

## **CAPITULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 MATERIALES**

Para llevar a cabo este proyecto, que más que de investigación es experimentación participativa, se utilizó los siguientes materiales:

- Fotografías aéreas (1:20000)
- Cartas topográficas (Escala 1:25000)
- Software S.I.G.
  - ArcView 3.2
  - ArcMap 8.3
  - TNT Mips 6.0
- Libreta de campo
- Botas
- Poncho de agua
- Suministros de oficina
  - Papel Bond Formato A4
  - Papel Periódico Formato A0
  - Bolígrafos
  - Marcadores (Tiza Líquida)
  - Marcadores (Permanentes)
  - Marcadores (Acetatos)
  - Lápices y borradores
  - Juego de reglas
  - Acetatos

- Internet
- Material bibliográfico especializado en el tema
- Flotador para medición de caudales
- Balde plástico graduado (aspersión y canal abierto)
- Recipiente plástico graduado (goteo)
- Cassette Filmadora

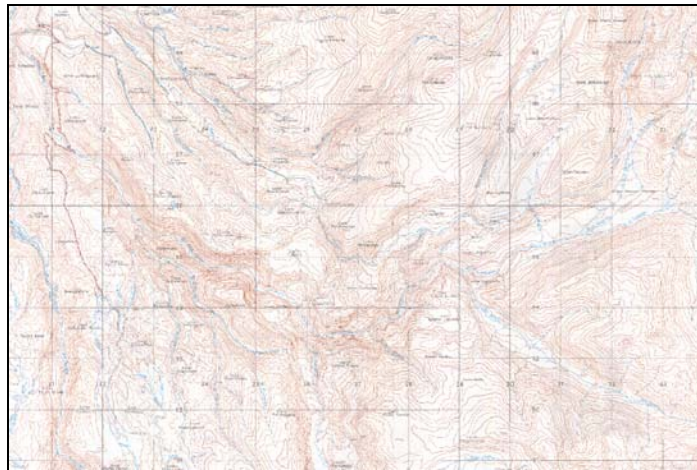
### **3.1.1 Equipos**

- G.P.S.
- Estereoscopio
- Computador Pentium 4
- Impresora
- Plotter
- Cámara digital
- Proyector de Acetatos
- Cinta métrica
- Altimetro
- Brújula
- Binoculares
- Calculadora
- Cronómetro
- Flash Memory Drive
- Vehículo (4x4)
- Filmadora

## **3.2 MÉTODOS**

### **3.2.1 Delimitación del Área de Estudio**

Se utilizó las cartas topográficas que abarcan el área de estudio (Paquiestancia y Río Monjas) a escala 1:25 000, Figura 3.1, publicadas por el Instituto Geográfico Militar (I.G.M.). La delimitación se realizó trazando una línea sobre los drenajes y la divisoria de agua representada en la topografía mediante los drenajes y las curvas de nivel.



**Figura 3.1:** Cartas Topográficas a escala 1:25 000  
Fuente: IGM

### **3.2.2 Fotografías Aéreas**

Con el límite de la zona de estudio en las cartas topográficas 1:25 000 se procedió a seleccionar las fotografías aéreas que cubrían la zona de estudio, las fotografías aéreas se adquirió en el Instituto Geográfico Militar (I.G.M.) las mismas que son del año 1996 del Proyecto Prolettierras a escala 1:20 000, Cuadro 3.1 y Figura 3.2.

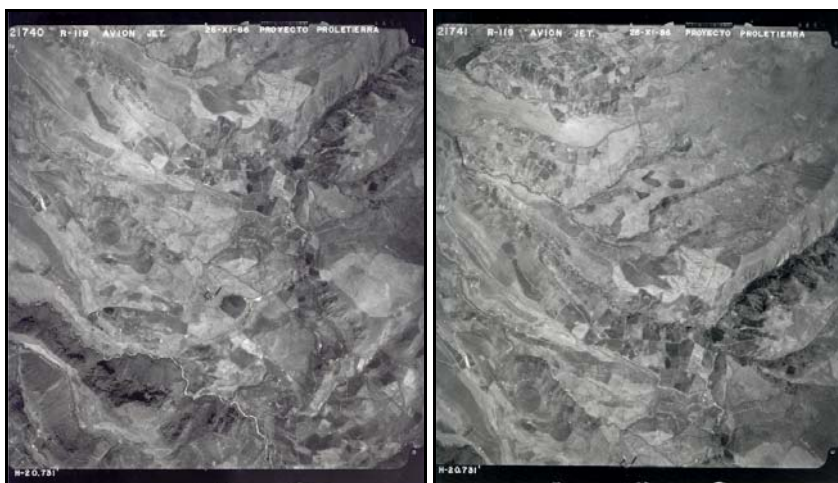
**Cuadro 3.1:** Fotografías Aéreas

FOTOGRAFÍA	AÑO	ESCALA	FORMATO
21740	1996	1:20 000	Analógico
21741	1996	1:20 000	Analógico

Fuente: Autores

Las fotografías aéreas fueron procesadas de la siguiente manera:

- Escaneo (con la utilización de un escáner);
- Georeferenciación (con ayuda de software ARCGIS 8.3 y consiste en llevar la información a un sistema de proyección definida, utilizando el comando VIEW/TOOLBARS/GEOREFERENCING, posteriormente se realizo un resamplero con el comando GEOREFERENCING/RECTIFY );
- Interpretación (obtener la información de la fotografía aérea en formato digital).



**Figura 3.2:** Fotografías Aéreas  
Fuente: IGM

### 3.2.3 Información Cartográfica Base

La cartografía básica a escala 1:25 000 se elaboró con ayuda del software ARCVIEW y TNT Mips mediante siguiente proceso:

- Escaneo de cartas topográficas (con la utilización de un escáner);
- Georeferenciación de cartas (consiste en llevar la información a un sistema de proyección definida con ayuda del software TNT Mips y utilizando el comando EDIT/GEOREFERENCE y PROCESS/RASTER/RESAMPLE/AUTOMATIC);
- Digitalización en pantalla (generar la información representada en la carta topográfica como: curvas de nivel, drenajes, vías con ayuda de ARCVIEW con el comando THEME/START EDITING);
  - Estructuración información (asignar la información a cada objeto geográfico digitalizado y correctamente identificado);
  - Ajuste de información (mediante trabajos en campo y la fotografía).

La información base (curvas de nivel, drenajes, vías y poblados) y temática se encuentran en la zona 17 y el sistema de referencia PSAD56.

### **3.2.4 Información Cartográfica Temática**

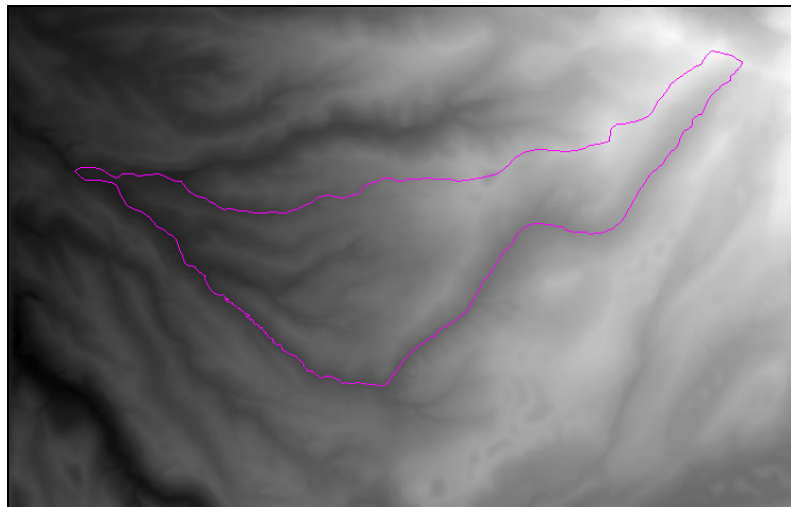
La información temática de suelos, clima, zonas de vida, fue adquirida del Convenio HCPP-MAG-SIGAGRO a escala 1:50 000, posteriormente mediante trabajos de campo y gabinete y con el uso de las cartas topográficas y la fotografía aérea esta información fue ajustada a escala 1:25 000.

La cartografía temática generada para este proyecto es la siguiente:

#### **a) Mapa de pendientes**

Para la elaboración del mapa de pendientes se realizaron los siguientes pasos:

- Elaboración del Modelo Digital de Elevación (utilizando las curvas de nivel y con ayuda de software ARCGIS 8.3, con el comando CREATE/MODIF TIN), Figura 3.3;
- Generación de pendientes (en porcentaje utilizando el comando SURFACE ANALYSIS/SLOPE);
- Se reclasificó en 6 clases de pendientes;
- Se transformó de formato raster a vectorial;
- Finalmente se estructura la base de datos del mapa generado.



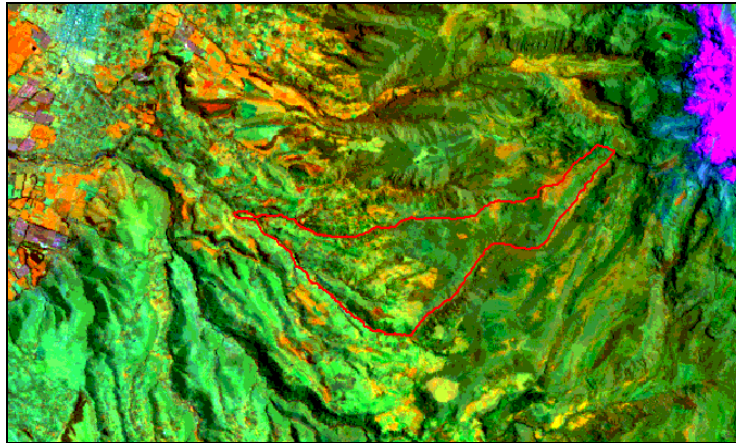
**Figura 3.3:** Modelo Digital de Elevación  
**Fuente:** Autores

## **b) Mapa de Uso de Suelo**

Para la generación del mapa de uso del suelo se utilizó la fotografía aérea, visitas a la zona de estudio y con ayuda de una imagen satelital del año 2002 (imagen adquirida del SIGAGRO, Figura 3.4, mediante el siguiente proceso:

- Interpretación en pantalla (empleando técnicas tradicionales de fotolectura, separando unidades de cobertura y uso mediante el estudio de la configuración, tamaño, sobras, textura, patrones de drenaje, etc.);

- Visita de campo (con ayuda de un Navegador Magellan, un vehículo de doble transmisión para poder acceder a lugares de difícil acceso, las fotografías aéreas interpretadas en gabinete e impresas);
- El levantamiento de información de uso de suelo y cobertura vegetal se realizó mediante observación in situ, al tener la fotografía georeferenciada y a la escala de trabajo (1:25 000) se observó el terreno y se fue marcando en la fotografía el tipo de uso con el cual está asignando el territorio además se tomaron datos de las especies que conforman la cobertura vegetal;
- Estructuración de información recopilada en campo.



**Figura 3.4:** Imagen Landsat 7  
Fuente: SIGAGRO

### **c) Mapa de División de Predios**

Por motivo de organización de los integrantes de la comuna se decidió levantar la información predial de un determinado sector el mismo que corresponde a 80 hectáreas aproximadamente. Para la generación de la cobertura de predios se realizó las siguientes actividades:

- Digitalización de cada uno de los predios (con ayuda de la fotografía aérea);

- Visita de campo (con ayuda de un GPS “Navegador Magellan” se tomó las coordenadas de los vértices de cada uno de los predios);
- Corrección en gabinete;
- Estructuración de información predial (asignación de nombres de cada uno de los propietarios de los predios levantados).

### **3.2.5 Sistemas de Riego**

Se recopiló datos e información referente al área de estudio y sus alrededores tanto del medio biofísico como social y económico, ya sea en forma de mapas, gráficos, textos o estadísticas. La información se obtuvo de instituciones importantes como del IEDECA y de otras fuentes como el internet, publicaciones y estudios anteriores de la zona.

Para la ejecución del aspecto socio-económica de la Comuna Monjas Alto se utilizó una determinada encuesta (Anexo 3.A), la misma que fue formulada tomando en cuenta todos los aspectos necesarios para la elaboración del proyecto como son población, ingresos económicos, servicios básicos, uso del suelo de la Comuna.

En cambio para conocer la estructura organizativa de la Comuna Monjas Alto utilizamos la entrevista directa con los miembros de la comuna, (Figura 3.5); para conocer como se organizan para la constitución de las directivas, sus estatutos, reglamentos, sus aspectos administrativos financieros y la forma de trabajo de todos sus integrantes.





**Figura 3.5:** Entrevistas a los comuneros

### **3.2.5.1 Diseño de Modelos de Sistemas de Riego**

Para establecer el diseño de cada uno de los modelos propuestos se realizaron varios pasos metodológicos:

#### **a) Reuniones preliminares**

Se realizó reunión en donde se presentaron las ventajas y desventajas del cambio de método de riego. En este primer espacio se delinearon las características técnicas y sociales que debía guiar al diseño del sistema.

#### **b) Recorridos de campo**

Se levantó una nivelación de cada uno de los sitios de la comunidad; con el propósito de obtener desniveles y distancias de las conducciones principal, secundaria y parcelaria.

Los recorridos permitieron actualizar los catastros existentes y determinar los tramos por donde deberían ir las obras requeridas como tuberías, disipadores de energía, purgas de limpieza y de aire, etc.

**c) Diseño mediante tabulación de datos de campo**

El análisis técnico de los datos de campo, permitió obtener un primer diseño de todos los modelos de sistemas, en el que se desglosan: costos, materiales, propuesta del reparto del agua, plano preeliminar.

**d) Reajustes en el diseño**

Los reajustes en el diseño son de aspectos de fondo muy importantes, que son indispensables para garantizar la sostenibilidad de funcionamiento del sistema a largo plazo. Uno de estos aspectos es la forma como se va a repartir el agua con el nuevo método de riego.

**e) Diseño definitivo**

Mediante éste trabajo se pretende dar alternativas para el mejoramiento de utilización de agua de la zona con el fin de optimizar el recurso hídrico. Para lo cual se utilizó métodos descriptivos de las características biofísicas y sociales de la microcuenca. Se aplicó además técnicas que ayudaron al desarrollo del trabajo como salidas de campo, entrevistas a los principales actores sociales (agricultores) y se utilizó también herramientas como SIG, fotointerpretación, etc.

### **3.2.5.2 Eficiencia de los Sistemas de Riego**

Para observar el impacto productivo de cada uno de los sistemas de riego propuestos se implantó ensayos, en los cuales se propone relacionar la producción con el tipo de riego; su forma de medición consistiría en calcular el aumento en la cantidad producida en las parcelas instaladas que obtienen agua del sistema de irrigación evaluado.

El riego puede aumentar los rendimientos de los cultivos en parcelas de comunidades campesinas por cualquiera de los motivos siguientes:

- Un mayor número de riegos aplicados a los cultivos.
- Un riego más uniforme.
- Una lámina de riego más acorde con el tamaño de la raíz del cultivo.
- Un riego oportuno en los momentos más críticos del período vegetativo de la planta.
- Una mayor temperatura en el suelo que neutraliza los efectos de las heladas.

Para la medición de los rendimientos en las parcelas seleccionadas se requiere de herramientas manuales para excavar y extraer las muestras, y de una balanza portátil para medir el peso de los productos por unidad de área. Una dificultad en esta medición consiste en deslindar en qué medida el incremento en los rendimientos es causado por efecto del riego, separando los efectos causados por otros insumos, por ejemplo, una semilla de mejor calidad, mejor dosis de fertilización, etc. Será necesario utilizar parcelas testigo junto a las parcelas experimentales para enfrentar ésta dificultad.

Para la evaluación de los sistemas de riego, se realizó el cálculo estadístico propuesto a continuación:

### 3.2.5.3 Diseño Estadístico (D.C.A.)

Este diseño se utilizó ya que se cuenta con tres tratamientos los cuales se distribuyen al azar y el número de repeticiones es igual.

Donde:

#### Tratamientos:

**Ra** = Riego por Aspersión

**Rg** = Riego por Goteo

**Rc** = Riego a Canal Abierto

#### Cultivos a Evaluar:

**T** = Tubérculos

**H** = Hortalizas

**P** = Pastizales

Cuadro 3.2: Tabla de Doble Entrada (Tratamientos – Repeticiones)

Repeticiones. Tratamientos.	I	II	III	IV	V	$\Sigma$	X
R. C. Abierto							
R. Aspersión							
R. Goteo							

Cuadro 3.3: Análisis de Varianza D.C.A

FV	G.L	C.M	F.Cal	F. Tabular	
				5%	1%
Total	n-1				
Tratamientos	t-1				
Error Exp.					

### 3.2.5.4 Incidencia Económica de los Sistemas

La Comuna Monjas Alto por lo general presenta suelos con buena profundidad y fertilidad. La mayor parte de los suelos cultivables se encuentran bajo la influencia del reservorio. Por los aspectos ya mencionados, la producción agrícola en las organizaciones comunitarias se podría decir que fue limitada al no disponer de un buen caudal. Con la implementación del sistema de riego por aspersión comunitario se trata de diversificar la producción para mejorar la dieta campesina y si existen excedentes para la venta. Por lo cual se planteó realizar un cuadro de comparaciones entre el sistema por surco y aspersión, tomando en cuenta los siguientes criterios:

- La mano de Obra utilizada en período de producción.
- Cantidad de plantas germinadas.
- La cantidad de agua utilizada.
- Materiales de Labranza.
- Abonos.
- Tasa de Mortalidad de plantas.
- Producción del cultivo.

### **3.2.5.5 Normas de reparto del agua de riego**

A nivel comunal no se puede repartir el agua de acuerdo a la cantidad de tierra ni a los requerimientos de los cultivos, primero porque este tipo de reparto (riego por surcos) no es justo ni equitativo, y segundo por que el caudal existente no permite hacerlo.

Dentro de la comunidad también existe intereses individuales, “los más vividos que se quieren aprovechar de los sumisos”... se debió construir una propuesta de reparto interna que no genere conflictos y que sea manejable, bajo el principio de un poco de agua pero para todos.

La propuesta de reparto dentro de la comuna fue aprobada en asambleas comunales y contiene los siguientes pasos:

- Catastro de la comunidad
- Calificación de beneficiarios
- Establecimiento de grupos
- Turnos y horarios
- Caudal