

# PROTOCOLO TÉCNICO DE MONITOREO HIDROLÓGICO

*Documentación para la captura de datos freáticos mediante piezómetros artesanales y especificaciones funcionales para la aplicación móvil.*

**Autor / Consultor:** Diego López Z.

**Ubicación / Origen:** Finca La Lomita / Ganadería Montecristo

**Estructura de Red:** 16 Piezómetros Estratégicos

**Fecha de Emisión:** 9 de junio de 2026

**Objetivo Principal:** Mapeo Crítico y Diseño de Canales

**Versión del Documento:** 2.0 (Actualizado)

## 1. Objetivos del Monitoreo

El establecimiento de la red de 16 piezómetros en Finca La Lomita tiene como propósito fundamental transformar las observaciones empíricas del terreno en un conjunto de datos estructurados, confiables y analizables. Los objetivos específicos de este protocolo son:

- **Establecer la Línea Base Hidrológica:** Determinar el comportamiento natural y la fluctuación estacional del agua subterránea (nivel freático) tanto en época seca como lluviosa.
- **Identificar Zonas Críticas de Saturación:** Aislar con precisión matemática los sectores donde el agua permanece cerca de la superficie, afectando la salud radicular de las pasturas y la transitabilidad general.
- **Evaluar la Capacidad de Drenaje Natural:** Cuantificar la velocidad de infiltración y descenso del nivel freático posterior a eventos de precipitación severos.
- **Sustentar Decisiones de Infraestructura:** Proporcionar datos empíricos que justifiquen técnicamente la ubicación, profundidad, pendientes y trazado de nuevos canales de drenaje.

## 2. Estrategia de Muestreo y Frecuencias

Las mediciones no se realizarán de manera aleatoria, sino bajo un esquema riguroso dividido en dos grandes vertientes operativas:

### A. Frecuencias Rutinarias

- **Época Seca (Verano):** Medición **quincenal** o mensual. Registra el comportamiento mínimo del acuífero superficial sin presión climática directa.

- **Época Lluviosa (Invierno Normal):** Medición **semanal**, fijando un día estándar (ej: todos los lunes por la mañana). Captura la curva de llenado progresivo del suelo.

## **B. Mediciones Dinámicas (Eventos Climáticos Críticos)**

Estas lecturas se activan inmediatamente después de un aguacero torrencial o una noche de lluvia continua, utilizando dos ventanas temporales estratégicas:

- **Ventana de Impacto Inmediato (12 a 24 horas post-lluvia):** Revela el pico máximo de saturación y la vulnerabilidad de retención superficial del sector.
- **Ventana de Evacuación / Descenso (48 a 72 horas post-lluvia):** Mide la velocidad de recuperación del suelo. Si un piezómetro no muestra descenso significativo a las 72 horas, la intervención mediante un canal de alivio se vuelve prioritaria.

### 3. Matriz de Diccionario de Datos (Especificación del Formulario)

A continuación, se detallan los campos obligatorios que estructurarán el formulario de captura en la aplicación móvil que utilizará el operario en campo:

| Nombre del Campo                   | Tipo de Entrada      | Opciones de Selección / Rangos                                                                                                                               | Propósito y Lógica Analítica                                                      |
|------------------------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Fecha y Hora                       | Timestamp Automático | Fecha actual e ingreso de la hora exacta del clic.                                                                                                           | Permite calcular el desfase preciso con respecto al fin de las lluvias.           |
| Identificador                      | Lista Desplegable    | P-01, P-02, P-03, ... hasta P-16.                                                                                                                            | Garantiza la integridad referencial de cada punto de control estratégico.         |
| Nivel Freático                     | Numérico (Manual)    | Valor en centímetros [cm] (Ej: 0, 15, 45, 120).                                                                                                              | Medida desde el ras superior del tubo hasta el espejo de agua.                    |
| Contexto de Medición               | Botón de Opción      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Rutina Seca</li> <li>Rutina Lluvia</li> <li>Post-Lluvia (Activa campos dinámicos)</li> </ul>                          | Clasifica el registro para aislar el comportamiento basal del dinámico.           |
| Intensidad de Lluvia               | Selector Condicional | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ligera / Pelo de gato</li> <li>Moderada (Constante)</li> <li>Intensa / Torrencial (Se cae el cielo)</li> </ul>        | Establece el nivel de presión hídrica superficial percibida por el operario.      |
| Duración de Lluvia                 | Selector Condicional | <ul style="list-style-type: none"> <li>Menos de 1 hora</li> <li>Entre 1 y 3 horas</li> <li>Entre 3 y 6 horas</li> <li>Todo el día / Toda la noche</li> </ul> | Determina la magnitud del volumen de agua infiltrada en el evento.                |
| Tiempo transcurrido desde que paró | Selector Numérico    | Horas / Minutos transcurridos sin lluvia al momento de medir.                                                                                                | Variable clave para calcular la velocidad de infiltración y capacidad de drenaje. |
| Observaciones                      | Texto Libre          | Notas opcionales (Ej: "Agua turbia", "Charco externo", "Paso de ganado").                                                                                    | Contextualiza anomalías físicas visibles en el entorno del piezómetro.            |

## 4. Lógica de Análisis y Reglas de Decisión

Los datos almacenados serán explotados bajo tres premisas analíticas fundamentales para dictaminar la apertura de nuevos canales de drenaje:

### Regla 1: El Índice de Retención Crítica

Si un piezómetro registra niveles de agua entre **0 y 30 cm** en la ventana de *Impacto Inmediato*, y muestra un descenso inferior al **10% transcurridas 72 horas** (Ventana de Evacuación), la microzona se tipifica como "Zona de Drenaje Crítico". Requiere un canal de alivio de manera prioritaria.

### Regla 2: El Efecto Esponja Saturation

Si lluvias de *Intensidad Alta* pero de *Corta Duración* (< 1 hora) disparan bruscamente los niveles de agua superficial, denota una baja infiltración debido a un horizonte arcilloso o compactado. Esto justifica la creación de **canales superficiales de escorrentía**, en lugar de drenajes profundos.

## 5. Recomendaciones de Operación en Campo

1. **Punto de Referencia Único:** El operario debe tomar la medición siempre desde el borde superior del tubo de PVC, nunca desde el nivel variable de la tierra circundante.
2. **Sonda Limpia:** Utilizar una cinta de medición o sonda debidamente calibrada, asegurándose de limpiarla entre potreros para evitar la obstrucción del sensor artesanal o el arrastre de sedimentos.
3. **Mantenimiento de la Red:** Inspeccionar semestralmente que la tapa artesanal de cada piezómetro esté operativa para evitar el ingreso directo de agua de lluvia por la boca del tubo, lo cual falsearía por completo las lecturas freáticas.