

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA, MINERA Y METALURGICA**

**SECCIÓN DE POST-GRADO**



**TESIS**

**ESTUDIO DE IMPACTO Y GESTIÓN AMBIENTAL  
EN LA CIUDAD DE AREQUIPA**

**PRESENTADA POR:**

**EDGAR ROQUE GUTIERREZ SALINAS  
PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS  
CON MENCIÓN EN MINERÍA Y MEDIO  
AMBIENTE.**

**LIMA - PERU  
2002**

# **ESTUDIO DE IMPACTO Y GESTION AMBIENTAL EN LA CIUDAD DE AREQUIPA**

## **RESUMEN**

## **SUMMARY**

### **CAPITULO I**

#### **PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACION**

	Pág N°
1.1.- Generalidades	1
1.2.- Introducción	2
1.3.- Alcances y limitaciones	3
1.4.- Area de estudio	4
1.5.- Objetivos	5
1.6.- Metodología	5
1.7.- Gestión y política ambiental	6
1.8.- Agradecimientos	6

### **CAPITULO II**

#### **MARCO FISIOGRAFICO Y GEOLÓGICO DE AREQUIPA**

2.1.- Marco fisiográfico	8
2.2.- Consideraciones topográficas y fotogramétricas	9
2.3.- Marco Geológico	9
2.4.- Descripción litológica- estratigráfica	10
A) Gneis Charcani (Complejo Basal de la Costa)	10
B) Grupo Yura	11
C) Grupo Tacaza	12
D) Volcánico Llallahui	13
E) Formación Sencca	14

F) Grupo Barroso	16
f 1.- Volcánico Chila	16
f 2.- Volcánico Barroso	16
G) Flujos de Barro	17
H) Depósitos de morrenas y fluvio-glaciares	18
I) Depósitos Chiguata	19
J) Depósitos piroclásticos, aluviales y fluviales	19
K) Rocas intrusivas	20
2.5.- Tectónica y sismicidad.	22
2.6.- Recursos mineros	22

### **CAPITULO III**

## **DIAGNOSTICO DE LA HIDROGEOLOGIA E HIDROLOGIA DE LA CIUDAD DE AREQUIPA**

3. 1.- Generalidades	24
3.2.- Historia geológica de la Cuenca de Arequipa	25
3.3.- Ciclos periódicos de lluvias, sus cambios geológicos	26
3.4.- Diagnóstico de la hidrogeología e hidrología	28
3.5.- Las aguas superficiales en el área de estudio	29
3.6.- Las aguas subterráneas del área de estudio	30
3.7.- Contaminación de las aguas no reguladas de la cuenca	31
3.8.- Contaminación de las aguas reguladas de la cuenca	32

### **CAPITULO IV**

## **IMPACTO AMBIENTAL EN LA CIUDAD DE AREQUIPA**

4.1.- Generalidades	33
4.2.- Contaminantes atmosféricos	34
4.2.1.- Principales contaminantes atmosféricos	36

	Pág. N°
4.2. 1. 1.- Contaminantes particulados	37
4.2.1.2.- Gases	43
4.3.- Impacto ambiental por problema de los olores	49
4.4.- Impacto por ruido ambiental	49
4.5.- Impacto ambiental atmosférico	51
4.6.- Impacto ambiental por el transporte vehicular	54
4.7.- Impacto ambiental por la basura	58
4.7. 1.Depósitos basurales de la ciudad de Arequipa	61
4.7.2.- Rellenos sanitarios	66
4.8.- Impacto ambiental por las curtiembres	69
4.9.- Impacto ambiental por las aguas servidas	71
4. 10.- Impacto ambiental por el uso de agroquímicos	78
4.1 1.-Impacto ambiental por la actividad volcánica	81
4.12.-Impacto ambiental por la actividad sísmica	82

**CAPITULO V**  
**IMPACTO AMBIENTAL HIDRICO DE LA CIUDAD DE**  
**AREQUIPA**

5. 1. – Generalidades	84
5.2.- Ciclo del agua	84
5.3.- Impacto ambiental hídrico	85
5.4.- Impacto ambiental de las subcuencas	86
5.4. 1.- Subcuenca del río Andamayo	86
5.4.2.- Subcuenca del río Mollebaya	87
5.4.3.- Subcuenda del río Yarabamba	88
5.5.- Impacto ambiental de las Microcuencas	90
5.5. 1.- Quebradas Chilina	91
5.5.2.- Quebrada de San Lázaro	94
5.5.3.- Quebrada de Miraflores ( Salaverry)	96
5.5.4.-Quebrada de Mariano Melgar	98

	Pág. N°
5.5.5.- Quebrada de Paucarpata	100
5.5.6.- Quebrada de Chullo	102
5.6.- Impacto ambiental por el drenaje pluvial	103

## **CAPITULO VI**

### **GESTION AMBIENTAL DE LA CIUDAD DE AREQUIPA**

6. 1.- Generalidades	105
6.2.- Gestión ante el ruido ambiental	107
6.3.- Gestión ambiental atmosférica	108
6.4.- Gestión ambiental por el transporte vehicular	109
6.5.- Gestión ambiental por la basura	110
6.6.- Gestión Ambiental de las curtiembres	112
6.7.- Gestión ambiental de las aguas servidas	112
6.8.- Gestión ambiental por el uso de agroquímicos	114
6.9.- Gestión ambiental de las subcuencas	114
6.10.- Gestión ambiental de las microcuencas	116
6.11.- Gestión ambiental ante el riesgo volcánico	120
6.12.- Gestión ambiental ante la actividad sísmica	121
6.13.- Gestión ambiental debido al drenaje pluvial	122

**CONCLUSIONES.**

**RECOMENDACIONES.**

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

**VITA (BIOGRAFIA).**

**LAMINAS.**

**FOTOGRAFIAS.**

## RESUMEN

Uno de los grandes problemas de la cuenca del río Chili es su contaminación, debido a la presencia de asentamientos humanos que hacen llegar sus desechos sólidos, elementos tóxicos, basuras, que van a incidir directamente en la calidad de sus aguas, siendo de vital relevancia por su utilización para consumo humano y uso agrícola, la modificación del relieve con su medio hábitat es otro de los impactos medioambientales potenciales más importantes.

La cuenca del río Chili se ubica en la provincia de Arequipa, comprendida en la Cadena Volcánica de la Cordillera Occidental, conformada por rocas sedimentarias, volcánicas, intrusivas y una inmensa llanura encerrada entre la Cordillera Volcánica y el Batolito de la Caldera.

La agreste topografía que caracteriza a la mayor parte de la zona en estudio, ha permitido que gran parte de la ciudad esté emplazada en las riberas de los ríos secundarios o subcuencas, por lo que tiene una gran capacidad de asimilación de vertimientos de las industrias, actividad humana, entre otros.

Las principales fuentes de contaminación se encuentran en los gases que se producen por la actividad humana, así como el ruido ambiental, las curtiembres que vierten sus contaminantes hacia el río, la basura que es incinerada al aire libre y sin ningún tipo de control sanitario en los botaderos o torrenteras, las aguas servidas que en un 70% van a verter sus aguas al río Chili a la altura de Alata (Tingo), por no tener una planta de tratamiento para la magnitud de la ciudad de Arequipa, los agroquímicos influyen en el deterioro de la salud.

Las subcuencas por estar en las partes más altas de la zona en estudio, con una población escasa, no presentan mayor contaminación que no sea la presencia de basura en sus márgenes, hacia las partes bajas ya se nota la contaminación debido a la presencia de aguas servidas que vierten directamente a éstos, así como desechos, basuras, y que van a confluir posteriormente al río Chili.

Las microcuencas o denominadas torrenteras son activamente potenciales en épocas de lluvias, generando problemas en sus riberas, en sus márgenes se emplazan viviendas, producto de una mala planificación urbana, en sectores viene a constituir los muros de contención de estas torrenteras, con el peligro que por la configuración litológica existente vayan a colapsar irremediablemente.

Debido al crecimiento vertiginoso y desordenado, producto de las migraciones principalmente, la ciudad de Arequipa es vulnerable no sólo a la contaminación ambiental, sino también a desastres naturales por ser una zona eminentemente sísmica, teniendo la mayor incidencia en los terrenos aluvionales donde justamente se asienta la mayor parte de la población, se presentan riesgos de carácter volcánico y por drenaje pluvial, donde las torrenteras son las de mayor incidencia potencial.

Para lograr una solución a esta problemática se tiene que efectuar en forma amplia una gestión medioambiental, que implique un compromiso de reducir los impactos ambientales, efectuando evaluaciones, controles, monitoreos y reducciones de las emisiones atmosféricas, efluentes líquidos, desechos sólidos, ruido, además de planificar y mantener planes de contingencia ante eventuales riesgos de contaminación y desastres naturales.

Para poder controlar el efecto dañino que produce el ruido, es necesario mitigar la propagación de las ondas sonoras utilizando sistemas de amortiguación adecuados, a la vez que se debe obligar a las autoridades competentes realizar un control exhaustivo de aquellos que producen ruido con decibeles elevados.

Asimismo, se debe reducir los impactos ambientales atmosféricos mediante un programa de remediación medioambiental continuo, mediante una evaluación, control y reducción del nivel de las emisiones atmosféricas. Para el tránsito vehicular es necesario exigir un control de humos periódico y serio, así como mejorar el parque automotor, las curtiembres tienen que concentrarse en sectores donde se permita efectuar un tratamiento adecuado para reducir las concentraciones de sales y sulfatos.

Las aguas servidas tienen que ser tratadas en su integridad antes de ser vertidas a los ríos circundantes y así evitar sean contaminados, exigiendo la construcción de plantas de oxidación de acuerdo a la magnitud de la ciudad de ser considerada como la segunda más importante del país, con un rediseño del alcantarillado de Arequipa. En zonas semi-rurales debe diseñarse las pozas sépticas y filtros anaeróbicos, se tiene que concientizar a la gente del campo agrícola en el uso racional de los agroquímicos con el fin de evitar el deterioro de los suelos y efectuar el cuidado ante los efectos nocivos a la salud humana.

Las subcuencas están siendo impactadas principalmente por la actividad humana, siendo crítica la presencia de pozos ciegos en algunos sectores contaminando las aguas de estas subcuencas, por lo que se debe realizar un proyecto integral multidisciplinario de construcción de plantas de oxidación, rellenos sanitarios, y monitoreos de sus aguas subterráneas. Las microcuencas deben tener un plan de limpieza periódico, efectuando un control de cuidado para evitar las invasiones en sus cauces, tratando de conservar el ancho mínimo conforme a los estudios de lluvias excepcionales, siendo la labor de los gobiernos locales encauzarlas adecuadamente, construyendo sus muros de contención principalmente en zonas muy críticas.



## SUMMARY

One of the big problems of the basin of the river Chili is its pollution, due to the presence of human establishments that make arrive its solid waste, toxic elements, garbages that will impact directly in the quality of its waters, being of vital relevance for its use for human consumption and agricultural use, the modification of the relief with its half habitat is another of the impacts environmental more important potentials.

The basin of the river Chili is located in the county of Arequipa, to be located in the Volcanic Chain of the Western Mountain range, conformed by sedimentary, volcanic rocks, intrusivas and an immense plain contained between the Volcanic Mountain range and the Batolito of the Caldera.

The variable topography that characterizes most of the area in study, has allowed that great part of the city is summoned in the riversides of the secundary rivers or sub-basins. for what has a great capacity of assimilation of vertimientos of the industries, human activity, among others.

The main sources of contamination are in the gases that take place for the human activity, as well as the environmental noise, the tanneries that pour their pollutants toward the river, the garbage that is incinerated outdoors and without any type of sanitary control in the rubbish dump or ravines, the served eaters that in 70% their waters go to flow down to the river Chili to the height of Alata (Tingo), for not having a treatment plant for the magnitude of the city of Arequipa, the agrochemicals influences in health deterioration.

The sub-basins to be in the highest parts in the area in study, with a scarce population, it doesn't present bigger contamination that is not the presence of garbage in their margins,

toward the low parts the contamination it is already noticed due to the presence of served waters that they pour directly these, as well as waste, garbages, and that they will converge to the river later on Chili.

The low basins or denominated ravines are actively potential in rainy seasons, generating problems in their riversides, in their margins housings are summoned, product of a bad urban planning, in sectors comes to constitute the walls of contention of these ravines, with the danger that you/they will collapse hopelessly for the configuration existent litologica.

Due to the vertiginous and disordered growth, product of the migrations mainly, the city of Arequipa is vulnerable not only to the environmental contamination, but moreover to natural disasters to be an eminently seismic area, having the biggest incidence in the terrestrial aluvionales where exactly is settles most of the population, risks of volcanic character are presented and for pluvial drainage, where the ravines are those of more potential incidence.

The environmental administration implies a commitment of reducing the environmental impacts, making evaluations, controls, monitoring and reductions of the atmospheric emissions, liquid tributary, solid waste, noise, besides to plan and to maintain contingency plans before eventual risks of contamination and natural disasters.

## **CAPITULO I**

### **PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACION**

#### **1.1.- GENERALIDADES**

Este trabajo motivo de tesis ha permitido durante su desarrollo tratar de mejorar el Medio Ambiente de la ciudad de Arequipa, así como de la cuenca del Río Chili en su recorrido desde su parte alta en Charcani (Escuela PNP) hasta la zona de Uchumayo, enfocando específicamente el estudio de la contaminación de la ciudad así como del agua y suelo de toda la cuenca circunscrita a esta delimitación.

Considerando en primera instancia la actividad humana y su desarrollo económico en Arequipa, la contaminación ambiental es un problema debido a las actividades productivas, ya sean agrícolas, mineras, textiles, industriales, etc., las que de una u otra manera alteran y contaminan el medio hábitat deteriorando la calidad de vida de la gran parte de la comunidad, valles y otros pueblos aledaños a la cuenca, así como la presencia de los riesgos naturales circunscritos a ésta.

Este trabajo se planteó por etapas y la actividad se desarrolló con salidas de campo, labores de gabinete, interpretaciones de análisis de laboratorio y resultados finales.

-El objetivo conlleva a culminar este trabajo de tesis y optar el Grado Académico de Maestro en Ciencias, con mención en Minería y Medio Ambiente.

## 1.2.- INTRODUCCION

La contaminación de la ciudad de Arequipa, está circunscrita a las aguas del río Chili, las subcuencas y microcuencas, así como el suelo y aire. Se debe tratar de dar solución al grave problema, para ello se tomó en cuenta un replanteo geológico en todo el marco del estudio tanto en la ciudad, sus sistemas de drenaje, microcuencas Oriental como Occidental y en todo el trayecto de la cuenca del río tomando en cuenta las consideraciones litogeomorfológicas, sobre todo en zonas inestables de taludes motivado por fuerte erosión, se realizó un diagnóstico de la hidrología e hidrogeología de la ciudad de Arequipa, su influencia con el clima a través del tiempo, efectuando un historial de las aguas subterráneas, los ciclos periódicos de lluvias, los efectos de la corriente del Niño, el comportamiento geológico y ambiental del valle de Arequipa hace 15,000 años.

Otro grave problema de contaminación en la ciudad es el que genera el transporte vehicular, especialmente el de servicio público, que opera no sólo en condiciones inseguras, sino emanan fuertes cantidades de monóxido de carbono sobre todo en las avenidas troncales de la ciudad peligrando la salud poblacional, fauna, flora y otros medios de vida que necesitan del oxígeno, el problema del polvo es similar en sus efectos pero menor en su magnitud de contaminación vehicular.

La contaminación ambiental de la ciudad y de la cuenca del río Chili, es el problema más grave que afronta Arequipa, sumando a esto la contaminación de las microcuencas y sistemas de todo drenaje al mencionado río, está demostrado, por los estudios realizados, que la parte occidental de Arequipa tiene recursos hídricos menos contaminados, pero a nivel de aguas subterráneas se ha observado en Rural Pachacutec la contaminación de los acuíferos, resaltando que en el distrito de Yura (fuera del área de estudio), se detecta aguas geotérmicas con severos índices de contaminación del agua dulce.

La contaminación del río Chili empieza en el campamento de Charcani (Escuela de Instrucción de la P.N.P.), donde sus colectores de aguas servidas se vierten a la cuenca, el río en su recorrido suma varios agentes contaminantes generando un flujo de agua no deseable en el resto de su trayecto hasta el mar, esta contaminación aumenta por el sector de la Joya y se saliniza seriamente desde el valle de Vitor hasta Quilca. Se efectuó un diagnóstico del agua dulce, su planificación para fines agrícolas y pecuarios, siendo la prioridad su uso para fines poblacionales, hay sectores de la ciudad que se abastecen de agua de vertientes, como en Semi Rural Pachacutec y la zona industrial de la ciudad o Parque Industrial, como se le denomina, una gran parte se abastecen de pozos beneficiando económicamente sus operaciones, el uso del agua para fines industriales también deja como secuelas índices de contaminación.

Las características de contaminación en las microcuencas del río Chili son ocasionadas por el factor humano, por sus precarias viviendas, invasión urbana de torrenteras, presencia en el lecho de basurales, desmontes y toda clase de basuras orgánicas e inorgánicas, que en entradas de aguas por las lluvias llegan al final a desembocar en el río Chili, por lo que su contaminación es mucho mayor, siendo considerado como la columna vertebral de la ciudad.

Por último se presenta un monitoreo de las aguas de la cuenca Oriental de la ciudad, poniendo énfasis en el origen de contaminación, propiedades físicas, químicas, bacteriológicas, siendo las más peligrosas estas últimas.

### **1.3.- ALCANCES Y LIMITACIONES**

Es preocupante que la ciudad de Arequipa y el agua de la cuenca del río Chili se vuelve cada vez más vulnerable a la contaminación, la migración del sur del país se concentra en Arequipa, tal razón motiva un crecimiento poblacional de la ciudad muy desordenado no sólo en sus conos Norte y Sur, sino en las propias faldas del

Volcán Misti, con viviendas irregulares, tugurizadas y con un medio de vida en condiciones de higiene como sanitarias muy deplorables por la carencia y escasez de agua.

Este trabajo es muy complejo por abarcar grandes ámbitos de estudio y tiene limitaciones dentro de sus alcances de estudios e información reciente que pueden aportar con mayor certeza, siendo la mayor fuente de información informes técnicos del sector agrario, de la Junta de Usuarios, INRENA, PRONAMACH, INGEMMET, tesis, monografías, entre los principales.

#### **1.4.- AREA DE ESTUDIO**

La zona de análisis y estudio se encuentra localizada en el flanco Occidental de la Cordillera Occidental de los Andes, entre los 2,200 y 3,600 m.s.n.m., ocupa gran parte de la ciudad de Arequipa y la cuenca del río Chili, forma parte de la Provincia de Arequipa.

La cuenca del río Chili, tiene una orientación preferencial NE-SO, desde Charcani hasta Uchumayo donde infleciona con un rumbo Este - Oeste, perpendicular al litoral, hasta su confluencia con el río Yura para formar el río Vitor. La ciudad de Arequipa, está considerada como la segunda ciudad más importante del Perú, con una tasa de crecimiento poblacional de 5.1 % anual a nivel de la ciudad. El 65% de la gran población de Arequipa se ubica en los pueblos jóvenes.

La población urbana se halla concentrada en un 90% aproximadamente en la ciudad de Arequipa, considerando el cercado y sus distritos colindantes como Miraflores, Cerro Colorado, Cayma, Mariano Melgar, Paucarpata, Bustamante y Rivero, Selva Alegre, Socabaya, Hunter, y los distritos de la zona marginal como Sabandia, Characato, Chiguata, Mollebaya, Yarabamba, etc, considerados todos ellos las zonas de análisis y estudio.

## 1.5.- OBJETIVOS

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo llegar a determinar:

- Un replanteo fisiográfico-geológico de la ciudad de Arequipa, a lo largo de la cuenca del río Chili desde Charcani hasta el distrito de Uchumayo, que contribuya a un diagnóstico más real de su problema ambiental, por el Sureste el replanteo incluye hasta las cuencas de los ríos Andamayo, Mollebaya y Yarabamba.
- Evaluación hidrológica e hidrogeológica, la contaminación del agua en todo el trayecto de la cuenca, presentando alternativas de solución para dar vida al río Chili, elemento vital para la actividad socio-económica de la ciudad de Arequipa.
- Monitoreo e interpretación del agua contaminada.
- Explotación de las aguas subterráneas y otros acuíferos entrampados en la ciudad, prevenir su índice de contaminación y planificar su uso racional para el futuro.
- La contaminación de Arequipa producto de la influencia del tránsito, industrias, agroquímicos, curtiembres, etc.
- Líneas de base (base lines) para la formulación de programas y proyectos de remediación medioambiental.

## 1.6.- METODOLOGIA

El método de trabajo ha consistido en efectuar:

- Un reconocimiento fisiográfico - geológico de la ciudad de Arequipa y de todo el trayecto de la cuenca del río Chili.
- Ubicación de aguas superficiales y de pozos determinando su grado de contaminación, sobre todo la implicancia medioambiental.
- Con ayuda de instrumentos de campo se efectuaron monitoreos y se recolectaron datos, los que se complementaron en el gabinete, ampliando y estudiando sus resultados para determinar conclusiones.
- Se tomaron en cuenta cuadros, valores y resumen de precipitaciones del área de estudio.

-Se efectuó el estudio del comportamiento físico-químico de las aguas que discurren por la cuenca, así como la revisión del estudio hidroquímico existente.

-Se diseñaron patrones sobre el riesgo potencial de la ciudad de Arequipa y de la cuenca del río Chili.

### **1.7.- GESTION Y POLITICA AMBIENTAL**

Una de las consideraciones de la Gestión y Política Ambiental es resolver los problemas de Impacto Ambiental que se presentan en la ciudad de Arequipa y el área de influencia de la cuenca del río Chili, requiere de acciones conjuntas y coordinadas de las fuerzas públicas e instituciones para el manejo de una buena política medioambiental, debiendo regirse a las Normas y Leyes, Reglamentos que emanan de la Dirección General de Asuntos Ambientales del MEM.

La gestión y política medioambiental del presente estudio se rige en base al establecimiento de las normas técnicas para los niveles de contaminación o a limitar las emisiones y efluentes de los diferentes tipos de contaminantes.

Se debe separar o proteger contra el daño diversos ecosistemas, recursos o especies en peligro.

Se debe alentar la conservación de recursos, especialmente el recurso agua, ya que a nivel general es el común denominador del mayor porcentaje de la contaminación existente en la zona de estudio.

### **1.8.- AGRADECIMIENTOS**

Mi agradecimiento va dirigido a todos mis profesores de la Sección de Post- Grado de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica, de la Universidad



Nacional de Ingeniería, por sus enseñanzas y consejos **vertidos**; reconocimiento muy especial a los Ingenieros Pedro Hugo Tumialán de la Cruz, Douglas Hernán Arteaga Lucas, ambos Master of Science, graduados en The University of Missouri at Rolla de EE. UU. AA, y al Ingeniero José Vidalón Gálvez, Ingeniero de Minas UNI y Master en Ciencias Aplicadas de la Facultad Politécnica de Mons, Bélgica, por el valioso asesoramiento, orientación y revisión del presente trabajo.

Del mismo modo deseo agradecer a mi familia, a la memoria de mis padres, y de una manera especial con mi eterna gratitud y cariño a mi esposa e hijos.

## **CAPITULO II**

### **MARCO FISIOGRAFICO Y GEOLOGICO DE AREQUIPA**

#### **2.1.- MARCO FISIOGRAFICO**

El área de estudio comprende el flanco Occidental de la Cordillera Occidental de los Andes con variedad de cotas, las más bajas corresponden a la localidad de Uchumayo (margen derecha del río Chili) y las más altas a Charcani V en las faldas del Nevado Chachani.

Teniendo en consideración el mayor interés que se le da a la cuenca del río Chili en todo su trayecto, se observa una superficie variada, accidentada, resultando laderas aluviales escalonadas, con pendientes escarpadas hacia el río y taludes con pie de cresta y otras vertientes a manera de farallón e inaccesibles, las subcuencas y microcuencas con sus numerosas quebradas drenan sus cauces en épocas de lluvias alimentando el recurso hídrico de la cuenca así como también incrementan el régimen de las aguas subterráneas, de filtración y otros de retorno.

## **2.2.- CONSIDERACIONES TOPOGRAFICAS Y FOTOGRAMETRICAS**

El nivel de base topográficamente en toda la cuenca es casi homogéneo, la cota en la ciudad de Arequipa es de 2,316 m.s.n.m. y en la localidad de Uchumayo es de 2,200 m.s.n.m., y en el sector de Charcani la cota es de 3,600 m.s.n.m., en el discurrir del río no se cuenta con rápidas ni cascadas, ni fuertes desniveles en caídas de aguas.

La topografía en la ciudad de Arequipa es descendente de Este a Oeste, en algunos sectores es relativamente plana, sobre todo en la parte baja de la ciudad, donde los subniveles se colmatan de agua subterránea, la que se originó en las partes altas de la región en notable incremento en época de lluvias.

Las terrazas aluviales de la cuenca del río en su trayecto por la ciudad entre Puente Grau y San Martín presentan cotas superiores a las del lado izquierdo, sin embargo la topografía se torna llana y plana pasando el puente Bolívar hasta el distrito de Tiabaya. En el distrito de Uchumayo, la topografía varía, tomándose a nivel del río el relieve inaccesible, en las zonas circundantes es suave.

La topografía agreste se observa en la parte alta de la cuenca entre la zona de Charcani V, La Tomilla y Alto Cayma.

## **2.3.- MARCO GEOLOGICO**

En la zona de Arequipa se encuentran una gran variedad de formaciones geológicas de naturaleza ígnea (Yarabamba, Uchumayo, Tiabaya ), volcánicas (Miraflores, Chiguata, Mariano Melgar), sedimentarias (Yura, Huanca, Vitor, La Joya), metamórficas (Charcani, Mollebaya), cuyas edades fluctúan desde el Precámbrico hasta el Cuaternario reciente. La importancia de estas formaciones no sólo radica en la cantidad de recursos no renovables (metálicos y no metálicos) que pueden contener, sino por la calidad de suelos que pueden dar origen.

La presencia de la cadena volcánica, mineralización porfírica, variedad de sustancias no metálicas, nos indican la potencialidad minera de Arequipa; asimismo, se cuenta con recursos geotécnicos, susceptibles de explotación mediante una tecnología adecuada.

## **2.4.- DESCRIPCION LITOLOGICA- ESTRATIGRAFICA**

La ciudad de Arequipa, en gran parte de su ámbito urbano y rural (distritos circunscritos al ámbito de estudio), se cubren de una estratigrafía que corresponde desde el Precámbrico hasta el reciente.

### **A). GNEIS CHARCANI (COMPLEJO BASAL DE LA COSTA)**

La roca más antigua que se conoce en la zona es el gneis Charcani, el que presenta colores variables desde rosado a gris verdoso y está compuesto esencialmente por cuarzo y feldespatos en forma bandeada. El gneis en Charcani, Mollebaya y Cerro verde nos permiten deducir que la cimentación de gran parte de la ciudad de Arequipa lo constituyen estas rocas metamórficas.

Intruyendo a éstas se hallan los granitos potásicos antiguos aflorando en varios distritos contiguos a la cuenca (Yarabamba, Tiabaya, Uchumayo, etc.), presentando un color gris a rosado, de grano grueso y foliación bien marcada.

Este tipo de roca ha podido distinguirse de acuerdo a su textura como gneis bandeado y gneis ojoso, presenta un carácter heterogéneo, de composición granodiorítica a diorítica o como esquisto micáceo que debe haberse derivado del metamorfismo de contacto de las intrusiones del Batolito de la caldera. Los gneis se han formado por metamorfismo de rocas granodioríticas, considerándose un

metamorfismo local de emplazamiento profundo y de alto grado y limitado a basamentos Pre-cámbricos.

El gneis bandeado presenta alternancias de minerales félsicos y máficos, roca de grano grueso a fino, de color rosado en superficie fresca y pardo oscuro en superficie intemperizada, el cuarzo y feldespato son dominantes, biotita frecuente y hornblenda que puede presentarse sola.

### **B). GRUPO YURA.-**

El Grupo Yura fue estudiado por W. Jenks (1948) quién estima un grosor de 3,500 m, V. Benavides en 1962 lo divide en 5 miembros, Wilson (1962) le da el rango de Grupo. (Geología del Cuadrángulo de Arequipa 1970).

Este se divide en 5 formaciones, son de origen sedimentario y se extiende regionalmente, al norte del distrito de Yura presenta la zona típica y consta de areniscas cuarcíticas gris parduzcas interestratificadas con lutitas negras en cantidades menores (formación Puente), hacia la base del Grupo Yura; continúan unas lutitas gris melanócratas (Formación Cachios), sigue la secuencia con estratificación de areniscas, areniscas cuarcíticas gris a parduzcas, lutitas y limonitas verde amarillentas a marrón violáceas (Formación Labra), pertenecen al nivel medio del Grupo, hacia el nivel superior se observa unos estratos gruesos de calizas marrón leucócratas a gris melanócratas, fosilíferas, correspondientes a la Formación Gramadal, hacia el tope se ubican unas cuarcitas blancas de grano fino a medio en capas gruesas (Formación Hualhuani). (Vargas L. 1970).

En la zona SE del área de estudio se localiza estas rocas consideradas indivisas, en vista que, debido a sus consideraciones litológicas, estratigráficas así como estructurales, no ha sido posible diferenciarlas, están constituidas fundamentalmente de areniscas finas a medias, de color pardo, se intercalan con derrames volcánicos en la zona inferior o basal, hacia los niveles medios se observa lutitas grises oscuras

intercaladas con areniscas cuarzosas claras, hacia el nivel superior se observa la presencia de calizas con pequeñas intercalaciones de cuarcitas, todas éstas intruidas por rocas intrusivas constituyendo el Batolito de la Caldera. Los afloramientos más conspicuos se ubican en el cerro Huatalaca a 4 kms al Noroeste así como a 3 kms al Suroeste del pueblo de Polobaya (faldas del cerro La Tala).

### **C). GRUPO TACAZA**

N. Newell (1949) le da el nombre de Tacaza en el lugar típico de la Mina Tacaza en Puno (Cuadrángulo de Lagunillas), este Grupo aflora en la zona sur de Puno, Arequipa, Moquegua y Tacna. Se le considera como un metalotecto debido a que logra identificarse zonas mineralizadas.

En la zona de Moquegua se presentan a manera de bancos de aglomerados andesíticos, constituidos de fragmentos angulosos de andesitas porfiríticas, englobados en una matriz afanítica.

Se ha establecido tres miembros: el inferior consistente de areniscas y conglomerados, siendo una facie sedimentaria clástica continental, el medio perteneciente a una facie tufácea de composición riolítica, hacia la parte superior una secuencia lávica, con coladas de andesitas y tufos brechoides, a la altura del cerro Cambraca (3.5 kms al Noroeste de Polobaya), como en el cerro Charpinco (1.0 km al Sur de San José de Uzuña) se observa dos afloramientos del Grupo Tacaza considerados del miembro inferior, con conglomerados, tufos riolíticos y derrames traquíticos, de igual modo se observan pequeños afloramientos al Oeste del pueblo de Pocsi.

Tanto el material piroclástico como las capas de lava (derrames lávicos), tienen una configuración a manera de bancos subhorizontales, con un diaclasamiento definido. La potencia máxima estimada en la zona de estudio es de 120 m.

**D). VOLCANICO LLALLAHUI.-**

Está considerado como coetáneo del Grupo Tacaza, pero Maroco y M. del Pino (1966) en el Cuadrángulo de Characato lo considera como Volcánico Llallahui. Los afloramientos más conspicuos se localizan al Este del Volcán Misti, en los cerros Tacune, Carabaya, Huanucagra y Bongarane.

Constituyen afloramientos de derrames de composición andesíticos, de tonos marrón y azul grisáceo, la textura fundamentalmente es porfírica y se presentan a manera de disyunción en lajas, en menor proporción se observa tufos brechosos, así como lavas que se emplazan a manera de bancos gruesos, constituyendo relieves irregulares.

En algunos sectores presenta bancos de basalto con intercalaciones de brechas andesíticas y areniscas tufáceas. En la zona de estudio a la altura del cerro Carabaya presenta brechas cuarcíticas rojizas en una matriz tufácea, encima tufos brechoides, gris claros, sobre estos tufos se presentan horizontes de areniscas tufácea, de colores marrones y verdosos, la granulometría es media a fina, a veces con lentes de conglomerados cuyos fragmentos son de tamaños variables y su composición es volcánico.

Generalmente estos afloramientos se localizan al norte y noreste de la zona de estudio, infrayaciendo a los afloramientos del Volcánico Barroso, por intemperismo se presentan con tonalidades grises oscuros.

Es considerado del Terciario Medio a Superior (Guevara 1969), suprayace a la formación Pichu e infrayace a la formación Maure del Terciario Superior, en ambos casos con discordancia angular.

Se le correlaciona con el Grupo Tacaza, y con parte de la formación Huilacollo en Tacna.

### **E). FORMACION SENCCA.-**

Denominado también volcánico Sencca por Salvador Mendivil en el año de 1965 quien al realizar el estudio de estos volcánicos de la formación Sencca en la frontera de Perú- Chile, los ubica reposando en discordancia angular sobre los depósitos lacustres de la formación Maure, y en algunos sectores sobre las vulcanitas del Grupo Tacaza.

Litológicamente consiste de brechas de tobas con bloques del mismo material, tobas con lapilli y cenizas blancas en paquetes delgados, los tufos son compactos presentándose en gruesos bancos y se extienden en todo el ámbito de la ciudad de Arequipa, abarcando sus mayores afloramientos en el valle del Chili, Yarabamba, Yura Viejo, Pampa de Arrieros.

Sus afloramientos generalmente están formando una faja angosta hacia el sur entre el río Yura y las lavas del Grupo Barroso hasta llegar al denominado triángulo de Arequipa (Yura- Arequipa- Quishuarani).

Presenta afloramientos extensos compuestos principalmente de tufos riolítico-dacíticos formando masas irregulares, la tonalidades son rosadas en superficie intemperizada, cuando estos tufos son resistentes muestran una disyunción columnar, contienen abundantes fragmentos de piedra pómez, cantos angulosos, feldespatos, granos de cuarzo, biotita, vidrio, es una roca porosa, liviana, poco resistente y textura tufácea.

Debajo de los tufos dacíticos a la altura del Colegio Militar se encuentra un tufo blanco riolítico compacto, brechoide, con poca biotita y una estructura lenticular pronunciada, también se le localiza en las paredes del cañón del río Chili a la altura de la Central Hidroeléctrica de Charcani, así como en el sector Suroriental de la cadena de Pichu- Pichu, se encuentra rellenando pequeñas depresiones y a veces cubriendo elevaciones, se exponen en forma horizontal y subhorizontal.



En sectores está cubriendo en discordancia angular al Grupo Tacaza e infrayace en discordancia erosional a los volcánicos del Grupo Barroso.

En el Departamento de Tacna y parte de Moquegua se le denomina formación Huaylillas, cuya constitución litológica es la misma, presentando tufos riolíticos blanco rosáceos, tufos pardo rojizos y tufos riolíticos brechoides de clastos esencialmente andesíticos.

Algunas veces están configurando el relieve pre-existente, también se presentan a manera de bancos subhorizontales, está conformando los suelos de gran parte de urbanizaciones de la cuenca occidental del río Chili, así como asentamientos del cono norte.

El grosor del Volcánico Sencca pasa los 150 m , aunque existen bancos de espesores reducidos que no llegan a los 10 m., en la zona de Characato sobrepasan los 250 m de potencia, mientras que en los alrededores de Puquina fluctúan entre 30 a 100 m de potencia.

Se puede distinguir tres tipos de tufos en la zona de Yarabamba, un tufo de tonalidades claros a blanquecinos, consistente y compacto, cuyos afloramientos son extensos, el segundo tipo es menos extenso y de color rosado, medianamente compacto y el tercer tipo de tufo es suelto y deleznable, con abundante piedra pómez y de tonalidades rosáceas.

Se le asume una edad del Plioceno Medio a Superior. Salvador Mendivil lo correlaciona con el miembro Superior de la formación Mauri (Bolivia), y la segunda etapa del volcánico Chachani de Jenks (1948).

Se le ha determinado a este volcánico Sencca una edad estimada de 3.5 millones de años.

## **F). GRUPO BARROSO**

Este grupo fue descrito por J. Wilson y W. García (1962), es elevado a la categoría de Grupo por Salvador Mendivil (1965), quién lo dividió en 3 unidades litológicas: Volcánico Chila que se ubica hacia la base, Volcánico Barroso en la parte media y Volcánico Purupurini hacia el tope.

### **F.1.- VOLCANICO CHILA**

Su distribución se localiza en el volcán Misti a manera de coladas, se extiende hasta las inmediaciones del distrito de Miraflores, de igual modo se le ubica en mayor extensión en el Nevado Chachani, y Pichu- Pichu. Están en discordancia erosional sobre los tufos del Volcánico Sencca e infrayace al Volcánico Barroso. (Guevara C. 1969).

Está constituido por andesitas gris verdosas, fracturadas, de textura porfírica, con cristales anhedrales de plagioclasa (posible andesina), hornblenda, matriz fina conteniendo poco olivino. Hacia la parte inferior presenta una andesita negra grisácea gradando a una andesita conglomerática. Por intemperismo toma colores claros y rojizos y por alteración la andesita se vuelve verde.

Tanto el material piroclástico así como las capas de lava tienen una configuración a manera de bancos subhorizontales, con un diaclasamiento definido. La potencia máxima estimada es de hasta 900 m.

Se le asigna una edad correspondiente al Plio-Pleistoceno.

### **F.2.- VOLCANICO BARROSO**

Está constituido por derrames andesíticos, con conglomerados brechoides rojizos, los tonos rojizos se deben a la oxidación que ha sufrido la roca, de un color marrón en

superficie intemperizada y de un color gris oscuro a gris claro en fractura fresca, de textura porfídica, tiene cristales de sanidina, disyunción pentagonal profunda que ocasiona desprendimiento de grandes bloques sub-angulares.

Yace en discordancia erosional al Volcánico Chila e infrayace a los flujos de barro, depósitos fluvio-glaciares y aluviones recientes.

Esta unidad se halla muy bien expuesta en el área del Pueblo Joven Independencia en su ladera alta, La Tomilla y Acequia Alta, en el mismo límite de las faldas del Misti y la ciudad de Arequipa. Está distribuida en la mayor parte del Nevado Chachani, considerando de igual modo a los conos recientes de los cerros Cortaderas y el Tolar respectivamente.

Jenks lo considera dentro de la tercera etapa de las crisis climática y a la cuarta etapa de Cárdenas o sea la etapa basáltica. Los depósitos detríticos que pertenecen a la tercera crisis climática se les ubica yaciendo a los tufos salmón, y se le asigna una edad Pleistocénica media de casi unos 700,000 años, el espesor varía entre 15 y 20 m. También se intercalan domos de andesita porfírica y que pertenecen al cerro Cortaderas, se les ubica nitidamente sobre la carretera, muy fracturadas, compuesto de fragmentos semiredondeados y de tamaños variables parecidos a unos conglomerados, siendo de la cuarta etapa de la actividad volcánica de Jenks, descansan sobre los aluviones del aeropuerto.

Al volcánico Barroso se le considera del Pleistoceno, encontrándose por encima del volcánico Chila. Se le correlaciona con parte del Volcánico Sillapaca.

#### **G). FLUJOS DE BARRO.-**

Estos depósitos cubren parte de la cuenca Oriental de la ciudad de Arequipa, considerando la cadena de las estribaciones andinas del flanco Occidental, incluye Chiguata, Characato, Socabaya, Mollebaya y los alrededores de Yarabamba, en su

génesis corresponde a antiguos lahars, litológicamente están constituidos por fragmentos angulosos de rocas volcánicas andesíticas y tufos de tamaño variable en una matriz limosa, encontrándose grandes bloques de tufos, es de poca consistencia.

Las zonas donde se presentan la mayor extensión son Alto Jesús, Sabandía, Mosopuquio, Chiguata, así como otro flujo de barro se considera al norte de la ciudad de Arequipa en las faldas del Volcán Misti, entre las quebradas de San Lázaro y Guarangal.

Son considerados de edad Pleistocénica por correlación, yacen sobre el Volcánico Barroso del Pleistoceno e infrayacen a los depósitos Chiguata del Pleistoceno reciente.

Fenner los consideró como morrenas, o sea de origen glaciario, pero Jenks (1948) afirmó que estos depósitos provienen del flanco Occidental del nevado Pichu-Pichu, debido a una avalancha de lodo y agua.

#### **H). DEPOSITOS DE MORRENAS Y FLUVIOGLACIARES. -**

Se exponen al Noroeste del volcán Misti, en el límite occidental, asimismo en las laderas del volcán Pichu - Pichu, por Mosopuquio, la Rinconada y otros anexos del distrito de Chiguata, el material morrénico consiste de bloques y fragmentos angulosos de origen volcánico con matriz areno-arcilloso.

Los depósitos morrénicos se emplazan mayormente en los flancos laterales de las artesas glaciares y se hallan en parte recubiertos por materiales fluvio-glaciares, están constituidos de material volcánico sub-angular a angular de diferente tamaño, los depósitos fluvio-glaciares constan de bloques angulares heterogéneos englobados en una matriz arcillosa.

Depósitos fluvio-glaciares de gran extensión se localizan en las estribaciones del Nevado Pichu-Pichu, al norte del pueblo de Polobaya y en San José de Uzuña, así como al norte del caserío Peña Blanca.

#### **I). DEPOSITOS CHIGUATA**

Estos depósitos se observan al Norte y Oeste del distrito de Chiguata en amplia distribución, extendiéndose a las faldas del Misti por el anexo de Cachamarca y el fundo de Cangallo, Tilumpaya y Quellocona. Constan de diatomitas, areniscas conglomerádicas sueltas semicompactas, depósitos de piedra pómez mostrando una clara estratificación y lapilli.

Las diatomitas suprayacen a los flujos de barro, son depósitos lacustres finamente estratificados con areniscas grises verdosas algo compactas, evidencian una sedimentación tranquila, lacustre y de tipo rítmico con un influjo terrígeno estacional que da origen a las intercalaciones con areniscas finamente estratificadas.

La piedra pómez es de más o menos 2.00 m, con fragmentos más finos hacia abajo y clastos más gruesos hacia arriba, son de color amarillento.

Los depósitos piroclásticos están constituidos por capas de arenas oscuras y ceniza volcánica y lapilli. Se le considera una potencia estimada de 120 m.

#### **J).- DEPOSITOS PIROCLASTICOS, ALUVIALES Y FLUVIALES**

Los depósitos piroclásticos se hallan en gran extensión al Noreste de la ciudad de Arequipa y en las estribaciones del Nevado de Chachani, constan de capas de lapilli con fragmentos de pómez, lavas y algunas escorias en alternancia con arena de grano grueso. Presenta una gran extensión en la Pampa de Pichu- Pichu y al Este de las faldas del Volcán Misti, a la altura de Alto de los Huesos.

Los depósitos fluviales ocupan gran parte de los lechos del río en su trayecto a través de sus valles y están constituidos por conglomerados, gravas, arenas y arcillas de poco espesor.

Los depósitos aluviales constituyen el suelo de la mayor parte de la planicie de Arequipa, se tiene otras extensiones en la parte Oriental como en Mollebaya, Yarabamba, Pampas de Sogay, Pampas de Linares, constan de conglomerados, gravas, arenas, limos y arcillas.

### **K). ROCAS INTRUSIVAS.**

Denominadas Complejo Intrusivo de la Caldera, está constituido por una serie de unidades que se emplazaron separadamente.

**García W (1968)**, resume la historia del batolito en 7 etapas:

- 1.- Intrusión del gabro.
- 2.- Fase temprana de tensión NE-SW, se intruyó el dique de pórfido xenolítico.
- 3.- Intrusión de la granodiorita de Yarabamba.
- 4.- Intrusión del Grupo Inga.
- 5.- Intrusión de los granitos laterales (de Tambo y Jahuay).
- 6.- Intrusión de la granodiorita de Tiabaya.
- 7.- Penetración de stocks y chimeneas volcánicas de pórfido cuarífero y microgranito.

Vargas V, (1970), sin embargo considera 5 etapas de emplazamiento del batolito:

- 1.- Tonalita Torconta.
- 2.- Gabrodiorita.
- 3.- Tonalita de laderas.
- 4.- Grupo Vitor.
- 5.- Granodiorita.

La rocas intrusivas localizadas en la zona de estudio son:

**GRANODIORITA TIABAYA:** Presenta una coloración parda a marrón clara por intemperismo y blanco grisáceo en roca fresca, contiene abundante plagioclasa, con cuarzo, minerales máficos de biotita de color oscuro a bronceado y hornblenda de color verde oscuro, frecuentemente maclados y algo fibrosos. Su contacto con el gneis es ocasionalmente transicional, penetra en el gneis perturbando su foliación, ocupa terrenos de menor altitud con respecto al gneis.

**DIQUES:** Se comportan como estructuras conspicuas, presentando a veces una leve concetricidad sin lineamientos definidos, pueden ser:

Diques pórfido diorítico de color oscuro pardo, gris azulado, matriz afanítica con fenos de hornblenda y biotita, de forma ovalada. Diques de pegmatitas de grano grueso sin estructura preferencial, la ortosa se presenta lenticular, cortan al gneis como a la granodiorita.

Diques aplíticos cuyo emplazamiento se da en su mayor proporción en el gneis, también en la granodiorita, son de color beige oscuro a pardo amarillento.

**MONZONITAS:** Distribuidos en la zona Noroeste, consta de plagioclasa, feldespatos alcalinos, biotita, y cuarzo, granular, de colores gris rosáceo en superficie fresca, a veces de colores blanquecinos por el contenido de cuarzo.

**TONALITAS:** Generalmente se encuentran distribuidas en la zona de Yarabamba, constan de feldespatos, poco cuarzo, minerales ferromagnesianos, de textura porfírica, con tonalidades rosáceas.

**DIORITAS:** de grano grueso, bandeadas y pórfidos cuarcíticos en forma de stock de dimensiones variables.

**GRANITOS:** A manera de stocks, generalmente entre las rocas granodioríticas, con contenido de cuarzo y feldespatos.





## **2.5.- TECTONICA Y SISMICIDAD**

Arequipa está considerado como uno de los departamentos de mayor incidencia sísmica en el sur del país, se relaciona con la tectónica de placas en el sur del Perú, la placa de Nazca converge a la Placa de Sudamérica en subducción hasta una profundidad de 250 km, han ocurrido sismos de gran magnitud como en los años 1958 y 1960, cuyos movimientos fueron destructivos, con 28 muertos y más de 130 heridos en el año de 1958 y 63 muertos y centenares de heridos en 1960, éste último tuvo un radio de perceptibilidad de 750 km, habiendo afectado hasta los departamentos de Ayacucho, Cuzco y Apurímac, siendo de grado VIII en la escala de Mercalli, el último movimiento fuerte ocurrió en 1,979 alcanzando una intensidad de VI, el Instituto Geofísico del Perú (I.G.P), así como el Instituto Geofísico de Characato (UNSA), efectúan una vigilancia permanente en toda la región, así como Defensa Civil planifica periódicamente simulacros de sismos con el fin de mantener en constante alerta a la población.

## **2.6.- RECURSOS MINEROS**

Los recursos mineros de Arequipa están circunscritos a las partes altas, teniendo los centros mineros de Orcopampa, Arcata, Shila, Ares, Caylloma, que son productores de plata, oro, y Madrigal que está paralizada actualmente, están fuera de la zona de estudio.

La Unidad de Producción Cerro verde, viene a ser la mina de gran relevancia en Arequipa, y se encuentra aledaña al área de estudio, productor de cobre esencialmente, tiene un sistema adecuado de conservación medioambiental, pero puede mejorar aún más; hacia el Sureste del área en el sector de Yarabamba se ubican pequeñas minas paralizadas y abandonadas, constituyendo un impacto potencial pasivo de la cuenca debido a que algunas de ellas presentan disposición de relaves y desmontes en superficie, en época de lluvias al combinarse con los

materiales sulfurosos y el oxígeno van a generar drenaje ácido, contaminando la subcuenca del río Yarabamba y agravando consecuentemente la cuenca del río Chili.

Los recursos no metálicos están circunscritos a las zonas de Yarabamba, Mollebaya, Pocsi y Chiguata, siendo importante la extracción de arcillas, diatomitas, y materiales de construcción.

Los recursos energéticos son importantes en la zona, generando energía las centrales hidroeléctricas de Charcani IV y V, que abastecen no sólo a la ciudad de Arequipa, sino a la Mina Cerro Verde y la Fábrica de Cemento Yura. El tipo de energía es hidráulica aprovechando las aguas del río Chili, debido al clima de Arequipa se aprovecha la energía solar mediante paneles solares.

## **CAPITULO III**

### **DIAGNOSTICO DE LA HIDROGEOLOGIA E HIDROLOGIA DE LA CIUDAD DE AREQUIPA**

#### **3.1.- GENERALIDADES**

El agua superficial que se tiene, se maneja y controla para el crecimiento demográfico, siendo igualmente incipiente, su carencia es cada vez mayor y esto debido a los siguientes problemas:

-El desperdicio de agua y falta de una buena racionalización en la frontera agrícola, pareciera no haber un inventario real de lo que es la infraestructura de riego, se presentan aniegos y fuerte erosión en lugares de urbanismo nuevo y moderno.

-El agua para abastecimiento y consumo poblacional cada vez se mantiene en déficit, por la expansión vertiginosa de asentamientos humanos sobre todo en las zonas urbano-marginales, como producto de la constante migración.

-Existe un gran desperdicio de agua en diversas infraestructuras especialmente en la de abastos e industriales.

-Las instalaciones clandestinas originan filtraciones y fuertes pérdidas de agua en diversos sectores de la ciudad sobre todo en los pueblos jóvenes de la cuenca Oriental y Occidental.

-El aforo del río Chili para los programas agrarios de su frontera productiva se rige en función al embalse del sistema de presas, el río tiene un caudal promedio de 9 m<sup>3</sup>/seg en época de estiaje, actualmente tiene un aforo de 15 m<sup>3</sup>/seg.

### **3.2.- HISTORIA GEOLOGICA DE LA CUENCA DE AREQUIPA**

Si nos imaginamos hace 12,000 años el área de la ciudad de Arequipa así como de la cuenca del río Chili y de acuerdo a las manifestaciones geológicas de esa época, toda su área verde, flora y fauna era un espectáculo, verdes prados de lomadas y flores se extendían desde el distrito de Yarabamba en la parte Oriental de la cuenca hasta las áreas del aeropuerto Rodríguez Ballón en el sector Occidental de lo que es la cuenca del río Chili.

El río tenía una crecida muy considerable en relación a su discurrir actual por sus sistemas de quebradas o torrenteras (San Lázaro, Lambramani, Paucarpata, Sabandia, Socabaya,) lo que es hoy el sector Oriental, así como en las quebradas de Chullo, Challapampa y Zamácola en el sector Occidental, discurrían aguas cristalinas y puras alimentando la cuenca en forma perenne, mediante la nieve que cubría en gran extensión y en gruesos paquetes todas las faldas del Misti y esto debido a que en varios continentes ocurrían las glaciaciones comprometiendo Sudamérica y por ende nuestra región. Geológicamente ocurría entonces el enfriamiento del planeta.

El clima era frígido y el cielo permanecía nublado gran parte del año. El agua en abundancia discurría en todo el trayecto de la cuenca hasta desembocar al mar, observándose a su paso en los actuales valles rica flora y fauna silvestre (Uchumayo, Vitor, Siguas, Quilca), ricas en abundancia de agua pura.

Recientemente estudios geológicos investigaron el comportamiento del hielo en estratos hasta de 160 m de espesor, en logeos sistemáticos y en forma microscópica analizaron restos volcánicos, cenizas, su petrología y especialmente los isótopos del oxígeno, su datación, dando a luz algunas hipótesis. Una de ellas describe desde el año 400 D.c. a la fecha ocurrieron grandes períodos de sequía y de fuertes lluvias y en años bien marcados, se deduce que desde 1984 a la fecha se ven mayores anomalías en lo concerniente al ciclo promedio de lluvias con gran influencia de la Corriente del Niño.

El clima de la ciudad de Arequipa se limita entre lo frígido, frío, árido y seco, todo ello a partir del Pleistoceno y con fuertes variaciones a través del tiempo.

### **3.3.- CICLOS PERIODICOS DE LLUVIAS- SUS CAMBIOS GEOLOGICOS**

En el pasado, en nuestro territorio la corriente del Niño sepultó casi todas las culturas con fuertes inundaciones en el norte (Mochica, Chimú ) y total sequía en el Sur (Nazca, Huari, Tiahuanaco, etc), concluyendo que el auge y decadencia de las culturas en mención estuvieron en función al acercamiento y alejamiento de los periodos de lluvias en lapsos de tiempo hasta de 25 años.

Muchos geólogos afirman que los periodos de lluvia y sequía en los últimos miles de años son similares a los actuales, aunque con periodos de sequía creciente, está comprobado que estos fenómenos están asociados a los 4 grandes periodos glaciares de Europa y América en el Pleistoceno.

En la actualidad se ha vuelto un enigma la época de lluvias en cada verano (generalmente en Arequipa las lluvias precipitaban de Diciembre a Marzo), pero se está observando variaciones cada vez más severas, porque el agua anteriormente caía con mayor fuerza y escorrentía, en 1999 las lluvias fueron prolongadas de tipo garúa

en un clima totalmente húmedo, sin embargo en este verano 2000 en Arequipa las lluvias han ocurrido en forma tardía con precipitaciones regulares pero menos frecuentes comparadas con el año 1999, y mucho más débiles comparadas con las lluvias pasadas 30 años atrás, éstas eran muy severas y bien marcadas desde el mes de Diciembre, hasta fines de Marzo. Por los valles formados en fuertes depresiones (Colca, Cotahuasi,) se concluye que las lluvias fueron intensas en épocas geológicas pasadas. De acuerdo a la Misión Científica UNSA-ORSTOM de los estudios geomorfológicos y de climas en el sur del Perú, demostraron desde el final del Plioceno la ocurrencia de 5 grandes periodos de lluvias en una serie de tiempos intermedios secos, áridos y en fases húmedas.

La primera gran crisis climática se produjo hace 3 millones de años junto con la erupción del sillar de Arequipa, las aguas abrieron los valles del Chili, Vitor, Siguas, y Quilca, luego se alterna un período seco y árido.

La segunda crisis de lluvias es menor y la erosión de los valles se incrementó un poco, aparecen una serie de quebradas menores que se ligan a la cuenca del Chili y terminan en otro periodo seco y árido, se le designa a esta fase una edad de 1.5 millones de años.

La tercera fase de lluvias es tan intensa como la primera, esto hace 900,000 años, las grandes avenidas rellenan los valles de arenas y gravas, se extendieron planicies como en el Aeropuerto, Cural, Mariano Melgar, Characato, en la misma ciudad de Arequipa, Vitor, La Joya, Majes, Siguas, terminando con un nuevo período seco por varios miles de años sellado con pequeñas series de erupciones de cenizas volcánicas y ceniceros.

Con menos importancia aparecen la cuarta y quinta fase de lluvias en un margen de 100,000 a 40,000 años y al final de esta última aparecen los primeros pobladores en Sudamérica, sobre todo en la región sierra donde las planicies estaban cubiertas de

pastos por la gran humedad y cercanía a los nevados que favorecieron el desarrollo de una extensa fauna.

A través de las huellas que dejaron estos procesos climáticos y de lluvia se puede concluir que el régimen de precipitaciones va disminuyendo desde hace varios miles de años y que los ciclos y periodos son cada vez más variables en las estaciones conocidas como suceden hasta hoy.

### **3.4.- DIAGNOSTICO DE LA HIDROGEOLOGIA E HIDROLOGIA**

Como se sabe, el escurrimiento de aguas superficiales es limitado, porque generalmente suele presentarse con mayor fuerza durante la estación de lluvias (Enero a Marzo) y se manifiesta por el caudal del río Chili, Andamayo, Mollebaya y Yarabamba, todas estas aguas se aprovechan para el regadío de las zonas agrícolas que aún quedan en la ciudad de Arequipa (aproximadamente unas 13,800 Hás).

La hidrografía de la ciudad de Arequipa obedece, como en las cordilleras, al esquema clásico, cuenca de recepción (barrancas y otras depresiones), canales de escurrimientos y otras geoformas (quebradas y drenajes). Esta hidrografía funciona en los veranos cuando las lluvias son bien marcadas dando lugar a entradas de torrenceras, estas aguas superficiales durante el resto del año se pierden parcialmente en los depósitos de los fondos de los valles costeros, tomando en cuenta la pérdida de caudal, la fuerte evapotranspiración por la fuerte radiación y energía solar y la estación seca.

Las fuentes de alimentación del escurrimiento de aguas subterráneas cuyo origen es de diferentes surgencias, ya sean permanentes o estacionarias, se ubican en la parte oriental de la provincia. Se sabe que, como roca de fondo en el área, se asumen desde rocas metamórficas e intrusivas, sedimentarias, como el Grupo Yura, depósitos volcánicos, flujos de barro, morrénicos, fluvioglaciares, depósitos

piroclásticos y clásticos. Se consideran como formaciones permeables al tufo Sencca y los flujos de lodo, los que alimentan las napas freáticas, siendo el origen de estas aguas en las mismas estribaciones cordilleranas y otras más allá de la cordillera alta. El factor más importante que controla el circuito del agua subterránea es la permeabilidad de estas rocas.

### **3.5.- LAS AGUAS SUPERFICIALES EN EL AREA DE ESTUDIO**

Las aguas superficiales, específicamente de la cuenca del Chili, discurren desde sus nacientes en las cumbres cordilleranas hasta volverlas reguladas por un sistema de represas, racionalizando el agua especialmente para todo el sector agrario a lo largo de la cuenca hasta el mismo litoral. Sin embargo, el agua va perdiendo sus propiedades y calidad a medida que discurre por toda la ciudad de Arequipa, especialmente por la recepción de colectores y emisores de aguas negras. La depredación de este recurso y su manejo sobre todo en labores de riego lo realizan con agua contaminada pero el problema no acaba ahí, la intoxicación y pérdida de suelos y la fuerte erosión por la dureza del agua determinan definitivamente la contaminación del agua y el suelo improductivo agravándose más a medida que pasa el tiempo.

Las aguas provenientes de la cuenca Oriental corren la misma suerte, es decir se contaminan gran parte en el sector agrario y otra en el sector industrial incidiendo en la depredación de suelos por razones ya expuestas. El agua superficial en deterioro se programa en su discurrir en áreas agrícolas ubicadas fuera de la ciudad (Congata, Uchumayo), llegan estas aguas a los valles de Vitor, La Joya, Sotillo, Siguas y finalmente Quilca con una fuerte y total contaminación, el sistema de infraestructura de riego moderno afecta las irrigaciones de La Joya Antigua, Nueva, San Camilo, San Isidro y La Cano, siendo otro de los serios problemas de la contaminación del agua la salinización.



### **3.6.- LAS AGUAS SUBTERRANEAS DEL AREA DE ESTUDIO**

Está comprobado que gran parte de la ciudad de Arequipa cuenta con napas acuíferas en hidrodinámica definida de Este a Oeste, aguas que en un gran volumen no son aprovechables al no ser explotadas en su magnitud. La falta de investigación en las entidades que regulan, administran y controlan el agua para diversos fines especialmente el sector agrario, motivan preocupación, porque este recurso hídrico sin su aprovechamiento en varios sectores ya se está contaminando. Asimismo no se tiene un estudio o control geológico estructural en el comportamiento de las principales vertientes que apoyan los programas de abastecimientos especialmente las fuentes que se ubican en la parte oriental de la Provincia.

El agua subterránea en toda el área de estudio tiene diversas manifestaciones, es decir no siempre es benigna por ser perjudicial en algunos casos, tal como se observa en el campo.

En la zona de Lara, Huasacache, y alrededores el agua está a flor de superficie haciendo dificultosa la cimentación y estructuras del urbanismo y viviendas en esta parte del distrito de Socabaya. Estas aguas aumentan en volumen debido a las aguas de retorno que provienen de la frontera agrícola de Yumina y Sabandía, presentando una hidrodinámica constante sobre todo por el fuerte caudal del manantial "Lourdes", que junto con el manantial "Ojo" superan ambos los 200 lt /seg.

En el distrito de Cerro Colorado, en Semi Rural Pachacutec (urbanismo agroindustrial y de vivienda) en un inventario de 210 pozos a tajo abierto, se encontró el acuífero entre 18 y 25 m de profundidad, el agua que se extrae es para consumo humano, pecuario e industrial, a pesar de contar con instalaciones de agua y desague, los del lugar no lo utilizan, hacen uso de silos y letrinas sin normas técnicas ni sanitarias, filtrando sus aguas y desechos al mismo acuífero el que a través del tiempo será totalmente contaminado.

Se tiene otras aguas de retorno por la zona de Huayco Chico que provienen de la frontera agrícola de Challapampa y Zamácola, sin embargo al llegar a la cuenca del río Chili aumenta su contaminación al salir de la ciudad, por la zona del Cural se observa otras filtraciones, por las Pampas de la Estrella se observa un índice menor de contaminación.

### **3.7.- LA CONTAMINACION DE AGUAS NO REGULADAS DE LA CUENCA**

De la frontera agrícola en la parte oriental de Arequipa sólo quedan aproximadamente 6,800 Hás y esto por dar paso al urbanismo en áreas de cultivo y en muchas circunstancias sin tomar en cuenta la infraestructura de riego en el avance del plano catastral rural y urbano. Asimismo, se tiene la pérdida de grandes extensiones eriazas debido a nuevos asentamientos humanos cuya primera necesidad es el agua, la que es muy dificultoso programarles a corto o mediano plazo, tal razón expone en estos sectores mayor contaminación.

La contaminación del agua no sólo se genera en el drenaje o quebradas de estos nuevos asentamientos cuando llueve, sino en el trayecto de los canales de regadío en las subcuencas que alimentan al río Chili, ya que en el recorrido de sus cauces arrojan basura, desechos, aguas servidas y otros generando la contaminación del agua en todo su trayecto de los distritos orientales de la ciudad, siendo los más afectados Chiguata, Paucarpata, Bustamante y Rivero, Yarabamba y Socabaya por sus serios índices.

Aumenta este serio problema la basura, desmonte y otros desechos que van llenando las quebradas y los nuevos lechos de la subcuenca, ya que en la ciudad a nivel de provincia y distrito no se cuenta con rellenos sanitarios, los existentes son informales y se utilizan más para criaderos de cerdos por gentes inescrupulosas, las que no miden sus consecuencias para la salud humana.

Las vertientes que dan vida a pueblos y que es su medio de existencia en la parte oriental de la ciudad, también se ven afectadas por la contaminación, ya que en su recorrido y uso de canales se observa descuido, suciedad y falta de mantenimiento.

### **3.8.- LA CONTAMINACION DE AGUAS REGULADAS DE LA CUENCA**

Las aguas reguladas del río Chili tienen en toda la cuenca  $9.4 \text{ m}^3/\text{seg}$  para su frontera agrícola,  $1.5 \text{ m}^3/\text{seg}$  para abastecimiento. De su área de riego sólo quedan aproximadamente 7,000 Hás, esperando que se controle el vertiginoso urbanismo que se observa desde hace 20 años, los problemas de la contaminación son mucho más severos en el agua, esto debido al indiscriminado vertimiento de sustancias químicas, tóxicos (de las fábricas, hospitales, canales, curtiembres, industrias, etc), detergentes, basura, escombros, desechos domésticos y lo peor, las aguas servidas.

Asimismo, las quebradas, torrenteras, drenajes de la ciudad sobre todo en su parte alta completa la total contaminación y degradación de la cuenca (Independencia, Apurímac, Atalaya, en los distritos de Cayma, Alto Selva Alegre, Mariano Melgar, Paucarpata, Chiguata donde se ubican severos focos de contaminación de la cuenca, en todo su recorrido.

## **CAPITULO IV**

### **IMPACTO AMBIENTAL EN LA CIUDAD DE AREQUIPA**

#### **4.1.-GENERALIDADES**

La contaminación del agua y del suelo es atribuida en gran parte al inadecuado manejo de los residuos sólidos y líquidos. La generación de los primeros está relacionada con el número de habitantes, sus hábitos de consumo y el desarrollo tecnológico, influyen también la extensión del territorio, la heterogeneidad en los patrones de consumo, el crecimiento industrial acelerado y desigual, el incremento de la producción de basura, la emigración de la población rural a los centros urbanos y la falta de planificación.

Ninguna población puede aumentar sin experimentar las consecuencias de su desarrollo. En el caso del aire, la aglomeración de poblaciones ha afectado su calidad debido a la concentración de las actividades productivas, los combustibles consumidos, el tipo de tecnología industrial y de servicios, las emisiones de los vehículos, así como la interacción de estos factores con las condiciones meteorológicas existentes en cada lugar.

Los humanos generalmente se han servido de la tierra como soporte y lugar para el depósito de desperdicios. Los residuos empezaron a convertirse en problema cuando

crecieron los asentamientos humanos, la carencia de planes y tecnologías para su manejo y disminución, han provocado en diferentes épocas múltiples epidemias.

Se ha podido definir diferentes tipos de contaminación relacionados con la atmósfera, el medio natural, o generados por la actividad humana.

#### **4.2.- CONTAMINANTES ATMOSFERICOS**

La contaminación atmosférica se define como la presencia en el aire de sustancias extrañas, sean gaseosas, sólidas o una combinación de ambas, en cantidades considerables y durante un tiempo de permanencia tal, que pueden provocar efectos nocivos para la salud humana y un deterioro de los bienes de uso y el paisaje.

La concentración de contaminantes atmosféricos se expresa en dos tipos de unidades: la primera para contaminantes gaseosos expresados en partes por millón en volumen (ppm), las concentraciones típicas de los contaminantes atmosféricos gaseosos son del orden de 0.0001 por 100 en volumen o sea de 1 ppm. La segunda unidad de medida de concentración utilizada es expresada en microgramos por metro cúbico, y cuyo símbolo es  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , se utiliza esta medida para las partículas y también a veces para los gases, (Seinfeld, Jhon ,1987).

Los contaminantes atmosféricos se pueden definir como:

- a) Contaminantes primarios.- aquellos procedentes directamente de las fuentes de emisión.
- b) Contaminantes secundarios.- aquellos originados por interacción química entre los contaminantes primarios y los componentes normales de la atmósfera.

Las sustancias contaminantes atmosféricas pueden clasificarse de acuerdo a un criterio químico y físico en:

- a).- Compuestos del azufre
- b).- Compuestos del nitrógeno.

- c).- Compuestos del carbono (con excepción del monóxido y dióxido de carbono).
- d).- Monóxido y dióxido de carbono.
- e).- Compuestos de los halógenos.
- f).- Partículas.
- g).- Compuestos radioactivos.

El  $\text{CO}_2$  y el  $\text{CO}$  provienen de la combustión completa e incompleta de combustibles carbonosos, algunos compuestos de los halógenos como el  $\text{HF}$  y  $\text{HCl}$  se originan de operaciones metalúrgicas especialmente, los compuestos de flúor son peligrosos e irritantes para las personas, los animales y las plantas, constituyendo un porcentaje muy bajo de los contaminantes atmosféricos que se suelen encontrar en las zonas urbanas.

El ozono es otro contaminante secundario, las concentraciones de ozono en ciertas atmósferas contaminadas pueden alcanzar en algunos casos 0.5 ppm.

El  $\text{SO}_2$  y las partículas provienen de la combustión del carbón y de los carburantes ricos en azufre, las gotitas de ácido sulfúrico tienden a irritar los pulmones y las partículas de hollín que se origina de la combustión del carbón, forman una capa de mugre que se deposita en las superficies expuestas.

Los contaminantes del aire que están asociados con la atmósfera urbana, pueden afectar las propiedades atmosféricas reduciendo la visibilidad, formando y precipitando neblina, reduciendo la radiación solar, alterando las temperaturas y la distribución de los vientos. Los contaminantes atmosféricos pueden afectar los materiales, bien ensuciándolos o deteriorando su composición química.

Existen, asimismo, contaminantes que afectan a la vegetación como el dióxido de azufre y el etileno, en menor grado lo están el cloro, cloruro de hidrógeno, amoníaco y el mercurio. Los contaminantes gaseosos penetran en la planta e interrumpen la fotosíntesis, produciendo una reducción en la velocidad de crecimiento de la planta o su muerte por completo.

El sistema respiratorio tiene varios niveles de defensa contra la invasión de cuerpos extraños, ya sea grandes o pequeños, las partículas grandes son filtradas por los pelos del conducto nasal y son retenidas por la mucosa que cubre la cavidad nasal y la tráquea, las partículas grandes no pueden tomar las acusadas curvas del conducto nasal y a causa de su inercia chocan contra la pared de la cavidad nasal cuando el aire se precipita hacia los pulmones, o partículas que pueden ser interceptadas por los finos pelitos que tapizan las paredes del sistema respiratorio. Partículas mayores de 5  $\mu\text{m}$  ( $5 \times 10^{-6}\text{m}$ ) son eliminadas por el sistema respiratorio, mientras que las de diámetro inferior no son retenidas.

El  $\text{CO}$ , el  $\text{NO}_2$  y el  $\text{O}_3$  son relativamente insolubles y pueden penetrar profundamente en el pulmón hasta las cavidades alveolares. El dióxido de nitrógeno y el ozono provocan edema pulmonar (hinchazón), que impide el intercambio de gases con la sangre. El monóxido de carbono pasa de las cavidades alveolares a la sangre, donde se combina con la hemoglobina del mismo modo que el oxígeno.

La presencia de gases que resulten ser tóxicos para la vida, pueden ser entre otros el monóxido de carbono, compuestos de azufre, óxidos de nitrógeno, oxidantes, nitrato, los metales y los iones metálicos.

#### **4.2.1.- PRINCIPALES CONTAMINANTES ATMOSFERICOS**

Los contaminantes atmosféricos se clasifican en particulados y por gases.

#### **4.2.1.1.- CONTAMINANTES PARTICULADOS**

Una partícula es cualquier sustancia, a excepción del agua pura, presente en la atmósfera en estado sólido o líquido bajo condiciones normales y cuyo tamaño es microscópico o submicroscópico, pero siempre superior a las dimensiones moleculares. Estas partículas toman diferentes términos:

**-POLVOS.-** son partículas sólidas dispersas en un gas, originadas por la desintegración mecánica de algún material como las nubes producidas por la trituración y pulverización de rocas

**-HUMOS.-** son pequeñas partículas originadas por condensación de un vapor supersaturado, conteniendo concentraciones relativamente elevadas de sustancias de baja presión de vapor, como suspensiones de partículas resultantes de una combustión. Emanación es un término semejante a humo, se refiere a partículas formadas por condensación, sublimación o reacción química y una parte predominante en peso posee un diámetro inferior al micrómetro.

**-NIEBLAS.-** Suspensión de pequeñas gotas líquidas formadas por la condensación de un vapor, se compone de partículas bastante grandes, con un diámetro superior a los 10 micrómetros ( $\mu\text{m}$ ) y de concentraciones bajas. Si su concentración es lo suficientemente elevada como para oscurecer la visibilidad, la niebla toma el nombre de neblina.

**AEROSOLES.-** Viene a ser una nube de partículas microscópicas y submicroscópicas en el aire, como un humo, una emanación, una niebla o una neblina.

Los contaminantes particulados se pueden subdividir en partículas totales en suspensión y metales pesados.(Dirección General de Salud, DIGESA, 1976).

#### **A).- PARTICULAS TOTALES EN SUSPENSION (PTS).**

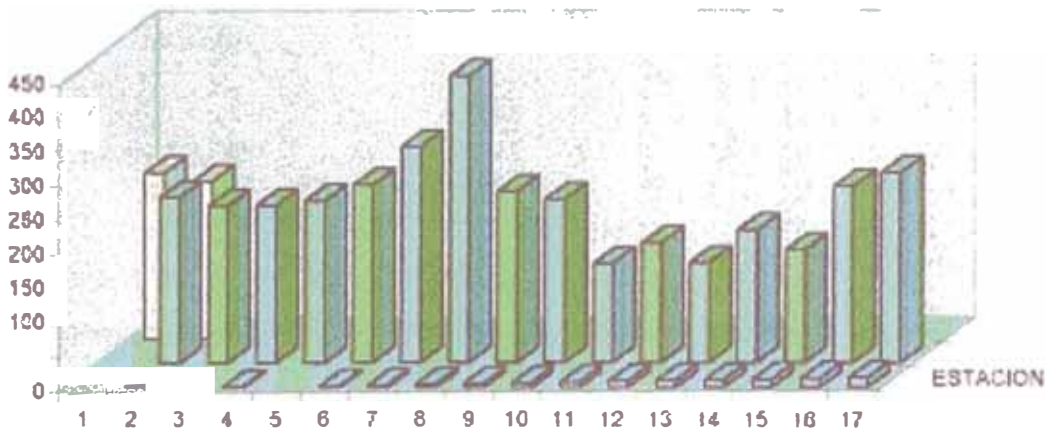
Para el muestreo de las PTS se utiliza un muestreador de alto volumen, que tiene un motor de aspersion de alto flujo ( $1.5 \text{ m}^3/\text{min}$ ) el cual succiona el aire del ambiente,



## CONCENTRACION DE POLVO TOTAL EN SUSPENSION

ESTACION	MUESTRA N°	FECHA DE MUESTREO	CONCENTRACION
1	M-1	24-25 Ene.	243,31
	M-2	25-26 Ene.	230,82
2	M-1	24-25 Ene.	231,61
	M-2	25-26 Ene.	237,8
3	M-1	26-27 Ene.	261,23
4	M-1	26-27 Ene.	316,98
5	M-1	27-28 Ene.	420,66
6	M-1	27-28 Ene.	252,12
7	M-1	28-29 Ene.	240,45
8	M-1	28-29 Ene.	146,12
9	M-1	29-30 Ene.	176,01
10	M-1	30-31 Ene.	147,15
11	M-1	29-30 Ene.	194,89
12	M-1	30-31 Ene.	166,36
13	M-1	31 Ene.-01 Feb.	259,12
14	M-1	31 Ene.-01 Feb.	279,83

## CONCENTRACION DE POLVO TOTAL EN SUSPENSION



haciéndolo pasar a través de un filtro de fibra de vidrio, que retiene partículas de hasta de 0.3  $\mu\text{m}$  de diámetro. La concentración de las partículas suspendidas totales se calcula, determinando el peso de la masa recolectada y el volumen de aire muestreado. La concentración de las partículas suspendidas totales se calcula, determina el peso de la masa recolectada y el volumen del aire muestreado. El periodo de muestreo comprende 24 horas, las unidades de concentración para este contaminante se dan en microgramos por metro cúbico ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Los efectos de las partículas en suspensión son diversas, dependen de la composición química, estas partículas oscilan de menos de una micra hasta unas micras aproximadamente, dentro de estas partículas en suspensión se encuentran las respirables (menores de 7 micras), así también las inhalables (menores de 2 micras), estas partículas son capaces de ingresar hasta los alveolos pulmonares aumentando su toxicidad si se trata de partículas con composición química compleja.

## **B).- METALES PESADOS**

Dentro de los principales metales pesados se tiene al plomo (Pb), cromo Cr), cadmio Cd) y zinc(Zn).

### **B.1.- PLOMO**

Un porcentaje considerable proviene del plomo de la gasolina, se encuentra como un complejo inorgánico de Cloro bromuro de plomo (Pb B Cl) cuando es emitido por vehículos, en partículas de diámetro muy pequeño (0.1  $\mu\text{m}$ ), El plomo que origina los automóviles se asocia exclusivamente con partículas dentro del rango de lo respirables, esto es con un tamaño predominante de partículas de una micra de diámetro o menos, las cuales pueden alcanzar más fácilmente la porción inferior del pulmón (los alveolos), donde el plomo se encuentra disponible para intercambio dentro de la corriente sanguínea. Se ha demostrado experimentalmente que al menos 20% del Plomo inhalado se puede absorber.

Los vehículos también emiten algunos vapores de alquilos de plomo, de igual modo la producción de este metal está asociado a algunas industrias como fundiciones, baterías, etc.

Los efectos agudos de envenenamiento por plomo en humanos incluyen irritabilidad, parálisis de nervios motores, anemia, abortos y defectos en el sistema nervioso de los niños, que incluyen retraso mental, parálisis cerebral y atrofia del nervio óptico. Los efectos agudos se observan por lo general como resultado de la ingestión de plomo. El efecto de exposición prolongada a niveles subagudos es de gran interés en cuanto a los estudios de contaminación. (Cano F. T. 1976).

**El tetraetilplomo contenido en la gasolina produce una concentración de plomo en el aire,** las emisiones que provienen de las fundiciones y de las operaciones de recuperación de metales producen fuentes locales de plomo. La gran correlación que existe entre los niveles de plomo en el aire, el volumen de tráfico y la distancia a las calles deja bien claro que los vehículos son los responsables de la mayor parte del plomo en el aire.

La mayor parte del problema hoy está en los niños que chupan porciones de pintura arrancadas de las paredes de sus casas viejas. Los niños que comen pintura con plomo pueden recibir cantidades adicionales de plomo en el aire y el polvo. Alrededor del 10% del plomo ingerido se puede absorber en el estómago mientras que el 20- 50% del plomo inhalado se absorbe en los pulmones.

El pequeño tamaño de partícula del plomo en el aire facilita su acceso a los pulmones. Es probable que la utilización del plomo en la gasolina se reduzca debido a que envenena los catalizadores colocados en los escapes para controlar las emisiones de los automóviles.

Los mecanismos de envenenamiento por plomo son complejos, el plomo impide la realización de varias etapas de formación de la hemoglobina, según la vía de penetración en el cuerpo hasta un 60 % de todo el plomo ingerido puede ser retenido por el cuerpo de forma permanente.

## **B.2.- CROMO**

El Cromo se utiliza como aditivo en la producción de aceros inoxidable, aceros especiales y otras aleaciones, en la manufactura de materiales refractados, en la elaboración de hierro y acero, en la fabricación de vidrio y cemento, elaboración de pigmentos, baterías de alta temperatura, fungicidas y curtiembres, etc.

La contaminación del aire puede provenir de las industrias mencionadas. Otra fuente importante de cromo es el Asbesto; que contiene aproximadamente 1500 mg/Kg. El desgaste de los frenos de los vehículos motorizados al emitir asbesto es otra fuente de Cromo.

La exposición prolongada de altas concentraciones de Cromo por vía aérea produce efectos crónicos en pulmones, hígado riñones, tractogastrointestinales y sistema circulatorio.

## **B.3.- CADMIO**

El Cadmio puede ingresar al organismo por ingestión y por inhalación, la ingesta puede ocurrir a través de los alimentos contaminados, los cuadros agudos habitualmente se deben a la ingestión de alimentos. El cuadro de intoxicación aguda se presenta por vómitos, diarrea y dolor abdominal.

La exposición a polvos y humos que contengan concentraciones de cadmio de 1000 ug /m<sup>3</sup> provoca Neumotisis, en tanto que la exposición prolongada a concentraciones de 20ug/M<sup>3</sup> provoca afecciones crónicas al sistema respiratorio.

Debido a la ubicuidad del Cadmio en los ambientes urbanos, se calcula que se ingresa entre 15 - 75 ug de Cd/día. Sólo el 6% de cadmio ingerido es absorbido.

En los fumadores la ingesta de cadmio aumenta ya que existe de 1 a 2,3 ug de Cd/cigarro, en autopsias se ha encontrado que el cadmio se acumula en la corteza renal con valores que van de 0 en los recién nacidos hasta 30 -70 ug/g de tejido en adultos mayores de 50 años.

Aparece geológicamente asociado con el plomo y el zinc. La presencia del cadmio como contaminante del aire está relacionada con la utilización de esos dos metales en orden refinado y fabricación. Este elemento tiene una vida media en el cuerpo humano del orden de 10 a 25 años.

La enfermedad consiste en una fragilidad en los huesos denominada osteomalacia, la presencia de compuestos de cadmio en el cuerpo humano permite una incidencia de enfermedades del corazón.

La contaminación de la atmósfera en la ciudad se genera por el polvo y gases producidos por la naturaleza misma, la actividad humana (hogar doméstico), las industrias, tránsito de vehículos, agricultura, entre las principales.

#### **B.4.- ZINC**

El zinc es un metal que se encuentra mayormente a manera de sulfuro, es empleado generalmente para recubrir el acero mediante el proceso de galvanización, con el fin de protegerlo de la corrosión. Existen materiales que son tóxicos como las pilas de larga duración o también denominadas alcalinas, con contenido de mercurio de 0.5 %, lo que lo convierte en tóxicas.

Existen dos tipos de envenenamiento por el consumo de zinc, agudo y crónico, la toxicidad aguda se causa cuando los animales ingieren sustancias que contienen zinc, objetos metálicos o pintura que contiene pigmentos de zinc. La toxicidad crónica ocurre cuando se consumen cantidades pequeñas de zinc en forma consistente, el óxido de zinc del alambre galvanizado puede ser una causa de envenenamiento crónico, el zinc no se elimina fácilmente del cuerpo, una vez ingerido se deposita en el hígado, riñones, músculo y páncreas, existiendo limitada excreción mediante la orina, tracto intestinal y bilis.

Las señales comunes de intoxicación de zinc pueden ser orina excesiva, problemas gastrointestinales, pérdida de peso, debilidad, anemia, cianosis, la toxicidad en algunos casos presenta letargo agudo, pérdida de peso, diarrea verdosa, pérdida de equilibrio o ataxia, recumbencia y muerte.

La mayor parte del zinc es utilizado en partes del motor eléctrico de los automóviles, también se le emplea en revestimientos de hierro y para obtener aleaciones como latón y bronce. El zinc se usa en grandes cantidades para fabricar baterías eléctricas y ciertos utensilios, en láminas de zinc para el techado, para cubrir el hierro galvanizado evitando el aherrumbrado, también en la fabricación del latón, aleado con el cobre.

En la lámina N° 7 se puede determinar que la menor concentración de plomo se ubica en la estación N° 12 y la mayor concentración en la estación N° 2, la mayor concentración de cadmio se ubica en la estación N° 2 y la menor en la estación N° 7, en la estación N° 10 no se ha localizado muestras de cromo, sin embargo en la estación N° 2 presenta el valor más elevado, la mayor concentración de zinc ha reportado el monitoreo ubicado en la estación N° 12, mientras que la menor concentración se ha determinado en la estación N° 9.

#### **4.2.1.2.- GASES**

Se tiene contaminantes derivados de gases, siendo los más comunes los siguientes:

##### **A).- MONOXIDO DE CARBONO (CO)**

Este contaminante se evalúa con un analizador automático modelo (ECOLYZER), obteniéndose mediciones puntuales, para luego determinar promedios ponderados y concentraciones máximas, expresándose su concentración en partes por millón (ppm).

El envenenamiento por CO resulta de la exposición a los productos generados por la combustión incompleta de combustibles, carbón húmedo y gas de los pantanos, y más recientemente debido a la expulsión poco cuidadosa de los gases del escape de los motores de combustión interna, los efectos del CO son bien conocidos, siendo apreciable la toxicidad aguda a niveles muy por encima de 100 a 200 ppm.

El monóxido de carbono reacciona con la hemoglobina de la sangre para producir carboxihemoglobina, las células que dependen del oxígeno para su sostenimiento sufren carencia de oxígeno. El envenenamiento por monóxido de carbono no ocurre de una vez, sobreviene después de varias horas de inhalación de niveles moderados de CO(200 a 100 ppm).

Durante su funcionamiento normal, las moléculas de hemoglobina contenidas en los glóbulos rojos de la sangre transportan oxígeno para ser canjeado por dióxido de carbono en los vasos capilares que unen las arterias y las venas. El monóxido de carbono es relativamente insoluble y llega fácilmente a los alveolos junto con el oxígeno, se difunde a través de las paredes alveolares y compite con el oxígeno por uno de los cuatro átomos de hierro de la molécula de hemoglobina.

La mayor fuente de CO en las zonas urbanas son los gases de escape de los automóviles, los niveles típicos en zonas urbanas oscilan entre 5 y 100 ppm.

Las hojas de algunas plantas así como el hombre, son productores de CO, en el hombre varía entre 10 y 90 ppm en su aliento dependiendo de factores como son el grado de ejercicio físico, los hábitos de fumador y la constitución metabólica general. Fuera del hogar, los niveles más altos de CO se encuentran cerca de las autopistas y en los puntos en que la densidad de tráfico es máxima.

Se estima que el 58% de toda la producción nacional de CO se origina en los escapes de los vehículos a motor, otras fuentes de emisión de CO son la combustión del carbón, gasolina y gas natural, o fuentes relacionadas con la combustión como son la coquización del carbón, o del petróleo asfáltico y la incineración de desechos sólidos.

Dentro de las fuentes diversas se puede considerar la Fabricación de sustancias químicas como los ácidos orgánicos, cetonas, formaldehído y metanol, así como la fabricación de disolventes y la producción química relacionada con el cracking del petróleo. También se produce CO en las fundiciones, cuando el hierro fundido se vierte en moldes recubiertos de capa de negro de carbón, como material acondicionador.

La eliminación del CO se efectúa por reacciones con el H o H<sub>2</sub>O en presencia de bacterias o microorganismos, la vegetación puede actuar eliminando CO del ambiente a través de su reacción con compuestos del tipo de las porfirinas. El monóxido de carbono (CO) impide seriamente el transporte del oxígeno de la sangre a los tejidos, su presencia implica que más sangre debe ser bombeada para entregarle a las células la misma cantidad de oxígeno.

Numerosos estudios en humanos han demostrado que individuos con corazón débil o que sufran de afecciones cardíacas, son expuestos bajo tensión adicional por la



presencia o exceso de  $\text{CO}_2$  en el ambiente. Fetos, células anémicas y niños, pueden también ser especialmente susceptibles y adversamente afectados por la exposición a bajos niveles de CO en el ambiente.

A concentraciones de 50 ppm se presentan efectos sobre la función psicomotora; trastornos de la percepción y de la aptitud funcional. A esas mismas concentraciones también se han observado efectos sobre el sistema cardiovascular; con alteraciones cardiacas. Es importante mencionar que el hábito de fumar contribuye enormemente en el aumento del nivel de la carboxihemoglobina (Cohb) en la sangre de individuos expuestos a CO.

De acuerdo a la lámina N° 5 se puede establecer que los puntos de muestreo 2-8-16-20-22-24-29-33-34-35-40-46, van a presentar efectos sobre la salud principalmente en el sistema psicomotor, mientras que se va a producir toxicidad y envenenamiento por CO si persisten estas concentraciones en el punto de muestreo 41.

### **B).- DIOXIDO DE CARBONO ( $\text{CO}_2$ )**

En una atmósfera normal sin contaminar, el nivel de  $\text{CO}_2$  varía entre 300 y 350 ppm, a este nivel no se considera que el dióxido de carbono represente peligro alguno.

### **C).- DIOXIDO DE AZUFRE ( $\text{SO}_2$ )**

El dióxido de azufre es altamente soluble y como consecuencia es absorbido en los conductos húmedos del sistema respiratorio superior. Exposición a niveles de  $\text{SO}_2$  del orden de 1 ppm produce estrechamiento de las vías respiratorias.

El  $\text{SO}_2$  es muy soluble por lo que será pronto absorbido en las vías respiratorias, causando un aumento de la resistencia de éstas (hinchazón) y estimulando la secreción de mucosidad.

## ESTACIONES DE MONITOREO

ESTACION	UBICACIÓN
E-1	Intersección de avenida Jorge Chávez – Pasaje Rosario.
E-2	Intersección de calle Sucre – calle Palacio Viejo.
E-3	Intersección de avenida Salaverry- avenida San Juan de Dios.
E-4	Sexta cuadra de avenida Salaverry.
E-5	Intersección de avenida Mariscal Castilla- calle Teniente Rodríguez
E-6	Avenida Progreso cuarta cuadra.
E-7	Intersección de avenida Alvarez Thomas – calle Consuelo.
E-8	Dirección Regional de Industria- Arequipa.
E-9	Colegio Nacional Independencia Americana ( intersección de Avenida Independencia - calle Victor Lira).
E-10	Intersección de avenida Daniel Alcidez Carrión – avenida Ejército.
E-11	Delegación de la Policía Ecológica(Urbanización 15 de Enero).
E-12	Comisaria Modelo de Yanahuara (intersección de avenida Ejército- calle Enmell).
E-13	Intersección de jirón Huacho - jirón Lircay, Socabaya.
E-14	Cuarta cuadra de jirón Lircay, Socabaya.

El dióxido de azufre y el trióxido de azufre junto con sus ácidos correspondientes y sus sales en macropartículas, son contaminantes frecuentes en las atmósferas urbanas industriales. Estos gases se originan sobre todo al quemar combustibles fósiles cuyo contenido en azufre, como sulfuros metálicos y orgánicos, varía desde menos del 1 % a más del 5%. Cuando se quema carbón con 3% de azufre en las centrales térmicas se produce un efluente que contiene entre 1000 y 2000 ppm de  $\text{SO}_2$  y puede llegar a tener hasta 20 o 40 ppm de  $\text{SO}_3$ . El dióxido de azufre no es inflamable y se puede reconocer por su característico olor a cerilla quemada a concentraciones algo inferiores a 0.1 ppm, por encima de 0.3 ppm se puede detectar por el sabor, A niveles superiores a 1 ppm produce una sensación de acre ataque en la nariz.

El  $\text{SO}_2$  se encuentra normalmente en la atmósfera en concentraciones que varían entre 0.02 y 0.1 ppm, La fuente que por sí sola contribuye más  $\text{SO}_2$  a la atmósfera es la producción de energía eléctrica.

La lámina N° 8 nos muestra la concentración de dióxido de azufre, y que está por debajo de los niveles de concentraciones normales en la atmósfera.

#### **D).- DIOXIDO DE NITROGENO ( $\text{NO}_2$ )**

Se determina por el método de arsénico de sodio. Las muestras de aire contaminado son atrapadas en una solución de Arsenito de sodio mas hidróxido de Sodio, a una razón de flujo de 0,2 a 0,3 litros por minuto por periodos usuales de 24 horas. El análisis se realiza por calorimetría, los resultados son expresados en ( $\text{ug}/\text{m}^3$ ), como promedio para 24 horas.

Entre uno de los más importantes contaminantes se tiene al óxido nítrico (NO) y dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ).

La contribución mayor del hombre a la familia de los óxidos del nitrógeno proviene de quemar combustibles. Aunque se piensa generalmente que el nitrógeno es un gas inerte, de hecho se combina con el oxígeno para dar óxidos de nitrógeno a altas temperaturas de las llamas. El exceso de NO reduce los niveles de ozono al actuar como un agente que captura y destruye el  $O_3$ .

El  $NO_2$  en los pulmones se transforma en nitrosoaminas, algunas de las cuales pueden ser cancerígenas, puede pasar a la sangre donde forma un compuesto llamado metahemoglobina, el  $NO_2$  irrita los alveolos produciendo síntomas parecidos a los del enfisema tras una exposición prolongada a concentraciones del orden de 1 ppm.

Las mayores concentraciones se ha localizado en la estación N° 5 ubicada en la esquina de la Av. Mariscal Castilla con la calle Teniente Rodríguez (Colegio Santa Teresita”), mientras que en la estación N° 6 ubicada en la 4ta cuadra de la Av. Progreso en Miraflores se ha podido establecer las menores concentraciones. (Lámina N° 9).

#### **E).- HIDROGENO SULFURADO ( $H_2S$ )**

Las muestras de este gas se colectan en una solución de Sulfato de cadmio, a una razón de flujo de 0,8 a 1,0 litro por minuto por promedio de muestreo de una hora. El análisis se realiza por calorimetría, los resultados son expresados en ( $ug/m^3$ ).

De acuerdo a la lámina N°10, se puede establecer que las mayores concentraciones se localizan en las estaciones N° 4 y N° 12, mientras que las mínimas concentraciones se localizan en las estaciones N° 9 y 11.

#### **F).- AMONIACO ( $NH_3$ )**

Se determina por el método de Nessler. El aire aspirado pasa por el burbujeador que contiene el reactivo del mismo nombre. El Periodo de muestreo es de una hora. El

Flujo del aire ingresado debe ser de aproximadamente 0,8 a 1,0 litro por minuto, el análisis es por fotocalorimetría. Los resultados son expresados en ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) como promedio por una hora.

### **G).- NEBLINA DE ACIDO SULFURICO**

La oxidación del azufre produce una gran variedad de compuestos gaseosos que son óxidos de azufre como  $\text{SO}_3$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3$ , siendo el principal producto el  $\text{SO}_3$  que produce niebla de ácido sulfúrico por hidrólisis causada por el agua de lluvia o vapor de agua. Entre otros efectos de la oxidación de  $\text{SO}_2$  hay que considerar el efecto que produce en la visibilidad el sulfato atmosférico en forma de macropartículas en suspensión.

El ácido sulfúrico existe en la atmósfera como macropartículas debido a su alto punto de ebullición ( $338^\circ\text{C}$ ), por ello se le debe considerar propiamente como una neblina. Se producen acumulaciones locales de macropartículas de ácido sulfúrico con formación de neblina ácida procedente de la fabricación de ácido sulfúrico y de la industria química en general. El  $\text{SO}_2$  se combina con el NO (o con el oxígeno del aire) para formar  $\text{SO}_4$  en presencia de vapor de agua y de partículas en suspensión que contengan sales metálicas apropiadas, en una serie de reacciones inducidas fotolíticamente, el sulfato resultante puede que aumente la acidez total de la atmósfera o no lo haga dependiendo de la presencia de iones de metales alcalinos.

Con excepción de la estación N° 1 que presenta  $1,419 \text{ g}/\text{m}^3$  de concentración de amoníaco, la mayoría de éstas sólo presenta trazas.

### **H).- EL OZONO ( $\text{O}_3$ )**

El ozono es el producto de una oxidación de energía más bien alta. En su estado de energía más alto puede causar la oxidación de un cierto número de especies químicas.

La combustión también es una reacción de oxidación entre cuyos productos secundarios se encuentran sus óxidos como aldehidos, óxido de nitrógeno (NO), SO<sub>2</sub> y CO.

Las oxidaciones de reacción provocadas por la luz del sol continúan produciendo una gran variedad de productos mezclados de oxidación. Las concentraciones de ozono a nivel del suelo raramente exceden las 0.08 ppm en el aire urbano medio.

#### **4.3.- IMPACTO AMBIENTAL POR PROBLEMA DE LOS OLORES**

Los olores representan los problemas más complejos relacionados con la contaminación del aire. El gusto y el olfato se consideran como sentidos químicos, ya que parecen las reacciones fisiológicas al contacto con ciertas sustancias específicas, en el caso del olfato algunos individuos tienen la capacidad de detectar cantidades minúsculas de sustancias en el intervalo de 1 ppm, lamentablemente la nariz del hombre es el único buen dispositivo conocido de medición, el cual se sabe que no es confiable.

Las zonas de mal olor en Arequipa y la cuenca del Chili están bien marcadas, empezando por las aguas del río Chili en el sector de Alata, Tiabaya y se intensifica con la calor y esto por el 70% de aguas negras de emisiones que vierten aguas negras al mismo río. Otro problema de olores es en el área de Chilpina (Socabaya), en un simple caso de nunca acabar y su solución sería el traslado a una zona muy apartada de la ciudad, tomando en consideración como base la orientación del viento.

#### **4.4.- IMPACTO POR EL RUIDO AMBIENTAL**

Este contaminante físico se evalúa con un sonómetro digital marca Simpson.

Las mediciones se hacen en forma puntual obteniéndose niveles máximos y niveles predominantes.

El ruido es un sonido molesto e intempestivo que puede producir efectos fisiológicos o psicológicos en una persona, no tiene componentes de frecuencia muy definidos, el fenómeno físico del ruido es una alteración mecánica que se propaga a través del aire en forma ondulatoria, la sensación auditiva es provocada en los oyentes por el fenómeno físico.

Como unidad de medida de los niveles de presión acústica se utilizan los decibeles. De acuerdo a su frecuencia el ruido se puede clasificar en continuo, fluctuante, transitorio y de impacto.

Los equipos más usados para medir el ruido son los sonómetros cuyos dispositivos son un micrófono que transforma la presión sonora en señal eléctrica, pre-amplificadores, amplificador, circuitos, indicador, filtros y registradores.

En general los sonidos urbanos, en niveles de 85 a 90 dBA, contribuyen a crear perturbaciones circulatorias, pérdidas de la audición, fatiga y malestares emotivos. Los ruidos ambientales superiores a 85 dBA, pueden producir sordera temporal o permanente, estos problemas son conocidos como hipoacusea (disminución periódica de la agudeza auditiva). (Zanz SA. José M. 1987).

El efecto mínimo que produce el ruido ambiental es la fatiga, manifestado por el estado de ánimo alterado, propenso a la reacción violenta.

#### **CUADRO DE NIVELES DE PRESION SONORA**

<b>DECIBELES</b>	<b>PERCEPCION SUBJETIVA</b>	<b>RUIDO AMBIENTAL</b>
0- 20	silencio	
40- 60	poco ruido	conversación 1 m.
80- 100	muy ruidoso	calle con tránsito intenso

120- 140

intolerable

claxon auto a 1 m, hasta  
despegue de avión.

Puede provenir por causas naturales como tormentas, erupción de volcanes, silbido del viento, o por fuentes antropogénicas (originadas por la actividad del hombre) como el transporte, actividad industrial, construcciones, espectáculos, centros de abastos, venta ambulatoria.

El ruido es una de las formas de contaminación más genuinamente urbana, también tiene su origen en el estruendo sonoro que la creciente motorización provoca.

El ruido producido por los automotores puede alcanzar niveles peligrosos en la ciudad de Arequipa, cuando llegan al máximo contribuyen a crear perturbaciones circulatorias, pérdida de audición, fatiga y malestares emotivos, al haberse detectado niveles por encima de los 85 decibeles en el centro de la ciudad, este agente físico-ambiental se está transformando en un serio problema.

De todo el ruido que soporta la ciudad, un 70% proviene del parque automotor y el 30% restante a fuentes fijas, como comercializadoras de discos y cintas grabadoras, altavoces, comercio informal, centros de abastos, centro comercial Andrés Avelino Cáceres, etc.

#### **4.5.- IMPACTO AMBIENTAL ATMOSFERICO**

Uno de los grandes problemas en la ciudad de Arequipa es el polvo originado por la erosión del suelo, éste es transportado por el aire en la atmósfera, las partículas son de variados tamaños, desde 0.001 a 500 um, la mayor parte presentan tamaños de 0.1 a 20 um. Las fuentes de distribución son las rocas madres con contenido de sílice, carbonatos, arcillas, feldespatos, etc., su concentración va a llegar a producir impureza del ambiente, disminución de la luz, problemas negativos en el hombre, flora y fauna.



Las características físicas y químicas de las partículas influyen también en el grado de contaminación. El grado de grosor o finura de las partículas podrá impedir ciertas reacciones.

Otro de los factores de la contaminación por el polvo es debido a la actividad humana, con la descomposición de materiales orgánicos, desechos de huesos, plumas, telas, comida, plástico, papel, etc., éstos una vez secos se transforman en polvo.

Las industrias, por las chimeneas, inyectan al aire humos y gases, en el humo se encuentra carbón, ceniza, hulla, que se van a asentar posteriormente en el suelo. La contaminación debido a la naturaleza se da debido al arrastre de los polvos inertes que ocurren por acción de los vientos.

El relieve de la ciudad de Arequipa impide la dispersión horizontal de los agentes contaminantes, de ahí que su concentración llegue a ser impactante. La carga de polvo que mantienen las corrientes de aire se determinan por  $100\text{gr}/\text{pie}^3$  o  $230\text{gr}/\text{m}^3$ , lo que influye en la química del aire y la temperatura del ambiente.

Los tipos básicos de equipos de control de partículas o de polvo son los siguientes:

A).- Los ciclones, que se usan cuando el polvo es grueso y en concentraciones altas (mayor de  $1\text{ gr}/\text{pie}^3$ ).

B).- Los lavadores húmedos se usan por lo general cuando sea deseable un experimento y no sea indeseable la humedad.

C).- Los filtros de tela se utilizan por lo general cuando se requieren eficiencias altas, hay que definir que el gas y polvo está por arriba del punto del rocío en volumen y temperatura relativamente bajas.

Todos los gases que se manifiestan en la ciudad presentan diferentes concentraciones, el monóxido de carbono presenta por encima de los 100 ppm de concentración en los

lugares de mayor afluencia de vehículos, variando los estándares a la mitad en zonas de menor afluencia.

En Mariscal Castilla, Venezuela y Jorge Chávez ocurren los índices más altos de concentración de plomo con  $0.60 \text{ ug/m}^3$ , con valores muy bajos de cromo, cadmio y zinc, el índice más alto de concentración de amoníaco corresponde a la Avenida Jorge Chávez, Venezuela, Mariscal Castilla y Mercado de productores, siendo el valor promedio de  $1.5 \text{ ug/m}^3$ , los demás índices en los diferentes trayectos se presentan a manera de trazas, la concentración más elevada de hidrógeno sulfurado se da en la Avenida del Ejército con  $1,600 \text{ ug/m}^3$ , con índices menos elevados en Goyeneche y Parque Industrial, sin embargo el dióxido de nitrógeno sobrepasó los  $285 \text{ ug/m}^3$  en la Avenida Mariscal Castilla, y por encima de los  $180 \text{ ug/m}^3$  en la intersección del mercado de Productores, el dióxido de azufre mientras tanto sólo concentra por debajo de  $0.01 \text{ ppm}$  en toda la ciudad.

Existe por otro lado una gran concentración de polvo en suspensión en toda la ciudad, que logra pasar los límites máximos permisibles como en Mariscal Castilla, presentando una concentración por encima de los  $450 \text{ ug/m}^3$ , siendo el de menor índice la Avenida que cruza las Urbanizaciones Juan Pablo, Satélite Chico y Pedro Diez Canseco del distrito de José Luis Bustamante y Rivero, así como la Avenida del Ejército, respectivamente, con valores por debajo de  $160 \text{ ug/m}^3$ .

Los principales focos de contaminación del aire como resultado de la actividad humana a lo largo del río Chili son: avenidas La Marina, Parra, zona de Tingo-Tiabaya, etc, produciendo desechos líquidos, sólidos y gaseosos, estos últimos están formados por los gases de la combustión ( $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  en mayor parte), como por la descomposición de materiales orgánicos ( $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_3$ ).

Son fuentes de contaminación atmosférica los desechos que al descomponerse producen gases malolientes, los desechos que una vez secos se transforman en polvo y que son inyectados en la atmósfera, la fumigación de las áreas agrícolas contaminan la atmósfera.

El tráfico es la principal fuente de contaminación atmosférica en la ciudad de Arequipa, con grandes concentraciones de monóxido de carbono y de plomo, así como concentraciones de nitrógeno que contribuyen a la formación de las lluvias ácidas y concentraciones de partículas, el sector del transporte es uno de los de mayor consumo energético y por consiguiente de las emisiones del CO<sub>2</sub>, gas que es responsable de un 50% del efecto invernadero.

#### **4.6.- IMPACTO AMBIENTAL POR EL TRANSPORTE VEHICULAR**

El Parque Automotor en Arequipa supera las 75,000 unidades, considerándose como la segunda ciudad del Perú con el índice más alto de vehículos, siendo las principales fuentes de generación de contaminación atmosférica existente, teniendo que considerar que el 80% de éste se encuentra en mal estado por ser la mayoría de segunda mano, teniendo que tomar en cuenta además la calidad de combustible ya que más del 60% ya viene alterado, determinando la mala combustión de los motores.

El tránsito es otra fuente de contaminación muy importante, esto se manifiesta con el polvo producido por el suelo, los humos producidos por la combustión, según el tipo de motor, por los compuestos de Plomo, etc.

El parque automotriz viene a ser el principal causante de la contaminación atmosférica, principalmente en la zona urbana de Arequipa, de acuerdo a unos estándares de aportes de emisiones efectuados por la Dirección Regional de Salud, los productos de la combustión incompleta generados por los vehículos con motor de explosión o Diesel son altos, teniendo como contaminantes en primer lugar al monóxido de carbono (CO), le siguen en importancia el óxido de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>), hidrocarburos (HC), dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>), y partículas principalmente compuesta de plomo orgánico (Plomo tetraetilo) e inorgánicos, así como otros metales pesados.

Se tiene por ejemplo que en la intersección de las avenidas Mariscal Castilla y Venezuela existe una alta congestión vehicular, siendo mayormente los automóviles tipo taxis los que predominan en un promedio de 100 por minuto, le siguen las combis con 35 por minuto y las camionetas en un promedio de 18 por minuto, siendo un foco de infección que atenta contra la salud de la población circundante en el sector.

En las horas normales se tiene alrededor de 600 automóviles que cruzan la zona por hora, 210 combis y 108 camionetas.

Se ha efectuado un análisis del flujo vehicular en cuatro avenidas como se muestra en las láminas N°s 13 - 14- 15 y 16.

Realmente no se tiene un conocimiento del fuerte daño que causa la contaminación del aire provocado por el tránsito vehicular en la ciudad de Arequipa. De igual modo las actividades humanas de los grandes centros urbanos y el tránsito vehicular descargan a la atmósfera vapores, gases, partículas líquidas y sólidas extrañas y en cantidades excesivas, alterando la composición normal del aire y en consecuencia causando problemas tanto para la propiedad como son edificios, maquinarias, agricultura, ganadería, así como al ecosistema en general.

Una de las características del parque automotor de la ciudad de Arequipa es que está compuesto en un 70% por unidades pequeñas altamente contaminantes, cuyas descargas contienen monóxido de carbono y permiten la formación de oxidantes fotoquímicos. Los motores a gasolina producen monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, restos de hidrocarburos, entre los que se cuenta el benzopireno que es una sustancia probablemente cancerígena producto del plomo. Los motores Diesel producen principalmente humos (partículas), dióxido de azufre y malos olores, el crecimiento poblacional acelerado incide en el problema planteado, con el agravante de que se usan vehículos viejos, en mal estado.

Se debe indicar que las principales fuentes de emisión de los motores de combustión interna son el carter, el tanque de combustión y el tubo de escape, de todos éstos el que contamina en mayor proporción al ambiente es el humo de tubo de escape.

Desde el punto de vista de la salud, está comprobado que la irritación ocular en grandes sectores de la ciudad de Arequipa se debe al aire contaminado generado por la combustión de los hidrocarburos. También debe tenerse en cuenta que el tránsito vehicular produce concentraciones variadas de asbesto provenientes de sistemas de frenos y que el desgaste de los neumáticos contribuye con partículas de caucho. El asbesto al ser inhalado produce cáncer. El plomo produce enfermedades crónicas e irreversibles.

La poca visibilidad ocasionada por estos contaminantes contribuye a un mayor gasto de energía para la iluminación, la contaminación malogra el paisaje, impidiendo el pleno disfrute por el ser humano y en consecuencia ahuyentando al turismo.

Se debe tener en cuenta que cada kilo de combustible Diesel quemado, contiene alrededor de 80-100 grs. de componentes tóxicos y que de cada kilo de gasolina quemada alrededor de 300 a 310 grs. son tóxicos. De estas emisiones el 1% contiene aproximadamente 300 sustancias, de las cuales la mayoría son tóxicas y algunas cancerígenas.

Las concentraciones de los contaminantes generados por los vehículos motorizados, varían considerablemente de acuerdo a los siguientes factores:

- Condiciones de operaciones del motor.
- Estado de las vías de acceso.
- Fluidez del tránsito (a mayor congestión, mayor contaminación).
- Condiciones meteorológicas (en horas de calma de vientos los contaminantes se concentran más en horas de la mañana (7.00 am), a mayor radiación solar, mayor formación de los oxidantes (13.00 pm).
- Tipo de combustible utilizado (actualmente existe la gasolina que no utiliza como antidetonante el plomo tetraetilico).

. Conductas inapropiadas de los pilotos en el manejo de los vehículos.

Las emisiones de gases y partículas que genera el parque automotor de la ciudad de Arequipa, fueron monitoreadas por medio de la evaluación rápida de fuentes de contaminación del aire, dando valores referenciales, habiéndose asumido un kilometraje total anual de 10,000 Km por vehículo.

En la lámina N° 13 se deduce que si se considera que las combis al igual que las “lanchas”, ómnibus y camionetas usan petróleo, y los autos de uso particular así como taxis usan gasolina, entonces por la intersección de la calle Paucarpata con la Av. Goyeneche los vehículos que más transitan son los taxis (72/min), combis (17/min) y automóviles (17/min), siendo la eliminación de tóxicos fundamentalmente por el petróleo, así como el plomo por la gasolina, siendo un peligro contra la salud, ya que en las zonas se puede apreciar centros de estudios, viviendas, centros de trabajo y el Hospital Goyeneche, estando así expuestos a los humos contaminantes con un total aproximado por hora de:

- Taxis	= 4320 vehículos en 1 hora
-Combis	= 1020 vehículos en 1 hora
-Automóviles	= 1020 vehículos en 1 hora

Haciendo un total de 5340 vehículos gasolineros en 1 hora y 1900 petroleros.

En la lámina N° 14 se observa que existen mayor predominancia de gases tóxicos emanados por vehículos petroleros, constituyendo un foco de contaminación ya que esta es una zona muy transitada así como se ubican centros comerciales, circulando un total de 2100 vehículos gasolineros y 4740 petroleros en 1 hora.

En la lámina N° 15 se tiene la intersección de las Avenidas La Salle con Independencia, siendo una zona comercial y educativa, con un aproximado de 6000 vehículos gasolineros y 4740 petroleros en 1 hora, predominando los humos de los vehículos petroleros, teniendo en su alrededor la UNSA, colegios y centros comerciales.

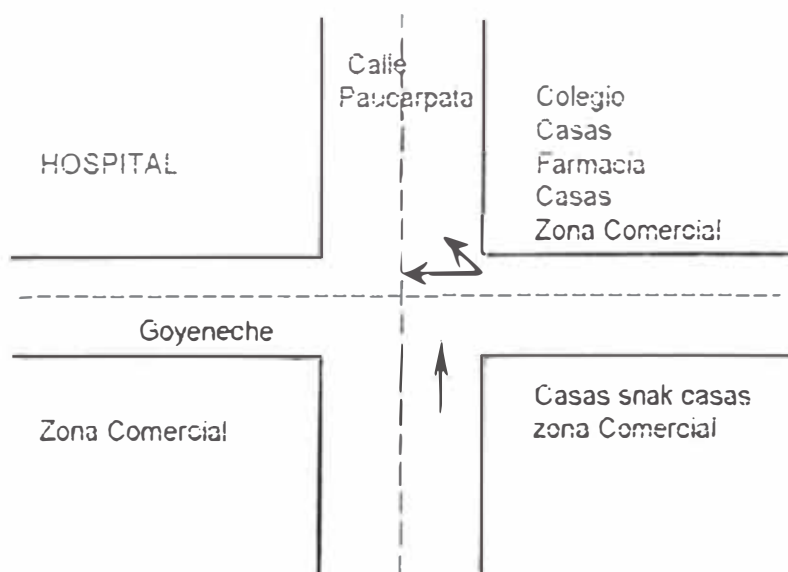
## CONTAMINACIÓN POR TRANSITO VEHICULAR

### LAMINA Nº 13

#### Nº DE VEHICULOS /HORA

#### Tipo de tránsito

<b>Vehículos</b>	<b>Calle Paucarpata</b>	<b>Av. Goyeneche</b>	<b>Total veh/min</b>	<b><u>Total veh/hora</u></b>
Camionetas	5	4	9	540
Taxis	43	29	72	4320
Petroleros(lanchas)	2		2	120
Automóviles	7	10	17	1020
Combis		17	17	1020
Omnibus		4	4	240
<b>Total Vehículos/hora</b>				<b>7240</b>



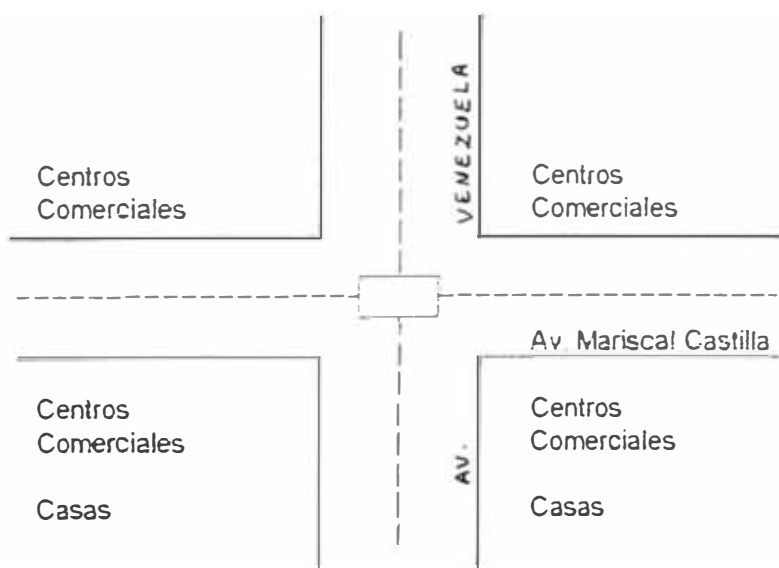
## CONTAMINACIÓN POR TRANSITO VEHICULAR

### LAMINA Nº 15

#### Nº DE VEHICULOS /HORA

##### Tipo de tránsito

Vehículos	Av. Venezuela	Av. Mariscal Castilla	Total veh/min	Total veh/hora
Camioneta	8	10	18	1080
Taxi	40	12	52	3120
Petroleros(lanchas)	5	8	13	780
Automóviles	13	35	48	2880
Combis	16	19	35	2100
Omnibus	8	5	13	780
<b>Total Vehículos/hora</b>				<b>10740</b>





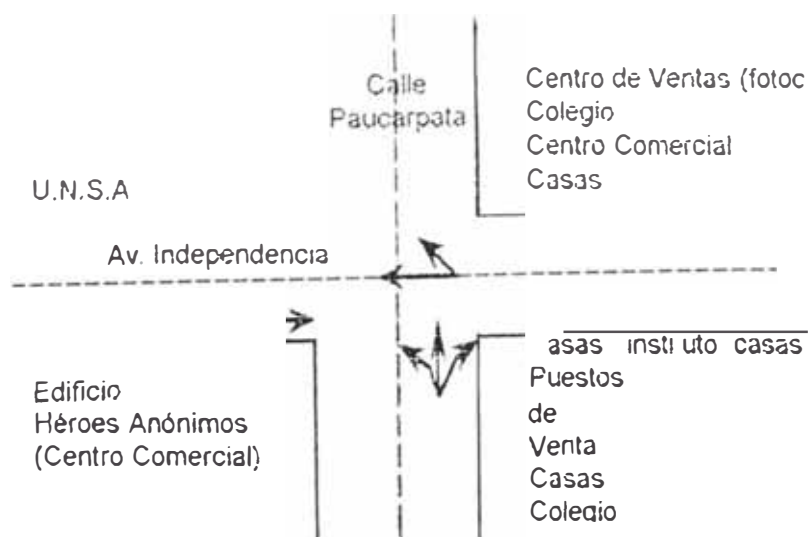
## CONTAMINACIÓN POR TRANSITO VEHICULAR

### LAMINA N° 16

#### N° DE VEHICULOS /HORA

#### Tipo de tránsito

<u>Vehículos</u>	<u>Av. Independencia</u>	<u>Calle Paucarpata</u>	<u>Total veh/min</u>	<u>Total veh/hora</u>
Camioneta	6	4	10	600
Taxi	36	14	50	3000
Petroleros(lanchas)	10	4	14	840
Automóviles	11	9	20	1200
Combis	35	14	49	2940
Omnibus	4	1	5	300
<b>Total Vehículos/hora</b>				<b>8880</b>



En la lámina N° 16 se puede observar la intersección de las avenidas Mariscal Castilla con Venezuela, apreciando una alta congestión vehicular, con 4200 vehículos gasolineros y 4680 petroleros que transitan en 1 hora, siendo una zona de gran incidencia contaminante, ya sea a vendedores ambulantes, centros comerciales y oficinas, siendo una zona muy transitada, predominando los gases emanados por los vehículos gasolineros.

#### **4.7.- IMPACTO AMBIENTAL POR LA BASURA**

El problema de la basura o llamados también residuos sólidos, o desperdicios, se ha convertido en un peligro sanitario en nuestro medio, contribuye a ello los productos desechables de muchos artículos como el material de plástico, recipientes, frascos, galoneras y toda clase de repuestos para automóviles, tuberías de agua y alcantarillado que son eliminados cuando se deterioran.

Todos estos productos constituyen un foco de contaminación atmosférica cuando por causas naturales o accidentales son incinerados, evacuando al ambiente una molécula de O, que al combinarse con el O<sub>2</sub> (oxígeno atmosférico) da lugar a la formación de ozono (O<sub>3</sub>), gas que es muy contaminante a nivel de la superficie del suelo, pero que en alta atmósfera es benéfico porque sirve de filtro a los rayos ultravioleta.

Se puede observar que cada día se genera más basura, contribuyendo así que los residuos se conviertan en un gran problema, de ahí que se tienen que poner en práctica medidas que permitan reducir tanto el volumen como la peligrosidad de los residuos. Según estadísticas cada persona genera 1 kg de basura al día, estas basuras van a parar a botaderos, constituyendo el 60% en volumen de envases y embalajes, en su mayoría confeccionados para un solo uso, o sea no renovables. El hogar también produce residuos derivados de pinturas, disolventes, insecticidas, productos de limpieza, entre otros, que están considerados como residuos peligrosos porque suponen un riesgo importante para la salud o el medio ambiente.

La basura al ser llevada a los botaderos, ocupa mucho terreno y contamina suelos y aguas, lo que se pretende hacer es reducir, reutilizar y reciclarla, ésta va aumentando en cantidad y composición, siendo inundada la biósfera con materiales que han sido degradados y que contienen aluminios, plásticos, vidrios, etc.

El 14% del peso de la bolsa de basura son plásticos que en su mayoría provienen de envases de un solo uso y de todo tipo de envolturas y embalajes ( botellas de PVC o PET, bolsas de polietileno, bandejas, cajas, etc). Si se entierran en un botadero, tardan desde décadas hasta milenios en degradarse, si se incinera originarán emisiones de CO<sub>2</sub>, contribuyendo al cambio climático y otros contaminantes atmosféricos muy peligrosos para la salud y el medio ambiente, por ejemplo el PVC si se incinera va a producir una de las sustancias más tóxicas como son las dioxinas y los furanos.

La basura en su conjunto ha tomado la denominación de desechos, siendo estos:

- A.- Domésticos: alimentos cocinados y crudos, papel y cartón, plásticos blandos y duros, trapos, cueros, tierra, vidrios planos, latas de leche evaporada y de conserva de pescado, botellas de vidrio.
- B.- Humanos: productos de defecación.
- C.- Animales: perros, gatos, aves.
- D.- Vegetales: plantas, arbustos, pasto y flores.
- E.- Desmonte: guijarros, grava, arena y limo.
- F.- Escombros: restos de material de construcción, ladrillos, sillares, mezcla consolidada con varillas de hierro.
- G.- Industriales: alambre, plásticos, planchas de lata.
- H.- Otros: fierro. maderas, etc.

**LAS LATAS.-** fabricadas a partir del hierro, el zinc, la hojalata, y sobre todo el aluminio se han convertido en un auténtico problema al generalizarse su empleo como envase de un solo uso, el aluminio se fabrica a partir de la bauxita. un recurso no renovable, siendo su producción uno de los procesos industriales más contaminantes y de alto consumo de energía eléctrica, si son enterrados contaminan las aguas

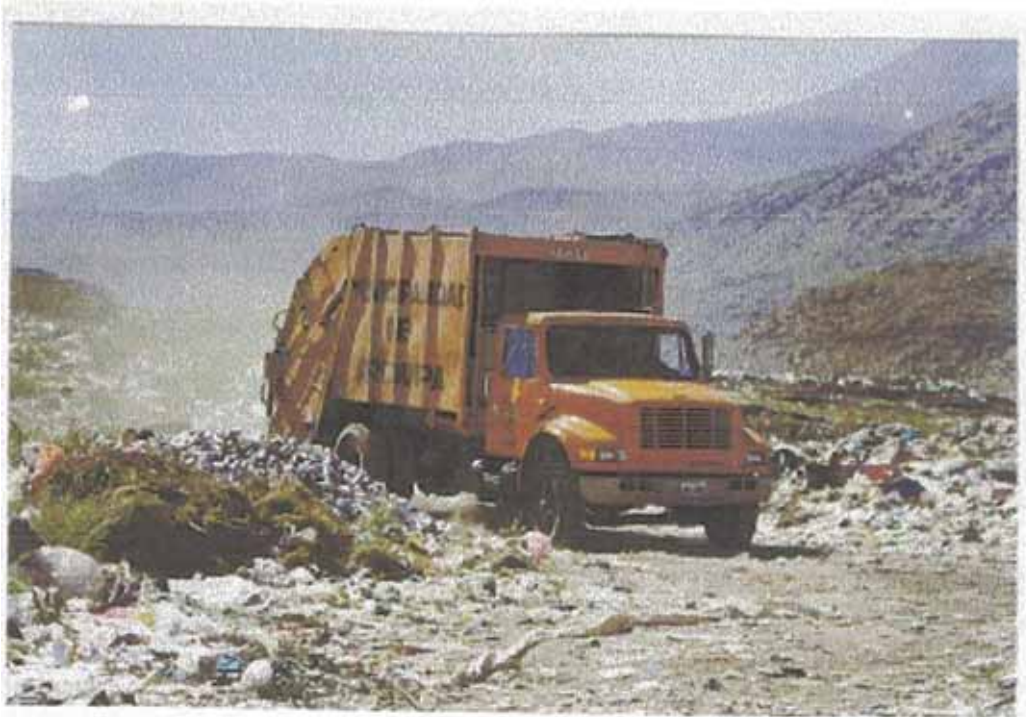


FOTO N° 3. Uno de los pocos compactadores que tiene la Municipalidad Provincial de Arequipa, depositando la basura en los botaderos en Yura.



FOTO N° 4. En esta vista se observa el transporte del material reciclado (cartones) que van a ser llevados, para su posterior reuso, en las diferentes fábricas del sector

superficiales a causa de los aditivos y metales pesados que se incorporan al aluminio, y si son incinerados originan contaminación de la atmósfera.

**EL VIDRIO.-** se emplea para la conservación de líquidos o sólidos, el menaje del hogar, el aislamiento, ventanas, etc, no necesita incorporar aditivos por lo que no se alteran las sustancias que envasa, es resistente a la corrosión y a la oxidación, el problema es que se han generalizado envases de vidrio no retornables, los envases de vidrio se pueden reciclar al 100%, pero ahí se puede gastar energía y se contamina.

**LAS PILAS.-** presentan un elevado potencial contaminante debido al mercurio y otros metales que contienen, las pilas botón en su mayoría pueden contaminar hasta 600,000 litros de agua por pila, las pilas corrientes aunque no son dañinas, no son buenas para el medio ambiente.

**EL PAPEL Y CARTON.-** representan un tercio en volumen de la bolsa de basura, son de fácil reciclaje, la demanda creciente de papel y cartón permite fabricar más pasta de celulosa, lo que provoca la tala de millones de árboles, a la vez que existe la elevada contaminación asociada a la industria papelera. No todo el papel puede ser reciclado, los plastificados, los adhesivos, los encerados, los de fax o los autocopiativos no son aptos para su posterior reciclaje, pero si son altamente contaminantes si es que no se les destruye adecuadamente.

**RESIDUOS PELIGROSOS.-** gran parte de los desinfectantes, lejías, detergentes, desengrasantes, blanqueadores, desatascadores que terminan en el desagüe, contaminan gravemente las aguas residuales y dificultan su tratamiento, y queda un resto que va directamente a la basura. Los disolventes, colas y pegamentos, barnices, etc, son inflamables y contienen en algunos casos metales pesados como mercurio, plomo, o cadmio, muy contaminantes.

También los insecticidas y herbicidas que se emplea en casa y jardines y que son venenos que pueden afectar gravemente a la salud humana (alergias crónicas, cáncer, debilitamiento muscular, etc), pueden permanecer durante años en el agua y los suelos.

Los aerosoles que se emplean como difusores pueden sufrir explosión por presión, perforación o calor, y causan la destrucción de la capa de ozono debido a los gases propulsores que emiten.

#### **4.7.1.- DEPOSITOS BASURALES DE LA CIUDAD DE AREQUIPA**

Dentro de los depósitos de basura que existen circundantes a la ciudad de Arequipa se tiene los siguientes:

##### **A).- DEPOSITO BASURAL DE CAYMA**

Ubicación: Se encuentra ubicado hacia el N-NE de la ciudad de Arequipa en el Distrito de Cayma, dirigiéndose hacia la carretera a Charcani.

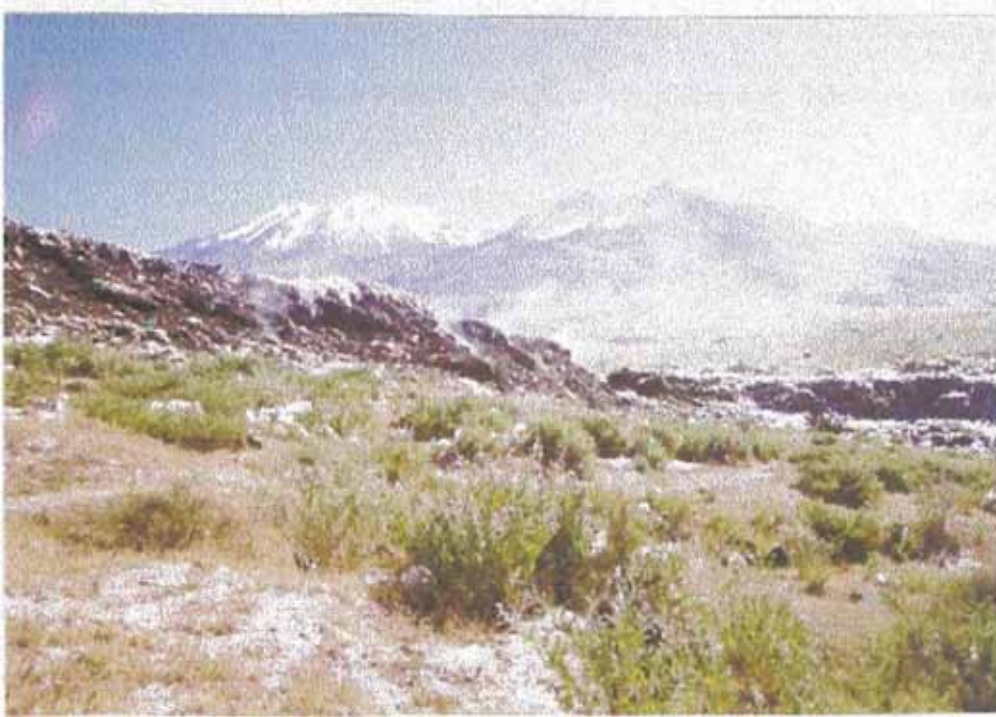
Accesibilidad: La carretera en dirección a Charcani es una vía pavimentada y luego existe un desvío hacia la derecha, a manera de una trocha hacia el lugar del depósito basural.

Geomorfología-. Presenta una topografía no muy accidentada, algo moderada, de superficie del depósito basural algo ondulada o superficial.

Clima y vegetación: En los meses de Junio - Julio es de 4-5°C aproximadamente y la vegetación es escasa o nula debido a la ausencia de irrigación de las aguas.

Presenta 2 vehículos recolectores de basura, con una frecuencia de viaje de 2 veces al día. Aproximadamente tiene un largo de 40 m x 20 m de ancho y una potencia de 2.5 m, considerando un volumen de 2000 m<sup>3</sup>. Existe una gran disminución de la vegetación natural debido a la presencia de ingentes cantidades de paquetes de basura.

**BOTADERO UBICADO EN CARRETERA A  
CHARCANI**



**FOTO N° 5.** Basurales en el sector de Charcani, ubicado al NO de la Ciudad de Arequipa, (botadero de Cayma).



**FOTO N° 6.** Botadero de Cayma, cuyos basurales se encuentran acumulados, a ambos lados de una carretera existente, creando una fuerte contaminación.

En la zona del botadero se ubican numerosas personas para la clasificación de materiales de la basura como botellas de plástico, cartones, plásticos, latas etc, posteriormente lo llevan para su respectivo reciclaje.

## **B).- DEPOSITO BASURAL DE UCHUMAYO**

Ubicación: Se encuentra ubicado en el distrito de Uchumayo, dirigiéndose hacia Yura pero cerca del kilómetro 16-17 hay un desvío hacia la derecha y se dirige al depósito basural.

Accesibilidad: De la ciudad de Arequipa hacia el NO existe la vía asfaltada a Yura, entre los kilómetros 16-17 se deriva una trocha afirmada hacia el depósito basural, aproximadamente 15 minutos de viaje hacia el depósito.

Geomorfología: Al ingresar por la trocha afirmada, la zona se encuentra rodeada de una vegetación bien pronunciada y va descendiendo mientras se llega al botadero, la forma topográfica es algo ondulada o superficial.

Clima y vegetación: El clima de Junio - Julio es 4-5°C aproximadamente y la vegetación aquí es pronunciada en los alrededores del depósito y presenta la escorrentía de aguas mediante acequias.

Presenta 2 camiones y un volquete para la recolección de basura, la frecuencia es de dos viajes por semana. Las dimensiones aproximadas del depósito basural es de 65 m de largo x 55 m de ancho por 2 m de potencia, con un volumen aproximado de 7150 m<sup>3</sup>.

Aquí es muy notoria la destrucción del medio ambiente y los recursos naturales como la distinta vegetación que se ubica en los alrededores del depósito basural. Se aprecia una buena cantidad de personas trabajando en la zona del botadero y seleccionando grandes cantidades de lata, botellas de plástico, cartones, papeles para su respectivo reciclaje.



### **C).- DEPOSITO BASURAL DE YANAHUARA**

Ubicación: Se encuentra ubicado hacia el N-NW de la ciudad de Arequipa.

Accesibilidad: Para dirigirse a la zona del depósito, es necesario dirigirse por la carretera a Yura, a la altura del kilómetro 11 aproximadamente existe un desvío hacia el costado derecho de la vía, empleando una trocha de unos 20 metros aproximadamente, se ubica el depósito de basura.

Geomorfología: presenta una topografía ondulada, ubicado en las faldas de los cerros próximos al depósito, hay ausencia de drenaje y de vegetación.

Clima.- el clima de la zona presenta dos estaciones bien marcadas: de Mayo a Agosto frígido, con temperaturas promedios en Junio - Julio de 4-5°C aproximadamente.

Presenta tres vehículos recolectores de basura clasificados en: una compactadora, un volquete y una camioneta. Las dimensiones aproximadas del depósito son de 45 m de largo por 25 m de ancho y por 2 m de potencia, con un volumen aproximado de 2250 m<sup>3</sup>.

En este depósito la vegetación es escasa, por lo tanto se encuentra en una buena ubicación y también esta bien alejado de la ciudad para no poder contaminar a la población.

Este depósito basural no es muy pronunciado en cuanto a dimensiones y la reciclación de los productos seleccionados en la zona del depósito es bajo y separan las personas las latas de leche, botellas de gaseosa, cartones, papeles de periódico, etc. para su nueva utilización en el futuro.

**D).- BOTADERO DE BASURA DEL CERCADO Y CERRO COLORADO.****-CERCADO DE AREQUIPA**

- 12 vehículos transportando la basura.
- Botadero: Se encuentra en la carretera a Yura.
- Frecuencia de viajes.- 4 veces al día.
- Observaciones: Pasan por el Cercado todos los días.

A) Ubicación: Se encuentra ubicado camino a Yura en el Km 22 en dirección NW, está en una zona muy cercana al P. J. Ciudad Municipal.

B) Topografía y Drenaje: presenta una superficie ligeramente ondulada con altitud promedio de 2,450 m.s.n.m., el drenaje que presenta es semidendrítico o paralelo pero en forma muy escasa.

C) Clima: Presenta una temperatura promedio diario de 20° a 22°C y un mínimo de 4°C en los meses de Invierno, con vientos que van a una velocidad de 2 a 3 Km./h.

D) Población: El número de personas en Cerro Colorado que son beneficiados con el recojo de basura es de 61,850, mientras que en el cercado pasa los 80,000, en este último existen 12 vehículos transportando la basura, con una frecuencia de 4 viajes al día.

E,) Calidad del Aire: Debido a la quema de basura que se realiza se dan emisiones de humos (CO<sub>2</sub>), las cuales también llevan consigo restos de partículas que son arrastradas por el viento y pueden contaminar zonas cercanas.

F) Suelos: Contaminación total de los suelos en donde están los apilamientos de basura con desperdicios que al secarse puede dar lugar a producción de polvo contaminado y enormes cantidades de gases malolientes.

Se encontró un gran deterioro en lo que se refiere a la vegetación natural, dando definitivamente una reducción en la fertilidad de los suelos.

Al ubicar el botadero en esta zona no se pensó en el futuro, ya que actualmente se ubican poblaciones cercanas las cuales están expuestas a esta contaminación.

### **E).- BOTADERO DE BASURA DE MARIANO MELGAR Y PAUCARPATA**

A) Ubicación: El mencionado botadero se encuentra ubicado en el camino a Chiguata casi entre el límite de Paucarpata y Chiguata.

B) Fisiografía.: El lugar se ubica en una zona más o menos accidentada con un drenaje dendrítico y altura variable que va entre los 2,500 a 2,550 m.s.n.m.

C) Población: El número de personas que son beneficiadas con el recojo de basura son:

-Mariano Melgar = 5 8,000 personas.

- Paucarpata = 65,000 personas.

D) Calidad de aire: Lo que más predomina en esta zona son las grandes cantidades de humo y partículas de basura que se mantienen en dicho lugar y emisión de gases debido a la descomposición de materias orgánicas.

E) Suelos: Hay una proliferación total de microorganismos parásitos, los cuales pueden producir graves enfermedades.

No se presenta vegetación natural, aunque de entre los desperdicios se nota la presencia de gran cantidad de perros y en zonas cercanas la presencia de porcinos, los cuales se alimentan con estos restos orgánicos entre la basura.

Aquí se encuentra aproximadamente unas 60 personas, las cuales diariamente sacan de entre la basura materiales que pueden ser recicladas entre ellos principalmente cartones,

plásticos y metales como latas. Lamentablemente la pobreza ha obligado a estas personas a dedicarse a este trabajo, exponiéndose a enfermedades infecto-contagiosas.

#### **4.7.2.- RELLENOS SANITARIOS**

Arequipa está considerada como la segunda ciudad más importante después de la capital Lima, por lo que su desarrollo y crecimiento económico está creando un ambiente de mayor producción de basura. La recolección varía notablemente entre distritos, la cantidad de basura recolectada debe ser desviada del flujo de desperdicios. Los estándares internacionales dictan una meta de desviación de por lo menos un 90%, para lograr esto debe usarse alguna forma de reciclaje, para lograr la desviación efectiva del flujo de desperdicios requiere de la recuperación de algunos productos vendibles de la basura.

Anteriormente existieron empresas interesadas en el reciclaje de la basura, pero no tuvo éxito debido al bajo valor de ésta aumentando el costo neto de cualquier programa de reciclaje y reduciendo el porcentaje de desviación de la basura.

Las actuales condiciones de recolección y disposición de la basura en Arequipa, son inaceptables según cualquier estándar internacional. Debe notarse sin embargo, que Arequipa es mucho más limpia que las demás provincias del Perú. La producción diaria de basura por persona, se ha incrementado de 0.2 a 0.5 Kg/ persona por día desde hace 30 años, hasta alcanzar un nivel actual de 0.5 a 1.0 Kg/ persona por día.

En nuestra ciudad se estima una generación diaria de 0.6 Kg/hab en promedio, los que se clasifican en 5 tipos de residuos sólidos: domiciliario, comercial, institucional industrial y público.

Con el fin de proteger el medio ambiente y la salud de los pobladores, se debe continuar con el recojo de la basura en su totalidad, debiendo escogerse el transporte más económico, así como debe existir una disposición final donde los elementos útiles

puedan ser recuperados y procesados, produciendo en lo posible la mínima cantidad de basura residual.

Actualmente los residuos sólidos municipales son recogidos, transportados pero no son eliminados. En nuestra ciudad no hay actualmente rellenos sanitarios, su existencia permitiría de primera intención eliminar a los recicladores informales, éstos actualmente no cuentan con servicios básicos de agua, desague y luz.

Se está realizando estudios para la elaboración de un relleno sanitario en Arequipa, pero que sin embargo no se ha podido definir a la actualidad el lugar donde estaría. En todo caso la ubicación de éstos deben estar apartados de las zonas urbanas y de expansión urbana.

La Municipalidad Provincial de Arequipa presentó anteriormente un anteproyecto de relleno sanitario sobre una extensión promedio de 30-40 hectáreas, habiéndose calculado una inversión de cerca del millón y medio de dólares.

#### **A).- MECANISMO DE OPERACION DEL RELLENO SANITARIO**

Se calcula que diariamente el cercado lleva aproximadamente 100 TM diarias y deja sin recoger 20 TM diarias.

Para el programa de procesamiento se debe considerar en primer lugar el barrido de calles, parques, plazas, la recolección de basura en viviendas, comercios e industrias, etc. La forma de recolección sería de segregación (clasificación) en los lugares de producción. El recojo se debe efectuar mediante vehículos con una frecuencia diaria, luego del recojo en la ciudad los vehículos deben llevar la basura a la planta de transferencia donde se le debe realizar una clasificación final.

El valor comercial de los materiales vendibles de la basura es muy bajo, de ahí que se debe optar por el trabajo manual reemplazando al de tecnología automática de punta conllevando a generar trabajo en la zona. En el relleno se deben depositar todos los

materiales que no tengan beneficios vendibles, luego de echar la basura del día se piensa enterrar en estos rellenos cubriendo diariamente los desechos, para evitar así la generación de malos olores.

Se debe buscar un método adecuado para el tratamiento respectivo, pudiendo ser el compostaje químico (con soluciones que aceleren la descomposición), biológico (con lombrices o bacterias), o mecánico (presión y temperatura). (Zúñiga M. J. 1984).

Dentro del plan ambiental se debe llevar a cabo un monitoreo de la calidad de aire diario, de igual modo no se lograría contaminar los suelos. Una vez colmatado este relleno sanitario se utilizaría como áreas verdes que traería nuevas zonas de respiro para el sector.

Dentro de un plan de manejo ambiental no se ha hecho aún un análisis de impacto, más bien se ha considerado algunas alternativas para el manejo de desechos sólidos (vidrios, papel, organismos, etc), faltando hacer un análisis a nivel de desechos tóxicos y desechos de características lodosas. Con un adecuado monitoreo y control del polvo, humos y otros contaminantes, el aire puede mantenerse dentro de los límites máximos permisibles, sólo que el suelo tendría modificaciones superficiales, también puede ser contaminado por las soluciones que emite la basura al descomponerse, se notaría la aparición de insectos y roedores inherentes a la acumulación de basura, de todos modos este impacto al medio ambiente sería menor que el ocasionado por los botaderos. Existirán impactos inevitables que no podrán ser controlados en su totalidad, como variación de la superficie del terreno del área donde se construirá el relleno sanitario, o destrucción completa de las especies vegetales y animales típicos del área y de su entorno.

En el siguiente cuadro se cuantifican los respectivos volúmenes de basura y porcentajes de cada tipo, proyectados para diez años (1999- 2009). Sólo se consideran los residuos sólidos que son recogidos y transportados hacia su disposición final, lo que significa el 85% de lo generado.

		RS	RS	RS	RS
AÑO	POBLACION	DOMICILIARIOS	COMERCIAL	INSTITUCIONAL	INDUSTRIAL
1999	774655	100942	21630	7210	7210
2000	797927	103973	22280	7427	7427
2001	822260	107145	22960	7653	7653
2002	847717	110463	23670	7890	7890
2003	874363	113935	24414	8138	8138
2004	901468	117467	25171	8390	8390
2005	929414	121109	25951	8650	8650
2006	958226	124865	26755	8918	8918
2007	987931	128737	27584	9194	9194
2008	1018557	132728	28439	9479	9479
%		70%	15 %	5%	5%

#### **4.8.- IMPACTO AMBIENTAL POR LAS CURTIEMBRES**

Las curtiembres se encuentran distribuidas en gran porcentaje en la zona urbana de la ciudad de Arequipa, siendo una de las mayores concentraciones en la Avenida la Marina, generalmente entre las calles Consuelo, Palacio Viejo, San Agustín, Zela. Otras curtiembres se ubican en las afueras de la ciudad como en Zamácola, Río Seco, Hunter, Ciudad Blanca, entre otros.

La industria de las curtiembres se dedican a transformar las pieles en cueros para sus diferentes usos, la piel en tripa es susceptible a ser atacada por microorganismos y carece de resistencia hidrotérmica, para ello debe tener una buena estabilización mediante el curtido mineral, empleando sales minerales de cromo, hierro, aluminio, circonio, siendo la más empleada la sal de cromo trivalente, el sistema empieza con la presentación de la piel deshidratada que entra en remojo, pelambre y descarne, posteriormente se efectúa el curtido mineral aplicando la división, desencalado y purga,

pasa al piquelado y curtido, se realiza la rebaja, neutralización y recurtido, una vez ello se concluye con el teñido, engrase, secado y acabado.

En el remojo y lavado, el efluente consta de sangre, proteínas solubles e impurezas orgánicas, cloruro de sodio, carbonato de sodio y sales inorgánicas, en la operación del pelambre, lavado y descarte se eliminan hidróxido de calcio, sulfuro de sodio, sebo, pelo, proteínas queratinicas y sólidos orgánicos disueltos en altas concentraciones.

En la purga y piquelado el efluente presenta sulfuro de sodio, cloruro de sodio, sales de amonio, ácidos inorgánicos y orgánicos, el efluente de curtido consta de carbonatos, sulfato de sodio y sales de cromo que le dan a éste una coloración verde. En la operación de teñido y engrase el efluente consta de grasas, colorantes sintéticos, ácidos orgánicos e hidróxidos de amonio.

De todo ello se desprende que todas las descargas en las operaciones de curtido, presentan un medio desfavorable para los microorganismos del agua, con presencia de sólidos de origen orgánico, creándose condiciones anaeróbicas con desprendimiento de olor y metales pesados como el cromo, dependiendo de su concentración pueden ser nocivas al medio ambiente. Todos estos desechos descargan en grandes concentraciones sales orgánicas e inorgánicas, directamente hacia el río Chili, otras lo hacen mediante la red de alcantarillado que logran drenar estas aguas hacia el río en las partes bajas, generalmente las curtiembres no registradas descargan sus desechos directamente a los desagües. Al ser vertidos estos desechos ya sea orgánicos o inorgánicos hacia el río producen un daño al ecosistema y a la salud humana.

De acuerdo al monitoreo efectuado a lo largo del río, se han obtenido diferentes valores de concentraciones de contaminantes como cromo, sulfatos, metales pesados, que en última instancia son absorbidas por el fitoplancton y el zooplancton, las aguas cargadas con contaminantes de igual modo sirven para irrigar gran parte de las zonas agrícolas de Arequipa a lo largo del valle del río Chili, éstas al contacto con los suelos agrícolas los contaminan envenenando las cosechas y plantas de consumo humano.



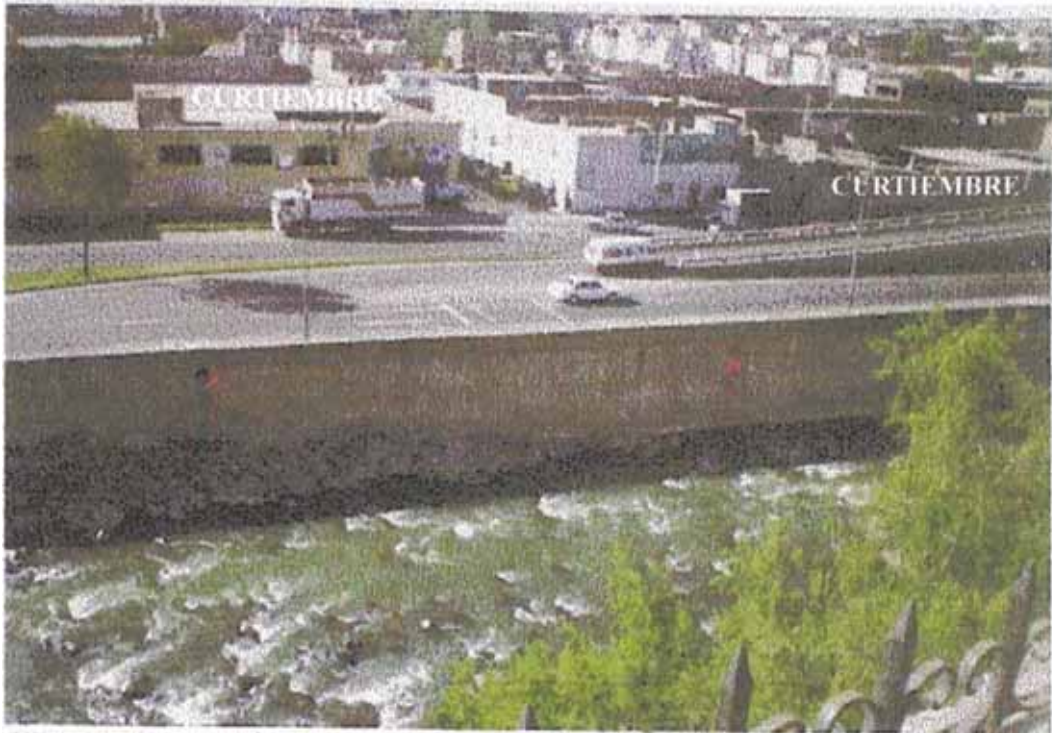


FOTO N° 7. Contaminación del río Chili, por presencia de aguas residuales, provenientes de su margen izquierda, al fondo se observa la presencia de algunas curtiembres.

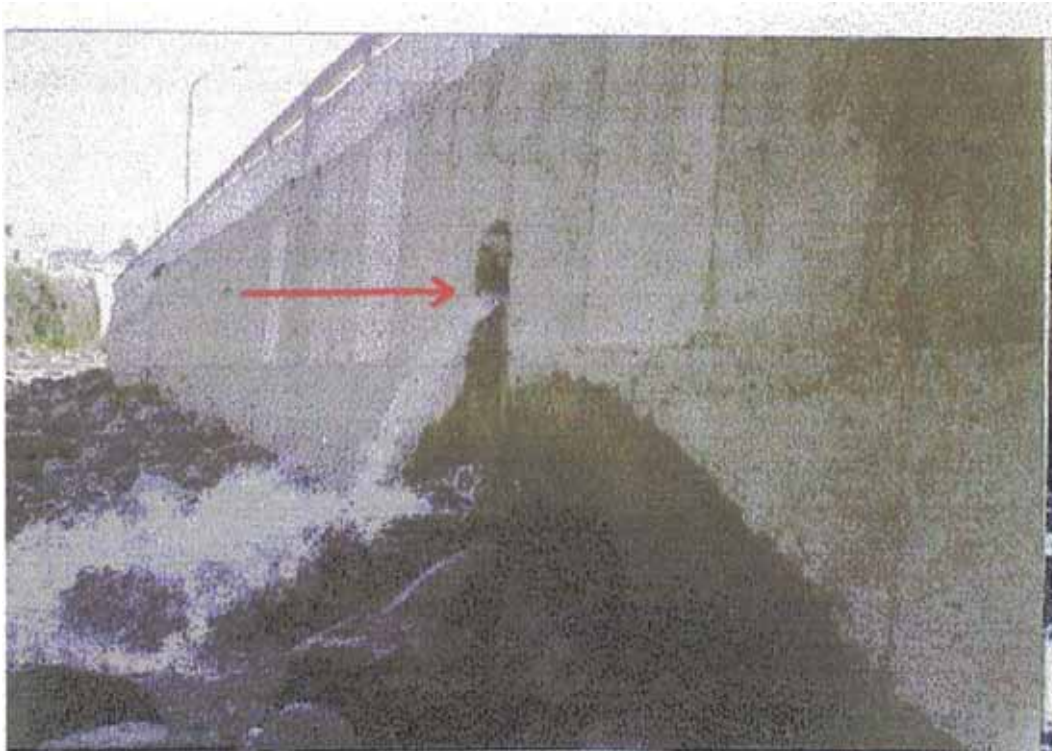


FOTO N° 8. Vertimiento de aguas residuales, provenientes de zonas aledañas de curtiembres, se observa el color oscuro de estas aguas contaminantes, que fluyen al río Chili.

Los efluentes del proceso de curtido llegan hasta un 6.31 % de contenido de cromo, los límites máximos permisibles empleados para riego es de 0.05 mg/l, el cuerpo humano acepta una ingestión media diaria de 0.245 mg/día en comida y agua, y en el aire hasta de 0.0011 mg/día.

También producen impacto en el aire, ya que los residuos orgánicos como cebos, pelos, se acumulan aguas abajo, al estar expuestos al ambiente se descomponen generando gases mal olientes y tóxicos como el amoníaco que es un gran contaminante de la atmósfera y en grandes cantidades daña a la capa de ozono.

Para ello es necesario que las curtiembres para el tratamiento de los residuos acuosos contaminados usen métodos químicos adecuados como por ejemplo el de filtración, a base de absorbentes como las diatomitas y el carbón vegetal que tiene excelentes propiedades que reducen hasta en un 99% el contenido de sales y metales pesados. Se puede sugerir otro tipo de tratamiento como la canalización de todos estos residuos para llevarlos a una sola cuenca que presente características de impermeabilidad, poco fracturamiento y resistencia para la posible construcción de una presa de tratamiento.

#### **4.9.- IMPACTO AMBIENTAL POR LAS AGUAS SERVIDAS**

Los sistemas de aguas residuales comprenden las obras de captación, obras de tratamiento y de descarga o deposición. Los residuos domésticos arrastrados con agua son las aguas negras domésticos, los de establecimientos industriales son las aguas residuales industriales o comerciales. El caudal en los alcantarillados y drenajes fluye continuamente cuesta abajo.

Las aguas residuales son vertidas a los colectores, continúa con el sistema de alcantarillado a través de las plantas de tratamiento y termina cuando las corrientes u otra masa colectora de agua ha sido retornada a su pureza deseada o se han perdido en el río, cuando sucede ello se presentan transmisión de enfermedades. La contaminación de las aguas receptoras puede causar deterioro físico, químico y biológico de los

abastecimientos de agua, condiciones ofensivas a la vista y al olfato, destrucción de cualquier forma de vida acuática.

El drenaje sanitario es el abastecimiento desechado por la comunidad, el agua doméstica es el agua residual procedente de cocinas, baños, lavabos, sanitarios y lavanderías. A las materias minerales orgánicas contenidas en el agua suministrada a la población se agrega un cúmulo de materias fecales, papel, jabón, restos de alimentos y otras sustancias, permaneciendo ciertos residuos en suspensión, otros entran en solución y algunos otros están tan finamente divididos que adquieren las propiedades de las partículas coloidales.

Gran parte de la materia residual es orgánica y útil para los microorganismos saprofitos o de descomposición. El drenaje doméstico es inestable, biológicamente degradable o putrescible y capaz de originar olores ofensivos.

Las aguas residuales industriales varían en su composición de acuerdo con las operaciones de la industria, algunas son las aguas de enjuague relativamente limpias, otras se encuentran fuertemente cargadas de materia orgánica o mineral, o con sustancias corrosivas, venenosas, inflamables o explosivas. La cal, la grasa, el cabello y la fibra se adhieren a los ductos de alcantarillado y los obstruyen, el ácido sulfúrico en particular destruye el cemento y los metales, los residuos calientes estrechan los ductos de barro y mampostería, los productos químicos venenosos destruyen el tratamiento biológico.

De ahí que los abastecimientos de agua deben ser saludables y de buen sabor, para ello el agua debe estar libre de organismos causantes de enfermedades, sustancias venenosas y cantidades excesivas de materia mineral y orgánica. Para tener un sabor agradable debe carecer en especial de color, turbidez, sabor y olor, poseer una temperatura moderada en verano e invierno y estar bien aireada.

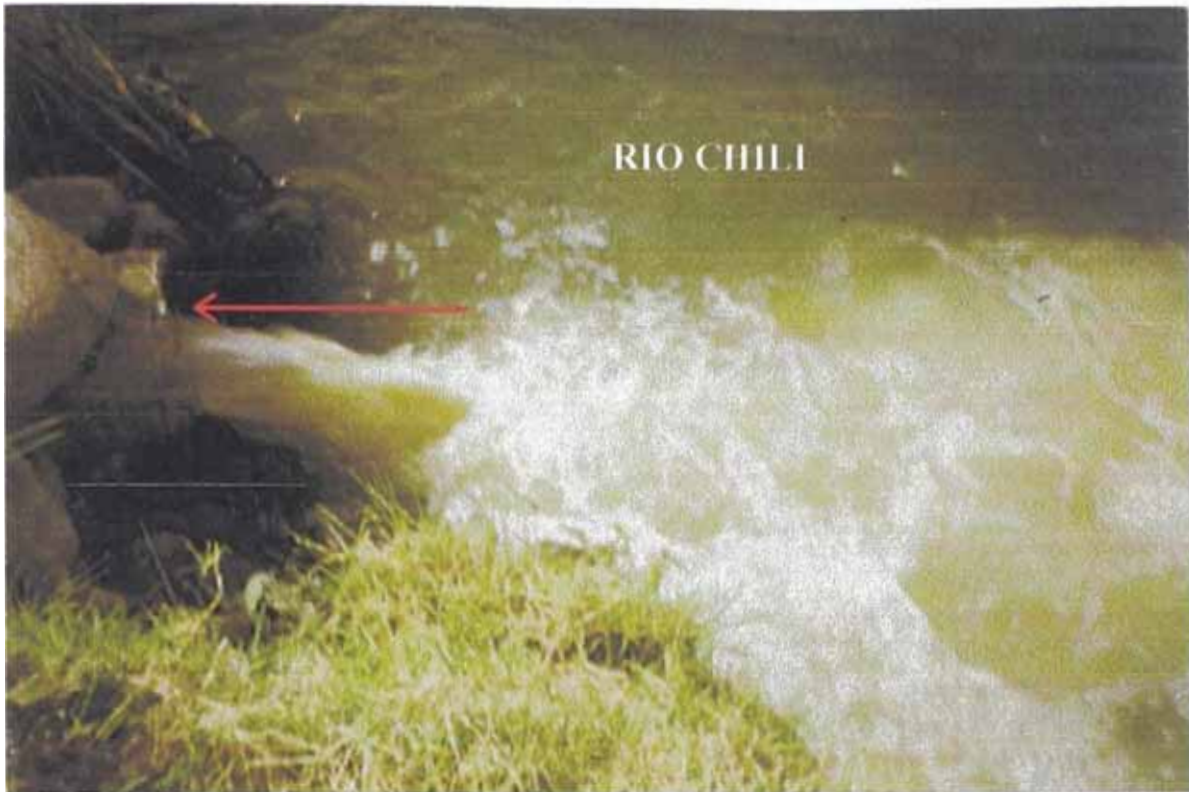


FOTO N° 9. Contaminación del río Chili, por las aguas servidas de la Ciudad de Arequipa, cuyo vertimiento se efectúa en el sector de Alata. (70% del Alcantarillado por desague)



FOTO N° 10. Tubería de desague destruido en parte, en la margen izquierda del río Chili en el sector de Alata. Nótese la turbidez del agua.

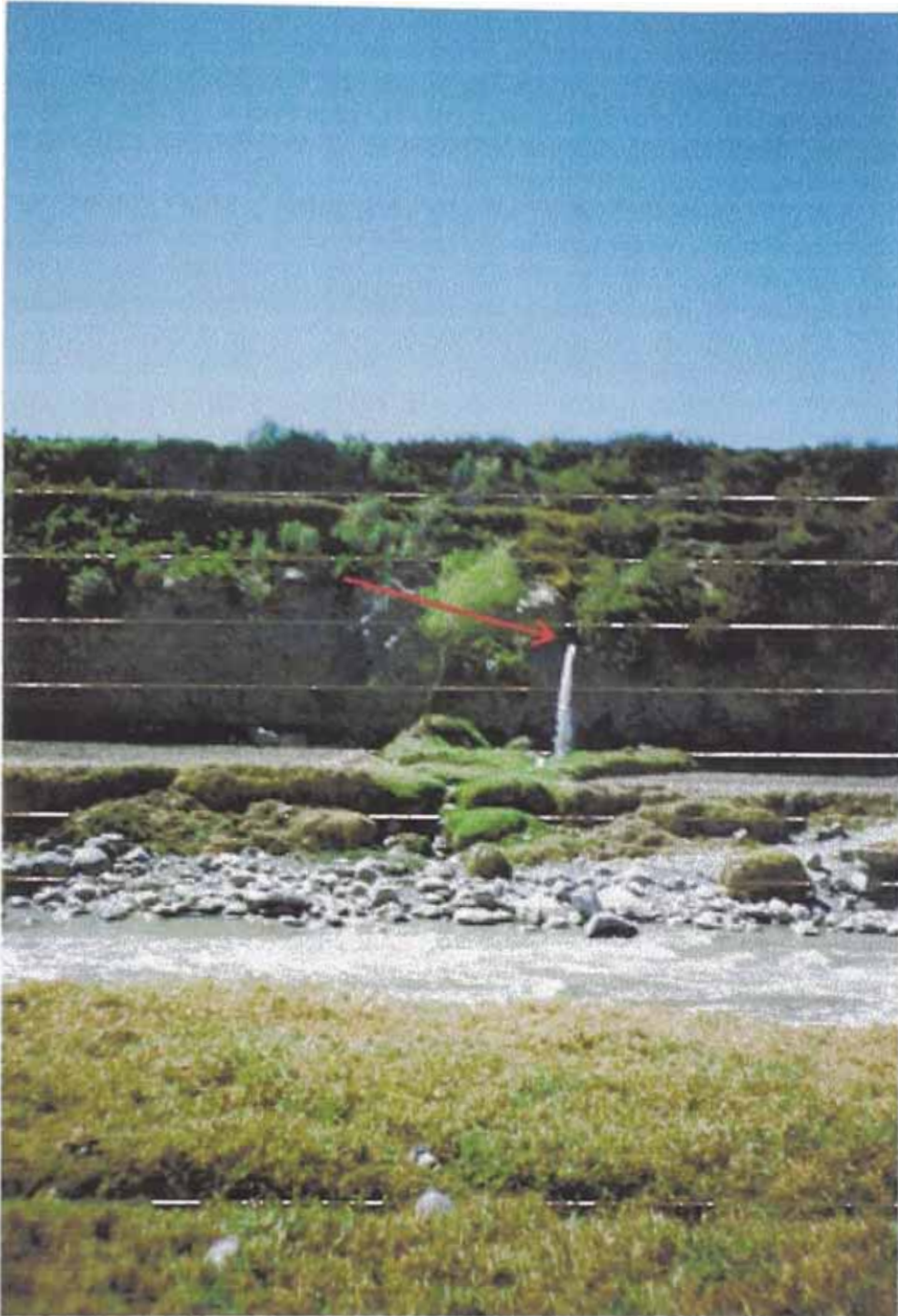


FOTO N° 15. Desagues que van a desembocar directamente en la margen derecha del río Chili a la altura del puente de Tiabaya, ocasionando un impacto potencial. Dichas aguas servidas provienen del Distrito en mención y sus anexos circundantes.

## **A).- PLANTA DE TRATAMIENTO DE CHIILPINA**

La planta de tratamiento de desagües de Chilpina (o Chilpinilla), se encuentra en el sector de Cerro Salaverry, en el distrito de Socabaya, en la avenida Las Peñas, se sirve de esta planta Arequipa Metropolitana (margen derecha del río Chili).

Esta planta fue construida en 1969, para una población servida de 280,000 habitantes, sin embargo por problemas de diseño actualmente se atiende a una población aproximada de 110,000 habitantes.

Estas aguas servidas tienen como fuentes principales las industrias y hogares domésticos, siendo un alcantarillado sanitario combinado.

Se ha efectuado una red de alcantarillado y colectores con una bifurcación y cámara de alivio-planta en Tingo, la conducción de las aguas servidas es por gravedad.

Dentro de las características presentadas por estas aguas residuales se indica que tiene un caudal de diseño de 135 l/s, su caudal de operación actual es de 150 l/s, caudal mínimo de operación de 120 l/s, caudal per cápita actual de 85 l/hab. día, carga orgánica de diseño de 3900 kg DBO/día, carga orgánica de operación actual de 2846 kg DBO/día.

La planta presenta un canal Parshall, medidor de caudal ultrasónico, rejas de limpieza manual, desarenadores, tanques Imhoff para tratamiento primario, filtros percoladores para tratamiento secundario y sedimentadores secundarios. Para el tratamiento final del efluente se utiliza desinfección para reducción de patógenos y el producto químico utilizado es el cloro.

El tratamiento se efectúa con retención de las sustancias contaminadas, tóxicas y reutilizables, que se encuentran en las aguas residuales, tratamiento del agua y de lodos. En el tratamiento mecánico se separan los sólidos sedimentables, efectuando la preclasificación, el tratamiento químico permite la separación o transformación de las

sustancias sedimentables. En el caso del tratamiento biológico se utiliza ciertos microorganismos para la oxidación de sustancias orgánicas presentes en el efluente.

De acuerdo a los estudios realizados, la planta de tratamiento de Chilpina tratará un caudal hasta de 11,300 m<sup>3</sup>/día, el excedente será derivado hacia la futura planta de Pampa Estrellas construyendo para ello un aliviadero. Esta planta trata solamente el 30% de las aguas residuales que produce la ciudad, el 70% restante se va directamente al río Chili mediante los colectores de Alata.

El costo beneficio de la actividad está dado por el control de toxicidad y contaminantes que no ingresan al río, así como en base a los excrementos se elaboran los abonos de chacras, siendo uno de los más baratos en costos y los más eficaces para los cultivos.

Estas aguas de la planta de Chilpina solamente es tratada con cloro, significa que siempre está contaminada, de ahí que las zonas que utilizan esta agua para regadío como Hunter y Socabaya van a tener problemas de contaminación en sus plantaciones, se sabe que el cloro no va a eliminar completamente las bacterias, así como los excrementos van a producir gases como el etano y el metano que es irritante para el ser vivo.

Los olores de las materias del drenaje y residuos industriales en descomposición, no producen infecciones, aun cuando algunas emanaciones de los colectores y aguas negras son tóxicas. Es probable que agentes infecciosos o de parásitos o enfermedades humanas hayan sido introducidas a las aguas negras en cualquier tiempo.

Una de las características de las aguas residuales es que los conductos no fluyen bajo presión, el flujo es casi siempre inestable y las aguas fluyentes transportan cargas sustanciales de materias flotantes, suspendidos y solubles.

Se debe precisar que los principales contaminantes presentes en la aguas servidas son:

- Materia orgánica (DBO. DQO, grasa y aceites).
- Patógenos (virus, bacterias, parásitos).

- Nutrientes (N,P,K,)
- Compuestos tóxicos (metales pesados, solventes orgánicos, pesticidas, detergentes).
- Sólidos grandes ( botellas, plásticos, zapatos, paños higiénicos, comestibles, etc).

## **B).- PROBLEMA DE LAS AGUAS SERVIDAS DE SABANDIA**

Sabandía, uno de los distritos más tradicionales de Arequipa, no cuenta en la actualidad con una planta de tratamiento de aguas servidas, siendo las instalaciones sanitarias encauzadas hacia la avenida principal, donde posteriormente son drenadas al río Socabaya, siendo el pueblo más afectado el de Socabaya, ya que éste está gravemente contaminado con estas aguas residuales, no solamente de las aguas servidas de Sabandía sino del mismo pueblo de Characato, ya que estas aguas son utilizadas para uso doméstico y demás servicios provocando males estomacales y problemas a la piel, asimismo son utilizados para el consumo de animales domésticos, ganado, de igual modo se ven seriamente afectados en vista que esta agua es utilizada en sus cultivos que al quedar contaminados son consumidos en su gran mayoría por la población Arequipeña.

El pueblo de Sabandía tenía su planta procesadora de aguas servidas a la altura del molino, habiéndose malogrado sus estructuras y sistemas de tratamiento, por lo que las aguas servidas pasan directamente sin ningún tratamiento al río, siendo un descuido de las autoridades ediles del distrito así como de la misma empresa responsable SEDAPAR.

Como se puede observar la producción de aguas servidas si reviste importancia ya que los volúmenes producidos no son manejables con criterio creando inconvenientes sanitarios.

Se sabe que al mejorar las condiciones de funcionamiento de los abastecimientos de agua y llegar a la mayoría de los domicilios con instalaciones internas, la facilidad de acceso al agua producirá un aumento en la producción de aguas de desecho, tanto de las llamadas aguas grises como de las negras, al no tener facilidad de descarga el sistema



de recolección y disposición de las aguas residuales serán descargadas directamente al río. Esto va a generar un incremento de la morbilidad y mortalidad especialmente entre los niños.

### **C).- PROBLEMA DE LAS AGUAS SERVIDAS DE CHARACATO**

El distrito de Characato dispone del servicio de agua y desague en un 70% de la población, siendo el 30% desprovistos de estos servicios debido a que se encuentran en zonas altas o recién conformadas.

El distrito contaba con una planta procesadora de aguas servidas la cual no está en funcionamiento desde hace dos años debido a una torrencial lluvia que deterioró esta infraestructura. Existen zonas agrícolas que son regadas con aguas servidas filtradas, estas zonas están ubicadas a la salida del tubo principal de desague de las aguas servidas, de igual modo existen viviendas en los distritos bajos que utilizan esta agua para uso doméstico y demás servicios provocando males estomacales y problemas a la piel.

La flora y la fauna acuática se ve muy contaminada, actualmente cuenta con más de 2,000 familias, utilizando igualmente agua proveniente del ojo del milagro, no teniendo en la actualidad ningún control de monitoreo ambiental, sólo se le agrega cloro para que el líquido no sea insalubre.

### **D).- PROBLEMA DE PAMPAS VIEJAS- HUASACACHE**

En la zona de Pampas Viejas y Huasacache del distrito de Socabaya, se ha podido comprobar que existe un impacto contaminante potencial.

Antes de instalarse la planta de tratamiento de Chilpina, las aguas negras eran directamente utilizadas en los terrenos de cultivo, en el año de 1969 comienza a funcionar la planta y administrada por la Municipalidad Provincial de Arequipa, debido al crecimiento poblacional se incrementó el afloramiento de aguas por filtración en las



FOTO N° 11. Nótese la concentración de aguas servidas que proceden del pueblo de Characato, observándose el cambio de coloración grisácea, oscura.

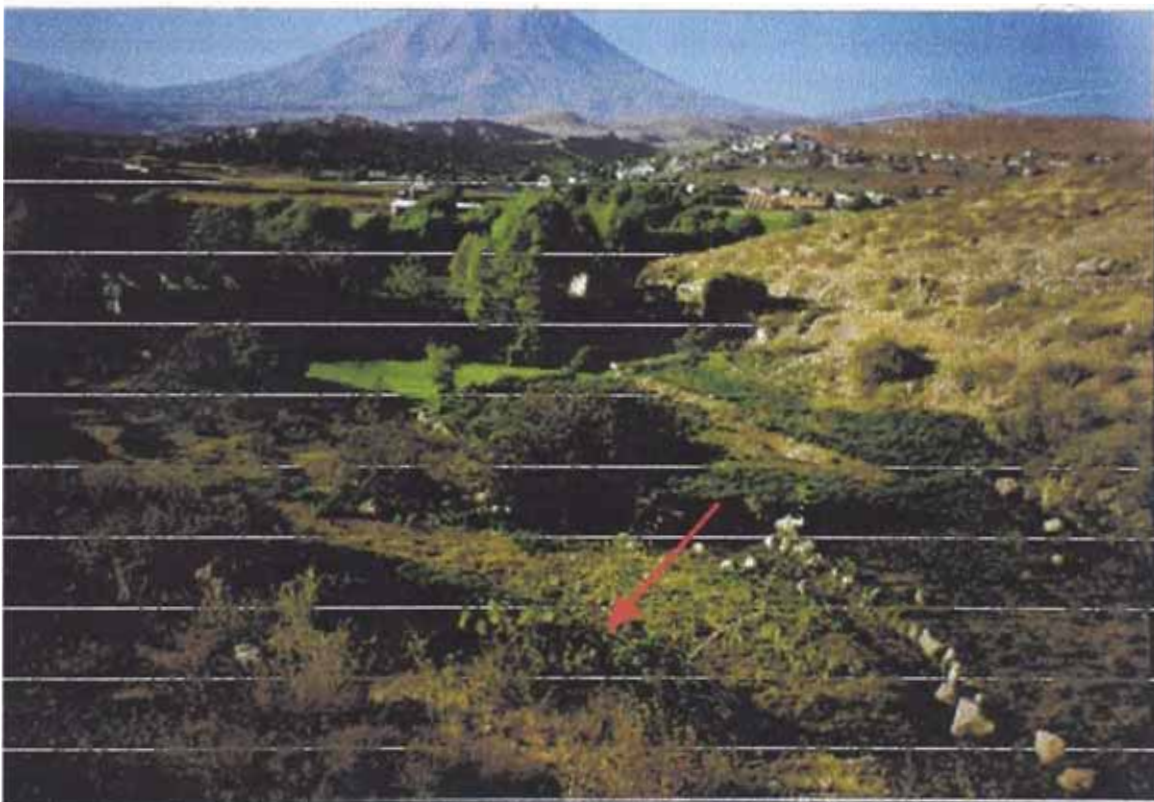


FOTO N° 12. Las aguas servidas que discurren de los distritos de Characato y Sabandía son utilizadas para la agricultura y consumo de animales en el sector del Distrito de Socabaya.

partes bajas lo que permite un mayor desarrollo de áreas de cultivo hacia el sur de la Comunidad de Pampas Viejas de Socabaya, en 1975 la Administración Técnica del distrito de riego Chili entregó 35 l/s de agua a través del canal Miraflores y Torrentera de Paucarpata para que puedan ser mezcladas con las tratadas a la salida de la planta.

Después de 1975 la planta viene funcionando con problemas, en Mayo de 1987 la unidad departamental de salud autoriza la utilización de las aguas servidas sometidas a tratamiento secundario en la planta convencional, en 1994 deniegan esta autorización de la utilización de estas aguas tratadas debido a la aparición del mal del cólera.

En general la fuente principal de abastecimiento de agua de regadío lo constituye la proveniente de la planta de tratamiento de SEDAPAR, el volumen actualmente es de 150 l/seg, estas aguas tienen una marcada diferencia de tonalidad, perceptible por la presencia de desechos orgánicos y sólidos suspendidos, los que se van decantando conforme recorre por las acequias. El color es algo plumizo pardo a la salida de la planta, el olor es característico.

Estas aguas tienen implicancias en los cultivos, produciendo enfermedades en la alfalfa, maíz, lechugas, ajo, cebolla, papa, que son los principales productos que se cultivan en el sector, siendo de un rendimiento más eficaz que en los demás centros de producción, esto se debe al abono natural que continuamente se deposita en las aguas, denominados nutrientes disponibles.

Las aguas de filtración de la zona están constituidas por las filtraciones existentes en la planta de Chilpina, una vez ello se desplaza mediante una componente vertical hasta encontrar una barrera impermeable, saturando los poros de las rocas y constituyendo un depósito o napa de agua subterránea, cambia a componente horizontal hasta aflorar en superficie y en zonas más bajas, existiendo una relación directa entre las aguas tratadas y las drenadas o de filtración.



FOTO N° 13. Las aguas provenientes de la planta de tratamiento de Chilpinilla, son utilizadas en forma irracional en la agricultura, como en el consumo de los animales.

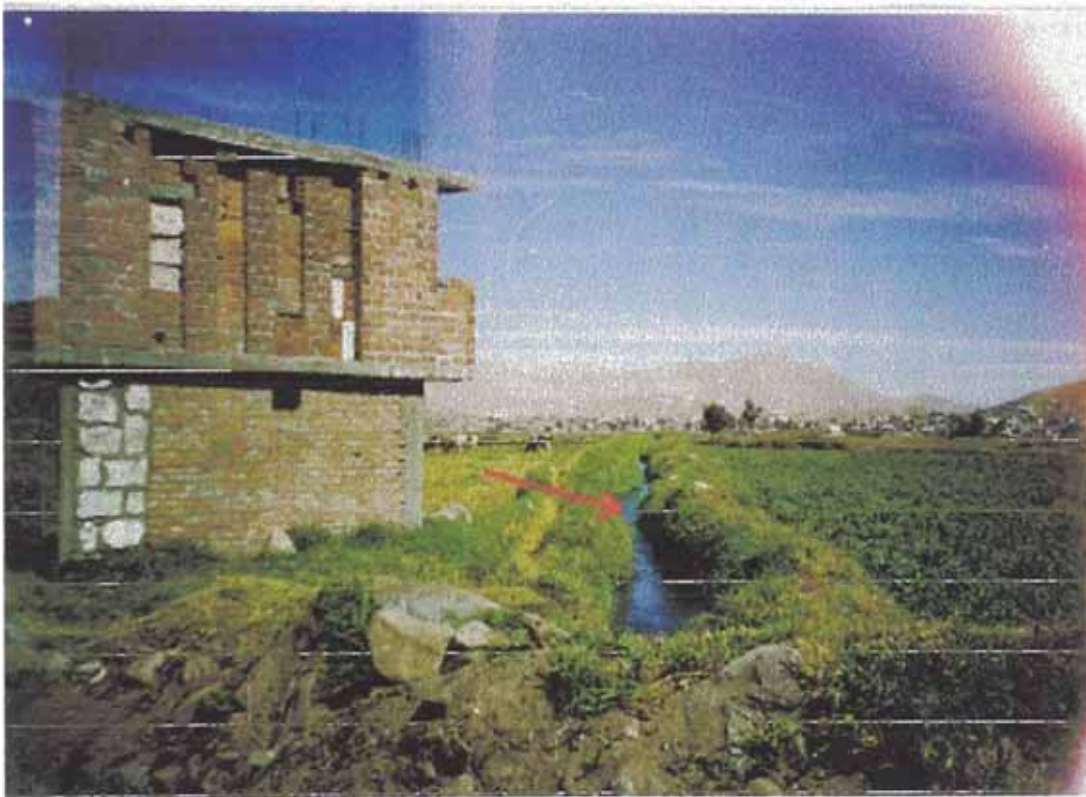


FOTO N° 14. Nótese la canalización de las aguas de Chilpinilla, utilizadas para riego, siendo un contaminante potencial, debido a que existen viviendas en el mismo cauce y que de manera indirecta es utilizada por la actividad humana.

Se puede observar que la planta de tratamiento de Chilpina no recupera materiales como pelos, vísceras en general, detergentes, productos químicos, etc, los cuales van a ir directamente a los canales de regadío del sector.

En épocas de lluvias la planta tiene que resistir una capacidad de 250 l/ seg, cuando ingresa directamente hasta 400 l/seg, siendo el excedente de 150 l/ seg los que tienen que pasar directamente mediante un "by pass" sin tratamiento, constituyendo un impacto ambiental potencial, de igual modo la planta estuvo diseñada para 30 años de funcionamiento, lo que indica que la planta ya no es operativa.

#### **4.10.- IMPACTO AMBIENTAL POR EL USO DE AGROQUIMICOS**

Actualmente se vienen utilizando productos químicos para la industria y la agricultura, sustancias que son utilizadas y retenidas sin las precauciones debidas, por un lado retenidas por los suelos, pudiendo permanecer en ellos por largos periodos, o algún elemento puede llegar al suelo en mayores proporciones siendo de este modo tóxico para los cultivos, una vez que un producto químico ingresa al medio ambiente comienza a descomponerse o degradarse de alguna manera. La descomposición o pérdida es el resultado de diversos procesos ambientales. La velocidad de descomposición y pérdida varía en función a un número de factores, de los cuales uno de los más importantes se basa en las propiedades del compuesto.

En una zona de cultivo se observa que la producción agrícola es afectada por insectos, hongos, malas hierbas, entre otros. Se debe considerar que los agroquímicos fitosanitarios se agrupan en insecticidas si se relaciona con los insectos, fungicidas si son con los hongos, o herbicidas con la mala hierba, etc.

Existen evidencias de que el uso normal de algunos compuestos pueden llegar a contaminar los ecosistemas acuíferos asociados a suelos cuyas características químicas e hidrológicas permiten un transporte más rápido, los niveles de riesgo están relacionados interactivamente con el medio receptor, suelo y usuario. Existen

diferentes tipos de agroquímicos como el alóttrín, amidor, depegal, urea, granolate, thiodan, carbicrón, furadan, monofos, baytroid, entre otros.

### **A).- NATURALEZA QUIMICA DEL RESIDUO**

El producto químico del plaguicida, sus derivados y sustancias auxiliares que quedan como resultado del proceso de degradación se denomina residuo, expresado en partes por millón. Los plaguicidas pueden sufrir alteraciones químicas y con frecuencia son metabolizados por los tejidos de las plantas y los animales tratados con ellos. Los compuestos de breve duración que se producen durante la descomposición pueden ser más tóxicos que los persistentes que quedan almacenados en forma inactiva.

Las úreas y triazinas son mucho más persistentes en el suelo, los insecticidas organoclorados son menos volátiles que los organofosforados. La luz, la precipitación y el viento intervienen en la disipación de los residuos, si la temperatura aumenta, va a incidir positivamente en la velocidad de volatilización.

Gran parte del residuo se pierde con la lluvia, especialmente si se trata de polvos humectables, la mayoría de compuestos químicos absorben la energía luminosa. Si la intensidad de la luz es elevada, y en particular la parte ultravioleta del espectro solar, la descomposición fotoquímica es mucho más probable, si la aplicación se efectúa cuando hay mucho viento es probable que el compuesto sea arrastrado y haya menos depósito inicial sobre el cultivo.

### **B).- PROBLEMAS AMBIENTALES DE LOS AGROQUIMICOS**

Los plaguicidas penetran a las partes comestibles de los cultivos formando posteriormente parte de la cadena alimenticia siendo el hombre y otros seres vivos los que consumen los alimentos contaminados, pueden producir efectos nocivos en la salud y el medio ambiente.

Los plaguicidas administrados en dosis elevadas producen efectos perjudiciales en los animales y por consiguiente en el hombre. Los efectos de los residuos sobre la salud, se

denotan en la mala utilización de los plaguicidas cerca del periodo de cosecha, o el uso de un producto inadecuado para el cultivo. Así la presencia de residuos de plaguicidas en alimentos a niveles mayores que los límites máximos permisibles, son los que crean los problemas más críticos.

### **C).- EFECTOS NOCIVOS**

Uno de los grandes riesgos en la mujer que trabaja en el campo y expuesta a los agroquímicos es que ésta al estar con un mes de gestación corre riesgo de aborto, náuseas, sudoraciones frecuentes y dolores abdominales; con tres meses de gestación corren un alto riesgo de aborto, náusea, vértigo y dolores ginecológicos, hacia los cinco meses presentan fatiga muscular y desmayo, respiración dificultosa y cefalea, así como malformaciones por contracción abdominal.

Sin embargo, las mujeres entre los 18 y 30 años, sin estado de gestación, presentan síntomas de somnolencia, pérdida del apetito, disminución de la concentración, riesgo de esterilidad, por último los efectos comunes a todas las mujeres son la intoxicación estomacal y digestiva, irritación dérmica, irritación ocular y quemaduras.

Es bien sabido que los plaguicidas en la agricultura determinan efectos impactantes en los ecosistemas, principalmente en aquellos donde se interrumpen procesos de bioregeneración, o con disminución de la calidad trófica. En este proceso participa el agricultor, su familia, su entorno y su inserción social.

Estos plaguicidas producen efectos tóxicos agudos, crónicos, mediante el método epidemiológico se logra tener conocimiento acerca de la causa y el nivel de utilización del tóxico.

#### 4.1 1.- IMPACTO AMBIENTAL POR LA ACTIVIDAD VOLCANICA

Arequipa está considerada como una zona de alto riesgo volcánico, en vista que se encuentra rodeada de la cadena volcánica conformando los volcanes Misti, Chachani y Pichu-Pichu.

En una eventual erupción, no solamente va a haber flujos de lavas, caída de cenizas, flujos piroclásticos, sino que habrá agrietamiento del suelo, subsidencia, avalanchas de escombros y flujos de lodo. (Lionel S. Fidel, 1979).

las posibles zonas de riesgo volcánico en la ciudad de Arequipa son las siguientes:

-Las zonas Norte y Noreste de la ciudad de Arequipa están expuestas a la erupción directa del Volcán Misti.

-La dirección de los vientos es fundamental para poder determinar la caída de cenizas, teniendo cuidado con el rumbo y velocidad de éstos, logrando cambiar con las estaciones del año y la temperatura del medio ambiente. Teniendo una dirección predominante Noreste- Este y Sureste, una eminente caída de cenizas comprometería la represa de Aguada Blanca, en donde se depositaría las cenizas más densas, así como afectaría el cauce del río Chili, los cerros Morocollo y Altaza servirían como contrafuertes hasta donde llegarían las cenizas más livianas, los vientos más altos podrían transportar las cenizas a lugares más alejados.

-Por el Sur- Sureste las cenizas van a afectar directamente la zona de Chiguata con sus poblados adyacentes, destruyendo sus sembríos, la ciudad de Arequipa sería cubierta en su mayor parte por estas cenizas fundamentalmente en la Cuenca Oriental.

-Los flujos de lava, debido a la gran pendiente existente del volcán Misti, colmatarían las quebradas adyacentes en forma rápida y con gran facilidad, pudiendo afectar la carretera afirmada que conecta Arequipa con el distrito de Chiguata que sirve de conexión con la región de Puno. asimismo la toma de agua de la Bedoya que da



suministro del líquido elemento (agua) a un gran sector de Arequipa corre el riesgo de ser destruido.

-Las quebradas de San Lázaro y Mariano Melgar pueden ocasionar problemas a la ciudad de Arequipa, principalmente en los distritos de Miraflores y Mariano Melgar, sin descartar las otras quebradas adyacentes.

-Los flujos piroclásticos también presentan cierto riesgo, ya que si son de composición más silíceo pueden lograr mayor alcance como las riolitas, con un emplazamiento de más o menos  $12^\circ$ , en el caso de las andesitas el ángulo estaría en un promedio de  $15^\circ$  a  $20^\circ$ , sin embargo si contiene biotita indicaría mayor viscosidad.

-En el caso de una columna eruptiva, ésta puede proyectarse a una altura de 1.5 Km por encima del cráter, se debe considerar que en zonas planas los piroclásticos pierden energía y en zonas de quebrada por ser de pendiente fuerte, estos tomarían una gran energía.

-La presencia de lahares con contenido de humedad relativa permitirían potenciar el peligro en las quebradas de la cuenca Oriental del río Chili, con graves consecuencias a la ciudad de Arequipa, con efectos de impacto potencial generalmente hacia los asentamientos que se encuentran en sus riberas. (Thouret C. 1997).

#### **4.12.- IMPACTO AMBIENTAL POR LA ACTIVIDAD SISMICA**

Las zonas de mayor incidencia sísmica en la ciudad de Arequipa se puede inferir en los asentamientos de terrenos aluvionales, compuestos de gravas y arenas, presentando amplia densificación, licuación y propensa a la amplificación, siendo las más estables las rocas intrusivas y volcánicas, por lo que se desprende que la ciudad de Arequipa en un 70% está expuesta a una inestabilidad sísmica.

Los sismos mayormente se producen por encima de la capa de Mohorovic, es decir vienen a constituir sismos superficiales, sus efectos son catastróficos en el epicentro,

reduciéndose a medida que se aleja, también existen sismos intermedios que llegan hasta los 300 km de profundidad, los de foco profundo sobrepasan los 300 km.

La norma sismo resistente señala a la ciudad de Arequipa como la zona de más alta densidad, de acuerdo a la composición litológica se puede atenuar o amplificar, la licuación de suelos dependiendo de la profundidad del nivel freático. (Ticona P.J. 1994).

La identificación y caracterización de la actividad sísmica superficial intraplaca continental constituye una zona paralela a la costa ubicada al Suroeste de la cadena volcánica, conocida como sistema de Fallamiento San Agustín (Lazo M. 1989), y que se extiende entre los 16° y 18° de latitud Sur, y otra zona de actividad sísmica dispersa ubicada al Norte y Noroeste de Arequipa, de actividad superficial. (Lazo M, Kosaka R. 1992).

La estabilidad física de las construcciones existentes en Arequipa, en un gran porcentaje no resistiría un movimiento sísmico superior a los 7.5 en la escala de Mercalli, generalmente aquellos pueblos y distritos tradicionales como Yrabamba, Quequeña, Sogay y Polobaya entre los principales del sector, algunas construcciones antiguas dentro del casco urbano de la ciudad como son los puentes Grau, Bolognesi, y de Fierro, iglesias, conventos, etc. (Rodríguez Z.G. 1994).

## **CAPITULO V**

### **IMPACTO AMBIENTAL HIDRICO DE LA CIUDAD DE AREQUIPA**

#### **5.1.- GENERALIDADES**

El impacto y protección del medio ambiente en Arequipa es una de las prioridades que se requiere, pues a medida que pasa el tiempo, mayor es la contaminación del aire, suelo y agua. Monitoreos y controles permanentes de estas emisiones se debe intensificar en programas de las organizaciones Multisectoriales de la Región, sobre todo la encargada de controlar y administrar las aguas de toda la cuenca del Chili en su parte oriental y occidental.

El río Chili tiene como tributarios en la cuenca Oriental las subcuencas de los ríos Andamayo, Mollebaya y Yarabamba, así como en la cuenca Occidental la subcuenca del río Yura, fuera de la zona de estudio.

#### **5.2.- CICLO DEL AGUA**

El monitoreo del agua superficial y subterránea, es el ciclo más importante en la ciudad de Arequipa, este flujo de agua es producto básico del ciclo periódico de lluvias y nieve en grandes áreas y regiones de Arequipa. Está comprobado que en una ciudad el agua no sólo es necesaria para la vida, si no para limpiar el medio ambiente, gran parte del

agua de las severas precipitaciones pluviales de Arequipa se pierden directamente en el mar.

Se puede comprobar que en las aguas de la cuenca del Chili y en todo su recorrido se genera una seria contaminación, este recurso hídrico que es de necesidad para el ser humano, nuestra frontera agrícola y otros usos, cada vez se está contaminando más.

Los focos contaminantes de la cuenca se zonifican en:

- Entre el puente Grau hasta el puente de -Fierro (contaminación total).
- Puente de Tingo y dique en Huayco (la contaminación se agrava).
- Dique Huayco - Uchumayo túnel Socosani (el agua está totalmente negra).
- Túnel Socosani - río Vitor además el agua se saliniza.
- Río Vitor, Sigvas y Quilca contaminación total y más salinizada.

A la fecha todo lo descrito trae como consecuencia gran variedad de enfermedades en toda la población, relacionada con el agua. Por las observaciones hídricas realizadas en todo el ámbito de la ciudad se puede comprobar buen flujo de agua subterránea que discurre de Este a Oeste en la cuenca Orienta] y de NE a SW en la cuenca Occidental, existiendo preocupación en esta zona ya que hay acuíferos seriamente contaminadas en su Napa (Rural Pachacutec).

### **5.3.- IMPACTO AMBIENTAL HÍDRICO**

El impacto ambiental debido a la contaminación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos comprende una extensión que abarca de Noroeste a Sureste, de todo el ámbito de la ciudad de Arequipa y compromete la cuenca del río Chili, subcuenca del río Tingo grande y de Yura (fuera de la zona de estudio), las aguas superficiales del río Chili en su totalidad están seriamente contaminadas y su punto de partida es el campamento policial de Chilina donde al río vierten toda clase de deshechos, al pasar por la ciudad se agregan los deshechos de las curtiembres por sus contaminantes químicos, los deshechos orgánicos de los camales de beneficio, las basuras orgánicas e

inorgánicas que, a diario, gente inescrupulosa arroja al río, los escombros y otros desechos que arrojan en la ladera y cauce del río en su recorrido urbano, los detergentes y otros tóxicos, así mismo la cantidad de roedores en número alarmante en todo el trayecto del río y por la ciudad, siendo los focos principales: Parada-Tingo, Puente Bolívar, San Martín, Grau y Bolognesi, los mercados y centros de acopio, las curtiembres, las aguas negras de los emisores y colectores de todo el programa de abastecimiento de la empresa SEDAPAR, agregando una contaminación total en toda la cuenca del río hasta su delta en el distrito de Quilca.

#### **5.4.-IMPACTO AMBIENTAL DE LAS SUBCUENCAS**

Las subcuencas que alimentan al río Chili están centradas en la cuenca Oriental, considerándose a los ríos Andamayo, Mollebaya y Yarabamba, respectivamente.

##### **5.4.1.-SUBCUENCA DEL RIO ANDAMAYO**

El Río Andamayo tiene su origen en las estribaciones del Nevado Pichu- Pichu, en su recorrido inicial origina cañones muy empinados, las nacientes son de ramificaciones muy simples debido a la pendiente que es muy pronunciada, tiene como afluentes las quebradas de Huayarane, Andrés Huasini, Tingo, Caricari, Agua Salada, Quebrada Honda, Guarangal, por la margen derecha, y las quebradas del Rodado, Las Pacchas, Llulluchallo, Killocona y Callejones por la margen izquierda, su régimen es temporal, siendo su drenaje de tipo dendrítico, el cauce se hace más amplio aguas abajo llegando a unirse al río Yarabamba y tomando el nombre de río Socabaya.

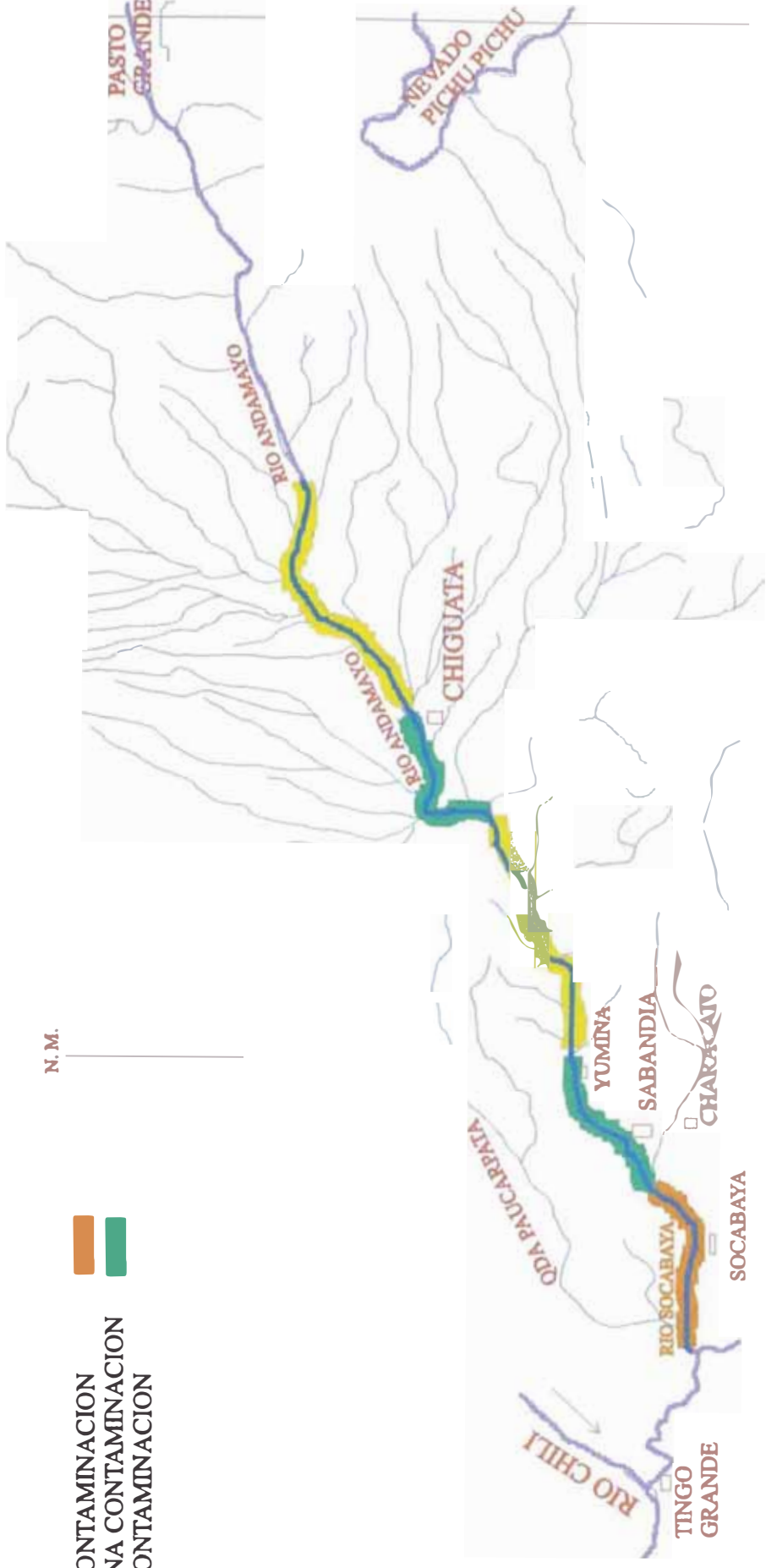
Existen algunos arroyos de caudales regulares que bajan de las estribaciones del Pichu Pichu como son Pasto Grande, Arroyo Neccka, Confital, Condorime, La Bedoya, etc.

Hacia el sector de Chiguata se dirigen quebradas de forma radial originadas en el Volcán Misti. La cuenca se encuentra definida hacia el lado Occidental del Nevado Pichu- Pichu, encerrando pueblos importantes como Miraflores, Chiguata, Mosopuquio,

ALTA CONTAMINACION  
 MEDIANA CONTAMINACION  
 BAJA CONTAMINACION



N. M.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA
SECCION DE POST - GRADO
MAESTRIA EN MINERIA Y MEDIO AMBIENTE
ESTUDIO DE IMPACTO Y GESTION AMBIENTAL EN LA CIUDAD DE ARQUIPA
PLANO: CONTAMINACION DE LA SUBCUENCA DEL RIO ANDAMAYO
ELABORADO: E.G.S
FECHA: DICIEMBRE 99
DIBUJO: E.G.S
LAMINA N° 18

Yumina, Sabandía y Characato hasta formar el río Socabaya, entre Chiguata - La Calera, presenta un valle amplio generalmente con escarpas, sin embargo entre La Calera y el Gringo se encañona considerablemente.

El río Canchismayo es otro de los afluentes del Andamayo, tiene su origen en el cerro Potrejillas, presenta un régimen irregular, con caudal en época de precipitaciones generalmente de Enero a Marzo, mientras permanece seco durante los meses de Abril a Diciembre, restringiéndose el drenaje al flujo de los manantiales del sector, dentro de los tributarios se tiene las quebradas Arancota, Cancahuani y Carrizal en la margen derecha del río.

Uno de los principales impactos que se generan en esta subcuenca es el arrojado de basura fundamentalmente por parte de los pobladores de la zona, esto en la parte baja del río principalmente, los otros impactos son muy superficiales y no manifiestan mucho peligro.

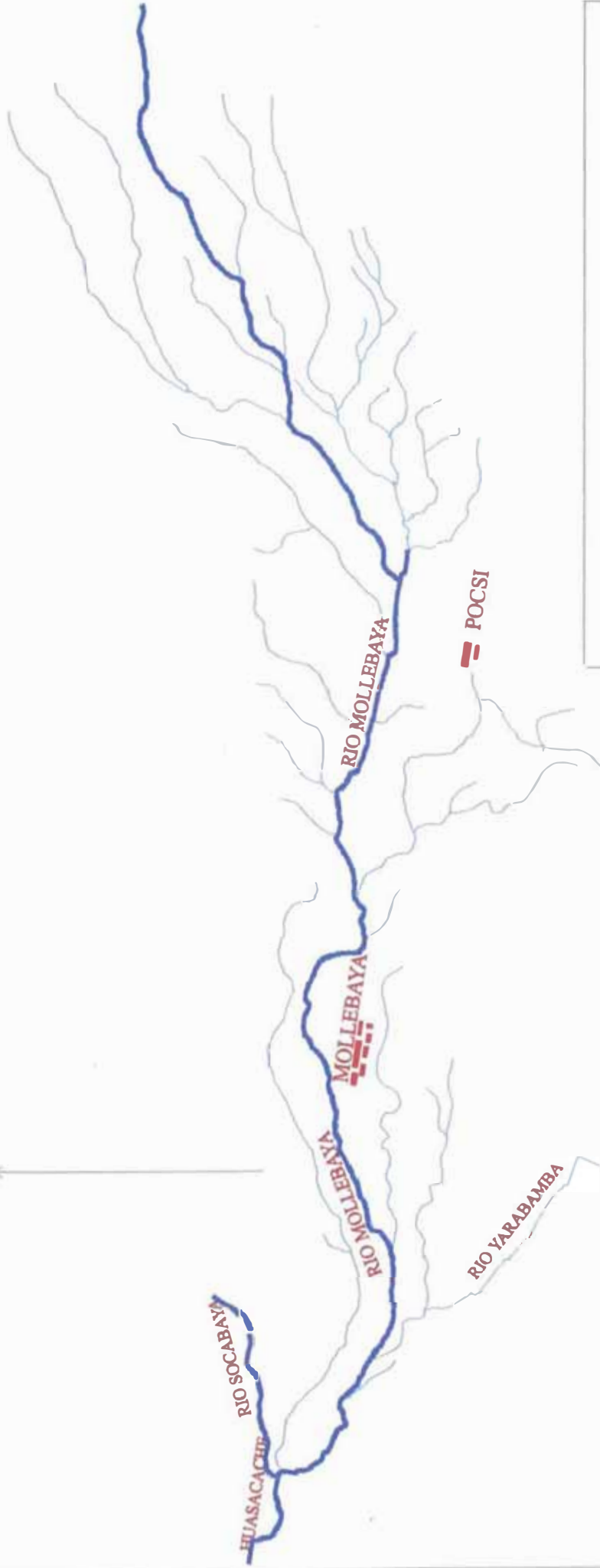
#### **5.4.2.-SUBCUENCA DEL RIO MOLLEBAYA**

El río Mollebaya es un tributario del Andamayo, presenta un régimen de crecientes entre los meses de Enero a Marzo, manteniendo un caudal estimado debido a las precipitaciones pluviales, el régimen de estiaje se define entre Abril y Diciembre, donde el caudal que presenta este río se debe fundamentalmente a la presencia de manantiales.

Las redes secundarias del río presentan una dirección NW --SE, dichos tributarios tienen su origen en las altas cumbres, discurriendo aguas abajo, presentando una morfología tipo V por sus fuertes pendientes, llega a confluir con el río Yarabamba para formar el río Postrero a la altura de Tingo Grande.

Sus nacientes se encuentran en las estribaciones del Nevado Pichu - Pichu y presenta quebradas como Tuctumpaya, Pasto Pampa, teniendo pueblos importantes como Piaca, Pocsi y el pueblo de Mollebaya, con sus anexos Santa Ana y Yanayaco, sus límites se encuentran definidos con la cuenca del río Andamayo hacia el Norte, la de Yarabamba

N.M.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA

SECCION DE POST - GRADO

MAESTRIA EN MINERIA Y MEDIO AMBIENTE

ESTUDIO DE IMPACTO Y GESTION AMBIENTAL EN LA CIUDAD DE AREQUIPA

PLANO : DRENAJE DE LA SUBCUENCA DEL RIO MOLLEBAYA

ELABORADO: E.G.S

FECHA: DICIEMBRE 89

DIBUJO: E.G.S

LAMINA N° 19



ALTA CONTAMINACION  
 MEDIANA CONTAMINACION  
 BAJA CONTAMINACION



N. M.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA

SECCION DE POST - GRADO

MAESTRIA EN MINERIA Y MEDIO AMBIENTE

ESTUDIO DE IMPACTO Y GESTION AMBIENTAL EN LA CIUDAD DE AREQUIPA

PLANO: CONTAMINACION DE LA SUBCUENCA DEL RIO MOLLEBAYA

ELABORADO: E.G.S

FECHA: DICIEMBRE 96

DIBUJO: E.G.S

LAMINA N° 20

por el Sur, Los pueblos de Machahuaya y Socabaya hacia el Este y Oeste, respectivamente.

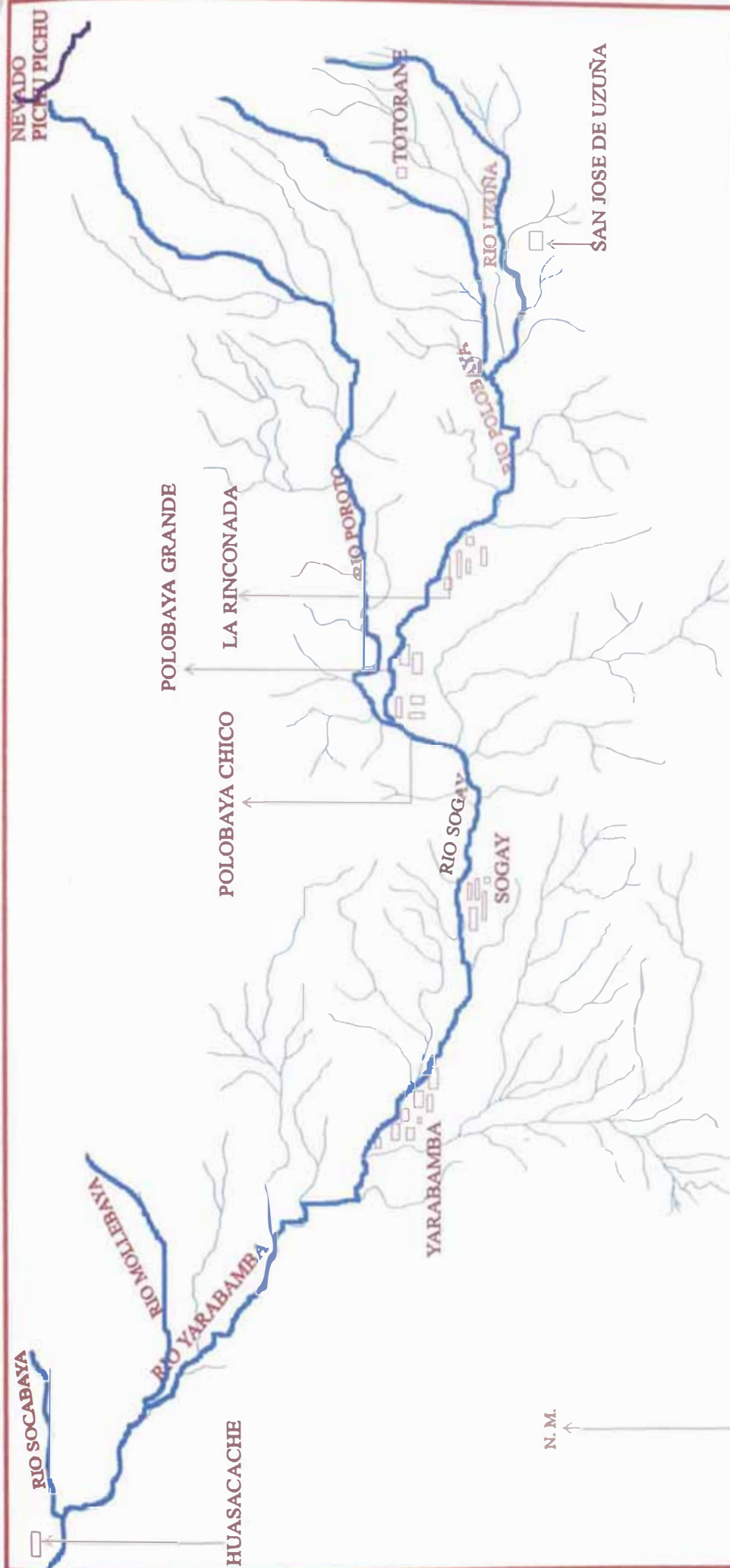
Los manantiales provenientes del agua subterránea de Piaca y Pocsi se originan en el Nevado Pichu - Pichu y corresponden a los sistemas de manantiales de Yumina, Sabandía, Characato y Polobaya, de igual modo provienen de las aguas pluviales, éstas van a penetrar en el subsuelo en forma vertical, al llegar al substrato impermeable o a la napa freática se desplazará en forma subhorizontal de acuerdo a la pendiente de la napa, la velocidad del agua subterránea depende de la naturaleza del terreno.

La contaminación se origina esencialmente por la presencia de desechos sólidos arrojados por los pobladores del sector, correspondiendo esta contaminación a los lugares donde hay población establecida.

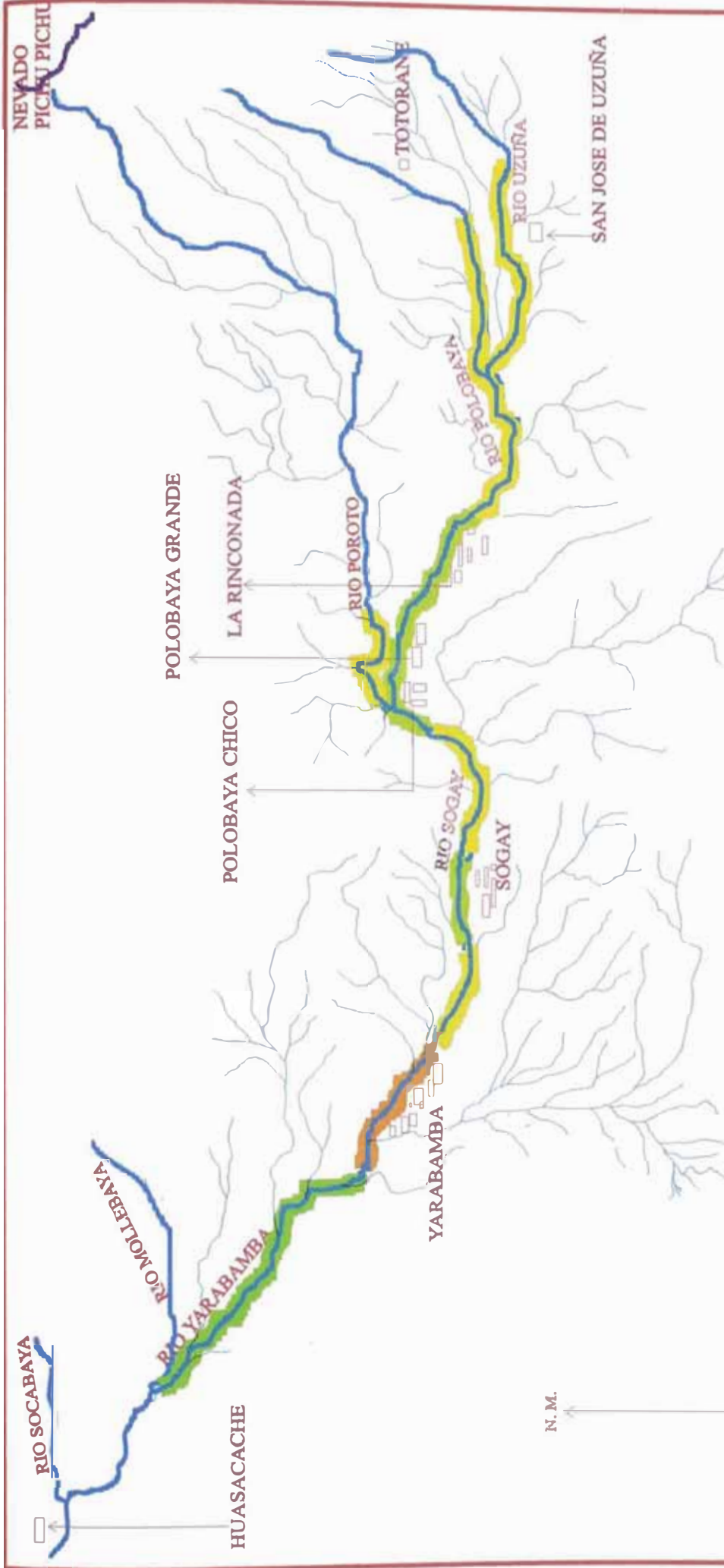
#### **5.4.3.- SUBCUENCA DEL RIO YARABAMBA**

El río Yarabamba nace de la confluencia de los ríos Poroto y Polobaya. Las redes de drenaje del río Polobaya nacen en las estribaciones del Nevado Pichu- Pichu en el cerro Sairumiyoc, siendo la quebrada principal Totorane, en el cerro Umpuco recibe las aguas del río Bagresnillo, aguas abajo del cerro Humpuco y a 1 km aproximadamente confluye con el río Uzuña que nace en la Apacheta de Talamolle, tiene como afluentes las quebradas Cacahuarayoc, San Miguel, Lloquehuaya, Pacchacucho y Huañulaya en la margen izquierda del río Polobaya, en la margen derecha presenta las quebradas Totorane y Chilane principalmente. Al llegar a Polobaya Chico se junta con el río Poroto para formar el río Yarabamba, cruza el pueblo de Sogay, continúa por Quequeña, pasa por el pueblo de Yarabamba, en dicho tramo discurren las quebradas Cambraca, Puente León, Gayalopo, Huanaquera, La represa y Honda en la margen derecha, en la margen izquierda recibe el afluente de la quebrada Cachi - Huasi, confluye con el río Mollebaya para formar el río Postrero.

El río Poroto es un afluente del Polobaya, nace en el cerro Manzano, conformando la quebrada del mismo nombre, discurre por los poblados de Peña Blanca, Agua Buena,



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA	
SECCION DE POST - GRADO	
MAESTRIA EN MINERIA Y MEDIO AMBIENTE	
ESTUDIO DE IMPACTO Y GESTION AMBIENTAL EN LA CIUDAD DE AREQUIPA	
PLANO : DRENAJE DE LA SUBCUENCA DEL RIO YARABAMBA	
ELABORADO: E.G.S	FECHA: DICIEMBRE 98
DIBUJO: E.G.S	LAMINA N° 21



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA
SECCION DE POST - GRADO
MAESTRIA EN MINERIA Y MEDIO AMBIENTE
ESTUDIO DE IMPACTO Y GESTION AMBIENTAL EN LA CIUDAD DE AREQUIPA
PLANO: CONTAMINACION DE LA SUBCUENCA DEL RIO YARABAMBA
ELABORADO: E.G.S
FECHA: DICIEMBRE '99
DIBUJO: E.G.S
LAMINA N° 22

- ALTA CONTAMINACION
- MEDIANA CONTAMINACION
- BAJA CONTAMINACION



N. M.

Hacienda Trampa, confluyendo con las quebradas Kakahuarayoc, Quimsapujio, Tres Apachetas, Cañigual, Cuesta Colorada, Huamacuro, Jacha Jacha y Río Negro en la margen derecha, mientras que por la margen izquierda confluyen las quebradas Chansayoc y Cachimayo.

El río Yarabamba es contaminado en forma activa por la presencia de desechos sólidos, así como por las aguas servidas que directamente se encauzan a éste, sin ninguna previsión técnica, además al pasar por los pueblos de Sogay, Quequeña, Polobaya, es contaminado constantemente. Existe también una contaminación proveniente del polvo y gases de las ladrilleras que se encuentran emplazadas en dicha subcuenca.

Un impacto potencial pasivo vienen a constituir las minas abandonadas que se encuentran distribuidas en toda la subcuenca del río Yarabamba, cuya disposición de relaves, desmontes y minerales sulfurados se ubican en superficie, y que al contacto con las aguas de lluvias y el oxígeno del medio ambiente, está generando drenaje ácido, que en última instancia van a sobrecontaminar este río.

En la subcuenca existen cuatro grupos de minas : un primer grupo ubicado hacia el SW donde se encuentran las minas paralizadas Coricancha, Cerro Negro y el Rescate; asimismo, se observa la planta de tratamiento de sulfuros paralizada El Lavadero, al NW están conformando las minas Kiowa y la planta de tratamiento de sulfuros paralizada de Cavaría, los que contienen relaves y desmontes sulfurados expuestos en superficie creando problemas de inestabilidad física y química.

Al E están las minas Ccapo, Santa Cecilia, San Antonio de Tinajones, Santa Celia y la planta de óxidos de El Espinal, por último hacia el SE se tiene las minas Medalla Milagrosa y Espinal N° 3.

Todas estas minas que se encuentran circunscritas en la subcuenca del río Yarabamba van a crear problemas de generación de drenaje ácido, siendo de tipo pasivo, ya que en presencia de precipitaciones pluviales van a derivarse efectos físico- químicos, teniendo como impactos potenciales la presencia de relaves que están dispuestos en superficie,

principalmente en la mina Kiowa, y en las plantas de tratamiento de Chavarría y El Lavadero, de igual modo la presencia de canchas de desmonte de algunas minas abandonadas va generando drenaje ácido, en la mina San Antonio de Tinajones se observa la presencia de agua ácida que sale de una de las minas, en la planta de tratamiento de óxidos del Espinal N° 3 la contaminación del subsuelo se está generalizando.

### **5.5.- IMPACTO AMBIENTAL DE LAS MICROCUENCAS**

Llamadas también torrenteras o quebradas, entre las que se tiene las quebradas Chilina 2, Chilina 1, Santa Luisa, San Lázaro, Miraflores, Mariano Melgar y Paucarpata, circunscritas en la Cuenca Oriental de la ciudad, así como la quebrada Chullo correspondiente a la cuenca Occidental de la misma.

Todas estas torrenteras atraviesan la ciudad de Arequipa y van a desembocar al río Chili, cada vez que hay precipitaciones en los niveles más altos, hacia el Este de la ciudad de Arequipa como es esperado, entran las torrenteras y que de acuerdo al caudal y carga, arrastran sembríos, parte de los muros de contención y además todo el material depositado en sus lechos por los pobladores, en forma de desechos domésticos, escombros, desmonte, desechos orgánicos, etc. y que a la postre son macrocontaminantes que van a ensuciar y aumentar la contaminación del río Chili.

Para poder interpretar el impacto potencial de la ciudad de Arequipa se ha logrado efectuar un análisis de las principales quebradas que cruzan nuestra ciudad, las que al nacer en las faldas del Volcán Misti (cuenca Oriental), se dirigen en direcciones predominantes SW y que en última instancia van a unirse al río Chili de dirección NNE- SSW, eminentemente.

Entre las quebradas fundamentales se tiene:

### **5.5.1.- QUEBRADAS CHILINA**

Estas quebradas se ubican en el distrito de Alto Selva Alegre, a unos 8 kilómetros aproximadamente de la Plaza de Armas en la ciudad de Arequipa, la accesibilidad a la zona es buena, con presencia de vías de primer, segundo y tercer orden en la misma zona, conformando las urbanizaciones Pampas de Polanco, Hoyos Rubio, Apurimac, San Luis, Villa Unión, Independencia, Villa Chachas, Villa Independiente y las zonas de Chilina y Parque Ecológico, tiene una población aproximada de 53,000 habitantes, con una población económicamente activa de 18,000 habitantes.

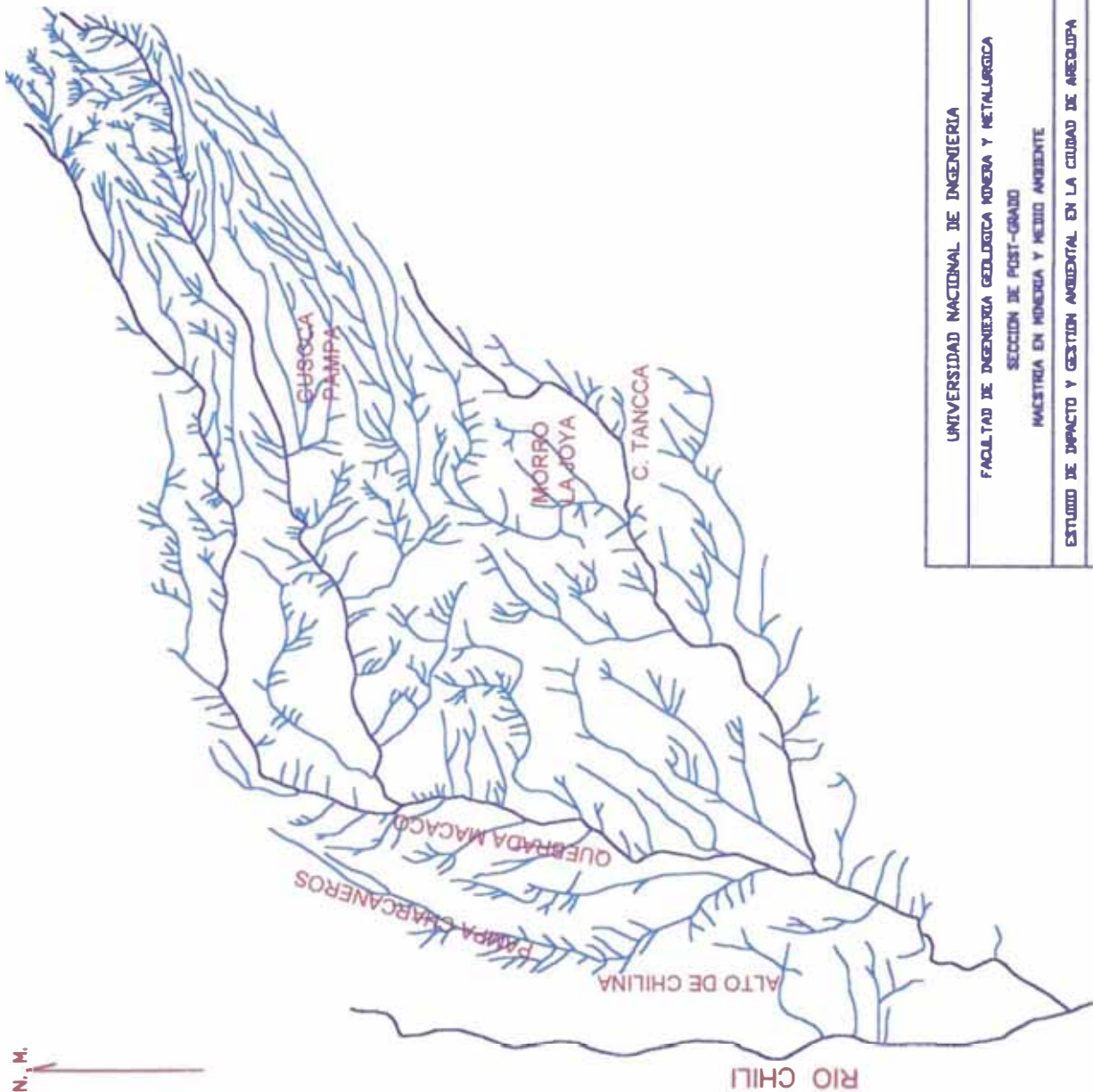
La zona presenta una topografía abrupta con pendientes que oscilan entre 10 y 40%, erosionable, habitable en un 60%, el clima es variado, presentando temperaturas en verano entre 12° y 16° C, en invierno desciende hasta -5° C, siendo las precipitaciones generalizadas en verano (Enero- Marzo.), estas quebradas permanecen secas durante todo el año, con escorrentías en épocas de grandes avenidas en temporadas de precipitación, la vegetación es escasa, con presencia mínima de pastos debido al desmonte y deshechos (basura que arrojan los pobladores del lugar), todo ello en las partes bajas de las quebradas, mientras que en las partes altas este efecto es casi nulo.

Uno de los grandes problemas de esta zona es el deterioro de la salud por la contaminación atmosférica, en vista que se han producido varios casos de asma y otros problemas respiratorios. afectando considerablemente la economía y el bienestar de los pobladores del sector.

#### **A).- QUEBRADA CHILINA N° 2**

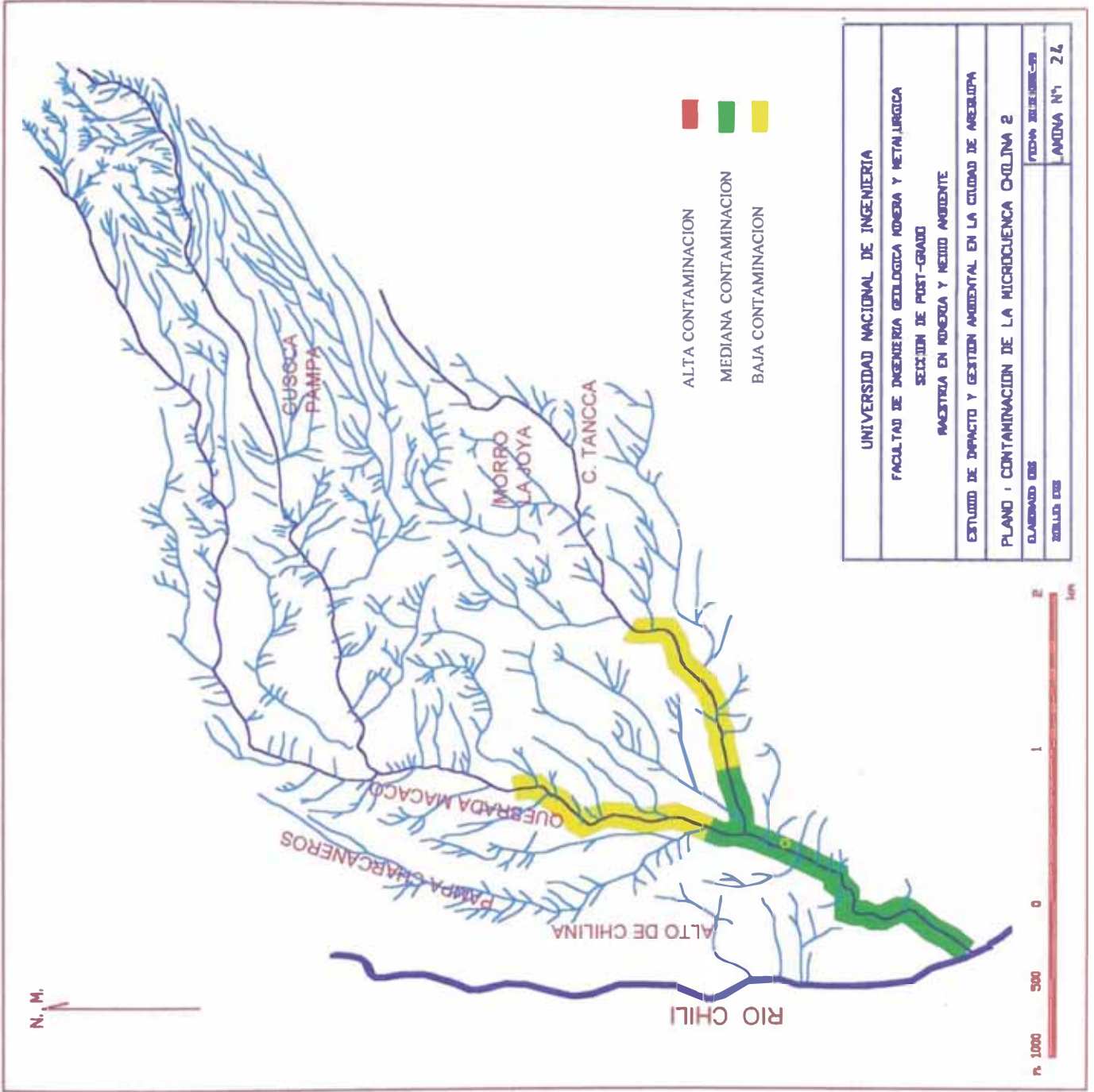
Ubicada a la altura del Casino Militar, en el distrito de Alto Selva Alegre, colinda por la margen derecha con el Parque Ecológico de Alto Selva Alegre y por la margen izquierda con las riberas del Río Chili.

N. M.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA
SECCION DE POST-GRADO
MAESTRIA EN MINERIA Y MEDIO AMBIENTE
ESTUDIO DE IMPACTO Y GESTION AMBIENTAL EN LA CIUDAD DE AREQUIPA
PLANO: DRENAJE DE LA MICROCUENCA CHILINA 2
ELABORADO POR
DEBIDO A: M. H.
FECHA: 2012-10-25
LAMINA N°: 23





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA
SECCION DE POST-GRADO
MAESTRIA EN MINERIA Y MEDIO AMBIENTE
ESTUDIO DE IMPACTO Y GESTION AMBIENTAL EN LA CIUDAD DE AREQUIPA
PLANO : CONTAMINACION DE LA MICROCUENCA COYLINA 2
ELABORADO POR
REVISADO POR
FECHA DE ELABORACION
ANEXO N° 24

En la margen derecha de la quebrada (zona de Chilina) el material se presenta más débil conformado por material aluvial afectando a los agricultores del sector, propiciando los derrumbes constantes.

En cuanto a los huaycos el riesgo es moderado, afectando la topografía del lugar por el material de arrastre, este lugar no está muy habitado, por lo que la agricultura se ubica solamente en la parte baja (zona de Chilina- Parque Ecológico). La agricultura provocará la contaminación de los suelos debido a los desperdicios agropecuarios.

### **B).- QUEBRADA CHILINA N° 1**

Se encuentra ubicada entre el Pueblo Joven Independencia en su margen derecha y el Parque Ecológico de Alto Selva Alegre en su margen izquierda. Esta quebrada en la zona "A" de Independencia y parte baja de Chilina se encuentra afectada por derrumbes.

De una manera moderada se encuentran lahares generalmente en su parte alta. En la parte baja de Chilina se presentan pequeños huaycos, en las partes altas se localizan desprendimiento de rocas.

En esta zona se presenta la extracción de material agregado (areniscas, gravas), todo esto sin prevención de derrumbes o colapsamientos por la debilidad del material de la zona.

En la parte baja de la quebrada con la fumigación de las áreas agrícolas, se crea un foco de contaminación.

### **C).- QUEBRADA SANTA LUISA**

Se encuentra en medio de los Pueblos Jóvenes Hoyos Rubio, Apurímac, Leones del Misti, San Luis, Villa Unión (margen izquierda), Pueblo Joven Independencia, Villa Chachas, Villa Independiente (margen derecha).



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA

SECCION DE POST-GRADO

MAESTRIA EN INGENIERIA Y RIESGO AMBIENTE

CENTRO DE IMPACTO Y GESTION AMBIENTAL EN LA CIUDAD DE AREQUIPA

PLANO DRENAJE DE LA MICROCUENCA CHILINA 1

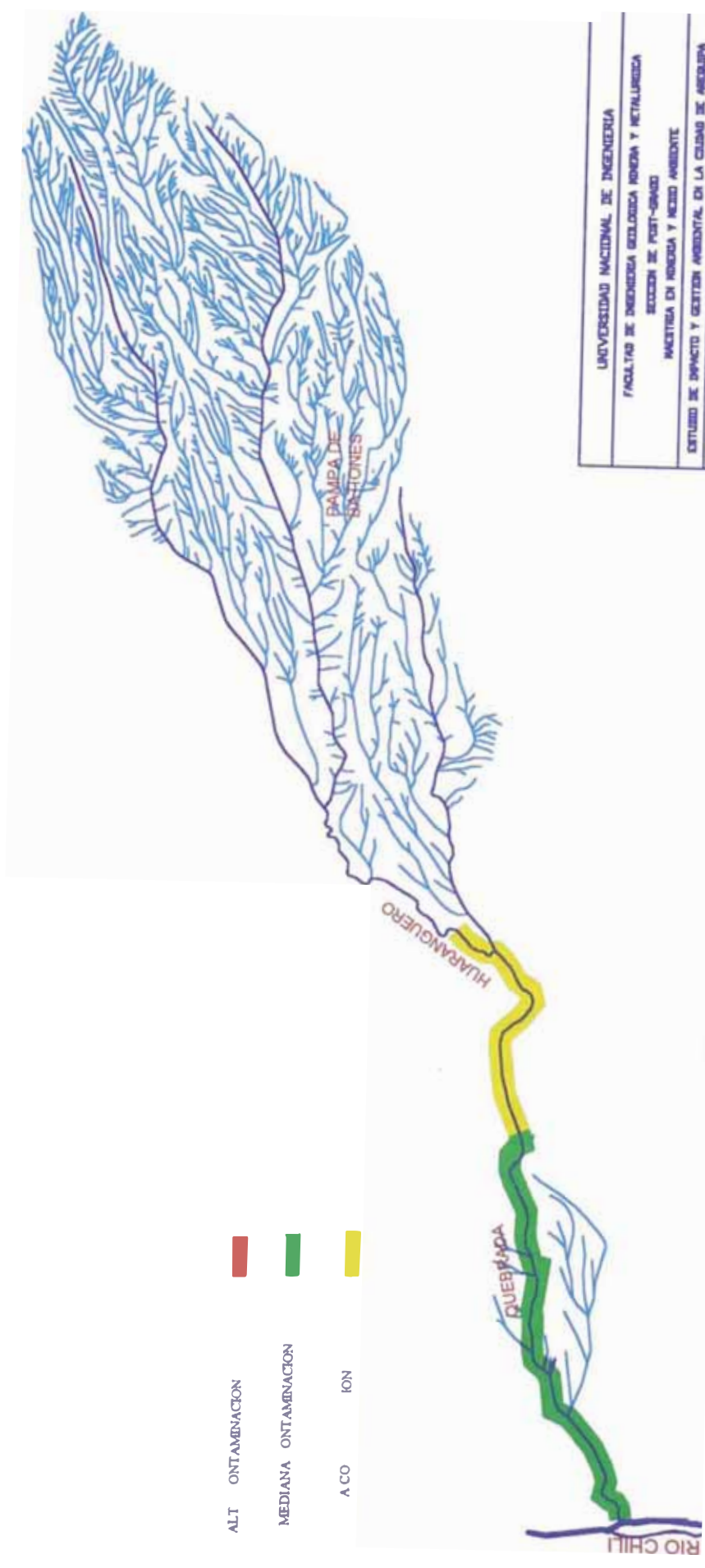
ELABORADO POR

FECHA DE ELABORACION

SEALADO POR

LAPSO N°

25



- ALTA CONTAMINACION
- MEDIANA CONTAMINACION
- BAJA CONTAMINACION

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA
SECCION DE POST-GRADO
MAESTRIA EN MINERIA Y MEDIO AMBIENTE
CENTRO DE IMPACTO Y GESTION AMBIENTAL EN LA CIUDAD DE AREQUIPA
PLANO 1 CONTAMINACION DE LA HIDROLOGIA CHILENA 1
ELABORADO POR
FECHA DE EJECUCION
SEALADO POR
LAMINA N° 26

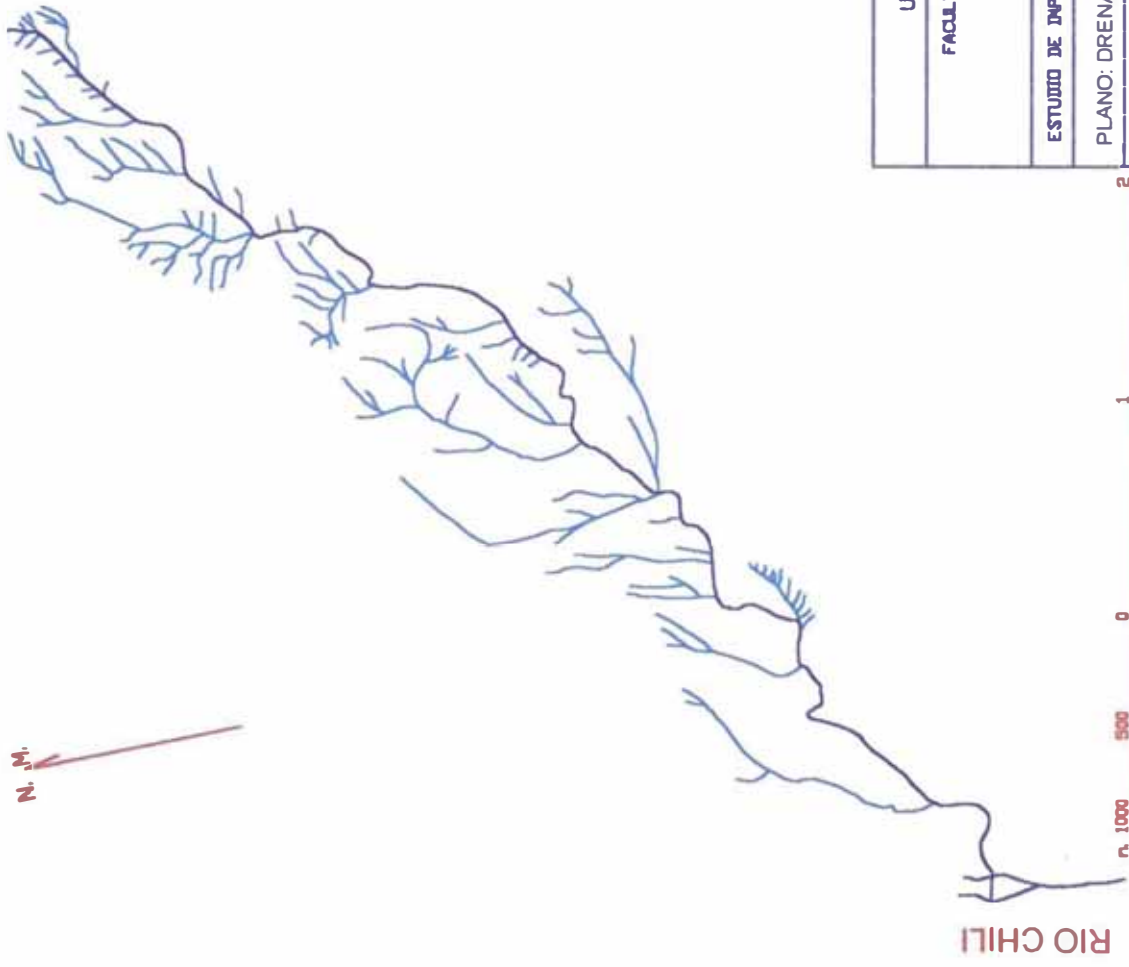
En la zona de Villa Unión - San Luis y a lo largo de la quebrada que pasa por Hoyos Rubio y Pampas de Polanco, se encuentran afectadas por derrumbes, debido a erosión eólica, así como por la presencia de lahares. Existen huaycos en Villa Unión, San Luis, Hoyos Rubio, Pampas de Polanco.

La actividad humana ha permitido impactar la zona constituida por asentamientos humanos, en cuanto a la industria la principal contaminante es la Central Hidroeléctrica SEAL, porque al utilizar el turbo gas para la generación de energía eléctrica su funcionamiento es en base a petróleo.

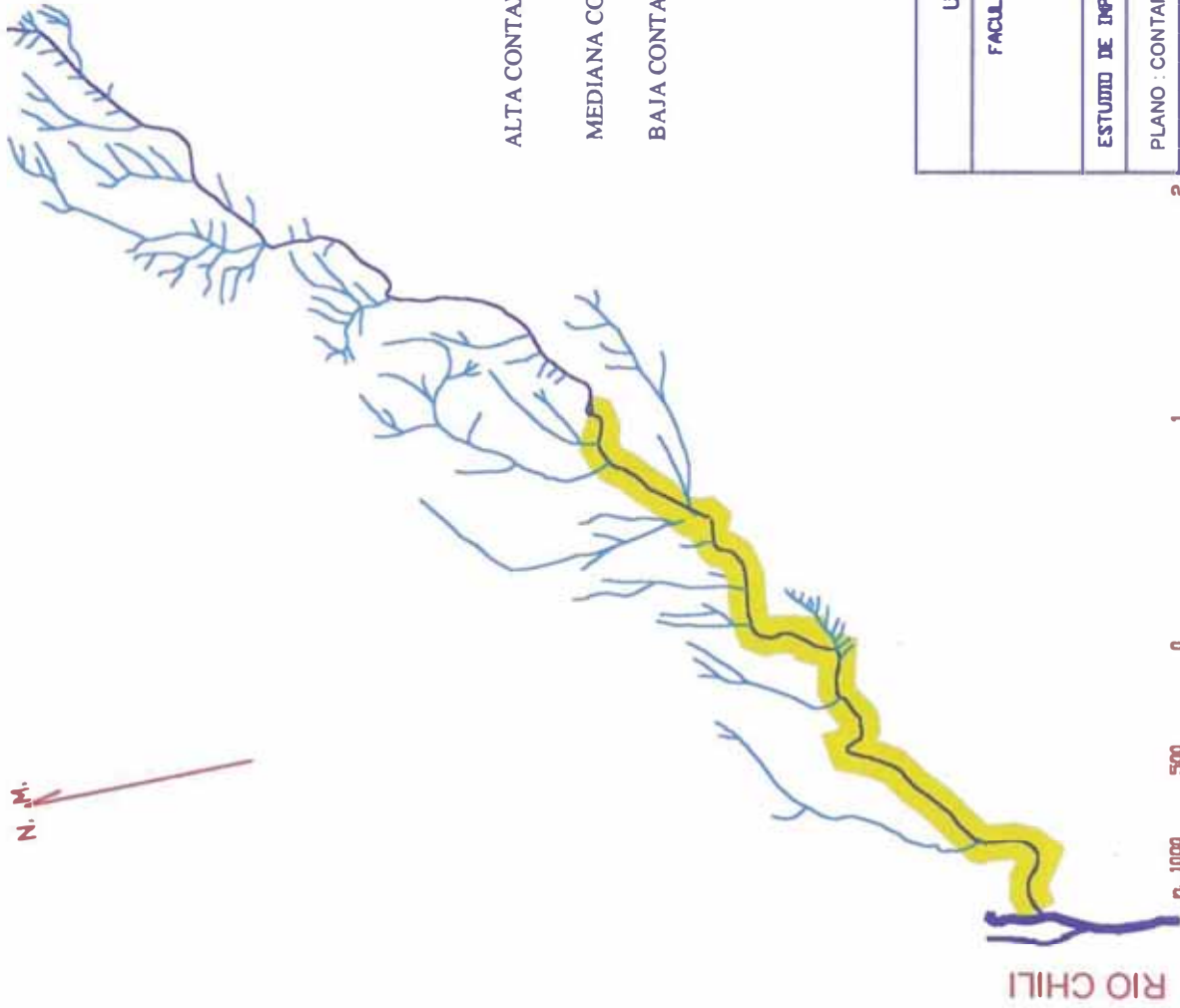
Al final de la quebrada y en su margen derecha en Villa Chachas se han establecido chancherías conocidas como el Gran Chaparral, de aproximadamente 15 propietarios, estos terrenos cuentan con un área aproximada de 700 m<sup>2</sup> cada uno, los mismos que están cercados con pequeñas chozas en su interior donde vive gente encargada de la crianza directa de los cerdos, poseen escasos recursos, volviéndose en una actividad económica familiar, esta situación genera en dichas familias exposición al hacinamiento, a contraer enfermedades como la triquina, ya que el alimento de los porcinos es de procedencia dudosa, pues éstos podrían estar siendo alimentados por los desechos de los basurales de las quebradas, etc.

En síntesis las nuevas asociaciones Pro-Vivienda que han invadido las quebradas con casas precarias (Villa Unión, Villa Independiente, etc), están en un latente peligro debido a los huaycos que se producen en esta zona, mencionados anteriormente, se han formado juntas vecinales que no tienen ningún tipo de apoyo por parte de las autoridades municipales por ser entidades informales.

La basura es abundante en el sector, el suelo con desperdicios disecados produce polvo contaminado y cuando aquellos se descomponen originan gases malolientes y proliferación de insectos, microorganismos y parásitos. Los desechos domésticos son arrojados en las partes bajas de las quebradas.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA
SECCION DE POST-GRADO
MAESTRIA EN MINERIA Y MEDIO AMBIENTE
ESTUDIO DE IMPACTO Y GESTION AMBIENTAL EN LA CIUDAD DE AREQUIPA
PLANO: DRENAJE DE LA MICROCUENCA SANTA LUISA
ELABORADO POR
FECHA: DICIEMBRE-99
DIBUJADO POR
LAMINA N° 27



ALTA CONTAMINACION



MEDIANA CONTAMINACION



BAJA CONTAMINACION



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA  
SECCION DE POST-GRADO  
MAESTRIA EN MINERIA Y MEDIO AMBIENTE

ESTUDIO DE IMPACTO Y GESTION AMBIENTAL EN LA CIUDAD DE AREQUIPA

PLANO : CONTAMINACION DE LA MICROCUENCA SANTA LUISA

ELABORADO POR

FECHA: 10/04/2009

DIBUJADO POR

LAMINA N° 28





FOTOS N° 16 - 17. Basurales en el cauce y laderas de las quebradas Chilina, siendo un foco de infección el sector del Gran Chaparral. (zona de criadero de cerdos), teniendo en sus zonas aledañas asentamientos humanos, siendo un foco de infección directo.





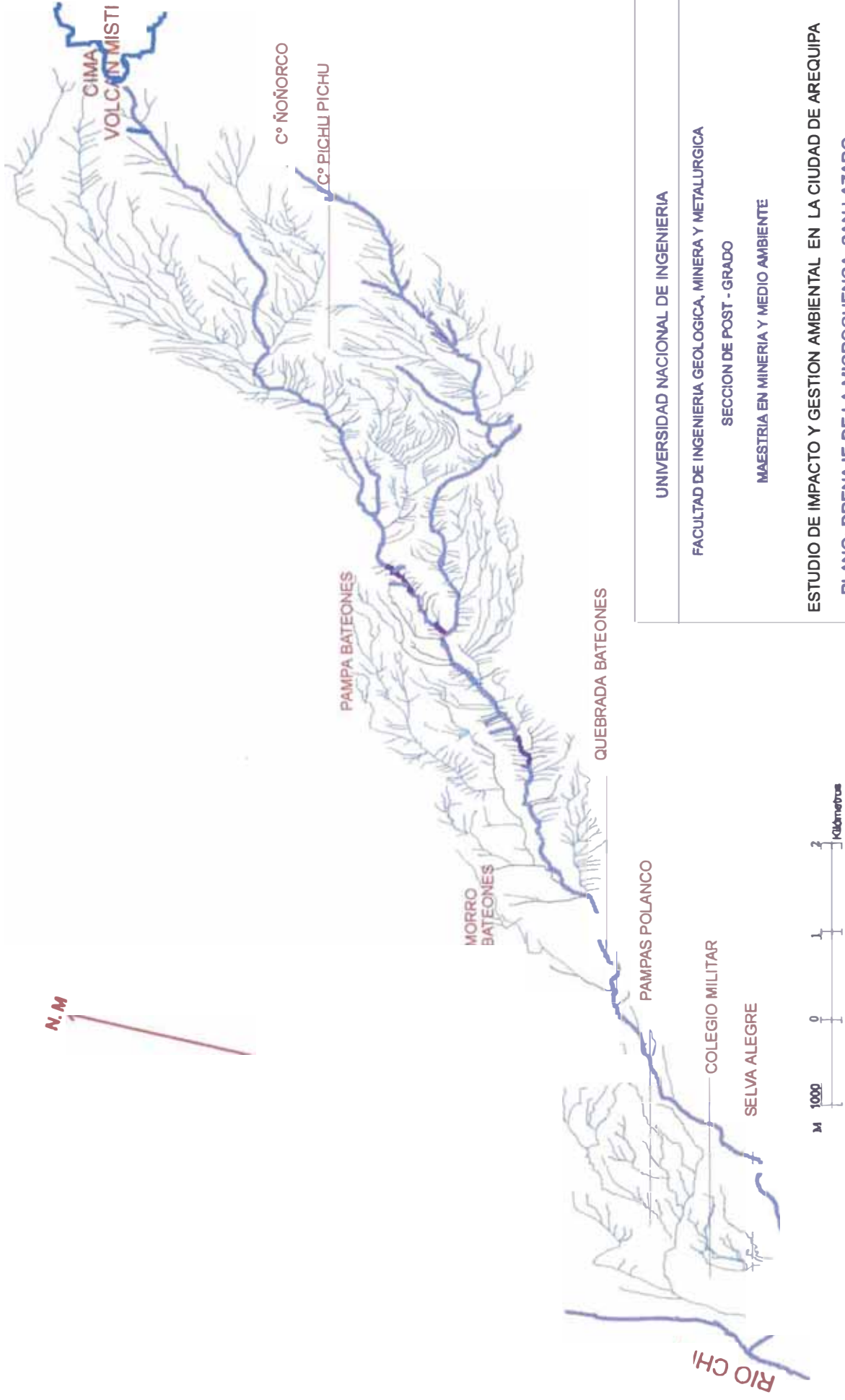
Las tres quebradas se encuentran afectadas debido a los derrumbes, como en la quebrada N° 1 en la zona de Villa Unión - San Luis y a lo largo de la quebrada por la zona de Hoyos Rubio y Pampas de Polanco, asimismo están afectadas por lahares, este fenómeno se nota principalmente en la zona de San Luis (en su parte alta).

Los huaycos y avenidas generalmente se presentan en la temporada de precipitaciones (meses de Enero-Marzo), estos se forman por grandes concentraciones de agua en las partes altas de estas Quebradas, siendo las zonas mas afectadas por estos huaycos las Urbanizaciones de Villa Unión , San Luis, Hoyos Rubio, Pampas de Polanco, (Quebrada N° 1), de igual modo la parte baja de Chilina (Quebrada N° 2). En la Quebrada N° 3 el riesgo es menor por no estar muy habitada pero de igual manera afecta a la topografía del lugar por el material de arrastre, en las partes altas de estas quebradas debido a su pronunciada pendiente se presentan los deslizamientos.

#### **5.5.2.- QUEBRADA DE SAN LAZARO**

Nace en el sistema de drenaje de las faldas del Volcán Misti, gran parte del año se mantiene seca, el urbanismo regional la estrangula en su ancho en gran parte de la ciudad, en su parte alta hasta la desembocadura al río Chili mantiene fuerte contaminación, por la basura, desperdicios, otros desechos que los pobladores de los asentamientos humanos colindantes arrojan al lecho y que en época de lluvias todo ello va directamente al río.

Esta quebrada tiene su origen en el cerro Noñorco a 4,300 m.s.n.m. y cerca a la cima del Volcán Misti que se ubica a 5,822 m.s.n.m., toma una orientación SW pasando por el cerro Brazo del Volcán a 3,850 m, hace una pequeña inflexión hacia el S para unirse con el drenaje del cerro Noñorco a la altura del cerro Pichupichu, volviendo a tomar la dirección SW, abajo de la Pampa Bateones se une con la quebrada de la Mesita que tiene sus orígenes en el cerro Tacure a 4,000 m, continua uniendo pequeñas quebradas aledañas pasando por el SE del Morro Bateones, cruzando aguas abajo los Pueblos Jóvenes Mateo Pumacahua, Porvenir Miraflores, el distrito de Miraflores por el sector



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA

SECCION DE POST - GRADO

MAESTRIA EN MINERIA Y MEDIO AMBIENTE

ESTUDIO DE IMPACTO Y GESTION AMBIENTAL EN LA CIUDAD DE AREQUIPA  
 PLANO: DRENAJE DE LA MICROCUENCA SAN LAZARO

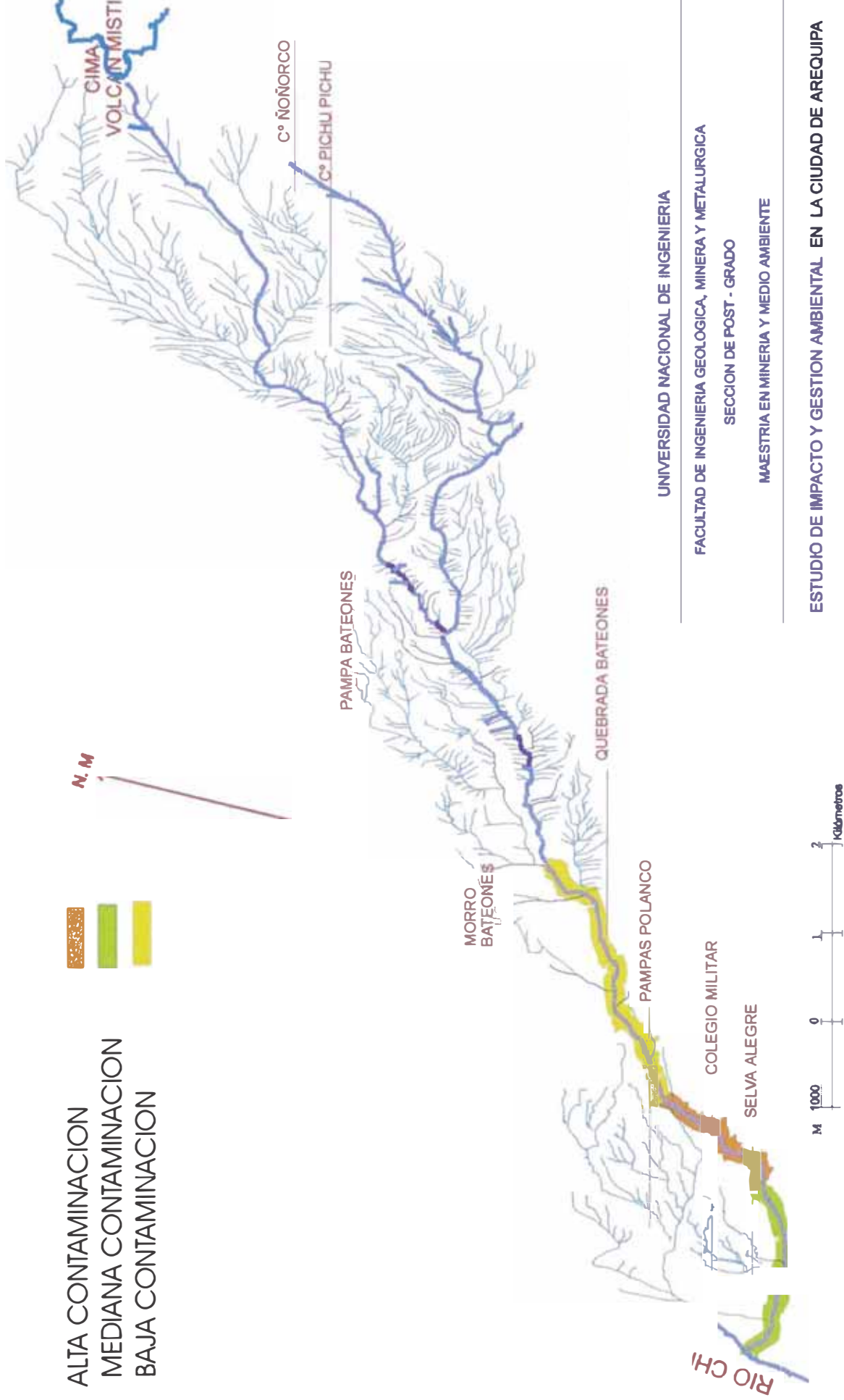
ELABORADO: E.G.S

DIBUJÓ: E.G.S

FECHA: DICIEMBRE 88

LAMINA N° 29

ALTA CONTAMINACION  
 MEDIANA CONTAMINACION  
 BAJA CONTAMINACION



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA

SECCION DE POST - GRADO

MAESTRIA EN MINERIA Y MEDIO AMBIENTE

ESTUDIO DE IMPACTO Y GESTION AMBIENTAL EN LA CIUDAD DE AREQUIPA

PLANO: CONTAMINACION DE LA MICROCUENCA SAN LAZARO

ELABORADO: E.G.S

FECHA: DICIEMBRE 99

DIBUJO: E.G.S

LAMINA N° 30

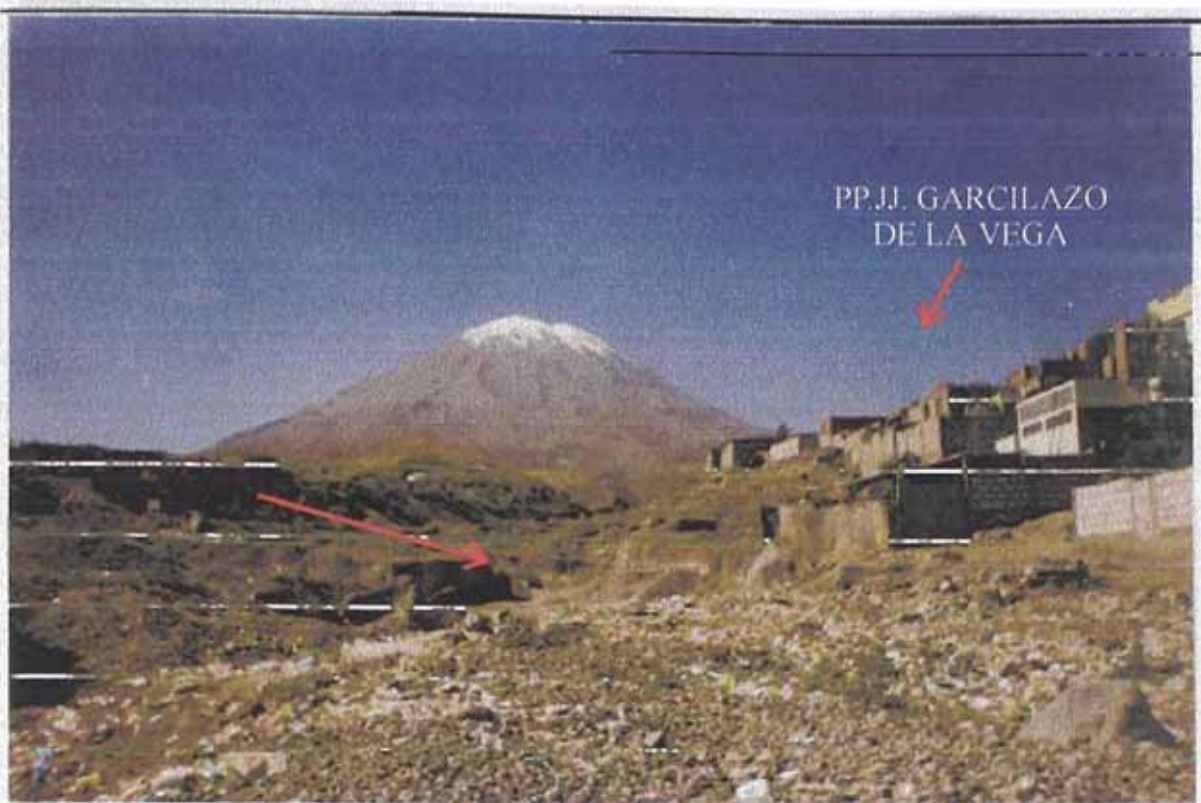


FOTO N° 18. Torrentera de San Lázaro, infestado de basurales al NE de la ciudad de Arequipa, en el PP.JJ. Garcilazo de la Vega, en la margen derecha.

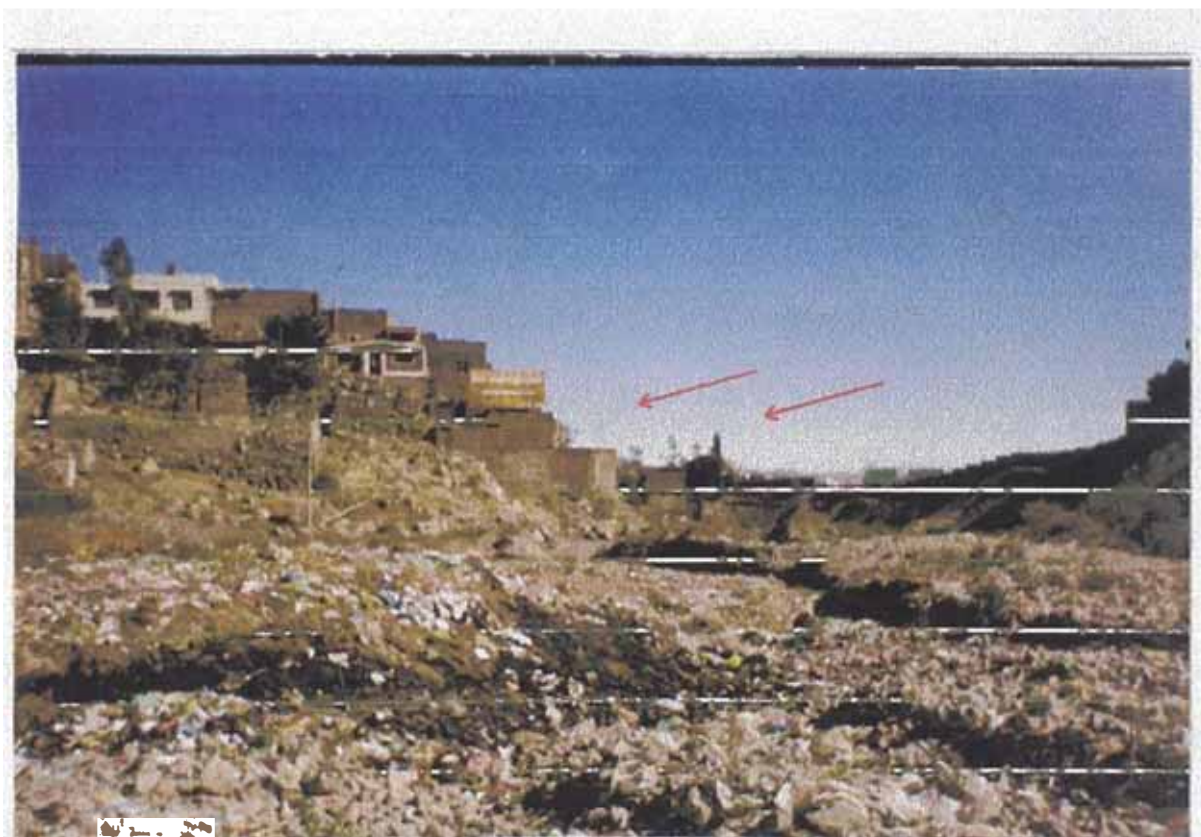


FOTO N° 19. Viviendas construidas en el mismo cauce, de la torrentera de San Lázaro, creando un impacto potencial.

izquierdo de la quebrada, por el sector derecho cruza los Pueblos Jóvenes San Luis, Apurímac, Selva Alegre del distrito del mismo nombre hasta pasar por el puente Progreso (zona de la Chirisuya), ingresando al parque de Selva Alegre, el barrio de San Lázaro, donde finalmente se encauza hasta la desembocadura con el río Chili.

La erosión que se produce en el cauce de la torrentera se debe fundamentalmente al agua en época de lluvias, causando en algunos casos desbordes, una mala planificación urbana ha permitido que existan sistemas de alcantarillado directamente al río, así como la invasión mediante nuevos asentamientos humanos en los cauces naturales, acumulación de basurales y desmontes, a lo largo de su trayecto son arrastrados por el ingreso de las torrenteras y que van a tener características destructivas de gran magnitud y van a aumentar las contaminadas aguas del río Chili, en sectores esta torrentera ha sido estrangulada para dar paso a las habilitaciones urbanas, exponiéndose la población a peligros de alto riesgo, por el desborde inminente en época de fuertes precipitaciones.

En las partes altas el impacto por la actividad humana es mínima, debido a que está alejada de la población, encontrándose canteras de materiales de construcción, a partir del PP.JJ Garcilazo de la Vega se nota los indicios de la contaminación por la basura, desde el reservorio de Leones del Misti el impacto se da por los grandes basurales y algunos desagües que dan directamente a la torrentera, de igual modo existe modificación del drenaje debido a que el caudal de la torrentera en época de avenidas erosiona las paredes formando escarpes, afectando incluso algunos muros de viviendas construidas en las márgenes de ésta, todo ello hasta el puente Rivero.

Desde este último punto hasta la desembocadura en el río Chili disminuye considerablemente el impacto relacionado con el arrojo de basura o problemas de desagües, a excepción del barrio San Lázaro, pero en general la torrentera se ha estrangulado considerablemente y va a crear problemas de desborde.

### **5.5.3.- QUEBRADA DE MIRAFLORES (SALAVERRY)**

Mantiene su origen en la misma geomorfología de la de san Lázaro, es un poco más extensa, su contaminación y peligro es mayor, sus aguas son más tormentosas en época lluviosa, esto por su cauce más reducido, tiende a angostarse considerablemente en la parte baja de la Av. Venezuela; se reactiva en época de lluvias con escorrentías violentas que provienen de sus nacientes, siendo por ello su contaminación más severa.

Tiene sus orígenes sobre los 3,500 m.s.n.m. con una microcuenca de recepción de 15.2 Km<sup>2</sup>. A una altura media de 2,425 m.s.n.m., se unen tres afluentes importantes, provenientes de las partes altas de Miraflores-Mariano Melgar, el afluente más importante considerando dentro de los tres lo constituye el que tiene sus inicios en la urbanización El Porvenir y Francisco Mostajo, siendo esta zona altamente afectada cuando ingresa la torrentera.

Esta quebrada nace aguas arriba del cerro Kara Mocco (sector Oeste), tomando una dirección NE-SW, se encajona entre las coladas de lava de tipo andesítico, cruza el Pueblo Joven Tahuantinsuyo, cambiando de dirección hacia el SE bordeando el cerro donde se ubica el asentamiento en mención, a la altura del cuartel Salaverry toma la dirección S y SW respectivamente, esta quebrada llega a extenderse debido a su planicie y amplitud, siendo en este lugar su cauce de detritos aluviales y con una pendiente suave llegando a extenderse hasta 70- 80 m de ancho en el lugar denominado Mariano Bustamante, cruza el barrio militar de los subalternos y a la altura de la avenida Jesús vuelve a encajonarse considerablemente con un cauce de 10- 12 m de ancho, cruza el puente de Jesús (Ovalo), así como las urbanizaciones Universitaria, UNSA, Lambramani, Alvarez Thomas, Cabaña María, hasta llegar al mercado de Productores donde prácticamente se halla estrangulada la quebrada, convirtiéndose en un lugar de inminente peligro, continúa por la estación del ferrocarril, hasta la fábrica Sid- Sur, donde finalmente llega a desembocar en el río Chili.

La accesibilidad es simple, con un tramo de recorrido en línea recta de 3 kms, la fisiografía es la de una región semidesértica, configurándose un relieve accidentado y

montañoso, de topografía abrupta, conformada por derrames andesíticos, ésta a su vez está cortada por pequeñas quebradas, hacia las partes bajas y cruzando la ciudad su topografía se presenta más suave y moderada.

Su modelo de drenaje es juvenil a maduro en las estribaciones de la cuenca, con el tipo de drenaje dendrítico a sub-dendrítico, configurando la característica forma de "V", con paredes laterales empinadas, sin embargo en las zonas urbanas se tornan en forma de "U". La quebrada presenta abundante material aluvial o de acarreo debido al arrastre en el momento de las precipitaciones pluviales de las partes altas.

En las partes altas el impacto por la actividad humana es nula, ocurriendo problemas de desprendimiento de rocas en época de sequía, sin embargo en época de lluvias ocurren derrumbes, lahares y a veces huaycos de consideración, la contaminación comienza a la altura del PP.JJ Tahuantinsuyo, y pueblos aledaños, debido a la presencia de la actividad humana, arrojando en esta quebrada los desechos sólidos, especialmente la basura, los silos que utilizan, así como sus desagües van directamente al cauce, a la altura de la Urb. Mariano Bustamante y el cuartel Salaverry el impacto creado por la actividad humana es moderado a fuerte, el cauce no está definido y se ha extendido de tal forma que en periodos de grandes precipitaciones simplemente van a ser inundadas las urbanizaciones circunscritas al cauce, al margen de la contaminación creada por la presencia de desechos sólidos, asimismo desemboca a esta altura la quebrada de Santo Domingo que proviene de los Pueblos Jóvenes asentados en las partes altas del distrito de Mariano Melgar, estando fuertemente contaminada por basurales y los desagües del sector.

Esta quebrada denominada también torrentera, empieza a angostarse cuando cruza el cuartel Mariano Bustamante, pasando por la feria del Altiplano, hasta el puente El Ovalo de Jesús, siendo muy angosto y constantemente va afectando las viviendas existentes en sus laderas, debido al colapsamiento de éstas, así mismo el impacto se da por la presencia de basurales, desde el reservorio de Leones del Misti el impacto se da por los grandes basurales y algunos desagües que dan directamente a la torrentera, el caudal de la torrentera en época de avenidas viene erosionando las paredes formando

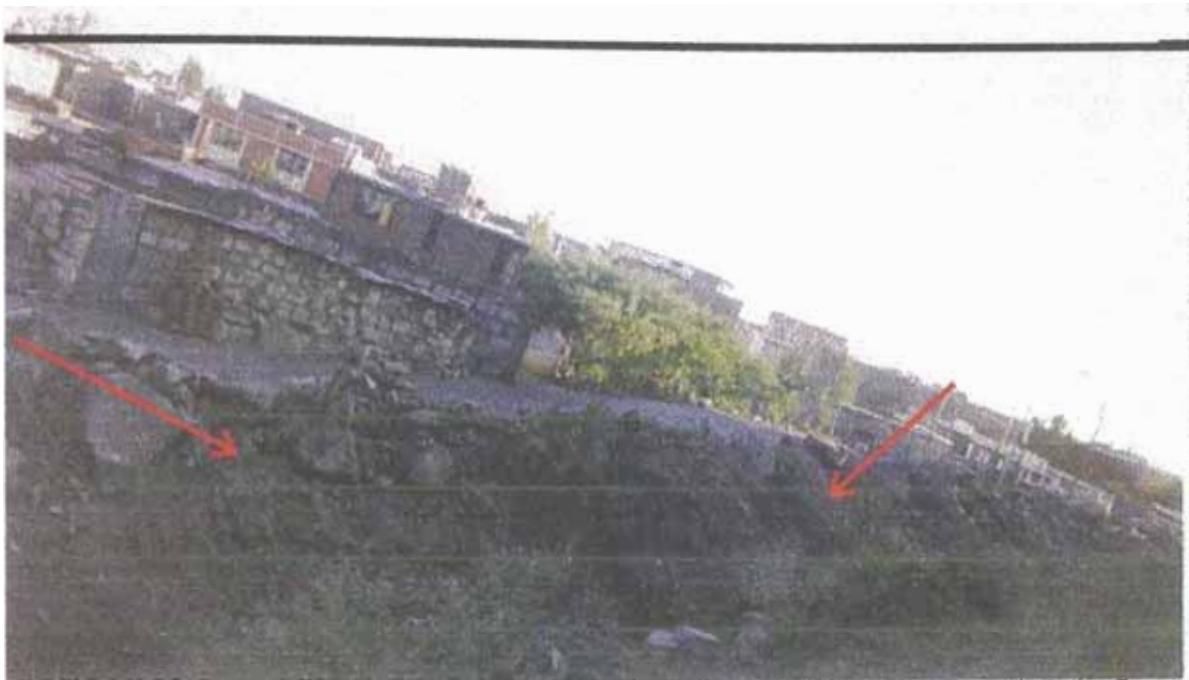


FOTO N° 22. Ines a... a... e las viviendas en las margenes de la torrentera de Miraflores, en época de lluvias por el caudal arrastrado por ésta, van a colapsar poniendo en riesgo a sus habitantes.



FOTO N° 23. Notese que los asentamientos humanos han construido sus viviendas en el mismo cauce de la torrentera de Miraflores, teniendo muros de contención inconclusos.



escarpes y colapsamiento de vías como las que ocurrieron en este año por la entrada de las torrenteras debido a las fuertes precipitaciones pluviales, quedando estas vías como zonas de emergencia, en la Avenida Venezuela, entre el Puente del Ovalo (Mariscal Castilla) y el cruce de la Avenida Dolores, en una extensión de cerca de un kilómetro, habiendo colapsado algunas viviendas por la erosión producida en sus bases, de ahí para abajo ha sido totalmente estrangulada esta torrentera de tal modo que ha llegado a inundar por desborde las viviendas ubicadas en el sector de Ferroviarios- mercado el Palomar- Parque Industrial, habiendo provocado daños materiales de consideración.

#### **5.5.4.- QUEBRADA MARIANO MELGAR**

Determina los límites de los distritos de Mariano Melgar y Paucarpata, el sistema de drenaje nace en las partes altas del Volcán Misti, esta torrentera es la más importante por nacer en la cumbre del Volcán Misti, sobre los 5750 m.s n.m., presenta una microcuenca de 36.9 Km<sup>2</sup> con una pendiente promedio de recepción de 13.5 %.

Sus márgenes están pobladas por nuevos asentamientos, los que contaminan en forma permanente su lecho con basura, escombros y otros, esta quebrada se torna peligrosa y mucho más violenta en época de lluvias.

Frente a la Urb. San Bernardo y Santo Domingo, presenta un cauce muy amplio, donde la torrentera se torna peligrosa por la extracción excesiva de material de construcción por ser una de las mejores canteras de la ciudad de Arequipa, En la Urb. San Martín de Mariano Melgar, toma una dirección inicial hacia el SW, con inflexiones hacia el S, bordeando el reservorio para unirse con otras dos pequeñas quebradas, desde el Puente de la Av. Mariscal Castilla (Puente Santa Rosa), hasta el Puente de la avenida Jesús, donde el ancho del cauce ha quedado reducido sin ningún criterio técnico, habiendo levantado muros de contención cerca del último puente, justamente el Puente de Santa Rosa que no tiene muros de contención, ha sido erosionado en sus bases y paredes laterales, habiendo sido completamente destruido debido a la entrada de esta torrentera en el mes de Marzo, y causando la muerte de varias personas,

Hacia abajo cruza las urbanizaciones Santa Rosa. Cesar Vallejo, Pueblo Joven 9 de Diciembre, El Pedregal, hasta llegar a la avenida Jesús, a un costado de la Gran Unidad Escolar Mariano Melgar, frente a la Urb. Santa Rosa (ex-feria del Altiplano), donde esta torrentera logró desbordarse violentamente e inundado con lodo, piedras y agua cientos de viviendas de las urbanizaciones de la margen derecha, produciéndose cuantiosos daños materiales, habiendo sido declarado este sector en emergencia por la Municipalidad Provincial.

Se encauza por un costado del Pueblo Joven 9 de Octubre, hasta la avenida Lambramani donde de igual modo desbordó la torrentera e inundando viviendas y terrenos de cultivo, continua por un costado de ASVEA, hasta cruzar la calle Dolores, se encauza por la avenida Alcides Carrión (La Pampilla) donde también se desbordó y produjo innumerables daños materiales, cruza la Urbanización Pablo VI, Villa Ferroviaria, llega a cruzar el Parque Industrial, el Terminal terrestre ubicado a un costado de Cerro Juli, hace una pequeña inflexión en U a la altura del pueblo de Bellavista en Hunter hasta llegar al cuartel Arias Araguez en Tingo, para finalmente cruzar la avenida Alfonso Ugarte y desembocar en el río Chili. En estos últimos tramos ha hecho estragos principalmente en las áreas agrícolas.

En todo el trayecto se produce contaminación debido al impacto medioambiental creado por la actividad humana y las producidas por las industrias especialmente del Parque Industrial.

En todo el trayecto de la quebrada se produce contaminación en mayor o menor grado ocasionado principalmente por la actividad humana, mientras que el impacto creado por la naturaleza logra afectar irremediablemente las viviendas que están asentadas en los cauces de esta torrentera, con pérdidas irreparables y daños materiales de consideración, como las que se han registrado en esta temporada.

### **5.5.5.- QUEBRADA DE PAUCARPATA**

Limita con los Distritos de Paucarpata y Chiguata, su cauce se angosta a medida que llega a la ciudad, de igual modo que la anterior, tiene un fuerte índice de contaminación y peligrosidad.

La quebrada de Paucarpata se origina por encima de los 3,000 m en la quebrada Llocolla Grande, en eminente dirección preferencial SSW, dirigiéndose con una pendiente muy fuerte hasta conformar la quebrada San Bernardino, donde toma una dirección hacia el SW y W, pasando por la Pampa Huajará, hasta llegar a Arequipa, cruzando los Pueblos Jóvenes de Miguel Grau, pasa por Ciudad Blanca, el cementerio de Paucarpata en la prolongación de la Avenida Kennedy, a la altura de San Salvador y la antena de Radio Continental se estrangula, continua por el Pueblo Joven Mi Perú, La Florida, hasta llegar a Dolores, donde se encauza y se prolonga por la Asociación Santa Clara, Los Olivos y cruza el puente que une los distritos de José Luis Bustamante y Rivero y Socabaya, continúa por la Casuarinas, Chilpina, Hunter, donde finalmente desemboca al río Socabaya, a la altura de la Mansión del Fundador (Huasacache), éste cruza el pueblo Tradicional de Tingo Grande hasta encauzarse en el río Chili.

Tiene dos afluentes importantes, uno de ellos la Quebrada Santo Domingo y el otro la Quebrada de Jesús, en la primera y dentro de ésta se han construido dos ladrilleras y cerca existen viviendas que no cuentan con ningún tipo de protección, estas ladrilleras producen contaminación atmosférica por sus chimeneas que inyectan al aire humos y gases provenientes de la combustión, produciendo daños al hombre y a los animales, la torrentera pasa por la Av. Jesús, Av. Kennedy y Calle Colón, los mismos que serían afectados seriamente al ingresar su torrente.

Avanza por Mi Perú, Urb. Dolores, Juan Pablo Vizcardo y Guzmán, Bartolomé Herrera, en la cual se encuentra el Puente Confraternidad, presentando una sección reducida con muros de contención a ambos lados, hasta llegar a la altura de puente San Martín en la Av. Perú, antes Av. Socabaya, donde el Grifo San Martín ha ganado terreno a la torrentera, construyendo un muro de contención que deriva las aguas a la margen

N. M.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA

SECCION DE POST-GRADO

MAESTRIA EN MINERIA Y MEDIO AMBIENTE

ESTUDIO DE IMPACTO Y GESTION AMBIENTAL EN LA CIUDAD DE AREQUIPA

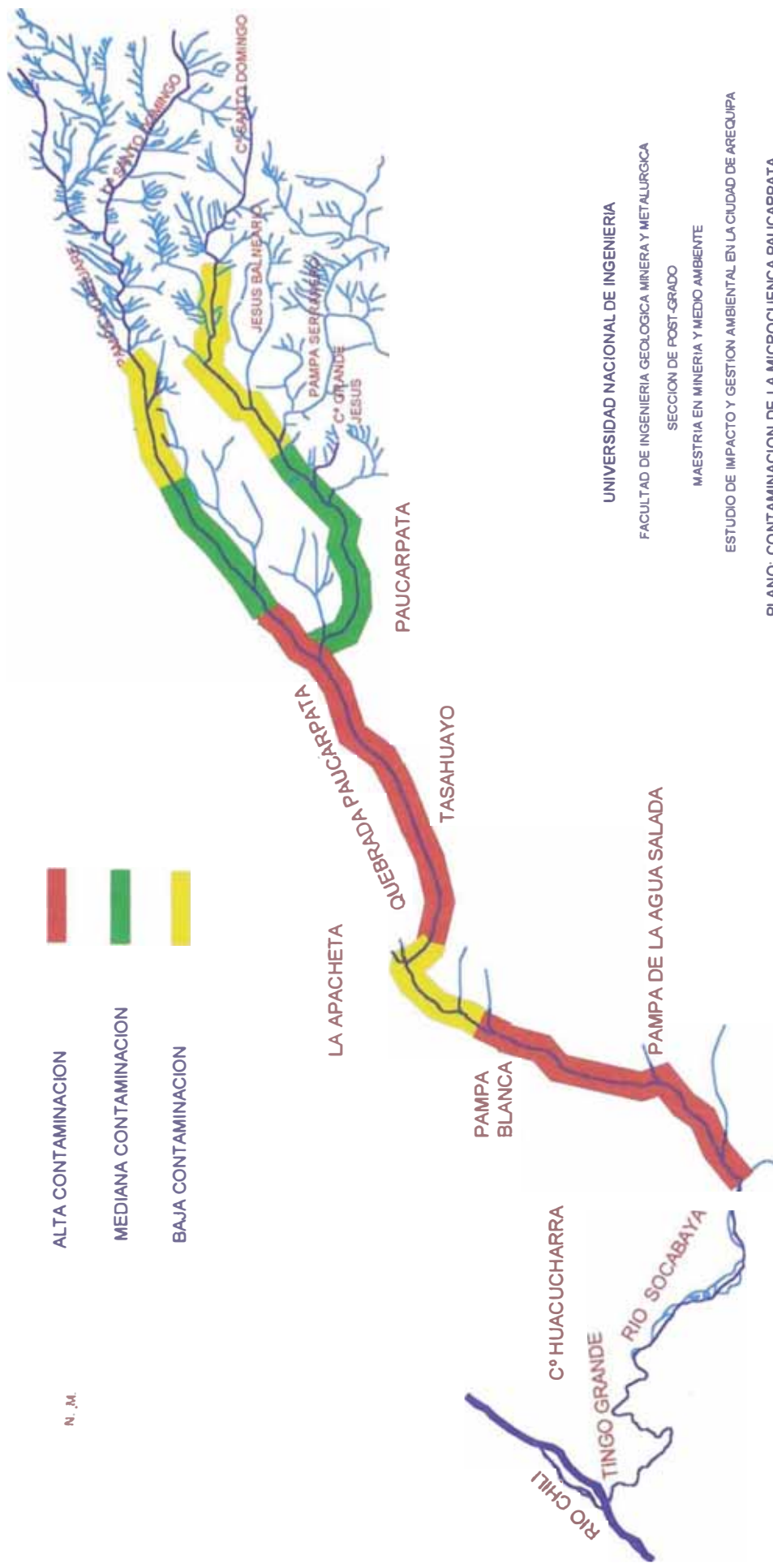
PLANO: DRENAJE DE LA MICROCUENCA PAUCARPATA

ELABORADO: EGS

DIBUJO: MAHT

FECHA: DICIEMBRE-99

LAMINA N°: 35



N. M.

- ALTA CONTAMINACION
- MEDIANA CONTAMINACION
- BAJA CONTAMINACION

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA  
 SECCION DE POST-GRADO  
 MAESTRIA EN MINERIA Y MEDIO AMBIENTE  
 ESTUDIO DE IMPACTO Y GESTION AMBIENTAL EN LA CIUDAD DE AREQUIPA

PLANO CONTAMINACION DE LA MICROCUENCA PAUCARPATA

ELABORADO: ECS

DEBUJO: EGB

FECHA: DICIEMBRE 99

LAMINA N° 36

derecha, donde se ubican viviendas que no cuentan con ningún tipo de protección, el torrente es obligado a tener un quiebre de 90° para luego continuar por terrenos de cultivo y bordear la planta de tratamiento de Chilpinilla; a partir de este punto el cauce se convierte en una acequia que transporta las aguas por terrenos agrícolas para luego inferir su desembocadura al río Socabaya.

A la altura de la calle Domingo Nieto al inicio de la población (parte alta de la torrentera), se encuentran algunas chancherías y granjas. El hombre también produce desechos sólidos, todos estos son arrojados al borde de la torrentera, contaminan el aire mediante su descomposición produciendo gases malolientes, dentro de la torrentera se explota material de construcción que ocasiona la erosión del suelo.

Entre la Av. Santa Clara- Urb. California y Av. Dolores, los desechos sólidos arrojados por el hombre llegan al borde de la torrentera, la contaminación del suelo con desperdicios domésticos y el tránsito constituyen un grave problema para la fauna, la flora y el hombre, cada una de estas clases de desastres implican una mayor o menor probabilidad de ocurrencia y un mayor o menor riesgo potencial.

La entrada de las Torrenteras producen un fenómeno catastrófico por el estrechamiento que han sufrido en sus cauces y la acumulación de basura que existe, la misma que al ser arrastrada taponaría el flujo de las aguas inundando en forma incontrolable zonas urbanizadas y residenciales con consecuencias incalculables, así mismo ocasionaría la frecuente interrupción de servicios públicos como las de saneamiento, energía eléctrica, comunicaciones, transporte, infraestructura de riego agrícola, etc.

A la altura de la Av. Dolores y San Martín de Socabaya (Av Perú), existe abundante material de basura y de desmonte que contaminan la torrentera, circundando el puente que cruza la Av. Perú, hace una curva muy peligrosa, los muros de contención son las paredes de las casas.

Este es el punto crucial donde se genera la contaminación por los desperdicios domésticos dando lugar a un elevado Impacto Ambiental. Es la zona con mayor

afluencia de desperdicios domésticos, basura, desmonte y todo tipo de grasas y aceites por la cercanía de talleres, granjas y criaderos de animales cercanos a la torrentera.

El tramo Campo Ferial- Chilpinilla- Desembocadura, es el tramo final donde se presentan terrenos de cultivo, comprende el Campo Ferial de Cerro Juli, pasando por Chilpinilla, Paisajista, hasta la desembocadura. Presenta un cauce de menor ancho desde 6m. hasta 2.00 m. inclusive, siendo casi recto.

Recibe las aguas de la planta de Chilpinilla, por acción del calor esta agua contaminada libera gases tóxicos, el viento se encarga de expandir estos gases, la basura, plásticos, papel, telas y otros que han sido transportadas, junto con el agua sufren una descomposición, estas aguas son finalmente utilizadas para riego de los sectores de Pampas Viejas, Huasacache y Paisajista. La población aporta a la torrentera aguas contaminadas mezclándose con las aguas de riego.

El cauce de esta torrentera va a unirse con el río Socabaya a la altura de Huasacache.

#### **5.5.6.- QUEBRADA DE CHULLO**

Atraviesa la ciudad en su parte Occidental, compromete los Distritos de Cerro Colorado, Cayma y Yanahuara, es de mayor peligrosidad ya que tiende a reducir su cauce por el urbanismo intenso en todo su trayecto, se manifiesta con un fuerte foco de contaminación, pertenece a la cuenca Occidental de la ciudad de Arequipa.

Esta quebrada tiene su origen en la intersección de las quebradas Josefa, Tucuy y Piedray Pichu de dirección SW, a la altura de Acequia Alta y Zamácola (túnel acueductor de agua potable) continúa en dirección N-S, pasando por los pueblos de Acequia Alta y la Tomilla y un costado del reservorio de agua potable (planta de la Tomilla), logra ingresar por Cerro Colorado donde hace una inflexión hacia el SW hasta Pueblo Viejo, donde se orienta posteriormente al SE para pasar por el puente del Diablo (Av. Ejército- Cerrito de los Alvarez), continúa por el centro poblado de Señor de la

Caña en dirección N-S, cruza las urbanizaciones ubicadas en Umacollo, así como el ferrocarril, donde se proyecta hasta el puente de Fierro y finalmente se encauza en el río Chili, tanto la quebrada de Chullo como la de Miraflores desembocan casi a la misma altura en el río Chili.

Los problemas medioambientales potenciales son de consideración, ya que existen viviendas que han sido construidas en el lecho de la torrentera, sin ninguna planificación de carácter técnico para el establecimiento de servicios de agua, desagüe y electricidad, tomando en consideración la potencialidad destructiva de la torrentera.

A la altura de la bocatoma del canal de Zamácola que se encuentra sobre el lecho de la torrentera, se han construido muros de contención sin criterios técnicos definidos, sin prevenir lo que ocurrió en este año, con la colmatación de esta torrentera ha inundando vías y cientos de viviendas, creando destrucción a su paso, esto ayudado por el arrojado de basura debajo de los puentes existentes en el sector o sobre las chacras circundantes, la existencia de focos de infección en pleno cauce de la torrentera por la presencia de basura, proliferación de insectos y roedores.

La actividad humana es la causante de la gran contaminación existente en esta torrentera, al margen del impacto que va creando en la naturaleza, la mayor concentración de contaminación se produce en las zonas de urbanizaciones residenciales asentadas en Umacollo y alrededores.

Las emanaciones de humo y gas de la planta de "Cervecería del Sur", ruido por la presencia de vehículos motorizados, son otro de los impactos que se presentan en este sector.

#### **5.6.- IMPACTO AMBIENTAL POR EL DRENAJE PLUVIAL**

La precipitación viene a ser la humedad que originándose en la atmósfera, llega a la superficie, denominándose lluvias, garúas, granizadas, generalmente las lluvias que



ocurren entre Enero y Marzo discurren por la red de drenaje del sistema de microcuencas y subcuencas que se localizan en la ciudad de Arequipa. La entrada de las torrenteras en épocas de grandes avenidas trae consigo efectos destructivos, más aún cuando no se planifica un plan integral al problema. (Cornejo C. 1990).

Las zonas vulnerables por precipitación pluvial son aquellas que se encuentran en las riberas de las microcuencas, como las torrenteras de San Lázaro, Miraflores, Mariano Melgar, Paucarpata, que nacen en las partes altas del Volcán Misti y la torrentera de Chullo que nace en las faldas del Cerro Cortaderas.

La quebrada de Miraflores desde que ingresa a la ciudad presenta peligro de desborde en los lugares donde se estrecha considerablemente, como en el cruce de la calle Elías Aguirre (Feria del Altiplano), mercado de Productores, la quebrada de Mariano Melgar a partir del Hospital General las condiciones son desfavorables ya que se va estrechando hasta llegar al terminal terrestre donde se angosta considerablemente con el inminente peligro de desbordamiento, en la zona de Bellavista de igual modo no existe muros de contención hasta el cuartel Arias Araguez. En la quebrada de Paucarpata se presenta el problema más agudo entre las Avenidas Kennedy y Colón, donde no llega a ser más que un badén, la quebrada de San Lázaro es de menos peligro porque tiene su cauce amplio en casi todo su recorrido, el problema incide desde el barrio San Lázaro hasta su desembocadura en épocas de grandes avenidas como la que ocurrió en el año de 1989 cuando el río Chili a la altura de su confluencia con la torrentera de San Lázaro se desbordó por toda la Avenida La Marina y causó destrozos cuantiosos.

Por el sector Occidental, la quebrada de Chullo no deja de ser peligrosa en sus tramos finales antes de desembocar al río Chili, porque se angosta considerablemente en vista que de acuerdo a las habilitaciones urbanas de la zona consideraron un cauce muy angosto y que lamentablemente las entidades encargadas de su aprobación no se percataron de esa negligencia.

## **CAPITULO VI**

### **GESTION AMBIENTAL DE LA CIUDAD DE AREQUIPA**

#### **6.1.- GENERALIDADES**

La ciudad de Arequipa bordea aproximadamente el millón de habitantes, habiendo crecido en forma desordenada y sin ninguna planificación, logrando asentarse muchas veces en las riberas de las torrenteras, que son potencialmente peligrosas cuando se presentan las lluvias en gran magnitud. De igual modo no dejan de ser impactantes los sismos que se producen, siendo considerada como la región eminentemente sísmica. Todo ello ha permitido la generación de contaminantes potenciales por el crecimiento demográfico, trayendo consigo impactos ambientales de consideración, siendo de mucha necesidad elaborar un Plan Estratégico de Gestión Ambiental para minimizar los efectos de la contaminación y riesgos por factores naturales.

El análisis del presente trabajo ha permitido definir sobre los serios problemas que se han creado por la contaminación generalizada en la cuenca del río Chili, así como plantear la participación de los gobiernos locales en la gestión ambiental, fundamentalmente los municipios como promotores del desarrollo local dentro del ámbito social y ambiental.

Es muy cierto que las municipalidades son las instancias de gobierno más cercanas a la población, presentando a veces deficiencias de carácter económico y técnico para enfrentar los complejos problemas de su Jurisdicción, de tal modo que ejecutan sus funciones inherentes a los servicios urbanos de la población, mayormente deficientes.

Actualmente los municipios se atribuyen la prestación de los servicios públicos de agua y alcantarillado en coordinación con Sedapar, mantenimiento de parques, jardines, disposición de desechos sólidos, planificación del desarrollo y crecimiento urbano, así como realizar el control y protección ecológica, mediante la formulación de criterios ecológicos y protección del medio ambiente, conservación y protección del ecosistema, regular el manejo y disposición final de los residuos sólidos que no sean peligrosos, prevención y control de la contaminación atmosférica generada en su jurisdicción, y hacer cumplir las normas ambientales sobre la emisión de contaminantes que están por encima de los límites máximos permisibles.

Por todo ello es necesario plantear una estrategia que permita que las entidades locales sean las instancias que permitan potenciar el desarrollo local, evitando el deterioro de los recursos naturales y la calidad de vida de la población, por lo que es necesario plantear el fortalecimiento del marco jurídico, en las atribuciones que deben tener los municipios en el uso de los recursos naturales, así como fomentar la dación de normas de protección ambiental, se deben crear las oficinas de medio ambiente a cargo de medioambientalistas y ecologistas, para poder formular un programa de protección ambiental en sus jurisdicciones.

Los problemas ambientales deben ser mitigados mediante el fortalecimiento económico, para poder enfrentar los problemas ambientales locales y contribuir de esta forma a un mejoramiento de calidad de vida de la población.

Se requiere enfatizar una descentralización y democratización teniendo en consideración la importancia del aspecto ambiental como eje del desarrollo local, de igual modo es importante incidir en un desarrollo local sustentable, cuya estrategia debe contemplar acciones de protección ambiental y mejoramiento de la calidad de vida de la población, debido a que no hay un desarrollo local si no hay una sustentabilidad social y ambiental en las entidades municipales, y que deben quedar plasmadas en el programa municipal de protección ambiental, logrando con ello el fortalecimiento de estas entidades en la gestión ambiental del desarrollo.

## 6.2.- GESTION ANTE EL RUIDO AMBIENTAL

Los efectos producidos por el ruido puede repercutir en el sistema auditivo, presentando sorderas transitorias o temporales, también puede darse en el sistema nervioso alterando los ritmos cerebrales, provocando fatiga mental, alteración en la capacidad de aprendizaje, se presentan trastornos psicológicos como stress, neurosis, irritabilidad, alteración de la conducta e insomnio, por último puede darse también en el sistema digestivo incrementando la secreción ácida del estómago, producir disfunciones en el tubo digestivo y facilitar la ulceración.

Los niveles de ruido ambiental cuya percepción subjetiva son del nivel muy ruidoso se dan en la mayoría de las calles del cercado de Arequipa, siendo intolerable en la intersección de las calles Peral con Ayacucho, así como la intersección de las Avenidas Independencia con La Salle, Mariscal Castilla con Independencia, Mariscal Castilla con Venezuela, Jorge Chávez con Paucarpata, Independencia con Víctor Lira, Venezuela con el mercado de productores, principalmente, por lo que es importante efectuar un control exhaustivo de los niveles de decibeles producidos por el ruido ambiental, controlando la emisión de los ruidos producidos por la actividad humana fundamentalmente.

Se debe efectuar un análisis del ruido ambiental producido en la zona de residencia de una persona así como en su centro de trabajo, en sus desplazamientos o zonas de recreación, existen sistemas de amortiguación como los silenciadores que mitigan la propagación de las onda sonoras que acompañan al flujo de aire, se le utiliza en zonas industriales, medios de locomoción generalmente.

### **6.3.-GESTION AMBIENTAL ATMOSFERICA**

La gestión principal para la contaminación ambiental atmosférica consiste en medir la cantidad o amplitud de los distintos contaminantes previamente detectados, así como el tiempo en que permanecen activos en la atmósfera, dentro de la capa que sirve de sustento vital al hombre, ya que es el resultado de incorporar al aire sustancias extrañas y formas de energía, en cantidades y tiempos de permanencia que puedan causar deterioro ambiental, alteración del bienestar de la sociedad y degradación de los ecosistemas, al difundirse dichos contaminantes en las capas más elevadas de la atmósfera, dejan de ser peligrosas para el ser humano y sus bienes de uso, dejando de haber contaminación atmosférica como tal.

Uno de los requisitos de la gestión ambiental viene a ser el compromiso de cumplir con toda la legislación pertinente, el compromiso de reducir los impactos ambientales por medio de un programa de remediación medioambiental continuo y constante.

Una de las principales gestiones ambientales es evaluar, controlar y reducir el nivel de emisiones atmosféricas, mejorar el impacto visual y polvo en sus instalaciones, en el grado en que sea razonablemente posible. Se debe disponer y mantener planes de emergencia, allí donde existan riesgos significativos para la salud y el entorno, caso de las torrenteras y aguas servidas.

Se debe tener en cuenta y aplicar las normas técnicas del ISO 9000 e ISO 14000 relacionadas a sistemas de gestión ambiental.

La salud de los pobladores está siendo deteriorada visiblemente por la contaminación atmosférica, ya que se han presentado varios casos de asma y otros problemas respiratorios en el Hospital General, provenientes de la mayoría de distritos de la periferia, afectando enormemente el bienestar de los vecinos.

Es necesario conceptuar el gran peligro que presentan los óxidos de nitrógeno que está vinculado con la acción de la luz solar que incide sobre la atmósfera contaminada dando

lugar a procesos fotoquímicos, con la producción de contaminantes secundarios de mayor toxicidad, como son el ozono y el nitrato de peroxibenzoilo que es cancerígeno.

Dependiendo de los resultados obtenidos y de los modelos sobre los patrones de concentración en dirección del viento, se requiere un número suficiente de estaciones meteorológicas para definir los patrones de dispersión general de los gases y partículas contaminantes más importantes, que normalmente deben instalarse junto con las estaciones de monitoreo de la contaminación del aire ambiental, las estaciones de monitoreo tienen que ser accesibles pero seguras, protegidas contra robos o actos de vandalismo mediante cercos u otros mecanismos de seguridad.

#### **6.4.- GESTION AMBIENTAL POR EL TRANSPORTE VEHICULAR**

Es necesario exigir una disciplina en la que se siga un procedimiento apropiado contra los vehículos que son considerados como unidades obsoletas, mejorando el parque automotriz y el flujo vehicular, en función a los focos de congestión y lugares de incidencia de accidentes, controlando el parque automotor mediante revisiones técnicas periódicas y el cumplimiento de la normatividad vigente.

Siendo ineficientes los sistemas de transporte urbano, se debe efectuar un cambio, con un modelo más equilibrado en términos ecológicos, sociales y económicos, siendo la clave el de reducir las necesidades de desplazamientos y no en acortar los tiempos de los viajes, en los últimos 20 años han existido innovaciones que incluyen el uso de acero de alta resistencia y materiales cerámicos y sustitución de metales por plástico. (Arteaga Lucas D. 1997).

Es importante efectuar un plan de gestión ambiental estableciendo que las emanaciones de los escapes de los automotores estén dentro de los límites máximos permisibles como condición para su autorización de circulación, es necesaria una planificación adecuada para el crecimiento urbano de la ciudad teniendo en cuenta vías de acceso amplias que permitan el descongestionamiento y el rápido desplazamiento de los

vehículos, es pertinente un control permanente de las emanaciones gaseosas, la implementación de equipos necesarios para la limpieza de los gases y el cumplimiento de las disposiciones generales y específicas sobre el control de gases asegurándose de ese modo que se mantengan dentro de los límites máximos permisibles.

Existen unidades automotores usadas sin mantenimiento periódico, con excesivo tiempo de funcionamiento de los motores en vacío y la emisión de gases, y con un pésimo estado de conservación de los vehículos.

Las ordenanzas municipales sobre la contaminación por gases no deben ser unilaterales, sino que deben ser con la intervención de todos los organismos sociales, culturales y medios de comunicación oral, escrita, en los hogares como en los colegios, centros superiores y que requiere de mucho tiempo, complementadas con la construcción de nuevos puentes aguas arriba del Puente Grau donde no existe ninguno construido, y donde vive más de la mitad de la población, y reduciría los humos hasta en un 40%, es conveniente mejorar el tránsito permitiendo menor embotellamiento y menor congestión, logrando con ello menos contaminantes atmosféricos.

## **6.5.- GESTION AMBIENTAL DE LA BASURA**

El trato que se le está dando a este material no es el más apropiado, todos los municipios que hacen recojo, transporte y deposición, hacen recolección en forma incompleta, se transporta en algunos casos en forma irregular y se deposita mayormente en superficies de lugares no muy convenientes (botaderos camino a Yura, Chiguata, El Cural, etc.), que en última instancia esta etapa también es motivo de nuevos problemas posteriores, solamente los circunscritos en el casco urbano de la ciudad de Arequipa tienen el servicio de recojo de la basura. En materia de limpieza urbana generalmente la cobertura del recojo no es total.

En las zonas marginales de la ciudad, donde mayormente no existen redes de desagüe ni servicios de recojo de basura, se deposita los desechos sin un criterio técnico ni de

salubridad, en las torrenteras o en las acequias. Se nota una insensibilidad social de autoridades, profesionales y clases pudientes frente a este problema. Las municipalidades deben implementar adecuadamente los servicios de recojo de basura con camiones compactadores.

Los botaderos de basura deben estar ubicados en depresiones para evitar que sean transportados por el viento y luego cubrirlos como un relleno sanitario.

Algunas personas inescrupulosas, alimentan cerdos con la basura para luego comercializarlos; además de cerdos, existen perros, ratas e insectos, los que podrían originar una epidemia, existiendo gran cantidad de niños y adultos que están expuestos a contraer enfermedades y plagas, los cuales se convertirán en focos de infección en la ciudad (colegios, mercados, etc.).

La gestión ambiental implica la orientación del ciudadano y la capacitación del personal de recolección que permitan una clasificación primaria de los desechos y el aprovechamiento de algunos componentes, la mejor eliminación con menor riesgo y contaminación de la basura conlleva a una mejor implementación de las unidades y equipo de recojo, la elección y diseño técnico de los botaderos de basura.

Es evidente la participación de las entidades involucradas en efectuar un estudio completo sobre las condiciones y calidad de basura, fomentando la clasificación de la misma desde su origen, y en caso de basura industrial su clasificación preliminar y el tratamiento previo a la deposición final evitando así sus efectos contaminantes. Una campaña de educación a la población sobre el manejo de la basura permite crear un hábito permanente de preservación del medio ambiente.

La entidad municipal debe enfocar normas y reglamentos que eviten el arrojado indiscriminado de basura en zonas no indicadas y las medidas correctivas que deben imponerse. La basura inorgánica se puede reciclar, mientras que la orgánica puede ser usada como fertilizante natural mediante el método denominado compostaje.



Se nota claramente el poco interés de parte de la ciudadanía, las autoridades y de la empresa privada frente al inmenso problema de la contaminación del medio ambiente por la no construcción de un relleno sanitario a causa de la basura, por lo que se debe implementar por lo menos con uno para la ciudad de Arequipa, posteriormente y antes del cierre de dicho relleno sanitario se debe prever la elaboración de otro para no dejar un vacío a falta de éste, actualmente sólo se cuenta con inmensos botaderos.

#### **6.6.- GESTION AMBIENTAL DE LAS CURTIEMBRES**

El municipio y las entidades encargadas de la conservación del medio ambiente deben obligar a las empresas dedicadas al curtido de los cueros a ampliar sus instalaciones con la finalidad de instalar en ellas algún tipo de tratamiento para reducir las concentraciones de sales y sulfatos, es conveniente la reubicación de las curtiembres registradas y las clandestinas a lugares más apropiados. Para ello se deben tomar medidas para la protección y el apoyo técnico para el mejoramiento de la coordinación entre instituciones y sectores oficiales y particulares interesados en el tema.

Se debe efectuar la gestión de monitoreo para la protección del río Chili, el fortalecimiento de la cooperación y coordinación técnica entre los laboratorios y los servicios de inspección vinculados a este campo.

#### **6.7.- GESTION AMBIENTAL DE LAS AGUAS SERVIDAS**

No se ha tomado ninguna medida de control ni de mitigación, los pobladores de las partes altas de la ciudad generalmente se ven afectados en forma notable con enfermedades infecto contagiosas, epidemias, etc.

En la actualidad en la planta de Chilpina se trata solamente el 30% de las aguas servidas de Arequipa, siendo el 70% desaguado directamente al río Chili a través del emisor de Alata.

Al ser utilizados para el riego y estar en contacto con los animales, generalmente en el sector Suroriental de la ciudad (Pampas Viejas, Huasacache, Paisajista), pone en alto riesgo la salud de los habitantes al ser transmitidos microorganismos como bacterias, hongos, virus, etc, significando un gran riesgo para la salud y la transmisión de enfermedades gastrointestinales altamente peligrosos, siendo necesario realizar periódicamente análisis de aguas para asegurar la integridad y bienestar de los pobladores, como también los respectivos y adecuados tratamientos del agua.

Se debe considerar como una de las principales gestiones ambientales reactivar nuevamente la planta procesadora de aguas servidas del distrito de Sabandía y Characato, ya que éstas al entrar en funcionamiento van a erradicar en su mayor porcentaje la contaminación que ocasionan al distrito de Socabaya, y por ende al río Chili.

Es necesario planificar diseños de fosas sépticas, filtros anaeróbicos, pueden ser soluciones de posible construcción en el medio rural, con inversiones adecuadas y que contribuirán a la solución de los problemas sanitarios que generan las aguas residuales.

Es de suma prioridad implementar lo antes posible el proyecto integral del sistema de tratamiento de agua servidas, considerando además el nuevo diseño de las redes de alcantarillado, incluyendo costos de inversión bajos y operación a largo plazo, así como su respectivo mantenimiento. Todos los efluentes de aguas servidas que vienen desembocando directamente al río deben ser incorporados a la red general de desagüe, e implementar las plantas de separación de sólidos no degradables para su aplicación económica y las lagunas de estabilización debidamente ubicadas y acondicionadas para que no contaminen los ríos comprometidos. La gestión ambiental implica además realizar concientización en la población de tal modo que no se siga contaminando el río con estos desechos.

La entidad competente, de acuerdo al reglamento de la Ley General de aguas, debe establecer los límites máximos permisibles de eliminación de efluentes en el río Chili.

## **6.8.- GESTIÓN AMBIENTAL POR EL USO DE AGROQUÍMICOS**

Es de vital importancia tener en consideración que el exceso de fertilizantes y abonos nitrogenados corresponde a la generación del óxido nitroso, que es muy estable y una vez generado permanece estable en la atmósfera muchos años.

Se tiene que buscar alternativas al uso exagerado de fertilizantes, ya que deterioran los suelos pretendiendo aumentar el rendimiento de los cultivos, está demostrado que los fertilizantes contienen nitrógeno, fósforo o potasio, las plantas asimilan el nitrógeno como nitrato, el problema ambiental más grave procede de este último, al ser soluble va a infiltrarse y mezclarse con las aguas subterráneas y juntarse con los cauces más próximos.

Las algas por la presencia de nitratos pueden crecer exageradamente consumiendo el oxígeno del agua, siendo un problema la incidencia de los rayos solares.

Es primordial efectuar un plan de concientización en la población del campo agrícola, con el fin de indicarles sobre los efectos nocivos de los pesticidas en la salud humana, de igual modo se debe coordinar con los gobiernos locales para difundir el problema del mal uso de los agroquímicos.

## **6.9.- GESTIÓN AMBIENTAL DE LAS SUBCUENCAS**

Es importante ubicar el medio donde se desarrolla el proceso de contaminación, tanto en la ciudad de Arequipa como en todo el trayecto de la cuenca del Chili.

De las aguas no reguladas que provienen de la parte alta de la cuenca Oriental se puede indicar que gran parte son para la frontera agrícola en un aproximado de 6,800 Hás. Estas aguas provienen de los ríos Andamayo, Mollebaya y Yarabamba, estos recursos hídricos superficiales y subterráneos tienen su origen en la parte alta de Arequipa, como producto de los deshielos y otras fuentes que originan las lluvias estacionales.

El problema de la contaminación en el sector oriental de la cuenca del Chili es severa principalmente por el impacto ambiental comprometido en el río Yarabamba.

El acuífero de las aguas subterráneas, al estar seriamente impactado como consecuencia de la actividad humana, debe identificarse sus puntos críticos, minimizar su impacto y realizar monitoreos periódicos y permanentes.

No existe un control y monitoreo de la utilización de las aguas subterráneas por las industrias, ni se tiene consumo estimado en volumen en gran parte de estos centros industriales, siendo de prioridad realizar este monitoreo respectivo.

El río Yarabamba viene a ser uno de los más contaminados y que mayor impacto está creando a la cuenca del río Chili, en vista que por la presencia de pozos ciegos a la altura del puente Yarabamba, las aguas están sobrecontaminadas, teniendo que efectuar un proyecto integral de control de las aguas servidas mediante la construcción de una planta de tratamiento, así como la construcción de un relleno sanitario y efectuar monitoreos periódicos de las aguas subterráneas, los ríos Andamayo y Mollebaya de igual modo están siendo impactados por la presencia de la actividad humana por lo que necesario realizar un plan de gestión ambiental, con la participación de las municipalidades circunscritas a estas subcuencas, con proyecciones a mediano y largo plazo.

Se debe adoptar las medidas necesarias para detener el impacto creado por la presencia de las minas abandonadas, siendo de tipo pasivo y otras de tipo activo, enfocando controles de estabilidad física y química de los relaves y desmontes presentes en superficie, se debe efectuar monitoreos periódicos tanto en superficie como en interior de las minas abandonadas, debiendo captar las filtraciones de agua que se producen generalmente en épocas de lluvia y conducirlos a pozas de tratamiento, en los relaves superficiales deben tratar de cubrirlos con impermeabilizantes, así como evitar la inestabilidad de sus taludes.

Es de urgente necesidad la reubicación de las ladrilleras ubicadas a lo largo de las riberas del río Yarabamba, debido a que los gases que produce la combustión van a alterar la calidad de la atmósfera.

En el caso de la subcuenca del río Yarabamba, tiene que efectuarse una gestión de carácter multidisciplinario, en el que deben participar los cinco distritos involucrados directamente en este impacto ambiental, como son Yarabamba, Quequeña, Sogay, Polobaya y Mollebaya.

Es necesario plantear el conocimiento de la interacción entre los contaminantes y las diferentes conductas de respuesta de los recursos naturales y el hombre ante éstos, así como definir programas de cooperación con el desarrollo de técnicas y métodos de análisis de la contaminación ambiental.

Se debe propulsar la gestión ambiental con otras instituciones gubernamentales y no gubernamentales en la búsqueda de soluciones a los problemas ambientales detectados, en especial, aquellos que son considerados como de impacto ambiental grave, así como se debe desarrollar en los organismos del estado, la empresa privada, etc, proyectos de cooperación técnica, de tal manera que éstos coadyuven al conocimiento de los problemas de contaminación ambiental que afectan a estas zonas.

## **6.10.- GESTION AMBIENTAL DE LAS MICROCUENCAS**

Las quebradas principales, denominadas también torrenteras, así como los cauces secos, continuarán siendo impactados y contaminándose con el arrojo irresponsable de basura, creando depósitos insalubres que en épocas de lluvias al ser arrasados y en caso de inundaciones difunden la contaminación a zonas aledañas y si estas son de gran magnitud originan verdadero impacto, siendo por ello vital la protección de los cauces de las torrenteras y terrenos sin construir circunscritos a éstas, a fin de evitar que sean usados como depósitos de escombros y botaderos de basura, observando un control permanente y aplicando sanciones severas.

**A).- QUEBRADAS DE CHILINA**

Una de las metas de la gestión ambiental es establecer objetivos para reducir los impactos ambientales, considerando la prevención de desastres naturales que generan la destrucción de las viviendas de dicha zona, poniendo énfasis en la prevención de enfermedades generadas por la contaminación de los focos infecciosos latentes (basurales, desagües).

Las nuevas asociaciones Pro-Vivienda que han invadido las quebradas con casas precarias están en un latente peligro, debido a los huaycos que se producen en esta zona, las juntas vecinales que no tienen ningún tipo de apoyo por parte de las autoridades respectivas, deben planificar un control y gestión ambiental de la torrentera.

**B).- QUEBRADA DE SAN LAZARO**

Dentro de la gestión ambiental se debe ejecutar un plan de emergencia, de tal modo que se evite la construcción de viviendas en las márgenes de esta torrentera, debido a que sus paredes son construcciones muy inestables por su composición litológica, estando sujetas a deslizamientos.

La basura, que es uno de los contaminantes más serios que se encuentran en la torrentera, debe ser recogida en forma planificada, se debe efectuar un plan de gestión ambiental de tal modo que la población no arroje basura a la torrentera, donde se crea los focos de infección y pueden producirse enfermedades; asimismo, la acumulación de desmonte, basuras, etc, va a producir un angostamiento de la torrentera, siendo un obstáculo para el discurrir de las aguas arrastradas con lodo y piedras en épocas de grandes avenidas, va a permitir que en partes existan desbordes con peligros inminentes a la población aledaña.

### **C).- QUEBRADAS DE MIRAFLORES- M. MELGAR- PAUCARPATA**

Una gestión ambiental vital debe resultar de efectuar la erradicación de la contaminación de la basura y desagües en las torrenteras, concientizando a las personas que habitan en las zonas aledañas, así como establecer sistemas adecuados para el tratamiento de desagüe, se debe efectuar una inversión en la modificación de desagüe y limpieza total de la torrentera, dicha inversión debe estar considerada por los municipios locales de la jurisdicción.

Los principales lugares de contaminación de las torrenteras se hallan debajo de los puentes, siendo las principales fuentes de contaminación la misma población urbana, asimismo se tiene que enfatizar sobre actividades necesarias para la prevención de desastres en las torrenteras, al margen de las acciones que deben tener prioridad para desterrar la contaminación por lo menos en su grado actual, para ello se debe identificar y cuantificar los posibles desastres que se pueden generar, así como determinar acciones a desarrollar en caso de desastres.

La gestión corresponde a tomar decisiones detalladas, empezando por adoptar acuerdos internos y acciones conjuntas entre los Consejos Distritales y Provincial orientados a organizar y abordar el problema, teniendo como premisa que las tareas preventivas son mucho más útiles que las tareas de reparación y que un desastre tiene diversas magnitudes, por lo tanto no se debe esperar que ocurran primero para después tomar acciones.

Al presentarse un evento pluvioso en las cuencas de recepción, estas torrenteras activan su caudal, poniendo en grave peligro las viviendas asentadas a ambos márgenes de los cauces, así como las vías de comunicación y de transporte urbano.

Se tiene que plantear una decisión más operativa para que las autoridades de Defensa Civil, efectúen acciones que permitan educar a la población en general, a fin de minimizar las pérdidas materiales y vidas humanas, considerando los distintos riesgos que existen en nuestras torrenteras.

Se ha comprobado la escasez de vegetación y el descuido de las zonas aledañas en cuanto a su mantenimiento y limpieza, también se tiene que por la necesidad de viviendas las torrenteras han sido invadidas, donde han realizado diversas construcciones, provocando la reducción del cauce de estas torrenteras y a la vez poniendo en riesgo la integridad de la población de las zonas aledañas en tiempos de fuertes avenidas.

Es labor del gobierno local encauzar las torrenteras y a la vez efectuar un mantenimiento programado cada cierto tiempo, construyendo los muros de contención en las zonas más críticas, e inclusive planificar sus canalizaciones respectivas..

#### **D).- QUEBRADA DE CHULLO**

Se tiene que planificar definitivamente la erradicación de la basura y desagües que van directamente a la torrentera, así como es importante la reubicación de la actual gente que se encuentra habitando en el lecho de la torrentera en el Azufral, definiendo y encauzando su cauce, también es necesario la concientización de la gente que vive en el sector sobre el control del arrojo de los desechos que ellos mismos producen hacia las partes bajas de la torrentera, se debe canalizar definitivamente en vista que hacia las márgenes tienen viviendas ya establecidas.

Los lugares vulnerables deben ser analizados desde el punto de vista de las precipitaciones pluviales, ya que tiene una respuesta relativamente rápida al influjo de la precipitación, por tener un origen común como son las estribaciones del Chachani.

Se debe efectuar control estricto para que trasladen los escombros o desmontes hacia zonas previamente seleccionadas y acondicionadas para este fin, así como concientizar a la población sobre los inconvenientes y peligro que representa el arrojo de escombros o desmontes que reduzcan o obstruyan los cauces naturales de las torrenteras.



## **6.11.- GESTION AMBIENTAL ANTE EL RIESGO VOLCANICO**

Como medida de gestión ambiental se debe contener la indiscriminada extinción de áreas verdes y eríáceas las que motivan un urbanismo inclusive muy mal planificado, desordenado y que a la fecha ha motivado en Arequipa vías troncales cerradas y de fuerte contaminación, controles a este serio problema actualmente los mantiene el C.P.A. y el Ministerio de Salud.

Se debe consolidar la Unidad de Investigación del Medio Ambiente, contando con un equipo humano multidisciplinario y experimentado que permita tener abiertas líneas de trabajo en campos definidos del medio ambiente, ejecutar investigaciones, estudios y proyectos, elaborar planes de optimización y gestión medioambiental.

Se debe efectuar la actualización y refuerzo de los planes de gestión ambiental mediante la estructuración de evacuación, considerando construcción de carreteras, preservación de áreas abiertas, construcción y mejoramiento de albergues y otros refugios, refuerzo y protección contra el fuego tanto de escuelas como de edificios públicos. Debe plantearse la comunicación directa entre entidades de gobierno locales, oficinas de planificación urbana y los técnicos especializados para determinar el uso del suelo en las áreas consideradas peligrosas.

Es necesario concientizar a la gente que cualquier comunidad expuesta al peligro volcánico, requiere de una conciencia general del riesgo para la vida, así como un deseo de participación colectiva para reducirlo.

Los municipios principalmente deben identificar y cartografiar las zonas amenazadas, efectuar censos de población y de los bienes transportables, buscar zonas de refugio donde la población pueda ser evacuada en caso de una erupción peligrosa, así como la identificación de las rutas de evacuación y su mantenimiento respectivo, formular procedimientos de alertas, medios de comunicación en emergencia, previniendo y dando seguridad a las áreas evacuadas.

Es necesaria la coordinación con las instituciones encargadas de promover y gestionar la creación de organizaciones sociales para su instalación y funcionamiento en las zonas de inminente peligro por la erupción volcánica.

Se debe coordinar con las instituciones públicas y privadas para impedir invasiones en las márgenes de las torrenteras, fundamentalmente aquellas que estén vinculadas directamente con el Volcán Misti, así como comprometer y coordinar con las instituciones responsables llámese Defensa Civil, Municipios, etc, y la población organizada para llevar a cabo la construcción de muros de contención en los tramos que faltan dentro del radio urbano de la ciudad.

#### **6.12.- GESTION AMBIENTAL ANTE LA ACTIVIDAD SISMICA**

Se debe ejecutar un programa de acción para evitar el impacto creado por los movimientos sísmicos, aplicando acciones comunitarias de prevención y mitigación del impacto sísmico, así como una evaluación de las repercusiones de estos movimientos. Es necesario definir las zonas de evacuación.

Es de necesidad la organización y programación de charlas de capacitación y orientación para prevenir y contrarrestar los efectos de estos fenómenos adversos.

Una gestión importante es la de adoptar medidas que tiendan a proporcionar una forma adecuada a los taludes de las carreteras y torrenteras con el objeto de evitar derrumbes o deslizamientos, así como se debe determinar la ubicación de zonas generadores de fenómenos de licuefacción, principalmente arcillas expansivas que sufren posteriormente procesos de asentamientos, de igual modo es necesario un cambio en las técnicas de construcción de viviendas, de tal modo que se pueda minimizar el efecto de las ondas sísmicas.

Es de necesidad realizar un inventario de las construcciones coloniales, así como de las iglesias, claustros, conventos, construcciones de pueblos tradicionales, puentes antiguos

coloniales, etc, para definir las construcciones que deben ser reforzadas, y otras que irremediablemente deben ser demolidos.

### **6.13.- GESTION AMBIENTAL DEBIDO AL DRENAJE PLUVIAL**

Se debe efectuar un análisis de las aguas pluviales, intensidad y velocidad, principalmente en épocas de grandes avenidas, definiendo una estimación del escurrimiento, generalmente estas aguas discurren desordenadamente por las calles, originando muchas molestias a la población así como daños a la propiedad, siendo de vital importancia que la municipalidad y SEDAPAR inicien la construcción de alcantarillas en toda la ciudad, permitiendo de esta manera una mejora en el sistema sanitario doméstico que sirve para llevar las aguas servidas a su destino final.

Se tiene que estructurar un adecuado sistema de drenaje pluvial, que permita evacuar las aguas pluviales de manera eficaz y rápida, los criterios de diseño deben ser desarrollados de tal modo que sus colectores permitan una rápida evacuación evitando de este modo inundaciones por el avance incontrolado de las aguas pluviales en las zonas urbanas, aplicando planteamientos definidos de carácter técnico para que la escorrentía superficial producida por estas aguas pluviales desagüen en los drenes naturales como son las quebradas o torrenteras, así como evitar el atoro del sistema de drenaje por aguas servidas (buzones).

Una gestión ambiental más profunda se considera el análisis de las microcuencas que afectan directamente a la ciudad, detallando los coeficientes de escorrentía y determinando las intensidades de precipitación para la estimación de caudales. Se debe tener en consideración dentro de un estudio técnico la vulnerabilidad del cauce, por el estrechamiento del mismo en sectores, lo que va a incidir fundamentalmente en época de precipitaciones extraordinarias, es imprescindible efectuar un planeamiento de evacuación.

## CONCLUSIONES

1. El río Chili es el principal río de la cuenca, recolectando las aguas de las subcuencas que se ubican en la margen Suroriental de Arequipa.
2. Las rocas más antiguas conocidas son el gneis Charcani o Complejo Basal de la Costa, presentando, asimismo, rocas sedimentarias, intrusivas, volcánicas y del Cuaternario antiguo y reciente.
3. El escurrimiento de las aguas superficiales es limitada, incrementando el caudal del río Chili y sus afluentes que son los ríos Andamayo, Mollebaya y Yarabamba en épocas de lluvias, que son aprovechadas en gran parte para la agricultura.
4. En contraste con algunos bellos paisajes naturales dentro del área de estudio, Arequipa viene a ser una de las ciudades más contaminadas del país, presentando contaminación tanto en sus aguas subterráneas, como en las superficiales.
5. La contaminación de las aguas superficiales se genera principalmente por la actividad misma del hombre.
6. Las microcuencas en su gran parte son las que contaminan y degradan la cuenca, por ser los colectores de la mayor parte de desechos que produce la actividad humana.
7. Existe infinidad de problemas de contaminación en la ciudad, siendo los olores bien marcados principalmente en el sector de Alata y Chilpinilla, debido a la presencia de aguas servidas.

8. La contaminación atmosférica se produce por la generación de partículas y gases, principalmente por el parque automotor, que en última instancia llegan a contaminar la atmósfera, y deteriorar la salud y bienestar del hombre.
9. El ruido ambiental es un contaminante ambiental que se cuantifica con la unidad de medida denominada decibel (db) y que llega a producir efectos fisiológicos o psicológicos en las personas, siendo estos de carácter continuo, fluctuante, transitorio y de impacto.
10. El polvo es originado por la erosión del suelo y por los vientos que se presentan, siendo las fuentes de distribución las rocas madres con contenido de sílice, carbonatos, arcillas, feldespatos, etc.
11. Existe un parque automotor de antigüedad avanzada que sobrepasa las 75,000 unidades, siendo el principal causante de la contaminación atmosférica; los motores a gasolina son los más contaminantes porque emiten gases como el monóxido de carbono, a la vez que la gasolina contiene plomo, el cual es nocivo para el medio ambiente.
12. La basura es otro contaminante potencial, que se encuentra distribuido en las márgenes de las torrenteras y en los botaderos sin ningún control ambiental, son incinerados formando el ozono ( $O_3$ ), que al nivel de la superficie es un gran contaminante.
13. Las curtiembres descargan sales orgánicas e inorgánicas al río Chili, produciendo un daño al ecosistema y a la salud humana, las curtiembres informales llegan a verter sus aguas a las redes de alcantarillado, los valores del cromo presentes son elevados.

14. Las aguas servidas mantienen en agonía al río Chili por el vertimiento del 70% de las aguas servidas provenientes de la población, de igual modo en el sector de Pampas Viejas, Huasacache, estas aguas que salen de la planta de tratamiento sirve para uso frontera agrícola, llegando a contaminar a la población circundante.
15. Los agroquímicos una vez que ingresan al medio ambiente comienzan a descomponerse o degradarse, siendo de alguna manera es perjudicial para la salud y bienestar del hombre; los plaguicidas interrumpen los procesos de bioregeneración, produciendo efectos tóxicos agudos y crónicos en la población.
16. Las subcuencas y las microcuencas son contaminadas debido fundamentalmente a la actividad humana, ya que atraviesan principalmente la ciudad de Arequipa y desembocan en el río Chili.
17. Las torrenteras en épocas de avenidas arrastran al material depositado en sus lechos en forma de desechos domésticos, escombros y desmonte, llegando a ser a la postre macrocontaminantes que van a aumentar la contaminación del río Chili.
18. La ciudad de Arequipa está afectada de igual modo por los riesgos de carácter volcánico, sísmico y pluvial, siendo necesario elaborar y ejecutar un Plan Global de Gestión Medioambiental de Corto y Mediano Plazo para dicho fin.

## RECOMENDACIONES

1. Se debe elaborar y ejecutar un Plan Medioambiental (cuyos lineamientos están a continuación), que permita disminuir los impactos potenciales que se generan en la ciudad de Arequipa, debido a los contaminantes producidos por la compleja actividad humana.
2. Se debe dar soluciones al problema de la basura, educando a la población sobre su manejo, encargando a una empresa o institución especializada, se haga cargo del problema.
3. Se debe diseñar un Plan de Prevención de Desastres, que contemple la construcción de muros de contención y otros sistemas de sostenimiento, evitando fracturamientos y derrumbes de rocas en las paredes de las quebradas.
4. El principal objetivo para solucionar el problema de las aguas servidas, debe fundamentarse en activar nuevamente las plantas procesadoras de aguas servidas de los distritos de Sabandía y Characato, las cuales se encuentran abandonadas, ya que al entrar en funcionamiento erradicarían en su mayor porcentaje la contaminación que está sufriendo un área bastante grande de los distritos bajos de la cuenca del río Andamayo.
5. Se debe disponer de los servicios básicos de agua y desague en un 100%, así como poner énfasis en el control y detección de contaminantes en el agua de uso doméstico, y comprometer a un organismo estatal para el tratamiento y posibles soluciones a los problemas de contaminación.

6. Es imprescindible educar a la población campesina para optar por una agricultura sana y limpia, con la utilización de agroquímicos biodegradables, promoviendo la protección de la salud de la gente que trabaja en el campo.
7. Proponer a los gobiernos locales el tratamiento de las aguas servidas y enfoque ecológico en los planes de promoción agrícola.
8. Proponer a las entidades profesionales relacionadas con la investigación ecológica, la búsqueda de métodos eficientes para la sustitución de los plaguicidas más tóxicos a la salud humana.
9. Incorporación de procesos naturales, tales como los ciclos de los elementos nutritivos, fijación de nitrógeno, relación plaga /predador.
10. Se debe concientizar a la población en la disminución del uso de insumos utilizados para la agricultura, fuera de la chacra.
11. Se debe propulsar una producción rentable y eficiente con énfasis en el manejo mejorado de la chacra y la conservación del suelo, agua, energía y fuentes biológicas.
12. El agricultor debe considerar el uso de los abonos químicos con la máxima eficiencia, dentro de una agricultura sana, limpia y eficiente.
13. Se recomienda realizar una forestación en las riberas del río, la construcción de jardines a ambas márgenes, debe construirse muros de contención donde el tramo sea peligroso y realizar la limpieza de los cauces constantemente.



14. Se recomienda una limpieza y nivelación del cauce de las torrenteras, procurando darle una pendiente constante para que discurran las aguas con mayor normalidad.
15. Para evitar que la población de las zonas aledañas continúen contaminando las torrenteras, se recomienda mayor cantidad de vehículos recolectores y de puntos de recolección de basura, a la vez concientizar a la población del daño que ellos mismos están ocasionando y que de manera indirecta afecta a los demás.
16. Para evitar que la población continúe contaminando con aguas servidas, se debe construir una red de alcantarillado paralela a la torrentera.
17. Se debe recomendar a todos los agricultores un mantenimiento periódico y eficaz de sus canales de riego para evitar posibles desbordes de los mismos.
18. En los lugares donde las paredes de las viviendas realizan la función de muros de contención, se recomienda que estas paredes sean reforzadas con sistemas especiales de sostenimiento, por la parte exterior de las viviendas para evitar un posible colapso.
19. En el sector de la avenida Mi Perú (San Martín de Socabaya), la torrentera se estrecha y realiza un peligroso desvío de su cauce en forma de codo, por lo que se recomienda devolverle su cauce original ya que al entrar la torrentera podría causar daños materiales y humanos, de ser posible reubicar las viviendas que estén en peligro en otra zona más segura.
20. Se recomienda para que las torrenteras no tengan un aspecto poco agradable a la vista de la población, realizar una forestación a lo largo de ésta, propendiendo a restaurar paisajes naturales de otros tiempos.

- 21.** En la política de gestión medioambiental, es posible plantear los siguientes criterios básicos:
- A)** Fortalecimiento del marco jurídico, es decir, avanzar jurídicamente en las atribuciones que deben tener los municipios en la supervisión del uso de los recursos naturales, además de reglamentos municipales de protección medioambiental.
  - B)** El fortalecimiento del marco institucional, es decir, la creación de Regidurías del Medio Ambiente y de una Dirección de Ecología y Desarrollo Sostenible en la estructura municipal para garantizar la formulación, cumplimiento y vigilancia de un Programa Global de Protección Medioambiental.
  - C)** El fortalecimiento del marco económico, primordialmente las finanzas municipales, como un factor fundamental, para poder enfrentar a los problemas medioambientales locales y contribuir de esta forma al mejoramiento de la calidad de vida de la población. De ahí que sea necesario un aumento de las inversiones, porcentualmente hablando, en materia de protección medioambiental y dotación de diversos servicios e infraestructura para la población.
  - D)** Fortalecer la democratización y la participación social de la población, en la búsqueda de soluciones a los problemas medioambientales detectados, en especial a aquellos que sean considerados como graves y de impacto para el medioambiente.
- 22.** Proponer la promoción y ejecución de programas y proyectos medioambientales que propicien el desarrollo sostenible en la ciudad de Arequipa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

**-ARTEAGA LUCAS, DOUGLAS H.-** “Fundamentos Medioambientales y Desarrollo Sostenible”, notas de clases dictadas en el curso con código MEM 203- Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible- Post Grado de FIGMM-UNI, Lima, Mayo 1997.

**-CANO F. TERESA.-** Determinaciones de Microcantidades de Plomo en el Agua en Diferentes Zonas de Arequipa, Química, 1976.

**-CORNEJO DEL C.-** Probabilidad de Ocurrencia y Peligrosidad de Fuertes Precipitaciones en la Ciudad de Arequipa, UNSA, 1990.

**-DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD, (DIGESA).-** Estudio de la Contaminación del Aire y Polvo en la Ciudad de Arequipa, 1976.

**-LIONEL S. FIDEL.-** Estudio Geodinámico de la Cuenca de los Ríos Quilca, Sihuas y Vitor , Boletín N° 19, Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, INGEMMET, 1997.

**-GARCIA M. WILFREDO.-** Geología de los Cuadrángulos de Puquina, Omate, Huaytire, Mazocruz y Pizacoma, Instituto de Geología y Minería, Boletín N° 29, 1978.

**-GARCIA M. WILFREDO.-** Geología de los Cuadrángulos de Mollendo y la Joya, Servicio de Geología y Minería, Boletín N° 19, 1968.

**-GUEVARA CARLOS.-** Geología del Cuadrángulo de Characato, Servicio de Geología y Minería, Boletín N° 23, 1969.

**- JENKS WILLIAM.-** Notas sobre la “Geología de la Región de Arequipa”, Editorial Universitaria, 1948.

**-LAZO M, KOSAKA R.-** Evaluación del Peligro Sísmico en la Región Suroeste del Perú, Instituto Geofísico, Universidad Nacional De San Agustín , Arequipa, 1992.

**MAROCCO y M. DEL PINO.-** Geología del Cuadrángulo de Ichuña, Boletín N° 14, Comisión de la Carta Geológica Nacional, CCGN, 1966.

**-MENDIVIL SALVADOR.-** Geología de los Cuadrángulos de Maure y Antajave, Comisión de la Carta Geológica Nacional, CCGN, Boletín N° 10, 1965.

**-NEWELL N.,-** Geología del Cuadrángulo de Lagunillas, Puno, 1949.

**-RODRÍGUEZ Z. G. .-** Vulnerabilidad Sísmica en Ciudades representativas del Departamento de Arequipa, y Recomendaciones Técnicas para la Mitigación de Desastres, UNI, Tesis Ingeniería Civil, Lima, 1994.

**-SEINFELD JHON .-** Contaminación Atmosférica, Fundamentos Físicos y Químicos, 1987.

**-TICONA P, JAVIER.-** Microzonificación para la Prevención y Mitigación de Desastres Naturales de la Ciudad de Arequipa, UNSA, 1994.

**-THOURET, C y LEGRAS F.-** Estratigrafía e Historia Eruptiva Reciente del Volcán Misti (Sur del Perú), Aplicación a la Evaluación de las Amenazas Volcánicas en el Area de Arequipa, Sociedad Geológica del Perú, IX Congreso de Geología, 1997.

**-VARGAS L.,-** Geología del Cuadrángulo de Arequipa, Servicio de Geología y Minería, Boletín N° 24, 1970.

**-WILSON J, GARCIA W, .-** Geología de los Cuadrángulos de Pachía y Palca, Comisión. de la Carta Geológica Nacional, CCGN, 1962.

**-ZANZ SA, JOSE MANUEL.-** El Ruido, Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, Madrid, 1987.

**-ZUÑIGA H, JAIME.-** Anteproyecto de Industrialización de la Basura de la Zona Urbana y Distritos de la Provincia de Arequipa para la Obtención de CO<sub>2</sub>, Ingeniería Química, 1984.