

**UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍAS AMBIENTAL**



**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE LA
CALIDAD DE LAS AGUAS FREATICAS DEL VALLE
LAS TRANCAS-NAZCA-2018”**

PRESENTADO POR

TORO ESPINOZA CÉSAR ADRIAN

**PARA OBTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AMBIENTAL**

ASESOR

Ing. Mag. CANDIA PALOMINO VICTOR ALBERTO

**ICA –PERÚ
2018**

DEDICATORIA

A mi santa madre, a mi primogénico, a
mi abnegada esposa y a mi lumbrera
que es mi abuelita, por el cariño
apoyo incondicional en los
mejores momentos
de mi vida.

ADRIAN

AGRADECIMIENTO

MI RECONOCIMIENTO A MI ALMA MÁTER UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS POR FORMAR A LOS ESTUDIANTES ACADÉMICAMENTE Y REALIZARLOS PROFESIONALES.

MI SINCERO AGRADECIMIENTO A LOS DOCENTES DE LA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL, POR SUS VALIOSAS ENSEÑANZAS Y SUS SABIOS CONSEJOS QUE HAN PERMITIDO ALCANZAR MIS METAS.

MI AGRADECIMIENTO INFINITAMENTE A MI ASESOR Ing. JOSÉ LUIS AQUIJE CABRERA QUIEN CON SU PACIENCIA Y CONOCIMIENTOS PUDE LOGRAR TERMINAR LA ELABORACIÓN DE MI TESIS.

A MIS PROGENITORES QUIENES ME ENSEÑARON A TRIUNFAR EN LA VIDA.

AGRADECER A DIOS POR HABERME AYUDADO A CUMPLIR LO QUE ME PROPUSE EN EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.

AGRADECER A MI FAMILIA POR SU APOYO INCONDICIONAL.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iv
ÍNDICE DE CUADROS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE INFORME	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	xvii

CAPÍTULO I: PLANEAMIENTO DEL PROBLEMA 19

1. Descripción del problema de la investigación	20
1.1. Descripción de la realidad problemática	20
1.1.1. A nivel mundial	21
1.1.2. A nivel latinoamericano	24
1.1.3. A nivel nacional	26
1.1.4. A nivel local	26
1.2. Delimitación y definición del problema	32
1.2.1. Delimitaciones	32
1.2.2. Definición del problema	33
1.3. Formulación del problema	33
1.3.1. Problema principal (P. P)	33
1.3.2. Problemas específicos	33
1.4. Objetivos de la investigación	34
1.4.1. Objetivo General (O.G)	34
1.4.2. Objetivos específicos (O.E)	34
1.5. Justificación de la investigación	35
1.5.1. Justificación teórica	35
1.5.2. Justificación metodológica	35
1.5.3. Justificación practica	35
1.6. Importancia	35

1.7	Limitaciones	36
1.7.1.	Limitación de información	36
1.7.2.	Limitación económica	36
1.7.3.	Limitación de tiempo	36
CAPÍTULO II: FUNDAMENTOS TEORICOS DE LA INVESTIGACIÓN		37
2.	Marco Referencial	38
2.1.	Antecedentes de la investigación	38
2.2.	Marco teórico	43
2.2.1	Vigilancia de las aguas freáticas o subterráneas	43
2.2.2	Monitoreo de las aguas freáticas	79
2.2.3	Calidad sanitaria hídrica de las aguas subterráneas	87
2.3.	Marco histórico	99
2.3.1	La minería y su influencia en la contaminación de las aguas	99
2.4	Aporte Personal	107
2.5	Marco legal	109
2.5.1	Ley General del Ambiente N° 28611	109
2.5.2	Ley de recursos hídricos Ley N° 29338	109
2.5.3	D.S. No 016-93-EM.- Reglamento para la protección ambiental en la actividad minero - metalúrgica.	111
2.5.4	Reglamento de la ley de recursos hídricos	112
2.6	Marco conceptual	112
CAPÍTULO III PLANTEAMIENTOS METODOLÓGICOS		115
3.	Metodología	116
3.1	Hipótesis de la investigación	116
3.1.1	Hipótesis general (H.G)	116
3.1.2	Hipótesis Específicas (H.E)	116
3.2	Variables	117
3.2.1	Variable Independiente	117
3.2.2.	Variable Dependiente	117
3.3	Tipo, Nivel y Diseño de la investigación	118

3.3.1	Tipo de la Investigación _____	118
3.3.2	Nivel de la Investigación _____	118
3.3.3	Diseño de la investigación _____	118
3.4	Método _____	119
3.4.1	Método de la investigación _____	119
3.5	Cobertura del Estudio de Investigación _____	119
3.5.1	Población de la investigación _____	119
3.5.2	Muestra _____	120
3.6	Técnicas, Instrumentos y Fuentes de Recolección de Datos _____	120
3.6.1	Técnicas de la Investigación _____	120
3.6.2	Instrumentos de la Investigación _____	120
3.6.3	Fuentes de recolección de Datos _____	120
CAPÍTULO IV: ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS _____		121
4.	Organización, Presentación y Análisis de Resultados _____	122
4.1	Contrastación de Hipótesis _____	122
4.1.1	Contrastación de la 1 H.E _____	122
4.1.2	Contrastación de la 2 H.E _____	151
4.1.3	Contrastación de la 3 H.E _____	162
4.2	Discusión de resultados _____	181
4.2.1	Discusión de resultados de la 1 HE _____	181
4.2.2	Discusión de resultados de la 2 HE _____	181
4.2.3	Discusión de resultados de la 3 HE _____	182
CONCLUSIONES _____		183
RECOMENDACIONES _____		184
BIBLIOGRAFÍA _____		185
LINCOGRAFÍA _____		187

1- MATRIZ DE CONSISTENCIA	190
2- SOLICITUD VALLE LAS TRANCAS	191
3- SOLICITUD PLANTA CENTAURO	192
4- GUÍA DE OBSERVACIÓN	193
5- GUÍA DE ENTREVISTA FORMATO 1	194
6- GUÍA DE ENTREVISTA FORMATO 2	195
7- GUÍA DE ENTREVISTA FORMATO 3	196
8- GUÍA DE ENTREVISTA FORMATO 4	197
9- GUÍA DE ENTREVISTA FORMATO 5	198
10- GUÍA DE ENTREVISTA FORMATO 6	199
11- PLANO DE RED DE MONITOREO	200
12- LISTA DE PLANTAS PROCESADORAS	201
13- CARTA Nº 001- 2018	202
14- VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS	203

ÍNDICE DE CUADROS

	p.
CUADRO Nº 2.1 ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL DEL AGUA DS 002- 2008 - MINAM	73
CUADRO Nº 2.2 CLASIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS DE CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA	106
CUADRO Nº 4.1 ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL DEL AGUA	128

ÍNDICE DE FIGURAS

	p.
FIGURA Nº 1.1 FOTO PANORÁMICA DEL VALLE DEL TRANCAS	31
FIGURA Nº 1.2 FOTO DEL ÁREA DE ESTUDIO DEL VALLE LAS TRANCAS	32
FIGURA Nº 2.1 CICLO DEL AGUA	45
FIGURA Nº 2.2 CONTAMINACIÓN DE UN ACUÍFERO POR LIXIVIACIÓN	77
FIGURA Nº 2.3 REDES DE MONITOREO	81
FIGURA Nº 2.4 CLASIFICACIÓN DE REDES DE MONITOREO	85
FIGURA Nº 4.1 PUNTO DE TOMA DE MUESTRA PLANTA CENTAURO	123
FIGURA Nº 4.2 PUNTA DE TOMA DE MUESTRA VALLE LAS TRANCAS	124
FIGURA Nº 4.3 RELAVERA PLANTA CENTAURO	125
FIGURA Nº 4.4 POZA DE AGUA RECUPERADA	126
FIGURA Nº 4.5 CANCHA DE CONCENTRADO	126
FIGURA Nº 4.6 CANCHA DE MINERAL	127
FIGURA Nº 4.7 PUNTO DE TOMA DE MUESTRA DE ACUEDUCTO	152
FIGURA Nº 4.8 PARTE MEDIA DEL VALLE LAS TRANCAS	163

ÍNDICE DE INFORME

	p.
INFORME Nº 4.1 PLANTA CENTAURO	123
INFORME Nº 4.2 PARTE MEDIA DEL VALLE LAS TRANCAS	124
INFORME Nº 4.3 ACUEDUCTO PARTE MEDIA DEL VALLE LAS TRANCAS	151
INFORME Nº 4.4 PARTE MEDIA DEL VALLE LAS TRANCAS	163
INFORME Nº 4.5 PARTE MEDIA DEL VALLE LAS TRANCAS	164
INFORME Nº 4.6 POZO IRHS 69	176

RESUMEN

Este trabajo de investigación se realizó con la finalidad de poder determinar el posible daño al recurso hídrico a causa de la actividad minera artesanal, ya que es un factor que deberíamos tomarlo en cuenta, desde el inicio de una operación y cada uno de los factores del proceso industriales que interviene, la actividad minera artesanal tiene que responder a parámetros estipulados por la ley respetando los Límites máximos permitidos, evitando así la posible contaminación de las aguas freáticas en el Valle las Trancas.

Por tal razón fue necesario plantear la implementación del sistemas de monitoreo que ayuden a controlar los espacios afectados y también de valiosa importancia porque atreves de la implementación del Diseño de un Sistema de Monitoreo se realizaron análisis, informes, recopilación de información con la finalidad de poder determinar la calidad de las aguas freáticas y poder definir, la responsabilidad que tienen las empresas mineras. Si la actividad minería artesanal es la responsable de la contaminación, se realizaran informes sobre el daño causa efecto, anunciando el impacto negativo a las autoridades competentes. Debido a que es un problema la contaminación y que puede generar efectos negativos a la población del Valle las Trancas.

TIPO

Etiológica. En el presente trabajo se trata de identificar mediante el diseño de un sistema de monitoreo la posible contaminación de las aguas freáticas por la minería artesanal.

NIVEL

Aplicativo. Plantea resolver una problemática que a nivel mundial estaría afectando el recurso hídrico debido a la actividad minera artesanal por el incumplimiento de las normas ambientales.

Explicativo: En la investigación se explica cuál es la razón por la que se estarían contaminando las aguas freáticas y cuál es la posible actividad responsable de dicho impacto negativo que estaría afectando al Valle las Trancas.

MÉTODO

Científico Experimental. Se realizara un seguimiento para determinar las mejoras tanto al ambiente como a la población. Utilizando el análisis experimental para cada muestra de agua, suelo con el fin de obtener resultados y ver el grado de impacto que puede generar lo que se plantea con el diseño de un sistema de monitoreo en la investigación.

DISEÑO

Diseño Descriptivo

1) Simple

Se recogió información realizando 3 (análisis) sobre la contaminación de las aguas freáticas y cuál era la actividad responsable

$M_1 \times O_1$

$M_2 \times O_2$

$M_3 \times O_3$

2) Correlacional

Se mide el grado de relación entre los parámetros elevados obtenidos en el análisis con las muestras realizadas

		O ₂
		r
M ₁ M ₂ M ₃		O ₁
		r
		O ₃

3) Causal comparativo

Se analizó 3 muestras que me van a dar información diferente, referente a la concentración de Nitratos, Cloruros y Manganeso en las aguas freáticas.

M ₁	-----	O ₁ xyz
M ₂	-----	O ₂ xyz
M ₃	-----	O ₃ xyz

De tal forma se espera que el estudio contribuya primero sensibilizar a la empresas mineras sobre el posible daño a las aguas freáticas y por ende en comunicación con las autoridades responsables del cuidado del recurso hídrico tomen las medidas correspondientes si se demuestra que la actividad minera artesanal es la responsable de la alteración de la calidad del agua.

Palabras claves: Diseño de un sistema de monitoreo – Calidad de las aguas freáticas

ABSTRACT

This research was conducted with the purpose of determining the potential damage to water resources because of artisanal mining, as it is a factor that should be taken into account since the beginning of an operation along with each of the factors involved in the industrial process, artisanal mining has to respond to parameters set by law respecting the maximum permissible limits, thus avoiding possible contamination of groundwater in the Valle the Trancas.

For this reason it was necessary to propose the implementation of monitoring systems that help control the affected areas and also of valuable importance because through the implementation of the Design of a Monitoring System, analyzes, reports, information gathering were carried out with the purpose to be able to determine the quality of the groundwater and to be able to define, the responsibility that the mining companies have. If the artisanal mining activity is responsible for the contamination, reports will be made about the damage that has an effect, announcing the negative impact to the competent authorities. Because pollution is a problem and that can generate negative effects to the population of Las Trancas Valley.

This research is

Type

Etiological: In the present work, the aim is to identify, through the design of a monitoring system, the possible contamination of groundwater by artisanal mining.

STANDARD

Application. raises to solve a problem that would be affecting global water resources due to the breaching standards of artisanal mining.

Experimental. The research explains the reason of the groundwater pollution and the possible responsible activity that is causing the negative impact that would affect the Valle the Trancas activity.

METHOD

Scientific Experimental. A follow-up will be carried out to determine the improvements both to the environment and to the population. Using the experimental analysis for each water sample, soil in order to obtain results and see the degree of impact that can be generated by the design of a monitoring system in the research.

DESIGN

Descriptive Design

1) Simple

Information was collected by conducting 3 (analysis) on groundwater contamination and what was the responsible activity

$M_1 \times O_1$

$M_2 \times O_2$

$M_3 \times O_3$

2) Correlate

The degree of relationship between the elevated parameters obtained in the analysis with the samples performed

	O ₂
	r
M ₁ M ₂ M ₃	O ₁
	r
	O ₃

3) Comparative Causal

It is analyzed 3 samples that will give me different information, referring to the concentration of nitrates, chlorides and manganese in the groundwater.

M ₁	-----	O ₁ xyz
M ₂	-----	O ₂ xyz
M ₃	-----	O ₃ xyz

Therefore, it is expected that the study will contribute first to sensitize the mining companies about possible damage to groundwater and therefore in communication with the authorities responsible of the care of water resources respond appropriately if it is shown that artisanal mining is responsible for altering the water quality.

Key words: Design of a monitoring system - quality of the water

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación contiene inicialmente un enfoque de la realidad problemática que está referida a la contaminación que se produce por la actividad minera artesanal debido al incumplimiento de las normas, leyes, políticas establecidas para el cuidado del recurso hídrico. Este problema se viene dando tanto a nivel mundial, latinoamericano, nacional y local. También contiene la descripción de los problemas, objetivos, hipótesis, indicadores e índices, además de un desarrollo de información relacionado a las variables dependiente e independiente en el marco teórico, además un marco conceptual que nos sirve para poder comprender ciertas palabras que se encuentran en el marco teórico, posee también una referencia histórica y una referencia de leyes. Además de contener el tipo de investigación que es etiológica, el nivel que es aplicativo y experimental, el método es científico experimental y el diseño experimental: pre experimental.

También se mencionan los aspectos a considerar en la evaluación que son: la salud, la fauna acuática y suelo.

Este trabajo está dividido en 4 capítulos:

Capítulo 1: Planteamiento del Problema, se describe la realidad problemática que se presenta a nivel mundial, latinoamericano, nacional y local, delimitaciones, formulación del problema, objetivos, justificación, importancia y las limitaciones que se van a presentar en el desarrollo de la investigación.

Capítulo 2: Fundamento Teóricos de la Investigación, describe los antecedentes de la información, marco teórico, marco conceptual, marco histórico y marco legal.

Capítulo 3: Planteamientos Metodológicos: describe las hipótesis generales y específicas, sus variables, además también el tipo, nivel, método y diseño de investigación, método, así como también las técnicas e instrumentos que se emplearan en el desarrollo de la investigación.

Capítulo 4: Organización, Presentación y Análisis de Resultados, se ha realizado todo lo que se planifico en el proceso de validación que consiste en el trabajo de campo en donde se ha verificado lo que se planteó en las hipótesis, de tal forma se han demostrado los objetivos y se han solucionado los problemas.

Se culmina con la contrastación de las hipótesis quedando finalmente validadas las hipótesis obtenidas. Validando las hipótesis alternas y rechazando las hipótesis nulas.

EL AUTOR

CAPÍTULO I

PLANEAMIENTO DEL PROBLEMA

1. Descripción del problema de la investigación

1.1. Descripción de la realidad problemática

Se empezó detallando algunas de las problemáticas que se han presentado a nivel mundial, para luego mencionar algunas problemáticas a nivel del continente. Hasta el momento muchos países, especialmente los que están en vías de desarrollo se han preocupado por los problemas derivados a la cantidad de agua disponible. Olvidando que el factor "calidad" puede limitar o incluso anular la utilización de aquella.

La Agencia de Protección Ambiental (EPA) define el término "vigilancia de la calidad del agua" como "un programa, científicamente concebido de reconocimiento continuo que incluye muestreos directos y medidas indirectas de calidad. Inventario de las causas de cambio actuales o potenciales, así como análisis de la causa de cambios en la naturaleza y los futuros cambios de calidad. (Lucha contra la contaminación, s.f.).

Métodos preventivos:

- Evitar que el contaminante llegue al acuífero.
- Reducir su peligrosidad antes de que el contaminante alcance el acuífero.
- Limitar la cantidad de Contaminante que llega al acuífero.

1.1.1. A nivel mundial

a) Control y Vigilancia de la Calidad de las Aguas

Continetales en España

Para el control y vigilancia de la calidad de las aguas continentales en España se encuentra implantado el Sistema Automático de Información de Calidad de las Aguas (SAICA). Basado en una amplia red de estaciones de medida de la calidad del agua repartidas por las nueve cuencas hidrográficas y en una base de datos que contiene toda la información referente a normativa, organismos implicados, información cartográfica de cauces, vertidos, captaciones, estaciones de control, etc., permite analizar los datos de las redes de control y, mediante aplicaciones informáticas y personal especializado, ofrece información para la toma de decisiones en las tareas de vigilancia y control de calidad de las aguas. Además, recoge toda la normativa, la interpreta y reconoce las competencias de cada administración pública.

El Sistema SAICA se apoya principalmente en dos tipos de Redes de control de la calidad de las aguas; las encuadradas en la RED ICA, caracterizadas por obtener los datos analíticos mediante periódicamente en estaciones de muestreo manual y, las pertenecientes a la RED ALERTA, caracterizadas por obtener los datos en continuo a través de estaciones automáticas mediante analizadores y tomas de muestras automáticas, disponiendo de resultados en tiempo real.

Estas redes de control son imprescindibles para realizar un seguimiento veraz y continuo de la calidad de las aguas, siendo sus objetivos principales conocer el estado real de las aguas, especialmente en zonas afectadas por vertidos y/o destinadas a la producción de agua potable, baño, etc., evaluando el comportamiento de los objetivos de calidad y de la normativa vigente, a la vez que sirve de base para la adopción de estrategias de lucha contra la contaminación.

La Red Integrada de Calidad de las Aguas (Red ICA) se diseñó en el año 1993 basándose en la Red de Control Oficial de la Calidad del Agua (COCA), la Red de Control de agua destinada a Abastecimientos (COAS) y la Red de Control de calidad del agua para la vida Piscícola (COPI). Esta red no cuenta con infraestructura propia, sino que está compuesta por más de 1.000 puntos localizados en ríos, lagos, embalses, etc. de las nueve Confederaciones Hidrográficas en los que se toman muestras con una periodicidad determinada por la legislación vigente.

La Red COCA, en funcionamiento desde el año 1962, controla desde 626 puntos los parámetros indicados en la tabla adjunta de las aguas superficiales, mientras que la Red COAS, con 605 estaciones de medida, controla las aguas de ríos, lagos, embalses, etc., donde existen captaciones de aguas destinadas al abastecimiento en base a los parámetros adjuntos, todo ello en cumplimiento de la Directiva 75/440/CEE, relativa a la calidad de las aguas destinadas a la producción de agua potable y la Directiva 79/ 869/CEE relativa a los métodos de medición y a la frecuencia de muestreos y análisis de aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable. Por último, la Red COPI, que cuenta con 402 estaciones de medida, controla los parámetros indicados en los tramos de cauce designados como piscícolas en base a la Directiva 78/659/CEE relativa a la calidad de las aguas continentales que requieren protección o mejora para la vida de los peces.

Por otro lado, la Red Alerta, formada por 200 estaciones automáticas de enlaces terrestres analiza el agua de forma continua y automática. La información resultante se transmite vía satélite (Hispasat) y en tiempo real a los centros de proceso de las Confederaciones Hidrográficas y de la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas. Las estaciones de muestreo se instalan en puntos críticos caracterizados por la existencia de usos especialmente críticos o focos potencialmente contaminantes, todo ello con el objetivo de

controlarse instantáneamente la calidad general de las aguas, tener la capacidad de adoptar acciones inmediatas de prevención frente a situaciones de emergencia y controlar y evitar vertidos contaminantes.

En estas estaciones se emplean básicamente técnicas de potenciometría y espectrofotometría, además de realizar tomas de muestras automáticas de agua que se almacena para la posible comparación de valores críticos o negativos.

Complementariamente al Sistema SAICA y, de acuerdo con las directrices europeas y la Ley de Aguas, existen redes nacionales de control piezométrico, hidrométrico y de calidad general de las aguas subterráneas. Actualmente, desde el Ministerio de Medio Ambiente se está desarrollando un proyecto de reunificación de las mismas con el objetivo de crear una Red Oficial de Aguas Subterráneas, que será gestionada por cada una de las Confederaciones Hidrográficas.

Estas redes subterráneas son la Red Piezométrica, formada por cerca de 3.000 puntos gestionada por el Instituto Tecnológico Geominero (ITGE) y la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas (DGOHCA), la Red hidrométrica, controlada por cada una de las Confederaciones Hidrográficas para determinar el caudal de las descargas naturales de agua subterránea, la Red de Observación de Calidad de Aguas Subterráneas (ROCAS) gestionada por el ITGE para analizar los macroconstituyentes químicos desde unos 1.800 puntos y, por último, la Red de Observación de Intrusión (ROI), creada para estudiar la evolución de la intrusión marina en los acuíferos costeros.

Todo este sistema de control y vigilancia de las aguas, especialmente el Sistema SAICA, constituye una herramienta de gestión pionera en Europa en su género, tanto en su concepción, en la tecnología aplicada y en la capacidad de conocimiento real del estado de las aguas y de respuesta ante

situaciones críticas y/o episodios contaminantes. Medio Ambiente en España, (2004).

1.1.2 A nivel latinoamericano

a) Diseño de un Sistema de Vigilancia Sanitaria de la Calidad del Agua para Consumo Humano para el INAPA en Santo Domingo, República Dominicana.

Se buscó querer implementar un Diseño de un sistema de monitoreo y vigilancia sanitaria que garantice la calidad del agua de los sistemas de abastecimiento operados por el INAPA y que actúe como sistema de alerta temprana para la prevención y control de las enfermedades transmitidas por el agua, en especial las diarreicas.

Este acápite presenta el diseño del sistema de información, que, como componente central del Sistema de Vigilancia Sanitaria de la Calidad del Agua para Consumo Humano, permitirá al INAPA identificar e implementar oportunamente medidas de prevención y control a exposiciones peligrosas de la población a agua no apta para el consumo humano.

Para la realización de este diseño se tomaron en cuenta los diferentes aspectos detectados en la evaluación previa. Así, se integran, modificados en los casos que se consideró necesario, los mecanismos, instrumentos y recursos con que actualmente cuenta el sistema, así como todos los identificados como ausentes y que son fundamentales para el mismo.

En todo momento, se tuvo presente la obtención de un producto factible de iniciar su implementación en un plazo inmediato. Por tal motivo, se puso marcado interés en la elaboración de objetivos-metas-estrategias que permitan a la mayor brevedad iniciar las acciones correspondientes, a través de la implantación por etapas de los diferentes niveles de vigilancia, lo cual, a su vez, generó la necesidad de enfatizar a

fin de caracterizar lo mejor posible la situación para el nivel estratégico.

En este sentido, y en vista de que la información disponible en la Institución no lo permitía, se elaboraron y procesaron dos bases de datos que nos viabilizaran, además de la elaboración de las metas y estrategias referidas en el párrafo anterior, caracterizar la situación en una forma coherente con el marco conceptual planteado. Una de las bases de datos mencionadas, estuvo dirigida a obtener información general, lo más actualizada posible, sobre la situación a nivel nacional y provincial en lo que respecta a cobertura de los servicios de agua potable, de personas que reciben agua desinfectada y que están cubiertas por el control sanitario, así como de los porcentajes de acueductos con cloración e incluidos en el control sanitario.

De su parte, la otra base de datos tuvo como objetivo procesar los datos y resultados crudos derivados de los análisis de laboratorio realizados durante el año 1998 a los acueductos incluidos dentro del control sanitario que lleva la institución a fin de obtener valores de los principales indicadores por acueducto, por provincia y por mes.

Otro aspecto fundamental considerado en el diseño fue la definición de indicadores para ser utilizados por nivel, de tal forma que, aunados a la transmisión adecuada de la información, garanticen la oportunidad en la toma de decisiones. Para estos fines, en la propuesta se define, para las condiciones actuales del sistema y la institución, a quién debe ir cada dato y cuáles acciones se tomarán a partir del mismo, garantizando todo el tiempo que cada dato que llegue sirva para tomar alguna decisión. (Urania Abreu Rosa, 1999).

1.1.3. A nivel nacional

a) Control y Vigilancia de la Calidad del Agua de Consumo

Humano en Lima, Perú

El propósito del presente trabajo es poner a consideración de los profesionales de la ingeniería sanitaria y ramas afines una metodología para el control y la vigilancia de la calidad del agua de consumo humano suministrada a la población en general a fin de detectar, predecir y prevenir su contaminación y minimizar la incidencia de las enfermedades transmitidas por vía hídrica.

La metodología que se propone pretende contribuir a:

- Determinar los cambios en el tiempo de la calidad del agua de consumo humano a fin de proteger la salud de la población.
- Identificar las zonas de abastecimiento más vulnerables a la variación de la calidad del agua de consumo humano.
- Identificar los defectos sanitarios de los diferentes componentes del sistema de abastecimiento de agua que conllevan al deterioro de la calidad del agua de consumo humano.
- Evaluar la efectividad de los procesos de la planta de tratamiento de aguas superficiales o subterráneas.
- Identificar las medidas correctivas necesarias y dirigidas al mejoramiento de la calidad del agua de consumo humano.
- Supervisar la aplicación de las medidas correctivas.
- Mejorar las normas de calidad de agua, reglamentos relacionados con los procesos constructivos y materiales empleados en la edificación de los sistemas de abastecimiento de agua.

1.1.4. A nivel local

a) Diseño de un Sistema de Monitoreo de la calidad de las Aguas Freáticas del Valle las Trancas-Nasca-2018

En el valle las Trancas al sur de la provincia de Nasca, en Ica, se pudo observar la devastación de este territorio, los

daños ecológicos que están causando en el ambiente 24 plantas sin licencia de procesamiento de mineral. Ocasionalmente daños al medio ambiente, destrucción de la agricultura, la ganadería y contaminación del suelo, aire y agua, son las secuelas de la explotación minera irresponsable que se registra en el Valle las Trancas.

Se mencionó que las 24 empresas extractoras de mineral que funcionan con total normalidad a pesar de no contar con un estudio de impacto ambiental, ni con la capa de geomembrana que sirve para encapsular los relaves, generando un problema de contaminación latente en la zona y poniendo en peligro a la población de los 13 Centros Poblados.

Esta zona se ha convertido, según cuentan los propios mineros en el principal eje de procesamiento minero artesanal del Perú.

Existen en el lugar pozas y vertederos donde estas plantas mineras arrojan, sin tratamiento alguno, los grandes volúmenes de relaves que generan en el procesamiento de mineral.

Dirección Regional de Energía y Minas (DREM) de Ica realizó una inspección a las plantas del Valle las Trancas y en el sector de Pajonal, así como otras ubicadas al norte de Nasca cerca de la zona arqueológica y confirmaron que todas funcionan sin la autorización para operar, no tienen normas de protección ambiental, sus pozos de relave están mal diseñados y no tienen capas de protección”, reconoció el director de esta dependencia, Armando García Pérez. En su mayoría confirmaron son plantas de procesamiento de cobre, algunas de plata y oro, pero casi todas han solicitado al Ministerio de Energía y Minas el cambio de uso a plantas polimetálicas para procesar, como ya lo hacen en su mayoría, todo tipo de mineral que se extrae artesanalmente en el Perú.

EL Director Regional de Energía y Minas (DREM), manifestó que el presupuesto para el monitoreo de impacto ambiental está fuera del alcance de la DREM, solicitando que la gerencia general pueda asumir el financiamiento para este propósito.

Aseguró que la DREM-Ica ha emprendido acciones correctivas para evitar mayores impactos en el medio ambiente. “Se coordina con una empresa acreditada ante Indecopi para que proceda con el recojo de muestras de agua subterránea, del polvillo que generan en sus procesos, así como de los relaves que arrojan a fin de determinar el grado de contaminación ambiental y poder cuantificar los daños para iniciar los procesos sancionadores”.

El alcalde del Valle las Trancas, espera esta vez se cumpla lo dicho por la autoridad de la Dirección de Energía y Minas, dijo son tantas promesas, invertir tiempo en las gestiones realizadas y siempre encuentro la misma respuesta disposición, pero no resultados. (Los relaves mineros están atentando la vida de los pueblos, (2013).

Este problema se asemeja al problema de contaminación natural por arsénico en aguas subterráneas de las localidades de Carancas y Huata en el departamento de Puno. La ingesta prolongada de arsénico en aguas de consumo, pone en riesgo la salud de las poblaciones rurales que habitan en las referidas localidades. Las únicas fuentes disponibles de abastecimiento son las aguas subterráneas, estas son de mala calidad por el alto contenido de sales disueltas en Carancas, y aguas de alta dureza en la zona de Huata.

Las concentraciones de arsénico en las zonas evaluadas alcanzan hasta 500 mg/L por encima de los límites aceptables considerados por la USEPA y normas nacionales de 10mg/L. En la zona de Carancas, las aguas subterráneas de acuíferos confinados presentan concentraciones de arsénico por encima de 10mg/L.

De la misma manera la contaminación de las aguas subterráneas en Carabayllo (Lima) por la fábrica de pinturas Anypsa de arrojar sus desechos al subsuelo y de esta manera contaminar el agua de los pozos. Vecinos de los Huertos de Tungasuca, en el distrito de Carabayllo, denunciaron la contaminación de los pozos de agua de su jurisdicción.

Afirmaron que la fábrica de pinturas Anypsa, ubicada en la zona, sería culpable de la contaminación de los desechos tóxicos en el subsuelo.

Una vecina demostró que el agua que extraen de los pozos es inflamable. Ella arrojó el líquido encima de unos papeles y luego les prendió fuego, increíblemente se encendieron.

En Cuba la contaminación de las aguas subterráneas del aluvial del río Moa. Para ello se han utilizado muestras de agua superficiales y subterráneas, agua del vertido del residuo, agua de poros de los residuos y de los residuos generados por el proceso metalúrgico. En las aguas subterráneas del acuífero aluvial, se han detectado concentraciones elevadas de níquel, cromo, manganeso, hierro y sulfatos. La causa de la contaminación de las aguas subterráneas se debe a la recarga inducida por las aguas que lixivian los residuos mineros almacenados en presas de colas (tailing dams) ubicadas sobre las terrazas del río Moa. Las aguas subterráneas al mezclarse con las de los residuos pasan de bicarbonatadas magnésicas a sulfatadas magnésicas. La salinidad del acuífero y la concentración de los principales contaminantes (Cr, Mn, Ni, Fe y SO₄) aumenta en dirección hacia la presa de residuos. El incremento de la contaminación es debido a: I) al crecimiento continuo del volumen de residuos vertidos y II) influencia de las condiciones climáticas, que producen un importante lavado sobre los residuos. El comportamiento y distribución de los metales es diferente, condicionado por las condiciones de oxidación reducción y el pH.

El presente trabajo se realizó porque se creyó que las aguas freáticas se estaban contaminando por la minería artesanal que se encuentra cercana al Valle las Trancas y que generaría daños tanto a la flora, fauna y los seres humanos ya que en el Valle la población se dedica a la agricultura.

Por tal razón se pensó implementar el diseño de un sistema de monitoreo con la finalidad de poder determinar el grado de contaminación y si la minería artesanal fue la responsable de dicha contaminación si así lo fuera poder tomar las medidas de prevención, control y mitigación para evitar que se sigan contaminando las aguas freáticas en el Valle las Trancas.

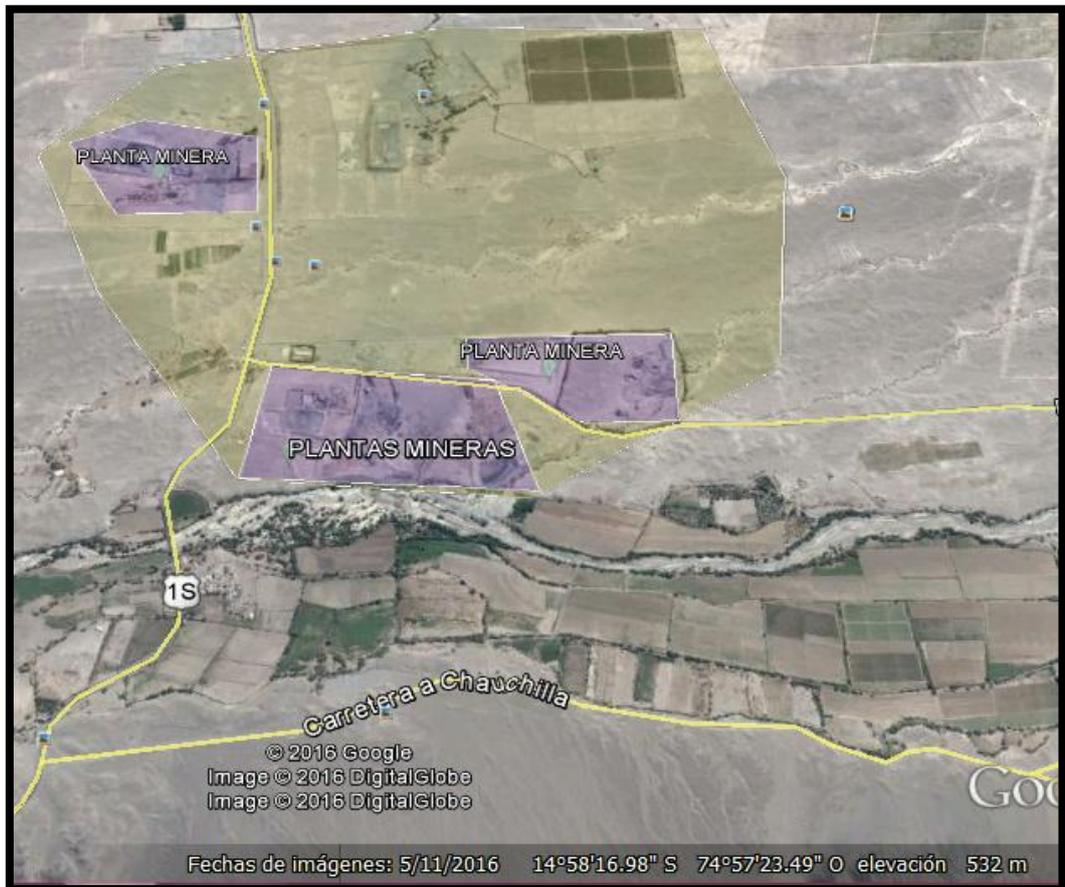
Por eso la implementación del diseño de un sistema de monitoreo fue de suma urgencia ya que si no se realizaba podría traer consecuencias trágicas tanto para el ambiente y para la salud de las personas.

FIGURA Nº 1.1 FOTO PANORÁMICA DEL VALLE DEL TRANCAS



Fuente: Google earth

FIGURA Nº 1.2 FOTO DEL ÁREA DE ESTUDIO DEL VALLE LAS TRANCAS



Fuente: Google earth

1.2. Delimitación y definición del problema

1.2.1 Delimitaciones

A. Delimitación espacial

Esta investigación se realizó en el Valle las Trancas, provincia de Nazca.

B. Delimitación Temporal

Esta investigación inicio en agosto de 2016 de forma ininterrumpida hasta julio de 2017.

C. Delimitación social

Los beneficiarios fueron toda la población que habita en el Centro Poblado Valle las Trancas, calidad de agua para consumo y agricultura.

D. Delimitación Conceptual

Tecnología de información

Los instrumentos que se necesitaron para realizar el proyecto de investigación son los siguientes: Computadora personal, reportes, periódicos, cámara fotográfica y de video, equipos de monitoreo de suelo y agua, desarrollo de la matriz, entre otros.

Gestión del proceso escogido

Se contó con el apoyo y la asesoría de profesionales en minería, especialistas en la calidad del agua y docentes especialistas de la UAP.

1.2.2. Definición del problema

En el Valle las Trancas se evidencia la contaminación de las aguas freáticas, asumiendo la responsabilidad a las empresas mineras artesanales que laboran en dicha zona. Trayendo consigo efectos negativos a los habitantes del Valle las Trancas, así como también a la fauna y el suelo.

Por tal razón se implementó un Diseño de un sistema de monitoreo para determinar el grado de contaminación que existe en si en la zona y poder tomar las medidas correspondientes.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema principal

¿De qué manera el diseño de un sistema de monitoreo, influirá en la calidad de las aguas freáticas del Valle las Trancas-Nazca-2018?

1.3.2. Problemas específicos

a) Problema específico 1

¿En qué forma la utilización del diseño de un sistema de monitoreo, de la calidad de las aguas freáticas impactara en la salud de las personas en el Valle las Trancas-Nazca-2018?

b) Problema específico 2

¿En qué forma el diseño de un sistema de monitoreo, de la calidad de las aguas freáticas podrá influir en la fauna acuática del Valle las Trancas-Nazca-2018?

c) Problema específicos 3

¿En qué forma el diseño de un sistema de monitoreo de la calidad de las aguas freáticas podrá influir en la calidad de los suelos del Valle las Trancas-Nazca-2018?

1.4 Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo General

Demostrar que un diseño de un sistema de monitoreo influye en la calidad de las aguas freáticas del Valle las Trancas-Nazca-2018.

1.4.2. Objetivos específicos

a) Objetivo específico 1

Demostrar que la utilización del diseño de un sistema monitoreo, de la calidad de las aguas freáticas influirá en la salud de las personas en el Valle las Trancas-Nazca-2018.

b) Objetivo específico 2

Demostrar que el diseño de un sistema de monitoreo, de la calidad de las aguas freáticas influirá en la fauna acuática, del Valle las Trancas-Nazca-2018.

c) Objetivo específicos 3

Demostrar que el diseño de un sistema de monitoreo de la calidad de las aguas freáticas influirá en la calidad de los suelo del Valle las Trancas-Nazca-2018.

1.5. Justificación de la investigación

1.5.1. Justificación teórica

El presente trabajo de investigación tiene conocimientos nuevos los cuales sirvieron para desarrollar o apoyar teorías que se planteen en el futuro en poder determinar si la minería fue la causante de la contaminación de las aguas freáticas en el Valle las Trancas, por tal razón se utilizaron los resultados de los análisis que se realizaron en la implementación del Diseño de un Sistema de monitoreo y si se detectara que las aguas freáticas no son contaminadas por la minería artesanal podrían surgir así nuevas hipótesis, ideas para encontrar la causa de la contaminación de las aguas freáticas en el Valle las Trancas.

1.5.2. Justificación metodológica

Se crearon nuevos instrumentos como:

- ✓ Elaboración de matriz de consistencia.
- ✓ Guía de entrevista.
- ✓ Guía de observación.
- ✓ Análisis de agua, suelo.
- ✓ Validación de Hipótesis.

1.5.3 Justificación práctica

La investigación fue conveniente realizarla porque se pudo detectar si las aguas freáticas se estaban contaminando a causa de la minería artesanal de tal manera con la implementación del Diseño de un Sistema de monitoreo sirvió para mejorar y evitar que las aguas freáticas se contaminen, sugiriendo a las empresas mineras a la impermeabilización de sus áreas de almacenamiento de relaves y escorias mineras, beneficiando así a los pobladores del Valle las Trancas evitando así posibles enfermedades a causa de la contaminación de las aguas freáticas y también evitando daños al suelo y a la fauna acuática.

1.6 Importancia

La investigación fue importante porque nos demostró cómo se encuentra la calidad de las aguas freáticas utilizadas por la población del Valle las Trancas. Debido a que se encuentra rodeada de muchas

mineras artesanales las cuales no cuentan con Estudios de Impacto Ambiental (EIA) que rige la legislación peruana.

De tal manera se creyó que estaba ocasionando daños tanto al ambiente como a la salud, por tal razón fue el interés de querer realizar esta investigación y así poder determinar si la minería artesanal estaba contaminando o no las aguas freáticas de Valle las Trancas. Si así fuera se pensó aplicar el Diseño de un Sistema de Monitoreo, Prevención que nos permitió controlar, reducir y mejorar la calidad de las aguas freáticas debido a que se buscó que las empresas comiencen a tomar conciencia del daño que están ocasionando y comiencen a establecer áreas para cada actividad y que dichas áreas se encuentren impermeabilizadas.

Evitando así los posibles daños que afectarían gravemente a la población del Valle las Trancas generándole beneficios en cuanto a la calidad del agua que es vital para la salud de la población, además en la calidad del suelo y la fauna que existe en el Valle.

1.7 Limitaciones

1.7.1. Limitación de información

Faltó información que nos permita tener conocimientos mayores con respecto al monitoreo, control y mejoramiento de las aguas freáticas.

1.7.2. Limitación económica

No se contó con la suficiente cantidad de dinero disponible como se quisiera para poder realizar análisis continuos y así poder llevar un mejor monitoreo en cuenta a la mejora de las aguas freáticas.

1.7.3. Limitación de tiempo

Faltó tiempo para poder cubrir las fases del sistema que se piensa hacer y así poder tener información más completa con respecto a la posible contaminación por parte de la minería artesanal en el Valle las Trancas.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA

INVESTIGACIÓN

2. Marco Referencial

2.1. Antecedentes de la investigación.

Autor: Jocelin Marina Sánchez Hernández

Título de la obra: Redes de monitoreo del agua subterránea en el Acuífero del Valle de Toluca. Propuesta de su distribución espacial mediante el manejo de factores hidrogeológicos, ambientales y socioeconómicos.

Año: 2013

Lugar: Toluca Estado de México

Sitio web:

<http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/21784/TESIS%20REDES%20DE%20MONITOREO%20EN%20EL%20ACUIFERO%20DEL%20VALLE%20DE%20TOLUCA.pdf?sequence=1>

Permitió hacer una propuesta para la distribución espacial de las redes de monitoreo del agua subterránea en el Acuífero del Valle de Toluca mediante el manejo de factores hidrogeológicos, ambientales y socioeconómicos. Este estudio permitió visualizar los problemas que presenta la distribución actual de ambas redes, mediante el diagnóstico. En este contexto, se observa que la mayoría de los piezómetros con los que actualmente cuenta el AVT han sido monitoreados normalmente desde su instalación y solamente tres de ellos no funcionan.

También es evidente la necesidad de distribuir los multipiezómetros de una manera más eficaz que permita el monitoreo de los niveles y la calidad del agua subterránea de manera continua, y así obtener datos más confiables para la toma de decisiones. Se obtuvo de esta parte de la investigación, es que la problemática de cantidad del agua subterránea en el AVT, coincide con aquéllas zonas que presentan una mayor densidad de población, donde los usuarios extraen este recurso hídrico para realizar sus actividades.

En cuanto a las características geográficas de esta área, coincide con la principal mancha urbana de la zona de estudio (el crecimiento de la población en Toluca corresponde a aproximadamente 20, 000 habitantes en la última década), los principales sectores económicos son la industria y los servicios.

En cuanto a la red de calidad se utilizaron las mismas restricciones y los factores que se usaron fueron peligro de contaminación del agua subterránea, subsidencias y densidad de pozos. La agregación de estos factores y restricciones da como resultado áreas prioritarias para el monitoreo de la red de calidad de agua subterránea y coincide con las áreas de alta vulnerabilidad a la contaminación del área productiva del acuífero. **Sánchez Hernández**, Jocelin Marina, (2013).

Autor: ECOFLUIDOS INGENIEROS S.A.

Título de la obra: Estudio de la calidad de fuentes utilizadas para consumo humano y plan de mitigación por contaminación por uso doméstico y agroquímicos en Apurímac y Cusco

Año: 2012

Lugar: Apurímac y Cuzco, Perú

Sitio web:

<http://www1.paho.org/per/images/stories/PyP/PER37/15.pdf>

Se determinó que la mayoría de las fuentes de agua de los sistemas de agua potable son manantiales, en el caso de la localidad de Santo Tomás las fuentes son superficiales. Los principales riesgos que presentan las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano,

son contaminación por pastoreo y por la inadecuada disposición de los residuos sólidos.

No se evidencia contaminación por efectos de uso de agroquímicos en la zona muestreada.

Las medidas de mitigación propuestas son la protección de las fuentes de agua mediante cercos perimétricos y colocación de tapas de metal para evitar el acceso de personas y animales. Asimismo, se recomienda realizar un Plan de Manejo de Residuos Sólidos de las localidades mencionadas en el presente estudio. Debe promoverse la elaboración de un Plan de Contingencia en cada localidad que permita una adecuada atención en situaciones de emergencia.

ECOFLUIDOS INGENIEROS S.A., (2012).

Autor: Egoavil Calero, Juana Irma

Título del trabajo: Monitoreo parcial de calidad de agua por actividad minera de la empresa explotadora de Vinchos LTDA. S.A.C en la Laguna Mancancoto

Año: 2014

Lugar: Tingo María, Perú

Sitio web:

https://www.unas.edu.pe/web/sites/default/files/web/archivos/actividades_academicas/informe%20de%20practicass%20pre%20profesionales.pdf

Se determinó que en la Laguna de Mancancoto, los niveles de plomo y zinc son heterogéneos en los puntos monitoreados del cuerpo receptor, encontrándose los niveles más altos de concentración en el PA-1. Los ECAS y LMP determinaron que la mayoría de los parámetros, cumple con los requisitos de calidad establecidos en el reglamento a excepción del plomo y el zinc.

La carga de los contaminantes de casi todos los parámetros medidos fue mayor en el mes de marzo y menor en el mes de febrero. Se midió los

caudales diarios de enero a marzo teniendo el menor caudal con 52.48 l/s en el mes de febrero y un mayor caudal con 219.94 l/s en el mes de marzo. **EGOAVIL CALERO**, Juana Irma, (2014).

Autor: Morlans López Andrea

Título del trabajo: Contaminación difusa en Acuíferos: estudio de caso en la comuna de Colina, región metropolitana

Año: 2010

Lugar: Santiago, Chile

Sitio web:

http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2010/cf-morlans_al/pdfAmont/cf-morlans_al.pdf

La comuna de Colina ha tenido un fuerte desarrollo agrícola debido a que los suelos del sector presentan una muy buena aptitud para los cultivos. Además, esta comuna ha tenido un aumento importante en su población en los últimos años. Frente a esto nace la preocupación de la contaminación difusa que puede haber en el sector.

Se decidió evaluar la vulnerabilidad del acuífero mediante la metodología propuesta en el manual para la aplicación del concepto de vulnerabilidad, realizado por la DGA, asociado al D.S. 46/02, la cual realiza una evaluación utilizando características del suelo, de las recargas y de la litología, profundidad y grado de confinamiento del acuífero. De la realización de los mapas de vulnerabilidad, se concluye que la metodología utilizada es muy importante, ya que los resultados varían bastante entre una y otra metodología.

El mapa de vulnerabilidad obtenido, según el manual de la DGA, muestra que toda la comuna presenta un grado de vulnerabilidad bajo. Esto se produce porque los sectores donde el acuífero es libre, presentan sus acuíferos demasiado profundos, lo que produce que el tiempo de viaje de los contaminantes sea alto y que además estén más tiempo expuestos a las reacciones naturales que sufren en el suelo. Por otro lado, los sectores que presentan acuíferos más someros, se encuentran confinados, lo cual le da una protección extra al acuífero.

Con respecto a las fuentes contaminantes difusas del sector, se concluye que las más importantes son las fuentes agrícolas y las domésticas con sistemas de eliminación de aguas residuales in situ. De los mapas de carga contaminante se concluye que la mayor parte de la comuna presenta una carga moderada. La agricultura presenta una carga moderada debido a que aún existen sistemas de riego ineficientes en el sector y por una presencia importante de cultivos anuales, los cuales desgastan los suelos y poseen una demanda menos constante de nutrientes. Por otro lado, la ausencia de alcantarillado genera una carga contaminante moderada en todo el sector. El único sector que presenta una carga contaminante distinta es el sector de Colina urbano, debido a la presencia de alcantarillado en casi un 100%, lo cual genera una carga contaminante baja.

Además de los mapas de vulnerabilidad se realizó una comparación de ellos frente a la calidad de agua del sector. Para realizar esto, se busca la presencia de contaminantes asociados a fuentes difusas en el agua subterránea. Los principales contaminantes asociados a estas fuentes son los compuestos nitrogenados, compuestos fosfatados y los patógenos. De estos, el mejor indicador de contaminación en acuíferos, dada su persistencia y movilidad, son los nitratos.

Del análisis de los nitratos se concluye que existe cierta correlación entre los mapas de vulnerabilidad y de nitratos, pero los mapas de vulnerabilidad no son capaces de replicar la realidad. Al realizar un análisis del área de estudio mediante el método de los polígonos de Thiessen, se concluye que el mapa de vulnerabilidad presenta diferencias con lo mostrado en el mapa de nitratos en un 50% del área de la comuna. Esto significa que la mitad de área comunal presenta una cantidad de nitratos moderada o alta, niveles que no se encuentran presentes en los mapas de vulnerabilidad. Esto podría ser muy relevante en las futuras medidas contra la contaminación o de zonificación que el municipio ejecute. Finalmente, en forma general, se concluye que la comuna presenta una vulnerabilidad baja según el método BGR, pero el riesgo finalmente es moderado debido a las cargas contaminantes considerables del sector. **MORLANS LÓPEZ** Andrea, (2010).

2.2. Marco teórico

2.2.1 Vigilancia de las Agua freáticas o subterráneas

a) El agua

El agua (del latín aqua) es una sustancia cuya molécula está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H₂O). Es esencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de vida. El término agua generalmente se refiere a la sustancia en su estado líquido, aunque la misma puede hallarse en su forma sólida llamada hielo, y en su forma gaseosa denominada vapor.

El agua cubre el 71 % de la superficie de la corteza terrestre. Se localiza principalmente en los océanos, donde se concentra el 96,5 % del agua total, a los glaciares y casquetes polares les corresponde el 1,74 %, los depósitos subterráneos (acuíferos), los permafrost y los glaciares continentales son el 1,72 % y el restante 0,04 % se reparte en orden decreciente entre lagos, humedad del suelo, atmósfera, embalses, ríos y seres vivos.

Desde el punto de vista de la física, el agua circula constantemente en un ciclo de evaporación o transpiración (evapotranspiración), precipitación y desplazamiento hacia el mar. Los vientos transportan tanto vapor de agua como el que se vierte en los mares mediante su curso sobre la tierra, en una cantidad aproximada de 45 000 km³ al año. En tierra firme, la evaporación y transpiración contribuyen con 74 000 km³ anuales a causar precipitaciones de 119 000 km³ cada año.

Propiedades del agua

Propiedades físicas:

- ✓ Es un cuerpo líquido, incoloro, inodoro e insípido.
- ✓ En grandes cantidades toma una coloración azul-verdosa.
- ✓ Su densidad es igual a 1 g/cm³ cuando se determina a 40°C y al nivel del mar.
- ✓ Hierve a la temperatura de 100°C al nivel del Mar.
- ✓ Su punto de solidificación es de 0°C (forma el hielo).

- ✓ Tiene gran poder disolvente por lo que se les llama "disolvente universal".

Propiedades Químicas:

- ✓ Se combina con metales y ametales dando oxido.
- ✓ Se combina con óxidos metálicos y da bases.
- ✓ Se combina con óxidos no metálicos y de ácidos oxácidos.
- ✓ Se descompone por electrolisis de hidrógeno y oxígeno.
- ✓ Para descomponerse por otro procedimiento necesita temperatura. superiores a 27°C.

El ciclo del agua

El agua entra en la atmósfera cuando el calor del sol la evapora, especialmente de los océanos. El aire caliente con vapor de agua disuelto asciende y se enfría a causa de la menor densidad de la atmósfera. Al enfriarse, se condensa y origina gotitas de agua tan livianas que permanecen suspendidas en el aire. Estas gotitas se agrupan formando nubes. Las nubes son transportadas por los vientos, a veces a grandes distancias.

Las precipitaciones, que pueden ser en forma de lluvia, nieve o granizo, se producen cuando las gotas de agua se unen, haciéndose cada vez más grandes y pesadas. Esto sucede cuando las nubes se topan con vientos más fríos o cuando ascienden y se enfrían al encontrarse con la ladera de una montaña.

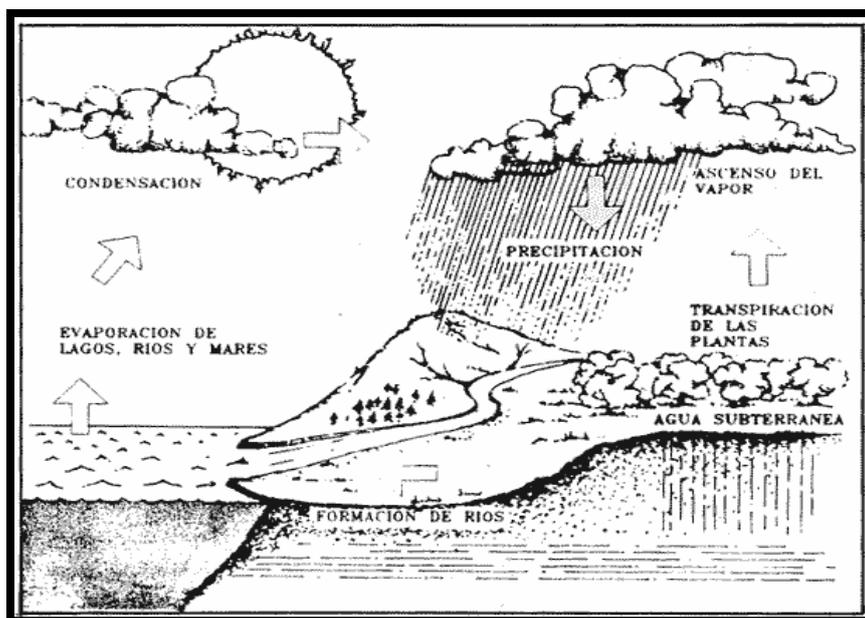
Resumiendo, las precipitaciones se originan por la interacción de dos características del aire: Su densidad y temperatura disminuyen cuando aumenta la altitud.

El aire caliente puede contener más humedad que el aire frío. En consecuencia, cuando el aire que transporta las nubes se enfría (por encontrarse con un viento más frío o por ascender siguiendo la pendiente de la montaña) tiene menos capacidad de retener humedad y la descarga en forma de

lluvia, nieve o granizo. Por dicha razón, llueve más en las laderas que se oponen a los vientos húmedos. En la cordillera de los Andes, los vientos cargados de agua vienen del Océano Pacífico y la descargan en las laderas occidentales.

En la zona ecuatorial, también traen las lluvias algunos vientos que acumulan la humedad que produce la transpiración de las plantas de la selva amazónica. En este caso, la ladera que recoja las precipitaciones será aquella frontal a la dirección del viento. Una vez que atraviesa la montaña, el viento pierde su humedad. Ya no transporta nubes y las lluvias que ocasiona son escasas o nulas. También es frecuente que llueva cuando las nubes pasan sobre corrientes marinas frías. En este caso, el agua se reincorpora nuevamente a los mares sin ser aprovechada por las plantas y los animales terrestres.

FIGURA Nº 2.1 CICLO DEL AGUA



Fuente: Internet

El agua y los seres vivos

El agua es indispensable para la vida, porque ningún organismo sobrevive sin ella. Es un constituyente esencial de la materia viva y la fuente de hidrógeno para los organismos. También influye en ellos a través de la atmósfera y el clima. Es

el medio en el que se desarrolla la abundante y variada flora y fauna acuática.

Los seres vivos están formados en su mayor parte por agua. En el caso de algunos animales marinos el porcentaje de agua puede superar el 95%. Las semillas secas, que conservan sólo rastros de humedad, no pueden germinar sin absorber grandes cantidades de agua.

El agua interviene en todas las funciones vitales de plantas y animales:

- Las plantas verdes realizan la fotosíntesis a partir de agua y dióxido de carbono. Sus raíces captan los nutrientes cuando están disueltos en agua. La savia, una solución, distribuye la sustancia orgánica en el interior de las plantas.
- En los animales, el agua participa en importantes reacciones bioquímicas que se desarrollan dentro de las células. Además, disuelve y transporta las sustancias necesarias para la alimentación celular y las sustancias tóxicas que el organismo expulsa en forma de sudor y orina.
- Los organismos acuáticos absorben el agua directamente del medio y la excretan en él después de utilizada. Cuando mueren, el agua que contienen vuelve al medio en el proceso de descomposición de la materia. Las plantas terrestres incorporan el agua desde el suelo y la devuelven a la atmósfera con la transpiración y respiración.

Los animales terrestres la obtienen a través de distintas fuentes:

- ✓ Absorbiéndola a través de la superficie corporal (ranas).
- ✓ Alimentándose de sustancias que contienen agua o bebiéndola directamente (aves, mamíferos).
- ✓ A partir de la descomposición de las grasas que almacenan (algunos animales adaptados al desierto).

- ✓ Reintegran el agua al medio ambiente con la respiración, transpiración y con la orina y excrementos. Después de la muerte y descomposición de vegetales y animales, el agua se reincorpora a su ciclo ambiental, a través de la atmósfera y del suelo.
- ✓ Este ciclo del agua a través de la vida influye en la humedad atmosférica. Por ejemplo, las selvas tropicales mantienen alta la humedad atmosférica y, en consecuencia, originan lluvias.

El agua y la Actividad Humana

El agua dulce es imprescindible para la vida, pero la cantidad disponible es escasa y su distribución desigual. Además, varía a lo largo del año y está sujeta a cambios provocados por la actividad humana.

Los usos más importantes están relacionados con la agricultura y el consumo industrial y doméstico. Su demanda se ha incrementado notablemente con el crecimiento de la población.

En las últimas décadas, se han multiplicado las áreas agrícolas dependientes del riego para la producción de alimentos. Las industrias y actividades mineras la emplean para el lavado, enfriamiento, dilución, remojo, procesamiento, eliminación de productos de desecho, etc.

Es posible utilizar las caídas de agua para producir electricidad y para mover molinos. Los ríos son un importante medio de transporte y comunicación.

Contaminación del agua

La contaminación se produce cuando el agua contiene demasiada materia orgánica, o sustancias tóxicas no orgánicas.

La materia orgánica presente en el agua es destruida por organismos descomponedores (bacterias), que necesitan oxígeno para actuar. Cuando el agua de lagos y ríos está sobrecargada de desechos orgánicos, escasea el oxígeno y las plantas y animales pueden morir.

Otro peligro es el aumento de los fosfatos y nitratos que se liberan durante la descomposición de los desechos orgánicos. Estas sustancias son nutrientes para los vegetales y favorecen la proliferación de plantas en la superficie, como algas o jacintos de agua. Esta masa densa obstaculiza el paso de la luz solar y el intercambio de gases con la atmósfera, pudiendo destruir otras formas de vida vegetal y animal existentes. Además, las plantas realizan la fotosíntesis y respiran durante el día. Por la noche respiran solamente, consumiendo el oxígeno disuelto en el agua. De esta manera, las grandes masas de algas compiten con los peces por el oxígeno existente.

Los desechos orgánicos de origen animal pueden contener parásitos, bacterias y virus que transmiten enfermedades. Entre éstas podemos mencionar el cólera, diarreas, tifus, hepatitis, parásitos intestinales, todas de consecuencias graves para la salud.

Como medio de prevenir el contagio, cuando no estamos seguros de la calidad del agua es conveniente hervir durante diez minutos la que consumimos para la alimentación humana.

La contaminación no orgánica se produce cuando el agua lleva disueltas sustancias tóxicas, producidas por las industrias, minas y el uso de pesticidas en la agricultura. Estas sustancias son liberadas sin purificar en los ríos y lagos, causando daño a los seres vivos que los habitan y también a las personas que se alimentan de los peces extraídos de ellos.

La contaminación no orgánica tiene graves consecuencias para la agricultura y la ganadería de la zona: el agua no puede utilizarse para el riego de los cultivos ni para dar de beber a los animales.

Causas de la contaminación del agua:

La actividad doméstica. Las aguas servidas o residuales son las aguas que arrastran los desechos domésticos del sector urbano. Estas aguas contienen residuos fecales, detergentes, grandes cantidades de microorganismos como protozoarios, bacterias, virus, etc. que producen enfermedades como la disentería, la gripe, tifoideos, etc. Las poblaciones eliminan sus aguas servidas a los ríos sin ningún tratamiento previo, aun cuando, aguas abajo, otros poblados utilicen dichas aguas para su uso doméstico o para el riego de cultivos alimenticios.

La actividad industrial. Los desagües industriales son las aguas portadoras de los residuos de las industrias (alimenticias, pesqueras, textiles, de cueros, papeleras, etc.) Contienen el mayor número y variedad de agentes contaminantes. La espuma de detergentes que es arrojada a los ríos, es capaz de destruir las comunidades acuáticas; los hidrocarburos y ciertos metales como el plomo, cadmio, selenio, mercurio, son venenos importantes. Los residuos mineros son la principal fuente de contaminación del agua dulce en nuestro país, por su carácter tóxico.

Estos residuos conformados por elementos metálicos como el plomo, cobre, zinc, hierro y otros destruyen la flora y fauna de los lugares a donde llega el agua contaminada. Entre los casos más graves están los ríos Mantaro, Rímac, Moche, Pisco, Santa, etc.

La agricultura moderna. Utiliza abonos, insecticidas y pesticidas que pasan a las aguas en el momento de regar los

campos de cultivo. Los productos agrícolas comprenden los residuos de animales y los compuestos químicos empleados como plaguicidas y fertilizantes que destruyen la fauna y flora acuáticas.

La radioactividad, de diferentes aparatos usados por el hombre como: los submarinos, las explosiones con armas nucleares, etc.

Las industrias pesqueras, descargan al mar residuos como el agua de cola, sanguaza, mezclados con escamas que tienen contaminante orgánico.

El petróleo, que eliminan accidentalmente las embarcaciones, forma la llamada “marea negra” que dificulta la oxigenación de las aguas e impide que las especies productoras efectúen la fotosíntesis. (Ciencias naturales, s.f)

b) Aguas freáticas o subterráneas

Antiguamente se creía que las aguas subterráneas procedían del mar y habían perdido su salinidad al filtrarse entre las rocas. Hoy se sabe que es agua procedente de la lluvia.

El agua freática es el agua subterránea más cercana a la superficie, de gran importancia para el desarrollo. Representa una fracción importante de la masa de agua presente en los continentes, y se aloja en los acuíferos bajo la superficie de la Tierra. El volumen del agua subterránea o freática es mucho más importante que la masa de agua retenida en lagos o Curso de agua circulante, y aunque menor al de los mayores glaciares, las masas más extensas pueden alcanzar millones de kilómetro cuadrados. El agua del subsuelo es un recurso importante y de este se abastece a una tercera parte de la población mundial, Programa de las Naciones Unidas para el

medio Ambiente pero de difícil gestión, por su sensibilidad a la contaminación y a la sobreexplotación.

El agua freática es parte de la precipitación que se filtra a través del suelo hasta llegar al material rocoso que está saturado de agua, se mueve lentamente hacia los niveles bajos, generalmente en ángulos inclinados (debido a la gravedad) y eventualmente llegan a los arroyos, los lagos y los océanos. (Aguas Freáticas, s.f)

Las aguas subterráneas se acumulan en la capa freática que se encuentra a una profundidad relativamente pequeña bajo el nivel del suelo. Concretamente es un acuífero, con la diferencia de que los acuíferos pueden estar también a mayores profundidades de ellas se alimentan los pozos y las fuentes de agua, potable o no.

Las aguas Freáticas, son entonces las aguas que encontramos cuando el suelo está saturado, y están por debajo de este nivel freático. Este nivel freático es muy variable, y encontramos que en el verano, cuando el calor se hace más intenso, el nivel freático baja, por el proceso de evaporación que genera el calor en el verano.

Un acuífero es aquel estrato o formación geológica permeable que permite la circulación y el almacenamiento del agua subterránea por sus poros o grietas. Dentro de estas formaciones podemos encontrarnos con materiales muy variados.

Como gravas de río, limo, calizas muy agrietadas, areniscas porosas poco cementadas, arenas de playa, algunas formaciones volcánicas, depósitos de dunas e incluso ciertos tipos de arcilla.

La capa freática suele estar limitada por dos superficies. La inferior suele ser un estrato de terreno impermeable a una

profundidad más o menos grande. Por encima hay una zona saturada, la capa freática en sí, cuyo límite superior puede ser un estrato impermeable o no. Este límite es el que se llama nivel freático. Si el terreno que está por encima de ese nivel es permeable, se tratará, normalmente de una zona insaturada.

1) Estructura

Un acuífero es un terreno rocoso permeable dispuesto bajo la superficie, en donde se acumula y por donde circula el agua subterránea.

Una zona de saturación, que es la situada encima de la capa impermeable, donde el agua rellena completamente los poros de las rocas. El límite superior de esta zona, que lo separa de la zona vadosa o de aireación, es el nivel freático y varía según las circunstancias: descendiendo en épocas secas, cuando el acuífero no se recarga o lo hace a un ritmo más lento que su descarga; y ascendiendo, en épocas húmedas.

Una zona de aireación o vadosa, es el espacio comprendido entre el nivel freático y la superficie, donde no todos los poros están llenos de agua.

2) Factores que condicionan la infiltración

El clima ya que cuanto mayor sea la precipitación, mayor será la cantidad de agua que se pueda infiltrar. La pendiente, porque si la inclinación del terreno es pronunciada, el agua discurre rápidamente, sin tiempo a infiltrarse. La vegetación, que dificulta el movimiento del agua y favorece, por ello, la infiltración.

3) Importancia y distribución de las aguas subterráneas

El agua es el recurso natural esencial para la vida en nuestro planeta y para la supervivencia de casi todas las especies que habitan en él, incluido el ser humano. Por eso, este elemento es un bien para cualquier país y para su economía, así como para la población. Sin embargo, el

problema fundamental está en que el ser humano sólo puede beber agua dulce y éste es un recurso menos abundante.

Las reservas de agua dulce, sobre todo las más importantes y las que mayor cantidad de líquido posee, son aguas subterráneas, que se almacenan en grandes depósitos naturales a través de la filtración de los suelos y rocas hacia estos espacios o que también corre a través de diferentes espacios interconectados.

Se conocen vastas extensiones de agua subterránea en muchos países, que los guardan celosamente y protegen de cualquier tipo de problema que pueda afectarles. Esto es esencial tenerlo en cuenta ya que cualquier alteración de las aguas, ya sea por contaminación, manipulación del ser humano o, sencillamente, porque en el terreno ocurre algún tipo de actividad natural que lo modifique, puede hacer que todo este volumen de líquido finalmente nos sirva para consumo humano.

Por eso es muy importante que el ser humano sea consciente de que los recursos esenciales para su propia existencia son limitados y que la única manera de tenerlos, aumentarlos y utilizarlos, es mantenerlos como están y, sobre todo, protegerlos de cualquier problema que pueda contaminarlos e inutilizarlos como fuente vital de vida.

En los últimos años se han podido presenciar ciertas evidencias del cambio climático y de sus impactos en los recursos hídricos. Estos impactos modifican la tasa de escorrentía superficial y la recarga de los acuíferos.

Las aguas subterráneas son una fuente crítica de agua potable para casi la mitad de la población mundial, además de suplir necesidades de irrigación en la agricultura. Por otro lado, éstas son también importantes para el sostenimiento

de corrientes, lagos, humedales y otros ecosistemas asociados.

Por tal razón las aguas subterráneas se han convertido en un elemento de enorme importancia para la provisión de agua para uso humano en las zonas urbanas y rurales, tanto en países desarrollados como en desarrollo. Innumerables ciudades obtienen su suministro para uso doméstico e industrial de acuíferos a través de pozos municipales y privados. Casi el 60 por ciento de las ciudades europeas de más de cien mil habitantes consume agua procedente de acuíferos sobreexplotados.

Las aguas subterráneas constituyen un recurso fácilmente accesible y vital para 2 billones de personas en todo el mundo.

De él depende el suministro de grandes zonas urbanas y zonas rurales, actividades industriales y más de la tercera parte del riego. Aunque se han utilizado desde muy antiguo, su aprovechamiento ha tenido un aumento importante en las últimas décadas y ha sido un factor clave para el desarrollo en algunos países. Las aguas subterráneas forman parte del ciclo hidrológico y están relacionadas con los otros componentes, en particular con las aguas superficiales. Son fáciles de explotar y en general su coste es mucho más barato que el de las aguas superficiales. La descarga de agua subterránea a los ríos o flujo base, proporciona el caudal que mantiene en periodos secos el flujo de los ríos permanentes.

El gran volumen de agua almacenada en los acuíferos permite hacer frente con facilidad a situaciones de picos de demanda, sequías, o averías al intensificar su aprovechamiento.

En algunos casos de explotación intensa se han producido descensos importantes de los niveles de agua, disminución de caudales de ríos y manantiales, secado de humedales, intrusión marina o subsidencia del terreno. Por su interrelación las aguas superficiales y las subterráneas se afectan mutuamente y se deben analizar como un recurso único, potencial que aún está lejos de utilizarse. Además de utilizar sus recursos, los acuíferos pueden utilizarse como grandes embalses subterráneos para almacenar agua superficial o de otra procedencia. La utilización conjunta de aguas superficiales y subterráneas puede hacerse utilizando la recarga artificial o con el uso conjunto alternante. En este último se usa más agua superficial en periodos húmedos y más agua subterránea en los secos.

Así sin aumentar el almacenamiento superficial estos esquemas aprovechan más agua superficial a través del volumen proporcionado por las oscilaciones de nivel en los acuíferos.

Los análisis preliminares realizados en California indican que es posible amortiguar los efectos del cambio climático a un coste razonable, debido a la gran interconexión existente en el sistema, haciendo una utilización aún más intensa del almacenamiento subterráneo, mejorando la operación del sistema, la eficiencia de riegos y usos urbanos y haciendo uso de los mercados de agua.

A pesar de las posibilidades que permiten las aguas subterráneas y existir tecnología para analizarlas, las aguas subterráneas no se consideran adecuadamente en las administraciones hidráulicas de muchos países como el nuestro. Además muchos no tienen suficientes hidrogeólogos, y tienen carencias serias en la protección contra la contaminación.

Las aguas subterráneas se pueden valorar, aprovechar y controlar como cualquier recurso natural y su conocimiento no presenta dificultades superiores a las de las superficiales, aunque son distintos los principios y las técnicas, y existen modelos de flujo subterráneo y transporte de contaminantes de libre disponibilidad que se utilizan rutinariamente para analizar el comportamiento de los acuíferos y sus relaciones con otros componentes del ciclo hidrológico, ríos, lagos, atmósfera y zona no saturada. El progreso en el conocimiento científico también ha sido importante en estos últimos decenios. El número de artículos sobre temas de hidrología subterránea, contaminación de aguas subterráneas y gestión de acuíferos en las revistas de mayor prestigio científico y técnico es análogo en los últimos decenios a las de aguas superficiales y otras disciplinas hidrológicas. **SAHUQUILLO HERRÁIZ** Andrés , (2009).

Debido a esas observaciones, muchas personas creen que el agua subterránea aparece sólo debajo de la tierra. En realidad, la mayor parte del ambiente subsuperficial no es en absoluto. Consta de incontables poros diminutos entre los granos de suelo y de sedimento, así como de estrechas diaclasas y fracturas practicadas en el lecho de roca.

En conjunto, todos estos espacios constituyen un volumen inmenso. Es en estas pequeñas aperturas donde se reúne y se mueve el agua subterránea.

Considerando la hidrosfera entera, o toda el agua de la Tierra, sólo alrededor de las seis décimas partes del uno por ciento aparece bajo tierra, No obstante, este pequeño porcentaje, almacenado en la roca y los sedimentos situados debajo de la superficie terrestre. Constituye una enorme cantidad. Cuando se excluyen los océanos y se consideran sólo las fuentes de agua dulce, se pone más de manifiesto la importancia de las aguas subterráneas.

Desde un punto de vista geológico, el agua subterránea es importante como agente erosivo. La acción disolvente del agua subterránea va minando lentamente las rocas solubles como la caliza, permitiendo la formación de depresiones superficiales denominadas dolinas, así como la creación de cavernas subterráneas. El agua subterránea es también un compensador del flujo de escorrentía. Gran parte del agua que fluye en los ríos no procede directamente de la lluvia y de la fusión de la nieve. Más bien, un gran porcentaje de la precipitación se infiltra y luego se desplaza lentamente bajo tierra hasta las corrientes encauzadas.

El agua subterránea es, pues, una forma de almacenamiento que mantiene las corrientes fluviales durante los períodos de ausencia de precipitaciones.

4) La relación entre aguas superficiales y subterráneas

Los recursos de agua dulce del planeta constituyen solo una pequeña porción del ciclo hidrológico y están alimentados por la precipitación en forma de lluvia y nieve. Parte de esta agua fluye por la superficie del terreno y se recoge en canales y cauces de distinto tamaño y orden hasta circular por los cauces permanentes. Es lo que se denomina escorrentía superficial. Una fracción de la lluvia se infiltra en el terreno de la que una parte normalmente muy importante se evapora o es transpirada por las plantas y vuelve a la atmósfera como evaporación y transpiración. La que escapa a lo que se denomina evapotranspiración llega a recargar los acuíferos. El agua recargada a los acuíferos descarga a su vez en los ríos, lagos, manantiales o zonas húmedas, aunque en zonas costeras puede desaguar en todo o en parte directamente al mar. La descarga de agua subterránea a los ríos o flujo base, proporciona el caudal que mantiene en periodos secos un flujo permanente en nuestros ríos. En zonas áridas o semiáridas no solo es menor la escorrentía superficial, también la recarga de los acuíferos es mucho más reducida que en las zonas húmedas o templadas y los

niveles de agua en los acuíferos son más bajos que en los de zonas húmedas. Por eso la densidad de cauces con caudal permanente es mucho menor. Los tramos en los que los niveles freáticos de los acuíferos están por debajo del cauce son perdedores en vez de ganadores y esto se acentúa más en las regiones más secas, cuando la topografía es más acusada y los terrenos tienen mayor permeabilidad. Muchos ríos tienen a la vez tramos ganadores y tramos perdedores.

Además, como los niveles de agua en el acuífero cambian estacionalmente con la recarga y la descarga, el intercambio de flujo entre río y acuífero y la situación de los tramos de río ganadores o perdedores puede cambiar. Incluso los acuíferos en cuencas de ríos efímeros que están habitualmente secos, excepto después de tormentas fuertes, y con el nivel freático muy por debajo del cauce pueden tener algún tramo conectado por el que desaguan.

c) Tipos de acuíferos:

➤ **Según su comportamiento hidrodinámico:**

Acuíferos: Buenos almacenes y transmisores de agua subterránea (cantidad y velocidad) (p.ej.- arenas porosas y calizas fisurales).

Acuitardos: Buenos almacenes pero malos transmisores de agua subterránea (cantidad pero lentos) (p.ej.- limos).

Acuícludos: Pueden ser buenos almacenes, pero nulos transmisores (p.ej.- las arcillas).

Acuífugos: Son nulos tanto como almacenes como transmisores. (p.ej.- granitos o cuarcitas no fisuradas).

➤ **Según su comportamiento hidráulico**

Acuífero subestimado o libre

Es aquel acuífero que se encuentra en directo contacto con la zona subsaturada del suelo. En este acuífero la presión de agua en la zona superior es igual a la presión atmosférica, aumentando en profundidad a medida que aumenta el espesor saturado.

Acuífero cautivo o confinado

Son aquellas formaciones en las que el agua subterránea se encuentra encerrada entre dos capas impermeables y es sometida a una presión distinta a la atmosférica (superior). Sólo recibe el agua de lluvia por una zona en la que existen materiales permeables, recarga alóctona donde el área de recarga se encuentra alejada del punto de medición, y puede ser directa o indirecta dependiendo de si es agua de lluvia que entra en contacto directo con un afloramiento del agua subterránea, o las precipitaciones deben atravesar las diferentes capas de suelo antes de ser integrada al agua subterránea. A las zonas de recarga se les puede llamar zonas de alimentación.

Debido a las capas impermeables que encierran al acuífero, nunca se evidenciarán recargas autóctonas (situación en la que el agua proviene de un área de recarga situada sobre el acuífero), caso típico de los acuíferos semiconfinados y los no confinados o libres (freáticos).

Acuífero semi-confinado

Un acuífero se dice semi-confinado cuando el estrato de suelo que lo cubre tiene una permeabilidad significativamente menor a la del acuífero mismo, pero no llegando a ser impermeable, es decir que a través de este estrato la descarga y recarga puede todavía ocurrir.

Acuíferos costeros

Los acuíferos costeros pueden ser libres, confinados o semiconfinados. Lo que la diferencia es la presencia de fluidos con dos densidades diferentes: agua dulce, con una densidad menor, con relación al agua salada del mar o del océano. Esta diferencia de densidad hace que, en la zona de la costa, el agua dulce se encuentra sobrepuesta al agua salada. El agua salada se introduce en el continente en forma de una cuña salina que se va profundizando a medida que se introduce en el continente.

La cuenca de los acuíferos costeros, al igual que la cuenca de acuíferos de zonas continentales interiores, se alimenta a través de precipitaciones, o a través del flujo subsuperficial y/o subterráneos de otras cuencas, mientras que las salidas se dan a través de la evapotranspiración, evaporación y por la salida subsuperficial, con la particularidad de que estas últimas se dan hacia el mar.

d) Minería artesanal

La minería artesanal y de pequeña escala (MAPE) se refiere a las actividades informales llevadas a cabo utilizando poca tecnología y maquinaria. Se estima que más de 100 millones de personas realizan estas actividades, especialmente en países en vías de desarrollo. En algunas zonas se generan conflictos debido a que la MAPE se practica en las proximidades de las minas de gran escala.

El término minería artesanal y de pequeña escala (MAPE) se refiere, en términos generales, a la minería practicada por individuos, grupos o comunidades, usualmente de manera informal (ilegal) y en países en vías de desarrollo. La situación legal, características específicas y definiciones locales de las MAPE varían país a país, por lo que no existe una única definición de la MAPE.

Debido a la falta de una definición estándar de la MAPE es difícil estimar su magnitud y la cantidad de personas que

trabaja en este sector, ya sea de manera permanente o estacional. Tampoco existen estadísticas oficiales al respecto. En 1999 un estudio reportó 13 millones de personas trabajando directamente en la MAPE y entre 80 y 100 millones de personas cuyos medios de subsistencia se encontraban vinculados a esta actividad. Debido al aumento del precio del oro y de otros minerales actualmente habría al menos 25 millones de mineros artesanales y entre 150 y 170 millones de personas cuyos medios de subsistencia se encuentran relacionados a la MAPE.

Las razones que motivan a las personas a practicar la MAPE son diversas. Mientras algunas personas se ven atraídas por esta industria, otras son excluidas de las actividades que venían realizando. Por ejemplo, en África el aumento de la MAPE se encuentra relacionado a la menor viabilidad de la agricultura, siendo la MAPE una fuente complementaria de ingresos. Otros factores incluyen la pobreza, crisis económicas, desastres naturales y conflictos. Entre los factores 'de atracción' que motivan a las personas a entrar en este sector se encuentra la posibilidad de ganar bastante dinero.

1) Aspectos centrales de la minería artesanal y de pequeña escala (MAPE)

Ante la ausencia de una definición universalmente aceptada, la minería artesanal y de pequeña escala (MAPE) es usualmente caracterizada por los siguientes aspectos:

- ✓ El uso mínimo de maquinaria y tecnología. La MAPE utiliza técnicas simples que requieren de un mayor esfuerzo físico de las personas.
- ✓ La explotación de recursos naturales sin contar con los títulos de minería correspondientes (concesiones, reclamos) ni un contrato válido con el titular de la concesión.

- ✓ La baja productividad debido al uso de técnicas ineficientes y a que usualmente se realiza en pequeñas parcelas y en terrenos de superficie o creados por aluvión de materiales. Con el objeto de aumentar sus hallazgos, la MAPE usualmente repite sus procesos de explotación sobre las mismas áreas.
- ✓ La falta de medidas de seguridad, de atención de salud y de protección del ambiente.
- ✓ La práctica estacional (por ejemplo en momentos de poca actividad agrícola) o temporal (en respuesta al aumento del precio de los minerales).
- ✓ La inseguridad económica.

2) Oportunidades de la MAPE

La MAPE puede contribuir al desarrollo de los países al brindar empleo, aumentar el poder adquisitivo de las personas, estimular el crecimiento económico y reducir la migración a las ciudades. Sin embargo, este sector también puede crear retos sociales, ambientales y financieros que limiten el desarrollo.

3) Riesgos sociales y ambientales relacionados a la MAPE

La minería artesanal puede afectar negativamente a las comunidades y no brindarles ningún beneficio, ni durante ni después de las operaciones. La MAPE puede propiciar un flujo de trabajadores y crear conflictos con otros mineros, con las comunidades y con poblaciones indígenas. Usualmente la MAPE no cuenta con adecuadas condiciones de sanidad y de atención de salud, por lo que generalmente su presencia aumenta las enfermedades transmisibles, el alcoholismo y el consumo de drogas. Además, los niños también son involucrados en las actividades de la MAPE, lo que genera mayores problemas de salud, tanto físicos como psicológicos.

La falta de formalidad (ilegalidad) de la MAPE también afecta la seguridad de los trabajadores. Los peligros en los

lugares de trabajo incluyen la falta de capacitación, el uso indebido de químicos, el uso de equipos obsoletos, la falta de equipo de seguridad, la poca ventilación de los lugares de procesamiento, entre otros. La MAPE puede ser bastante peligrosa. Sólo en las minas chinas de carbón mueren 6,000 trabajadores al año.

Las comunidades que realizan MAPE pueden también verse afectadas por la degradación del ambiente. La MAPE puede contaminar los ríos por el uso del mercurio, la construcción de represas, la acumulación de sedimentos, las malas condiciones sanitarias y los desechos arrojados en los ríos. El cierre inadecuado de minas y la falta de reclamación puede además resultar en drenaje ácido de roca.

El monitoreo y cumplimiento de las regulaciones ambientales es obstaculizado por la informalidad, la ubicación remota donde operan las MAPE y la falta de recursos de la administración pública.

La MAPE presenta también retos para los gobiernos. Los mineros involucrados en la MAPE comercian oro y minerales de manera informal y no pagan impuestos ni regalías, lo que limita la capacidad de los gobiernos de brindar servicios y hacer efectivo el cumplimiento de las leyes.

La MAPE limita a la minería formal (legal) y puede también financiar actos de corrupción y grupos guerrilleros.

a) El recorrido del medio ambiente en minería

Con el paso del tiempo, la forma de explotar los recursos minerales ha ido evolucionando y acomodándose a la demanda social de respeto al medio ambiente. En un principio, únicamente se pretendía el aprovechamiento de las rocas y minerales sin apenas control sobre sus efectos ambientales negativos. Durante

la explotación, no se tenía en cuenta si se contaminaban las aguas o el aire, y una vez finalizada la explotación se abandonaban los terrenos convertidos en espacios degradados. No obstante, la preocupación cada vez mayor de la sociedad por el medio ambiente ha propiciado un cambio de mentalidad y la incorporación a las explotaciones mineras de medidas de cuidado ambiental. Un ejemplo de ello es la gestión que se realiza del agua. Antes, las aguas utilizadas en el proceso de extracción o de tratamiento de los minerales se vertían directamente a los ríos, muchas veces contaminadas por diversas sustancias. Ahora, las aguas se reciclan para reducir el consumo y se depuran antes de devolverlas a los cauces. Asimismo, la forma de considerar los aspectos ambientales en las explotaciones mineras también ha evolucionado. Se ha pasado de un tratamiento "curativo" de los impactos ambientales, es decir, de reparar el daño ocasionado, a un tratamiento "preventivo" que intenta evitar que los impactos se produzcan.

La minería está regulada por una legislación específica muy exhaustiva, que también se ha ido adaptando a los cambios sociales y a las nuevas estrategias políticas. Esta legislación en su momento fue pionera en cuanto a la consideración del medio ambiente, y continúa actualizándose y modernizándose.

Las leyes y normas que regulan el sector minero obligan no sólo a restaurar los terrenos explotados, sino también a determinar los posibles efectos ambientales negativos del proyecto minero antes de iniciar la explotación, y a establecer las medidas preventivas necesarios para que dichos impactos no se produzcan, o afecten en menor medida al entorno.

b) Los efectos ambientales de la minería

La explotación de los recursos minerales, que por otra parte son imprescindibles, produce una serie de efectos negativos sobre el medio. Esto se debe, fundamentalmente, a que es necesario realizar grandes movimientos de tierra para alcanzar las rocas y minerales, lo que provoca profundos cambios en las formas del terreno, con el consiguiente deterioro del paisaje, además de otras alteraciones sobre el suelo, la vegetación, el agua, etc. Sin olvidar a las propias personas que habitan en las cercanías de las explotaciones mineras que pueden sufrir molestias por ruido, tráfico de camiones, etc., y ver disminuida su calidad de vida. Aunque los beneficios sociales son importantes, ya que las explotaciones mineras crean puestos de trabajo y activan otros sectores, como la construcción, los servicios, el comercio, etc. Los efectos ambientales de la actividad minera dependen de las características del lugar donde se localiza la explotación, del tipo de mineral o roca a extraer y del método de explotación y tratamiento empleado. También cada fase de la explotación genera diferentes impactos ambientales.

Cuando se realizan trabajos de exploración para conocer la calidad y las reservas del yacimiento minero, la construcción de pistas hasta el área a investigar y los sondeos y calicatas pueden provocar la eliminación puntual de la vegetación y el suelo de la zona.

En la fase denominada de instalaciones o infraestructuras, las principales fuentes de impacto provienen de la preparación del terreno donde irán situadas las instalaciones (accesos y caminos, planta de tratamiento, oficinas, báscula de pesaje, balsas de decantación, etc.). Esta preparación consiste en retirar la vegetación y las tierras de cobertera, que no tienen interés minero, lo que

provoca un efecto directo sobre las formaciones vegetales y el suelo productivo.

Durante la fase de actividad de la explotación, las principales fuentes de impacto provienen del trabajo de los equipos y la maquinaria empleados para la extracción de las rocas y minerales, el proceso de tratamiento y algunas operaciones específicas. Este conjunto de acciones da lugar a una serie de efectos ambientales, de mayor o menor intensidad según sean las características de partida del entorno y las de la explotación:

- ✓ Pérdida de vegetación y/o cultivos.
- ✓ Alteración del suelo.
- ✓ Contaminación atmosférica por polvo.
- ✓ Ruido.
- ✓ Eliminación y/o alteración de hábitats faunísticos.
- ✓ Generación de residuos y vertidos.
- ✓ Contaminación de aguas superficiales y subterráneas.

c) Factores físicos, químicos y biológicos de las aguas subterráneas.

Temperatura. La radiación solar determina la calidad y cantidad de luz y además afecta la temperatura del agua. En las zonas templadas la temperatura varía ampliamente por el cambio de estaciones, en las zonas tropicales se mantiene más o menos constante, se conserva siempre fría en las altas montañas y cálida al nivel del mar.

Es decir que los organismos sometidos a cambios estacionales soportan más los cambios de temperatura y sus ciclos de vida están acoplados a estos cambios. Las descargas de aguas a altas temperaturas pueden causar daños a la fauna y flora de las aguas receptoras al intervenir con la reproducción de especies, incrementar el crecimiento de bacterias y otros organismos no autóctonos.

La solubilidad del oxígeno en el agua está afectada por la temperatura. Así, a mayor temperatura menor solubilidad y viceversa. Un cuerpo de agua puede aumentar la solubilidad en cerca de un 40% al bajar la temperatura de 25°C a 0°C; esto se debe a que el agua, las moléculas se unen más, reteniendo por tanto, mayor cantidad de oxígeno. Un cuerpo de agua posee 14.6mg/L de oxígeno a 0°C puede bajar su concentración a 6.4mg/L a 40°C.

Coliformes Totales y Fecales. El análisis bacteriológico es vital en la prevención de epidemias como resultado de la contaminación de agua, el ensayo se basa en que todas las aguas contaminadas por aguas residuales son potencialmente peligrosas, por tanto, en control sanitario se realiza para determinar la presencia de contaminación fecal.

La determinación de la presencia del grupo coliforme se constituye en un indicio de polución así como la eficiencia y la purificación y potabilidad del agua.

pH. Este parámetro es definido como el logaritmo del inverso de la concentración de hidrogeniones (H⁺). El intervalo de la concentración adecuado para la proliferación y desarrollo de la vida acuática es bastante estrecha y crítico, la mayoría de animales acuáticos prefieren un rango de 6.5 a 8.0, fuera de este rango se reduce a la diversidad por estrés fisiológico y la reproducción.

Conductividad Eléctrica. Es una medida de la propiedad que poseen las soluciones acuosas para conducir la corriente eléctrica. Esta propiedad depende de la presencia de iones, su concentración, movilidad, valencia y la temperatura de medición. La variación de la conductividad proporciona información acerca de la

productividad primaria y descomposición de la materia orgánica, e igualmente contribuye a la detección de fuentes de contaminación, a la evaluación de la actitud del agua para riego y a la evaluación de la naturaleza geoquímica del terreno.

Oxígeno disuelto. El oxígeno disuelto es uno de los indicadores más importantes de la calidad del agua. Los valores normales varían entre los 7.0 y 8.0 mg/L. La fuente principal del oxígeno es el aire, el cual se difunde rápidamente en el agua por la turbulencia en los ríos y por el viento en los lagos. El Oxígeno se considera un compuesto ligeramente soluble en el agua y su presencia en solución está determinada por la solubilidad del gas, la presión, la temperatura y la pureza del agua.

Se conoce además que la concentración del oxígeno disuelto es dependiente de factores como: reoxigenación atmosférica, respiración animal y vegetal, demanda béntica, demanda.

Porcentaje de Saturación de Oxígeno (% SAT O₂). El Porcentaje de Saturación es la cantidad de Oxígeno Disuelto en la muestra de agua comparada con la cantidad máxima que podría estar presente a la misma temperatura. Por ejemplo, se dice que el agua está saturada en un 100% si contiene la cantidad máxima de Oxígeno a esa temperatura. Una muestra de agua que está saturada en un 50% solamente tiene la mitad de la cantidad de Oxígeno que potencialmente podría tener a esa temperatura. A veces, el agua se supersatura con Oxígeno debido a que el agua se mueve rápidamente. Esto generalmente dura un período corto de tiempo, pero puede ser dañino para los peces y otros organismos acuáticos.

Los valores del Porcentaje de Saturación del OD de 80 a 120% se consideran excelentes y los valores menores al 60% o superiores a 125% se consideran malos.

El Porcentaje de Saturación del Oxígeno Disuelto depende de la temperatura del agua y la elevación del sitio donde se toma la muestra de agua (Sistema Básico de Información Municipal-SisBIM)

Turbidez. Es una expresión de la propiedad óptica que origina que la luz se disperse y absorba en vez de transmitirse en línea recta a través de la muestra. Es producida por materiales en suspensión como arcilla, limo, materia orgánica e inorgánica, organismos planctónicos y demás microorganismos. Incide directamente en la productividad y el flujo de energía dentro del ecosistema, La turbiedad define el grado de opacidad producido en el agua por la materia particulada en suspensión.

Debido a que los materiales que provocan la turbiedad son los responsables del color, la concentración de las sustancias determina la transparencia del agua puesto que limita el paso de luz a través de ella.

Alcalinidad. Es la capacidad de neutralizar ácidos y en una muestra es la suma de todas las bases titulables, la alcalinidad de muchas aguas superficiales es primariamente una función del contenido de hidroxilos, carbonatos, bicarbonatos (calcio, potasio, sodio y magnesio) por tanto se toma como un indicador de la concentración de estos constituyentes.

Este parámetro proporciona la acción buffer o amortiguadora de cambios de pH al agua, conocer por tanto la alcalinidad de un cuerpo de agua es fundamental para determinar su capacidad para mantener los

procesos biológicos y una productividad sostenida y duradera. La alcalinidad es importante además en los procesos de coagulación química ablandamiento y control de la corrosión.

Dureza. La dureza del agua está definida por la cantidad de iones de calcio y magnesio presentes en ella, evaluados como carbonato de calcio y magnesio. Las aguas con bajas durezas se denominan blandas y biológicamente son poco productivas, por lo contrario las aguas con dureza elevada duras son muy productivas, la productividad está generalmente dada por unas pocas especies que se han adaptado a estas condiciones, aguas con durezas intermedias pueden poseer fauna y flora más variada pero son menos productivas en términos de biomasa.

Cloruros. La presencia de cloruros en las aguas naturales se atribuye a la disolución de depósitos minerales de sal gema, contaminación proveniente de diversos efluentes de la actividad industrial, aguas excedentarias de riegos agrícolas y sobretodo de las minas de sales potásicas.

A veces puede presentarse un incremento esporádico del contenido en cloruros como consecuencia de contaminaciones domésticas, en particular procedentes de la orina de hombre y los animales, que contiene por término medio 5g/l de ión Cl.

Nitrógeno, Nitritos y Nitratos. El nitrógeno es un elemento esencial para el crecimiento de algas y causa un aumento en la demanda de oxígeno al ser oxidado por bacterias reduciendo por ende los niveles de este, Las diferentes formas del nitrógeno son importantes en determinar para establecer el tiempo transcurrido desde la polución de un cuerpo de agua. En el tratamiento

biológico de aguas residuales, los datos de nitrógeno amoniacal y orgánico son importantes para determinar si el residuo contiene suficiente nitrógeno para nutrir a los organismos

Fósforo y fosfatos. El fósforo en un cuerpo de agua permite la formación de biomasa, la cual requiere un aumento de la demanda biológica de oxígeno para su oxidación aerobia, además de los procesos de eutrofización y consecuentemente crecimiento de fitoplancton. El fósforo en forma de ortofosfato es nutriente de organismos fotosintetizadores y por tanto un componente limitante para el desarrollo de las comunidades, su determinación es necesaria para en estudios de polución de ríos, así como en procesos químicos de y biológicos de purificación y tratamiento de aguas.

Sólidos suspendidos. Los sólidos suspendidos, tales como limo, arena y virus, son generalmente responsables de impurezas visibles. La materia suspendida consiste en partículas muy pequeñas, que no se pueden quitar por medio de deposición.

Sólidos totales. Se define el contenido de sólidos totales como la materia que se obtiene como residuo después de someter el agua a un proceso de evaporación entre 103-105°C. Los sólidos totales incluyen disueltos y suspendidos, los sólidos disueltos son aquellos que quedan después del secado de una muestra de agua a 103-105°C previa filtración de las partículas mayores a 1.2 µm.

Demanda Biológica de Oxígeno (DBO). La demanda biológica de oxígeno, también denominada demanda bioquímica de oxígeno, (DBO) es un parámetro que mide la cantidad de materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos que contiene una muestra

líquida, y se utiliza para determinar su grado de contaminación. Se expresa en mg O₂/litro.

El método mide la concentración de los contaminantes orgánicos y es aplicable en aguas superficiales continentales (ríos, lagos, acuíferos, etc.), aguas residuales o cualquier agua que pueda contener una cantidad apreciable de materia orgánica.

Demanda Química de Oxígeno (DQO). Se define este parámetro como la cantidad de Oxígeno requerido para oxidar la materia orgánica bajo condiciones específicas de agente oxidante, temperatura y tiempo; permite determinar las condiciones de biodegradabilidad y el contenido de sustancias tóxicas, así como la eficiencia de las unidades de tratamiento. Su determinación permite además calcular las descargas de los efectos de los efluentes domésticos e industriales sobre la calidad de las aguas de los cuerpos receptores.

Efecto de la materia orgánica disuelta. Las aguas naturales no contaminadas poseen por lo general bajas concentraciones de materia orgánica disuelta (menos de 2mg/L). La contaminación por desechos domésticos o industriales puede agotar el oxígeno en el agua, pues la materia orgánica lo requiere para su descomposición.

La DBO (Demanda bioquímica de oxígeno) es una medida de la valoración de la cantidad de materia orgánica que se encuentra en un cuerpo de agua. El exceso de materia orgánica agota el oxígeno en el agua; bajo estas condiciones el agua tiene apariencia de color turbio, grisáceo y olores característicos de huevos podridos (ácido sulfhídrico). Este efecto causa una baja diversidad. Calidad de aguas, (2008).

**CUADRO Nº 2.1 ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL DEL
AGUA.**

D.S. 002-2008-MINAM

Parámetros	Unidad	ECA ⁽¹⁾	ECA ⁽²⁾
FISICOQUIMICOS			
Aceites y Grasas	mg/L	1	1
Cianuro Libre	mg/L	0.005	0.022
Cloruro	mg/L	250	100 – 700
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	3	< = 15
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	10	40
Fluoruros	mg/L	1	1
Nitrato	mg/L	10	10
Nitrito	mg/L	1	0.06
Potencial de Hidrogeno	Unidad de pH	6.5 8.5	6.5 8.5
Sólidos Totales en suspensión	mg/L	1000	-
Sulfato	mg/L	250	300
Sulfuro	mg/L	0.05	0.05
Turbiedad	UNT	5	-
INORGANICOS			
Aluminio	mg/L	0.2	5
Antimonio	mg/L	0.006	-
Arsénico	mg/L	0.01	0.05
Bario	mg/L	0.7	0.7
Berilio	mg/L	0.004	0.1
Boro	mg/L	0.5	0.5 – 6
Cadmio	mg/L	0.003	0.005
Cobre	mg/L	2	0.2
Cromo	mg/L	0.05	0.1
Hierro	mg/L	0.3	1
Manganeso	mg/L	0.1	0.2
Mercurio	mg/L	0.001	0.001
Níquel	mg/L	0.02	0.2
Plata	mg/L	0.01	0.05
Plomo	mg/L	0.01	0.05
Selenio	mg/L	0.01	0.05
Uranio	mg/L	0.02	-
Vanadio	mg/L	0.1	-
Zinc	mg/L	3	2

Fuente: D.S. 002-2008-MINAM

d) Contaminación de aguas freáticas o subterráneas por minería.

El término "contaminación" se utiliza cada vez con más frecuencia como expresión de una realidad progresivamente preocupante en los países más desarrollados o en vías de desarrollo. Sin embargo el concepto de contaminación es a menudo intuitivo y consiguientemente

vago e inconcreto. Conviene pues, definirlo con suficiente precisión.

Se entiende por contaminación del agua, en general, la alteración de la calidad natural de la misma debida a la acción humana, que la hace total o parcialmente inutilizable para la aplicación útil a la que se destinaba. (Contaminación de las aguas subterráneas, s.f).

La calidad natural del agua constituye el nivel de partida. Es evidente, sin embargo, que hay aguas de calidad natural no adecuada para ciertos usos: el agua del mar no sirve para beber y, no obstante, el hecho de contener gran cantidad de sales disueltas no es motivo para considerarla contaminada. Un agua cargada de nitratos es excelente para riego, pero podría ser inaceptable para bebida.

El límite o intensidad máxima de alteración de la calidad natural está marcado por las "normas de calidad" que definen la idoneidad de un agua para el uso a que se vaya a destinar.

Cabe recordar que el agua subterránea captada en manantiales, pozos o sondeos tiene prácticamente sólo tres aplicaciones útiles: el abastecimiento urbano, el agrícola y el industrial. La primera de estas aplicaciones es, con mucho la que de verse afectada por la contaminación puede comportar consecuencias más graves.

La contaminación de aguas subterráneas a causa de actividades mineras puede causar diferentes impactos. Su origen es variado y difícil de evaluar en muchos casos debido a que estas actividades se desarrollan en las condiciones geográficas más diversas, generando un gran número de problemas medioambientales, entre los que merecen destacar, la contaminación de las aguas

subterráneas por drenaje de aguas ácidas (pH menor que 5) resultado de los drenajes de agua de minas y lixiviado de las escombreras de residuos mineros, ricos en sustancias tóxicas solubles, como metales pesados (níquel, hierro, cobre, zinc, cromo) y sólidos en suspensión.

Aunque el tipo de contaminante determina en cierta medida el tipo de características de la contaminación las condiciones del flujo subterráneo especialmente en los medios porosos confieren a la contaminación de las aguas subterráneas ciertos rasgos que la diferencian de la de las aguas superficiales.

Resumiendo en tres conceptos fundamentales el problema de la contaminación de las aguas subterráneas y de su protección, éstos podrían ser los siguientes:

- Las aguas subterráneas se encuentran en líneas generales, mejor protegidas frente a la contaminación que las aguas superficiales. Sin embargo, esta protección puede verse enormemente disminuida sí. Por ejemplo. Se inyectan directamente productos contaminantes por debajo de la superficie saturada del acuífero.
- Como contrapartida a este hecho favorable se produce el hecho de que una vez incorporado el contaminante al flujo subterráneo, resulta muy difícil y costoso tanto el detectar su presencia como conocer su desplazamiento y evolución o detenerlo antes de su llegada a pozos y sondeos de explotación.

Además, en muchos casos es prácticamente imposible eliminarlo o extraerlo de la formación permeable en la que puede permanecer contaminando el agua durante largos períodos de tiempo.

La contaminación del agua subterránea es en muchos casos, un proceso muy difícilmente reversible debido a la dificultad de regeneración del acuífero aun cuando ésta sea económicamente viable.

Como consecuencia de los dos puntos precedentes hay que considerar que la mejor manera de eliminar los problemas que puede causar la presencia de elementos nocivos en el agua subterránea es impedir la entrada de dichos elementos en el acuífero. Es decir, en este caso, como en tantos otros, es mucho mejor prevenir que curar. Y el método preventivo más eficaz es una adecuada ordenación del territorio que en el caso concreto de las aguas subterráneas se traduciría en la realización de una serie de estudios geológicos, hidrológicos, hidrogeológicos, de fuentes de contaminación antes y durante el proceso de desarrollo minero para poder recomendar los puntos o áreas más adecuados y menos peligrosos para la puesta en práctica de actividades potencialmente contaminantes.

e) Mecanismos de introducción y propagación de la contaminación en el acuífero.

Los mecanismos por los que un agente contaminante puede alcanzar el acuífero y propagarse en el afectando a zonas que en principio podrían considerarse alejadas de su influencia son múltiples y a veces, muy complejos. Los criterios para la clasificación de estos mecanismos son igualmente complejos y pueden extenderse casi indefinidamente.

Una clasificación útil es la que considera la posición del punto desde el que se propaga el contaminante. Según ella pueden establecerse tres categorías de mecanismos de los que se exponen algunos ejemplos sencillos que se producen con relativa frecuencia.

Mecanismos de propagación a partir de la superficie

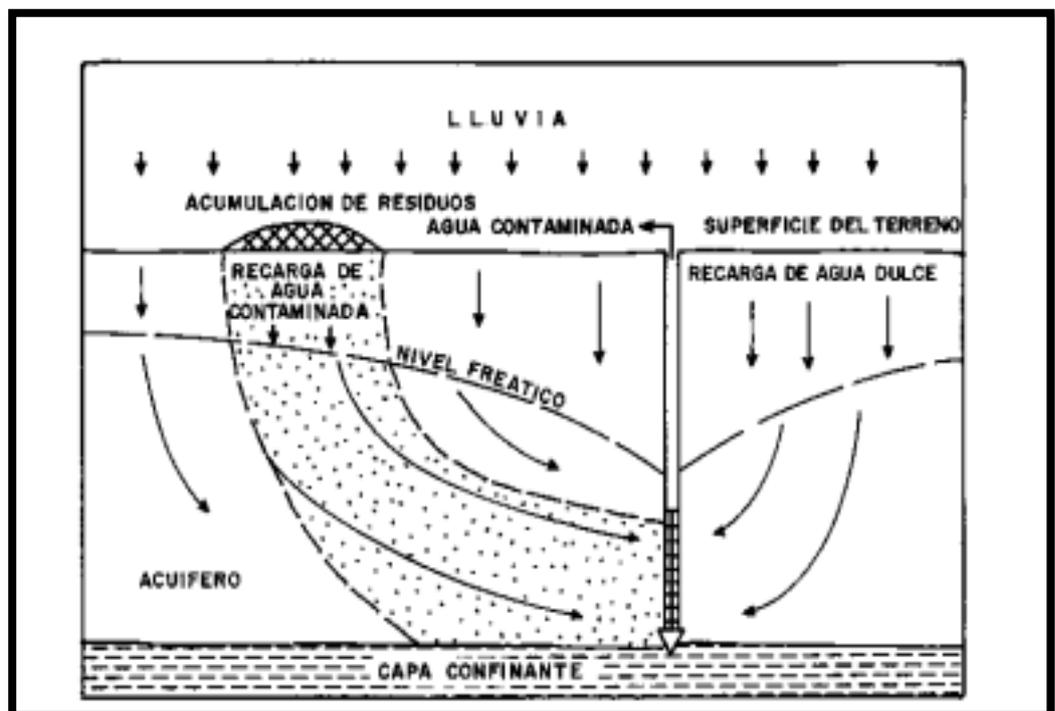
Se incluyen en este grupo los casos de arrastre de contaminantes desde la superficie del terreno por las aguas de infiltración (relaves mineros) y los de infiltración de aguas superficiales contaminadas desde ríos, acequias, etc. Provocados por la acción humana.

Contaminación de un acuífero por la infiltración de los relaves y escorias mineras depositadas en superficies que no están impermeabilizadas.

Si los residuos acumulados contienen material soluble, éste será lixiviado por el agua de lluvia y se infiltrará hasta la zona saturada incorporándose al flujo subterráneo pudiendo llegar eventualmente a las captaciones de aguas subterráneas.

Contaminación por flujo inducido de aguas superficiales contaminadas hacia un pozo.

FIGURA Nº 2.2 CONTAMINACIÓN DE UN ACUÍFERO POR LIXIVIACIÓN



Fuente: contaminación de aguas subterráneas

Mecanismos de propagación desde la zona no saturada.

Embalsamiento superficial

El esquema es aplicable a casos de acumulación de residuos líquidos de diversa procedencia (balsas de evaporación o de concentración, balsas de infiltración de industrias, alcoholeras. etc.) depositados en excavaciones naturales o artificiales, graveras e, incluso, a vertederos controlados.

Los principales factores que controlan el desplazamiento del lixiviado son, además de su naturaleza, la estructura geológica, la humedad y la posición del punto de vertido en relación con la topografía y sistema de flujo subterráneo.

De la formación del bulbo de recarga pueden derivarse situaciones de inversión parcial de flujo que pueden afectar a captaciones inmunes a la contaminación en el sistema de flujo original del acuífero. Especial transcendencia reviste la situación en que el embalsamiento entra en contacto directo con la zona saturada (caso frecuente en graveras abandonadas) por cuanto el contaminante encuentra entonces una vía de acceso directo hasta el acuífero.

Mecanismos de propagación originados en la zona saturada.

Pozos de inyección

Tal es el caso de sondeos utilizados para inyección directa y eliminación de aguas residuales industriales de salmueras procedentes de actividades mineras o de agua contaminada térmicamente en procesos de calefacción o refrigeración.

Estas prácticas constituyen una amenaza muy seria probablemente la más directa para la calidad de las aguas subterráneas en particular cuando los pozos y sondeos destinados a este fin no están adecuadamente diseñados, construidos situados o manejados. Pueden, efectiva-mente, suponer un emplazamiento directo de agentes contaminantes en zonas de agua potable, provocar filtraciones hacia acuíferos con aguas de buena calidad como consecuencia de fenómenos de fracturación hidráulica no previstos o desplazamiento de agua salada hacia acuíferos de agua dulce.

2.2.2 Monitoreo de las aguas freáticas

La vigilancia de la calidad de las aguas freáticas se efectúa a través del Monitoreo de las aguas subterráneas, mediante el cual se muestrea, analiza y procesa en forma continua las concentraciones de sustancias o de contaminantes presentes en el agua en un lugar establecido y durante un tiempo determinado.

El agua subterránea es un recurso muy extendido, pero oculto e inaccesible y en contraste con el agua superficial, los cambios en su cantidad y calidad frecuentemente son procesos muy lentos que ocurren debajo de la tierra en grandes extensiones. Puesto que no es posible determinar estos cambios simplemente con un único recorrido breve de campo, es necesario utilizar redes de monitoreo e interpretar los datos obtenidos. El monitoreo de la respuesta de un acuífero y de sus tendencias de calidad son básicos para poder determinar los impactos que se podrían estar afectando las aguas freáticas.

Para evaluar aspectos importantes del agua subterránea y poder implementar soluciones se requieren datos hidrogeológicos, tanto de la condición básica inicial como de las variaciones en el tiempo. La recolección de los datos que registran las variaciones en el tiempo es lo que generalmente se considera. (Albert Tuinhof, Stephen Foster, 2002-2006).

Monitoreo

El monitoreo es una acción que se despliega con la misión de conocer cuál es, cómo se encuentra, el estado de cosas en materia ambiental de un entorno y por tanto resulta ser una actividad de gran ayuda en lo que respecta al cuidado del medio ambiente ya que del resultado que arroje ese relevamiento que implica el monitoreo sabremos a ciencia cierta cuál es la situación concreta.

En el monitoreo ambiental se observarán con detenimiento todos aquellos factores, contaminantes o elementos dañinos (sustancias químicas, toxinas, bacterias, virus, entre otros, presentes en un espacio determinado, ya sea un área de trabajo, una región territorial. Y por otra parte también se ocupará de ofrecernos un pantallazo acerca de cuál es la situación de conservación de los recursos naturales de aquel lugar que se estudia.

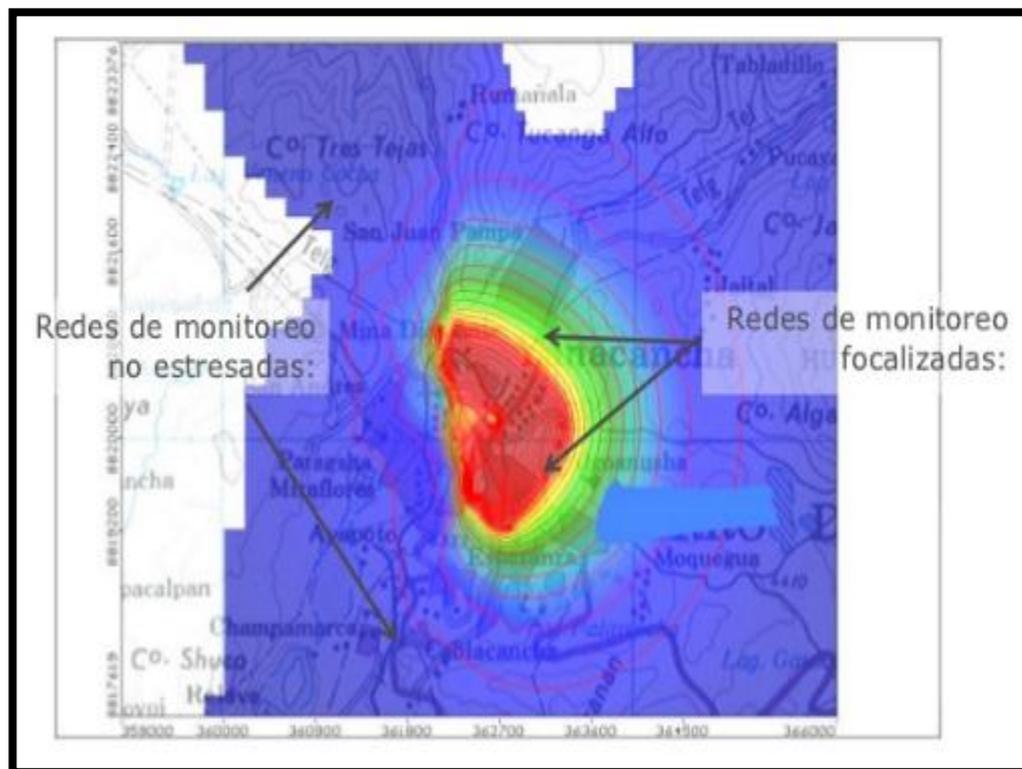
a) Red de monitoreo

Para empezar con el diseño inicial de una red de monitoreo de agua subterránea lo óptimo sería tener una línea base de información de cómo se cree que las aguas freáticas se estarían contaminando y cuáles son las actividades responsables de dicha contaminación. Una red de monitoreo está formada normalmente por un conjunto de pozos de observación acoplado con una selección de pozos de extracción. Dicha red se diseña de forma que se tenga acceso a los datos requeridos del recurso de agua subterránea. Los sistemas y redes de monitoreo se clasifican en tres grupos principales, que no son mutuamente excluyentes.

Sistemas Primarios o focalizadas: sirven para detectar cambios generales en el flujo del agua subterránea y sus tendencias de calidad, con objeto de aportar el conocimiento científico necesario para entender el recurso de agua subterránea.

Sistemas Secundarios, Terciarios o no estresadas: son para evaluar y controlar el impacto de riesgos específicos del agua subterránea.

FIGURA 2.2 REDES DE MONITOREO



Fuente: gidahatari

b) Objetivos del monitoreo de las aguas subterráneas

Conocer la calidad (física, química, bacteriológica y biológica) de aguas que pueden ser utilizadas por los seres humanos o que pueden ser afectados negativamente por diversos cuerpos de agua naturales o artificiales (aguas residuales, desechos industriales, agrícolas, etc.).

1. El requisito fundamental en la mayoría de los programas de monitoreo es determinar la variación espacial de la calidad de las aguas subterráneas.

Determinar la distribución subterránea de la contaminación y las tasas de migración de los contaminantes.

Establecer la extensión de intrusión salina costera.

Determinar la distribución de las aguas subterráneas de baja calidad causada por la interacción natural agua-roca.

Monitorear la efectividad de medidas para controlar o remediar la contaminación.

2. Obtener resultados que reflejen exactamente la condición de las aguas subterráneas en el acuífero. Esto supone la necesidad de obtener muestras no contaminadas representativas de la condición en un punto específico dentro del sistema de aguas subterráneas en forma periódica.
3. La vigilancia (o control de calidad) de las aguas subterráneas que se utilizan para el suministro de agua.
4. El crecimiento en la disposición de residuos urbanos o industriales a tierra y la intensificación del cultivo agrícola están ocasionando un riesgo de contaminación de aguas subterráneas. Esto requerirá una mayor ampliación de las actividades de monitoreo de aguas subterráneas, especialmente:

Para identificar el inicio de la contaminación de las aguas subterráneas por una actividad dada, tan pronto como sea posible, de manera que permita la introducción de medidas de control a tiempo.

Para proporcionar aviso anticipado de la llegada de aguas contaminadas a las fuentes importantes de suministro de aguas subterráneas, a fin de conceder tiempo para iniciar acciones correctivas.

Para determinar responsabilidad legal en la contaminación de aguas subterráneas incidentes de contaminación de aguas Subterráneas.

c) Dificultades para el monitoreo de las aguas subterráneas

Ya que los sistemas de aguas subterráneas son mucho más complejos y mucho menos accesibles que los cuerpos de agua superficial, tales como los ríos y lagos, existen grandes obstáculos para lograr los requisitos ideales de muestreo

Dichos obstáculos son técnicamente difíciles y económicamente costosos de vencer, y a menudo tienen que aceptarse serias limitaciones en la representatividad de las muestras de aguas subterráneas. Es muy importante que tales limitaciones se reconozcan completamente en la interpretación y aplicación de los resultados.

Debería considerarse la introducción de métodos mejorados cuando la necesidad de un resultado más seguro se justifica económicamente y donde intervengan ciertos grupos de determinantes inestables pero de importancia para la salud pública.

El acceso normal al subsuelo para el muestreo de aguas subterráneas son los pozos de un tipo a otro. De esta manera el grupo anterior incluye no sólo la influencia en la integridad de las muestras de aguas subterráneas de factores tales como tipo de muestreador, manejo, conservación y transporte de las muestras, sino también problemas claves asociados con la perforación y la presencia de los mismos pozos de monitoreo.

d) Selección de los parámetros analíticos

1. Cuando el objetivo del monitoreo está relacionado con la calidad de las aguas subterráneas y los problemas de contaminación, la selección de parámetros analíticos normalmente estará impuesta por la interacción entre:

El uso principal de las aguas subterráneas.

La posibilidad que los parámetros así definidos se encuentren presentes en concentraciones problemáticas como resultado del régimen hidrogeoquímico natural y/o el carácter de cualquier carga contaminante que está siendo descargada al subsuelo.

2. En caso que el interés principal en las aguas subterráneas sea como fuente de suministro de agua potable, entonces las guías de la OMS o de otras agencias (tales como la CCE, la EPA de EE.UU., o las nacionales), serán pertinentes para las

- concentraciones máximas permisibles en el agua potable, por consideraciones de salud y de estética.
3. Dichas normas también, en parte, serán apropiadas para ciertos usos industriales y agrícolas. No obstante, para agua de refrigeración o lavado industrial, por ejemplo, el interés puede estar restringido al contenido de dureza total, pH, Fe, Mn y Cl, y para la irrigación agrícola normalmente serán suficientes Na, Ca, B, C, S04 y sólidos disueltos totales.
 4. La identificación de grupos de parámetros con mayores posibilidades de estar asociados con una actividad que genera contaminación es un tema importante.
 5. Numerosos componentes químicos que pueden causar daño a la salud o perjuicio estético cuando están presentes en el suministro de agua doméstico pueden presentarse en las aguas subterráneas en forma natural, como resultado de las interacciones geoquímicas de agua-suelo-roca. Estos incluyen Na, Mg, S04, Fe, Mn, As, Se y B.

e) Clasificación de la red de monitoreo

Monitoreo de vigilancia: es aplicado a puntos de menor importancia para la red, por lo que su frecuencia de monitoreo será mejor, y solo se ara para verificar que no haya cambios bruscos en los parámetros medios que evidencien que algún agente está influyendo de manera importante en el acuífero.

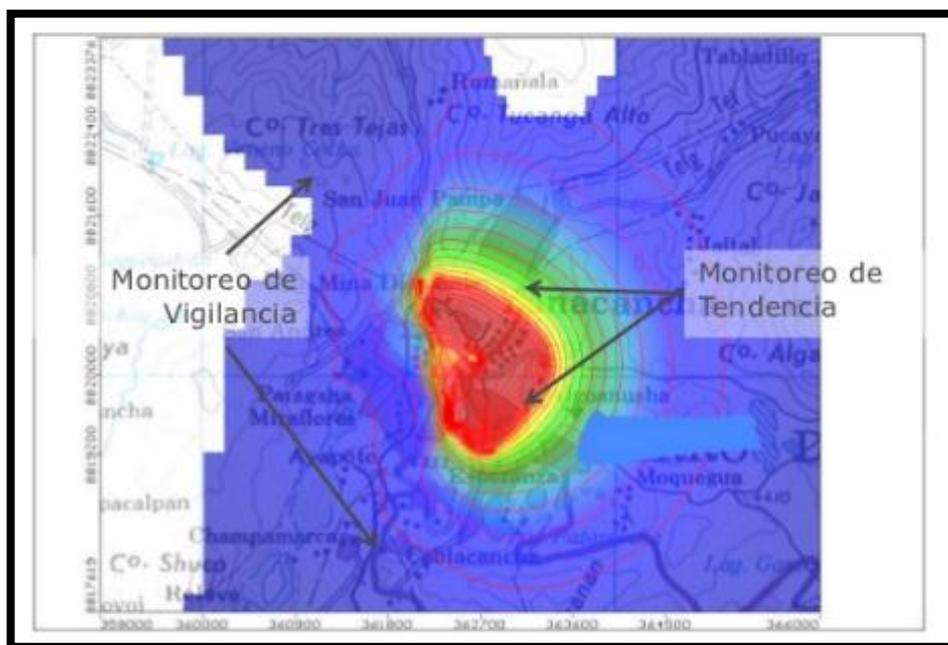
Monitoreo de tendencia: se aplica para puntos que tienen mayor relevancia para la red y que presentan mejor sus características generales.

Se toman para predecir los cambios futuros que tendrá el acuífero, es decir, estos puntos son los que marcan la tendencia de la evolución en el tiempo del cuerpo de agua.

Monitoreo para estudios especiales: prácticamente solo se aplica a redes de monitoreo focalizadas, y como se puede inferir del nombre, sirve para fines especializados en los que se requiere una mayor intensidad de puntos en base al objetivo.

Este tipo de redes se aplica para la evaluación de filtraciones.
Diseño de redes de monitoreo, (2012).

FIGURA Nº 2.4 CLASIFICACIÓN DE REDES DE MONITOREO



Fuente: gidahatar

f) Sistema de vigilancia que monitorea

De acuerdo al tipo de análisis

Químico (OD, nutrientes, metales, aceites y pesticidas).

Físicos (T, caudal, color)

Biológicos (abundancia y variedad de la flora y fauna acuática y capacidad de los organismos de prueba para sobrevivir en las aguas que se estudian.

g) Porque se vigilan mediante los monitoreos las aguas

subterráneas

Caracterizar las aguas e identificar cambios o tendencias

Identificar problemas de calidad de agua específicos

Recoger información para diseñar programas de prevención o remediación.

Determinar si las metas han sido alcanzadas.

Responder ante emergencias (derrames, inundaciones).

h) Como asegurar que el sistema de vigilancia de aguas freáticas vale lo que cuesta.

✓ Las dos características fundamentales de un monitoreo de agua subterránea eficaz son:

- Perseguir un objetivo específico, ya que monitorear por monitorear frecuentemente lleva a un uso ineficiente de recursos humanos y económicos

- Almacenamiento de datos y su uso inmediatamente después, porque hay demasiados casos de datos de monitoreo que se pierden “por ahí”

Frecuentemente se considera que el monitoreo del agua subterránea es caro. Los principales componentes de sus costos incluyen los de inversión (instalación de la red), el costo de muestreo (de personal, instrumentación y logística) y los costos de los análisis (de laboratorio, y procesamiento y almacenamiento de datos). A pesar de que es poco probable que los beneficios de la inversión inicial resulten evidentes de inmediato, a la larga el beneficio puede ser sustancial si el monitoreo forma parte integral de un proceso de gestión y evita que:

Se pierdan fuentes valiosas de agua subterránea.

Tengan que introducirse tratamientos costosos.

Se requiera de un proceso costoso de remediación del acuífero. Las ventajas del monitoreo son más fáciles de apreciar si durante la fase del diseño se incluye un análisis de costo/beneficio. Albert Tuinhof Stephen Foster, (2002-2006).

2.2.3 Calidad sanitaria hídrica de las aguas subterráneas

El Monitoreo de la calidad sanitaria de los Recursos Hídricos se ejecuta a través de la Red de Vigilancia en la cual se busca cumplir con el mandato establecido en el Decreto Ley N° 17752 “Ley General de Aguas”, como responsable de la preservación, monitoreo y control de la Calidad Sanitaria de los Recursos Hídricos, cuyo objetivo fundamental es la preservación sanitaria y ambiental de la calidad de los recursos hídricos a fin de lograr la salud de la población, asegurar la calidad de las aguas en beneficio de las actividades productivas y mantener el equilibrio ecológico en los hábitat acuáticos.

En el cual se establece los criterios fundamentales para el desarrollo de los monitoreos considerando las pautas para identificar los parámetros, las estaciones de muestreo, procedimientos de toma de muestras, preservación, conservación, envío de muestras y documentos necesarios. Asimismo, permitirá incorporar el aseguramiento y control de calidad del monitoreo.

Objetivo:

- Proporcionar lineamientos para diseñar y ejecutar programas de muestreo en aguas subterráneas.
- Disponer de la información necesaria para realizar adecuadamente muestreos en aguas subterráneas.
- Determinar la conveniencia del agua subterránea como fuente de agua para consumo humano o industrial y monitorear o controlar su calidad durante el suministro.
- Identificar a tiempo el riesgo de contaminación de acuíferos causada por actividades industriales, explotaciones mineras, agricultura y otras que puedan producir impacto sobre las aguas subterráneas.
- Conocer y entender el transporte de contaminantes respecto a la calidad de las aguas subterráneas para calibrar y validar modelos ajustados a la evaluación de calidad de estas aguas.

- Entender las alteraciones de la calidad del agua subterránea, como resultado de acciones deliberadas, tales como variaciones en los regímenes de bombeo, recarga de aguas subterráneas por efluentes, actividades de limpieza superficial originadas en rellenos para disposición final de residuos, con el fin de lograr de esta forma un manejo óptimo del recurso.
- Disponer de la información necesaria para cumplir con los requerimientos de las autoridades ambientales.

A) Parámetros establecidos en el monitoreo

Los parámetros se seleccionarán en función a las actividades antropogénicas, fuentes contaminantes y teniendo en cuenta la Clasificación de los Recursos Hídricos.

1) Parámetros de medición en campo

pH, Temperatura, Conductividad, Oxígeno Disuelto.

2) Parámetros determinados en laboratorio

Físicos: Turbiedad, Sólidos totales y sólidos suspendidos.

Iones principales: (Nitratos, Sulfato, Fosfatos, cianuro WAD y Libre, cloruros, nitritos, dureza total y cálcica, alcalinidad).

Metales (Ba, Cd, Cr, Pb, Zn, Mn, Fe, Cu Hg y As).

3) Parámetros Biológicos

- Coliformes Totales.
- Coliformes Termotolerantes.
- Fitoplancton.
- Perifiton
- Parásitos

4) Parámetros Orgánicos (dependerá de las actividades y usos que tenga el cuerpo de agua).

- Aceites y grasas.
- Hidrocarburos totales de petróleo.
- DBO5

A partir de estos parámetros se establecerán los indicadores que permitirán vigilar de manera permanente las variaciones de la calidad del agua subterránea, tanto en

los aspectos sanitarios como ecológicos, permitiendo así tomar las acciones de control que se requieran.

B) Ubicación de puntos de muestreo y registro de datos de campo.

Antes de establecer los puntos de muestreo se deberá realizar la caracterización de las zonas en donde se realizarán los monitoreos, lo cual requiere una descripción de la zona, las principales actividades que se desarrollan en el lugar, no olvidando de remarcar prioritariamente si este sirve como fuente de abastecimiento para consumo humano de poblaciones (uso doméstico).

1) Ubicación del punto de muestreo.

La ubicación de los puntos de muestreo deberán cumplir los siguientes criterios:

Identificación: El punto de muestreo, debe ser identificado y reconocido claramente, de manera que permita su ubicación exacta en muestreos futuros.

De preferencia, en la determinación de la ubicación se utilizará el Sistema de Posicionamiento Satelital (GPS), el mismo que se registrará en coordenadas UTM y en el sistema WGS84.

Accesibilidad: Que permita un rápido y seguro acceso al lugar establecido para tomar la muestra.

2) Registro de datos de campo.

Ficha de registro de campo: Utilizada en el monitoreo y que debe acompañar al Informe Técnico que elabore el profesional que realice la actividad, deberá contener la siguiente información:

- Se registrará el código del punto de muestreo, origen de la fuente, descripción clara y definida del punto de muestreo, hora y fecha de muestreo, localidad, distrito, provincia y departamento, coordenadas de ubicación del punto de muestreo, datos personales de quien realizó la toma de muestra, las condiciones climáticas y otras observaciones pertinentes en el punto de muestreo.

- Se registrarán todas las mediciones realizadas en el monitoreo.
- Para realizar esta actividad será necesario contar con equipos de medición de pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y GPS.

3) Frecuencia de monitoreo

La frecuencia de muestreo se establece de acuerdo a los impactos negativos que se generan en los recursos hídricos y población; así como la disponibilidad de recursos económicos necesarios para la ejecución del monitoreo y análisis de laboratorio.

Muestreo, preservación, conservación y envío de las muestras al laboratorio de análisis.

El muestreo de agua subterránea se realiza para determinar si el agua subterránea en un sitio o en sus alrededores puede estar contaminada. También puede emplearse para satisfacer objetivos adicionales como:

- Establecer si está ocurriendo cualquier migración de contaminantes, derivada del sitio, y caracterizar el alcance espacial de cualquier contaminación y su forma.
- Determinar la dirección y velocidad del flujo de agua subterránea y la migración de contaminantes.
- Proporcionar datos para emprender una evaluación de riesgos.
- Proporcionar un sistema de advertencia temprana para el impacto de contaminantes en la calidad de los recursos de agua subterránea y otros receptores potenciales en cercanías del sitio.
- Supervisar el desempeño y eficacia de las medidas mitigantes o del diseño de la instalación.
- Demostrar conformidad con las condiciones de la licencia ambiental o reunir evidencia para procesos reglamentarios.

- Ayudar a la selección de medidas mitigantes y el diseño del proceso de corrección.

La etapa de recolección de muestras es de trascendental importancia. Los resultados de los mejores procedimientos analíticos serán inútiles si no se recolecta y manipula adecuadamente las muestras, para esto se seguirán las recomendaciones establecidos en los “Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas”.

a) Consideraciones Generales

Los frascos requeridos deben ser de polietileno (preferencia primer uso) o vidrio, los cuales deben estar limpios y secos para evitar contaminación.

Las muestras requieren almacenamiento a baja temperatura y/o preservación con químicos para mantener su integridad durante el transporte y antes del análisis en el laboratorio.

Los perseverantes químicos más comunes son ácido clorhídrico, nítrico, sulfúrico e hidróxido de sodio. Tener cuidado en su manipulación.

Las cajas térmicas usadas para el transporte de las muestras deberán ser apropiadas para almacenar las muestras tomadas, materiales de empaque y hielo.

Llenar los registros de cada muestra recolectada (ficha de muestreo) e identifique cada frasco (etiquetado).

Utilice procedimientos formales que rastreen la historia de la muestra desde la recolección hasta su llegada al laboratorio de análisis (cadena de custodia).

La indumentaria de protección del personal que realizará el muestreo deberá estar constituido por

chaleco, pantalón, gorra, casaca (zona sierra), impermeable, botines de seguridad, botas de jebe, guantes de jebe y quirúrgico.

Materiales de campo como arnés o soga, balde, linterna, muestreador con extensión, cronometro, cajas térmicas, ice pack.

Materiales de laboratorio como pizeta, pipetas y/o goteros, bombilla de succión y frascos de plástico y vidrio según el requerimiento de análisis.

b) Toma, preservación y conservación de muestras de agua

Es importante considerar las etapas que se tiene que dar en todo proceso de muestreo, con la finalidad que la muestra sea lo más representativa posible y así asegurar la integridad desde su recolección hasta el reporte de los resultados por ello se debe tener en cuenta lo siguiente:

Procedimientos para la toma de Muestra:

Extracción de agua subterránea absorbida

Se requieren muestras para evaluar la conveniencia de determinada agua subterránea extraída para un uso en particular.

Las muestras se pueden tomar en el punto de extracción, aunque pueden no ser representativas de la calidad general del agua en el respectivo depósito acuífero.

Agua en un depósito acuífero

Cuando se efectúa muestreo para evaluar la calidad del agua contenida en un depósito acuífero, el pozo o barreno debe bombearse antes de efectuar el muestreo para así asegurarse de que se extrae agua nueva del depósito. Inclusive en estas circunstancias, es posible

que el agua del pozo o barreno sea estratificada y que entonces se requiera muestreo adicional para evaluar el grado de estratificación.

Siempre se debe registrar la profundidad por debajo del nivel del suelo a la cual se toma la muestra.

Los pozos o barrenos cercanos a materiales susceptibles de corrosión deben bombearse siempre completamente antes del muestreo, para así tener seguridad de que se eliminen del sistema todos los productos de corrosión acumulados.

En los casos en que se requieran muestras representativas de profundidades predeterminadas del depósito acuífero, se deben utilizar tubos.

Selección del punto de muestreo

Cuando se utilizan pozos ya existentes, es necesario conocer los detalles de construcción (diseño e instalación) de cuál acuífero o nivel se debe extraer la muestra. Cuando se están construyendo nuevos pozos de monitoreo, se debe decidir el diseño de éstos (por ejemplo, el área abierta y la longitud), y el método de construcción, no sólo para satisfacer requisitos de muestreo sino para evitar la contaminación y perturbación del acuífero. En lo posible se debe evitar el uso de desengrasantes, lubricantes, barros, aceites y bentonita durante la perforación, en especial cuando se trata de compuestos orgánicos. Además, es necesario tener cuidado para garantizar que los pozos terminados a niveles específicos, no estén intercomunicando diferentes acuíferos y permitir la mezcla de aguas a diferentes profundidades, lo cual se puede lograr sellando el relleno de grava en cada uno de los filtros. También se debe prestar atención a la terminación en superficie para evitar que se contamine con agua superficial.

a) Monitoreo de la calidad del agua subterránea para consumo humano.

Cuando se monitorea la calidad de los suministros de agua subterránea para uso potable u otros usos, todos los pozos de bombeo y monitoreo de manantiales se deben muestrear. Para agua potable, se deben consultar las exigencias sanitarias y ambientales que en esta materia tiene el país

Cuando se seleccionan puntos de muestreo de abastecimiento de agua, se recomienda monitorear algunos pozos alejados del sitio de la extracción, para examinar el efecto de ésta sobre las características dinámicas del acuífero (por ejemplo, el flujo natural del agua subterránea, la variación en el espesor de la zona saturada).

b) Monitoreo de la calidad del agua subterránea para otros propósitos.

Cuando se trata de muestreo con otros propósitos, la selección de puntos de muestreo óptimos es más difícil, y está condicionada por el propósito del muestreo, además de las características particulares del acuífero que se está muestreando (por ejemplo, la naturaleza del flujo de agua subterránea (si es intergranular o por fraccionamiento), el gradiente hidráulico y la dirección del flujo). En estos casos, es esencial buscar asesoría hidrogeológica especializada para ayudar en la selección de los mejores puntos de muestreo. El uso de pozos existentes no se debe considerar, a menos que se pueda demostrar que son aptos para el programa de muestreo. (En muchos casos, los pozos existentes pueden penetrar completamente el acuífero y estar abiertos, o con filtros en cualquier profundidad, dificultando así el examen de la calidad a profundidades específicas.

2. Tipos de muestra

Muestreo por bombeo

Las muestras bombeadas provenientes de pozos de extracción, utilizadas para suministros potables u otros diferentes, pueden conformar una mezcla de agua que entra al pozo y la muestra puede cambiar a diferentes profundidades. Por lo tanto, este método sólo se recomienda cuando la calidad del agua subterránea es verticalmente uniforme, o donde todo lo que se requiere es una muestra vertical compuesta, de una composición promedio, como puede ser el caso de muestras extraídas de un pozo para consumo potable. En estos casos, dependiendo de la construcción (cabeza-pozo), la muestra se debe recoger lo más cerca posible de la boca del pozo, para evitar problemas de inestabilidad. Las muestras no se deben recoger de pozos de bombeo hasta que haya pasado el tiempo suficiente para retirar la columna de agua remanente del pozo y garantizar que el agua se esté sacando directamente del acuífero. El tiempo de bombeo requerido se puede calcular aproximadamente con base en la longitud del pozo, la velocidad de bombeo y la conductividad hidráulica, pero se debe confirmar con mayor precisión mediante el monitoreo de cualquier cambio en el oxígeno disuelto, el pH, la temperatura o la conductividad eléctrica del agua bombeada.

En estos casos, las muestras no se deben tomar hasta que dejen de observarse variaciones significativas ($< \pm 10$ % en términos de calidad (masa/unidad de volumen) o $\pm 0,2$ °C en términos de temperatura). Sin embargo, se debe anotar que, además de medir la temperatura o la conductividad eléctrica, puede ser necesario medir variables de interés directo, como compuestos orgánicos complejos en casos de contaminación del agua subterránea. El método más efectivo para tomar

muestras de un acuífero en el que la calidad del agua varía con la profundidad es el muestreo de horizontes acuíferos específicos utilizando pozos de monitoreo construidos a profundidades específicas o, como alternativa, tomar muestras de secciones selladas de un mismo pozo de monitoreo. En el primer caso, se puede utilizar equipo portátil para bombear muestras de una serie de pozos de monitoreo relativamente próximos uno de otro, cada uno completado y terminado con filtros, para poder tomar muestras a diferente profundidad en el acuífero. En el segundo caso, la muestra se bombea de una sección sellada de un pozo con una bomba-tapón ensamblada, que sirve para obtener una muestra discreta de agua dentro de un intervalo específico de profundidad del acuífero. Este método de muestreo se recomienda sólo para uso en acuíferos consolidados: no es apropiado para uso en barrenos terminados con filtro y relleno de grava.

Muestreo a profundidad

Consiste en hacer bajar un dispositivo de muestreo por el interior del pozo, dejando que se llene con agua a una profundidad conocida, y recuperando la muestra para transferirla a un recipiente apropiado, cuando sea necesario. Este método normalmente es adecuado sólo para uso en pozos de monitoreo que no se bombean (pozos de monitoreo como piezómetros), aunque las muestras de profundidad se pueden recoger de los pozos durante el bombeo, si hay acceso libre por la bomba, con un tubo instalado para este propósito. Las muestras de profundidad nunca se deben tomar de los intervalos con la tubería lisa, ya que el agua no es representativa de la profundidad a la que se activa el dispositivo de muestreo y, bajo condiciones estadísticas, su calidad puede haber sido alterada por actividad microbiológica o química. Aún dentro de la sección de filtros, el muestreo de profundidad tiene

sólo valor limitado porque los flujos naturales o inducidos dentro del barreno pueden dar origen a muestras inciertas.

Este tipo de muestreo es adecuado únicamente si se conoce el origen de las muestras (en términos de profundidad del agua que fluye hacia el barreno). Para conocer su origen se pueden determinar las profundidades del agua que fluye hacia el pozo y dentro de la columna de agua de éste, mediante interpretación de los registros de datos tomados en la boca del pozo, tales como, temperatura, conductividad y flujo bajo bombeo y condiciones estadísticas. Cuando sea necesario limpiar o purgar los pozos de los cuales se van a tomar muestras de profundidad, se recomienda bombear suavemente el pozo antes del muestreo. No se recomienda el uso de bombas de succión para operaciones de limpieza, porque esto podría cambiar el equilibrio químico del agua subterránea al introducir oxígeno disuelto.

Otros métodos de muestreo

En ocasiones en que los métodos descritos anteriormente no se pueden utilizar o son inadecuados, se recomienda tomar muestras de puntos discretos en el acuífero mediante diferentes dispositivos de muestreo en el sitio. Estos incluyen copas porosas o piezómetros puntuales de los cuales se extrae agua por vacío o desplazamiento de gas. Se pueden instalar varios instrumentos en un solo pozo de monitoreo y algunos son adecuados para uso en zonas insaturadas. Se pueden también tomar muestras de profundidades específicas para el muestreo de agua intersticial. Este método comprende extracción de agua (usualmente por centrifugación) de muestras de suelo o de roca obtenidas mediante métodos especiales de perforación.

Este es el medio más efectivo para cuantificar las variaciones verticales en la calidad y también es un método muy

efectivo para el muestreo de zonas insaturadas. Sin embargo, para monitoreo periódico, tiene la desventaja de requerir perforación repetida y por esto es costoso. Otra desventaja es que puede liberar agua que normalmente no se puede retirar del acuífero en condiciones naturales: esta técnica, por lo tanto, sólo debe utilizarse cuando la recomiende un especialista en hidrogeología. Sin embargo, se puede dar una guía generalizada cuando el objetivo es monitorear la contaminación procedente de diferentes focos o en fuentes puntuales.

Contaminación difusa del agua subterránea

Cuando se diseñan redes de monitoreo para identificar contaminación de acuíferos proveniente de diversas fuentes, se recomienda el uso de puntos de muestreo existentes en forma de pozos de gran capacidad de producción o extracción, ya que pueden proveer muestras integradas de un gran volumen del acuífero. Sin embargo, en casos de contaminación de baja intensidad o contaminación localizada, el uso de este tipo de pozos puede reducir la contaminación a niveles por debajo del límite de detección analítica: en estos casos se recomienda el uso de pozos de menor capacidad de extracción. La parte del acuífero que es más sensible a la contaminación es la que está cerca del límite entre las zonas saturadas y las no saturadas. Por lo tanto, al menos uno de los pozos de monitoreo debe tener un filtro cerca de la superficie de la zona saturada. Los pozos perforados con otros propósitos se deben completar y proteger a diferentes intervalos de profundidad del acuífero.

Los pozos de monitoreo deben estar ubicados en el área de interés. Se recomienda que los sitios que se elijan representen las diferentes condiciones hidrogeológicas y de uso de la tierra y las áreas consideradas como particularmente vulnerables a la contaminación difusa

Contaminación en fuentes puntuales

Cuando se especifican puntos de muestreo para monitorear la contaminación en fuentes puntuales, como la que se produce en los rellenos sanitarios, es preciso considerar la ubicación del sitio de contaminación en relación con la dirección del flujo de agua subterránea. Donde sea posible, se recomienda instalar un pozo de monitoreo para monitorear la calidad del agua directamente bajo la fuente de contaminación (Instituto de Hidrología, Meteorología, y estudios ambientales, 2013).

Además, al menos un pozo de monitoreo con filtros debe ser construido en un intervalo estrecho de profundidad, inmediatamente encima de la tabla de agua, de forma que los contaminantes que son menos densos que el agua se puedan detectar más fácilmente. Se deben colocar puntos de muestreo adicionales a distancias progresivas hacia abajo del gradiente hidráulico de la fuente de contaminación y deben tomarse precauciones para tomar muestras en un intervalo amplio de profundidades. También se debe considerar la colocación de uno o dos pozos de monitoreo hacia arriba del gradiente hidráulico de la fuente de contaminación, para poder identificar la extensión del área de influencia de la contaminación.

Estos pozos de monitoreo también pueden servir para estudios de control de calidad, porque mediante el procedimiento de muestreo, dan información sobre el alcance de la contaminación potencial, en especial donde el análisis de trazas de material, es importante.

2.3. Marco histórico

2.3.1 La minería y su influencia en la contaminación de las aguas

Los minerales y sus productos derivados han estado siempre estrechamente ligados a todos los aspectos de la civilización, a sus instituciones, a sus actividades, a su bienestar y a su calidad

de vida. Incluso muchos enfrentamientos bélicos han nacido por la disputa de la posesión de yacimientos mineros.

La búsqueda incansable por el hombre de las riquezas naturales le ha llevado a través de la historia al descubrimiento y colonización de nuevas tierras y a la expansión del comercio, además del arte y la tecnología.

Con frecuencia, el nivel de desarrollo de una sociedad se mide por los usos que cada nación hace de sus propios recursos mineros o con los importados y su valor económico en las diferentes etapas de utilización y procesamiento. Los minerales y la sociedad han estado ligados desde los tiempos más remotos de la Humanidad, conociéndose así las etapas prehistóricas con el nombre de Edad de Piedra, Edad de Cobre y Edad de Hierros.

Con el fin de situar el momento actual bajo una amplia perspectiva histórica, se ha representado la evolución de la producción de algunos metales básicos, tales como el hierro, el cobre, el plomo, el zinc, el aluminio, el níquel y el molibdeno, desde 1870, año en el que la Revolución Industrial entró en una etapa decisiva de desarrollo a través de la construcción de ferrocarriles, de la electrificación y, en suma, de una industrialización masiva. (García Álvarez, Enrique s.f.)

A) Los comienzos de la contaminación del agua

La contaminación del agua causada por las actividades humanas, se comienza a producir desde los primeros intentos de industrialización, para transformarse luego en un problema tan habitual como generalizado.

Durante la revolución industrial (entre la segunda mitad del siglo XVIII y los primeros años del siglo XIX) el aumento de los bienes de consumo y sus procesos de producción requerían de la utilización de una gran cantidad de agua para la transformación de las materias primas. A su vez, los efluentes de dichos procesos productivos eran vertidos en los

cauces naturales de agua sin ningún tipo de depuración, con sus desechos contaminantes correspondientes. Aquí comenzó a extenderse el grave problema de la contaminación del agua.

A la hora de poder controlar la contaminación del agua, tenemos que saber diferenciar entre las que son tipos de fuentes de emisión de los desperdicios que acabarán siendo los contaminantes.

Estos tipos de fuentes son:

Fuentes puntuales: son los puntos específicos de descarga de contaminantes, como por ejemplo cloacas máximas, descargas industriales, etc. Este tipo de fuente de contaminación es fácil de identificar, monitorear y tratar.

Fuentes no puntuales: son las áreas superficiales extensas o de deposición de la atmósfera desde las cuales se produce la descarga de contaminantes en aguas superficiales o subterráneas. La infiltración, la escorrentía, y la precipitación de aguas contaminadas a los cursos de agua son causas de la contaminación no puntual, por ejemplo, la contaminación ocasionada por la agricultura.

B) Cómo se produce la contaminación del agua

Generalmente, la contaminación del agua se produce a través de la introducción directa o indirecta en los acuíferos o cauces de agua (ríos, mares, lagos, etc.) de diversas sustancias que pueden ser consideradas como contaminantes. Los ecosistemas tienen la capacidad de limpiarse si reciben pequeñas cantidades de contaminantes, y retomar el equilibrio. El problema comienza cuando los contaminantes superan la capacidad de absorción del sistema.

Existen dos formas principales de contaminación del agua:

Una de ellas tiene que ver con su ciclo natural, durante el que puede entrar en contacto con ciertos constituyentes contaminantes (como sustancias minerales y orgánicas disueltas o en suspensión) que existen en la corteza terrestre, la atmósfera y en las aguas.

Pero el otro tipo de contaminación del agua que tiende a ser la más importante y perjudicial es aquella que tiene especial relación con la acción del ser humano.

C) Tipos de explotación minera

Hasta mediados del siglo 20, la minería subterránea era el método más común de extraer yacimientos. Después de la segunda guerra mundial, los avances en la tecnología y el desarrollo, niveladoras, palas y camiones más grandes permitieron el movimiento de enormes cantidades de materiales, que promovieron la explotación en minas a cielo abierto. Sin embargo siguen existiendo minas subterráneas, como las de El Teniente, en Chile, la mina subterránea más grande del Mundo.

Generalmente la minería subterránea tiene menor impacto ambiental que las minas a cielo abierto. Afecta menos la superficie de la tierra, pero puede contaminar con ácidos y metales, el agua e interceptar acuíferos. Actualmente, más del 60% de los materiales extraídos en el mundo son mediante la minería de superficie, devastando, donde se instala, riquísimos ecosistemas, provocando deforestación, contaminación del aire, el suelo y el agua.

En la minería de superficie se distinguen:

- Las minas a cielo abierto (generalmente para metales de roca dura).
- Las canteras (para materiales de construcción e industriales, como arena, granito, pizarra, mármol, grava, arcilla, etc.).
- La minería por lixiviación (aplicación de productos químicos para filtrar y separar el metal del resto de los minerales).

D) Contaminación de las aguas subterráneas

En la minería por lixiviación se utilizan productos químicos (ácido sulfúrico en el caso del cobre o una solución de cianuro y sodio en el caso del oro) para disolver (lixiviar) los metales del mineral que los contiene. Las soluciones químicas utilizadas también movilizan otros metales pesados (como el cadmio), por lo que, las aguas superficiales y subterráneas pueden contaminarse.

La contaminación de acuíferos por las actividades mineras está directamente relacionada con la evacuación de las aguas de las explotaciones y con el tratamiento de los minerales.

La presencia de escombreras que contienen materiales oxidables, como sulfuros y sustancias carbonosas, puede inducir una contaminación superficial. La extracción de materiales que cubren y protegen a las aguas subterráneas también es causa de contaminación. En muchas ocasiones puede existir una contaminación orgánica como consecuencia del vertido incontrolado de residuos tóxicos urbanos o industriales en los huecos abandonados y de aceites residuales procedentes de la maquinaria pesada.

También en las minas subterráneas donde se utiliza relleno para el sostenimiento de los huecos, existe un riesgo de contaminación, toda vez que se introduce un material muy permeable que puede aportar sales solubles a las aguas infiltradas, especialmente cuando se presenta el proceso de

formación de aguas ácidas con un gran potencial de disolución. En muchos casos la contaminación de las aguas subterráneas supone un impacto terminal.

Ello quiere decir que no es factible la descontaminación del acuífero, bien por las características intrínsecas de la zona, bien por las particularidades de la contaminación, lo cual implica un abandono a corto, medio o largo plazo de los usos que tienen esas aguas subterráneas. Los tratamientos empleados en la corrección de las características hídricas subterráneas son físicos, químicos y bacteriológicos, dependiendo de la naturaleza de la contaminación de los acuíferos: excesiva dureza del agua (presencia de concentraciones elevadas de Ca^{+2} y Mg^{+2}), iones Fe^{+2} y Mn^{+2} , pequeñas cantidades de sulfuro o ácidos sulfhídricos, presencia de metales pesados, contaminantes, compuestos orgánicos, etc.

Las nuevas canalizaciones y cauces se realizan dejando superficies de roca desnuda sobre las que el agua puede actuar erosionándolas al disgregar los materiales y removilizar los elementos finos. Se produce así la principal contaminación física de las aguas superficiales, a la que hay que añadir la procedente de las aguas de drenaje bombeadas y los efluentes de las plantas de concentración de los minerales. El aumento de la turbidez afecta de forma muy importante al medio biótico existente en las corrientes fluviales, pues dificulta la penetración de la luz y reduce la función de fotosíntesis, dando lugar todo ello a un aumento de la mortandad y a un empobrecimiento de la flora y de la fauna.

Además, si las partículas son gruesas, puede producirse una sedimentación continua que provoque el aterrado de los canales, presas, etc. Otro efecto perturbador de la calidad de las aguas superficiales se debe a la elevación de la temperatura de éstas, como consecuencia de la irradiación solar y temperatura ambiente del aire.

El diferencial térmico entre el agua y el aire depende entre otras cosas de las dimensiones del depósito o lámina de agua (superficie y profundidad), permeabilidad de los terrenos atravesados, gradiente hidráulico, etc. Los efectos que tiene el recalentamiento del agua son dos: modifica la fauna acuática en beneficio de las especies más tolerantes, en detrimento de otras que pueden ser las de mayor valor ecológico, y disminuye el ritmo de saturación de oxígeno disuelto llegando a agravarse el fenómeno anterior.

La contaminación química de las aguas superficiales se produce, generalmente, por la disolución de determinados compuestos solubles que constituyen las rocas y por los cambios de pH originados por la oxidación de la pirita.

Este mineral no sólo es el componente principal de los yacimientos de sulfuros metálicos, sino que también abunda en los depósitos de otros minerales metálicos y, de forma especial, en los yacimientos de carbón.

E) Causas comunes del deterioro de la calidad del agua subterránea.

Existen varias causas potenciales del deterioro de la calidad del agua de un acuífero o las fuentes de aguas subterráneas.

CUADRO Nº 2.2 CLASIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS DE CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA

TIPO DE PROBLEMA	CAUSA SUBYACENTE	CONTAMINANTES DE INTERÉS
CONTAMINACIÓN DEL ACUÍFERO	protección inadecuada de acuíferos vulnerables contra descargas y lixiviados proveniente de actividades urbanas/industriales e intensificación de cultivos agrícolas	patógenos, nitrato o amonio, cloruro, sulfato, boro, arsénico, metales pesados, carbono orgánico disuelto, hidrocarburos aromáticos y halogenados, algunos pesticidas
CONTAMINACIÓN DE LA CABECERA DEL POZO	construcción/diseño inadecuado del pozo que permite el ingreso directo de agua superficial o agua subterránea poco profunda contaminada	principalmente patógenos
Intrusión Salina	agua subterránea salada (y a veces contaminada) inducida a fluir hacia acuíferos de agua dulce como resultado de una extracción excesiva	principalmente cloruro de sodio, pero puede incluir además contaminantes persistentes provenientes de la acción del hombre
Contaminación que Ocurre Naturalmente	relacionado con la evolución química del agua subterránea y la solución de minerales (puede estar agravado por la contaminación antrópica y/o la extracción excesiva)	principalmente hierro y flúor solubles, a veces sulfato de magnesio, arsénico, manganeso, selenio y otras especies inorgánicas

Fuente: Protección de la calidad del agua subterránea

F) Como se contaminan los acuíferos

Las aguas subterráneas se originan principalmente por exceso de precipitación que se infiltra directa o indirectamente en la superficie del suelo. Como consecuencia, las actividades humanas en la superficie pueden constituir una amenaza a la calidad del agua subterránea. La contaminación de los acuíferos ocurre cuando la carga de contaminantes sobre el subsuelo generado por descargas o lixiviado de actividades urbanas, industriales, agrícolas o mineras no es controlada adecuadamente, y en ciertos componentes excede la capacidad natural de atenuación del subsuelo y estratos suprayacentes.

Los perfiles naturales del subsuelo atenúan muchos contaminantes en forma activa, e históricamente han sido considerados potencialmente eficaces para la disposición

segura de excretas humanas y aguas residuales domésticas.

La autoeliminación de contaminantes durante el transporte subterráneo en la zona vadosa (no saturada) es resultado de la degradación bioquímica y de la reacción química, pero los procesos de retardo de contaminantes por fenómenos de adsorción son igualmente importantes, ya que aumentan el tiempo disponible para los procesos que conducen a su eliminación.

Sin embargo, no todos los perfiles del subsuelo y estratos subyacentes son igualmente eficaces en la atenuación de contaminantes, y los acuíferos son particularmente vulnerables a la contaminación cuando, por ejemplo, se encuentran rocas consolidadas altamente fisuradas. El grado de atenuación también variara ampliamente según el tipo de contaminante y el proceso de contaminación en un ambiente determinado.

La preocupación sobre la contaminación del agua subterránea se refiere principalmente a los acuíferos no confinados o freáticos, especialmente donde su zona no saturada es delgada y el nivel freático es poco profundo, pero un peligro de contaminación significativo puede estar presente también en los acuíferos semi-confinados, si las capas acuitardas confinantes son relativamente delgadas y permeables. (Stephen Foster, Ricardo Hirata, Daniel Gomes, Monica D'Elia, s.f.)

2.4 Aporte Personal

La implementación del Diseño de un Sistema de Monitoreo, en el Valle las Trancas lo realice debido a los problemas que se han dado, sobre la contaminación de las aguas freáticas y que la responsabilidad recae sobre la actividad minera debido a que se encuentran instaladas plantas de beneficio a lo largo de dicho valle, por tal razón implemente este diseño para poder determinar si la actividad minera es la

responsable de dicha contaminación. Estableciendo dos puntos, uno en la parte media del Valle las Trancas y el otro en la Planta Centauro para la extracción de la muestra de agua freática para su análisis correspondiente.

Con los resultados obtenidos y comparados con el Estándar de Calidad ambiental (ECA Agua), se evidencio la presencia de nitratos, cloruros y manganeso en concentraciones elevadas. Por tal razón, se investigó cuáles son las causas que generan estos niveles altos de dichos elementos en las aguas freáticas.

Determinando así que las concentraciones elevadas de dichos elementos, no es responsabilidad de la actividad minera como se venía afirmando y era motivo de conflictos, siendo la causa responsable la actividad agrícola por el uso excesivo de fertilizantes nitrogenadas, plaguicidas clorados, estructuras metálicas en los pozos, es decir, pozos tubulares y la sobreexplotación de los pozos en dicho Valle.

Las concentraciones altas de estos elementos producen efectos en la salud, es decir, enfermedades como la Metahemoglobinemia; generan una disminución de la fauna, debido a la eutrofización de algas verdes las cuales consumen el oxígeno que ingresa al agua de la superficie y es utilizada por los peces y problemas en la fertilidad del suelo como el desequilibrio hídrico, intoxicación de la planta y desequilibrio nutricional.

Por tales motivos se establecieron una serie de recomendaciones para evitar el aumento de nitrato, cloruro y manganeso en las aguas freáticas las cuales son: con relación a **Nitratos**, analizar el suelo para determinar la dosis apropiada, distribución apropiada, monitoreo de NO₃ y fertilizantes balanceados; **Cloruros**, usar dosis apropiada, evitar la explotación de los pozos y utilizar periodos de irrigación; **Manganeso**, limpieza o cambio de pozos tubulares, construcción de un nuevo pozo, cambiar la profundidad de la bomba, Tratamiento de agua en la boca del pozo con un filtro específico para manganeso.

2.5 Marco legal

2.5.1 Ley General del Ambiente Nº 28611

Art. 1- Del derecho y deber fundamental.

Toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida; y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país.

Art. 4 - Del principio de sostenibilidad.

La gestión del ambiente y de sus componentes, así como el ejercicio y la protección de los derechos que establece la presente Ley, se sustentan en la integración equilibrada de los aspectos sociales, ambientales y económicos del desarrollo nacional, así como en la satisfacción de las necesidades de las actuales y futuras generaciones.

2.5.2 Ley de recursos hídricos Ley Nº 29338

Protección del agua

Artículo 75º.- Protección del agua

La Autoridad Nacional, con opinión del Consejo de Cuenca, debe velar por la protección del agua, que incluye la conservación y protección de sus fuentes, de los ecosistemas y de los bienes naturales asociados a ésta en el marco de la Ley y demás normas aplicables. Para dicho fin, puede coordinar con las instituciones públicas competentes y los diferentes usuarios. La Autoridad Nacional, a través del Consejo de Cuenca correspondiente, ejerce funciones de vigilancia y fiscalización con el fin de prevenir y combatir los efectos de la contaminación del mar, ríos y lagos en lo que le corresponda. Puede coordinar,

para tal efecto, con los sectores de la administración pública, los gobiernos regionales y los gobiernos locales.

El Estado reconoce como zonas ambientalmente vulnerables las cabeceras de cuenca donde se originan las aguas. La Autoridad Nacional, con opinión del Ministerio del Ambiente, puede declarar zonas intangibles en las que no se otorga ningún derecho para uso, disposición o vertimiento de agua.

Artículo 76º.- Vigilancia y fiscalización del agua

La Autoridad Nacional en coordinación con el Consejo de Cuenca, en el lugar y el estado físico en que se encuentre el agua, sea en sus cauces naturales o artificiales, controla, supervisa, fiscaliza el cumplimiento de las normas de calidad ambiental del agua sobre la base de los Estándares de Calidad Ambiental del Agua (ECA-Agua) y las disposiciones y programas para su implementación establecidos por autoridad del ambiente. También establece medidas para prevenir, controlar y remediar la contaminación del agua y los bienes asociados a esta. Asimismo, implementa actividades de vigilancia y monitoreo, sobre todo en las cuencas donde existan actividades que pongan en riesgo la calidad o cantidad del recurso.

Artículo 83º.- Prohibición de vertimiento de algunas sustancias

Está prohibido verter sustancias contaminantes y residuos de cualquier tipo en el agua y en los bienes asociados a ésta, que representen riesgos significativos según los criterios de toxicidad, persistencia o bioacumulación.

La Autoridad Ambiental respectiva, en coordinación con la Autoridad Nacional, establece los criterios y la relación de sustancias prohibidas.

Agua subterránea

Artículo 109º.- Exploración del agua subterránea

Toda exploración del agua subterránea que implique perforaciones requiere de la autorización previa de la Autoridad Nacional y, cuando corresponda, de los propietarios del área a

explorar, debiéndose tomar en cuenta la explotación sostenible del acuífero.

2.5.3 D.S. No 016-93-EM. - Reglamento para la protección ambiental en la actividad minero - metalúrgica.

De las obligaciones de los titulares de la actividad minera

Artículo 5.- El titular de la actividad minero-metalúrgica, es responsable por las emisiones, vertimientos y disposición de desechos al medio ambiente que se produzcan como resultado de los procesos efectuados en sus instalaciones. A este efecto es su obligación evitar e impedir que aquellos elementos y/o sustancias que por sus concentraciones y/o prolongada permanencia puedan tener efectos adversos en el medio ambiente, sobrepasen los niveles máximos permisibles establecidos.

De la adecuación y manejo ambiental de la industria minera – metalúrgica

Artículo 10.- El PAMA de las actividades de exploración y/o explotación en las operaciones de minado subterráneo y a cielo abierto deben identificar y contemplar el tratamiento de:

1. Emisiones de partículas, gases y ruido (de voladura, de equipo diesel, etc.).
2. Calidad y flujo de aguas superficiales y subterráneas por descarga de aguas contaminadas (nitratos, metales pesados, acidez, etc.).
3. Alteración de acuíferos.
4. Estabilidad de los taludes.
5. Fracturas e inestabilidad del suelo.
6. Remoción del suelo y de la vegetación.
7. Disposición adecuada de materiales no utilizables.
8. Interrupción de otros usos del suelo y áreas pobladas aledañas durante las actividades mineras.
9. Otros que pudieran afectar la propiedad y el ecosistema.

2.5.4 Reglamento de la ley de recursos hídricos, decreto supremo n° 001- 2010-ag

Art. 135°.-Prohibición de efectuar vertimientos sin previa Autorización.

Ningún vertimiento de aguas residuales podrá ser efectuado en las aguas marítimas o continentales del país, sin autorización de la Autoridad Nacional del Agua

En ningún caso se podrá efectuar vertimientos de aguas residuales sin previo tratamiento en infraestructura de riego, sistemas de drenaje pluvial ni en los lechos de quebrada seca.

Art. 136°.- Medición y control de vertimientos

Es responsabilidad del administrado instalar sistemas de medición de caudales de agua residual tratada y reportar los resultados de la medición.

Art. 145°.- Control de vertimientos autorizados

El control de vertimientos que ejecute la Autoridad Administrativa del Agua incluye visitas inopinadas a los titulares de las autorizaciones de vertimientos, a fin de cautelar la protección de la calidad del agua y verificar el cumplimiento de las condiciones establecidas en la autorización.

2.6 Marco conceptual

Acuífero: El agua subterránea representa una fracción importante de la masa de agua presente en los continentes, y se aloja en los acuíferos bajo la superficie de la Tierra.

Agua Freática: son aquellas que se acumulan bajo la tierra, almacenadas en los poros que existen en sedimentos como la arena y la grava, y en las fisuras que se encuentran en rocas.

Calidad sanitaria hídrica: fundamental es la preservación sanitaria y ambiental de la calidad de los recursos hídricos a fin de lograr la salud de

la población, asegurar la calidad de las aguas en beneficio de las actividades productivas y mantener el equilibrio ecológico en el hábitat acuático.

Capa freática: Una capa freática es una acumulación de agua subterránea que se encuentra a una profundidad relativamente pequeña bajo el nivel del suelo. Concretamente es un acuífero, con la diferencia de que los acuíferos pueden estar también a mayores profundidades.

Cloruros: son una de las sales que están presentes en mayor cantidad en todas las fuentes de abastecimiento de agua y drenaje.

Demanda Química de Oxígeno (DQO): Se define este parámetro como la cantidad de Oxígeno requerido para oxidar la materia orgánica bajo condiciones específicas de agente oxidante, temperatura y tiempo.

Demanda Biológica de Oxígeno (DBO). La demanda biológica de oxígeno, también denominada demanda bioquímica de oxígeno, (DBO) es un parámetro que mide la cantidad de materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos.

La Lixiviación: es el proceso a través del cual sustancias solubles pueden ser disueltas y transportadas por el agua.

La Zona No Saturada: se encuentra entre la superficie del suelo y el nivel freático.

La Zona Saturada: se encuentra debajo del nivel freático, y consiste en una zona donde los espacios entre partículas de sedimento están saturados por las aguas subterráneas.

Manganeso: Elemento químico de número atómico 25, masa atómica 54,94 y símbolo Mn; es un metal del grupo de los elementos de transición, de color blanco plateado, brillante, duro y quebradizo, resistente al fuego y muy oxidable.

Metahemoglobina: Este compuesto reduce la capacidad de la sangre para transportar oxígeno. El nivel de oxígeno disminuye, y los bebés muestran síntomas de una enfermedad llamada metahemoglobinemia, también conocida como “la enfermedad de los bebés azules”.

Nitratos: El nitrato es un compuesto inorgánico compuesto por un átomo de nitrógeno (N) y tres átomos de oxígeno (O); el símbolo químico del nitrato es NO_3 .

Nitritos: El nitrito es el radical univalente NO_2 o un compuesto que lo contenga, tal como una sal o un éster de ácido nitroso.

Nivel freático: El nivel freático corresponde al nivel superior de una capa freática o de un acuífero en general.

La Permeabilidad: es la capacidad del acuífero de permitir el paso de las aguas subterráneas.

Calidad del agua: se efectúa a través del Monitoreo de las aguas subterráneas, mediante el cual se muestrea, analiza y procesa en forma continua las concentraciones de sustancias o de contaminantes presentes en el agua en un lugar establecido y durante un tiempo determinado.

CAPÍTULO III

PLANTEAMIENTOS

METODOLÓGICOS

3. Metodología

3.1 Hipótesis de la investigación

3.1.1 Hipótesis general

Diseño de un sistema de monitoreo, influye en la calidad de las aguas freáticas del Valle las Trancas-Nasca-2018.

3.1.2 Hipótesis Específicas

A) Hipótesis Específicas 1

El empleo del diseño de un sistema de monitoreo de la calidad de las aguas freáticas influirá directamente en la salud de las personas en el Valle las Trancas-Nasca-2018.

B) Hipótesis Específicas 2

El empleo del diseño de un sistema de monitoreo de la calidad de las aguas freáticas influirá significativamente en la fauna acuática del Valle las Trancas-Nasca-2018.

C) Hipótesis Específicas 3

El empleo del diseño de un sistema de monitoreo de la calidad de las aguas freáticas influirá directamente en la calidad de los suelos del Valle las Trancas-Nasca-2018.

3.2 Variables

3.2.1 Variable Independiente

A) Dimensión

Metodología de monitoreo

Indicadores

IX1: Mejor calidad de agua para consumo humano, color natural

IX2: Aumento de especies acuáticas

IX3: Mejor productividad de especies comestibles

B) Índices

ix1: Valores por debajo del Eca: Manganeso (0.1 - 0.2) mg/l, cloruros (250 - (100-700)) mg/l, nitratos (10 - 10) mg/l.

ix2: Especies acuáticas: bagres.

ix3: Mejor producción de pallar, frejol, garbanzo, maíz.

3.2.2. Variable Dependiente

A) Dimensión

Contaminación.

Indicadores:

IY1: Consumo de agua de color rojizas-negras por el manganeso.

IY2: Baja presencia de especies acuáticas.

IY3: Baja productividad de especies comestibles.

B) Índices

iy1: Presencia de contaminantes como: manganeso, cloruros, nitratos.

iy2: Especies acuáticas: bagres.

iy3: Baja producción de pallar, frejol, garbanzo, maíz.

3.3 Tipo, Nivel y Diseño de la investigación

3.3.1 Tipo de la Investigación

A) Tipo etiológica

En el presente trabajo se trató de identificar mediante el diseño de un sistema de monitoreo la posible contaminación de las aguas freáticas por la minería artesanal.

3.3.2 Nivel de la Investigación

A) Nivel aplicativo

Se planteó resolver una problemática que a nivel mundial estaría afectando el recurso hídrico debido a la actividad minera artesanal por el incumplimiento de las normas ambientales mediante sistemas nuevos creados para este fin.

B) Nivel explicativa

En la investigación se explicó cuál es la razón por la que se estarían contaminando las aguas freáticas y cuál es la posible actividad responsable de dicho impacto negativo que estaría afectando al Valle las Trancas.

3.3.3 Diseño de la investigación

A) Diseño Descriptivo

1) Simple

Se recogió información realizando 3 (análisis) sobre la contaminación de las aguas freáticas y cuál era la actividad responsable.

$M_1 \times O_1$

$M_2 \times O_2$

$M_3 \times O_3$

2) Correlacionar

Se midió el grado de relación entre los parámetros elevados obtenidos en el análisis con las muestras realizadas.

$$\begin{array}{cccc} & & & O_2 \\ & & & r \\ M_1 & M_2 & M_3 & O_1 \\ & & & r \\ & & & O_3 \end{array}$$

3) Causal comparativo

Se analizó 3 muestras que me van a dar información diferente, referente a la concentración de Nitratos, Cloruros y Manganeso en las aguas freáticas.

$$\begin{array}{l} M_1 \text{-----} O_{1xyz} \\ M_2 \text{-----} O_{2xyz} \\ M_3 \text{-----} O_{3xyz} \end{array}$$

3.4 Método

3.4.1 Método de la investigación

A) Científico experimental

Se realizó un seguimiento para determinar las mejoras tanto al ambiente como a la población. Utilizando el análisis experimental para cada muestra de agua, suelo con el fin de obtener resultados y ver el grado de impacto que puede generar lo que se plantea con el diseño de un sistema de monitoreo en la investigación.

3.5 Cobertura del Estudio de Investigación

3.5.1 Población de la investigación

La población que habita en el Valle las Trancas donde se realizó la investigación

3.5.2 Muestra

La muestra de nuestra investigación fueron 20 personas del Valle las Trancas tomadas como aleatoria simple.

3.6 Técnicas, Instrumentos y Fuentes de Recolección de Datos

3.6.1 Técnicas de la Investigación

- A) Entrevista
- B) Páginas web
- C) Monitoreo
- D) Visita técnica

3.6.2 Instrumentos de la Investigación

A) Guía de entrevista

En este trabajo de investigación se utilizó cuestionarios en la cual se registrarán los datos que nos brinden la población del Valle las Trancas referido a la posible contaminación de las aguas freáticas, estas encuestas se realizarán semanalmente.

B) Informe de monitoreo

Es una técnica que nos brindó una mejor información acerca de los antiguos monitoreo que se hallan realizado sobre la calidad de las aguas freáticas y así poder comprar con los que se van a realizar para ver en qué grado aumento o disminuyo la contaminación y la aparición de nuevos contaminantes.

C) Guía de observación

Es una técnica que nos permitió ir tomando nota semanalmente de todos los acontecimientos y hechos importantes que ocurran durante el proyecto experimental.

3.6.3 Fuentes de recolección de Datos

Internet
Periódico
Informes de monitoreo
Televisión

CAPÍTULO IV

ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN

Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4. Organización, Presentación y Análisis de Resultados

Después de haber realizado el trabajo de campo, se procedió a la organización de tablas, análisis, fotos, documentaciones siendo la forma más adecuada de presentación. Se inicia con el primer paso que se realizó como consecuencia de la contrastación final.

4.1 Contrastación de Hipótesis

4.1.1 Contrastación de la 1 H.E

1HE. El empleo del diseño de un sistema de monitoreo, de la calidad de las aguas freáticas influirá directamente en la salud de las personas en el Valle las Trancas-Nasca-20018.

1HE_o. El empleo del diseño de un sistema de monitoreo, de la calidad de las aguas freáticas no influirá directamente en la salud de las personas en el Valle las Trancas-Nasca-2018.

Desarrollo:

-Se presentaron solicitudes a la municipalidad del Valle las Trancas y a la planta minería Centauro.

-Se determinó los puntos de monitoreo para la extracción de agua freática que va a ser analizada estableciendo los siguientes puntos:

INFORME Nº 4.1 PLANTA CENTAURO

Identificación	Descripción	Coordenadas UTM Datum Wgs 84 Zona 18 Sur		Altura (msnm)	Fecha de Monitoreo
		Este	Norte		
IRHS 962	Pozo - Dentro de las Instalaciones.	501,288.00	8'345,832	511.00	20.02.2017

FIGURA Nº 4.1 PUNTO DE TOMA DE MUESTRA PLANTA CENTAURO



Fuente: Propia

INFORME Nº 4.2 PARTE MEDIA DEL VALLE LAS TRANCAS

Identificación	Descripción	Coordenadas UTM Datum Wgs 84 Zona 18 Sur		Altura (msnm)	Fecha de Monitoreo
		Este	Norte		
IRHS 69	Pozo – ubicado en la parte media propiedad de la familia Ernesto Huamán	512,832.00	8'344,883	514.00	20.02.2017

FIGURA Nº 4.2 PUNTA DE TOMA DE MUESTRA VALLE TRANCAS



Fuente: Propia

Se realizó una visita técnica para observar las instalaciones de la Planta Centauro a fin de determinar la impermeabilización de la relavera, cancha de mineral, cancha de concentrado y el pozo de agua recuperada.

El D.S. N° 057-2004-PCM Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos establece en el Título III. Manejo de Residuos Sólidos, Capítulo III. Residuos Sólidos del Ámbito de Gestión No Municipal, que los residuos generados por la actividad minera, y que son responsabilidad del generador de los mismos, deben ser dispuestos de tal forma que cuenten con sistemas de disposición de residuos compuestos por geomembranas, tuberías de drenajes, entre otros

FIGURA N° 4.3 RELAVERA PLANTA CENTAURO



Fuente: Propia

FIGURA Nº 4.4 POZA DE AGUA RECUPERADA



Fuente: Propia

FIGURA Nº 4.5 CANCHA DE CONCENTRADO



Fuente: Propia

FIGURA Nº 4.6 CANCHA DE MINERAL



Fuente: Propia

En el cuadro 4.1 se muestran los valores ECA's para Agua, establecidos como lineamientos de comparación de los resultados de los ensayos analíticos del Laboratorio.

**CUADRO Nº 4.1 ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD
AMBIENTAL DEL AGUA**

Parámetros	Unidad	ECA ⁽¹⁾	ECA ⁽²⁾
FISICOQUIMICOS			
Aceites y Grasas	mg/L	1	1
Cianuro Libre	mg/L	0.005	0.022
Cloruro	mg/L	250	100 – 700
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	3	< = 15
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	10	40
Fluoruros	mg/L	1	1
Nitrato	mg/L	10	10
Nitrito	mg/L	1	0.06
Potencial de Hidrogeno	Unidad de pH	6.5 8.5	6.5 8.5
Solidos Totales en suspensión	mg/L	1000	-
Sulfato	mg/L	250	300
Sulfuro	mg/L	0.05	0.05
Turbiedad	UNT	5	-
INORGANICOS			
Aluminio	mg/L	0.2	5
Antimonio	mg/L	0.006	-
Arsénico	mg/L	0.01	0.05
Bario	mg/L	0.7	0.7
Berilio	mg/L	0.004	0.1
Boro	mg/L	0.5	0.5 – 6
Cadmio	mg/L	0.003	0.005
Cobre	mg/L	2	0.2
Cromo	mg/L	0.05	0.1
Hierro	mg/L	0.3	1
Manganeso	mg/L	0.1	0.2
Mercurio	mg/L	0.001	0.001
Níquel	mg/L	0.02	0.2
Plata	mg/L	0.01	0.05
Plomo	mg/L	0.01	0.05
Selenio	mg/L	0.01	0.05
Uranio	mg/L	0.02	-
Vanadio	mg/L	0.1	-
Zinc	mg/L	3	2

Fuente D.S. 002-2008-MINAM

-Se analizó la muestra de agua freática y como resultados de este análisis se obtenido los siguientes resultados.

INFORME N° 4.1 PLANTA CENTAURO

	ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L			
	INFORME DE ENSAYO N°: IE-17-149	Fecha de Elaboración: 01-03-2017	Versión: 01	Página 1 de 3
	INFORME DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA EN LA PLANTA CENTAURO			

INFORME DE ENSAYO N°: IE-17-149

I. DATOS DEL SERVICIO

NOMBRE : CESAR ADRIAN TORO ESPINOZA
DIRECCIÓN : LOS ESPINALES S/N – NAZCA
PROCEDENCIA : PLANTA CENTAURO
MUESTREADO : POR EL CLIENTE
FECHA DE EMISIÓN DE INFORME : 01-03-2017

II. DATOS DE ITEMS DE ENSAYO

MATRIZ : AGUA
NÚMERO DE MUESTRAS : 1
FECHA DE RECEPCION DE LA MUESTRA : 21-02-2017
PERIODO DE ENSAYO : 21-02-2017 AL 01-03-2017

III. MÉTODO Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TITULO
Aceites y grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 22nd Ed	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Meth
Cianuro Libre	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN-E, J, 22nd Ed	Cyanide. Colorimetric. Method. Cyanogen Chloride
Demanda bioquímica de oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part	Biochemical Oxygen Demand (BOD).5-Day BOD Test



ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L

INFORME DE ENSAYO
N°: IE-17-149

Fecha de Elaboración:
01-03-2017

Versión:
01

Página 2 de 3

INFORME DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA EN LA
PLANTA CENTAURO

III. MÉTODO Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TITULO
Demanda química de oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 520 D, 22nd Ed.	Chemical Oxygen Demand (COD). Close Reflux Colorimetric Method
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 22nd Ed.	pH Value. Electrometric Method
Sólidos Suspendidos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed.	Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C
Metales Totales (a)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 K, 3125 B, 22nd Ed. 2012	Preliminary Treatment of Samples. Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (ICP-MS) Method
Cloruros (a)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl B, 22nd Ed.	Chloride. Argentometric Method
Fluoruro (a)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-F C, 22nd Ed.	Fluoride. Ion-Selective Electrode Method
Nitratos (a)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO3-E, 22nd Ed.	Nitrogen (Nitrate). Cadmium Reduction Method
Nitritos (a)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO2-B, 22nd Ed.	Nitrogen (Nitrite). Colorimetric Method
Sulfatos (a)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SO4 E, 22nd Ed.	Sulfate. Turbidimetric Method
Fosfato (a)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P-E, 22nd Ed.	Ascorbic Acid Method

IV. RESULTADOS

RESULTADOS ANALIS DE LABORATORIO

Parámetros	Unidad	S - 1	ECA ⁽¹⁾	ECA ⁽²⁾
FISICOQUIMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	< 0.2	1	1
Cianuro Libre	mg/L	< 0.001	0.005	0.022
Cloruro	mg/L	61.740	250	100 - 700
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	< 1	3	< = 15
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	4	10	40
Fluoruros	mg/L	0.084	1	1
Nitrato	mg/L	14.701	10	10
Nitrito	mg/L	< 0.003	1	0.06
Potencial de Hidrogeno	Unidad de pH	6.69	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5
Solidos Totales en suspensión	mg/L	3	1000	-
Sulfato	mg/L	782.42	250	300
Turbiedad	UNT	9.8	5	-
INORGANICOS				
Aluminio	mg/L	0.03	0.2	5
Antimonio	mg/L	< 0.0008	0.006	-
Arsénico	mg/L	< 0.001	0.01	0.05
Bario	mg/L	0.092	0.7	0.7
Berilio	mg/L	0.0001	0.004	0.1
Boro	mg/L	0.26	0.5	0.5 - 6
Cadmio	mg/L	0.003	0.003	0.005
Cobre	mg/L	0.002	2	0.2
Cromo	mg/L	< 0.002	0.05	0.1
Hierro	mg/L	0.28	0.3	1
Manganeso	mg/L	< 0.0006	0.1	0.2
Mercurio	mg/L	< 0.00003	0.001	0.001
Niquel	mg/L	0.0176	0.02	0.2
Plata	mg/L	< 0.0002	0.01	0.05
Plomo	mg/L	< 0.0003	0.01	0.05
Selenio	mg/L	0.017	0.01	0.05
Uranio	mg/L	0.02	0.02	-
Vanadio	mg/L	0.006	0.1	-
Zinc	mg/L	0.0751	3	2

ECA ⁽¹⁾; Categoría 1 "Aguas destinadas a la producción de agua potable".
 ECA ⁽²⁾; Categoría 3 "Riego de Vegetales y Bebida de Animales".

INFORME N° 4.2 PARTE MEDIA DEL VALLE LAS TRANCAS

	ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.		
	INFORME DE ENSAYO N°: IE-17-150	Fecha de Elaboración: 01-03-2017	Versión: 01
	INFORME DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA PARTE MEDIA DEL VALLE LAS TRANCAS		
INFORME DE ENSAYO N°: IE-17-150			
I. DATOS DEL SERVICIO			
NOMBRE	: CESAR ADRIAN TORO ESPINOZA		
DIRECCIÓN	: LOS ESPINALES S/N – NAZCA		
PROCEDENCIA	: PARTE MEDIA DEL VALLE LAS TRANCAS		
MUESTREADO	: POR EL CLIENTE		
FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 01-03-2017		
II. DATOS DE ITEMS DE ENSAYO			
MATRIZ	: AGUA		
NÚMERO DE MUESTRAS	: 1		
FECHA DE RECEPCION DE LA MUESTRA	: 21-02-2017		
PERIODO DE ENSAYO	: 21-02-2017 AL 01-03-2017		
III. MÉTODO Y REFERENCIAS			
TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TITULO	
Aceites y grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 22nd Ed	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Meth	
Cianuro Libre	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN-E, J, 22nd Ed	Cyanide. Colorimetric. Method. Cyanogen Chloride	
Demanda bioquímica de oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part	Biochemical Oxygen Demand (BOD).5-Day BOD Test	



ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.

INFORME DE ENSAYO
Nº: IE-17-150

Fecha de Elaboración:
01-03-2017

Versión:
01

Página 2 de 3

INFORME DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA PARTE
MEDIA DEL VALLE LAS TRANCAS

III. MÉTODO Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TITULO
Demanda química de oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 520 D, 22nd Ed.	Chemical Oxygen Demand (COD). Close Reflux Colorimetric Method
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 22nd Ed.	pH Value. Electrometric Method
Solidos Suspendidos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed.	Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C
Metales Totales (a)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 K, 3125 B, 22nd Ed. 2012	Preliminary Treatment of Samples. Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (ICP-MS) Method
Cloruros (a)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl B, 22nd Ed.	Chloride. Argentometric Method
Fluoruro (a)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-F C, 22nd Ed.	Fluoride. Ion-Selective Electrode Method
Nitratos (a)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO ₃ -E, 22nd Ed.	Nitrogen (Nitrate). Cadmium Reduction Method
Nitritos (a)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO ₂ -B, 22nd Ed.	Nitrogen (Nitrite). Colorimetric Method
Sulfatos (a)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SO ₄ E, 22nd Ed.	Sulfate. Turbidimetric Method
Fosfato (a)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P-E, 22nd Ed.	Ascorbic Acid Method

IV. RESULTADOS

RESULTADOS ANALIS DE LABORATORIO

Parámetros	Unidad	S - 1	ECA ⁽¹⁾	ECA ⁽²⁾
FISICOQUIMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	< 0.2	1	1
Cianuro Libre	mg/L	< 0.001	0.005	0.022
Cloruro	mg/L	568.798	250	100 - 700
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	< 1	3	< = 15
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	2	10	40
Fluoruros	mg/L	0.065	1	1
Nitrato	mg/L	46.276	10	10
Nitrito	mg/L	< 0.003	1	0.06
Potencial de Hidrogeno	Unidad de pH	6.96	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5
Sólidos Totales en suspensión	mg/L	4	1000	-
Sulfato	mg/L	772.82	250	300
Turbiedad	UNT	7.8	5	-
INORGANICOS				
Aluminio	mg/L	0.001	0.2	5
Antimonio	mg/L	< 0.0008	0.006	-
Arsénico	mg/L	< 0.001	0.01	0.05
Bario	mg/L	0.098	0.7	0.7
Berilio	mg/L	0.0006	0.004	0.1
Boro	mg/L	0.28	0.5	0.5 - 6
Cadmio	mg/L	0.001	0.003	0.005
Cobre	mg/L	0.0025	2	0.2
Cromo	mg/L	< 0.002	0.05	0.1
Hierro	mg/L	0.34	0.3	1
Manganeso	mg/L	6.9124	0.1	0.2
Mercurio	mg/L	< 0.00002	0.001	0.001
Níquel	mg/L	0.0178	0.02	0.2
Plata	mg/L	< 0.0002	0.01	0.05
Plomo	mg/L	< 0.0003	0.01	0.05
Selenio	mg/L	0.011	0.01	0.05
Uranio	mg/L	0.01	0.02	-
Vanadio	mg/L	0.005	0.1	-
Zinc	mg/L	0.0755	3	2

ECA ⁽¹⁾: Categoría 1 "Aguas destinadas a la producción de agua potable".

ECA ⁽²⁾: Categoría 3 "Riego de Vegetales y Bebida de Animales".

Interpretación

Parámetros: número que resume la gran cantidad de datos que pueden derivarse del estudio.

Unidad: cantidad estandarizada de una determinada magnitud física.

S-1: muestra tomada para su respectivo análisis.

ECA⁽¹⁾; categoría 1: Poblacional y Recreacional (Aguas destinadas a la producción de agua potable).

ECA⁽³⁾; categoría 3: Agua para riego de vegetales y bebidas de animales.

mg/l: miligramos por litros.

pH: potencial de hidrogeno.

UNT: unidad nefelometrica de turbidez.

<: Valores menores del límite mínimo de detección.

<=: valores menores o iguales al límite máximo del ECA.

- : No determinado.

Interpretación de resultados.

PUNTO 1: PLANTA CENTAURO

Los resultados de Agua Subterránea tomadas, reportaron valores de pH, SST, por debajo de los estándares nacionales.

Con respecto a los parámetros Físicoquímicos, pH, Cloruro, Nitratos y Sulfatos y los parámetros inorgánicos, (Metales), tampoco superan los ECAs Agua, a excepción de los Nitratos, que tiene 14.701 mg/L excediendo el ECA (1) y ECA (3)

Nitrato 14.701 mg/L	ECA (1) 10 mg/L	ECA (3) 10mg/L	Exceso 4.701
-------------------------------	---------------------------	--------------------------	------------------------

PUNTO 2: PARTE MEDIA DEL VALLE LAS TRANCAS

Los resultados de Agua Subterránea tomadas, reportaron valores de pH, SST, por debajo de los estándares nacionales.

Con respecto a los parámetros Físicoquímicos, pH, Cloruro, Nitratos, Sulfatos y los parámetros inorgánicos, (Metales), tampoco superan los ECAs Agua, a excepción de los Nitratos que tiene 46.276 mg/L, Cloruro que tiene 568.798 mg/L y Manganeso 6.9124 mg/L

Nitrato	ECA (1)	ECA (3)	Exceso
46.276 mg/L	10 mg/L	10mg/L	36.276 mg/L
Cloruro	ECA (1)	Exceso	
568.798 mg/l	250 mg/L	318.798 mg/L	
Manganeso	ECA (1)	ECA (3)	Exceso
6.9124 mg/L	0.1 mg/L	0.2 mg/L	6.8124mg/L ⁽¹⁾ 6.7124mg/L ⁽³⁾

Desarrollo del trabajo de campo

Se realizaron entrevistas a profesionales y personas de la zona del Valle las Trancas.

Análisis de la entrevista

La población del Valle las Trancas asume que la contaminación de las aguas freáticas es a consecuencia de las plantas de beneficio instaladas a lo largo del mencionado valle, ellos afirman que el uso de químicos en la flotación de minerales de cobre son los causantes de dicha contaminación. La mayor parte de la población está convencida que la industria agrícola no es causante de la contaminación de sus aguas freáticas y a su vez reconocen el uso excesivo de urea y fertilizantes; desconocen de que se trata un sistema de vigilancia y como los podría beneficiar.

¿Por qué se eligió hacer entrevista en vez de encuesta?

Se optó por realizar entrevistas ya que, a las personas que se entrevistó son propietarios de parcelas en este Valle y se encuentran dentro de la problemática.

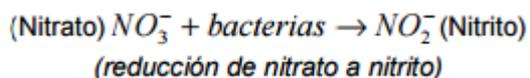
No se realizaron encuestas ya que estas se realizan a muchas personas con un fin estadístico.

- **Como resultado se determinó la presencia de Nitratos, Cloruros y Manganeso los cuales superan el estándar de calidad (ECA agua), estos generan problemas para la salud.**

Nitrato

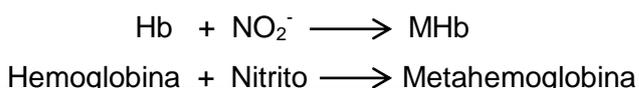
Salud

Con los resultados obtenidos de dicho proyecto la concentración elevada en las aguas de uso para consumo doméstico es perjudicial para los infantes porque aun poseen un sistema digestivo inmaduro y de esta forma están más propensos a permitir la reducción de nitrato a nitrito por el metabolismo.



Aproximadamente el 5-10% de la ingesta total de nitratos es convertida en nitritos por las bacterias de la saliva, estómago e intestino delgado del ser humano.

Cuando el NO_2^- hay más de 10 PPM genera problemas



Produce la enfermedad Metahemoglobinemia o enfermedad de Niño Azul.

PUBLICACIÓN

LOS NITRATOS Y LOS NITRITOS Y EL AGUA DE CONSUMO

El comité conjunto de la FAO/OMS (JEFCA) en el año 2002 estableció los siguientes valores:

ION	INGESTA DIARIA ADMITIDA (IDA)
NITRATO(NO_3^-)	0 - 3,7 mg/kg de peso corporal
NITRITO(NO_2^-)	0 - 0,07 mg/kg de peso corporal

Por lo tanto, para una persona que pese 70 kg, la ingesta diaria admisible de nitratos y nitritos no debería ser superior a 259 mg/día (para nitratos) y 4,9 mg/día (para nitritos), respectivamente.

En las aguas de consumo la Organización Mundial de la Salud (OMS), señaló como valor máximo orientativo la cantidad de 50 mg/L de "ión

nitrato”. Éste límite se estableció para prevenir el principal problema tóxico de los nitratos/nitritos que se produce en los niños menores de cuatro meses.

ION	VALOR MÁXIMO ORIENTATIVO
NITRATO(NO_3^-)	50 mg/L
NITRITO(NO_2^-)	0,5mg/L

En Estados Unidos de América se expresa este límite con un índice equivalente que es “Nitrógeno (NO_3^- -N)” con un valor de 10mg/L que equivale a nuestro límite de 50 mg/L para el “ión nitrato – NO_3^- ”

El nitrato está presente en el agua de forma natural pudiéndose incrementar su concentración por actividades humanas. Estas fuentes humanas de nitrógeno y, por tanto, de nitratos para el agua de consumo humano son:

- Fertilizantes inorgánicos y orgánicos.
- Purines y estiércol.
- Actividades industriales y urbanas (vertidos efluentes, aguas residuales, etc.).
- Herbicidas y plaguicidas que contienen nitratos.

La principal fuente de contaminación de los acuíferos lo constituye el empleo excesivo de fertilizantes nitrogenados y, en menor medida, el empleo de abonos orgánicos procedentes de la actividad ganadera. El exceso de nitratos, que no es utilizado por las plantas para la síntesis de proteínas vegetales, puede llegar a las aguas superficiales, o bien, infiltrarse a través del suelo y llegar a los acuíferos subterráneos. El vertido directo a los acuíferos superficiales de desperdicios humanos y animales contribuye al enriquecimiento de las aguas con nitratos. Los lixiviados procedentes de los depósitos orgánicos y de los vertederos también pueden contribuir a la contaminación con nitratos de los acuíferos a los que llegan.

Los efectos tóxicos de los nitratos se deben a su conversión (reducción) a nitritos y no a los nitratos directamente.

Los niños menores de 4-6 meses son más sensibles a la exposición excesiva a nitratos, aunque se puede producir el cuadro clínico de intoxicación aguda en niños de mayor edad. Este cuadro muy característico que se denomina metahemoglobinemia (síndrome del bebé azul).

Los nitratos prácticamente no llegan a la leche materna, por tanto la presencia de exceso de nitratos no contraindica la lactancia natural.

La metahemoglobinemia o síndrome del niño azul (blue baby syndrome), es el término utilizado para definir el exceso de metahemoglobina (MetHb) en la sangre de los niños menores de 4 meses. La metahemoglobina es una hemoglobina anómala que no transporta oxígeno por lo que produce dos tipos de síntomas:

- Color azulado (cianosis) característico de piel y mucosas. (De ahí el nombre de síndrome de bebé azul).
- Síntomas debido a la falta de oxígeno (hipoxia tisular) en los tejidos que provoca dificultad respiratoria, taquicardia, náuseas, vómitos y en casos graves convulsiones y coma.

Se ha observado únicamente en niños menores de 4 meses, por tres razones:

- Existencia de hemoglobina fetal, más susceptible de transformarse en metahemoglobina.
- El mayor pH del estómago de los niños menores de 4 meses que permite la existencia de bacterias gástricas favorecedoras de la conversión de nitratos a nitritos (reducción).
- El mecanismo enzimático reparador que convierte la metahemoglobina en hemoglobina es pequeño.

A partir de esta edad los niveles enzimáticos tiene niveles similares a los del adulto y no existe casi hemoglobina fetal. (FAO/OMS (JEFCA) ,2002).

PUBLICACIÓN

BOL OF SANIT PANAM 106(1), 1989 METAHEMOGLOBINEMIA INFANTIL CAUSADA POR NITRATOS Nilda A. G. G. de Fernícola

La ingestión de agua o alimentos con gran concentración de nitratos produce metahemoglobinemia en los niños de hasta 3 meses de edad. Se revisan los factores ambientales y del huésped que explican el mayor riesgo de este problema en este grupo de edad. Con el propósito de reducir su prevalencia, las autoridades de salud deberían regular las concentraciones de nitratos presentes en el agua potable; crear sistemas adecuados de suministro de agua; poner en práctica programas educativos dirigidos a los padres para informarles acerca de medidas preventivas, y alertara los médicos para que notifiquen los casos de metahemoglobinemia.

Mediante estudios epidemiológicos y clínicos se ha demostrado que la principal manifestación tóxica derivada de la ingestión de nitratos es la metahemoglobinemia. En el hombre la exposición a nitratos ocurre principalmente por conducto del agua y los alimentos. Al parecer, los adultos no se ven directamente perjudicados por la exposición a esta sustancia, aunque estudios recientes han indicado que los aerosoles de nitrato en el aire pueden actuar como irritantes de las vías respiratorias.

En cambio, los lactantes y niños muy pequeños son particularmente susceptibles a la inducción de metahemoglobinemia producida por nitratos ingeridos a través del agua o los alimentos. En muchos casos notificados se ha utilizado agua de pozo, que contiene elevadas concentraciones de nitratos, para preparar leche en polvo. En esta revisión se intenta demostrar la relación que existe entre la ingestión de nitratos y la metahemoglobinemia en lactantes de hasta tres meses de edad y se sugieren medidas preventivas para su control.

Nitratos en el agua

Las concentraciones de nitratos en aguas superficiales y subterráneas registran variaciones dentro de límites amplios que dependen de las condiciones geoquímicas, los procedimientos de evacuación de desechos humanos y animales, el grado de utilización local de productos agroquímicos y la cantidad de residuos industriales.

El estiércol, especialmente en zonas de cría de ganado, y los fertilizantes, en regiones de siembra intensiva, aportan grandes cantidades de nitratos a los suelos. Esta sustancia se produce también en forma natural debido a la biodegradación de compuestos orgánicos que luego son liberados en el agua subterránea. No obstante, la agricultura es considerada, incluso en aquellos países que todavía no tienen problemas, como la fuente principal de nitratos en el agua.

Si bien hay que reconocer que tanto la incorporación de fertilizantes químicos como de plaguicidas ayudaron en gran medida a aumentar la producción de alimentos a partir de la segunda guerra mundial, la otra cara de la moneda indica que la infiltración de nitrógeno o fosfatos debida al uso excesivo de fertilizantes está produciendo un deterioro cada vez mayor de las reservas de agua. En los países en desarrollo, aunque resulta difícil obtener datos sobre el empleo de productos agroquímicos, se sabe que su aplicación es cada vez más intensa. Por lo general, los peligros asociados al uso de fertilizantes y reguladores del crecimiento se consideran leves en comparación con los que entrañan los plaguicidas. En este sentido, lo que suscita preocupación, fundamentalmente, es la posible contaminación de las aguas por nitratos, potasio y fosfatos, así como el consiguiente peligro de eutrofización.

Hemoglobina y Metahemoglobina

La hemoglobina (Hb) es una proteína conjugada que cuenta entre sus funciones biológicas principales la de transportar oxígeno desde los pulmones a los tejidos del organismo. En su grupo prostético posee cuatro átomos de hierro, cuyo estado de oxidación es Fe^{2+} . En la metahemoglobina (MetHb) el hierro se encuentra en su forma oxidada (Fe^{3+}). Los eritrocitos contienen normalmente pequeñas cantidades de

MetHb, que resultan de la oxidación espontánea de la Hb. A diferencia de la Hb, la MetHb no transporta oxígeno; por lo tanto, su presencia en cantidades elevadas es incompatible con la vida.

Metahemoglobinemia en Niños

La metahemoglobinemia se define como la presencia de metahemoglobina en la sangre. Entre los trastornos que favorecen su aparición se encuentran, por un lado, ciertas insuficiencias que modifican la capacidad reductora de los eritrocitos, como la deficiencia genéticamente hereditaria de la NADH reductasa de la metahemoglobina.

Se ha observado una mayor prevalencia de esta enfermedad en niños menores de tres meses. Varios factores fisiológicos y bioquímicos podrían explicar este fenómeno.

- La ingestión de líquidos en el lactante es tres veces mayor que en el adulto en relación con el peso corporal. Debe recordarse también que el consumo de agua es mayor en las zonas áridas, en la estación de verano y cuando el niño tiene fiebre.
- A menor capacidad de segregar ácido clorhídrico en el estómago, por lo que su pH está entre los valores 5 y 7. Este pH permite la permanencia de bacterias en la parte alta del aparato digestivo, que reducen el nitrato a nitrito antes de ser absorbido.
- Predominio en el lactante de hemoglobina fetal (Hb F), que lo hace más susceptible debido a que esta hemoglobina es más fácilmente convertida en metahemoglobina que la hemoglobina normal del adulto (Hb A)
- Poca actividad de la enzima reductasa de la metahemoglobina dependiente de NADH, que es responsable de la reducción normal de la MetHb.

La probabilidad de que se produzca MetHb es alta en lactantes alimentados con leche en polvo disuelta en agua con alto contenido de nitrato, más aún si el agua ha sido hervida, puesto que la ebullición concentra los nitratos presentes.

Los microorganismos esporulados tales como *Bacillus subtilis*, que se encuentran en la leche en polvo no acidificada, constituyen otro factor desencadenante de MetHb por su capacidad de transformar el nitrato en nitrito. Ciertos trastornos comunes en los niños, tales como las enfermedades diarreicas, además de la malaria y la deficiencia de la enzima deshidrogenasa.

Por el contrario, los niveles de nitrato en la leche materna son bajos aun cuando la madre consume agua con alto contenido de nitrato, por lo que debe aconsejarse la lactancia natural, especialmente en regiones donde el agua para beber contiene altas concentraciones de esta sustancia.

Se han realizado numerosas investigaciones en relación con la concentración de nitratos en el agua para beber y la metahemoglobinemia en niños. Llevadose a cabo en niños con una media de edad de 15 meses, se encontró una diferencia estadísticamente significativa ($\alpha = 0,05$) entre el valor medio de MetHb (0,56%) en un grupo que consumía agua con una concentración de nitrato inferior a 10 mg de N/l y el correspondiente (0,76%) a un grupo que ingería agua de pozo con una concentración de nitratos superior al límite mencionado. (G. G. de Fernícola Nilda A, 1989.)

Cloruro

Salud

Con el resultado obtenido las concentraciones superiores a 250 mg/l es cada vez más probable que los consumidores detecten el sabor salado del cloruro, pero algunos consumidores pueden acostumbrarse al sabor que produce en concentraciones bajas. No se propone ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud para el cloruro en el agua de consumo, el cloruro intensifica el daño en personas que presenten enfermedades de hipertensión arterial, afecciones en los riñones y problemas en el corazón; causadas por alteraciones sanguíneas debido a la disminución de la ventilación cardiaca disminuyendo el mecanismo de defensa.

PUBLICACIÓN

SALUD AMBIENTAL

GOIB/CONCELLERIA SALUT/DIRECCION GENERAL SALUT PÚBLICA Dirección General de Salud Pública y Participación - Servicio de Salud Ambiental

Cuando el agua de consumo tiene >250 mg/l de cloruro ó >200 mg/l de sodio es muy probable sentir un gusto salado, por lo que normalmente se rechaza para beber. Para los grupos de población más sensibles, se recomienda:

Lactantes: si la lactancia natural no es posible, se recomienda preparar los biberones con agua embotellada vigilando que tenga < 25 mg/l de sodio. Si se ha de utilizar agua del grifo, verificar que no tenga niveles elevados de nitratos y/o cloruros y hervirla, pero sólo 1 minuto, ya que ebullición más prolongada incrementa los niveles de nitratos, de cloruros y de sodio.

Personas ancianas con hipertensión arterial y/o afectación de los riñones: se recomienda no utilizar agua del grifo si tiene valores elevados de cloruro (>250 mg/l) o de sodio (>200 mg/l) ni para beber ni para hacer café ni para cocinar.

Personas con problemas de corazón, de arterias o con úlceras de estómago y mujeres después de la menopausia: se recomienda no beber el agua si tiene niveles elevados de cloruros y de sodio. Se puede utilizar para hacer café y para cocinar, pero sin añadir sal después. (Salud ambiental, s.f)

Manganeso

Salud

Con el resultado obtenido los niveles altos de manganeso en las aguas para consumo humano; puede afectar en su mayoría a niños ocasionándole una reducción en su coeficiente intelectual.

PUBLICACIÓN

MANGANESO EN EL AGUA REDUCE EL COEFICIENTE INTELLECTUAL DE LOS NIÑOS WASHINGTON, SEPTIEMBRE 20/2010

Un grupo de científicos descubrió que los restos de manganeso en el agua potable podrían afectar la capacidad intelectual de los niños, según un estudio publicado hoy en la revista *Environmental Health Perspectives*. Investigadores de la Universidad de Québec, de la Universidad de Montreal y de la Escuela Politécnica de Montreal analizaron los resultados de 362 niños, de entre 6 y 13 años, que viven en hogares abastecidos por las aguas subterráneas en Québec.

Los investigadores midieron la concentración de manganeso en el agua de su casa, así como de hierro, cobre, plomo, zinc, arsénico, magnesio y calcio y posteriormente cada niño fue evaluado con una batería de pruebas para evaluar la cognición, las habilidades motoras y comportamiento.

Y concluyeron que los niños expuestos a altas concentraciones de manganeso en el agua potable obtuvieron peores resultados en los test de coeficiente intelectual, que los niños con exposiciones más bajas.

"Hemos encontrado importante déficit en el cociente intelectual de los niños expuestos a mayor concentración de manganeso en el agua potable", señaló Maryse Bouchard, profesora adjunta del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias Biológicas, Salud, Medio Ambiente y Sociedad (CINBIOSE) de la Universidad de Québec en Montreal.

"Sin embargo, las concentraciones de manganeso fueron muy inferiores a las actuales directrices" sanitarias, agregó Bouchard, quien dirige el estudio junto con Donna Mergler, profesora emérita del Departamento de Ciencias Biológicas y miembro de CINBIOSE.

En Québec, donde se hizo el estudio, el manganeso no está en la lista de sustancias inorgánicas que afectan a la calidad del agua potable del Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente.

Según sus resultados, el promedio de coeficiente intelectual de los niños cuyos niveles de manganeso en el agua eran del 20% o más fue 6 puntos inferior al de los niños cuya agua contenía poco o nada de manganeso.

El análisis de la asociación entre el manganeso en el agua potable y el coeficiente intelectual infantil tuvo en cuenta además diversos factores como los ingresos familiares, la inteligencia materna, la educación materna y la presencia de otros metales en el agua.

Según Mergler, la relación causa-efecto "es muy marcada y pocos contaminantes ambientales han mostrado una correlación tan fuerte con la capacidad intelectual".

Los autores afirman que la cantidad presente de manganeso en los alimentos no mostraron relación con el coeficiente intelectual de los niños. El artículo señala que algunos de los municipios donde se realizó el estudio ya han instalado un sistema de filtración para eliminar este químico y recomienda que se revisen las guías nacionales e internacionales sobre las sustancias que afectan a la calidad del agua.

El manganeso es un elemento químico metálico que se emplea en la fabricación del acero. (Asian Cintya, 20/2010).

- **Determinar del porcentaje de contaminantes presentes en las aguas freáticas.**

Porcentaje de contaminantes según el análisis

Nitrato	ECA (1)	ECA (3)	% > ECA (1)	% > ECA (3)
14.701 mg/L	10 mg/L	10 mg/L	4.701 mg/L	4.701 mg/L
			47.01 %	47.01 %

Porcentaje de contaminantes según el análisis

Nitrato	ECA (1)	ECA (3)	% > ECA (1)	% > ECA (3)
46.276 mg/L	10 mg/L	10 mg/L	36.276 mg/L	36.276 mg/L
			362.76 %	362.76 %
Cloruro	ECA (1)		% > ECA (1)	
568.798 mg/L	250 mg/L		318.798 mg/L	
			127.52 %	
Manganeso	ECA (1)	ECA (3)	% > ECA (1)	% > ECA (3)
6.9124mg/L	0.1 mg/L	0.2 mg/L	6.8124 mg/L	6.7124mg/L
			6812.4 %	3356.2 %

- Como resultado se determina las causas de cómo ha llegado el nitrato, cloruro y manganeso en las aguas freáticas en los puntos donde se han tomado las muestras de agua.

Nitrato

El nitrato llega a las aguas freáticas debido al uso excesivo de los fertilizantes nitrogenados los cuales son utilizados para reverdecer las plantas y enriquecer los suelos, el problema nace cuando en el suelo hay más de lo que necesita la planta, por tal motivo el sobrante comienza a infiltrarse por el perfil del suelo y contaminando así las aguas freáticas y transformándose nitrito pudiendo producir la enfermedad de metahemoglobinemia o enfermedad de niño azul.

Debido a que los fertilizantes nitrogenados son muy móviles y extremadamente solubles, además de no ser retenido por el suelo por el complejo arcillo humus.

Cloruro

Es común encontrar cloruros en las aguas subterráneas debido a la erosión de las rocas, la composición del suelo. El cloruro puede aumentar su concentración por el uso excesivo fertilizantes el cual es un micronutriente esencial para los cultivos en pequeñas cantidades y también por el uso de pesticidas clorados, el cloruro no se absorbe a

partículas del suelo y se mueve fácilmente con el agua lo cual le permite llegar a las aguas subterráneas.

La principal actividad humana que induce a la contaminación de las aguas subterráneas por cloruros es el bombeo exagerado de los pozos. Este fenómeno puede evaluarse desde dos perspectivas: La explotación en forma individual y la extracción acumulativa de todos los pozos.

MANGANESO

El manganeso es una sustancia natural que se encuentra en diversos tipos de rocas, se disuelve habitualmente en aguas subterráneas y en el agua potable a niveles bajos. A veces un nivel de manganeso más alto de lo normal se produce cuando hay un mal manejo de los fertilizantes ya que es un micronutriente importante para el crecimiento de la planta, fotosíntesis, la respiración y la asimilación de nitrógeno.

Se da la contaminación de las aguas subterráneas de forma puntual en los pozos tubulares, es decir, pozos que son hechos de metal que al entrar en contacto con el agua se van oxidando incrementando así el manganeso en el agua y otorgando un color rojizo oscuro.

- Se explicó en que consiste el Diseño de un Sistema de Monitoreo

El diseño de un sistema de monitoreo que se realizó en el Valle las Trancas tiene como prioridad determinar la variación en cuanto a la calidad de las aguas freáticas debido a la contaminación que se estaría dando en la zona del Valle a causa de las actividades mineras que se desarrollan en la zona.

Por tal razón se establecieron dos puntos, uno en la parte media del Valle y el otro en la planta de beneficio Centauro con el propósito de extraer una muestra de agua de cada punto establecido, para poder mandar la muestra de agua freática a analizar.

Una vez analizada y con los resultados obtenidos se procede a comparar con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) agua y determinar que parámetros sobrepasan lo establecido por la ECA, con la finalidad de

investigar cual es la causa de que ciertos parámetros se encuentren elevados, es decir, que si la actividad minera es la responsable del incremento de ciertos parámetros o que otra actividad puede influir en dicho resultados.

El punto fundamental del Diseño está referido a determinar la calidad del agua freáticas, pero también a buscar la actividad responsable de dicha contaminación, problemas que pueden generar a la (salud, fauna, productividad de los cultivos), el porcentaje de contaminantes presentes en el agua freática, es decir, en cuanto sobrepasa la ECA del agua, las causas de cómo llega el contaminante a las aguas freáticas y las medidas a seguir para reducir la presencia de dichos contaminantes.

Lo cual sería beneficioso porque se evitaría la contaminación de las aguas freáticas, evitando una perdida valiosa, además de tener que introducir tratamientos costosos o proceso costoso de remediación del acuífero.

- Dificultades que se presentaron en la implementación del diseño de un sistema de monitoreo.

Para la realización de dicho sistema se presentaron los siguientes problemas:

- La negativa de la mayoría de las plantas de beneficio ubicadas en dicho Valle por temor a ser multados o cerradas por incumplimiento de la normativa vigente ECA.
- Falta de información en el ente municipal del Valle las Trancas.
- La negativa de personas de la zona dedicadas a la venta de agua por el temor que los multen por el incumplimiento de la normativa vigente ECA.
- Costo de los análisis que se han realizado.

- Beneficios que generara la implementación de un sistema de monitoreo.

- Mejor calidad del recurso hídrico tanto para el consumo humano como para el riego.
- Dar a conocer la problemática y las posibles soluciones.
- Toma de conciencia por parte de las autoridades y personas del Valle para el mejor manejo de sus insumos.

- Recomendación a seguir para disminuir la presencia de nitratos, cloruros y manganeso en aguas freáticas.

NITRATO

Analizar el suelo para determinar la dosis apropiada.

Distribución apropiada.

Aplicación oportuna.

Se debe monitorear NO₃.

Fertilizantes balanceados.

Fertirrigación.

Fuente de fertilizante

CLORURO

Usar dosis apropiada.

Fertilizantes balanceados.

Evitar la explotación de los pozos.

Utilizar periodos de irrigación.

MANGANESO

Desinfecte el pozo adecuadamente para eliminar las bacterias.

Limpie o cambie los pozos tubulares.

Cambie la profundidad de la bomba.

Construya el pozo de nuevo.

Tratamiento de agua en la boca del pozo con un filtro específico para manganeso.

Instale un pozo nuevo con un filtro a una profundidad diferente.

- Conclusión

Se pudo evidenciar que la contaminación en las aguas freáticas del Valle las Trancas no es a causa de la minería como se pensaba en un inicio debido a la problemática que existe en la zona donde aseguran que las plantas de beneficio instaladas a lo largo del Valle venían contaminando las aguas freáticas.

Con los resultados obtenidos y las investigaciones realizadas se pudo determinar que la contaminación de las aguas freáticas se estaría dando a causa de la actividad agrícola por el uso excesivo de fertilizantes nitrogenados, uso de pesticidas clorados, sobre explotación de los pozos por la extracción del agua, descomposición de estructuras metálicas en pozos tubulares los cuales son abundantes en la zona.

4.1.2 Contratación de la 2 H.E

2HE. El empleo del diseño de un sistema de monitoreo, de la calidad de las aguas freáticas influirá significativamente en la fauna acuática del Valle las Trancas-Nasca-20018.

2HE_o. El empleo del diseño de un sistema de monitoreo, de la calidad de las aguas freáticas no influirá significativamente en la fauna acuática del Valle las Trancas-Nasca-20018.

Desarrollo:

- Se determinó el punto de monitoreo para la extracción de agua freática que va a ser analizada estableciendo los siguientes puntos:

INFORME Nº 4.3 ACUEDUCTO PARTE MEDIA DEL VALLE LAS TRANCAS

Identificación	Descripción	Coordenadas UTM Datum Wgs 84 Zona 18 Sur		Altura (msnm)	Fecha de Monitoreo
		Este	Norte		
PUNTO 3	Acueducto	514,493.00	8'344,294	623.00	28.03.2017

FIGURA Nº 4.7 PUNTO DE TOMA DE MUESTRA DE ACUEDUCTO



Fuente: Propia

- Se analizó la muestra de agua freática y como resultados de este análisis se obtuvo los siguientes resultados.

**INFORME N° 4.3 ACUEDUCTO PARTE MEDIA DEL VALLE LAS
TRANCAS**

	ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L		
	INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-143	Fecha de Elaboración: 07-04-2017	Versión: 01
	INFORME DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA EN LA PARTE MEDIA DEL VALLE LAS TRANCAS		

Página 1 de 3

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-143

I. DATOS DEL SERVICIO

NOMBRE : CESAR ADRIAN TORO ESPINOZA
DIRECCIÓN : LOS ESPINALES S/N – NAZCA
PROCEDENCIA : ACUEDUCTO – VALLE LAS TRANCAS
MUESTREADO : POR EL CLIENTE
FECHA DE EMISIÓN DE INFORME : 07-04-2017

II. DATOS DE ITEMS DE ENSAYO

MATRIZ : AGUA
NÚMERO DE MUESTRAS : 1
FECHA DE RECEPCION DE LA MUESTRA : 29-03-2017
PERIODO DE ENSAYO : 29-03-2017 AL 07-04-2017

III. MÉTODO Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TITULO
Aceites y grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 22nd Ed	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Meth
Cianuro Libre	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN-E, J, 22nd Ed	Cyanide. Colorimetric. Method. Cyanogen Chloride
Demanda bioquímica de oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part	Biochemical Oxygen Demand (BOD).5-Day BOD Test



ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L

INFORME DE ENSAYO

Fecha de Elaboración:

Versión:

N°: IE-23-143

07-04-2017

01

Página 2 de 3

**INFORME DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA EN LA
PARTE MEDIA DEL VALLE LAS TRANCAS**

III. MÉTODO Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TITULO
Demanda química de oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 520 D, 22nd Ed.	Chemical Oxygen Demand (COD). Close Reflux Colorimetric Method
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 22nd Ed.	pH Value. Electrometric Method
Solidos Suspendidos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed.	Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C
Metales Totales (a)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 K, 3125 B, 22nd Ed. 2012	Preliminary Treatment of Samples. Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (ICP-MS) Method
Cloruros (a)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl B, 22nd Ed.	Chloride. Argentometric Method
Fluoruro (a)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-F C, 22nd Ed.	Fluoride. Ion-Selective Electrode Method
Nitratos (a)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO3-E, 22nd Ed.	Nitrogen (Nitrate). Cadmium Reduction Method
Nitritos (a)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO2-B, 22nd Ed.	Nitrogen (Nitrite). Colorimetric Method
Sulfatos (a)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SO4 E, 22nd Ed.	Sulfate. Turbidimetric Method
Fostato (a)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P-E, 22nd Ed.	Ascorbic Acid Method

IV. RESULTADOS

RESULTADOS ANALIS DE LABORATORIO

Parámetros	Unidad	S - 1	ECA ⁽¹⁾	ECA ⁽²⁾
FISICOQUIMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	< 0.2	1	1
Cianuro Libre	mg/L	< 0.001	0.005	0.022
Cloruro	mg/L	325.24	250	100 - 700
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	< 1	5	< = 15
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	6	10	40
Fluoruros	mg/L	0.065	1	1
Nitrato	mg/L	13.578	10	10
Nitrato	mg/L	< 0.003	1	0.06
Potencial de Hidrogeno	Unidad de pH	6.74	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5
Solidos Totales en suspensión	mg/L	2	1000	-
Sulfato	mg/L	782.42	250	300
Turbiedad	UNT	4.8	5	-
INORGANICOS				
Aluminio	mg/L	0.01	0.2	5
Antimonio	mg/L	< 0.0008	0.006	-
Arsénico	mg/L	< 0.001	0.01	0.05
Bario	mg/L	0.097	0.7	0.7
Berilio	mg/L	0.0008	0.004	0.1
Boro	mg/L	0.28	0.5	0.5 - 6
Cadmio	mg/L	0.002	0.003	0.005
Cobre	mg/L	0.004	2	0.2
Cromo	mg/L	< 0.002	0.05	0.1
Hierro	mg/L	0.25	0.3	1
Manganeso	mg/L	< 0.0006	0.1	0.2
Mercurio	mg/L	< 0.00002	0.001	0.001
Niquel	mg/L	0.0174	0.02	0.2
Plata	mg/L	< 0.0002	0.01	0.05
Plomo	mg/L	< 0.0003	0.01	0.05
Selenio	mg/L	0.014	0.01	0.05
Uranio	mg/L	0.01	0.02	-
Vanadio	mg/L	0.005	0.1	-
Zinc	mg/L	0.0753	3	2

ECA ⁽¹⁾; Categoría 1 "Aguas destinadas a la producción de agua potable".

ECA ⁽²⁾; Categoría 3 "Riego de Vegetales y Bebida de Animales".

- Interpretación de resultados.

PUNTO 3: ACUEDUCTO

Los resultados de Agua Subterránea tomadas, reportaron valores de pH, SST, por debajo de los estándares nacionales.

Con respecto a los parámetros Fisicoquímicos, pH, Cloruro, Nitratos y Sulfatos y los parámetros inorgánicos, (Metales), tampoco superan los ECAs Agua, a excepción de los Nitratos que tiene 13.578, Cloruros que tienen 325.24

Nitrato 13.578 mg/l	ECA (1) 10 mg/l	ECA (3) 10 mg/l	EXCESO 3.578
Cloruro 325.24 mg/l	ECA (1) 250 mg/l	EXCESO 75.24 mg/l	

- Como resultado se determinó la presencia de Nitratos, Cloruros los cuales superan el estándar de calidad (ECA agua), pero el causante del problema a la fauna acuática son los nitratos.

Nitrato

Fauna

El nitrato en concentraciones elevadas en las aguas subterráneas genera la eutrofización de algas unicelulares (algas verdes); generado por el enriquecimiento del suelo con fertilizantes inorgánicos de origen industrial o extractivo; o por excrementos animales. Estas causas aportan nitrógeno, en forma de nitrato y amonio, y fósforo, como fosfato, a la vez que cationes como potasio, magnesio, manganeso, cloruros, etc. Por tal motivo, se estaría afectando a la fauna acuática (bagres) que integran el ecosistema de los acueductos.

CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA DEL BAGRE

Reino:	<i>Animalia</i>
Filo:	<i>Chordata</i>
Clase:	<i>Actinopterygii</i>
Subclase:	<i>Neopterygii</i>
Infraclase:	<i>Teleostei</i>
Superorden:	<i>Ostariophysi</i>
Orden:	<i>Siluriforme</i>

Taxonomía

Clase: Osteichthys y Actinopterygii

Orden: Siluriformes

Familia: Ictaluridae y Akysidae

Género: Ictalurus

Especie: punctatus

Nombre Vulgar: Bagre

Nombre Científico: Siluriformes

La proliferación de algas provoca un enturbiamiento del agua; esto impide que la luz penetre hasta el fondo del ecosistema. En el fondo se hace imposible la fotosíntesis, productora de oxígeno libre, a la vez que aumenta la actividad metabólica consumidora de oxígeno (respiración aeróbica) de los descomponedores, que empiezan a recibir los excedentes de materia orgánica producidos cerca de la superficie.

De esta manera, en el fondo se agota pronto el oxígeno por la actividad aerobia y el ambiente se vuelve pronto anóxico.

Esta radical alteración del ambiente hace inviable la existencia de la mayoría de las especies (bagre) que tiene una función importante en el ecosistema la cual es de purificar el agua ya que se alimenta de bacterias y restos orgánicos, lo cual hace que los acueductos mantengan aguas limpias y cristalinas que son utilizadas por la población del Valle las Trancas muchas

veces para su consumo. El proceso de eutrofización puede terminar por convertir al cuerpo de agua en tierra firme; perdiéndose así un importante suministro de agua (Hidráulica Inca), como también un patrimonio cultural del Perú.

Publicación

Eutrofización: causas y efectos

Rafael Aparicio Torinos 27 - Septiembre – 2012

La eutrofización es un tipo de contaminación química de las aguas. Se da cuando hay un aporte excesivo de nutrientes a un ecosistema acuático, el cual queda severamente afectado por ello. Puede producirse de forma natural (mareas rojas) pero es la antropogénicas la que más debe preocuparnos. El fósforo y el nitrógeno son los principales causantes de la eutrofización, aunque también son relevantes cualquier otra sustancia que pueda ser limitante para el desarrollo de las diferentes especies como el potasio, el magnesio y diferentes productos orgánicos.

También puede considerarse de un modo más general que también afecta a suelos que han sufrido un enriquecimiento anormal de nitrógeno y en los que hay una tendencia al crecimiento de plantas afines a la abundancia de nutrientes inorgánicos, principalmente nitrógeno. En este artículo vamos a centrarnos, no obstante, en la eutrofización antropogénica de las aguas.

La eutrofización altera las características del medio ambiente de los ecosistemas acuáticos alterando la cadena trófica y aumentando la entropía (el desorden) del ecosistema. El resultado son ecosistemas con una biodiversidad reducida, con las especies oportunistas ocupando nichos previamente ocupados por otras especies.

Etapa Oligotrófica. Este es el estado normal y saludable del ecosistema en él las especies oportunistas y cosmopolitas tienen un espacio marginal y hay un equilibrio dinámico con fluctuaciones estacionales. El agua tiene una transparencia considerable y hay abundancia de animales que

respiran filtrando el oxígeno del agua (peces, moluscos, artrópodos acuáticos).

Aporte de nutrientes, puede ser un episodio o accidente o continuo en el tiempo. Puede llevarse a cabo de forma puntual (un vertido en un punto de un río) o de forma difusa, con origen disperso (típico de los fertilizantes agrícolas).

El aporte de nutrientes provoca un crecimiento explosivo de plantas y algas. Hay algas unicelulares que crecen en el seno del agua, en la zona fótica de la misma. Al tratarse de algas fotosintéticas dan al agua un color verdoso que impide el paso de la luz a profundidades que alcanzaba previamente.

La vegetación situada por debajo del nuevo umbral fótico muere, también mueren y se hunden hasta el fondo muchas de las algas flotantes debido al agotamiento de los nutrientes causado por el crecimiento exponencial.

La sustancia orgánica muerta del fondo es descompuesta por bacterias que consumen el oxígeno y además pueden generar toxinas letales para plantas y animales.

La ausencia de oxígeno hace que los moluscos del fondo mueran y los peces y crustáceos mueran o escapen a zonas no afectadas.

La eutrofización está relacionada con los conceptos de demanda química de Oxígeno y demanda biológica de Oxígeno (DOQ y DOB), que expresan la cantidad de oxígeno que es necesario consumir para que el ecosistema consuma una cantidad determinada de un contaminante inorgánico (DOQ) u orgánico (DOB). Ambos son empleados como indicadores en procesos de control de calidad del agua y se expresan en unidades de miligramos de oxígeno consumido por litro de muestra durante un periodo de 5 días a una temperatura de 20°, aunque pueden realizarse medidas para otras condiciones. Cuanto mayores sean DOB y DOQ en unas aguas mayor será la cantidad de oxígeno necesario para que los organismos aerobios del agua procesen ese nutriente. Si toman valores muy altos la presencia en exceso de nutrientes provocará la eutrofización de esas aguas y el consumo de todo el oxígeno acabando con la vida

subacuática dependiente de él (peces, moluscos, artrópodos...) y alterando la cadena trófica de ese ecosistema. Los valores de DOB pueden ir desde 1mg/L de las aguas más puras hasta los 600mg/L o más de las aguas residuales sin tratar, un río moderadamente contaminado puede tener valores de 2 a 8 mg/L y el agua residual tratada en las depuradoras tiene valores en torno a 20mg/L.

Causas de la eutrofización

Existen varios causantes de la eutrofización derivados de la actividad humana.

El más importante a nivel global es la agricultura debido al uso de fertilizantes, fundamentalmente nitratos, que a menudo se usan sin el cuidado y la medida adecuados y acaban en las aguas superficiales o subterráneas por lixiviación y arrastre desde esos fertilizantes desde las tierras en las que se emplearon. La agricultura produce una eutrofización de carácter eminentemente difuso, subiendo la concentración de nutrientes en zonas amplias de lagos, ríos, marismas, estuarios y zonas costeras.

Otra actividad rural con una gran incidencia en la eutrofización es la ganadería. Los excrementos de los animales son ricos en nutrientes, sobre todo en los de carácter nitrogenado (amonio). Si no se gestionan de forma adecuada pueden acabar produciendo vertidos a las aguas próximas que cuando se producen suelen tener un carácter puntual.

Efectos de la eutrofización

Efectos más específicos son por ejemplo la desecación de lagunas por el depósito durante largas temporadas de sedimentos y restos orgánicos sobre los que crece la vegetación, transformándose la laguna en pantano y luego en bosque o pradera. Este proceso se lleva a cabo durante largos periodos de tiempo a menudo de forma natural y se denomina colmatación.

La eutrofización tiene efectos sobre las especies acuáticas y de ribera pero también sobre la calidad de las aguas ya que al aumentar la podredumbre y agotarse el oxígeno, las aguas adquieren un olor

nauseabundo requiriendo un mayor tratamiento para poder ser consumidas o haciendo directamente imposible o indeseable su consumo.

El olor de estas aguas puede ocasionar perdidas económicas (turismo, áreas que pierden valor como zonas residenciales), problemas respiratorios y su consumo puede ocasionar problemas sanitarios a las personas de la zona. El sabor del agua puede ser alterado también.

Hay casos en los que las condiciones anóxicas del fondo dan lugar al crecimiento de bacterias como el Clostridium botulinum que producen toxinas letales para pájaros y mamíferos que no se ven directamente afectados por la falta de oxígeno de las aguas. Las zonas donde sucede esto se denominan zonas muertas.

Aparición de especies invasoras que aprovechan los nichos ecológicos vacíos por la desaparición de sus ocupantes previos. También es habitual que las especies invasoras se vean favorecidas por las nuevas condiciones y desplacen a los organismos locales, ahora en desventaja.

Algunos de los brotes de algas aparte de bloquear la luz, producen tóxicos para otras plantas y animales. Estas sustancias pueden ocasionar la muerte de animales al ser consumidas. Los animales afectados pueden actuar como vector para las toxinas, neurotoxinas y hepatotoxinas afectando a otras especies y alcanzar a los humanos. (Aparicio Torinos, Rafael; 27 de septiembre de 2012).

- Determinar el porcentaje de contaminantes presentes en las aguas freáticas.

Nitrato	ECA (1)	ECA (3)	% > ECA (1)	% > ECA (3)
13.578 mg/L	10 mg/L	10 mg/L	3.578mg/L	3.578 mg/L
			35.78 %	35.78 %
Cloruro	ECA (1)		% > ECA (1)	
325.24mg/L	250 mg/L		75.24 mg/L	
			30.096 %	

- **Recomendación a seguir para disminuir la presencia de Nitrato que es el causan del efecto significativo a los bagres del acueducto.**

NITRATO

Analizar el suelo para determinar la dosis apropiada.

Distribución apropiada.

Aplicación oportuna.

Se debe monitorear NO₃.

Fertilizantes balanceados.

Fertirrigación.

Fuente de fertilizante.

- Conclusión

Con los resultados obtenidos y las investigaciones realizadas se pudo determinar que la contaminación de las aguas freáticas en el acueducto es causada por la actividad agrícola por el uso excesivo de fertilizantes nitrogenados los cuales estarían generando la eutrofización, es decir, el crecimiento de algas verdes las cuales estarían afectando a los bagres del acueducto debido a la reducción de oxígeno en el agua, alterando el ecosistema del acueducto ya que los bagres tienen la función de purificar el agua debido a que se comen todas las bacterias y restos orgánicos.

4.1.3 Contrastación de la 3 H.E

3HE. El empleo del diseño de un sistema de monitoreo, de la calidad de las aguas freáticas influirá directamente en la calidad de los suelos del Valle las Trancas Nasca – 2018

3HE_o. El empleo del diseño de un sistema de monitoreo, de la calidad de las aguas freáticas no influirá directamente en la calidad de los suelos del Valle las Trancas Nasca – 2018

Desarrollo

- Se determinó el punto de toma de muestra de suelo para la extracción de suelo que va a ser analizada estableciendo el siguiente punto

INFORME Nº 4.4 PARTE MEDIA DEL VALLE LAS TRANCAS

Identificación	Descripción	Coordenadas UTM Datum Wgs 84 Zona 18 Sur		Altura (msnm)	Fecha de Monitoreo
		Este	Norte		
PUNTO 1	Parcela de la familia Huamán	512,609	8'344,886	513.50	01.05.2017

FIGURA Nº 4.8 PARTE MEDIA DEL VALLE LAS TRANCAS



Fuente: Propia

- Se analizó la muestra de suelo para determinar las condiciones actuales de los parámetros: Nitrato, Cloruro y Manganeso.

INFORME N° 4.5 PARTE MEDIA DEL VALLE LAS TRANCAS

LABECO

ANALISIS AMBIENTALES S.C.R.L

INFORME DE ENSAYO N° 1022-17^I

Solicitante : CESAR ADRIAN TORO ESPINOZA
Dirección del Solicitante : Los Espinales s/n-Nazca
Atención : César Adrian Toro Espinoza
Proyecto : Monitoreo de Efluentes
Lugar de Muestreo : Acueducto El Pino
Tipo de Muestra : Suelo
Fecha de Monitoreo : 01/05/17
Fecha de Recepción de Muestra : 03/05/17
Fecha de Inicio de Análisis : 03/05/17
Fecha de Término de Análisis : 05/05/17

CALIDAD DE SUELO

Código de Laboratorio	1022-1	<i>Límite Detección</i>	<i>Unidad</i>
Código de Cliente	EHA-001		
Parámetros Físicoquímicos			
Cloruros	9,9	10,0	mg/kg
Nitratos	5,7	0,2	mg/Kg
Metal			
Manganeso	353,85	0,09	mg/Kg

- Muestra Tomada por el cliente.
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el cliente.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado por el cliente.

Método de Análisis:

Cloruros: EPA 9253 Rev 01994 Chloride (Titrimetric, SilverNitrate)

Manuel de Técnicas de Análisis de Suelos. Determinación de Nitritos y Nitratos intercambiables en suelo por extracción con Cloruro de Potasio (KCl 1 M. y Determinación por Espectrometría UV Visible)

Manganeso: EPA 200.7. Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry.

- Interpretación

Parámetros: número que resume la gran cantidad de datos que pueden derivarse del estudio.

Unidad: cantidad estandarizada de una determinada magnitud física

EF-01: muestra tomada para su respectivo análisis

mg/kg: miligramos por kilogramos

LM: límite mínimo de detección

- Interpretación de resultados

Los resultados de suelo obtenidos, reportaron valores de nitrato, cloruros y manganeso que a continuación se detalla.

Nitratos: 5,7 mg/kg

Límite de detección: 0.2 mg/kg

Cloruros: 9,9 mg/kg

Límite de detección: 10,0 mg/kg

Manganeso: 353.85 mg/kg

Límite de detección: 0.09 mg/kg

VALORES NECESARIOS EN EL SUELO

	BAJO	MEDIO	ALTO
NITROGENO AMONICAL	10,0 ppm	20,0	35,0
NITROGENO NITRICO	5,0 ppm	30,0	40,0
FOSFORO	1,0 ppm	3,0	7,0
ZINC	3,0 ppm	5,0	10,0
COBRE	0,1 ppm	0,2	0,25
HIERRO	0,5 ppm	2,5	3,0
MANGANESO	0,5 ppm	2,0	2,5
BORO	0,7 ppm	2,8	3,0
CLORO	3,0 ppm	4,0	10,0
POTASIO	1,0 meq/l	2,0	3,0
CALCIO	1,0 meq/l	5,0	8,0
MAGNESIO	0,5 meq/l	2,0	3,0
SODIO	0,5 meq/l	1,9	2,5
CARBONATOS	0,5 meq/l	1,9	2,5
BICARBONATOS	1,5 meq/l	5,0	8,5
COND. ELECTRICA	0,5 dS/m	0,8	1,0
AZUFRE	0,5 ppm	5,0	6,0
R.A.S.	2,0	4,0	5,0

Fuente: Agrobiolab, 1.995

- Se utilizó los resultados de la muestra de agua freática obtenidos del pozo IRHS 69 propiedad de la familia Ernesto Huamán.

PARTE MEDIA DEL VALLE LAS TRANCAS

IV. RESULTADOS

RESULTADOS ANALIS DE LABORATORIO

Parámetros	Unidad	S - 1	ECA ⁽¹⁾	ECA ⁽²⁾
FISICOQUIMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	< 0.2	1	1
Cianuro Libre	mg/L	< 0.001	0.005	0.022
Cloruro	mg/L	568.798	250	100 - 700
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	< 1	3	< = 15
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	2	10	40
Fluoruros	mg/L	0.065	1	1
Nitrato	mg/L	46.276	10	10
Nitrito	mg/L	< 0.003	1	0.06
Potencial de Hidrogeno	Unidad de pH	6.96	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5
Sólidos Totales en suspensión	mg/L	4	1000	-
Sulfato	mg/L	772.82	250	300
Turbiedad	UNT	7.8	5	-
INORGANICOS				
Aluminio	mg/L	0.001	0.2	5
Antimonio	mg/L	< 0.0008	0.006	-
Arsénico	mg/L	< 0.001	0.01	0.05
Bario	mg/L	0.098	0.7	0.7
Berilio	mg/L	0.0006	0.004	0.1
Boro	mg/L	0.28	0.5	0.5 - 6
Cadmio	mg/L	0.001	0.003	0.005
Cobre	mg/L	0.0025	2	0.2
Cromo	mg/L	< 0.002	0.05	0.1
Hierro	mg/L	0.34	0.3	1
Manganeso	mg/L	6.9124	0.1	0.2
Mercurio	mg/L	< 0.00002	0.001	0.001
Níquel	mg/L	0.0178	0.02	0.2
Plata	mg/L	< 0.0002	0.01	0.05
Plomo	mg/L	< 0.0003	0.01	0.05
Selenio	mg/L	0.011	0.01	0.05
Uranio	mg/L	0.01	0.02	-
Vanadio	mg/L	0.005	0.1	-
Zinc	mg/L	0.0755	3	2

ECA ⁽¹⁾; Categoría 1 "Aguas destinadas a la producción de agua potable".

ECA ⁽²⁾; Categoría 3 "Riego de Vegetales y Bebida de Animales"

- Interpretación de resultados de la muestra de agua freática.

Los resultados de Agua Subterránea tomadas, reportaron valores de pH, SST, por debajo de los estándares nacionales.

Con respecto a los parámetros Fisicoquímicos, pH, Cloruro, Nitratos, Sulfatos y los parámetros inorgánicos, (Metales), tampoco superan los ECAs Agua, a excepción de los Nitratos que tiene 46.276 mg/L y Manganeso 6.9124 mg/L

Nitrato	ECA (1)	ECA (3)	% > ECA (1)	% > EC (3)
46.276 mg/L mg/L	10 mg/L	10 mg/L	36.276 mg/L	36.276
Manganeso	ECA (1)	ECA (3)	% > ECA (1)	% > ECA (3)
6.9124mg/L	0.1 mg/L	0.2 mg/L	6.8124 mg/L	6.7124mg/L

- Como resultado se determinó la presencia de Nitrato y Manganeso los cuales superan el estándar de calidad (ECA agua), estos generan problemas en la productividad del suelo.

Nitrato

Con los resultados obtenidos) de dicho proyecto las concentraciones elevadas de nitrato en el agua utilizado para riego es perjudicial para los cultivos del Valle las Trancas, generando quemaduras en las hojas, más propensas a las plagas y enfermedades, crecimiento exagerado y color verde intenso, más sensibles al ataque de ácaros, floración escasa por el predominio de hojas, flores incompletas sin estambres o sin pistilos, frutos de colores anormal y n se deprime la absorción de fosfato, potasio, cobre y otros.

PUBLICACIÓN

LOS EFECTOS DE EXCESO DE NITRATO DE POTASIO EN LAS PLANTAS

El nitrato de potasio es una forma del potasio mineral que se añade o que se da naturalmente en algunos tipos de suelo. El potasio es necesario para el desarrollo de las plantas y su salud general, al igual que para una fotosíntesis adecuada. Sin embargo, demasiado potasio puede tener efectos perjudiciales en las plantas tanto en su forma de potasio simple como nitrato de potasio.

Toxicidad del potasio

Una toxicidad en las plantas es como una "sobredosis", cuando se introduce demasiado de algo en el sistema de una planta y causa efectos secundarios serios. Mientras que los excesos de nitrógeno y fósforo pueden destruir o envenenar una planta, el exceso de potasio no daña la planta en sí.

De hecho, el potasio es difícil de obtener para las plantas y normalmente tomarán tanto como puedan obtener.

Deficiencias

Si se aplica demasiado potasio sobre una planta, puede tener como resultado una deficiencia de calcio o magnesio. Esto es porque todos estos elementos están en competencia y demasiado potasio evita que se almacene suficiente calcio o magnesio. De manera similar, demasiado calcio o magnesio puede causar deficiencias de potasio en plantas si hay demasiado de cualquiera de estos minerales en el suelo.

Sobredosis de nitrato

Demasiado potasio en la forma de nitrato de potasio puede dañar algunas plantas debido al nitrato agregado, que es una forma de nitrógeno. Si el suelo ya es rico en nitrógeno, el nitrógeno agregado puede quemar las plantas. (Papagiorgi Nicole, s.f)

PUBLICACIÓN

NUTRIENTES DEL SUELO

Nitrógeno la cantidad de N en el suelo es muy baja en contraposición de lo que consumen los cultivos que es muy alta.

El N:

- Favorece el crecimiento vegetativo
- Produce succulencia
- Da el color verde a las hojas
- Gobierna en las plantas el uso de potasio, fósforo y otros.

Un exceso de este elemento retarda la maduración, debilita la planta, puede bajar la calidad del cultivo y puede provocar menor resistencia a enfermedades.

El N se encuentra en distintas formas en el suelo, aunque es absorbido por las plantas y microorganismos como nitrato (NO_3^-) o amonio (NH_4^+).

Debido a que la solubilidad de los compuestos nitrogenados es alta, su disponibilidad para las plantas y microorganismos normalmente también es alta bajo determinadas condiciones, por ej. si el estado de oxidación es el adecuado.

La estrategia central para la nutrición nitrogenada se basa en "optimizar el balance de nitrógeno en el suelo", maximizando las entradas y minimizar las salidas, las que varían según:

- cultivo.
- suelo.
- fertilización.
- nivel de materia orgánica.
- prácticas agronómicas.

DÉFICIT Y EXCESO

Su falta provoca color verde pálido en las hojas tirando a amarillo. Empieza primero por las hojas más viejas. La planta no crece, aunque puede florecer.

Si hay exceso de nitrógeno, el crecimiento es exagerado, la planta es débil y tiernas y, por tanto, más propensas a las plagas y enfermedades, al viento, a la lluvia y al granizo, al frío. (Nutrientes del suelo, s.f.)

PUBLICACIÓN

LA RELACIÓN AMONIO / NITRATO

El nitrógeno es el componente básico de los aminoácidos, proteínas y clorofila. Las plantas pueden absorber el nitrógeno, ya sea como nitrato (NO_3^-) o amonio (NH_4^+), y por lo tanto, la incorporación total de nitrógeno por lo general consiste en una combinación de estas dos formas.

La relación entre el amonio y nitrato es de gran importancia, y afecta tanto a las plantas y el suelo / medio.

Para la óptima captación y crecimiento, cada especie de planta requiere una diferente relación amonio / nitrato. La relación correcta que debe aplicarse también varía con la temperatura, etapa de crecimiento, el pH en la zona de las raíces y las propiedades del suelo.

El Efecto de la relación amonio / nitrato en el pH de la zona radicular

El equilibrio eléctrico en las células de las raíces debe mantenerse, así que para cada ion cargado positivamente que se ha incorporado, un ion con carga positiva se libera y lo mismo es cierto para los iones con carga negativa.

Así, cuando la planta incorpora el amonio (NH_4), este libera un protón (H) a la solución del suelo. Aumenta la concentración de protones alrededor de las raíces, disminuye el pH alrededor de las raíces.

En consecuencia, cuando la planta ocupa de nitrato (NO_3^-) que libera bicarbonato (HCO_3^-), lo que aumenta el pH alrededor de las raíces.

Podemos concluir que la absorción de nitratos aumenta el pH alrededor de las raíces mientras que la absorción de amonio lo disminuye.

Este fenómeno es especialmente importante en el suelo, menos del promedio, donde las raíces pueden fácilmente afectar el pH promedio debido a que su volumen es relativamente grande en comparación con el volumen promedio.

Para evitar que el pH medio de un cambio rápido, debemos tener una adecuada relación amonio / nitrato, según el cultivar, la temperatura y las fases de crecimiento.

Cabe señalar que, en determinadas condiciones, el pH podría no responder como se espera debido a la nitrificación (conversión de amonio a nitrato por las bacterias en el suelo). La nitrificación es un proceso muy rápido, y el amonio agregado puede convertirse rápidamente y ser absorbido como nitrato, aumentando así el pH en la zona radicular, en lugar de reducirla.

El Efecto de la Relación amonio / nitrato en la absorción de otros nutrientes

El amonio es un catión (ion con carga positiva), por lo que compite con otros cationes (potasio, calcio, magnesio) para la absorción por las raíces. Una fertilización desequilibrada, con un contenido de amonio demasiado alto, puede causar deficiencias de calcio y magnesio. La captación de potasio se ve menos afectado por la competencia.

Como ya se mencionó, La relación amonio/nitrato puede cambiar el pH cercano a las raíces. Estos cambios en el pH pueden afectar a la solubilidad y la disponibilidad de otros nutrientes. (Relación Amonio/ Nitrato - SMART! Fertilizer, s.f.).

MANGANESO

Con los resultados obtenidos de dicho proyecto las concentraciones elevadas de manganeso en el agua utilizada para riego es perjudicial para los cultivos del Valle las Trancas, generando clorosis marginal y necrosis de hojas y raíces café oscuras, sólo después de que el follaje ha sido afectado. El exceso de Mn interfiere con las enzimas, disminuye la respiración y está relacionado con la destrucción de auxinas (Foy et al.,

1978; Marschner, 1998). Con respecto a su movilidad, este elemento se distribuye y se disipa uniformemente en las raíces (Wallace et al., 1977)

PUBLICACIÓN

LA FUNCIÓN DEL MANGANESO EN EL CULTIVO DE PLANTAS

El manganeso (Mn) es un importante micronutriente para las plantas y, después del hierro, es el que las plantas requieren en mayor cantidad. Al igual que sucede con cualquier otro elemento, su deficiencia o su toxicidad pueden representar una limitante para el desarrollo de las plantas. En varias formas se asemeja al hierro, por lo que su deficiencia o su toxicidad suelen ser confundidas con las de éste.

Función: respecto a las plantas, es uno de los elementos que más contribuyen al funcionamiento de varios procesos biológicos incluyendo la fotosíntesis, la respiración y la asimilación de nitrógeno. También interviene en la germinación del polen, el crecimiento del tubo polínico, el alargamiento celular en la raíz y la resistencia a patógenos de la misma.

Deficiencia: los síntomas de deficiencia de manganeso, que a menudo se asemejan a los de la deficiencia de hierro, son: clorosis intervenal (hojas amarillas con venas verdes) en las hojas jóvenes y, en ocasiones, manchas bronceadas hundidas en las áreas cloróticas intervenales. También el crecimiento de las plantas puede verse disminuido y retrasado. La deficiencia de manganeso puede surgir cuando el pH del sustrato de cultivo es superior a 6,5, pues dicho elemento es fijado y pierde disponibilidad para su absorción. Asimismo, la deficiencia puede presentarse debido a bajos índices de aplicación de fertilizante, al empleo de fertilizantes para usos múltiples (cuyo contenido de micronutrientes normalmente es menor), a la lixiviación excesiva o a demasiadas aplicaciones de quelato de hierro.

Toxicidad: la toxicidad del manganeso comienza con la quemadura de las puntas y los bordes de las hojas más viejas, o bien con la aparición de manchas de color rojizo a castaño en ellas. Cuando la toxicidad es severa, las manchas pueden aumentar en número y en tamaño formando parches

en esas mismas hojas. Con niveles de pH por debajo de 5,5, el manganeso se vuelve altamente soluble y es probable que las plantas muestren síntomas de toxicidad.

Similitudes con el hierro: el manganeso y el hierro están íntimamente vinculados. El manganeso compite con el hierro y, en menor grado, con el zinc, el cobre, el magnesio y el calcio para ser absorbido por la planta. Para obtener mejores resultados, mantenga el índice, tanto del manganeso como del hierro en 1:2 y realice pruebas en el sustrato de cultivo para comprobar que el pH, así como los niveles de todos los nutrientes, se encuentre dentro del rango de lo normal. El manganeso y el hierro muestran síntomas similares en cuanto a deficiencia y toxicidad. Respecto de ambos minerales, la deficiencia se manifiesta como clorosis intervenal de las hojas jóvenes. La diferencia principal consiste en que, en el caso del manganeso, aparecen áreas bronceadas entre las venas; y en el del hierro, las hojas se vuelven casi blancas. En cuanto a la toxicidad, provenga ésta del hierro o del manganeso, sus síntomas son idénticos, por lo que es difícil distinguirlos. (Ed Bloodnick, martes, 08 de noviembre de 2016).

PUBLICACIÓN

CUANDO LOS NUTRIENTES ESENCIALES SE VUELVEN TÓXICOS

Existen algunos elementos que son esenciales para las plantas, pero en altas concentraciones pueden ser tóxicos. La toxicidad depende de las condiciones del suelo, el material original, el manejo de los cultivos (fertilización, riego, etc.) y de la cercanía a zonas industriales o mineras.

Una de las principales diferencias entre los animales y las plantas es que el primer grupo absorbe los nutrientes en forma orgánica y el segundo grupo los absorbe principalmente en forma inorgánica.

Algunos de los elementos esenciales sin los que las plantas no podrían realizar su ciclo de vida, en altas concentraciones pueden llegar a ser tóxicos, como es el caso de los micronutrientes (hierro, manganeso, boro, zinc, cloro y níquel).

El caso del hierro (Fe) se encuentra en alta concentración en todos los suelos, pero el nivel disponible para las plantas se encuentra tan bajo que no produce efectos tóxicos. En situaciones particulares como puede ser en suelos arroceros inundados, los niveles de hierro pueden incrementarse hasta llegar a niveles tóxicos debido a que en suelos saturados con agua aumenta la solubilidad de este elemento. Esto también puede ocurrir en suelos ácidos (pH bajo).

Los síntomas de toxicidad se manifiestan como necrosis en las hojas (manchas de color castaño), y disminución de biomasa radicular. Esto disminuye el crecimiento de la planta y el rendimiento del cultivo.

El manganeso (Mn) en altas concentraciones también puede afectar el rendimiento de los cultivos, como el caso del maíz. Los síntomas son similares a los producidos por la toxicidad del hierro y puede inducir la deficiencia de otros nutrientes como el magnesio y el calcio. La toxicidad del manganeso se da en suelos ácidos y en suelos arroceros.

Lo que se puede hacer para tratarlos, es incorporar nutrientes antagonistas al hierro y al manganeso como puede ser el calcio. Este se aplica en forma de yeso agrícola o carbonato de calcio principalmente. De esta manera se incrementa el pH, entonces disminuye la disponibilidad de esos micronutrientes, entrando en valores accesibles para las plantas. (Guerra Valeria Inés, jueves, 26 septiembre, 2013).

- Determinar el porcentaje de contaminantes presentes en las aguas freáticas.

Porcentaje de contaminantes según el análisis

Nitrato	ECA (1)	ECA (3)	% > ECA (1)	% > ECA (3)
46.276 mg/L	10 mg/L	10 mg/L	36.276 mg/L 362.76 %	36.276 mg/L 362.76 %
Manganeso	ECA (1)	ECA (3)	% > ECA (1)	% > ECA (3)
6.9124mg/L	0.1 mg/L	0.2 mg/L	6.8124 mg/L 6812.4 %	6.7124mg/L 3356.2 %

- Se analizó la muestra de agua del pozo IRHS 69 para determinar los siguientes parámetros: carbonatos, bicarbonatos, calcio, magnesio y sodio para determinar el RAS y CSR.

INFORME Nº 4.6 POZO IRHS 69



INFORME DE ENSAYO IE18/AAGR-0019

CLIENTE	Cesar Adrian Toro Espinoza	LUGAR / ZONA	Nazca
DIRECCION	CALLE LOS ESPINALES S/N - NAZCA	ENSAYOS SOLICITADOS	Análisis Básico de Agua
TELEFONO	942770847	FECHA DE MUESTREO	20/04/2018
EMAIL	adrian1993_10@hotmail.com	FECHA DE INICIO/FIN DE ENSAYO	23/04/2018 al 27/04/2018
TIPO DE MUESTRA	Agua Natural - Subterránea		

Código Muestra	AA18-0083
ID Cliente	POZO IRHS 69
PARAMETROS	Unidades Resultado

FISICOS - QUIMICOS

pH	Und. pH	7,75
CE	dSm	1,204

CACIONES SOLUBLES

Calcio	meq/L	4,95
Magnesio	meq/L	1,48
Sodio	meq/L	4,08
Potasio	meq/L	0,06

ANIONES SOLUBLES

Carbonatos	meq/L	<0,05
Bicarbonatos	meq/L	2,99
Cloruros	meq/L	1,69
Sulfatos	meq/L	5,06
Nitratos	meq/L	1,21

- **Calculo de relación de adsorción de sodio (RAS):**

$$RAS = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}}$$

$$RAS = \frac{4.08}{\sqrt{\frac{4.95+1.48}{2}}}$$

$$RAS = 2.279 \text{ meq/l}$$

Parámetro	Bajo	Moderado	Alto
Ph	< 6.5	6.5 - 8.5	> 8.5
Na – SAR	< 3	3 - 9	> 9
Cl	< 4	4 - 10	> 10
NO ₃	< 0.35	0.35 - 1.42	> 1.42
SO ₄	< 0.0625	0.0625 - 4.687	> 4.687
Ca	< 0.7	0.7 - 3.75	> 3.75
Mg	< 0.0082	0.0082 - 0.123	> 0.123
HCO ₃	< 1.5	1.5 - 7.5	> 7.5
RSC (Carbonato sódico residual)	< 1.25	1.25 - 2.5	> 2.5

Se determinó que el riesgo de sodicidad es bajo, lo cual el agua puede ser utilizada para el riego.

- **Calculo de carbonato de sodio residual (CSR):**

$$CSR = (CO_3^- + HCO_3^-) - (Ca^{2+} + Mg^{+2})$$

$$CSR = (0.05 + 2.99) - (4.95 + 1.48)$$

$$CSR = -3.39 \text{ meq/l}$$

Peligro de bicarbonato (HCO ₃) en aguas de regadío (meq/L)			
	Ninguno	Ligero a moderado	Severo
(meq/L)	<1.5	1.5-7.5	>7.5
RSC	<1.25	1.25 to 2.5	>2.5

Si el RSC < 1.25 el agua se considera segura

Si el RSC > 2.5 el agua no será apropiada para regadío.

Se determinó que el agua es segura, por lo cual se puede utilizar para el riego

- Cálculo de fertilizante nitrogenado utilizado en cultivos de: pallar, frejol, garbanzo y maíz.

Maíz

El maíz requiere alrededor de 20 -25 kg/ha de nitrógeno (N) por cada tonelada de grano producida

En el Valle las Trancas utilizan un aproximado de 10 bolsas de fertilizante para producir 12 toneladas de maíz.

Dónde:

$$\begin{array}{l} 25 \text{ kg/ha} \longrightarrow 1000 \text{ kg} \\ x \longrightarrow 12000 \text{ kg} \end{array}$$

x = 300 kg/ha lo cual equivale a 6 bolsas de 50 kg de fertilizante que sería lo correcto.

LO REAL:

$$\begin{array}{l} 42 \text{ kg/ha} \longrightarrow 1000 \text{ kg} \\ x \longrightarrow 12000 \text{ kg} \end{array}$$

x = 504 kg/ha lo cual equivale a un aproximado de 10 bolsas de 50 kg de fertilizante generando un exceso de 204 kg de fertilizante.

Pallar

El pallar requiere alrededor de 40 - 60 kg/ha de nitrógeno (N) por cada tonelada producida

En el Valle las Trancas utilizan un aproximado de 8 bolsas de fertilizante para producir 6 toneladas de pallar.

Dónde:

$$\begin{array}{l} 60 \text{ kg/ha} \longrightarrow 1000 \text{ kg} \\ x \longrightarrow 6000 \text{ kg} \end{array}$$

x = 360 kg/ha lo cual equivale a un aproximado de 7 bolsas de 50 kg de fertilizante que sería lo correcto.

LO REAL:

$$\begin{array}{l} 67 \text{ kg/ha} \longrightarrow 1000 \text{ kg} \\ x \longrightarrow 6000 \text{ kg} \end{array}$$

x = 402 kg/ha lo cual equivale a un aproximado de 8 bolsas de 50 kg de fertilizante generando un exceso de 42 kg de fertilizante.

Garbanzo

El garbanzo requiere 45 kg/ha de nitrógeno (N) por cada tonelada producida

En el Valle las Trancas utilizan un aproximado de 7 bolsas de fertilizante para producir 5 toneladas de garbanzo.

Dónde:

$$\begin{array}{l} 45 \text{ kg/ha} \longrightarrow 1000 \text{ kg} \\ x \longrightarrow 5000 \text{ kg} \end{array}$$

x = 225 kg/ha lo cual equivale a un aproximado de 5 bolsas de 50 kg de fertilizante que sería lo correcto.

LO REAL:

$$\begin{array}{l} 70 \text{ kg/ha} \longrightarrow 1000 \text{ kg} \\ x \longrightarrow 5000 \text{ kg} \end{array}$$

x = 350 kg/ha lo cual equivale a un aproximado de 7 bolsas de 50 kg de fertilizante generando un exceso de 125 kg de fertilizante.

Frejol

El frejol requiere 30 kg/ha de nitrógeno (N) por cada tonelada producida

En el Valle las Trancas utilizan un aproximado de 5 bolsas de fertilizante para producir 5 toneladas de frejol.

Donde:

$$\begin{array}{l} 30 \text{ kg/ha} \longrightarrow 1000 \text{ kg} \\ x \longrightarrow 5000 \text{ kg} \end{array}$$

x = 150 kg/ha lo cual equivale a un aproximado de 3 bolsas de 50 kg de fertilizante que sería lo correcto.

LO REAL:

$$\begin{array}{lcl} 50 \text{ kg/ha} & \longrightarrow & 1000 \text{ kg} \\ x & \longrightarrow & 5000 \text{ kg} \end{array}$$

x = 250 kg/ha lo cual equivale a un aproximado de 5 bolsas de 50 kg de fertilizante generando un exceso de 100 kg de fertilizante.

- Recomendaciones a seguir para reducir la presencia de nitratos y manganeso en el agua de riego que influirá en la productividad del suelo

NITRATOS

Usar las dosis recomendadas de fertilización

Se debe monitorear la calidad del agua

Se debe monitorear NO₃

Dividir la aplicación en varias partes, o aplicarlo a través del agua de riego

Cambiar al sistema de riego por goteo o aspersión

Aplicar riegos frecuentes y ligeros de acuerdo a las necesidades de evapotranspiración para mantener el nitrógeno en el sistema radical

Realizar diagnósticos nutrimentales (suelo, agua y foliar) para detectar deficiencias o excesos de nutrientes y no caer en la sobrefertilización.

MANGANESO

Se debe monitorear la calidad del agua

Limpie o cambie los pozos tubulares

Se debe monitorear Mn

Construcción de un pozo nuevo

Tratamiento de agua en la boca del pozo con un filtro específico para manganeso

Aplicación de calcio en forma de yeso agrícola o carbonato de calcio principalmente. De esta manera se incrementa el pH, entonces disminuye la disponibilidad de esos micronutrientes, entrando en valores accesibles para las plantas.

Alimentación constante con fertilizantes solubles en agua para una distribución correcta.

- Conclusión

Con los resultados obtenidos y las investigaciones realizada se puedo determinar que el agua freática utilizada para el riego de los cultivos tiene niveles altos de Nitratos y Manganeso, las cuales al utilizarlas se estarían concentrado en el suelo, generando un proceso de sinergismo agravando más los problemas referidos a la productividad y desarrollo óptimo de las plantas.

4.2 Discusión de resultados

4.2.1 Discusión de resultados de la 1 HE

Apoyado en las publicaciones y resultados que se han obtenido se puede decir que efectivamente la salud estaría afectada por concentraciones elevadas de Nitrato y Manganeso ya que el Cloruro intensifica, agrava las enfermedades ya mencionadas.

Por lo tanto, la hipótesis nula queda rechazada y la hipótesis alternativa queda validad, el objetivo queda demostrado y solucionado el primer problema.

4.2.2 Discusión de resultados de la 2 HE

Apoyado en las publicaciones y resultados que se han obtenido se puede decir que efectivamente la fauna (bagres) estaría afectada a causa de concentraciones elevadas de Nitrato por lo tanto se estaría generando el, crecimiento de algas verdes al cuales se posicionan en la superficie impidiendo que la radiación ingrese y se produzca la fotosíntesis, además que al morir estas algas son descompuestas por bacterias aeróbicas (consumen oxígeno) agotando el oxígeno presente en el agua; generando la disminución de la fauna acuática del acueducto.

Por lo tanto, la hipótesis nula queda rechazada y la hipótesis alternativa queda validad, el objetivo demostrado y solucionado el segundo problema.

4.2.3 Discusión de resultados de la 3 HE

Apoyado en las publicaciones y resultados que se han obtenido se puede decir que efectivamente la productividad del suelo se estaría agravando a causa de concentraciones elevadas de Nitratos y Manganeso por las aguas utilizadas para riego de los cultivos, intensificando más los problemas de productividad debido a que en el Valle las Trancas no se realizan monitoreos de agua, monitoreos de suelo para determinar la cantidad adecuada de macronutrientes, micronutrientes; tampoco se hace una evaluación de la calidad de sus estructuras metálicas en sus pozos.

Generando una utilización de fertilizantes nitrogenados excesivo que por su movilidad llegan a las aguas freáticas ocasionando niveles altos de nitrato en el agua que, al ser utilizada para riego de cultivos, intensifica más el problema de productividad del suelo y desarrollo óptimo de la planta.

Al no contar con una evaluación adecuada de sus estructuras metálicas estas se van corroyendo por el agua haciendo que el manganeso se libere y alcance niveles altos contaminando las aguas freáticas, las cuales, al ser utilizadas para el riego de cultivos, estas estarían incrementando más los problemas de productividad del suelo y desarrollo adecuado de la planta.

Ocasionando quemaduras en las hojas, más propensas a las plagas y enfermedades, crecimiento exagerado y color verde intenso, más sensibles al ataque de ácaros, generando clorosis marginal y necrosis de hojas y raíces café oscuras.

Por lo tanto, la hipótesis nula queda rechazada y la hipótesis alternativa queda validada, el objetivo queda demostrado y solucionado el tercer problema.

CONCLUSIONES

Mediante el diseño del sistema de monitoreo se puede evidenciar que la contaminación de las aguas freáticas no es causada por la actividad minera, si no, es causada por la actividad agrícola debido al uso excesivo de fertilizantes nitrogenados, sobre explotación de los pozos con profundidades de 80 mt a más y corrosión de las estructuras metálicas de los pozos tubulares.

Los niveles de nitrato, cloruro y manganeso elevados, encontrados en las aguas freáticas producen efecto en la salud según como: metahemoglobinemia causada por niveles altos de nitrato según la publicación (FAO/OMS (JEFCA) ,2002), (G. G. de Fernícola Nilda A, 1989.); reducción del coeficiente intelectual causada por niveles altos de manganeso publicado en (Salud ambiental, s.f); e hipertensión arterial agravada por niveles altos de cloruro publicado en (Asian Cintya, 20/2010).

Los niveles elevados de nitrato en el agua freática generan eutrofización según la publicación (Aparicio Torinos, Rafael; 27 de septiembre de 2012), es decir, proliferación de algas verdes las cuales afectan a la fauna acuática (bagres) e impiden la fotosíntesis.

Aguas con elevada concentración de nitrato y manganeso son utilizadas para el riego de cultivos en el Valle las Trancas.

Agua con elevada concentración de nitrato y manganeso, intensifican los efectos en la productividad del suelo y desarrollo óptimo de los cultivos generando: quemaduras en las hojas, más propensas a las plagas y enfermedades, crecimiento exagerado color verde intenso, clorosis marginal, necrosis de hojas y raíces café oscuras.

RECOMENDACIONES

Reducir el uso excesivo de fertilizantes nitrogenados mediante la realización de un análisis de suelo el cual determinara el uso adecuado de fertilizantes, optimizando el uso, limpieza de los pozos, controlar y realizar el cambio de sus estructuras metálicas en sus pozos tubulares.

Realizar un cronograma para el análisis de agua, así se determinará si son seguras para el consumo humano de acuerdo al estándar de calidad ambiental (Eca agua).

Mantenimiento y limpieza del acueducto para evitar la eutrofización de las algas verdes y así estas no afecten a la fauna acuática (bagres) e impida la fotosíntesis.

Realizar el análisis de agua y así determinar si son seguras para el riego de cultivos de acuerdo al estándar de calidad ambiental (Eca agua).

Realizar el cambio de riego por gravedad al sistema de riego por goteo y/o aspersión.

BIBLIOGRAFÍA

- Asian Cintya, (2010). “Manganeso en el agua reduce el coeficiente intelectual de los niños”.
 - G. G. de Fernícola, Nilda A (1989). “metahemoglobinemia infantil causada por nitratos”.
 - Ciencia e Investigación (1999). “investigación de la acción de los nitratos y nitritos contenidos en algunos vegetales como causantes de metahemoglobinemia”.
 - Torinos Rafael Aparicio, (2012). “Eutrofización: causas y efectos”.
 - Papagiorgi Nicole, (s.f). “Los efectos de exceso de nitrato de potasio en las plantas”.
 - Ed Bloodnick, (2016). “La función del manganeso en el cultivo de plantas”
 - Guerra Valeria Ines, (2013). “Cuando los nutrientes esenciales se vuelven tóxicos”
 - Dr. Luis Larios Ortiz, (s.f). “Contaminación del agua por nitratos: significación sanitaria”; Especialista de Il Grado en Higiene y epidemio- logía. Profesor Auxiliar. Centro Provincial de Higiene y Epidemiología. Camagüey, Cuba.
 - Ing. Sela Guy, (s.f). “El Cloruro en las Plantas, Agua y Suelo”
 - Ed Bloodnick, (2016). “La función del manganeso en el cultivo de plantas”.
- Urania Abreu Rosa (1999), “Diseño de un Sistema de Vigilancia Sanitaria de la Calidad del Agua para Consumo Humano para el INAPA- Republica Dominicana”.

- Comisión de Derechos Humanos Ica, (2013). “Los relaves mineros están atentando la vida de los pueblos”.
- Tuinhof Albert, Foster Stephen, Kemper Karin, Garduño Héctor, Nanni Marcella, (2002-2006). “Requerimientos de Monitoreo del Agua Subterránea para manejar la respuesta de los acuíferos y las amenazas a la calidad del agua”.
- Contaminación de las aguas subterráneas, (s.f).
“http://aguas.igme.es/igme/publica/libro43/pdf/lib43/3_1.pdf.”

LINCOGRAFÍA

- https://www.ecured.cu/El_Manganeso_en_el_agua
- <http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/chloride>
- http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542011000300003
- <http://www.hannainst.es/blog/cloruros/>
- <http://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/la-funcion-del-manganeso-en-el-cultivo-de-plantas/>
- http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/evaluacion_de_agua_subterranea_del_acuifero_asia_-_omas_0.pdf
- <http://www.hannainst.es/blog/cloruros/>
- http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/evaluacion_de_agua_subterranea_del_acuifero_asia_-_omas_0.pdf
- http://www.swrcb.ca.gov/lahontan/water_issues/projects/pge/docs/mn_fs_spn.pdf
- <http://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/la-funcion-del-manganeso-en-el-cultivo-de-plantas/>
- https://prezi.com/t_sybb8liwv-/enfermedades-causadas-por-el-plomocloro-cloruro/
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Fertilizante>
- http://siteresources.worldbank.org/INTWRD/Resources/GWMATE_Spanish_BN_09.pdf
- <http://www.bvsde.paho.org/eswww/fulltext/repind46/monito/monito.html>
- <https://es.slideshare.net/gidahatari/disenio-sistemas-de-monitoreo>

- <http://siteresources.worldbank.org/INTWRD/Resources/336486-1175813625542/B4.pdf>

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS FREATICAS DEL VALLE LAS TRANCAS-NASCA-2018

NIVEL: **Aplicativo Explicativo**

TIPO: **Etiológica**

METODO: **Científico Experimental**

DISEÑO: **Descriptivo**

APELLIDO Y NOMBRE: Toro Espinoza, Cesar Adrián

PROBLEMA		OBJETIVO		HIPOTESIS		VARIABLES	DIMENSIONES INICADORES INDICES	TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS					
P R I N C I P A L	¿De qué manera el diseño de un sistema de monitoreo influirá en la calidad de las aguas freáticas del Valle Las Trancas-Nasca-2018?	G E N E R A L	Demostrar que un diseño de un sistema de monitoreo influye en la calidad de las aguas freáticas del Valle Las Trancas-Nasca-2018	G E N E R A L	Diseño de un sistema de monitoreo influye en la calidad de las aguas freáticas del Valle Las Trancas-Nasca-2018	V.I. Diseño de un sistema de monitoreo	Dimensión: Metodología de monitoreo Indicadores: IX1: Mejor calidad de agua para consumo humano, color natural IX2: Aumento de especies acuáticas IX3: Mejor productividad de especies comestibles Índices: ix1: Valores por debajo del Eca: Manganeseo (0.1 - 0.2)mg/l, cloruros (250 - (100-700))mg/l, nitratos (10 - 10)mg/l ix2: Especies acuáticas: bagres ix3: Mejor producción de pallar, frejol, garbanzo, Maiz	-Entrevistas -Páginas web - Monitoreo -Visita Técnica					
	1PE. ¿En qué forma la utilización del diseño de un sistema de monitoreo, de la calidad de las aguas freáticas impactara en la salud de las personas en el Valle Las Trancas-Nasca-2018?		E S P E C I F I C O S		1OE. ¿Demostrar que la utilización del diseño de un sistema monitoreo, de la calidad de las aguas freáticas influirá en la salud de las personas en el Valle Las Trancas-Nasca-2018?				E S P E C I F I C O S	1HE. El empleo del diseño de un sistema de monitoreo, de la calidad de las aguas freáticas influirá directamente en la salud de las personas en el Valle Las Trancas-Nasca-2018	V.D Calidad de las aguas freáticas del Valle las Trancas	Dimensión: Contaminacion Indicadores: IY1: Consumo de agua de color rojizas-negras por el manganeseo IY2: Baja presencia de especies acuáticas IY3: Baja productividad de especies comestibles Índices: iy1: Presencia de contaminantes como: manganeseo, cloruros, nitratos, iy2: Especies acuáticas: bagres iy3: Baja producción de pallar, frejol, garbanzo, maíz	-Guía de entrevista -Información -Informes de Monitoreo - Guía de observación
	2PE. ¿En qué forma el diseño de un sistema de monitoreo, de la calidad de las aguas freáticas podrá influir en la fauna acuática del Valle Las Trancas-Nasca-2018?				2OE. ¿Demostrar que el diseño de un sistema de monitoreo, de la calidad de las aguas freáticas influirá en la fauna acuática, del Valle Las Trancas-Nasca-2018?					2HE. El empleo del diseño de un sistema de monitoreo de la calidad de las aguas freáticas influirá significativamente en la fauna acuática, del Valle Las Trancas-Nasca-2018			
3PE. ¿En qué forma el diseño de un sistema de monitoreo, de la calidad de la calidad de las aguas freáticas podrá influir en la calidad de los suelos del Valle Las Trancas-Nasca-2018?	3OE. ¿Demostrar que el diseño de un sistema de monitoreo, de la calidad de las aguas freáticas influirá en la calidad de los suelos del Valle Las Trancas-Nasca.2018?	3HE. El empleo del diseño de un sistema de monitoreo, de la calidad de las aguas freáticas influirá directamente en la calidad de los suelos del Valle Las Trancas-Nasca-2018											

SOLICITUD VALLE LAS TRANCAS



SOLICITUD



Nasca, 22 de marzo del 2017

Señor:

Luis Ernesto Huamán Vargas

Alcalde del CC.PP del Valle las Trancas

Yo, Cesar Adrian Toro Espinoza, con DNI 70249197, domiciliado en Los Espinales s/n, distrito y provincia de Nasca, Dpto de Ica, con el debido respeto me presento a usted y expreso lo siguiente:

Qué, vengo cursando el décimo ciclo de la carrera profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Alas Peruanas Filial Ica y que me encuentro realizando un trabajo de investigación "DISEÑO DE UN SISTEMA DE VIGILANCIA Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD SANITARIA HIDRIA DE LAS AGUAS FREATICAS CONTAMINADAS POR LA MINERIA ARTESANAL EN EL VALLE DE LAS TRANCAS", motivo por el cual requiero de información, apoyo logístico y permisos para poder realizar mi trabajo antes mencionado; con el firme propósito de contribuir a su comunidad con dicho trabajo.

POR LO EXPUESTO:

Ruego a usted acceder a mi solicitud

Nasca, 22 de Marzo del 2017

César Adrian Toro Espinoza
DNI N° 70249197

SOLICITUD PLANTA CENTAURO



SOLICITUD

Nasca, 27 de marzo del 2017

Señores:

Perú Metal Trading S.A.C

Planta Centauro

Yo, César Adrian Toro Espinoza, con DNI 70249197, domiciliado en Los Espinales s/n, distrito y provincia de Nasca, Dpto. de Ica, con el debido respeto me presento a usted y expreso lo siguiente:

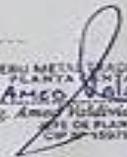
Qué, vengo cursando el décimo ciclo de la carrera profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Alas Peruanas Filial Ica y que me encuentro realizando un trabajo de investigación "DISEÑO DE UN SISTEMA DE VIGILANCIA Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD SANITARIA HIDRIA DE LAS AGUAS FREATICAS CONTAMINADAS POR LA MINERIA ARTESANAL EN EL VALLE DE LAS TRANCAS", motivo por el cual requiero una visita técnica a sus instalaciones e información para poder realizar mi trabajo antes mencionado.

POR LO EXPUESTO:

Ruego a usted acceder a mi solicitud

Nasca, 27 de Marzo del 2017


César Adrian Toro Espinoza
DNI N° 70249197

PERU METAL TRADING S.A.C.
PLANTA CENTAURO

Ing. Amos Roldán Cuadros
INGENIERO DE PLANTA
CIP 155736

Recepcionado:

Fecha: 27-03-17

Hora: 9:49 am.



UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

GUÍA DE OBSERVACIÓN

TESISTA: César Adrian Toro Espinoza

Área total de la planta Centauro	49,000 hectáreas
Perímetro total de la planta Centauro	2,782 metros lineales
Distribución de áreas operativas	
Área de cancha de mineral 1	15,700 m2 no impermeabilizado
Área de cancha de mineral 2	16,000 m2 no impermeabilizado
Área de chancado, moliendo y flotación	3,028 m2 impermeabilizado
Loza de secado de concentrado	2,512 m2 impermeabilizado
Relavera	35,188 m2 impermeabilizado
Poza de agua recuperada	1,250 m2 impermeabilizado
Área de administrativa	631 m2
Condiciones laborales del trabajador	
Implementos de seguridad	Todas cuentas con sus EPP
Señalización de seguridad	Todas las áreas debidamente señalizadas



UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
GUÍA DE ENTREVISTA
FORMATO N° 01

ENTREVISTADO: Luís Ernesto Huamán Vargas (Alcalde del Valle las Trancas)

TESISTA : César Adrián Toro Espinoza

Preguntas	Respuestas
¿Cree usted que las aguas freáticas se estarían contaminando por la minería? Si o No ¿Por qué?	Sí, pero la parte baja del Valle de las Trancas sería la más afectada porque es donde están ubicadas mayor número de plantas mineras
¿Cree que podría existir otra actividad aparte de la minería que sea responsable de la contaminación? Si o No ¿Por qué?	No, porque es una zona que solo se dedica a la agricultura
¿Podría ver especies afectadas por la posible contaminación de las aguas freáticas? Si o No ¿Por qué?	No, los posos son tubulares
¿Cómo se encuentra la calidad del suelo con relación con la productividad?	Se encuentra en buen estado siempre se deje descansar el terreno
¿Conoce en que consiste un sistema de vigilancia? Si o No ¿Por qué?	sí, pero no se acostumbra a realizar estudios para determinar la calidad del agua freática
¿Qué beneficios traería el sistema de vigilancia?	Nos podría ayudar a determinar la calidad del agua freática tanto para uso humano como agrícola



UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
GUÍA DE ENTREVISTA
FORMATO N° 02

ENTREVISTADO: Carlos Luís Espejo Espinoza (Ingeniero de Minas)

TESISTA : César Adrian Toro Espinoza

Preguntas	Respuestas
¿Cree usted que las aguas freáticas se estarían contaminando por la minería? Si o No ¿Por qué?	Si, por la proliferación de plantas mineras las cuales no tienen impermeabilizadas correctamente sus relaveras, cancha de minerales y losas de secado de concentrados
¿Cree que podría existir otra actividad aparte de la minería que sea responsable de la contaminación? Si o No ¿Por qué?	Si, por la agricultura por el uso excesivo de fertilizantes sintéticos por las agroexportadoras
¿Podría ver especies afectadas por la posible contaminación de las aguas freáticas? Si o No ¿Por qué?	No sabría decirte se tendría q realizar unos estudios en la zona.
¿Cómo se encuentra la calidad del suelo con relación con la productividad?	No sabría decirte con certeza porque se tendría q hacer un estudio de suelo
¿Conoce en que consiste un sistema de vigilancia? Si o No ¿Por qué?	Sí, porque como profesional llevamos un control de las operaciones que realizamos
¿Qué beneficios traería el sistema de vigilancia?	Traería consigo una mejora en la calidad del agua para consumo y riego de los cultivos de la zona del Valle las Trancas



UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

GUÍA DE ENTREVISTA

FORMATO N° 03

ENTREVISTADO: Víctor Marchan Flores (Ingeniero de Minas)

TESISTA : César Adrian Toro Espinoza

Preguntas	Respuestas
¿Cree usted que las aguas freáticas se estarían contaminando por la minería? Si o No ¿Por qué?	Sí, porque tengo entendido que han surgido problemas en la zona a causa de que las plantas mieras no cumplen con los estándares establecidos
¿Cree que podría existir otra actividad aparte de la minería que sea responsable de la contaminación? Si o No ¿Por qué?	Creo que no porque si se habla de contaminación podría ser por parte de la minería al no respetar los estándares establecidos
¿Podría ver especies afectadas por la posible contaminación de las aguas freáticas? Si o No ¿Por qué?	sí, siempre y cuando se haga un estudio y se pueda demostrar que especies podrían estar afectadas
¿Cómo se encuentra la calidad del suelo con relación con la productividad?	Tengo entendido que en la Zona ha disminuido la productividad y se tendría que ver cuál es la causa de dicha disminución
¿Conoce en que consiste un sistema de vigilancia? Si o No ¿Por qué?	Sí, porque como profesional sé que es muy importante implementar un sistema de monitoreo que ayude a determinar la calidad del agua freáticas
¿Qué beneficios traería el sistema de vigilancia?	Traería muchos benéficos porque nos permitiría saber si las aguas freáticas están siendo contaminadas o no por la minería.



UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

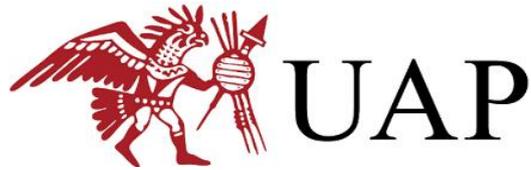
GUÍA DE ENTREVISTA

FORMATO N° 04

ENTREVISTADO: Soledad Quispe Rosales (pobladora del Valle las Trancas)

TESISTA : Cesar Adrian Toro Espinoza

Preguntas	Respuestas
¿Cree usted que las aguas freáticas se estarían contaminando por la minería? Si o No ¿Por qué?	Sí, porque desde que la minería llego al Valle las Trancas comenzaron a surgir problemas por la contaminación que generan
¿Cree que podría existir otra actividad aparte de la minería que sea responsable de la contaminación? Si o No ¿Por qué?	No porque antes no existían problemas acá en el Valle las Trancas pero ahora sí y creemos que es por la minería
¿Podría ver especies afectadas por la posible contaminación de las aguas freáticas? Si o No ¿Por qué?	No sabría decirle
¿Cómo se encuentra la calidad del suelo con relación con la productividad?	Se puede decir que es irregular hay años donde hay buena producción y hay otros en que no es tan buena la producción
¿Conoce en que consiste un sistema de vigilancia? Si o No ¿Por qué?	No, nunca he oído hablar de un sistema de vigilancia
¿Qué beneficios traería el sistema de vigilancia?	No sé qué beneficios podría traer



UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

GUÍA DE ENTREVISTA

FORMATO N° 05

ENTREVISTADO: Raquel Fuentes Loayza (pobladora del Valle las Trancas) TESISISTA

TESISTA : César Adrian Toro Espinoza

Preguntas	Respuestas
¿Cree usted que las aguas freáticas se estarían contaminando por la minería? Si o No ¿Por qué?	Sí, porque desde que las plantas mineras han llegado se han generado muchos problemas afectando al Valle las Trancas
¿Cree que podría existir otra actividad aparte de la minería que sea responsable de la contaminación? Si o No ¿Por qué?	No, yo todo el tiempo que he vivido acá no se hablaba de contaminación pero desde que se instalaron las plantas mineras acá se empezó a hablar de contaminación
¿Podría ver especies afectadas por la posible contaminación de las aguas freáticas? Si o No ¿Por qué?	Si podría ver pero no sé qué especies podrían ser afectadas
¿Cómo se encuentra la calidad del suelo con relación con la productividad?	Hay meses donde la productividad es muy buena pero también hay otros meses donde baja la productividad
¿Conoce en que consiste un sistema de vigilancia? Si o No ¿Por qué?	No, desconozco a que se refiere
¿Qué beneficios traería el sistema de vigilancia?	No lo sé



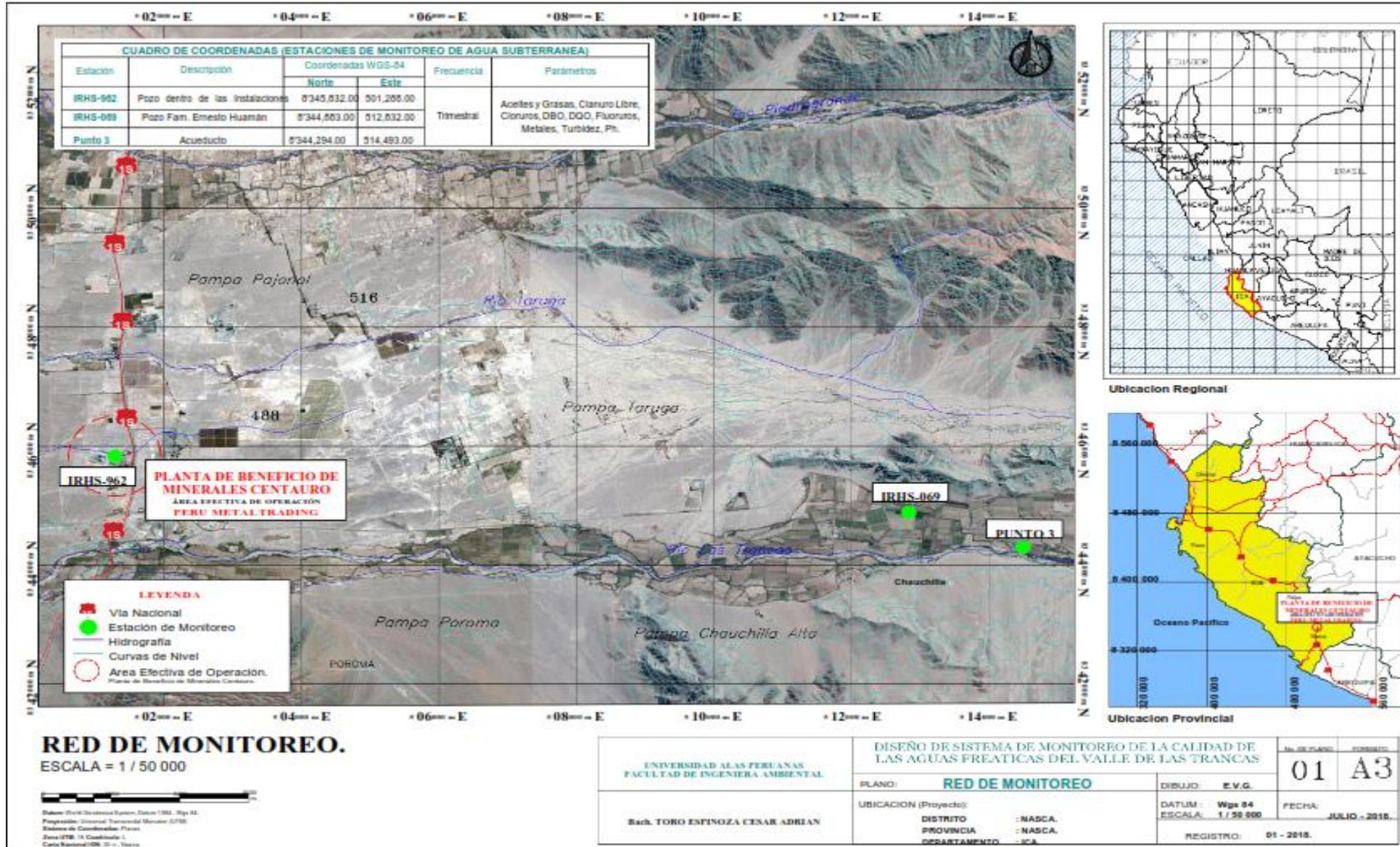
UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
GUÍA DE ENTREVISTA
FORMATO N° 06

ENTREVISTADO: Victoria Medina de Quintanilla (pobladora del Valle las Trancas)

TESISTA : César Adrian Toro Espinoza

Preguntas	Respuestas
¿Cree usted que las aguas freáticas se estarían contaminando por la minería? Si o No ¿Por qué?	Sí, porque desde que han llegado han comenzado a ver problemas al Valle las Trancas
¿Cree que podría existir otra actividad aparte de la minería que sea responsable de la contaminación? Si o No ¿Por qué?	No, porque acá somos personas que solo nos dedicamos a la ganadería y agricultura
¿Podría ver especies afectadas por la posible contaminación de las aguas freáticas? Si o No ¿Por qué?	Si podría afectar si el agua estaría contaminada
¿Cómo se encuentra la calidad del suelo con relación con la productividad?	No se encuentra tan bien porque se siembra pero se obtiene pocas ganancias, aparecen enfermedades a las plantas
¿Conoce en que consiste un sistema de vigilancia? Si o No ¿Por qué?	No sabría decirle
¿Qué beneficios traería el sistema de vigilancia?	No sé qué podría generar

PLANO DE MONITOREO





UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

LISTA DE PLANTAS PROCESADORAS

- 1- Planta procesadora Santa María**
- 2- Planta procesadora Santa Ana SAC**
- 3- Planta Azulita**
- 4- Planta procesadora Antares SAC**
- 5- Planta procesadora Santa Teresa**
- 6- Planta procesadora Santa Elena**
- 7- Planta procesadora Perú Metal Trading (Planta Centauro)**
- 8- Planta procesadora Carolina del sur**
- 9- Planta procesadora Panorama SAC**
- 10- Planta procesadora Agropex**
- 11- Planta procesadora San Hilarión**



UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

CARTA Nº 001- 2018

Nasca, 01 Agosto del 2018

	
MUNICIPALIDAD CENTRO POBLADO DEL VALLE LAS TRANCAS	
TRAMITE DOCUMENTARIO	
RECEPCION	
FECHA: 01-08-18	EXP. N°: 109
HORA: 9:44 PM	FOLIO: 01
	

CARTA Nº 001-2018/CATE/BIA/UAP

SR. LUIS HUAMAN VARGAS
ALCALDE DE LA MUNICIPALIDA DEL C.P. VALLE LAS TRANCAS

ASUNTO: Entrega de Tesis (**Diseño de un Sistema de Monitoreo de la Calidad de las Aguas Freáticas del Valle las Trancas – Nasca 2018**)

Referencia: Lo que se indica

Tengo el agrado de dirigirme a Usted. Con la finalidad de saludarlo y a la vez hacerle llegar el estudio realizado en el Valle de su jurisdicción, a fin de que pueda ser utilizado en beneficio de la población de dicho Valle.

Lo que se traslada para su conocimiento.

Sin otro particular por el momento, aprovecho la oportunidad para expresar mi especial consideración y estima personal.

Atte,



Cesar A. Toro Espinoza
DNI: 70249197



UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS

1º H.E. EL EMPLEO DE UN DISEÑO DE UN SISTEMA DE MONITOREO, DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS FREATICAS INFLUIRA DIRECTAMENTE EN LA SALUD DE LAS PERSONAS EN EL VALLE LAS TRANCAS NASCA – 2018

“SALUD”

- 1.- Presentar solicitud a la municipalidad del Valle las Tranca y a la Planta Centauro
- 2.- Determinar los puntos de monitoreo para la extracción de agua freática que va a ser analizada
- 3.- Realizar una visita a la Planta Centauro para poder ver en qué condiciones se encuentra su relavera, cancha de mineral, cancha de concentrado y pozo de agua recuperada
- 4.- Establecimiento del estándar de calidad ambiental (ECA)
- 5.- Analizar en un laboratorio las muestras de agua freática extraídas de los puntos de monitoreo
- 6.- Interpretación
- 7.- Interpretación de resultados
- 8.- Desarrollo del trabajo de campo

Elaboración de entrevistas a la población en el área cercana a la zona del proyecto

Recolección de información de la entrevista realizada a la población

Determinar si las aguas son seguras para el consumo humano.

Determinar el porcentaje de contaminantes presentes en las aguas freáticas.

Determinar cómo han ingresado los contaminantes a las aguas freáticas

Explicar en qué consiste el diseño de un sistema de monitoreo

9.- Dificultades que se podrían presentar en la implementación del diseño de un sistema de monitoreo.

10.-Beneficios que generara la implementación del diseño de un sistema de monitoreo.

11.- Medidas a seguir para disminuir los contaminantes presentes en el agua

12.- Conclusión

2° H.E: EL EMPLEO DE UN DISEÑO DE UN SISTEMA DE MONITOREO, DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS FREATICAS INFLUIRA SIGNIFICATIVAMENTE EN LA FAUNA ACUATICA DEL VALLE LAS TRANCAS NASCA – 2018

“FAUNA ACUATICA”

1.- Se determinó un punto de monitoreo para la extracción de agua freática para dicho análisis.

2.- Se analizó la muestra de aguas freática.

3.- Interpretación de resultados

- Determinar si las aguas son seguras para la fauna acuática.
- Determinar el porcentaje de contaminantes presentes en las aguas freáticas.

4.- Recomendaciones

5.- Beneficios

6.- Conclusión

3° HE: EL EMPLEO DE UN DISEÑO DE UN SISTEMA DE MONITOREO, DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS FREATICAS INFLUIRA DIRECTAMENTE EN LA CALIDAD DE LOS SUELOS DEL VALLE LAS TRANCAS NASCA – 2018

“SUELO”

1.- Se determinó el punto de toma de muestra de suelo que va a ser analizada

2.- Se analizó la muestra de suelo para determinar las condiciones actuales de los parámetros:

Nitrato, Cloruro y Manganeso.

3.- Interpretación

4.- Interpretación de resultados

5.- Se utilizó los resultados de la muestra de agua freática del pozo IRHS 69 propiedad de la familia Ernesto Huamán

6.- Interpretación de resultados de la muestra de agua freática

- Determinar si las aguas son seguras para productividad del suelo.
- Determinar el porcentaje de contaminantes presentes en las aguas freáticas.

- 7.- Se realizó un análisis de la muestra de agua freática del pozo IRHS 69 en los parámetros: carbonatos, bicarbonatos calcio, magnesio, sodio y se determinó el RAS Y CSR.
- 8.- Se determinó la cantidad de fertilizante a utilizar para el maíz, pallar, garbanzo y frejol.
- 9.- Recomendaciones
- 10 Conclusión