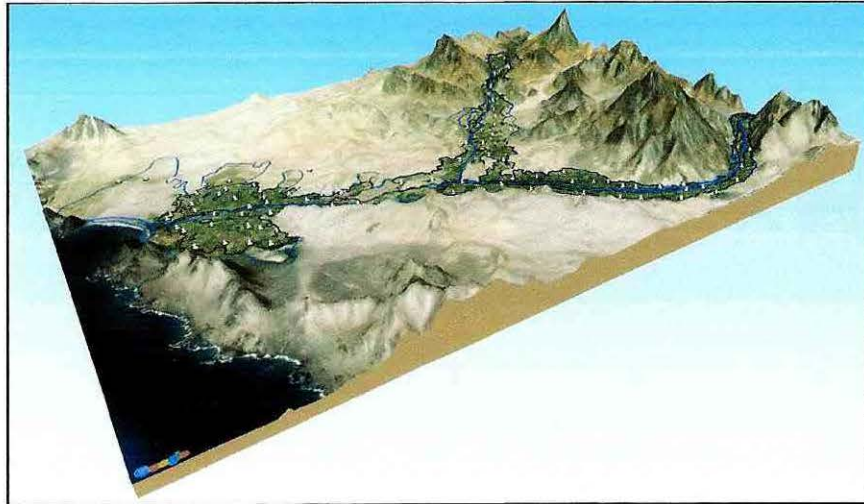




GUIA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE REDES DE CONTROL DE ACUÍFEROS



DCPRH

Autoridad Nacional del Agua

Octubre 2016





Contenido

INTRODUCCIÓN4

1.1 RESUMEN4

1.2 OBJETIVO4

1.3 BASE LEGAL.....4

1.4 ALCANCES5

1.5 PÚBLICO OBJETIVO.....5

1.6 ESQUEMA DE TRABAJOS5

1.7 UTILIDAD5

METODOLOGÍA6

2.1 ETAPA I - TRABAJOS PRELIMINARES.....6

2.1.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIONES6

2.1.2 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN6

2.1.3 ESTABLECIMIENTO DE OBJETIVOS Y ALCANCES7

2.1.4 PRIORIZACIÓN8

2.1.5 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL9

2.1.6 FRECUENCIA9

2.2 ETAPA II - TRABAJO DE CAMPO9

2.2.1 GESTIÓN DE RECURSOS HUMANOS9

2.2.2 EQUIPAMIENTO10

2.2.3 ACTIVIDADES IN SITU10

2.2.4 DATOS DEL REGISTRO13

2.2.5 ESPECIFICACIONES15

2.3 ETAPA III - TRABAJO DE GABINETE.....16

2.3.1 RECOPIACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN16

2.3.2 REVISIÓN Y VALIDACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE CAMPO.....16

2.4 ETAPA IV - ELABORACIÓN DE LA MEMORIA DESCRIPTIVA.....17

BIBLIOGRAFÍA18

ANEXOS19

ANEXO A: Glosario Técnico20

ANEXO B-1: Formato Propuesto para el Registro de Manantiales24

ANEXO B-2: Formato Propuesto para el Registro de Pozos26

ANEXO C: Simbologías para la codificación de Fuentes28

ANEXO D: Contenido Propuesto de Estudio.....29

ANEXO E: Criterios a Considerar para la Delimitación de Redes de Control de Acuíferos:.....32



Handwritten marks at the bottom left of the page.



Lista de Figuras

Figura N° 1: Diagrama de Ejecución5

Figura N° 2: Pozo IRHS – 12 – ERH Medio y Bajo Piura11

Figura N° 3: Evolución de manantiales.....12

Figura N° 4: Tipos de Acuífero20

Figura N° 5: Características medibles en pozos22

Figura N° 6: Criterios de Distribución Espacial.....32

Lista de Tablas

Tabla 1: Criterios de Evaluación Primaria.....7

Tabla 2: Criterios de Evaluación Secundaria.....8

Tabla 3: Frecuencia de Registros9

Tabla 4: Ejemplo para la codificación de fuentes11

Tabla 5: Criterios para Establecer la Frecuencia de Observaciones33



✓
φ



INTRODUCCIÓN

1.1 RESUMEN

La Autoridad Nacional del Agua – ANA, fue creada al amparo de la Primera Disposición Complementaria final de la Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Agricultura aprobada con Decreto Legislativo N° 997, como organismo público adscrito al Ministerio de Agricultura, responsable de dictar las normas y establecer los procedimientos para la gestión integrada y sostenible de los recursos hídricos (GIRH).

La Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos (DCPRH), constituida como autoridad técnico normativa con relación al uso sostenible del recurso hídrico; en aras de promover el perfeccionamiento del marco técnico, jurídico y normativo para la gestión sostenible, conservar y promover el aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos, presenta la Guía para la Implementación de Redes de Control de Acuíferos, que podrá ser utilizada como referencia para la implementación y ejecución de estudios de control de las fuentes de recursos hídricos subterráneos a fin de desarrollar el diagnóstico y la planificación sobre los mismos, como parte de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos.

Siendo el contexto actual de creciente demanda sobre los recursos hídricos y existiendo la disposición de asegurar su disponibilidad, es necesario establecer diagnósticos, realizar mediciones y controlar los estados situacionales de las fuentes de agua, de modo tal que se puedan desarrollar planes integrales de manejo sobre las mismas. Así, se plantea la necesidad de establecer que las aguas subterráneas constituyen grandes volúmenes para el abastecimiento con fines diversos, cuya sostenibilidad depende de diagnósticos fiables y medidas de protección eficaces; en ese sentido, se propone el presente documento a modo de referencia útil para la implementación y puesta en marcha de sistemas de control sobre los acuíferos, en cantidad y calidad.

1.2 OBJETIVO

Proponer el contenido y procedimiento referenciales, para implementar las redes de control de acuíferos en zonas de valles, bloques de riegos o áreas que ameriten investigación hidrogeológica.

1.3 BASE LEGAL

La “Guía para la Implementación de Redes de Control de Acuíferos”, como instrumento de gestión se sustenta en la siguiente normatividad:

- Ley N°29338, Ley de Recursos Hídricos.
- Decreto Supremo N°001-2010-AG, que aprueba el Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos.
- Decreto Supremo N°023-2014-AG, que modifica parcialmente el Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos
- Decreto Supremo N°006-2010-AG, que aprueba el Reglamento de Organización y Funciones de la Autoridad Nacional del Agua.
- Resolución Jefatural N°007-2015-ANA, que aprueba el Reglamento de Procedimiento para el Otorgamiento de Derechos de Uso de Agua.
- R.J. N° 182-2011-ANA que aprueba el Protocolo Nacional de Monitoreo de la calidad del recurso hídricos superficiales.
- R.J. N° 259-2013-ANA que aprueba la “Guía para la Evaluación de Recursos Hídricos





1.4 ALCANCES

La aplicación de la presente guía es de alcance referencial para la Implementación de Redes de Control de Acuíferos y que pueda servir para las labores que desarrollan los consejos de recursos hídricos de cuencas, organizaciones de usuarios agrarios y no agrarios, autoridades administrativas del agua, administraciones locales de agua y consultores en aguas subterráneas.

1.5 PÚBLICO OBJETIVO

Los órganos desconcentrados de la Autoridad Nacional del Agua, los usuarios, organismos estatales y privados, podrán disponer de esta Guía como herramienta de referencia para la Implementación de Redes de Control de Acuíferos.

1.6 ESQUEMA DE TRABAJOS

Los estudios de las Redes de Control de acuíferos en las áreas seleccionadas se llevarán a cabo ejecutando las etapas indicadas en la Figura 3. El desarrollo de las etapas se presentan en los posteriores capítulos de la presente guía.

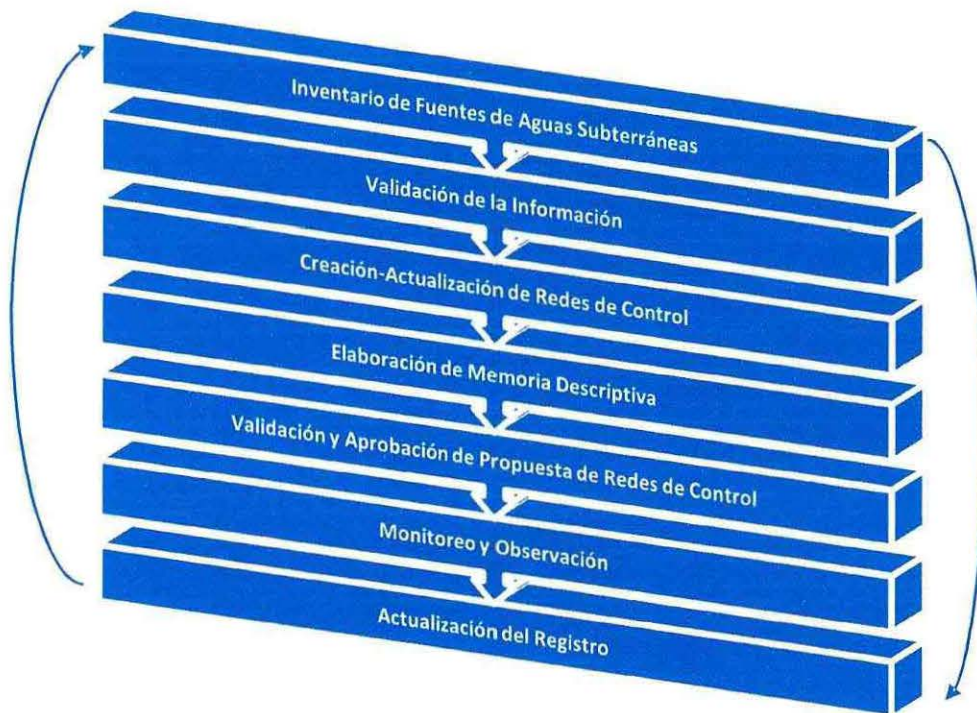


Figura N° 1: Diagrama de Ejecución

1.7 UTILIDAD

La Autoridad Nacional del Agua, a través de la Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos, propone la presente Guía a fin de velar y servir de referencia para la Implementación de Redes de Control de Acuíferos; los resultados obtenidos podrán ser utilizados para los sistemas de observación sobre las fuentes de aguas subterráneas y para actualizar el Inventario Nacional de los Recursos Hídricos.





METODOLOGÍA

Para la formulación, evaluación, implementación y puesta en funcionamiento de las Redes de Control de Acuíferos, se proponen un conjunto de actividades cuya integración servir para el control sobre las fuentes investigadas, las que se describen a continuación.

2.1 ETAPA I - TRABAJOS PRELIMINARES

2.1.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIONES

Se podrá disponer e investigar informaciones referidas a los medios acuíferos, de modo tal que se pueda reconocer los entornos en los cuales se pretenda instalar las Redes, con la posibilidad de investigar los siguientes:

- Inventarios de fuentes de aguas subterráneas, estudios hidrogeológicos e hidrogeoquímicos, inventarios de fuentes de recargas, estudios hidrológicos de balance y estimación de recargas, delimitación hidrográfica mediante la metodología Pfafstetter, estudios geológicos a escalas regionales y locales; estudios de delimitación catastral y topográfica, etc.
- Evaluación multisectorial de las fuentes de aguas subterráneas
- Inventarios de infraestructura hidráulica
- Redes de Control Piezométrico e Hidrogeoquímico existentes o previamente propuestas.
- Modelos de elevación digital, fotografías áreas tipo pancromático, imágenes satelitales, etc.
- Mapas viales, de centros poblados, departamentales, hidrográfico, hidrogeológico, usos de terrenos, distritos de riego y otros
- Información cartográfica del Instituto Geográfico Nacional- IGN y del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico del Perú-INGEMMET; en las escalas de acuerdo a la disponibilidad de información
- Registro de derechos de Uso de Agua otorgados y clasificación del uso de las fuentes de aguas subterráneas.
- Otra información importante y relevante para el control de la Red.

2.1.2 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

De los estudios desarrollados de aguas subterráneas, se puede extraer información para posteriormente tomar decisiones respecto a los alcances y la naturaleza de las investigaciones, además de realizar análisis y modelos conceptuales previos respecto a la hidrogeología de las zonas, así por ejemplo:

- De los modelos de elevación digital de los terrenos en estudio, se infieren los aspectos relacionados con la geomorfología, geología estructural y composición de las capas del terreno, en función a la hidrodinámica superficial y las potenciales gradientes y direcciones de flujos subterráneos.
- En los planos catastrales, fotografías aéreas o imágenes satelitales se procede a interpretar e identificar las diferentes fuentes de agua existente, estructuras hidráulicas, vías de comunicación, límites políticos de ubicación provincial, distrital, además de ubicar centros poblados y otros.
- En base a la información existente, se preparan planos base que contendrá la información encontrada y en donde se anotará los aspectos que requieran ser precisados mediante





información a ser registrada en el trabajo de campo.

- En los planos catastrales se revisan los empalmes de hojas adyacentes, con la finalidad de que se tenga una continuidad de la hidrografía e infraestructura que podría existir, entre otros.

2.1.3 ESTABLECIMIENTO DE OBJETIVOS Y ALCANCES

La Red de Control de Acuíferos es un instrumento técnico de Gestión mediante el cual se viabiliza la identificación y zonificación de características físicas, químicas, sociales y coyunturales que envuelven a un sistema hidrológico subterráneo con relevancia en el medio superficial y con influencia en el desarrollo de actividades económicas con impactos sobre la naturaleza y los grupos humanos.

El establecimiento de objetivos para la instalación e implementación de redes de control depende de las etapas de inventarios desarrollados con anterioridad, justo es indicar que dichos inventarios no se pueden limitar al marco de acción de la Autoridad Nacional del Agua, sino también es potestad el control sobre las fuentes de aguas subterráneas mediante la participación de los actores sociales influyentes en las áreas de interés.

Así, preliminarmente se plantean las siguientes coyunturas y necesidades:

- Reconocimiento de los sistemas acuíferos
- Identificación de patrones de recarga y descarga
- Investigación regional o local de calidad de aguas subterráneas
- Vulnerabilidad en función a agentes antrópicos o naturales
- Evaluación para determinar fuentes contaminantes
- Zonificación de impactos por uso de aguas subterráneas
- Evaluación de impactos de ascensos piezométricos debido a potenciales recargas
- Delimitación de perímetros de control para fuentes naturales y su resiliencia frente a impactos provocados por actividades humanas o fenómenos naturales
- Implementación de control de intrusión salina
- Implementación de modelos de diagnóstico y gestión
- Evaluación de Zonas de Veda, entre otros.

Como ejemplo, se plantean los siguientes esquemas:

Tabla 1: Criterios de Evaluación Primaria

Criterio de Evaluación Primaria	Objetivos Asignados
Grado de desarrollo y cantidad del uso del agua subterránea	Para prevenir la sobre-explotación de aguas subterráneas Para asegurar los recursos hídricos
Necesidad de monitorear la potencial contaminación de los acuíferos y su progreso o evolución temporal	Para entender la situación de la contaminación Para zonificar áreas en función a su grado de contaminación
Grado de dependencia sobre las aguas subterráneas por parte de los usuarios	Para garantizar los recursos hídricos en zonas sin suministro de aguas



Handwritten marks: a checkmark and a symbol resembling a lowercase 'd' or a similar character.



Tabla 2: Criterios de Evaluación Secundaria

Criterio secundario	Explicación	Objetivos asignados
Número de puntos de captación	Número de Instalaciones Registradas y Reportadas	Para mostrar el grado de desarrollo y uso
Densidad de puntos de Captación	Relación entre número de captaciones con el área de estudios	Para asignar mayores ponderaciones en zonas urbanas que en zonas rurales
Volumen de uso	Cantidad de uso anual	Para compensar el incremento de usos en zonas registradas respecto a otras que no tienen licencia
Número de fuentes de uso doméstico	Número de fuentes para usos primarios	Para zonificar áreas no contaminadas
Número de fuentes de contaminación	Número de zonas potencialmente contaminantes de un reporte estadístico anual	Para asignar más peso en áreas con potencial polución
Número de fuentes contaminadas	Número de fuentes contaminadas	Para monitorear la contaminación de la fuente y el proceso
Usuarios domésticos exclusivos de aguas subterráneas	Tasa de usuarios domésticos sin suministro de agua de acuerdo a un reporte estadístico anual	Para garantizar las fuentes de agua en áreas sin suministro
Volumen de agua con uso doméstico	Volumen de agua con uso doméstico	Para garantizar los recursos hídricos de uso primario

2.1.4 PRIORIZACIÓN

El establecimiento de las redes de control se realiza considerando las necesidades o prioridades del control de acuíferos, es distinto por ejemplo, mencionar redes de control de acuíferos en sistemas costeros y en sistemas andinos y de Selva, del mismo modo de las infraestructuras de captación y de la logística para tales fines. Así, el establecimiento de las redes de control responde a los siguientes alcances:

- El conocimiento de las fuentes de aguas superficiales y subterráneas en una cuenca/región/sector/localidad
- El estado situacional del balance hídrico de una cuenca/localidad
- El estado situacional de la calidad de aguas superficiales y subterráneas
- La existencia de fuentes de generación de impactos potenciales
- La probabilidad y movilidad de las aguas subterráneas y su relación con el medio externo
- Los usos de agua subterránea y su relación con las aguas superficiales y el medio natural
- La sostenibilidad de los usos/extracción/inyección sobre las aguas subterráneas
- La existencia de estaciones hidrometeorológicas e hidrométricas como fuentes de información referencial
- La influencia de las variaciones climáticas sobre el uso de las aguas en la cuenca/localidad
- La recarga de los medios acuíferos y su interconexión con sistemas geológicos complejos

En ese contexto, la secuencia física de la implementación de redes tiende a someterse a una constante actualización de acuerdo a la modificación de los patrones que caracterizan los sistemas acuíferos en función al dinamismo de los medios naturales que les dan origen y a la entrada en los





mismos de nuevos agentes o factores de modificación, como pueden ser sectores urbanos, industrias extractivas, construcción de infraestructura, entre otros.

2.1.5 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL

La representatividad espacial enmarcada en el aspecto de diseño de las redes de control de acuíferos es una de las características más importantes. Así, se precisa del reconocimiento espacial y la variación temporal de las fuentes de aguas subterráneas (fluctuaciones climáticas, influencia de agentes externos, disposición de fuentes contaminantes, zonas afectadas y con posibles rasgos de afectación, entre otros).

El inventario de las fuentes de aguas subterráneas a nivel de cuenca/localidad tiene la utilidad necesaria como instrumento para la Gestión y creación de las Redes de Control, siendo que para la instalación de las Redes de Control de Acuíferos se consideran pertinentes los siguientes registros:

- Las fuentes de aguas subterráneas permanentes en ciclos de lluvia y estiaje
- Las fuentes de aguas subterráneas con registro y licencias de uso otorgadas por la Autoridad Nacional del Agua
- La existencia de infraestructura hidráulica de observación, captación y distribución de agua subterránea
- Sistemas de control hidrometeorológicos e hidrométricos en las zonas de interés
- Diseños de redes y de probadas orientaciones de flujo de aguas subterráneas
- Establecimiento de los medios geológicos de movilidad subterránea y la clasificación de los sistemas acuíferos
- Modelos conceptuales y numéricos de acuíferos

2.1.6 FRECUENCIA

Dentro de la implementación de los sistemas de control, un aspecto relevante es la representatividad temporal, la cual es dada por la periodicidad de observaciones que se realizan en periodos que varían en función a factores intrínsecos en el medio y a otros relacionados con la posible generación de impactos sobre los acuíferos, así, se recomienda establecer un criterio de evaluación basado en los siguientes aspectos.

Tabla 3: Frecuencia de Registros

Frecuencia	Tipo de Acuífero	Localización	Flujo de Agua	Recarga	Condiciones Climáticas	Fuentes de Impacto	Vulnerabilidad	Usos
Mayor	Libre	Superficial	Veloz	Alta	Variables	Importantes	Alta	Intensivos y Extensivos
Menor	Confinado	Profundo	Lento	Baja	Estables	Mínimas	Baja	Limitados

2.2 ETAPA II - TRABAJO DE CAMPO

La Implementación de las Redes de Control está sujeta a labores de reconocimiento de campo sobre los medios de interés, siendo así, es potestad del interesado a realizar las siguientes actividades

2.2.1 GESTIÓN DE RECURSOS HUMANOS

El equipo técnico responsable de la ejecución del control podrá constituirse, por ejemplo con: (01) ingeniero responsable o coordinador del registro, (01) ingeniero asistente o Jefe de Brigada, (01) especialista SIG, técnicos de campo y guías. Es necesario precisar que la experiencia requerida de





trabajo en el campo (estudios hidrogeológicos), técnicas de aforo, lectura de mapas y manejo de equipos de posicionamiento global influenciará sobre los resultados en las Redes de Control.

2.2.2 EQUIPAMIENTO

A fin de llevar a cabo la medición de las características físicas y químicas in situ y para la toma de muestras para el análisis fisicoquímico en laboratorio, dependen de herramientas tecnológicas portátiles o estacionarias, las cuales se enumeran a continuación:

- Medidor piezométrico (eléctrico digital o analógico)
- Medidor de profundidad
- Medidor multiparamétrico fisicoquímico (Acidez-Basicidad, Conductividad Eléctrica, Sólidos Totales Disueltos, Temperatura, Oxígeno Disuelto, otros)
- Sistema de Posicionamiento Global (en Coordenadas UTM WGS84)
- Cronómetro e instrumento volumétrico para aforos
- Tablero y Formatos de Campo (Anexo B)
- Equipos computacionales (Laptop, PC)
- Software de procesamiento de texto y datos numéricos
- Software de procesamiento de datos espaciales (GIS, CAD) e interpolación
- Conexión a Internet, entre otros.

2.2.3 ACTIVIDADES IN SITU

Para el inicio de las actividades de control a los medios acuíferos, se puede coordinar, informar y socializar sobre los trabajos con los representantes de las instituciones estatales locales y organizaciones de usuarios de agua de modo que se lleguen a acuerdos de colaboración respecto a las actividades de inventarios y el establecimiento de perímetros de control de sistemas acuíferos.

El reconocimiento in situ consta de visitas a campo, preliminares para identificar los sectores o establecer la sectorización y etapas, correspondientes al registro de las fuentes de aguas subterráneas de modo efectivo, la corroboración de la existencia de redes de control a escalas locales o regionales y los escenarios sociales que puedan influenciar en el establecimiento, actualización o propuesta de modificación de redes de control de sistemas acuíferos. Los trabajos de reconocimiento de campo se ciñen al escenario en el cual éstos se pueden desarrollar debiendo abordarse en función a criterios como accesibilidad, logística, tiempo de recorrido, climatología, situación social, entre otros, que influyen en la eficiencia de la toma de datos en campo y la implementación de las redes de control.

La identificación de fuentes de aguas subterráneas es función del personal contratado por la entidad interesada acorde a las necesidades planteadas para tal labor. Así, se puede proponer la implementación de redes de control en función a la realidad física y social de cada sistema o localidad, la existencia de actores de influencia sobre los cuerpos de agua a estudiar (actividades productivas a escalas diversas), la protección de medios naturales de interés multisectorial (turismo, producción, ambiental, etc.) y objetivos fundamentados en necesidades específicas (investigación, aspectos económicos, legales, sociales y otros).

En función a la necesidad de la instalación de redes de control, la temporalidad y sostenibilidad de dichos perímetros son variables, lo mismo que su localización y el alcance de los datos que puedan





ser tomados en la misma; las informaciones obtenidas y procesadas podrán formar parte de las actividades propias de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos, a partir de la comunicación de las informaciones a los actores pertinentes.

Se pueden codificar a las fuentes para la Implementación de las Redes de Control, de acuerdo a la localización política de los pozos, en función a la delimitación Departamental, Provincial y Distrital, según códigos del INEI, como ejemplo se muestra la siguiente tabla, tomando como referencia un inventario de fuentes de aguas subterráneas en Piura.

Tabla 4: Ejemplo para la codificación de fuentes

CÓDIGO BASE			Distrito
Departamento	Provincia	Distrito	
19	01	01	PIURA
19	01	14	EL TALLAN
19	04	04	MORROPON
19	04	08	LA MATANZA

Las fuentes de aguas subterráneas a registrar, para el manejo de informaciones pueden ser agrupadas de la siguiente manera:

- Pozos: Son estructuras basadas en la exploración directa del subsuelo, a través de perforaciones realizadas en profundidades y diámetros variables, en función a la necesidad de las actividades. Así se pueden tener a) pozos para la observación de la piezometría e hidrogeoquímica, b) pozos para la extracción y aprovechamiento de los acuíferos, c) pozos de observación temporal habilitados a fin de cumplir una tarea específica (construcción de infraestructura de agregación o de extracción por ejemplo).



Figura N° 2: Pozo IRMS – 12 – ERH Medio y Bajo Piura

Estas construcciones, de acuerdo a la clasificación signada por la Autoridad Nacional del Agua podrán ser evaluadas en función a los Protocolos generados por la misma para inventarios, a la vez que las redes de control servirán para actualizar convenientemente





informaciones respecto a la evolución de los sistemas acuíferos a las escalas definidas en los objetivos de su planificación.

- Manantiales: Comúnmente descritos como fuentes de agua superficial, son manifestaciones superficiales de los volúmenes subterráneos y su evaluación como parte de una Red de Control de sistemas Acuíferos servirá como insumo para las bases de datos en función a cantidad y calidad.

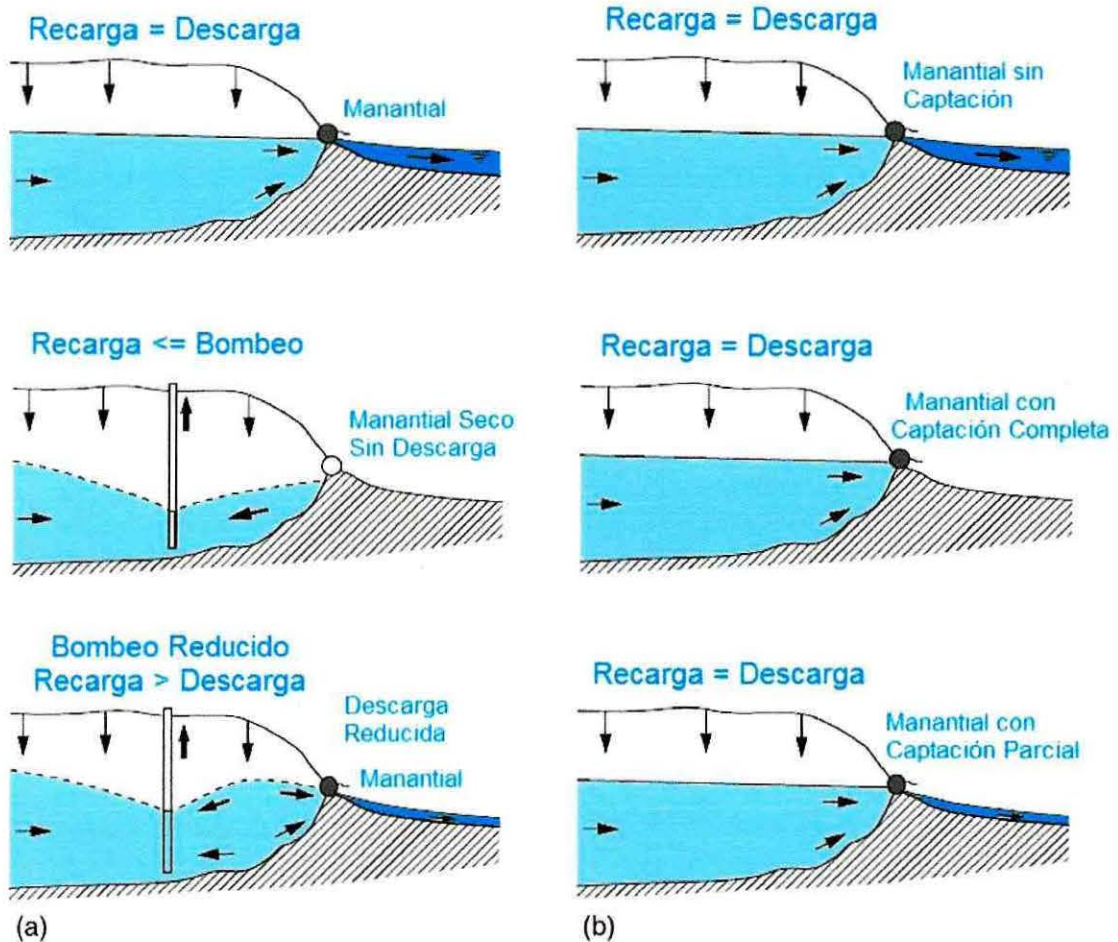


Figura N° 3: Evolución de manantiales

Los manantiales, al igual que las estructuras de captación, son evidencias físicas de la existencia de sistemas acuíferos y su interconexión con el medio superficial es indispensable en muchos casos pues alimenta no sólo a ecosistemas diversos, sino también sirve de fuente de abastecimiento para poblaciones y sus actividades de desarrollo. Así, es indispensable realizar la identificación y caracterización de estos cuerpos, además del establecimiento de redes de control para evaluar el comportamiento de éstos y de los sistemas acuíferos a los que representan y de los cuales reciben alimentación. En la figura anterior se presenta un esquema de los aspectos de vulnerabilidad de estos sistemas debido a la irrupción de actividades de extracción. En el escenario a) se muestra el efecto de la extracción por bombeo sobre las descargas naturales del manantial, que también podría aplicarse a la modificación de los medios naturales sobre los cuales el agua subterránea fluye (remoción de materiales, excavación, extracción mineral, entre otros). En el escenario b) se refiere a





los impactos producidos por las captaciones de agua sobre los manantiales y los medios que alimentan (Modificado de Kresic et al, 2009).

Estos escenarios también son aplicables a temas de calidad, puesto que en ambos casos la irrupción de fuentes de carga química (natural o artificial) tendrán impacto similar no sólo sobre la calidad del agua que sale a través de los manantiales, sino sobre los medios y servicios ambientales que éstos alimentan y las actividades que los grupos humanos realizan en función a la descarga de éstos.

2.2.4 DATOS DEL REGISTRO

En el Registro y la posterior creación de las Redes de Control para las Fuentes se pueden considerar los siguientes:

2.2.4.1 MANANTIALES

Los manantiales pueden ser registrados considerando los siguientes:

- Referencias Nominales, en las que se codifican signando la denominación con la letra "M" seguida por el orden del registro y la codificación en función al ubigeo determinado por la codificación de INEI.
- Referencias Espaciales, se registran las coordenadas en sistema UTM Datum WGS 84 y la zona geográfica de correspondencia (17, 18 o 19 Sur).
- Datos de Elevación, dependiendo del alcance referencial de la Red, se toman como referencia las unidades del Sistema de Posicionamiento Global, datos satelitales de imagen referenciadas (DEM) o mediciones con altos niveles de precisión (catastro).
- Nombre de la Fuente. Se describe el nombre local de la fuente inventariada.
- Predio. Se describe en función a los términos legales de propiedad o registro de los predios en términos de propiedad.
- Referencia Local. Se incluyen informaciones referenciales de la ubicación de la fuente.
- Características Geológicas, se describen los medios litoestratigráficos y estructurales a través de los cuales los manantiales afloran hacia superficie.
- Tipos de Uso. Se describen los usos o fines de aprovechamiento de las fuentes.
- Caudales de Salida. Se cuantifican las salidas de agua en los manantiales realizando aforos pertinentes al estado físico. Es recomendable el uso de metodologías técnicas propuestas con validación por parte de ANA (volumétrico temporal, geométrico, caudalímetro, otros).
- Fecha de Censo
- Brigada Encargada de Censo: Numero de brigada asignada
- Jefe de Brigada: Nombre del responsable del registro
- Hidroquímica. En campo se ejecuta la medición de las características fisicoquímicas de fondo, tales como la Temperatura, el grado de Acidez-Alcalinidad, la Conductividad Eléctrica y la Turbidez. Es recomendable realizar el análisis en laboratorio de las mismas propiedades y además el grado de predominancia iónica con los elementos representativos más comunes (Calcio, Hierro, Magnesio, Potasio, Sodio, Bicarbonatos, Carbonatos, Cloruros, Nitratos y Sulfatos). Excepcionalmente se pueden efectuar análisis por trazabilidad de elementos y compuestos en relación a la naturaleza y los potenciales impactos en la zona (análisis de metales por ICP, coliformes, isotópicos, trazadores, entre otros).
- Situación Legal. Se incluye, de existir, la situación administrativa de las fuentes





inventariadas, como licencias, autorizaciones, registros catastrales, entre otros.

- Adicionalmente, puede acompañar la imagen de la fuente registrada y el croquis de ubicación en el formato digital.
- En el Anexo B-1 se muestra el Formato Propuesto para el Registro de Manantiales.

2.2.4.2 POZOS

Para los pozos, se pueden registrar los siguientes datos:

- Referencias Nominales, en las que se realiza la codificación respectiva signando la denominación relativa al Registro IRHS (en correspondencia con el registro ANA) seguida por el orden del registro y la codificación en función al ubigeo determinado por la codificación de INEI.
- Referencias Espaciales, en las que se incluyen las coordenadas en sistema UTM Datum WGS 84 y la zona geográfica de correspondencia (17, 18 o 19 Sur).
- Datos de Elevación, dependiendo del alcance referencial de la Red, se pueden tomar como referencia las unidades del Sistema de Posicionamiento Global, datos satelitales de imagen referenciadas (DEM) o mediciones con mayores niveles de precisión (catastro).
- Nombre de la Fuente. Se describe el nombre o codificación local de la fuente inventariada.
- Predio. Se describe en función a los términos legales de propiedad o registro de los predios en términos de propiedad.
- Referencia Local. Se incluyen informaciones referenciales de la ubicación de la fuente.
- Características Geológicas, se describen los medios litoestratigráficos y estructurales a través de la presentación de perfiles litoestratigráficos indicando el nombre del especialista que los realizó.
- Tipos de Uso. Se describen los usos o fines de aprovechamiento de las fuentes.
- Caudales de Salida. Se cuantifican las salidas de agua en los manantiales realizando aforos pertinentes al estado físico. Evidentemente será recomendable el uso de metodologías técnicas propuestas con validación por parte de ANA (volumétrico temporal, geométrico, caudalímetro, otros).
- Año de Perforación del Pozo
- Objetivo de la Perforación: Finalidad de hidrogeología, geotecnia, minería, hidrocarburos, geotermia, etc.
- Sistema de Perforación: Tipo de perforación y máquina de desarrollo utilizada
- Fecha de Censo
- Brigada Encargada de Censo: Numero de brigada asignada
- Jefe de Brigada: Nombre del responsable
- Hidroquímica. En campo se realiza la medición de las características fisicoquímicas de fondo, tales como la Temperatura, el grado de Acidez-Alcalinidad, la Conductividad Eléctrica y la Turbidez. Es recomendable realizar el análisis en laboratorio de las mismas propiedades y además el grado de predominancia iónica con los elementos representativos más comunes (Calcio, Hierro, Magnesio, Potasio, Sodio, Bicarbonatos, Carbonatos, Cloruros, Nitratos y Sulfatos). Excepcionalmente se pueden efectuar análisis por trazabilidad de elementos y compuestos en relación a la naturaleza y los potenciales impactos en la zona (análisis de metales por ICP, coliformes, isotópicos, trazadores, entre otros).
- Situación Legal. Se registra, de existir, la situación administrativa de las fuentes





inventariadas, como licencias, autorizaciones, registros catastrales, entre otros.

- Adicionalmente se puede incluir la imagen de la fuente registrada y el croquis de ubicación en el formato digital.

En el Anexo B-2. Se muestra el Formato Propuesto para el Registro de Pozos.

2.2.5 ESPECIFICACIONES

En función a los objetivos del registro y la creación de la Red de Control, es necesario enfatizar datos puntuales, además de especificar algunos aspectos legales. Es así que se pueden añadir en el registro los siguientes.

2.2.5.1 IDENTIFICACIÓN DE FUENTES CONTAMINANTES

Relacionado a la calidad del agua, se identifican en áreas cercanas al punto registrado aquellos sectores en los que se desarrollen actividades en cuyas instalaciones se usen sustancias potencialmente dañinas para el entorno (metales pesados, compuestos químicos complejos, hidrocarburos, pesticidas, etc.), o se almacenen materiales potencialmente tóxicos o contaminantes (rellenos sanitarios, desechos médicos, depósitos de desmontes, relaves, etc.).

2.2.5.2 IDENTIFICACIÓN DE LA CLASE Y TIPO DE USO DEL AGUA

Se puede reconocer el tipo de uso para la fuente de agua subterránea registrada. Se pueden registrar los usos de las fuentes como consuntivo (primario, poblacional, pecuario, piscícola, agrícola, industrial, minero, u otro) o no consuntivo (energético u otro).

Los tipos de uso productivo del agua son: agrario (pecuario, especificando el tipo y cantidad de ganado y agrícola, especificando el tipo de cultivo, área bajo riego y el número de campañas), acuícola y pesquero, energético, industrial, medicinal, minero, recreativo, turístico, de transporte y otros usos (artículo 43º de la Ley).

Se podrá registrar la clase de uso y tipo, por observación directa o por referencia de los pobladores o beneficiarios. En este último caso se siguen evidencias de que lo manifestado por los pobladores y/o beneficiarios es real.

2.2.5.3 IDENTIFICACIÓN DEL DERECHO DE USO DE AGUA

Según la vigente normatividad en materia de aguas, el derecho de uso de agua, tiene las modalidades de licencia, permiso y autorización.

Se identifica en el Registro Administrativo de Derechos de Uso de Agua, si existen derechos de uso de agua asociados a la fuente inventariada (esta actividad se puede realizar antes y después del trabajo de campo).

En los formatos se puede consignar la clase de derecho de uso de agua asociada a la misma. En caso que en la misma fuente coexistan varias clases de derechos, se señala la de mayor orden. (1. Licencia, 2. Permiso, 3. Autorización de uso de agua).

2.2.5.4 CROQUIS DE UBICACIÓN

Las fuentes hídricas de la Red se ubican espacialmente; por lo cual las fichas procesadas en gabinete muestran el croquis de ubicación puntual tomando como referencia a los centros poblados, Vías de acceso, puentes u otros.





2.2.5.5 VISTA FOTOGRÁFICA

Constituye la información visual de la fuente hídrica de la Red; por lo que es necesario captar la imagen con la mayor claridad y amplitud del espacio natural, procurando también mostrar un elemento referencial, con el objeto de estimar visualmente las dimensiones de la fuente. El archivo fotográfico se almacena con el mismo código de la fuente de aguas subterráneas.

2.2.5.6 OBSERVACIONES GENERALES

Se anotan aspectos que complementen la información registrada en campo como: otros nombres de las fuentes que son conocidas por los pobladores, estado de obras construidas, propiedad privada que administran, conflictos por el uso del agua, etc.

2.2.5.7 RESPONSABLE DE INFORMACIÓN

Se registra el nombre completo del personal que conforma el equipo técnico como: El ingeniero responsable o jefe de brigada, técnico y el guía; pues son los responsables de la información registrada en la ficha técnica, quienes pueden firmar las fichas llenadas consignando la fecha de elaboración.

2.3 ETAPA III - TRABAJO DE GABINETE

2.3.1 RECOPIACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN

Se recopila la información obtenida durante el registro y el control, para luego ser almacenado, manipulado y analizado, por lo tanto es necesario estructurarlo dentro de un Sistema de Información Geográfico (SIG) el cual permite realizar estas actividades en forma eficiente y rápida. Cada uno de los componentes físicos se organizan como capas independientes, el diseño tanto de la base de datos gráfica como alfanumérica se estructura de acuerdo a los requerimientos y alcances. Este registro puede ser presentado ante la Autoridad Nacional del Agua incluyendo los datos del registro y el control de la red.

2.3.2 REVISIÓN Y VALIDACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE CAMPO

La información que es levantada en campo y colocada en las fichas, además de las investigaciones obtenidas en los análisis de laboratorio y los resultados de los modelos conceptuales y numéricos, según sea el caso, son revisados en gabinete, actualizados y completados de acuerdo al criterio técnico y los objetivos planteados para la Red de Control. Estos trabajos siguen el criterio técnico y en consenso entre los participantes del control y los encargados de gestionar las redes. Así, se sugiere el control y asesoramiento de calidad respecto a los siguientes:

- La toma de datos en campo
- La calibración de los equipos de medición in situ
- Las instalaciones correspondientes a la Red de Control
- La instrumentación instalada en los puntos de control
- La toma de muestras para el análisis en laboratorio
- La georeferenciación de los datos y su ubicación respectiva
- La calibración y actualización de los modelos numéricos y conceptuales
- La evaluación de los cambios en el comportamiento de los acuíferos y su calidad
- La implementación de formatos pertinentes a los controles en la Red
- Terminada esta revisión, se procede a la digitalización de la información, la cual se





comprueba posteriormente a fin de que lo ingresado al sistema informático sea igual a lo levantado en las fichas que contienen la información de campo. Se utilizan códigos o simbologías en función a las características observadas en las fuentes de aguas subterráneas (Anexo C).

2.4 ETAPA IV - ELABORACIÓN DE LA MEMORIA DESCRIPTIVA.

La redacción de la memoria descriptiva puede considerar las características de formato y presentación siguientes, siguiendo los establecidos en el índice propuesto del Anexo D.

La presentación del expediente se realiza comúnmente de la siguiente forma:

- Volumen 01: Memoria Principal (Incluye Resumen Ejecutivo)
- Volumen 02: Anexos (Cuadros, Fotos, Fichas de campo, etc.)
- Volumen 03: Mapas Temáticos de la Red

Cada uno de los Anexos es identificado con hojas separadoras, conservando el orden especificado en el índice del contenido del expediente.

Los mapas son impresos en formatos y escalas que permitan la observación de los detalles del registro, así como la ubicación de las fuentes referidas a elementos físicos circundantes (caminos, centros poblados, ríos, etc.), asimismo los mapas se adecúan al formato de tamaño de hoja.

La memoria del registro de las redes de control de acuíferos puede tener el visado en cada página del profesional responsable siendo potestad del ejecutor la comunicación de las informaciones a la Autoridad Nacional del Agua, en ese sentido, es recomendable que el responsable de la Implementación y Monitoreo de la Red de Control tenga cuenta con Registro de Consultor de Estudios de Aguas Subterráneas.

Se recomienda que la presentación final incluya el archivo correspondiente en digital con las extensiones que permitan realizar las respectivas ediciones de texto, cuadros, gráficos, y base de datos espacial (geodatabases). Se podrán considerar en el registro, las consideraciones de fuentes de agua de la Autoridad Nacional del Agua (IRHS) con su respectiva secuencia numérica, secuenciando a la misma, incluso si las fuentes registradas no poseen el mencionado código.





BIBLIOGRAFÍA

- Alley W., Taylor C. Ground-Water-Level Monitoring and the Importance of Long-Term Water-Level Data. USGS. 2001
- Brantley S. Kinetics of water-rock interaction. Springer. 2008
- Broder J. Merkel, Britta Planer Friedrich, Darrell K. Nordstrom. Groundwater Geochemistry. Springer. 2005
- Castañeda M. Análisis Hidrogeoquímico del Río Mishca. EAE Publishing. 2014
- Davie T. Fundamentals of Hydrology. Routledge. 2008
- Delleur J. The Handbook of Groundwater Engineering. CRC Press. 2006
- Emanuel Mazar. Global Water Dynamics-Shallow and Deep Groundwater, Petroleum Hydrology, Hydrothermal Fluids, and Landscaping. CRC Press. 2004
- Environment Agency Science Group. Guidance on the design and installation of groundwater quality monitoring points. Environment Agency. 2006
- Fetter C.W. Applied Hydrogeology. Prentice Hall. 2000
- Ford D. & Williams P. Karst Hydrogeology and Geomorphology. 2007
- Kollat J., Reed P., Maxwell R. Many-objective groundwater monitoring network design using bias-aware ensemble Kalman filtering, evolutionary optimization, and visual analytics. Water Resour Res 47:W02529. 2011
- Kresic N. Groundwater Resources. Sustainability, Management and Restoration. McGraw&Hill. 2009
- Margat J., van der Gun J. Groundwater around the world: A geographic synopsis. CRC Press. 2013
- Nielsen, D.M. Practical Handbook of Ground-Water Monitoring. Lewis Publishers. 1991
- Richard W. Healy. Estimating Groundwater Recharge. Cambridge University Press. 2010
- Sreekanth J. & Bithin Datta. Review: Simulation-optimization models for the management and monitoring of coastal aquifers. Hydrogeology Journal 23: 1155–1166. 2015
- The Subcommittee on Ground Water of The Advisory Committee on Water Information. A National Framework for Ground-Water Monitoring in the United States. The Advisory Committee on Water Information. 2013
- Tiedeman C, Gorelick SM. Analysis of uncertainty in optimal groundwater contaminant capture design. Water Resour Res 29:2139–2153. 1993
- W. Dragoni and B. S. Sukhija. Climate Change and Groundwater (Geological Society Special Publication No. 228). 2008
- Wheeler H., Mathias S., Xin Li. Groundwater Modelling in Arid and Semi-Arid Areas. Cambridge University Press. 2010
- Younger P. Groundwater in the Environment: An Introduction-Wiley-Blackwell. 2006
- Younger P., Robins N. Mine Water Hydrogeology and Geochemistry (Special Publication). Geological Society of London. 2002





ANEXOS

- ANEXO A : Glosario Técnico
- ANEXO B-1 : Formato Propuesto para el Registro de Manantiales
- ANEXO B-2 : Formato Propuesto para el Registro de Pozos
- ANEXO C : Simbologías para la codificación de Fuentes
- ANEXO D : Contenido del Informe de Evaluación de la Red de Control de Acuíferos
- ANEXO E : Criterios a Considerar para la Delimitación de Redes de Control de Acuíferos



✓
φ



ANEXO A: Glosario Técnico

- **Acuífero.**- Estrato o formación geológica permeable que tiene dos cualidades: almacena y hace circular el agua subterránea por sus poros, grietas, fisuras, oquedades). Los acuíferos se clasifican por su comportamiento hidrodinámico (acuífero, acuitardo, acuícludo, acuífugo), textura o material que lo conforma (poroso y fisurados), presión hidrostática del agua almacenada (libre, confinado, semiconfinado). A continuación se muestran esquemas respecto a los sistemas en descripción.

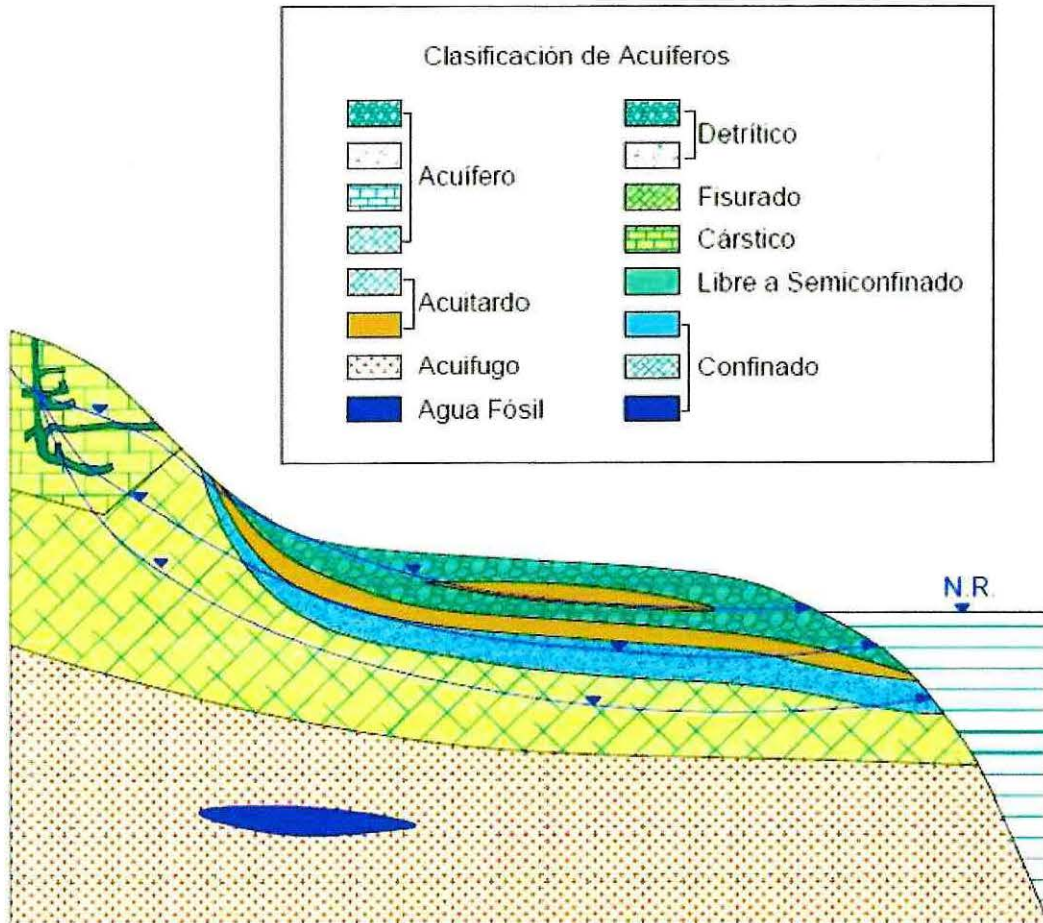


Figura N° 4: Tipos de Acuífero

- **Acuitardo.**- Unidad litoestratigráfica e hidroestratigráfica cuyas características hidráulicas intrínsecas limitan la recarga y movilización del agua subterránea en sus medios.
- **Acuífero Cárstico.**- Relacionado a procesos de interacción fisicoquímica entre el agua y medios carbonatados, que pueden facilitar el movimiento del agua subterránea a través de zonas de disolución, a manera de flujos continuos en cavernas.
- **Acuífero Confinado.**- Zona del subsuelo que se encuentra saturada y que tiene condiciones de confinamiento por parte de una capa suprayacente menos permeable.
- **Acuífero Detrítico.**- Unidad Hidrogeológica caracterizada por que los componentes del medio son depósitos inconsolidados originados en los procesos de intemperismo recientes.
- **Acuífero Fisurado.**- Unidad Hidrogeológica caracterizada por que la movilización del agua se produce a través de las fracturas emplazadas en el macizo rocoso.
- **Acuífero Libre.**- Zona del subsuelo que se encuentra saturado y en donde la presión del agua





es similar a la presión atmosférica, generalmente se ubica cerca de la superficie.

- Aguas subterráneas.- Las que dentro del ciclo hidrológico, se encuentran en la etapa de circulación o almacenadas debajo de la superficie del terreno y dentro del medio poroso, fracturas de la rocas u otras formaciones geológicas que para su extracción y utilización se requiere la realización de obras específicas
- Captación de agua subterránea.- Toda obra destinada a obtener un cierto volumen de agua de una formación acuífera concreta, para satisfacer una determinada demanda.
- Cocha-Excavación.- Excavación de origen artificial en el subsuelo, desde superficie, con propósitos generalmente de extracción de agua subterránea, también puede servir con fines de observación del nivel estático o dinámico de la misma, puede o no tener estructuras de estabilización en sus paredes.
- Cuenca hidrográfica.- Unidad territorial de drenaje en la cual escurren las aguas superficiales a través de arroyos y ríos, que en conjunto forman un solo sistema de drenaje con un colector principal que desemboca al océano, otro río o lago; sus límites son las líneas de las cumbres de los sectores montañosos (divortium aquarum).
- Embalses de agua.- Emplazamiento, natural o artificial, usado para el almacenamiento, regulación o control de los recursos hídricos, con fines de aprovisionamiento de agua, energía, riego, recreación y otros fines benéficos.
- Exfiltración-Manantial.- Salida del agua desde el subsuelo hacia la superficie que puede recargar las fuentes de agua superficial. Catalogado como fuente de agua superficial.
- Fuente Natural de Agua.- Sitio donde, sin la influencia o intervención del hombre, existe un almacenamiento o curso de agua.
- Galerías Filtrantes.- Sistemas de canales subterráneos de geometría trapezoidal o rectangular y pequeña pendiente (casi horizontal), construida para alcanzar un acuífero, este sistema permite derivar las aguas subterráneas por gravedad hacia un punto de captación (toma, reservorio, etc.).
- Glaciares.- Área de la superficie de la tierra cubierta con una gruesa masa de hielo que se origina en la superficie terrestre por acumulación, compactación y recristianización de la nieve.
- Humedales.- Zonas de transición entre los sistemas acuáticos y terrestres que constituyen áreas de inundación temporal o permanente, sujetas o no a la influencia de mareas, como pantanos, ciénagas y marismas, cuyos límites los constituyen el tipo de vegetación hidrófila de presencia permanente o estacional; las áreas en donde el suelo es predominantemente hídrico; y las áreas lacustres o de suelos permanentemente húmedos por la descarga natural de acuíferos.
- Infiltración.- Proceso ocurrido debido a la entrada en el suelo del agua, parte de esta entrada llega a recargar a los acuíferos y otra parte regresa al ciclo hídrico superficial.
- Inventario.- Conjunto de labores desarrolladas en campo y gabinete, para realizar el registro de las fuentes de agua y sus características físicas y químicas.
- Modelo Hidrogeológico.- Síntesis conceptual o numérica del conocimiento hidrogeológico del sistema o zona estudiada, aplicado a integrar los datos obtenidos de la prospección directa e indirecta en los entornos de movilidad subterránea, entendiendo a los mismos como zonas de recarga, transmisión y descarga de recursos hídricos clasificados y cuantificados.



✓
φ

- Nivel Dinámico.- Profundidad del agua subterránea medida desde superficie o un nivel de referencia, siendo que la carga hidráulica se encuentra en equilibrio durante el periodo de extracción.
- Nivel Estático.- Profundidad del agua subterránea medida desde superficie o un nivel de referencia, con la condición de que ésta no haya tenido perturbación ni influencia de extracción, se refiere a la carga hidráulica medida en condiciones naturales.
- Pozo.- Agujero, excavación o túnel vertical que perfora la tierra, hasta una profundidad suficiente para alcanzar lo que se busca, sea una reserva de agua subterránea del nivel freático o fluidos como el petróleo. Generalmente de forma cilíndrica, se suele tomar la precaución de asegurar sus paredes con metal, ladrillo, piedra, cemento o madera, para evitar su deterioro y derrumbe.
- Pozo de observación.- Estructura de construcción hidrogeológica que ha sido instalada en un pozo de aguas subterráneas para poder medir sus principales parámetros de control, como son nivel estático, nivel dinámico, aspectos hidrodinámicos (piezómetros) e Hidrogeoquímica.
- Pozo de producción.- Estructura de construcción que conecta al medio atmosférico con la zona saturada y que puede tener diversos usos, tanto de consumo del recurso hídrico como de observación de las características fisicoquímicas del mismo y del medio en el cual se presenta.

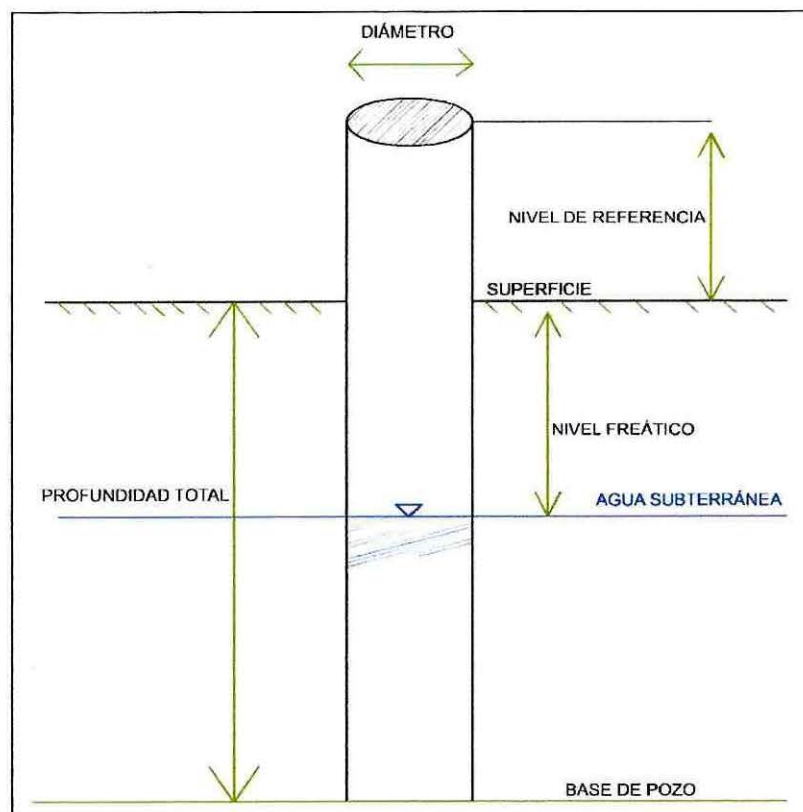


Figura N° 5: Características medibles en pozos

- Pozo de exploración: Excavación cuya finalidad es conocer la litología, permeabilidad, potencia y calidad del agua de los estratos atravesados, capas regionales, profundidad del basamento, etc.





- Pozo a Tajo Abierto.- Excavación artesanal de poca profundidad, cuyas paredes laterales están estabilizadas con anillos de concreto o anillos de ladrillo.
- Pozo Tubular.- Tipo de pozo de mediana a gran profundidad con tubería de fierro, acero o polietileno utilizado para extraer agua del subsuelo. que está construido utilizando tubería, de metal o polietileno (tubería ciega y filtro), generalmente puede servir para observación y/o explotación de aguas subterráneas.
- Pozo Mixto.- Tipo de pozo que está construido con fines de observación y/o explotación de aguas subterráneas utilizando el criterio, materiales y la metodología de diseño de pozos a tajo abierto (hasta alcanzar el nivel freático) y de tipo tubular (hasta alcanzar profundidad total).
- Prueba de Rendimiento.- Indagación de las características hidrodinámicas de los acuíferos utilizando pozos de aguas subterráneas para observar la evolución del nivel de agua en función a la extracción, en volumen constante o variable, en un diámetro determinado de pozo, considerando como aspectos influyentes al radio de influencia de la prueba, el coeficiente de almacenamiento, la transmisividad y la conductividad hidráulica de las capas saturadas.
- Recarga Subterránea.- Proceso en el cual los acuíferos reciben volúmenes de agua en dirección vertical o desde zonas conectadas a los acuíferos lateralmente.
- Río.- Curso de agua que sirve de canal natural principal de drenaje en una cuenca hidrográfica.
- Unidad Hidrográfica.- Mínima división de cuenca adoptada para el estudio e inventario del recurso hídrico y parte integrante de una cuenca hidrográfica.
- Zona Vadosa.- Zona del subsuelo que no se encuentra saturada, cuyos espacios porosos se encuentran rellenos de agua, gases del suelo y oxígeno.



✓
φ



ANEXO B-1: Formato Propuesto para el Registro de Manantiales

ANA Autoridad Nacional del Agua		FICHA DE CAMPO																																								
		dpto prov dist N° IRHS <input type="text"/>																																								
Código-Manantial	Departamento:	Nombre Manantial:																																								
Fecha de Censo:	Provincia:	Propietario:																																								
Elaborado por:	Distrito:	Ubicación Geográfica - UTM (WGS 84)																																								
Comisión riego:	Sector:	E: <input type="text"/> m	N: <input type="text"/> m Cota (msnm)																																							
Bloque riego:	N° Predio:	Prop. Predio:																																								
INFRAESTRUCTURA: con equipo () sin equipo () Protección: Caseta superficie () Subterránea () Concreto-ladrillo () Adobe () Madera () Fierro () Sin caseta () Medidor de Caudal: Caudalímetro () Pitot () Tubo orificio circular () Reservorio cubicado () Otro: _____ Almacenamiento: Sistema subterránea () Tanque elevado () Reservorio () Volumen: _____ m3 Observación: _____																																										
MEDIDAS DE AGUA: Fecha: _____ Hora: _____ Temp. Aire °C: _____ Temp. Agua °C: _____ C.E. (mmhos/cm): _____ Dureza: _____ pH: _____ Resistividad: - TDS(ppm) _____		Régimen del Manantial Estacional _____ Seco _____ Permanente _____ En descenso _____																																								
CARACTERÍSTICAS DEL AGUA: Aspecto: cristalino () turbio () Sabor: Salobre () Dulce () Olor: _____		Rendimiento de explotación: Caudal: _____ lps Medido con: _____																																								
FUENTES DE CONTAMINACIÓN Aguas residuales () Grifos () Pozo séptico () Aguas salinas () Ubicación: Este: _____ Norte: _____ Distancia: _____		Situación legal: Licencia: No () Si () Fecha: _____ N° Resolución: _____ N° Expediente: _____ Otros: _____																																								
REGIMEN DE EXPLOTACIÓN <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <th>Mes/año</th> <th>E</th> <th>F</th> <th>M</th> <th>A</th> <th>M</th> <th>J</th> <th>J</th> <th>A</th> <th>S</th> <th>O</th> <th>N</th> <th>D</th> </tr> <tr> <td>Días/mes</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Horas/día</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>		Mes/año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Días/mes													Horas/día													Volumen de explotación anual (m3)	
Mes/año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																														
Días/mes																																										
Horas/día																																										
GEOLOGÍA Y MEDIO DE AFLORAMIENTO Detrítico: Fluvial-Aluvial-Glacial-Lacustre Afioramiento normal Fisurado: Sedimentario-Igneo-Metamórfico Artesiano Cárstico: Dolina-Lenar-Lapiáz-Caverna-Conducto																																										
ESTADO Utilizado (Trabajando durante el censo - Trabajando durante periodo de explotación) Utilizable (Sin equipo - Abandonado por bajo rendimiento - Seco Eventual - Sellado en reserva - Equipo malogrado) No utilizable (- Seco permanente - Contaminado - Salobre)																																										
USOS DE AGUA . Agrícola: ()		CROQUIS DE UBICACIÓN																																								
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <th rowspan="2">Cultivo</th> <th rowspan="2">Usuari os</th> <th rowspan="2">Area (Ház)</th> <th colspan="4">Sistema de Riego</th> </tr> <tr> <th>Grav</th> <th>Goteo</th> <th>Asper</th> <th>Otros</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				Cultivo	Usuari os	Area (Ház)	Sistema de Riego				Grav	Goteo	Asper	Otros																												
Cultivo	Usuari os						Area (Ház)	Sistema de Riego																																		
				Grav	Goteo	Asper		Otros																																		
Observaciones:																																										





<p>Poblacional: () Tipo de Población: Urbana () Rural () Nº de habitantes beneficiados: -</p> <p>Industrial: () Tipo de industria:</p> <p>Pecuario: () Tipo de animales: Vacuno () Caprino () Porcino () Equino () Avícola () N° animales</p> <p>Otros:</p>	<p style="text-align: center;">FOTOGRAFÍA</p>
<p>Nivelación topográfica - cota: m.s.n.m. Nivelación GPS diferencial -cota: m.s.n.m.</p>	
<p>COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (S/.) (según unidad de tiempo que corresponda) Lubricantes: Electricidad: Combustible: Reparación y limpieza:</p> <p>ANEXOS ADJUNTOS (Marque con una X) Perfil Litológico: Curva de rendimiento: Hidrodinámica: Análisis químico: Análisis Bacteriológico:</p>	<p style="text-align: center;">PUNTO DE REFERENCIA</p>
<p>OBSERVACIONES</p>	
<p>DESARROLLO: Realizado por: _____ Dirigido por: _____ Año: _____ Sustancias químicas: Muestreo por Trazadores</p>	
<p>Observaciones Generales:</p>	
<p>Nota: El Censo Técnico y la presente ficha no acredita Derecho de uso de agua subterránea alguno.</p>	
<p>Declarante: _____ Nombre: DNI:</p>	<p>Profesional - A.N.A.: _____ Nombre: DNI:</p>





ANEXO B-2: Formato Propuesto para el Registro de Pozos

ANA Autoridad Nacional del Agua		FICHA DE CAMPO												
		IRHS		dpto	prov	dist	N°							
Código de Pozo:	Departamento:	Nombre Pozo:												
Fecha de Censo:	Provincia:	Prop. del Pozo:												
Elaborado por:	Distrito:	Ubicación Geográfica - UTM (WGS 84)												
Comisión riego:	Sector:	E: [] [] [] [] [] [] m	N: [] [] [] [] [] [] m	Alt.GPS(mcam):										
Bloque riego:	N° Predio:	Prop. Predio:												
Objeto de Perforación:														
Aprovechamiento de agua () Exploración hidrogeológica () Prospección petrolera () Prospección minera ()														
Pozo de Observación () Otros:														
Año de Perforación:		Profundidad Inicial: m												
Sistema de Perforación:														
Rotopercusión () Rotación () Percusión () Manual () Otros:														
Efectuado para:		Cia. Perforadora:		Costo total (Perf. y Entubado):										
Tipo de Pozo:		P. Tubular ()	P. Mixto ()	P. Tajo Abierto ()	Otros:									
Medidas en el Pozo:				Realizado por:		Fecha:								
Profundidad	Medida	P. referencia	Resp. Nivel Suelo											
Pozo (m)				Equipo de medición: Sonda Eléctrica () Sonda Mecánica ()										
N Estático (m)				Observaciones:										
N Dinámico (m)														
Equipo de bombeo: con equipo () sin equipo ()														
Protección: Caseta superficie () Subterránea () Concreto-ladrillo () Adobe () Madera () Fierro () Sin caseta ()														
Medidor de Caudal: Caudalímetro () Pitot () Tubo orificio circular () Reservorio cubicado () Otro:														
Almacenamiento: Cisterna subterránea () Tanque elevado () Reservorio ()				Volumen: m3										
Arranque del equipo: Mecánico () Automático () Hidrometro: Bien Instalado () Mal Instalado ()														
Observación:														
BOMBA: Fuente de información: Marca:														
Antigüedad(años):		Precio(\$):		Potencia(BHP):		R.P.M.:								
Profundidad filtro:		Eficiencia:		Capacidad (lt/s):										
Tipo de bomba: Turbina vertical () Sumergible () Centrífuga de succión () Piston ()														
Diámetro de la tubería de descarga:				Cabezal: Directo ()		Engranaje () Relación								
MOTOR: Fuente de información: Marca:														
Antigüedad(años):		Precio(\$):		Potencia(HP):		R.P.M.:								
Tipo de motor:		Diesel ()	Gasolina ()	Viento ()	Eléctrico ()	N° Suministro:								
MEDIDAS DE AGUA: Fecha:				Hora:		Rendimiento de explotación:								
Temp. Aire °C:		Temp. Agua °C:		C.E.(mmhos/cm):		Caudal: lps								
Dureza: pH:		Resistividad: - TDS(ppm)		Medido con:										
CARACTERÍSTICAS DEL AGUA:				Nivel dinámico: m										
Aspecto: cristalino () turbio ()		Sabor: Salobre () Dulce () Olor:		Tiempo de bombeo: horas										
				Velocidad motor: rpm										
FUENTES DE CONTAMINACIÓN				Situación legal:										
Agua residual () Grifos () Pozo séptico () Aguas salinas ()		Ubicación: Este: Norte: Distancia al pozo:		Licencia: No () Si () Fecha:										
				N° Resolución:										
				N° Expediente:										
				Otros:										
REGIMEN DE EXPLOTACIÓN														
Mes/año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Volumen de explotación anual (m3)	
Días/mes														
Horas/día														
ESTADO DE POZO														
Estado del Pozo en el año 2014														
Utilizado (Trabajando durante el censo - Trabajando durante periodo de explotación)														
Utilizable (Sin equipo - Abandonado por bajo rendimiento - Seco Eventual - Sellado en reserva - Equipo malogrado)														
No utilizable (Derrumbado - Desviado - Desalineado - Enterrado - Seco permanente - Contaminado - Salobre)														
En Perforación (Hasta los m) Observaciones:														





USOS DE AGUA						CROQUIS DE UBICACIÓN		
. Agrícola: ()								
Cultivo	Usuarios	Area (Haz)	Sistema de Riego					
			Grav	Goteo	Asper			Otros
Observaciones:						FOTOGRAFIA DEL POZO		
. Poblacional: () Tipo de Población: Urbana () Rural () Nº de habitantes beneficiados: -								
. Industrial: () Tipo de industria: . Pecuario: () Tipo de animales: Vacuno () Caprino () Porcino () Equino () Avícola () N° animales								
. Otros:						PUNTO DE REFERENCIA		
Nivelación topográfica - cota: m.s.n.m.								
Nivelación GPS diferencial -cota: m.s.n.m.								
COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (S/.) (según unidad de tiempo que corresponda)								
Lubricantes:								
Electricidad:								
Combustible:								
El pocero:								
Reparación y limpieza:								
ANEXOS ADJUNTOS (Marque con una X)								
Perfil Litológico: Curva de rendimiento:								
Hidrodinámica: Análisis químico:								
Análisis Bacteriológico:								
T E C N I C O	de ... a ...m	Diametro Perforado (m) o Pulgadas	Diametro Revestido (m) o Pulgadas	Espesor Revestimiento: (cm) o pulgadas	Naturaleza del revestido : fierro PVC - concreto - ladrillo - tierra madera	Columna de produccion: Tubo ciego, ranurado, rejilla, pre filtro grava		
OBSERVACIONES								
DESARROLLO: Realizado por: _____ Dirigido por: _____ Año: _____								
Tipo: Bombeo () Pistón () Químico () Explosivo () Aire comprimido ()								
Sustancias químicas: _____								
Tiempo de desarrollo: _____ Último mantenimiento (fecha): _____								
Observaciones Generales:								
Nota: El Censo Técnico y la presente ficha no acredita Derecho de uso de agua subterránea alguno.								
Declarante: _____				Profesional - A.N.A.: _____				
Nombre: _____				Nombre: _____				
DNI: _____				DNI: _____				

Página 2









Handwritten signature and symbol at the bottom left of the page.



ANEXO C: Simbologías para la codificación de Fuentes

C-1 : Simbologías para la codificación de Pozos

-  Pozo Tubular con Equipo
-  Pozo Tubular sin Equipo
-  Pozo Tubular no Utilizable
-  Tajo Abierto con Equipo
-  Tajo Abierto sin Equipo
-  Tajo Abierto no Utilizable

C-2 : Simbologías para la codificación de manantiales

-  Manantial Permanente
-  Manantial Estacional
-  Manantial Seco
-  Manantial con Infraestructura





ANEXO D: Contenido Propuesto de Estudio

1. ASPECTOS GENERALES

- 1.1 Resumen
- 1.2 Antecedentes
- 1.3 Estudios Preliminares
- 1.4 Situación de los Acuíferos
- 1.5 Justificación y Planteamiento de la Problemática
 - 1.5.1 Objetivos
 - 1.5.2 Alcances
 - 1.5.3 Especificaciones
- 1.6 Datos de Registro
- 1.7 Criterios de Diseño de la Red
- 1.8 Situación Legal de las Fuentes

2. DESCRIPCIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

- 2.1 Ubicación del Área de estudio
 - 2.1.1 Ubicación política
 - 2.1.2 Ubicación geográfica
 - 2.1.3 Delimitación de la Red de Observación
 - 2.1.4 Accesibilidad
- 2.2 Fisiografía
 - 2.2.1 Geomorfología
 - 2.2.2 Litoestratigrafía
 - 2.2.3 Geología Estructural
 - 2.2.4 Geología Económica
 - 2.2.5 Geología Histórica
- 2.3 Aspectos Socioeconómicos
 - 2.3.1 Población del valle
 - 2.3.2 Población económicamente activa
 - 2.3.3 Actividades Industriales
 - 2.3.4 Actividades Artesanales
 - 2.3.5 Extracción
- 2.4 Fuentes Potenciales de Impactos
- 2.5 Actores Involucrados en el Control de la Red
 - 2.5.1 Sociedad Civil
 - 2.5.2 Estado
 - 2.5.3 Instituciones Privadas-No Gubernamentales

3. HIDROLOGIA

- 3.1 Análisis Hidrológico
 - 3.1.1 Datos climáticos
 - 3.1.2 Datos sobre precipitaciones
 - 3.1.3 Datos sobre evaporación
 - 3.1.4 Caudal Base
- 3.2 Estimaciones de recarga
 - 3.2.1 Drenaje de agua superficial
 - 3.2.2 Calidad de Agua Superficial
 - 3.2.3 Análisis de caudales de agua superficial





3.2.4 Correlación respecto a los Acuíferos

3.3 Balance hídrico

4. CONTROL TÉCNICO ADMINISTRATIVO

4.1 Registro de Fuentes de la Red de Control

4.1.1 Inventario y Codificación

4.1.2 Estado de las Fuentes

4.1.3 Uso y Rendimiento

4.1.4 Volúmenes de Explotación

4.2 Situación legal de las fuentes de agua subterránea

4.3 Características técnicas de las Fuentes

4.4 Análisis Histórico de la Red

4.5 Estimación de Impactos

5. RED DE CONTROL PIEZOMÉTRICO

5.1 Evaluación de la Red de Observación Piezométrica

5.2 Normativas de Evaluación

5.3 Antecedentes de Evaluación

5.4 Resultados de la Evaluación

5.4.1 Evaluación de Niveles Piezométricos

5.4.2 Evolución Temporal de la Red

5.5 Evaluación de Impactos

5.6 Propuesta de Modificación

6. RED DE CONTROL HIDROGEOQUÍMICO

6.1 Evaluación de la red hidrogeoquímica de monitoreo

6.2 Normativas de Evaluación

6.3 Resultados fisicoquímicos del agua subterránea

6.3.1 Clasificación Iónica Predominante

6.3.2 Balance Iónico

6.3.3 Relación Hidrogeoquímica

6.3.4 Elementos traza o metales

6.4 Calidad del agua subterránea

6.4.1 Diagramas de compatibilidad con usos existentes y propuestos

6.4.2 Evaluación Histórica del Registro de Calidad

6.4.3 Evaluación de Calidad de Aguas según ECA

6.5 Evaluación de Impactos

6.6 Propuesta de Modificación

7. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DE ACUÍFEROS

7.1 Modelo Hidrogeológico Conceptual

7.2 Estimación de Impactos sobre el Acuífero

7.3 Modelo de Vulnerabilidad de Acuíferos

7.4 Análisis Histórico

8. PLAN DE ACCIÓN

9. PLAN DE GESTIÓN

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1 Conclusiones





10.2 Recomendaciones

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Año, Autor, Título de Publicación, Fuente (Revista, Congreso, Conferencia, etc.), Editorial

Año, Autor, Título, Editorial

ANEXOS

Se presentan en versión impresa y en versión digital editable los siguientes:

- ✓ Datos del Registro
- ✓ Acta de participación y socialización
- ✓ Red piezométrica
- ✓ Red hidrogeoquímica
- ✓ Análisis Históricos de Datos
- ✓ Planos:
 - Ubicación de la Red de Control
 - Geología Local
 - Geología Estructural
 - Centros Poblados
 - Localización de Fuentes de Contaminación Potenciales
 - Mapa de Infraestructura de Captación de Acuíferos
 - Hidroisohipsas
 - Isoprofundidad
 - Variación temporal del nivel piezométrico
 - Hidrogeoquímica del agua subterránea
 - Planos de variación espacial y temporal de parámetros fisicoquímicos
 - Planos de variación espacial y temporal de clasificación iónica del agua
 - Planos de otros parámetros objetivos
 - Mapa de distribución de vulnerabilidad
 - Mapa de Puntos Propuestos para Implementar/Actualizar/Modificar la Red

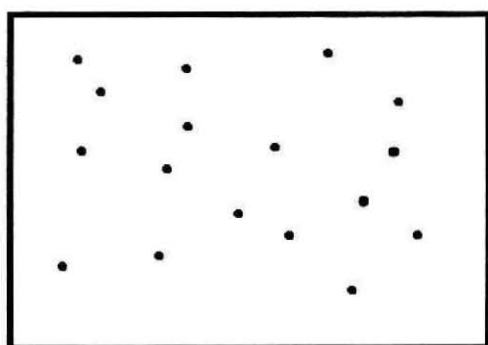




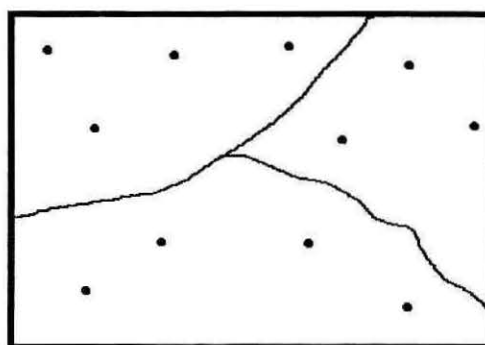
ANEXO E: Criterios a Considerar para la Delimitación de Redes de Control de Acuíferos:

a. Distribución de Puntos de Puntos de Control

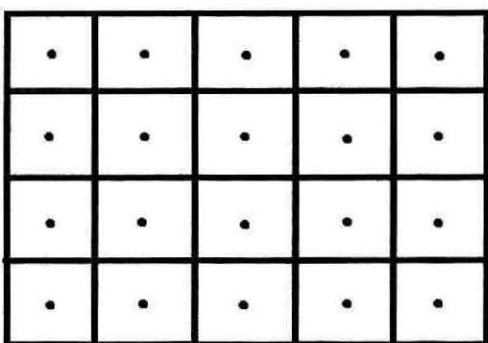
Será recomendable la creación de redes de distribución de puntos de observación, en función a bloques separados de acuerdo a la distribución y la variabilidad intrínseca de los acuíferos. Así se podrán desarrollar, por ejemplo, puntos de monitoreo distribuidos de modo estratificado aleatorio, para asegurar que los puntos observados representen a todos los sectores de la región de interés; además, se podrá ejecutar la selección de puntos aleatorios por bloques, a fin de uniformizar los muestreos por zonas y lograr que los grados de incertidumbre se reduzcan debido a la menor separación de los puntos de observación. (Figura Modificada de Alley, 1993).



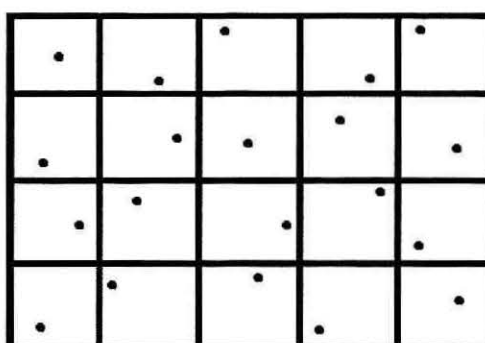
a) Muestreo Aleatorio Simple



b) Muestreo Aleatorio Estratificado



c) Red de Muestreo Sistemático



d) Muestreo Aleatorio de Bloques

Figura N° 6: Criterios de Distribución Espacial

b. Frecuencia de Observaciones

La frecuencia de monitoreos depende de la coyuntura intrínseca del medio en el que se proyectará las redes de control de acuíferos; así por ejemplo, puede haber una mayor frecuencia de monitoreos en entornos con las siguientes condiciones:

- Se encuentren bajo circunstancias especiales y que requieran análisis objetivos a fin de evaluar, demostrar, ratificar, zonificar o descartar las mismas (sobreexplotación, rebote hidráulico, subsidencia de terrenos, inestabilidad de infraestructura, contaminación, intrusión marina, otros).
- Su finalidad sea para determinar tendencias respecto a niveles piezométricos, aspectos de influencia física (interferencia) y química, investigaciones causales de fenómenos naturales





y antrópicos, entre otros.

- Sectores o regiones de probada vulnerabilidad intrínseca, relacionada a sus parámetros físicos (grado de confinamiento, conductividad hidráulica, tipo de flujo, cercanía a superficie, tipo de zona vadosa, no saturada o confinante, entre otros) y el emplazamiento de posibles estresores de cantidad y calidad (densidad poblacional, vertimientos industriales y domiciliarios, grado de explotación, etc.).

A continuación se presenta un cuadro que relaciona las características anteriormente expuestas y la relación con la frecuencia recomendable de observaciones (Modificado de Alley, 1993).

Tabla 5: Criterios para Establecer la Frecuencia de Observaciones

Tipo de Medición	Tipo de Acuífero	Características de Flujo			
		Medio Poroso	Medio Poroso	Roca Fracturada	Carst
		Pozo Profundo	Pozo Somero	Todos los Pozos	Todos los Pozos
Mediciones de Línea Base	No confinado	Cuatro a dos veces por año	Cuatro a dos veces por año	Cuatro a dos veces por año	Cuatro a dos veces por año
	Confinado	Dos veces por año	Dos veces por año	Dos veces por año	Dos veces por año
Mediciones de Vigilancia	No Confinado				
	"Baja" Conductividad Hidráulica (< 6 m/d), "Baja" Recarga (< 15 mm/año)	Anual	Anual	Anual	Dos veces por año
	"Alta" Conductividad Hidráulica (> 6 m/d), "Alta" Recarga (> 15 mm/año)	Anual	Dos veces por año	Dos veces por año	Dos veces por año
	Confinado				
	"Baja" Conductividad Hidráulica (< 6 m/d), "Baja" Recarga (< 15 mm/año)	Cada 5 años	Cada 5 años	Cada 5 años	Cada 5 Años
	"Alta" Conductividad Hidráulica (> 6 m/d), "Alta" Recarga (> 15 mm/año)	Cada 2 años	Cada 2 años	Cada 2 años	Cada 2 años
Datos declarados a la Autoridad Nacional del Agua		Anualmente	Anualmente	Anualmente	Anualmente



Handwritten signature or mark



Tipo de Medición	Tipo de Acuífero	Características de Flujo			
		Medio Poroso	Medio Poroso	Roca Fracturada	Carst
		Pozo Profundo	Pozo Somero	Todos los Pozos	Todos los Pozos
Mediciones de Vigilancia Particulares	Todos los Acuíferos: Todos los rangos de conductividad hidráulica	Cada 5 años	Cada 5 años	Cada 5 años	Cada 5 Años
Datos declarados a la Autoridad Nacional del Agua		Cada 5 años	Cada 5 años	Cada 5 años	Cada 5 años



Handwritten marks at the bottom left of the page.