

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**“DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE IMPACTO
AMBIENTAL EN UNA POBLACION RURAL, EN LA LAGUNA
DE NIEVES ZACATECAS”**

POR

ARCELIA AGÜERO ESQUEDA

T E S I S

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TÍTULO DE:**

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

“DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE IMPACTO AMBIENTAL EN UNA POBLACION RURAL, EN LA LAGUNA DE NIEVES ZACATECAS”

TESIS PRESENTADA POR:

ARCELIA AGÜERO ESQUEDA

TESIS QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

COMITÉ EVALUADOR

PRESIDENTE:


M. C. HÉCTOR MONTAÑO RODRÍGUEZ

VOCAL :


M. C. AMANDA JARAMILLO SANTOS

VOCAL:


ING. ELBA MARGARITA AGUILAR MEDRANO

VOCAL SUPLENTE:


BIOL. MA. DE JESÚS RIVERA GONZÁLEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS


M. C. JOSÉ JAIME LOZANO GARCIA



TORREÓN, COAH.

Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas
DICIEMBRE DEL 2004

**“DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE IMPACTO AMBIENTAL
EN UNA POBLACION RURAL EN LA LAGUNA DE NIEVES
ZACATECAS”**

POR

ARCELIA AGÜERO ESQUEDA

TESIS ELABORADA POR LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA Y
APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

ASESOR PRINCIPAL


M. C. HÉCTOR MONTAÑO RODRÍGUEZ

ASESOR:


M. C. AMANDA JARAMILLO SANTOS

ASESOR:


ING. ELBA MARGARITA AGUILAR MEDRANO

ASESOR:


BIOL. MA. DE JESÚS RIVERA GONZÁLEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS


M. C. JOSÉ JAIME LOZANO GARCÍA



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

DEDICATORIAS

A DIOS

Esta tesis esta dedicada especialmente a Dios por permitirme terminar satisfactoriamente la carrera de Ingeniero, proporcionarme salud, fortaleza para vencer los obstáculos, adversidades y ante todo por permitirme ser feliz..

A MIS PADRES

Vicenta Esqueda Alvarado y J. Oscar Agüero Saucedo

Con todo mi corazón a mis padres por darme la vida, apoyarme en todos los aspectos, por tener paciencia y la fortaleza necesaria para permitirme seguir con mis estudios.

A UNA PERSONA MUY ESPECIAL

Por estar a mi lado, en los buenos y malos momentos apoyarme cuando más lo he necesitado, aconsejarme, darme fortaleza y ante todo por brindarme amor y cariño T.Q.M.

AGRADECIMIENTO

A DÍOS

Por dar y permitir que todas las personas que más quiero tengan buena salud, vida y estén a mi lado, "Gracias".

A MI ALMA TERRA MATER

Por formarme como profesionalista y haberme permitido terminar la ingeniería Satisfactoriamente.

A MIS ASESORES

M.C. HECTOR MONTAÑO RODRIGUEZ, M.C. AMANDA JARAMILLO SANTOS, ING. ELVA MARGARITA AGUILAR MEDRANO, BIOL. MA. DE JESUS RIVEA GONZALEZ.

Por brindarme su amistad y apoyo, durante mi carrera y permitirme participar como su tesista en este trabajo de investigación el cual me lleva a la superación académica.

A MIS MAESTROS

Por proporcionarme las bases y herramientas necesarias para terminar satisfactoriamente para un buen desarrollo profesional y concluir la Ingeniería.

A MIS PADRES

Por el apoyo brindado, los consejos, el amor, y ser la fuente de mi fortaleza para poder salir adelante ante todas las adversidades que han surgido en el transcurso de mi vida.

A MIS HERMANAS y HERMANOS

Gabriela, Olimpia, Ma. Yolanda, Ma. Socorro, Ma. Goreti, Oscar Manuel, Santiago Otoniel Por su apoyo y consejos.

A MIS SOBRINOS

Por darme la alegría

A AGUSTÍN COLIN CUEVAS

Por su apoyo, estar a mi lado cuando más lo e necesitado, darme alegría, y por el amor y cariño que siempre me a brindado T.Q.M.

A MIS AMIGAS

Por su apoyo y consejo

A todos "gracias"

INDICE

INDICE DE CUADROS.....	IV
INDICE DE MAPAS.....	V
INDICE DE GRAFICAS.....	IV
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I.	
1.1 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.2. OBJETIVOS.....	4
1.3. OBJETIVO GENERAL.....	4
1.4. OBJETIVOS PARTICULARES	4
1.5. METAS.....	5
1.6. LIMITES.....	5
1.7. HIPÓTESIS.....	5
CAPITULO II. MARCO TEORICO	
2.1. ANTECEDENTES.....	6
2. 2. CONTAMINACIÓN DE AGUA Y SUELO EN MÉXICO.....	7
2. 3. EL MEDIO AMBIENTE.....	9
2.3.1. IMPACTO AMBIENTAL.....	9
2.3.2. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	9
2.2.3 EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	10
2.4. INDICADORES	10
2.4.1. TIPOS DE CATEGORÍAS USADAS COMO INDICADORES AMBIENTALES.....	11
2.4.2. TIPOS DE INDICADORES.....	12
2.4.3. GEOINDICADORES.....	12
2.4.4. IMPORTANCIA DE LOS INDICADORES.....	15
2.4.5. PRINCIPIOS BÁSICOS QUE DEBEN RESPETAR LOS INDICADORES PARA QUE SEAN DE UTILIDAD.....	15
2.4.6. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LOS INDICADORES AMBIENTALES.....	16

2.5. LOS ÍNDICES Y LA CUANTIFICACIÓN.....	17
2.5.1. ÍNDICE AMBIÉNTALES.....	17
2.5.2. CARACTERÍSTICAS DE INDICE E INDICADOR.....	18
2.6. USO DE INDICADORES EN MÉXICO.....	18
2.7. TIPOS DE CUENCAS.....	19
2.8. CUENCAS HIDROLÓGICAS DEL NORTE DE MÉXICO.....	20
2.8.1. USOS DEL AGUA E INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA.....	28
2.9. USO Y CALIDAD DE AGUA EN MÉXICO.....	28
2.10. CALIDAD DEL AGUA.....	31
2.10.1. CALIDAD.....	32
2.11. INDICADORES DE CALIDAD DEL AGUA.....	33
2.11.1. INDICADORES MÁS IMPORTANTES PARA DIAGNOSTICO DE CONTAMINACIÓN DE AGUA EN UNA COMUNIDAD RURAL.....	34
2.11.1.1 NITRATOS.....	34
2.11.1.2. BACTERIAS COLIFORMES.....	35
2.11.1.3. CLORUROS.	36
2.11.4. SODIO.....	36
2.12. NORMATIVIDAD.....	37
2.13. USO Y CONTAMINACION DEL SUELO.....	39
2.14. USO DEL SUELO EN MEXICO.....	40
2.15. SALINIDAD EN AGUA Y SUELO.....	40
2.15.1 ORIGEN DE LAS SALES.....	40
2.16. AGRICULTURA Y MEDIO AMBIENTE.....	42
CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	44
3.2. LA FLORA DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	46
3.3. ESTUDIO DEMOGRAFICO DEL AREA DE ESTUDIO.....	46
3.4. LOCALIZACIÓN REGIONAL DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	48
3.5. COLECTA DEL MATERIAL.....	48
3.5.1. COLECTA DE MUESTRAS PARA ANÁLISIS DE COLIFORMES EN AGUA.....	49

3.5.2. COLECTA PARA ANÁLISIS QUÍMICO EN AGUA.....	49
3.5.3. COLECTA PARA ANÁLISIS QUÍMICOS DEL SUELO.....	49
3.6. MÉTODOS DE ANÁLISIS.....	52
3.6.1. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO EN AGUA.....	52
3.6.2. ANÁLISIS QUÍMICOS DEL AGUA Y SUELO.....	52
3.6.2.1. EXTRACCIÓN DE LA SOLUCIÓN DEL SUELO PARA ANÁLISIS DE CA, MG, NA, CL, HCO, SO ₄	52
3.6.3. MÉTODO VOLUMÉTRICO PARA ANÁLISIS DE CARBONATOS (CO ₃ ²⁻) Y BICARBONATOS (HCO ₃ ⁻).....	53
3.6.4. MÉTODO VOLUMÉTRICO PARA DETERMINACIÓN DE CLORO.....	54
3.6.5. DETERMINACIÓN DE PH.....	54
3.6.6. MÉTODO DE CALCIO, MAGNESIO Y SODIO.....	54
3.6.7. DETERMINACIÓN DE NITRÓGENO-NITRATO EN SUELO (MÉTODO DEL ÁCIDO SALICÍLICO).....	55
3.6.8. DETERMINACIÓN DE SULFATOS.....	56
CAPITULO IV. RESULTADOS.....	57
CAPITULO V. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	
5.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	65
CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
6.1. CONCLUSIONES.....	69
6.2. RECOMENDACIONES.....	71
BIBLIOGRAFÍA.....	73

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO

2.1.	Precipitación media mensual histórica por región administrativa...	23
2.2.	Clima de la región Hidrológica del Norte de México.....	27
2.3.	Precipitación en la región hidrológica de la cuenca del Norte.....	27
2.4.	Uso de agua en México.....	30
2.5.	Componentes del ciclo hidrológico a nivel nacional.....	31
2.6.	Indicadores de Calidad del Agua	33
3.1.	Curva de calibración N-NO ₃	55
3.2.	Curva de calibración SO ₄	56
3.3.	Resultados de los análisis químicos de ph, Ca, HCO ₃ , Mg realizados en agua en la comunidad de la laguna de Nieves, Municipio de Francisco R. Murgia, Zac. Mayo 2004.....	57
3.4.	Resultados de los análisis químicos de Cl, N-NO ₃ , Na realizados en agua en la comunidad de la laguna de Nieves, Municipio de Francisco R. Murgia, Zac. Mayo 2004.....	57
3.5.	Datos obtenidos de INEGI 1989, NOM-127.....	58
3.6.	Resultados del análisis microbiológico del agua en la comunidad de la laguna de Nieves, Municipio de Francisco R. Murgia, Zac. Mayo 2004.....	58
3.7.	Resultados de los análisis químicos de ph, Na, Mg. del suelo de la zona agrícola de la laguna de Nieves, Municipio de Francisco R. Murgia, Zac. Mayo 2004.....	59
3.8.	Resultados de los análisis químicos de Ca, HCO ₃ , CO ₃ , del suelo de la zona agrícola de la laguna de Nieves, Municipio de Francisco R. Murgia, Zac. Mayo 2004.....	60
3.9.	Resultados de los análisis químicos de Cl, N-NO ₃ , SO ₄ , del suelo de la zona agrícola de la laguna de Nieves, Municipio de Francisco R. Murgia, Zac. Mayo 2004.....	61

INDICE DE MAPAS

MAPAS

2.1.	Regiones Hidrológica de México.....	21
2.2	Cuenca Hidrológica del Norte de México.....	22
2.3	Presión sobre el uso del agua a nivel Nacional.....	24
2.4	Acuíferos cuya disponibilidad fue publicada en DOF en enero del 2003 (188 acuíferos de un total de 654).....	25
3.1.	Localización de la comunidad de la laguna de Nieves Municipio Francisco R Murgia, Zac.....	45
3.2	Cuenca hidrológica y puntos de muestreo de agua de la comunidad de la Laguna Nieves Municipio Francisco R Murgia, Zac.....	50
3.3	Zona agrícola y división de zonas para muestreo de suelo de la comunidad de la Laguna Nieves Municipio Francisco R Murgia, Zac.....	51

INDICE DE GRAFICAS

GRAFICAS

3.1.	Curva de calibración de $N-NO_3$	55
3.2.	Curva de calibración de SO_4	56
3.3.	Resultados obtenidos por punto de muestreo de agua de La laguna de nieves, municipio de Francisco R Murgia, Zac. Mayo 2004.....	62
3.4.	Resultados del indicador Cloro en agua de La laguna de nieves, municipio de Francisco R Murgia, Zac. Mayo 2004.....	62
3.5.	Resultados del indicador Nitratos en agua de La laguna de nieves, municipio de Francisco R Murgia, Zac. Mayo 2004.....	63
3.6.	Resultados del indicador Sodio en agua de La laguna de nieves, municipio de Francisco R Murgia, Zac. Mayo 2004.....	63
3.7.	Concentración de cloro por profundidad y zona del aré agrícola del suelo de La laguna de nieves, municipio de Francisco R Murgia, Zac. Mayo 2004.....	64
3.8.	Concentración de nitratos por profundidad y zona del aré agrícola del suelo de La laguna de nieves, municipio de Francisco R Murgia, Zac. Mayo 2004.....	64

INTRODUCCIÓN

En la actualidad está en auge el cuidado del medio ambiente, día a día muchos países se unen al manejo adecuado de los recursos naturales, así como de control de la contaminación, mediante la implementación de herramientas que sirvan para tener un mejor monitoreo de los recursos naturales.

Para el cuidado del medio ambiente desde 1992 en la cumbre de la Tierra (Río Janeiro, Brasil) se estableció la necesidad de construir proyectos que utilizaran como base principal para monitorear el ambiente a los indicadores e índices ambientales, y de esta forma tener un mejor manejo de información y control de los recursos naturales.

En México el uso de indicadores aun no es oficial, pero en instituciones como INE ya se está implementando el uso de indicadores ambientales para medir la calidad, cantidad y buen manejo de los recursos naturales.

Un indicador es una expresión que permite la medición de diferentes características de un sistema específico y sus variables sociales que determina la magnitud y frecuencia de los procesos de cambio. (es la información que relaciona un parámetro con una variable)

En el medio ambiente existen varios indicadores que pueden mostrar la contaminación del agua superficial y subterránea, dentro de estos podemos considerar: los asentamientos humanos, muerte de peces, enfermedades gastrointestinales, uso inadecuado del suelo, mediante la aplicación excesiva de fertilizantes y plaguicidas, construcción de pozos para extracción de agua, y la construcción de fosas sépticas, entre otros, en una comunidad rural.

Un manejo adecuado de los recursos naturales desde las poblaciones rurales, proporcionará herramientas para dar mejor uso y control del medio ambiente en

grandes poblaciones y se podrá saber el origen de muchos tipos de contaminación, que pueden producir diversas enfermedades.

El objetivo de este trabajo es determinar indicadores ambientales en el recurso agua, ocasionados por uso de fosas sépticas en lugares inadecuados y por la utilización de fertilizantes, en una comunidad rural.

CAPITULO I.

1.1 JUSTIFICACIÓN

La falta de planeación en los asentamientos humanos en regiones urbanas y rurales, es un problema que se multiplica exponencialmente al acrecentar la demografía de dichos núcleos en crecimiento.

La comodidad es un factor importante que se tiene como básico, se busca realizar los asentamientos cerca de los vertederos de agua (ojos de agua, manantiales, arroyos, ríos); sin considerar que por el crecimiento demográfico se provocará un impacto sobre las aguas subterráneas y superficiales.

Los polos de desarrollo demográficos son arbitrarios, desordenados y que no consideran las características geomorfológicas y geológicas del suelo o la hidrología, la ubicación o distribución de las viviendas es de acuerdo a la comodidad para los servicios de la comunidad o el gusto de los habitantes.

Los asentamientos irregulares pueden producir la contaminación de las aguas subterráneas y superficiales por: la actividad humana (aguas residuales), la presencia de pozos negros (fosas sépticas). El uso de pozos de agua en las zonas rurales (caseros) como potables, para la realización de todas las actividades domésticas, desde la elaboración de alimentos hasta el aseo personal.

La presencia en zonas rurales de áreas de cultivo agrícolas, ya sea de temporal o de riego, pueden provocar impacto ambiental sobre los cuerpos de agua, las precipitaciones pluviales y el riego producen erosión del suelo, que al presentarse las aplicaciones de agroquímicos como fertilizantes y pesticidas, por arrastre de lo mismos afectan las aguas superficiales (arroyos, ríos, lagos, lagunas) o puede existir lixiviación y afectar las aguas subterráneas, máximo si el manto freático es poco profundo.

Se puede presentar la salinidad en los cuerpos de agua superficiales (lagos, lagunas, abrevaderos) por la presencia de compuestos químicos contaminantes en altas concentraciones como los nitratos, sulfatos, carbonatos y contaminación de agua subterránea por lixiviación que pueden presentar algunos metales incluyendo boro.

Es necesario e indispensable la realización de los estudios de impacto ambiental sobre las aguas subterráneas y superficiales de manera obligatoria tanto en las zonas urbanas y rurales, como una medida preventiva a problemas mayores.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar indicadores de impacto ambiental en el recurso agua, en la comunidad rural la Laguna de Nieves en el Municipio de Francisco R. Murguía, Zacatecas.

1.2.2. OBJETIVOS PARTICULARES

Analizar y determinar el origen del impacto ambiental, ya sea, antropogénico o natural.

Determinar el impacto ambiental de los pozos negros de la comunidad sobre los mantos freáticos.

1.5. METAS

- Determinación de la potabilidad y sanidad del agua de la comunidad.
- Análisis de los cuerpos de agua superficiales y subterráneos para determinar la salinidad.
- Análisis de las cuencas Hidrológicas para determinar las zonas de escurrimiento y su relación con el asentamiento humano.
- Análisis de los asentamientos humanos dentro de la población.

1.6. LIMITES

- Medición de los indicadores que nos permitan determinar el impacto ambiental en una localidad rural.
- Se llevará a cabo en la Laguna de Nieves del Municipio de Francisco R. Murguía, Zacatecas.
- El estudio se realizará en un período de un año.
- El estudio que se pretendió realizar es de tipo exploratorio, ya que no hay información con respecto a análisis de impacto ambiental en comunidades pequeñas.

1.7. HIPÓTESIS

Si los índices de los indicadores determinados se presentan dentro de los rangos de las normas oficiales mexicanas de salud pública, no habrá la presencia de un impacto ambiental.

CAPITULO II.

MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES

Ante el panorama global de las políticas de integración social, económica y ambiental promovidas por organismos tales como las Naciones Unidas y la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) se constituyen como una respuesta mundial para lograr un crecimiento económico global y por consiguiente un mejor desarrollo en todos los ámbitos. Fue así como en, la Conferencia sobre Desarrollo Humano en Estocolmo, Suecia y más aún en la Cumbre de Río de Janeiro, 1992, derivaron la recomendación del uso de criterios e indicadores para medir el avance de la compatibilidad social, económica y ambiental (Alcalá J. J. 2003).

En 1995, el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) iniciaron un acuerdo de cooperación con el fin de elaborar indicadores para el monitoreo del desarrollo y el medio ambiente en América Latina y el Caribe, como herramienta de apoyo a la toma de decisiones y a la planificación (C. I. A. T. 2001).

En 1998, se constató la necesidad que tenía América Central (AC) de integrar los intereses ambientales, económicos y sociales, en el ámbito nacional, regional y local, para la toma de decisiones que conducen al desarrollo. Esta integración mejoraría tanto las políticas como su ejecución, y facilitaría el seguimiento y la elaboración de informes regulares sobre el estado del ambiente y del proceso de desarrollo nacional y regional. Si bien los indicadores económicos y sociales habían sido adoptados en la región e influían en las decisiones políticas nacionales, regionales y globales, se comprobó que faltaban indicadores comparables para monitorear y evaluar el estado y la calidad del medio ambiente (B.M. 2000).

En 1992 en la cumbre de la Tierra México se comprometió a generar indicadores que permitan medir y evaluar las políticas y estrategias en materia de desarrollo sustentable. Uno de los compromisos emanados de la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sustentable (Johannesburgo, Sudáfrica, 2002) es el de trabajar en la elaboración de indicadores de desarrollo sustentable para que las políticas ambientales dispongan de herramientas de información efectivas en la toma de decisiones (S. N. E.I. G. 2004).

Los indicadores de desarrollo sustentable expresan, en cierto nivel y magnitud, las interrelaciones entre el desarrollo socioeconómico y los fenómenos ecológico-ambientales. Por tanto, proporcionan a los tomadores de decisiones bases sólidas de referencia para la evaluación del bienestar y de la sustentabilidad a nivel nacional, regional y local. . (S. N. E.I. G. 2004).

2. 2. CONTAMINACIÓN DE AGUA Y SUELO EN MÉXICO

El exceso de materia o energía (calor) provoca daño a los humanos, animales, plantas y bienes, o bien perturba negativamente las actividades que normalmente se desarrollan cerca o dentro del agua, y suelo, el origen de los contaminantes es muy variado (Lometi 2000).

En México, como en muchos países del mundo, las principales fuentes de contaminación del agua y suelo se clasifican en tres grupos, de acuerdo con su procedencia:

Sector social.

Corresponde a las descargas de residuos de origen doméstico y público que constituyen las aguas residuales municipales. Está relacionado con la cobertura de los servicios de agua potable y alcantarillado, se incrementa en los grandes asentamientos urbanos. El 60 % de la población mexicana está concentrada en las grandes ciudades.

Se calcula que el 57 % de las aguas residuales son generadas por la población, principalmente por las zonas localizadas en torno a las ciudades de México (23 %), Monterrey (4.1 %) y Guadalajara (4 %). Se estima que sólo el 50% de la población dispone de sistema de alcantarillado

Sector industrial.

Integrado por las descargas generadas de las actividades de extracción y transformación de recursos naturales usados como bienes de consumo y satisfactores para la población. Se calcula que la industria genera el 43 % de las aguas residuales. En México, el sector industrial se clasifica en 39 grupos, de acuerdo a los índices de extracción, consumo y contaminación, que genera el 82 % del total de aguas residuales de la industria.

Sector agropecuario.

Constituido por los efluentes de las instalaciones dedicadas a la crianza y engorda de ganado mayor y menor, y por las aguas de retorno de los campos agrícolas. Se calcula que la superficie agrícola de riego y temporal es de 28 millones de hectáreas, que se usan 92 500 millones de m³ de agua y se consume el 82 % de ella por lo que la generación de aguas residuales es del 12 % (11 100 millones de m³). Las aguas de retorno agrícola son una fuente de contaminación importante cuyo impacto se manifiesta en el alto porcentaje de cuerpos de agua que se encuentran en condiciones de eutroficación.

La calidad de los cuerpos de agua en México era aceptable en los años cercanos a 1950. En 1970 ya era evidente que las principales cuencas del país estaban contaminadas. (Lometi 2000).

2. 3. EL MEDIO AMBIENTE

El medio ambiente natural, esta constituido por los sistemas atmosféricos e hidrológicos, fenómenos naturales (sequías, heladas, inundaciones, terremotos, erupciones volcánicas y huracanes), así como por los bienes o activos naturales (agua, suelos, fauna, flora, bosques, etc.) y los servicios ambientales que éstos proporcionan (clima, electricidad, recreación, etc.), constituye el soporte de vida de la sociedad, puesto que provee las condiciones físicas y los recursos de los que depende el hombre para satisfacer sus necesidades de salud, seguridad y bienestar. Por lo que toda actividad realizada por el hombre conlleva el uso de recursos naturales y ambientales en una u otra manera y magnitud y, por ende, formas y niveles de deterioro o agotamiento de éstos (S. N. E.I. G. 2004).

2.3.1. IMPACTO AMBIENTAL

Un impacto ambiental es cuando una acción o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de los componentes del medio. Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, programa, plan, ley o una disposición administrativa con implicaciones ambientales.

- Cuando son directos involucran pérdida parcial o total de un recurso o deterioro de una variable ambiental (contaminar aguas, talar bosques, etc.).
- Cuando son indirectos inducen y/o generan otros riesgos sobre el ambiente (erosión, inundaciones, etc.) (Argon 2001)

2.3.2. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

El estudio de impacto ambiental es un conjunto de estudios técnico científicos, sistemáticos, interrelacionados entre sí, cuyo objetivo es la identificación, predicción y evaluación de los efectos positivos o negativos que puede producir una o un conjunto de acciones de origen antropológico sobre el medio ambiente físico, biológico o humano.

La información entregada por el estudio debe permitir llegar a conclusiones sobre los efectos que puede producir la instalación y desarrollo de una acción o proyecto sobre su entorno, establecer las medidas a implementar para mitigar y monitorear los impactos, y proponer los planes de contingencia necesarios (Garza C. 2001).

2.2.3 EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

Para la obtención de la información requerida en las evaluaciones del impacto ambiental destaca la utilización de metodologías y técnicas de medición de variables ambientales ya que con ellas es posible realizar adecuadamente una predicción, identificación e interpretación del impacto ambiental en los diferentes componentes del medio ambiente (Gasteriz 2004).

Es por eso que desde hace unos años se está aplicando la utilización de ciertos factores o parámetros ambientales, los cuales tienen como características presentar un rango de comportamiento en función de sus propiedades intrínsecas, ó en función de las presiones ejercidas por las actividades humanas. Estos factores y parámetros ambientales son conocidos con el nombre de indicadores ambientales y sus análisis conjuntos se denominan índices ambientales (I.A.M. 2004).

El indicador de impacto mide el grado de contaminación o alteración de un factor ambiental, puede responder a una ecuación matemática, al valor de la presencia de un contaminante específico o estimaciones subjetivas. (Garza 2002).

2.4. INDICADORES

La palabra indicador viene del verbo latín *indicare*, que significa mostrar, anunciar, estimar o asignar un precio, los indicadores son parámetros (una medida o propiedad observada), o algunos valores derivados de los parámetros

(modelos), que proporcionan información sobre el estado actual de los ecosistemas, así como patrones o tendencias (cambios) en el estado del medio ambiente, en las actividades humanas que afectan o están afectando por el ambiente, o sobre las relaciones entre tales variables (Salazar 1999).

Los indicadores constituyen una herramienta de comunicación para informar sobre el estado de una materia en particular. Por ello, los indicadores responden a tres funciones principales: simplificación, cuantificación, comunicación.

(Gastiz 2004).

La calidad de un indicador ambiental, se define en función de:

- Ofrecimiento de bienes o servicios ambientales.
- Capacidad de acogida
- Calidad paisajista
- Rareza del ecosistema
- Estabilidad del ecosistema (Salazar 1992).

2.4.1. TIPOS DE CATEGORÍAS USADAS COMO INDICADORES AMBIENTALES

TENSORES: Cualquier entidad física, química o biológica que pueden inducir un efecto adecuado en los ecosistemas o la salud humana.

PRESIONES: son las actividades humanas, los procesos naturales, y los tensores biofísicos derivados de estas actividades y procesos, que pueden contribuir para preservar la salud y bienestar humano, así como los componentes y funciones de ecosistemas.

ESTADO DEL AMBIENTE: son las condiciones y cambios en ecosistemas, salud y bienestar humano relacionados al ambiente incluyendo una serie de conocimientos de factores.

2.4.2. TIPOS DE INDICADORES

Los indicadores geológicos y geomorfológicos se agrupan bajo términos de: Geoindicadores, se definen como magnitudes y tendencias de los procesos geológicos, fenómenos que ocurren en periodos de tiempo de 100 años, o menos, cerca de la superficie terrestre, sujetos a variaciones de importancia para entender los rápidos cambios ambientales (Salazar 1999)

2.4.3. GEOINDICADORES

Los geoindicadores describen procesos y parámetros ambientales capaces de cambiar sin interferencia humana, aunque las actividades humanas pueden acelerar, retrasar o desviarse de los cambios naturales; son usados en el monitoreo ambiental y ecológico, reporte del estado del medio ambiente y evaluación general de la sustentabilidad ambiental a escala local, nacional e internacional.

Los indicadores geológicos son fenómenos y procesos terrestres, que pueden cambiar y evolucionar en menos de un siglo en cuanto a: magnitud, dirección, o extensión; y que pueden ser importantes para la sustentabilidad ambiental y una ecología adecuada.

Las condiciones ambientales en cualquier momento reflejan no sólo las influencias humanas, sino también los procesos y fenómenos naturales, los cuales pueden estar causando cambios así haya o no personas presentes. (Salazar 1999).

INDICADORES GEOLÓGICOS Y GEOMORFOLÓGICOS

Indicadores geomorfológicos.

Altitud, inclinación, el sistema de ríos y otros cursos de agua dentro de la cuenca, erosión, sedimentación y glaciación.

Indicadores geológicos.

Sustrato geológico (y su diversificación en elementos básicos como minerales utilizables), tipos de roca, estratificación y sismicidad.

Indicadores físicos.

Los indicadores físico-geográficos son aquellos que describen la situación geomorfológica y las condiciones climáticas así como también algunos de los resultados de las interacciones entre los componentes físico-geológicos, morfológicos y del sistema humano. También se incluye el medio geológico y el resultado del clima y otros componentes sobre la geología. (Salazar 1999)

Indicadores hidrológicos

Los indicadores hidrológicos describen las cantidades de agua, tipos de agua, comportamientos de los tipos de agua, así como también las características físicas del agua y de las vías de agua.

Indicadores climáticos

Captación de radiación, temperatura atmosférica y respuesta diurna, cambios mensuales y estacionales de la temperatura (incluyendo una enumeración de los valores promedio, valores máximos y mínimos según la información requerida) también incluye el balance energético; participaciones (como la interacción de energía y otros componentes del sistema) expresadas en cantidad por año, fluctuaciones por temporada o mes, expresadas en valores promedio, máximos y mínimos; se incluyen además la distribución de las precipitaciones con respecto a la intensidad y la duración; evaporación: (como

la interacción de la temperatura y el agua libre); humedad (humedad del aire); viento (velocidad y dirección).

Bioindicadores

Son variables biológicas, ecológicas, especies o poblaciones que al responder a las variaciones de gradientes físicos-químicos, muestran un grado de tolerancia (t), por fuera del cual entra en condiciones de resistencia (r), estrés (e), o muerte: Relacionado a los efectos de la contaminación, un organismo indicador es una especie seleccionada por su sensibilidad o tolerancia a varias clases de contaminantes o sus efectos.

Indicadores edafológicos

Tipos de suelo, variedades y series (clasificación pedológica), propensión al desgaste, compatibilidad, permeabilidad y pH.

Indicadores paisajistas

Contrastes cromáticos, cuenca visual, ángulo de incidencia visual.

Indicadores sociales

Los componentes humanos de un sistema resultan de la utilización del potencial ecológico. Suministran información sobre: la presión del hombre sobre la naturaleza; el grado de éxito en la transformación de recursos naturales para el buen uso por el hombre y en valores necesarios para operar los subsistemas económicos y sociales; el grado de éxito para la sociedad y el individuo en lo que se refiere a la nutrición y a la salud; el grado de éxito para el logro de ambiciones culturales tanto para la sociedad como para el individuo.

(Salazar 1999).

2.4.4. IMPORTANCIA DE LOS INDICADORES

Los indicadores son importantes para el uso sostenible y el manejo de los recursos ambientales ya que pueden orientar la formulación de políticas al proporcionar una valiosa información acerca del estado actual de los recursos a evaluar y de la intensidad y la dirección de los posibles cambios. (C. I. A. T. 2001).

Los Indicadores Ambientales, permiten obtener valiosa información de la calidad ambiental de cada uno de los recursos naturales que están en monitoreo. La implementación y fortalecimiento de un sistema de indicadores ambientales rurales se convierte en una poderosa herramienta de seguimiento y control de la gestión ambiental, ya que permite la oportuna y adecuada toma de decisiones a corto, mediano y largo plazo.

En general no existe un modelo único de Sistema de Indicadores Ambientales, o sea una expresión integrada de un conjunto de indicadores ambientales, que agrupados lógicamente y con un propósito claro, permiten obtener una visión holística, coherente y consistente de una problemática ambiental específica, en un sitio determinado y para un periodo de tiempo limitado, pues éste está determinado por el uso a que está destinado el sistema, no por su contenido (S. N. I. A. N. 2004).

2.4.5. PRINCIPIOS BÁSICOS QUE DEBEN RESPETAR LOS INDICADORES PARA QUE SEAN DE UTILIDAD

- **Los indicadores deben ser medibles y posibles de analizar en series temporales.** Los indicadores deben reflejar la evolución en el tiempo, de forma que puedan analizarse para prevenir o corregir tendencias negativas.

- **El número de indicadores debe ser reducido.** Los usuarios deben familiarizarse con su presentación y significado, para conseguir que sean fácilmente comprensibles por todos los agentes implicados.
- **Los indicadores deben estar relacionados con los objetivos.** De esta manera los indicadores pasan a ser herramientas de gestión que permiten fijar responsabilidades a los agentes que intervienen en la formulación y aplicación de políticas (Gastiz 2004).

2.4.6. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LOS INDICADORES AMBIENTALES:

- **Pertinencia:** que el o los indicadores representen situaciones ambientales prioritarias, a escala nacional, regional o de macro zonas, en relación con los componentes básicos del medio ambiente natural y su consecuente impacto en el medio ambiente humano.
 - **Calidad del Dato:** que los datos base sobre los cuales se construya un indicador, provengan de fuentes de información confiables, oficiales y con una validación técnica preliminar.
 - **Flujo Accesible a la Información:** que se disponga de la información en forma sistemática y periódica, en lo posible, con series históricas, que permitan evaluar tendencias.
 - **Escala y Georreferenciación:** que, en lo posible, se disponga de indicadores a distintas escalas: nacional, regional, y también comunal.
- Existen ciertas temáticas en las cuales la visión global como país es fundamental, por lo tanto, se cuenta, también, con un conjunto de indicadores nacionales. Así tenemos, entonces:
- Indicadores Ambientales Nacionales
 - Indicadores Ambientales Comunes
 - Indicadores Ambientales Específicos(S.N.I.A. 2003).

Se debe aclarar que, en algunos casos, el indicador se repite a escala nacional y regional común, pero variando su expresión, de forma de representar la misma situación, pero a la escala que le corresponda, según su tipología. Con el objeto de ordenar y dar un marco de desarrollo lógico al conjunto de indicadores ambientales, se han definido cinco categorías ambientales, bajo las directrices entregadas por la Organización de las Naciones Unidas (FDES: Oficina de Estadísticas de la ONU). Estas categorías ambientales permiten ordenar y equilibrar los esfuerzos en la búsqueda y elaboración de los indicadores (S.N.I.A. 2003).

2.5. LOS ÍNDICES Y LA CUANTIFICACIÓN

Los índices deben considerarse como límites cuantificados para indicadores. En este contexto, la cuantificación generalmente significa - aunque no está limitada a ello- una cierta cantidad o concentración que puede ser el valor más alto o más bajo admitido. Una respuesta "sí" o "no" también puede ser una cuantificación.

Todos estos índices tienen la intención de suministrar medidas de protección para el hombre o para las fuentes directas del hombre en lo que se refiere al alimento y el agua. No se han desarrollado índices para la protección a largo plazo de la naturaleza, aunque la naturaleza, también en este contexto y según la historia y los probables desarrollos futuros, debe entenderse como un recurso humano. Por lo tanto, si se considera solo el futuro cercano, deben fijarse los límites con respecto a que grado de la naturaleza existente debería y debe ser protegido (Salazar 1999).

2.5.1. ÍNDICE AMBIÉNTALES

Un índice ambiental es una categorización de una gran cantidad de información ambiental, con el propósito de simplificar tales datos, y hacer más fácil la labor de decisión ambiental. Un índice ambiental es un producto de una manipulación

matemática de un grupo de valores de indicadores definido con relación a un estándar o valor deseable (Salazar 1999).

Índice físico- químico

A pesar de que existen varios indicadores para calidad de agua, uno de los mas utilizados es el: "Índice de Calidad del Agua" (ICA), desarrollado en 1970 por la fundación de sanidad nacional de E.U.

Índice edafológico.

Depende del objetivo del estudio ambiental, se pueden obtener diversos índices edafológicos para evaluar: Aptitud de uso de suelo, Conflicto de uso, Potencial agrícola, Productividad, Erosión del suelo.

2.5.2. CARACTERÍSTICAS DE ÍNDICE E INDICADOR

Un índice ambiental no es lo mismo que un indicador ambiental, ya que los indicadores se refieren a simples medidas de factores ambientales o especies, indicativos del sistema biótico y socioeconómico. Mientras algunos índices son muy complejos desde una perspectiva matemática, se pueden analizar índices a través de simples comparaciones de datos (Salazar 2003).

2.6. USO DE INDICADORES EN MÉXICO

México no utiliza, de manera oficial, indicadores para monitorear el estado del medioambiente y avance hacia la sustentabilidad ambiental. Si bien existen diversos esfuerzos sobre el tema de indicadores ambientales en México, el único esfuerzo de carácter oficial relacionado con el tema es la publicación de un informe de la situación general en materia del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

La legislación mexicana dictamina que dicho informe debe ser publicado cada dos años y ésta obligación da el carácter de oficialidad a dicha publicación. La más reciente edición del informe se publicó el año pasado con el título "Estadísticas del Medio Ambiente, México 1999". La publicación es un compendio de la información estadística estructural del sector ambiental y pretende ser la referencia obligada en materia de información ambiental. Este esfuerzo representa un sólido paso hacia el establecimiento de una base común de información que alimente a su vez los diversos esfuerzos en materia de indicadores ambientales e índices de sustentabilidad.

Sin embargo, vale mencionar dos de los esfuerzos existentes a la fecha en materia de indicadores ambientales que, si bien no tienen carácter de oficial, representan resultados importantes sobre el tema. A saber:

Programa de indicadores para la evaluación del desempeño ambiental cuyos más recientes avances están plasmados en la publicación del INE.

Programa de indicadores de desarrollo sustentable en México cuyos avances están publicados en la coproducción INE-INEGI "Indicadores de desarrollo sustentable en México".

Finalmente, la Administración planea formalizar los diversos esfuerzos en materia de indicadores ambientales e instrumentar un programa integral al respecto (PNUMENT 2001).

2.7. TIPOS DE CUENCAS

Cuenca hidrológica- superficial. Zona de la superficie terrestre en donde (si fuera impermeable) las gotas de lluvia que caen sobre ella tienden a ser drenadas por el sistema de corriente hacia un mismo punto de salida. Asociado a cada una de estas existen también una cuenca subterránea cuya forma es semejante a la superficial. Desde el punto de vista de salida, existen dos tipos de cuencas endorreica y exorreica.

Cuencas endorreicas. El punto de salida esta dentro de los limites de la cuenca, generalmente en un lago.

Cuenca exorreicas. El punto de salida se encuentra en los límites de la cuenca y esta en otra corriente o en el mar.

Características de la cuenca las características se clasifican en dos tipos, según la manera en que controlan los fenómenos, que condicionan la relación entre estímulo: las respuesta, volumen de escurrimiento (área del cauce, tipo de suelo) y velocidad de respuesta (orden de corriente, pendiente de la cuenca y las cauces).

Escurrecimiento. Se define como el agua proveniente de la precipitación que circule sobre o bajo de la superficie terrestre y que llega a una corriente para finalmente ser drenada hasta la salida de la cuenca.

El agua proviene de la precipitación que llega hasta la superficie terrestre una vez que una parte ha sido interceptada y evaporada siguiendo diversos caminos hasta llegar a la salida de la cuenca, se dividen en dos clases: escurrimiento superficial y escurrimiento subterráneo (Aparicio 2001)

2.8. CARACTERÍSTICAS DE LAS CUENCAS HIDROLÓGICAS DEL NORTE DE MÉXICO

Regiones hidrológicas-Administrativas

La planeación hidráulica toma como unidades geográficas trece regiones hidrológico-administrativas definidas por la Comisión Nacional del Agua.

(Mapa 2.1) Cada región está constituida por una o varias cuencas; de esa manera se garantiza que la cuenca hidrológica se constituya como la base del manejo del agua (CNA.2003).

Mapa. 2.1. Regiones Hidrológica de México

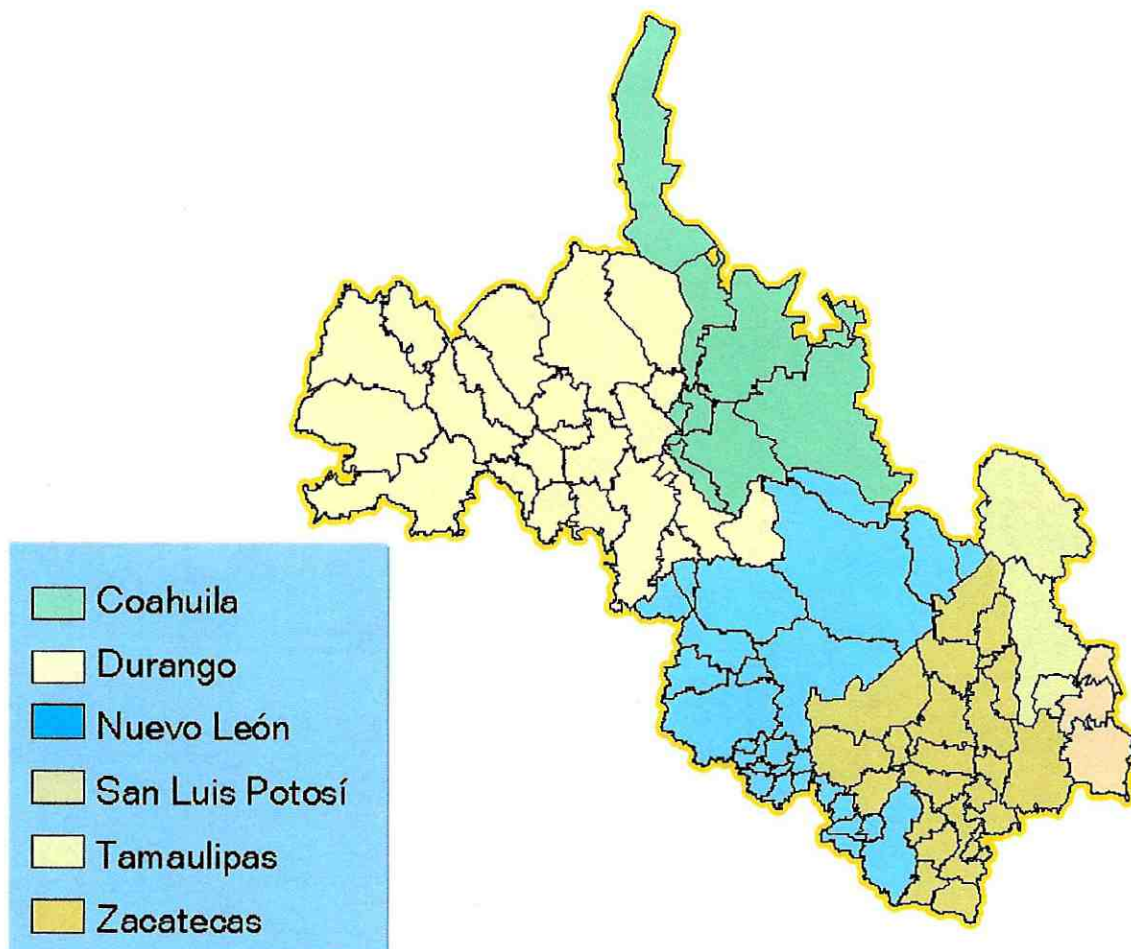


Fuente: CNA 2003

Las Cuencas Centrales del Norte, se ubican en el altiplano de la República Mexicana. Se caracteriza por una gran diversidad fisiográfica y una muy baja disponibilidad de agua, abarca una extensión de 206,447 km², el 10.4% del territorio nacional.

Se encuentra conformada por 82 municipios pertenecientes a los Estados de Coahuila, Durango, Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas. (Mapa 2.2) Para fines de planeación fue dividida en 5 subregiones: Mapimí, Nazas, Aguanaval, Comarca Lagunera-Parras y el Salado. La mayor participación por municipio corresponde a los estados de Durango, San Luis Potosí y Zacatecas, que en conjunto ocupan el 84% de la Región. (CNA 2003)

Mapa 2.2 Cuenca Hidrológica del Norte de México



Fuente: CNA 2003

La población en el año 2000 era de 3.75 millones de habitantes (3.8% del país), de los cuales, el 69% se encontraba en zonas urbanas y el 31% en zonas rurales. Se espera que para el año 2025 la población ascienda a 4.53 millones de habitantes, de los cuales el 71% se ubicará en núcleos urbanos y el 29% e comunidades rurales (CNA 2003).

El desarrollo económico se ha polarizado principalmente alrededor de las áreas de influencia de las ciudades de San Luis Potosí, Soledad de Graciano Sánchez y Matehuala, en el estado de San Luis Potosí; Torreón, en el estado de Coahuila; Ciudad Lerdo y Gómez Palacio en el estado de Durango y Fresnillo, Guadalupe y Zacatecas en el estado de Zacatecas. El Producto Interno Bruto (PIB) de la región representa el 3.3% del PIB nacional. En lo que respecta a la población económicamente activa (PEA), en la Región, fue de 900 mil habitantes en el 2000, equivalente al 29.2% de la población total (CNA 2003).

Precipitación

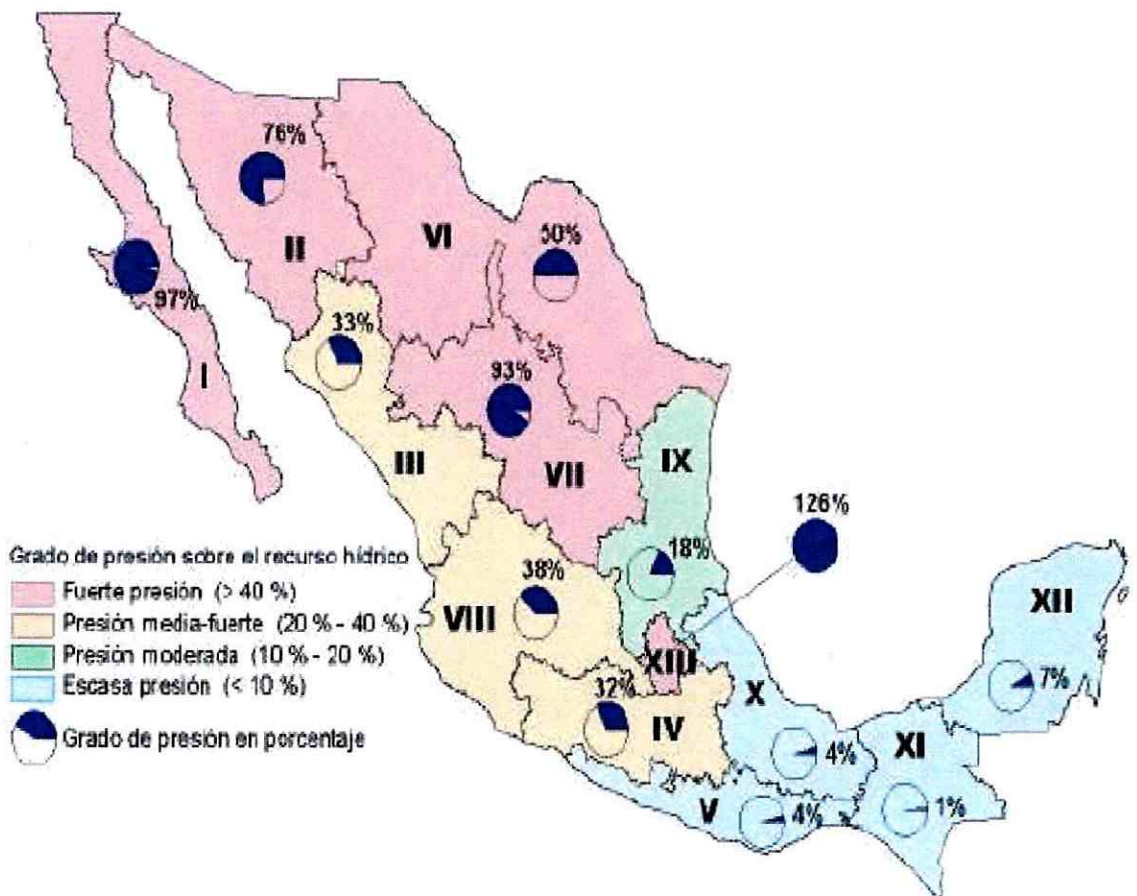
En la mayor parte de las regiones de México, la precipitación se presenta en el verano, el resto del año la precipitación es escasa (Cuadro 2.1), (Mapa 2.3).

Cuadro 2.1. Precipitación media mensual histórica por región administrativa.

Precipitación media mensual histórica por región administrativa ^a (1941-2001)													
Región Administrativa	Anual	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
	(mm)												
I Península de Baja California	181	20	16	13	4	1	1	13	33	38	12	10	20
II Noroeste	368	22	18	11	4	4	15	88	92	50	22	15	27
III Pacífico Norte	731	29	15	8	5	9	65	173	181	140	49	23	34
IV Balsas	929	12	6	5	10	39	167	187	185	197	91	19	11
V Pacífico Sur	1 119	10	7	7	17	66	207	201	208	253	108	25	10
VI Río Bravo	403	14	12	8	16	28	45	65	73	77	36	14	15
VII Cuencas Centrales del Norte	370	12	7	4	9	21	49	75	70	70	30	11	12
VIII Lerma-Santiago-Pacífico	981	20	8	5	6	18	138	227	228	216	81	19	15
IX Golfo Norte	766	20	14	18	35	68	112	109	119	154	72	25	20
X Golfo Centro	1 788	58	44	40	52	89	238	279	268	324	214	108	74
XI Frontera Sur	2 320	60	48	51	79	198	348	293	328	419	307	115	74
XII Península de Yucatán	1 138	40	25	26	36	84	167	155	165	198	136	65	41
XIII Valle de México	767	10	5	9	23	54	134	160	155	135	60	15	7
Nacional	772	26	18	15	19	40	103	138	137	141	74	32	29

Fuente: CNA 2002

Grado de presión sobre el recurso hídrico^a



Fuente: CNA 2003

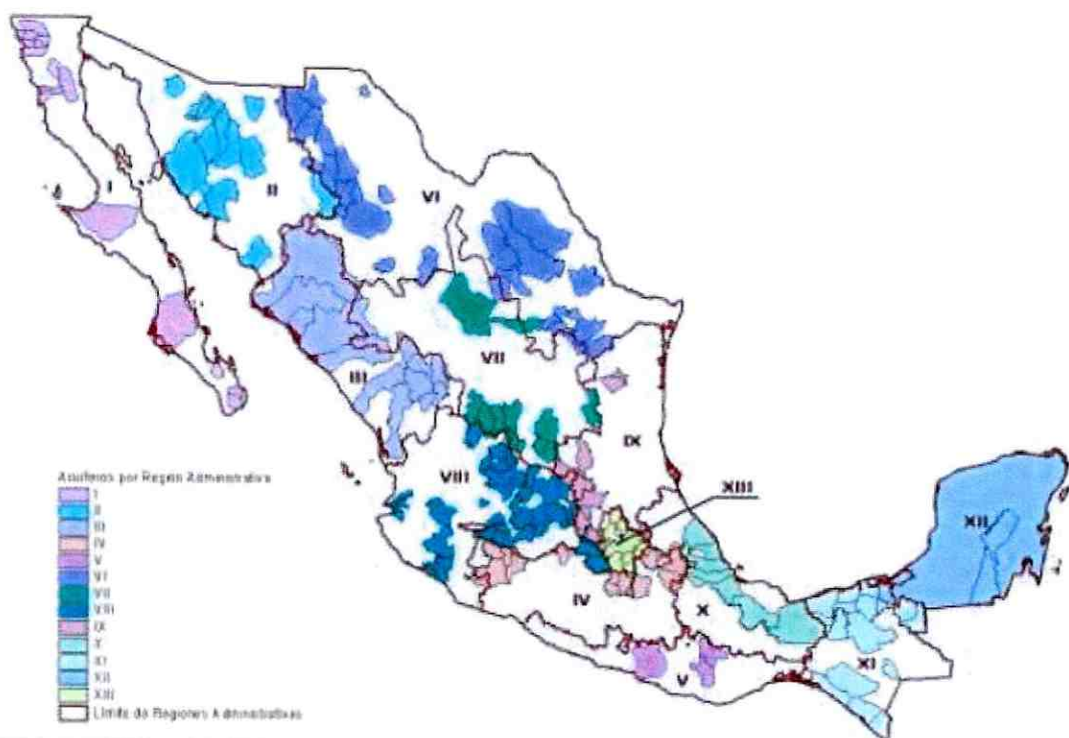
Disponibilidad de Agua Subterránea

En términos del artículo 22 de la LAN, y de los diversos 37 artículos y Decimotercero Transitorio del Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales, corresponde a la Comisión Nacional del Agua publicar en el Diario Oficial de la Federación, la disponibilidad de las aguas nacionales, por cuenca, región, o localidad, así como la disponibilidad media anual determinada con base en los estudios técnicos que se realicen conforme a la Norma Oficial Mexicana: NOM-011-CNA-2000. Conservación del Recurso Agua. Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales.

Con base en lo anterior, en el Diario Oficial de la Federación del 31 de enero de 2003 fue publicada la disponibilidad de agua de 188 acuíferos de los 654 que hay en el país (Mapa 2.4).

Mapa 2.4

Acuíferos cuya disponibilidad fue publicada en el DOF del 31 de enero de 2003²
(188 acuíferos de un total de 654)



Fuente: CNA 2003

La región Cuencas Centrales del Norte, se compone de cuencas endorreicas que se localizan en llanuras y planicies con una elevación promedio de 1,100 msnm, circundadas por cadenas montañosas con altitudes de 3,700 msnm. Como consecuencia de la escasa precipitación pluvial y características fisiográficas, muchas subcuencas de la Región presentan escurrimientos intermitentes.

Destacan las cuencas de los ríos Nazas y Aguanaval por su considerable desarrollo e importancia económica. En las subregiones Mapimí y el Salado, las captaciones de las diferentes lagunas o corrientes son de menor magnitud. La cuenca de captación del Río Nazas representa por sí sola el 45% del escurrimiento medio anual de la región, estimado en 4,427 hm³.

La cuenca del Salado contribuye con el 37%, la cuenca del Aguanaval con un 9% del escurrimiento total regional, y el resto se pierde por evaporación o se infiltra en el subsuelo. La disponibilidad de agua superficial en la Región, con la infraestructura de regulación existente se eleva a un promedio anual de 1,851 hm³, no obstante, durante las sequías prolongadas como las de la presente década, la disponibilidad se reduce significativamente. A partir de la hidrografía de la región y tomando en cuenta características de orden socioeconómico se definieron cinco subregiones de planeación.

La región Cuencas Centrales del Norte se caracteriza por sus limitados recursos hidráulicos y por su clima seco - templado. La región en su conjunto presenta una precipitación media anual de 352.5 mm, apenas el 45% de la media nacional (777 mm) y una temperatura media anual de 17.9 °C, lo que clasifica su clima como seco templado. (Cuadro 2.2), en (Cuadro 2.3) es establece precipitación por año en la región hidrológica del Norte (SIGA 2003).

Cuadro 2.2. Clima de la región Hidrológica del Norte de México

Subregión	Temperatura media anual (°C)	Evaporación potencial (mm/año)	Clima
Mapimí	20.0	1,410	Semiseco templado
Comarca Lagunera - Parras	17.0	1,551	Seco templado
Nazas	17.7	1,800	Seco templado
Aguanaval	20.2	2,200	Semiseco templado
El Salado	16.9	1,824	Muy seco templado
Total	17.9	1,757	Seco templado

Fuente: CNA 2003

Cuadro 2.3 Precipitación en la región hidrológica de la cuenca del Norte

Subregión	Precipitación media anual (mm/año)	Escurrimiento (Hm ³)
Mapimí	302	187
Comarca Lagunera - Parras	253	223
Nazas	496	1,981
Aguanaval	406	394
El Salado	342	1,641
Total	352	4,427

Fuente: CNA 2003

2.8.1. USOS DEL AGUA E INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA

El volumen total extraído es de 4,400 mm³/año, de los cuales el 58% provienen del subsuelo y 42% de aguas superficiales, del volumen total el 87% se utiliza para fines agrícolas, el 9% para uso público urbano, un 2% para el uso pecuario y el restante 2% para el uso industrial. La cobertura de servicios en centros urbanos es de 95% para agua potable y del 90% para alcantarillado y en zonas rurales del 69% y 34%, respectivamente.

Respecto a la agricultura, el Distrito de Riego 017 localizado en la subregión Comarca Lagunera - Parras y el 034 localizado en la subregión Aguanaval, cuentan en conjunto con 230,000 Ha. dominadas, con una eficiencia de riego del 35%. Los pozos de las unidades de riego y particulares son 11,100 y extraen el 81% de la extracción total del agua subterránea, estimando que la eficiencia del riego es de un 50%.

En la ganadería se emplean 70 hm³/año, para un hato de aproximadamente, 4 millones de cabezas de ganado bovino, le sigue en importancia el ganado caprino y la avicultura intensiva, es la cuenca lechera más importante del país.

La concentración de planta industrial se presenta en las áreas de San Luis Potosí y La Laguna en donde predomina la industria alimenticia y de bebidas, la minera, la química, la textil, equipo metálico, maderera y otras industrias como la de calzado, curtiduría. El 53% del volumen extraído para este rubro es empleado en la Subregión El Salado. Además, en la Comarca Lagunera existen 4 plantas termoeléctricas, en las que el agua es utilizada básicamente en el proceso de enfriamiento (SIGA 2003).

2.9. USO Y CALIDAD DE AGUA EN MEXICO

El promedio de escurrimiento es de 772 mm, pero dicha precipitación se presenta en México en sólo cinco meses aproximadamente y esto se refleja sobre la cantidad que escurre por los cuerpos de agua, la cantidad que se

infiltra, y evidentemente sobre la calidad del recurso, el 67% de la precipitación se presenta entre julio y septiembre, lo que dificulta enormemente su aprovechamiento y de acuerdo con la precipitación anual promedio que va desde 1941 al 2000 sólo en la zona del sureste tenemos alta precipitación y en la zona noroeste del país tenemos escasas precipitaciones que inciden sobre la disponibilidad del recurso.

Por otra parte, la presión que se tiene sobre el recurso es muy alta hacia el norte- noroeste y en cambio en el sur-sureste del país prácticamente no se tiene presión. Pero si aterrizamos en el Valle de México vemos que ahí la presión es todavía más intensa por la sobreexplotación.

En términos de los usos del agua en el país, anualmente se utilizan 72 mil millones de m³. De éstos el 78% lo usa la agricultura, el uso público urbano, el uso pecuario y la industria consumen el otro 28 %. Del total del agua disponible, las aguas subterráneas abastecen casi un tercio o un poco más. El 70% de la población se abastece de aguas subterráneas, un tercio de la superficie total regada está hecha con ellas y la mitad de la demanda de la industria se abastece con estas, por esta razón se consideran estratégicas y son tan cuidadas en nuestro país (Castillo 2003).

México cuenta con 97.4 millones de habitantes, una superficie de casi dos millones de kilómetros cuadrados y una precipitación media anual de 773 milímetros, lo cual equivale a una disponibilidad per cápita promedio de 4,750 metros cúbicos por año, cantidad suficiente de acuerdo a los estándares internacionales, pero su desigual distribución en espacio y tiempo así como la escasez de agua con la calidad requerida para los diferentes usos, derivan en frecuentes conflictos entre usuarios y regiones.

La extracción del agua en México alcanza cerca de 186.4km³ por año (5,920m³/s) esto es, 45% de la precipitación del país, la generación

hidroeléctrica demanda el mayor volumen de extracción (60%), mientras que la irrigación es el 80% del consumo. México ocupa el séptimo lugar mundial en áreas irrigadas (6 a las 21 millones de hectáreas de agua potable y 67% con alcantarillado, (Cuadro 2.4) (Jiménez 2001).

La extracción del agua superficial y subterránea para diversos fines, el cuadro 1.5 muestra el uso de agua. El empleo de acuíferos representa el 27% de la extracción total y es muy notorio el sector que mas la emplea es el riego (76%). Normalmente este tipo de agua es considerada de muy alta calidad y se prefiere preservar para el consumo humano, principalmente porque el uso de agua para riego tiene eficiencia muy baja (del orden del %) (CNA 2003).

Cuadro 2.4 Uso de agua en México

Usos	Extracción		Consumo		Descargas	
	M ³ /s	%	M ³ /s	%	M ³ /s	%
Riego	1760	77	1478	88	282	48
Industria	295	13	117	7	178	27
Uso municipal	235	10	86	5	149	25
Total	2290	100	1681	100	609	100

Fuente : Jiménez 2001

Componentes del ciclo hidrológico nacional

Valores anuales (Cuadro2.5)

Precipitación media histórica 1941-2001 (772 mm) a 1 528 km³

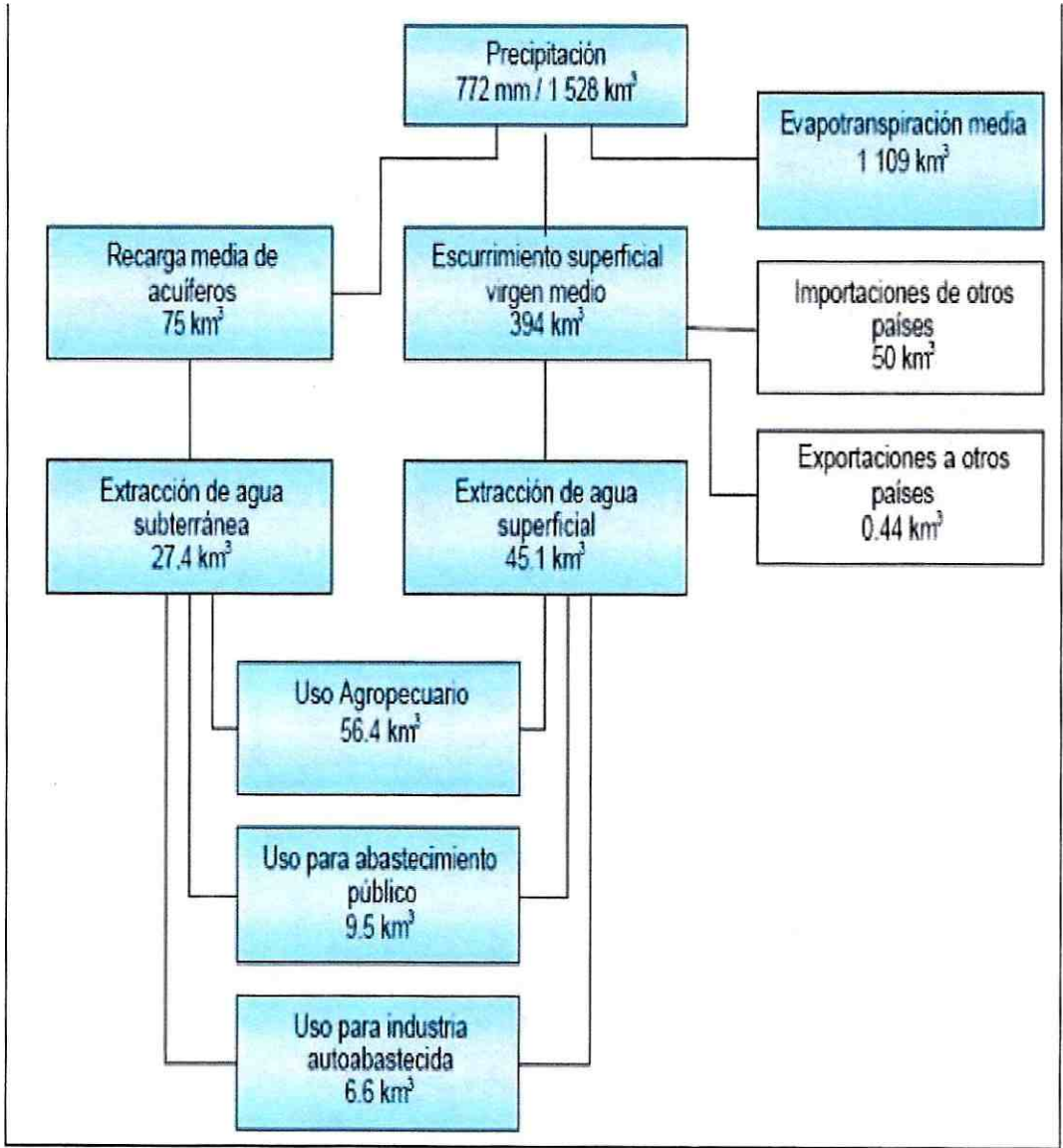
Evapotranspiración media 1 109 km³

Escurrimiento superficial virgen medio 394 km³

Recarga media de acuíferos 75 km³

Disponibilidad natural media por habitante 4 685 m³

Cuadro 2.5 Componentes del ciclo hidrológico a nivel nacional.



Fuente: Jiménez 2001

2.10. CALIDAD DEL AGUA

La disponibilidad del agua depende no sólo de la cantidad, sino también de su calidad, si esta contaminada se puede encontrar en una condición tal que no sea acorde con el uso que se le quiere dar, por tal motivo su empleo se limita.

En la antigüedad la calidad se calificaba, solo por su aspecto, sabor, color, y olor. Actualmente, los avances científicos y tecnológicos han repercutido en el desarrollo de técnicas analíticas y procesos capaces de identificar y de remover una amplia lista de compuestos, a tal grado que es posible hacer agua "potable" mediante la depuración del agua residual (Romero 1999). Sin embargo, debido a su costo, tales conocimientos no se aplican en forma común; mas aun, no se plasman en políticas integrales de administración del agua. (Jiménez 2001).

2.10.1. CALIDAD.

Las propiedades físicas, químicas, biológicas y organolépticas del agua son una condición general que permite que el agua se emplee para usos concretos definidos por el propio hombre.

La calidad del agua está determinada por la hidrología, la fisicoquímica y la biología de la masa de agua a que se refiera.

También se pueden emplear bioindicadores para evaluar la calidad media que mantiene el agua en periodos más o menos largos, en este sentido, los propios peces indican las condiciones existentes pero, para análisis más finos, se pueden emplear los invertebrados del agua, muy diferentes en sensibilidad a las condiciones del agua dependiendo de las especies (Romero 1999).

Debido a la cantidad de parámetros que participan en el diagnóstico de la calidad del agua y a lo complejo que éste puede llegar a ser, se han diseñado índices para sintetizar la información proporcionada por esos parámetros.

Los índices tienen el valor de permitir la comparación de la calidad en diferentes lugares y momentos, de facilitar la valoración de los vertidos contaminantes y de los procesos de autodepuración (Millan 2003).

2.11. INDICADORES DE CALIDAD DEL AGUA.

Los indicadores más comúnmente utilizados para establecer la calidad de las aguas son los siguientes (Cuadro 2. 6) (Romero 1999).

Cuadro 2.6 Indicadores de Calidad del Agua

Físicos.	Químicos	Bacteriológico
Turbiedad	Alcalinidad	Coliformes totales
Color	Acidez	Coliformes fecales
Olor y sabor	Relación entre pH, alcalinidad y acidez	
Temperatura	Dureza	
Sólidos	Grupo del nitrógeno.	
Conductividad	Nitrógeno amoniacal	
Salinidad	Nitrógeno de nitrito	
	Nitrógeno de nitrato	
	Nitrógeno orgánico	
	Nitrógeno total	
	Grupo del azufre	
	Sulfatos	
	Sulfuros	
	Sulfitos	
	Cloruros	
	Fluoruros	
	Hierro y manganeso	
	Sílice	
	Fósforo	
	Oxígeno disuelto	
	Demanda bioquímica de oxígeno	
	Sodio	
	Corrosividad	
	Grasas y aceites	
	Detergentes	

Fuente: Romero 2001

2.11.1. INDICADORES MÁS IMPORTANTES PARA DIAGNOSTICO DE CONTAMINACIÓN DE AGUA EN UNA COMUNIDAD RURAL.

2.11.1.1 NITRATOS

Los nitratos es una forma de nitrógeno que todas las plantas necesitan para crecer. En los campos, y también en los jardines, se usan los fertilizantes con nitrógeno para enriquecer el suelo, actualmente constituyen la principal “fuente de contaminación difusa” de las aguas (superficiales y subterráneas).

La contaminación difusa tiende a adquirir cada vez mayor protagonismo en la degradación de los recursos hídricos, ya que cuanto mayor es el grado de depuración y limitación de los vertidos puntuales, mayor es el peso relativo de este tipo de contaminación, sobre todo si se tiene en cuenta que en determinadas cuencas hidrográficas la aportación de nitrógeno de origen difuso representa más del 50% del total de la cuenca. (Aceves 2000).

Los compuestos nitrogenados agregados al suelo, como los fertilizantes, abonos y residuos orgánicos son degradados mediante la acción microbiana produciendo, entre otros compuestos inorgánicos, nitratos, los cuales son esenciales para la nutrición vegetal, pero a su vez pueden ser contaminantes del medio ambiente. Los nitratos son altamente solubles y no son retenidos por las cargas negativas de los coloides del suelo, de modo que se mueven libremente con el agua de drenaje, a través del perfil, hacia los acuíferos. Altos niveles de nitratos en el suelo pueden conducir a niveles relativamente altos de nitratos en el agua de consumo, lo cual afecta adversamente la salud humana. (Picone I.I. 2003).

El consumo de agua con nitratos produce metahemoglobinemia (síndrome del bebe azul), una enfermedad mortal para los lactantes. (Spalding y Exner, 1993, Ward *et al.*, 1996). De aquí, la importancia de monitorear los niveles de nitratos en los pozos o en cualquier otra fuente de suministro de agua para consumo.

La concentración límite de nitrato para el agua de consumo humano, fijada por el Servicio de Salud Pública de EE.UU. es de 10 mg/l N-NO₃ y la NOM-127-SSA-1994, especifica un valor límite de 10 mg/l NO₃.

El movimiento de compuestos nitrogenados solubles desde el suelo hacia sistemas acuáticos afecta el equilibrio de los mismos y conduce a una disminución en el nivel de oxígeno del agua con la consecuente muerte de peces u otras especies acuáticas, y pérdida de la biodiversidad (Carpenter *et al.*, 1998). Los ecosistemas tienden a ser fuente de nitratos si son intensamente fertilizados o muy disturbados. Se indica que en los últimos años se duplicó la tasa de ingresos de nitrógeno en los sistemas terrestres y que ésta aún continúa aumentando. Gran parte de este incremento proviene de la aplicación de fertilizantes y del uso de cultivos de leguminosas (Vitousek *et al.* 1997).

La mayoría del agua de los pozos es buena. Pero, en unos lugares, hay de 15,20% de los pozos están contaminados por nitratos. Los pozos que están contaminados normalmente están localizados cerca de fuentes de contaminación como abono, sistemas sépticos (que están fallando) fertilizantes con nitrógeno (Distrito de Salud de Benton y Franklin 2004).

2.11.1.2. BACTERIAS COLIFORMES

La presencia de microorganismos indicadores como son las bacterias coliformes, las cuales se manifiestan con mayor frecuencia que otros microorganismos patógenos, y a su vez son más simples y seguras de detectar (Turco, 1994).

La investigación de bacterias enteropatógenas como medio para decidir acerca de la potabilidad del agua, parecería constituir la medida mas acertada. Así, si no se encuentran tales microorganismos en el análisis podemos calificar de segura la fuente de abastecimiento, en tanto que su hallazgo la incluirá en el grupo de no potable.

Este grupo es definido como bacterias aeróbicas y facultativas anaeróbicas, Gram negativas, no formadoras de esporas que fermentan la lactosa con formación de gas. El grupo de coliformes incluye una gran variedad de microorganismos, entero bacterias de vida libre y de origen intestinal.

Por lo tanto, si se encuentran coliformes en muestras de agua es probable que la misma haya sido contaminada con materia fecal que puede provenir de pozos no pretejidos o de fosas sépticas cercanas (López, R. *et al* 1999).

El límite establecido por NOM-127-SSA-1994, establece que no debe existir presencia de bacterias coliformes en el agua.

2.11.1.3 CLORUROS.

No se consideran tóxicos para la salud humana. Pero tienen efectos organolépticos.

Es relevante para el uso agrario y para la vida acuática, mas de 300 mg/l comunican sabor salado al agua de bebida. Sin embargo no es perjudicial por lo menos hasta algunos miles de mg/l. Contenidos elevados es perjudicial para muchas plantas y animales; además, motivan que el agua tenga sabor corrosivo (CNA 2003).

2.11.4 SODIO

El ion sodio es esencial en la regulación del equilibrio ácido básico y brinda una contribución muy importante en la actividad electro fisiológica de las células: Además el sodio es esencial para el transporte activo de nutrientes a través de la mucosa intestinal.

La O.M.S. plantea que altos contenidos de sodio en el agua puede causar hipertensión arterial en personas susceptibles (CNA 2003).

2.12. NORMATIVIDAD

La Normatividad tiene como objetivo vigilar que todas las descargas de agua residual que sean vertidas al sistema de Alcantarillado Municipal, cumplan con los lineamientos establecidos en las reglamentaciones en materia de agua. Para ello se tienen implementadas normas para dichos límites, permisibles enfocados básicamente a las principales fuentes potenciales de contaminación del agua (CNA 2003).

El Instituto Nacional de Ecología y la Comisión Nacional del Agua han expedido en forma coordinada tres Normas Oficiales Mexicanas para la prevención y control de la contaminación del agua (CNA 2003).

NOM-127 –SSSA1-1994. Establece los límites permisibles de calidad y los tratamientos de potabilización del agua para su uso y consumo humano. Es aplicable a todos los sistemas de abastecimientos públicos y privados y a cualquier persona física o moral que la distribuya, en todo el territorio nacional. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 16 de diciembre de 1999 y entró en vigor el día 17 de diciembre de 1999.

NOM-001-CNA-1995. Sistemas de alcantarillado sanitario - Especificaciones de hermeticidad. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 11 de octubre de 1996.

NOM-002-CNA-1995. Toma domiciliaria para abastecimiento de agua potable - Especificaciones y métodos de prueba. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 14 de octubre de 1996.

NOM-003-CNA-1996. Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 3 de febrero de 1997.

NOM-004-CNA-1996. Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 8 de agosto de 1997.

NOM-005-CNA-1996. Fluxómetros - Especificaciones y métodos de prueba. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 25 de julio de 1997.

NOM-006-CNA-1997. Fosas sépticas prefabricadas - Especificaciones y métodos de prueba. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 29 de enero de 1999.

NOM-007-CNA-1997. Requisitos de seguridad para la construcción y operación de tanques para agua. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 1 de febrero de 1999.

NOM-008-CNA-1998. Regaderas empleadas en el aseo corporal - Especificaciones y métodos de prueba. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 25 de junio de 2001.

NOM-009-CNA-1998. Inodoros para uso sanitario. Especificaciones y métodos de prueba. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 2 de agosto de 2001.

NOM-011-CNA-2000. Conservación del recurso agua. Establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 17 de abril de 2002.

NOM-001-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-002-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-003-ECOL-1997, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público.

2.13. USO Y CONTAMINACION DEL SUELO

El suelo es una parte fundamental de los ecosistemas terrestres. Contiene agua y elementos nutritivos que los seres vivos utilizan. En él se apoyan y nutren las plantas en su crecimiento y condiciona, por tanto, todo el desarrollo del ecosistema (García 2000).

Un suelo contaminado es aquél que ha superado su capacidad de amortiguación para una o varias sustancias, y como consecuencia, pasa de actuar como un sistema protector a ser causa de problemas para el agua, la atmósfera, y los organismos. Al mismo tiempo se modifican sus equilibrios biogeoquímicos y aparecen cantidades anómalas de determinados componentes que originan modificaciones importantes en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Aceves N. 1998).

El grado de contaminación de un suelo no puede ser estimado exclusivamente a partir de los valores totales de los contaminantes frente a determinados valores guía, sino que se hace necesario considerar la bio-disponibilidad, movilidad y persistencia (García 2000).

2.14. USO DEL SUELO EN MEXICO

México cuenta con una superficie próxima a los 200 millones de hectáreas, solo el 14% es agrícola, el área agrícola nacional es de 28.8 millones de hectáreas, de las cuales, 20.1 millones son de temporal (70%) y 8.7 millones de riego (30%). En un 50% de la superficie territorial se presentan lluvias escasas con una distribución muy irregular y en algunas áreas de riego la sobreexplotación de mantos acuíferos esta provocando serios problemas en la distribución del agua, por lo tanto los recursos suelo y agua son limitados en nuestro medio y de su uso racional depende la sobrevivencia (Ortiz 1989).

2.15. SALINIDAD EN AGUA Y SUELO.

Con el transcurso del tiempo, las áreas agrícolas de todos los continentes, han perdido su productividad, debido a la acumulación de sales en los suelos provocada por el mal uso y manejo del agua, suelo y las plantas en ellos. (Aceves N 1998).

En México, los problemas de salinidad han adquirido magnitud considerable, ya que cuando se inicia el riego de grandes extensiones, la salinidad sus causas y efectos, no eran bien entendidos, y se le dio poca importancia al problema que representaba. Esto ha provocado que en la actualidad, el 33% de la superficie bajo riego se encuentre afectada en mayor o menor grado, disminuyendo notablemente la productividad de algunos distritos de riego y causando pérdidas económicas considerables al país. (Ortiz 189)

2.15.1 ORIGEN DE LAS SALES

Las sales, tanto las de Ca, Mg, K como las de Na, proceden de muy diferentes orígenes. En líneas generales, pueden ser de origen natural o proceder de contaminaciones antrópicas.

Causas naturales

En primer lugar pueden proceder directamente del material original. Efectivamente algunas rocas, fundamentalmente las sedimentarias, contienen sales como minerales constituyentes. Por otra parte, en otros casos ocurre que si bien el material original no contiene estas sales, se pueden producir en el suelo por alteración de los minerales originales de la roca madre.

Por otra parte, también las sales disueltas en las aguas de escorrentía, se acumulan en las depresiones y al evaporarse la solución se forman acumulaciones salinas. Muchos de los suelos salinos deben su salinidad a esta causa.

Los mantos freáticos siempre contienen sales disueltas en mayor o menor proporción y en las regiones áridas estas sales ascienden a través del suelo por capilaridad. En general, la existencia de mantos freáticos superficiales ocurre en las depresiones y tierras bajas, y de aquí la relación entre la salinidad y la geomorfología.

La contaminación de sales de origen eólico es otra causa de contaminación. El viento en las regiones áridas arrastra gran cantidad de partículas en suspensión, principalmente carbonatos, sulfatos y cloruros que pueden contribuir en gran medida a la formación de suelos con sales.

En algunas ocasiones, la descomposición de los residuos de las plantas liberan sales que estaban incluidas en sus tejidos y contribuyen de esta manera a aumentar la salinidad del suelo, otras veces las plantas contribuyen a la descomposición de minerales relativamente insolubles y a partir de ellos se forman sales. De cualquier manera, aunque este efecto ha sido mostrado por varios autores (examinando la salinidad de suelos sin vegetación y suelos con un determinado tipo de vegetación) globalmente este efecto carece de importancia (García I. y Dorronsoro C.2004,).

Causa antropogénica

La salinidad del suelo también puede producirse como resultado de un manejo inadecuado por parte del hombre. La agricultura, desde su comienzo, ha provocado situaciones de salinización, cuando las técnicas aplicadas no han sido las correctas.

La actividad agraria y especialmente el riego, ha provocado desde tiempos remotos procesos de salinización de diferente gravedad: cuando se han empleado aguas conteniendo sales sin el debido control (acumulándose directamente en los suelos o contaminando los niveles freáticos), o bien cuando se ha producido un descenso del nivel freático regional y la intrusión de capas de agua salinas, situadas en zonas más profundas, como consecuencias de la sobreexplotación.

El empleo de elevadas cantidades de fertilizantes, especialmente los más solubles, más allá de las necesidades de los cultivos, es otra de las causas que provocan situaciones de altas concentraciones de sales, que contaminan los acuíferos y como consecuencia los suelos que reciben estas aguas.

Todas estas situaciones son muy típicas de zonas más o menos áridas sometidas a una actividad agrícola muy intensa. La actividad industrial, en ocasiones, puede acarrear situaciones serias de acumulación de determinadas sales en los suelos situados bajo su zona de influencia, por medio de la contaminación atmosférica o mediante las aguas que discurren por su cuenca hidrográfica (García I. y Dorronsoro C.2004,).

2.16. AGRICULTURA Y MEDIO AMBIENTE

La producción agropecuaria es la principal fuente de contaminación del agua por nitratos, fosfatos y plaguicidas; también es la mayor fuente de gases responsables del efecto invernadero, metano y óxido nitroso. Los métodos de producción agrícolas (junto con los forestales y pesqueros) son las principales causas de la pérdida de la biodiversidad en el mundo.

La agricultura afecta también al ambiente a través de la degradación y salinización de la tierra, el exceso de extracción de agua y la reducción de la diversidad genética agropecuaria. Sin embargo, las consecuencias a largo plazo de estos procesos son difíciles de cuantificar.

Los fertilizantes, el estiércol y los plaguicidas son los principales contaminantes del agua. La degradación de las aguas subterráneas por los productos y residuos agroquímicos es uno de los problemas más importantes.

La contaminación por fertilizantes se produce cuando éstos se utilizan en mayor cantidad de la que pueden absorber los cultivos, o cuando se eliminan por acción del agua o del viento de la superficie del suelo antes de ser absorbidos. Los excesos de nitrógeno y fosfatos pueden infiltrarse en las aguas subterráneas, o ser arrastrados a cursos de agua: esta sobrecarga de nutrientes provoca la eutrofización de lagos, embalses y estanques, dando lugar a una generación explosiva de algas que suprimen otras plantas y animales acuáticos (Mosier y Kroeze, 1998.).

Para hacer frente a la problemática que supone la contaminación por nitratos muchos países se han visto obligados a iniciar cambios en su ordenamiento legislativo, al desarrollar medidas normativas que regulen las explotaciones agrícolas y ganaderas, así como la eliminación de los residuos ganaderos.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) fija el límite de nitrato en el agua de consumo humano en 50 mg/l de nitrato (como N). En cambio, la Agencia para la Protección del Medio Ambiente Norteamérica (EPA) sitúa este límite en 10 mg/l de nitrato. Por su parte, la Comunidad Europea y siguiendo sus directrices, el Ministerio de Sanidad español fijan los niveles máximos permitidos de nitratos en 50mg/l de N-NO₃ (A. A. 2004).

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO

El lugar de estudio esta se localiza en el municipio Francisco R. Murguía del estado de Zacatecas y tiene una Ubicación de 103° 15" de longitud y 24° 15" de latitud, en la parte norte del estado de Zacatecas, cubre una superficie de 1,905 Has. (Mapa 3.1.), colinda al noreste con municipios de Juan Aldama, al sur con Río Grande, y al norte con Santa Clara, Durango. (INEGI 2003).

La cuenca es endorreica, el punto de salida está dentro de los límites de la cuenca, generalmente en un lago. (Aparicio 2001).

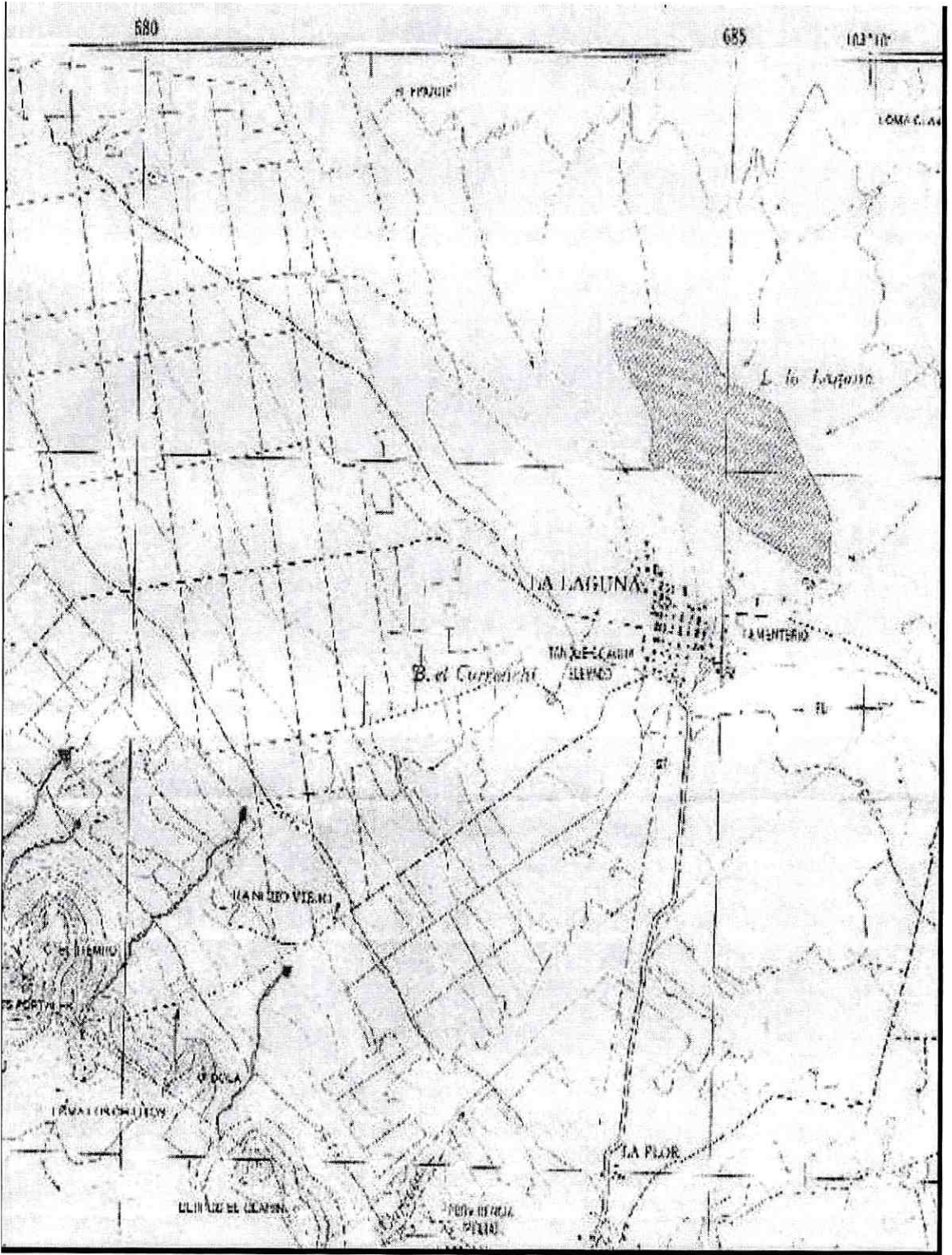
La orografía con altitud de 2,000 mts., fisiografía tiene sierras y llanuras del norte, mesas del centro constituyen el 10.49 % del territorio, meseta geológica QSU placas cuaternario en un 36.71 %, su clima seco templado, la temperatura media anual es de 16.8° (isotermia), su precipitación total anual (isoyetas) 400 mm.

Las cuencas hidrológicas; cuenca del Nazas y Aguanaval, los suelos dominantes leptosol renzico textura gruesa media 14.4 %, Se tiene una permeabilidad muy alta, con escurrimientos del 5 a 10%, cuenta con una Laguna intermitente.

La actividad principal es la agricultura temporal; Maíz, frijol, Chile, avena. Existe un uso potencial agrícola Mecanizado continuo, con uso pecuario en las praderas cultivadas para ganado bovino, caprino, ovino (INEGI 2003).

El mapa 3.2 muestra la cuenca hidrológica de la comunidad y los puntos de muestreo para análisis químicos del agua, y el mapa 2.3 muestra el área agrícola de la comunidad y las zonas de muestreo.

Mapa 3.1. Localización de la comunidad de la laguna de Nieves Municipio Francisco R Murguía, Zac.



Fuente: Carta topográfica INEGI 1990

3.2. LA FLORA DEL ÁREA DE ESTUDIO

La vegetación es Zona de pastizal Típica;

Aristida sp zacáte de tres barbas.

Bouteloua hirsuta zacáte navajita.

Buchloe dactyloides zacáte chino

Muhlenbergia sp. zacate banderilla,

Acacia farnesiana huizache

Fouquieria splendens ocotillo.

Flourensia cernua hojasen.

Larrea tridentata gobernadora.

Euphorbia antisyphilitica candelilla.

Parthenium argentatum guayule.

Opuntia rastrera nopal rastrero

Opuntia rufida nopal duraznillo

Opuntia imbricata cardenche

3.3. ESTUDIO DEMOGRAFICO DEL AREA DE ESTUDIO

Tiene una población total 1240 habitantes, cuenta con servicios de luz, agua potable, por lo cual es considerada una comunidad rural. Delimitación y características del medio rural en la cual predomina la utilización extensiva de la tierra, generalmente en actividades agrícolas, con una baja densidad de población y un hábitat disperso.

Los núcleos rurales se caracterizan por ser pequeños, la relación social en las comunidades tienen características primordialmente personales e interesantes, existe una solidaridad social. Las actividades económicas y funcionales importantes son: agrícolas, industriales y artesanías, turística-recreativa, ecológica y residencial. Como consecuencia de esta diversidad de actividades y funciones en el medio rural se tienen unas relaciones tanto económicas como ambientales cada día más compleja (T. U.I del M. A. 1993).

La población en la entidad es de 1200, la que se localiza fuera del país o entidad es de 40, siendo residentes de ella 1069 que tienen 5 años o más de edad y 31 residentes en otra entidad de 5 años o más.

Los derechohabientes a los servicios de salud; IMSS 26, ISSSTE 35, el resto de la población que son 1179 carecen de servicio de salud.

Las viviendas en la población es de 275 habitadas, siendo los ocupantes de las viviendas particulares 1240, el promedio de habitantes por vivienda es de 4.51 y por habitación de las viviendas es de 1.41, las viviendas particulares que tienen un solo dormitorio es de 29, viviendas habitadas con 2 a 5 cuartos son 225 (sin incluir cocina), viviendas con dos cuartos incluyendo cocina 32, viviendas habitadas con un solo cuarto 5, los materiales con que están construidas las viviendas: tienen piso con material diferente a la tierra 242, viviendas con techos de cartón 2, viviendas particulares habitadas que tienen servicio de gas en la cocina 258, viviendas que utilizan leña para cocinar 16, no se utiliza ni carbón, ni petróleo, los servicios comunitarios agua potable (red), drenaje (red), energía eléctrica y servicio sanitario; viviendas con servicio sanitario 119, viviendas con agua potable entubada 265, viviendas habitadas con drenaje 0, viviendas habitadas que tienen energía eléctrica 272, viviendas particulares que solo tienen drenaje y agua potable 94, viviendas que habitadas que solo disponen de drenaje y energía eléctrica 97, viviendas que disponen de energía eléctrica, drenaje y agua potable 94, viviendas que carecen de los servicios de agua potable, drenaje y energía eléctrica 0 (cero).

Nivel escolar

La población de 15 años sin grados aprobados o solo con grados aprobados en preescolar es de 36. Hay registro de 316 personas de 15 años o más que aprobaron 1 a 5 grados de primaria con presencia de 217 personas de 15 años y más que tienen 6° de primaria. Se registra a 185 personas de 15 años y más con al menos un grado aprobado en secundaria, carrera técnica o comercial, normal, preparatoria y 31 personas de 15 años y más con 1 o 2 grados aprobados de secundaria, con el registro de 112 personas con 15 años o más con tres grados de secundaria aprobados.

Hay una población registrada de 569 personas de 15 años y más sin grados aprobados solo tiene un grado aprobado en preescolar o en primaria y 634 personas de 18 años y más sin grados aprobados mas la que tiene un grado aprobado en preescolar, primaria, secundaria o carrera técnica. Hay registro de 18 personas con 18 años y más con algún grado aprobado en preparatoria o bachillerato, carrera técnica o comercial o normal básica y solo 20 personas de 18 años y más con algún grado terminado en carrera técnica o comercial, profesional, maestría o doctorado.

El grado de escolaridad obtenido por la comunidad es de 5.49, esto nos quiere decir que el promedio de la población es de quinto grado de primaria.

3.4. LOCALIZACIÓN REGIONAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

Los análisis químicos del agua y suelo se desarrollaron en el laboratorio de suelos de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Unidad Laguna ubicada en el ejido San Antonio de los Bravos, municipio de Torreón, Coahuila.

Los análisis microbiológicos se realizaron en laboratorio de análisis clínicos Q B. P. Alberto Alonzo Pérez, ubicado Boulevard Constitución 1665 Oriente. Torreón, Coahuila.

3.5. COLECTA DEL MATERIAL

Se realizó un estudio de gabinete, se colecto material de INEGI para comparar datos de resultados de análisis químicos de agua realizados anteriormente, y con los limites establecidos por la NOM-127-SSA-1994 (cuadro 1).

Además la recopilación de la demografía del área de estudio, es importante tener conocimiento de la estructura urbana de la comunidad, plan de desarrollo y los parámetros que se siguieron para la consecución del mismo.

3.5.1. COLECTA DE MUESTRAS PARA ANÁLISIS DE COLIFORMES EN AGUA

Los muestreos para análisis de coliformes se realizaron en el mes de mayo de 2004, y se colectaron en frascos de plástico de 250 ml., esterilizados. Las muestras tomadas son: 4(cuatro) pozos artesianos, 6 (seis) de abastecimiento de la red de agua potable, 4 (cuatro) de manantiales naturales, además los 2 (dos) pozos que abastecen de agua potable a la comunidad. Al muestrear se tomo nota de la ubicación de los pozos negros y/o posibles fuentes de contaminación. Previo a la extracción de las muestras, los pozos fueron bombeados por varios minutos con el propósito de eliminar el agua que podría estar estancada, después se tomo el agua para el análisis y se mantuvieron a 4°C para posteriormente trasladarlas al laboratorio de análisis bacteriológico para ser analizadas antes de las 24 horas (NOM- 012-SSA-1994).

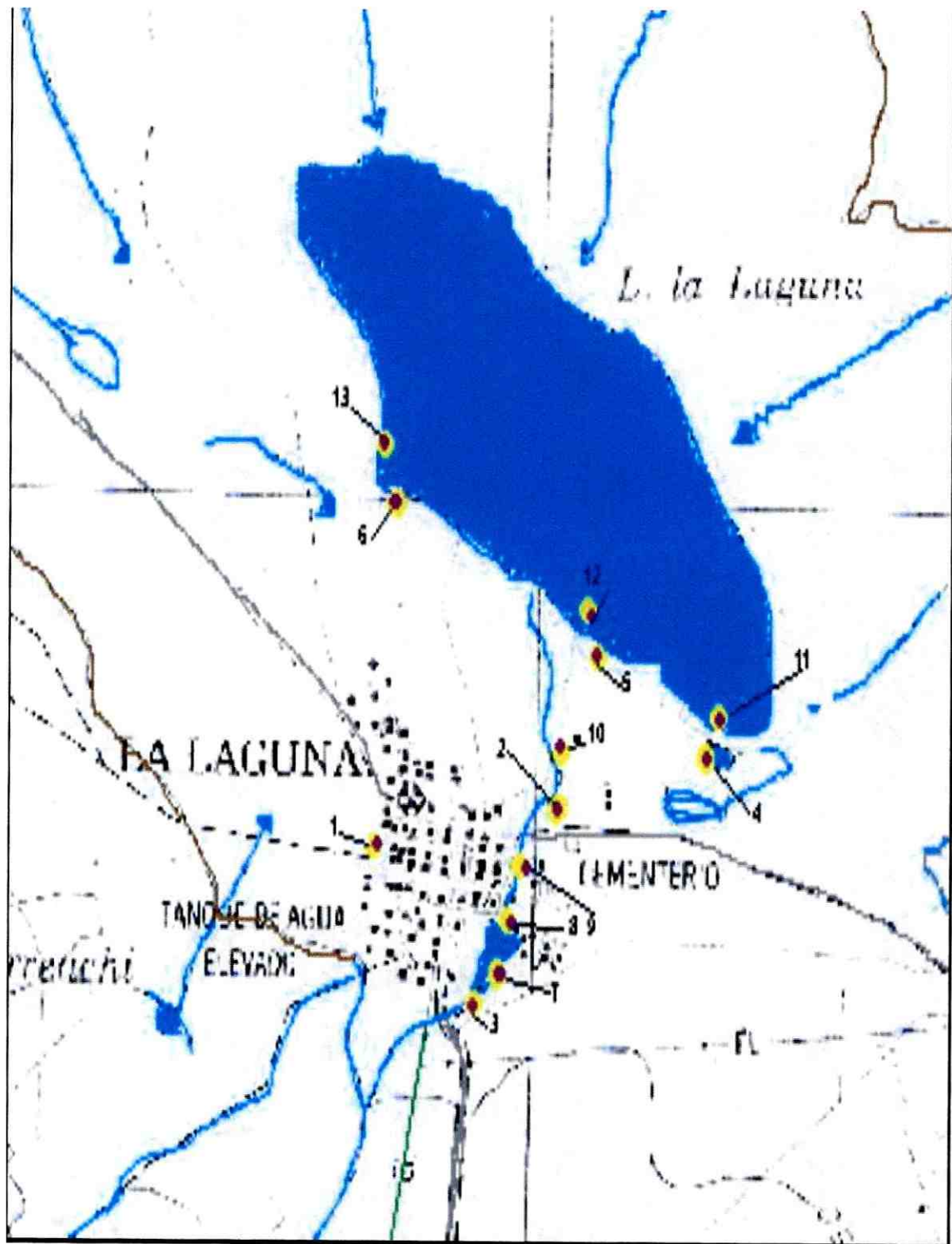
3.5.2. COLECTA PARA ANÁLISIS QUÍMICO EN AGUA

Las muestras para análisis químicos se colectaron en el mes de mayo 2004. Las muestras de agua se colectaron en botellas de plástico (1l), y se mantuvieron a 4°C hasta su procesamiento.

3.5.3. COLECTA PARA ANÁLISIS QUÍMICOS DEL SUELO

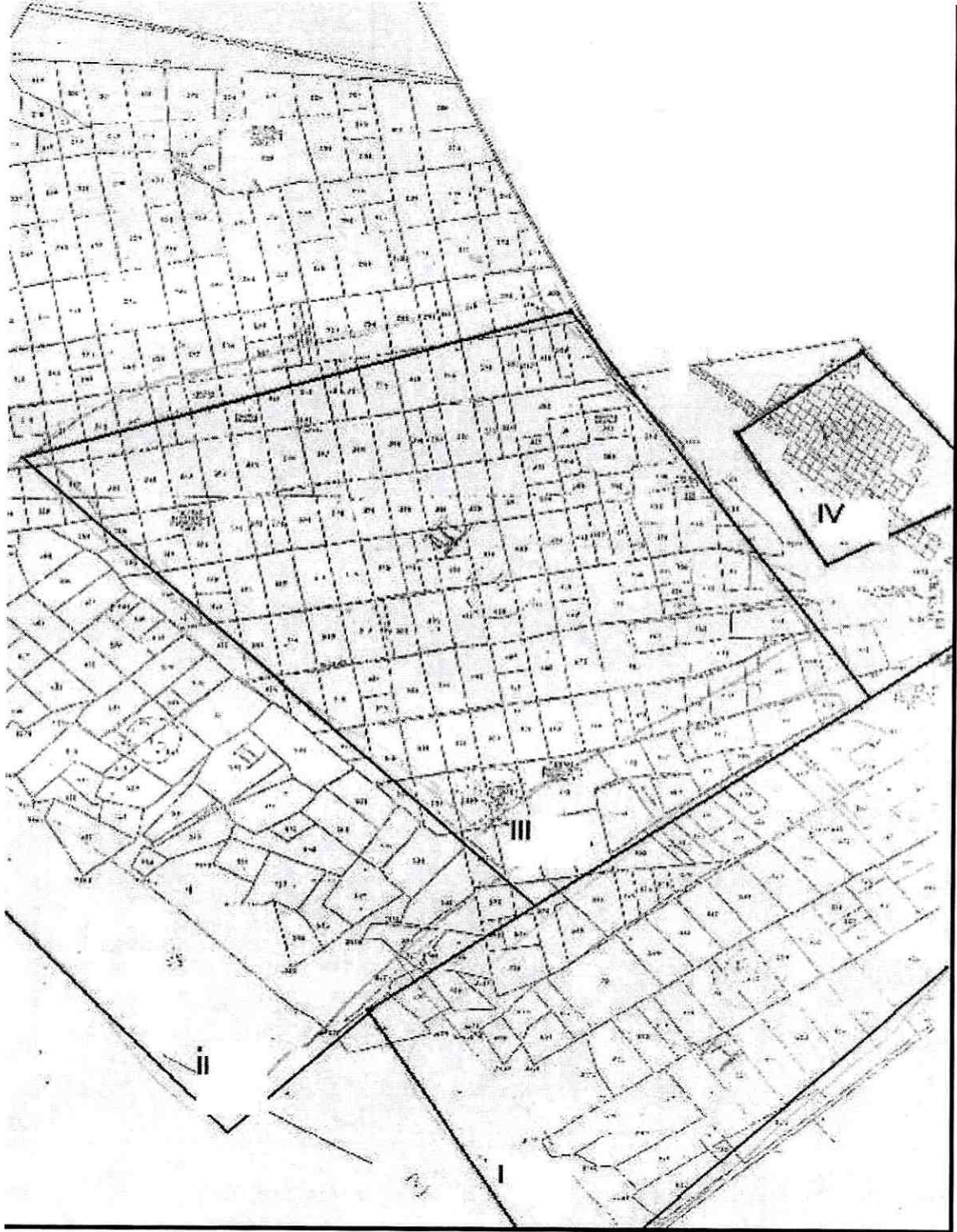
Primero se realizó una investigación de gabinete, por medio de la cartografía se ubicó el área, se señaló en el mapa de la comunidad la región agrícola, como posibles fuentes de contaminación del agua por arrastre y lixiviación, según la cuenca hidrológica. El mapa se dividió en 4 (cuatro) zonas, según la extensión del área y las características del suelo, se determinó el número de muestras y ubicación de cada punto a muestrear por zona. Posteriormente nos trasladamos al área y con la ayuda de una barrena, pico y pala se colecto el suelo a 0, 30, 60 y 90 cm de profundidad, las muestras se colocaron en bolsas de plástico etiquetadas y se trasladaron al laboratorio para su análisis.

Mapa 3.2 Cuenca hidrológica y puntos de muestreo de la comunidad de la Laguna Nieves Municipio Francisco R Murguía, Zac.



Fuente INEGI 1998.

Mapa 3.3 Zona agrícola y división de zonas para muestreo de suelo de la comunidad de la Laguna Nieves Municipio Francisco R Murgia, Zac.



Fuente: INEGI-1998

3.6. MÉTODOS DE ANÁLISIS

3.6.1. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO EN AGUA

Para realizar el recuento de bacterias coliformes, se utilizó la técnica del (Número Más Probable) NMP por cada 100 ml de agua, establecido en la NOM -014-SSA1-1993. Para ello, la muestra de agua se inoculó en tubos que contenían caldo McConkey (MC) (peptona 20 g/l, lactosa 10 g/l, sales biliares 5 g/l y púrpura de bromocresol 0,01 g/l). Se sembró por triplicado 10 ml de la muestra problema en MC doble concentración. Además 1 y 0,1 ml en MC simple concentración. Se incubó durante 48 h a 35°C. El resultado final se obtuvo empleando una tabla de probabilidades a la que se ingresa con el número de tubos positivos y negativos. De esta forma se determina el NMP de bacterias coliformes por cada 100 ml de agua.

3.6.2. ANÁLISIS QUÍMICOS DEL AGUA Y SUELO.

Para los análisis de carbonato (CO_3), bicarbonatos (HCO_3), cloruros (Cl), magnesio (Mg), calcio (Ca), sodio (Na), sulfatos (SO_4), pH, y conductividad eléctrica en suelo se obtuvo un extracto de la pasta de suelo a saturación.

El análisis de los nitrógeno-nitratos (N-NO_3), se realizó una extracción con Ca(OH)_2 .

Los procedimientos de los análisis químicos del suelo son iguales para agua, a partir de la obtención del extracto de suelo, únicamente el tamaño de muestra varía.

3.6.2.1. Extracción de la solución del suelo para análisis de Ca, Mg, Na, Cl, CO_3 , HCO_3 , SO_4 , pH, CE

- a) Se peso en una balanza granataria, 250 g. de cada muestra y se colocaron en un recipiente de plástico de 500 mililitros de capacidad.

- b) Se agregó agua destilada y se homogeniza con una espátula hasta que la pasta brilló con la ayuda de la reflexión de la luz y no se permitió la acumulación de agua en la superficie.
- c) Ya saturada las muestras se dejaron reposar por 24 horas.
- d) Después las pastas se colocaron en un embudo de porcelana con papel filtro Whatman numero 2, se aplicó vacío con bomba Koblenz, el extracto se recuperó en un tubo de ensaye.
- e) Al extracto de la pasta de suelo se le determinará: pH, Conductividad eléctrica, Calcio, Magnesio, Sodio, Carbonatos Bicarbonatos, Cloruros y Sulfatos.

3.6.3. Método volumétrico para análisis de carbonatos (CO₃) y bicarbonatos (HCO₃)

- a. Se Tomaron 3 mililitros del extracto de suelo a saturación de muestra y se colocó en un matraz Erlenmeyer de 250 ml.
- b. Se agregaron 3 gotas de indicador fenolftaleína.
- c. Si el indicador coloreaba la muestra se titula con HCl 0.1N hasta decolorarla.
- d. Este gasto corresponde a los carbonatos que la muestra contiene (HCl_f).
- e. A continuación se agregaron 3 gotas indicador anaranjado de metilo.
- f. Si es positivo, se tituló con HCl 0.1N hasta llegar a un color canela o naranja fuerte .
- g. Este gasto corresponderá a los bicarbonatos contenidos en la muestra (HCl_a).

Si en la primera parte la fenolftaleína no coloreó la muestra, se procedió a hacer la titulación para el anaranjado de metlo.

Cálculos:

$$\text{ppm de CO}_3 = \frac{(\text{ml de HCl}_f)(\text{N de HCl})(\text{Meq CO}_3^-)(10^6)}{\text{ml de muestra}}$$

$$\text{ppm de HCO}_3 = \frac{(\text{ml de HCl}_a)(\text{N.del HCl})(\text{Meq HCO}_3^-)(10^6)}{\text{ml de muestra}}$$

3.6.4. Método volumétrico para determinación de cloro.

- Se tomaron 3 ml del extracto de suelo a saturación o agua y se coloca en un matraz Erlenmeyer de 250 ml.
- Se agregaron 3 gotas de indicador cromato de potasio.
- Después se titula con nitrato de plata al 0.1 N, hasta que cambie de color de amarillo paja a rojo ladrillo.

Cálculos:

$$\text{ppm de Cl}^- = \frac{(\text{ml de nitrato de plata})(\text{N. de nitrato de plata})(\text{meq del Cl})(10^6)}{\text{ml de muestra}}$$

3.6.5. Determinación de pH

Para la medición de pH se utilizó un potenciómetro modelo-420 marca ORION, la lectura se llevó a cabo directamente del extracto de suelo a saturación, calibrando el aparato con soluciones buffer de pH 4 y 7.

3.6.6. Método de Calcio, Magnesio y Sodio

Las mediciones de Calcio, Magnesio y sodio se hicieron directamente en el Espectrómetro de Absorción Atómica Perkin Elmer modelo- 2380.

Cálculos:

$$\text{ppm Ca, Mg, o Na} = (\text{Lectura del aparato})(\text{Dilución})$$

3.6.7. Determinación de nitrógeno-nitrato en suelo (método del ácido salicílico)

- Se pesaron 10 gramos de suelo en un matraz Erlenmeyer de 125 ml.
- Se añadió 20 ml de solución extractora (hidróxido de calcio al 0.2%) y se agito por 15 minutos.
- Después se filtra a través de papel whatman y se toma 1 ml de la solución extractora (agua o suelo).
- Se coloca en un matraz Erlenmeyer de 125 mililitros, se añade 4 mililitros de ácido salicílico al 5% en ácido sulfúrico, se agita y se deja reposar durante 20 minutos, para enfriar.
- Se le añade 95 ml de solución de NaOH 1.7 N, se deja nuevamente enfriar a temperatura ambiente.

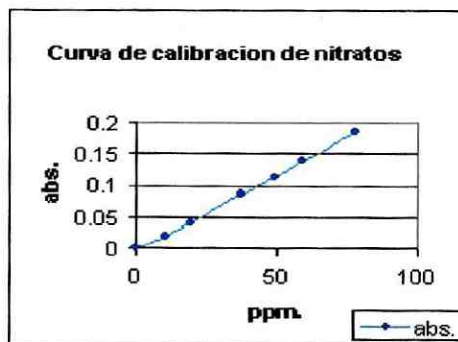
Posteriormente se realiza la lectura de la absorbancia en el espectrómetro modelo SQ-118 a una longitud de onda de 405 nm. Simultáneamente se corre un blanco y construyo una curva de calibración.(Cuadro 3.1)(Gráfica 3.1).

Cuadro 3.1 Curva de calibración N-NO₃

Curva de calibración de N-NO₃

mg/l	Abs.
0	0
10.5	0.019
19.36	0.041
37.46	0.086
49.12	0.115
59.17	0.14
77.29	0.185

Grafica 3.1 Curva de calibración de N-NO₃



Formula empleada:

$$\text{Meq./l de N-NO}_3 = \frac{(\text{ppm})(\text{Dilución})}{\text{PE del N-NO}_3}$$

Meq : Peso equivalente del ión N-NO₃ = g

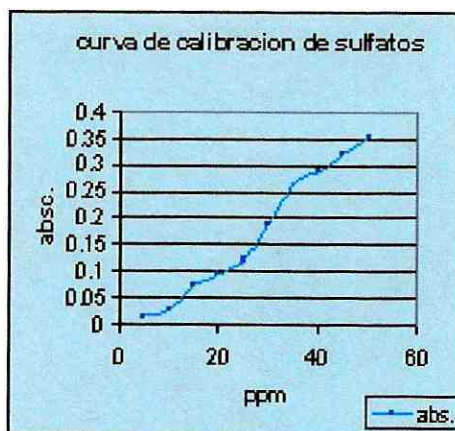
3.6.8. Determinación de sulfatos

Se colocaron 10 ml de la muestra de agua en un matraz Erlenmeyer de 50 ml, se añadió 1 ml de la solución ácida acondicionadora (300ml. agua destilada, 100 ml de alcohol etílico, 30 ml de HCl concentrado, 75 g de cloruro de sodio y 50 ml de glicerina), se mezcló bien y se agregó 0.5 g de $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, se agitó durante 1 minuto, se transfirió la muestra a una celda de 1 cm. Posteriormente se realiza la lectura de la absorbancia en el espectrómetro a una longitud de onda de 405 nm. Simultáneamente se corre un blanco y construyo una curva de calibración. .(cuadro 3.2)(grafica 3.2).

Cuadro 3.2 Curva de calibración SO_4

mg/l	Abs.
5	0.015
10	0.026
15	0.072
20	0.095
25	0.122
30	0.188
35	0.265
40	0.288
45	0.322
50	0.354

Gráfica 3.2 curva de calibración de SO_4



Cálculos.

En caso de utilizar diluciones, se multiplica por el factor de dilución correspondiente.

$$\text{Meq./l de SO}_4 = \frac{(\text{ppm})(\text{Dilución})}{\text{PE del SO}_4}$$

Meq : Peso equivalente del ión sulfato = 48.0 g

CAPITULO IV.
RESULTADOS.

Cuadro 3.3 Resultados de los análisis químicos de ph, Ca, HCO₃, Mg realizados en agua en la comunidad de la laguna de Nieves, Municipio de Francisco R. Murgía, Zac. Mayo 2004.

Descripción	ph	Ca mg/l	HCO ₃ mg/l	Mg mg/l
pozo 1	8.36	77	341.6	16
pozo 2	7.76	86	341.6	22
manantial presa	8.14	78	366	27
manantial laguna 1	7.77	22	390.4	27
manantial laguna 2	8.19	33	366	34
manantial jaraleño	7.45	36	388	30
presa 1,2	8.16	40.5	317.2	23.85
arroyo 1,2	8.18	49.5	305	48.8
Laguna 1,2,3	8.5	33.33	536.8	19.33

Cuadro 3.4 Resultados de los análisis químicos de Cl, N-NO₃, Na realizados en agua en la comunidad de la laguna de Nieves, Municipio de Francisco R. Murgía, Zac. Mayo 2004

Descripción	Cl mg/l	N-NO ₃ mg/l	SO ₄ mg./l	Na mg/l
pozo 1	18.72	6.49	28.9	33
pozo 2	23.04	66.45	50.8	37
manantial presa	20.16	86.9	243.9	33
manantial laguna 1	30.24	6.49	66.63	40
manantial laguna 2	33.12	43.8	101.3	53
manantial jaraleño	47.52	82.8	94	106
presa 1,2	25.92	59.75	36.82	68
arroyo 1,2	20.16	55.36	169.9	102
laguna 1,2,3	604.8	31.94	372.5	630.3

Cuadro 3.5 Datos obtenidos de INEGI 1989, NOM-127

Descripción	NOM-127-SSA-1994	INEGI manantial	INEGI pozo 1
Cl mg/l	250.00	35.50	92.30
N-NO ₃ mg/l	10.00	1.90	7.40
Ph	6.5-8.5	7.90	8.50
Na mg/l	200	34.50	269.30
SO ₄ mg/l	400	93.60	75.20
Ca mg/l	-	58.00	104.00
HCO ₃ mg/l	-	250.10	23.90
Mg mg/l	-	6.00	52.20

Cuadro 3.6. Resultados del análisis microbiológico del agua en la comunidad de la laguna de Nieves, Municipio de Francisco R. Murguía, Zac. Mayo 2004

Descripción de Muestras		Coliformes NPM/100ml	Coliformes fecales NPM/100ml
Pozo comunidad 1	positivo	4.4	38
Pozo comunidad 2	positivo	0	0
Pozo particular 3	negativo	2.2	20
Pozo particular 4	negativo	0	0
Pozo particular 5	negativo	0	0
Pozo particular 6	negativo	0	0
Pozo particular 7	positivo	7.6	240
Casa 1	negativo	0	0
Casa 2	positivo	7.6	240
Casa 3	negativo	0	0
Casa 4	negativo	0	0
Manantial jaraleño 1	negativo	0	0
Manantial presa inicio 2	positivo	4.4	96
Manantial presa med. 3	positivo	240	240
Manantial laguna 4	negativo	0	0

Cuadro 3.7. Resultados de los análisis químicos de ph, Na, Mg. del suelo de la zona agrícola de la laguna de Nieves, Municipio de Francisco R. Murgía, Zac. Mayo 2004.

No	Descripción	ZONA	ph	Na mg/l	Mg mg/l
1	mirasoles M1 0 cm	I	7.4	76.0	18.0
2	mirasoles M1 30 cm	I	8.1	20.0	7.0
3	mirasoles M1 60 cm	I	7.6	46.0	11.0
4	mirasoles M1 90 cm	I	7.3	64.0	11.0
5	mirasoles M2 0 cm	I	6.8	56.0	15.0
6	mirasoles M2 30 cm	I	7.1	78.0	16.0
7	mirasoles M3 0 cm	I	6.8	53.0	9.0
8	mirasoles M3 30 cm	I	7.1	85.0	18.0
9	mirasoles M3 60 cm	I	6.7	50.0	23.0
10	mirasoles M3 80 cm	I	6.7	71.0	30.0
11	clarín falda del cerro 0cm	I	7.4	43.0	24.0
12	clarín falda del cerro 30cm	I	7.3	44.0	8.0
13	tiempo M1 0cm	II	7.2	40.0	11.0
14	tiempo M1 30cm	II	7.5	33.0	13.0
15	tiempo M1 50cm	II	7.5	75.0	45.0
16	falda del cerro tiempo M2 0cm	II	7.3	49.0	12.0
17	falda del cerro tiempo M2 30cm	II	7.5	63.0	10.0
18	falda del cerro tiempo M2 50cm	II	7.5	25.0	9.0
19	su. Amarillo M1 0cm	III	7.2	36.0	11.0
20	su. Amarillo M1 30cm	III	7.2	48.0	9.0
21	su. Amarillo M1 60cm	III	7.0	93.0	19.0
22	huizachal M2 0cm	III	7.5	54.0	15.0
23	huizachal M2 30cm	III	7.9	44.0	13.0
24	huizachal M2 60cm	III	7.9	19.0	7.0
25	limt. comunidad M3 0cm	III	7.6	18.0	7.0
26	limt. comunidad M3 30cm	III	7.4	39.0	8.0
27	limt. comunidad M3 60cm	III	7.8	40.0	11.0
28	limt. comunidad M3 90cm	III	7.8	28.0	6.0
29	cerro tiempo 0cm	III	7.4	20.0	7.0
30	cerro tiempo 30cm	III	7.4	17.0	8.0
31	cerro tiempo 60cm	III	7.4	23.0	7.0
32	cerro tiempo 90cm	III	7.1	44.0	8.0
33	falda cerro tiempo 0cm	II	7.0	28.0	8.0
34	falda cerro tiempo 30cm	II	7.3	7.0	11.0
35	bajío M1 0	IV	7.7	70.0	12.0
36	bajío M1 30	IV	7.4	33.0	8.0
37	bajío M1 60	IV	7.8	15.0	18.0
38	bajío M1 90	IV	7.4	41.0	10.0
39	M2 norte 0	IV	7.8	15.0	12.0
40	M2 norte 30	IV	8.1	33.0	13.0
41	M2 norte 60	IV	7.6	42.0	9.0
42	M2 norte 90	IV	7.5	41.0	11.0
43	arroyo 1.20	I	7.1	70.0	13.0

Cuadro 3.8. Resultados de los análisis químicos de Ca, HCO₃, CO₃, del suelo de la zona agrícola de la laguna de Nieves, Municipio de Francisco R. Murgia, Zac. Mayo 2004.

No	Descripción	ZONA	Ca mg/l	HCO ₃ mg/l	CO ₃ mg/l
1	mirasoles M1 0 cm	I	76.0	137.3	150.0
2	mirasoles M1 30 cm	I	38.0	131.2	9.0
3	mirasoles M1 60 cm	I	75.0	158.6	9.0
4	mirasoles M1 90 cm	I	59.0	109.8	7.5
5	mirasoles M2 0 cm	I	32.0	67.1	0.0
6	mirasoles M2 30 cm	I	41.0	91.5	3.8
7	mirasoles M3 0 cm	I	32.0	149.5	15.0
8	mirasoles M3 30 cm	I	83.0	137.3	0.0
9	mirasoles M3 60 cm	I	83.0	76.3	0.0
10	mirasoles M3 80 cm	I	124.0	33.6	0.0
11	clarin falda del cerro 0cm	I	69.0	259.3	0.0
12	clarin falda del cerro 30cm	I	30.0	552.1	1.5
13	tiempo M1 0cm	II	19.0	76.3	3.8
14	tiempo M1 30cm	II	42.0	103.7	0.0
15	tiempo M1 50cm	II	213.0	32.3	6.0
16	falda del cerro tiempo M2 0cm	II	33.0	94.6	7.5
17	falda del cerro tiempo M2 30cm	II	44.0	134.2	9.0
18	falda del cerro tiempo M2 50cm	II	19.0	61.0	30.0
19	su. Amarillo M1 0cm	III	28.0	61.0	10.5
20	su. Amarillo M1 30cm	III	29.0	33.6	4.5
21	su. Amarillo M1 60cm	III	92.0	47.3	1.5
22	huizachal M2 0cm	III	42.0	91.5	9.0
23	huizachal M2 30cm	III	31.0	122.0	24.0
24	huizachal M2 60cm	III	21.0	158.6	7.5
25	limt. comunidad M3 0cm	III	23.0	106.8	6.0
26	limt. comunidad M3 30cm	III	11.0	61.0	0.0
27	limt. comunidad M3 60cm	III	40.0	119.0	9.0
28	limt. comunidad M3 90cm	III	13.0	82.4	7.5
29	cerro tiempo 0cm	III	13.0	91.5	4.5
30	cerro tiempo 30cm	III	15.0	51.9	0.0
31	cerro tiempo 60cm	III	14.0	91.5	9.0
32	cerro tiempo 90cm	III	21.0	58.0	1.5
33	falda cerro tiempo 0cm	II	31.0	161.7	4.5
34	falda cerro tiempo 30cm	II	29.0	180.0	3.8
35	bajio M1 0	IV	95.0	122.0	13.5
36	bajio M1 30	IV	28.0	97.6	12.0
37	bajio M1 60	IV	58.0	102.2	9.0
38	bajio M1 90	IV	50.0	54.9	7.5
39	M2 norte 0	IV	32.0	137.3	13.5
40	M2 norte 30	IV	47.0	146.4	7.5
41	M2 norte 60	IV	22.0	62.5	7.5
42	M2 norte 90	IV	22.0	143.4	7.5
43	arroyo 1.20	I	56.0	33.6	0.0

Cuadro 3.9. Resultados de los análisis químicos de Cl, N-NO₃, SO₄, del suelo de la zona agrícola de la laguna de Nieves, Municipio de Francisco R. Murgia, Zac. Mayo 2004.

No	Descripción	ZONA	Cl mg/l	N-NO ₃ mg/l	SO ₄ mg/l
1	mirasoles M1 0 cm	I	36.0	15.4	114.5
2	mirasoles M1 30 cm	I	72.0	35.5	29.1
3	mirasoles M1 60 cm	I	90.0	52.4	75.5
4	mirasoles M1 90 cm	I	198.0	19.4	34.2
5	mirasoles M2 0 cm	I	180.0	23.4	76.3
6	mirasoles M2 30 cm	I	216.0	8.2	91.7
7	mirasoles M3 0 cm	I	144.0	19.4	100.6
8	mirasoles M3 30 cm	I	180.0	40.3	68.7
9	mirasoles M3 60 cm	I	198.0	109.5	182.3
10	mirasoles M3 80 cm	I	135.0	186.7	173.4
11	clarin falda del cerro 0cm	I	162.0	143.3	140.2
12	clarin falda del cerro 30cm	I	132.0	21.8	50.8
13	tiempo M1 0cm	II	144.0	10.6	57.2
14	tiempo M1 30cm	II	54.0	12.2	277.7
15	tiempo M1 50cm	II	144.0	42.7	29.1
16	falda del cerro tiempo M2 0cm	II	162.0	41.9	85.3
17	falda del cerro tiempo M2 30cm	II	216.0	21.8	96.8
18	falda del cerro tiempo M2 50cm	II	90.0	21.8	58.5
19	su. Amarillo M1 0cm	III	216.0	21.0	73.8
20	su. Amarillo M1 30cm	III	144.0	44.4	82.6
21	su. Amarillo M1 60cm	III	180.0	13.0	57.2
22	huizachal M2 0cm	III	180.0	55.6	41.9
23	huizachal M2 30cm	III	72.0	64.1	30.4
24	huizachal M2 60cm	III	54.0	14.6	58.5
25	limt. comunidad M3 0cm	III	72.0	13.8	61.4
26	limt. comunidad M3 30cm	III	90.0	43.5	67.4
27	limt. comunidad M3 60cm	III	153.0	17.8	36.8
28	limt. comunidad M3 90cm	III	72.0	25.9	48.3
29	cerro tiempo 0cm	III	81.0	36.3	66.1
30	cerro tiempo 30cm	III	72.0	29.9	43.2
31	cerro tiempo 60cm	III	108.0	74.9	41.9
32	cerro tiempo 90cm	III	180.0	48.4	0.0
33	falda cerro tiempo 0cm	II	108.0	78.9	70.0
34	falda cerro tiempo 30cm	II	72.0	51.6	22.7
35	bajio M1 0	IV	144.0	48.4	31.6
36	bajio M1 30	IV	144.0	83.8	0.0
37	bajio M1 60	IV	162.0	140.1	31.7
38	bajio M1 90	IV	81.0	90.6	64.9
39	M2 norte 0	IV	90.0	41.1	47.0
40	M2 norte 30	IV	81.0	8.2	29.1
41	M2 norte 60	IV	144.0	28.3	45.7
42	M2 norte 90	IV	138.0	25.9	32.9
43	arroyo 1.20	I	180.0	8.2	71.2

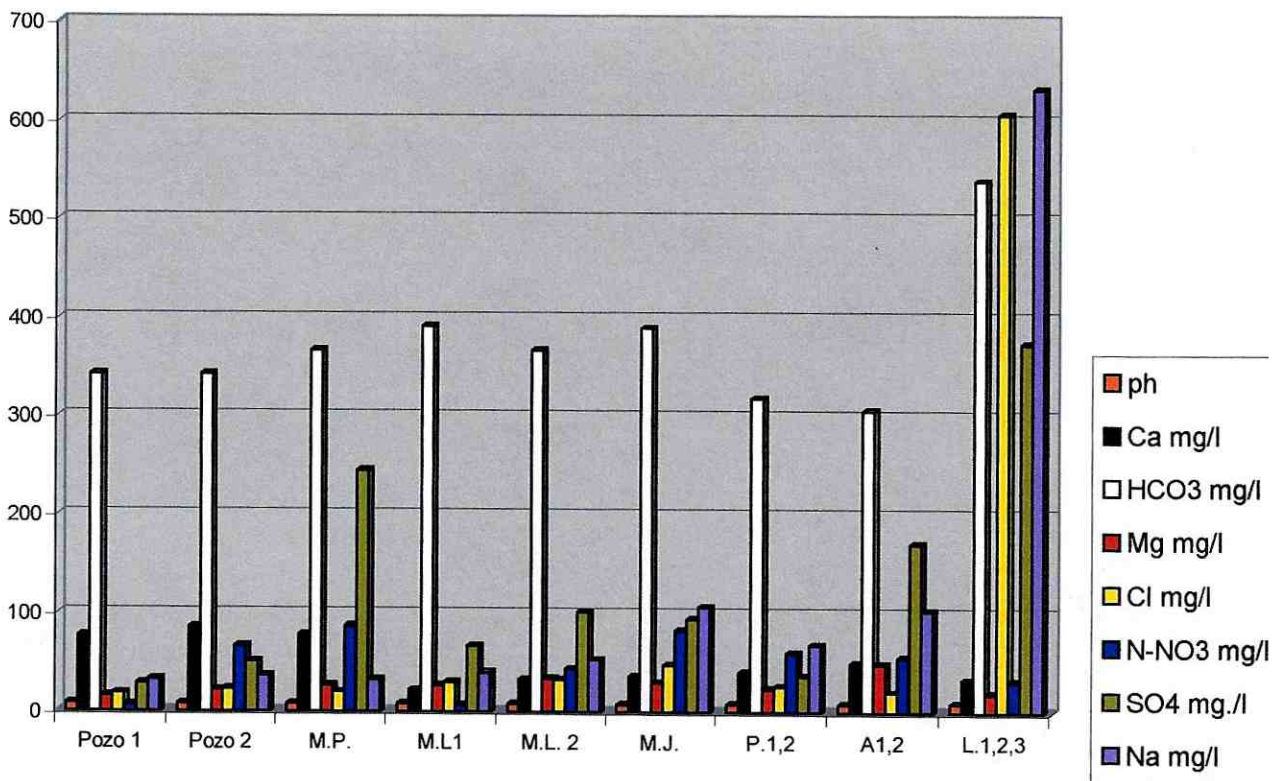
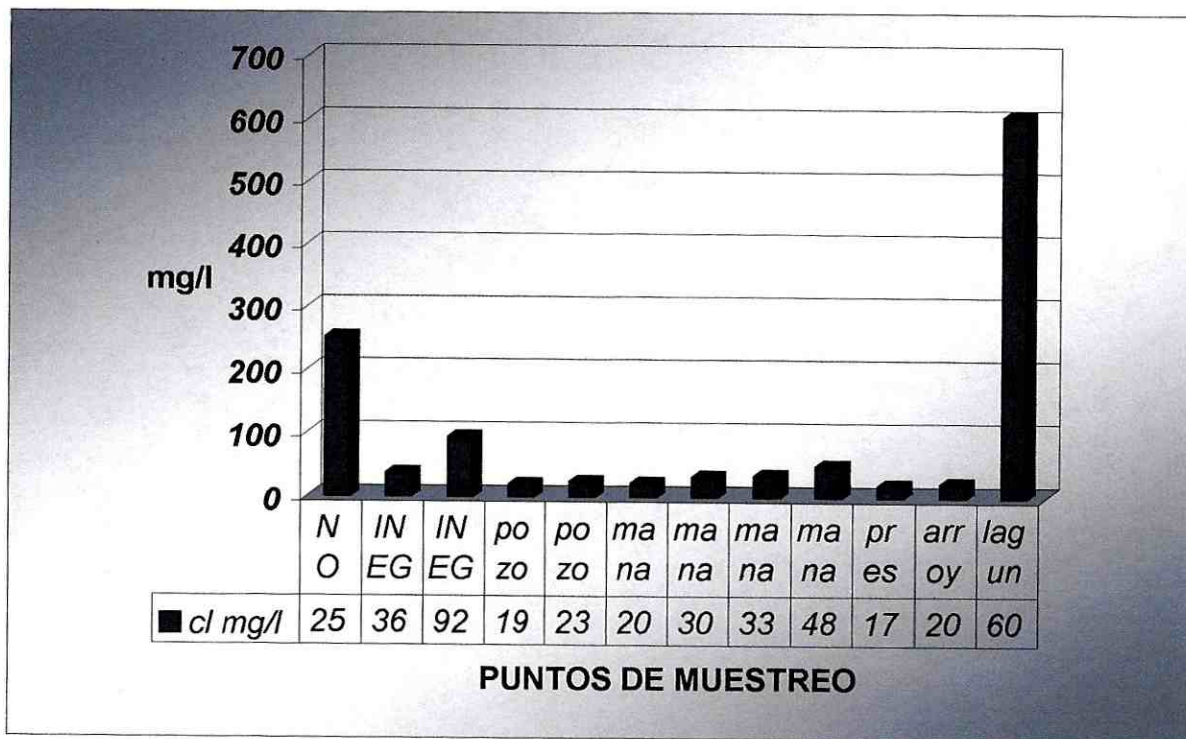
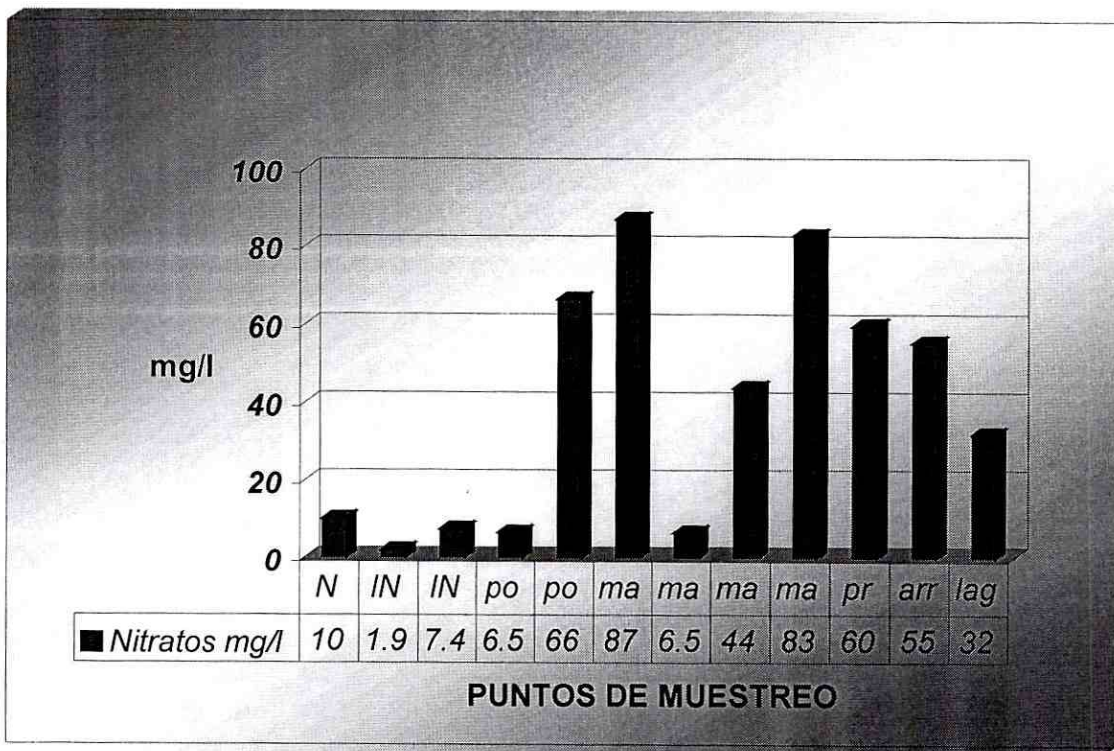


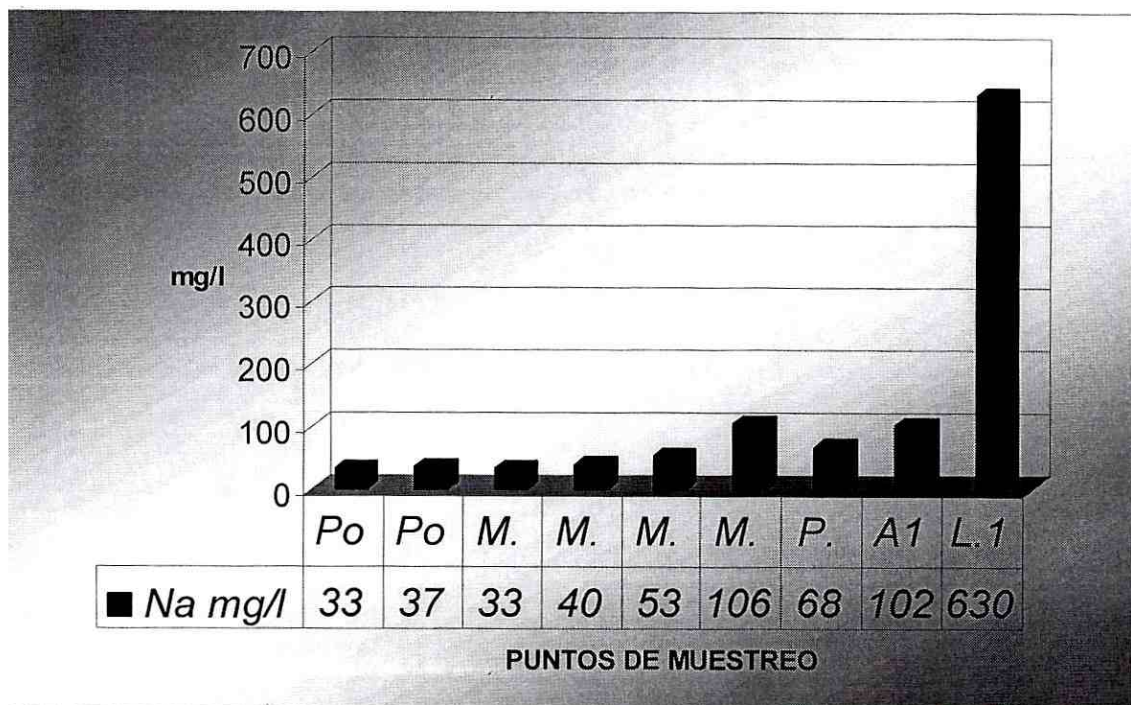
Grafico 3.3. Resultados obtenidos por punto de muestreo de agua de La laguna de nieves, municipio de Francisco R Murgia, Zac. Mayo 2004.



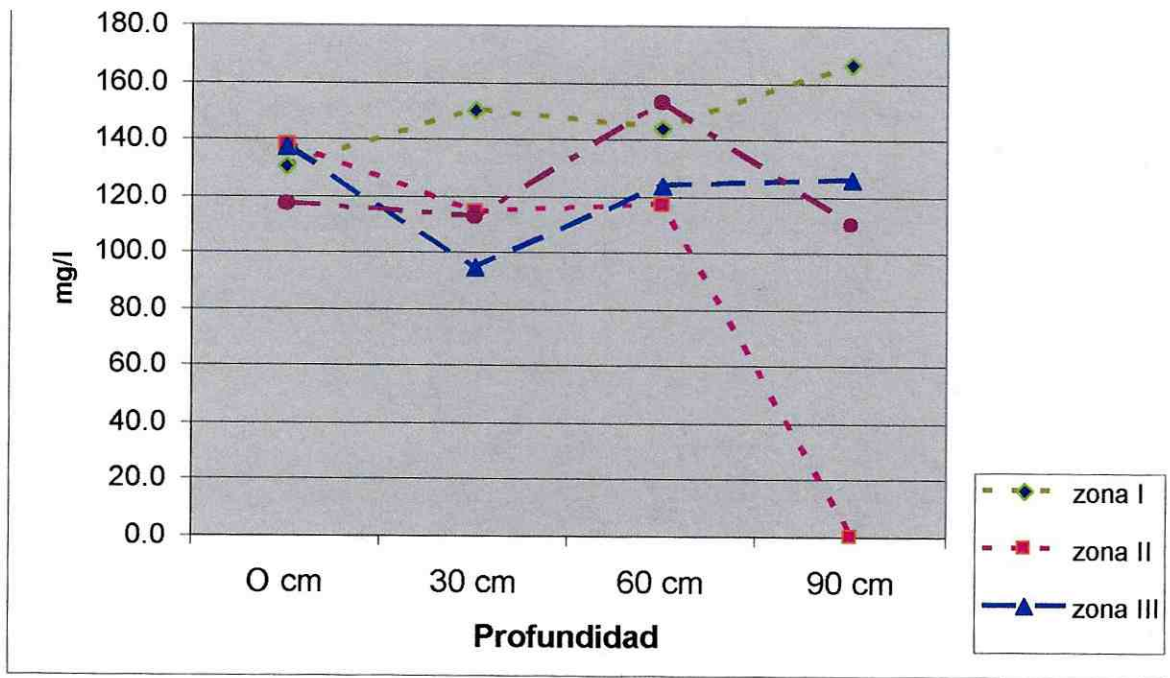
Grafica 3.4 Resultados del indicador Cloro en agua de La laguna de nieves, municipio de Francisco R Murgia, Zac. Mayo 2004.



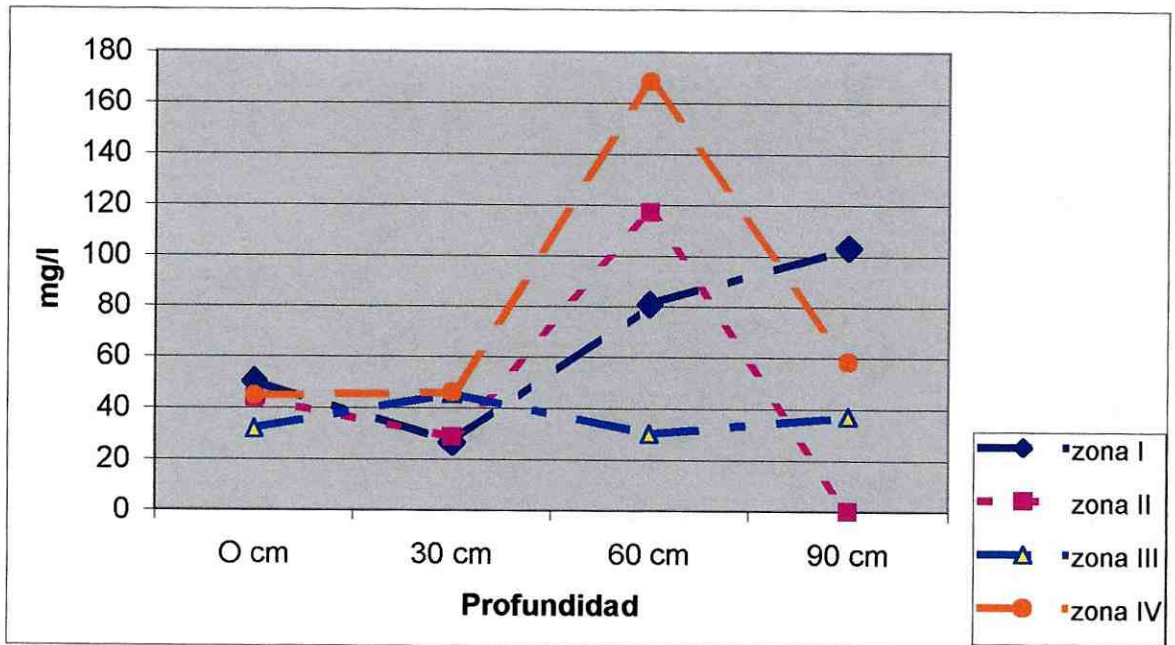
Grafica 3.5. Resultados del indicador Nitratos en agua de La laguna de nieves, municipio de Francisco R Murgia, Zac. Mayo 2004.



Grafica 3.6. Resultados del indicador Sodio en agua de La laguna de nieves, municipio de Francisco R Murgia, Zac. Mayo 2004.



Grafica 3.7. Concentración de cloro por profundidad y zona del aré agrícola del suelo de La laguna de nieves, municipio de Francisco R Murgia, Zac. Mayo 2004.



Grafica 3.8 Concentración de nitratos por profundidad y zona del aré agrícola del suelo de La laguna de nieves, municipio de Francisco R Murgia, Zac. Mayo 2004.

CAPITULO V.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Los datos analizados fueron los resultados que se obtuvieron de los análisis químicos y biológicos, realizados a las muestras de agua (Cuadro 3.3, 3.4 y 3.6) superficial y subterránea de diferentes puntos de la cuenca hidrológica de la comunidad, así como también al suelo de diferentes zonas agrícolas, a 0, 30, 60, 90 cm., de profundidad, (Cuadro 3.7, 3.8 y 3.9) considerando la cuenca hidrológica y el posible impacto del suelo sobre el agua superficial y subterránea.

Los resultados de los análisis de suelo, agua superficial y subterránea se compararon con resultados de análisis realizados por INEGI en 1989 y de acuerdo a lo que marca la NOM-127-SSA-1994.

5.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se determinaron en el agua los indicadores químicos: pH, Calcio, Magnesio, Sodio, Bicarbonatos, Carbonatos, Sulfatos, Cloro, Nitratos.

Como indicadores biológicos fueron los coliformes (bacterias patógenas).

Al comparar los resultados con la NOM-127-SSA, la cual establece los límites permitidos para cada uno de los elementos analizados, se encontró que los índices de los indicadores de PH, Calcio, Magnesio, Bicarbonatos, Carbonatos y Sulfatos, ninguno de ellos sobrepasa los índices indicados en la NOM-127-SSA.

En el caso de los indicadores Cloro, Nitratos, sodio y Coliformes fecales, los índices sobrepasan la norma NOM-127-SSA de manera considerable.

1. El indicador Cloro (Cl), la norma nos indica la presencia de una concentración limite de 250 mg/l en el agua.

El índice promedio de 34.66 mg/l, obtenido en los resultados esta muy por debajo de la norma, al realizar los análisis de agua subterránea (pozos y manantiales), aguas superficiales (arroyo, presa).

El cuerpo de agua superficial mayor y paso final de la cuenca en estudio es la laguna y los análisis nos revelan un índice de 604.80 mg/l de cloro, siendo un 242 % más de lo permisible (Gráfica 3.4), lo que hace que sea salada y no permita la presencia de organismos como peces dentro del ecosistema.

Así también los resultados obtenidos por INEGI 1989 en agua superficial 35.5 mg/l, y agua subterránea 92.3 mg/l, (Cuadro 3.5.), muestran una compatibilidad con los resultados obtenidos de los análisis químicos.

2. En el caso de la concentración de nitratos la NOM-127-SSA permite 10 mg/l en agua. Los resultados obtenidos nos marcan un promedio de 48.88 mg/l que es un 388 % mayor de lo que nos permite la norma.

Es adecuado hacer la aclaración que el muestreo al pozo que alimenta la red hidráulica con agua potable a la comunidad esta por debajo de la norma con 6.49 mg/l.

Los datos emitidos por INEGI 1989, los índices son: agua superficial 1.9 mg/l y agua subterránea 7.4 mg/l, mientras que los resultados obtenidos en promedio son de 48.88 mg/l en aguas superficiales y manto freático somero que indican un aumento de 2,570 % la concentración de nitratos en el agua superficial. (Gráfica .3.5.).

3. La presencia de sodio como indicador en los análisis es importante, el exceso puede causar daños a la salud del hombre, el índice promedio es de 59 mg/l, obtenido en los resultados esta muy por debajo de la norma, al realizar los análisis de agua subterránea (pozos y manantiales), aguas superficiales (arroyo, presa).

En la laguna la concentración de sodio es muy elevada 630.3 mg/l, la cual es provocada por el arrastre del mismo al cuerpo de agua, que es un 315 % más elevada que la norma de 200 mg/l.

4. La NOM-127-SSA tiene como limite la ausencia total de unidades formadoras de colonias, los resultados obtenidos: positivo en dos pozos artesianos caseros, en los cuales se observó la presencia de fosa séptica a una distancia no mayor de 5 metros.

Los manantiales analizados que convergen en la presa de la comunidad también dieron resultados positivos, estos los consideramos como mantos freáticos someros.

Las tomas de agua que vienen de la red hidráulica de la comunidad una salió con resultado positivo.

El pozo de la comunidad y los manantiales que emergen cerca de la laguna dieron resultados negativos. (Cuadro 3.6).

Los indicadores ya determinados (cloro, nitratos, coliformes fecales), cuyos índices son mayores a los limites que marca la norma, se les relaciona con la actividad desarrollada en la comunidad rural; agricultura y ganadería.

5. Los análisis realizados al suelo de Calcio, magnesio, sodio, bicarbonatos, carbonatos, sulfatos, no se consideraron como determinantes porque en el agua no se encontraron concentraciones altas de ellos y en el suelo las concentraciones resultaron con índices bajos (Cuadro 3.3 y 3.4).

Los análisis realizados de sodio, cloro y nitratos fueron considerados los resultados para determinar el origen y la posible fuente de contaminación por arrastré y lixiviación del Cl y N-NO₃ al agua.

La gráfica 3.7 muestra las cuatro zonas estudiadas y ninguna de ellas presenta concentraciones altas de Cloro, se puede observar fácilmente que en ninguna de las profundidades de 0, 30, 60 y 90 cm se tenga una variación considerable.

En la gráfica 3.8 se observa la variación que existe de la concentración de nitratos por zona y profundidad.

En ella se observa claramente que a profundidad de 60 cm en la zona II y IV, es mas alta la concentración que a 0, 30 y 90.

En la zona I la concentración a 60 cm es alta y a 90 cm aumenta, en esta zona tenemos una variación lineal puesto que al aumentar la profundidad la concentración de nitratos aumenta. Es la zona de cultivo que desemboca directamente a la presa de la comunidad.

En la zona III no existe variación considerable porque tanto a 0, 30, 60, como 90 cm la concentración se mantiene estable.

Los índices de nitratos encontrados en los análisis del suelo nos conducen a determinar la presencia de altas concentraciones, que pueden ser arrastrados o lixiviados por las aguas superficiales.

CAPITULO VI.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos de los análisis, en el desarrollo de este trabajo y de la discusión e interpretación de ellos, se pueden generar las siguientes conclusiones:

- a) Los índices de los indicadores ambientales analizados en el agua, nos demuestran que solo el nitrato y coliformes pueden contaminar el agua de una comunidad rural, debido a que su actividad económica es la agricultura y ganadería.

Los índices de coliformes debidos a la falta de planificación de la vivienda, la presencia de pozos negros a corta distancia de los pozos artesianos, además de la presencia de un manto freático tan superficial.

Los índices de cloro y del sodio están por debajo de la norma y la zona que nos indica alta concentración del mismo es la laguna, debido a que es una cuenca endorreica (cerrada), la acumulación de sales de cloro y sodio en la misma es alta.

Por lo tanto se considera que son los indicadores más adecuados para manifestar la presencia de una fuente de contaminación que pueda afectar el agua, suelo y atmósfera, que provoque un impacto al ambiente.

- b) De acuerdo a los resultados del análisis de suelo, el indicador químico nitratos nos demuestra que el origen de los altos índices de nitratos es antropogénico, por la fertilización del suelo, y porque según los análisis en diferentes zonas de cultivo y a diferentes profundidades marcan claramente que en las 4 zonas analizadas a 60 cm hay mayor concentración de nitratos.

Esto nos hace determinar que a 60 cm existe lixiviación, además de la existencia del nivel freático demasiado superficial.

- c) El origen del indicador cloro es natural, en las cuatro zonas analizadas ninguna de ellas presenta altos índices de concentración a diferentes profundidades son proporcionalmente iguales.
- d) La presencia del sodio en suelo es en cantidades por debajo de la norma, no existe una diferencia de concentración a las diversas profundidades.
- e) El indicador biológico coliformes (bacterias patógenas) es de origen antropogénico.
- f) Un impacto ambiental en áreas de comunidades rurales, por lo general es de origen natural, y en estas solo podemos encontrar un posible impacto al suelo y agua por el uso inadecuado de fertilizantes, mal manejo del abonó orgánico, lo que puede ocasionar lixiviación y contaminar el agua, provocar la salinización (eutrofización) en el suelo y en los cuerpos de agua (lagunas), esto sería un impacto antropogénico.
- g) En la actualidad esta en auge el cuidado del medio ambiente en países desarrollados y en México es una área nueva se debe de monitorear las comunidades rurales, puesto que ello servirá de base a extrapolaciones a las grandes zonas urbanas para planificar y evitar enfermedades que dentro de poco tiempo podrían o están incidiendo en el país de manera económica y social.
- h) Si se realizaran estudios de impacto ambiental en una comunidad rural, investigar el tipo de cuenca hidrológica, actividad económica y social, análisis del agua, suelo y biodiversidad, se podría mejorar la calidad de vida, habría desarrollo económico, menos enfermedades, además nos llevaría a un manejo adecuado de los recursos naturales y se tendría un mejor aprovechamiento de los mismos.

6.2. RECOMENDACIONES

- a. Tomando en cuenta los resultados obtenidos en la elaboración de este trabajo, se sugiere que al realizar un estudio de impacto ambiental en una comunidad rural, primero se considere la situación económica y la actividad de una comunidad, posteriormente realizar el análisis de los índices de los indicadores de Nitratos y Coliformes fecales en el agua, si hay altas concentraciones de estos índices podemos determinar un impacto en los acuíferos que es ocasionado por el ser humano.
- b. Se sugiere implementar estudios para plantear alternativas para el manejo de sus recursos naturales y que se elaboren archivos de cada comunidad, para anexar el estado de los recursos naturales y desarrollo de los mismos, al menos cada 5 años. Tomar en cuenta el tipo de impacto que el estudio haya generado si es grave realizar los monitoreos en menos tiempo.
- c. Tomando en cuenta la situación actual del país el cual no tiene los recursos para que personas especializadas realicen los estudios de impacto ambiental, se considera otorgar la oportunidad a que alumnos de diferentes Universidades puedan realizar los estudios, y de esta manera tengan un mejor desarrollo profesional, también habrá mejor calidad de vida en las comunidades rurales en equilibrio con la naturaleza.
- d. Se recomienda realizar un estudio de investigación con la finalidad de conocer los beneficios económicos que se pueden obtener, mediante la explotación de los recursos naturales de la comunidad considera lo siguiente:

1. Estudio sobre la desalinización del cuerpo de agua para habilitarlo como centro productivo de piscicultura o determinar que especies salobres pueden desarrollarse adecuadamente en ese medio.
2. Estudio de factibilidad para hacer un centro recreativo en la laguna y turístico en la región.
3. Estudio para aprovechar la producción de sales de manera natural en ganado bovino, ovino y caprino.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alcalá J.J 2003, Determinación de criterios e indicadores ambientales y de sustentabilidad, en la región bosque modelo de Chihuahua, <http://www.tesis.bioetica.org/nota64.htm>,
2. Aceves N, 1998, Los terrenos ensalitrados y los Métodos para su Recuperación, Universidad Autónoma de Chapingo, México.
3. Actividades Agrícolas, 2004 ingeniero civil y medio ambiente, <http://www.miliarium.com/monografias/nitratos/> .
4. Argon A. 2004 Guía Temática de Ecología y Medio Ambiente, <http://www.lablaa.org/>.
5. Aparicio M. 2001, Fundamentos de Hidrológica superficial, editorial Noriega, México.
6. Centro Internacional de Agricultura Tropical, 2001 Programa de las Naciones Unidas Para el Medio Ambiente, <http://www.ciat.cgiar.org/indicadores/indicadores>.
7. Castillo E. 2003, Problemas de Calidad del Agua en México, Instituto Nacional de Ecología, <http://www.ine.gob.mx/veajer/publicaciones/estudios/397/castillo>
8. Comisión Nacional del Medio Ambiente 2003, Sistema Nacional de Información Ambiental, Santiago Chile, <http://www.sinia.cl/indicadores/>.
9. DORAN, J. W.; D. M. LINN. 1979. Bacteriological quality of runoff water from pastureland. Appl. Environ. Microbiol. 37; 958-991.

10. García I, 2004, Contaminación del suelo, Universidad de Granada España, <http://www.edafologia.ugr.es/conta/tema11/historia.htm>)
(consulta agosto 2004)
11. Garza C, 2001, Manual de Impacto Ambiental, Primera Edición, Tec. De Monterrey, México.
12. CARPENTER, S. R.; N E. CARACO; D. L. CORRELL; R. W. HOWARTH; A. N, 1999, Indicadores de Impacto Ambiental.
13. Gasteiz V, 2004 Departamento de Ordenación Territorial y Medio Ambiente, <http://www.euskadi.net/indicadores-ambientales>.
14. Indicadores Ambientales Municipales 2004, Manual Para Determinar El Estado De Gestión De Los Desechos Sólidos Y El Agua A Nivel Local En La República De Guatemala, Universidad Rafael Landívar, http://www.ccad.ws/documentos/siam/250304/Indicadores_municipales_MARN.pdf,
15. INEGI, 2003, anuario estadístico, Zacatecas México, editorial INEGI.
16. Jiménez C, 2001, Contaminación Ambiental en México, Editorial, Noriega, primera Edición, México D.F.
17. Millan L. 2003, Calidad del agua en México, <http://www.lapalabra/una.phpidaticalc>.
18. Lometi 2000, Recursos Hidráulicos de México, Deterioro Ambiental, <http://www.sagan-gea.org/hojared-agua>.

19. López et al 1999, Manual de laboratorio de Microbiología Sanitaria, Instituto Politécnico Nacional, 2 edición, México D.F.
20. Ortiz V, 1987, Edafología, Universidad Autónoma de Chapino, 7 Edición, Chapingo, México.
21. Peña et al 2003 Manejo de Fertilizantes Nitrogenados en México, <http://www.chapingo.mx.terra/contenido/20/1artsi-56.pdf>.
22. PNUMENT 2001 Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, <http://www.rolac.unep.mx/foroal/esp/RJMNBOAE--indicadores Ambientales.pdf>.
23. Picone I et al 2003 evaluación de Nitratos y bacterias coliformes en pozos de la cuenca alta del arroyo pantanoso,
24. Romero R, 1999, Calidad del Agua, Editorial Alfaomega, segunda Edición, México.
25. Salazar 1999 Índices e Indicadores para Evaluación y Seguimiento del Ambiental, Universidad de Calidad, <http://www.epa.gou/indicador/indicador>.
26. Sistema Nacional de Estadística y de Información Geografía, 2004, Estadísticas Ambientales, Instituto Nacional de Estadística Geografía-e-Informática, http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/temas/Sociodem/intro_ambiente.asp?c=3670.
27. SPALDING, R.F.; M.E. EXNER. 1993. Occurrence of nitrate in groundwater. A review: J. Environ. Qual. 22: 392-402.

28. Sistema Nacional de Información Ambiental Nicaragua 2004, Marco Conceptual Y Metodológico Para La Construcción De Indicadores Ambientales, http://www.sinia.net.ni/indicadores/pdf/marco_conceptual.pdf
29. Sistema de Información Geográfica del Agua, 2003, Mapas de Hidrología, <http://www.sgp.cma.gob.mx>.
30. THELIN, R.; G. F. GIFFORD. 1983. Fecal coliform release patterns from fecal materials of cattle. *J. Environ. Qual.* 12:57-63.
31. Tratado Universal del medio ambiente, 1993, volumen 3 Editorial Héroes de la Independencia, México.
32. TURCO, R. F. 1994. Coliform bacteria. En: R. W. Weaver et al. (ed.). *Methods of soil analysis. Part 2 Microbiological and Biochemical Properties.* Madison, WI, Soil Sci. Soc. Am. Inc., pp. 145-158.
33. VITOUSEK, P. M.; J. D. ABER; R. W. HOWARTH; G. E. LIKENS; P. A. MATSON; D.W. SCHINDLER; W. H. SCHLESINGER; D. G. TILMAN. 1997. Human alteration of the global nitrogen cycle: Sources and consequences. *Ecol. Applic.* 7: 737-750.
34. WARD, M. H.; S. D. MARK; K. P. CANTOR; D. D. WEINSBURGER; A. CORREAVILLASEÑOR; S. H. ZAHM. 1996. Drinking water nitrate and the risk of non-Hodgkin's lymphoma. *Epidemiol.* 7: 465-471.