

Contribución de la **Unión Europea**
complementaria al **Proyecto de Irrigación**
Tecnificada para pequeños y medianos
productores y productoras



ESCUELA NACIONAL
DE IRRIGACIÓN
PARCELARIA

**PROGRAMA ASESORA / ASESOR EN RIEGO INTEGRAL
PARCELARIO
CURSO DE ELABORACIÓN DE DIAGNÓSTICOS INTEGRALES
EN TERRITORIOS BAJO RIEGO**



**Módulo 3. Diseño y Elaboración de un Diagnóstico Integral en
Etapa de Factibilidad**

**Diagnóstico ambiental de las
fuentes de agua en un sistema de
riego**

Susana Escandón Mejía

2020



Contenido

Contenido

I.	RESULTADOS DE APRENDIZAJE	2
II.	INTRODUCCIÓN.....	3
III.	DESARROLLO DE LA UNIDAD.....	4
	CAPÍTULO 1. ANÁLISIS DEL RECURSO AGUA EN LAS FUENTES QUE ABASTECEN EL SISTEMA DE RIEGO	4
	Tema 1. ¿Cuáles son los elementos importantes a considerar en el análisis de las fuentes de agua de los sistemas de riego?	5
	<i>La unidad de análisis</i>	5
	<i>Condición de Vulnerabilidad</i>	7
	<i>Análisis hidro-morfológico de las fuentes de agua</i>	8
	<i>Valores de conservación</i>	8
	Tema 2. ¿Cuál es la metodología para determinar el estado de la fuente de agua del sistema de riego?	8
	<i>Paso 1. Recorrido por zonas circundantes a la captación del sistema del riego</i>	8
	<i>Paso 2. Análisis hidro-morfológico de la fuente de agua y su entorno</i>	10
	<i>Paso 3. Responsabilidades de conservación de fuentes de agua</i>	17
	CAPÍTULO 2. ¿CÓMO REALIZAR EL ANÁLISIS DEL ESTADO DE LA COBERTURA VEGETAL Y USO DE SUELO EN LA ZONA DE LA FUENTE DE AGUA?.....	21
		21
	Tema 1. Análisis de la Cobertura Vegetal.....	21
	<i>¿Por qué es importante la cobertura vegetal para los sistemas de riego?</i>	21
	<i>¿Cómo influye el uso de suelo en el estado de las de fuentes de agua?</i>	22
	Tema 2. Metodología para el análisis de cobertura vegetal histórico y actual.....	23
	CAPÍTULO 3. ANÁLISIS AMBIENTAL DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LAS FUENTES DE AGUA.....	27
	Tema 1. Análisis de valores ambientales y fuentes de presión	27
	Priorización de presiones para toma de decisiones	28
	Tema 2. Análisis de estrategias para conservación de fuentes y áreas circundantes a la captación del sistema de riego	29
IV.	CONCLUSIONES.....	32
V.	BIBLIOGRAFIA.....	33
VI.	ANEXOS.....	34



I. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Al finalizar el análisis de esta guía el participante será capaz de:

- Determinar el estado de conservación de las fuentes de agua que abastecen a los sistemas de riego.
- Definir de forma participativa, las presiones ambientales encontradas sobre las fuentes de agua.
- Establecer las líneas estratégicas que permitan la identificación de acciones para el mejoramiento de las condiciones ambientales sobre las fuentes de agua.



II. INTRODUCCIÓN

Todos en su ámbito de trabajo seguramente han escuchado que el agua es cada vez es más escasa, que los ríos ahora están secos, que las parcelas no producen como antes, que los suelos cada vez requieren más inversión.

El cambio en la cobertura vegetal debido al cambio de uso que tiene dentro de la zona de influencia donde se encuentran las fuentes de agua, son las que alteran la disponibilidad y la calidad de este recurso, de allí la importancia de levantar información que permita la toma de decisiones en temas de conservación, pues sin una fuente de agua en buen estado, no hay sistema de riego que funcione ni producción que se vea mejorada.

Por ello, establecer acciones que garanticen el agua para un uso productivo, contribuye a que las comunidades y organizaciones puedan contar con agua segura en calidad y cantidad, así junto a otras acciones como mejorar suelos, producción y en consecuencia condiciones económicas.

En el contexto mencionado anteriormente, el objeto de esta guía es determinar el estado actual de conservación de la fuente de agua que abastece al sistema de riego objeto de estudio, a fin de establecer posteriormente, estrategias de protección y conservación a corto, mediano y largo plazo.

En esta guía, enfocaremos el área de estudio a la zona en donde se encuentra la captación del agua. Para esto se analizarán metodologías de campo, que permitan al técnico tener una visión clara de las condiciones actuales de la fuente la cual deberá complementarse con un análisis de calidad de agua, para tener un panorama completo.

La guía contiene tres capítulos, en los cuales se tratarán conceptos básicos, metodología, variables, herramientas y ejemplos de aplicación de las mismas a través de un estudio de caso.



III. DESARROLLO DE LA UNIDAD

CAPÍTULO 1. ANÁLISIS DEL RECURSO AGUA EN LAS FUENTES QUE ABASTECEN EL SISTEMA DE RIEGO

Diagnóstico ambiental de la fuente de agua que abastece para consumo, riego y abrevadero a San Francisco de Cruzloma

San Francisco de Cruzloma se encuentra ubicado en la provincia de Pichincha, cantón Quito, parroquia Lloa, a una altura promedio de 3300 msnm. Entre las actividades principales de la población está la agricultura, principalmente con cultivos de ciclo corto, producción de leche y turismo comunitario.

En la zona se ha identificado un problema que alarma a la población es la **contaminación de sus fuentes de aguas** que abastecen a los sistemas de consumo, riego y abrevaderos de la comunidad, debido a varias **presiones** como: i) aguas residuales de un vecino cercano a las fuentes, ii) presencia de motocicletas que hacen competencias “enduro” en las zonas de páramo y fuentes de agua y iii) ganado vacuno en el páramo.

Estos problemas en las zonas de páramo y fuentes de agua, trae consigo una disminución en la calidad y cantidad del recurso. Todo esto acompañado del poco nivel organizativo y desconocimiento de la población, ha aumentado la “**vulnerabilidad**” de las fuentes a la contaminación.

Para identificar el estado actual de las fuentes de agua y determinar las estrategias de conservación de las mismas, se estableció realizar un **diagnóstico ambiental de las fuentes de agua**. Se partió de un recorrido de campo, con el fin de identificar cual es el estado de conservación de la fuente de agua y cuáles son las alternativas para tomar acciones que permitan controlar las presiones de manera estratégica.

Previo al recorrido se analizó información secundaria y se definió geográficamente la microcuenca, a fin de conocer cuáles son los aportantes a la fuente. En esta etapa se determinó el estado de vulnerabilidad de la fuente, debido a que las mayores presiones identificadas estaban impactando al proceso de infiltración que tiene el suelo de páramo.

Con la microcuenca definida, se realizó el **análisis hidro-morfológico** de la fuente de agua. Se recorrió desde la parte alta hacia abajo, revisando sus condiciones como: estado de la cobertura vegetal, continuidad de la ribera, composición del sustrato y heterogeneidad de los elementos, los mismos que determinaron un estado “regular” actual de la fuente. Las presiones actuales, denotan que la fuente está en alto riesgo ambiental respecto a disponibilidad (cantidad y calidad) y que, deben tomarse medidas urgentes para detener esta situación.

Posteriormente, se socializó y profundizó los detalles de las presiones sobre el páramo y las fuentes de agua, a través de talleres con dirigentes, representantes de la organización y asambleas comunitarias.

Del trabajo conjunto entre técnicos del FONAG, junta parroquial de Lloa, la organización y la comunidad, se establecieron estrategias de acción claramente definidas como: i) realizar un proceso de solicitud a la Agencia de Regulación y Control (ARCA) para realización de análisis de contaminación a la fuente de agua, ii) ubicar dentro de los terrenos del barrio; controles de paso para motocicletas, iii) ubicar puertas en sitios estratégico para evitar el paso de las motocicletas, iv) ubicar letreros informativos de la importancia de cuidar páramo y fuentes de agua, v) normar con los vecinos la movilización del ganado de la parte alta, entre otros. Fuente: Escandón, S., Intriago, M., Pérez, C. 2015

El diagnóstico ambiental en las fuentes de agua del sistema de riego, se componen de 3 componentes: i) análisis del recurso agua en las fuentes que abastecen el sistema, ii) análisis del estado de la cobertura vegetal y uso del suelo en la zona de la fuente de agua, iii) análisis ambiental de la situación actual de las fuentes de agua.

Tema 1. ¿Cuáles son los elementos importantes a considerar en el análisis de las fuentes de agua de los sistemas de riego?

La unidad de análisis

Para el diagnóstico ambiental vamos a considerar como unidad de análisis al área circundante a la captación de los sistemas de riego. Específicamente vamos a considerar los siguientes casos para sistemas de riego en Sierra y Costa del país:

- *Sistemas de riego de la Sierra:* En casos donde las fuentes sean ojos de agua o vertientes cercanas a la captación, la unidad de análisis deberá contener toda el área y estos elementos.



Fuente: Larrea, D., 2007

Figura 1: Fuentes de agua cercanas a la captación del sistema de riego Pilacumbi, Cotopaxi. 2007

- *Sistemas de riego de la Sierra:* En casos donde la fuente de agua sea un río de mediano o grandes caudales, la unidad de análisis deberá considerarse al área circundante a la captación.



Fuente: Larrea, D., 2007

Figura 2: Fuentes de agua cercanas a la captación del sistema de riego Alejandro Salgado Salvador, Cotopaxi. 2007

- *Sistemas de riego de la Costa:* En casos donde la fuente de agua sea un río de mediano o grandes caudales, la unidad de análisis deberá considerarse al área circundante a la captación.



Fuente: Larrea, D., 2015

Figura 3: Área de captación del sistema de riego DAUVIN, Guayas 2015

- *Sistemas de riego de la Costa:* En casos donde la fuente de agua sea uno o varios pozos, la unidad de análisis deberá considerarse al área circundante a la captación.

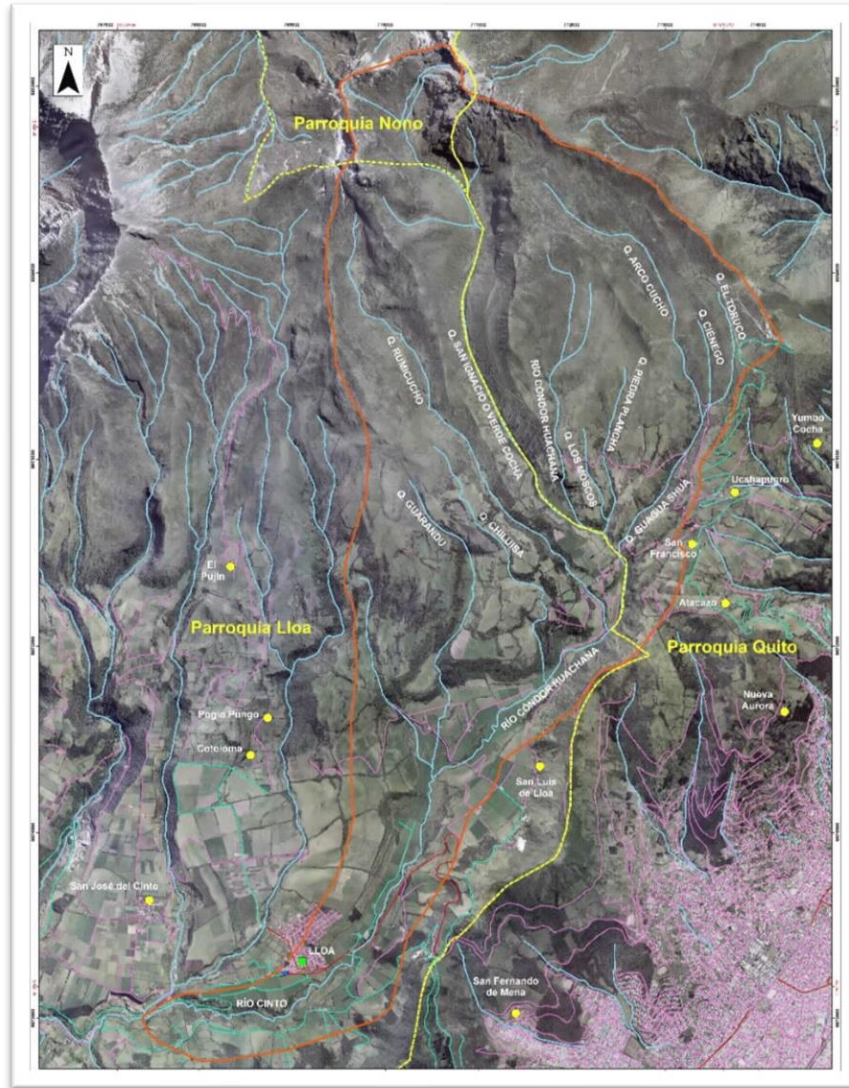


Fuente: Larrea, D., 2015

Figura 4: Área de captación del sistema de riego privado, Guayas 2015

Para delimitar una unidad de análisis, se requiere información cartográfica básica de la zona de interés como: ortofotos, ríos y cuerpos de agua, puntos GPS de la ubicación de las fuentes de agua y de la captación del sistema de riego. Con esta información y utilizando algún software de sistemas de información geográfica, se realiza un análisis espacial para ubicar la microcuenca.

Ejemplo: A través de ortofotos y cartografía se delimitó la unidad hidrográfica para el diagnóstico y plan de acción de la cuenca alta del río El Cinto. Aquí no hay sistema de agua, el río y la cuenca alta es el objeto de interés. En la siguiente figura, se muestra en línea roja la cuenca delimitada.



Fuente: Escandón, S., Intriago, M., Pérez, C. 2015

Figura 1. Delimitación de una cuenca hidrográfica, río Cinto.

En condiciones naturales o de buen estado de esta zona, toda el agua que recae sobre la microcuenca es retenida (respetando los procesos de evapotranspiración, percolación, entre otras), sin embargo, en unidades geográficas rurales, las actividades agropecuarias han afectado este proceso de retención de agua y con el tiempo se presentan variaciones en los caudales, por mayor efecto de evapotranspiración y retención.

Condición de Vulnerabilidad

Se refiere al nivel de un ecosistema a ser afectado por presiones como: uso de suelo, actividad minera, actividad agropecuaria, entre otras. Las fuentes de agua son altamente vulnerables a lo que sucede en la zona de influencia.

Por ejemplo, en fuentes de agua subterránea, su vulnerabilidad se ve delimitada por las presiones y la profundidad entre de suelo y el acuífero. Para las fuentes de agua superficial, su vulnerabilidad está delimitada por las presiones directas como: agroquímicos, desechos de fábricas, lixiviados, que atraviesan el suelo y contaminan el agua.



Análisis hidro-morfológico de las fuentes de agua

Consiste en el análisis alrededor de la fuente de agua, relacionada con variables como: las características del ecosistema, la cobertura vegetal, uso actual del suelo, factores antropológicos actuales.

Valores de conservación

Son elementos tangibles o intangibles que, para la población o miembros de la organización de riego, es importante su conservación a través de acciones de protección. Valores de conservación son, por ejemplo: el agua, el páramo, el bosque, el suelo, entre otros, así como tradiciones, historia, organización, etc.

Tema 2. ¿Cuál es la metodología para determinar el estado de la fuente de agua del sistema de riego?

Un primer aspecto del diagnóstico ambiental, es conocer el estado de la fuente de agua que abastece el sistema de riego, a fin de conocer su situación actual y verificar su cantidad y calidad.

Para esto es importante conocer el estado del entorno de la fuente, para lo cual se propone los siguientes pasos:

- Recorrido por zonas circundantes a la captación del sistema del riego
- Análisis hidro-morfológico de la fuente de agua y su entorno
- Responsabilidades de conservación de fuentes de agua

Paso 1. Recorrido por zonas circundantes a la captación del sistema del riego

Ejemplo: se presentan los resultados obtenidos del diagnóstico realizado en el páramo alto andino en la unidad hidrográfica del río Cinto:

Punto: captación **Hcda. El Cinto Alto**, que abastece de agua para el sistema de agua de riego y consumo humano. **La zona se encuentra en las coordenadas UTM (WGS84, 17S):** 770394, 9973751, a una altitud de 3050 msnm. El recorrido se hizo el 26-01-2016, en día soleado, se realizó una medición de caudales, determinándose para esa fecha, un caudal de 8.0 l/s. Como **observación principal es que el sistema** tiene alimentación de dos vertientes. Descripción del sitio: El punto donde se realizó la evaluación se encuentra en la hacienda Carrión, a 15 minutos de la parroquia Lloa.

El paisaje está compuesto por un 20% de matorral de ribera y 80% de pastos y cultivos. La captación se encuentra adjudicada, para agua potable administrada por la EPMAPS y privada para utilizarla en riego y abrevadero de las haciendas El Cinto, Marqueza y Carrión. No existen sistemas de medición de caudal, pero en base a conversaciones con el trabajador de la EPMAPS en verano tiende a secarse. Fuente: Escandón, S., Intriago, M., Pérez, C. 2015

Con ayuda de la organización es necesario visitar y recorrer la zona donde se encuentra la captación y fuentes de agua del sistema de riego.

Durante este recorrido debe considerar aspectos como: tomar puntos GPS de la captación, puntos GPS de las fuentes de agua, medir los caudales de las fuentes de agua, de entrada, al sistema, observar y determinar la vegetación predominante, tomar muestra de agua para determinar su calidad física, química y biológica. Para levantar esta información se puede utilizar la herramienta propuesta en el anexo 1.



Esta metodología se la debe aplicar en campo, para que los técnicos puedan tener una visión de las condiciones de la fuente.

¿Cuál es la metodología para tomar una muestra de agua de una fuente superficial?

Para conocer la calidad del agua de una fuente que abastece un sistema de riego, es necesario tomar una muestra. Esta muestra debe ser tomada de forma adecuada, con los materiales correctos y los procesos establecidos para que el agua no se altere hasta llegar al laboratorio.

El procedimiento que se recomienda seguir para tomar una muestra de agua es: (adaptado de Sadzawka, 2006):

- **Paso 1:** identificar el punto a muestrear. Si quiere saber la calidad de agua que entra a su sistema, debe tomar una muestra en la captación o fuentes de agua, en cambio, si se requiere saber algún foco de contaminación, la muestra debe tomar en algún lugar cercano a la fuente de contaminación.
- **Paso 2:** sumerja el recipiente plástico y llénelo con agua.
- **Paso 3:** la toma de muestras se realiza sumergiendo el envase en forma contraria al flujo del agua. La profundidad a la que se debe tomar el agua es entre los 5 a 15 cm. Tome en cuenta de no dejar aire en el interior del envase. Sin embargo, si se va a tomar una muestra para analizar microorganismos, el envase se debe llenar solo a $\frac{3}{4}$, para que quede un espacio con aire.
- **Paso 4:** sellar bien la muestra en un recipiente vidrio, etiquetar con cinta adhesiva y la siguiente información: i) ubicación: provincia, cantón, parroquia, comunidad, sistema de riego, ii) nombre y apellido de la persona de contacto, iii) fecha y hora de la recolección, iv) número de muestra.
- **Paso 5:** guarde o almacene la muestra en un lugar frío, como un recipiente con hielo o cooler para que el agua no se caliente.
- **Paso 6:** lleve la muestra al laboratorio lo más pronto posible para que no se altere la muestra.

Los parámetros a considerar el momento de realizar el análisis están dados en los criterios de calidad admisibles de agua para uso agrícola de la TULSMA (ver anexo 8). Son de importancia para el riego, especialmente para el diseño de sistemas de riego parcelarios tecnificados parámetros de calidad de agua como: **i) Sólidos disueltos totales, ii) pH del agua, iii) Coliformes totales**. Sin embargo, dependiendo del entorno de la fuente del agua del sistema de riego, se deberá determinar los parámetros necesarios para caracterizar la calidad del agua del sistema.

Recuerde que los parámetros para determinar la calidad de agua de riego, debe revisar el anexo 8 de esta guía, mismo que está en función de la TULSMA.

Para la determinación de cantidad de agua, en la guía “Descripción general de la infraestructura de riego”, encontrará diferentes métodos de medición de caudales.

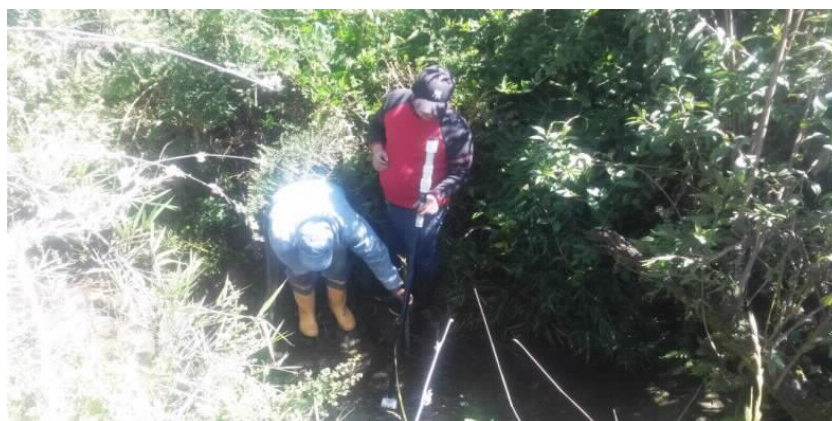
Paso 2. Análisis hidro-morfológico de la fuente de agua y su entorno

Ejemplo: Luego del recorrido realizado por la zona de la captación del sistema de agua potable y riego en San José del Cinto, se realizó la valoración del estado hidro-morfológico de la fuente. Los resultados se muestran a continuación:

Tabla 2. Análisis del recorrido de campo en la fuente de agua río Cinto

Variable	Puntuación
Estado de la cobertura vegetal	3
Continuidad de la vegetación de ribera a lo largo del río	3
Composición del sustrato	5
Heterogeneidad en el lecho	4
Suma	15

Resultado de interpretación de la metodología: **buen estado**. De la zona de la fuente



Fuente: Escandón, S., Intriago, M., Pérez, C. 2015
Figura 5. Heterogeneidad de los elementos de un río

Fuente: Escandón, S., Intriago, M., Pérez, C. 2015

El análisis hidro-morfológico consiste en determinar el estado actual de la fuente de agua, considerando criterios como: i) estado de la cobertura vegetal, ii) continuidad de la ribera, iii) composición del sustrato, iv) homogeneidad de los elementos. A continuación, se detallan particularidades de estos criterios considerando fuentes de agua: superficiales y subterráneas.

Metodología para fuentes de agua superficiales

Estado de la cobertura vegetal:

Determinar el estado de la cobertura vegetal en torno a la fuente, involucra hacer una valoración de la condición del ecosistema en donde se encuentra la fuente. Mientras más abundante y poco intervenida por la acción humana se encuentre es mejor su estado de conservación.

Si por el contrario es visible la presencia de pastos, suelos agrícolas, quemas, la valoración es menor. Si no hay cobertura, se presencia suelo compactado, la valoración es la más baja.

La escala propuesta para valorar el estado de la cobertura vegetal va de 3 a 0, siendo: 3: bueno, 2: regular, 1: malo, 0: pésimo. Esto debe ser valorado a criterio técnico, visualizando el entorno de la fuente, en función de lo mencionado anteriormente.

En el caso de agua superficial, es importante considerar el análisis de la cobertura vegetal, teniendo en cuenta el lecho del río, canal principal, ribera, y la zona de inundación, tal como se muestra en la siguiente figura.



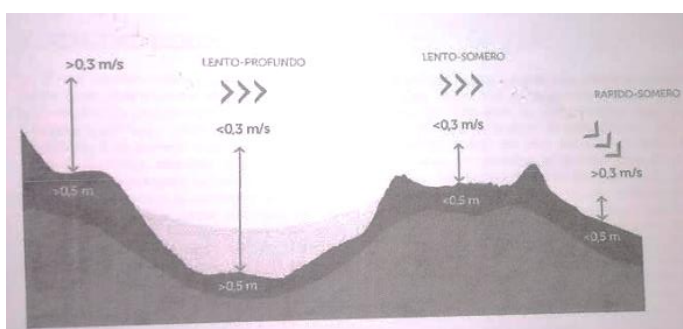
Fuente: Encalada, A. 2006

Figura 2. Calidad Ecológica del río.

En la figura 2, se puede observar un corte del río, en donde se puede observar la zona de inundación del río, la ribera, el canal principal del río y el lecho. La evaluación de la cobertura vegetal debe tomarse en cuenta dentro de todos estos elementos, considerando preguntas como: ¿cuáles son las condiciones respecto a cobertura vegetal: si está cubierta, si la misma es arbustiva, arbórea, es continua o no.

Continuidad de la ribera para agua superficial

Se entenderá como continuidad de la ribera, al recorrido que hace el agua en el lecho del río. Así, hay tramos de mayor profundidad y otros de menor profundidad, como tramos con mayor o menor velocidad en el flujo del agua. La continuidad hace relación también al lecho del río si algún tramo está interrumpido o no.



Fuente: Encalada, 2006

Figura 3. Continuidad de la ribera de una fuente superficial

La valoración en este aspecto, se debe establecer así: i) mientras exista continuidad del lecho del agua tendrá una valoración de 3 (bueno), ii) sin interrupciones pero como presencia de cemento, canales, etc., tendrá una valoración de 2 (regular), iii) si hay presencia de basura, escombros, a lo largo del afluente de agua, tendrá una valoración de 1 (malo), iv) presencia de terrazas de agricultura, laderas, pendientes, etc., que afectan potencialmente el flujo del agua, tendrá una valoración de 0 (pésimo).

Composición del sustrato

Se entenderá la composición del sustrato como la composición del suelo en el lecho del río.



Fuente: Encalada, A. 2006

Figura 4. Composición del sustrato del lecho de un río

Para este aspecto, se valorará de la siguiente manera: i), si tiene piedras, grava, arena, de manera natural, el sustrato es rico y variado y la velocidad con la que el agua corre por los distintos tramos del recorrido, permiten oxigenación el puntaje es 3 (bueno).

Si hay presencia de otros materiales como cemento, ripio, elementos ajenos a lo natural, su movimiento es lento en la mayor parte del recorrido la puntuación baja a 2 (regular) o 1 (malo). Y si todo el sustrato es casi nulo y no hay variación entre velocidad y caídas de agua el puntaje es 0 (pésimo).

Heterogeneidad de los elementos

La heterogeneidad de los elementos hace relación a la variabilidad de elementos minerales y orgánicos que existen en el lecho del río. Estos elementos pueden ser: rocas, material vegetal, plantas acuáticas, entre otros.



Fuente: Encalada, A. 2006

Figura 5. Heterogeneidad de los elementos de un río



Para la valoración de este aspecto, se debe considerar que: i) mientras más heterogéneo sean los elementos dentro del lecho del afluente, es decir si hay hojarasca, troncos, plantas acuáticas, su valoración será 3 (bueno), ii) mientras vayan disminuyendo uno o dos elementos, su valoración baja a 2 (regular) o 1 (malo) y iii) si no existe ninguno de los elementos, su valoración será 0 (pésimo).

Análisis de la información

Para analizar y sistematizar la información levantada en este recorrido por la zona de la fuente de agua, se realizará una tabla con todas las variables evaluadas anteriormente y determinar el estado morfológico de la fuente. La norma orientadora es que: mientras más alto sea la valoración, mejor es el estado de la fuente.

Tabla 1. Variables para el análisis de la información del recorrido de campo

Variable	Valoración en campo
Estado de la cobertura vegetal	
Continuidad de la ribera	
Composición del sustrato	
Heterogeneidad del lecho	
Suma total	
Valoración final: 12: estado óptimo de la fuente, de 11 a 8: buen estado de la fuente, de 7 a 5: regular estado de la fuente, de 4 a 0: mal estado de la fuente	

Fuente: Escandón, S., Intriago, M., Pérez, C. 2015

Metodología para fuentes de agua subterránea

El agua subterránea, como recurso hídrico, presenta una garantía en su favor, debido a que es menos vulnerable que el recurso hídrico superficial, al estar “protegido” naturalmente por su propia condición de yacencia y ocurrencia (Vázquez, G., 2019). Sin embargo, debido a condiciones naturales o antrópicas, actualmente muchos acuíferos están contaminados, de ahí, la necesidad de evaluar su estado actual para determinar acciones de protección.

Una herramienta útil para evidenciar el estado de un acuífero o agua subterránea es a través de la evaluación de la vulnerabilidad a la contaminación del agua subterránea. Esta herramienta define a través de las propiedades hidrogeológicas del suelo, la vulnerabilidad de contaminación que puede tener un acuífero frente a alguna fuente contaminante.

Esta evaluación es básicamente cualitativa, pues la vulnerabilidad no se mide directamente en campo, sino que se utiliza un grado de subjetividad (Vázquez, Farfán, Díaz., 2019).

Para medir la vulnerabilidad del agua subterránea, se interrelaciona características intrínsecas del acuífero, características físicas del suelo, el potencial de las fuentes contaminantes a nivel de la superficie del suelo.

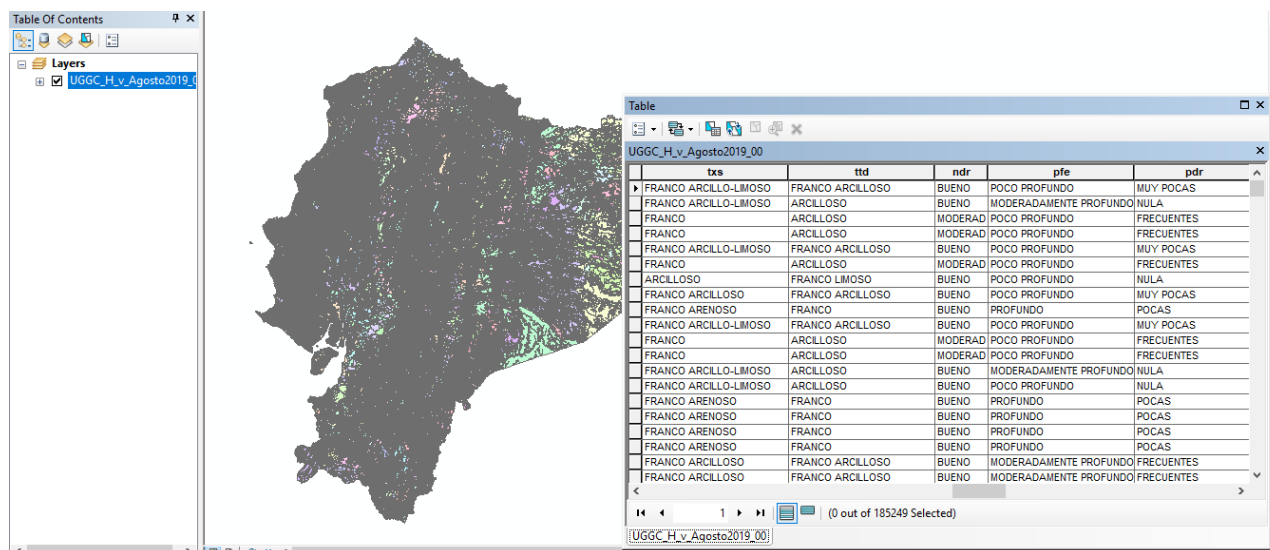
Algunos pasos que nos ayudarán a determinar la vulnerabilidad de un acuífero, se detallan a continuación¹:

1. **Determinación del área de estudio:** en el caso de un sistema de riego que tiene como fuente de agua un acuífero, el área debe ser considerada como el perímetro de influencia del sistema (área regada y cultivada).

¹ Esta metodología ha sido adaptada de Díaz, R. s/a, Foster, S. e Hirata, R., 1991, Vázquez, Farfán, Díaz. 2019.

2. *Ubicación de los pozos:* georeferenciar y caracterizar los pozos que son utilizados como fuentes de agua para el sistema de riego. Específicamente se requiere conocer la profundidad a la que se encuentra la capa freática.
3. *Ubicación y caracterización de las fuentes de contaminación:* georeferenciar y caracterizar las fuentes de contaminación existentes dentro del perímetro de riego y cercanos a éste. Las fuentes de contaminación pueden ser:
 - De origen natural: por la naturaleza del suelo, la composición de la roca.
 - De origen agrícola: zonas de cultivos con alto grado de utilización de fertilizantes, pesticidas y herbicidas.
 - Industrias: todo tipo de industria alimenticia, textil, metálica, entre otras, que genere residuos que pueden ser potenciales fuentes de contaminación.
 - Red de saneamiento: aguas servidas y residuales de los sistemas de alcantarillado de las ciudades cercanas.
4. *Análisis del suelo cercana a las fuentes de agua:* una característica importante a determinar es la velocidad de infiltración del suelo. Se puede estimar a partir de características como textura y estructura del suelo. Así también la pendiente del suelo, ayudará a determinar la relación entre el escurrimiento superficial del agua y la infiltración. Finalmente, a nivel de subsuelo, la litología también juega un rol importante en la capacidad de infiltración de agua o líquidos potencialmente contaminantes.

Para conocer las características como textura, estructura, pendiente y litología del suelo dentro del área de estudio, se puede acceder al mapa geopedológico del MAG, ubicado en su geoportal: <http://geoportal.agricultura.gob.ec/>

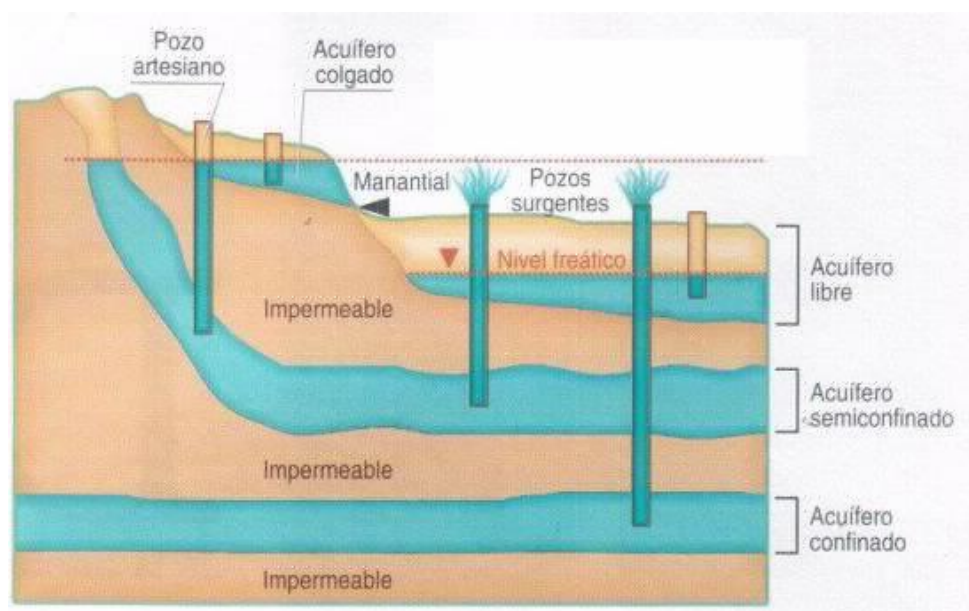


Fuente: Escandón, S., Intriago, M., Pérez, C. 2015

Figura 6. Mapa geopedológico del Ecuador del MAG

5. *Características del acuífero*: dos características a evaluar de los acuíferos son: i) la profundidad de la capa freática, misma que se la puede determinar a través de la medición de la altura del agua en los pozos y ii) el tipo del acuífero según su comportamiento, se clasifica en:

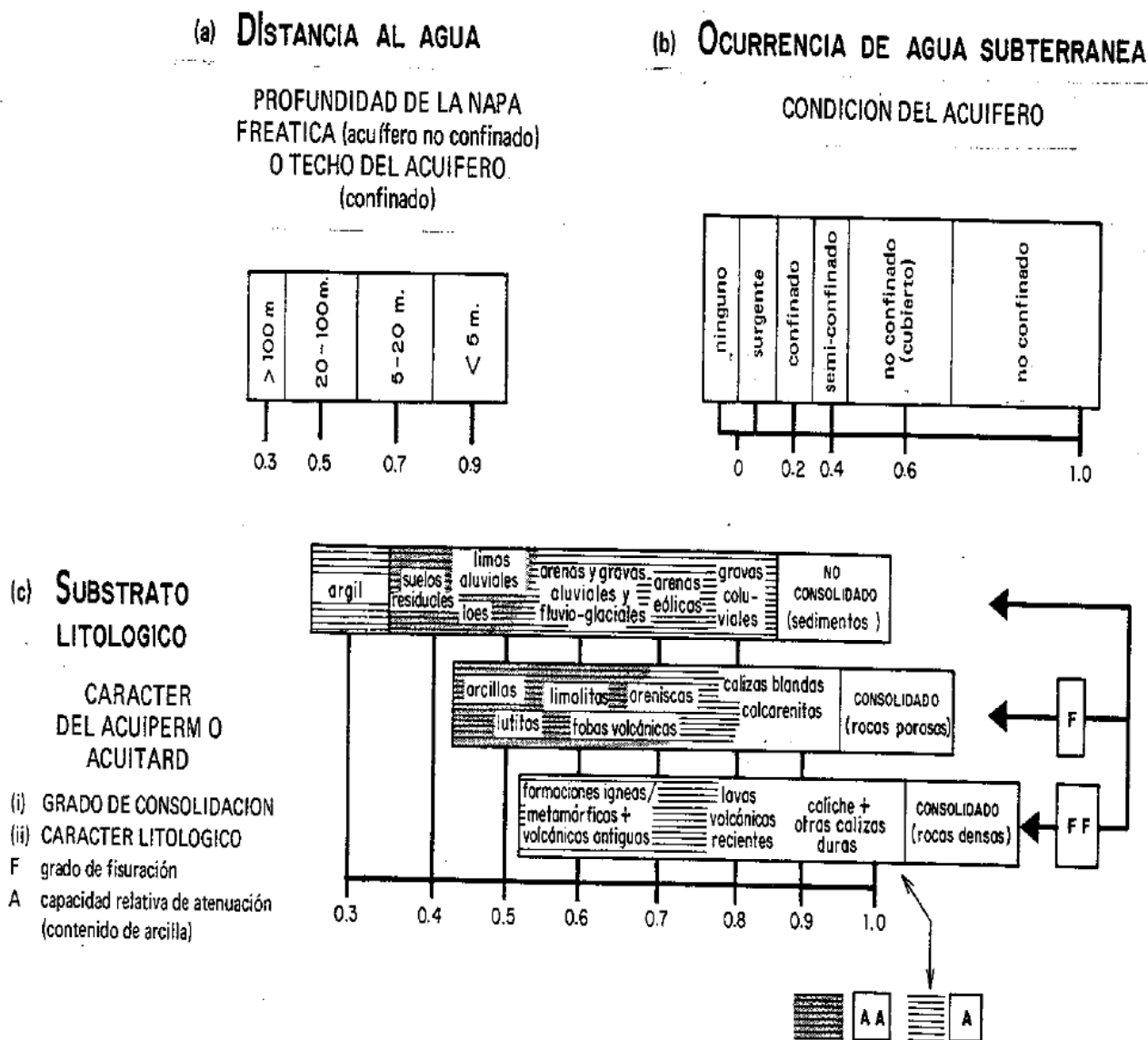
- *Acuífero libre*: Se trata de un acuífero que no se encuentra confinado por ninguna capa impermeable.
- *Acuífero surgente*: Un acuífero es surgente cuando el agua confinada asciende por encima de la superficie del terreno de forma natural.
- *Acuífero confinado*: Es un acuífero cuya parte superior está delimitada por una capa impermeable.
- *Acuífero semiconfinado*: Se trata de acuíferos intermedios entre acuíferos libres y acuíferos confinados. Su característica principal es que la parte superior de los acuíferos semiconfinados está compuesta por un terreno de permeabilidad reducida, pero sin llegar a ser impermeable.



Fuente: <https://www.areaciencias.com/ecologia/aguas-subterraneas.html>

Figura 7. Clasificación de acuíferos por su comportamiento

Para determinar la vulnerabilidad de un acuífero que abastece como fuente de agua a un sistema de riego, se puede tomar en cuenta la siguiente caracterización:



Fuente: Foster, S. e Hirata, R., 1991.

Figura 8. Caracterización de la vulnerabilidad de un acuífero

- Respecto a la variable distancia o profundidad del agua: un acuífero mientras más profundo sea (mayor a 100 metros), menor es su vulnerabilidad, en tanto que un acuífero superficial (menor a 5 m), tiene más vulnerabilidad de contaminación.
- Variable tipo de acuífero: los acuíferos surgentes, confinados y semiconfinados, tienen menor vulnerabilidad de contaminación, debido a esa capa impermeable que los protege, en relación a un acuífero libre o no confinado, cuya vulnerabilidad es alta, ya que el subsuelo es poroso y el riesgo de filtración de líquidos contaminantes es alto.
- Variable litología: Suelos de texturas finas, reducen la vulnerabilidad de contaminación de un acuífero, en tanto que, los suelos de texturas gruesas, favorecen la vulnerabilidad del acuífero. Así también subsuelos formados por arcillas, lutitas y limonitas reducen la vulnerabilidad de un acuífero, en tanto que subsuelos formados por calizas blandas y consolidados, aumentan la vulnerabilidad de contaminación.

Paso 3. Responsabilidades de conservación de fuentes de agua

Ejemplo: Resultado rápido de entrevista a Victor Villa, representante del Barrio San Luis de Lloa en el Cinto:

Dos ojos de agua abastecen al barrio San Luis de Lloa: Yumbada y Buenos Aires. Para riego, abrevaderos y además consumo humano. La captación se realiza por manguera hasta un tanque donde el agua se traslada a un reservorio para el ganado y riego y un grifo usado para consumo humano y hacia la Hacienda San Luis. Por lo tanto, los habitantes tienen una relación estrecha con Margoth Hernández, propietaria de la hacienda San Luis ya que comparten el caudal que proviene de los dos ojos de agua. No se realiza ningún tipo de tratamiento del agua que proviene de los ojos.

La administración del Barrio San Luis de Lloa se realiza a través de la figura de un presidente. Durante las entrevistas se pudo identificar que el tema organizativo no es muy fuerte en el barrio, según los moradores esto ha ocasionado que no exista una provisión de agua en cada casa y predio. Sin embargo, hay moradores que tienen experiencia en el tema de Juntas de Agua y esto es una fortaleza. Ya que el poblado comparte ojos de agua con la hacienda San Luis las relaciones con Margoth Hernández son fuertes. Fuente: Escandón, S., Intriago, M., Pérez, C. 2015

Para realizar un diagnóstico no solo es importante, analizar la condición de la unidad hidrográfica, así como el estado del afluente en su morfología. También es imprescindible tener la capacidad de indagar la problemática a nivel de los usuarios del sistema de riego.

Para ello, conocer cuál es la postura de la directiva de la organización de riego, respecto del cuidado de la fuente, así como saber si dentro de los estatutos o reglamentos de la organización existe la responsabilidad de estas acciones, conocer cuál es el nivel de compromiso de la asamblea en el cuidado de la fuente, de la cobertura vegetal y de las amenazas a las que se encuentra expuesta la misma.

Es responsabilidad del técnico que realiza el diagnóstico, tener estas nociones presentes, pues la gestión social de recurso hídrico es la base para realizar los cambios que desde la parte técnica se puedan facilitar.



Fuente: Escandón, S., Intriago, M., Pérez, C. 2015

Figura 9. Taller de socialización y determinación de presiones y estrategias

Para determinar estas responsabilidades de conservación de la fuente, se pueden realizar entrevistas breves a los dirigentes de las juntas de agua de riego, que pueden ser desarrolladas durante el recorrido de campo. Los resultados permitirán guiar el siguiente paso que es, desarrollar un taller participativo con un grupo focal, con la finalidad de conocer particularidades en relación a estado de las fuentes de agua, cobertura vegetal, presiones, conflictos.



Taller participativo con un grupo focal de la organización de riego

El método a utilizar es el “mapa social”, mismo que a través del uso de mapas parlantes, se deberá levantar información con la presencia de multiactores como: dirigentes, líderes, regantes que vivan muchos años en la zona, autoridades locales, actores importantes de la zona de influencia del sistema de riego.

Para elaborar un mapa parlante, se necesitan los siguientes materiales: varios mapas impresos en grande con la unidad hidrográfica delimitada, ríos, centros poblados, límites parroquiales. También se puede trabajar con la gente, en un papelote en blanco e ir realizando el dibujo.

Junto con este mapa, se deberá considerar la siguiente guía de preguntas, las cuales van encaminadas a reconocer el estado de la unidad hidrográfica y las presiones que enfrenta:

Variable fuentes de agua del sistema de riego:

- ¿Cuáles son las fuentes de agua para el sistema de riego o población de interés? ¿De dónde vienen?
- ¿Cuál es la cantidad y la calidad de estas fuentes?
- ¿Cuáles son permanentes y cuáles se secan?
- ¿Cómo se relaciona el estado de las fuentes de agua con otros factores como cobertura vegetal, incendios y actividades productivas?

Variable relación con otras poblaciones:

- ¿Cuáles son los servicios (o fuentes de ingreso/empleo) existentes dentro de la comunidad?
- ¿Cuáles son los otros lugares fuera de la comunidad, donde viajan para obtener servicios (o fuentes de ingreso/empleo)?

Variables económicas-productivas:

- ¿Qué actividades productivas realizaba antes?
- ¿Qué actividades productivas se realizan ahora?
- ¿Cuál es el principal producto que se produce (rango de al menos 10 años)?
- ¿Se hace uso frecuente de fertilizantes, pesticidas y herbicidas químicos?
- ¿Se hace uso de zonas cercanas a las fuentes para pastoreo de animales?

Variable cobertura vegetal:

- ¿Qué tipo de vegetación había en el área donde se encuentra la fuente de agua?
- ¿Qué tipo de vegetación tiene ahora el área?
- ¿Por qué cambió?
- ¿Cuál es el lugar que se encuentra en peor estado (rango de al menos 10 años)?

Variable conflictos:

- ¿Qué es lo que más le preocupa de las zonas donde están las fuentes de agua?
- ¿Cuáles son los conflictos que existen por el acceso al suelo y agua?

En los anexos: Anexo 2 (herramienta de apoyo a entrevista), Anexo 3 (herramienta para mapa social), Anexo 4 (Actores e involucrados), Anexo 5 (análisis de conflictos), se propone algunas matrices que permitirán levantar la información de manera más rápida y sencilla a través de este taller participativo.



Ejemplo: Resultados del taller con el grupo focal de la organización de San Luis de Lloa

Recurso Agua:

El agua de uso doméstico, abrevaderos y riego en algunos casos, proviene de un ojo de agua ubicado al norte del poblado a unos 4300 msnm aproximadamente, la que comparten a través de un tanque de distribución (construido por la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito - EPMAPS) con la Hacienda San Luis y llega entubada a una construcción de cemento donde están los abrevaderos para los animales y una sola llave para todo el barrio usada para consumo humano, no hay agua en cada casa, se transporta en bidones y acarreada todos los días por cada uno de los propietarios.

La mayoría de hombres de la comunidad salen a trabajar a la ciudad y las mujeres se quedan en las labores de la casa y del campo.

Sistemas Productivos hace 10 Años

Esta población cuenta con 60 personas dueñas de los lotes del barrio, las cuales han poblado la última década. La mayoría de estas personas llegaron del centro del país que compraron sus tierras y poco a poco se fueron encargando de ellas, otras ya se encontraban ahí, eran trabajadores de los huasipungos, posteriormente desarrollaron actividades agropecuarias.

Los lotes adquiridos forman parte del barrio, cuyos límites son haciendas de Lloa, como San Luis (con la que comparten agua de la fuente, ubicada a 4300 msnm) y hacia el norte del barrio se encuentra la Hacienda Andrade. Se desarrollaba actividades ganaderas, para producción de leche, además cerdos y gallinas.

El ganado se alimentaba de pastos naturales. De la producción agrícola: se cultivaban habas, ocas, mellocos y papas.

Sistemas productivos en la actualidad

Esta comunidad se encuentra ubicada al sur- este de la Quebrada Cóndor Guachana. Actualmente la comunidad desarrolla actividades agrícolas, con cultivos como: haba, melloco, avena, papa, cuya producción se vende en los mercados de Quito. La papa es un cultivo con grandes extensiones y siembran a más de 3700msnm pues es de interés económico, los precios varían entre los 12 hasta los 30 dólares por saco.

Los demás cultivos se realizan en menor cantidad. hortalizas y legumbres, son para consumo familiar.

Se aplica fertilizantes, pesticidas para control de malezas y plagas en la producción. La alimentación del ganado es a través de pasto, de los cuales un 80% es pasto natural (kikuyo) y el 20% restante son mezclas forrajeras (ryegrass italiano e inglés, pasto azul, trébol blanco).

La crianza de ganado vacuno, el promedio de animales por propietario es de 8 cabezas y producen 900 l/día entre todos, entregan a intermediarios con un precio de compra promedio de entre 0,40 y 0,45 centavos por litro, debido a la calidad de la leche, que no cumple los estándares para ser entregado directamente a la Industria. Tienen además animales menores como gallinas y cuyes, que son de consumo y venta en la feria de Lloa.

Tenencia de la tierra

El poblado es relativamente nuevo, los habitantes del barrio San Luis, llegaron a la zona en los últimos diez años desde el centro del país, quienes fueron comprando poco a poco sus tierras y se fueron encargando de ellas, los lotes por propietario es de 3 hectáreas promedio. Mantienen relaciones cordiales con los vecinos con grandes propiedades de la zona.

Fuente: Escandón, S., Intriago, M., Pérez, C. 2015



En Resumen

En este capítulo se ha podido hacer un recorrido por algunas definiciones de partida como un alcance o delimitación del diagnóstico ambiental en fuentes de agua de los sistemas de riego.

Un primer aspecto a determinar en el diagnóstico de las fuentes de agua del sistema de riego es el estado de la fuente de agua. Para ello, se han establecido 3 pasos metodológicos: i) recorrido por zonas circundantes a la captación del sistema del riego, ii) análisis hidro-morfológico de la fuente de agua y su entorno, iii) responsabilidades de conservación de fuentes de agua.

El primero paso, recorrido por las zonas circundantes a la captación del sistema de riego, consiste en tomar puntos GPS de la captación, puntos GPS de las fuentes de agua, medir los caudales de las fuentes de agua, de entrada, al sistema, observar y determinar la vegetación predominante.

El segundo paso, es el análisis hidro-morfológico de la fuente y su entorno, el cual consiste en determinar el estado actual de la fuente de agua, considerando criterios como: i) estado de la cobertura vegetal, ii) continuidad de la ribera, iii) composición del sustrato, iv) homogeneidad de los elementos. Este paso requiere mucho criterio del técnico y se lo debe realizar en campo, a través de recorridos por la zona de la captación y aledañas al sistema de riego.

El tercer paso es determinar las responsabilidades de conservación de fuentes de agua, que está relacionado en conocer cuál es la postura de la directiva de la organización de riego, respecto del cuidado de la fuente, así como saber si dentro de los estatutos o reglamentos de la organización existe la responsabilidad de estas acciones, conocer cuál es el nivel de compromiso de la asamblea en el cuidado de la fuente, de la cobertura vegetal y de las amenazas a las que se encuentra expuesta la misma. El método a utilizar es el "mapa social", mismo que a través del uso de mapas parlantes, se deberá levantar información con la presencia de multiactores.



CAPÍTULO 2. ¿CÓMO REALIZAR EL ANÁLISIS DEL ESTADO DE LA COBERTURA VEGETAL Y USO DE SUELO EN LA ZONA DE LA FUENTE DE AGUA?

Ejemplo: Presencia de contaminación en análisis de calidad de agua en la Captación Tambillo, UH El Cinto:

La captación de agua Tambillo, recoge entre 100 y 300l/s y esta abastece de agua a gran parte de la población del sur y centro occidente del DMQ, sin embargo, en los análisis de agua de los años 2015, 2016 y 2017 se presenta coliformes totales elevadas, Escherichia coli, esto levanta una alarma de acciones inmediatas para definir cuáles pueden ser las causas de contaminación en la cuenca que abastece a esta captación.

Se realiza un análisis geográfico a nivel de varias cuencas y de la cuenta aportante, respecto de los siguientes aspectos como: cobertura vegetal, tenencia de tierra, uso del suelo, autorizaciones de agua, entre las más importantes, con ello se define actividades agrícolas que presionan el río Cinto, principal fuente de la captación Tambillo, periodos de tiempo de 10 años.

Resultado: luego del análisis de cobertura vegetal y las capas analizadas permite saber cuáles son las zonas de intervención inmediata, en este caso, el trabajo inmediato con la Hda Garzón, con el fin de limitar el acceso de los animales al río, a través de un proyecto de apoyo técnico.

Fuente: Escandón, S., Intriago, M., Pérez, C. 2015

¿Por qué es importante la cobertura vegetal para los sistemas de riego?

Como vimos en el caso anterior, la determinación de la cobertura vegetal, uso del suelo y otros parámetros permitieron determinar la presión del río Cinto y las zonas que requieren de una intervención a corto plazo. De ahí la importancia de realizar una análisis a estos niveles con la finalidad de mejorar la gestión sobre el recurso hídrico.

La cobertura vegetal está formada por una gran variedad de materia o biomasa, desde la parte más alta como páramos, pastizales, bosques alto andinos, bosques nublados, bosques tropicales y amazónicos. Esta capa de vegetación natural, garantiza un equilibrio de nutrientes en el suelo, cuyas especies tienen distintas funciones en el tiempo, así como un buen funcionamiento hidrológico, por su capacidad de retención y regulación de carga de agua.

Para conocer cuál es el contexto de la información levantada en campo, es importante conocer como se ha comportado la cobertura vegetal de la cuenca en una línea de tiempo, para esto se propone realizar un análisis temporal de información cartográfica, que deberá ser contrastada.

Se requiere para este punto, recopilar información geográfica de autorizaciones de uso de agua, poblaciones ubicadas dentro de la unidad geográfica, uso de suelo, tenencia de suelo, catastro de poblaciones, catastro de minería, cobertura vegetal, entre otras, que pueden ser encontradas en los geoportales y páginas web de Ministerio de Agricultura y Ganadería, Agencia de Regulación y Control Minero, Catastro de Poblaciones del Municipio, Ministerio del Ambiente y Agua (ex SENAGUA).

Toda esa información debe ser analizada respecto a la unidad geográfica definida. Luego esta debe ser contrastada con la información primaria levantada.

¿Cómo influye el uso de suelo en el estado de las de fuentes de agua?

El uso del suelo con fines de conservación tiene una estricta relación entre la cobertura vegetal y la tenencia de la tierra, para ello es importante identificar en campo cuales son los actores y la relación de estos con la cobertura vegetal existente, así como quien es el dueño de la tierra en donde se encuentra ubicada la fuente de agua.

Así, de manera general en muchas juntas de regantes del Ecuador, se evidencia que la fuente de agua que abastece el sistema de riego, se encuentra ubicada en terrenos de propiedad privada, lo que dificulta acciones de conservación.

Se definirá la ubicación de los actores, su relación con la zona de estudio (en este caso la fuente de agua) y con ello definir cuál es el comportamiento de estos actores. Si existen actores privados dentro de la zona, o propios de la junta de regantes es importante también levantar cuales son las actividades productivas que se realizan. Toda esta información que debe ser contrastada y analizada, así como se muestra en la siguiente figura:



Fuente: Escandón, S., Intriago, M., Pérez, C. 2015

Figura 10. Uso de agua y tenencia, río Cinto, sitio de interés

En la figura se puede observar un análisis de información levantada en campo, la unidad geográfica definida, autorizaciones de uso de agua y tenencia de tierra, lo que permite tener un contexto de disponibilidad de agua en la zona, cuáles son los actores, los mismos que se complementan con la información social de los talleres del capítulo 1.

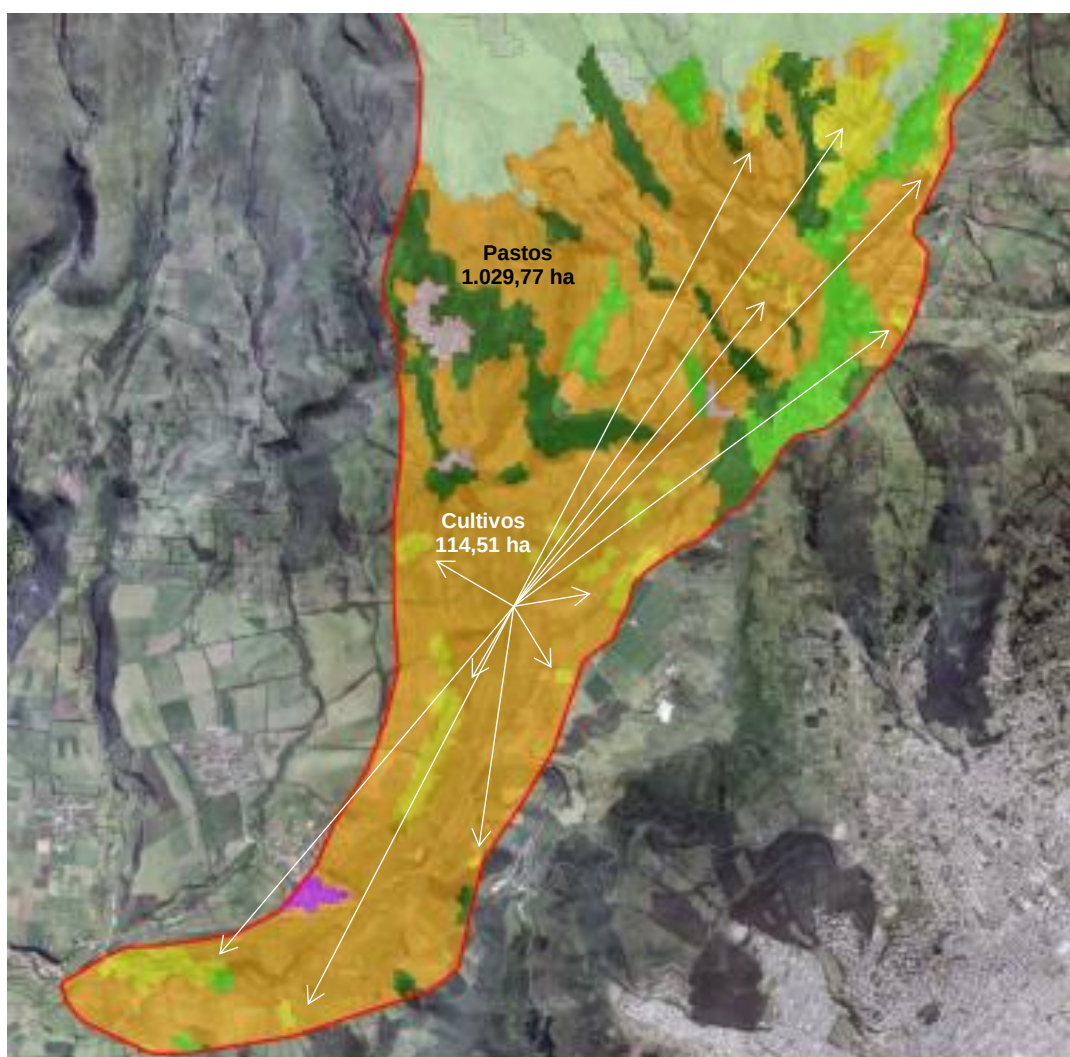
Este análisis va a arrojar presiones y problemas que enfrenta la población de interés respecto de la condición ambiental del agua.

Tema 2. Metodología para el análisis de cobertura vegetal histórico y actual

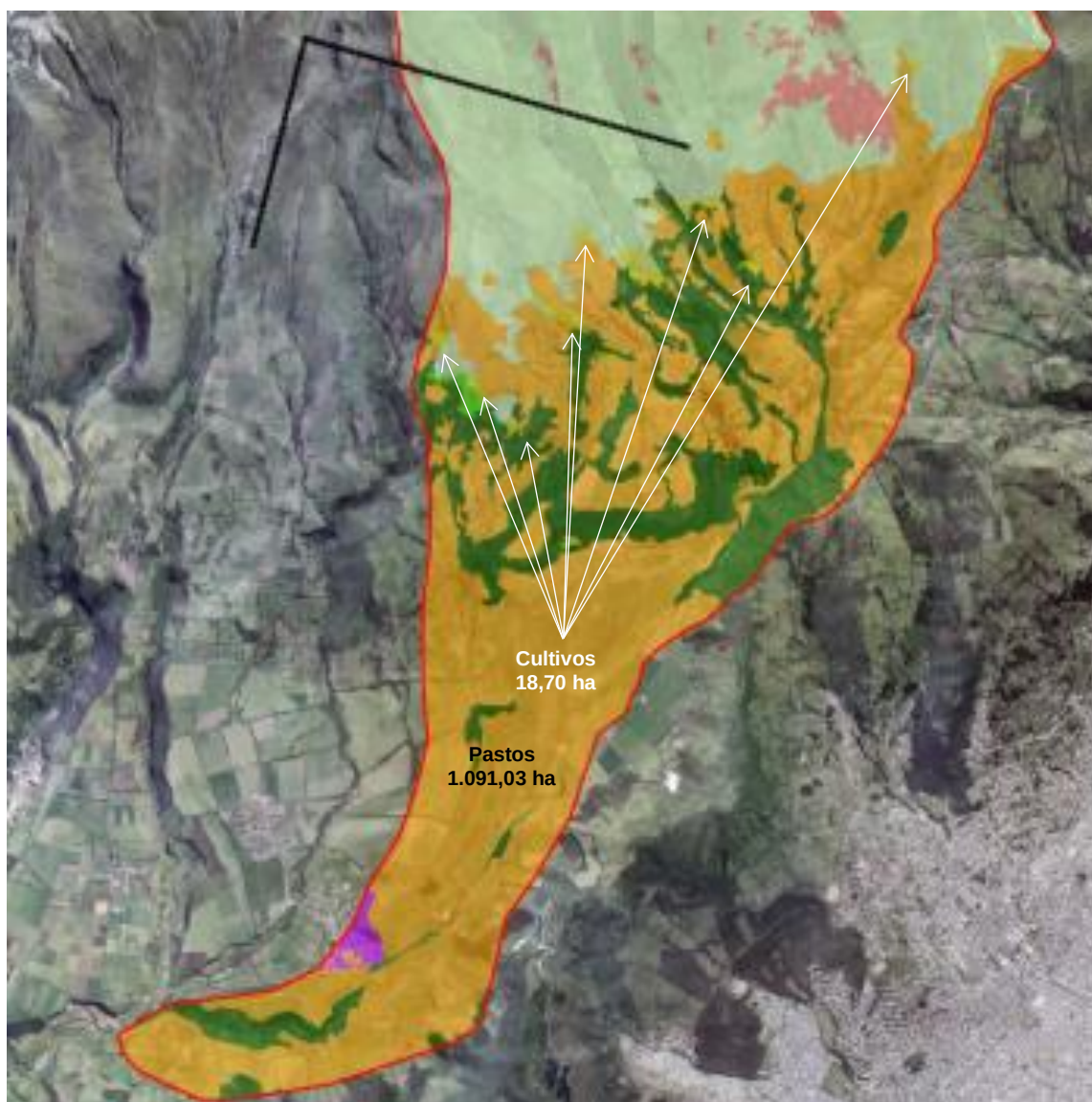
Ejemplo: en la cuenca del río Cinto, la cobertura de bosques y arbustos entre el año 2001 y el 2014 ha variado en la cantidad de ha destinadas a cultivos en un 84% se han reducido sin embargo pastos aumenta en un 61%

La metodología propuesta es realizar un análisis temporal a través de un sistema de información geográfica (SIG), utilizando como insumo principal capas o shapes de cobertura vegetal y uso de suelo.

Es importante utilizar información disponible de al menos 7 a 10 años, para ir realizando comparaciones sobre el comportamiento de la cobertura.



Fuente: Escandón, S., Intriago, M., Pérez, C. 2015
Figura 11. Cobertura Vegetal 2001, unidad hidrográfica del río Cinto



Fuente: Escandón, S., Intriago, M., Pérez, C. 2015

Figura 12. Cobertura Vegetal 2014, unidad hidrográfica del río Cinto

Con el análisis de esta información y lo recogido en campo, se debe establecer comparaciones y similitudes, que permitan tener una visión de cómo ciertas presiones como incendios, ganadería, minería, entre otras, causan cambio en la cobertura y en la calidad y cantidad de agua. Esto permite optar por acciones de recuperación y conservación de cobertura de la vegetación en las zonas de las fuentes de agua.

Si el análisis requiere mayor profundidad, se propone la instalación de parcelas de monitoreo, para determinar cantidad de especies de flora y fauna y sus características propias. Para esto se puede acceder a herramientas para levantar información de flora en bosques tropicales, páramo, bosque amazónico, etc. En el anexo 6, se presenta una herramienta para monitoreo de parcelas.

Ejemplo: En la cuenca del río Cinto se realiza el cruce de información geográfica, información de campo y parcelas de monitoreo en el bosque alto andino.

Punto:

Hacienda San Ignacio



Fuente: Escandón, S., Intriago, M., Pérez, C. 2015
Figura 13. Fuente de agua punto Hcda San Ignacio

Observaciones: Zonas muestreadas

Recorrido 1. Coordenadas: 772140, 9975937; 771612, 9974857. Altitud: 3204; 3200

Zonas de ribera: Caracterizada por especies como: *Gynoxys* sp (piquil), *Rubus glaucus* (Mora), *Myrica pubesens* (laurel de cera), *piper aduncum* (matico), *Bacharis latifolia* (chilca negra), *Myrcianthes hallii* (Arrayán) y *Oreopanax ecuadorensis* (Pumamaqui), con un porcentaje de cobertura del 100 %.

Recorrido 2: Coordenadas: 771736, 9975400. Altitud: 3261

Plantación de Cupressus macrocarpa. Este sitio presenta un porcentaje de cobertura del 80% caracterizada por ciprés y pastos. Si comparamos los resultados con la parcela del relicto boscoso (Punto San Luis II), se observa degradación en función de su diversidad (especies) y estructura ya que desaparece el compartimiento arbustivo, así mismo la ganadería extensiva en la zona genera una barrera para el proceso de sucesión natural. Por último y en función de la apertura observada en la fase de campo, por parte de los propietarios, este sitio puede ser considerado para actividades piloto de restauración en base a acuerdos legales y económicos entre las instituciones que intervengan y el dueño de la propiedad.

Recorrido 3: Coordenadas: 771958, 9975379. Altitud: 3200

Zona en proceso de recuperación. En el recorrido se pudo observar una zona caracterizada por la presencia de pastos y *lupinus pubescens* (Ashpa chocho), no mayor a una hectárea, que se encuentra en proceso de restauración, pero debido a la intervención de la ganadería extensiva el proceso de sucesiones no es continua.

Fuente: Escandón, S., Intriago, M., Pérez, C. 2015



En Resumen

Este segundo capítulo hace relación a la metodología para analizar el estado de la cobertura vegetal y uso de suelo en la zona de la fuente de agua. Para este aspecto tan importante en los sistemas de riego, se establece una metodología de análisis de cobertura vegetal histórico y actual.

La metodología propuesta es realizar un análisis temporal a través de un sistema de información geográfica (SIG), utilizando como insumo principal capas o shapes de cobertura vegetal y uso de suelo.

Con el análisis de esta información y lo recogido en campo, se debe establecer comparaciones y similitudes, que permitan tener una visión de cómo ciertas presiones como incendios, ganadería, minería, entre otras, causan cambio en la cobertura y en la calidad y cantidad de agua.



CAPÍTULO 3. ANÁLISIS AMBIENTAL DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LAS FUENTES DE AGUA

Ejemplo: En el estudio de caso realizado en el río Cinto se presentan una serie de presiones, las cuales se determinaron en los talleres con grupos focales y de los recorridos de campo, sobre los valores que para las comunidades son fundamentales en el tema de conservación de fuentes de agua.

Así es que se determinaron 3 fases:

- 1 listado de valores y presiones de acuerdo a las prioridades de las comunidades, juntas de agua,
- 2 listado de los valores y presiones para los actores institucionales (junta parroquial, ex Senagua, MAE)
- 3 listado de valores y presiones del personal técnico a cargo del estudio.

Con estas tres priorizaciones desde los distintos puntos de vista, se genera un solo listado considerando necesidades urgentes respecto de disponibilidad de agua y en función de esto se puede planificar intervención a futuro.

Fuente: Escandón, S., Intriago, M., Pérez, C. 2015

Tema 1. Análisis de valores ambientales y fuentes de presión

Ejemplo: En el estudio de caso realizado en el río Cinto se presentan una serie de presiones, las cuales fueron priorizadas con la gente y los técnicos responsables de este diagnóstico y se obtuvo lo siguiente:

Tabla 4. Información tomada de cuadro sobre fuentes de presión, río Cinto.

Fuente de presión	Afectación	Valor afectado
Deforestación	Degradación del suelo, pérdida de conectividad*	Conectividad* y el Suelo
Uso de agroquímicos	Contaminación	Calidad y Cantidad de Agua
Quema	Perdida de información sobre sucesión natural	Biomasa disponible
Basura	Contaminación, Insalubridad	Calidad y cantidad de agua
Minería	Conflictos socio-ambientales	Cohesión y organización social, calidad de agua
Tenencia de la tierra no regularizada	Conflictos socio-ambientales	Cohesión y organización social

*Conectividad: capacidad que tiene el ecosistema de conectarse con otro a través de la vegetación.

Fuente: Escandón, S., Intriago, M., Pérez, C. 2015

Una vez levantada toda la información, secundaria y primaria, así como el análisis de lo que se encontró en la zona, se deben definir los valores de conservación, que se definen en función de las presiones y priorización de los mismos.

Es importante caracterizar las fuentes de presión de acuerdo a la situación de la unidad hidrográfica. Los valores son determinados tanto por la información con la que cuenta el técnico, así como de la necesidad de la población, levantada en los talleres. Se deben extraer los más importantes y los que en temporalidad pueden realizarse. La información recopilada se puede sistematizar en la siguiente matriz:



Tabla 3. Matriz de análisis para fuente de presión – afectación – valor de conservación

Fuente de presión	Afectación	Valor de conservación afectado
Acciones dentro de la unidad hidrográfica que afectan la disponibilidad y calidad de agua como: quema, tala, cacería, basura, cambio de la cobertura vegetal, abuso de agroquímicos, basura de los productos químicos, avance de la frontera agrícola, pastos, minería	Son las consecuencias que causa una fuente de presión determinada	Objeto de conservación que se ve afectado por la fuente de presión. Estos valores pueden ser sociales como: afectación a niveles organizativos, cohesión social, estabilidad social, etc. Valores de conservación son: suelo, agua, páramo, cobertura vegetal, etc.

Fuente: Escandón, S., Intriago, M., Pérez, C. 2015

Priorización de presiones para toma de decisiones

Con la información ordenada y los valores de conservación definidos, se puede establecer las presiones en las cuales se puede iniciar acciones desde lo local y hacia lo nacional. Estas acciones se las puede canalizar a través del uso de plataformas de gobernanza, aplicación de leyes locales y nacionales, reglamentos, normativa interna de las juntas de regantes, y así poder intervenir frente a las presiones presentadas sobre la fuente de agua y la zona de interés.

Es importante establecer para cada fuente de presión: el alcance, la duración y la intensidad de la misma., en función de la siguiente clasificación:

- *Alcance:* i) extendido (>30%), ii) poco extendido (15-30%), iii) localizado (<15%)
- *Duración:* i) permanente, ii) a mediano plazo y iii) temporal
- *Intensidad:* i) severa, ii) moderada, iii) leve

De esta manera se obtiene las condiciones de cada presión en el tiempo y su nivel de afectación.

Ejemplo: Análisis de presiones y su afectación en la cuenca alta del río Cinto

Tabla 5. Análisis de las presiones y afectaciones en la cuenca del río Cinto

Presión	Alcance	Duración	Intensidad
Quema	Quema actividad frecuente en época seca, en páramos y bosques	Temporal	Severa
Degradación de la cobertura natural	Perdida de cobertura sobre 2500 a 3400 msnm, cultivos y animales en esta franja	Permanente	Severa
Agricultura y Ganadería	Presencia de estas actividades en la cuenca alta, junto a las fuentes de agua, la contaminación de animales y desechos sobre el río son permanentes	Permanente	Mediana
Nivel organizativo de la junta	La participación de la junta en la gestión del territorio es muy débil	Mediano Plazo	Mediana

Fuente: Escandón, S., Intriago, M., Pérez, C. 2015

Con esta información se obtiene de cada fuente de presión un resultado y en función de esto se definen estrategias de conservación a trabajar en el corto, mediano y largo plazo.



Tema 2. Análisis de estrategias para conservación de fuentes y áreas circundantes a la captación del sistema de riego

Para definir estrategias de conservación es importante tener en cuenta los siguientes criterios:

- *Viabilidad técnica:* qué tan fácil es acceder al mejoramiento de esta presión
- *Viabilidad social:* qué tan fácil resulta a la población realizar cambios en acciones para disminuir determinada presión.
- *Viabilidad económica:* qué tan rentable y posible es generar cambios sobre una presión.
- *Temporalidad:* es posible actuar en el corto, mediano o largo plazo.

Estas estrategias deben ser validadas en campo con los actores de la junta cuyo objetivo es el diagnóstico técnico, para que estas estrategias sean lideradas por ellos, con el apoyo técnico apropiado. Se puede utilizar de apoyo durante el proceso a través del desarrollo de la herramienta propuesta en el anexo 7, que facilita condensar estrategias de acción.



Ejemplo: Matriz de condensación de estrategias de acción para conservación de fuentes y zonas aledañas

Tabla 6. Estrategias de acción para conservación de las fuentes en la cuenca del río Cinto

Fuente de Presión	Estrategia	Actividad	Ámbito geográfico	Aliados	Plazos		
					C	M	L
Ganadería y Agricultura (uso intensivo de agroquímicos)	Educación Ambiental	Educación respecto del avance de la frontera agrícola y la pérdida del páramo.	Todos y todas	Junta Parroquial	X		
	Comunicación	Elaboración de manuales de capacitación en alternativas productivas sostenibles en agricultura, buen manejo de cultivos de papas y ganadería.	Todos y todas	Junta Parroquial, Guardianes de las semillas, AGROCALIDAD,	X	X	X
Deforestación Pérdida de la cobertura vegetal	Convenios y alianzas	Incluir el Bosque Protector de la Cuenca Alta del Río Cinto al AIER	AIER	EPMAPS, Secretaría de Ambiente	X		
	Restauración	Desarrollar un plan integral de restauración activa y pasiva en el área del BPCARC.	AIER	Secretaría de Ambiente Propietarios	X	X	X
Uso y distribución del Agua	Convenios y Alianzas	Facilitar un proceso de diálogo y acuerdos entre la EPMAPS con la Junta Parroquial y propietarios y administradores de haciendas respecto al tema agua.	Toda la cuenca alta del Río Cinto	Junta Parroquial, propietarios y administradores de haciendas	X		
	Convenios y alianzas	Facilitar y apoyar el proceso de regularización de autorizaciones de uso y aprovechamiento del agua.	Toda la cuenca alta del río Cinto	SENAGUA, EPMAPS, Junta Parroquial, actores locales	X	X	X
Quema	Restauración, Rehabilitación del ecosistema	Con los niveles se sustenta si aplicar estrategias de restauración activa y/o pasiva o ambas. Restauración pasiva con especies propias de la zona identificadas en la línea base.	Hacienda Garzón Bloque C Cruz Loma Bosque Protector CARC	MAE Secretaría de Ambiente Propietarios de haciendas Barrio San Francisco Teleférico		X	X
Degradación de la cobertura de ribera (incluye deforestación)	Restauración, Rehabilitación del ecosistema	Evaluación de niveles de degradación en función de la cobertura vegetal, impacto en el recurso hídrico y accesibilidad de los propietarios.	Bosque Protector Cuenca Alta del Río Cinto-AIER Cruz Loma San Luis Haciendas Carrión, Garzón, Marqueza	Secretaría de ambiente			X
Motos	Comunicación	Comunicación para la transformación social: protocolo del Endurista de Quito. Participación en espacios de diálogo. Trabajo con referentes para sensibilización. Comunicación Visual: señalética preventiva, regulatoria y de sensibilización.	Garzón C San Francisco Cruz Loma Teleférico	MAE Teleférico Enduristas de Quito Referentes		X	X



En Resumen

En este tercer capítulo se hace referencia al análisis ambiental de la situación actual de las fuentes de agua en el territorio, en el cual se plantea que, una vez levantada toda la información, secundaria y primaria, así como el análisis de lo que se encontró en la zona, se deben definir los valores de conservación, que se definen en función de las presiones y priorización de los mismos.

Para ello, se debe considerar 3 parámetros muy importantes, caracterizados en las etapas anteriores: i) fuentes de presión, ii) afectación, iii) valor de conservación. El primero entendido como acciones dentro de la unidad hidrográfica que afectan la disponibilidad y calidad de agua. El segundo entendido como las consecuencias que causa una fuente de presión determinada. El tercero entendido como el objeto de conservación que se ve afectado por la fuente de presión.

Con toda esta información y de forma participativa con miembros de la organización, se debe establecer una priorización de las presiones existentes sobre las fuentes de agua del sistema de riego. Esta priorización debe recoger el tipo de presión, el alcance, su duración e intensidad.

Finalmente se debe definir las estrategias de conservación de las fuentes y zonas circundantes a la captación del sistema de riego en función de criterios: técnicos, sociales, económicos y de temporalidad.



IV. CONCLUSIONES

Con el levantamiento de esta información, el técnico de campo tiene una visión para elaborar o asesorar a una organización de riego a realizar un diagnóstico hidro-social a fin de buscar estrategias que garanticen la cantidad y calidad de agua que abastece al sistema de riego.

La idea es que, con esta información, se diagnostiquen e identifiquen las acciones en temas de conservación, que la población debe realizar, orientadas a acciones prácticas de cuidado y sensibilización.

Todas las herramientas ubicadas en los anexos, son de fácil implementación, así como de análisis y sistematización.

Será importante socializar este análisis primero con la organización y sus socios, ya que es un diagnóstico bastante claro de condiciones actuales del agua y porque permite tener un registro en la línea del tiempo de las condiciones de conservación de ecosistema, dentro de la unidad hidrográfica definida, que a futuro se podrán comparar y tomar decisiones oportunas ya sean al interno de la junta o al externo, con instituciones u otros actores locales o regionales.

La clave de procesos de conservación es contar con información actual, clara y precisa, que demuestren las condiciones reales de la fuente de agua que abastece el sistema de riego, para poder realizar acciones de cambio orientadas a su cuidado y conservación.



V. BIBLIOGRAFIA

- Díaz, R. s/a. Evaluación de peligros y riesgos de contaminación de las aguas subterráneas. 40 p.
- Encalada, A. 2006, Metodología CERAS, Pag, 17-28
- FAO. 2002 protección y captación de pequeñas fuentes de agua, www.fao.org.ec, El Salvador, fecha de búsqueda 21-10-2019.
- Frans G. 2002, 80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación, San José, C.R.: IICA.
- Escandón, S., Intriago, M., Pérez, C. 2015. Diagnóstico y Plan de acción de la Cuenca Alta del Río Cinto. 50 p.
- Foster, S., Hirata, R. 1991. Determinación del riesgo de contaminación de aguas subterráneas. Segunda edición. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales. Lima – Perú. 90 p.
- Saavedra C. El manejo, protección y conservación de las fuentes de agua y recursos naturales, Bolivia, octubre 2009.
- Vázquez, B., Farfán, H., Díaz, C. 2019. Instituto de Geología y Paleontología Vía Blanca 1002, San Miguel del Padrón, CP 11 000, Cuba.



VI. ANEXOS

Anexo 1 Tabla de análisis de captaciones

MATRIZ ANALISIS DE CAPTACIONES EN RECORRIDO DEL RÍO						
No. de ficha:		Fecha				
Coordenadas:		Responsable				
1. IDENTIFICACIÓN Y UBICACIÓN						
Nombre del río						
Acceso		A pie:		En carro		Otro
Sistema hidrográfico		Cuenca:				
		Aportante:				
		Aportante:				
Ubicación política administrativa		Provincia:				
		Cantón:				
		Parroquia:				
		Barrio:				
		Distancia de la parroquia				
Tipo de fuente			cobertura vegetal zona de recarga (2ha)	%	Caudal	I/s
Río			Bosque y Matorral		Antes de la captación I/s	
			Páramo		Después de la captación I/s	
Manantial			Arbustos		Conocimiento informante clave: ¿se han reducido o incrementado los caudales? ¿Por qué?	
			Pastos			
Ojo de Agua			Cultivos		Mecanismo de medición	si/no
			Pino/Eucalipto		Automático	
Otros			Otros:		Manual	
Otros			Otros:		funcionamiento	
Uso del Agua						
Consumo Humano			Riego		Abrevadero	Otro
Situación legal						
Adjudicada			En trámite		No adjudicada	Otro
Afectación en la Fuente- Presencia de Contaminación					Administración	
Estiércol /pisoteo de ganado			desechos de construcción		Pública	
Agroquímicos			Minería		Comunitaria	
desechos orgánicos domésticos: residuos de comida			Motocicletas (aceites, repuestos, pisoteo)		Privada	
desechos inorgánicos domésticos: plástico, papel , botellas			Otros:		Quien realiza mantenimiento	
animales muertos			Otros:		Periodicidad del mantenimiento	
pilas /baterías			Otros:		Otro	
Croquis						



Observaciones:

Anexo 2: Herramienta para entrevistas, dialogo semiestructurado.



2.2 Diálogo con informantes clave

Objetivo del ejercicio: no es un método participativo propiamente dicho, pero puede ser imprescindible para preparar ejercicios de grupo con la comunidad, antes de la intervención, y también para completar otros ejercicios o chequear ciertas informaciones: dialogando con personas bien informadas sobre la comunidad, se puede obtener en forma rápida informaciones pertinentes para orientar el trabajo. La buena selección de los informantes es fundamental para la validez de la información.

Algunos ejemplos de aplicación:

- cuando se necesita comprender las razones fundamentales de tal o tal comportamiento de la gente;
- cuando se necesita comprobar hipótesis o propuestas para averiguar rápidamente si son conformes a la realidad y a los deseos de la gente;
- para obtener una visión general de las condiciones socio-económicas y de producción en la comunidad;
- para evaluar la factibilidad de sugerencias prácticas.

Tiempo requerido: Variable según los casos, no más de 2 horas continuas con una persona.

Material necesario: Ver diálogo semi-estructurado

Metodología:

Paso 1: establecer una guía de entrevista (máx. 10- 15 temas) con la metodología de diálogo semi-estructurado.

Paso 2: seleccionar los informantes clave. Deben ser representativos de las diferentes categorías (sociales, género...) de la población con la cual se va a trabajar: para asegurar esto, se puede apoyar en los resultados de ejercicios como el mapa social, o la clasificación por nivel económico. También deben seleccionarse en función del tema del diálogo: los informantes deben representar todas las categorías implicadas en la problemática estudiada (p.ej. si se trata de un problema de manejo de recursos naturales, todos los actores involucrados, hombres, mujeres, agricultores, ganaderos, comerciantes, etc.).

Paso 3: presentación: a cada informante se le debe explicar con claridad, el objetivo de la entrevista antes de solicitar su acuerdo para participar. Hay que explicar por qué se realiza la entrevista, por qué se selecciona dicho informante, cuál es la institución responsable, cómo se utiliza la información, qué acciones se pueden esperar. La transparencia es importante porque los informantes comentarán con otros miembros de la comunidad y es importante evitar crear confusión y expectativas erróneas.

Paso 4: realización de la entrevista: ver diálogo semi-estructurado.

Paso 5: la información obtenida debe ser comparada con otras fuentes: otros diálogos, resultados de otros ejercicios sobre el mismo tema

Fuente: Frans G. 2002. 80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación, San José, C.R.: IICA

Anexo 3: Herramienta mapa social.



4.1 Mapa de recursos naturales y uso de la tierra

Objetivo del ejercicio: concretizar en un mapa, la visión que los pobladores tienen de la utilización del espacio y de los recursos, y ubicar las informaciones principales relevantes.

Tiempo requerido: 1 - 3 horas, según la complejidad

Material necesario: pizarra y tiza y/o papel o papelones, plumones

Metodología:

Paso 1: reunir un grupo de personas (10 max.) de la comunidad y explicarles el objetivo. Si necesario dividir por afinidades o grupos (por ejemplo hombres, mujeres, jóvenes).

Paso 2: discutir con los participantes, cómo se va a hacer el mapa y que temas van a aparecer (ríos, caminos, casas, bosques, campos cultivados, etc...). Si quieren incluir muchos temas, puede ser útil proponer varios mapas.

Paso 3: ayudar para el “arranque” (por ejemplo a ubicar los primeros puntos de referencia) y después dejar el grupo trabajar solo, en la pizarra, el papel o en el suelo. Empezar con un “mapa base” con los principales elementos de referencia como ríos, caminos... Después los técnicos no deberían intervenir más en el contenido.

Paso 4: presentación del mapa por el (los) grupo(s) en plenaria y discusión. Elaboración del mapa final con los comentarios de los diferentes participantes.

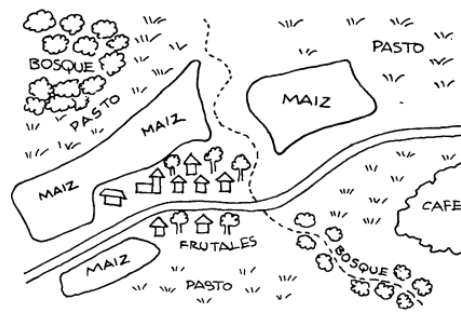
Paso 5: copiar el o los mapas para entregar una copia a la comunidad y una a los técnicos. Discutir el uso que se podrá dar al mapa (ver: transecto, plan de ordenamiento).

Nota: el mapa es el punto de partida para el análisis. Sirve para orientar la caminata y el diagrama de corte; puede ser retomado y completado, dividido en diferentes mapas por temas.

Fuente: Frans G. 2002. 80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación, San José, C.R.: IICA



USO DE LA TIERRA



CROQUIS	ZONA ALTA	ZONA MEDIA	ZONA BAJA
Ganado			
Vegetación, pastos.			
Agua			
Suelos			
Animales menores			
Productos agrícolas			
Turismo			

Fuente: Escandón, S., Intriago, M., Pérez, C. 2015



CROQUIS			
	Zona alta	Zona media	Zona baja
Agua			
Suelo			
Vegetación: páramos, bosque, matorral			
Animales			
Paisaje			
Clima			

Fuente: Escandón, S., Intriago, M., Pérez, C. 2015



Anexo 4: Herramienta para definición de actores importantes.

#	Actor	Relación con el área de estudio	Cobertura	Área Temática	Interés	Jerarquización de su poder	Contacto

Fuente: Escandón, S., Intriago, M., Pérez, C. 2015



Anexo 5: Análisis de conflictos.

ANÁLISIS DE CONFLICTOS

Actores Tipo de conflicto	Entre miembros comunidad	Con otra comunidad	Con Terratenientes	Con el Estado
Sobre árboles	● 1	—	●●● 6	—
Sobre tierra	● 1	—	●● 4	—
Sobre pastos	●●● 6	●●●● 8	—	—
Sobre agua	—	—	—	—
Sobre animales	●●●●●●●● 60	●●●●●●●● 90	●●●●●●●● 75	—

El número de puntitos (●) indica la frecuencia de los conflictos según los participantes.

Fuente: Frans G. 2002. 80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación, San José, C.R.: IICA, 2002



Anexo 6: Monitoreo de parcelas.

Altitud:	Longitud:
Fecha de monitoreo	
Determinar una zona para monitoreo	
Cuadrante de 10 metros x 10 metros	
Reconocer el número de individuos de una especie o varias.	Por ejemplo: ciprés, pino, arrayan, yagual, etc.
Cuáles son las características de cada parcela	Diámetro de copa, ancho de tallo, altura y estado de salud de cada individuo

Fuente: Aguirre & Aguirre 1999; Torres, 2011

Anexo 7: Herramienta para condensar estrategias de acción.

Fuente de Presión	Estrategia	Acciones que puede hacer la JAAR	Actividad	Ámbito geográfico	Aliados (MAG, MAE, SENAGUA)	Plazos		
						Corto	Mediano	Largo

Fuente: Escandón, S., Intriago, M., Pérez, C. 2015



Anexo 8. Criterios de calidad admisibles de agua para uso agrícola, Tulsma, Norma de calidad ambiental, descarga y uso de efluentes en el Ecuador, recurso agua.

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico (total)	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro (total)	B	mg/l	1,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Carbamatos totales	Concentración total de carbamatos	mg/l	0,1
Cianuro (total)	CN ⁻	mg/l	0,2
Cobalto	Co	mg/l	0,05
Cobre	Cu	mg/l	2,0
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,1
Fluor	F	mg/l	1,0
Hierro	Fe	mg/l	5,0
Litio	Li	mg/l	2,5
Materia flotante visible			Ausencia
Manganeso	Mn	mg/l	0,2
Molibdeno	Mo	mg/l	0,01
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001
Níquel	Ni	mg/l	0,2
Organofosforados (totales)	Concentración de organofosforados totales.	mg/l	0,1
Organoclorados	Concentración	mg/l	0,2
Plata	Ag	mg/l	0,05
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Plomo	Pb	mg/l	0,05
Selenio	Se	mg/l	0,02
Sólidos disueltos totales		mg/l	3 000,0
Transparencia de las aguas medidas con el disco secchi.			mínimo 2,0 m
Vanadio	V	mg/l	0,1
Aceites y grasa	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Coniformes Totales	nmp/100 ml		1 000
Huevos de parásitos		Huevos por litro	cero
Zinc	Zn	mg/l	2,0