

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA FORESTAL



“DELIMITACIÓN DE LA MICROCUENCA EL ZANCUDAL MEDIANTE
EL USO DE GPS NAVEGADOR MAP 60 CSX Y EL GPS SUB-
METRICO CON POST-PROCESAMIENTO Y TECNOLOGÍA
FLOODLIGHT, EN EL CIFOR MACUYA”.

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO FORESTAL

BACH. GERARDO JUAN ARÉVALO ANDI

PUCALLPA – PERÚ
2015



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
Y AMBIENTALES



COMISION DE GRADOS Y TITULOS

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

N° 297/2015-CGyT-FCFyA-UNU

En la ciudad de Pucallpa, siendo las 10:10 a.m. del día 29 de mayo del 2015 se reunieron en la Sala de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali los miembros del Jurado Calificador integrado por:

Ing. Mg. GABRIEL MERCADO JAUREGUI - Presidente
Ing. Dr. FREDY VELASQUEZ RAMIREZ - Miembro

Para proceder la evaluación la sustentación de la tesis titulada **"DELIMITACION DE LA MICROCUENCA EL ZANCUDAL MEDIANTE EL USO DE GPS NAVEGADOR MAP 60 CSX Y EL GPS SUB-METRICO CON POST-PROCESAMIENTO Y TECNOLOGIA FLOODLIGHT, EN EL CIFOR MACUYA"**, sustentada por el Bachiller GERARDO JUAN AREVALO ANDI.

Terminada la exposición se procedió a la ronda de preguntas, siendo absueltas satisfactoriamente por el sustentante, llegando a la siguiente conclusión.

La tesis fue aprobada por **MAYORIA** quedando el tesista expedito para obtener el Título Profesional de **Ingeniero Forestal**, con los arreglos de las observaciones del Jurado para su publicación correspondiente.

Siendo las 11:15 a.m. del mismo día se dio por concluido este acto académico.

.....
Ing. Mg. Gabriel Mercado Jáuregui
Presidente

.....
Ing. Dr. Fredy Velásquez Ramirez
Miembro

.....
Ing. M. Sc. Teddy Tuesta Torrejón
Miembro

DEDICATORIA

A mis padres, Carmen y Pedro, por mi formación como persona y su apoyo para mi formación profesional.

A Priscila, mi querida esposa, por su comprensión, amor y ayuda en los momentos difíciles.

A mis hijos Gonzalo, Geraldine y Renata, porque son la razón de que me levante cada día, esforzándome por el presente y el mañana, son mi principal motivación.

AGRADECIMIENTO

- *A la Universidad Nacional de Ucayali, mi alma mater. A los docentes de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de esta casa superior de estudios, por transmitirme sus conocimientos.*
- *A la Dirección Regional Sectorial Agricultura Ucayali y la Actividad Formalización y Titulación de Predios Rurales, por el apoyo logístico para la ejecución y culminación del presente estudio.*
- *Al Ing. Fernando Velásquez de la Cruz, por su valiosa y paciente orientación en la asesoría para el desarrollo de la presente tesis.*
- *A todas las personas que contribuyeron en la ejecución del presente trabajo.*

INDICE GENERAL

	<i>Página</i>
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
INDICE GENERAL.....	v
LISTA DE ANEXOS.....	ix
LISTA DE CUADROS.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xii
SUMMARY.....	xiii
INTRODUCCION.....	1
CAPITULO I.....	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.1. Formulación del Problema.....	3
CAPITULO II.....	4
MARCO TEORICO.....	4
2.1. Cuenca Hidrográfica.....	4
2.2. Tipos de Cuencas Hidrográficas.....	5
2.2.1. Cuencas Exorreicas.....	5
2.2.2. Cuencas Endorreicas.....	6
2.2.3. Cuencas Arreicas.....	6
2.3. Funciones de las Cuencas Hidrográficas.....	7
2.3.1. Función Hidrológica.....	7

2.3.2.	Función Ecológica.....	7
2.3.3.	Función Ambientales.....	7
2.3.4.	Función Socioeconómica.....	8
2.4.	División de la Cuenca Hidrográfica.....	8
2.5.	Delimitación de una Cuenca Hidrográfica.....	10
2.6.	Los Sistemas de Coordenadas.....	11
2.6.1.	Tipos de Sistemas de Coordenadas.....	12
•	El Sistema de Coordenadas Geográficas.....	12
•	El Sistema de Coordenadas Proyectadas.....	12
2.7.	Sistemas de Información Geográfica.....	13
2.7.1.	Utilización de los SIG.....	13
2.7.2.	Los datos del SRTM.....	16
2.8.	Receptores GPS.....	18
2.8.1.	GPS diferencial.....	18
2.8.2.	Tecnología Floodlight.....	20
2.8.3.	Sombra Satelital.....	21
2.8.4.	Mitigación de la Satelital Mediante Tecnología Floodlight	21
2.8.	Definición de Términos Básicos.....	23
CAPITULO III.....		27
METODOLOGÍA.....		27
3.1.	Método de Investigación.....	27
3.2.	Descripción del Área de Estudio.....	28

3.2.1.	Ubicación Geográfica del Área de Estudio.....	28
3.2.2.	Clima.....	29
3.2.3.	Fisiografía e Hidrografía.....	29
3.3.	Población y Muestra.....	30
3.3.1.	Población.....	30
3.3.2.	Muestra.....	30
3.4.	Selección de Muestra.....	30
3.5.	Recolección de Datos.....	31
3.6.	Instrumentos de Recolección de Datos.....	31
3.6.1.	Equipos.....	31
3.3.2.	Software.....	31
3.7.	Procesamiento de los Datos de Campo.....	32
3.8.	Post-Procesamiento de los datos de Campo.....	33
3.8.1.	Precisión Centimétrica con Post-Procesamiento...	33
3.9.	Tratamiento de los Datos.....	33
3.9.1.	Condición de Aplicación.....	34
3.9.2.	Hipótesis Nula.....	34
3.9.3.	Prueba de Igualdad de dos Medias.....	34
CAPITULO IV.....		35
RESULTADOS Y DISCUSION.....		35
4.1.	Características Geográficas e Hidrológicas de la Microcuenca "El Zancudal".....	35

4.2. Delimitación de la Microcuenca “El Zancudal”, Mediante la Utilización del GPS Navegador Map 60 Csx”.....	36
4.3. Delimitación de la Microcuenca “El Zancudal” Mediante la Utilización del GPS Sub-Métrico Trimble Geo Explorer Serie XH 6000.....	37
4.4. Comparación de la Delimitación de la Microcuenca “El Zancudal”, Mediante la Utilización de GPS Navegador Map 60 Csx y GPS Sub-Métrico Trimble Geo Explorer Serie XH 6000.....	39
4.4.1. Gráfica Comparativa del Perfil en la Delimitación de la Microcuenca “El Zancudal”.....	40
4.5. Análisis Comparativo de la Delimitación Microcuenca “El Zancudal”.....	41
CAPITULO V.....	43
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	43
5.1. Conclusiones.....	43
5.2. Recomendaciones.....	44
CAPITULO VI.....	45
6.1. Referencias Bibliografía.....	45
ANEXOS.....	48

LISTA DE ANEXOS

	<i>Página</i>
Anexo 01. Datos de la delimitación mediante el uso de GPS navegador MAP 60 Csx y el GPS SUBMETRICO XH 6000 con Post-procesamiento y tecnología Floodlight.....	49
Anexo 02. Mapa general de la Red Hidrográfica en el CIFOR Macuya..	50
Anexo 03. Mapa general de la Red Hidrográfica con el TIN en el CIFOR-MACUYA.....	51
Anexo 04. Determinando las coordenadas del Hito del CIFOR-MACUYA.....	52
Anexo 05. Dirigiéndonos al área de trabajo.....	52
Anexo 06. Toma de datos de la divisoria de cuenca.....	53
Anexo 07. Desembocadura de la quebrada “El Zancudal”.....	53
Anexo 08. Fauna encontrada en el recorrido de la divisoria de cuenca. MONO FRAILE (Saimiri sciureus).....	54
Anexo 09. Delimitando la Naciente de la quebrada “El Zancudal”.....	54

LISTA DE TABLAS

	<i>Página</i>
Tabla 01. Precisión alcanzada con los equipos sub-métricos	33
Tabla 02. Análisis cuantitativo de los datos tomados en la delimitación mediante el uso de GPS navegador MAP 60 Csx y el GPS SUBMETRICO XH 6000 con post-procesamiento y tecnología floodlight.....	41

LISTA DE FIGURAS

	<i>Página</i>
Figura 01. Funcionamiento del GPS diferencial.....	20
Figura 02. Croquis de ubicación del área de trabajo.....	28
Figura 03. Delimitación de la microcuenca quebrada “El Zancudal”, mediante la utilización del GPS navegador MAP 60 Csx.....	36
Figura 04. Delimitación de la microcuenca quebrada “El Zancudal”, mediante la utilización de GPS Sub-métrico TRIMBLE XH 6000 con tecnología Floodlight..	37
Figura 05. Comparación de la delimitación de la microcuenca quebrada “El Zancudal”, mediante la utilización del Map 60 Csx y el GPS Sub-métrico TRIMBLE XH 6000 con tecnología Floodlight.....	39

Figura 06. Perfil comparativo entre la delimitación mediante el uso de GPS navegador MAP 60 Csx y el GPS SUBMETRICO XH 6000 con post-procesamiento y tecnología Floodlight.....	40
---	----

RESUMEN

El estudio se realizó en el Centro de Investigación y Capacitación Forestal – Macuya, de la Universidad Nacional de Ucayali, que se encuentra a 206 msnm y 86 km de la ciudad de Pucallpa (interior 11 km margen izquierda), en el Departamento de Ucayali, Provincia de Padre Abad, Distrito de Irazola.

El objetivo principal del presente estudio fue delimitar la microcuenca “El Zancudal”, con los datos obtenidos con el GPS Map 60 CSx y el GPS Sub-métrico TRIMBLE XH 6000 con post-procesamiento y tecnología Floodlight. A raíz de esto se realizó un análisis comparativo para determinar si existe diferencia significativa en la delimitación de la microcuenca mediante el uso de los equipos de captación.

Se pudo determinar que el área de influencia de la microcuenca “El Zancudal” tiene un área de 2'433,652.6208 m², con un perímetro de 9,224.2275 M.L; con una precisión centimétrica con post-procesamiento horizontal de 2,5 cm + 1,2 ppm y vertical de 4 cm + 1,5 ppm, el promedio de la diferencia de los datos obtenidos en las variables “X”, “Y” y “Z” es de 2.2481 m, 2.7153 m y 13.4166 m respectivamente, el análisis estadístico comparativo nos muestra que existe cierta diferencia significativa entre los dos métodos, a un nivel de significación de 0.1.

Palabras clave: Cuenca hidrográfica, delimitación, post-procesamiento, cobertura vegetal.

SUMARY

The study was conducted at the Center for Forest Research and Training - Macuya, National University of Ucayali, located at 206 meters above sea level and 86 km from the city of Pucallpa (interior 11 km left margin) in the Department of Ucayali, Padre Abad province, Irazola District.

The main objective of this study was to delineate the watershed "The Zancudal" with the data obtained with the GPS Map 60 CSx and Sub-metric XH 6000 TRIMBLE GPS post-processing and Floodlight technology. Following this a comparative analysis was performed to determine if there is significant difference in the delineation of the watershed by using collection equipment.

It was determined that the area of influence of the watershed "The Zancudal" has an area of 2'433,652.6208 m², with a perimeter of 9224.2275 ML; with centimeter accuracy postprocessing horizontal 2.5 cm + 1.2 ppm 4 cm and vertical + 1.5 ppm, the average of difference data obtained in the variables "X", "Y" and "Z" is 2.2481 m 13.4166 2.7153 m and m respectively, the comparative statistical analysis shows that there is some significant differences between the two methods, a significance level of 0.1.

Keywords: Watershed, delimitation, post-processing, plant cover.

INTRODUCCION

Las diferentes aplicaciones basadas en tecnologías GPS, se discriminan en función de la precisión y criterios de integridad, que estas requieran en el momento de ejecución o post-proceso.

Actualmente y hasta que los sistemas GNSS, futuros estén presentes, en las aplicaciones que se requiere de una precisión sub-métrica y criterios de integridad se utilizan receptores GPS de doble frecuencia, debido a las altas precisiones, que son capaces de alcanzar. Los receptores GPS navegadores trabajan con código, y solo permiten el posicionamiento en tiempo real, con una precisión muy por encima del metro, en función de las diversas variables que condicionan esta. Por este motivo, los navegadores GPS constituyen la gama más baja de este tipo de receptores, y su uso queda reducido a aplicaciones, en las que las precisiones exigidas no son excesivas, ni se requieren criterios de integridad, continuidad y disponibilidad.

El conocimiento del factor topográfico, es un insumo básico para comprender, gran parte de los procesos ocurridos en la superficie de la tierra. Las crecientes necesidades de contar con datos de elevación, con una baja demanda de tiempo, procesamiento y a un costo accesible, ha incentivado el desarrollo de diversas plataformas satelitales, destinadas a generar información de la superficie terrestre en forma de DEM, sin embargo, a pesar de que los rangos de precisión, están en

general bien descritos para cada plataforma, diversos autores recomiendan que las validaciones, deben realizarse a nivel local para tomar mejores decisiones.

El presente trabajo tuvo como objetivo principal determinar la delimitación de la microcuenca "El Zancudal", con los datos obtenidos con el GPS Map 60 CSx y el GPS sub-métrico TRIMBLE XH 6000, con post-procesamiento y tecnología Floodlight en el Centro de Investigación y Capacitación Forestal - Macuya (CICFOR – Macuya), determinar con precisión submétrica el área de influencia total de la microcuenca.

Además elaborar los planos de la delimitación y realizar un análisis comparativo del Levantamiento de la microcuenca. Por lo que en un primera parte de los resultados, se mencionan las características de la microcuenca.

Por último se presenta un análisis estadístico comparativo, entre las variables de geo-posicionamiento (x, y, z), obtenidas con los datos obtenidos con el GPS Map 60 CSx y el GPS sub-métrico TRIMBLE XH 6000, con post-procesamiento y tecnología Floodlight, de modo que permita obtener una precisión y confiabilidad de la delimitación de la cuenca.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Formulación del Problema

El problema es, que si bien es cierto que ya existe un mapa completo de la microcuenca "El Zancudal" esta fue desarrollada mediante tecnología de imágenes ASTER Y SRTM, lo cual no proporciona la exactitud deseable para una investigación científica, ya que dichas imágenes solo proporcionan información sobre la cobertura del área que se desea investigar. Para ello se determinó realizar el estudio mediante la utilización in-situ con receptores GPS Sub-métricos, a razón de esto se podrá determinar con exactitud la delimitación, área y caracterización de la microcuenca en estudio.

Las sombras que obstaculizan la recepción de señales satelitales, son el problema número uno, para los equipos de captura de datos que necesitan alta precisión en condiciones difíciles.

La tecnología de reducción de sombra satelital Trimble Floodlight es la solución, porque aumenta dramáticamente la disponibilidad de posiciones y mejora la precisión cuando se trabaja en cañones urbanos y en zonas con cobertura vegetal densa.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 Cuenca Hidrográfica

Se denomina cuenca hidrográfica, al área territorial de drenaje natural, donde todas las aguas pluviales confluyen hacia un colector común de descarga. Los límites de una cuenca están determinados por la línea de “divortium aquarum” o divisoria de aguas. Debemos señalar que no siempre los límites geográficos (superficiales) suelen coincidir con los límites del acuífero (subterráneo), pudiendo existir transferencias de masas líquidas entre una cuenca y otra adyacente o cercana. La línea divisoria de aguas se inicia y termina en la cota más baja o de salida considerada, para delimitar la cuenca o un área de recepción hidrográfica. (MANCO, 2007).

La cuenca hidrográfica también se define como un ecosistema en el cual interactúan y se interrelacionan variables biofísicas y socioeconómicas que funcionan como un todo, con entradas y salidas, límites definidos, estructura interna de subsistemas jerarquizados (por ejemplo en el sistema biofísico: los subsistemas biológicos y físicos). En este sistema ocurren entradas como la energía solar, hídrica, eólica y gases como el CO₂, además ingresan

insumos como semillas, alimentos, tecnologías y otros, ambos dan origen a procesos como el flujo de energía, ciclo de nutrientes, ciclo hidrológico, erosión y actividades productivas. (MANCO, 2007).

2.2 Tipos De Cuencas Hidrográficas

Existen varios tipos de cuencas. (SANTIESTEBAN, 2014) menciona las tres siguientes:

2.2.1 Cuencas Exorreicas

Son aquellas que drenan sus aguas al mar o al océano. Un ejemplo es la cuenca del Plata, en Sudamérica. Con una superficie de 3 200 000 km², la Cuenca del Plata es la segunda cuenca hidrográfica más grande del mundo. Abarca importantes territorios pertenecientes a Argentina, Bolivia, Brasil, Uruguay y la totalidad del Paraguay. Las precipitaciones que caen en su ámbito se reúnen en dos grandes cursos, los ríos Paraná y Uruguay, que luego vierten sus aguas en el Río de la Plata el que finalmente desemboca en el mar Argentino del océano Atlántico Sur.

2.2.2 Cuencas Endorreicas

Son aquellas cuencas que desembocan en lagos, lagunas o salares que no tienen comunicación fluvial al mar. Por ejemplo, la cuenca del río Desaguadero, río boliviano y en un pequeño tramo también peruano. Es el principal río de la cuenca endorreica del lago Titicaca, donde se origina, descargando las aguas excedentes hasta el lago Poopó, donde se pierden principalmente a través de un fuerte proceso de evaporación.

2.2.3 Cuencas Arreicas

Se llama Cuencas Arreicas, a aquellas cuencas cuyas aguas se evaporan o se filtran en el terreno antes de encauzarse en una red de drenaje. Los arroyos, aguadas y cañadones de la meseta patagónica central pertenecen a este tipo, ya que no desaguan en ningún río u otro cuerpo hidrográfico de importancia. También son frecuentes en áreas del desierto del Sáhara y en muchas otras partes.

2.3 Funciones De Las Cuencas Hidrográficas

Las cuencas hidrográficas cumplen muchas funciones, entre las principales. (JIMENES, 2005) mencionan las siguientes:

2.3.1 Función Hidrológica

Cuando captan el agua de las lluvias la almacenan y la distribuyen a través de los manantiales y los ríos durante distintos momentos a lo largo del tiempo.

2.3.2 Función Ecológica

Provee diversidad de espacios para completar las fases del ciclo hidrológico, además es un lugar para la flora y fauna que conviven con el agua.

2.3.3 Función Ambiental

Ayuda en la captura de dióxido de carbono (CO₂), regula la distribución del agua de lluvia durante el invierno, evitando con ello las inundaciones en la parte baja de la cuenca y contribuye a conservar la biodiversidad, la cuenca es un espacio ideal para la implementación de la gestión ambiental.

2.3.4 Función Socioeconómica

Cuando suministra recursos naturales para el desarrollo de actividades productivas de las poblaciones que habitan la cuenca.

El manejo integrado de cuencas hidrográficas es un proceso de toma de decisiones sobre el uso de los recursos naturales y los impactos de las acciones a lo largo del tiempo. Considera la participación social, cultural, productiva y económica de las poblaciones ubicadas dentro de la cuenca.

2.4 División De La Cuenca Hidrográfica

La cuenca puede subdividirse de varias formas, siendo común el uso del término sub-cuenca para denominar a las unidades de menor jerarquía, drenadas por un tributario del río principal. **El término microcuenca se emplea para definir las unidades hidrográficas más pequeñas dentro de una cuenca principal.** Esta subdivisión de las cuencas permite una mejor priorización de las unidades de intervención o tratamiento.

Otra forma conocida de dividir las cuencas hidrográficas, de clara aplicación en las cuencas andinas y basada en la elevación relativa de sus partes, da lugar a los tipos de cuenca alta, media y baja. La

primera es conocida también como cabecera de la cuenca, cuenca de recepción, cuenca húmeda o imbrífera y se considera, en general, la parte de la cuenca que, por su posición, capta y almacena en los nevados y glaciares de sus cumbres y en las lagunas y represamientos de sus altiplanicies la mayor parte de los aportes de la precipitación y tiene una cobertura vegetal típica de pastos o bosques y menor presión demográfica. A la parte media de la cuenca, de mayor pendiente relativa, con un caudal caracterizado por torrentes turbulentos, se le denomina también zona de transporte de sedimentos o de escurrimiento. La parte baja de la cuenca, de menor pendiente relativa, con un caudal de flujo continuo, cauce definido y amplia planicie de inundación, suele llamarse cono de deyección o zona de depósito. En esta parte, el uso de la tierra es predominantemente agrícola, con gran presión poblacional, extensas aéreas urbanas e importante demanda de agua. La relación entre la parte alta y la baja de las cuencas es generalmente conflictiva por los efectos negativos que suele tener el uso de los recursos en las zonas elevadas sobre las aéreas bajas.

Una división transversal de la cuenca, en sentido paralelo al curso del río, da lugar a la identificación de partes que tienen importancia práctica en la intervención del hombre en ella, con fines de manejo. De esta forma, observamos el área central de la cuenca conformada por el espacio de dominio del río que incluye su cauce y su planicie

de inundación. A ambos lados continua el área de valle, de ocupación agrícola, con asentamientos rurales o urbanos, seguida por las aéreas de laderas en las cuales se hallan los terrenos marginales para uso agrícola y poblacional tradicionales. Dentro de estas subunidades, cauce, valle y ladera, es posible identificar con mayor precisión las llamadas aéreas específicas de tratamiento. (LLERENA, 1996).

2.5 Delimitación De Una Cuenca Hidrográfica

La cuenca hidrográfica se puede delimitar físicamente, por medio de una carta topográfica, un plano altimétrico o un mapa topográfico, que tenga suficiente detalle de las alturas del terreno.

Entre las escalas más comunes se tienen, 1/25,000 y 1/50,000, aunque para fines de diseño e intervención, las escalas más recomendables pueden ser 1/10,000 ó 1/5,000; el tamaño y complejidad del relieve de la cuenca indicarán que hay que tomar en cuenta "cuál es la escala más apropiada".

Por ejemplo, terrenos planos requieren más detalle de las curvas de nivel y la escala será mayor; por el contrario, terrenos muy accidentados y de variadas pendientes, requerirán menor detalle de curvas a nivel y la escala podría ser menor. (CARRIE, 2006).

2.6 Los Sistemas De Coordenadas

Un sistema de coordenadas es un sistema de referencia que se utiliza para representar la ubicación de entidades geográficas, imágenes y observaciones (como las localizaciones GPS) dentro de un marco geográfico común. (BRAVO, NINO, 2013).

Un sistema de coordenadas queda definido por:

- Su marco de medición, que es geográfico (las coordenadas esféricas se miden desde el centro de la tierra) o planimétrico (se proyectan sobre una superficie planar de dos dimensiones).
- Unidad de medida (generalmente en pies o metros para sistemas de coordenadas proyectadas y grados decimales para latitud–longitud).
- La definición de la proyección cartográfica para sistemas de coordenadas proyectadas.
- Otras propiedades del sistema de medición, como el esferoide de referencia, el datum o parámetros de proyección como las

líneas paralelas estándar, el meridiano central o las posibles alteraciones en las direcciones x e y.

2.6.1 Tipos de sistemas de coordenadas

Según (BRAVO, NINO, 2013). Existen dos tipos comunes de sistemas de coordenadas que se utilizan en SIG.

- **El sistema de coordenadas geográficas:** Se utiliza una superficie esférica tridimensional para definir ubicaciones en la Tierra. Un sistema de coordenadas geográficas incluye una unidad angular de medida, un meridiano base y un datum (basado en un esferoide). Los valores de latitud y longitud hacen referencia a un punto en un sistema de coordenadas geográficas. La longitud y la latitud son ángulos medidos desde el centro de la Tierra hasta un punto de la superficie de la Tierra. Los ángulos se suelen medir en grados (o en grados centesimales).
- **Un sistema de coordenadas proyectadas:** Se define sobre una superficie plana de dos dimensiones. A diferencia de un sistema de coordenadas geográficas, un sistema de coordenadas proyectadas posee

longitudes, ángulos y áreas constantes en las dos dimensiones. Un sistema de coordenadas proyectadas siempre está basado en un sistema de coordenadas geográficas basado en una esfera o un esferoide.

En un sistema de coordenadas proyectadas, las ubicaciones se identifican mediante las coordenadas x, y en una cuadrícula, con el origen en el centro de la cuadrícula. Cada posición tiene dos valores de referencia respecto a esa ubicación central. Uno especifica su posición horizontal y el otro su posición vertical.

2.7 Sistema De Información Geográfica

2.7.1 Utilización de los SIG

Un Sistema de Información Geográfica (SIG o GIS, en su acrónimo inglés Geographic Information System) es una integración organizada de hardware, software y datos geográficos diseñado para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión. También puede definirse como un modelo de una parte de la realidad referido a un

sistema de coordenadas terrestre y construido para satisfacer unas necesidades concretas de información. (WIKIPEDIA, 2011).

En un sistema de información geográfica se puede contemplar como un conjunto de mapas de la misma porción del terreno, donde un lugar concreto un objeto tiene la misma localización (las mismas coordenadas) en todos los mapas incluidos en el sistema de información. De este modo, resulta posible analizar de sus características espaciales y temáticas para obtener un mejor conocimiento de esta zona. (BOSQUE, 2000).

En el sentido más estricto, es cualquier sistema de información capaz de integrar, almacenar, editar, analizar, compartir y mostrar la información geográficamente referenciada. En un sentido más genérico, los SIG son herramientas que permiten a los usuarios crear consultas interactivas, analizar la información espacial, editar datos, mapas y presentar los resultados de todas estas operaciones. (WIKIPEDIA, 2011).

Las áreas de uso práctico de un sistema de información geográfica son muy variadas; desde inventario de los recursos naturales y humanos hasta el control y la gestión de los datos catastrales y de propiedad urbana y rústica (catastro

multipropósito), la planificación y la gestión urbana y de los equipamientos, la cartografía y el control de grandes instalaciones (red telefónica, redes de abastecimiento y evaluación de aguas, redes de transporte, etc.)

En realidad un sistema de información geográfica es útil en cualquier área donde sea necesario el manejo de información espacial. (BOSQUE, 2000).

La tecnología de los Sistemas de Información Geográfica puede ser utilizada para investigaciones científicas, la gestión de los recursos, gestión de activos, la arqueología, la evaluación del impacto ambiental, la planificación urbana, la cartografía, la sociología, la geografía histórica, el marketing, la logística por nombrar unos pocos. Por ejemplo, un SIG podría permitir a los grupos de emergencia calcular fácilmente los tiempos de respuesta en caso de un desastre natural, el SIG puede ser usado para encontrar los humedales que necesitan protección contra la contaminación, o pueden ser utilizados por una empresa para ubicar un nuevo negocio y aprovechar las ventajas de una zona de mercado con escasa competencia. (WIKIPEDIA, 2011).

Los SIG que se centran en el manejo de datos en formato vectorial son más populares en el mercado. No obstante, los

SIG Raster son muy utilizados en estudios que requieran la generación de capas continuas, necesarias en fenómenos no discretos; también en estudios medioambientales donde no se requiere una excesiva precisión espacial (contaminación atmosférica, distribución de temperaturas, localización de especies marinas, análisis geológicos, etc.). (WIKIPEDIA, 2011).

2.7.2 Los datos del SRTM

En febrero del 2000 la NASA, la Agencia Nacional de Inteligencia Geo-Espacial (NGA), y las Agencias Espaciales de Alemania y de Italia lanzaron la Misión Shuttle Radar Topography Mission. Esta misión produjo el modelo de elevación digital (MED), de más alta resolución de la superficie terrestre (FARR, 2007). Este MED fue producido a una resolución de 1 arco-segundo (aproximadamente 30 m en el Ecuador) para casi todo el globo terráqueo, entre las latitudes 60 grados norte y 56 grados sur (FARR, 2007) con un error de altitud vertical medio de 6,2 m (nivel de confianza de 90%) y un error de geoubicación de 9 m para Suramérica (RODRÍGUEZ, 2006).

El Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) obtuvo datos de elevación a una escala casi global, para generar la más completa base de datos topográficos de alta resolución digital de la tierra. SRTM consiste en un sistema de radar especialmente modificado que voló a bordo de la nave espacial Endeavour, durante una misión de 11 días en febrero de 2000.(NASA 2005). El SRTM es una recolección sin precedentes de la topografía mundial y a la fecha presente no hay conjunto de datos globales que se le compare en versatilidad y en calidad (GUTH, 2006).

Los datos SRTM tienen unas propiedades particulares que pueden resultar positivas o negativas dependiendo de la aplicación a la que se destine. El SRTM utilizó una técnica llamada interferometría para recoger los datos topográficos. En pocas palabras, la interferometría recoge dos imágenes de la misma ubicación en distintas posiciones de ventaja. Cuando se comparan las dos imágenes, se aprecia una ligera diferencia en los valores de las mismas y a partir de esa diferencia, se puede calcular la topografía de la superficie terrestre (NASA, 2005b).

Para adquirir estas dos imágenes durante la misión se instaló una antena principal en el tramo de carga del transportador

espacial, y se desplegó una segunda antena fuera de borda, en un mástil que se extendía 60 m desde el tramo de carga una vez entrado en órbita (NASA, 2005a). La antena principal transmitía un haz de ondas de radar hacia la tierra. Cuando estas ondas chocaban contra la superficie, se dispersaban en todas las direcciones. Las ondas dispersas rebotaban de vuelta a la antena (onda recibida), donde eran recogidas y se medía la distancia recorrida. Utilizando esta información y conociendo la distancia constante entre las dos antenas (línea base, se puede calcular con precisión la elevación de la superficie terrestre. (NASA, 2005). Aunque esto representa una gran mejora por encima de los múltiples MED que existen para Sudamérica, es importante reconocer algunas de sus peculiaridades tales como vacíos de datos, ruido de fase, sesgo de follaje (dosel vegetal), exactitud de resolución de 30 m y estimados de pendiente. (MATHEW, 2008).

2.8 Receptores GPS

2.8.1 GPS diferencial

El GPS diferencial consiste en la utilización de un receptor móvil y una estación (o estaciones) de referencia situadas en coordenadas conocidas con gran exactitud. La estación de

referencia comprueba todas las medidas a los satélites en una referencia local sólida, y obtiene en tiempo real las coordenadas de ese punto, cuyos valores ya se conocían con exactitud a priori. Compara resultados y a partir de ellos calcula los errores del sistema en tiempo real y transmite por algún sistema (satélite, radio, TCP/IP, GSM ó UMTS) dichas correcciones al receptor móvil, que deberá de disponer de un módulo con la capacidad de captar estas correcciones y recalcular su posición. (BIBING, 2014).

Existen dos formas básicas de aplicar las correcciones diferenciales: en post-procesado y en tiempo real:

BIBING (2014). Post-procesado: El GPS debe ir conectado a un ordenador que contenga un software capaz de capturar la información del receptor. Esta información es almacenada y posteriormente debe ser procesada y comparada con otros datos de la estación de referencia.

Tiempo real: Consiste en el uso de un enlace entre la estación base y el GPS. La corrección es aplicada a los datos que recibe el GPS en tiempo real. Los formatos actuales que se utilizan para enviar correcciones en tiempo real son: RTCM (Radio Technical Commission for Maritime Service) en sus formatos 2.3 ó 3.0, CMR (Compact Measurement Record), ó CMR+, de la empresa Trimble y Leica de la empresa del

mismo nombre. También existe el protocolo NTRIP (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol), que se encarga de enviar las correcciones RTCM vía internet y ha sido desarrollado por el BKG junto con la universidad de Dortmund. (BIBING. 2014).

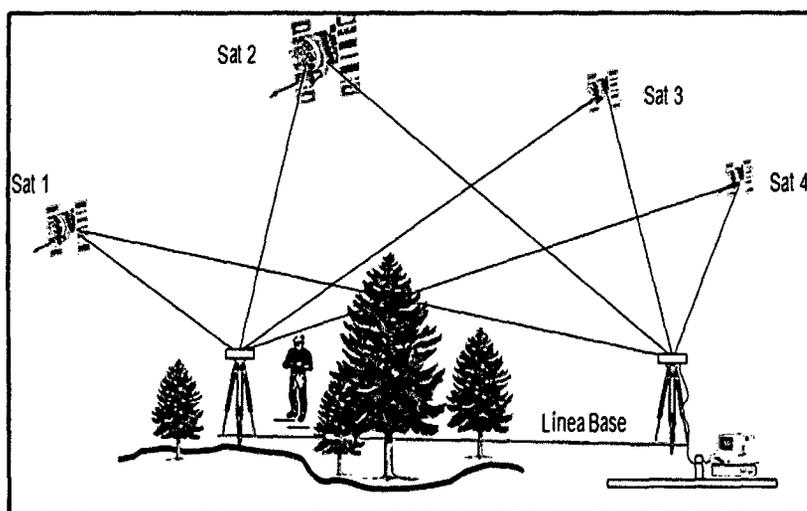


Figura 01. Funcionamiento del GPS diferencial

2.8.2 Tecnología Floodlight

Las sombras que obstaculizan la recepción de señales satelitales son el problema número uno para los equipos de captura de datos que necesitan alta precisión en condiciones GNSS difíciles.

La tecnología de reducción de sombra satelital Trimble Floodlight es la solución: aumenta dramáticamente la disponibilidad de posiciones y mejora la precisión cuando se

trabaja en cañones urbanos y en zonas con **cobertura vegetal densa**.

2.8.3 Sombra Satelital

La sombra satelital ocurre cuando un obstáculo se interpone entre un satélite GNSS y un receptor impidiendo que el receptor rastree señales con efectividad.

A medida que aumenta el número de satélites que no pueden verse, al receptor le resulta cada vez más difícil calcular posiciones precisas.

En casos extremos, hay tan pocos satélites a la vista que resulta imposible calcular posiciones.

2.8.4 Mitigación de la Sombra Satelital Mediante la Tecnología Floodlight

La tecnología Trimble Floodlight reduce los efectos de la sombra satelital de tres maneras:

- Combina el rastreo de señales GPS con el de señales GLONASS aumentando así la disponibilidad de señales en un 60% comparado con el rastreo exclusivo de señales GPS.

- Los algoritmos de rastreo avanzado aceleran la adquisición de señales y aseguran un seguimiento más estable de los satélites con señales débiles.

Al regularizar el rastreo se suavizan los saltos y los picos de posiciones que normalmente causa el seguimiento de satélites errático.

- La tecnología Floodlight limita la altitud durante el posicionamiento para reducir el impacto causado por las señales bloqueadas o debilitadas. Esta técnica limita el impacto de las señales débiles, permite un posicionamiento 3D con menos satélites y mejora la precisión horizontal y vertical.

2.9 Definición de Términos Básicos

Según (CRICYT, 2014).

COORDENADAS GEODÉSICAS: Sistema de coordenadas donde la posición de un punto se define usando los elementos latitud, longitud y altura geodésica.

DEM: Conjunto de datos que contienen medidas de elevación del terreno, aplicando procedimientos fotogramétricos a pares de imágenes estereoscópicas solapadas.

ERROR MEDIO CUADRÁTICO (RMS): Medida estadística de la dispersión de posiciones calculadas, acerca de una solución de posición de un mejor ajuste.

ESTACIÓN BASE: En posicionamiento diferencial, extremo de la línea de base que se asume conocido y su posición fija.

GEOSERVIDOR: Sitio web de intercambio de datos vectoriales y raster del Ministerio del Ambiente.

GNSS: Global Navigation Satellite System – Sistema global de navegación por satélite.

GPS: Son las siglas en inglés, de "Sistemas de Posicionamiento Global" los cuales mediante receptores portátiles o estacionarios reciben la información de un conjunto de satélites - veinticuatro para ser exactos - en órbita terrestre, que facilitan la localización de personas, objetos, edificios, etc.

L1 (VER CÓDIGO P): Señal de banda L principal emitida por cada satélite NAVSTAR en 1575.42 MHz. Esta es modulada con los códigos C/A y P.

L2 (VER CÓDIGO P): Señal de banda L emitida por cada satélite NAVSTAR en 1227.60 MHz y es modulada con el código P.

LÍNEA BASE: Distancia tridimensional del vector entre un par de estaciones para las cuales se han grabado datos GPS simultáneos y procesado con técnicas diferenciales, es el resultado GPS más exacto.

MHz: Es una unidad de medida de la frecuencia; equivale a 10⁶ hercios. Se utiliza muy frecuentemente como unidad de medida de la frecuencia de trabajo de un dispositivo de algo, o bien como medidas de ondas.

SOMBRA SATELITAL: La sombra satelital ocurre cuando un obstáculo se interpone entre un satélite GNSS y un receptor impidiendo que el receptor rastree señales con efectividad. A medida que aumenta el número de satélites que no pueden verse, al receptor le resulta cada vez más difícil calcular posiciones precisas. En casos extremos, hay tan pocos satélites a la vista que resulta imposible calcular posiciones.

POSICIONAMIENTO DIFERENCIAL: Determinación de coordenadas relativas de dos o más receptores, los cuales han rastreado simultáneamente los mismos satélites.

POST-PROCESAMIENTO: Reducción y procesamiento de datos GPS después que los datos fueron grabados en terreno. El post-procesamiento es normalmente llevado a cabo en un computador en el gabinete, donde se usa el software apropiado para conseguir soluciones de posición óptimas.

PROCESO DIFERENCIAL: Las mediciones GPS se pueden diferenciar entre receptores, satélites y épocas. Aunque son muchas las combinaciones factibles, la convención para el proceso diferencial de las mediciones de fase GPS es sustraer diferencias entre receptores (diferencia única). Luego sustraer diferencias entre satélites (diferencia doble) y finalmente entre épocas de mediciones

(diferencia triple). La diferencia única entre receptores es la diferencia instantánea en la fase de la señal del mismo satélite, medida por dos receptores a la vez.

UTM: Proyección Cartográfica Universal que utiliza la proyección Transversa de Mercator, dividiendo el mundo en 60 zonas, donde cada una tiene 6° grados de amplitud en longitud y en el Hemisferio Norte llega hasta 84° y en el Hemisferio Sur hasta el 80°. El ecuador es 10.000.000 para el Hemisferio Sur y 0 para el Hemisferio Norte. El falso Este origen en todas las zonas es 500000m. Hay 60 zonas en el planeta con las mismas coordenadas planas UTM.

WAYPOINTS: Un término usado para describir un punto con sus coordenadas predeterminadas hacia el cual el receptor GPS nos guiará para navegar hacia el mismo.

VECTORIAL: Datos geográficos digitales en forma de puntos, líneas y polígonos.

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1 Método de la Investigación

En el presente estudio se utilizó el método comparativo, mediante el cual se compara los datos obtenidos en el levantamiento de la línea divisoria de la microcuenca "El Zancudal", utilizando un GPS Navegador Map 60 csx y el GPS sub-métrico con post-procesamiento y tecnología floodlight.

3.2 Descripción del área de estudio

3.2.1 Ubicación geográfica del área de estudio

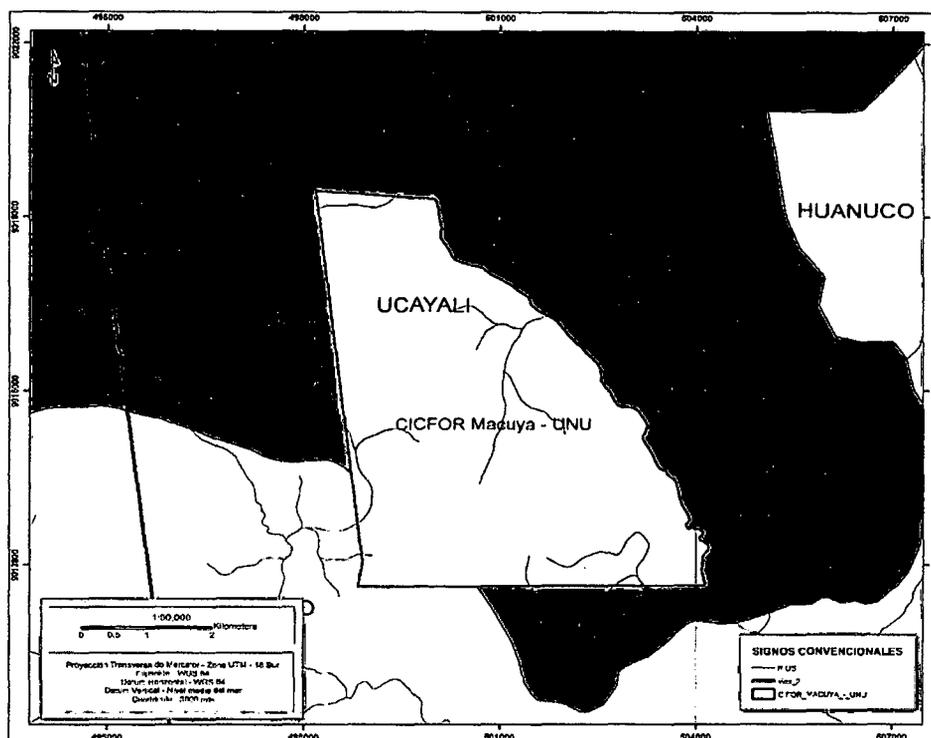


Figura 02. Croquis de ubicación del área de trabajo

Ubicado en el área del Centro de Investigación y Capacitación Forestal - Macuya (CICFOR – Macuya), de la Universidad Nacional de Ucayali, el que a su vez se encuentra en el Km 5.00, margen izquierda de la Carretera Fernando Belaúnde Terry, entre las coordenadas geográficas 8° 52' 15" y 8° 56' 09" de Latitud Sur, 75° 01' 17" y 74° 57' 46" de Longitud Oeste, a 215 msnm, en el Distrito de Irazola, Provincia de Padre Abad, Departamento de Ucayali.

3.2.2 Clima

Zona de vida Bosque muy húmedo – Pre montano tropical (bmh-PT), cuya temperatura media anual es de 23.5 °C. La humedad relativa promedio anual es de 85 %, la precipitación anual varía entre 2,000 y 2,500 mm, que incluye un periodo seco y otro lluvioso durante los meses de Noviembre a Marzo, la evapotranspiración potencial es de aproximadamente 1,300 mm.

3.2.3 Fisiografía e hidrología

Paisaje aluvial: Se caracteriza por su topografía relativamente plana con una pendiente de 0 a 5%; y un paisaje colinoso: caracterizado por presentar superficies onduladas y alturas variables con pendientes de 5 a 55%. El área se encuentra en la margen derecha de la cuenca de la quebrada Cashibo.

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1 Población

La población está determinada por todos los centroides (puntos X, Y, Z) de las curvas de nivel dentro del área del CIFOR – Macuya.

3.3.2 Muestra

La muestra está determinada por los centroides (puntos X, Y, Z), de las curvas de nivel de los puntos más altos que determinan la microcuenca “El Zancudal”.

3.4 Selección de la Muestra

Se elaboró un mapa de apoyo con los datos obtenidos de las imágenes SRTM descargadas con el software Global Mapper V. 15. Esto nos ayudó a determinar los puntos más altos para la delimitación en gabinete de la microcuenca “El Zancudal”.

3.5 Recolección de datos

Posterior a la elaboración del mapa de apoyo y la delimitación de la divisoria en gabinete, se procedió a coleccionar in situ los puntos más altos utilizando un GPS Navegador Map 60 csx y el GPS sub-métrico con post-procesamiento y tecnología floodlight, la determinación de los puntos más altos se realizó la segunda semana de Mayo del 2014, con la ayuda de dos trocheros y el ingeniero asesor del presente trabajo de investigación, realizando un recorrido en la totalidad de la vertiente de la "El Zancudal".

3.6 Instrumentos de recolección de datos

3.6.1 Equipos

- Ordenador portátil
- Libreta de Campo
- Cámara fotográfica
- GPS Navegador Map 60 csx
- GPS sub-métrico TRIMBLE XH 6000

3.6.2 Software

- Global Mapper V.15
- MapSource

- Arc Gis 10.2
- TerraSync 5.3
- Pathfinder 5.3

3.7 Procesamiento de los datos de campo

Se procedió a realizar la descarga de los datos de los colectores GPS, mediante la utilización de los programas MapSource y el TerraSync 5.3 en un ordenador portátil, para su almacenamiento y su post-procesamiento, donde se obtuvieron las coordenadas geográficas y la altura en msnm, de los puntos más altos que delimitan la microcuenca “El Zancudal”.

3.8 Post-Procesamiento (Corrección Diferencial) de los Datos de Campo

El post-procesamiento se realizó a los datos obtenidos del GPS sub-métrico TRIMBLE XH 6000, mediante la utilización del programa Pathfinder 5.3 y los datos de control de la estación de rastreo permanente COFOPRI Oficina Zonal Ucayali, ubicado en el Jr. Atahualpa N° 463, en el Distrito de Calleria, Provincia de Coronel Portillo, Ucayali.

3.8.1 Precisión Centimétrica con Post-Procesamiento

Tabla 01. Precisión alcanzada con los equipos sub-métricos

Precisión centimétrica con posprocesamiento	
HORIZONTAL (antena externa)	1 cm + 1ppm
Vertical (antena externa)	1,5 + 1 ppm
Horizontal (antena interna)	2,5 cm + 1,2 ppm
Vertical (antena interna)	4 cm + 1,5 ppm

3.9 Tratamientos de Datos

Los datos serán procesados estadísticamente por medio de una prueba de comparación de dos medias de muestras asociadas por pares, en la cual se tiene que determinar suma de cuadrados de la

diferencia (SCD), obtenido comparando los puntos (x, y, z) obtenidos de los dos tipos de GPS.

3.9.1 Condición de Aplicación

- La muestra debe ser aleatoria.
- La población de las diferencias deben presentar distribución normal.

3.9.2 Hipótesis Nula

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_0 : \delta = 0$$

3.9.3 Prueba de Igualdad de dos Medias

$$T_{obs} = \frac{|\bar{d}|}{\sqrt{\frac{SCd}{n_1(n_1-1)}}} = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{\sqrt{\frac{SCd}{n(n-1)}}}$$

Se rechaza la H_0 si, con $n - 1$ gl

Esto nos indicará si los datos obtenidos del GPS Navegador Map 60 Csx son significativos o no con respecto a los tomados en campo con y el GPS SUBMETRICO.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Características Geográficas e Hidrológicas de la Microcuenca “El Zancudal”.

Geográficamente, la microcuenca “El zancudal”, pertenece a la región hidrográfica del Amazonas, comprendido entre la divisoria de agua de la cordillera de los Andes hasta el llano amazónico en el límites de la frontera con Brasil, donde predomina una densa cobertura vegetal propia de los climas tropicales. En términos hidrológicos la microcuenca “El zancudal” tiene como colector la cuenca hidrográfica Pachitea, dentro del sub sistema del Ucayali, tal como lo establece el (ANA, 2009).

El régimen hidrológico del sistema hidrográfico de la región hidrográfica del Amazonas, se caracteriza por ser permanente y generalmente con abundancia de recursos hídricos en los ríos que discurren por el llano amazónico, y ríos de largo recorrido y grandes cauces destacándose por su magnitud los río Ucayali (17,686 m³/s) y marañón (17,371 m³/s) los cuales se unen cerca del poblado de Nauta para forman al río Amazonas, indicado por el (ANA, 2009).

4.2 Delimitación de la microcuenca “El Zancudal” Mediante la Utilización del GPS Navegador Map 60 Csx

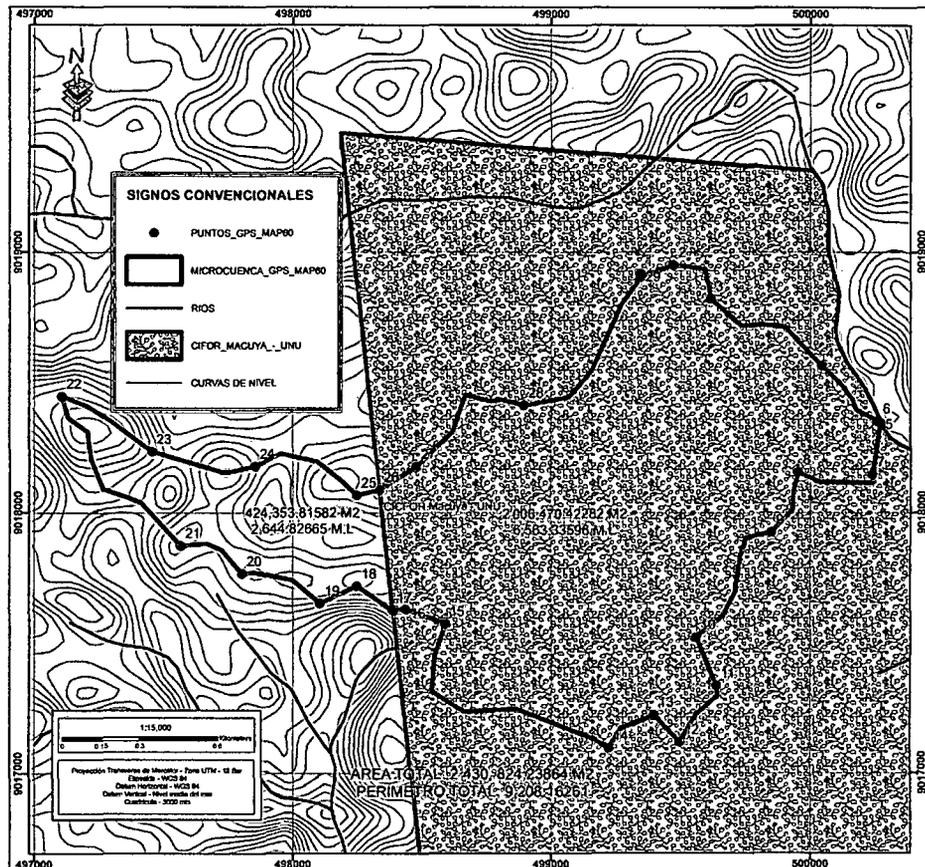


Figura 03. Delimitación de la microcuenca “El Zancudal” mediante la utilización de GPS navegador MAP 60 csx.

En la figura 04 se observa la divisoria de la microcuenca “El Zancudal” delimitada con los datos del GPS navegador MAP 60 CSX, en donde se determinó que mediante este método se obtuvo un área de 2'430,824.2386 m2, con un perímetro de 9,208.1626 M.L.; discrepando con lo encontrado por HIDALGO (2012), donde indica que la delimitación de la microcuenca “El Zancudal” utilizando datos

digitales del SRTM descargados del internet, por medio del Software, Global Mapper 13.0, con un pixel de 30 metros presenta un área de 2'316,865.00 m² con un perímetro de 8,089.3156 M.L.

4.3 Delimitación De la microcuenca “El Zancudal”, Mediante la Utilización del GPS Sub-Métrico Trimble Geo Explorer Serie XH 6000.

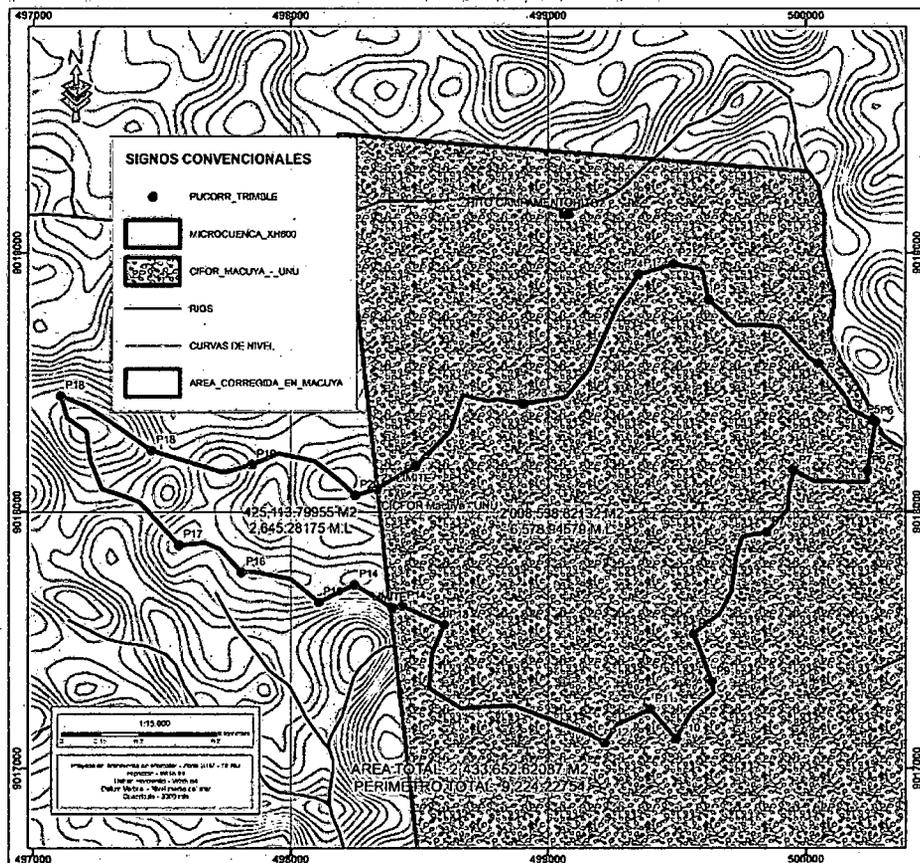


Figura 04. Delimitación de la microcuenca “El zancudal” mediante la utilización de GPS sub-métrico TRIMBLE XH 6000 con tecnología floodlight.

En la figura 05 se observa la divisoria de la microcuenca “El Zancudal” delimitada con los datos del GPS sub-métrico TRIMBLE XH 6000 con tecnología floodlight, en donde se determinó que mediante este método se obtuvo un área de 2'433,652.6208 m², con un perímetro de 9,224.2275 M.L; con una precisión centimétrica con post-procesamiento horizontal de 2,5 cm + 1,2 ppm y vertical de 4 cm + 1,5 ppm (ver figura 03).

Se pudo determinar que el área de la microcuenca dentro de los límites del CIFOR MACUYA es de 2'008,538.8213 m², con un perímetro de 6,578.9457 M.L; y fuera de los límites del CIFOR MACUYA es de 425,113.7995 m², con un perímetro de 2,645.2817 M.L.

4.4 Comparación de la Delimitación de la Microcuenca “El Zancudal”, Mediante la Utilización de GPS Navegador Map 60 Csx Y GPS Sub-Métrico Trimble Geo Explorer Serie XH 6000

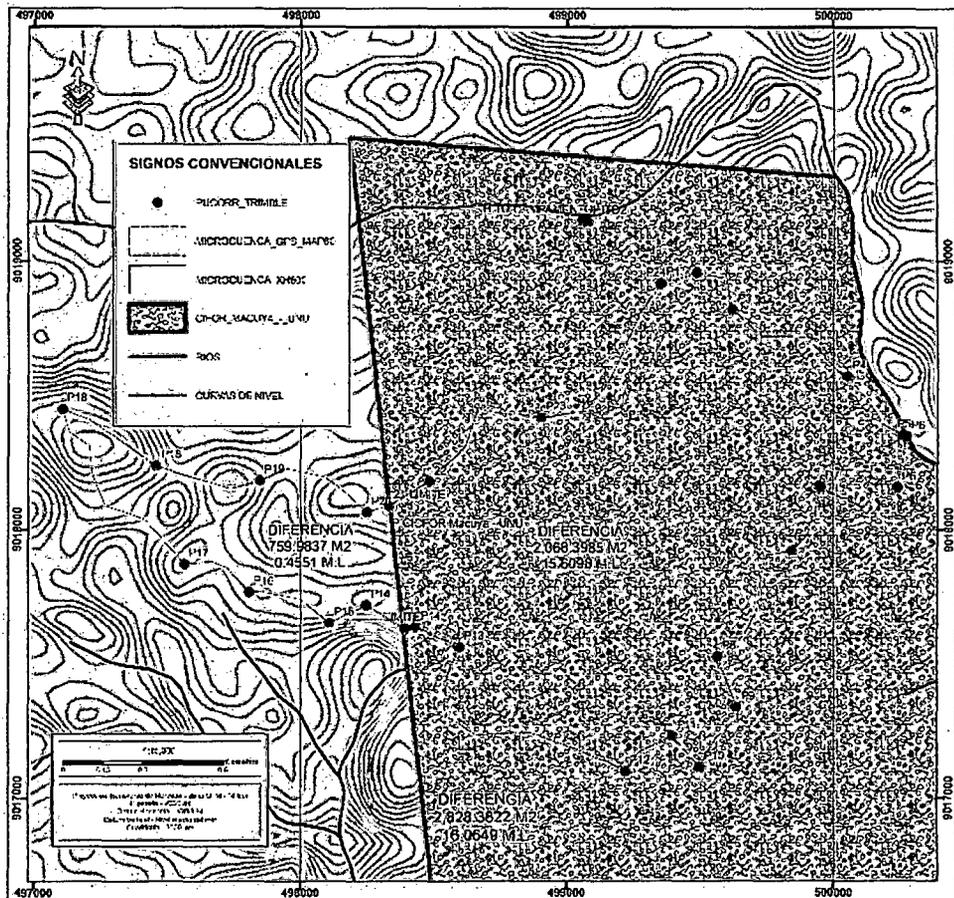


Figura 05. Comparación de la delimitación de la microcuenca “El Zancudal” mediante la utilización de Map 60 CSX y el GPS sub-métrico TRIMBLE XH 6000 con tecnología floodlight.

Se pudo determinar que la diferencias de áreas y perímetro en la delimitación de la microcuenca “El Zancudal” mediante la utilización de los dos métodos es de 2,828.3822 m² y 16.0649 M.L, como

consecuencia de la exactitud del GPS sub-métrico TRIMBLE XH 6000 y su post-procesamiento.

4.4.1 Gráfica Comparativa del Perfil en la Delimitación de la Microcuenca “El Zancudal”

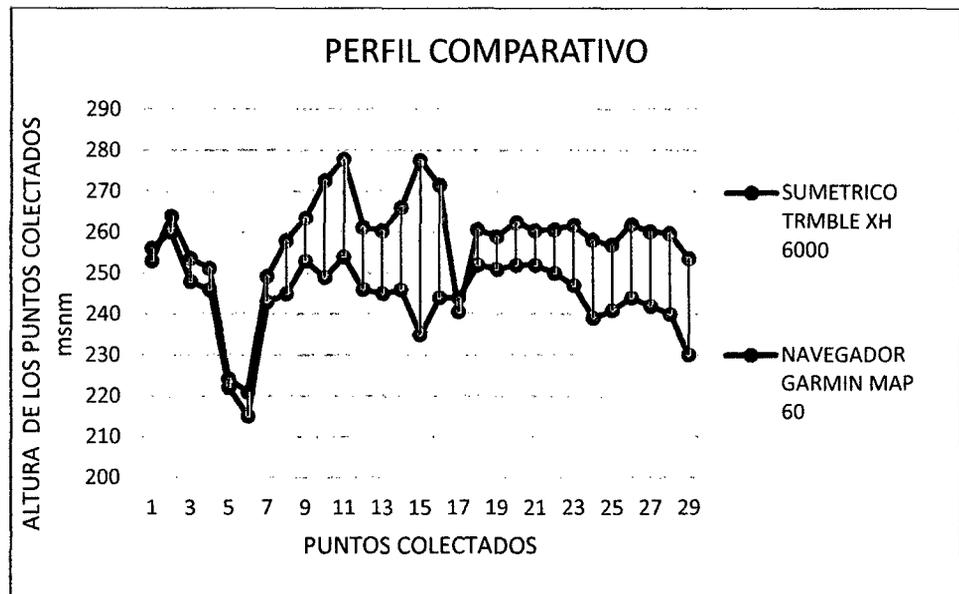


Figura 06. Perfil comparativo entre la delimitación mediante el uso de GPS navegador MAP 60 CSX y el GPS SUBMETRICO XH 6000 con post-procesamiento y tecnología Floodlight.

Se determinó que el dato recolectado más bajo se encuentra en el punto colectado N° 06, que es la desembocadura de la quebrada “El Zancudal” a la quebrada “Cashibo” a una altura de 220.862 msnm. También se pudo determinar que el punto más elevado de la microcuenca “El Zancudal” se encuentra a 277.863 msnm.

Como se observa, las mayores diferencias se encuentran en sectores donde el área de estudio se caracterizan por poseer predominantemente coberturas como los describe ROZAS (2009). En este sentido para el caso de los datos obtenidos mediante el uso de GPS navegador MAP 60 CSX son deficientes en comparación con los datos el GPS SUBMETRICO XH 6000 que presenta una tecnología Floodlight, mediante el cual permite tomar datos bajo cobertura boscosa con un error de 4 cm + 1.5 ppm.

4.5 Análisis Comparativo de la Delimitación Microcuenca “El Zancudal”

Cuadro 02. Análisis cuantitativo de los datos tomados en la delimitación mediante el uso de GPS navegador MAP 60 CSX y el GPS SUBMETRICO XH 6000 con post-procesamiento y tecnología Floodlight.

SUMETRICO TRMBLE XH 6000			NAVEGADOR GARMIN MAP 60			RX	RY	RZ	RX ²	RY ²	RZ ²
X	Y	Z	X'	Y'	Z'						
SUMATORIA						65.197	999	389.082	896.943	873.915	7874.52
PROMEDIO						2.24817	2.71531	13.4166			
SCD						241	034	207			
T _{osb}						750.369	660.100	2654.36			
T _{osb}						594	811	299			
T _{osb}						2.33867	3.01156	7.42063			
T _{osb}						577	579	379			
T ² = 0.995 Con 28gl						2.76330			T _{obs} < T ² Se Acepta la Hipótesis		
T ² = 0.95 Con 28gl						1.70110					
T ² = 0.90 Con 28gl						1.31250					

El análisis comparativo de los datos obtenidos en la delimitación mediante el uso de GPS navegador MAP 60 CSX y el GPS SUBMETRICO XH 6000 con post-procesamiento y tecnología Floodlight, nos da un promedio de la diferencia en las variables "X", "Y" y "Z" de 2.2481 m, 2.7153 m y 13.4166 m respectivamente. Además el análisis estadístico de la suma de cuadrados de la diferencia en el Tobs en las variables "X", "Y" y "Z" es de 2.3386; 3.0115; 7.4206 respectivamente.

A un nivel de significación de 0.1

Se rechaza la hipótesis nula para eje de coordenadas "X".

Se rechaza la hipótesis nula para eje de coordenadas "Y".

Se rechaza la hipótesis nula para eje de coordenadas "Z".

A un nivel de significación de 0.005

Se acepta la hipótesis nula para eje de coordenadas "X".

Se rechaza la hipótesis nula para eje de coordenadas "Y".

Se rechaza la hipótesis nula para eje de coordenadas "Z".

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se delimitó la microcuenca “El zancudal” con precisión sub-métrica mediante la utilización del GPS TRIMBLE XH 6000, obteniendo un área de 2'433,652.6208 m², con un perímetro de 9,224.2275 M.L, con un error horizontal de 2,5 cm + 1,2 ppm y vertical de 4 cm + 1,5 ppm.
- Se determinó que mediante la utilización del GPS navegador MAP 60 CSX la microcuenca “El Zancudal” presenta un área de 2'430,824.2386 m², con un perímetro de 9,208.1626 M.L.
- Se determinó que el área de la microcuenca “El Zancudal”, en la zona de influencia en el CIFOR – MACUYA es de 2'008,538.8213 m², con un perímetro de 6,578.9457 M.L.
- Se realizó un análisis comparativo en la delimitación mediante el uso de GPS navegador MAP 60 CSX y el GPS SUBMETRICO XH 6000 con post-procesamiento y tecnología Floodlight,

determinando que existe diferencia significativa a un nivel de significación de 0.1 y 0.05

- El promedio de la diferencia en las variables "X", "Y" y "Z" de 2.2481 m, 2.7153 m y 13.4166 m respectivamente.

5.2 Recomendaciones

- Realizar un análisis cuantitativo de la calidad de los datos para la delimitación mediante el uso de GPS navegador MAP 60 CSX y el GPS SUBMETRICO XH 6000 con post-procesamiento en diferentes tipos de relieve y cobertura vegetal, para determinar en qué manera influye los diferentes tipos de cobertura en la delimitación de una cuenca en bosque tropical.
- Para el estudio donde se requiera información sobre extensas superficies se recomienda la utilización de plataformas satelitales destinadas a generar información de la superficie terrestre en forma de DEM, esto dado principalmente por la relación de costo/tiempo/beneficio.

CAPITULO VI

6.1 Referencias Bibliográficas

- AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA, (2009). Demarcación y Delimitación de las Autoridades Administrativas del Agua. Lima – Perú.
- BIBING. Gps diferencial [en línea] <
<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11417/fichero/Cap%C3%ADtulos%252F3-+GPS+Diferencial.pdf>> [consulta: 14 de Enero 2014].
- BOSQUE, J (2000). Sistemas de Información Geográfica. Segunda edición. Madrid. 450 pp.
- BRAVO M., NINO F., (2013). Sistema de Referencia y de Coordenadas ArcGis 10 ó ArcGis 10.1. Curso de SIG y Teledetección [en línea]. <
[http://www.academia.edu/8414100/Curso de SIG y Teledetección 2013 Guía 3](http://www.academia.edu/8414100/Curso_de_SIG_y_Teledetecci3n_2013_Guía_3)> [consulta: 18 de Setiembre 2014].
- CARRIE, J. (2006). Manual de Manejo de Cuencas. World Vision. Canadá.
- CRICYT. Enciclopedia [en línea] <
<http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/>> [consulta: 12 de Enero 2014].

- FARR, T.y M. KOBRICK (2000). Shuttle radar topography mission produces a wealth of data, *American Geophysical Union Eos online*: www.geocomputation.org/2007/1A-Remote_Sensing_1/1A1.pdf.
- GUTH, P. L. 2006, Geomorphometry from SRTM: Comparison to NED: *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, v. 72, no. 3, p 269 - 277.
- JIMENES, F. (2005). *Gestión Integral de Cuentas Hidrográficas. Enfoque y Estrategias Actuales*. CATIE Recursos, Ciencia y decisión. N° 2.
- LLERENA, C. et al., (1996). *Metodología Para la Elaboración de Planes Maestros de Cuencas*. Instituto de Promoción Para la Gestión del Agua. Lima – Perú.
- MANCO, J (2007). *Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas*. Programa de Doctorado y Maestría en Recursos Hídricos. Universidad Nacional Agraria "LA MOLINA"-CATIE. Lima. Pe. 369 pag.
- MATHEW C. 2008. USGS Programa GeoSUR. Desarrollo de Mapas de Relieve. Hidrografía y Derivados para Suramérica. Corporación Andina de Fomento (CAF).
- NASA, 2005b, Shuttle Radar Topography Mission: Instruments, INTERFEROMETRY EXPLAINED. <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/instrumentinterferometry.html>
- SANTIESTEBAN (2014). *Gestión Integral de Cuentas Hidrográficas*. [en línea].

<http://ingenierosantesteban.mywebcommunity.org/tipos_cuencas.ph>

[consulta: 12 de Enero 2014].

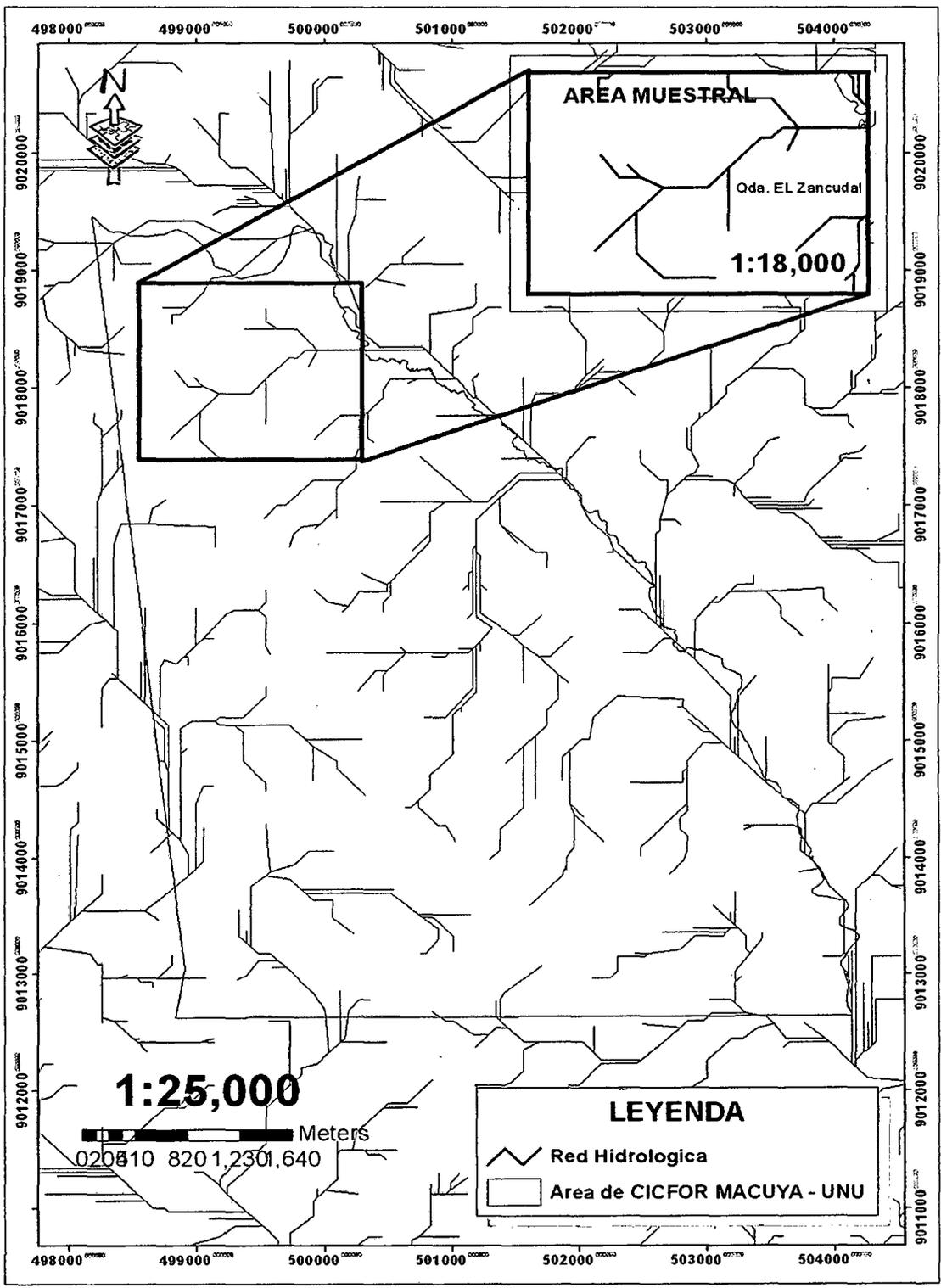
- RODRIGUEZ, E., MORRIS, C. S., BELZ, J. E., 2006. A Global Assessment of the SRTM Performance: Photogrammetric Engineering and Remote Sensing online: www.asprs.org/publications

ANEXOS

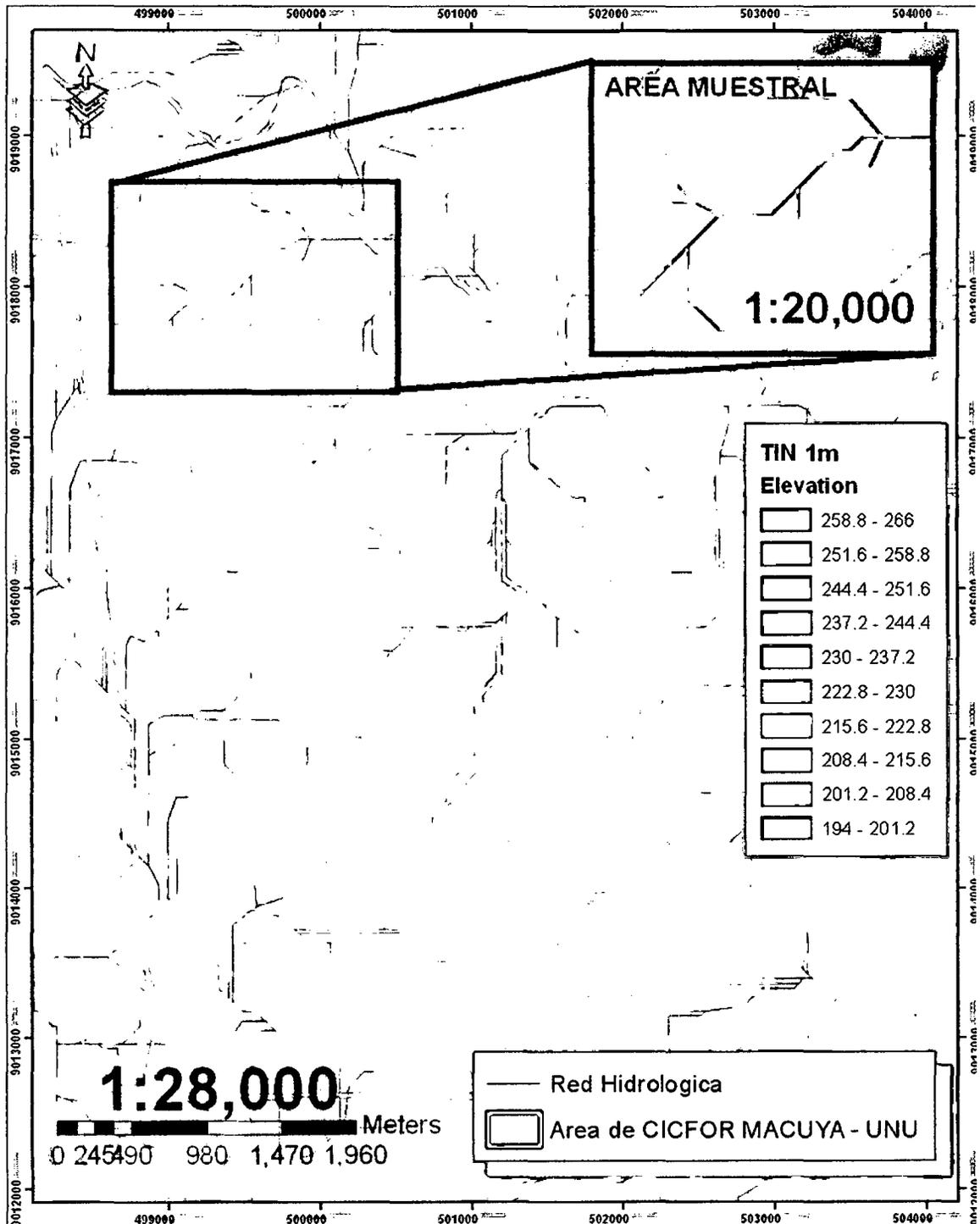
Anexo N° 01. Datos de la delimitación mediante el uso de GPS navegador MAP 60 CSX y el GPS SUBMETRICO XH 6000 con post-procesamiento y tecnología Floodlight.

N	SUMETRICO TRMBLE XH 6000			NAVEGADOR GARMIN MAP 60		
	X	Y	Z	X'	Y'	Z'
1	499352.169	9018919.4	252.913	499346	9018917	256
2	499486.89	9018957.71	263.945	499475	9018951	260
3	499623.926	9018819.32	253.683	499617	9018822	248
4	500052.969	9018572.26	251.201	500045	9018565	246
5	500261.234	9018353.23	224.17	500272	9018345	222
6	500271.972	9018349	220.862	500262	9018351	215
7	500239.936	9018157.65	249.141	500239	9018147	243
8	499955.629	9018158.19	257.965	499953	9018155	245
9	499849.795	9017922.2	263.469	499851	9017925	253
10	499565.17	9017526.57	272.595	499560	9017522	249
11	499635.875	9017339.64	277.863	499639	9017336	254
12	499497.018	9017116	261.189	499497	9017120	246
13	499397.472	9017232.58	260.306	499398	9017223	245
14	499220.291	9017100.41	266.066	499223	9017096	246
15	498598.742	9017562.5	277.638	498592	9017573	235
16	498433.794	9017636.49	271.479	498439	9017630	244
17	498394.443	9017630.74	240.566	498388	9017626	244
18	498246.142	9017719.32	260.611	498248	9017718	252
19	498107.782	9017652.11	258.966	498106	9017652	251
20	497807.476	9017766.99	262.386	497804	9017766	252
21	497565.241	9017872.7	260.419	497566	9017873	252
22	497106.654	9018448.05	260.631	497106	9018447	250
23	497459.221	9018237.21	261.665	497456	9018234	247
24	497848.771	9018182.59	257.993	497854	9018178	239
25	498250.049	9018064.35	256.922	498246	9018067	241
26	498334.572	9018089.25	261.909	498336	9018088	244
27	498486.316	9018178.35	260.198	498479	9018177	242
28	498904.96	9018418.04	259.72	498896	9018412	240
29	499351.688	9018915.9	253.611	499348	9018904	230

Anexo N° 02. Mapa general de la Red Hidrográfica en el CICFOR Macuya.



Anexo N° 03. Mapa general de la Red Hidrográfica con el TIN en el CICFOR-MACUYA



Anexo N° 04. Determinando las coordenadas del Hito del CIFOR - MACUYA.



Anexo N° 05. Dirigiéndonos al área de trabajo



Anexo N° 06. Toma de datos en la divisoria de cuenca



Anexo N° 07. Desembocadura de la quebrada "El zancudal"

