcciones atmosféricas como las correcciones geométricas. (Ver Tabla No.7)

Tabla No. 9 - Parámetros del levantamiento topográfico

Metodología	Radiación Topográfica			
Corrección Atmosférica	Temperatura	Si	8°C / 08:30 am - 20°C / 12:00 pm	
	Presión	Si	526.62 hPa	
Corrección Geométrica	Proyección/Escala (Factor Combinado)	Si	CM325 - A1	0.99918187
			A2 - A3	0.99917941
Poligonal Base	CM-325 A-1 A-2 A-3			

Fuente. Elaboración propia

Se realiza el cálculo del factor combinado por medio de una hoja de cálculos denominado "Utilidad para obtener el factor combinado" (ver figura No. 35), con los siguientes elementos: Coordenadas Este, Coordenadas Norte y Altura elipsoidal. (Ver Tabla No. 8)



Figura No. 35 - Hoja de Cálculo para obtener el factor combinado
 Fuente. Geosoluciones S.R.L.

Tabla No. 10 - Elementos para la obtención del factor combinado

ESTACIÓN	REFERENCIA	NUMERO DE VÉRTICES	DETALLES
A-1	CM-325	189	Vértices de parcelas
A-2	A-3	289	Vértices de parcelas
A-3	A-2	335	Vértices de parcelas
Total, vértices mensurados		813 vértices de parcelas	

Fuente. Elaboración propia

3.2.4.11. Detalles del Levantamiento Topográfica

Los elementos principales de mensura en campo son los vértices de las propiedades agrarias, donde se demandan tres estaciones diferentes para cubrir a cabalidad las

Sistema de Referencia		WGS-84		
Proyección		U.T.M. Zona 19 Sur		
Punto	Este (m.)	Norte(m.)	Altura Elip. (m)	Factor Combinado
CM-325	611946.8360	8168632.9800	3537.8020	0.99920100
A-1	612089.6210	8168946.8530	3725.3735	0.99917941
A-2	613117.0585	8168481.9906	3673.2086	0.99918187
A-3	613494.0905	8168594.4388	3730.8570	0.99917500

parcelas que comprende la Comunidad Originaria Puquisi. (Ver Tabla No. 9)

Tabla No. 11 - Detalles de la Mensura Topográfica
 Fuente. Elaboración propia



Figura No. 36 - Levantamiento Topográfico en campo
 Elaboración Propia

3.2.5. Trabajos de Gabinete

El trabajo de gabinete consiste en gestionar la información de campo, procesarla los datos, realizar un control topológico, crear una base de datos y finalmente elaborar los planos que son uno de los productos finales correspondientes a los trabajos de saneamiento de la propiedad agraria.

3.2.5.1. Gestión de Datos de Campo

Toda la información obtenida en campo requiere una gestión sistemática, tanto los datos topográficos como los datos geodésicos. (Ver Figura No. 37)

Específicamente la gestión de datos de campo gravita en la transferencia de datos de los equipos, conversión a un formato estándar y su respectiva depuración.

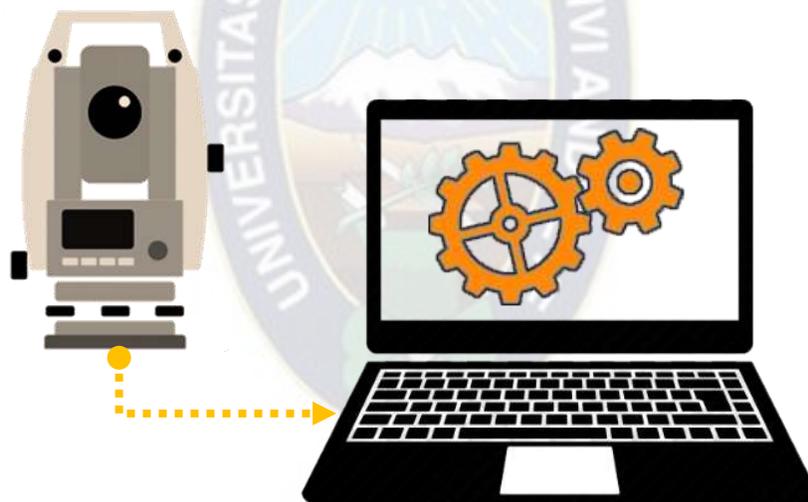


Figura No. 37 - Sistematización de la información de campo
Elaboración Propia

Cada equipo dispone de un software predeterminado para las gestiones correspondientes de los datos ya sea para la transferencia, conversión y proceso. La transferencia de los datos levantados en campo se realiza por medio del software ProLink.

La gestión de datos topográficos consiste principalmente, en concretar un formato legible y básico para las operaciones de toda la información topográfica obtenida en



campo, es por ello que gracias al software ProLink se determina: Numero de Punto, Coordenadas Este, Coordenadas Norte y Descripción del Punto, en formato TXT.



Figura No. 38 - Transferencia y gestión de Información Topográfica
 Elaboración Propia

3.2.5.2. Determinación de las Coordenadas de los Vértices de las Parcelas

Las coordenadas de los vértices de las parcelas, se determinan a través de mediciones directas en campo, debido a que se emplean coordenadas absolutas.

Durante el trabajo de gabinete se efectúa la transferencia de datos del Equipo (Estación Total) a la PC, empleado el software ProLink de Sokkia. (Ver Figura No.39)

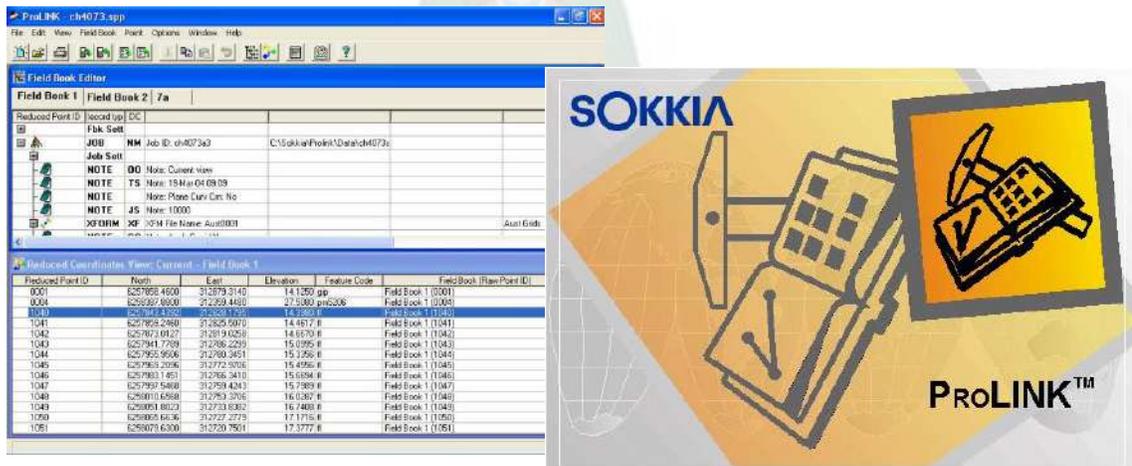


Figura No. 39 - Determinación de las Coordenadas de los Vértices de las Parcelas
 Elaboración Propia



La identificación de los vértices de cada una de las parcelas, es apoyada gracias a los croquis elaborados por los mismos beneficiarios de la comunidad, a sugerencia del personal de la brigada topográfica de INRA.

Los croquis elaborados por los beneficiarios se caracterizan por que cada vértice se identifica con el número de punto medido por el equipo (Estación Total), esto es de gran ayuda en el proceso de digitalización. (Ver Figura No. 41)

3.2.5.3. Digitalización de elementos por Mensura Directa

Con la gestión de toda la información topográfica obtenida en campo, se procede a la digitalización principalmente de los vértices de parcelas traducidas a polígonos

El software empleado para la digitalización de todos los elementos levantados en campo es el ArcGis¹¹, siendo una herramienta bajo un sistema para trabajar con información geográfica.



Figura No. 40 - Proceso de digitalización de elementos por mensura directa
Elaboración Propia

La digitalización de todas las parcelas es apoyada con orto-imágenes y croquis que fueron proporcionados por los mismos beneficiarios a pedido de funcionarios del INRA. A partir del resultado de las digitalizaciones de parcelas se conoce el perímetro y las

¹¹ ArcGis Conjunto de productos de software en el campo de los Sistemas de Información Geográfica. ESRI 2010.

superficies de cada una de las parcelas mensuradas en campo. (Ver anexo C) “Lista de beneficiarios”.



Figura No. 41 - Digitalización apoyada por croquis facilitados por beneficiarios
 Elaboración Propia

Todos los vértices que comprenden la formación de las parcelas y el perímetro comunal, son producto de un levantamiento por medio del Método Directo, es decir que la mensura de los vértices de parcelas y perímetro comunal son realizadas en campo.

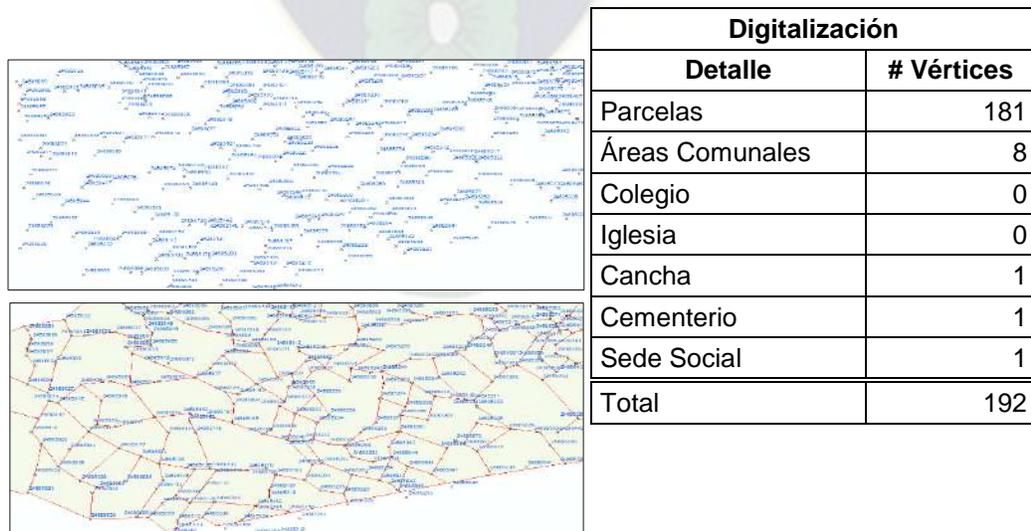


Figura No. 42 - Digitalización de elementos por mensura directa
 Elaboración Propia

3.2.5.4. Digitalización de elementos por Mensura Indirecta

La digitalización de elementos por mensura indirecta implica realizar la foto-identificación de principalmente elementos como caminos, ríos, lagunas y otros que permiten establecer la forma y el tamaño de dichos elementos, a través del uso de derivados fotogramétricos y/o imágenes satelitales, es decir que la mensura de los vértices de dichos elementos es realizada en gabinete con el apoyo de una orto-imagen del lugar.

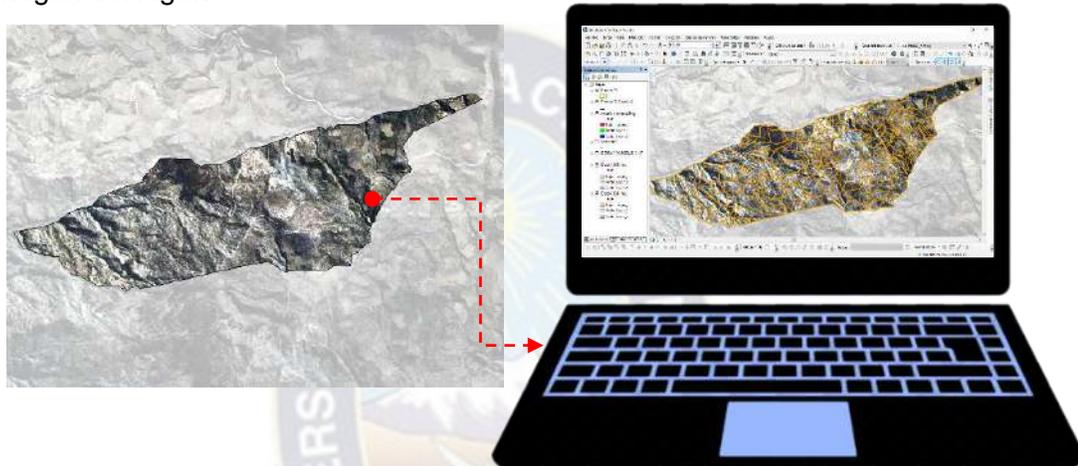


Figura No. 43 - Proceso de digitalización de elementos por mensura indirecta
Elaboración Propia

Con el apoyo de la orto-imagen conformada por los bloques de escena: Block4_809 y Block4_834 se generó un mosaico exclusivo de área de trabajo correspondiente a la comunidad Originaria Puquisi, donde es posible la identificación de varios elementos, tales como caminos y ríos principalmente.



Figura No. 44 - Digitalización de caminos, senderos y ríos
Elaboración Propia

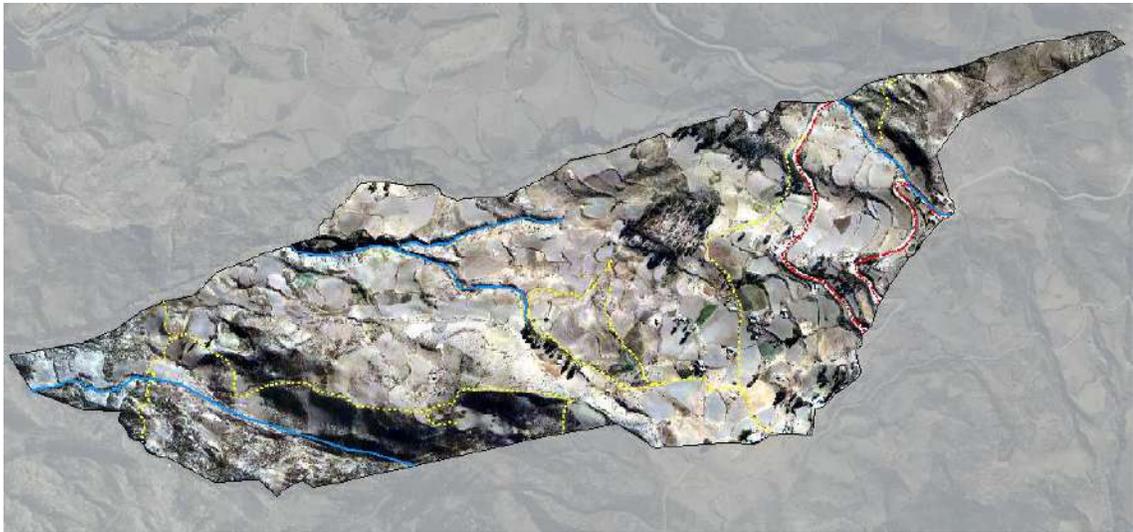


Figura No. 45 - Digitalización de caminos, senderos y ríos
Elaboración Propia

3.2.5.5. Control Topológico

La topología es un conjunto de reglas acopladas a un conjunto de herramientas y técnicas de edición que permite a las entidades modelar relaciones geométricas con mayor precisión.

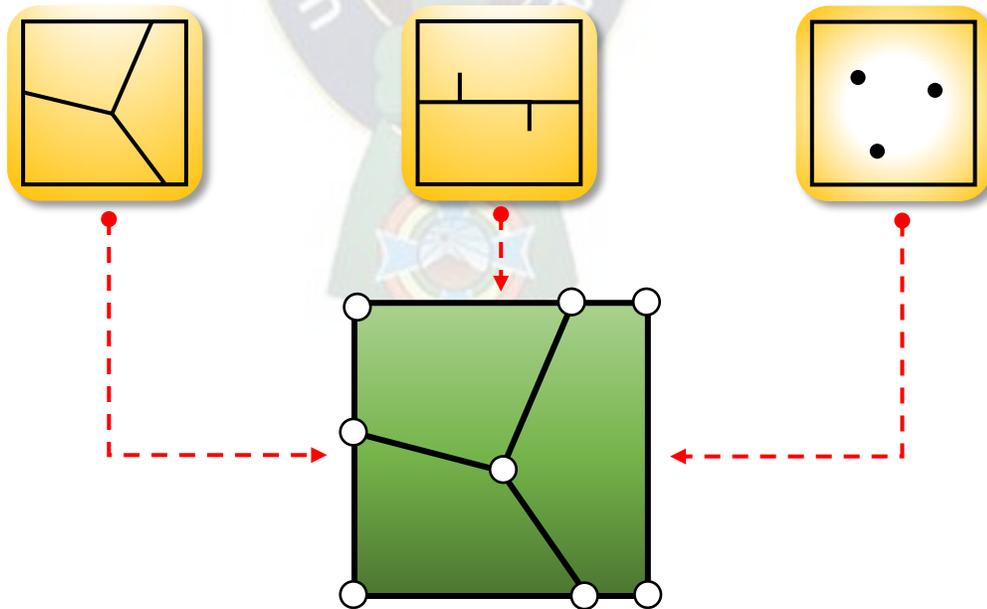


Figura No. 46 - Esquema de Topología
Elaboración Propia



Existen muchas reglas topológicas que se pueden implementar, dependiendo de las relaciones espaciales que sean más importantes mantener para su organización tanto como para elementos superficiales, lineales y puntuales.

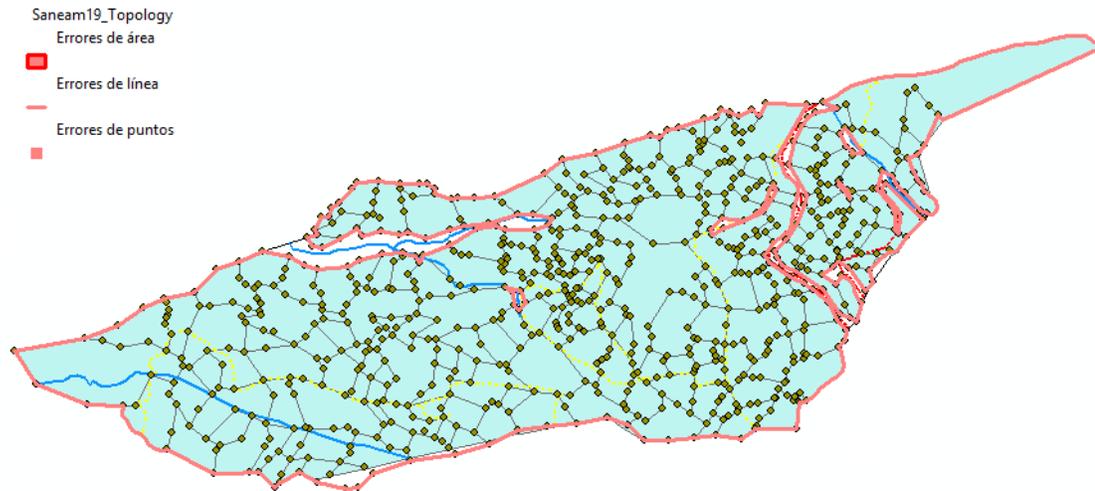


Figura No. 47 - Resultados del control topológico
 Elaboración Propia

3.2.5.6. Gestión de Base de Datos

Establecidas las coordenadas de los vértices prediales y digitalizada la representación gráfica de los predios, se establece la base de datos geográfica, donde el sistema posee una estructura seguida de metodologías de desarrollo de sistemas de información geográfica. (Ver Datos Digitales)



Figura No. 48 - Esquema de la base de datos de la comunidad Originaria Puquisi
 Elaboración Propia



La Base de Datos Geográfica (Geodatabase), se constituye en una herramienta institucional que permite el almacenamiento físico de la información geográfica. Cada Dirección Departamental del INRA, conforma una base de datos geográfica con los resultados de los procedimientos agrarios administrativos de todo el departamento correspondiente, y en coordinación con la Unidad de Catastro de Dirección Nacional, procede a realizar una permanente actualización de la misma. La estructura de la base de datos geográfica es la que se presenta a continuación:

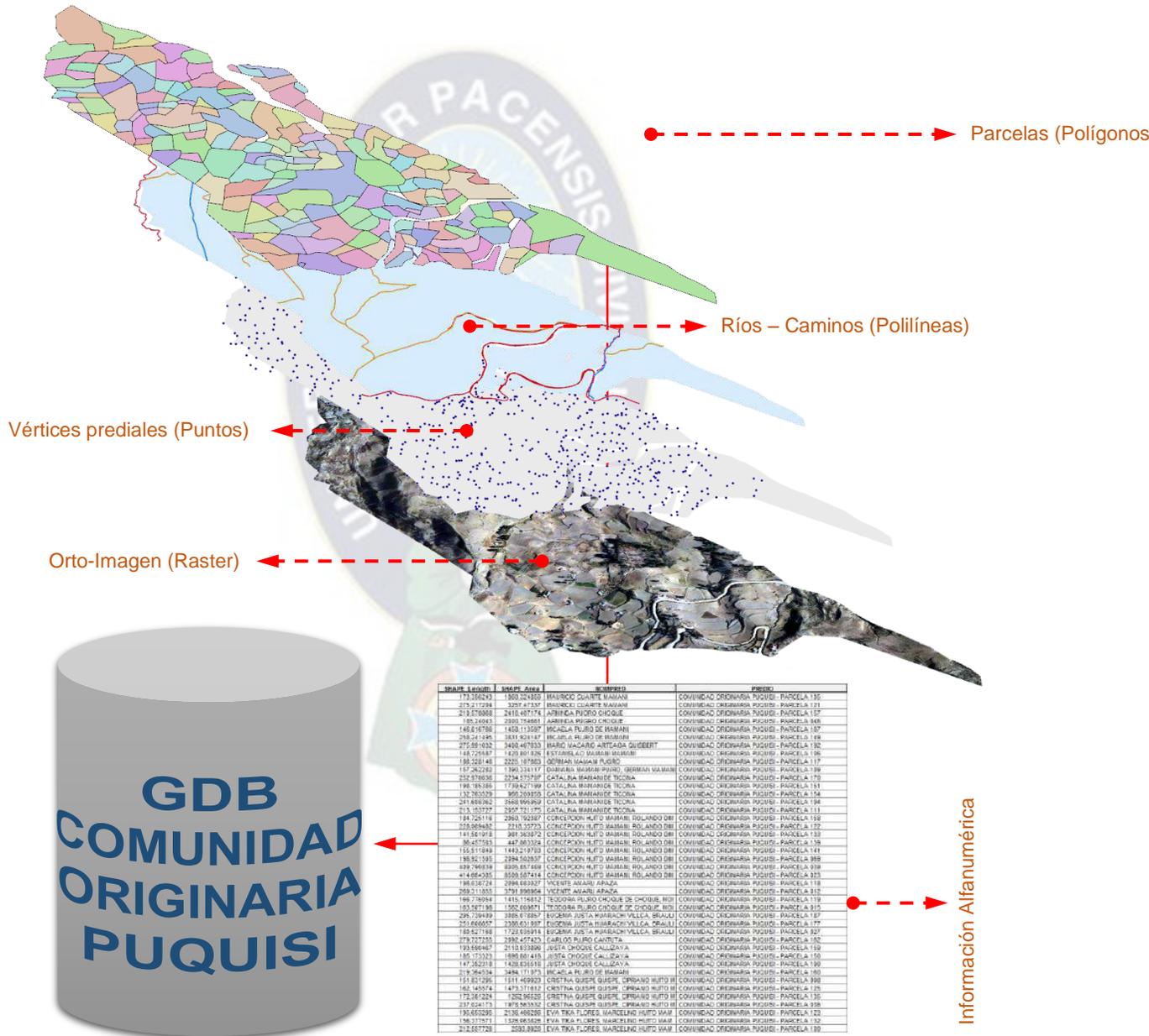


Figura No. 49 - Base de Datos Geográfica de la comunidad Originaria Puquisi
 Elaboración Propia

3.2.5.7. Elaboración de Planos

Con la información de campo debidamente procesada, depurada y digitalizada se da paso a la representación de todos los elementos trabajados, por medio de los planos catastrales generados por el Sistema Integrado de Saneamiento y Titulación (SIST), este software permite el registro de datos personales de cada beneficiario y con la herramienta “Manejo de datos Geográficos” permite la impresión de los planos individuales (Ver Figura No. No 50), Planos individuales (Ver anexos D y C).

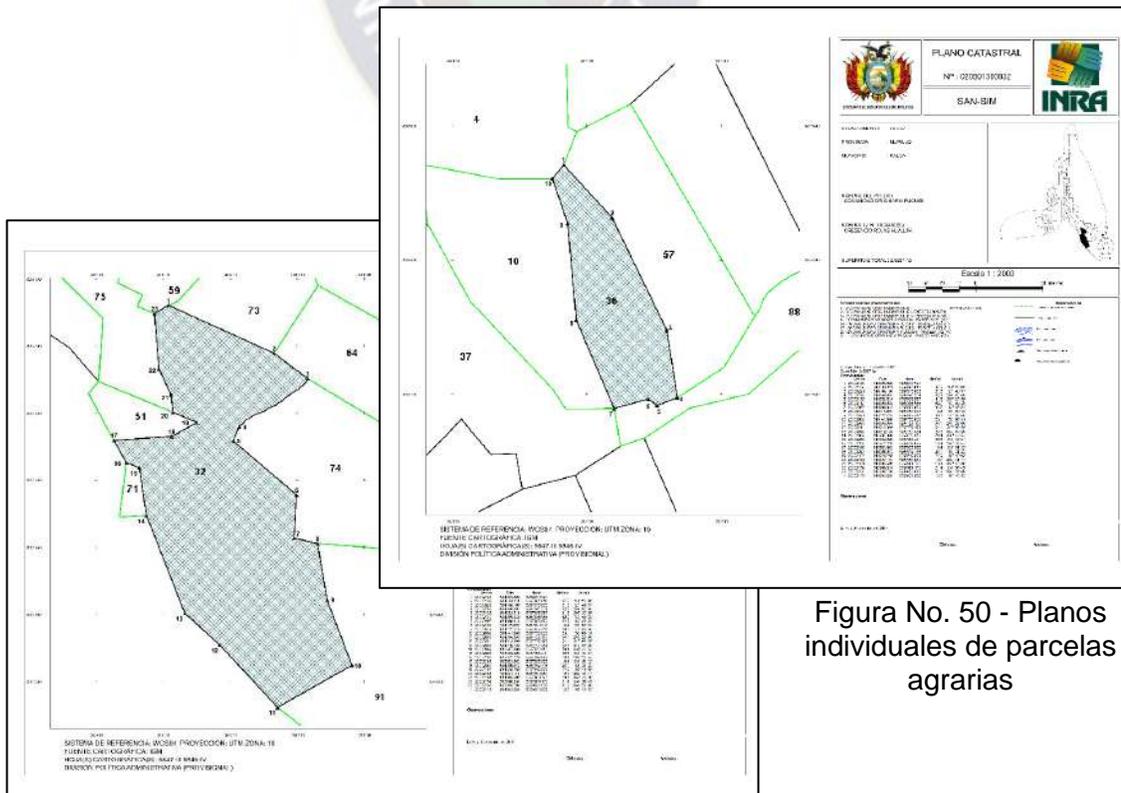


Figura No. 50 - Planos individuales de parcelas agrarias



Elaboración Propia

4. RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.1. Resultados

Los trabajos técnicos para el saneamiento de la propiedad agraria realizados en la Comunidad Originaria Puquisi como parte de las actividades en el marco del trabajo dirigido realizado, se resumen en dos etapas principales; La etapa de preparatoria y la etapa de campo. A partir de ello se tiene los siguientes resultados:

- Establecimientos de tres puntos de control topográficos vinculados a la Red Nacional SETMIN-INRA, por medio de posicionamiento GPS/GNSS, para la georreferenciación de las propiedades agrarias de la comunidad Originaria Puquisi. (Ver Tabla No. 12)

Sistema de Referencia: WGS-84					
Proyección: U.T.M. Zona 19 Sur					
Nombre	Este (m.)	Norte (m.)	Altura Elipsoidal (m.)	Latitud	Longitud
CM-325	611946.8360	8168632.9800	3537.8020	16° 33' 42.305"S	67° 57' 02.711"W
A-1	612089.6210	8168946.8530	3725.3735	16° 33' 32.068" S	67° 56' 57.949" W
A-2	613117.0585	8168481.9906	3673.2086	16° 33' 47.018" S	67° 56' 23.204" W
A-3	613494.0905	8168594.4388	3730.8570	16° 33' 43.294" S	67° 56' 10.503" W

Tabla No. 12 - Puntos de control Topográficos
 Fuente. Elaboración propia

- Mensura de 192 parcelas donde se tiene a 70 beneficiarios, 8 pertenecientes a áreas comunales, 1 cancha, 1 cementerio y 1 sede social correspondientes a la Comunidad Originaria Puquisi. (Ver Anexo C)
- Superficie total Mensurada de 56.3119 hectáreas, entre parcelas agrarias, áreas comunales, canchas, cementerios y sedes sociales pertenecientes a la Comunidad Originaria Puquisi. Ver anexo "Lista de parcelas agrarias de la Comunidad Originaria Puquisi".
- Elaboración de una base de datos de la Comunidad Originaria Puquisi, con información geográfica (polígonos, puntos, líneas y raster) e información alfanumérica (lista de beneficiarios, áreas y perímetros).



4.2. Análisis

Durante el proceso de saneamiento de la propiedad agraria realizada en la comunidad Originaria Puquisi por parte del Instituto Nacional de Reforma Agraria, principalmente en los trabajos técnicos, se procedieron a realizar actividades por diferentes métodos con el único propósito de obtener información geográfica real, particularmente la mensura realizada fue desarrollada por dos métodos; Directo e Indirecto, es a partir de ello que es necesario el análisis de la información correspondiente.

La mensura topográfica de las parcelas agrarias de la comunidad beneficiaria, son producto de una mensura directa, es decir que la información levantada fue desarrollada en campo, mientras que elementos como ríos, caminos y senderos fueron obtenidos por mensura indirecta a través de orto-fotos.

MÉTODO DIRECTO		MÉTODO INDIRECTO	
Parcelas agrarias	181	Ríos	4
Áreas comunales	8	Caminos	2
Sedes sociales	1	Senderos	7
Cementerios	1		
Canchas	1		

Tabla No. 13 - Número de elementos mensurados por ambos métodos
 Fuente. Elaboración propia



Figura No. 51 - Cantidad de elementos mensurados por método directo
 Elaboración Propia

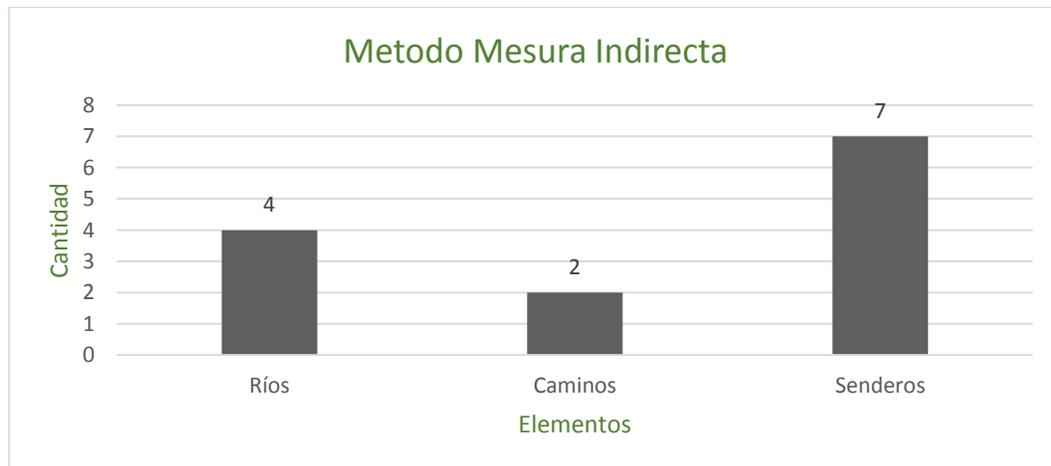


Figura No. 52 - Cantidad de elementos mensurados por método indirecto
 Elaboración Propia

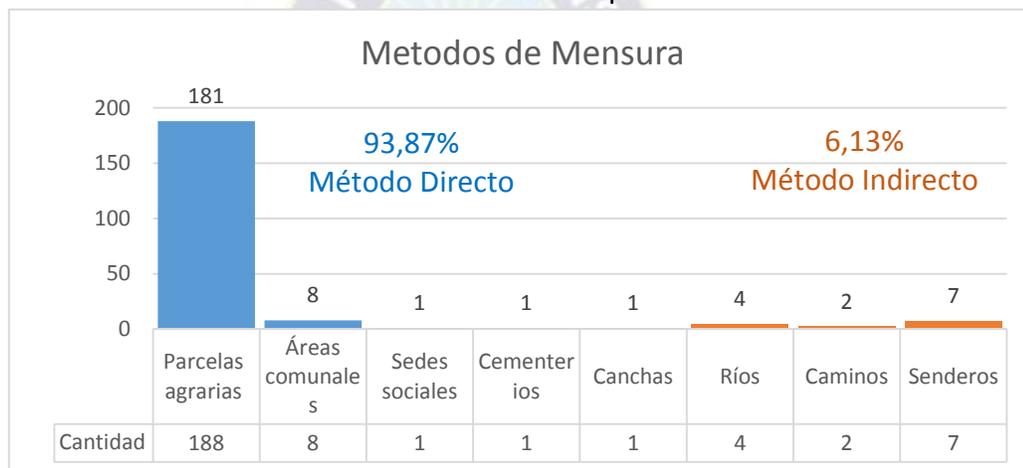


Figura No. 53 - Cantidad de elementos mensurados por método Directo e Indirecto
 Elaboración Propia

El gráfico Métodos de Mensura (Figura No. 53), detalla que el 94% de la mensura topográfica es desarrollada por el método directo, mientras que solo un 6% por el método indirecto, es decir que la información geográfica necesaria para los procesos técnicos de saneamiento, se realizados casi en su totalidad en campo.

Estos datos ayudan a entender el grado de empleabilidad que tienen las orto-fotos durante los procesos de saneamiento de las propiedades agrarias, siendo que, el presente proyecto muestra un porcentaje demasiado bajo de utilidad, lo que da a entender que se tiene un incremento comparativamente innecesario en el presupuesto de los trabajos técnicos que debe contraponer el Instituto Nacional de Reforma Agraria.



5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se concluye con la realización de los diferentes trabajos técnicos correspondientes para el saneamiento simple de la Comunidad Originaria Puquisi del Municipio de Palca en el Departamento de La Paz, donde:

- Se establecieron puntos de control vinculados a la Red Nacional SETMIN-INRA para la mensura topográfica de parcelas, y elementos naturales correspondientes a la comunidad originaria Puquisi.
- Se elaboraron los planos correspondientes de la comunidad originaria Puquisi.
- Se Generó una base de datos con todos los elementos relevante para el saneamiento de la propiedad agraria de la comunidad Originaria Puquisi.

5.2. Recomendaciones

En el marco de las actividades desarrolladas durante el periodo que se realizó el trabajo dirigido, es preciso señalar las siguientes recomendaciones:

- Tener un control constante de la información geográfica y alfanumérica durante el proceso técnico de saneamiento, con el propósito de no generar desorden y confusión con la variada cantidad de datos que suele manejarse en este tipo de proyectos.
- Conocer de manera puntual el uso adecuado de los equipos topográficos empleados en campo y los parámetros necesarios que requieren dichos equipos como las correcciones atmosféricas (Temperatura y presión) y las correcciones geométricas (Factor combinado).
- Efectuar un diagnóstico adecuado para el uso de orto-fotos en ciertos proyectos donde no se tengan porcentajes altos de empleo para digitalizaciones y resulten un gasto elevado para el Instituto Nacional de Reforma Agraria.



Bibliografía

- Alfaro, J. (2007). *Como se hace el Saneamiento, Regional Altiplano*. La Paz: Fundacion Tierra.
- Asín, F. M. (1983). *Geodesia y Cartografía Matemática*. Madrid.
- C.N.R., M. d. (2014). *Manual de Procedimientos Geodésicos y Topográficos*. Santiago.
- Enciclopedia_Libre_Wikipedia. (s.f.). *Wikipedia*. Obtenido de <http://www.wikipedia.org>
- Esri, C. ©. (1995-2010). *Topologia*. California, EEUU.
- INRA. (2008). *Ley No 1715 y su Reglamento*. La Paz: Instituto Nacional de Reforma Agraria.
- INRA. (2008). *Normas Técnicas para el Saneamiento de la Propiedad Agraria, Formación del Catastro y Registro Predial*. La Paz, Bolivia.
- INRA. (2012). *Cartilla Informativa*. La Paz, Bolivia.
- INRA. (2014). *Saneamiento de Tierras en Bolivia*. La Paz, Bolivia: Santana.
- MBN. (2010). *Manual de Normas Tecnicas de Mensura. Segunda Edicion 2010*. Chile.
- UMSA. (2008). *Topografia. Apuntes teoricos Carrera de Topografia y Geodesia*. Bolivia.
- Vera, M. A. (s.f.). *Geodesia Modulo I*.
- Wikipedia, E. L. (2015). *Topografia*.



ANEXOS



ANEXO A

Certificado de Trabajo Dirigido



CERTIFICADO DE TRABAJO DIRIGIDO

INRA-DDLP-UAF N° 066/2016

El suscrito Lic. Leonardo Uruchi Morales, Director Departamental a.i. y el Lic. Raúl Wilson Calizaya Fernández Encargado Administrativo Financiero del Instituto Nacional de Reforma Agraria Dirección Departamental La Paz.

CERTIFICAN:

Que según informe UAF-DDLP N° 066/2016 emitida por la Unidad administrativa Financiera, la Univ. Cinthia Nair Carita Flores con C.I. 6868274 LP. Realizó su trabajo dirigido en la Unidad Saneamiento según convenio entre la U.M.S.A. carrera de Topografía y Geodesia, bajo la tutoría del Lic. Nelson Catunta Chacón obteniendo una nota de 90 puntos.

De acuerdo al siguiente detalle:

- ❖ 14 de Octubre de 2015 a 14 de Abril de 2016, desempeñando funciones como Técnico - Trabajo Dirigido

Es cuanto certifico en honor a la verdad para fines consiguientes que corresponda al interesado.

La Paz, 15 de Abril de 2016

Lic. Raúl Wilson Calizaya Fernández
ENCARGADO ADMINISTRATIVO FINANCIERO
INRA - LA PAZ

V. B.
LESTUA
DIRECTOR DEPARTAMENTAL a.i.
INRA - LA PAZ



ANEXO B

Reporte de Ajuste GPS/GNSS

Vista de levantamiento

GNSS Solutions

(C) 2012 Trimble Navigation Limited. All rights reserved. Spectra Precision is a Division of Trimble Navigation Limited.

15/10/2016 10:07:57 p. m.

www.spectraprecision.com

Nombre del proyecto: Puquisi

Sistema de referencia espacial: UTM/WGS 84/UTM zone 19S

Zona horaria: (UTC-04:00) Georgetown, La Paz, Manaus, San Juan

Unidades lineales: Metros

Resumen del sistema de coordenadas

Sistema de coordenadas

Nombre: UTM/WGS 84/UTM zone 19S
Tipo: Proyectado
Nombre de la unidad: Metros
Metros por unidad: 1
Datum vertical: Elipsoide
Unidad vertical : Metros
Metros por unidad: 1

Datum

Nombre: WGS 84
Nombre del elipsoide: WGS 84
Semieje mayor: 6378137.000 m
Inversa aplastamiento: 298.257223563
DX a WGS84: 0.0000 m
DY a WGS84: 0.0000 m
DY a WGS84: 0.0000 m
RX a WGS84: -0.000000 "
RY a WGS84: -0.000000 "
RZ a WGS84: -0.000000 "
ppm a WGS84: 0.000000000000

Proyección

Clase de proyección: Transverse_Mercator
latitude_of_origin 0° 00' 00.00000"N
central_meridian 69° 00' 00.00000"W
scale_factor 0.999600000000
false_easting 500000.000 m
false_northing 10000000.000 m

Puntos de control

95%

Nombre	Componentes	Error	Estado	Error de control
SetminCM325	Este 611946.836	0.000	FIJO	
	Norte 8168632.980	0.000	FIJO	
	Altura elipse 3537.802	0.000	FIJO	
Descripción	cm325			

Puntos registrados

Nombre	95%		Error	Estado
	Componentes			
A1	Este	612089.621	0.002	Ajustado
	Norte	8168946.853	0.010	Ajustado
	Altura elipse	3725.373	0.013	Ajustado
	<i>Descripción</i> 0300_1010v_GYYO			
A2	Este	613117.058	0.002	Ajustado
	Norte	8168481.990	0.010	Ajustado
	Altura elipse	3673.208	0.017	Ajustado
	<i>Descripción</i> 0325_1010v_SZCW			
A3	Este	613494.090	0.001	Ajustado
	Norte	8168594.438	0.009	Ajustado
	Altura elipse	3730.857	0.003	Ajustado
	<i>Descripción</i> 0300_1010w_GYYO			

Archivos

Nombre	Hora inicial	Muestreo	Generaciones	Tamaño (KB)	Tipo
0299284u.16O	10/10/16 16:48:30	15	467	269	L1/L2 GPS/GLONASS
0300284v.16O	10/10/16 17:13:00	15	161	87	L1/L2 GPS/GLONASS
0300284w.16O	10/10/16 18:11:00	15	188	105	L1/L2 GPS/GLONASS
0325284v.16O	10/10/16 17:19:15	15	133	73	L1/L2 GPS/GLONASS

Ocupaciones

Emplazamiento	Hora inicial	Período de tiempo	Tipo	Archivo
SetminCM325	10 Octubre 2016 16:48:30.00	01:56:30.00	Static	0299284u.16O
A1	10 Octubre 2016 17:13:00.00	00:40:02.00	Static	0300284v.16O
A2	10 Octubre 2016 18:11:00.00	00:46:45.00	Static	0300284w.16O
A3	10 Octubre 2016 17:19:15.00	00:33:00.00	Static	0325284v.16O

Procesos

Referencia	Archivo de referencia	Remoto	Archivo del receptor remoto	Modo	NUM
SetminCM325	A2261FF.18O	A3	0300284w.16O	Estático	1
SetminCM325	A2261FF.18O	A2	0325284v.16O	Estático	2
SetminCM325	A2261FF.18O	A1	0300284v.16O	Estático	3
A3	0325284v.16O	A2	0300284w.16O	Estático	4
A3	0300284w.16O	A1	0300284v.16O	Estático	5
A2	0300284w.16O	A1	0300284v.16O	Estático	6

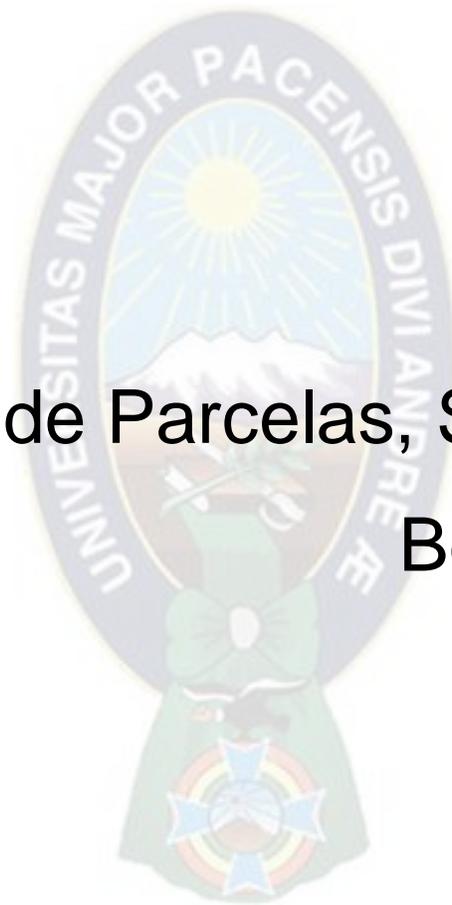
Vectores procesados

Identificador de vector	Vector 95% Longitud	Vector 95%		Error SV	PDOP	QA	Solución
		Error	Componentes				
SetminCM325 - A1	890.636	0.004	X -531.050	0.001	5	4.5	Fijo
10/10/16 17:13:00.00			Y -566.236	0.002			
+00:40:00.00			Z 436.572	0.001			
SetminCM325 - A3	1849.032	0.002	X 170.802	0.000	5	3.3	Fijo

10/10/16 17:19:15.00				Y	-637.162	0.001			
+00:34:00.00			Z	1727.360	0.001				
A2 - A1	63.524	0.000	X	5.033	0.000	8 2.1		Fijo	
10/10/16 17:13:00.00				Y	-23.056	0.000			
+00:33:00.00			Z	58.978	0.000				
A2 - SetminCM325	932.484	0.001	X	-526.024	0.000	6 2.5		Fijo	
10/10/16 16:48:30.00				Y	-589.274	0.000			
+00:33:00.00			Z	495.562	0.000				
A2 - A3	55.054	0.000	X	-46.076	0.000	8 2.0		Fijo	
10/10/16 17:19:15.00				Y	-28.529	0.000			
+00:39:05.00			Z	9.695	0.000				
A3 - A1	81.815	0.000	X	66.346	0.000	9 1.9		Fijo	
10/10/16 17:13:00.00				Y	21.457	0.000			
+00:32:10.00			Z	42.795	0.000				

Vectores ajustados

Identificador de vector	Vector Longitud	Vector Resid.	Vector Componentes	Tau Resid.	Prueba QA
SetminCM325 - A1	890.634	0.006	X -531.051	-0.001	
10/10/16 17:13:00.00			Y -566.231	0.004	
			Z 436.574	0.002	
SetminCM325 - A3	1849.032	0.001	X 170.802	0.006	
10/10/16 17:19:15.00			Y -637.162	-0.006	
			Z 1727.360	-0.004	
A2 - A1	63.525	0.005	X 5.032	-0.001	
10/10/16 17:13:00.00			Y -23.052	0.005	
			Z 58.981	0.003	
A2 - SetminCM325	932.483	0.013	X -526.019	0.003	
10/10/16 16:48:30.00			Y -589.283	-0.008	
			Z 495.555	0.005	
A2 - A3	54.991	0.149	X -46.097	-0.001	
10/10/16 17:19:15.00			Y -28.387	0.002	
			Z 9.655	-0.000	
A3 - A1	81.836	0.216	X 66.377	0.000	
10/10/16 17:13:00.00			Y 21.264	-0.003	
			Z 42.886	0.001	



ANEXO C

Lista de Parcelas, Superficie y Beneficiarios

No	BENEFICIARIO	PARCELA	SUPERFICIE (m²)
1	Agapito Huito Ticona	034	1741,90
2	Agapito Huito Ticona	105	4844,91
3	Alejo Huito Poma	121	885,06
4	Alejo Huito Poma	157	929,62
5	Alejo Huito Poma	046	5137,44
6	Alicia G. Mamani, Lauriano Mamani Castaño	167	2746,08
7	Ancelmo Jananoca Flores	149	592,60
8	Ancelmo Jananoca Flores	192	3272,59
9	Ancelmo Jananoca Flores	106	5822,95
10	Ancelmo Jananoca Flores	117	8676,63
11	Andrea Poma De Huito, Raimundo Huito Jaliri	109	1169,70
12	Andrea Poma De Huito, Raimundo Huito Jaliri	170	1226,57
13	Andrea Poma De Huito, Raimundo Huito Jaliri	151	3616,65
14	Andrea Poma De Huito, Raimundo Huito Jaliri	154	3836,65
15	Antonia Mamani De Mamani, Jose Mamani Ticona	194	616,63
16	Antonia Mamani De Mamani, Jose Mamani Ticona	111	800,48
17	Antonia Mamani De Mamani, Jose Mamani Ticona	158	3434,49
18	Area Comunal	122	507,62
19	Area Comunal	133	797,54
20	Area Comunal	139	857,91
21	Area Comunal	141	1753,78
22	Area Comunal	069	2405,05
23	Area Comunal	039	5376,70
24	Area Comunal	023	8389,75
25	Area Comunal	118	28084,32
26	Area Comunal (Cancha)	012	8759,19
27	Area Comunal (Cementerio)	119	1341,93
28	Area Comunal (Sede)	015	146,76
29	Arminda Pugro Choque	187	2000,75
30	Arminda Pugro Choque	177	2416,41
31	Barbara Mamani De Quispe	027	2707,97
32	Braulio Quispe Flores	162	2051,70
33	Carlos Huito Mamani	159	608,69
34	Carlos Huito Mamani	150	1061,39
35	Carlos Huito Mamani	190	2150,12
36	Carlos Huito Mamani	160	2171,43
37	Carlos Pujro Cantuta	098	1636,81
38	Carlos Pujro Cantuta	125	2092,46
39	Carmen Rosa Callizaya De Quispe	135	726,18
40	Carmen Rosa Callizaya De Quispe	036	3772,30

No	BENEFICIARIO	123	SUPERFICIE (m ²)
41	Carmen Rosa Huito Huampu	132	1039,60
42	Carmen Rosa Huito Huampu	100	1247,04
43	Carmen Rosa Huito Huampu	025	1397,24
44	Carmen Rosa Huito Huampu	006	1754,03
45	Carmen Rosa Huito Huampu	007	2996,31
46	Carmen Rosa Huito Huampu	148	6728,54
47	Carmen Rosa Huito Huampu, Hortencia Isabel Huampu De Huito, Martin Huito Avircata	101	803,17
48	Carmen Rosa Huito Huampu, Hortencia Isabel Huampu De Huito, Martin Huito Avircata	183	3041,39
49	Catalina Mamani De Ticona	010	966,20
50	Catalina Mamani De Ticona	130	1739,63
51	Catalina Mamani De Ticona	099	2057,72
52	Catalina Mamani De Ticona	131	2234,58
53	Catalina Mamani De Ticona	134	3569,00
54	Concepcion Huito Mamani, Rolando Dimar Condori Mamani	014	447,86
55	Concepcion Huito Mamani, Rolando Dimar Condori Mamani	067	981,36
56	Concepcion Huito Mamani, Rolando Dimar Condori Mamani	021	1443,21
57	Concepcion Huito Mamani, Rolando Dimar Condori Mamani	136	2060,79
58	Concepcion Huito Mamani, Rolando Dimar Condori Mamani	091	2094,50
59	Concepcion Huito Mamani, Rolando Dimar Condori Mamani	085	2216,36
60	Concepcion Huito Mamani, Rolando Dimar Condori Mamani	124	8005,86
61	Concepcion Huito Mamani, Rolando Dimar Condori Mamani	189	8509,59
62	Cristian Nelson Mamani Aruquipa	182	1161,79
63	Cristian Nelson Mamani Aruquipa	081	1960,72
64	Cristina Quispe, Cipriano Huito Mamani	041	1262,97
65	Cristina Quispe, Cipriano Huito Mamani	077	1473,37
66	Cristina Quispe, Cipriano Huito Mamani	042	1511,47
67	Cristina Quispe, Cipriano Huito Mamani	049	1978,56
68	Damiana Mamani Pujro, German Mamani Pujro, David Mamani Pujro, Luis Mamani Pujro	022	1390,33
69	Dionicia Ibarra Aruquipa, Hilarion Quispe Vargas	079	1278,53
70	Dionicia Ibarra Aruquipa, Hilarion Quispe Vargas	026	1437,26
71	Dionicia Ibarra Aruquipa, Hilarion Quispe Vargas	050	2348,13
72	Dominga Ticona Zarate, Gonzalo Quispe Flores	086	1352,52
73	Dominga Ticona Zarate, Gonzalo Quispe Flores	065	1421,86
74	Estanislao Mamani	087	758,75
75	Estanislao Mamani	040	1420,80
76	Eugenia Justa Huarachi Villca, Braulio Mamani Ticona	090	1723,04
77	Eugenia Justa Huarachi Villca, Braulio Mamani Ticona	028	2386,63
78	Eugenia Justa Huarachi Villca, Braulio Mamani Ticona	143	3085,08

No	BENEFICIARIO	066	SUPERFICIE (m ²)
79	Eugenio Huito Jaliri	031	6664,75
80	Eustaquia Ticona Vda. De Cuarite	103	1490,85
81	Eustaquia Ticona Vda. De Cuarite	018	1975,59
82	Eva Tika Flores, Marcelino Huito Mamani	140	1326,06
83	Eva Tika Flores, Marcelino Huito Mamani	110	1782,32
84	Eva Tika Flores, Marcelino Huito Mamani	179	2122,63
85	Eva Tika Flores, Marcelino Huito Mamani	127	2136,47
86	Eva Tika Flores, Marcelino Huito Mamani	137	2593,89
87	Eva Virginia Huito Huampu	047	983,84
88	Eva Virginia Huito Huampu	104	2960,29
89	Eva Virginia Huito Huampu	008	3722,21
90	Eva Virginia Huito Huampu, Francisco Guampo Callizaya	052	946,08
91	Felix Ticona Poma, Lucila J. Tola Autacio	013	1543,68
92	Felix Ticona Poma, Lucila J. Tola Autacio	175	2974,79
93	Felix Ticona Poma, Lucila J. Tola Autacio	004	3700,25
94	Felix Ticona Poma, Lucila J. Tola Autacio	142	4939,28
95	Felix Ticona Poma, Lucila J. Tola Autacio	156	6908,59
96	Feliza Mamani Choque, Nestor Mamani Ticona	076	627,41
97	Feliza Mamani Choque, Nestor Mamani Ticona	009	753,97
98	Feliza Mamani Choque, Nestor Mamani Ticona	053	2325,65
99	Filomena Quispe Amaru	088	1333,90
100	Filomena Quispe Amaru	029	1461,62
101	Flora Chiquipa Amaru	019	4703,91
102	Flora Chiquipa Amaru, Cecilia Chiquipa Vargas	003	3260,54
103	Fortunata Laura Asquicho	174	1997,66
104	Genova Guarachi Laura, Eulogio Ticona Poma	178	3631,38
105	Genova Guarachi Laura, Eulogio Ticona Poma	102	4461,84
106	German Mamani Pugro	094	2225,11
107	Isidora Ticona Flores De Chiquipa, Donato Chiquipa Amaru	043	729,42
108	Isidora Ticona Flores De Chiquipa, Donato Chiquipa Amaru	095	3312,21
109	Isidora Ticona Flores De Chiquipa, Donato Chiquipa Amaru	002	3978,22
110	Isidora Ticona Flores De Chiquipa, Donato Chiquipa Amaru	020	5512,58
111	Josefa Zarate Cuentas, Serapio Ticona Flores	074	1114,09
112	Josefa Zarate Cuentas, Serapio Ticona Flores	173	1614,16
113	Juan Mamani Albarado	186	1160,32
114	Juan Mamani Albarado	075	4057,42
115	Juan Santos Alanoca Tola	016	1327,79
116	Juan Santos Alanoca Tola	051	2228,52
117	Juan Santos Alanoca Tola	181	2298,29
118	Juan Santos Alanoca Tola	188	4935,32

No	BENEFICIARIO	176	SUPERFICIE (m ²)
119	Juana Sirpa Perez, Simon Amaru Quispe	048	731,33
120	Juana Sirpa Perez, Simon Amaru Quispe	172	4437,08
121	Justa Choque Callizaya	082	1428,84
122	Justa Choque Callizaya	120	1698,88
123	Justa Choque Callizaya	072	2110,03
124	Justa Choque Callizaya	180	2752,37
125	Lola L. Huallpa De Callizaya, Silvano Callizaya Pujro	166	1065,41
126	Lola L. Huallpa De Callizaya, Silvano Callizaya Pujro	060	3068,93
127	Maria Huito Avircata De Ticona	080	1924,55
128	Mario Macario Arteaga Quisbert	035	3408,47
129	Martha Muñoz De Gonzales	064	3265,40
130	Martin Ramos Alanoca	108	384,42
131	Martin Ramos Alanoca	169	2342,51
132	Maruja Sandoval Estrada De Quispe, Erasmo Quispe	126	3051,62
133	Mauricio Cuarite Mamani	059	1860,32
134	Mauricio Cuarite Mamani	056	2781,56
135	Mauricio Cuarite Mamani	147	3257,47
136	Mercedes Justina Aruquipa De Mamani, Daniel Mamani Guillen	055	2902,73
137	Mercedes Justina Aruquipa De Mamani, Daniel Mamani Guillen	070	3617,64
138	Mercedes Justina Aruquipa De Mamani, Daniel Mamani Guillen	129	5370,09
139	Micaela Pujro De Mamani	115	1458,11
140	Micaela Pujro De Mamani	184	3494,17
141	Micaela Pujro De Mamani	062	3831,92
142	Miguel Quispe Pujro	061	1749,52
143	Miguel Quispe Pujro	171	2659,41
144	Miguel Quispe Pujro	038	6913,91
145	Modesta Ticona Amaru	093	1270,57
146	Modesta Ticona Amaru	144	1573,05
147	Modesta Ticona Amaru, Angelica Ticona Amaru	097	1053,71
148	Pablo Vitto Mamani	116	2813,85
149	Pablo Vitto Mamani	017	8057,98
150	Paulina Cruz Camino, Prudencio Huito Poma	073	2597,32
151	Paulina Cruz Camino, Prudencio Huito Poma	168	2869,00
152	Paulina Cruz Camino, Prudencio Huito Poma	128	3155,18
153	Paulina Cruz Camino, Prudencio Huito Poma	071	28592,20
154	Roger Huito Callizaya	153	419,42
155	Roger Huito Callizaya	092	654,62
156	Roger Huito Callizaya	112	1916,40
157	Romulo Ticona Poma	054	2863,50
158	Romulo Ticona Poma	146	7333,77

No	BENEFICIARIO	083	SUPERFICIE (m ²)
159	Rufina Poma De Ticona, Isidro Ticona Kantuta	011	838,69
160	Rufina Poma De Ticona, Isidro Ticona Kantuta	032	1850,29
161	Rufina Poma De Ticona, Isidro Ticona Kantuta	037	3597,59
162	Rufina Poma De Ticona, Isidro Ticona Kantuta	114	3641,11
163	Rufina Poma De Ticona, Isidro Ticona Kantuta	096	5993,80
164	Sabina Chiquipa Ticona, Jose Pujro Choque	089	954,40
165	Sabina Chiquipa Ticona, Jose Pujro Choque	145	2000,53
166	Sabina Chiquipa Ticona, Jose Pujro Choque	045	3070,68
167	Sabina Chiquipa Ticona, Jose Pujro Choque	152	3637,99
168	Silverio Flores Quispe	024	1970,13
169	Silverio Flores Quispe	193	2168,13
170	Sin Apersonamiento	084	4009,57
171	Teodora Pujro Choque De Choque, Moises Choque Quispe	164	1415,12
172	Teodora Pujro Choque De Choque, Moises Choque Quispe	185	1562,00
173	Teofilo Huito Jahuircata	033	946,34
174	Teofilo Huito Jahuircata	078	2054,72
175	Teofilo Huito Jahuircata	138	2618,42
176	Teofilo Huito Jahuircata	030	3646,32
177	Teofilo Huito Jahuircata, Carmelo Huito Jahuircata	107	1819,54
178	Teresa Caceres Huanca, Victor Huito Poma	044	4301,96
179	Teresa Caceres Huanca, Victor Huito Poma	063	5321,92
180	Teresa Caceres Huanca, Victor Huito Poma	068	5859,22
181	Teresa Villca De Mamani	155	831,21
182	Teresa Villca De Mamani	165	852,98
183	Teresa Villca De Mamani	113	1501,21
184	Teresa Villca De Mamani	005	2222,72
185	Tomasa Torrez Vda. De Flores	195	1157,47
186	Tomasa Torrez Vda. De Flores	161	1526,47
187	Tomasa Torrez Vda. De Flores	191	4836,08
188	Vicente Amaru Apaza	057	2094,08
189	Vicente Amaru Apaza	034	3792,00
190	Virginia Vitto Mamani, Armin Salas Huito	105	1060,00
191	Virginia Vitto Mamani, Armin Salas Huito	121	3031,11
192	Virginia Vitto Mamani, Armin Salas Huito	157	17921,77



ANEXO D

Planos Individuales



PLANO CATASTRAL

NP : 020501300021

SAN-SIM

DEPARTAMENTO : LA PAZ
 PROVINCIA : MURILLO
 MUNICIPIO : PALCA

NOMBRE DEL PREDIO
 COMUNIDAD ORIGINARIA PUQUISI - PARCELA 021

NOMBRE BENEFICIARIO(S)
 CARMEN ROSA HUITO HUAMPU

SUPERFICIE TOTAL : 0.1247 ha



Escala 1 : 500



Colindancias Perimetrales

1-3 COMUNIDAD ORIGINARIA PUQUISI - PARCELA 020
 3-4 COMUNIDAD ORIGINARIA PUQUISI - PARCELA 005
 4-5 COMUNIDAD ORIGINARIA PUQUISI - PARCELA 022
 5-6 COMUNIDAD ORIGINARIA PUQUISI - PARCELA 023
 6-1 COMUNIDAD ORIGINARIA PUQUISI - PARCELA 023

Código Catastral: 020501300021
 Superficie: 0.1247 ha

Coordenadas

Vertice	Este	Norte	dist(m)	Azimu ¹
1	513400.02	826807.156	13.3	81° 42' 48"
2	513400.564	826807.073	24.4	70° 53' 29"
3	513423.641	826805.088	43.8	100° 06' 56"
4	513444.415	826807.768	43.8	100° 06' 56"
5	513444.415	826804.766	43.8	100° 06' 56"
6	513423.641	826805.088	24.4	70° 53' 29"
1	513400.02	826807.156	8.4	39° 01' 11"

Referencias

- Líneas de predio colindantes
- Línea de predio
- ~~~~~ Ríos intermitentes
- ~~~~~ Ríos permanentes
- ▲ Vertices predio (campo)
- ▲ Vertices predio (gabanes)

Observaciones

SISTEMA DE REFERENCIA: WGS84 PROYECCIÓN: UTM ZONA: 19
 FUENTE CARTOGRAFICA: IGM
 HOJA(S) CARTOGRAFICA(S): 5847-III-5846-IV
 DIVISION POLITICA ADMINISTRATIVA (PROVISIONAL)

Elaborado

Aprobado

La Paz, Septiembre de 2017



PLANO CATASTRAL

NP : 020501300022

SAN-SIM

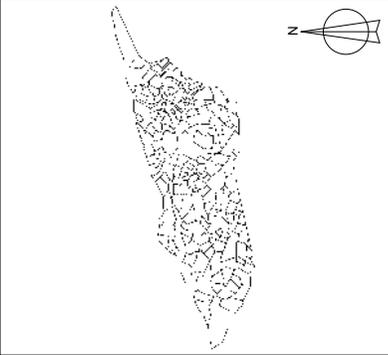


DEPARTAMENTO : LA PAZ
 PROVINCIA : MURILLO
 MUNICIPIO : PALCA

NOMBRE DEL PREDIO
 COMUNIDAD ORIGINARIA PUQUISI - PARCELA 022

NOMBRE BENEFICIARIO(S)
 MERCEDES JUSTINA ARQUIPA DE MAMANI
 DANIEL MAMANI GUILLEN

SUPERFICIE TOTAL : 0.3617 ha

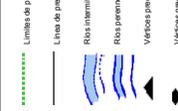


Escala 1 : 1000



Colindancias Perimetrales
 1-4 COMUNIDAD ORIGINARIA PUQUISI - PARCELA 023
 4-5 COMUNIDAD ORIGINARIA PUQUISI - PARCELA 021
 5-8 COMUNIDAD ORIGINARIA PUQUISI - PARCELA 015
 8-3 COMUNIDAD ORIGINARIA PUQUISI - PARCELA 012

Referencias



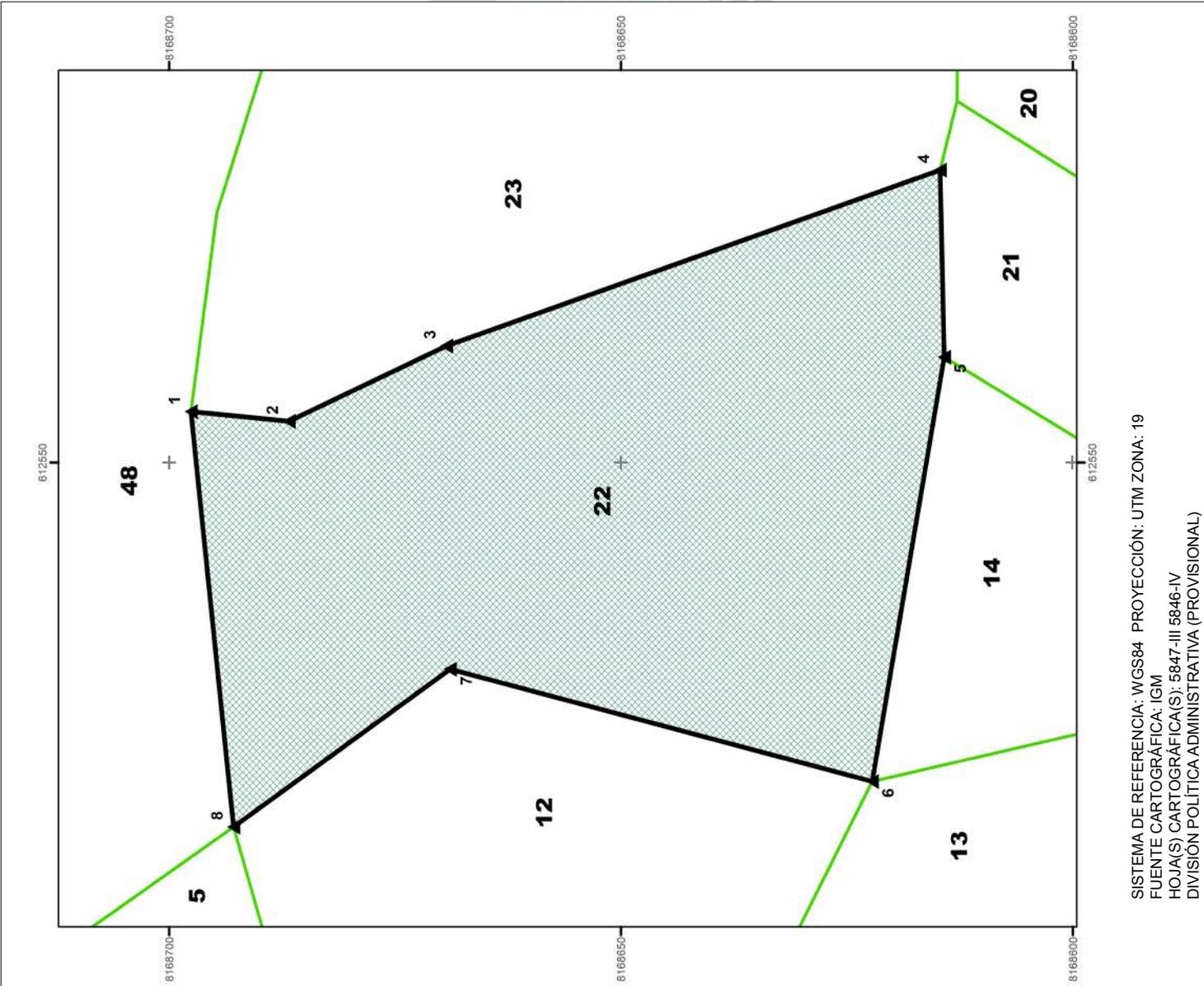
Vertice	Este	Norte	dist(m)	Asimut
1	23002374	513373327	192	107° 21' 06"
2	23002378	513387036	51,7	165° 19' 09"
3	23002380	513400584	13,3	81° 42' 48"
4	23002381	513423641	24,4	70° 53' 29"
5	23002377	513452412	43,9	105° 24' 52"
6	23002377	513452412	43,9	105° 24' 52"
7	23002373	513355598	8,4	339° 01' 11"
8	23002373	513355598	8,4	339° 01' 11"

Observaciones

La Paz, Septiembre de 2017

Elaborado

Aprobado



SISTEMA DE REFERENCIA: WGS84 PROYECCIÓN: UTM ZONA: 19
 FUENTE CARTOGRAFICA: IGM
 HOJA(S) CARTOGRAFICA(S): 5847-III-5846-IV
 DIVISION POLITICA ADMINISTRATIVA (PROVISIONAL)



PLANO CATASTRAL

NP : 020501300037

SAN-SIM

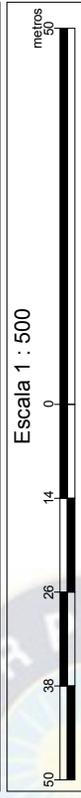


DEPARTAMENTO : LA PAZ
 PROVINCIA : MURILLO
 MUNICIPIO : PALCA

NOMBRE DEL PREDIO
 COMUNIDAD ORIGINARIA PUQUISI - PARCELA 037

NOMBRE BENEFICIARIO(S)
 DOMINGA TICONA ZARATE
 GONZALO QUISPE FLORES

SUPERFICIE TOTAL : 0.1421 ha



Referencias

- Líneas de predio con límite
- Línea de predio
- Ríos intermitentes
- Ríos perennes
- Vertices predio (campo)
- Vertices predio (gabanes)

Colindancias Perimetrales

- 1-3 COMUNIDAD ORIGINARIA PUQUISI - PARCELA 033
- 4-5 COMUNIDAD ORIGINARIA PUQUISI - PARCELA 038
- 5-1 COMUNIDAD ORIGINARIA PUQUISI - PARCELA 071

Código Catastral : 020501300037

Superficie: 0,1421 ha

Coordenadas

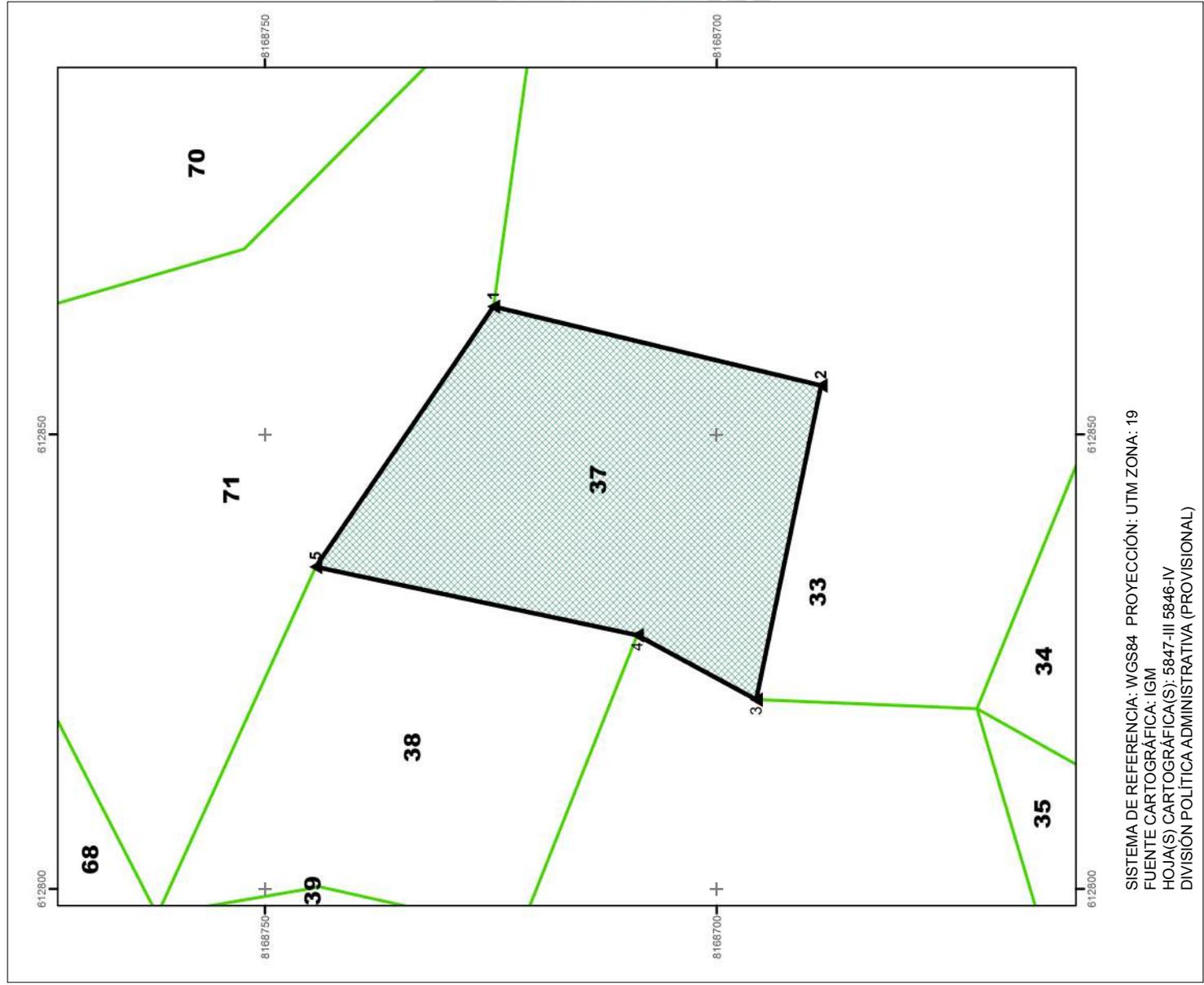
Vertice	Este	Norte	dist(m)	Azmut
1	513402602	8268007156	17	117° 42' 48"
2	513400584	82680071073	13,3	81° 42' 48"
3	513423641	82680051088	24,4	70° 53' 29"
4	513423641	82680051088	24,4	70° 53' 29"
5	513402303	82680071068	43,8	100° 08' 56"
1	23002379	513387402	8,4	39° 01' 11"

Observaciones

La Paz, Septiembre de 2017

Aprobado

Elaborado



SISTEMA DE REFERENCIA: WGS84 PROYECCIÓN: UTM ZONA: 19
 FUENTE CARTOGRAFICA: IGM
 HOJA(S) CARTOGRAFICA(S): 5847-III-5846-IV
 DIVISION POLITICA ADMINISTRATIVA (PROVISIONAL)



PLANO CATASTRAL

NP : 020501300128

SAN-SIM

DEPARTAMENTO : LA PAZ
 PROVINCIA : MURILLO
 MUNICIPIO : PALCA

NOMBRE DEL PREDIO
 COMUNIDAD ORIGINARIA PUQUISI - PARCELA 128

NOMBRE BENEFICIARIO(S)
 JOSEFA ZARATE CUENTAS
 SERAPO TICONA FLORES

SUPERFICIE TOTAL : 0.1614 ha



Escala 1 : 1000



Referencias

- Líneas de predio contiguas
- Línea de predio
- Ríos intermitentes
- Ríos perennes
- Vertices predio (campo)
- Vertices predio (gabanes)

Colindancias Perimetrales
 1-7 COMUNIDAD ORIGINARIA PUQUISI - PARCELA 129
 7-8 COMUNIDAD ORIGINARIA PUQUISI - PARCELA 127
 8-9 COMUNIDAD ORIGINARIA PUQUISI - PARCELA 127
 9-3 COMUNIDAD ORIGINARIA PUQUISI - PARCELA 127

Código Catastral: 020501300128

Superficie: 0.1614 ha

Coordenadas

Vertice	Este	Norte	dist(m)	Azimut	
1	23002374	513373327	192	107° 21' 06"	
2	23002374	513373327	8288152.070	51.7	195° 19' 09"
3	23002378	513387036	8288102.033	13.3	81° 42' 48"
4	23002380	513400564	8288007.073	24.4	70° 53' 29"
5	23002381	513423641	8288085.088	43.9	100° 24' 52"
6	23002377	513452412	8288000.009	8.4	39° 01' 11"
7	23002374	513355598	8288167.797	8.4	39° 01' 11"
8	23002375	513355596	8288167.797	8.4	39° 01' 11"
9	23002375	513355596	8288167.797	8.4	39° 01' 11"
10	23002374	513373327	8288152.070	8.4	39° 01' 11"

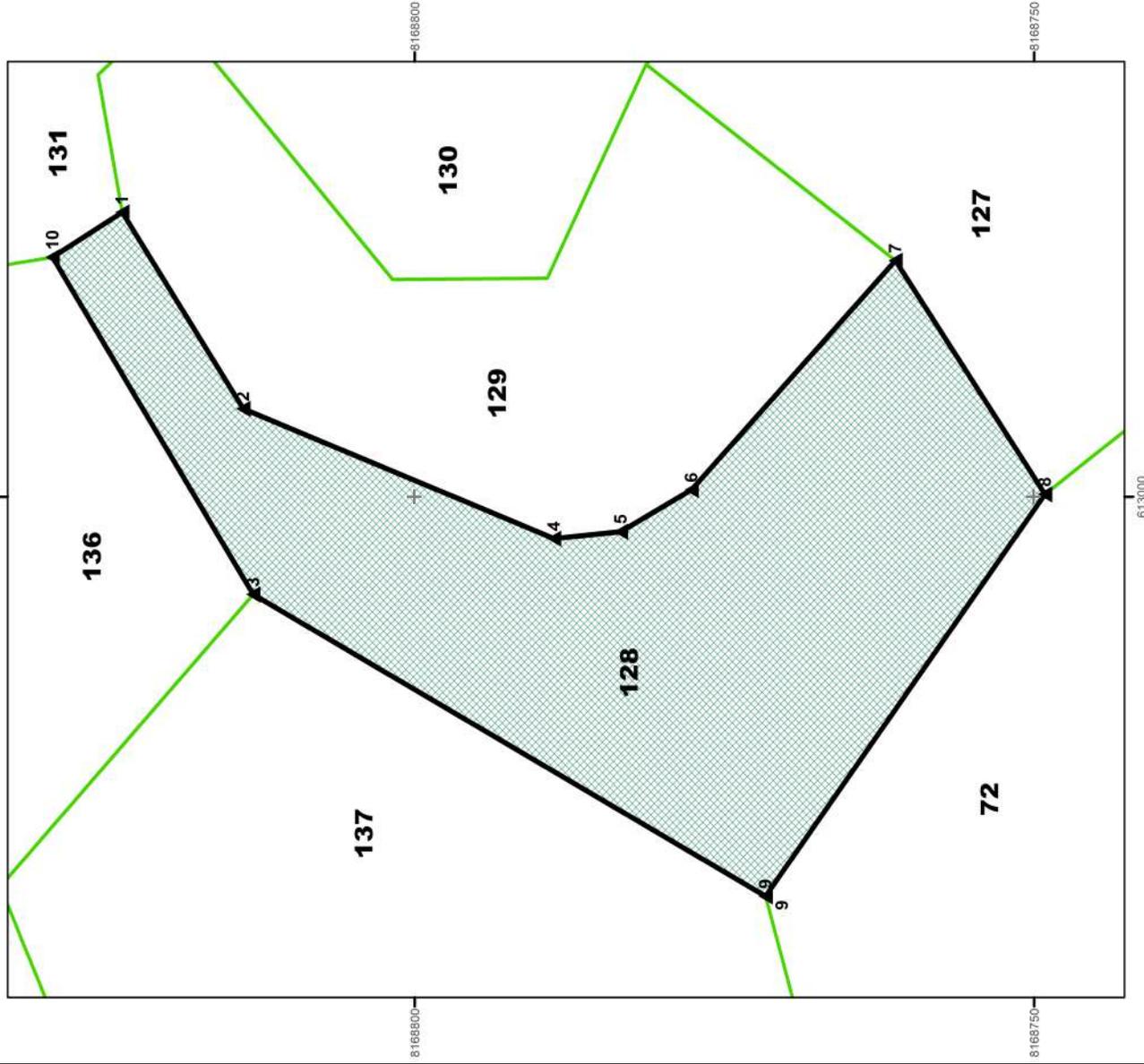
Observaciones

La Paz, Septiembre de 2017

Elaborado

Aprobado

SISTEMA DE REFERENCIA: WGS84 PROYECCIÓN: UTM ZONA: 19
 FUENTE CARTOGRAFICA: IGM
 HOJA(S) CARTOGRAFICA(S): 5847-III-5846-IV
 DIVISION POLITICA ADMINISTRATIVA (PROVISIONAL)





ANEXO E

Plano General

