

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES

**FACULTAD DE AGRONOMIA
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**



TRABAJO DIRIGIDO

**BIOMONITOREO DE CONTAMINACIÓN ATMOSFERICA POR MATERIAL
PARTICULADO EN ACACIA (*Acacia melanoxylon*) EN LA CIUDAD DE EL ALTO**

Katty Betza Mariaca Justiniano

La Paz - Bolivia

2015

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES

**FACULTAD DE AGRONOMIA
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**

“TITULO DE TRABAJO DIRIGIDO”

*“Trabajo Dirigido presentado como requisito
para optar el Título de Ingeniero Agrónomo”*

KATTYA BETZA MARIACA JUSTINIANO

Asesor:

Ing. Ph.D. Roberto Miranda Casas

Revisores:

Ing. Ph.D. David Cruz Choque

Ing. José Eduardo Oviedo Farfán

APROBADO

Presidente Tribunal Examinador

La Paz - Bolivia

2015

DEDICATORIA

Con todo mi amor para mi hermosa hija Alejandra gracias mi princesa por existir, a mi esposo Remberto gracias por ser mi compañero y mi apoyo en todo momento y sobre todo a Dios por llenarme de tantas bendiciones.

AGRADECIMIENTOS

- Gracias a la Facultad de Agronomía por cobijarme y brindarme la oportunidad de poder forjar una carrera.
- Gracias a las Autoridades de esta prestigiosa Carrera por su labor desprendida que va siempre orientada a apoyar a los jóvenes y señoritas de nuestro país.
- Agradezco de manera muy especial a mi asesor Ing. Ph. D. Roberto Miranda Casas por todo el apoyo brindado y el tiempo dedicado para la culminación del presente trabajo.
- Gracias a mis revisores Ph. D. David Cruz e Ing. José Eduardo Oviedo por el apoyo y las sabias recomendaciones brindadas al presente documento.
- Gracias a mi padre Carlos Mariaca Romero quien siempre estuvo y está a mi lado brindándome su apoyo incondicional, su amor y fortaleza, gracias por darme siempre el mejor de los ejemplos.
- Gracias a mi madre Maribel Justiniano Montenegro por sus consejos y palabras de aliento.
- Gracias a la Sra. Teodora Mendoza por ser un apoyo incondicional para mi familia.
- Gracias a mis hermanos José, Nelma, María, Nelson, Génesis y Alejandro por su cariño y compañía.
- Gracias a Paola Alave por ser mi mejor amiga durante la carrera y por ser ahora una hermana más que Dios me mando.

RESUMEN

La ciudad de El Alto actualmente es una de las que presenta mayor desarrollo en nuestro país, su rápido crecimiento dificulta atender de manera satisfactoria las necesidades de la población. Al ser una de las ciudades con mayor número de habitantes implica también un incremento acelerado de su parque automotor así como la obsolescencia de este no dejándola ajena a la vulnerabilidad de la contaminación atmosférica.

La contaminación del aire se produce en zonas industriales y las de alto tráfico vehicular. Algunas industrias, como las fundiciones y las industrias metálicas, emiten gases muy tóxicos debido a que no poseen filtros ni toman medidas para mitigar la contaminación.

Otro factor que suma es el deterioro del paisaje natural y falta de atención apropiada a las áreas verdes es notable, adicionalmente esta la pobreza y mala alimentación de gran parte de la población.

La contaminación atmosférica ambiental es uno de los problemas más graves que enfrenta la humanidad, los indicadores nos reflejan que estos problemas se agudizaran en los años venideros hoy la humanidad reconoce la urgencia de tratar cuestiones ambientales ya no un conflicto estético si no como un tema de salud y crecimiento.

Hoy en día se reconoce la urgencia de cuestiones ambientales por varias razones; la consciencia del público ha aumentado, basándose en los conocimientos que han surgido de los estudios y análisis ecológicos y además se reconoce ampliamente que la contaminación del aire y del agua no es un problema estético si no que perjudica a la salud, la productividad y el crecimiento.

El Alto viene desarrollando programas de monitoreo que tan solo miden partículas suspendidas en el aire estudio que cuenta con escasos recursos por lo que el presente trabajo se efectúa como una alternativa de poder contar con datos que muestres que otros elementos contribuyen a la contaminación atmosférica.

El biomonitoreo nos brinda un método sencillo y económico para lograr evaluar la calidad del aire, requisito básico para tener regulaciones que permitan controlar las emisiones de sustancias tóxicas al medio ambiente, por esta razón el contar con una información básica y estudios rápidos de la calidad del aire es indispensable, pues nos permitirá dar protección a la atmosfera que es de vital importancia.

CONTENIDO

| | | |
|----------|---|----|
| 1. | INTRODUCCION..... | 11 |
| 1.1. | Descripción del problema | 11 |
| 1.2. | Antecedentes | 12 |
| 1.3. | Justificación..... | 14 |
| 1.4. | Planteamiento del problema | 15 |
| 1.5. | Objetivo general | 15 |
| 1.5.1. | Objetivos Específicos..... | 16 |
| 1.5.2. | Metas..... | 16 |
| | SECCION DIAGNOSTICA..... | 16 |
| 2. | Diagnóstico biofísico de la ciudad de el alto | 16 |
| 2.1.1. | Situación Geográfica..... | 16 |
| 2.1.2. | Superficie | 16 |
| 2.1.3. | Descripción Fisiográfica..... | 18 |
| 2.1.3.1. | Altitud | 18 |
| 2.1.3.2. | Relieve | 19 |
| 2.1.3.3. | Topografía..... | 20 |
| 2.1.4. | Clima | 20 |
| 2.1.4.1. | Precipitación Pluvial | 21 |
| 2.1.4.2. | Vientos..... | 22 |
| 2.1.4.3. | Radiación solar..... | 22 |
| 2.1.5. | Suelos | 23 |
| 2.1.6. | Áreas verdes | 23 |
| 2.1.7. | Especies utilizadas para la forestación urbana..... | 26 |
| 2.1.7.1. | Producción de Especies Exóticas | 26 |

| | | |
|----------|---|----|
| 2.1.7.2. | Producción de Especies nativas | 27 |
| 2.1.7.3. | Especies ornamentales herbáceas, arbustivas y suculentas | 28 |
| 2.2. | Diagnóstico Socioeconómico | 29 |
| 2.2.1. | Estructura urbana..... | 29 |
| 2.2.2. | Dinámica poblacional..... | 31 |
| 2.2.2.1. | Migración..... | 32 |
| 2.2.2.2. | Tasa de Crecimiento Poblacional | 32 |
| 2.2.2.3. | Vivienda..... | 33 |
| 2.2.2.4. | Educación | 34 |
| 2.2.2.5. | Analfabetismo..... | 35 |
| 2.2.3. | Salud | 35 |
| 2.2.4. | Agua Potable..... | 35 |
| 2.2.5. | Aseo Urbano, Recolección de Residuos Sólidos..... | 36 |
| 2.2.6. | Vialidad y transporte..... | 36 |
| 2.2.7. | Sector Industria | 39 |
| 2.2.7.1. | Actividad manufacturera en El Alto | 40 |
| 2.2.7.2. | Distribución de Actividades Económicas Manufactureras por Distrito | 40 |
| 2.3. | Marco Teórico..... | 41 |
| 2.3.1. | Tipos y fuentes de contaminación | 42 |
| 2.3.2. | Contaminación del Aire | 45 |
| 2.3.3. | Características de los metales pesados..... | 45 |
| 2.3.3.1. | Plomo..... | 45 |
| 2.3.3.2. | Cadmio y arsénico | 46 |
| 2.3.4. | Condicionantes del comportamiento meteorológico y su relación con los procesos de contaminación | 47 |
| 2.3.5. | Dispersión de contaminantes | 47 |

| | |
|--|----|
| 2.3.6. Biomonitorio | 48 |
| 2.3.7. Bioindicadores | 49 |
| 2.4. Especificaciones del trabajo dirigido | 49 |
| 2.4.1. Delimitación del Área Geográfica de Interés | 49 |
| 2.4.2. Clima | 49 |
| 2.4.3. Precipitaciones pluviales | 50 |
| 2.4.4. Topografía | 50 |
| 2.4.5. Vegetación | 50 |
| 2.4.6. Actores beneficiarios | 51 |
| 2.5. Descripción metodológica | 51 |
| 2.5.1. Descripción y cuantificación de <i>Acacia melanoxylon</i> en el área de influencia del estudio. | 51 |
| 2.5.2. Descripción de las condiciones naturales y antrópicas de la zona de estudio | 52 |
| 2.5.3. Biomonitorio del material particulado en la Acacia | 52 |
| 2.5.3.1. Selección del lugar de colección y selección de especies | 52 |
| 3. RESULTADOS E INTERPRETACION | 57 |
| 3.1. Análisis ambiental del municipio del El Alto | 57 |
| 3.2. Presencia de metales pesados en las hojas de Acacia | 69 |
| 3.2.1. Arsénico | 69 |
| 3.2.2. Cadmio | 73 |
| 3.2.3. Plomo | 75 |
| 3.2.4. pH en solución de polvo colectado | 77 |
| 3.2.5. Conductividad eléctrica en solución de polvo colectado | 77 |
| 4. SECCION PROPOSITIVA | 78 |
| 4.1. Capacitación Ambiental | 78 |
| 4.1.1. Área: Organización Interna y Financiación | 78 |

| | |
|------------------------------|----|
| 4.1.2. Área: Formación | 81 |
| 5. SECCION CONCLUSIVA | 95 |
| 6. RECOMENDACIONES | 96 |
| 7. BIBLIOGRAFÍA CITADA..... | 98 |

CONTENIDO DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. División Política de la ciudad de El Alto (Fuente: PDM, 2008)..... | 18 |
| Figura 2. Composición del Suelo (Fuente: PDM, 2008)..... | 19 |
| Figura 3. El Alto Precipitación Pluvial (Fuente SENAMHI- mayo 2006 abril 2007)..... | 22 |
| Figura 4. Especies florales Plaza del arquitecto Distrito 1..... | 25 |
| Figura 5. Producción de Ciprés Vivero 20 de Octubre Ciudad Satélite Distrito 1 | 27 |
| Figura 6. Especies forestales de Keñua Plaza Bolivia Ciudad Satelite D-1 | 28 |
| Figura 7 Jardin Botánico Vivero Santiago I D - 1 | 29 |
| Figura 8. Expansión Territorial del municipio de El Alto..... | 58 |
| Figura 9. Caracterización Forestal del Municipio de El Alto. | 63 |
| Figura 10. Metales pesados (plomo, cadmio y arsénico) contenidos en el polvo sedimentado, de las hojas de <i>Acacia melanoxylon</i> | 70 |
| Figura 11. Concentración de Cadmio en las diferentes zonas de la ciudad de El Alto. | 74 |
| Figura 12. Concentración de Plomo en las diferentes zonas de la ciudad de El Alto..... | 75 |

CONTENIDO DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro 1. El Alto temperatura °C por mes (Fuente SENAMHI- mayo 2006 abril 2007) .21 | 21 |
| Cuadro 2. Cuadro de áreas verdes por Distrito (Fuente: UNFAVO- DMA).....24 | 24 |
| Cuadro 3. Superficie de área verde por habitante y por distrito (Fuente: UNFAVO- DMA)...26 | 26 |
| Cuadro 4. Tasa de Migración neta región Metropolitana Andina.....32 | 32 |
| Cuadro 5. Tasas de crecimiento poblacional por ciudades principales33 | 33 |
| Cuadro 6. Relación de Líneas Urbanas de Trasporte público37 | 37 |
| Cuadro 7. Parque vehicular particular y público.....38 | 38 |
| Cuadro 8. Número de establecimientos manufactureros por tamaño de la empresa.....40 | 40 |
| Cuadro 9. Número de empresas por Distrito y por sector Manufacturera41 | 41 |
| Cuadro 10. Inventario de Especies Ornamentales Distribuidas en el Área Urbana del municipio de El Alto.....64 | 64 |

1. INTRODUCCION

1.1. Descripción del problema

En la actualidad la ciudad de El Alto es la segunda, con mayor número de habitantes de Bolivia contando con 974.754 de habitantes y también la segunda de más rápido crecimiento poblacional de Bolivia. Así mismo presenta los indicadores socio demográficos más bajos entre las ciudades de nuestro país. Los altos índices de pobreza de la ciudad y la falta de satisfacción de las necesidades básicas de la mayoría de sus habitantes han generado un creciente malestar por lo que la ciudad ha sido escenario de constantes protestas y explosiones sociales en la presente década. (GEO. El Alto).

El rápido crecimiento de la población alteña dificulta la adecuada provisión de servicios básicos por parte del Municipio e incide en una creciente degradación ambiental por la contaminación de suelos, agua aire y el mal manejo y disposición de residuos sólidos. Al ser una de las ciudades más pobladas del país no es ajena a la vulnerabilidad de la contaminación atmosférica, que por su rápido desarrollo también implica un crecimiento acelerado del Parque Automotor así como la obsolescencia de este, el tráfico vehicular causa aproximadamente el 70% de la contaminación atmosférica en los países en vías de desarrollo. La ciudades del eje troncal de Bolivia (La Paz, Cochabamba, Santa Cruz y El Alto) presentan niveles de contaminación atmosférica elevados, generados principalmente por el parque Automotor a través de las emisiones de dióxido de nitrógeno (NO₂), monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos (HC), la planificación urbana desordenada y otros aspectos relacionados al desarrollo humano hacen que la calidad de vida de la población sean afectadas, así como los factores ambientales de manera negativa repercuten en la salud de la población y el entorno ambiental.

La contaminación del aire se produce en zonas industriales y las de alto tráfico vehicular. Algunas industrias, como las fundiciones y las industrias metálicas, emiten

gases muy tóxicos debido a que no poseen filtros ni toman medidas para mitigar la contaminación. Sin embargo, los fuertes vientos, que vienen de la cordillera disipan la contaminación del aire, pero también generan una gran cantidad de polvo.

El deterioro del paisaje es notable y la falta de atención a las áreas verdes es un problema que se está tratando de enfrentar en gestiones recientes. Los ecosistemas naturales son reemplazados por la urbanización, pero todavía subsisten algunas muestras representativas de los ecosistemas típicos de la puna andina en las áreas periféricas, estos problemas sumados a la pobreza y la desnutrición deteriora aún más la calidad de vida de la población alteña.

La contaminación atmosférica ambiental es uno de los problemas más graves que enfrenta la humanidad en general y la población de El Alto no está exenta de esta situación, todo indica que esta situación se agudizara en los años venideros, puesto que la emisión de contaminantes se ha incrementado de manera alarmante en los últimos años. El aire que respiramos es evidentemente uno de los componentes de nuestro ambiente más afectado principalmente en las grandes ciudades del mundo.

1.2. Antecedentes

En América Latina años atrás, existía la percepción falsa de que la preocupación por el medio ambiente era un lujo que podían permitirse los países ricos, pero no así los países pobres. Debido a políticas inadecuadas y proyectos mal concebidos, se ha causado grandes daños al medio ambiente. Hoy en día se reconoce la urgencia de cuestiones ambientales por varias razones; la consciencia del público ha aumentado, basándose en los conocimientos que han surgido de los estudios y análisis ecológicos y además se reconoce ampliamente que la contaminación del aire y del agua no es un problema estético si no que perjudica a la salud, la productividad y el crecimiento.

Solamente en los últimos años se ha contado con trabajos que permiten dar una perspectiva más amplia de la calidad del aire en la ciudad, habiendo sido implementado el año 1992 , por la Red de Monitoreo Atmosférico en la ciudad de La Paz un proyecto para evaluar la calidad del aire de esta ciudad en este estudio se registraron, con muestreadores de alto volumen, las concentraciones de algunos aerosoles de interés, expresados en partículas totales en suspensión y metales pesados como, plomo (Pb), Cadmio (Cd), Cobre (Cu), Niquel (Ni), Hierro) Fe, sulfatos y nitritos en tres puntos del eje trocal de la ciudad, donde los resultados mostraron cambios en la atmosfera de la ciudad, mostrando valores promedio superiores al estándar de la Agencia de Protección del Medio Ambiente (EPA) de los Estados Unidos.

Posterior a este trabajo también se realizaron en esta ciudad trabajos como el de Anze (1993) “ensayos para la utilización de líquenes del valle de La Paz como indicadores de contaminación atmosférica por dióxido de azufre” y en 1996 “propuestas para la implementación de redes de biomonitoreo en la ciudad de La Paz”; por último el de Zaballa (1999), “Contaminación atmosférica en la ciudad de La Paz por deposición de polvo y metales pesados”.

Por lo que a partir de julio de año 2003, COSUDE- Swiscontac decide financiar el proyecto AIRE LIMPIO Bolivia, cuyo principal objetivo es la consolidación de la calidad del aire en coordinación con los Municipios. En este estudio fueron considerados el dióxido de carbono (CO_2), el ozono troposférico (O_3) y material particulado (PM_{10}), mostrando que en algunos meses del año los promedio máximos dióxido de Nitrógeno (NO_2) y ozono troposférico (O_3) superen a los límites permisibles de los valores guía de la Organización Mundial de Salud (OMS), el estudio indica que por su ubicación la ciudad de El Alto mostro la más elevada contaminación por el O_3 en relación a otra ciudades del eje trocal, debido a la mayor radiación solar existente. En relación a la concentración del PM_{10} alcanzo sus picos más elevados en el mes de junio de los años 2008 y 2009 donde el factor principal en este resultado es la quema de San Juan.

1.3. Justificación

La ciudad de El Alto representa uno de los municipios de mayor empuje y de gran crecimiento poblacional por lo que en los últimos años ha tenido un aumento considerable del tráfico vehicular de manera general en todos sus distritos de los que está compuesto. Ante este incremento del parque automotor y presencia de industrias contaminantes, se hace necesario vigilar la presencia de niveles de elementos tóxicos en el aire de la ciudad, debido a la facilidad con la que estos pueden penetrar por la vía respiratoria y ser absorbidos por los diferentes organismos, incluyendo el ser humano, provocando graves daños en la salud.

El Alto ha visto afectada su atmósfera por problemas de contaminación, incremento del parque automotor y la industria contaminante), actualmente la ciudad viene desarrollando programas de monitoreo que tan solo miden partículas suspendidas en el aire (CO_2) principalmente, monitoreo que es financiado por cooperación externa con escasos recursos, así mismo se considera que el presente trabajo permitirá contar con otros estudios que podrán proporcionar datos que muestren que otros elementos contribuyen a la contaminación de la atmósfera.

Frente a este problema resulta prioritario buscar métodos sencillos y económicos que logren evaluar la calidad del aire, requisito básico para tener regulaciones que permitan controlar las emisiones de sustancias tóxicas al medio ambiente, por esta razón el contar con una información básica y estudios rápidos de la calidad del aire es indispensable, pues nos permitirá dar protección a la atmósfera que es de vital importancia, para lo cual sin duda alguna el biomonitoreo nos da esta alternativa.

Bolivia a pesar de no ser un país altamente industrializado, presenta niveles de contaminación atmosférica elevados en sus ciudades importantes, fundamentalmente debido a la presencia de contaminantes generados por el parque automotor, cuyas emisiones de dióxido de nitrógeno (NO_2), monóxido de carbono (CO) hidrocarburos (HC) y material particulado (MP), son especialmente

significativos del llamado eje troncal: La Paz, Cochabamba, Santa Cruz y El Alto. Las elevadas emisiones de contaminantes primarios (NO, CO, Hc, MP) fomenta además la formación de contaminantes secundarios, tal como es el caso del ozono (O₃).

1.4. Planteamiento del problema

Dentro de los diferentes contaminantes existentes en el medio ambiente y de gran importancia se encuentra el material particulado o partículas totales en suspensión (PTS), estas, están distribuidas principalmente en el polvo atmosférico levantado por el viento, los vehículos e industrias y el exceso de gente en vías muy transitadas, este polvo es absorbido a través de los pulmones introduciéndose a todo el cuerpo del ser humano y los vertebrados en general, así mismo este material particulado queda atrapado en las hojas de algunas especies forestales que presentan limbo amplio, (caso de la acacia), constituyéndose en elementos que podrían de alguna manera mitigar la difusión de polvo y por otro lado servir como indicadores o bioindicadores de la acumulación de material particulado, mostrando la importancia de las especies arbóreas en el medio ambiente urbano.

El presente trabajo se realizó en la época seca de la gestión 2010 entre los meses de julio a septiembre de 2010 (conclusión de la época seca), periodo en el cual ante la ausencia de precipitación se puede acumular cantidades de sólidos importantes objeto del presente estudio.

1.5. Objetivo general

Evaluar la contaminación atmosférica, en el área foliar de *Acacia melanoxylon*, como receptor de material particulado contaminante de la atmosfera en la ciudad de El Alto.

1.5.1. Objetivos Específicos.

- Realizar un análisis ambiental de los distritos de la ciudad de El Alto
- Determinar la existencia de metales pesados (plomo, cadmio y arsénico) contenidos en el polvo sedimentado, de las hojas de *Acacia melanoxylon*.
- Propuesta de Capacitación Ambiental, arborización y mantenimiento de áreas verdes en la ciudad de El Alto.

1.5.2. Metas

Se determina la cantidad de material particulado en una especie arbórea, a través de un monitoreo pasivo, entre los meses de julio a septiembre de la gestión 2010.

SECCION DIAGNOSTICA

2. Diagnóstico biofísico de la ciudad de el alto

2.1.1. Situación Geográfica

La ciudad de El Alto geográficamente se encuentra en el Altiplano boliviano, al pie de la cordillera oriental de los Andes, al borde de los valles interandinos donde se encuentra la ciudad de La Paz, y se extiende a lo largo del Altiplano. Se sitúa entre las coordenadas geográficas 16° 31' latitud Sur y 68°10' longitud Oeste. (GEO EL ALTO, 2008).

2.1.2. Superficie

El alto originalmente fue un barrio de la ciudad de La Paz, pero debido a la demanda de sus habitantes y su rápido crecimiento el 20 de septiembre 1988, el Congreso Nacional reconoció su estatus de ciudad independiente por Decreto Ley 651. El

municipio de El Alto políticamente es parte de la provincia Murillo del departamento de La Paz. Limita con la cordillera oriental y el cantón de Zongo, al Este con la ciudad de La Paz, al Oeste con el Municipio de Laja de la provincia Los andes, al Suroeste con el municipio de Viacha de la Provincia Ingavi, y al Sureste con el municipio de Achocalla. (GEO EL ALTO, 2008).

La extensión territorial del Municipio de El Alto, es de aproximadamente 38.756 km² de la cual 40,34% corresponden al área Rural y el 59.76% corresponde al área Urbana (PDM, 2008) (Figura1).

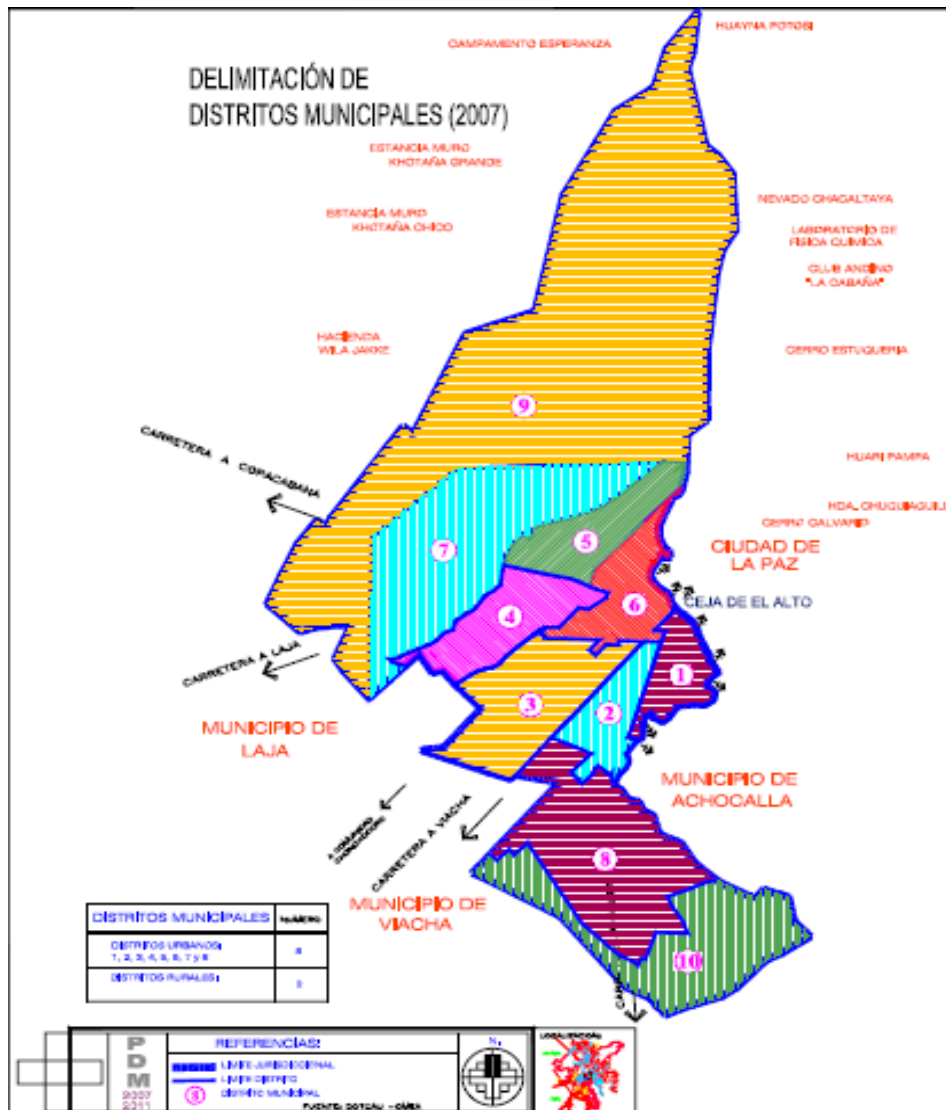


Figura 1. División Política de la ciudad de El Alto (Fuente: PDM, 2008)

2.1.3. Descripción Fisiográfica

2.1.3.1. Altitud

El Alto se encuentra a una altitud que fluctúa entre los 4150 m.s.n.m. en la zona Milluni (Zona norte) y los 4010 m.s.n.m. en la zona de El Kenko (zona sur) (Dirección de Medio Ambiente DMA, 2006)).

Según (PDM, 2008) geográficamente comprende la sub cuenca interna del Lago Titicaca con altitudes que van desde los 6088 m.s.n.m. del Huayna Potosí ubicado en el Distrito 14 hasta los 4.015 m.s.n.m. del aeropuerto Internacional El Alto – La Paz que se encuentra en el Distrito 1 que se constituye en la altura predominante con variaciones no significativas.

2.1.3.2. Relieve

El municipio forma parte de la cuenca cerrada (endorreica) del Altiplano. Existen dos pequeñas cuencas hidrográficas. Al Norte los ríos provienen de los deshielos de la cordillera Oriental con los ríos Wilajaque, Seco, Kantutani, Hernani, Seke y Negro, que desembocan el Lago Titicaca. Y la otra se origina en las aguas subterráneas de la zona sureste del municipio y echa sus aguas al río Achocalla y luego al río La Paz, que es afluente de la cuenca del Amazona (Dirección de Medio Ambiente DMA, 2006).

La geología del Municipio de El Alto corresponde a la formación sedimentaria del Altiplano en la época pliocena, pleistocena, glacial e interglacial. Presenta diferentes pisos altitudinales, con una variedad de paisaje (Figura 2) (PDM, 2008).

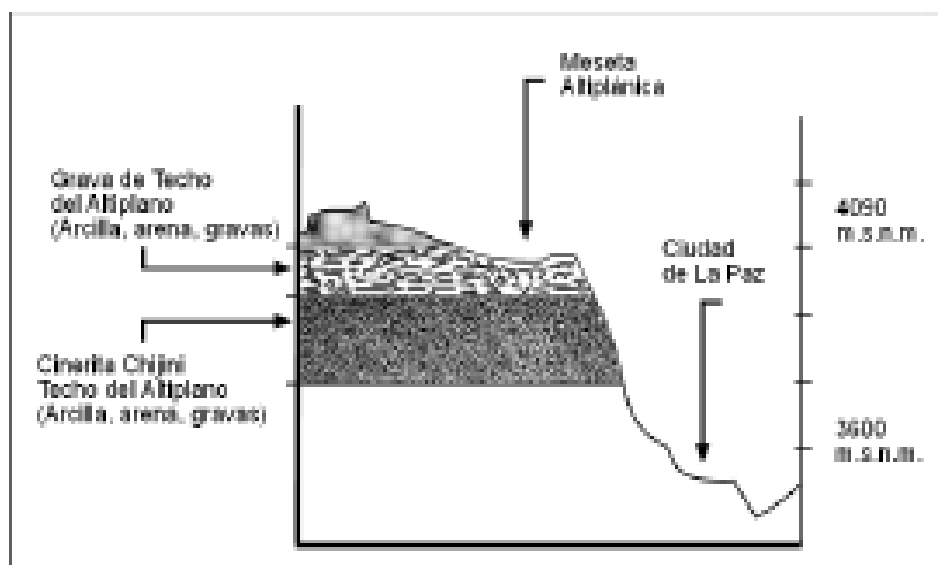


Figura 2. Composición del Suelo (Fuente: PDM, 2008)

2.1.3.3. Topografía

La urbe alteña se emplaza en un terreno homogéneo de superficies planas, con leves ondulaciones y pendientes suaves, sin mayores accidentes topográficos, a excepción de Aquellos lugares formados por las erosiones de los lechos de los ríos. Existe una ligera inclinación de Norte a Sur. (PDM, 2008)

2.1.4. Clima

El clima es típico de la puna, debido a que las sensaciones térmicas varían de una temperatura mínima de -5.7 °C, hasta una máxima de 16.6°C según reporte histórico de mayo 2006 a enero 2007 presentado por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), las masas de aire frío, provenientes del norte, causan olas de aire frío, principalmente en invierno y verano, con una velocidad de 7 a 77 km por hora, por lo que, el clima varia de templado a frío, con estaciones de invierno seco y frío, por lo que se dice que la ciudad de El Alto presenta dos climas: frío húmedo y frío seco. Las heladas tienden a presentarse durante todo el año, los días con mayor intensidad de heladas se presenta en los meses de mayo, junio, julio y agosto (Cuadro 1).

Cuadro 1. El Alto temperatura °C por mes (Fuente SENAMHI- mayo 2006 abril 2007)

| Num. | Mes | Temp. Máxima | Temp. Mínima | Días de helada |
|-------------|------------|---------------------|---------------------|-----------------------|
| 1 | Enero | 15,1 | 4,3 | 0 |
| 2 | Febrero | 15 | 3,7 | 0 |
| 3 | Marzo | 13,3 | 4,1 | 0 |
| 4 | Abril | 14,5 | 2,3 | 2 |
| 5 | Mayo | 14,4 | -4,1 | 27 |
| 6 | Junio | 14,3 | -4,9 | 29 |
| 7 | Julio | 14,2 | -5,7 | 31 |
| 8 | Agosto | 14,8 | -2,8 | 26 |
| 9 | Septiembre | 15,6 | -1,3 | 19 |
| 10 | Octubre | 16,6 | 1,6 | 8 |
| 11 | Noviembre | 16 | 3,7 | 0 |
| 12 | Diciembre | 15,7 | 4,5 | 0 |

2.1.4.1. Precipitación Pluvial

Las precipitaciones pluviales varían de los 0.0 a 118mm, con un promedio mensual de 55.39 mm que se concentran mayormente en los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo. Los últimos meses de la primavera y primer mes de verano la ciudad registra mayor humedad en relación a otras estaciones, debido a las masas de aire húmedo provenientes del Norte y del Noreste y por la evaporación de las aguas del Lago Titicaca (PDM, 2008) (Figura 3).

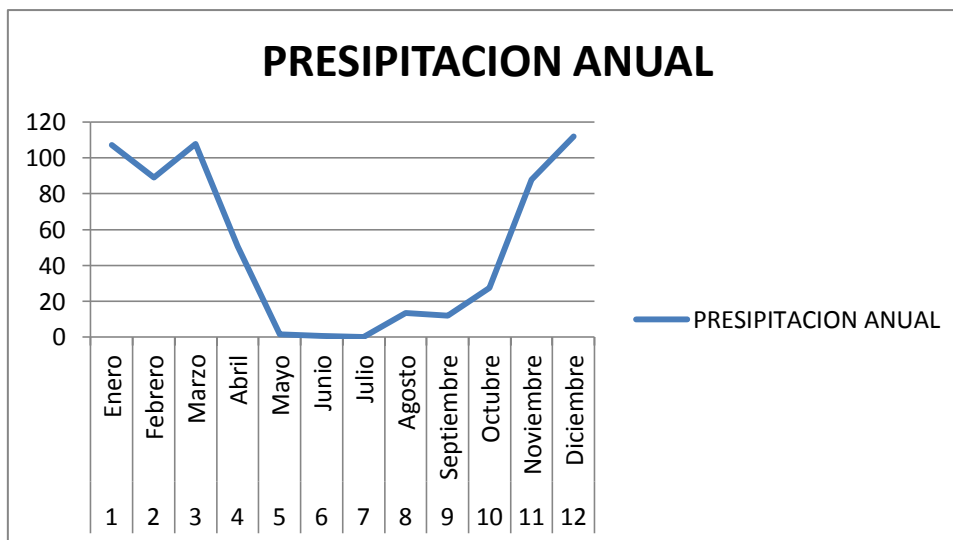


Figura 3. El Alto Precipitación Pluvial (Fuente SENAMHI- mayo 2006 abril 2007)

2.1.4.2. Vientos

Según (DMA, 2006) la ciudad de El Alto muestra los siguientes datos: Este, con una frecuencia del 67.43% y una velocidad promedio de 4.6 nudos; Oeste, con una frecuencia del 23.85% y una velocidad promedio de 5.3 nudos; Noreste, con una frecuencia del 5.19% y una velocidad promedio de 3.7 nudos; Noroeste, con una frecuencia del 4.10% y una velocidad promedio de 6.0 nudos; Por lo que se observa, las masas de aire permanecen en movimiento y con capacidad suficiente para transportar partículas finas de polvo, papel, bolsas de plástico y principalmente sedimentos orgánicos, contribuyendo negativamente en la calidad del aire.

2.1.4.3. Radiación solar

La radiación solar en el Municipio de El Alto es pronunciada, debido a la proximidad a la zona tórrida ecuatorial y la baja densidad atmosférica. En el último quinquenio el índice de radiación ultra violeta subió a 16 y 17 en La Paz y El Alto respectivamente. La radiación solar ha alcanzado “niveles extremos” en el país y en particular en la

ciudad de El Alto donde el índice ultra Violeta (IUV) alcanzó los 17, cuando los niveles habituales durante el año están entre los 11 y 14 (PDM, 2008).

2.1.5. Suelos

Los estudios realizados por las Naciones Unidas, manifiestan que los suelos del Municipio de El Alto están constituidos por capas gravosas del cuaternario, en Purapurani y Milluni hacia el norte, por capas gravosas terciarias en la zona de Chonchocoro; estas capas bastantes permeables, constituyen un gran reservorio de aguas subterráneas en toda la zona de las cuencas de La Paz y El Lago Titicaca los que se reflejan en suelos del departamento de La Paz. (Calderon, 2010).

Los suelos en el Municipio presentan fertilidad baja a muy baja expresada en la capacidad de intercambio catiónico del suelo, por lo que se recomienda aplicar mejoradores de fertilidad, como ser tierra negra (con alta cantidad de materia orgánica) y estiércol (con alta cantidad de nitrógeno y fosforo) todo ello para desarrollar programas de forestación y reforestación como medida de mitigación y remediación a las características presentadas por el suelo.

2.1.6. Áreas verdes

Biogeográficamente la ciudad de El Alto, está localizada en la puna que es una región árida y de temperaturas extremas. La vegetación original estaba compuestas por bosques bajos de *polylepis recemosa* (keñuas), (*Viguiera pazencis*) margarita silvestre y otros pero, debido a las actividades humanas que promueven el urbanismo y cultura del cemento, las poblaciones forestales nativas se perdieron casi completamente; actualmente, la típica vegetación alto aldina está compuesta por pajonales que se extienden en la planicie y bofedales que son alimentados en la planicie por los deshielos de la cordillera. Los bofedales están ubicados en las zonas

rurales de la ciudad son los sitios destinados para el pastoreo de alpacas y llamas y atraen a una gran variedad de aves.

En los últimos años el aumento de áreas verdes como propuesta de ornamentación y embellecimiento urbano es un importante trabajo del Gobierno Autónomo Municipal de El Alto. Actualmente la ciudad de El Alto cuenta con 329 plazas o parques de acuerdo a los inventarios de la Unidad de Forestación y Áreas Verdes. El gobierno Municipal realiza el mantenimiento solamente del 81% de estas áreas debido a la falta de presupuesto y a la limitada disponibilidad de mano de obra. La ciudad cuenta en total con una superficie de 693.769 m² de áreas verdes, de las cuales 422.414 m² cuentan con riego y es la superficie que puede ser considerada realmente área verde porque tiene vegetación. (GEO EL ALTO. 2008)

Como se aprecia en la Figura 6, el distrito que más áreas verdes tiene es el distrito 3 con 83 pero solo 51 de ellas cuentan con mantenimiento, en tanto que el distrito 1 tiene 62 áreas de las cuales 53 están mantenidas y se encuentran en mejor condición que el resto de los Distritos porque es el paso obligado de personas que transitan por esta ciudad (Cuadro 2) (GEO EL ALTO. 2008).

| Distrito | Superficie en m² | Numero de Áreas verdes | Con mantenimiento |
|-----------------|------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| 1 | 88.839 | 62 | 53 |
| 2 | 170.498 | 47 | 33 |
| 3 | 105.840 | 83 | 51 |
| 4 | 88.720 | 50 | 50 |
| 5 | 100.979 | 33 | 33 |
| 6 | 65.600 | 28 | 26 |
| 7 | 5.800 | 3 | 3 |
| 8 | 64.893 | 22 | 19 |
| 9 | 2.600 | 1 | 1 |
| TOTAL | 693.769 | 329 | 269 |

Cuadro 2. Cuadro de áreas verdes por Distrito (Fuente: UNFAVO- DMA)

La superficie de área verde por habitante es de 0.91 m² por habitante, en relación al total de las áreas verdes y de 0.54 m² por habitante, considerando el área verde que en la cual se encuentra implementada con especies arbóreas y césped bajo riego y mantenimiento, cifras muy bajas considerando la norma de la OMS de 9 m²/habitante. (GEO EL ALTO. 2008).



Figura 4. Especies florales Plaza del arquitecto Distrito 1

(Fuente Propia 2011)

El cuadro 2 muestra que los distritos con mayor escases de áreas verdes y mantenimiento de las mismas son los distritos 6 y 7 y que los más favorecidos son los distritos 2 y 8, en relación a la cantidad de población existente. En general, en todos los distritos las áreas verdes presentan muchos problemas puesto que el Municipio no cuenta con los recursos económicos suficientes para atender a todas de forma eficiente, dando como resultado muchos espacios deteriorados y abandonados (Cuadro 3) (DMA, 2006).

Cuadro 3. Superficie de área verde por habitante y por distrito (Fuente: UNFAVO-DMA)

| Distrito | Población 2001 | Población 2005¹ | Sup. Área verde total (m²) | m²/hab |
|-----------------|---------------------------|---------------------------------------|--|--------------------------|
| 1 | 98.982 | 119.174 | 88.839 | 0.75 |
| 2 | 74.413 | 89.593 | 170.498 | 1.90 |
| 3 | 132.879 | 159.986 | 105.840 | 0.66 |
| 4 | 89.799 | 108.118 | 88.720 | 0.82 |
| 5 | 89.916 | 108.259 | 100.979 | 0.93 |
| 6 | 100.347 | 120.818 | 65.600 | 0.54 |
| 7 | 18.120 | 21.816 | 5.800 | 0.27 |
| 8 | 28.940 | 34.844 | 64.893 | 1.86 |
| Total | 633.396 | 762.609 | 691.169 | 0.91 |

2.1.7. Especies utilizadas para la forestación urbana

La necesidad de los centros urbanos por contar con espacios de recreación y principalmente con estrategias de remediación y mitigación a los efectos de las radiaciones solares, la intensidad de vientos, reducción de heladas y principalmente reducción de la contaminación atmosférica hace que se cuente con estrategias como la producción forestal.

2.1.7.1. Producción de Especies Exóticas

La producción de especies exóticas es una de las estrategias que desarrolla la Unidad de Forestación y Áreas Verdes del Gobierno Autónomo Municipal de El Alto, dado que estas por las características fisiológicas que presenta desarrollan con

mayor velocidad además de caracterizarse por la disponibilidad de semilla en el mercado y su rápido prendimiento en la época de establecimiento de almacigo y su adaptación favorable en etapa de repique, entre las especies las especies exóticas encontramos en la ciudad acacia negra (*Acacia melanoxylon*), acacia floribunda (*Acacia retinoides*), Ciprés (*Cupresus macrocarpa*), pino (*Pinus radiata*), álamo blanco (*Populus deltoides*), olmo (*Omus pumila*), sauce llorón (*Salix sp*).

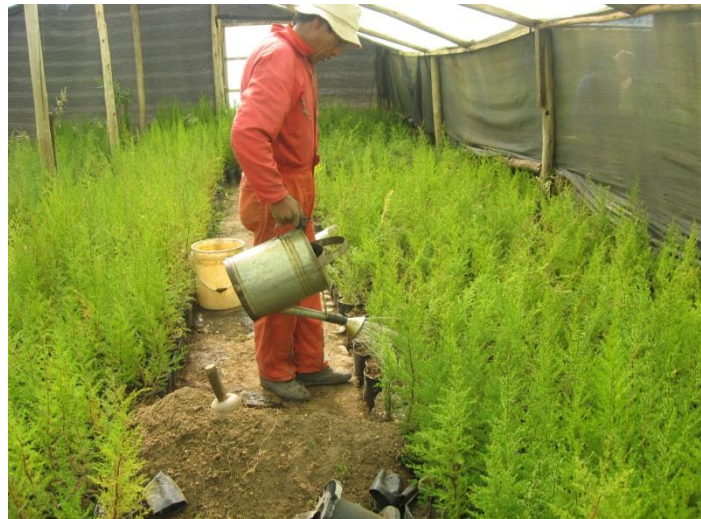


Figura 5. Producción de Ciprés Vivero 20 de Octubre Ciudad Satélite Distrito 1
(Fuente: Propia 2013)

2.1.7.2. Producción de Especies nativas

El municipio de El Alto al establecerse en el altiplano Boliviano que en otrora era parte de los bosques de altura se observa la adaptabilidad de especies nativas dentro las cuales se encuentra la keñua (*Polylepis incana*) y la kiswara (*budleja coriácea*), además de encontrarse especies arbustivas como la Malva (*Malva SP*), (Figura 6).



Figura 6. Especies forestales de Keñua Plaza Bolivia Ciudad Satelite D-1
(Fuente Propia 2014)

2.1.7.3. Especies ornamentales herbáceas, arbustivas y suculentas

Entre las especies herbáceas y arbustivas es de mencionar a las principales como: el clavelin (*Dianthus sp*), lechuguin (*Tnacetum parthenium*), rosa (*Rosa sp*), pensamiento (*Viola sp*), boca de sapo (*Artirrhium majus*), verónica (*Hebe sp*), aleli (*Matthiola sp*), caléndula (*Calendula officinalis*), margarita menor (*Bellis perennis*), ajuga (*Ajuga reptans*), festuca (*festuca glauca*), gongona (*Sedum sp*), ligustro (*Ligustrum sp*), rosa verde (*Echeverria sp*) entre otros, especies que embellecen plazas y jardineras de la ciudad de El Alto creando espacios de recreación y contribuyendo a la salud ambiental de los habitantes de El Alto



Figura 7 Jardín Botánico Vivero Santiago I D - 1

Fuente: (Unfavo, 2013)

Por lo general, el paisaje urbano de la ciudad se muestra inhóspito por la carencia de parques urbanos, áreas verdes, arborización de plazas y jardines bien mantenidos. En las áreas comunales se prioriza el uso de equipamiento y el tema ambiental y de embellecimiento de las áreas verdes se encuentra en un segundo plano.

2.2. Diagnóstico Socioeconómico

2.2.1. Estructura urbana

El Municipio de El Alto está conformado por 123 urbanizaciones legalmente establecidas y 100 que se encuentran en proceso de regularización. La densidad

poblacional es de 1.454 habitantes por km², actualmente todos los distritos municipales cuentan con administración estatal propia (sub alcaldías establecidas).

El Plan de Desarrollo Municipal 2006 – 2010 describe a El Alto como “una ciudad con crecimiento desordenado y discontinuidad territorial entre el Norte y el Sur por la presencia del Aeropuerto que se encuentra en el Centro, en la ceja se presenta una alta concentración de población y superposición de actividades administrativas, públicas, privadas y comerciales (PDM, 2006).

En los años setenta, la superficie de El Alto prácticamente se triplicó y comenzó a extenderse a lo largo de las vías interregionales. Es así que el territorio urbano ha sido ocupado de forma extensiva a lo largo de las carreteras principales. Estas vías han sido los ejes de expansión que han determinado su morfología urbana, El Alto creció a lo largo de la vía que va hacia el Lago Titicaca, al noreste se expandió poco debido a la pendiente de la Cordillera oriental; el Alto Sur, en cambio se expandió aceleradamente debido a las vías que lo atraviesan. La carretera hacia Viacha es el eje que actualmente tiene mayor crecimiento urbano debido a la existencia de una red vial, el menor precio del suelo y las mejores condiciones climáticas de la zona.

Alto Norte, Es una zona de extensos asentamientos, ligada al altiplano, que concentra la población más pobre compuesta mayoritariamente por migrantes campesinos de origen aymara. Las funciones más importantes de esta zona son las de vivienda, comercio, transporte, talleres de servicios, pequeñas industrias manufactureras y artesanales y depósitos de combustible. Destaca la zona 16 de Julio que es el centro comercial más importante de El Alto y de La Paz.

Área Central, conocida como la Ceja es la zona con actividad comercial y administrativa. En ella se encuentra la Alcaldía, el aeropuerto internacional y el pequeño aeropuerto de Transporte Aéreo Militar (TAM), el campo ferial, y el sector financiero y comercial. Es la zona de mayor densidad de construcciones con edificios de varios pisos, de mejores materiales y con mejoras urbanas constantes.

Alto Sur, concentra la mayor parte de la población de mayores ingresos e inmigrantes provenientes de la ciudad de La Paz y de otros departamentos. La zona es atravesada por las carretas hacia Oruro y a Viacha. En el Sureste se encuentran las mejores urbanizaciones con viviendas de mayor calidad y mejor atención de infraestructura. Al Suroeste se localiza el distrito industrial y las industrias mas grandes, instalaciones militares, la planta proveedora de gas, la Aduana y la zona franca (GEO EL ALTO, 2008).

Recientemente se ha visto el surgimiento de una serie de centros secundarios. Entre los más importantes esta la Plaza Ballivián ubicada en el Norte que articula esos sectores con los barrios vecinos de La Paz. Otro es el cruce a Viacha localizado en la intersección vial primaria formada por la avenida 6 de marzo y el comienzo de la carretera Viacha. Un tercer centro secundario se ha formado en el ingreso a Villa Adela localizado en la intersección formada por la carretera a Viacha. Y un cuarto centro se ha desarrollado en Ciudad Satélite y en los controles de acceso a las vías regionales en Senkata y Rio Seco, en este último se concentra el servicio de transporte interprovincial hacia el altiplano y el lago Titicaca (PDM, 2008).

2.2.2. Dinámica poblacional

La distribución de la población en los diferentes Distritos según sexo, muestra que la población femenina es mayor en 6 de los 9 Distritos y sobre todo en el Distrito 3, donde habitan muchas mujeres que se dedican al comercio informal. Mientras que solamente los distritos 4, 7 y 9 tienen una mayor cantidad de hombres, y que en estos predominan las actividades primarias que requieren mayor mano de obra masculina. (GEO EL ALTO, 2008)

2.2.2.1. Migración

Según las proyecciones, el Municipio de El Alto tendrá un mayor número de habitantes respecto al Municipio de La Paz para el año 2007 a 2015, considerando la tasa de inmigración de la ciudad de El Alto con el 18.5 y un -12.5 para el Municipio de La Paz 12.8 para Palca; es decir, por cada 1000 personas que inmigran 18 personas vivirían en el Municipio de El Alto, 12 saldrán y 12 llegarán a Palca, debido principalmente a los bajos costos de los bienes y servicios que ofrece El Alto y Palca. (Cuadro 4) (PDM, 2008).

Cuadro 4. Tasa de Migración neta región Metropolitana Andina

Fuente: INE, (2001)

| Municipio | Tasa de Migración Neta |
|-----------|------------------------|
| El Alto | 18.5 |
| La Paz | -12.5 |
| Viacha | 0.1 |
| Pucarani | 12.0 |
| Laja | 6.1 |
| Achocalla | 5.6 |
| Palca | 12.8 |
| Mecapaca | 1.1 |

2.2.2.2. Tasa de Crecimiento Poblacional

Las tasas de crecimiento de las principales ciudades de Bolivia en los periodos de 1976 – 1992 y 1992 – 2001, se muestran en la **Figura 9**. En el primer periodo, se advierte que la tasa de crecimiento poblacional de la ciudad de El Alto alcanzó un 9.23% y 5.1% en el segundo periodo, reconociendo un 4.13% de disminución en la tasa de crecimiento Poblacional (Cuadro 5) (PDM, 2008).

Cuadro 5. Tasas de crecimiento poblacional por ciudades principales

Fuente: INE, (2001)

| Ciudad | 1976 - 1992 | 1922 - 2001 |
|---------------|--------------------|--------------------|
| La Paz | 3.43 | 1.14 |
| El Alto | 9.23 | 5.1 |
| Santa Cruz | 6.15 | 5.06 |
| Cochabamba | 4.83 | 3.74 |
| Tarija | 5.01 | 4.42 |
| Sucre | 4.10 | 4.23 |
| Oruro | 2.14 | 1.04 |
| Potosí | 2.70 | 1.81 |
| Trinidad | 5.5 | 2.94 |
| Cobija | 7.6 | 8.01 |

Los distritos 9 y 10 representadas principalmente por Parcopata y Amachuma, son distritos eminentemente rurales, por contener a diversas comunidades campesinas tradicionales y dispersas, aunque estas existen también en los distritos 7 y 8, pero con mayor tendencia a conformar urbanizaciones (PDM, 2008).

La información recopilada nos lleva a concluir que la población aun continua creciendo a unas tasas muy elevadas, lo que implica mayores presiones para ampliar rápidamente los servicios básicos que deberían aumentar al ritmo del crecimiento poblacional. El Aumento de la población también significa una mayor presión sobre el medio ambiente y competencia por recursos como el agua que, en la medida que se consume y contamina más, se hace más escasa (GEO EL ALTO, 2008).

2.2.2.3. Vivienda

Aunque en diferentes periodos de desarrollo se construyeron diversas urbanizaciones con carácter de vivienda social con el apoyo de estado o de otras instancias, de acuerdo al Gobierno Autónomo Municipal de El Alto (GAMEA), el 90% de las viviendas son construidas por sus propietarios o autoconstruidas. (GEO EL ALTO, 2008).

La población inmigrante ocupa preferentemente las zonas carentes de infraestructura donde el espacio del suelo es más barato y construye sus viviendas generalmente sin planos ni permisos de construcción. Los escasos ingresos de los inmigrantes, los obliga a ahorrar en materiales y mano de obra por lo que las edificaciones las condiciones de habitabilidad son precarias (PDM, 2006).

De acuerdo al Censo del INE (2001), el 68% de las viviendas fueron construidas con adobe, el 92 % con techo de calamina y el 83% con piso de cemento. (INE, 2002).

En los últimos años se observa que el ladrillo y el cemento están reemplazando rápidamente al adobe, a pesar de que las viviendas de ladrillo son mucho más frías que las de adobe, no obstante la baja temperatura de la ciudad, que en invierno puede llegar en los casos más extremos hasta menos 9 °C, las viviendas carecen de calefacción y no se utiliza ningún tipo de material de aislamiento para conservar el calor, ni tecnologías solares para el aprovechamiento y conservación de la alta radiación solar.

El promedio de los cuartos por vivienda es de 3, el número promedio de personas que habitan una vivienda es de 4.5 personas (INE, 2001).

2.2.2.4. Educación

El tiempo promedio de estudio, en el área urbana del Municipio de El Alto (Censo, 2001), es de 8 años en general: 9 años en la población masculina y de 7 años en la población femenina; en cambio, en el área rural, los años promedio de estudio es de 4 años en general: 6 años en los hombres y 3 años en las mujeres.

En el Municipio de El Alto, el 13.94% de la población, de 6 años y mas años, alcanzo nivel de instrucción secundario completa, y el 47.85% registro un nivel de instrucción en primaria incompleto (PDM, 2008).

2.2.2.5. Analfabetismo

La tasa de analfabetismo de la ciudad de El Alto era del 7.89% en la población de 15 y más años; 13.19% en las mujeres y el 2.37% en los varones. Este promedio es inferior al registrado a nivel departamental que alcanzaba a 11%; 18% en las mujeres y 5% para los varones (PDM, 2008).

2.2.3. Salud

La salud es uno de los componentes en el desarrollo de las familias, las mayores causas de morbilidad registradas son en orden de importancia, las enfermedades respiratorias, infecciones intestinales y de la piel (dermatitis) que reflejan el deterioro de las condiciones ambientales, de saneamiento básico y de prácticas inadecuadas de cuidado de la salud (PDM, 2008).

La mortalidad infantil (menores a un año) del Municipio es de 64/1000 niños nacidos vivos, mayor en 10 puntos que la tasa de mortalidad infantil de la ciudad de La Paz 54/1000 (PDM, 2008)

2.2.4. Agua Potable

En el Municipio de El Alto, desde el año 2007, los servicios de agua potable y alcantarillado están a cargo de la Empresa Pública Social de Agua y Saneamiento

(EPSAS), EPSAS registra 14.829 conexiones de Categoría Domiciliar Medidas; la población servida es de 729.145 habitantes, aproximadamente, con un promedio de 5 usuarios por conexión (PDM, 2008).

2.2.5. Aseo Urbano, Recolección de Residuos Sólidos

De acuerdo a los datos proporcionados por la Empresa Municipal de Aseo El Alto (EMALT), la cobertura de recojo de basura en la ciudad es del 85%, en una mancha urbana de ocho distritos de aproximadamente 15.596 ha. (9.336,5 ton) y se realiza en los ocho distritos urbanos donde se genera la basura.

Según la misma Empresa, la población del Distrito 1 es que genera mayor cantidad de basura (2.017 ton/mes), seguida por los distritos 3 y 6 (1.785 y 1.418 ton. Respectivamente). (PDM, 2008)

2.2.6. Vialidad y transporte

En El Alto se originan las principales vías que conectan la ciudad de La Paz, tanto con los departamentos del Centro y Sur del país, como con los países vecinos: Chile, Perú y Argentina; estas carreteras se conectan en la Ceja con la ciudad de La Paz por medio de la autopista La Paz - El Alto y la Av. Naciones Unidas.

El Gobierno Municipal de El Alto estableció la siguiente clasificación para el sistema vial:

Las vías de primer orden, son las departamentales y metropolitanas, estas son asfaltadas y de alto tráfico vehicular, pero carecen de señalización adecuada, entre estas esta la Av. 6 de Marzo, Juan Pablo II, Julio Cesar Valdez y Bolivia entre otras.

Las vías de segundo orden, son enlosetadas y en regular estado de transitabilidad, entre vías principales están la Av. Antofagasta, Tiahuanaco, Alfonso Ugarte y Franco valle.

Las vías de tercer orden son calles de tierra que se encuentran en pésimo estado, yu carecen de señalización (GEO EL ALTO, 2008).

El tráfico vehicular es muy intenso, sobre todo en la zona de la Ceja, debido a la estrecha relación económica y comercial que mantiene con La Paz. Se estima que más de 150.000 personas se trasladan diariamente de la ciudad de El Alto a la sede de gobierno. (PDM, 2008).

El mayor flujo vehicular se produce entre la ceja y Rio Seco con cerca de 10.500 vehículos, le sigue el tramo entre la Ceja y el centro de La Paz con 95.000 vehículos. La frecuencia del flujo vehicular y las horas del uso de las vías es variable, el transporte público se congestiona terriblemente en las horas pico de: 6:00 a 10:00 am y de 17:00 a 21:00 pm, sobre todo en el nudo de la Ceja que es el punto más crítico (GMEA PDM, 2008).

Según la Unidad de Trafico y Vialidad del (GMEA), en el Municipio están registradas aproximadamente, 438 líneas autorizadas para el servicio de transporte público, de los cuales 56.8% (249 líneas) son de circulación interna del Municipio; y el 43.2% (189 líneas) de circulación entre la ciudad de El Alto hacia La Paz. (Cuadro 6) (PDM, 2008).

Cuadro 6. Relación de Líneas Urbanas de Transporte público

(FUENTE: Unidad de Tráfico y Vialidad (2010))

| Resumen de Líneas de Transporte Publico de la ciudad de El Alto | | | | | | | | |
|--|-------------------|-----------|-----------------|--------------------|--------------------|-----------|-----------------------|------------|
| Líneas Internas | | | | | | | | |
| Modalidades | Ciudad de El Alto | Autopista | Avenida NN.U.U. | Avenida Concor dia | Avenida 9 de abril | Pasankeri | Avenida Max Fernández | Totales |
| Microbuses | 44 | | | | | | | 44 (1) |
| Minibuses | 199 | | | | | | | 199 (2) |
| Trufis | 6 | | | | | | | 6 (2) |
| Sub Total Líneas Internas | | | | | | | | 249 |

| Líneas Inter ciudad | | | | | | | | |
|-------------------------------|--|----|----|----|----|---|---|------------|
| Omnibuses | | 3 | | | | | | 3 (2) |
| Buses | | 9 | 6 | | | | | 15 (2) |
| Microbuses | | | 22 | 6 | 9 | 2 | | 40 (2) |
| Minibuses | | 66 | 38 | 11 | 2 | | 1 | 117 (2) |
| Carrys | | | 8 | | 2 | | | 10(2) |
| Trufis | | | | | 2 | 2 | | 4 (2) |
| Sub Total Líneas Inter ciudad | | 78 | 74 | 17 | 15 | 4 | 1 | 189 (2) |
| Total General | | | | | | | | 438 |

Ref. (1) Promedio de 17 vehículos por línea) **Ref. (2)** Promedio de 17 vehículos por línea).

Cuadro 7. Parque vehicular particular y público

(FUENTE: Unidad de Tráfico y Vialidad)

| Cantidad de Movilidades Registradas en el Municipio de El Alto | | | | |
|---|----------------|-------------------|----------------|--------------|
| Clase | Oficial | Particular | Publico | Total |
| Automóvil | 17 | 7732 | 1169 | 8918 |
| Camión | 5 | 3988 | 3153 | 7146 |
| Camioneta | 32 | 3451 | 400 | 3883 |
| Furgón | | 23 | 2 | 25 |
| Jeep | 10 | 1233 | 9 | 1252 |
| Microbús | | 385 | 921 | 1306 |
| Minibús | 5 | 10531 | 2696 | 13232 |
| Moto | 36 | 480 | | 516 |
| Ómnibus | 3 | 413 | 852 | 1268 |
| Torpedo | | 10 | 1 | 11 |
| Tracto Camión | | 288 | 165 | 453 |
| Vagoneta | 47 | 12241 | 562 | 12850 |
| Total General | 155 | 40775 | 9930 | 50860 |

La calidad del transporte público urbano se ve disminuida con la presencia del parque automotor de los buses y minibuses de segunda mano, que se encuentran en franco deterioro o en total obsolescencia, aspectos que encarecen y contaminan mas el medio ambiente.

Entre las principales causas para que el Municipio tenga un parque Automotor obsoleto y desordenado están las siguientes:

- Estructura vial concéntrica e inadecuada.
- Asentamientos de los gremiales y comerciantes en las aceras y calzadas
- Falta de señalización.
- Inadecuado manejo Institucional del sistema de transporte público, respaldada con una débil normativa de tránsito.
- Ausencia de mecanismos de coordinación entre las diferentes instancias que hacen su regulación (PDM, 2008).

2.2.7. Sector Industria

La Estrategia de Desarrollo Local de El Alto, señala que esta ciudad cuenta con el 16% del total de población ocupada en la industria manufacturera del país. También señala que la actividad manufacturera contribuye con aproximadamente el 22% de su Producto Interno Bruto, que es mayor a similares indicadores del Departamento de La Paz y de Bolivia, destacando su mayor especialización en la actividad Manufacturera. (PDM, 2008)

Según el INE-CNPV 2001, clasificado por Distrito, destaca el porcentaje de población dedicada al comercio ubicados en los Distritos 1, 6, y 8; en segundo lugar, la industria manufacturera en los Distritos 4, 5 y 6, en tercer lugar el sector de construcción en los Distritos 3, 5, 7 y 8; y en un cuarto lugar en transporte en el que destaca el

Distrito 1, 2 y 8. Por lo tanto El Alto es evidentemente comercial e industrial manufacturero.

2.2.7.1. Actividad manufacturera en El Alto

Se puede apreciar que el 90% del total de 5045 empresas manufactureras de El Alto, corresponden a micro y pequeñas empresas. Por otro lado, las grandes empresas manufactureras solo son 34 y representan el 1% de los establecimientos manufactureros. (Cuadro 8) (PDM, 2008).

Cuadro 8. Número de establecimientos manufactureros por tamaño de la empresa
(Fuente: DMA GMEA, 2008)

| Tamaño de las empresas Manufactureras | Total |
|--|--------------|
| Micro (1 a 4 trabajadores) | 4.571 |
| Pequeña (5 a 19 trabajadores) | 390 |
| Mediana (20 a 49 trabajadores) | 50 |
| Grande (50 o más trabajadores) | 34 |
| Total | 5.045 |

La actividad manufacturera es la segunda actividad económica que genera más empleo, mayor valor agregado y presenta un importante potencial para el crecimiento de la ciudad de El Alto.

2.2.7.2. Distribución de Actividades Económicas Manufactureras por Distrito

En la Figura 13 se identifica las vocaciones productivas por Distritales, se puede apreciar que las actividades económicas más importantes de cada distrito son: muebles, en los Distritos 3 y 6. En relación a las prendas de vestir, adobo y teñidos de pieles los principales se encuentran en los distritos 6, 3 y 4; los productos alimenticios y bebidas destacan en el Distrito 3. Los rubros de productos elaborados de metal están ubicados, principalmente, en los Distritos 3 y 6; y finalmente, el rubro

de productos textiles localizados principalmente en los Distritos 3 y 4. (GMEA PDM, 2008)

Cuadro 9. Número de empresas por Distrito y por sector Manufacturera
(Fuente: GMEA PDM, 2008).

| Actividad Manufacturera | Distrito Municipal | Número de Empresas |
|--|---------------------------|---------------------------|
| Prendas de vestir, adobo y teñido de pieles | 6 | 355 |
| Prendas de vestir, adobo y teñido de pieles | 3 | 299 |
| Prendas de vestir, adobo y teñido de pieles | 4 | 288 |
| Prendas de vestir, adobo y teñido de pieles | 1 | 273 |
| Muebles, industrias manufactureras | 3 | 214 |
| Muebles, industrias manufactureras | 6 | 171 |
| Productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo | 6 | 170 |
| Productos textiles | 4 | 164 |
| Prendas de vestir, adobo y teñido de pieles | 5 | 150 |
| Productos textiles | 3 | 147 |
| Productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo | 3 | 139 |
| Muebles, industrias manufactureras | 4 | 137 |
| Prendas de vestir, adobo y teñido de pieles | 2 | 120 |
| Muebles, industrias manufactureras | 1 | 114 |
| Muebles, industrias manufactureras | 5 | 112 |
| Productos alimenticios y bebidas | 3 | 112 |
| Muebles, industrias manufactureras | 2 | 100 |

2.3. Marco Teórico.

La contaminación del aire puede definirse como la presencia de uno o más contaminantes en la atmosfera exterior, en cantidades y duración tal que pueden ser o tienden a ser nocivos para la vida del hombre, plantas, animales, o a la propiedad. (Canter, 1998).

La contaminación del aire se produce a través de emisiones. Las **emisiones** descargadas por un emisor que son transportadas más o menos lejos por las

corrientes de aire y actúan como **inmisiones** sobre organismos, sustratos animados y no animados. Las inmisiones de origen natural son sin embargo insignificantes en comparación con las artificiales originadas por el tráfico, la industria y las actividades domésticas. Esta inmisión está presente en un determinado ambiente, representando un riesgo potencial por varias razones, que puede expresarse en cantidad de contaminante por volumen de aire, para partículas en suspensión, gases y vapores y en cantidad de contaminante por superficie que se asientan (Steubing y Kunze 1980; Amdt et al, 1987b).

Para el estudio de contaminación es necesario conocer, los tipos de contaminación y sus emisiones, las reacciones químicas entre los contaminantes y la atmósfera, las condiciones meteorológicas predominantes y los factores topográficos que determinan el grado de contaminación.

2.3.1. Tipos y fuentes de contaminación

Según el PDM, 2008 la ciudad de El Alto presenta problemas ambientales diversos donde los factores ambientales son degradados de manera permanente llegando en algunos casos a estados críticos de impactos negativos, siendo algunos causales lo siguiente:

- Alta tasa de crecimiento poblacional.
- Crecimiento exponencial de la actividad microeconómica intensa generada por los gremiales y comerciantes informales.
- Escasa cobertura de servicios básicos en los distritos urbanos.
- Incremento del parque automotor obsoleto.
- Escaso apoyo y participación en la problemática ambiental por parte de las instancias de Gobierno Local.

- Falta de políticas, planes, programas y proyectos medioambientales locales.
- Debilidad Institucional.
- Educación en Salud.

Según Wetzenfeld (1985), los tipos de contaminantes más comunes utilizados en los inventarios de fuentes de contaminación son los siguientes:

1. Compuesto de azufre, que comúnmente se calculan como bióxido de azufre (SO_2 , SO_3 , neblina de ácido sulfúrico, etc.).
2. Partículas en suspensión (sustancias sólidas y aerosoles líquidos).
3. Monóxido de carbono.
4. Óxido de nitrógeno.
5. Hidrocarburos y sus derivados.
6. Contaminantes secundarios.

Los **contaminantes primarios** son sustancias emitidas en forma directa por la combustión y otros procesos industriales, así como, los incendios y otros fenómenos naturales. Los **contaminantes secundarios**, se producen en la atmósfera como resultado de reacciones fotoquímicas entre contaminantes primarios, principalmente los óxidos de nitrógenos y los hidrocarburos (Quadri y Sánchez 1994).

La contaminación atmosférica en la ciudad proviene de diversas fuentes que, de manera general, se clasifican en fuentes fijas (emisiones de las industrias) y en fuentes móviles (emisiones de vehículos de transporte aéreo y terrestre con motores a combustión. (GEO El Alto, 2008).

Fuentes Fijas, si bien en El Alto existe un distrito industrial donde se concentran la mayoría de las grandes industrias y algunas de las medianas, también una gran cantidad de medianas y pequeñas se encuentran repartidas en toda el área urbana, por lo que es difícil identificar su grado de contribución a la contaminación atmosférica. Entre las actividades que causan más emisiones tóxicas están las

industrias metálica, química, farmacéutica, de plásticos, curtiembres, fundiciones y las de material de construcción, las industrias que procesan materia prima en hornos u otros dispositivos de combustión generan emisiones de gases y partículas en suspensión que son las mayores fuentes de contaminación del aire, así mismo las industrias que no disponen adecuadamente sus desechos pueden generar también una fuente de contaminación, ya que algunos residuos industriales, líquidos y sólidos cuando se combinan en el ambiente causan reacciones químicas que forman gases contaminantes (GEO, El Alto, 2008).

Fuentes móviles, El parque automotor es uno de los principales problemas, el 65% de los vehículos tienen más de 15 años de antigüedad (Swisscontact 2006), frecuentemente los vehículos de transporte públicos viejos que ya no se usan en La Paz, pasan a circular en la ciudad de El Alto. El tráfico de transporte aéreo también contribuye a la contaminación de la atmósfera, pero no se ha realizado una evaluación de estas emisiones (GEO, El Alto, 2008).

Otras fuentes, las quemas indiscriminadas son otra fuente de contaminación que amerita consideración, es muy común observar la quema de basura y productos plásticos, baterías y otros desechos industriales, los gases de la combustión de plásticos, por ejemplo mezclados con agua de lluvia producen dioxina, uno de los venenos más tóxicos conocidos. Las quemas de vegetación (chaqueo) que se producen de junio a octubre en toda Bolivia, con el fin de habilitar tierras de cultivo y pastizales son la mayor fuente de gases de efecto invernadero en el país. Si bien en el Altiplano también existe esta práctica e inclusive es frecuente observar la quema de pajonales en invierno, no tiene tanto impacto porque la biomasa es reducida. En cambio, el humo que se produce en los Yungas y las tierras bajas del país llega a El Alto por medio de las masas de viento formando un smog denso que se mantiene durante semanas afectando la salud de la población (GEO El ALTO, 2008).

Según Anze, (1993b), la emisión de contaminantes atmosféricos pueden ocasionar efectos globales importantes, que son principalmente tres: el efecto invernadero, el efecto de las partículas en el balance de calor Tierra – atmosfera y los cambios climáticos derivados del uso indiscriminado de energía por el hombre y las pérdidas por disipación.

2.3.2. Contaminación del Aire

Según estudio realizado por la Fundación Suiza de Cooperación para el desarrollo Técnico (Swisscontact) en el 2002, el 92% de vehículos automotores de las ciudades de La Paz Y El Alto utiliza gasolina, el 7% diésel, y el 1% gas, los motores a gasolina que se consideran menos nocivos, emiten importantes cantidades de monóxido de carbono y compuestos de plomo, mientras que los de diésel importantes cantidades de material particulado respirable, que es visible y emiten olores y muy poco de monóxido de carbono. Debe recordarse que en la ciudad de El Alto más que en la ciudad de La Paz transitan constantemente vehículos por las carreteras interdepartamentales e internacionales, muchos de ellos incumpliendo reglamentos de tránsito sobre la protección del medio ambiente.

Actualmente la Dirección de Medio Ambiente del G.A.M.E.A. y Swisscontact con el Proyecto de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire (Red Mónica), realizan el monitoreo de dióxido de nitrógeno (NO₂), ozono troposférico (O₃) y el registro de la emisión de las partículas menores a 10 micras (PM₁₀) en (µg/m³), contaminantes que se comparan con los límites permisibles por la norma vigente de la OMS/EPA referidos a la contaminación atmosférica (Swisscontact, 2006).

2.3.3. Características de los metales pesados

2.3.3.1. Plomo

El plomo es el metal pesado más generalizado en la atmosfera y proviene en un 90% del tráfico vehicular debido a la descomposición del tetraetilo de plomo que se

encuentra como antidetonante en la gasolina y en un 10% en la actividad industrial, en especial las fundidoras. La Ta – Luft considera en valor de 250 ug/m²-día como límite permisible de deposición promedio en un año y la legislación suiza 100ug/m²-día como límite permisible de deposición promedio año.

En el aire, el plomo se encuentra en estado sólido y forma parte de las partículas suspendidas. Proviene principalmente de los aditivos plomados de la gasolina. El Uso del tetraetilo de plomo (TED) como aditivo de la gasolina tiene la finalidad de lograr una combustión controlada regulando su calidad antidetonante (Salm y Surco, 1995). El Plomo que originan los automóviles se asocia exclusivamente con partículas dentro del rango de lo respirable, esto es, con un tamaño predominante de partículas de un micrómetro de diámetro, que pueden alcanzar más fácilmente la porción inferior del pulmón, los alvéolos, etc. (Salm y Surco, 1995).

2.3.3.2. Cadmio y arsénico

El Cadmio es un metal que está en la atmosfera y proviene principalmente de la producción de metales ferrosos, de la producción del acero y del hierro, además de las emisiones de quema de combustibles fósiles. Los efectos agudos por inhalación de cadmio incluyen daño al pulmón y al riñón, y la así llamada enfermedad de *itai itai*, que se caracteriza por dolores fuertes en las articulaciones y fracturas múltiple como consecuencia del debilitamiento de los huesos. La exposición prolongada a este metal conduce a la incidencia de enfermedades cardiovasculares e hipertensión.

Los límites permisibles considerados según la Legislación Alemana TA_ Luft para cadmio es de 5ug/m²/día promedio permisible en un año y en la legislación Suiza 2 ug/m²/día. El arsénico por otro lado, es un metal muy venenoso, provoca graves daños cerebrales, además en bajas dosis es cancerígeno (Stocker y Seager, 1981). No existen límites permisibles conocidos para el arsénico en deposición (Zaballa, 1999).

2.3.4. Condicionantes del comportamiento meteorológico y su relación con los procesos de contaminación

Es evidente que el transporte de contaminantes dependa de las condiciones atmosféricas a las cuales está sometido, como el clima. Muchas reacciones químicas ocurren con este transporte y dispersión en el aire, agua y suelo, que no cuenta con una debida vigilancia y control por parte de entidades reguladoras del ambiente, principalmente en diferentes países en vías de desarrollo (Kosmus 1985) (Galvan 1992)

Tomando en cuenta estos factores de la fluctuación de los contaminantes, ningún análisis de la contaminación del airees consistente sin la consideración de las variables meteorológicas que caracterizan el comportamiento del área de estudio.

El proceso natural de esparcimiento de un contaminante en la cercanía de la fuente donde se emite y que da lugar a concentraciones ambientales menores se denomina **dispersión**, esta se realiza por medio de fenómenos de **transporte y dilución**.

Dada la ocurrencia del viento a la altura en que se emite el contaminante, su dirección promedio indicara la trayectoria del viaje, mientras que su velocidad determinara el tiempo en que se deje sentir la influencia del contaminante en un punto determinado, así como su **dilución** en la atmosfera. Es claro que mientras intensamente sople el viento, más rápido viajara el contaminante y será mayor su dispersión. El viento es un fenómeno altamente variable, aun en periodos cortos, y presenta componentes de velocidad en todas sus direcciones (Swisscontact, 2006).

2.3.5. Dispersión de contaminantes

El conocimiento del transporte atmosféricos fundamental para describir las condiciones generales de dispersión atmosférica, aún más importantes que durante este proceso, pueden identificarse los tiempos, meses, o estaciones limitantes.

Los datos indicativos de las características generales de la zona con relación a la dispersión de la contaminación son la altura de la mezcla, la altura de la inversión y la velocidad anual del viento. La velocidad del viento puede utilizarse como indicador general de las condiciones de dispersión, siendo preferibles los más altos, ya que significan una dispersión más rápida de los contaminantes atmosféricos en la zona de estudio.

El problema fundamental de la contaminación atmosférica radica en el movimiento de las masas de gases y partículas en suspensión, emitidas por los focos y difundidas en y sobre una determinada zona geográfica, fenómeno influido por la variación de temperatura y presión (Swisscontact, 2006).

2.3.6. Biomonitoreo

Biomonitoreo significa en general una observación de organismos en cuanto a la presencia e intensidad de factores de perturbación. Todos los seres vivos reaccionan a las influencias del medio ambiente y son así biomonitores, es así que se pueden realizar exámenes en la vegetación existente en el lugar “natural” de crecimiento (monitoreo pasivo). Si la reacción de ciertas especies de plantas y animales es usada para reconocer condiciones especiales del medio ambiente, entonces se habla de bioindicación y los seres apropiados para este fin se llaman bioindicadores (Steubing y Fangmeier, 1992).

Los organismos vivos, plantas y animales, a diferencia de los aparatos de medición, responden permanentemente a la totalidad de los factores ambientales, bióticos y abióticos. Las respuestas de estos organismos varían de especie a especie y de acuerdo a los valores de los parámetros ambientales. Estos hechos son los que permiten que, mediante el análisis de comunidades biológicas, se caractericen factores ambientales abióticos (Bauer y Hernandez, 1986).

2.3.7. Bioindicadores

Los bioindicadores son de especial significado para la conservación de la pureza atmosférica, pues posibilitan evaluaciones cualitativas y cuantitativas de contaminantes en el medio ambiente comprobando su presencia y efectos. Algunos bioindicadores pueden ya estar presente en el ecosistema (monitoreo pasivo), como árboles y arbustos ornamentales, o pueden ser introducidos de manera estandarizada (monitoreo activo). La alternativa de usar bioindicadores como instrumentos para la evaluación de la calidad ambiental no es reciente, se basa en el principio de que los organismos vivos por estar adaptados a los sitios que habitan, reflejan características existentes y exigencias de “sus ambientes”. Esta información conocida por el hombre, puede ser de invaluable utilidad para la prevención y el control de la contaminación ambiental (Gast y Ayala, 1992).

2.4. Especificaciones del trabajo dirigido

2.4.1. Delimitación del Área Geográfica de Interés

La población de El Alto alcanza a los 649.958 habitantes, y un crecimiento del 5.74% anual, básicamente la población Alteña está conformada por emigrantes aymaras (41%), su crecimiento se debe en las últimas décadas, sobre todo a la migración del campo a la ciudad, una migración que nunca dejó las raíces asentadas en las comunidades y que mantienen un permanente contacto.

2.4.2. Clima

El clima es típico de la puna, debido a que las sensaciones térmicas varían de una Temperatura mínima de -5,7° C hasta una máxima de 16,6° C según el SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLÓGICA mayo 2006 – enero 2007 (SENAMHI). Las masas de aire frío, provenientes del Norte, causan olas de frío principalmente en verano e invierno, con una velocidad de 7 a 77 kilómetros por

hora, por lo que, el clima varía de templado a frío, con estaciones de invierno seco y frío, por lo que se dice que la Ciudad de El Alto presentados climas: frío húmedo y frío seco. Las heladas tienden a presentarse durante todo el año; pero, los días con mayor helada se presentan en los meses de Mayo, Junio, Julio y Agosto.

2.4.3. Precipitaciones pluviales

Las precipitaciones pluviales varían de los 700 a 800 mm anuales, los cuales están distribuidos mayormente en los meses de noviembre a marzo. En verano la Ciudad registra mayor humedad en relación a otras estaciones, debido a las masas de aire húmedo provenientes del Norte y del Noreste y por la evaporación de las aguas del Lago.

2.4.4. Topografía

La urbe alteña se emplaza en un terreno homogéneo de superficies planas, con leves ondulaciones y pendientes suaves, sin mayores accidentes topográficos, a excepción de Aquellos lugares formados por las erosiones de los lechos de los ríos. Existe una ligera inclinación de Norte a Sur.

2.4.5. Vegetación

En la ciudad de El Alto, existe una flora muy alterada, por un lado las plantas que corresponden a la flora llamada oriental, con especies cultivadas en parques, jardines y casas, y por otro lado las especies espontaneas originarias del lugar que crecen en todas partes y son influenciadas por las condiciones especiales de un ambiente urbano. La vegetación de la ciudad de El Alto, se desarrolla bajo la influencia de factores determinantes como la temperatura, la precipitación, la textura del suelo, etc. e incluso es importante mencionar los factores socioeconómicos que hacen que la ciudad presente panoramas diferentes en cada zona (DMA, 2006)

La cubierta vegetal, natural o semi natural se encuentra degradada por la acción de la actividad humana que es cada vez más intensa, los estratos predominantes en el caso de las especies del lugar, corresponden al herbáceo y al arbustivo. El estrato arbóreo en la ciudad corresponde a especies cultivadas ornamentales en parques, jardines y calles (García, 1991).

2.4.6. Actores beneficiarios

La información obtenida servirá a la población en general de la ciudad de El Alto buscando mejorar la calidad de vida de los habitantes del municipio quienes serían los beneficiarios directos, recomendando promover campañas de concientización con datos científicos y verídicos sobre la posible acumulación de metales pesados en la flora arbórea y ver la importancia del paisaje urbano como un sistema de retención posible de los mismos ya que de lo contrario implicaría la acumulación del polvo en las viviendas y por tanto serían susceptibles de ser aspirados por la población. Por otro lado, las instituciones como los centros de salud, Alcaldía, y otros tendrán elementos para diseñar posible medidas de mitigación para minimizar el daño de estos contaminantes y su efecto perjudicial a la salud humana.

2.5. Descripción metodológica

2.5.1. Descripción y cuantificación de *Acacia melanoxylon* en el área de influencia del estudio.

El estudio se llevó a cabo en tres macrozonas de la ciudad de El Alto. Para realizar un relevamiento de la información respecto a la descripción de las especies forestales ornamentales y arbóreas que se encuentran en estas zonas se revisó los informes de la Unidad de Forestación de Áreas Verdes de Ornato de la Dirección de Medio Ambiente, asimismo se realizaron recorridos para verificar las especies presentes y el estado en el que se encuentran.

2.5.2. Descripción de las condiciones naturales y antrópicas de la zona de estudio

Para la descripción del comportamiento climático, tales como las variaciones de temperatura, periodos e intensidades de lluvia, así como la dirección de los vientos, se buscó registros históricos de estaciones climáticas cercanas a las zonas de trabajo y se solicitara al SENAMHI para tener acceso a los mismos.

Las condiciones de tráfico vehicular se determinaron a través de revisiones de informes de instituciones como el Gobierno Municipal de El Alto (GMEA).

La descripción y cuantificación de las especies forestales fue realizada a través de revisión de informes de instituciones como el (GMEA), asimismo antes de realizar el muestreo de las hojas, se hizo un trabajo de reconocimiento e identificación de las especies forestales existentes en el lugar. Tomando en cuenta las características que presenta la distribución de la vegetación ornamental de la ciudad.

2.5.3. Biomonitorio del material particulado en la Acacia

2.5.3.1. Selección del lugar de colección y selección de especies.

Se opta por la especie biomonitora, en base a su amplia distribución y a su habito, para lo cual se tomó a la *Acacia melanoxylon*, como árbol ornamental. La selección de las especies debe cumplir con las siguientes características: Abundancia de la especie, hojas cuya superficie sea fácil de medir y hojas con mayor retención de polvo, en lo posible lisas, es decir que no presenten vellosidad, además que no sean resinosas. (Steubing y Fangmeier, 1992).

Los puntos de Biomonitorio fueron seleccionados para obtener resultados que permitan diseñar un perfil de la calidad del aire de la ciudad de El Alto y el grado de contaminación causado por diferentes factores antropogénicos: tráfico vehicular

(fuentes móviles), presencia de fábricas (fuentes fijas), movimientos de tierra, construcciones, etc. Así también se menciona que se consideró resultados obtenidos por la Unidad De Gestión Ambiental del Gobierno Municipal de El Alto referentes a la presencia de CO₂ Y O₃ de las gestiones del 2003 al 2009, para la toma de puntos de muestreo.

Según la Unidad de Forestación de Áreas Verdes de Ornato (UNFAVO) del Gobierno Municipal de El Alto se tiene a la acacia como especie forestal representativa, dado que es la que ha presentado mejor adaptabilidad y un crecimiento efectivo frente a las condiciones climáticas de la ciudad.

- Las macrozonas fueron establecidas de acuerdo a los niveles de concentración de NO₂, O₃ según información proporcionada por la Unidad de Gestión Ambiental de la Dirección de Medio Ambiente.
- De este modo se diferenciaron tres transectos según niveles de concentración de los compuestos mencionados:
Macrozona 1. Ceja Central y Distrito1
Macrozona 2. Distritos 3
Macrozona 3. Distrito 5 y 6



Macrozona 1

Latitud 16°30'52.55" S

Longitud 68°09'40.35" O

Altura S.N.D.M 13370 pies 4075.17 metros

Comprende las Zonas de:

- Villa Dolores
- 12 de Octubre
- Ciudad Satélite
- Santiago I



Macrozona 2

Latitud 16°32'08.46" S

Longitud 68°11'49.55" O

Altura S.N.D.M 13159 pies 4010.86 metros

Comprende las Zonas de:

- Primavera
- Villa Adela
- Pacajes Caluyo
- Villa Alemania
- Villa Juliana
- Cosmos 78



Macrozona 3

Latitud 16°29'09.94" S

Longitud 68°10'56.82" O

Altura S.N.D.M 13438 pies 4095.9 metros

Comprende las Zonas de:

- Huayna Potosi
- Alto Lima
- Los Andes
- Ballivian
- 16 de Julio

- En cada uno de los transectos mencionados se establecio 4 puntos de muestreo para la recolección de datos, siendo la colecta de muestra cada 20 días.
- Para la recolección de hojas se tomó en cuenta un número de 100 hojas por punto de muestreo (árbol), recomendado por Pinto R. 2000 según estandarización realizada en la ciudad de La Paz en tres puntos diferentes.
- Los puntos de muestreo se establecieron en zonas representativas de cada macrozona.
- Se realizó la recolección de muestras en los meses de Julio, Agosto y Septiembre de 2010 (tres fechas) considerando principalmente la conclusión de la época seca, evitando de este modo el lavado de polvo producto de las primeras precipitaciones.
- El material obtenido en las tres fechas de muestreo se congreco por punto de muestreo enviando a laboratorio 12 muestras para el análisis de Plomo, Cadmio y Arsénico.

- Las muestras fueron coleccionadas en bolsas ziploc, en el día entre las 9:00 a.m. a 16 p.m. debiendo tener cuidado en no sacudir el árbol para no perder el polvo asentado siendo trasladadas en el mismo día.
- Posterior a la recolección se procedió a la determinación cuantitativa del recubrimiento de polvo insoluble asentado en las hojas, por método gravimétrico. La cuantificación gravimétrica se realizara a partir de extractos obtenidos por lavado, en vasos de precipitado de 250 ml, de los cuales se obtendrá el peso constante, llevándolos a secar a 150 °C, posteriormente enfriándolos y pesándolos.
- Se lavaron ambos lados de la hoja con ayuda de un pincel, así también la bolsa colectora, con 150 ml de agua destilada, posteriormente se controló el pH y la conductividad eléctrica, a objeto de determinar la presencia de polvos ácidos o alcalinos en el primer caso e identificar el grado de contaminación en el segundo.
- La deposición de las partículas se determinó por el pesado del residuo total de la evaporación, el líquido remanente, se llevó a baño maría a no más de 80 grados, debajo de la campana de absorción para evitar el ingreso de polvo ajeno. Para obtener el peso bruto se llevaron los vasos nuevamente a 105°C por 24 horas, posteriormente se dejara enfriar y se pesara.

3. RESULTADOS E INTERPRETACION

3.1. Análisis ambiental del municipio del El Alto

3.1.1. Efectos Ambientales por el crecimiento urbano

Efectos y medidas ambientales por el crecimiento urbano en el Municipio de El Alto Según el PDM 2007 – 2011, señala lo siguiente:

El Municipio de El Alto tiene una superficie total de 101.190,66 hectáreas. El área urbana del municipio, tiene una extensión territorial total de 14.009,82 hectáreas y su población se constituye en el asentamiento humano más importante de la región altiplánica del país.

3.1.2. Ubicación Geográfica

Su ubicación geográfica es de 16° 29' latitud sur respecto a la línea del Ecuador y 68° 08' minutos longitud oeste respecto al Meridiano de Greenwich. Presenta diversos pisos ecológicos y se ubica a lo largo de una cuenca excavada del altiplano. Las características topográficas del Área Urbana se caracterizan por una planicie que se extiende hacia el sur Oeste, así como por la ubicación de sus barrios en la parte alta del municipio (Distrito 13).

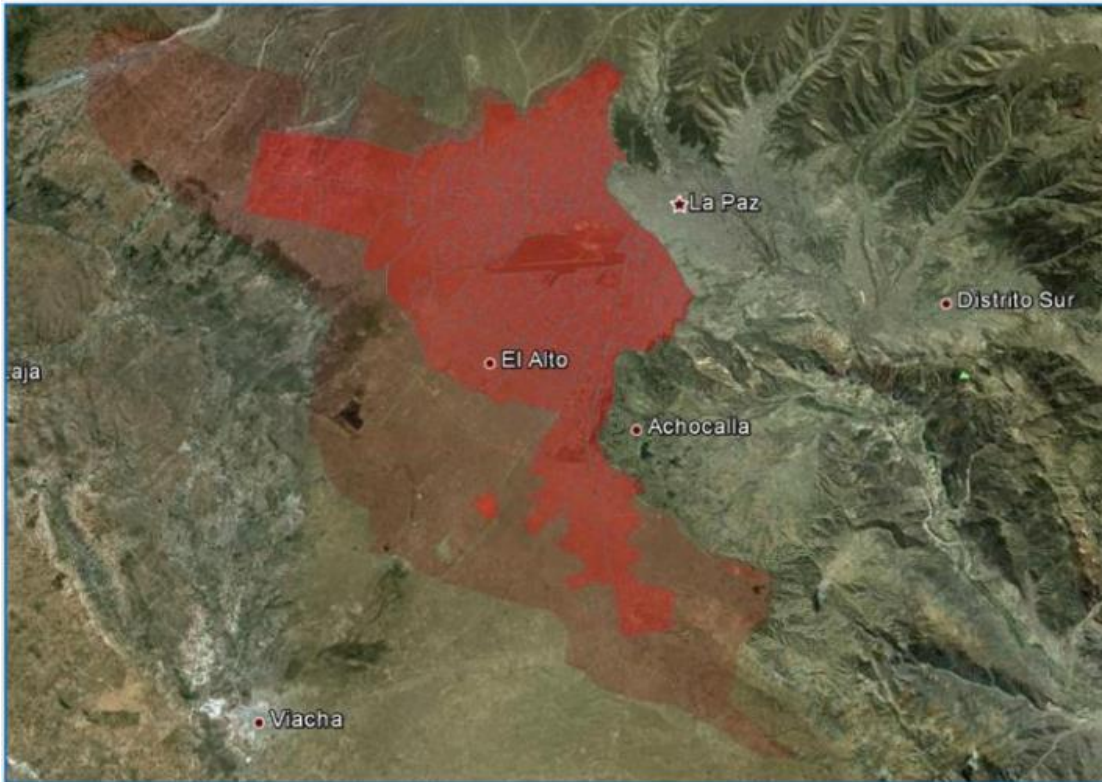


Figura 8. Expansión Territorial del municipio de El Alto

3.1.3. Disposición de residuos en el Municipio de El Alto

En la Ciudad de El Alto se ha registrado para inicio del año 2009 una PPC de 0,491 Kg/hab/día que representan en promedio 364,9 toneladas diarias de residuos sólidos con una cobertura estimada del 80%. Los residuos sólidos de la ciudad de El Alto son recogidos por la empresa TRÉBOL y se disponen en el Relleno Sanitario de Villa Ingenio; lugar en el cual opera la empresa COLINA SA, confinando los residuos por el método de área. TREBOL cuenta con un contrato vigente a igual que COLINA cuyo contrato vence el año 2016. El Relleno Sanitario de Villa Ingenio está asentado sobre una superficie total de 8 hectáreas en terrenos de la comunidad de Villa Ingenio o Milluni (nombre tradicional). El emplazamiento presenta condiciones adecuadas de ventilación, distancia (2,1 km de la mancha urbana) y tipo de terreno

arcilloso que favorece importantemente el recubrimiento de la basura. Sin embargo, no existe impermeabilización en la Macro Celda 1 ni tampoco tratamiento de lixiviados.

Han evidenciado el ingreso de segregadores, perros y cerdos, falta de condiciones de seguridad ocupacional y otros detalles menores. El relleno sanitario tiene dos sectores: Villa Ingenio Antiguo e "Ingenio", o sector nuevo. El sector de Villa Ingenio corresponde a la macrocelda 1 que no tiene impermeabilización ni chimeneas de gas, COLINA ha instalado, drenajes basales - perimetrales para captar los lixiviados. El sector de Ingenio en su macrocelda 2 tiene revestimiento inferior y dispone de drenajes de lixiviados y chimeneas de venteo. La macrocelda 3 que pertenece a Ingenio, está siendo implementada. La disposición en general presenta basura expuesta aún después de "tapaarla", se tiene migración de lixiviado que no es captado y ausencia de control del biogas. El costo de disposición según contrato es de 54,5 UFV/TM. El nivel de subvención del servicio de aseo urbano por parte de la GMEA es del 79 %.

Las condiciones de operación del relleno sanitario no son las adecuadas, se tiene problemas con los espacios para disponer, en la cobertura diaria y en el tratamiento de los lixiviados. El constante ingreso de segregadores de la comunidad de Villa Ingenio, sus perros y cerdos (inadmisiblemente estos son vendidos en la ciudad alteña), aves e insectos son propios del escenario del lugar y no califican su manejo como adecuado.

Por tanto, para el GMEA tiene los siguientes problemas tangibles en materia de disposición de residuos sólidos:

- Ya ha concluido la vida útil del relleno sanitario, por lo que es imperativo ubicar otro sitio para la disposición de los residuos sólidos que se genera en la ciudad de El Alto.

- El R.S. de Villa Ingenio no está siendo manejado apropiadamente y no se realiza el tratamiento de los lixiviados.
- Se permite el ingreso de los vecinos y sus animales, violando todo concepto de salubridad urbana y ambiental.

3.1.4. Identificación de impactos

Los impactos que se están dando por la deficiencia en la disposición de los residuos y los que podrían darse por un mal manejo en el sitio de disposición final, pueden ser los siguientes:

3.1.4.1. Factor Aire:

Los residuos sólidos generan malos olores por la descomposición anaeróbica de la materia orgánica presente en la basura, debiéndose cubrir con tierra después de la operación en el relleno. Se van a presentar partículas suspendidas durante la descarga de los vehículos recolectores, y se van a presentar también partículas viables que puedan afectar la salud de los operadores y trabajadores del sitio de disposición final.

3.1.4.2. Factor Agua

Cuando la basura se dispone en los cursos de agua estos contaminan más que las aguas residuales y llegan a afectar a la fauna acuática del cuerpo receptor de agua. Contaminación de las aguas superficiales y sub-superficiales por la infiltración y escurrimiento de los lixiviados que se generan en los sitios de disposición, estos lixiviados traen concentraciones altas de DBO, DQO y metales pesados, por lo que deben ser manejados adecuadamente.

3.1.4.3. Factor Suelo

Los residuos sólidos contaminan los suelos sobre todo afecta la calidad de los suelos, disminuyendo su potencial agrícola en la zona. Los lixiviados que se generan también afectan a los suelos erosionándolos y deteriorando la calidad de los mismos por lo que reducen su capacidad en la producción agrícola.

3.1.4.4. Factor ecología

Los residuos dispersos en los sitios de disposición afectan el paisajismo del lugar, así mismo dan mala imagen cuando en el sector se tiene la presencia de animales alimentándose de la basura y segregadores de basura. Por otra también afectan la morfología del lugar modificando el régimen hidráulico. La flora y la fauna también pueden verse afectados por la disposición de residuos en el suelo, se ve afectada su hábitat, el anidamiento, su reproducción así como también la vegetación que pueda existir en el lugar.

3.1.4.5. Factor Socioeconómico

El hecho de contar con un relleno con deficiencias en su operación ocasiona que la comunidad del lugar Villa Ingenio, constantemente realice sus protestas y en algunos casos con bloqueos al acceso al relleno. Por otra se ha determinado que su vida útil está en su última etapa, por lo que es necesario ubicar un nuevo sitio para la disposición de los residuos.

3.1.5. Situación de la Vegetación Ornamental

EL municipio de El Alto por las características de crecimiento urbano no cuenta con áreas de expansión forestal representativas es así que para el proyecto se establece la toma de muestras en calles avenidas y plazas con las que se cuenta en la ciudad. (Mapa 1).

3.1.5.1. Caracterización forestal de las macrozonas

Las macrozonas serán establecidas en función a los niveles de concentración de NO₂, O₃ según información proporcionada por la Unidad de Gestión Ambiental de la Dirección de Medio Ambiente.



Foto A. Suarez

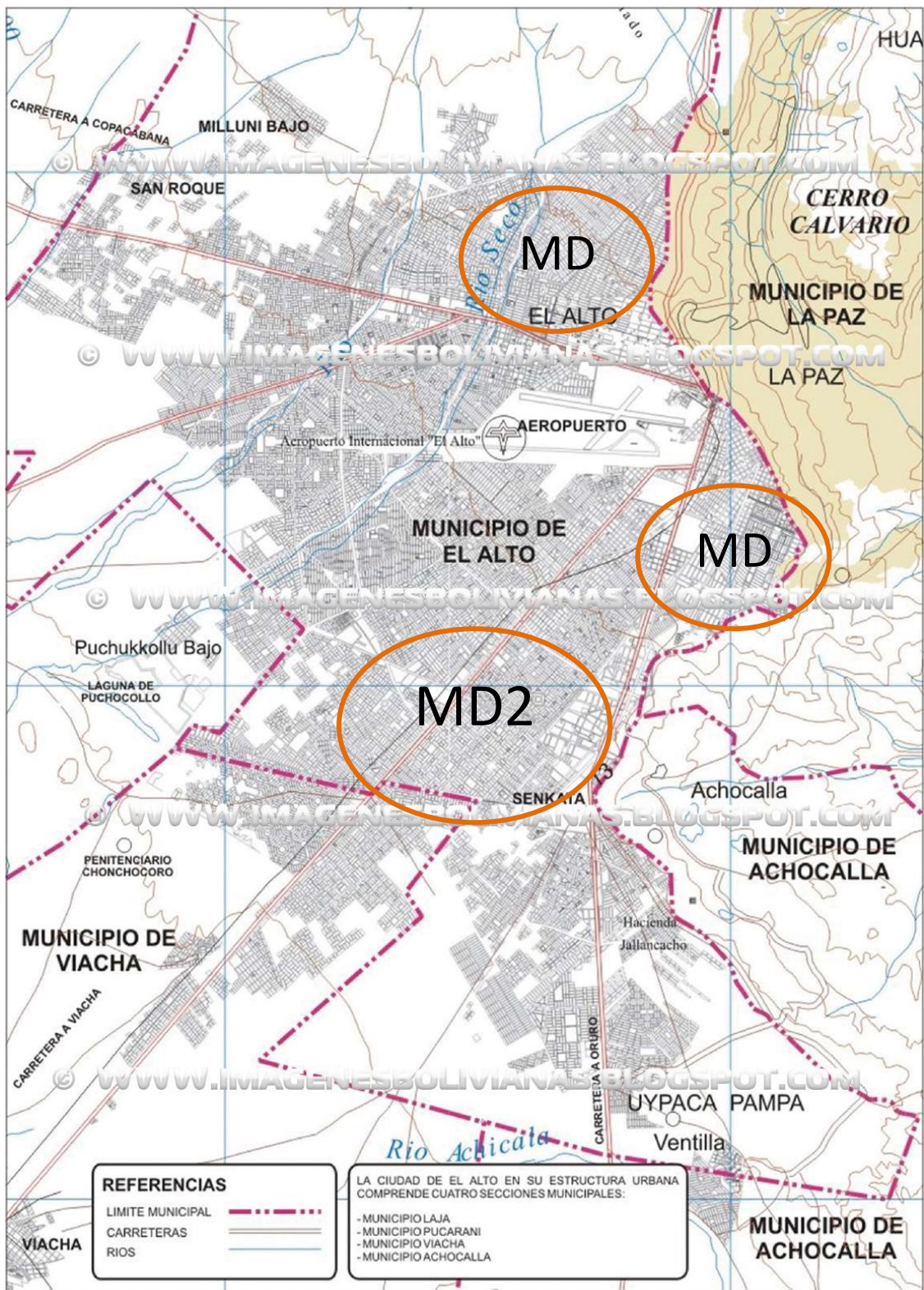


Figura 9. Caracterización Forestal del Municipio de El Alto.

Cuadro 10. Inventario de Especies Ornamentales Distribuidas en el Área Urbana del municipio de El Alto

| MACROZONA | LUGAR | ESPECIE |
|------------------|--|--|
| 1 | <ul style="list-style-type: none"> • Villa Dolores • 12 de Octubre • Ciudad Satélite • Santiago I | <i>Populus deltoides</i> <i>Populus balsafimera</i> <i>Acacia de albata</i> <i>Acacia melanoxilon</i> <i>Cupresusu macrocarpa</i> <i>Fraxinus americana</i> <i>Salix Babilonica</i> <i>Eucaliptus globulus</i> <i>Lavatera asugentiflora</i> <i>Salix humboltiana</i> <i>Populus nigra</i> <i>Hacer negundo</i> <i>Prunus Sp</i> |
| 2 | <ul style="list-style-type: none"> • Primavera • Villa Adela • Pacajes Caluyo • Villa Alemania • Villa Juliana • Cosmos 78 | <i>Populus deltoides</i> <i>Populus balsafimera</i> <i>Acacia de albata</i> <i>Acacia melanoxilon</i> <i>Cupresusu macrocarpa</i> <i>Fraxinus americana</i> <i>Pinus radiata</i> <i>Malus comunis</i> <i>Salix Babilonica</i> <i>Eucaliptus globulus</i> <i>Lavatera asugentiflora</i> <i>Salix humboltiana</i> <i>Populus nigra</i> <i>Hacer negundo</i> <i>Prunus Sp</i> <i>Prunus pérsica</i> <i>Budleja Incana</i> |
| 3 | <ul style="list-style-type: none"> • Huayna Potosi • Alto Lima • Los Andes • Ballivian • 16 de Julio | <i>Cupresus macrocarpa</i> <i>Eucaliptus globulus</i> <i>Pinus radiata</i> <i>Satureja asugentiflora</i> |

Por las características fisiológicas de la acacia es la especie seleccionada para realizar el análisis de presencia de metales pesados, sin embargo es de hacer notar que no se seleccionaron otras especies dado que estas presentan resinas y mucilagos que no permiten un efectivo lavado de las hojas dado que las partículas de metales pesados se adhieren a ellas, esta presencia de resinas y musilagos se observa en especies como el populus, la salix y los fraxinus.

Por otro lado la acacia se constituye en la especie principal para el desarrollo ornamental, puesto que es una especie que fácilmente se adapta a las diferentes altitudes que presenta el municipio y prácticamente se encuentra difundida en toda la mancha urbana de la ciudad de El Alto.

3.1.5.2. Macro distrito 1

Este macro distrito el mismo que se caracteriza por ser el centro de la ciudad de El Alto y donde concurren diferentes en su gran mayoría la población se caracteriza por presentar una alta incidencia de parque automotor considerado la principal fuente de contaminación del sector.

3.1.5.3. Macro distrito 2

Por las características de expansión de las urbanizaciones las características del macro distrito 2 muestran la presencia de actividades industriales y semi industriales donde principalmente empresas de plástico se vienen estableciendo.

3.1.5.4. Macro distrito 3

Las características del macro distrito 3 muestran urbanizaciones donde los pobladores dedican su mano de obra al desarrollo de actividades comerciales y principalmente a la extracción de áridos y mineral como influencia de la mina Milluni

El municipio de El Alto cuenta con un área de control ambiental poco eficiente dado que no se cuentan con los insumos equipos materiales y recursos humanos necesarios para realizar esta actividad tan necesarios para un control eficiente de las emisiones de aire, residuos sólidos y líquidos para ello es necesario principalmente contar con los siguientes laboratorios de análisis de emisiones líquidas, gaseosas y residuos sólidos producto de las actividades en el municipio de El Alto.

El Alto cuenta con un espacio destinado al emplazamiento de un laboratorio al desarrollar la evaluación de este espacio se observa que se cuenta con infraestructura construida en primera fase (Obra Gruesa) desde la gestión 2005, esta a partir de esa gestión no ha recibido la atención necesaria para el mejoramiento de la infraestructura y principalmente su equipamiento esto debido a los costos que demanda el establecimiento de esta infraestructura y principalmente su funcionamiento en el cual se requiere de presupuestos elevados para la evaluación de emisiones, sin duda es necesario el establecimientos de esta infraestructura su equipamiento y principalmente su funcionamiento dado que hasta el 2012 el alto cuenta con una población de más de 800000 mil habitantes que en su mayoría vienen estableciendo pequeños emprendimientos empresariales en el cual principalmente se observa la transformación de alimentos, actividad que demanda insumos químicos para su conservación, no es diferente el establecimiento de empresas de industria de metal mecánica que igual requieren de insumos tóxicos como el uso de carburos y productos derivados del petróleo para el desarrollo de sus actividades.

Sin duda el costo de establecer un laboratorio es de fundamental importancia y su funcionamiento se garantizaría por la prestación obligatoria de servicios donde la empresa a ser evaluada tendría que cubrir los gastos de análisis necesarios para el establecimiento.

3.1.6. Evaluación de análisis de emisiones de gases del parque automotor

Toman en cuenta que año tras año ingresan al municipio de El Alto cerca de 1500 moviidades entre nuevas 25% y vehículos usados 75% se tiene un problema emergente principalmente con vehículos acondicionados los mismos que en gran parte son retirados de sus países de origen por contribuir a la emisión de gases tóxicos, para tal efecto la propuesta del trabajo va dirigida a establecer un taller dependiente del municipio y del ministerio de medio ambiente con normativa en cuenta emisiones de gases tóxicos permitiendo mitigar y reducir principalmente las emisiones producto del parque automotor.

En cuento a las normativas de importación de vehículos usados consideramos que el contar con el apoyo del estado al regular la importación de vehículos antiguos es necesario para el desarrollo.

3.1.6.1. Mitigación ambiental

Durante los años 2006 al 2010 el municipio contaba con cuatro dependencias dentro la Dirección de medio Ambiente. Dos dependencias de evaluación de los impactos ambientales como:

3.1.6.2. Jefatura de Gestión Ambiental

Dependencia destinada a controlar las emisiones de líquidos, sólidos y gaseosos producto de las diferentes actividades industriales establecidas por los ciudadanos de El Alto, sin embargo este control carece durante de estas gestiones del equipamiento necesario y principalmente del personal capacitado para desarrollar un control más efectivo, llegando a tan solo contar con un registro de empresas industriales en el municipio de el alto y principalmente obteniendo recursos propios por la suscripción como empresa industrial y renovación de permisos de funcionamiento.

3.1.6.3. Unidad de Control y Calidad de Alimentos

Unidad de control principalmente de actividades económicas que hacen el control de alimentos y bebidas, las actividades principalmente se enmarcan en controlar la higiene de los alimentos en venta principalmente en restaurantes, así como el de verificar las licencias de importación de bebidas y principalmente observar la presencia por simple inspección de cuerpos extraños dentro de estas.

3.1.6.4. Unidad de Forestación de Áreas Verdes y Ornato

Esta unidad desde su concepción requiere de un estudio de producción de especies forestales de importancia ambiental desde el punto de vista de mejorar las condiciones del aire que se respira, sin embargo la disponibilidad de recursos imposibilita estos estudios enmarcando a la producción en especies de rápido desarrollo.

La unidad de Micro huertos Populares Constituida en la gestión 2001 como un centro piloto establece diferentes escenarios producto de la coyuntura migratoria donde gran parte de los migrantes de la ciudad son agricultores, el fundamento por contar con esta unidad permite promocionar una cultura de reciclaje donde la basura orgánica generada por la actividad doméstica de las viviendas permite establecer sistemas de compostaje contribuyendo a la reducción de la basura que durante los primeros años 2001 – 2008 alcanzaba a 40 toneladas de basura generada por día y con el proyecto de micro huertas se contribuía a una reducción del 1 %, en la actualidad esta cifra se ha incrementado alarmantemente alcanzando las 55 toneladas de basura día producto de la actividad comercial y doméstica, al cerrarse el apoyo al proyecto de micro huertas estas se han visto reducidas en su componente de reciclaje a la mínima expresión ahondando aún más el problema de la basura en el municipio.

Al pilar de reciclado se suman tres pilares más la producción diversificada la optimización de espacios (producción vertical y horizontal) y el reciclado de materiales producto de la industria como papel, goma, plástico y otros.

3.2. Presencia de metales pesados en las hojas de Acacia

3.2.1. Arsénico

El arsénico al ser un elemento ampliamente distribuido en la corteza terrestre, se ha sido clasificado químicamente como un metaloide, con propiedades tanto de metal como de elemento no-metálico; sin embargo, se le refiere frecuentemente como un metal.

Sin embargo, en el ambiente el arsénico generalmente se encuentra combinado con otros elementos como el oxígeno, cloro y azufre. La mayoría de los compuestos inorgánicos y orgánicos de arsénico son polvos de color blanco que no se evaporan. No tienen olor y la mayoría no tiene ningún sabor especial. Por esta razón, generalmente no se puede saber si están presentes en los alimentos, el agua o el aire.

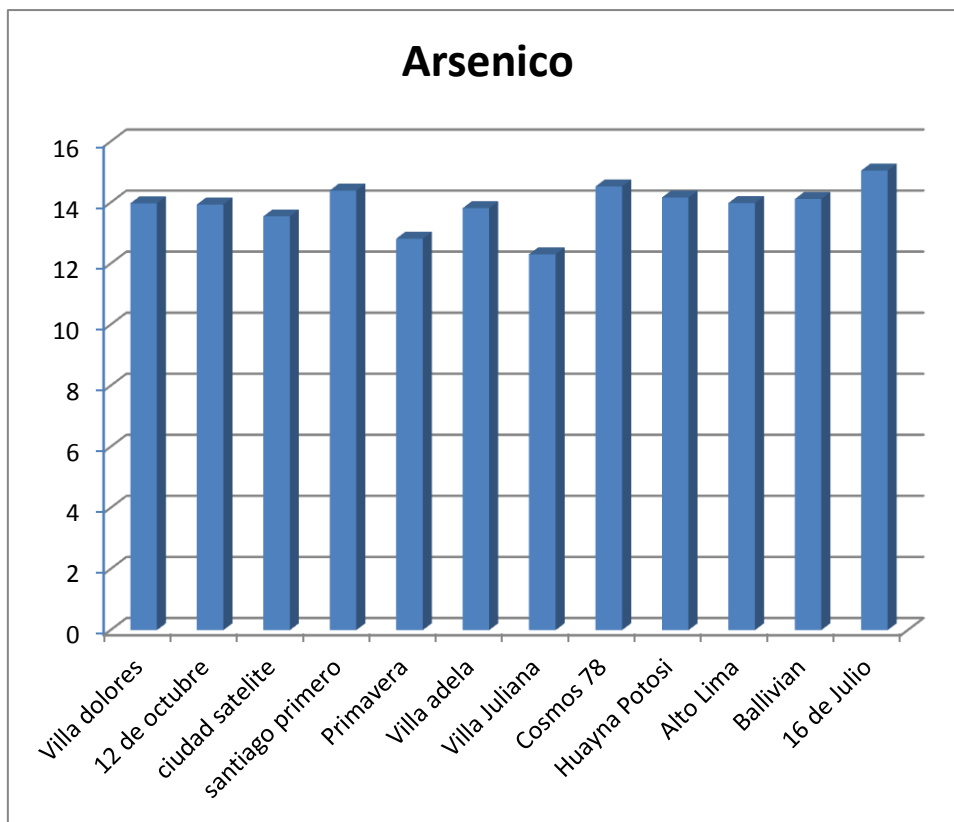


Figura 10. Metales pesados (plomo, cadmio y arsénico) contenidos en el polvo sedimentado, de las hojas de *Acacia melanoxyton*

El arsénico inorgánico ocurre naturalmente en el suelo y en muchos tipos de rocas, especialmente en minerales que contienen cobre o plomo. Cuando estos minerales se calientan en hornos, la mayor parte del arsénico se elimina a través de la chimenea en forma de un polvo fino que entra a la atmósfera. En la ciudad de El Alto es frecuente observar procesos industriales que desarrollan actividades de quema de rocas y principalmente arcillas tal como se observa en el distrito 1 de esta ciudad, En el pasado, los compuestos inorgánicos de arsénico se usaron predominantemente como plaguicidas, principalmente en cosechas de algodón y huertos frutales. Actualmente, los compuestos inorgánicos de arsénico no se pueden usar en la agricultura. Sin embargo, los compuestos orgánicos de arsénico, específicamente el ácido cacodílico, el arsenato de metilo bisódico (DSMA) y el arsenato de metilo

monosódico (MSMA), aun se usan como plaguicidas, el uso más extenso de las aleaciones de arsénico es en baterías para automóviles. Otro uso importante de los compuestos de arsénico es en semiconductores y en diodos que emiten luz.

El arsénico ocurre naturalmente en el suelo y en minerales y por lo tanto puede entrar al aire, al agua y al suelo en polvo que levanta el viento. El arsénico está asociado con minerales que se minan para extraer metales, como por ejemplo cobre y plomo, y puede entrar al ambiente cuando se extraen o funden estos minerales. También se pueden liberar a la atmósfera cantidades pequeñas de arsénico desde plantas de carbón y desde incineradores porque a menudo el carbón y los productos de desecho contienen arsénico.

El arsénico no puede ser destruido en el ambiente, solamente puede cambiar de forma o puede adherirse o separarse de partículas. El arsénico puede cambiar de forma al reaccionar con oxígeno o con otras moléculas presentes en el aire, el agua o el suelo, o por la acción de bacterias que viven en el suelo o el sedimento.

El arsénico que liberan plantas de energía y otros procesos de combustión generalmente está adherido a partículas muy pequeñas, está contenido en polvo que levanta el viento se encuentra generalmente en partículas más grandes.

Debido a que el arsénico se encuentra naturalmente en el ambiente, estaremos expuestos a cierta cantidad de arsénico a través de los alimentos, el agua potable o del aire que respira. Los métodos de análisis que usan los científicos para determinar los niveles de arsénico en el ambiente generalmente no determinan la forma específica de arsénico presente. Por lo tanto, no siempre sabemos a qué forma de arsénico puede estar expuesta una persona. Asimismo, a menudo tampoco sabemos que formas de arsénico están presentes en sitios de residuos peligrosos tan común en el municipio de El Alto al corroborar que se sigue ampliando la capacidad del botadero de Villa Ingenio.

La concentración de arsénico en el suelo varía ampliamente, en general entre aproximadamente 1 y 40 partes de arsénico por millón de partes de suelo (ppm) con

un promedio de 3 a 4 ppm. Sin embargo, los suelos cerca de depósitos geológicos ricos en arsénico, cerca de algunas minas y fundiciones, o en áreas agrícolas donde se usaron plaguicidas con arsénico en el pasado, pueden tener niveles de arsénico mucho más altos. Generalmente, la concentración de arsénico en agua de superficie o subterránea es aproximadamente 1 parte de arsénico por billón de partes de agua (1 ppb), pero puede exceder 1,000 ppb en áreas de minería o donde los niveles de arsénico en el suelo son naturalmente elevados. Generalmente, el agua subterránea contiene niveles de arsénico más altos que el agua de superficie.

Los niveles de arsénico en el aire generalmente varían entre menos de 1 nanogramo (1 nanogramo es la billonésima parte de 1 gramo) hasta cerca de 2,000 nanogramos de arsénico por metro cúbico de aire (menos de 1 hasta 2,000 ng/m³), dependiendo de la localidad, las condiciones climáticas y el nivel de actividad industrial en el área. Sin embargo, los niveles de arsénico en áreas urbanas generalmente varían entre 20 y 30 ng/m³.

Normalmente, cantidades pequeñas de arsénico entran al cuerpo en el aire que usted respira, el agua que bebe y los alimentos que come. De estas fuentes, los alimentos son la fuente principal de arsénico. La fuente principal de arsénico en la dieta son los mariscos, seguidos por el arroz/cereales de arroz, hongos y aves de corral. Aunque los mariscos contienen la cantidad de arsénico más alta, el arsénico en peces y mariscos está principalmente en una forma orgánica llamada arsenobetaína, la cual es mucho menos peligrosa. Algunas algas marinas pueden contener formas inorgánicas de arsénico que pueden ser más peligrosas. Los niños generalmente ingieren pequeñas cantidades de polvo o tierra diariamente, lo que constituye otra manera de exposición al arsénico. La cantidad total de arsénico que entra al cuerpo a través de estas fuentes es aproximadamente 50 microgramos (1 microgramo es la millonésima parte de 1 gramo) al día. El nivel de arsénico inorgánico (la forma potencialmente más peligrosa) que entra al cuerpo desde estas fuentes es aproximadamente 3.5 microgramos al día.

Además de los niveles normales de arsénico en el aire, el agua, el suelo y los alimentos, usted podría estar expuesto a niveles más altos de las siguientes maneras:

Ciertas áreas del municipio de El Alto tienen niveles de arsénico naturales en rocas excepcionalmente altos, lo que puede producir niveles de arsénico excepcionalmente altos en el suelo o el agua. Si usted vive en un área como esta, puede ingerir niveles altos de arsénico en el agua potable. Los niños pueden ingerir arsénico si comen tierra o se llevan las manos a la boca.

Algunos sitios de desechos peligrosos contienen cantidades altas de arsénico. Si el material no se ha almacenado en forma apropiada, puede pasar al agua, al aire o al suelo de los alrededores.

En el pasado, varios tipos de productos para uso doméstico (veneno para ratas, herbicidas, ciertos tipos de medicamentos) contenían arsénico. Sin embargo, la mayoría de estos usos han terminado, de manera que hoy en día la exposición a través de estos artículos domésticos es poco probable.

3.2.2. Cadmio

El cadmio (como óxido, cloruro o sulfato) se encuentra en el aire en forma de partículas o vapores (proveniente de procesos de alta temperatura). Puede ser transportado largas distancias en la atmósfera para ser depositado (húmedo o seco) sobre la superficie del suelo o del agua.

La mayor parte del cadmio que entra al cuerpo va a los riñones y al hígado y puede permanecer allí durante años. Una pequeña cantidad de cadmio que entra al cuerpo es eliminada lentamente en la orina y las heces.

El cuerpo puede transformar a la mayor parte del cadmio a una forma que no es perjudicial, sin embargo, demasiado cadmio puede sobrecargar la capacidad del hígado y los riñones para transformar el cadmio a la forma menos dañina.

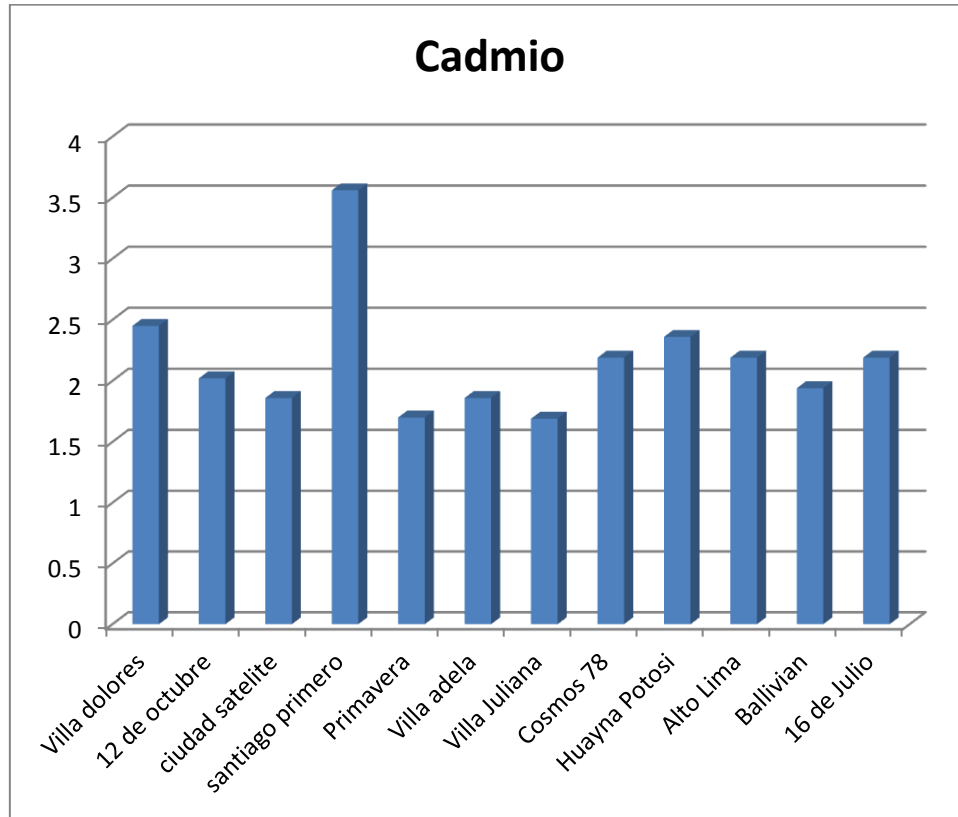


Figura 11. Concentración de Cadmio en las diferentes zonas de la ciudad de El Alto.

Por otro lado cerca de 5–50% del cadmio que respiramos entrará al cuerpo a través de los pulmones. Observándose una cantidad mínima de cadmio en los alimentos y el agua (cerca de 1–10%) entrará al cuerpo a través del tubo digestivo. Por otro lado si no consumimos suficiente hierro u otros elementos nutritivos en la dieta, es probable que absorba más cadmio de la dieta que lo normal. Casi nada de cadmio entra al cuerpo a través de la piel, sin embargo la inhalación es una ruta importante de exposición al cadmio para personas que viven cerca de industrias que liberan cadmio tal como ocurre en algunas zonas del Municipio de El Alto, donde durante los últimos años se va promocionando la industria como la principal actividad de

desarrollo económico y donde se observa un crecimiento vehicular superando la oferta de transporte en algunas horas del día, lo que contribuye significativamente en la concentración de este metal.

3.2.3. Plomo

El plomo es un metal gris-azulado que ocurre naturalmente en pequeñas cantidades en la corteza terrestre. El plomo se encuentra ampliamente distribuido en el ambiente. La mayor parte proviene de actividades como la minería, manufactura industrial y de quemar combustibles fósiles.

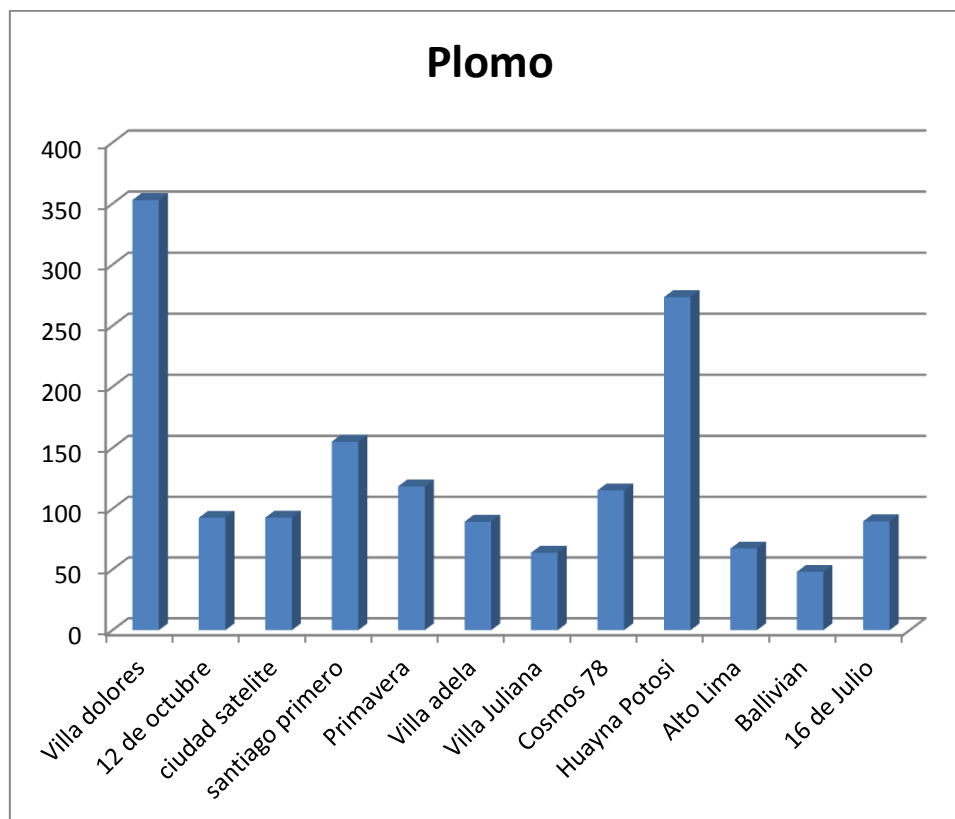


Figura 12. Concentración de Plomo en las diferentes zonas de la ciudad de El Alto.

El plomo tiene muchos usos diferentes. Se usa en la fabricación de baterías, municiones, productos de metal (soldaduras y cañerías) y en láminas de protección

contra los rayos X. Debido a Inquietudes sobre salud pública, la cantidad de plomo en pinturas y cerámicas y en materiales para soldar se ha reducido considerablemente en los últimos años. El uso del plomo como aditivo para gasolina se prohibió el año 1996 en Estados Unidos, sin embargo aun se encuentra presente en el combustible que en Bolivia se consume, contribuyendo en gran manera a la contaminación atmosférica por este metaloide, sin embargo es de conocer las políticas de promoción sobre el uso de GNV que contribuiría a la reducción de plomo por uso de combustible.

El plomo no se degrada, pero los compuestos de plomo son transformados por la luz natural, el aire y el agua, cuando se libera plomo al aire, puede moverse largas distancias antes de depositarse en el suelo, una vez que cae al suelo, generalmente se adhiere a partículas del suelo.

La movilización del plomo desde el suelo al agua subterránea dependerá del tipo de compuesto de plomo y de las características del suelo.

Las formas de contaminación con plomo generalmente se dan por:

Comer alimentos o tomando agua que contiene plomo. En algunas viviendas antiguas, las cañerías de agua pueden tener soldaduras de plomo. El plomo puede pasar al agua, sin embargo como norma de salud pública se prohíbe el uso de cañería galvanizada para el transporte de agua.

Pasando tiempo en áreas donde se han usado pinturas con plomo y que están deteriorándose. Esta pintura en mal estado puede contribuir al polvo de plomo.

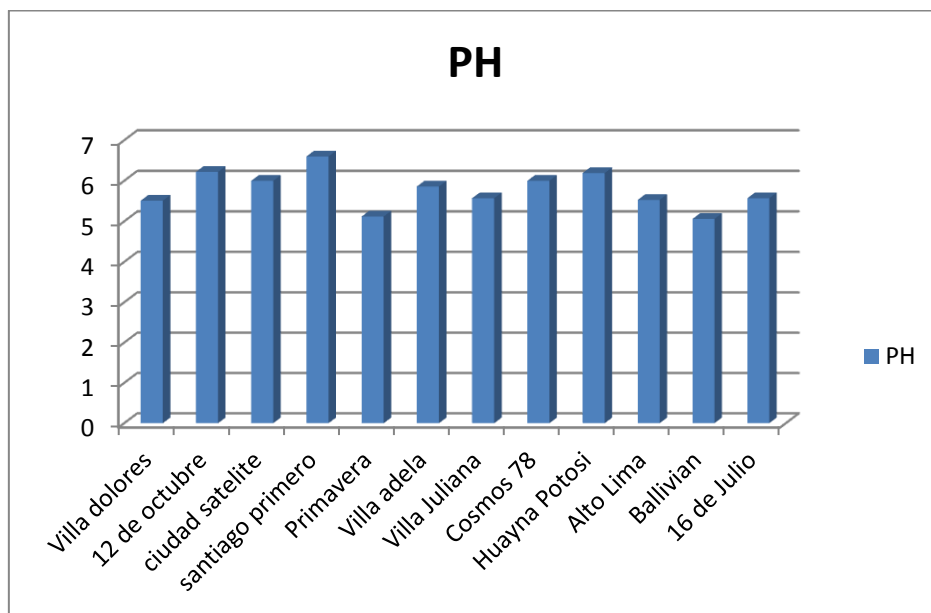
Trabajando en una ocupación en la que se usa plomo o practicando aficiones en las que se usa plomo, por ejemplo, en la manufactura de vidrios de colores.

Usando productos para la salud o remedios caseros que contienen plomo.

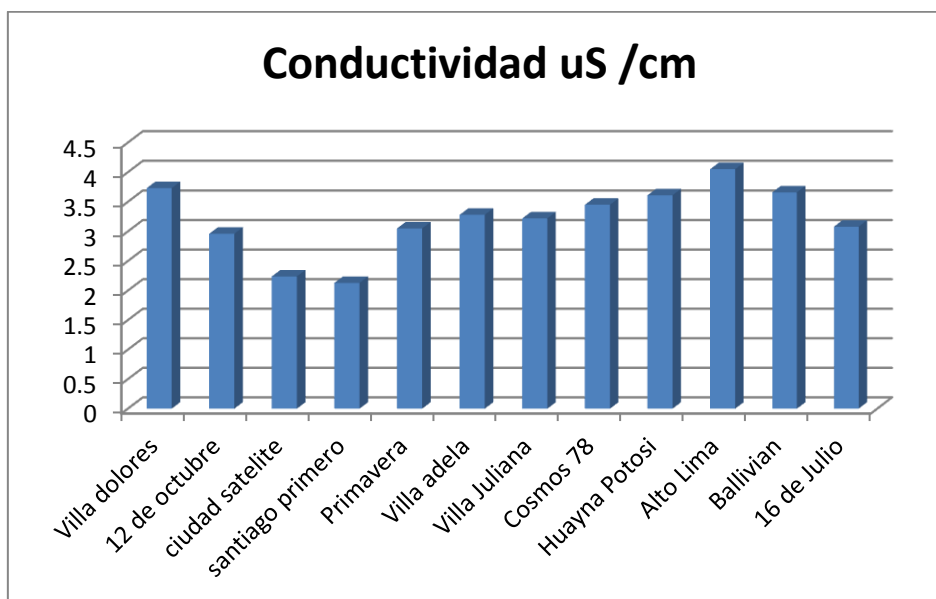
Como podemos observar estas formas de contaminación por plomo son frecuentes en nuestro municipio dado que la industria precaria donde la tecnificación es mínima

exponiendo a familias integras a contaminación debido a que la gran mayoría de empresas son en particular familiares.

3.2.4. pH en solución de polvo colectado



3.2.5. Conductividad eléctrica en solución de polvo colectado



4. SECCION PROPOSITIVA

4.1. Capacitación Ambiental

4.1.1. Área: Organización Interna y Financiación

Objetivo general

Establecer las estructuras de organización que potencien las iniciativas ambientales a todos los niveles de coordinación en el Municipio de El Alto, así como la obtención de recursos económicos para potenciar la educación ambiental.

Meta Estratégica 1

Establecer un puente entre El Municipio de El Alto e instituciones gubernamentales y no gubernamentales.

Propuesta de acción 1

- Crear un Órgano o Departamento Internacional de Educación Ambiental que asuma las siguientes funciones:
- Orientar al Consejo Municipal en el desarrollo de normas ambientales para su posterior aplicación.
- Coordinar la Educación Ambiental de la Institución con los actores municipales.
- Establecer las relaciones y comunicaciones ambientales entre regiones e instituciones internacionales.
- Sustentar la aplicación de este Plan de Educación Ambiental u otros planes ambientales. Estableciendo las líneas generales y dejando espacio a las peculiaridades y necesidades sectoriales.
- Estar atento a los cambios ambientales teniendo en cuenta la justa relación entre el hombre y la naturaleza creada.

- Contar con la presencia de técnicos y personal calificado.
- Mantener un espacio físico donde establecer el Departamento Municipal de Medio Ambiente

Metas Estratégicas 2

Establecer un puente entre las indicaciones de la Dirección de Medio Ambiente y los distritos municipales

Propuesta de acción 2

Utilizar las estructuras organizativas ya existentes, para transmitir los aspectos del Departamento Internacional hacia los distritos.

Establecer el papel de coordinador ambiental dentro del personal encargado de coordinar la Región.

Buscar proyectos de Educación Ambientales subvencionados por municipios o comunidades, para que se puedan desarrollar entre los actores de los diferentes distritos u ONG´s.

Metas Estratégicas 3

Hacer llegar las indicaciones ambientales a los centros educativos del municipio

Propuesta de acción 3

Establecer una estructura organizativa existente, o nueva, para trabajar la Educación Ambiental a nivel de distrito atendiendo a:

Funciones:

- Orientar a la red de centros en lo referente a la Educación Ambiental.
- Crear una comisión que regule y oriente a los centros a ser parte activa en el diálogo con la naturaleza.
- Ofrecer a los colegios información y recursos sobre Educación Ambiental. Opciones jurídicas:
 - Departamento Distrital de Medio Ambiente financiado por el propio municipio.
 - Departamento Distrital de Medio Ambiente financiada por la Institución y centros educativos. Transmite las indicaciones sobre Educación Ambiental a trabajar, ofrece el soporte de recursos y ayuda para la búsqueda de subvenciones de proyectos comunes entre colegios de los diferentes Distritos municipales apoyar a los centros educativos a solicitar subvenciones para adquirir tecnología limpia, laboratorios, bombillas, paneles, etc.-).
- Coadyuvar a las ONG ambientalistas existentes en los diferentes distritos, promocionando proyectos de Educación Ambiental en los colegios del distrito y en otros colegios en áreas más desfavorecidas. Financiación a través de la búsqueda de ayudas económicas del Estado y donaciones.
- Crear una empresa sin ánimo de lucro en el distrito, o utilizar las ya existentes, para establecer una vía de oportunidad y rentabilidad económica a través de la Educación Ambiental en los colegios.

Establecer un proyecto de Educación Ambiental a nivel distrital, con un marco común, según las indicaciones internacionales-regionales, para que cada centro lo adapte según su realidad.

Apoyar, a través de los beneficios obtenidos por la actividad económica ambiental, otros proyectos y/o acciones de misión educativa en los propios centros educativos, u otros centros, que fomenten las pedagogías del Desarrollo Sostenible (paz, justicia, tolerancia, etc.).

Meta Estratégica 4

Organismos Escolares.

Propuesta de acción 4

Implantación de comités medioambientales en todos los colegios, para que atiendan las indicaciones sobre Educación Ambiental propuestas por el Distrito, subdelegaciones, redes educativas o propias del mismo centro.

Establecer una partida presupuestaria del centro educativo para profundizar en acciones sobre Educación Ambiental.

4.1.2. Área: Formación

Objetivo general

El objetivo es que todos los actores se interioricen en la problemática y la ética ambiental, con el objetivo de que sus decisiones y actitudes recaigan en la educación de los/as alumnos/as

Meta estratégica

Potenciar la Educación Ambiental en todos los actores de la Institución.

Propuesta de acción

Introducir la problemática y ética ambiental en la formación inicial y permanente.

Desarrollar cursos básicos y específicos en materia de medioambiente.

Impartir cursos básicos y específicos sobre medioambiente dirigido a directores y jefes de estudio de los colegios, a las personas de todos los departamentos que se integren en el colegio.

Realizar cursos sobre Educación Ambiental dirigida al personal de administración y servicios de los centros educativos.

Fomentar en las asociaciones de padres/madres y antiguos/as alumnos/as el conocimiento de la Educación Ambiental a través de cursos, charlas, conferencias, etc.

Establecer cursos sobre las nuevas tecnologías de la información y comunicación a todos los agentes de desarrollo educativo, de modo que consigan ser autodidactas para la búsqueda de información y formación en la Educación Ambiental.

Potenciar cursos de Educación Ambiental On-line.

Datos informativos

Nombre de la propuesta: Guía didáctica "Talleres prácticos de intercomunicación" para la educación ambiental en los Centros de Educación Básica Fiscales del área urbana de El Municipio de El Alto.

Institución ejecutora: Gobierno Autónomo Municipal de El Alto. Tipo de Organización: De derecho

Responsables: Dirección de Medio Ambiente.

Dirección: Av. Plaza Satélite.

Beneficiarios:

Directos: 90 niños y niñas de cuarto de secundaria.

Indirectos: Autoridades, docentes y padres de familia.

Ubicación:

País: Bolivia

Provincia: Murillo

Municipio: El Alto

Distrito: 3 Urbano

Urbanización Villa Adela

Localización: Centros educativos fiscales urbanos de El Alto Martín Cárdenas, Jesús de Nazaret y Fe y Alegría.

Tiempo estimado para la ejecución: La ejecución del proyecto tiene una duración de seis meses.

Equipo técnico responsable:

Investigador:

Costo: 300 \$ Sus. Dólares Análisis de la situación actual.

Villa Adela la urbanización que ha sido escogida para la presente investigación, está situado en la parte sur de El Municipio de el Alto, a una distancia de 28 kilómetros de la Sede de Gobierno.

El área de estudio cuenta con 12.000 habitantes aproximadamente los cuales viven en el casco urbano. La Urbanización cuenta con una cobertura global promedio de agua tratada del 95%.

A nivel urbano la provisión de agua la realiza la EPSA Estatal, mientras que en el área rural lo realizan las juntas Administradoras de Agua. El servicio de alcantarillado está a cargo del EPSA Estatal y tiene una cobertura del 95% para la zona urbana, mientras que para la zona rural la cobertura desciende a niveles menores al 40%; en algunos casos existen esfuerzos de organizaciones no gubernamentales de provisión del servicio. El servicio de recolección de basura, se realiza en el casco central servicio prestado por la empresa TREBOL, a través de contrato rubricado por el municipio; luego los desechos son arrojados a un botadero a cielo abierto ubicado

en el sector de Villa Ingenio a un kilómetro del Municipio zona norte; mientras que las aguas residuales son tratadas en la planta de Puchucollo y en otras descargadas al río seco.

Actualmente la Urbanización Villa Adela no cuenta con infraestructura turística desarrollada, ya que no existen agencias de viajes ni servicios de alojamiento; tampoco servicios turísticos, locales especializados como discotecas, pero si restaurantes en el casco central, así como bares karaoke y Alojamientos.

Para prestación de servicios de recreación, diversión y esparcimiento únicamente existen salones privados que se usa para recepciones y bailes. El servicio de transporte es cubierto por las diferentes empresas sindicales. Como servicios financieros existen las cooperativas de ahorro y crédito y bancos.

Antecedentes de la propuesta:

Los niños y niñas de las escuelas fiscales urbanas si bien tienen una serie de prácticas propicias hacia el Ambiente y además son partícipes de un proceso educativo acorde a uno de los ejes transversales de Sumaj kamaña, les gustaría que la información recibida sea más dinámica y atractiva, que les genere interés por aprender y de esta manera poder llegar con el mensaje a sus hogares. El deseo de la población estudiantil según el estudio realizado refleja que están dispuestos a que se originen nuevas estrategias didácticas de enseñanza ambiental a través de actividades lúdicas en especial como: juegos, dinámicas, bailes, murales, entre otros, y la generación de espacios de comunicación a través del uso de medios alternativos como: títeres o pintura entre otros.

Es de suma importancia considerar que los medios de enseñanza como la computadora, televisión, actividades lúdicas, entre otros son fuentes pedagógicas que compiten entre sí, pero que siempre apuntan al mismo objetivo que es enseñar, pero en base a lo investigado se pretende impulsar estrategias didácticas para atraer

la atención de los estudiantes por aprender la importancia del medioambiente y su cuidado. Por tal motivo es muy importante vincular a todos los medios dinámicos en el proceso educativo; sin embargo, mucho mejor sería generar medios en los cuales los protagonistas sean los niños sin dejar de lado los beneficios para el resto de la comunidad educativa como es su propia interacción e investigación en torno al tema ambiental. Por estos motivos los docentes también necesitan tener una herramienta que les guíe en este proceso de enseñanza – aprendizaje de la educación ambiental, para lo cual se pretende diseñar una guía didáctica práctica que permita a los docentes impulsar actividades prácticas para trabajar con los estudiantes y atraer su atención hacia el mensaje que se pretende impartir.

Justificación de la propuesta El principal interés de esta propuesta es que los estudiantes progresen positivamente en el desarrollo integral de su personalidad frente al cuidado y protección ambiental en función de sus capacidades y demás circunstancias individuales, además de que logren los aprendizajes dictados en la institución educativa sobre contenidos ambientales, ya que de la guía establecida de acuerdo con las directrices de la propuesta, está basada en ayudar a los docentes a conocer su importancia y beneficios futuros de la educación ambiental. La importancia radica en la realización de múltiples tareas: programar la actuación del docente en la participación activa de las actividades propuestas, coordinar su actuación con los demás interesados del tema (padres de familia), realizar las actividades de enseñanza propiamente dichas en la guía con los estudiantes, contactar periódicamente con las familias, para observar la evolución con respecto al tema planteado, La originalidad de todas estas actividades, están en las actividades lúdicas propuestas en la guía didáctica, ya que son de fácil manejo y contienen actividades que motivan a los estudiantes a la práctica de los contenidos aprendidos y de esta manera llegar con el mensaje a las familias y población que los rodea. La presente propuesta es factible ejecutarla porque se cuenta con la predisposición de la comunidad educativa; considerando que se puede aplicar en la práctica pedagógica con facilidad y pudiendo ser contextualizada y nutrida con la experiencia y sapiencia de los docentes que la pondrán en práctica, así como la apertura de los

estudiantes a integrarse en este proceso. Se considera que los beneficiarios directos serán los estudiantes de las instituciones al igual que sus docentes; e indirectamente toda la Comunidad Educativa de la urbanización Villa Adela, cuando los estudiantes en formación se transformen en hombres crítico-propositivos sobre el tema ambiental al servicio de la comunidad.

Objetivos de la propuesta General:

Elaborar una guía didáctica práctica "Talleres prácticos de intercomunicación" para la educación ambiental en los Centros de Educación Básica Fiscales del área urbana de la urbanización Villa Adela.

Objetivos específicos

- Diseñar una Guía Práctica para impulsar el tema de educación ambiental en los Centros de Educación Fiscales del área urbana de la Urbanización Villa Adela municipio de El Alto.
- Socializar la Guía Práctica para impulsar el tema de educación ambiental en los Centros de Educación Fiscales.
- Aplicar la Guía Práctica para impulsar el tema de educación ambiental en los Centros de Educación Fiscales.

Análisis de Factibilidad

La propuesta planteada es factible ya que se ha considerado todos los aspectos que tienen relación con el problema, con la finalidad de dar una solución eficaz y que puede ser aplicada en la realidad que viven los centros educativos urbanos del de la urbanización Villa Adela. Además en la sociedad es donde se desarrolla el tipo de

relación que se mantiene con el Ambiente, por ello la razón social para llevar a cabo esta propuesta es que los niños y jóvenes participen en procesos de comunicación activas como lo son las actividades lúdicas, los cuales fomenten el desarrollo de su conciencia ambiental para que sea duradera.

En el área de la comunicación este tema es de aporte, debido a que con las técnicas y productos comunicacionales a compartir se puede llegar al colectivo educativo e incluso a la misma población a futuro, ya que si los estudiantes se involucran en el tema son ellos mismo quienes transmitirán el mensaje a sus amigos, familia y sociedad en general.

Lo esperado es que los mensajes se asimilen para que así se generen acciones positivas en favor del Ambiente. En lo cultural, es necesario y fundamental que sólo con un seguimiento de la enseñanza que los estudiantes reciben, se puede crear una cultura de respeto al Ambiente, claro está la complejidad de cambiar paradigmas mentales, pero es necesario no detenerse, sino educar, informar, de paso entretener y así generar en los niños y jóvenes actitudes positivas en favor del mundo en el que habitan.

Fundamentación Conceptual

El material didáctico se refiere a aquellos medios y recursos que facilitan la enseñanza y el aprendizaje, dentro de un contexto educativo, estimulando la función de los sentidos para acceder de manera fácil a la adquisición de conceptos habilidades, actitudes o destrezas, es ahí donde lo primordial se basa en cómo llegar con el mensaje a los estudiantes, ya que existe un sin número de materiales didácticos pero que no necesariamente pueden ser los adecuados para llegar con el mensaje como es la educación ambiental, ya que en la actualidad la educación es más dinámica e interactiva, incluyente y experimental, por lo tanto una guía didáctica con los adecuados materiales y actividades son esenciales para el propósito de la presente propuesta.

Por otra parte se debe tener muy en cuenta para la presente propuesta las principales prácticas nocivas de las personas al medio ambiente, ya que al hablar de prácticas ambientales, se hace referencia a las acciones, tareas o actividades que se realizan a diario, que muchas de las veces se consideran inocentes e intrascendentales pero en masa afectan al ambiente, por lo tanto es muy importante citar las más importantes para el desarrollo de la guía.

Fundamentación Legal Según la Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia 2009:

CAPITULO SEGUNDO

Artículo 8 literal II El Estado se sustenta en los valores de unidad, igualdad, inclusión, dignidad, libertad, solidaridad, reciprocidad, respeto, complementariedad, armonía, transparencia, equilibrio, igualdad de oportunidades, equidad social y de género en la participación, bienestar común, responsabilidad, justicia social, distribución y redistribución de los productos y bienes sociales, para vivir bien.

Artículo 9. Son fines y funciones esenciales del Estado, además de los que establece la Constitución y la ley: numeral 6 que sustenta Promover y garantizar el aprovechamiento responsable y planificado de los recursos naturales, e impulsar su industrialización, a través del desarrollo y del fortalecimiento de la base productiva en sus diferentes dimensiones y niveles, así como la conservación del medio ambiente, para el bienestar de las generaciones actuales y futuras.

CAPÍTULO QUINTO DERECHOS SOCIALES Y ECONÓMICOS

SECCIÓN I DERECHO AL MEDIO AMBIENTE

Artículo 33.

Las personas tienen derecho a un medio ambiente saludable, protegido y equilibrado. El ejercicio de este derecho debe permitir a los individuos y colectividades de las presentes y futuras generaciones, además de otros seres vivos, desarrollarse de manera normal y permanente.

Artículo 34.

Cualquier persona, a título individual o en representación de una colectividad, está facultada para ejercitar las acciones legales en defensa del derecho al medio ambiente, sin perjuicio de la obligación de las instituciones públicas de actuar de oficio frente a los atentados contra el medio ambiente.

CAPÍTULO SÉPTIMO BIODIVERSIDAD, COCA, ÁREAS PROTEGIDAS Y RECURSOS FORESTALES

SECCIÓN I BIODIVERSIDAD

Artículo 380.

- I. Los recursos naturales renovables se aprovecharán de manera sustentable, respetando las características y el valor natural de cada ecosistema.
- II. Para garantizar el equilibrio ecológico, los suelos deberán utilizarse conforme con su capacidad de uso mayor en el marco del proceso de organización del uso y ocupación del espacio, considerando sus características biofísicas, socioeconómicas, culturales y político institucionales. La ley regulará su aplicación.

Artículo 381.

- I. Son patrimonio natural las especies nativas de origen animal y vegetal. El

Estado establecerá las medidas necesarias para su conservación, aprovechamiento y desarrollo.

- II. El Estado protegerá todos los recursos genéticos y microorganismos que se encuentren en los ecosistemas del territorio, así como los conocimientos asociados con su uso y aprovechamiento. Para su protección se establecerá un sistema de registro que salvaguarde su existencia, así como la propiedad intelectual en favor del Estado o de los sujetos sociales locales que la reclamen. Para todos aquellos recursos no registrados, el Estado establecerá los procedimientos para su protección mediante la ley.

Artículo 382.

Es facultad y deber del Estado la defensa, recuperación, protección y repatriación del material biológico proveniente de los recursos naturales, de los conocimientos ancestrales y otros que se originen en el territorio.

Artículo 383.

El Estado establecerá medidas de restricción parcial o total, temporal o permanente, sobre los usos extractivos de los recursos de la biodiversidad. Las medidas estarán orientadas a las necesidades de preservación, conservación, recuperación y restauración de la biodiversidad en riesgo de extinción. Se sancionará penalmente la tenencia, manejo y tráfico ilegal de especies de la biodiversidad.

METODOLOGIA DE INTERVENCION

En función a la propuesta del trabajo metodológicamente se procederá de la siguiente manera:

PRIMERO: Desarrollo de un diagnóstico de la situación actual del medio ambiente y sus involucrados dentro el distrito municipal tres, estableciendo un FODA AMBIENTAL del Distrito, el mismo es un indicador de las alternativas de solución al Medio Ambiente, planteando estrategias de intervención en unidades educativas

donde el principal fin es el de generar una conciencia crítica en los estudiantes en pro de un ambiente saludable y perdurable en el tiempo.

PLAN DE INTERVENCION

El plan de sensibilización establece como grupo meta a estudiantes de tercero y cuarto de secundaria, como agentes de desarrollo ambiental en procura de reducir los efectos principalmente de las prácticas antrópicas en el Medio Ambiente, para el cumplimiento de dicho fin estratégicamente se desarrollan:

CURSOS DE CAPACITACION: eventos que promueven el desarrollo de capacidades cognitivas en temas de medio ambiente, tomando en cuenta temáticas de análisis de la situación actual del medio ambiente, y medidas de mitigación frente a eventos provocados por el Medio ambiente, los talleres en forestación, reciclaje, y producción orgánica dentro los predios de la Unidad Educativa son temas recurrentes generados por las practicas antrópicas.

TALLERES PRACTICOS:

El mismo pretende desarrollar las destrezas de los estudiantes en temas de reciclaje, consumo responsable de alimentos evitando el consumismo el cual se muestra como un hábito innecesario para los estudiantes.

INTERCAMBIO DE EXPERIENCIAS

Experiencias desarrolladas en los municipios de Colquiri se prestan como una estrategia de desarrollo en el ámbito de las mejoras de hábitos en manejo responsable y sostenible de los ambientes y el espacio circundante a la Unidad Educativa el fin de desarrollar dentro el plan de intervención el intercambio de experiencia permite el fortalecimiento de los estudiantes beneficiarios del proyecto ampliando los conocimientos sobre estrategias de uso y reciclajes de lo generado

por **CAMPAÑAS** el compromiso de sensibilizar estratégicamente toma en cuenta actividades de forestación, limpieza y reciclaje bajo las metodologías de aprender haciendo, la metodología permite que los estudiantes posterior a adquirir conocimientos de la importancia del rol de las especies forestales en mitigación del medio ambiente y la salud, así mismo las campañas contemplan el desarrollo de estrategias de limpieza y la no generación de residuos innecesarios (Basura), contribuyendo a la reducción mediante el reciclaje, el mis o que se espera ser una propuesta normada por la urbanización apoyada por instituciones públicas y privadas.

INTERACCION SOCIAL (Padres e hijos)

Todos los procesos permiten integrar a la familia en torno a la problemática ambiental es así que durante el proceso se prevé establecer aulas abiertas las mismas que posibilitaran la integración niño adulto con un objetivo en común el de preservar para las generaciones futuras un ambiente menos contaminado.

EVENTOS DE SENSIBILIZACION

| | Numer o de evento s | UNIDA D | Costo por participante(Bs .) | Número de participante s | Costo Tota (Bs.)I |
|--|--|--------------------|---|---|------------------------------|
| CUROS DE CAPACITACION | 8 | Evento | 5 | 90 | 3600 |
| TALLERES PRACTICOS: INATERCAMBIO S DE EXPERIENCIAS | 5 | Evento | 18 | 90 | 8100 |
| | 2 | Evento | 150 | 90 | 27000 |
| CAMPAÑAS | | | | | 0 |
| Forestación | 1 | GLOBA | | | 5000 |

| | | | | | | |
|--|---|---|------------|--|--|-------|
| | | | L | | | |
| | Limpieza | 1 | GLOBA L | | | 2000 |
| | Reciclaje | 1 | GLOBA L | | | 8000 |
| | INTERACCION SOCIAL (Padres e hijos) | 1 | GLOBA L | | | 1000 |
| | | | | | | 54700 |

CONSULTOR POR PRODUCTO

| | | Pago por Mes (Bs.) | Meses de contrato | Costo total (Bs.) |
|------------|------------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|
| CONSULTOR | 1 Contrato en línea | 6800 | 10 | 68000 |
| EVENTUALES | 3 | 4500 | 6 | 81000 |
| | | | | 149000 |

MATERIALES DE DIFUSION

| | | Cantidad | Unidad | Costo Unitario | Costo Total |
|-----------|-------------------|----------|---------|-------------------|----------------|
| CARTILLAS | | | | | |
| | Forestación | 1000 | Folleto | 5 | 5000 |
| | Medio Ambiente | 1000 | Folleto | 7 | 7000 |
| | Reciclaje | 1000 | Folleto | 5 | 5000 |

| | | | | | |
|------------------------|--|------|---------|-------|-------|
| Especies Forestales | | 1000 | Plantin | 8 | 8000 |
| Basureros | | 50 | Unidad | 230 | 11500 |
| Material de Escritorio | | 1 | Global | 7000 | 7000 |
| Protectores | | 50 | Unidad | 250 | 12500 |
| Chalecos | | 12 | Unidad | 80 | 960 |
| Balones | | 5 | Unidad | 100 | 500 |
| Juegos de Camisetas | | 12 | Juego | 350 | 4200 |
| Premios | | 1 | Global | 10000 | 10000 |
| | | | | | 71660 |

5. SECCION CONCLUSIVA

De las 12 muestras analizadas el promedio general de las concentraciones de los metales pesados analizados fueron: Arsénico 13.89 mg/kg, Cadmio 2.16 mg/kg y Plomo 129.9 mg/kg.

El promedio hallado del Cadmio (13.89 mg/kg) en las muestras analizadas no supera el valor máximo establecido por la OMS (0,3 µg/g), ni el valor máximo permitido según la Farmacopea Europea (0,5 µg/g). Con respecto al Plomo la concentración media determinada (129.9 mg/kg) no supera el valor máximo permitido por la OMS (10 µg/g), ni por la Farmacopea Europea (5 µg/g). El valor medio hallado del Arsénico (0,06 µg/g) no supera el valor máximo permitido por el Codex Alimentarius (0,2 µg/g).

Con respecto a la correlación entre los metales determinada que existe correlación entre el Cadmio y Plomo, Cadmio y Arsénico.

Los resultados nos muestran que las zonas más vulnerables a la contaminación son el Macro Distrito 1 y el Macro Distrito 3, observándose en el caso del MD1 una actividad humana importante al tener una concentración mayor por habitante esto al constituirse en el centro de la ciudad donde la gran mayoría de los habitantes de el alto desarrollan alguna actividad o simplemente se encuentran de paso, esta situación hace que en el lugar el parque automotor sea el principal contaminante.

En cuanto al MD3 la situación es diferente atribuyéndose la contaminación a las actividades industriales y a la presencia de centros mineros.

Escasa son las especies que se establecen en el municipio de El Alto siendo así que la *Acacia melanoxylon* es una de las que mejor se presta al desarrollo del biomonitoreo por su población existente en los catorce distritos municipales de el Alto, sin embargo es necesario concientizar a los estantes y habitantes de la ciudad

de Alto de la importancia de contar con especies diversas , las mismas que pueden ser estratégicamente biomonitoreadas precisando aún más la situación actual del medio ambiente en el municipio de El Alto

La Propuesta de desarrollar procesos participativos de la sociedad civil liderizadas por estudiantes de las unidades educativas de la urbanización Villa Adela permite establecer un centro piloto que mostrando propuestas de desarrollo ambiental permita irradiar al conjunto de la sociedad civil del municipio de El alto la importancia de cuidar el Medio Ambiente.

6. RECOMENDACIONES

En la actualidad en el Municipio de el Alto no se cuenta con estudios o investigaciones sobre la presencia de metales pesados como Arsénico, Cadmio, Níquel, Manganeso, Mercurio y Plomo.

Según esto se recomienda:

Hacer una complementación de la investigación con un muestreo más numeroso relacionando las distintas marcas con los valores encontrados de metales pesados.

Realizar un trazado sobre todo el territorio considerando que el Municipio es un centro industrial donde los procesos industriales carecen de normas de mitigación de los residuos sólidos, líquidos y gaseosos los mismos que son expuesto a al medio ambiente, muestra clara es la contaminación de ríos en el municipio y deposición de solidos industriales en aires de rio.

Contactar o promover otras investigaciones similares para hacer el proyecto nacional o por lo menos regional sobre niveles de metales pesados presentes en el ambiente.

Hacer un análisis relacionando las distintas especies forestales con los niveles de los metales pesados estudiados para evaluar si hay una correlación entre los valores encontrados y la especie forestal.

Realizar el análisis cuantitativo de los metales pesados en estudio sobre el tiempo de desarrollo de la especie forestal.

7. BIBLIOGRAFÍA CITADA.

Anze, R. 1993b .Indicadores de contaminación atmosférica en la ciudad de La Paz Liga de Defensa para el Medio Ambiente LIDEMA.

Bauer de L. y Hernández T. 1986. Contaminación una a amenaza para la Contaminación en México. Colegio de Post graduados. Centro de Fitopatología 1ra. Ed. México.

Calderón, A. 2010 Monitoreo de la calidad del Aire, determinando el dióxido de nitrógeno (NO₂), Ozono Troposférico (O₃) y Material Particulado (PM₁₀) en la ciudad de El Alto.

Canter, L.W. (1998). Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Mac Graw-Hill, Interamericana de España, S.A.U. Madrid

Dirección de Medio Ambiente Gobierno Municipal de El Alto (2006). Red de Monitoreo de la Calidad del Aire.

García, E. 1991 Flora de la ciudad de La Paz. in Forno, E y Baudoin, M (eds) Historia Natural de un valle en Los Andes: La Paz pp 151-168 Instituto de Ecología UMSA La Paz

Gast, F. y Ayala A. 1992 Bioindicación para el control Ambiental, Contaminación Ambiental N 23: 48-57 Universidad Pontificia Bolivariana CIDI Colombia

Salm, H. y Surco J. 1995 Contaminación por plomo en la ciudad de La Paz. Revista Boliviana de QWuimica 12 (1) 23 - 29

Steubing, L. y Fangmier, A. (1992). Pflanzenökologisches Praktikum: Gelände – und Laborpraktikum der terrestrischen Pflanzenökologie. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer

Steubing L. y KUnze Ch. 1980 Pflanzenökologische Experimente zur Umweltverschmutzung Biologische Arbeitsbücher 11. Heidelberg: Quelle und Meyer, 124 p.

Stocker, H. y SeagerS. 1981 Química Ambiental. Contaminación del aire y del agua. Editorial Blume. Barcelona.

Swisscontact (2006). Red de Monitoreo de la calidad del aire Bolivia.

Pinto R. 2000 Biomonitorio de Contaminación Atmosférica en la ciudad de La Paz 102 p.

Plan de Desarrollo Municipal, 2008. Diagnostico PDM Suma Qamaña El Alto 2007-2011.

Quadri G. y Sánchez, L. 1994 La ciudad de México y la Contaminación Atmosférica LIMUSA, S.A. 2da ed. México.

Wetzenfeld, H. 1985 Evaluación rápida de fuentes de contaminación ambiental. Experiencia en América Latina par emisiones de aire. Contaminación Ambiental N 15 Año8:18= 22 Universidad Pontificia de Bolivariana CIDI Colombia.

Zaballa, M. 1999 Contaminación atmosférica en la ciudad de La Paz por deposición de polvo y metales pesados. Su distribución por el sistema de vientos locales. Tesis de Licenciatura UMSA La Paz 136 p.



Ciudad Satélite D-1



Puente Bolivia D-3



Recojo de muestras en campo



Pesado de muestras



Lavado de hojas



Ciudad Satélite D-1



Secado de muestras



Determinación de presencia de Pb Cd As –
Lab. De Química UMSA

