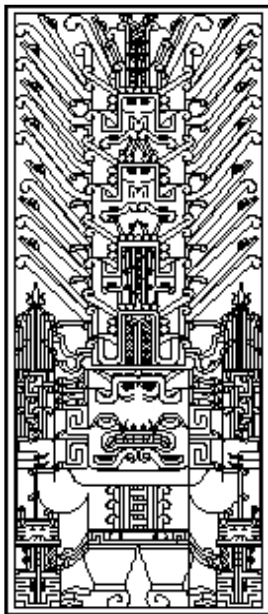


UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**“NIVELES DE PLOMO EN LOS SUELOS DE LA URBANIZACIÓN
PRIMAVERA, DISTRITO DE EL AGUSTINO”**

Presentado por:

BACHILLER BELLIDO VICENTE, JESÚS VIDAL

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

LIMA - PERÚ

2018

DEDICATORIA

A Dios, por la bendición de darme una familia maravillosa. A mis Padres, César Bellido Acuña y Aida Vicente Armas, por ser mi ejemplo, guía y apoyo incondicional durante toda mi vida. Los Amo.

A mis Amigos, Ingrid, Rosselyn, Marelyn, Javier, Davis, Noé y José por su confianza, consejos y sobre todo por su invaluable amistad, siempre los tendré presentes en mi corazón.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme brindado la fortaleza y haberme guiado a lo largo de mi vida, a mis padres, César y Aida por los valores inculcados y su apoyo incondicional en todo momento.

A la Universidad Nacional Federico Villareal, por todos los conocimientos, enseñanzas y gratas experiencias adquiridas en sus aulas.

A los vecinos de la Urbanización Primavera, por la información y los permisos brindados.

A mi Asesor, Mg César Muñoz Ortega, por su amistad, confianza, dedicación, paciencia y enseñanzas, gracias Maestro.

Al Ing. Omar Vásquez Aranda, por su apoyo metodológico en las actividades de laboratorio.

A mis informantes y jurados de tesis, por las recomendaciones y consejos brindados para la culminación de la presente tesis.

A mis amigos Javier, Rosselyn, Davis e Ingrid, por los trabajos, viajes e inolvidables momentos vividos en nuestra vida universitaria. A José, Noé y Marelyn, amigos de la infancia, por las experiencias vividas desde que nacimos. Gracias por enseñarme el verdadero valor de la amistad.

Para todos ellos, muchísimas gracias, que Dios los bendiga siempre.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo general determinar los niveles de plomo en los suelos de la Urbanización Primavera, del distrito de El Agustino. Sus objetivos específicos son: Cuantificar el aporte de plomo en el suelo proveniente de los contaminantes sólidos sedimentables, determinar la concentración de plomo en los suelos y analizar las concentraciones de plomo obtenidas comparándolas con parámetros y normativas nacionales e internacionales.

La metodología utilizada para la determinación de contaminantes sólidos sedimentables fue el método pasivo de placas receptoras, asimismo para la toma de muestras de suelos se utilizó la metodología establecida en la guía para el muestreo de suelos del Ministerio del Ambiente y para determinar las concentraciones de plomo en el suelo y en contaminantes sólidos sedimentables, el método empleado fue el de espectrofotometría de absorción atómica en laboratorio.

Como resultado se obtuvo la concentración de plomo en los suelos de la Urbanización Primavera obteniéndose para la estación de Invierno un valor promedio de 104.2 mg/kg, superando en 14 puntos el Valor guía establecido por la OMS (25 mg/kg) y en 5 el Estándar nacional de calidad ambiental para suelos (140 mg/kg) y para la estación de Primavera un valor promedio de 84.07 mg/kg, superando en 13 puntos de muestreo el Valor guía de la OMS y en 1 el Estándar nacional de calidad ambiental para suelos (140 mg/kg).

Palabras Clave: Plomo, Suelo, Contaminantes sólidos sedimentables, Contaminación del suelo, toxicidad.

ABSTRACT

The main objective of the present investigation was to determine the lead levels in the soils of the Urbanización Primavera, in the district of El Agustino. Its specific objectives are: quantify the contribution of lead in the soil coming from solid sedimentable contaminants, determine the concentration of lead in soils and analyze the concentrations of lead obtained by comparing them with national and international parameters and regulations.

The methodology used for the determination of solid sedimentable contaminants was the passive method of receiving plates, and for the sampling of soils, the methodology established in the Guide for Soil Sampling of the Ministry of the Environment was used to determine the concentrations of lead in the soil and solid sedimentable contaminants, the method used was the atomic absorption spectrophotometry in the laboratory.

As a result, the concentration of lead in the soils of the Urbanization Primavera was obtained, obtaining an average value of 104.2 mg/kg for the winter season, exceeding by 14 points the Guide Value established by the WHO (25 mg/kg) and in 5 the National Standard of Environmental Quality for Soils (140 mg/kg) and for the Spring season an average value of 84.07 mg/kg, surpassing in 13 sampling points the Guide Value of the WHO and in 1 the National Standard of Environmental Quality for Soils (140 mg/kg).

Keywords: Lead, Soil, Solid sedimentable contaminants, Soil contamination, toxicity.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
RESUMEN.....	4
ABSTRACT.....	5
ÍNDICE GENERAL.....	6
ÍNDICE DE TABLAS.....	10
ÍNDICE DE CUADROS.....	13
ÍNDICE DE FIGURAS.....	13
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	16
ÍNDICE DE ECUACIONES	17
INTRODUCCIÓN.....	18
CAPITULO I: ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	21
1. ANTECEDENTES	21
1.1. NACIONALES.....	21
1.2. INTERNACIONALES	26
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	31
2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	31
2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	33
3. OBJETIVOS.....	34
3.1. OBJETIVO GENERAL	34
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	34

4.	HIPÓTESIS	34
5.	VARIABLES	34
6.	JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	35
6.1.	JUSTIFICACIÓN.....	35
6.2.	IMPORTANCIA.....	36
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....		38
2.1.	BASES TEÓRICAS	38
2.1.1.	PLOMO EN EL PERÚ.....	38
2.1.2.	FUENTES DE CONTAMINACIÓN.....	39
2.1.3.	PLOMO Y EL AMBIENTE.....	44
2.1.4.	GRUPOS DE RIESGO	52
2.1.5.	TOXICOCINÉTICA.....	55
2.1.6.	TOXICODINÁMICA	57
2.1.7.	MANIFESTACIONES CLÍNICAS.....	58
2.1.8.	EFFECTOS EN LA SALUD	59
2.2.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	62
2.2.1.	PLOMO.....	62
2.2.2.	SUELO	63
2.2.3.	TEXTURA DEL SUELO	64
2.2.4.	CALIDAD DE SUELOS.....	64
2.2.5.	CONTAMINANTE.....	65
2.2.6.	BIOACUMULACIÓN	65
2.2.7.	PARÁMETRO.....	66

2.2.8.	SUELO CONTAMINADO.....	66
2.2.9.	SUELO RESIDENCIAL/PARQUES	66
2.2.10.	PUNTO DE MUESTREO	66
2.2.11.	MUESTRA SIMPLE	66
2.2.12.	MUESTRA COMPUESTA	67
2.2.13.	CONTAMINANTES SÓLIDOS SEDIMENTABLES	67
2.2.14.	ESTÁNDAR DE CALIDAD AMBIENTAL.....	68
2.3.	MARCO LEGAL.....	68
2.3.1.	NORMATIVA NACIONAL	68
2.3.2.	NORMATIVA INTERNACIONAL.....	71
CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS		76
3.1.	MATERIALES	76
3.2.	METODOLOGÍA Y MÉTODOS	82
3.2.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	82
3.2.2.	DISEÑO	83
3.2.3.	TEMPORALIDAD	83
3.2.4.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	84
3.2.5.	METODOLOGÍA	86
CAPITULO IV: DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....		108
4.1.	SITUACIÓN GENERAL DEL DISTRITO.....	108
4.1.1.	HISTORIA DEL DISTRITO.....	108
4.1.2.	UBICACIÓN DEL DISTRITO.....	108
4.1.3.	LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	109

4.1.4.	ACCESIBILIDAD.....	109
4.2.	ASPECTO FÍSICO	110
4.2.1.	CLIMA.....	110
4.2.2.	HIDROLOGÍA	118
4.2.3.	GEOMORFOLOGÍA	120
4.2.4.	GEOLOGÍA.....	121
4.2.5.	SUELOS.....	123
4.3.	ASPECTO BIOLÓGICO	126
4.3.1.	ZONAS DE VIDA	126
4.3.2.	COBERTURA VEGETAL.....	128
4.3.3.	FLORA.....	128
4.3.4.	FAUNA.....	129
4.4.	ASPECTO SOCIOECONÓMICO	130
4.4.1.	PERFIL DEMOGRÁFICO.....	130
4.4.2.	PERFIL DE POBREZA	133
4.4.3.	PERFIL ECONÓMICO	138
4.4.4.	PERFIL DE SALUD.....	144
4.5.	ESTADO AMBIENTAL DEL DISTRITO	146
CAPITULO V: RESULTADOS		149
5.1.	DETERMINACIÓN DE PLOMO EN CONTAMINANTES SÓLIDOS SEDIMENTABLES.....	149
5.2.	DETERMINACIÓN DE PLOMO EN SUELOS.....	160

5.3. COMPARACIÓN CON PARÁMETROS Y NORMATIVAS	
NACIONALES E INTERNACIONALES	168
CAPITULO VI: DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	173
6.1. PLOMO EN CONTAMINANTES SÓLIDOS SEDIMENTABLES	173
6.2. PLOMO EN SUELOS.....	178
CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	185
7.1. CONCLUSIONES	185
7.2. RECOMENDACIONES	187
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	190
ANEXOS	202

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Ránking de producción de plomo por países.....	38
Tabla N° 2: Producción minero – metálica de plomo.....	39
Tabla N° 3: Valor estándar ECA para parámetros orgánicos	70
Tabla N° 4: Valor estándar ECA para parámetros inorgánicos	71
Tabla N° 5: Valor guía para Contaminantes sólidos sedimentables- OMS	72
Tabla N° 6: Valor guía para plomo en suelos establecido por la OMS	72
Tabla N° 7: Guías de calidad de suelo y valores de verificación para el plomo (mg/Kg)	73
Tabla N° 8: Concentraciones de referencia totales (CRt) por tipo de uso de suelo	74
Tabla N° 9: Límites de plomo en suelo establecidos para el uso de suelos residencial...75	

Tabla N° 10: Número mínimo de puntos de muestreo para el muestreo de identificación	85
Tabla N° 11: Profundidad de muestreo según el uso del suelo.....	86
Tabla N° 12: Estación meteorológica	110
Tabla N° 13: Estación campo de marte – Temperatura promedio mensual (°C) 2003-2015.....	111
Tabla N° 14: Estación Campo de marte – Humedad relativa (%) 2003-2015	113
Tabla N° 15: Estación Campo de Marte – Precipitación (mm) 2003-2015	114
Tabla N° 16: Estación Campo de marte – Dirección y velocidad del viento (m/s) 2003-2015.....	116
Tabla N° 17: Información Técnica de Pozos en el distrito de El Agustino - 2011	120
Tabla N° 18: Especies de flora registradas en el área de estudio según categoría de conservación.....	128
Tabla N° 19: Especies de fauna Registradas en el área de estudio según categoría de conservación.....	130
Tabla N° 20: Población por sexo – Distrito de El Agustino	130
Tabla N° 21: Población en grupos quinquenales – Distrito de El Agustino	131
Tabla N° 22: El Agustino – Índice de desarrollo humano 2012	134
Tabla N° 23: El Agustino – Ránking IDH en distritos de Lima Metropolitana.....	134
Tabla N° 24: El Agustino – Población económicamente activa - 2015	139
Tabla N° 25: El Agustino – Distribución de la PEA.....	139
Tabla N° 26: El Agustino – Ocupación principal de la PEA	140
Tabla N° 27: El Agustino – Actividad económica de la PEA	141

Tabla N° 28: El Agustino – Micro y pequeñas empresas según tipo de rubro	143
Tabla N° 29: Equipamiento en salud	145
Tabla N° 30: Enfermedades infectocontagiosas - 2012	145
Tabla N° 31: Población afiliada a algún seguro de salud.....	146
Tabla N° 32: Coordenadas de los Puntos de muestreo de Contaminantes Sólidos sedimentables	149
Tabla N° 33: Peso inicial de las Placas receptoras.....	150
Tabla N° 34: Peso final de las placas receptoras	150
Tabla N° 35: Tabla Resumen – Contaminantes sólidos sedimentables	154
Tabla N° 36: Contaminantes sólidos sedimentables en mg/cm ² /mes	154
Tabla N° 37: Concentración máxima, mínima y promedio de contaminantes Sólidos sedimentables en la Urbanización Primavera	155
Tabla N° 38: Peso de las muestras	156
Tabla N° 39: Peso de la muestra blanco	156
Tabla N° 40: Concentración de plomo en contaminantes sólidos sedimentables obtenida en el espectrofotómetro de absorción atómica	157
Tabla N° 41: Concentración final de plomo en Contaminantes sólidos sedimentables (mg/kg).....	160
Tabla N° 42: Concentración máxima, mínima y promedio de plomo en Contaminantes sólidos sedimentables de la Urbanización Primavera	160
Tabla N° 43: Ubicación de los puntos de muestreo de suelos	161
Tabla N° 44: Concentración de plomo en suelos obtenida en el Espectrofotómetro de absorción atómica.....	162

Tabla N° 45: Concentración de plomo en suelos (mg/kg)	167
Tabla N° 46: Concentración máxima, mínima y promedio de plomo en los suelos de la Urbanización Primavera.....	168
Tabla N° 47: Tabla comparativa entre la concentración de Contaminantes sólidos sedimentables y los límites establecidos por la OMS	169
Tabla N° 48: Tabla comparativa entre las concentraciones de plomo en suelo y la normativa nacional e internacional	170
Tabla N° 49: Comparación con estudios similares realizados a nivel nacional.....	184
Tabla N° 50: Presupuesto de la tesis: Niveles de plomo en los suelos de la Urbanización Primavera, distrito de El Agustino	221

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1: Variables e indicadores.....	34
Cuadro N° 2: Características fisicoquímicas del plomo	63
Cuadro N° 3: Ventajas y desventajas del método de monitoreo pasivo	96

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Fuentes antropogénicas de contaminación.....	52
Figura N° 2: Fuentes comunes de exposición al plomo.....	55
Figura N° 3: Toma de submuestras de suelo.....	87
Figura N° 4: Volumen de submuestras	87
Figura N° 5: Cuarteo de submuestras	88
Figura N° 6: Muestras de suelo rotuladas	88
Figura N° 7: Muestras en vidrios codificados.....	90
Figura N° 8: Secado de muestras	91

Figura N° 9: Tamizado de muestras.....	91
Figura N° 10: Pesado de 1 g de las muestras	92
Figura N° 11: Adición de ácidos.....	92
Figura N° 12: Digestión de muestras	93
Figura N° 13: Adición de agua destilada	93
Figura N° 14: Filtrado de muestras	94
Figura N° 15: Muestras enrazadas	94
Figura N° 16: Lectura en el Espectrofotómetro de absorción atómica	95
Figura N° 17: Placa receptora limpia y codificada	98
Figura N° 18: Placa receptora untada con vaselina anhidra.....	99
Figura N° 19: Pesado de placas receptoras	99
Figura N° 20: Portaplacas	100
Figura N° 21: Placas Receptoras ubicadas en las Casetas	100
Figura N° 22: Placas receptoras con Contaminantes sólidos sedimentables	101
Figura N° 23: Placas receptoras en el laboratorio.....	101
Figura N° 24: Pesado de placas receptoras	102
Figura N° 25: Extracción del material adherido a las placas receptoras.....	104
Figura N° 26: Adición de ácidos.....	104
Figura N° 27: Digestión de muestras	105
Figura N° 28: Adición de agua destilada	105
Figura N° 29: Filtrado de muestras	106
Figura N° 30: Muestras enrazadas	106
Figura N° 31: Lectura de muestras en el Espectrofotómetro de absorción atómica	107

Figura N° 32: Textura en campo mediante el método de la botella.....	125
Figura N° 33: Calicata realizada en la Urbanización Primavera.....	126
Figura N° 34: Parque Primavera	224
Figura N° 35: Áreas verdes frente a la empresa metalúrgica MEPSA S.A. (Parque Dinosaurio).....	224
Figura N° 36: Áreas verdes frente a la empresa metalúrgica MEPSA S.A. (Parque Dinosaurio).....	225
Figura N° 37: Áreas verdes cercanas a la Vía Evitamiento	225
Figura N° 38: Áreas verdes cercanas a la Vía Evitamiento	226
Figura N° 39: Parque los Pinos	226
Figura N° 40: Parque los Pinos	227
Figura N° 41: Presencia de Residuos sólidos en las áreas verdes cercanas a la vía Evitamiento	227
Figura N° 42: Población infantil realizando actividades recreativas en el parque Primavera	228
Figura N° 43: Juegos recreativos en el Parque Dinosaurio.....	228
Figura N° 44: Población infantil realizando actividades recreativas en las áreas verdes frente a la industria metalúrgica MEPSA S.A. (Parque Dinosaurio).....	229
Figura N° 45: Población infantil realizando actividades recreativas en los suelos del Parque Los Pinos.....	229
Figura N° 46: Emisiones de la empresa papelera Trupal S.A.	230
Figura N° 47: Emisiones de la empresa metalúrgica MEPSA S.A.	230

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Uso industrial del plomo - 2013	42
Gráfico N° 2: Temperatura media mensual – Estación Campo de marte	112
Gráfico N° 3: Humedad relativa media mensual – Estación Campo de marte	113
Gráfico N° 4: Precipitación promedio mensual – Estación Campo de marte	115
Gráfico N° 5: Precipitación total anual (mm) – Estación Campo de Marte.....	115
Gráfico N° 6: Rosa de vientos – Estación Campo de marte	117
Gráfico N° 7: Distribución de la Frecuencia de clases de viento.....	117
Gráfico N° 8: Población por sexo – Distrito de El Agustino	131
Gráfico N° 9: Población por sexo – Distrito de El Agustino	132
Gráfico N° 10: Evolución de la pobreza en el Distrito de El Agustino (1999).....	137
Gráfico N° 11: Evolución de la pobreza en el Distrito de El Agustino (2009).....	137
Gráfico N° 12: Evolución de la pobreza en el Distrito de El Agustino (2013).....	138
Gráfico N° 13: Población económicamente activa (PEA) - Distrito de El Agustino - 2015	139
Gráfico N° 14: Distribución de la PEA - El Agustino	139
Gráfico N° 15: El Agustino – Micro y pequeñas empresas según tipo de rubro	144
Gráfico N° 16: Comparación de la cantidad de Contaminantes sólidos sedimentables y los límites establecidos por la OMS – Invierno (Junio - Julio 2017).....	169
Gráfico N° 17: Comparación de la cantidad de Contaminantes sólidos sedimentables y los límites establecidos por la OMS – Primavera (Setiembre - Octubre 2017)	170
Gráfico N° 18: Comparación de la concentración de plomo en suelos para uso residencial/parques y la normativa nacional e internacional – Invierno (Julio 2017)....	171

Gráfico N° 19: Comparación de la concentración de plomo en suelos para uso residencial/parques y la normativa nacional e internacional – Primavera (Octubre 2017)172

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación N° 1: Ecuación para la determinación de la concentración de plomo en suelos89

Ecuación N° 2: Ecuación para la determinación de Contaminantes sólidos sedimentables98

Ecuación N° 3: Ecuación para la Determinación de la Concentración de plomo en los Contaminantes sólidos sedimentables..... 103

INTRODUCCIÓN

El suelo es una mezcla de material vegetal y animal desintegrado (humus y detritos), organismos vivos pequeños, rocas y minerales erosionados incluyendo plantas, animales y bacterias, así como agua y aire. En forma típica, un suelo contiene un 95% de minerales y 5% de materia orgánica, variando estos porcentajes de composición para cada tipo de suelo (Ramírez Camacho, 2009).

Martínez, M. et al. (2005) afirma que la introducción de elementos extraños al suelo o un nivel inusual de uno propio que, por sí mismo o por su efecto sobre los restantes componentes, genera un efecto dañino para los organismos de suelo, sus consumidores o es propenso de transmitirse a otros elementos del ambiente se le denomina contaminación del suelo.

Debido a su elevada toxicidad y a la tendencia a acumularse en los sistemas biológicos, los metales pesados presentes en el ambiente, representan un riesgo para la salud de los seres vivos, siendo el plomo uno de los principales contaminantes, ya que debido a la actividad humana se ha dispersado en los últimos años. Las emisiones provenientes del parque automotor y las operaciones industriales son las principales causantes de las elevadas concentraciones de este elemento en el aire, ocasionando en los seres humanos una intoxicación conocida como saturnismo, siendo la población infantil el principal grupo de riesgo (Beliles, R. P., 1975; Quer-Brossa S., 1983).

La evaluación de los niveles de plomo en los suelos se desarrolla en la Urbanización Primavera, la cual se encuentra rodeada de una zona industrial que presenta fábricas metalúrgicas, papeleras y cementeras, así como de vías de constante congestión vehicular como la vía de Evitamiento, las cuales constituyen fuentes importantes de

contaminación por plomo, a las cuales se encuentran expuestas los pobladores de la zona.

Basado en la problemática se ha realizado un análisis de las concentraciones de plomo en suelos de la Urbanización Primavera en dos estaciones (Invierno y Primavera), estableciéndose 15 puntos de muestreo, para compararlas con normativa nacional e internacional, asimismo se ha cuantificado el aporte de plomo proveniente de los contaminantes sólidos sedimentables en la zona en 6 puntos de muestreo, permitiéndonos conocer la exposición de la población ante este contaminante, evitando riesgos a la salud principalmente en los niños; generando base de datos sobre calidad de suelos en el distrito y además se genera información que servirá de sustento para establecer medidas futuras de remediación de estos suelos.

La tesis consta de siete capítulos: la metodología de la investigación empleada se explica en el CAPITULO I, el CAPÍTULO II describe el marco teórico de la investigación describiendo la relación del plomo con el ambiente, los grupos de riesgo, las fuentes de contaminación, la toxicocinética, los efectos a la salud, la definición de términos básicos y la base legal nacional e internacional referente a este contaminante, el CAPÍTULO III, describe los equipos, materiales, tipo de investigación, diseño, temporalidad, población, muestra y la metodología empleada, en el CAPÍTULO IV, se muestran las características del distrito donde se encuentra ubicado la Urbanización Primavera, tanto en el aspecto físico, biológico y socioeconómico. El CAPÍTULO V, presenta los resultados obtenidos para cada objetivo específico, determinando el aporte de las concentraciones de plomo provenientes de los contaminantes sólidos sedimentables y plomo en suelo, comparando estos resultados con normas nacionales e

internacionales, los cuales en el CAPÍTULO VI, se comparan, discuten y analizan respecto a otras investigaciones realizadas. Por último se detallan las conclusiones y recomendaciones adquiridas en la presente investigación en el CAPÍTULO VII.

CAPITULO I: ASPECTOS METODOLÓGICOS

1. ANTECEDENTES

Existen diversos trabajos mediante los cuales se ha determinado la concentración de plomo en suelos contaminados en zonas urbanas así como rurales. A continuación se describen los principales antecedentes tanto nacionales como internacionales relacionados al tema:

1.1. NACIONALES

- Oriundo Guarda & Robles Gomero (2009) en la tesis titulada “Determinación de Plomo en Suelos debido a la Contaminación por Fábricas Aledañas al Asentamiento Humano Cultura y Progreso del Distrito de Ñaña, Chaclacayo” determinó la concentración de plomo en los suelos y techos de 21 viviendas en el distrito de Chaclacayo, específicamente en el Asentamiento Humano Cultura y Progreso, durante el mes de febrero del 2006. La metodología de muestreo empleada fue la recomendada por la EPA (Environmental Protection Agency) y la de cuantificación de plomo por medio de la espectrofotometría de absorción atómica con horno de grafito. Los resultados indican que el 90.24 % de las muestras analizadas excedieron el valor límite permisible de 25 mg/kg de plomo en suelo determinado por la Organización Mundial de la Salud (OMS).
- Nolasco Macollunco (2001) en la tesis denominada “Determinación de la concentración de Plomo en Suelos de Lima Metropolitana y su Repercusión en la Contaminación Ambiental” determinó la concentración del plomo en suelos de Lima metropolitana durante los meses de noviembre y diciembre de 1999 y enero

del 2000, para lo cual se tomaron un total de 60 muestras divididas en 3 grupos en 20 lugares representativos de Lima Metropolitana. Las muestras fueron elegidas de acuerdo al criterio de mayor afluencia peatonal y vehicular, siendo analizadas en el laboratorio por el método de espectrofotometría de absorción atómica, De acuerdo a los resultados la concentración promedio de plomo es de 553 mg/kg, dicho valor excede el límite máximo permisible establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

- Guerra Pizarro (2015) en el trabajo de investigación “Determinación de Plomo en Suelos del Distrito de San Juan de Lurigancho” determinó la concentración de plomo en suelos del distrito de San Juan de Lurigancho en el periodo de octubre y noviembre del año 2013. El muestreo fue realizado en avenidas de mayor circulación vehicular y con elevada afluencia de público según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, recolectándose 20 muestras en 2 horarios, empleándose para su análisis el método de espectrofotometría de absorción atómica a la llama. Los resultados arrojaron una concentración máxima de plomo de 171 mg/kg, mínima de 53 mg/kg y promedio de 107.3 mg/kg, valor que se encuentra fuera del límite establecido para la Organización Mundial de la Salud (OMS) de 25 mg/kg.
- Castillo Alegría (2010) en el estudio “Evaluación Química Toxicológica de Plomo en Suelos de Lima Metropolitana” realizó la determinación de la concentración en suelos del plomo en el mes de julio del año 2008 en Lima Metropolitana. Las muestras de suelo fueron elegidas por su mayor afluencia peatonal y vehicular,

según la gerencia de Transporte urbano de la Municipalidad Metropolitana en 40 lugares representativos. Se empleo el método de espectrofotometría de absorción atómica, obteniendo una concentración promedio de plomo en suelos de 189.39 mg/kg, dicho valor excede el límite establecido para el plomo en suelos, según la Organización mundial de la salud (25 mg/kg).

- Salazar Yacsavilca (2000) en la tesis “Evaluación de la Toxicidad del Plomo en escolares del Distrito de El Agustino y Ate Vitarte” realizó la determinación de la concentración sanguínea de plomo por el método de espectrofotometría de Absorción Atómica en 131 escolares provenientes de colegios de Educación primaria “C.E.E. N° 127” de El Agustino y “Julio Alberto Ponce Antúnez de Mayolo” de Ate Vitarte, con edades que variaban entre 6 a 14 años de edad durante los meses de Mayo a Noviembre de 1999. Los resultados mostraron 13 escolares con valores cercanos a los máximos permisibles (10 mg/dl), 32 con valores que excedían los límites normales dentro de un rango de 10.5 mg/dl a 15.5 mg/dl en 32 escolares y 86 con valores por debajo de la norma. De las pruebas en hemoglobina que se realizaron en forma paralela se obtuvieron valores dentro de lo normal de (12 g% a 14 g%). En cuanto al rendimiento escolar, los escolares seleccionados con niveles de plomo sanguíneo superiores a 10 mg/dl corresponden a un 81.25% de escolares que representaron un rendimiento de regular a bajo y el 18.75% de la población escolar presentaron un buen rendimiento, concluyendo que el plomo en el organismo afecta en el rendimiento escolar. Los resultados de la evaluación psicológica aplicada a alumnos afectados indicaron que los escolares que presentaron valores normales menores a 10 mg/dl (13) obtuvieron

calificaciones mayores a 15, mientras que aquellos con concentraciones de plomo sanguíneo superiores a 10 mg/dl (32) obtuvieron calificaciones bajas.

- Castro Pillaca & Sobrado Siuce (2010) en la tesis denominada “Detección y Cuantificación de Plomo en Muestras de Sangre Venosa de Escolares de 12 a 17 años de la Urbanización la Primavera del distrito de El Agustino mediante el Método de Espectrofotometría de Absorción Atómica” realizó la determinación de los niveles de plomo en sangre de una población de 40 adolescentes de 12 a 17 años de edad, del colegio “Toribio Rodríguez de Mendoza” ubicado en la Urb. Primavera del distrito de El Agustino, siendo la cercanía geográfica a una empresa metalúrgica el motivo por el cual se desarrollo el estudio. El método para cuantificar el plomo fue el de espectrofotometría de absorción atómica con horno de grafito, por otra parte el dosaje de hemoglobina se realizó por el método de la cianometahemoglobina, obteniéndose los siguientes resultados: una promedio de 2,89 ug/dl de plomo en sangre, este nivel es considerado como normal según la Organización Mundial de la Salud (para adolescentes mayores de 12 años hasta 40 ug/dl) y una media de 12,73 ug/dl para la concentración de hemoglobina.
- Gamero Esparza (2002) en el artículo “Contaminación por Plomo”, el cual es una readaptación del año 2001 sobre un reportaje en el “*Diario ojo*” titulado "Humo y fábricas nos ahogan", denuncia la contaminación por plomo existente en una localidad de la capital, habiéndose analizado 82 muestras de sangre provenientes de escolares de entre 6 y 13 años de edad, 25 presentaron concentración de plomo sanguíneo entre 10,1 y 16,4 ug/dl en sangre, siendo los límites de tolerancia

biológica 40 ug/dl en adultos y 10 ug/dl en niños. Los alumnos con niveles de plomo sanguíneo mayor a 10 mg/dl presentaron diversos síntomas como: dolor de cabeza, cansancio, dificultades para dormir, vómitos, anorexia y tos crónica. Las partículas con contenido de metales son arrastradas por el viento en densas polvaredas que se introducen en las casas y se deposita en las calles, techos, cordeles y principalmente en el organismo de los pobladores a través de la respiración. Asimismo en el artículo se menciona que a pesar de las evidencias, los estudios realizados y el incremento de casos clínicos, sobre todo en la población infantil, esta situación todavía no ha sido resuelta adecuadamente tanto por el estado peruano ni por las empresas responsables.

- «El Agustino, Rímac, Cercado y SJL se estarían contaminando de plomo» (2012) es un artículo que indica que el 05 de junio del 2012, decenas de vecinos en El Agustino protestaban contra la empresa metalúrgica MEPSA S.A., ubicada en la avenida Plácido Jiménez 1051, según la regidora del referido distrito Elvira Torres, esta fábrica productora de acero emite una contaminación ambiental altísima y asegura que según un estudio realizado por el área ambiental del consejo distrital existen niños con 70 ug/dl de plomo en la sangre, así como también que: "Este metal retarda su aprendizaje y les afecta las vías respiratorias. Asimismo señala que esta empresa emana gases tóxicos en las noches, afectándose también a otros distritos cercanos como San Juan de Lurigancho, Rímac y Cercado de Lima, donde habitan aproximadamente casi medio millón de personas".

- Valverde (2015) en la investigación “Estudio de la Calidad de Aire afectada por la actividad industrial en la Urbanización Primavera – Distrito de El Agustino” empleó la investigación pre-experimental tomándose la muestra en el lugar donde la dirección y velocidad del viento hacen confluir los contaminantes emanados por las empresas MEPSA S.A., Concretera UNICON S.A. y Papelera TRUPAL S.A. las cuales se encuentran geográficamente cerca al área de estudio. Los resultados obtenidos del promedio de la velocidad del viento fueron de 4.94 m/s, a su vez las concentraciones de dióxido de azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO), ácido sulfhídrico (H₂S) y plomo (Pb), no excedieron los límites de calidad de aire. Sin embargo, la concentración de material particulado de diámetro menor o igual a 10 micrones (PM10) fue de 293.83 ug/m³, excediendo los Estándares nacionales de calidad ambiental de aire, de acuerdo al D.S. N° 074-2001-PCM, cuyo valor es de 150 ug/m³, concluyendo que las enfermedades respiratorias en la zona de estudio son ocasionadas por la contaminación atmosférica.

1.2. INTERNACIONALES

- Cala & Kunimine (2003) en la tesis denominada “Distribución de Plomo en Suelos Contaminados en el Entorno de una Planta de Reciclaje de Baterías Ácidas” determinó los niveles de concentración de plomo (Pb), cadmio (Cd), cobre (Cu), níquel (Ni) y zinc (Zn) así como la distribución de plomo en suelos de una zona cercana a una planta de reciclaje de baterías ácidas en Madrid (España), teniendo como antecedente la muerte de ganado equino con evidentes síntomas de intoxicación por plomo. Los resultados indicaron que las concentraciones totales

de plomo (5906 a 171 mg/kg) y cadmio (11.0 a 1.58 mg/kg) en suelos disminuyeron con la distancia a la planta en muestras tomadas de 40 a 400 metros respecto a la planta. El estudio de extracción secuencial química puso de manifiesto que en estos suelos el plomo aparece fundamentalmente en fracciones no residuales, representando más del 96 % del contenido total en los suelos más contaminados. La acidificación producida por los vertidos de efluentes ácidos de la planta de reciclaje disminuyó drásticamente el Ph de los suelos afectados (aproximadamente 7.0 a 3.14) produciendo que los contenidos de plomo en la fracción soluble ó intercambiable se eleven llegando a alcanzar el 37 % del contenido total de plomo en el suelo.

- Herrera Flores (2009) en la investigación “Evaluación de la Contaminación por Plomo en Suelos del Cantón sitio del Niño Municipio de San Juan de Opico – Departamento de la Libertad – San Salvador” evaluó la contaminación de plomo en suelos alrededor de una fábrica productora de baterías ubicada en el cantón Sitio del Niño, asimismo se realizó un análisis de las propiedades físicas y químicas del suelo, recolectándose 26 muestras a distancias de 50 a 1500 metros con respecto al centro de la fábrica. Los resultados obtenidos fueron comparados con los límites de plomo de los diferentes organismos internacionales. El método de espectrometría de masas con fuente de plasma de acoplamiento inductivo se empleó para la determinación de plomo en las muestras de suelo. Las concentraciones de plomo obtenidas se encuentran en un rango de 17.7 – 37600 mg/kg, encontrándose que el 76.92 % de las muestras presentaron un contenido de materia orgánica media, presentando la mayoría de las muestras pH neutro. Se

concluyó que debido a la presencia de materia orgánica, el plomo puede estar presente en las primeras capas del suelo neutro, siendo la presencia de plomo en el suelo de esta zona nocivo para la salud y el ambiente.

- De la Peña Cerda (2014) en el estudio “Evaluación de la Concentración de Plomo y Cadmio en Suelos Superficial de Parques y Plazas Públicas, en tres municipios del Área Metropolitana de Monterrey – Nuevo León - México” determinó la concentración de plomo y cadmio en suelos superficiales de plazas y parques públicos de tres municipios del Área Metropolitana de Monterrey correlacionando las técnicas de espectroscopía de absorción atómica (EAA) y espectroscopía de fluorescencia de rayos X portátil (XRF). Se realizaron análisis físicos y químicos adicionales a las muestras, determinándose humedad, pH, cloruros, sulfatos, carbón orgánico, materia orgánica y carbonato de calcio (CaCO_3); además se analizó el coeficiente de correlación de Pearson r y el coeficiente de determinación R^2 para tamaños de partícula menores que 2 mm, 0.250 mm, 0.105 mm, respectivamente. Las concentraciones de plomo y cadmio obtenidas indicaron que uno de los parques públicos excedía la concentración de plomo establecida como concentración de referencia total (CRT) en la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, representando un suelo contaminado.
- Carrasquero Durán (2006) en la trabajo de investigación “Determinación de los niveles de Contaminación con Plomo en los Suelos y Polvo de las Calles de la ciudad de Maracay - Venezuela” determinó los niveles de plomo en suelos y polvos de las calles del casco central de la ciudad de Maracay mediante el proceso

de digestión ácida con agua regia y por espectrofotometría de absorción atómica de llama. Se analizaron un total de 243 muestras superficiales de suelo y 36 de polvo acumulado en calles y aceras de las principales vías de comunicación de la ciudad. Las concentraciones obtenidas de plomo total variaron entre 33 y 11.113 ug/g con un predominio de valores entre 2.000 y 4.000 ug/g, superando así los valores establecidos en algunas regulaciones internacionales. Por otra parte las muestras de polvo de las calles también mostraron elevadas concentraciones del metal pesado, al ser arrastrado por el viento, se dispersa el agente contaminante aumentando el riesgo de exposición a la contaminación. La distribución vertical del plomo en los suelos refleja una alta acumulación en los estratos superficiales que es consistente con un proceso de contaminación de origen antropogénico.

- Llosa, Noriega, Negro de Aguirre, & Kesten (1990) en la investigación “Niveles de Plomo, Cadmio, Zinc y Cobre en Suelos del Área Metropolitana y Suburbana de Buenos Aires” estimaron el grado de contaminación por plomo, cadmio, zinc y cobre en muestras de suelos de las áreas metropolitanas y suburbanas de Buenos Aires situadas en 3 zonas: cercanías de industrias que procesan plomo, zonas de alto tránsito vehicular y sin aparente contaminación industrial y zonas sin aparente contaminación vehicular ni industrial. Mediante el proceso de digestión con ácido nítrico concentrado se determinaron por espectrofotometría de absorción atómica con atomización en la llama de aire – acetileno las concentraciones de estos metales. Los resultados obtenidos indican niveles apreciables de plomo, así como también de zinc.

- Paltan García (2003) en la tesis “Contaminación de Suelo por Partículas Sedimentables de Plomo Inorgánico por Fabricación de Baterías – Guayaquil - Ecuador” realizó un estudio de contaminación del suelo por partículas sedimentables de plomo inorgánico por fabricación de baterías tomando como punto central a la fábrica de Baterías Lux, la cual es la principal fuente de emisión de gases y partículas sedimentables de plomo en un área de 2 kilómetros a la redonda. Asimismo se realizó un estudio de plomo en sangre de individuos que habitan en áreas cercanas y en hojas de plantas de la zona. Los resultados indicaron que la contaminación de plomo en el suelo es mayor a cero kilómetros con 1065.6 mg/kg, a un kilómetro está cantidad baja considerablemente a 250.5 mg/kg, y a 2 kilómetros, la cantidad de plomo en el suelo es 170.8 mg/kg excediendo los límites aceptables para plomo en suelo (no ocupacional) cuyo valor es de 25 mg/kg.
- Tello Atiencia (2015) en la tesis “Evaluación del Riesgo Toxicológico de Plomo y Cadmio en Suelos del Entorno del Parque Industrial de la Ciudad de Cuenca” evaluó el riesgo toxicológico en los suelos de las ciudadelas cercanas a la zona industrial de la ciudad de Cuenca por la presencia de metales pesados (plomo y cadmio), determinándose las concentraciones de estos contaminantes en 5 muestras de suelo recolectadas a diferentes distancias desde 200 a 700 metros de la zona industrial, empleando el método de digestión ácida y absorción atómica; los valores promedio de plomo y cadmio obtenidos fueron comparados con la norma de calidad ambiental de Ecuador y con normas Internacionales. Finalmente se

evaluaron aspectos como: dosis de exposición, tasa de ingesta diaria admisible, riesgo cancerígeno, Pauta de evaluación de medios ambientales (sus siglas en inglés, EMEG) para realizar los cálculos de riesgo toxicológico, dichos valores indicaron riesgo mínimo para la población de niños y la ausencia de riesgo toxicológico para la población de adultos.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El suelo es un cuerpo natural tridimensional, que forma parte de un ecosistema, está formado por humus y derivados, biomasa viva y muerta (componente orgánicos), componentes minerales provenientes de la meteorización de las rocas, gas (aire en el espacio entre los poros), y agua envolviendo partículas y el espacio capilar (Viñas Canals, 2005). Dentro de su composición química están incluidos metales pesados en bajas concentraciones, tales como plomo, arsénico, cadmio, zinc, entre otros, los cuales forman parte del equilibrio para la supervivencia de los seres vivos (Galán Huertos & Romero Baena, 2008). Asimismo son la principal fuente de entrada de micronutrientes en la cadena alimenticia constituyendo el principal medio de acumulación de elementos contaminantes. A nivel global existe una gran preocupación por la degradación del suelo, siendo las actividades industriales las que generan un aporte considerable de metales pesados al suelo tales como la industria minera, industrias de pinturas, industrias metalúrgicas, papeleras, entre otras, las cuales afectan la productividad agrícola, el medio ambiente y sobre otros aspectos económicos y sociales (Ramos Miras, 2002). Es así que, diversas investigaciones señalan que si bien el plomo se presenta de forma natural en el ambiente, no obstante,

las elevadas concentraciones presentes en el ambiente son el resultado de actividades humanas, como: la combustión de petróleo, adición de plomo en la gasolina y ciertos procesos industriales. Los derivados industriales, tales como algunas sales de plomo ingresan al ambiente por medio de las chimeneas de las fábricas o de los tubos de escape de los vehículos, precipitando las partículas grandes en el suelo a su vez las pequeñas se trasladan distancias largas por medio del viento, permaneciendo en la atmósfera, parte de este plomo caerá de nuevo sobre el suelo cuando llueva (Saucedo Plata, 2014). “Diversas instituciones internacionales señalan que el plomo persiste en el suelo durante cientos de años, queda inmóvil en el componente orgánico del suelo, ya que no se disipa, biodegrada ni decae considerándose como una fuente de exposición a largo plazo” (Guerra Pizarro, 2015).

Además es sumamente peligroso para la población infantil, por el alto riesgo de desarrollar daños al sistema nervioso principalmente al cerebro, mientras que en todas las edades hay riesgos de problemas al riñón (Saucedo Plata, 2014).

Según el informe técnico de Estadísticas Ambientales del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), el distrito de el Agustino presenta una alta contaminación por Contaminantes Sólidos Sedimentables alcanzando los 33 T/km², superando 6 veces más lo permitido por la OMS (T/Km²), producido por los vehículos y pequeñas industrias como fundiciones metalúrgicas y cementeras, al ser arrastrados por el viento estos contaminantes son dispersados, acumulándose en los suelos y contribuyendo al aumento de metales pesados en este componente («Distritos siguen afectados por la contaminación», 2016).

Asimismo en junio del 2012, pobladores de la urbanización Primavera protestaron contra la empresa metalúrgica MEPSA S.A., asegurando que según un estudio realizado por el Área Ambiental del Consejo Distrital de El Agustino, existen niños con 70 ug/dl de plomo en sangre, siendo el límite establecido por la OMS - 40 ug/dl en adultos y 10 ug/dl en niños («El Agustino, Rímac, Cercado y SJL se estarían contaminando de plomo», 2012).

Ante esta situación la determinación de los niveles de plomo en la Urbanización Primavera permitirá conocer la exposición de la población ante este contaminante, evitando riesgos a la salud principalmente en los niños; asimismo servirá de base para establecer medidas y futuros proyectos de descontaminación en los suelos de la zona.

2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

2.2.1. PROBLEMA PRINCIPAL

- ¿Cuáles son los niveles de plomo en los suelos de la Urbanización Primavera del distrito de El Agustino?

2.2.2. PROBLEMA SECUNDARIOS

- ¿Cuál es el aporte de plomo en el suelo, proveniente de los contaminantes sólidos sedimentables?
- ¿De qué manera se puede determinar la concentración de plomo en los suelos de la Urbanización Primavera?
- ¿En qué nivel se encuentran las concentraciones de plomo obtenidas en las muestras de suelo, respecto a los parámetros y normativas nacionales e internacionales?

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

- Determinar los niveles de plomo en los suelos de la Urbanización Primavera, del distrito de El Agustino.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Cuantificar el aporte de plomo en el suelo, proveniente de los contaminantes sólidos sedimentables.
- Determinar la concentración de plomo en los suelos de la Urbanización Primavera mediante el método de espectrofotometría de absorción atómica.
- Analizar las concentraciones de plomo obtenidas en las muestras de suelos, comparándolas con parámetros y normativas nacionales e internacionales.

4. HIPÓTESIS

Los suelos de la Urbanización Primavera, del distrito de El Agustino, podrían estar impactados por plomo, como consecuencia de las diversas actividades industriales, el parque automotor y otros factores ambientales, lo cual podría causar impactos negativos en la población local.

5. VARIABLES

Cuadro N° 1: Variables e indicadores

V. Dependiente	V. Independiente	Dimensiones	Indicadores	Materiales Empleados
Niveles de Plomo en los Suelos	Concentración de Plomo	Plomo proveniente de los contaminantes sólidos sedimentables	Área de muestreo (cm ²)	Placas receptoras
			Tiempo de Exposición (días)	---
			Peso de la	Balanza Analítica

V. Dependiente	V. Independiente	Dimensiones	Indicadores	Materiales Empleados
			muestra(g)	
			Volumen a utilizar (l)	Pipetas y Probetas
			Concentración de plomo en la curva (mg/l)	Espectrofotómetro de Absorción Atómica
		Concentración de plomo en suelos	Área de muestreo (cm ²)	Wincha
			Profundidad de muestreo (cm)	Wincha
			Peso de la muestra (g)	Balanza Analítica
	Volumen a utilizar (l)		Pipetas y Probetas	
	Calidad de Suelos		Concentración de plomo en la curva (mg/l)	Espectrofotómetro de Absorción Atómica
			Comparación de las concentraciones de Plomo en suelos con la normativa nacional e internacional	Puntos de muestreo que exceden la normativa nacional e internacional

Fuente: Elaboración Propia

6. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

6.1. JUSTIFICACIÓN

La contaminación del suelo se asocia al ingreso de sustancias que a partir de una cierta concentración se consideran no deseables, constituyendo un riesgo para el ambiente y la salud de las personas. Uno de los mayores contaminantes del suelo son los metales pesados, siendo el plomo uno de los más peligrosos por su toxicidad en los organismos vivos, por lo que el conocimiento de la calidad de los suelos en el medio donde habitamos es de vital importancia. Es por ello que el presente estudio

está enfocado a obtener datos de la concentración de plomo en el suelo de la Urbanización Primavera, considerando su cercanía a actividades industriales (metalúrgicas, cementeras, etc.) y a avenidas con alto tráfico vehicular. Los resultados se comparan con los Estándares de Calidad Ambiental Vigentes y normas internacionales, con la finalidad de conocer si los habitantes de la urbanización, en especial la población infantil pudiesen presentar un riesgo potencial por la exposición al plomo en suelos. Asimismo se pretende contribuir con datos sobre la calidad de los suelos en la zona, información de la que se carece actualmente. Se debe indicar que la presente investigación forma parte de un muestreo de identificación, sirviendo de base para futuros muestreos de detalle (caracterización), a partir de los cuales se determinan técnicas de remediación y posteriormente se determina la eficacia de estas técnicas a través de muestreos de comprobación, con el fin de brindar bienestar a la población y la mejorar la calidad del ambiente.

6.2. IMPORTANCIA

El presente Trabajo de Investigación está dirigido principalmente a los habitantes de la “Urbanización Primavera”, los cuales pueden estar siendo contaminados por plomo (Pb), contribuyendo con información para el diagnóstico de la situación actual a la que se encuentran expuestas.

Asimismo va dirigido a las autoridades de las Municipalidades de El Agustino y Lima Metropolitana, los cuales tienen la capacidad para gestionar, proteger y conservar adecuadamente el ambiente así como la salud de la población en su jurisdicción.

Además, la presente investigación permite brindar información base para programas de sensibilización a las industrias cercanas y a la población local, así como a futuros proyectos de descontaminación de suelos.

Es de vital importancia conocer los niveles de plomo en el ambiente debido a la tendencia que tiene este metal de acumularse en los sistemas biológicos, transfiriéndose entre los diversos componentes del ambiente, y a su elevada toxicidad, , representando un riesgo para la salud de los seres vivos.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. BASES TEÓRICAS

2.1.1. PLOMO EN EL PERÚ

De acuerdo a un estudio publicado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en el año 2012, 1,6 millones de personas podrían estar expuestas a la contaminación por este metal por vivir en un radio de 5 km de una explotación minera activa o cerrada. Se tiene como ejemplo a las emisiones antropogénicas de plomo emanadas de una empresa fundidora en la Oroya las cuales expusieron a la población a este riesgo. En la provincia del Callao, la fuente principal de exposición a este metal pesado, se relacionó por el polvo emanado durante el transporte y depósitos de los minerales. En Cerro de Pasco los niveles de plomo en suelo excedieron en 35 de las 74 ubicaciones sometidas y en Huaral 4 de las 47 ubicaciones superaron el estándar nacional de calidad ambiental para suelos (Ministerio de Salud (MINSA), 2015; Van Geen, Bravo, Gil, Sherpa, & Jack, 2012).

El Perú se encuentra entre los primeros países productores de minerales, con respecto al plomo es el primer productor en latinoamérica y cuarto del mundo, el ránking de producción se muestra en la siguiente tabla (Ministerio de Energía y Minas (MEM), 2013):

Tabla N° 1: Ránking de producción de plomo por países

Mineral	Ránking de producción	
	Latinoamérica	Mundo
Zinc	1	3
Estaño	1	3
Plomo	1	4
Oro	1	6
Plata	2	3

Mineral	Ránking de producción	
	Latinoamérica	Mundo
Cobre	2	3
Molibdeno	2	4
Mercurio	2	4
Selenio	2	9
Cadmio	2	10
Roca Fosfórica	2	13
Hierro	5	17

Fuente: Ministerio de Energía y Minas (MEM, 2013).

La producción minero metálica de plomo del mes del junio del año 2016 se muestra en la siguiente tabla:

Tabla N° 2: Producción minero – metálica de plomo

Año	Plomo
	Tmf
2007	329,165
2008	345,109
2009	302,459
2010	261,990
2011	230,199
2012	249,236
2013	266,472
2014	277,294
2015	315,784
2016	155,971

Fuente: Ministerio de Energía y Minas (MEM, 2016).

2.1.2. FUENTES DE CONTAMINACIÓN

2.1.2.1. NATURALES

El plomo es un metal pesado que se encuentra de forma natural en el medio ambiente y la corteza terrestre, a través de procesos naturales tales como la actividad volcánica, los incendios forestales, el deterioro de la corteza terrestre y el decaimiento radiactivo del radón es liberado al ambiente (Rodés, Piqué, & Trilla, 2007; Muñoz, 2007).

Los más altos niveles de plomo en la naturaleza se presentan en el carbón y en las pizarras. Algunos de los minerales que contienen plomo son: la cerusita (carbonato), la anglesita (sulfato), la corcoita (cromato), la wulfenita (molibdato), la piromorfita (fosfato), la mutlockita (cloruro) y la vanadinita (vanadato), siendo la galena (sulfuro de plomo) el mineral más rico, constituyendo la fuente principal de producción comercial de este metal. En la naturaleza el plomo se encuentra con el mineral de zinc, plata y cobre y se extrae junto con estos metales (Ramos Miras, 2002; Nordberg, 2001; Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), 2010).

2.1.2.2. ANTROPOGÉNICAS

✓ USO INDUSTRIAL

En su uso industrial destacan la explotación minera, la metalurgia, las actividades de fabricación, la industria química, refinación de Petróleo, en la industria automovilística para la elaboración de tetraetileno de Plomo y para el procesamiento y producción secundaria de metales, y reciclaje (Jiménez, 2001; Organización Mundial de la Salud (OMS), 2017).

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2017) más de tres cuartas partes del consumo mundial de plomo corresponden a la fabricación de baterías de plomo-ácido para vehículos de motor. Sin embargo, este metal también se utiliza en muchos otros productos, como pigmentos, pinturas, material de soldadura, vidrieras, vajillas de cristal, municiones, esmaltes cerámicos, recubrimientos, artículos de joyería y

juguetes, así como en algunos productos cosméticos y medicamentos tradicionales. (párr.2)

La minería produce más del 90 % del consumo mundial actual y el reciclaje representa alrededor del 10 % del total del consumo mundial de plomo. Aproximadamente tres cuartas partes del consumo de plomo se utiliza principalmente en la fabricación de baterías, mientras que un quinto en láminas de plomo para el techado de viviendas, para la fabricación de municiones (balas de plomo para escopetas), en revestimientos de cables, aleaciones metálicas, y para los aditivos de la gasolina (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), 2010). “Además es un desecho en la combustión del carbón y petróleo, de las industria metalmeccánica y cementera” (Jiménez, 2001, p.60).

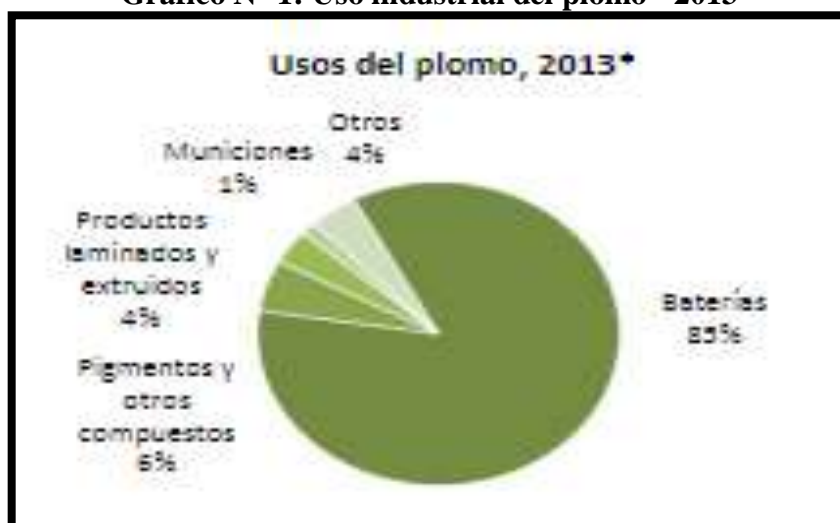
Aproximadamente un 40 % del plomo se utiliza en forma metálica, un 25 % en aleaciones y un 35 % en compuestos químicos. Los óxidos de plomo son utilizados en las placas de las baterías eléctricas y los acumuladores (PbO y Pb_3O_4), como agentes de mezcla en la fabricación de caucho (PbO) y pinturas (Pb_3O_4) además forman parte de los componentes de barnices, esmaltes y vidrios. (Nordberg, 2001, p.39).

Al plomo se le pueden añadir otros metales como el antimonio, el arsénico, el estaño y el bismuto con el objetivo de mejorar sus propiedades mecánicas o químicas, a su vez, el plomo puede añadirse a otras aleaciones, como el latón, el bronce o el acero con el fin de lograr

determinadas características. Entre los compuestos más comunes de plomo inorgánico cabe citar: el monóxido (PbO), el dióxido (PbO_2), el tetróxido (Pb_3O_4), el sesquióxido (Pb_2O_3), el carbonato, el sulfato, los cromatos, el arseniato, el cloruro, el silicato y la ácido de plomo (Nordberg, 2001, p.40).

La fabricación y el reciclaje de baterías de plomo constituyen actualmente la fuente más importante de exposición al plomo en todo el mundo, el nivel de plomo en la sangre del trabajador promedio en las plantas de fabricación de baterías de los países en desarrollo alcanzan valores superiores a más de cuatro veces al nivel considerado por los Centros para el control de enfermedades (CDC) de EE.UU. para fines de vigilancia (Gray, 2008, p.4). En el Gráfico N° 1 se muestran los diferentes usos industriales del plomo en el año 2013:

Gráfico N° 1: Uso industrial del plomo - 2013



Fuente: International Lead and Zinc Study Group
Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía (SNMPE), 2015

✓ PARQUE AUTOMOTOR

La acumulación de este metal en el medio ambiente se debe principalmente al uso del plomo como aditivo antidetonante en las gasolinas. En gran cantidad de países del mundo, el uso de la gasolina con plomo continúa utilizándose sin sufrir ninguna disminución, en estas zonas el aire es la mayor fuente de exposición al plomo por los seres humanos; una parte de la gasolina con plomo entra directamente al organismo por inhalación del aire, y otra parte entra directamente por la comida en la que se ha incorporado plomo; en último término, el óxido de plomo atmosférico se deposita en el suelo, agua, frutas o en vegetales frondosos, pudiendo ingresar a la cadena trófica, ya que el plomo soluble es absorbido por las plantas (Baird, 2001; Rubio et al., 2004). “Un derivado del plomo (tetraetilo de plomo), hasta hace algunos años se utilizó como detonante de la gasolina, cuyo efecto generó un sensible aumento de la contaminación atmosférica en las grandes ciudades. La presencia de plomo en las gasolinas y en las emisiones provenientes del parque automotor contribuyó a este aumento en forma notable” (Rodés et al., 2007, p.63).

Con respecto a la gasolina con plomo en el Perú, mediante D.S. N° 019-98-MTC/14 de Julio de 1998), se estableció que en un plazo de 90 días, se eliminaría la oferta de gasolina de 95 octanos con plomo, asimismo se reduciría el contenido de plomo en la gasolina de 84 octanos de 1.16 a 0.84 gramos de plomo por litro de gasolina (Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), 2003).

Para el 01 de Julio del Año 2003, el contenido de plomo de la gasolina de 84 octanos se reduce a 0.14 g/l. Mediante el Decreto Supremo N° 034-2003-MTC, el MTC se suspende la obligación de reducir el contenido de plomo por litro de gasolina de 84 octanos a diciembre del 2003, específicamente a las refinerías con capacidad instalada menor a cuatro mil barriles por día, que no cuenten con los procesos de producción necesarios. Posteriormente en el año 2005 se prohíbe totalmente el plomo en las gasolinas (Inter-American Institute for Cooperation in Agriculture, 2010).

2.1.3. PLOMO Y EL AMBIENTE

2.1.3.1. AIRE

El plomo es liberado a la atmósfera durante la combustión de carbón, petróleo o residuos, una vez que entra en la atmósfera, pueden viajar largas distancias, si las partículas de plomo son muy pequeñas. Las emisiones a la atmósfera de las industrias involucradas en la producción de hierro y acero, fundiciones (latón y bronce) no ferrosos de plomo-ácido de la batería de fabricación, constituyen las principales fuentes antropogénicas de plomo en el aire. Asimismo el plomo liberado en el aire puede provenir de la quema de los residuos sólidos que contiene plomo, el polvo transportado por el viento, volcanes, la incineración o desgaste de las superficies pintadas con plomo, humos y gases de escape de la gasolina con plomo, y el humo del cigarrillo (Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), 2007).

Los derivados industriales del plomo ingresan en el ambiente a través de los tubos de escape de los coches o de las chimeneas de las fábricas, las partículas

de mayor tamaño precipitan en el suelo mientras que las más pequeñas recorren largas distancias a través del aire y permanecen en la atmósfera, parte de este plomo cae de nuevo sobre el suelo cuando llueva. Este ciclo artificial del plomo causado por la actividad humana está mucho más extendido que el ciclo natural del mismo (Saucedo Plata, 2014).

El plomo derivado de la gasolina comprende la mayor parte del plomo atmosférico, siendo la fuente de mayor distribución del metal en el medio ambiente. Por tanto, es de vital importancia eliminar el uso de aditivos de plomo en los combustibles lo más rápidamente posible en la escala mundial. El plomo atmosférico que se deposita en el suelo y el polvo puede entonces ser ingerido por niños aumentando sustancialmente sus niveles de plomo en sangre (Tong, Schirnding, & Prapamontol, 2000).

Puesto que la vía respiratoria es la vía de absorción de plomo más importante, es necesario determinar el tamaño de las partículas de plomo industrial, que depende de la naturaleza del proceso que origina el polvo. Los gases de escape de los motores de gasolina producen partículas de cloruro y bromuro de plomo de 1 micra de diámetro. Sin embargo, también partículas mayores pueden ingerirse y absorberse a través del estómago (Nordberg, 2001, p.40).

2.1.3.2. AGUA

Fuentes de plomo en el agua de superficie o sedimentos incluyen los depósitos de polvo que contienen plomo de la atmósfera, las aguas residuales de las industrias que manejan plomo (principalmente las industrias del hierro y del

acero y conducen productores), la escorrentía urbana, y montones de minería (pilas de mineral). Pequeñas cantidades de plomo pueden ingresar a ríos, lagos y arroyos debido al movimiento de las partículas del suelo por el agua de lluvia. El plomo puede permanecer adherido a las partículas del suelo o sedimentos en el agua a lo largo de muchos años (Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), 2007).

Las aguas subterráneas por lo general contienen concentraciones muy bajas de plomo debido a la capacidad de unión de los minerales del suelo y el humus, siendo la difusión de plomo de los depósitos de las aguas subterráneas un proceso relativamente lento (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), 2010). “El agua que queda en la noche en las cañerías de la casa puede recibir plomo y cadmio desde los tubos y juntas soldadas y aparecer en el primer café de la mañana” (Márquez Romegialli, 2010, p.96).

Se puede ingerir durante varias semanas agua que contenga de 2 a 4 mg/l de plomo sin presentar ningún síntoma, pero su empleo durante tres meses resultaría dañino, siendo el consumo de 15 mg/l de plomo durante varias semanas fatal. Concentraciones de 0.05 mg/l se consideran fisiológicamente seguras para el hombre, por el contrario concentraciones tan bajas como 0.010 mg/l son tóxicas para los peces (Jiménez, 2001).

2.1.3.3. SUELO

Los metales pesados están presentes naturalmente en los suelos, pero en los últimos años las actividades industriales y la disposición de residuos de todo tipo han contribuido al aumento de estos elementos en los suelos. El plomo está

presente naturalmente en todos los suelos, presentándose generalmente en el intervalo de 15 a 40 ppm, o 15 a 40 mg/kg, la contaminación puede aumentar los niveles de plomo en el suelo a varios miles de ppm (Giuffré, Ratto, Marbán, Schonwald, & Romaniuk, 2005; UMass Extension - Center for Agriculture, 2017).

Fuentes de plomo en polvo y la tierra incluyen el plomo que cae al suelo desde el aire, el astillado de la pintura a base de plomo de edificios, puentes y otras estructuras, la fabricación de municiones, u otras actividades industriales, como la producción de baterías (Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), 2007).

Considerando lo indicado por Prieto Méndez, González Ramírez, Román Gutiérrez, & Prieto García (2009) cuando el contenido de metales pesados en el suelo alcanzan niveles que rebasan los límites máximos permitidos causan efectos inmediatos en las plantas como la inhibición del crecimiento normal y problemas en su desarrollo, asimismo produce un disturbio funcional en otros componentes del ambiente así como la disminución de las poblaciones microbianas del suelo, el término que se usa o se emplea es “polución de suelos”. (p.30)

El Plomo se acumula generalmente en la superficie del suelo, a pocos centímetros de profundidad (2 a 5 cm), este hecho probablemente es debido a que precipita como Sulfuro de plomo (PbS), o a complejos con materia orgánica de restos vegetales poco descompuestos. Este metal desciende en el perfil del suelo por el movimiento de las partículas o por lombrices u otra

fauna, también por translocaciones a través de las raíces formando parte de complejos solubles con la materia orgánica. Es retenido por los componentes habituales del suelo como arcillas, óxidos, hidróxidos, carbonatos y sulfatos formando complejos con la materia orgánica (Ramos Miras, 2002; Guerra Pizarro, 2015).

La mayor parte del plomo liberado en el ambiente, es retenido por el suelo, los principales procesos que dictan su destino en este incluyen la adsorción, el intercambio iónico, la precipitación y el acomplejamiento con la materia orgánica. La movilidad de plomo en el suelo depende del pH del suelo y de la materia orgánica (Volke Sepúlveda, Velasco Trejo, & De la Rosa Pérez, 2005; Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), 2010).

Los suelos urbanos presentan características peculiares, como la presencia de capas de distinto origen, pobre estructura y, en algunos casos, alta concentración de metales pesados. En los horizontes superficiales de los suelos urbanos, el enriquecimiento en metales pesados puede deberse a fuentes difusas, como el tránsito vehicular, o a fuentes puntuales como las emisiones industriales. En áreas rurales, los niveles de plomo en el aire son del orden de $0,1 \text{ ug/m}^3$ o menos. Sin embargo, dependiendo del grado de contaminación, en zonas urbanas las cantidades de plomo en el aire están comprendidas entre 1 y 3 ug/m^3 y en ocasiones pueden ser mucho mayores. En las tierras de cultivo, los principales efectos de la contaminación por plomo son: infertilidad o la reducción significativa en la tasa de productividad, además de empeorar la

calidad de los vegetales cosechados (Rubio et al., 2004; Giuffré et al., 2005; Saucedo Plata, 2014).

Lamentablemente, el plomo persiste en el suelo durante muchos cientos de años, quedando adherido en el componente orgánico del suelo, puesto que no se disipa, biodegrada ni decae, puede ser fuente de exposición a largo plazo. Debido a la naturaleza del proceso de contaminación, plomo en el suelo puede ser muy desigualmente distribuida (Guerra Pizarro, 2015; UMass Extension - Center for Agriculture, 2017).

2.1.3.4. ANIMALES Y PLANTAS

El plomo puede acumularse en las plantas y los animales de las zonas donde el aire, el agua o el suelo están contaminados con plomo, si los animales se alimentan de plantas o animales contaminados, la mayor parte del plomo que comen pasará a través de sus cuerpos (Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), 2007).

El plomo se bioacumula en los organismos, en particular, en los que se alimentan principalmente de partículas, pero la biomagnificación de plomo inorgánico en la cadena alimentaria no es aparente, pues los niveles de plomo, así como los factores de bioacumulación, disminuyen en el nivel trófico. Esto se explica en parte por el hecho de que en los vertebrados, el plomo se almacena principalmente en los huesos, reduciendo el riesgo de transmisión de conducir a otros organismos en la cadena alimentaria, esta distribución de plomo en los animales está relacionada estrechamente con el

metabolismo del calcio (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), 2010, p.12).

2.1.3.5. ALIMENTOS

La mayor parte del plomo procede de sus numerosas aplicaciones industriales en productos como acumuladores, tuberías, revestimientos, pinturas y carburantes, liberándose al medio ambiente y depositándose en la superficie terrestre y acuática contaminando los cultivos, y acumulándose en los animales terrestres que se alimentan de pasto, y en los organismos marinos que ingieren plancton con plomo. Por tanto, en el último eslabón de la cadena trófica, los seres humanos se exponen cuando se alimentan de los vegetales y carnes que contienen plomo. La vegetación ejerce un papel fundamental en la contaminación de la cadena alimenticia ya que pueden acumular trazas de elementos tóxicos los cuales pueden ser transferidos al hombre y los animales. Los alimentos que pueden estar contaminados con plomo son los siguientes (Fundación Vasca para la Seguridad Alimentaria (ELIKA), 2013; Guerra Pizarro, 2015):

Alimentos de origen animal:

- Vísceras de animales (riñón, hígado, etc.) y productos derivados, productos cárnicos y despojos de carne de caza (al usar municiones con plomo).
- Leche y derivados lácteos, debido a que el plomo se transfiere a la leche si el ganado lo ha ingerido a dosis altas.

- Pescado y mariscos, principalmente crustáceos y moluscos bivalvos, por consumo del animal entero.

Alimentos de origen vegetal:

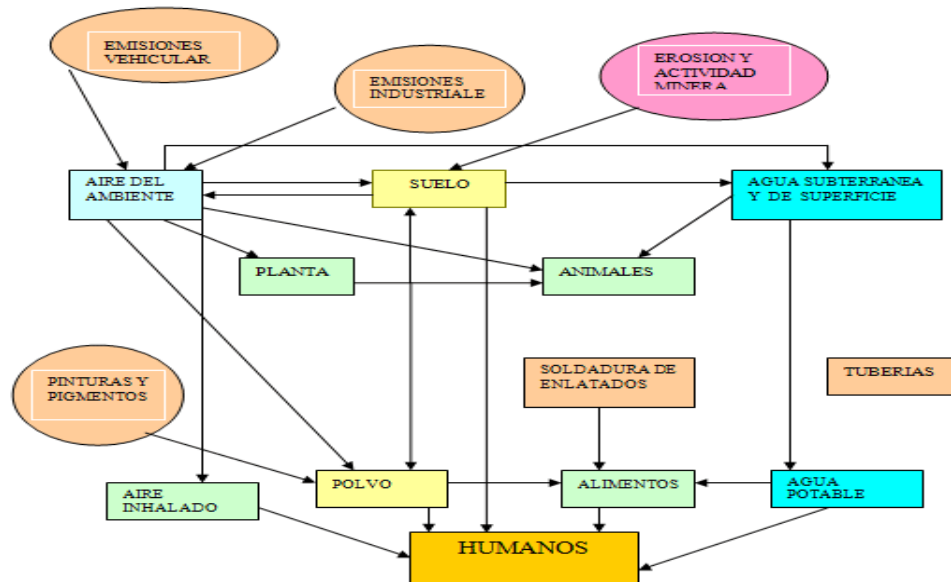
- Hortalizas, legumbres y tubérculos, principalmente papas, (por su acumulación en las raíces, más que en el tallo u hojas).
- Cereales (principalmente trigo) y derivados.
- Frutas y zumos de frutas, en menor medida.

Bebidas:

- Agua de grifo. Su contenido es bajo, pero contribuye de manera significativa a la exposición por su consumo elevado.

El plomo es bioacumulable en los animales y vegetales, no existiendo algún tratamiento que elimine el plomo una vez acumulado en el alimento. Por ello, las medidas de prevención tan sólo se pueden centrar en reducir los niveles de plomo en el medio ambiente mediante la reducción de sus emisiones limitando sus aplicaciones industriales (Fundación Vasca para la Seguridad Alimentaria (ELIKA), 2013; Guerra Pizarro, 2015). En la Figura N° 1 se muestran las fuentes antropogénicas de contaminación, las cuales involucran el aire, agua, suelos, los animales y las plantas.

Figura N° 1: Fuentes antropogénicas de contaminación



Fuente: Díaz Cartagena, 2009

2.1.4. GRUPOS DE RIESGO

2.1.4.1. ADULTOS

La aparición de osteoporosis, desmineralización de los huesos, hipertensión, incremento notorio en la disfuncionalidad del cerebro y lesiones renales son los principales fenómenos relacionados a la exposición al plomo en adultos mayores (Saucedo Plata, 2014). Corzo Expósito & Velásquez Hernández (2014) afirma que: “La intoxicación aguda por plomo en adultos es rara, pero puede ocurrir después de altas dosis respiratorias por absorción a través del tubo digestivo o por la vía percutánea” (p.143).

Según Nordberg (2001) en estudios de exposición única en adultos, el plomo muestra una vida promedio en sangre de aproximadamente 25 días; en los tejidos blandos, de unos 40 días; y en la porción no lábil de los huesos, de más de 25 años. Así, tras una sola exposición, es posible que los niveles de

plomo en sangre vuelvan a los niveles normales, pero la carga corporal total seguirá siendo elevada. (p.41)

2.1.4.2. NIÑOS Y EMBARAZADAS

De Acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2017) el potencial de efectos adversos de la exposición al plomo en niños se agudiza debido a que: la ingesta de plomo por unidad de peso corporal es mayor en niños que en adultos; por la curiosidad propia de su edad y la costumbre de llevarse cosas a la boca, los hace más propensos a introducir en ella objetos que contienen plomo o que están recubiertos de este metal (por ejemplo, tierra o polvo contaminados o escamas de pintura con plomo). Esta vía de exposición es aún mayor en los niños con ansia persistente y compulsiva de ingerir sustancias no comestibles, que pueden arrancar, y luego tragar, por ejemplo, restos de pintura de las paredes, marcos de las puertas o los muebles. Los niños de corta edad absorben una cantidad de plomo entre 4 y 5 veces mayor que los adultos.

Niveles elevados de plomo siguen siendo un problema en particular entre los niños social y económicamente desfavorecidos. Los pobres habitan con más frecuencia en viviendas precarias o próximas a empresas industriales o a arterias e intenso tráfico, corren un mayor riesgo de exposición al polvo de plomo que introducen en el hogar los trabajadores que están en contacto con el metal, y son más susceptibles a este como consecuencia de la frecuente malnutrición asociada (Tong et al., 2000, p.1075).

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2017) los niños de corta edad son muy vulnerables a los efectos tóxicos del plomo, afectando el

desarrollo del cerebro y del sistema nervioso. Los niños que sobreviven a una intoxicación grave pueden padecer diversas secuelas, como retraso mental o trastornos del comportamiento, comprobándose además que en niveles de exposición más débiles el plomo puede provocar alteraciones en diversos sistemas del organismo, afectando en particular, al desarrollo del cerebro.

El plomo fue incluido dentro de la lista de los productos químicos que causa mayores problemas en la salud pública, siendo las personas más afectadas los niños, mujeres en edad fértil y los trabajadores, estimándose de acuerdo a La Organización Mundial de la Salud (OMS) que la exposición al plomo causa cada año 600000 nuevos casos de niños con discapacidad intelectual en países con sub-desarrollo, con 143 000 muertes cada año (Ministerio de Salud (MINSA), 2015; Organización Mundial de la Salud (OMS), 2017).

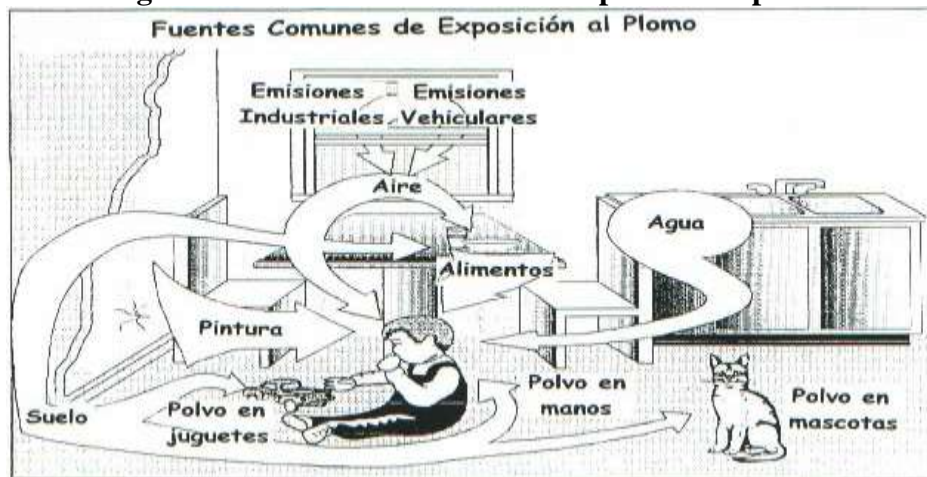
Incluso antes de nacer, los niños pueden estar expuestos al plomo y, como resultado, sufrir impactos adversos para la salud, debido a que la exposición de las mujeres al plomo puede afectar negativamente su capacidad para llevar a término un embarazo y tener un niño sano, pudiendo tener efectos en el feto (Gray, 2008, p.2).

Asimismo Corzo Expósito & Velásquez Hernández (2014) indica que: “los depósitos maternos del plomo atraviesan la barrera placentaria representando un riesgo para el feto, pudiendo afectar su visibilidad y desarrollo, presentándose una mayor frecuencia de abortos y muertes fetales en mujeres expuestas al plomo” (p.145). Por otra parte la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2017) indica que: “la exposición a concentraciones elevadas de plomo puede

ser causa de aborto natural, muerte fetal, parto prematuro, bajo peso al nacer, y provocar malformaciones leves en el feto”. (párr. 3)

Las fuentes comunes de exposición al plomo se muestran en la Figura N° 2:

Figura N° 2: Fuentes comunes de exposición al plomo



Fuente: Thermosalud, 2015

2.1.5. TOXICOCINÉTICA

Según Corzo Expósito & Velásquez Hernández (2014) el plomo ingresa al cuerpo a través de la absorción intestinal por ingestión, a los pulmones por inhalación y a la piel por vía cutánea. Una vez en el organismo es transportado a través de la sangre a todos los órganos y tejidos y, una vez absorbido, puede acumularse en: los huesos, los dientes, el hígado, los pulmones, los riñones, el cerebro y el bazo. Asimismo, es capaz de atravesar la barrera hematoencefálica y la placenta, siendo absorbido más fácilmente en ayunas que cuando se ingiere con alimentos. (p.142)

2.1.5.1. ABSORCIÓN

El plomo puede penetrar en el organismo por tres vías: respiratoria, digestiva y cutánea, siendo ésta última de escasa frecuencia, por vía respiratoria, la más

importante y peligrosa en el medio laboral, se llega a absorber el 40 % del plomo, fijándose en la saliva. Respecto a la absorción digestiva, mientras los adultos absorben el 10%, los niños absorben hasta el 50% del plomo ingerido, en la especie humana la absorción de plomo por vía inhalatoria es mínima en comparación con la vía digestiva. Por vía cutánea el plomo atraviesa la piel, pasa a través de los folículos pilosos y glándulas sebáceas y sudoríparas directamente a la sangre, siendo esta última de menor importancia, pudiendo absorber algunos derivados orgánicos de elevada liposolubilidad: tetraetileno, tetrametileno, naftaleno (Guerra Pizarro, 2015; Rubio et al., 2004).

El plomo se va acumulando en el organismo cuando la adsorción supera la excreción pudiendo afectar a diversos sistemas del organismos, mientras más cerca a la fuente de emisión se encuentre, la exposición va ser mayor (Ministerio de Salud (MINSA), 2015; Organización Mundial de la Salud (OMS), 2017). “La velocidad de absorción del plomo depende de su forma química y física, así como de la edad y estado nutricional de la persona expuesta” (Nordberg, 2001, p.41).

2.1.5.2. DISTRIBUCIÓN Y DEPÓSITO

El plomo presenta una vida media de 35 días, circulando en un 95 - 99% transportado por los hematíes uniéndose a la hemoglobina y otros compuestos. Cerca del 10% del plomo es almacenado en los tejidos blandos (principalmente riñón e hígado) presentando una vida media de 40 días; el tejido óseo, almacena la mayor cantidad de plomo (90%). La sangre transfiere lentamente el plomo a los huesos donde se fija siguiendo un metabolismo paralelo al del calcio;

presentando una vida media aproximada de 30 años. (Nordberg, 2001; Rubio et al., 2004; Guerra Pizarro, 2015)

2.1.5.3. EXCRECIÓN

Se excreta principalmente por orina (80%) y de forma secundaria por heces, saliva y faneras (uñas y pelos en humanos). La vida media del plomo circulante es de unos 25 días, la del plomo de los tejidos blandos de unos 40 días y la del plomo depositado en los huesos puede ser de hasta 30 años. Por ello, el plomo en hueso puede ser utilizado para describir, en el tiempo, el contenido corporal del mismo (Rubio et al., 2004).

2.1.6. TOXICODINÁMICA

Este metal inhibe la síntesis del grupo hemo, y por tanto a todas las enzimas respiratorias que lo contienen y también la hemoglobina, entre ellas destacan 2 enzimas que intervienen en la síntesis del grupo hemo: La delta-aminolevulicodeshidrasa y la ferroquelatasa, desencadenando anemia. Los mecanismos de daño más importantes causados por el plomo son (Rubio et al., 2004; Guerra Pizarro, 2015):

- Interferencia con la homeostasis del calcio.
- Alteraciones de la fosforilación oxidativa.
- Alteración de la actividad de la enzima Na^+ , K^+ , -ATPasa.
- Inhibición metabólica del grupo hemo.

Este metal interacciona con metales pesados esenciales como el Calcio (Ca), Hierro (Fe), Zinc (Zn) y Cobre (Cu), compitiendo con ellos o modificando sus concentraciones celulares (Rubio et al., 2004; Guerra Pizarro, 2015).

2.1.7. MANIFESTACIONES CLÍNICAS

Los efectos para la salud derivados de una exposición crónica o aguda al plomo son diversos:

Exposición Aguda: Puede dar lugar a diferentes problemas gastrointestinales (cólicos, vómitos, estreñimiento, etc.) y neurológicos, así como dificultades en el sistema motor (debilidad y convulsiones) (Alay, Lomas, Mallafré, & Roig, 2012).

Exposición Crónica: Su toxicidad repercute principalmente en el sistema nervioso, tanto en adultos como niños, una exposición a elevados niveles de plomo puede producir anemia, así como daños irreversibles en el cerebro y los riñones. Este elemento es denominado “teratógeno”, pudiendo provocar abortos en mujeres embarazadas. Asimismo, puede dañar el sistema reproductor masculino, influyendo en la calidad del esperma (Alay et al., 2012).

Otro de los efectos de exposición al plomo son la pérdida de apetito, digestión laboriosa, cólicos, irritabilidad, dolores musculares, fatiga, temblores, infertilidad en mujeres y hombres, convulsiones, mal de Parkinson y en casos graves estado de coma (Saucedo Plata, 2014).

2.1.8. EFECTOS EN LA SALUD

2.1.8.1. EFECTOS NEUROLÓGICOS

Corzo Expósito & Velásquez Hernández (2014) afirma que: las alteraciones al sistema nervioso central son: fatiga, irritabilidad, letargo, insomnio, dolor de cabeza, dificultad para concentrarse, pérdida de la memoria y temblor. Afecta además el sistema nervioso periférico pues genera axonopatía inducida por plomo y daños principalmente en las extremidades superiores y los extensores. Los efectos neuropatológicos se concentran en tres regiones: el cerebelo, la corteza cerebral y el hipocampo. (p.144)

Un estudio demuestra que el daño al sistema nervioso central como consecuencia de la exposición al plomo a los 2 años de edad produce una deficiencia continua en el desarrollo neurológico, que se manifiesta como una puntuación de coeficiente intelectual más baja y una deficiencia cognitiva a la edad de 5 años (Nordberg, 2001, p.41).

2.1.8.2. EFECTOS HEMATOLÓGICOS

Nordberg (2001) indica que: “El plomo inhibe la capacidad del organismo para producir hemoglobina al interferir con varios pasos enzimáticos en la vía metabólica del grupo hemo” (p.41). Asimismo Corzo Expósito & Velásquez Hernández (2014) afirma que: “En el caso de exposición crónica, el plomo produce anemia porque interfiere con la síntesis del núcleo heme y además disminuye el promedio de vida de los eritrocitos” (p. 145).

2.1.8.3. EFECTOS ENDOCRINOS

Corzo Expósito & Velásquez Hernández (2014) señala que: en cuanto a los efectos endocrinos existe una correlación inversa entre los niveles de plomo en sangre y los niveles de vitamina D, es probable que el plomo impida el crecimiento, la maduración celular y el desarrollo de los huesos y los dientes. (p.145)

2.1.8.4. EFECTOS RENALES

Según Corzo Expósito & Velásquez Hernández (2014) con relación a la toxicidad renal algunos autores plantean que el plomo es tóxico para el riñón, en diferentes estudios también encontraron asociación significativa entre el nivel de plomo en sangre y la disfunción renal en sujetos con hipertensión. Otros autores al referirse al tema indican que las concentraciones más altas de plomo se registran en los riñones, sobre todo en los túmulos proximales, así como que la exposición crónica puede producir hipertensión. (p.144)

2.1.8.5. EFECTOS SOBRE LA REPRODUCCIÓN Y DESARROLLO

Nordberg (2001) afirma que: las consecuencias sobre el desarrollo de una exposición prenatal a niveles bajos de plomo son, entre otras, un menor peso al nacer y un mayor número de nacimientos prematuros. Los efectos del plomo sobre el aparato reproductor masculino en humanos no están bien caracterizados, los datos disponibles indican que podrían existir efectos testiculares, como la reducción del movimiento espermático, como consecuencia de una exposición crónica al plomo. (p.42) Asimismo Corzo

Expósito & Velásquez Hernández (2014) señala que: “otros estudios han demostrado que la fertilidad disminuye en las parejas durante el período en el que el esposo tiene un nivel de plomo sanguíneo mayor que 40 ug/dl o en el rango de 25 ug/dl durante varios años” (p.145).

2.1.8.6. EFECTOS GASTROINTESTINALES

Corzo Expósito & Velásquez Hernández (2014) afirma que: “El plomo produce una alteración de la contractilidad en la musculatura lisa intestinal que produce un típico cuadro gastrointestinal con cólicos, anorexia, vómitos y estreñimiento” (p.145).

2.1.8.7. EFECTOS CARDIOVASCULARES

“Se encontró una disminución en la dilatación vascular mediada por flujo, primer paso en la evolución de la enfermedad aterosclerótica. Los contaminantes ambientales como el plomo debían ser considerados dentro de los factores de riesgos cardiovasculares” (Corzo Expósito & Velásquez Hernández, 2014, p.144).

2.1.8.8. EFECTOS CANCERÍGENOS

Según lo indicado por Nordberg (2001) “La Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC) ha clasificado al plomo inorgánico y los compuestos de plomo inorgánico en el Grupo 2B como posibles cancerígenos para el hombre. Aunque la asociación no está claramente definida” (p.42).

2.2. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

2.2.1. PLOMO

El plomo es un metal gris azulino ubicado en el grupo IVA (metales) en la tabla periódica que se presenta en forma natural y en pequeñas cantidades (0.002%) en la corteza terrestre. Este elemento es generalmente obtenido de la galena (PbS), la anglesita (PbSO₄) y la curositita (PbCO₃) (Volke Sepúlveda et al., 2005).

Además de su toxicidad, el plomo como metal pesado presenta las siguientes características (Ramos Miras, 2002):

- Su persistencia elevada en el medio
- La biomagnificación que experimenta en su concentración conforme se ascienden niveles en la cadena trófica.
- Provoca daños medioambientales a determinadas concentraciones.
- Suele presentar efectos sinérgicos, es decir, su actividad es menor cuando se presenta solo que cuando aparecen junto a otros metales.
- Su contenido en los suelos debería ser única de la composición del material originario y de los procesos edafogénicos que tienen lugar en el transcurso de su formación, sin embargo la actividad humana incrementó el contenido de estos elementos en cantidades considerables.

En su forma elemental es de color blanco plateado y se vuelve de color gris azulado cuando se expone al aire. Entre sus propiedades están incluidas: un bajo punto de fusión, alta densidad, facilidad de fundición, baja resistencia, maleabilidad, facilidad de fabricación, resistencia a la presencia de ácidos, y resistencia a la

corrosión atmosférica. Las características fisicoquímicas de este metal se detallan en el siguiente cuadro (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), 2010; Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía (SNMPE), 2015):

Cuadro N° 2: Características fisicoquímicas del plomo

CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS	
Número Atómico	82
Símbolo	Pb
Peso Atómico	207,21
Solubilidad	Poco Soluble en Agua
Sistema Cristalino	Regular
Estado Físico	Sólido Grisáceo
Punto de Fusión	326.9 °C
Estado de Oxidación	+2 y +4
Punto de Ebullición	1750 °C
Potencial de Ionización	7.415

Fuente: Ubillus Limo, 2003.

Como contaminante ambiental, normalmente forma elementos, como óxidos e hidróxidos y complejos oxianionicos metálicos. El plomo presenta valencias +2 y +4, de las cuales el Pb (II) es la forma más común y reactiva. Cuando forma complejos orgánicos (ácidos húmicos y fúlvicos) o inorgánicos (Cl, CO_3^{-2} , SO_4^{-2} , PO_4^{-3}) se generan compuestos poco solubles siendo el carbonato de plomo, y el sulfuro de Plomo (PbS) las formas más estables de este elemento (Volke Sepúlveda et al., 2005).

2.2.2. SUELO

“Material no consolidado compuesto por partículas inorgánicas, materia orgánica, agua, aire y organismos, que comprende desde la capa superior de la

superficie terrestre hasta diferentes niveles de profundidad” (Ministerio del Ambiente (MINAM), 2014b, p.5).

El suelo es un sistema complejo formado por partículas sólidas orgánicas e inorgánicas, aire, agua y microorganismos, estos elementos gozan de gran interacción, debido a la gran cantidad de reacciones químicas que sufren. Se divide en horizontes y al contener cantidades apropiadas de aire y agua, suministra los nutrimentos y el sostén que requieren las plantas (Cepeda Dovala, 1991).

2.2.3. TEXTURA DEL SUELO

“Es la propiedad física derivada de la composición granulométrica, constituida por arena, limo y arcilla, cuyos diámetros están contemplados en la escala de la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo” (Ministerio del Ambiente (MINAM), 2014b, p.5).

La textura del suelo se refiere a la proporción relativa de arena, limo y arcilla expresados como porcentajes en peso, a diferencia de otras propiedades físicas, la textura es una característica permanente de los suelos. Los contenidos de estas tres fracciones minerales del suelo permiten clasificarlos texturalmente usando el triangulo textural (Casanova, 2005, p.80).

2.2.4. CALIDAD DE SUELOS

Es la capacidad natural del suelo de cumplir diferentes funciones: ecológicas, agronómicas, económicas, culturales, arqueológicas y recreacionales. Es el estado del suelo en función de sus características físicas, químicas y biológicas

que le otorgan una capacidad de sustentar un potencial ecosistémico natural y antropogénicas (Ministerio del Ambiente (MINAM), 2014b, p.3).

2.2.5. CONTAMINANTE

“Cualquier sustancia química que no pertenece a la naturaleza del suelo o cuya concentración excede la del nivel de fondo susceptible de causar efectos nocivos para la salud de las personas o el ambiente” (Ministerio del Ambiente (MINAM), 2013, p.3).

Un contaminante es cualquier sustancia o forma de energía que puede provocar algún daño o desequilibrio (irreversible o no) en un ecosistema, en el medio físico o en un ser vivo. Es siempre una alteración negativa del estado natural del medio ambiente, y generalmente, se genera como consecuencia de la actividad antropogénica (Bermúdez, 2010, p.5).

2.2.6. BIOACUMULACIÓN

“Concentración resultante acumulada en el ambiente o en los tejidos de organismos a partir de la incorporación, distribución y eliminación de contaminantes obtenidos por todas las rutas de exposición por ejemplo por aire, agua, suelo, sedimento y alimento” (Ministerio del Ambiente (MINAM), 2014, p.4).

“La bioacumulación significa un incremento en la concentración de un producto químico en un organismo vivo en un cierto plazo de tiempo, comparada a la concentración de dicho producto químico en el medio ambiente” (Prieto Méndez et al., 2009, p.29).

2.2.7. PARÁMETRO

“Cualquier elemento o sustancia química del suelo que define su calidad” (Ministerio del Ambiente (MINAM), 2013, p.4).

2.2.8. SUELO CONTAMINADO

Aquel suelo cuyas características químicas han sido alteradas de forma negativa por la presencia de sustancias químicas contaminantes depositadas por actividad antropogénica, en concentraciones tales que en función del uso actual o previsto del sitio y sus alrededores represente un riesgo a la salud humana o el ambiente (Ministerio del Ambiente (MINAM), 2014b, p.5).

2.2.9. SUELO RESIDENCIAL/PARQUES

“Suelo ocupado por la población para construir sus viviendas: incluyendo áreas verdes y espacios destinados a actividades de recreación y de esparcimiento” (Ministerio del Ambiente (MINAM), 2013, p.5).

2.2.10. PUNTO DE MUESTREO

“Lugar (punto o área determinada) del suelo donde se toman las muestras, sean éstas superficiales o de profundidad” (Ministerio del Ambiente (MINAM), 2014b, p.5).

2.2.11. MUESTRA SIMPLE

“Las muestras colectadas en un tiempo y en un lugar particular son llamadas muestras simples. Este tipo de muestras representa las condiciones puntuales de una muestra de la población en el tiempo que fue colectado” (Ministerio del Ambiente (MINAM), 2014b, p.4).

2.2.12. MUESTRA COMPUESTA

Es aquella constituida por un conjunto de muestras simples (submuestras), convenientemente mezcladas, y llevadas al laboratorio para su correspondiente análisis, siendo el resultado un valor analítico medio de la propiedad o compuesto analizado. El número de submuestras depende de la variabilidad de la sustancia o propiedad a analizar en el área de estudio y tiene como ventaja permitir un muestreo mayor sin aumentar el número de muestras a analizar (Ministerio del Ambiente (MINAM), 2014b, p.4).

“Es una muestra de suelo que se compone de varias submuestras tomadas aleatoriamente en campo” (Trujillo Navarrete, 2013).

2.2.13. CONTAMINANTES SÓLIDOS SEDIMENTABLES

Los Contaminantes Sólidos sedimentables (CSS), denominados también como polvo atmosférico, se encuentran constituidos por material tanto inerte como por metales pesados, estos últimos pueden ser fierro (Fe), plomo (Pb), cadmio (Cd), cromo (Cr), zinc (Zn), entre otros. Acumulándose en la atmósfera como resultado de de la actividad del parque automotor obsoleto, emisiones fugitivas de las fábricas, comercio formal e informal, botaderos clandestinos de basura, malos hábitos de la población, etc., así como de la acción dispersante de los flujos de vientos locales que mantiene el polvo atmosférico en un proceso continuo de suspensión y resuspensión (Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), 2005, p.3).

2.2.14. ESTÁNDAR DE CALIDAD AMBIENTAL

De acuerdo a lo aprobado por el Congreso de la República (2005) en el numeral 31.1 del artículo 31° de la Ley general del Ambiente, un estándar de calidad ambiental es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos

2.3. MARCO LEGAL

2.3.1. NORMATIVA NACIONAL

2.3.1.1. NORMATIVA GENERAL

A. Constitución Política del Perú

El Congreso de la República (1993) aprobó la Constitución Política del Perú de 1993, la cual establece en el título I, artículo 2°, inciso 22 que “Toda persona tiene derecho a la paz, la tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de su vida”. Asimismo, los artículos 66°, 67°, 68° y 69° establecen que los recursos naturales, renovables y no renovables son patrimonio de la nación, siendo el estado el que debe promover el uso sostenible de éstos.

B. Ley General del Ambiente – Ley N° 28611

El Congreso de la República (2005) aprobó la Ley general del ambiente, dicha ley es una norma ordenadora del marco normativo para la gestión

ambiental en el Perú, establece los principios y normas básicas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, así como el cumplimiento del deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y proteger el ambiente.

C. Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental - Ley N° 28245 y su respectivo reglamento aprobado mediante D.S. 008-2005-PCM

El Congreso de la República (2004) aprobó esta ley, la cual señala que el objetivo de la Política Nacional Ambiental es el mejoramiento continuo de la calidad de vida de las personas, mediante la protección y recuperación del ambiente y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, garantizando la existencia de ecosistemas viables y funcionales en el largo plazo.

D. Ley del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental - Ley N° 27446 y sus respectivas modificatorias mediante D.L. N° 1078.

Aprobado por el Congreso de la República (2001), este dispositivo legal crea el Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental, en ésta norma se categoriza los estudios de impacto ambiental, de acuerdo a la magnitud, envergadura y ámbito de influencia del proyecto; y en sus modificatorias se modifican diversos artículos de la ley, que señalan nuevas directrices en cuanto a obligatoriedad de certificación ambiental, categorización de proyectos de acuerdo al riesgo, criterios de protección ambiental, etc.

2.3.1.2. ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL

A. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental para suelo – D.S. N°002-2013-MINAM.

Establece los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo, los cuales son aplicables a todo proyecto y actividad, cuyo desarrollo dentro del territorio nacional genere y pueda generar riesgos de contaminación del suelo en su emplazamiento y áreas de influencia. En las siguientes tablas se muestran los estándares de calidad ambiental establecidos para suelos (Ministerio del Ambiente (MINAM), 2013):

Tabla N° 3: Valor estándar ECA para parámetros orgánicos

N°	Parámetros	Suelos			Método de ensayo
		Agrícola	Residencial/ Parque	Comercial/ Industrial/ Extractivo	
1	Benceno (mg/kg MS)	0.03	0.03	0.03	EPA 8260-B EPA 8021-B
2	Tolueno (mg/kg MS)	0.37	0.37	0.37	EPA 8260-B EPA 8021-B
3	Etilbenceno (mg/kg MS)	0.082	0.082	0.082	EPA 8260-B EPA 8021-B
4	Xileno (mg/kg MS)	11	11	11	EPA 8260-B EPA 8021-B
5	Naftaleno(mg/kg MS)	0,1	0,6	22	EPA 8260-B
6	Fracción de hidrocarburos F1 (C5-C10) (mg/kg MS)	200	200	500	EPA 801-B
7	Fracción de hidrocarburos F2 (C10-C28) (mg/kg MS)	1200	1200	5000	EPA 8015-M
8	Fracción de hidrocarburos F3 (C28-C40) (mg/kg MS)	3000	3000	6000	EPA 8015-D
9	Benzo(a) pireno (mg/kg MS)	0,1	0,7	0,7	EPA 8270-D
10	Bifenilos policlorados - PCB (mg/Kg MS)	0,5	1,3	33	EPA 8270-D
11	Aldrín (mg/kg MS)	2	4	10	EPA 8270 - D

N°	Parámetros	Suelos			Método de ensayo
		Agrícola	Residencial/ Parque	Comercial/ Industrial/ Extractivo	
12	Endrín (mg/kg MS)	0,01	0,01	0,01	EPA 8270 - D
13	DDT (mg/kg MS)	0,7	0,7	12	EPA 8270 - D
14	Heptacloro (mg/kg MS)	0,01	0,01	0,01	EPA 8270 - D

Fuente: D.S. 002-2013-MINAM. Ministerio del Ambiente (MINAM), 2013.

Tabla N° 4: Valor estándar ECA para parámetros inorgánicos

N°	Parámetros	Suelos			Método de ensayo
		Agrícola	Residencial/ Parque	Comercial/ Industrial/ Extractivo	
1	Cianuro Libre (mg/kg MS)	0,9	0,9	8	EPA 9013- A/APHA- AWWA- WEF4500CNF
2	Arsénico total (mg/kg MS)	50	50	140	EPA 3050-BEPA 3051
3	Bario total (mg/kg MS)	750	500	2000	EPA 3050-BEPA 3051
4	Cadmio total (mg/kg MS)	1,4	10	22	EPA 3050-BEPA 3051
5	Cromo VI (mg/kg MS)	0,4	0,4	1,4	DIN 19734
6	Mercurio total (mg/kg MS)	6,6	6,6	24	EPA 7471 - B
7	Plomo total (mg/kg MS)	70	140	1200	EPA 3050-BEPA 3051

Fuente: D.S. 002-2013-MINAM. Ministerio del Ambiente (MINAM), 2013.

2.3.2. NORMATIVA INTERNACIONAL

2.3.2.1. VALORES GUÍA ESTABLECIDOS POR LA OMS

A. Valores guía Establecidos para Contaminantes Sólidos Sedimentables

Según la normatividad establecida por la Organización Mundial de la Salud (OMS), el valor guía establecido para la concentración de Contaminantes Sólidos sedimentables es de 0.5 mg/cm²/mes. El Valor guía para contaminantes sólidos sedimentables se muestran en la siguiente tabla:

Tabla N° 5: Valor guía para Contaminantes sólidos sedimentables- OMS

Institución	Tiempo Promedio	Límite Máximo (mg/cm²/30 días)	Técnica - Método
Dirección General de Salud Ambiental	30 días	0.5	Gravimétrico, estudio de contaminantes sólidos sedimentables (Jarras)
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrografía	30 días	0.5	Gravimétrico, estudio de Contaminantes sólidos sedimentables (Jarras), Contaminantes sólidos sedimentables (Placas de Vidrio)

Fuente: Evaluación de las concentraciones de contaminantes sólidos atmosféricos de tres estaciones de la ciudad de Iquitos, mediante el Método Gravimétrico. Semiqué Huari, 2015.

B. Valores guía establecidos para plomo en suelos

El establecimiento de los límites ambientales está de acuerdo con las concentraciones que se han verificado en diversas partes del mundo y con las cuales no se han detectado efectos adversos en la salud de la población expuesta. La Organización Mundial de la Salud (OMS), establece un valor guía de 25 mg de Pb/Kg de suelo. En la Tabla N° 6 se muestra el valor guía para plomo en suelos establecidos por la Organización mundial de la Salud (Korc, 2001):

Tabla N° 6: Valor guía para plomo en suelos establecido por la OMS

Parámetro	Valor guía establecido por la OMS (mg/Kg)
Plomo	25

Fuente: Guías para Plomo de la OMS, OPS/OMS-CEPIS. Korc, 2001.

2.3.2.2. CÁNADA

De acuerdo a las directrices de calidad de suelo canadiense para la protección de la salud humana y ambiental La guía de calidad de suelo para plomo se presenta en la siguiente tabla, tanto para la salud ambiental como para la salud humana (Canadian Council of Ministers of the Environment, 1999):

Tabla N° 7: Guías de calidad de suelo y valores de verificación para el plomo (mg/Kg)

	Uso de Suelos			
	Agricultura	Residencial/Parques	Comercial	Industrial
Guía	70 ^a	140 ^a	260 ^a	600 ^a
Guía para la Salud Humana	140 ^b	140 ^b	260 ^b	740 ^b
Guía para la Salud Ambiental	70 ^c	300 ^d	600 ^d	600 ^d

Fuente: Canadian Soil Quality Guidelines for protection of Environmental and Human Health. Canadian Council of Ministers of the Environment, 1999.

- Los datos son suficientes y adecuados para calcular una guía para la salud humana y ambiental. Por lo tanto, la guía de calidad del suelo es la más baja de las dos y se integran para este uso de la tierra, derivada de acuerdo con el protocolo del suelo (CCME 1996a).
- La salud humana es la más baja de las directrices para la salud humana y los valores de control.
- La salud ambiental para este uso de tierra se basa en la guía de ingestión de suelos y alimentos.
- La salud ambiental para este uso de tierra se basa en la guía de contacto con el suelo.

2.3.2.3. MÉXICO

Según la norma oficial mexicana NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, la cual establece criterios para la caracterización y determinación de las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio, vanadio y sus compuestos inorgánicos, así como los criterios de remediación. Cuando el suelo que se presume contaminado tiene una superficie menor o igual a 1000 m², el responsable procederá a remediar las concentraciones de referencia totales (CRt). Las concentraciones de

contaminantes por tipo de uso de suelo en México se muestran en la Tabla N° 8 (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2007):

Tabla N° 8: Concentraciones de referencia totales (CRT) por tipo de uso de suelo

Contaminante	Uso Agrícola/Residencial/Comercial (mg/Kg)	Uso Industrial (mg/Kg)
Arsénico	22	260
Bario	5400	67000
Berilio	150	1900
Cadmio	37	450
Cromo Hexavalente	280	510
Mercurio	23	310
Níquel	1600	20000
Plata	390	5100
Plomo	400	800
Selenio	390	5100
Talio	5.2	67
Vanadio	78	1000
a. En caso de que se presenten diversos usos de suelo en un sitio, debe considerarse el uso que predomine.		
b. Cuando en los programas de ordenamiento ecológico y de desarrollo urbano no estén establecidos los usos de suelo, se usará el valor residencial		

Fuente: NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2007.

2.3.2.4. ESTADOS UNIDOS

Con base en la Office of solid waste and emergency response, se evalúa la exposición de plomo en la evaluación del riesgo y limpieza del plomo residencial en el suelo. La directiva recomienda que los niveles de plomo en el suelo inferiores a 400 mg/kg son generalmente seguros para uso residencial, por encima de este nivel el documento sugiere recopilar datos y modelar los niveles de plomo en la sangre de la población. Los límites establecidos para el plomo en suelos residenciales para esta nación se detallan en la siguiente tabla: (Office

of Solid Waste and Emergency Response, 2013; U.S. Environmental Protection Agency (USEPA), 2015)

Tabla N° 9: Límites de plomo en suelo establecidos para el uso de suelos residencial

Parámetro	Uso Residencial (mg/Kg)
Plomo	400

Fuente: USEPA.

CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

- **Materiales empleados en el muestreo en campo**

Para el muestreo en campo de suelos, se utilizaron los siguientes materiales:

- ✓ **Libreta de Campo**

Utilizado para realizar las observaciones y apuntes en campo.

- ✓ **Bolsas de Polietileno**

Recipiente requerido para el muestreo de metales pesados y metaloides en suelos.

No presenta restricciones respecto a la temperatura de preservación ni para el tiempo máximo de conservación.

- ✓ **Guantes de Vinil**

Material utilizado para la protección de las manos al realizar el muestreo de suelos, ofrecen gran agarre y movimiento adecuado para los dedos.

- ✓ **Agua Destilada**

Material necesario para la limpieza de las picotas y espátulas utilizadas en el monitoreo de suelos.

- ✓ **Picotas**

Herramienta utilizada para cavar pequeñas zanjas de las cuales se obtendrán las muestras de suelo.

- ✓ **Espátulas de Acero Inoxidable**

Herramienta usada para extraer el material (suelo) a analizar.

✓ **Wincha**

Herramienta utilizada para realizar mediciones en campo.

✓ **Etiquetas**

La Etiqueta no debe sobrepasar el tamaño del recipiente y se coloca en un lugar visible del recipiente. Debe contener la codificación de cada punto de muestreo.

✓ **Plumón Indeleble**

Utilizado para etiquetar las muestras.

Por otra parte, para la determinación de los Contaminantes sólidos sedimentables, se requirieron los siguientes materiales:

✓ **Libreta de Campo**

Utilizado para realizar las observaciones y apuntes en campo.

✓ **Placas Receptoras de Vidrio de 100 cm²**

Material requerido para la captación de los contaminantes sólidos sedimentables, la superficie de 100 cm² es necesaria para los respectivos cálculos en laboratorio.

✓ **Vaselina Anhidra**

Material a través del cual los contaminantes sólidos sedimentables se adhieren a las placas receptoras.

✓ **Casetas metálicas**

Herramienta donde se ubican las placas receptoras, presenta un techo en forma de “v” invertida, para evitar el contacto del agua proveniente de las lluvias.

✓ **Portaplacas**

Materiales empleados para el transporte de las placas receptoras.

✓ **Etiquetas**

La Etiqueta no debe sobrepasar el tamaño de la placa de vidrio y se coloca en un lugar visible. Debe contener la codificación de cada punto de muestreo.

✓ **Plumón Indeleble**

Utilizado para etiquetar las muestras.

• **Equipos de Campo**

Los Equipos de Campo utilizados son:

✓ **Cámara Fotográfica – Sony Cybershot 7.2 Megapíxeles**

Equipo empleado para la captura de evidencias fotográficas en la presente investigación.

✓ **GPS – Garmin GPSmap 62sc**

Este equipo de campo fue empleado para determinar las coordenadas y la altura de los puntos de monitoreo de suelos y contaminantes sólidos sedimentables.

• **Materiales empleados en el análisis en laboratorio**

Para el análisis en Laboratorio por el método de Espectrofotometría de absorción Atómica (Determinación de Plomo en Suelos y Contaminantes Sólidos sedimentables); se utilizaron los siguientes materiales y reactivos:

✓ **Pipetas graduadas y volumétricas**

Este instrumento permite la transferencia de un volumen de un recipiente a otro con bastante precisión.

✓ **Vasos de Precipitado**

El objetivo principal de este instrumento es contener líquidos o sustancias de diverso tipo. Los vasos de precipitado utilizados en la siguiente investigación fueron de 100 y 250 ml.

✓ **Vidrio de Reloj**

Vidrio redondo y convexo utilizado para contener sustancias y posteriormente pesarlas en la balanza analítica.

✓ **Pinza de Crisol**

La función de esta herramienta es sostener y manipular los vasos de precipitado cuando estos están siendo calentados en la cabina de digestión de la campana extractora, como medida de seguridad.

✓ **Propipeta**

La propipeta es empleada para asegurar la transferencia de líquidos principalmente reactivos corrosivos como los ácidos desde las pipetas hacia otros recipientes.

✓ **Embudos**

Herramienta en la cual se coloca el papel filtro para proceder a filtrar las muestras.

✓ **Soporte universal de Laboratorio**

Herramienta empleada para realizar montajes con los materiales del laboratorio, en el caso de esta investigación fueron empleados para dar soporte a los embudos.

✓ **Papel filtro**

Empleado como un tamiz, se usa en el laboratorio para el filtrado de las muestras. En la presente investigación se uso papel filtro de 125 um.

✓ **Bagueta**

Utilizado para mezclar o disolver sustancias.

✓ **Probeta graduada**

Instrumento empleado para medir volúmenes.

✓ **Tamiz**

Herramienta empleada para el tamizado de las muestras de suelo, para la presente investigación se utilizó un Tamiz de 180 μm .

✓ **Fiolas**

Empleado para recoger el líquido filtrado de las muestras.

✓ **Matraz Erlenmeyer**

Instrumento empleado para contener y calentar líquidos o sustancias de diverso tipo.

✓ **Cabina de digestión con campana extractora**

Equipo empleado para el manejo de ácidos a altas temperaturas, los cuales se vaporizan y condensan en la campana.

✓ **Estufa de Laboratorio**

Equipo utilizado para el secado de las muestras de suelo.

✓ **Espectrofotómetro de Absorción Atómica**

Equipo de Laboratorio empleado para realizar análisis espectroscópicos de diversos elementos químicos, en la presente investigación se analizó el plomo.

✓ **Balanza Analítica**

Instrumento empleado para medir la masa de las placas receptoras y las muestras de suelo.

✓ **Artículos de Seguridad en Laboratorio**

Para la seguridad y limpieza al momento de realizar los análisis de laboratorio se deben emplear: Guantes de Látex, Gafas de seguridad y Mascarillas.

✓ **Reactivos**

Los reactivos empleados para la digestión ácida de las muestras fueron: Ácido Clorhídrico (HCl), Ácido Nítrico (HNO₃) y Agua destilada.

• **Útiles de Escritorio**

En la redacción y desarrollo del trabajo de tesis se utilizaron los siguientes útiles de escritorio: Lápices, Lapiceros, Resaltadores, Millares de Hojas Bond, Sobres y Folders Manila, Fasters, Borradores y Cd's.

• **Equipos de Cómputo**

Los siguientes equipos de cómputo utilizados fueron los siguientes:

✓ **Computador Core i5**

Equipo empleado para la redacción del presente trabajo de investigación.

✓ **Impresora Multifuncional Epson L220**

Se utilizó este equipo para la impresión del texto y mapas de la tesis

• **Software**

Los programas utilizados en la elaboración de la presente investigación fueron los siguientes:

✓ **Arcgis 10.3**

Programa utilizado para elaborar los mapas temáticos de la presente investigación.

✓ **Microsoft Excel 2014**

Este programa fue empleado para realizar los gráficos comparativos entre las concentraciones de plomo en suelos y los estándares de calidad ambiental.

✓ **Microsoft Word 2014**

Este programa fue empleado para la redacción de la presente tesis.

✓ **Google Earth pro**

Utilizado para comparar a través de las imágenes satelitales, las coordenadas y ubicaciones de los puntos de monitoreo establecidos en la Urbanización Primavera.

✓ **WRPLOT View**

Programa utilizado para la elaboración de la rosa de vientos de la presente investigación en base a los datos registrados de la estación meteorológica “Campo de Marte” en el periodo 2003 - 2015.

3.2. METODOLOGÍA Y MÉTODOS

3.2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación, ha sido desarrollado en base a dos tipos de investigación: Exploratorio y Descriptivo.

De acuerdo a Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio (2010) se considera un trabajo de investigación de Carácter Exploratorio a aquellos estudios donde se examinan temas de investigación poco estudiados o que no se han abordado con anterioridad, siendo el caso del presente estudio, ya que no se han encontrado investigaciones sobre la determinación de los niveles de plomo en la zona. Asimismo es de Carácter Descriptivo, ya que se mide o recoge información de

manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, determinando en primer lugar las concentraciones de plomo en los Contaminantes sólidos sedimentables que precipitaran en los suelos y finalmente las concentraciones químicas del parámetro plomo en los suelos dentro de la Urbanización Primavera.

3.2.2. DISEÑO

Basándonos en la teoría de Hernández Sampieri et al. (2010), el método de investigación científica empleada para estudios de esta naturaleza fue empírico, basándose la investigación en la experimentación u observación, conducida a responder una pregunta específica o hipótesis. Asimismo, el diseño es:

- **No experimental:** ya que no se manipularon deliberadamente las variables, lo que se buscó fue observar las mismas tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlas.
- **Longitudinal:** Se recolectaron datos a través del tiempo (dos periodos).
- **Tipo Panel:** Tienen como objetivo observar los cambios a través del tiempo tanto grupales como individuales de un mismo grupo.

3.2.3. TEMPORALIDAD

La Tesis se desarrolló a partir de Noviembre del 2016 hasta Abril del 2018. El periodo de muestreo para la determinación de los Contaminantes sólidos sedimentables abarcó un mes aproximadamente tanto para la estación de invierno (21 de Junio del 2017 hasta el 21 de Julio del 2017), como de primavera (23 de Setiembre del 2017 hasta el 23 de Octubre del 2017), respectivamente. Asimismo la

toma de muestras de suelos fueron realizados en Julio y Octubre del año 2017, iniciando el muestreo al día siguiente de haber finalizado el muestreo de contaminantes sólidos sedimentables, para cada periodo.

3.2.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

Para la determinación del aporte de plomo proveniente de los Contaminantes sólidos sedimentables, la población de donde se obtuvieron las muestras de suelo corresponde a la Urbanización Primavera, la cual abarca un área de 13.6 ha, estableciéndose 6 puntos de muestreo (área de influencia promedio de 4 ha) a través del muestro probabilístico aleatorio simple, los cuáles fueron establecidos siguiendo los siguientes criterios: N° de Pobladores, dirección del viento, distancia a las fuentes de contaminación. **Ver Anexo 1.3: Mapa de área de influencia de Contaminantes sólidos sedimentables.**

La población donde se obtuvo las muestras de suelo, con base en la guía para el muestreo de suelos, corresponde a una superficie aproximada de 2 ha (Área de Potencial Interés), determinada sobre la investigación histórica e inspección del sitio. Para el muestreo de identificación, el número mínimo de puntos de muestreo se determinó en función del área de potencial interés, según lo establecido en la siguiente tabla:

Tabla N° 10: Número mínimo de puntos de muestreo para el muestreo de identificación

Área de Potencial Interés (Ha)	Puntos de Muestreo en Total
0.1	4
0.5	6
1	9
2	15
3	19
4	21
5	23
10	30
15	33
20	36
25	38
30	40
40	42
50	44
100	50

Fuente: Guía para el Muestreo de Suelos. Ministerio del Ambiente (MINAM)

De acuerdo al Área de potencial interés el número de puntos de muestreo a analizar fueron 15. Se recomienda la toma de muestras superficiales compuestas para la evaluación de riesgos a la salud humana o para la flora y fauna, es por ello que se tomaron aproximadamente 10 submuestras utilizando el método probabilístico aleatorio simple (Zizgag) para cada una de las 15 muestras, para los cuales se dibujó una línea en zig-zag, y sobre esta se marcaron los puntos de muestreo tratando de que sean equidistantes.

Para la determinación del aporte de plomo proveniente de los Contaminantes sólidos sedimentables, el número de puntos de muestreo empleados (6) son los mismos que fueron establecidas en la determinación de Contaminantes sólidos sedimentables. Asimismo para el análisis en laboratorio, se añadió una muestra

blanco, la cual se untó únicamente con vaselina, con el objetivo de verificar que este material no contenga plomo en su composición.

3.2.5. METODOLOGÍA

3.2.5.1. DETERMINACIÓN DE PLOMO EN SUELOS

A. Metodología para la toma de muestras Superficiales

El método para la toma de muestras superficiales se basó en un muestreo bidimensional, es decir en la toma de sub-muestras (10 en promedio) en un área y capa determinada y unir las submuestras individuales en una muestra compuesta para cada una de las 15 muestras. (Ministerio del Ambiente (MINAM), 2014b).

La profundidad de muestreo para cada submuestra fue de 20 cm en promedio, en base a lo establecido en la guía para el muestreo de Suelos del MINAM. En la siguiente tabla se muestra la profundidad de muestreo según el uso del suelo: **Ver Anexo 1.4: Mapa de Ubicación de Submuestras para el muestreo de suelos.**

Tabla N° 11: Profundidad de muestreo según el uso del suelo

Uso del Suelo	Profundidad de Muestreo (Capas)
Suelo Agrícola	0 - 30 cm ⁽¹⁾ 30 - 60 cm
Suelo Residencial/Parques	0 - 10 cm ⁽²⁾ 10 - 30 cm ⁽³⁾
Suelo Comercial/Industrial/Extractivo	0 - 10 cm ⁽²⁾

Fuente: Guía para el Muestreo de Suelos (Ministerio del Ambiente (MINAM), 2014b)

(1) Profundidad de Aradura

(2) Capa de contacto oral o dermal de contaminantes

(3) Profundidad Máxima alcanzable por los niños

En el momento previo a la toma de muestras, se limpió cuidadosamente el área a muestrear de cualquier desecho o escombros superficial. Para la toma de muestras superficiales se realizaron las siguientes actividades:

- Para cada muestra simple (submuestra), se determinó una superficie cuadrangular con un área total de 20 cm^2 y una profundidad aproximada de 20 cm. Se extrajo el material de estas superficies para muestra simple, previa limpieza.

Figura N° 3: Toma de submuestras de suelo



Fuente: Elaboración Propia

- Se reunió el volumen de las muestras simples extraídas, las cuales conformaron la muestra compuesta.

Figura N° 4: Volumen de submuestras



Fuente: Elaboración Propia

- Se sometió a partición las muestras, para reducir las y obtener una muestra representativa, luego cuarteamos la muestra mezclada hasta llegar a la cantidad de material necesario (aproximadamente 1 kg).

Figura N° 5: Cuarteo de submuestras



Fuente: Elaboración Propia

- Se colocaron las muestras en bolsas herméticas rotuladas para su transporte al laboratorio.

Figura N° 6: Muestras de suelo rotuladas



Fuente: Elaboración Propia

B. Metodología en Laboratorio (Espectrofotometría de Absorción Atómica)

El método de espectrofotometría de absorción atómica es el método más fácil y rápido para la determinación de metales. Esta técnica analítica se basa en la emisión y absorción de la energía radiante de los átomos en estado fundamental, la muestra líquida que contiene la materia a analizar llega a un mechero quemador en el que se produce la atomización. Cuando se hace pasar a través de la nube atómica formada por una emisión electromagnética en la longitud de onda característica de los átomos presentes se produce una absorción que es proporcional a la concentración de los átomos (Menéndez Díez, 2009, p.151).

Con el objetivo de conocer la concentración de plomo a analizar, es necesario conocer el factor de calibración el cuál se obtiene mediante la curva de calibración. Para obtener esa curva se miden cantidades exactas de la solución patrón de plomo, de la cual se preparan las siguientes diluciones: 0.5 mg/l, 1 mg/l y 2 mg/l. Este procedimiento se realiza automáticamente para todas las concentraciones estándares y con estos datos el software de la computadora ajusta una curva con la tendencia de los puntos ingresados.

Finalmente, para el cálculo de la Concentración de plomo en suelos (mg/kg), se utiliza la ecuación N° 1:

Ecuación N° 1: Ecuación para la determinación de la concentración de plomo en suelos

$$C_f = \frac{C_{curva} \times Volumen}{Peso}$$

C_f : Concentración Final (mg/kg).

C_{curva} : Concentración en la curva en mg/l (obtenida en el Espectrofotómetro de Absorción Atómica).

Volumen: 100 ml

Peso: 1 g

Antes de proceder a leer las concentraciones de plomo en el espectrofotómetro de absorción atómica, las muestras pasan por un tratamiento previo denominado “digestión ácida”, las cuales fueron realizadas en el Laboratorio de Medio Ambiente de la FIGAE. Dichas actividades para la determinación de plomo en suelos se muestran a continuación:

- Extrajimos un puñado de cada muestra, y la colocamos en vidrios de reloj previamente codificados.

Figura N° 7: Muestras en vidrios codificados



Fuente: Elaboración Propia

- Secamos las muestras en la estufa a una temperatura de 110 °C durante 1 hora.

Figura N° 8: Secado de muestras



Fuente: Elaboración Propia

- Tamizamos las muestras

Figura N° 9: Tamizado de muestras



Fuente: Elaboración Propia

- Pesamos 1 g de la muestra tamizada.

Figura N° 10: Pesado de 1 g de las muestras



Fuente: Elaboración Propia

- Se añadió 1 ml de Acido Nítrico (HNO_3) y 3 ml de Acido Clorhídrico (HCl), posteriormente agitamos las muestras durante 15 minutos.

Figura N° 11: Adición de ácidos



Fuente: Elaboración Propia

- Calentamos las muestras en la cabina de digestión con campana extractora, a una temperatura de 95 °C, hasta obtener un material pastoso.

Figura N° 12: Digestión de muestras



Fuente: Elaboración Propia

- Se añadieron 20 ml de agua destilada a cada una de las muestras, posteriormente agitamos las muestras por 15 minutos.

Figura N° 13: Adición de agua destilada



Fuente: Elaboración Propia

- Filtramos las muestras. El residuo obtenido se lavó con agua destilada y se procedió a filtrar nuevamente. El líquido filtrado se depositó en fioles de 100 ml.

Figura N° 14: Filtrado de muestras



Fuente: Elaboración Propia

- Enrazamos las fioles con agua Destilada.

Figura N° 15: Muestras enrazadas



Fuente: Elaboración Propia

- Luego de obtener la curva de calibración, las muestras obtenidas se proceden a leer en el Espectrofotómetro de absorción atómica.

Figura N° 16: Lectura en el Espectrofotómetro de absorción atómica



Fuente: Elaboración Propia

3.2.5.2. DETERMINACIÓN DE PLOMO EN CONTAMINANTES SÓLIDOS SEDIMENTABLES

A. Metodología para la determinación de Contaminantes sólidos sedimentables

El método empleado para la determinación de Contaminantes sólidos sedimentables, fue el método pasivo de placas receptoras (Gravimetría).

Los métodos de monitoreo pasivo son métodos económicos y efectivos para la clasificación de áreas con niveles de contaminación bajo, medio o alto, basados en el muestreo a largo plazo (usualmente semanal o mensual), siendo la opción de monitoreo más económica. Las ventajas y desventajas del monitoreo pasivo se detallan en el cuadro N° 3 (Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), 2005):

Cuadro N° 3: Ventajas y desventajas del método de monitoreo pasivo

Método	Ventajas	Desventajas
Muestreadores pasivos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Muy económicos. ✓ Muy simples. ✓ No dependen de Cables de Electricidad. ✓ Se pueden colocar en números grandes. ✓ Útiles para sondeos, mapeos y estudios de línea base. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ No ha sido probado para algunos contaminantes. ✓ Solo suministran promedios mensuales y semanales. ✓ Requieren mano de obra intensiva para su funcionamiento y el consiguiente análisis. ✓ No existe método de referencia para monitorear el cumplimiento ✓ Lenta generación de datos

Fuente: Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire y Gestión de Datos. Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), 2005.

Para el presente trabajo de investigación se instaló una red conformada por 6 puntos de muestreo captadores de Contaminantes sólidos sedimentables, con un distanciamiento de 180 m en promedio. Estos puntos fueron ubicados en los techos de las viviendas dentro de la urbanización primavera, en zonas libres de obstáculos y cercanas a las fuentes de contaminación, a una altura media de 5 metros.

El área de influencia media de cada uno de los puntos de muestreo fue de 4 ha aproximadamente, siendo determinada utilizando el criterio de los polígonos de Thiessen, por lo que se asume que en cualquier punto dentro del área del polígono de un punto de muestreo, los contaminantes sólidos sedimentables, serán idénticos a los captados en ese punto.

La metodología para la determinación de los Contaminantes sólidos sedimentables fue empleada en un estudio del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAHMI, 1992) denominado “Determinación y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica en Lima Metropolitana - Proyecto VICON”, el cual ha sido base para diversas investigaciones, y consiste en exponer una superficie de 100 cm^2 , untada con una sustancia adherente (vaselina anhidra), la cual se pesa antes y después de la exposición, la diferencia de pesos nos indica la cantidad de Contaminantes sólidos sedimentables acumulados en ese periodo.

La cantidad de Contaminantes sólidos sedimentables fueron determinados utilizando la Ecuación N° 2, de acuerdo al método pasivo de placas receptoras:

Ecuación N° 2: Ecuación para la determinación de Contaminantes sólidos sedimentables

$$CSS = \frac{\left(\frac{P_f - P_i}{\text{Área}}\right)}{\text{Tiempo}}$$

CSS: Contaminantes Sólidos Sedimentables (g/cm²/mes)

Pf: Peso Final (g)

Pi: Peso Inicial (g)

Área: 100 cm²

Tiempo: 1 mes

Para la determinación de Contaminantes sólidos sedimentables se realizaron las siguientes actividades:

a. Primer Trabajo de Laboratorio

- Limpiamos y Codificamos las placas receptoras.

Figura N° 17: Placa receptora limpia y codificada



Fuente: Elaboración Propia

- Untamos uniformemente las placas receptoras con vaselina anhidra.

Figura N° 18: Placa receptora untada con vaselina anhidra



Fuente: Elaboración Propia

- Pesamos las placas previamente untadas con vaselina en la Balanza Electrónica

Figura N° 19: Pesado de placas receptoras



Fuente: Elaboración Propia

- Colocamos las placas en cartones portaplacas para el transporte de las Muestras.

Figura N° 20: Portaplacas



Fuente: Elaboración Propia

b. Trabajo de Campo

- Colocamos las Placas Receptoras previamente pesadas en el laboratorio, en Casetas ubicadas en los Techos de las Viviendas, durante el Periodo de un mes.

Figura N° 21: Placas Receptoras ubicadas en las Casetas



Fuente: Elaboración Propia

- Una vez pasado el Periodo de 1 mes, retiramos las placas receptoras para su transporte al laboratorio.

Figura N° 22: Placas receptoras con Contaminantes sólidos sedimentables



Fuente: Elaboración Propia

c. Segundo Trabajo de Laboratorio

- Transportamos las placas receptoras al laboratorio para su respectivo pesado.

Figura N° 23: Placas receptoras en el laboratorio



Fuente: Elaboración Propia

- Pesamos las placas receptoras con Contaminantes sólidos sedimentables en la Balanza Analítica.

Figura N° 24: Pesado de placas receptoras



Fuente: Elaboración Propia

Luego de Realizar el pesado de muestras, se procede a realizar los análisis en gabinete.

B. Metodología en Laboratorio (Espectrofotometría de Absorción Atómica)

Para la determinación de plomo proveniente de los Contaminantes sólidos sedimentables, se utilizaron las placas receptoras utilizadas en campo, asimismo el método para obtener las concentraciones de plomo, fue el de espectrofotometría de absorción atómica, cuya descripción se realizó en el ítem anterior.

Finalmente, para el cálculo de la Concentración de plomo en los Contaminantes sólidos sedimentables (mg/kg), se utilizó la Ecuación N° 3:

Ecuación N° 3: Ecuación para la Determinación de la Concentración de plomo en los Contaminantes sólidos sedimentables

$$C_f = \frac{C_{curva} \times Volumen}{P_f - P_i} - C_{blanco}$$

C_f: Concentración Final (mg/kg).

C_{curva}: Concentración en la curva en mg/l (obtenida en el Espectrofotómetro de Absorción Atómica).

Volumen: 100 ml

P_f: Peso Final (Placa Receptora + Vaselina + Contaminantes Sólidos Sedimentables)

P_i: Peso Inicial (Placa Receptora)

C_{blanco}: Concentración de plomo en muestra blanco

Antes de proceder a leer las concentraciones de plomo en el espectrofotómetro de absorción atómica, las muestras pasan por un tratamiento previo denominado “digestión ácida”, las cuales fueron realizadas en el Laboratorio de Medio Ambiente de la FIGAE. Dichas actividades para la determinación de plomo en contaminantes sólidos sedimentables se muestran a continuación:

- Extrajimos el material adherido a las Placas Receptoras (Contaminantes sólidos sedimentables) y los colocamos en vasos de precipitado debidamente codificados.

Figura N° 25: Extracción del material adherido a las placas receptoras



Fuente: Elaboración Propia

- Añadimos 1 ml de Acido Nítrico (HNO_3) y 3 ml de Acido Clorhídrico (HCl), posteriormente agitamos durante 15 minutos.

Figura N° 26: Adición de ácidos



Fuente: Elaboración Propia

- Calentamos las muestras en la cabina de digestión con campana extractora, a una temperatura de $95\text{ }^\circ\text{C}$, hasta obtener un material pastoso.

Figura N° 27: Digestión de muestras



Fuente: Elaboración Propia

- Añadimos 20 ml de Agua destilada a cada una de las muestras, las cuales se agitaron por 15 minutos.

Figura N° 28: Adición de agua destilada



Fuente: Elaboración Propia

- Filtramos las muestras. El residuo obtenido se lavó con agua destilada y se procedió a filtrar nuevamente. El líquido filtrado se depositó en fiolas de 100 ml.

Figura N° 29: Filtrado de muestras



Fuente: Elaboración Propia

- Enrazar las fiolas con Agua Destilada.

Figura N° 30: Muestras enraizadas



Fuente: Elaboración Propia

- Luego de obtener la curva de calibración, las muestras obtenidas se proceden a leer en el Espectrofotómetro de absorción atómica.

Figura N° 31: Lectura de muestras en el Espectrofotómetro de absorción atómica



Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO IV: DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

4.1. SITUACIÓN GENERAL DEL DISTRITO

4.1.1. HISTORIA DEL DISTRITO

El distrito “El Agustino” surgió en 1965, su nombre proviene de la orden de San Agustín, que llegó al Perú en 1551, durante el virreinato los agustinos fueron propietarios de la chacra y calera de San Agustín, ubicadas en el distrito actualmente, produciendo diversos cultivos siendo los principales: el maíz y la alfalfa, además se extraía materiales para la confección de ladrillos y adobes para construcción y loza. En la zona, en general se ubicaban pequeñas haciendas y chacras de propiedad de diversas familias limeñas, hispanas, criollas y también indígenas (Municipalidad Distrital de El Agustino, 2018).

4.1.2. UBICACIÓN DEL DISTRITO

El Agustino es un distrito de la provincia de Lima situado en el área central de Lima Metropolitana. Limita con el distrito de San Juan de Lurigancho por el norte, con Ate y Santa Anita por el este, con La Victoria y San Luis por el sur, y con el Cercado de Lima por el oeste. La superficie aproximada del distrito es de 12.54 Km², representando el 0.45 % de la superficie de Lima Metropolitana, siendo uno de los distritos con menor extensión de la capital (Municipalidad Distrital de El Agustino, 2015).

El distrito de El Agustino es uno de los 49 distritos que integran la Capital del Perú, se encuentra ubicado en la margen izquierda del río Rímac en terrenos del valle bajo y pegado a dos cadenas de cerros (Cerro El Pino y cerro El Agustino),

conformando con otros 7 distritos más, el área interdistrital denominada Lima Este. Presenta una altitud de 180 m.s.n.m. en la zona plana y a 450 m.s.n.m. en la zona de los cerros. El distrito en su jurisdicción es atravesado por vías de carácter regional y metropolitano entre las principales: La Vía de Evitamiento, La Autopista Ramiro Pralé y la Vía férrea. Geográficamente se localiza entre las coordenadas Latitud Sur: 12° 03' 04'', Longitud Oeste: 76° 59' 54'' (Custodio Arbulú, 2009; Municipalidad Distrital de El Agustino, 2015).

4.1.3. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La Urbanización Primavera se ubica en el distrito de El Agustino, las vías principales que rodean la Urbanización son: La Vía de Evitamiento, La Av. Plácido Jiménez y La Av. Las Magnolias. Asimismo los Asentamientos Humanos cercanos son: AA. HH. Nueva Caja de Agua, A.H. Las Palmeras, A.H. Forjadores y la Coop de Vivienda San José. **Ver Anexo 1.1: Mapa de Ubicación.**

Se localiza en las coordenadas:

Latitud Sur: 12° 1' 55.01'' - 12° 2' 10.62''

Longitud Oeste: 77° 0' 30.50'' - 77° 0' 12.06''

4.1.4. ACCESIBILIDAD

El distrito cuenta con 5 vías de acceso que les permite trasladarse a cualquier punto de la ciudad entre las principales se tiene a la Av. Riva Agüero, Av. Nicolás Ayllon, Av. Grau, Vía de Evitamiento y Carretera Central. La Vía de evitamiento es la vía de acceso al norte y sur del país, y la carretera central al centro del país (Custodio Arbulú, 2009).

4.2. ASPECTO FÍSICO

4.2.1. CLIMA

De acuerdo al mapa de clasificación climática por el método de thornthwaite, se ha determinado que el clima en la zona es árido, con deficiencia de lluvias en todas las estaciones, semicálido y húmedo E (d) B'1H3. A fin de obtener el comportamiento meteorológico en la zona del proyecto, se consideró los datos meteorológicos de la estación Campo de Marte, la cual está ubicada a 5 km del área del proyecto.

La estación Campo de Marte es administrada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), la cual está categorizada como; estación Automática - Meteorológica. En la Tabla N° 12 se muestran los detalles de la Estación Meteorológica Campo de Marte:

Tabla N° 12: Estación meteorológica

Estación	Ubicación			Coordenadas Geográficas		Altitud m.s.n.m.	Fuente
	Departamento	Provincia	Distrito	Latitud	Longitud		
Campo de Marte	Lima	Lima	Jesús María	12°4'14''	77°2'35.3''	123	SENAMHI

Fuente: SENAMHI

- **Temperatura**

Para el análisis de temperatura representativo para las zonas de estudio se ha procesado la data histórica de la estación Campo de Marte de tipo convencional – meteorológica las cuales se muestran en la Tabla N°13. En el Gráfico N° 2, se puede apreciar que la temperatura máxima mensual generado en la estación Campo de Marte, varía entre 17.1°C (Agosto) a 24.2°C (Febrero), siendo la

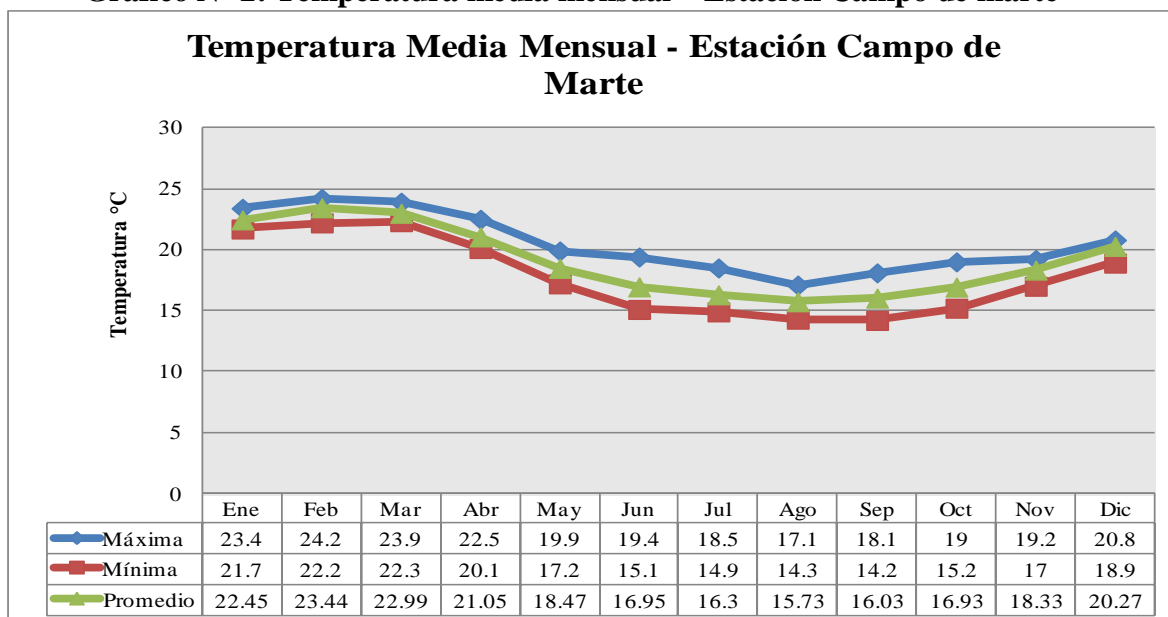
temperatura máxima promedio anual de 20.5 °C. La temperatura promedio mensual, varía entre 15.73 °C (Agosto) a 23.44 °C (Febrero), siendo el promedio anual de 19.07 °C. La temperatura mínima mensual, varía entre 14.2 °C (Septiembre) a 22.3 °C (Marzo), siendo el promedio anual de 17.75 °C.

**Tabla N° 13: Estación campo de marte – Temperatura promedio mensual (°C)
2003-2015**

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000	22.2	23.1	22.3	21.1	18.5	16.8	16.3	16.3	16.2	17.3	18.0	20.3
2001	22.0	23.8	23.2	21.3	18.0	16.0	15.3	15.3	15.3	16.3	17.6	19.9
2002	21.7	23.2	23.6	21.8	19.6	16.6	15.4	15.4	15.9	17.3	18.5	20.5
2003	22.4	23.9	22.8	20.1	18.1	16.6	16.5	15.4	15.8	17.2	19.2	20.5
2004	22.5	23.4	22.6	21.2	17.7	15.5	15.9	15.6	---	17.3	18.6	20.8
2005	22.9	22.2	22.7	20.8	18.1	16.3	15.8	16.1	15.3	16.0	17.7	20.3
2006	22.5	23.8	22.8	20.2	17.9	16.8	17.7	17.1	16.9	17.9	19.2	20.4
2007	23.4	23.6	22.4	20.5	17.6	15.1	14.9	14.3	14.2	15.2	17.0	18.9
2008	22.5	23.3	23.4	20.9	17.2	16.7	17.7	16.6	16.6	16.7	18.6	20.8
2009	22.8	23.4	23.5	21.9	18.8	17.3	17.3	16.2	16.3	16.9	18.8	20.5
2010	22.8	23.9	23.3	21.8	18.8	16.8	15.2	14.9	15.5	16.2	17.6	19.5
2011	21.7	23.2	22.3	20.5	18.9	18.6	16.7	15.6	15.7	17.0	18.7	20.3
2012	22.3	23.6	23.5	22.5	19.5	19.4	18.5	16.3	16.7	17.0	18.2	20.3
2013	22.5	23.6	22.5	20.2	18.5	16.4	15.0	14.9	15.7	16.3	18.0	20.5
2014	23.0	22.9	23.0	20.1	19.9	19.3	16.3	15.9	16.2	17.3	19.2	20.5
2015	22.0	24.2	23.9	21.9	---	---	---	---	18.1	19.0	---	---
Máxima	23.4	24.2	23.9	22.5	19.9	19.4	18.5	17.1	18.1	19.0	19.2	20.8
Mínima	21.7	22.2	22.3	20.1	17.2	15.1	14.9	14.3	14.2	15.2	17.0	18.9
Promedio	22.45	23.44	22.99	21.05	18.47	16.95	16.30	15.73	16.03	16.93	18.33	20.27

Fuente: Data Meteorológica SENAMHI

Gráfico N° 2: Temperatura media mensual – Estación Campo de marte



Fuente: Data Meteorológica SENAMHI

- **Humedad Relativa**

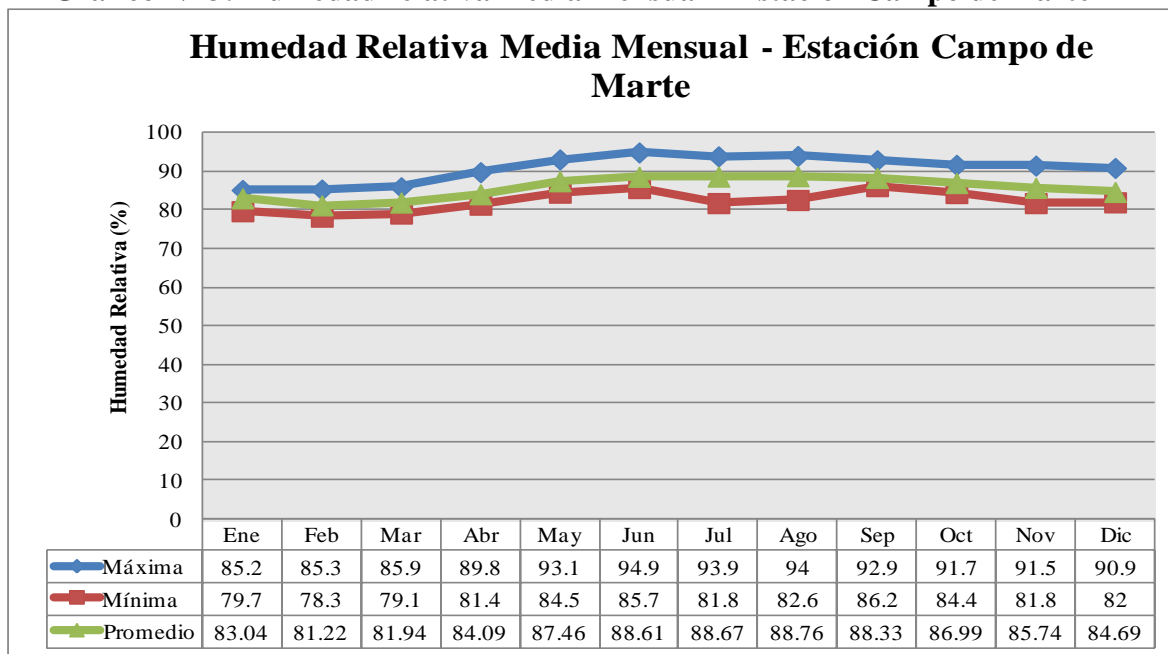
La Humedad Relativa es la relación porcentual entre la cantidad de humedad de un espacio dado y la cantidad que ese volumen podría contener si estuviera saturado. La Tabla N° 14 muestra la serie histórica registrada en la estación Campo de Marte (2003/2015), proporcionada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrológica (SENAMHI). En el Gráfico N° 3, se puede apreciar que la humedad relativa máxima mensual generado en la estación Campo de Marte, varía entre 85.2 % (Enero) a 94.9 % (Junio). La Humedad relativa promedio mensual, varía entre 81.22 % (Febrero) a 88.76 % (Agosto). La Humedad Relativa mínima mensual, varía entre 78.3 % (Febrero) a 86.2 % (Setiembre).

Tabla N° 14: Estación Campo de marte – Humedad relativa (%) 2003-2015

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000	83.8	78.8	79.1	81.7	89.3	86.5	86.5	90.8	86.2	84.5	84.1	83.2
2001	82.9	80.1	82.1	82.6	86.8	89.3	93.5	94.0	92.9	91.7	91.5	87.5
2002	83.0	80.0	81.1	83.8	84.5	88.6	90.6	89.7	88.7	86.3	87.8	82.0
2003	82.5	80.1	81.1	85.4	88.0	88.6	88.4	---	87.6	84.4	81.8	85.2
2004	84.4	81.4	85.6	89.8	93.1	94.9	93.9	82.6	---	89.3	86.6	85.8
2005	84.4	85.3	80.9	84.3	85.2	87.8	88.0	83.2	90.0	88.5	---	83.2
2006	79.7	80.7	79.1	82.7	86.8	86.3	84.7	86.4	86.2	85.3	84.8	84.0
2007	81.8	80.6	82.5	81.9	85.7	90.3	90.3	91.2	89.6	86.8	85.5	84.2
2008	82.8	79.0	82.6	84.7	89.0	90.3	81.8	89.0	86.6	87.3	85.7	82.6
2009	82.3	82.2	80.8	82.5	87.5	88.8	89.5	90.1	89.4	88.5	86.4	86.3
2010	83.2	81.1	80.7	81.9	85.8	87.8	88.5	87.7	87.4	85.7	84.1	90.9
2011	83.9	83.0	81.6	83.5	85.5	86.3	90.9	89.9	88.0	85.2	83.8	82.4
2012	83.0	82.9	85.9	85.5	89.0	85.7	85.2	88.9	86.9	85.5	84.9	84.9
2013	82.8	78.3	81.2	81.4	86.3	89.2	89.6	88.6	88.6	87.5	86.1	82.6
2014	83.0	83.2	84.3	89.0	89.4	88.8	---	90.6	89.0	88.4	87.2	85.6
2015	85.2	82.8	82.5	84.7	---	---	---	---	87.8	87.0	---	---
Máxima	85.2	85.3	85.9	89.8	93.1	94.9	93.9	94.0	92.9	91.7	91.5	90.9
Mínima	79.7	78.3	79.1	81.4	84.5	85.7	81.8	82.6	86.2	84.4	81.8	82.00
Promedio	83.04	81.22	81.94	84.09	87.46	88.61	88.67	88.76	88.33	86.99	85.74	84.69

Fuente: Data Meteorológica SENAMHI

Gráfico N° 3: Humedad relativa media mensual – Estación Campo de marte



Fuente: Data Meteorológica SENAMHI

- **Precipitación**

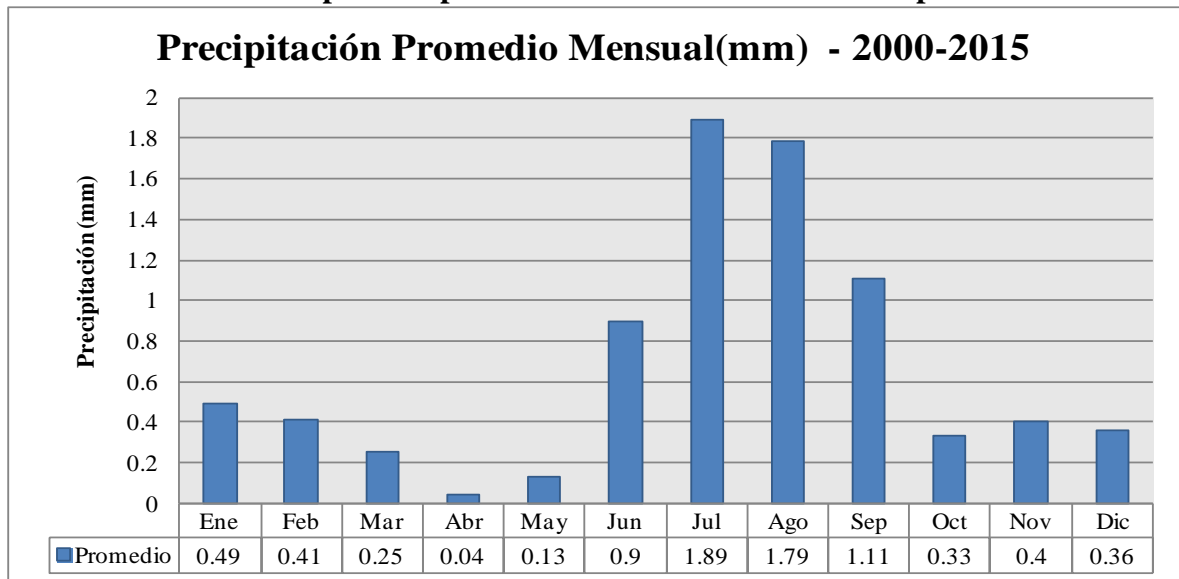
Del análisis de precipitación mensual de la estación Campo de Marte, para un periodo de 16 años (desde el año 2000 a 2015) la cual se muestra en la Tabla N° 15, nos indica que la precipitación es escasa, siendo la precipitación promedio máxima de 1.89 mm (Julio) y una precipitación promedio mínima de 0.04 mm (Abril) durante la mayor parte del año, tal como muestra en el Gráfico N° 4.

Tabla N° 15: Estación Campo de Marte – Precipitación (mm) 2003-2015

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
2000	0.8	0.2	0.0	0.0	0.0	2.1	1.5	1.9	1.3	0.0	0.0	0.2	8
2001	0.3	1.5	0.0	0.2	0.0	0.8	2.1	2.0	0.7	0.0	0.0	0.4	8
2002	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	1.4	2.5	2.4	0.8	0.2	1.4	0.0	10.4
2003	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	1.7	1.2	0.0	0.0	0.2	4.5
2004	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	1.7	0.0	1.0	---	0.0	0.2	0.0	3
2005	0.4	0.0	0.8	0.0	0.5	0.0	0.5	0.2	0.9	0.0	0.1	0.0	3.4
2006	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.3	0.2	0.4	0.2	0.3	2.9
2007	0.3	0.0	0.6	0.0	0.0	0.3	3.4	2.0	0.5	0.4	0.2	0.0	7.7
2008	0.0	0.0	0.4	0.0	0.7	2.1	0.0	2.4	3.4	0.4	0.0	0.0	9.4
2009	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	1.3	5.2	1.1	1.1	0.4	2.7	3.2	15.3
2010	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	1.0	0.5	0.4	0.0	0.0	7.2
2011	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	4.7	3.2	0.4	0.3	0.0	0.0	10.2
2012	0.0	0.9	0.1	0.0	0.8	0.3	0.0	1.5	0.4	2.1	0.0	1.1	7.2
2013	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	1.0	2.8	3.2	1.1	0.0	0.3	0.0	8.6
2014	0.8	2.0	0.0	0.0	0.0	1.4	3.1	1.9	3.0	0.3	0.9	0.0	13.4
2015	0.0	0.0	1.8	0.5	---	---	---	---	---	---	---	---	2.3
Promedio	0.49	0.41	0.25	0.04	0.13	0.90	1.89	1.79	1.11	0.33	0.40	0.36	

Fuente: Data Meteorológica SENAMHI

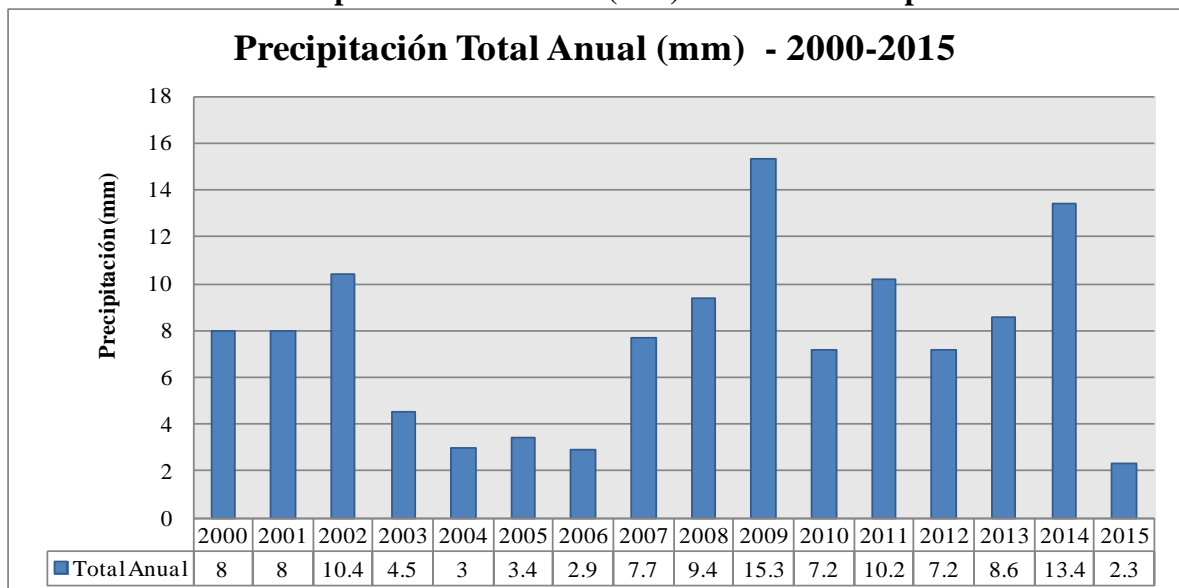
Gráfico N° 4: Precipitación promedio mensual – Estación Campo de Marte



Fuente: Data Meteorológica SENAMHI

Del Gráfico N° 5, se puede observar que las precipitaciones totales anuales presentan una tendencia creciente aumentando de 4.5 mm en el 2003 a 15.3 mm en el 2009, manteniendo una tendencia regular en los años siguientes.

Gráfico N° 5: Precipitación total anual (mm) – Estación Campo de Marte



Fuente: Data Meteorológica SENAMHI

- **Vientos**

En base a los datos meteorológicos de la estación Campo de Marte de los años 2003-2015 los cuales se muestran en la Tabla N° 16, la dirección del viento predominante es SW y se encuentran en los siguientes intervalos: calmas (9.6%), de 0.5 a 2.10 m/s (85.8%), de 2.1 a 3.6 m/s (0.7%), de 5.70 a 8.80 (3.2 %) y de 8.80 a 11.10 (0.7 %). La velocidad de viento predominante es la que se encuentra en el rango 0.5 a 2.10 m/s. En los Gráfico N° 6 y N° 7 se muestran la rosa de vientos y la distribución de la frecuencia de clases de viento en la estación meteorológica Campo de Marte.

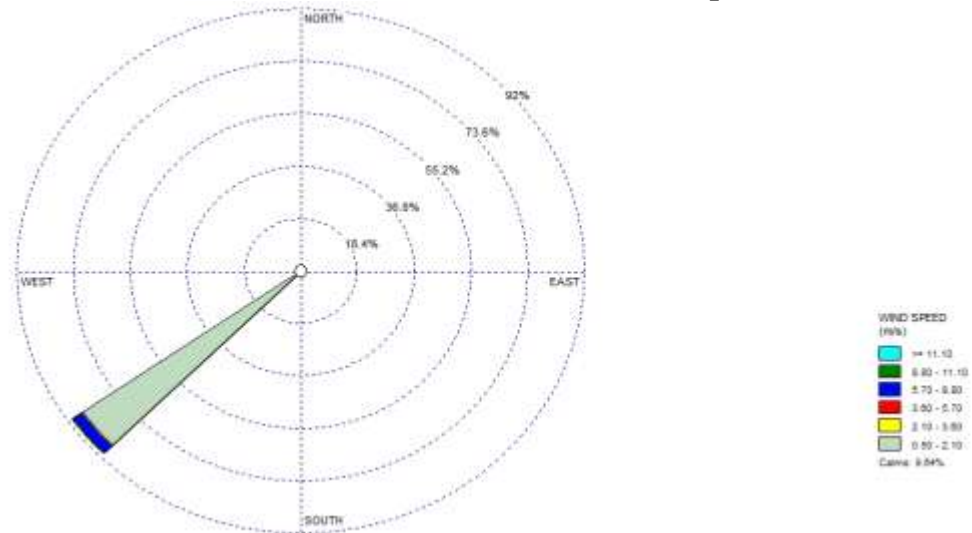
Tabla N° 16: Estación Campo de marte – Dirección y velocidad del viento (m/s) 2003-2015

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2003	SW- 1.5	SW- 1.4	SW- 1.1	SW- 1.1	---	---	SW- 0.6	SW- 0.8	SW- 1.2	SW- 1.5	SW- 1.6	SW- 1.3
2004	SW- 1.7	SW- 1.7	SW- 1.5	SW- 1.3	SW- 1.0	SW- 0.8	SW- 0.9	SW- 0.8	---	SW- 1.2	SW- 1.3	SW- 1.3
2005	SW- 1.4	SW- 1.0	SW- 1.1	SW- 1.1	SW- 1.0	SW- 0.7	SW- 1.1	SW- 1.2	SW- 1.0	SW- 1.0	SW- 1.2	SW- 1.6
2006	SW- 1.3	SW- 1.0	SW- 1.1	SW- 1.1	SW- 0.8	SW- 1.0	SW- 0.9	SW- 1.0	SW- 1.0	SW- 1.1	SW- 1.2	SW- 1.2
2007	SW- 1.3	SW- 1.2	SW- 1.0	SW- 1.0	SW- 0.9	SW- 0.9	SW- 0.8	SW- 0.9	SW- 1.3	SW- 1.4	SW- 1.5	SW- 1.3
2008	SW- 1.4	SW- 1.1	SW- 1.1	SW- 1.0	SW- 0.8	SW- 0.8	SW- 1.1	SW- 0.7	SW- 1.0	SW- 0.9	SW- 1.2	SW- 1.4
2009	SW- 1.0	SW- 1.2	SW- 1.0	SW- 0.9	SW- 0.8	SW- 0.8	SW- 1.0	SW- 1.0	SW- 1.1	SW- 1.1	SW- 1.3	SW- 1.3
2010	SW- 1.6	SW- 1.8	SW- 1.9	SW- 1.8	SW- 1.1	SW- 1.0	SW- 0.9	SW- 1.2	SW- 1.4	SW- 1.3	SW- 1.2	SW- 1.2
2011	SW- 1.4	SW- 1.2	SW- 0.9	SW- 1.1	SW- 1.1	SW- 1.1	SW- 1.0	SW- 0.9	SW- 1.2	---	SW- 1.2	SW- 1.3
2012	SW- 1.2	SW- 1.3	SW- 1.3	SW- 1.1	SW- 0.9	SW- 1.1	SW- 1.3	SW- 0.9	SW- 1.1	SW- 1.1	SW- 1.2	SW- 1.2
2013	SW- 2.0	SW- 1.3	SW- 1.2	SW- 1.0	SW- 1.0	SW- 0.9	SW- 1.6	SW- 1.2	SW- 1.4	SW- 1.8	SW- 1.8	SW- 2.2

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2014	SW- 1.6	SW- 1.5	SW- 1.4	SW- 1.5	SW- 1.3	SW- 1.4	SW- 1.5	---	---	SW- 1.7	SW- 1.6	SW- 1.6
2015	SW- 1.8	SW- 1.7	SW- 1.6	---	---	---	---	---	---	---	---	---

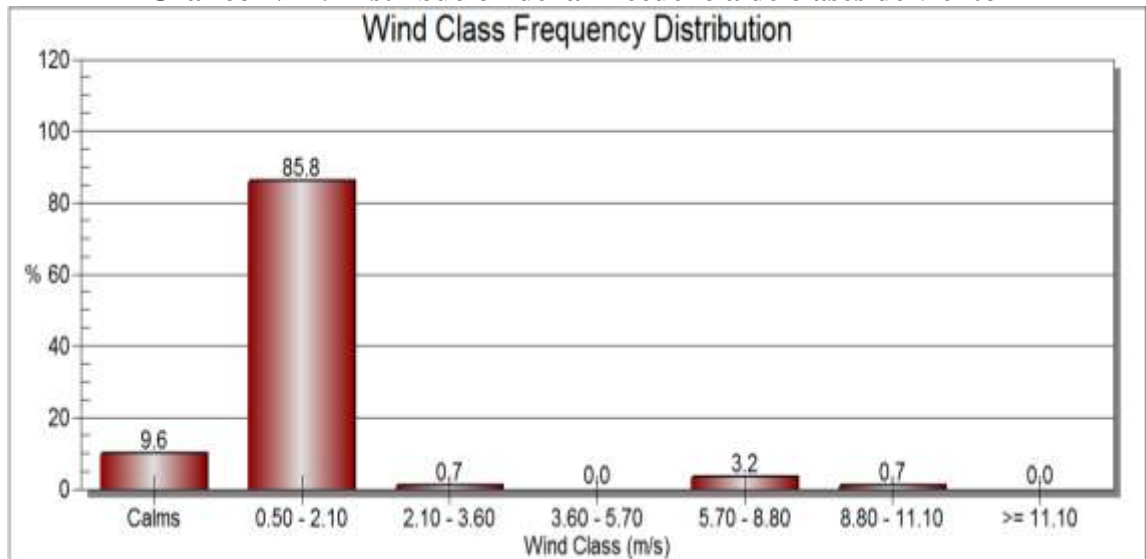
Fuente: Data Meteorológica SENAMHI

Gráfico N° 6: Rosa de vientos – Estación Campo de Marte



Fuente: Data Meteorológica SENAMHI

Gráfico N° 7: Distribución de la Frecuencia de clases de viento



Fuente: Data Meteorológica SENAMHI

4.2.2. HIDROLOGÍA

- **Río Rímac**

Gómez Cortéz (2008) afirma que la hidrografía de la cuenca del río Rímac, tiene un régimen de descarga muy irregular presentando alta consecuencia de descarga durante corto periodo (avenidas) y una gran escasez o disminución durante el periodo restante. La creciente del Rímac se inicia aproximadamente en el mes de diciembre, alcanzando valores máximos en febrero o marzo, decayendo en el mes de abril, conservando en los meses de junio a noviembre un pequeño caudal cuyo volumen varía alrededor de $12 \text{ m}^3/\text{seg}$. La descarga máxima en 24 horas, ocurrida en el río Rímac y registrada en la estación de chosica asciende a $385 \text{ m}^3/\text{seg}$ (año 1941) repitiéndose en otra oportunidad con $380 \text{ m}^3/\text{seg}$ (año 1955). (p.30)

Desde la ubicación de la Urbanización Primavera, el curso de agua se encuentra aproximadamente a 250 metros, de acuerdo a la información recabada no se tienen reportes de inundaciones en época de avenidas. Asimismo en épocas de invierno la corriente de agua es baja aumentando la presencia de roedores, además los depósitos de agua brindan condiciones óptimas para la multiplicación de Anopheles, existiendo un alto riesgo de transmisión de malaria en la población (Ministerio de Salud (MINSA), 2004; Torreblanca Lozano, 2009).

- **Canal Huatica**

Gómez Cortéz (2008) indica que los distritos regados por las aguas de este canal son: El Agustino, La Victoria, San Isidro, San Luis, San Borja, Jesús

María y Lince. Este canal proveniente del río Rímac provee de agua a los terrenos agrícolas en el triángulo formado por el Cerro El Agustino, Miraflores y Callao, además sus aguas son empleadas para regar los principales parques de la ciudad de Lima. (p.33)

- **Río Surco**

“Dentro del distrito tiene una longitud pequeña (2.6 Km), llevando las aguas del río Rímac desde El Agustino y Santa Anita hacia Chorrillos, pasando por los distritos de Santiago de Surco, Miraflores y Barranco” (Gómez Cortéz, 2008, p.33).

- **Aguas Subterráneas**

Según Gómez Cortéz (2008) el nivel de las aguas subterráneas varían desde menos de 5 m en la zona de Villa el Salvador a unos 100 m en el distrito de La Victoria, las zonas más deprimidas se encuentran en el distrito de La Victoria (100 m) y en Ate (90 m). El flujo de aguas subterráneas en el valle del Rímac fluye en el sentido de este a oeste siguiendo la dirección del río Rímac hasta las cercanías del Cerro El Agustino, a partir del cual una parte del flujo continúa en el sentido Este a Oeste, mientras que la otra parte discurre de Nor – Este a Sur – Oeste, llegando en ambos casos al Océano Pacífico. (p.34)

El distrito de El Agustino presente 10 pozos para la explotación de agua subterránea hasta el año 2011, las profundidades de los pozos indican que el nivel freático varía desde 80 m hasta 149 m de profundidad de acuerdo al lugar geográfico del distrito. La información técnica de Pozos en el distrito de El

Agustino, se muestran en la siguiente Tabla (Gómez Cortéz, 2008; Servicio de Alcantarillado y Agua potable (SEDAPAL), 2011):

Tabla N° 17: Información Técnica de Pozos en el distrito de El Agustino - 2011

Nombre del Pozo	Caudal (l/s)	Profundidad (m)
278 Primavera	13	100.8
343 San José	10	127.6
454 Recarga 1	63	137
456 Los Chancas	23	83.75
458 Los Chancas	30	140
459 Recarga 3	36	149
463 Recarga 7	37	119.1
466 Recarga 9	53	73
707 Bocatoma - Atarjea	27	80
782 Recarga 11	17	113

Fuente: Estaciones de Bombeo de Agua potable. (Servicio de Alcantarillado y Agua potable SEDAPAL), 2011.

4.2.3. GEOMORFOLOGÍA

En el distrito de El Agustino se distinguen dos unidades geomorfológicas: las zonas de cerros y colinas que conforman el basamento ígneo de la zona y la terraza o planicie aluvial en las inmediaciones del río Rímac (Instituto Geofísico del Perú (IGP), 2010).

El relieve de su suelo es poco accidentado en la zona plana por lo que ha permitido el desarrollo de las urbanizaciones en forma longitudinal desde la ribera del río hasta la zona elevada. Asimismo presenta un relieve accidentado en las estribaciones y laderas del cerro El Agustino (Custodio Arbulú, 2009; Municipalidad Distrital de El Agustino, 2015).

En particular, el relieve de los cerros, está caracterizado por ser accidentado, con fuertes pendientes de sus taludes, que llegan hasta los 65° de inclinación. Todo

este contraste geomorfológico es el producto del modelado del relieve por los agentes climáticos en general; y, en particular, por las fuertes precipitaciones pluviales que hubo en el pasado geológico reciente, donde, en el entorno se presentaron discurrimientos de aguas con cauces que formaron la cuenca de recepción del río Surco (Kuroiwa Horiuchi, 2013, p.41).

4.2.4. GEOLOGÍA

La Zona de Estudio corresponde a la súper unidad Litológica Santa Rosa, que está constituida por cuerpos tonalíticos – dioríticos y tonalíticos – granodioríticos, los mismos que se emplazan con posterioridad a los gabros y dioritas de la superunidad Patap y Paccho, así mismo, intruye a las secuencias mesozoicas del grupo Casma (Sedimentos Cretáceos y Volcánicos). Esta superunidad ha sido dividida a manera de sub-unidades en: cuerpos oscuros (tonalita-dioritas) y cuerpos claros (tonalita-granodioritas), los mismos que guardan consanguinidad textural, química y de emplazamiento. En los alrededores se ubican afloramientos ígneos del grupo Santa Rosa y Atocongo pertenecientes al Batolito de la costa con rocas identificadas como Tonalitas, Granodioritas y Dioritas. Asimismo, los depósitos aluviales están reconocidos con la denominación de depósitos cuaternarios, conformados por depósitos aluviales del Cuaternario reciente y las rocas del pleistoceno de origen aluvial y del fondo marino. La geodinámica externa de la zona de estudio no presenta mayor peligro, en cuanto a la geodinámica interna se deberá tener en cuenta el ambiente sismo – tectónico, por ubicarse el área en una zona altamente sísmica (Aréstegui Pullo, 2001; Consorcio SM y Aquaplan, 2015).

ESTRATIGRAFÍA

La estratigrafía de la zona pertenece al Grupo Geológico Casma, específicamente a la Formación Volcánico Quilmaná y con características estratigráficas de la Zona Costanera. Los materiales volcánicos a lo largo del Batolito han sido metamorfizados, constituyendo una meta-andesita de color oscuro, dura y silificada en algunas partes; así, se observan estas características en las localidades de El Agustino, Vitarte y Santa Anita hasta la localidad de Santa Clara, desde el kilómetro 12 al 21 de la Carretera Central (Aréstegui Pullo, 2001). “El distrito de El Agustino el basamento rocoso está compuesto por rocas intrusivas del batolito de la costa, de naturaleza granítica con una cobertura de depósitos cuaternarios predominando el material de origen aluvial y Coluvial” (Instituto Geofísico del Perú (IGP), 2010, p.48).

En base a la carta geológica elaborada por el INGEMMET, y publicada en el cuadrángulo 25 j (Lurín), se han identificado las siguientes unidades estratigráficas (Consorcio SM y Aquaplan, 2015):

Depósitos Aluviales (Qpl-al): Estos depósitos provienen del cono de deyección del río Rímac, se encuentran en las quebradas y los depósitos coluviales al pie de las laderas de fuerte pendiente que circundan el distrito. El material gravoso se encuentra a profundidad que en promedio es menor a los dos metros, pudiéndose encontrar en zonas puntuales a profundidades mayores.

Súper Unidad Patap: (Ks-pt-gbdi): Está compuesta de gabros y dioritas, las más antiguas del batolito, emplazados al lado occidental del mismo, con edad perteneciente al cretáceo superior, generalmente presentan signos de inestabilidad.

Súper Unidad Santa Rosa: Compuestas por Tonalita Diorita (Ks-sr-tdi) los cuales presentan un marcado color oscuro. Las Tonalitas por la dureza del cuarzo presentan una topografía aguda, con estructuras tabulares debido al diaclasamiento, cuyo rumbo general es Norte – Sur, variando en la parte Noroeste o Suroeste.

Depósitos eólicos: Constituidos por bancos de arena con algo de limos, este tipo de depósitos se han identificado en las partes bajas del área comprendida entre los asentamientos humanos 7 de octubre y 9 de octubre.

Depósitos eluviales: Conformados por bloques con diámetros de 0.25 m a 2.00 m, distribuidos a lo largo de las laderas del cerro que se extiende desde la 6ta zona de 7 de Octubre hasta el sector alto de Santa Mary.

4.2.5. SUELOS

En base al Mapa de suelos del Perú, elaborado por el ex Instituto Nacional de Recursos Naturales – INRENA, el distrito de El Agustino en el cual se encuentra ubicada la urbanización Primavera, presenta una asociación de suelos Lixisol Háptico – Gleysol Dístico. **Ver Anexo 1.6: Mapa de Tipo de Suelos.**

Los suelos Lixisoles presentan mayor contenido de arcilla en el subsuelo que en el suelo superficial como resultado de procesos pedogenéticos (especialmente migración de arcilla); proviene del latín *lixivia*, que significa: sustancias lavadas. La unidad de segundo nivel háptico indica que no hay una caracterización adicional o significativa, usada si no aplica ninguno de los calificadores previos (Food and Agriculture Organization (FAO), 2007).

Los Gleysoles son suelos con clara influencia del agua freática, los cuales están saturados por periodos suficientemente largos para desarrollar un característico

patrón de color gleyco, proviene del ruso gley, que significa masa lodosa. Los suelos Gleysoles dístricos, son suelos pobres o muy pobres en nutrientes o bases (Ca, Mg, K, Na), al menos en alguna parte entre los 50 cm de la superficie (Food and Agriculture Organization (FAO), 2007).

Desde el punto de vista de la construcción, el suelo de la zona, se encuentra definido como Franco Arenoso y constituye un material muy sólido y estable, cuya probabilidad de producirse un deslizamiento o derrumbe que pueda afectar las obras civiles es prácticamente nula, compuesto principalmente por material erosionado que se ha depositado en las zonas de menor elevación, no solo por el clima sino por acción antropogénica. El suelo hallado en la zona de estudio es el denominado suelo transportado, el cual está constituido por depósitos de materiales fluvio-aluvial de origen cuaternario, los cuales fueron transportados y depositados por acción del agente natural (Río Rímac), durante inundaciones ocurridas hace cientos de miles de años, depositándose los materiales según sus tamaños decrecientes, formándose así en la parte más profunda materiales más gruesos y en la parte más superficial limos y arcillas (Aréstegui Pullo, 2001).

Gómez Cortéz (2008) afirma que en el distrito existen dos suelos bien diferenciados, los suelos de la parte baja del distrito y los suelos del cerro El Agustino. Los primeros están compuestos de cantos rodados, gravas, arenas y limos bien mezclados, los cuales pertenecen al cono deyectivo del cuaternario del río Rímac, mientras que los suelos del cerro El Agustino, en algunas zonas son salitrosos, deteriorando y erosionando los cimientos y muros de contención. La

parte oeste del cerro presenta una capa arcillosa relativamente delgada, predominando también las granodioritas

En la Urbanización Primavera se halló la textura de suelo en campo, mediante el método de la botella, extrayendo una muestra de una calicata realizada a 1 metro de profundidad. Se colocó 5 cm de suelo en una botella llenándola de agua, habiendo agitado y dejado reposar por 1 hora la muestra, se mide la profundidad de arena, limo y arcilla observados, calculando la proporción para cada uno. Los porcentajes obtenidos fueron: 65.5 % de arena, 17.3 % de limo y 17.3 % de arcilla, al analizar estos porcentajes en el Triángulo textural de la USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos) obteniéndose un suelo Franco Arenoso, coincidiendo con la descripción dada por Aréstegui.

Estos suelos son ideales para el crecimiento de las plantas, poseen mayor aireación, permitiendo mantener los valores de materia orgánica y haciendo sostenible el sistema (Lacasta, Benítez, Maire, & Meco, 2006).

Figura N° 32: Textura en campo mediante el método de la botella



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 33: Calicata realizada en la Urbanización Primavera



Fuente: Elaboración Propia

4.3. ASPECTO BIOLÓGICO

4.3.1. ZONAS DE VIDA

La clasificación de zonas de vida propuesta por el Dr. Holdridge (1947) es un sistema estrictamente ecológico, como resultado de investigaciones y levantamientos de mapas ecológicos en varios países de América Central y del Sur. La clasificación define en forma cuantitativa la relación que existe en el orden natural entre los factores principales del clima y la vegetación, como son la biotemperatura, la precipitación y la humedad ambiental, que conforman los factores climáticos fundamentales, son considerados como factores independientes, mientras que los factores bióticos son considerados esencialmente dependientes, es decir, subordinados a la acción directa del clima. El Sistema de Zonas de Vida se enmarca en tres regiones latitudinales que son la franja tropical, la franja subtropical y la franja templada cálida. De esta manera el mapa ecológico del Perú no

constituye un trabajo exclusivamente de carácter climático o de vegetación, sino que muestra en forma fehaciente la interrelación de los múltiples ecosistemas existentes en el país. De acuerdo a la clasificación de zonas de vida del Dr. Leslie Holdridge, enmarcadas en las tres regiones latitudinales que cubren el país y a la guía explicativa: Mapa ecológico del Perú, publicado por INRENA en 1995, el área de estudio se encuentra en la siguiente zona de vida (Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA), 1995): **Ver Anexo 1.7: Mapa de Zonas de Vida.**

- **Desierto Desechado Subtropical (dd-S).**

Ubicación y Extensión: El desierto Premontano tropical se ubica en la región latitudinal tropical del país con una superficie de 8140 Km², y su equivalente zona de vida, desierto desecado – subtropical, se distribuye en la franja latitudinal subtropical con una superficie de 33760 Km². Ambas zonas de vida totalizan una extensión de 41900 Km²; es decir el 3.2% de la superficie territorial del país. Geográficamente, se extienden a lo largo del litoral comprendiendo planicies y las partes bajas de los valles costeros, desde el nivel del mar hasta 1800 metros de altura. En el desierto desecado subtropical (dd-S), donde existen 55 estaciones climatológicas y 4 pluviométricas, la biotemperatura media anual máxima es de 22.2 °C y la media mínima es de 17.9 °C. El promedio máximo de precipitación total por año es 44.0 mm y el promedio mínimo es de 2.2 mm. El relieve topográfico es plano o ligeramente ondulado, variando a abrupto, en los cerros aislados o en la cordillera antigua de la costa, mientras que la vegetación no existe o es muy escasa, apareciendo especies halófitas distribuidas en

pequeñas manchas verdes dentro del extenso y monótono arenal grisáceo eólico (Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA), 1995).

4.3.2. COBERTURA VEGETAL

De acuerdo al mapa nacional de cobertura vegetal – memoria descriptiva del Ministerio del Ambiente, El distrito de El Agustino se encuentra en la cobertura Vegetal: Área Urbana (U). **Ver Anexo 1.8: Mapa de Cobertura Vegetal.**

4.3.3. FLORA

Debido al intenso proceso de urbanización del distrito de El Agustino, durante la visita al área de estudio mediante el método de observación directa, se pudo observar algunas áreas verdes compuestas por parques y jardines con árboles y pequeñas comunidades de flores. De las especies avistadas en el área de estudio, la *Tecoma sambucifolia* se encuentra categorizada según el D.S. 043-2006-AG como casi amenazado (NT); Asimismo las especies *Delonix regia*, *Pinus sylvestris*, *Cupressus sempervirens* y *Ficus carica*, según la UICN se encuentran en la categoría de Preocupación menor (LC) y la especie *Washingtonia filifera* en la categoría Casi Amenazado (NT). Las especies registradas en el área de estudio y su respectiva categoría de conservación se muestran en la siguiente tabla:

Tabla N° 18: Especies de flora registradas en el área de estudio según categoría de conservación

Familia	Especie	Categoría de conservación		
		D.S. 043-2006	CITES	UICN
Fabaceae	<i>Delonix regia</i>	---	---	LC
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	---	---	---
Cactaceae	<i>Lophocereus sp.</i>	---	---	---
Moraceae	<i>Ficus benjamina</i>	---	---	---
Arecaceae	<i>Washingtonia filifera</i>	---	---	NT

Familia	Especie	Categoría de conservación		
		D.S. 043-2006	CITES	UICN
Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i>	---	---	---
Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i>	---	---	---
Pinaceae	<i>Pinus sylvestris</i>	---	---	LC
Cupressaceae	<i>Cupressus sempervirens</i>	---	---	LC
Rosaceae	<i>Rosa sp.</i>	---	---	---
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i>	---	---	---
Moraceae	<i>Ficus carica</i>	---	---	LC
Cucurbitaceae	<i>Citrullus lanatus</i>	---	---	---
Bignoniaceae	<i>Tecoma sambucifolia</i>	NT	---	---

Fuente: Elaboración Propia

D.S. 043-2006-AG

Casi Amenazado (NT): Cuando ha sido evaluado según los criterios y no satisface, actualmente los criterios para En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable; pero está próximo a satisfacer dichos criterios, o posiblemente los satisfaga, en un futuro cercano.

CITES (Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres)

Apéndice II: Incluye todas las especies que, si bien en la actualidad no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, podrían llegar a esa situación a menos que el comercio en especímenes de dichas especies esté sujeto a una reglamentación estricta a fin de evitar utilización incompatible con su supervivencia; y aquellas otras especies no afectadas por el comercio, que también deberán sujetarse a reglamentación con el fin de permitir un eficaz control de su comercio.

UICN (Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza)

Preocupación menor (LC): Un taxón está en la categoría de Preocupación menor cuando habiendo sido evaluado, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías En peligro crítico, En peligro, Vulnerable o Casi amenazado. Se incluyen en esta categoría taxones abundantes y de amplia distribución.

Casi Amenazada (NT): Un taxón está en la categoría de Casi Amenazada cuando se ha evaluado en función de los criterios, pero no califica para Críticamente en Peligro, En Peligro o Vulnerable ahora, pero está cerca de calificar o puede calificar para una categoría amenazada en un futuro cercano.

4.3.4. FAUNA

La zona de estudio no presenta especies en situación rara, indeterminada vulnerable o en peligro de extinción, debemos señalar que al encontrar pocas especies de fauna (solo aves), se debe principalmente al intenso proceso de urbanización que ha tenido la zona. Las especies avistadas en el área de estudio se muestran en la siguiente Tabla:

Tabla N° 19: Especies de fauna Registradas en el área de estudio según categoría de conservación

Familia	Especie	Categorías de conservación		
		D.S. 004-2014	CITES	IUCN
Columbidae	<i>Zenaida meloda</i>	---	---	LC
Columbidae	<i>Columbina cruziana</i>	---	---	LC
Columbidae	<i>Columba livia</i>	---	---	LC
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	---	---	LC

Fuente: Elaboración Propia

D.S. 004-2014-MINAGRI

CITES (Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres)

IUCN (Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza)

Preocupación menor (LC): Un taxón está en la categoría de Preocupación menor cuando habiendo sido evaluado, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías En peligro crítico, En peligro, Vulnerable o Casi amenazado. Se incluyen en esta categoría taxones abundantes y de amplia distribución.

4.4. ASPECTO SOCIOECONÓMICO

4.4.1. PERFIL DEMOGRÁFICO

A. POBLACIÓN POR SEXO

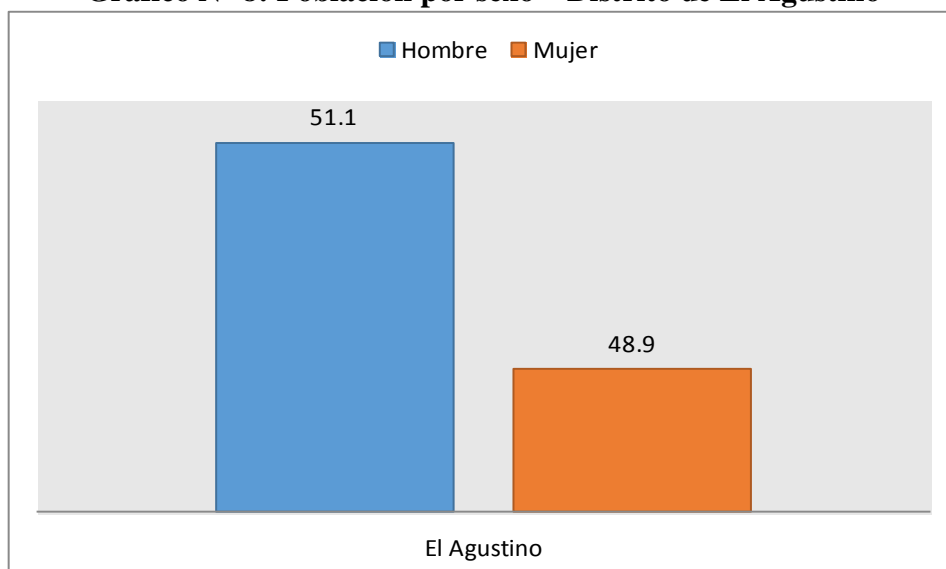
En relación a la población por sexo, en base a los datos del INEI – Proyección al 2015, en el distrito de El Agustino se muestra que existe una distribución simétrica entre hombres y mujeres. La población de El Agustino asciende a 191365 habitantes, la población femenina representa el 51.1% de la población (97704 habitantes), mientras que la población masculina representa el 48.9% (93661 habitantes). En la Tabla N° 20 y el Gráfico N° 8 se detallan la población por sexo en el Distrito de El Agustino (Municipalidad Distrital de El Agustino, 2015).

Tabla N° 20: Población por sexo – Distrito de El Agustino

Categorías	El Agustino	
Hombre	93661	48.94
Mujer	97704	51.1
Total	191365	---

Fuente: INEI – Proyecciones al 2015

Gráfico N° 8: Población por sexo – Distrito de El Agustino



Fuente: INEI – Proyecciones al 2015
Plan de Desarrollo local concertado - El Agustino - 2015

B. POBLACIÓN EN GRUPOS QUINQUENALES

La población del área del distrito de El Agustino está dividida de acuerdo a sus rangos de edades, siendo la predominante la población que se encuentra entre los rangos de edades de 20-24 años de edad, lo cual representa el 10.3% de la población. La menor población lo encontramos entre las edades de 80 años a más (1.2 %). En la Tabla N° 21 y el Gráfico N° 9 se detalla la población en grupos quinquenales del Distrito de El Agustino (Municipalidad Distrital de El Agustino, 2015).

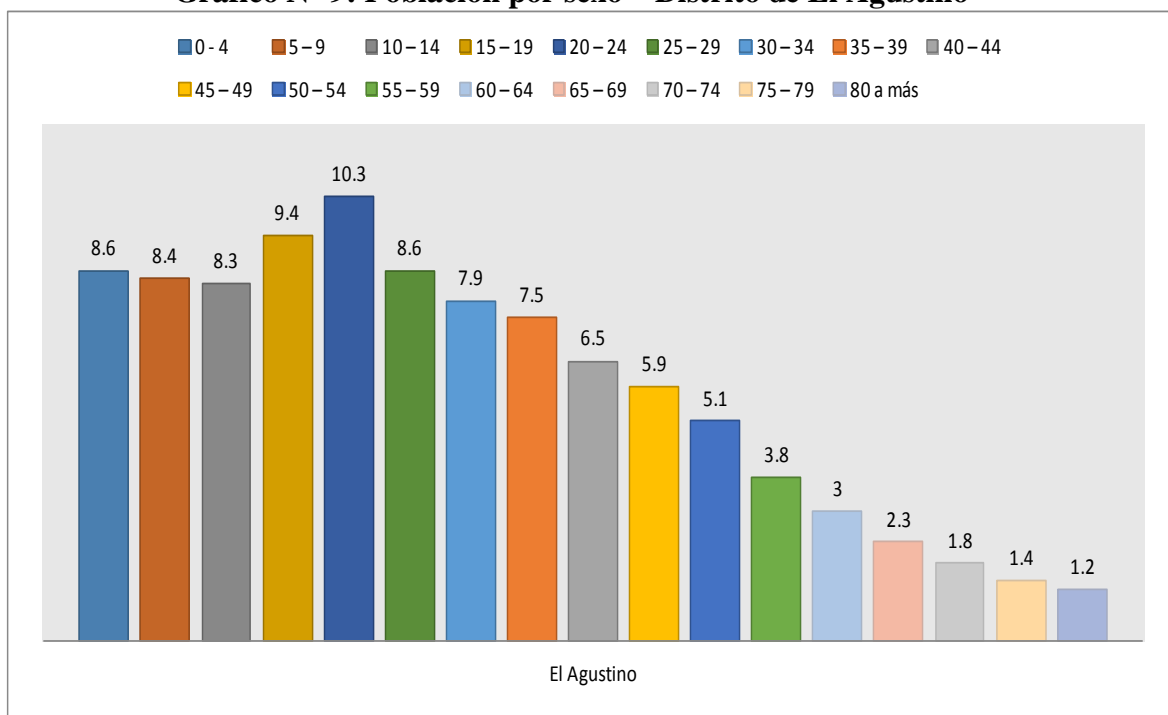
Tabla N° 21: Población en grupos quinquenales – Distrito de El Agustino

Categorías	El Agustino	
	Casos	%
0 - 4	16419	8.6
5 - 9	16041	8.4
10 - 14	15952	8.3
15 - 19	18078	9.4
20 - 24	19780	10.3

Categorías	El Agustino	
	Casos	%
25 – 29	16456	8.6
30 – 34	15040	7.9
35 – 39	14393	7.5
40 – 44	12431	6.5
45 – 49	11301	5.9
50 – 54	9745	5.1
55 – 59	7183	3.8
60 – 64	5658	3.0
65 – 69	4434	2.3
70 – 74	3479	1.8
75 – 79	2664	1.4
80 a más	2311	1.2
Total	191365	100.00

Fuente: INEI – Proyecciones al 2015
Plan de Desarrollo local concertado - El Agustino - 2015

Gráfico N° 9: Población por sexo – Distrito de El Agustino



Fuente: INEI – Proyecciones al 2015
Plan de Desarrollo local concertado - El Agustino - 2015

4.4.2. PERFIL DE POBREZA

A. ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO

De acuerdo al Programa de las Naciones unidas para el Desarrollo (PNUD, 2002) entendemos por el concepto de desarrollo humano al proceso mediante el cual se busca la ampliación de las oportunidades para las personas, aumentando sus derechos y sus capacidades, para tal fin este proceso incluye varios aspectos como la participación, la equidad de género, la seguridad, la sostenibilidad, las garantías de los derechos humanos, entre otros. Esta ampliación de oportunidades del ser humano pueden ser infinitas y cambiar con el tiempo, pero son tres las más esenciales y comunes a efectos del desarrollo humano, y las cuales son medidas por el Índice de Desarrollo Humano (IDH): Combinando estas tres dimensiones (ingresos, longevidad y logro educativo), se construye el Índice de Desarrollo Humano, reflejando de una manera integral lo que un pueblo logra en términos de desarrollo humano.

El PNUD elaboró en el 2012 para el Perú, un análisis más detallado que permite calcular el IDH a nivel regional, provincial y distrital, en dicho informe se señala que el IDH del distrito de El Agustino es 0.6058 que lo ubica como un distrito con desarrollo medio. Según el ranking a nivel nacional, dicho puntaje lo ubica en la posición 61 en comparación con los 1,834 distritos de todo el Perú. El IDH de El Agustino es superior al IDH a nacional, cabe resaltar que en la categoría Esperanza de vida al nacer, el distrito de El Agustino está por encima del promedio nacional, siendo su esperanza de vida 80.08 años, superior al nacional 74.31 años. Este dato permite caracterizar al distrito con un alto

potencial de longevidad hacia el 2030, considerando las tendencias crecientes de la población adulta Mayor en el país y el distrito, Los datos del índice de desarrollo humano en el año 2012 se muestra en la Tabla N° 22 (Municipalidad Distrital de El Agustino, 2015).

Realizando una comparación del IDH de El Agustino con los distritos de Lima Metropolitana, su ubicación es la posición 31 entre 43 distritos de la capital, por debajo de distritos colindantes como Santa Anita, San Luis, la Victoria y San Juan de Lurigancho y por encima de Ate, dicha comparación se detalla en la Tabla N° 23.

Tabla N° 22: El Agustino – Índice de desarrollo humano 2012

Componentes		El Agustino	Perú
Población	Habitantes	189924	30135.875
	Ranking	25	
Índice de Desarrollo Humano	IDH	0.6058	0.5058
	Ranking	61	
Esperanza de Vida al Nacer	Años	80.08	74.31
	Ranking	65	
Población con Educación – Secundaria Completa	%	69.45	67.87
	Ranking	337	
Años de Educación (Población 25 a más)	Años	10.21	9
	Ranking	133	
Ingreso Familiar Per-Cápita	N.S. mes	965.9	696.9
	Ranking	68	

Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) – Informe Perú – IDH 2012
Plan de Desarrollo local concertado - El Agustino - 2015

Tabla N° 23: El Agustino – Ráaking IDH en distritos de Lima Metropolitana

N°	Distrito	Ranking	N°	Distrito	Ranking	N°	Distrito	Ranking
1	Miraflores	1	16	Santa María del Mar	29	31	El Agustino	61
2	La Molina	3	17	Chaclacayo	35	32	Lurigancho	63
3	Lince	4	18	Rímac	38	33	Ate	65
4	San Isidro	5	19	Los Olivos	40	34	Villa el	66

N°	Distrito	Ranking	N°	Distrito	Ranking	N°	Distrito	Ranking
							Salvador	
5	Jesus María	7	20	Chorrillos	41	35	Ancón	68
6	San Borja	8	21	San Martín de Porres	42	36	Punta Negra	78
7	Magdalena Vieja	9	22	La Victoria	43	37	Villa María del Triunfo	85
8	San Miguel	10	23	San Juan de Miraflores	44	38	Lurín	86
9	Magdalena del Mar	11	24	Santa Anita	45	39	Puente Piedra	105
10	Barranco	12	25	Punta Hermosa	46	40	Carabayllo	115
11	Santiago de Surco	13	26	Comas	48	41	Cieneguilla	116
12	Surquillo	14	27	Independencia	52	42	Pachacamac	139
13	Breña	18	28	San Bartolo	53	43	Pucusana	274
14	San Luis	21	29	San Juan de Lurigancho	54			
15	Lima	26	30	Santa Rosa	57			

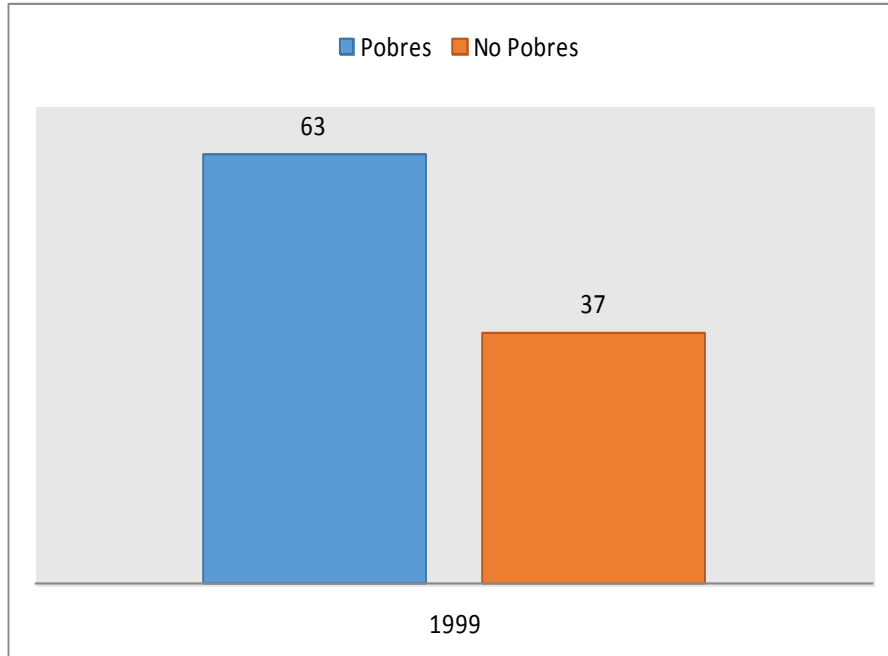
Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) – Informe Perú – IDH 2012
Plan de Desarrollo local concertado - El Agustino - 2015

B. NIVEL DE POBREZA

En relación a la pobreza, el distrito de El Agustino al igual que Lima Metropolitana, ha experimentado mejoras importantes en sus condiciones de pobreza, disminuyendo significativamente su tasa de pobreza, logros que son atribuibles al dinamismo económico experimentando en Lima Metropolitana en los últimos años, principalmente producto del importante crecimiento en las tasas de inversión público y privada que ha logrado dinamizar entre otros, los sectores de construcción, comercio y de exportación, generando mayores puestos de trabajo y consecuentemente dinamizando la economía de las familias (Municipalidad Distrital de El Agustino, 2015).

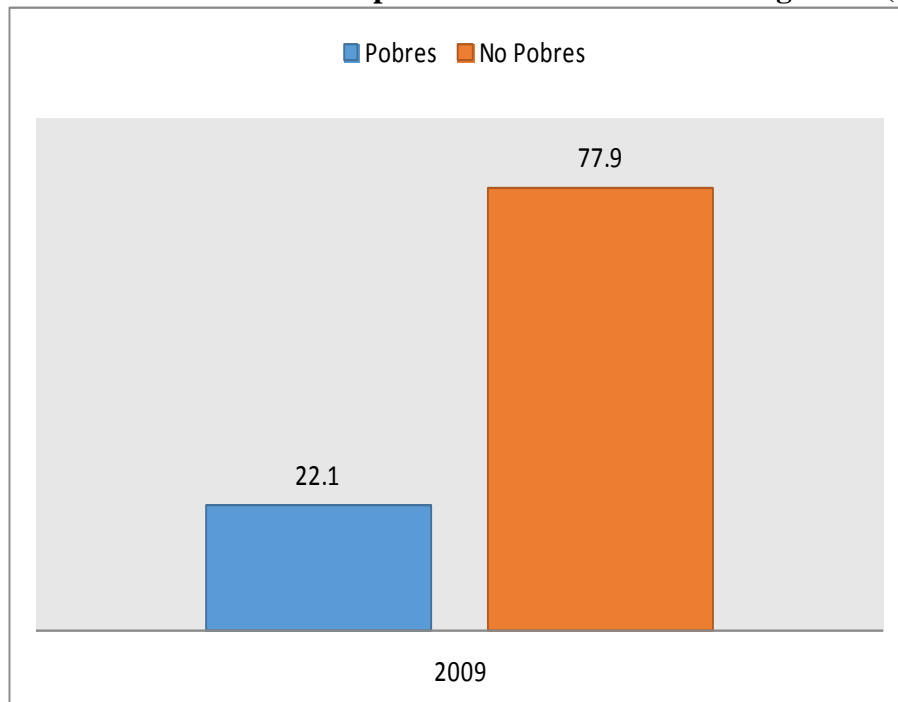
De acuerdo al Estudio de Ingresos y gastos de hogares de El Agustino (SEA – 1999), El Agustino registraba una Pobreza Extrema de 15.4% y una Pobreza No Extrema de 47.6%, es decir más de la mitad de su población se encontraba en situación de pobreza, (63% de su población). Para el año 2009, el INEI registró una importante disminución en la tasa de pobreza de El Agustino, principalmente en los Pobres Extremos quienes disminuyeron al 1%, los Pobres No extremos disminuyeron al 21.1%, es decir para ese año, El Agustino registró una pobreza total de 22.1%. De Acuerdo al mapa de Pobreza - 2013, la tendencia de la reducción de la pobreza se ha mantenido, logrando reducirse entre el 2009 y el 2013, 5.05% de su pobreza, es decir los niveles de la pobreza total llegan al 17.05% de su población. Según estos resultados, El Agustino se ubica como el cuarto distrito de Lima Metropolitana que más ha reducido su pobreza entre el 2009 y el 2013, conjuntamente con los distritos de Pachacamac, Puente Piedra y Comas. Los Gráficos N° 10, N° 11, N° 12 muestran la evolución de la pobreza en el distrito de El Agustino para los años 1999, 2009 y 2013 respectivamente (Municipalidad Distrital de El Agustino, 2015).

Gráfico N° 10: Evolución de la pobreza en el Distrito de El Agustino (1999)



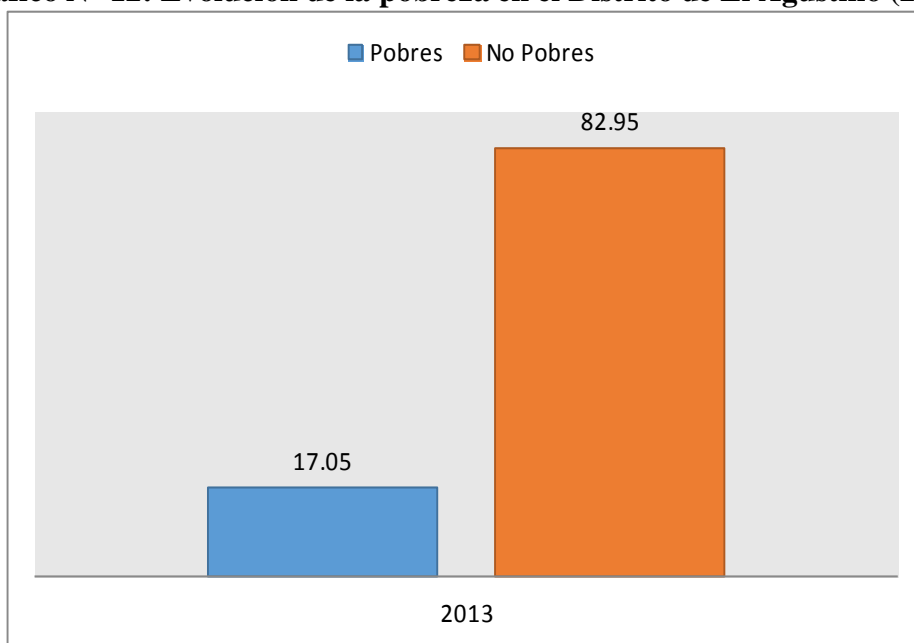
Fuente: Estudio de Ingresos y gastos de Hogares de El Agustino - 1999
Plan de Desarrollo local concertado - El Agustino - 2015

Gráfico N° 11: Evolución de la pobreza en el Distrito de El Agustino (2009)



Fuente: Mapa de Pobreza - 2009
Plan de Desarrollo local concertado - El Agustino - 2015

Gráfico N° 12: Evolución de la pobreza en el Distrito de El Agustino (2013)



Fuente: Mapa de Pobreza - 2013
Plan de Desarrollo local concertado - El Agustino - 2015

4.4.3. PERFIL ECONÓMICO

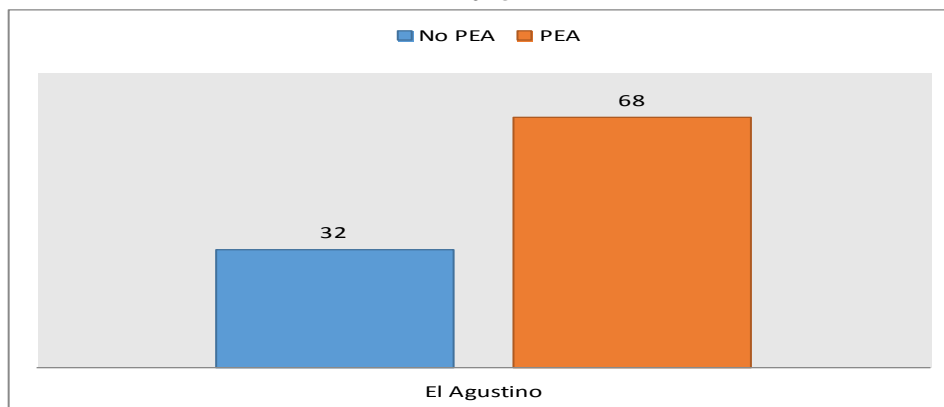
Según los resultados de las proyecciones planteadas por el INEI, el Agustino tiene una población potencial de capital humano de trabajo del orden de 146,589 pobladores (Población en edad de trabajar-PET), de los cuales 99,680 habitantes constituyen la PEA del distrito, en ella, el 94% está ocupada, es decir 93,301 pobladores realizan actividades económicas, remuneradas o familiares y 6,379 pobladores se encontrarían desocupados. La Tabla N° 24 y el Gráfico N° 13 muestran la población económicamente activa del distrito de El Agustino en el año 2015, asimismo la Tabla N° 25 y el Gráfico N° 14 muestran la distribución de esta para el mismo año (Municipalidad Distrital de El Agustino, 2015).

Tabla N° 24: El Agustino – Población económicamente activa - 2015

Categorías	El Agustino	
	Casos	%
No PEA	46909	32
PEA	99680	68

Fuente: INEI – Estimaciones y proyecciones, población y empleo
Plan de Desarrollo local concertado - El Agustino - 2015

Gráfico N° 13: Población económicamente activa (PEA) - Distrito de El Agustino - 2015



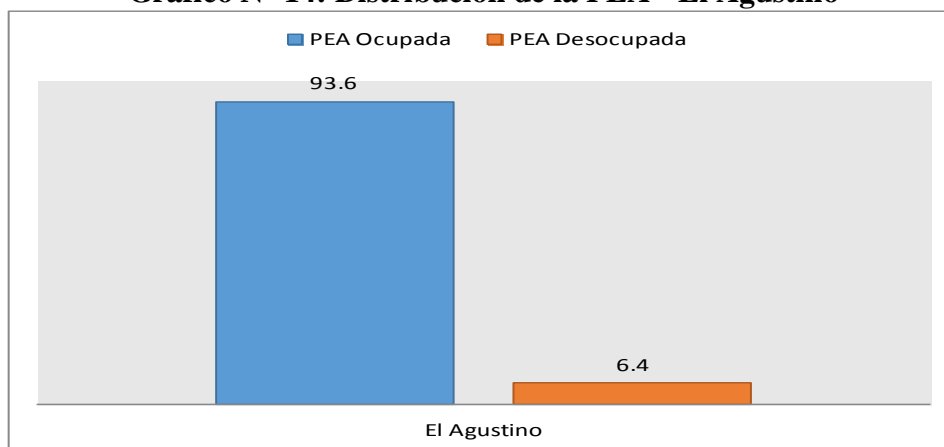
Fuente: INEI – Estimaciones y proyecciones, población y empleo
Plan de Desarrollo local concertado - El Agustino - 2015

Tabla N° 25: El Agustino – Distribución de la PEA

Categorías	El Agustino	
	Casos	%
PEA Ocupada	93301	93.6
PEA Desocupada	6379	6.4

Fuente: INEI – Estimaciones y proyecciones, población y empleo
Plan de Desarrollo local concertado - El Agustino - 2015

Gráfico N° 14: Distribución de la PEA - El Agustino



Fuente: INEI – Estimaciones y proyecciones, población y empleo
Plan de Desarrollo local concertado - El Agustino - 2015

El Agustino tiene bajos niveles de calificación de mano de obra, según los datos del INEI al 2007, señala que la PEA de El Agustino está mayoritariamente conformado por trabajadores no calificados y/o dedicados a actividades de servicios, peón, y/o vendedores ambulantes, representando el 24.1%, le sigue la ocupación de trabajadores en servicios y comercios los cuales representan el 23.1%, en el tercer lugar se encuentra la ocupación de obreros en industrias manufactureras y otros, representando el 15.2% y en el cuarto lugar, obreros de construcción, fabricas, otros representando el 12.7% de la PEA. En la siguiente tabla se muestran las ocupaciones principales de la población económicamente activa en el distrito (Municipalidad Distrital de El Agustino, 2015):

Tabla N° 26: El Agustino – Ocupación principal de la PEA

OCUPACIÓN PRINCIPAL	TOTAL	%	HOMBRE	MUJER
Miembros poder ejecutivo y legislativo, Administradores y empleados públicos	77	0.1	50	27
Profesores, científicos e intelectuales	6051	7.7	2673	3378
Técnicos de nivel medio y trabajador asimilados	5775	7.3	3353	2422
Jefes y empleados de oficina	4356	5.5	2236	2120
Trabajador de servicios personales y vendedores del comercio	18196	23.1	8778	9418
Agricultores, trabajadores calificados, agropecuarios y pesqueros	272	0.3	219	53
Obrero y operador de minas, industrias manufactureras y otros	11983	15.2	8720	3263
Obreros de construcción, confecciones, papel, y otros	9985	12.7	9450	535
Trabajadores no calificados, peón, vendedores ambulantes y afines	18931	24.1	10249	8682
Otras Ocupaciones	2998	3.8	2216	782
Total	78624	100.0	47944	30680
%	100		61.0	39.0

Fuente: INEI – Censo de Población y Vivienda - 2007 - Plan de Desarrollo local concertado - El Agustino -

Según la condición de la población se clasifica en población económicamente activa (PEA) y población económicamente inactiva (no PEA). La PEA es la población de 14 a más años de edad que se encuentra participando en la actividad económicamente local, ya sea porque tiene empleo (PEA ocupada) o porque se encuentra activamente buscando empleo. De igual forma podemos detallar que el último Censo de Población y Vivienda realizado en el año 2007 nos muestra las siguientes estadísticas, en relación a la PEA del distrito de El Agustino: El Agustino tiene como actividad económica predominante el comercio al por menor, representando el 26.9%, le sigue la actividad económica en industrias manufactureras el cual representa el 16%, en tercer lugar se encuentra las actividades económicas de transporte, almacenamiento y comunicaciones el cual representa el 10.5% y en cuarto lugar las actividades inmobiliarias, empresariales y alquileres, representando el 8%. La Actividad económica de la población del distrito se detalla en la siguiente tabla (Municipalidad Distrital de El Agustino, 2015):

Tabla N° 27: El Agustino – Actividad económica de la PEA

ACTIVIDAD ECONÓMICA A LA QUE SE DEDICA	TOTAL	%	HOMBRE	MUJER
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	482	0.6	369	113
Pesca	32	0.0	27	5
Explotación de minas y canteras	135	0.2	120	15
Industrias manufactureras	12570	16.0	8474	4096
Suministro de electricidad, gas y agua	319	0.4	297	22
Construcción	4373	5.6	4243	130
Venta, mantenimiento y reparación de vehículos, automóviles y motocicletas	2162	2.7	1950	212

ACTIVIDAD ECONÓMICA A LA QUE SE DEDICA	TOTAL	%	HOMBRE	MUJER
Comercio por mayor	1276	1.6	780	496
Comercio por menor	21157	26.9	10848	10309
Hoteles y restaurantes	4779	6.1	1472	3307
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	8267	10.5	7547	720
Intermediación financiera	354	0.5	187	167
Actividad inmóvil, empresas y alquileres	6256	8.0	4146	2110
Admin, pub y defensa, p segur soc afil.	2449	3.1	1780	669
Enseñanza	3540	4.5	1239	2301
Servicios sociales y de salud	1927	2.5	590	1337
Otras actividades, serv, común, soc y personales	3964	5.0	2358	1606
Hogares privados y servicios domésticos	2467	3.1	147	2320
Organizaciones y órganos extraterritoriales	2	0.0	2	---
Actividad Económica no especificada	2113	2.7	1368	745
TOTAL	78624	100.0	47944	30680

Fuente: Estimaciones y Proyecciones de Población y Empleo - 2007
Plan de Desarrollo local concertado - El Agustino - 2015

La actividad productiva en el distrito de El Agustino, corresponde principalmente a la MYPES. Las industrias medianas y grandes en el distrito son reducidas, entre las cuales podemos señalar a Centro Papelera S.A.C., empresa del Grupo Gloria dedicada a la producción de cajas estándar, troqueladas de cartón corrugado y microcorrugado y papel línar; MEPSA S.A. empresa fundidora que recicla el acero, con fines de producción de bolas de molienda, piezas de desgaste y piezas estructurales para la minería, agricultura y la industria cementera, las cuales se encuentran en los alrededores de la Urbanización Primavera; QROMA empresa del grupo Breca dedicada a la producción de pintura dirigidos al mercado

arquitectónico, automotriz, marino, industrial, insumos textiles, productos para el hogar y adhesivos industriales; AMANCO DEL PERU empresa dedicada a la producción y mercadeo de sistemas de tuberías, conexiones y accesorios plásticos para la conducción de fluidos, principalmente agua, y otros tales como electricidad y gas. Las actividades de las MyPEs son desarrolladas por sus conductores en sus viviendas o en vivienda alquilada, razón por la cual se encuentra dispersa. De Acuerdo a los datos del INEI 2012, El Agustino registró un total de 1016 Micro y Pequeñas empresas, de los cuales 879 corresponden a microempresas y 137 a pequeñas empresas. A nivel de microempresas las que destacan son las microempresas en el rubro de Alimentos y bebidas, seguidos de las actividades de servicios y en tercer lugar las actividades de industria; en el caso de las pequeñas empresas en primer lugar es el rubro de servicios, en segundo lugar la que destaca son las actividades de industria y en tercer lugar las actividades de alimentos y bebidas, tal como se muestra en la Tabla N° 28 y en el Gráfico N° 15 (Municipalidad Distrital de El Agustino, 2015).

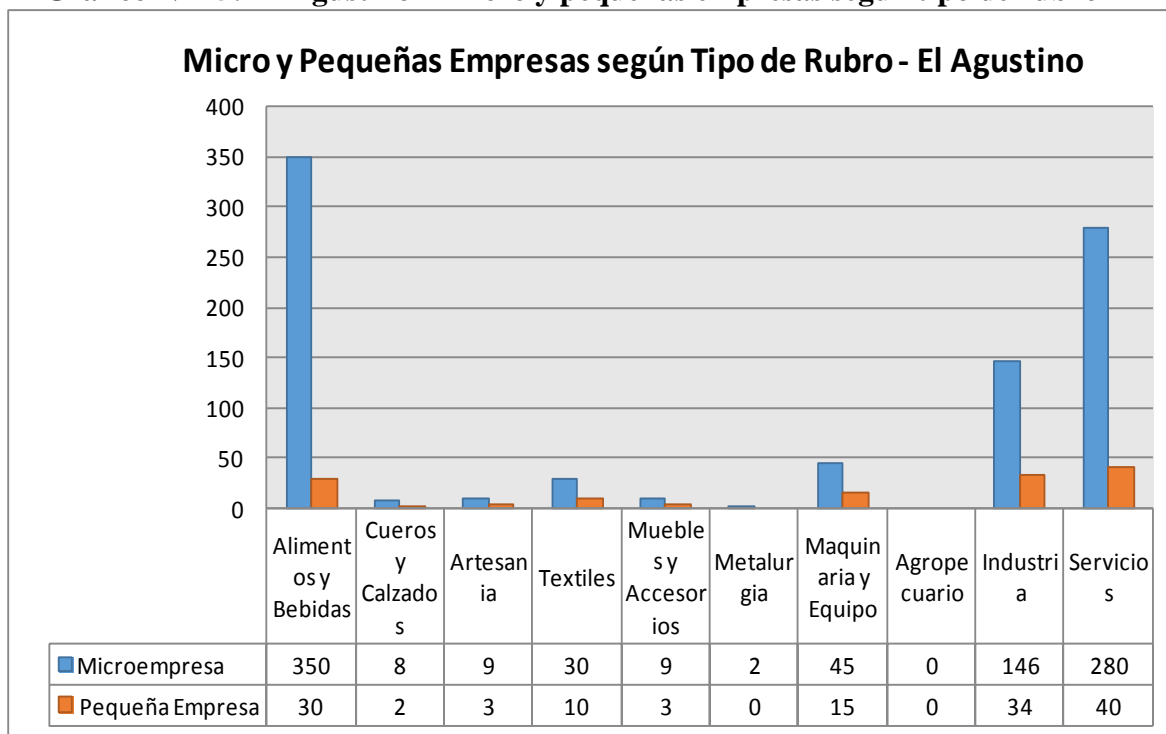
Tabla N° 28: El Agustino – Micro y pequeñas empresas según tipo de rubro

	Microempresa	Pequeña Empresa
Alimentos y Bebidas	350	30
Cueros y Calzados	8	2
Artesanía	9	3
Textiles	30	10
Muebles y Accesorios	9	3
Metalurgia	2	0
Maquinaria y Equipo	45	15
Agropecuario	0	0
Industria	146	34

	Microempresa	Pequeña Empresa
Servicios	280	40

Fuente: INEI – Compendio Estadístico – Provincia de Lima 2014
Plan de Desarrollo local concertado - El Agustino - 2015

Gráfico N° 15: El Agustino – Micro y pequeñas empresas según tipo de rubro



Fuente: INEI – Compendio Estadístico – Provincia de Lima 2014
Plan de Desarrollo local concertado - El Agustino - 2015

4.4.4. PERFIL DE SALUD

A nivel de Salud el distrito de El Agustino cuenta con un total de 8 centros de salud, 1 puesto de salud, 1 hospital, 1 centro de atención primaria (CAP) de ESSALUD, Un Hospital municipal de la solidaridad (Hospital Móvil) y 1 clínica municipal de la municipalidad de El Agustino, los cuales se detallan en la Tabla N° 29. La Urbanización primavera presenta un centro de salud denominado: Centro de Salud Primavera, el cuál fue fundado el 30 de Octubre de 1988 (Ministerio de Salud (MINS), 2004; Municipalidad Distrital de El Agustino, 2015).

Tabla N° 29: Equipamiento en salud

	Pública	Privada	Público - Privada
Centros de Salud	8	---	---
Puesto de Salud	1	---	---
Hospital	1	---	---
ESSALUD (CAP)	1	---	---
Hospital Municipal	---	---	1
Clínica Municipal	---	---	1

Fuente: Plan de Desarrollo local concertado - El Agustino - 2015

De Acuerdo a la DISA IV en el año 2012, las principales enfermedades infectocontagiosas del distrito de El Agustino son las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores (10.9 %) y las enfermedades de la cavidad bucal, de las glándulas salivares y de los maxilares (8.6 %). En la siguiente tabla se muestran las enfermedades infectocontagiosas en el año 2012 (Comité distrital de Seguridad Ciudadana de El Agustino (CODISEC), 2013).

Tabla N° 30: Enfermedades infectocontagiosas - 2012

Enfermedad	Total	%
Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores	150233	10.9
Enfermedades de la cavidad bucal, de las glándulas salivares y de los maxilares	119016	8.6
Enfermedades Crónicas de las vías respiratorias inferiores	53407	3.9
Enfermedades del Esófago, del estómago y del duodeno	47437	3.4
Enfermedades hipertensivas	33123	2.4
Artropatías	31115	2.3
Dorsopatías	28433	2.1
Enfermedades infecciosas intestinales	40022	2.9
Otras enfermedades del sistema urinario	28269	2.0
Diabetes Mellitus	24233	1.8

Fuente: DISA IV - 2012

Plan Distrital de Seguridad Ciudadana y Convivencia social - 2013

Según los Censos Nacionales 2007, en la tabla se muestra que 118,281 habitantes no tienen ningún tipo de seguro que representa el 65 % de la población que no cuenta con una adecuada atención médica en vista de que no disponen de los recursos necesarios para acudir a un establecimiento de salud (Comité distrital de Seguridad Ciudadana de El Agustino (CODISEC), 2013).

Tabla N° 31: Población afiliada a algún seguro de salud

Tipos de Seguro	Población	%
Solo está asegurado en el SIS	16092	8.9
Está asegurado en el SIS y ESSALUD	10	0.005
Solo está asegurado en ESSALUD	80	0.044
Está asegurado en el SIS y otro	67	0.037
Esta asegurado en ESSALUD y otro	474	0.262
Solo está asegurado en ESSALUD	31612	17.536
Solo está asegurado en otro	13646	7.570
No tiene ningún seguro	118281	65.616
TOTAL	180262	100

Fuente: Censo de Población y vivienda 2007
Plan Distrital de Seguridad Ciudadana y Convivencia social - 2013

4.5. ESTADO AMBIENTAL DEL DISTRITO

- **Contaminación por gases tóxicos**

Las principales causas de la contaminación del aire en el distrito son las emisiones provenientes del parque automotor y las emisiones industriales. Las avenidas Riva Agüero, Av. José Carlos Mariátegui, Av. Cesar Vallejo y la intersección de Puente nuevo presentan un alto tráfico durante todos los días de la semana, siendo las concentraciones de Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Azufre (SO₂) y material particulado son altas en estas vías (Municipalidad Distrital de El Agustino, 2015). “Por otra parte las emisiones industriales en el distrito son producidos por las

empresas fundidoras de chatarra MEPSA S.A, UNICON S.A y Papelera Gloria las cuales deterioran la salud de la población” (Gómez Cortéz, 2008).

- **Contaminación por exceso de polvo**

Según Gómez Cortéz (2008): “la acumulación de polvo esta amplificado en toda la ciudad de lima, proveniente principalmente de hollines y humos tóxicos de la gran acumulándose en paredes, puertas y jardines de las viviendas”. (p.164)

Asimismo de acuerdo a los datos del SENAMHI el distrito de El Agustino presenta una alta concentración de contaminantes sólidos sedimentables, registrando el mes de diciembre del 2013, una valor de 48.8 T/Km²/mes equivalente a 9.76 veces lo recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (Municipalidad Distrital de El Agustino, 2015).

- **Acumulación de Residuos Sólidos**

La falta de coordinación entre municipios (principalmente en los límites distritales) la mala educación existente y un bajo control por parte de la municipalidad, son las principales causas de la acumulación de residuos sólidos en el distrito, estos lugares constituyen focos de contaminación ya que son zonas propicias para la reproducción de vectores, los cuales transmiten enfermedades a la población (Gómez Cortéz, 2008).

- **Contaminación Sonora**

Gómez Cortéz (2008) indica que este tipo de contaminación tiene como fuente principal el excesivo uso de bocinas del parque automotor, además de las actividades industriales, las de construcción, servicios de limpieza, actividades recreativas entre

otros siendo las urbanizaciones cercanas a las avenidas principales como la Vía de Evitamiento, Av. Cesar Vallejo, Av. Riva Agüero, etc. las más perjudicadas (p.167).

- **Estado de los Parques del distrito**

La cobertura vegetal del distrito está constituida por sus áreas verdes (parques, jardines y bermas), presentando una extensión de 661196.70 m², siendo la proporción per-cápita de 3.5 m² por habitante. El distrito cuenta con 165 parques, 5 alamedas, 6 zonas de forestación, 1 franja marginal ubicada en la ribera del río Rímac, 3 taludes, 2 viveros y una zona definida como zona ecológica (Gómez Cortéz, 2008; Municipalidad Distrital de El Agustino, 2015).

CAPITULO V: RESULTADOS

5.1. DETERMINACIÓN DE PLOMO EN CONTAMINANTES SÓLIDOS SEDIMENTABLES

Determinación de Contaminantes sólidos sedimentables

Se realizó la determinación de Contaminantes sólidos sedimentables en los 6 puntos de muestreo dentro de la Urbanización Primavera, en el periodo de un mes para las estaciones de Invierno y Primavera respectivamente. Las Coordenadas de los Puntos de Muestreo se detallan en la siguiente Tabla: **Ver Anexo 1.2: Mapa de Ubicación de puntos de muestreo de Contaminantes sólidos sedimentables.**

Tabla N° 32: Coordenadas de los Puntos de muestreo de Contaminantes Sólidos sedimentables

Punto de Muestreo de Contaminantes Sólidos Sedimentables	Coordenadas UTM - WGS84	
	Este	Norte
P-01	281835.15	8668845.22
P-02	281699.00	8669066.00
P-03	281531.97	8668732.99
P-04	281400.38	8668895.40
P-05	281665.62	8668870.87
P-06	281533.82	8668979.68

Fuente: Elaboración Propia

La cantidad de contaminantes sólidos sedimentables se determinó por la diferencia del peso final e inicial de las placas receptoras, utilizando la ecuación N° 2 de acuerdo al método pasivo de placas receptoras:

$$CSS = \frac{\left(\frac{P_f - P_i}{Area}\right)}{Tiempo}$$

CSS: Contaminantes sólidos sedimentables (g/cm²/mes)

Pf: Peso Final (g)

Pi: Peso Inicial (g)

Área: 100 cm²

Tiempo: 1 mes

El Peso Inicial de las Placas Receptoras se muestra en la siguiente Tabla:

Tabla N° 33: Peso inicial de las Placas receptoras

Código de Placa Receptora	Junio - Julio 2017 (Invierno)	Setiembre - Octubre 2017 (Primavera)
	Peso Inicial (g)	Peso Inicial (g)
P-01	72.4186	72.3040
P-02	72.8925	72.1759
P-03	72.3256	72.0789
P-04	73.3344	73.0437
P-05	71.6556	71.2452
P-06	71.9730	71.6217

Fuente: Elaboración Propia

Luego de pasado el periodo de un mes, se obtuvieron los pesos finales de las placas receptoras para cada periodo de muestreo, los cuales se muestran a continuación:

Tabla N° 34: Peso final de las placas receptoras

Código de Placa Receptora	Junio - Julio 2017 (Invierno)	Setiembre - Octubre 2017 (Primavera)
	Peso Final (g)	Peso Final (g)
P-01	72.4574	72.3885
P-02	73.0921	72.2488
P-03	72.4539	72.2078
P-04	73.4553	73.2399
P-05	71.7226	71.3256
P-06	72.1050	71.7429

Fuente: Elaboración Propia

Aplicando la ecuación para cada placa receptora, se obtienen los siguientes resultados:

Junio - Julio 2017 (Invierno):

Placa 1 (P-01):

$$CSS = \frac{\left(\frac{72.4574 \text{ g} - 72.4186 \text{ g}}{100 \text{ cm}^2}\right)}{\text{Mes}} \quad CSS = \frac{\left(\frac{0.0388 \text{ g}}{100 \text{ cm}^2}\right)}{\text{Mes}}$$

$$CSS = 0.000388 \frac{\text{g}}{\frac{\text{cm}^2}{\text{mes}}}$$

Placa 2 (P-02):

$$CSS = \frac{\left(\frac{73.0921 \text{ g} - 72.8925 \text{ g}}{100 \text{ cm}^2}\right)}{\text{Mes}} \quad CSS = \frac{\left(\frac{0.1996 \text{ g}}{100 \text{ cm}^2}\right)}{\text{Mes}}$$

$$CSS = 0.001996 \frac{\text{g}}{\frac{\text{cm}^2}{\text{mes}}}$$

Placa 3 (P-03):

$$CSS = \frac{\left(\frac{72.4539 \text{ g} - 72.3256 \text{ g}}{100 \text{ cm}^2}\right)}{\text{Mes}} \quad CSS = \frac{\left(\frac{0.1283 \text{ g}}{100 \text{ cm}^2}\right)}{\text{Mes}}$$

$$CSS = 0.001283 \frac{\text{g}}{\frac{\text{cm}^2}{\text{mes}}}$$

Placa 4 (P-04):

$$CSS = \frac{\left(\frac{73.4553 \text{ g} - 73.3344 \text{ g}}{100 \text{ cm}^2}\right)}{\text{Mes}} \quad CSS = \frac{\left(\frac{0.1209 \text{ g}}{100 \text{ cm}^2}\right)}{\text{Mes}}$$

$$CSS = 0.001209 \frac{\text{g}}{\frac{\text{cm}^2}{\text{mes}}}$$

Placa 5 (P-05):

$$CSS = \frac{\left(\frac{71.7226 \text{ g} - 71.6556 \text{ g}}{100 \text{ cm}^2}\right)}{\text{Mes}} \quad CSS = \frac{\left(\frac{0.067 \text{ g}}{100 \text{ cm}^2}\right)}{\text{Mes}}$$
$$CSS = 0.00067 \frac{\text{g}}{\frac{\text{cm}^2}{\text{mes}}}$$

Placa 6 (P-06):

$$CSS = \frac{\left(\frac{72.1050 \text{ g} - 71.9730 \text{ g}}{100 \text{ cm}^2}\right)}{\text{Mes}} \quad CSS = \frac{\left(\frac{0.132 \text{ g}}{100 \text{ cm}^2}\right)}{\text{Mes}}$$
$$CSS = 0.00132 \frac{\text{g}}{\frac{\text{cm}^2}{\text{mes}}}$$

Setiembre - Octubre 2017 (Primavera):

Placa 1 (P-01):

$$CSS = \frac{\left(\frac{72.3885 \text{ g} - 72.3040 \text{ g}}{100 \text{ cm}^2}\right)}{\text{Mes}} \quad CSS = \frac{\left(\frac{0.0845 \text{ g}}{100 \text{ cm}^2}\right)}{\text{Mes}}$$
$$CSS = 0.000845 \frac{\text{g}}{\frac{\text{cm}^2}{\text{mes}}}$$

Placa 2 (P-02):

$$CSS = \frac{\left(\frac{72.2488 \text{ g} - 72.1759 \text{ g}}{100 \text{ cm}^2}\right)}{\text{Mes}} \quad CSS = \frac{\left(\frac{0.0729 \text{ g}}{100 \text{ cm}^2}\right)}{\text{Mes}}$$
$$CSS = 0.000729 \frac{\text{g}}{\frac{\text{cm}^2}{\text{mes}}}$$

Placa 3 (P-03):

$$CSS = \frac{\left(\frac{72.2078 \text{ g} - 72.0789 \text{ g}}{100 \text{ cm}^2}\right)}{\text{Mes}} \quad CSS = \frac{\left(\frac{0.1289 \text{ g}}{100 \text{ cm}^2}\right)}{\text{Mes}}$$

$$CSS = 0.001289 \frac{g}{\frac{cm^2}{mes}}$$

Placa 4 (P-04):

$$CSS = \frac{\left(\frac{73.2399 g - 73.0437 g}{100 cm^2}\right)}{Mes} \quad CSS = \frac{\left(\frac{0.1962 g}{100 cm^2}\right)}{Mes}$$

$$CSS = 0.001962 \frac{g}{\frac{cm^2}{mes}}$$

Placa 5 (P-05):

$$CSS = \frac{\left(\frac{71.3256 g - 71.2452 g}{100 cm^2}\right)}{Mes} \quad CSS = \frac{\left(\frac{0.0804 g}{100 cm^2}\right)}{Mes}$$

$$CSS = 0.000804 \frac{g}{\frac{cm^2}{mes}}$$

Placa 6 (P-06):

$$CSS = \frac{\left(\frac{71.7429 g - 71.6217 g}{100 cm^2}\right)}{Mes} \quad CSS = \frac{\left(\frac{0.1212 g}{100 cm^2}\right)}{Mes}$$

$$CSS = 0.001212 \frac{g}{\frac{cm^2}{mes}}$$

En la siguiente tabla, se resume las cantidades de contaminantes sólidos sedimentables para cada una de las placas receptoras:

Tabla N° 35: Tabla Resumen – Contaminantes sólidos sedimentables

Código de Placa Receptora	Junio - Julio 2017 (Invierno)	Setiembre - Octubre 2017 (Primavera)
	Contaminantes sólidos sedimentables (g/cm ² /mes)	Contaminantes sólidos sedimentables (g/cm ² /mes)
P-01	0.000388	0.000845
P-02	0.001996	0.000729
P-03	0.001283	0.001289
P-04	0.001209	0.001962
P-05	0.00067	0.000804
P-06	0.00132	0.001212

Fuente: Elaboración Propia

Para la Comparación con el límite máximo de contaminantes sólidos sedimentables establecido por la OMS (0.5 mg/cm²/mes), se procedió a transformar las unidades a mg/cm²/mes, mostrándose los resultados en la Tabla N° 36:

Tabla N° 36: Contaminantes sólidos sedimentables en mg/cm²/mes

Código de Placa Receptora	Junio - Julio 2017 (Invierno)		Setiembre - Octubre 2017 (Primavera)	
	Contaminantes sólidos sedimentables (g/cm ² /mes)	Contaminantes sólidos sedimentables (mg/cm ² /mes)	Contaminantes sólidos sedimentables (g/cm ² /mes)	Contaminantes sólidos sedimentables (mg/cm ² /mes)
P-01	0.000388	0.388	0.000845	0.845
P-02	0.001996	1.996	0.000729	0.729
P-03	0.001283	1.283	0.001289	1.289
P-04	0.001209	1.209	0.001962	1.962
P-05	0.00067	0.67	0.000804	0.804
P-06	0.00132	1.32	0.001212	1.212

Fuente: Elaboración Propia

La Concentración promedio, máxima y mínima de Contaminantes sólidos sedimentables se presenta en la siguiente Tabla:

Tabla N° 37: Concentración máxima, mínima y promedio de contaminantes Sólidos sedimentables en la Urbanización Primavera

	Junio - Julio 2017 (Invierno)	Setiembre - Octubre 2017 (Primavera)
	Concentración de Contaminantes sólidos sedimentables (mg/cm²/mes)	Concentración de Contaminantes sólidos sedimentables (mg/cm²/mes)
Número de muestras	6	6
Promedio	1.144	1.140
Máximo	1.996	1.962
Mínimo	0.388	0.729

Fuente: Elaboración Propia

Determinación del plomo en laboratorio

Para el cálculo de la concentración de plomo en contaminantes sólidos sedimentables (mg/kg), se utilizó ecuación N° 3:

$$C_f = \frac{C_{curva} \times Volumen}{P_f - P_i} - C_{blanco}$$

C_f: Concentración final (mg/kg).

C_{curva}: Concentración en la curva en mg/l (obtenida en el Espectrofotómetro de absorción atómica).

Volumen: 100 ml

P_f: Peso final (Placa receptora + Vaselina + Contaminantes sólidos sedimentables)

P_i: Peso inicial (Placa receptora)

C_b: Concentración de muestra blanco

El peso para cada una de las muestras, se obtiene de la diferencia entre los pesos finales (Placa receptora + Vaselina + Contaminantes sólidos sedimentables) y pesos iniciales

(Placa receptora). En la siguiente tabla, se presentan los pesos iniciales y finales de las muestras para cada periodo de muestreo:

Tabla N° 38: Peso de las muestras

Junio - Julio 2017 (Invierno)			
Código de placa receptora	Peso Final (g)	Peso Inicial (g)	Diferencia de Pesos (g)
P-01	72.4574	71.9961	0.4613
P-02	73.0921	72.3958	0.6963
P-03	72.4539	71.9020	0.5519
P-04	73.4553	72.8611	0.5942
P-05	71.7226	71.1282	0.5944
P-06	72.1050	71.4695	0.6355
Setiembre - Octubre 2017 (Primavera)			
P-01	72.3885	72.0553	0.3332
P-02	72.2488	71.9948	0.254
P-03	72.2078	71.9015	0.3063
P-04	73.2399	72.8581	0.3818
P-05	71.3256	71.1256	0.2
P-06	71.7429	71.4681	0.2748

Fuente: Elaboración Propia

Asimismo se analizó una muestra Blanco, la cual se untó solo de vaselina, el peso de esta muestra se obtuvo de la diferencia de la Placa sin vaselina y la placa untada con dicho material. La diferencia de pesos se muestra a continuación:

Tabla N° 39: Peso de la muestra blanco

Código de placa receptora	Peso Final (g)	Peso Inicial (g)	Diferencia de Pesos (g)
Bl	72.3929	72.0568	0.3361

Fuente: Elaboración Propia

Las Concentración en curvas obtenidas en el espectrofotómetro de absorción atómica para cada periodo de muestreo se muestran en la siguiente Tabla:

Tabla N° 40: Concentración de plomo en contaminantes sólidos sedimentables obtenida en el espectrofotómetro de absorción atómica

Código de Placa receptora	Junio - Julio 2017 (Invierno)		Setiembre - Octubre 2017 (Primavera)	
	Absorvancia	Concentración en la curva (mg/l)	Absorvancia	Concentración en la curva (mg/l)
P-01	0.001	0.029	0.001	0.056
P-02	0.005	0.257	0.001	0.004
P-03	0.004	0.178	0.002	0.097
P-04	0.006	0.324	0.003	0.131
P-05	0.003	0.095	0.001	0.077
P-06	0.004	0.178	0.002	0.109
Bl(Blanco)	0.001	0.001	0.001	0.001

Fuente: Elaboración Propia

Se debe indicar que la concentración de plomo obtenida para la muestra blanco es mínima, por lo tanto al aplicar la ecuación, no es necesario restarle la concentración para la muestra blanco obtenida. Aplicando la ecuación para cada muestra, se obtienen las concentraciones finales de plomo para ambos periodos de muestreo:

Junio - Julio 2017 (Invierno)

Muestra 1 (P-01):

$$C_f = \frac{0.029 \frac{mg}{l} \times 100ml}{0.4613 g}, C_f = \frac{0.029 \frac{mg}{l} \times 100ml \times \frac{1 l}{1000 ml}}{0.4613g \times \frac{1 kg}{1000g}}$$

$$C_f = 6.28 mg/kg$$

Muestra 2 (P-02):

$$C_f = \frac{0.257 \frac{mg}{l} \times 100ml}{0.6963g}, C_f = \frac{0.257 \frac{mg}{l} \times 100ml \times \frac{1 l}{1000 ml}}{0.6963g \times \frac{1 kg}{1000g}}$$

$$C_f = 36.9 mg/kg$$

Muestra 3 (P-03):

$$C_f = \frac{0.178 \frac{mg}{l} \times 100ml}{0.5519g}, C_f = \frac{0.178 \frac{mg}{l} \times 100ml \times \frac{1 l}{1000 ml}}{0.5519g \times \frac{1 kg}{1000g}}$$

$$C_f = 32.25 mg/kg$$

Muestra 4 (P-04):

$$C_f = \frac{0.324 \frac{mg}{l} \times 100ml}{0.5942g}, C_f = \frac{0.324 \frac{mg}{l} \times 100ml \times \frac{1 l}{1000 ml}}{0.5942g \times \frac{1 kg}{1000g}}$$

$$C_f = 54.52 mg/kg$$

Muestra 5 (P-05):

$$C_f = \frac{0.095 \frac{mg}{l} \times 100ml}{0.5944g}, C_f = \frac{0.095 \frac{mg}{l} \times 100ml \times \frac{1 l}{1000 ml}}{0.5944g \times \frac{1 kg}{1000g}}$$

$$C_f = 15.98 mg/kg$$

Muestra 6 (P-06):

$$C_f = \frac{0.178 \frac{mg}{l} \times 100ml}{0.6355g}, C_f = \frac{0.178 \frac{mg}{l} \times 100ml \times \frac{1 l}{1000 ml}}{0.6355g \times \frac{1 kg}{1000g}}$$

$$C_f = 28.01 mg/kg$$

Setiembre - Octubre 2017 (Primavera)

Muestra 1 (P-01):

$$C_f = \frac{0.056 \frac{mg}{l} \times 100ml}{0.3332g}, C_f = \frac{0.056 \frac{mg}{l} \times 100ml \times \frac{1 l}{1000 ml}}{0.3332g \times \frac{1 kg}{1000g}}$$

$$C_f = 16.81 mg/kg$$

Muestra 2 (P-02):

$$C_f = \frac{0.004 \frac{mg}{l} \times 100ml}{0.254g}, C_f = \frac{0.004 \frac{mg}{l} \times 100ml \times \frac{1 l}{1000 ml}}{0.254g \times \frac{1 kg}{1000g}}$$

$$C_f = 1.57 \text{ mg/kg}$$

Muestra 3 (P-03):

$$C_f = \frac{0.097 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 100 \text{ ml}}{0.3063 \text{ g}}, C_f = \frac{0.097 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 100 \text{ ml} \times \frac{1 \text{ l}}{1000 \text{ ml}}}{0.3063 \text{ g} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}}}$$

$$C_f = 31.67 \text{ mg/kg}$$

Muestra 4 (P-04):

$$C_f = \frac{0.131 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 100 \text{ ml}}{0.3818 \text{ g}}, C_f = \frac{0.131 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 100 \text{ ml} \times \frac{1 \text{ l}}{1000 \text{ ml}}}{0.3818 \text{ g} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}}}$$

$$C_f = 34.31 \text{ mg/kg}$$

Muestra 5 (P-05):

$$C_f = \frac{0.077 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 100 \text{ ml}}{0.2 \text{ g}}, C_f = \frac{0.077 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 100 \text{ ml} \times \frac{1 \text{ l}}{1000 \text{ ml}}}{0.2 \text{ g} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}}}$$

$$C_f = 38.5 \text{ mg/kg}$$

Muestra 6 (P-06):

$$C_f = \frac{0.109 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 100 \text{ ml}}{0.2748 \text{ g}}, C_f = \frac{0.109 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 100 \text{ ml} \times \frac{1 \text{ l}}{1000 \text{ ml}}}{0.2748 \text{ g} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}}}$$

$$C_f = 39.67 \text{ mg/kg}$$

Las concentraciones finales de plomo en contaminantes sólidos sedimentables tanto para la estación de Invierno (Junio - Julio 2017) como para la estación de Primavera (Setiembre - Octubre 2017), se presentan en la siguiente tabla:

Tabla N° 41: Concentración final de plomo en Contaminantes sólidos sedimentables (mg/kg)

Código de Placa receptora	Junio - Julio 2017 (Invierno)	Setiembre - Octubre 2017
	Concentración final de plomo en Contaminantes sólidos sedimentables (mg/Kg)	Concentración final de plomo en Contaminantes sólidos sedimentables (mg/Kg)
P-01	6.29	16.81
P-02	36.9	1.57
P-03	32.25	31.67
P-04	54.53	34.31
P-05	15.98	38.5
P-06	28.01	39.67
Bl(Blanco)	0	

Fuente: Elaboración Propia

La concentración promedio, máxima y mínima de plomo en contaminantes sólidos sedimentables se presenta en la siguiente tabla:

Tabla N° 42: Concentración máxima, mínima y promedio de plomo en Contaminantes sólidos sedimentables de la Urbanización Primavera

	Junio - Julio 2017	Setiembre - Octubre 2017
	Concentración de plomo (mg/Kg)	Concentración de plomo (mg/Kg)
Número de muestras	6	6
Promedio	28.9	27.09
Máximo	54.53	39.67
Mínimo	6.29	1.57

Fuente: Elaboración Propia

5.2. DETERMINACIÓN DE PLOMO EN SUELOS

La toma de muestras fue realizada en los 15 puntos de muestreo establecidos para el área de potencial interés de 2 ha. Las coordenadas centrales de los puntos de muestreo se presentan en la siguiente tabla: **Ver Anexo 1.5: Mapa de ubicación de puntos de muestreo de suelos.**

Tabla N° 43: Ubicación de los puntos de muestreo de suelos

Código de Punto de muestreo	Coordenadas centrales UTM WGS84		Altitud (m)	Ubicación
	Este	Norte		
S-01	281574	8669017	196	Próxima a la Vía Evitamiento
S-02	281512	8668983	195	Próxima a la Vía Evitamiento
S-03	281415	8668922	193	Próxima a la Vía Evitamiento
S-04	281347	8668875	191	Próxima a la Vía Evitamiento
S-05	281368	8668813	191	Parque Dinosaurio
S-06	281427	8668741	191	Parque Dinosaurio
S-07	281462	8668700	192	Parque Dinosaurio
S-08	281497	8668655	191	Parque Dinosaurio
S-09	281549	8668900	195	Parque Primavera
S-10	281594	8668923	195	Parque Primavera
S-11	281567	8668869	194	Parque Primavera
S-12	281609	8668889	195	Parque Primavera
S-13	281753	8668986	197	Parque Los Pinos
S-14	281757	8668941	196	Parque Los Pinos
S-15	281782	8668912	197	Parque Los Pinos

Fuente: Elaboración Propia

Para el cálculo de la concentración de plomo en suelos (mg/kg), se utilizó la ecuación N°

1:

$$C_f = \frac{C_{curva} \times Volumen}{Peso}$$

C_f: Concentración final (mg/kg).

C_{curva}: Concentración en la curva en mg/l (obtenida en el Espectrofotómetro de absorción atómica).

Volumen: 100 ml

Peso: 1 g

Las concentraciones en la curva obtenidas en el espectrofotómetro de absorción atómica para ambos periodos de muestreo, se muestran en la siguiente Tabla:

Tabla N° 44: Concentración de plomo en suelos obtenida en el Espectrofotómetro de absorción atómica

Código de Punto de muestreo	Julio 2017		Octubre 2017	
	Absorvancia	Concentración en la curva (mg/l)	Absorvancia	Concentración en la curva (mg/l)
S-01	0.032	2.055	0.019	0.936
S-02	0.031	1.922	0.023	1.098
S-03	0.035	2.235	0.031	1.499
S-04	0.027	1.653	0.028	1.094
S-05	0.021	1.274	0.028	1.099
S-06	0.006	0.367	0.023	0.938
S-07	0.016	0.933	0.004	0.139
S-08	0.023	1.413	0.019	0.770
S-09	0.009	0.550	0.006	0.223
S-10	0.011	0.651	0.017	0.707
S-11	0.002	0.117	0.014	0.591
S-12	0.009	0.519	0.016	0.573
S-13	0.006	0.322	0.020	0.805
S-14	0.018	1.079	0.023	0.926
S-15	0.018	1.070	0.030	1.213

Fuente: Elaboración Propia

Aplicando la ecuación para cada muestra, se obtuvieron las concentraciones finales de plomo:

Julio 2017 (Invierno)

Muestra 1 (S-01):

$$C_f = \frac{2.055 \frac{mg}{l} \times 100ml}{1g}, C_f = \frac{2.055 \frac{mg}{l} \times 100ml \times \frac{1l}{1000ml}}{1g \times \frac{1kg}{1000g}}$$

$$C_f = 205.5 \text{ mg/kg}$$

Muestra 2 (S-02):

$$C_f = \frac{1.922 \frac{mg}{l} \times 100ml}{1g}, C_f = \frac{1.922 \frac{mg}{l} \times 100ml \times \frac{1l}{1000ml}}{1g \times \frac{1kg}{1000g}}$$

$$C_f = 192.2 \text{ mg/kg}$$

Muestra 3 (S-03):

$$C_f = \frac{2.235 \frac{mg}{l} \times 100ml}{1g}, C_f = \frac{2.235 \frac{mg}{l} \times 100ml \times \frac{1 l}{1000 ml}}{1g \times \frac{1 kg}{1000g}}$$

$$C_f = 223.5 mg/kg$$

Muestra 4 (S-04):

$$C_f = \frac{1.653 \frac{mg}{l} \times 100ml}{1g}, C_f = \frac{1.653 \frac{mg}{l} \times 100ml \times \frac{1 l}{1000 ml}}{1g \times \frac{1 kg}{1000g}}$$

$$C_f = 165.3 mg/kg$$

Muestra 5 (S-05):

$$C_f = \frac{1.274 \frac{mg}{l} \times 100ml}{1g}, C_f = \frac{1.274 \frac{mg}{l} \times 100ml \times \frac{1 l}{1000 ml}}{1g \times \frac{1 kg}{1000g}}$$

$$C_f = 127.4 mg/kg$$

Muestra 6 (S-06):

$$C_f = \frac{0.367 \frac{mg}{l} \times 100ml}{1g}, C_f = \frac{0.367 \frac{mg}{l} \times 100ml \times \frac{1 l}{1000 ml}}{1g \times \frac{1 kg}{1000g}}$$

$$C_f = 36.7 mg/kg$$

Muestra 7 (S-07):

$$C_f = \frac{0.933 \frac{mg}{l} \times 100ml}{1g}, C_f = \frac{0.933 \frac{mg}{l} \times 100ml \times \frac{1 l}{1000 ml}}{1g \times \frac{1 kg}{1000g}}$$

$$C_f = 93.3 mg/kg$$

Muestra 8 (S-08):

$$C_f = \frac{1.413 \frac{mg}{l} \times 100ml}{1g}, C_f = \frac{1.413 \frac{mg}{l} \times 100ml \times \frac{1 l}{1000 ml}}{1g \times \frac{1 kg}{1000g}}$$

$$C_f = 141.3 mg/kg$$

Muestra 9 (S-09):

$$C_f = \frac{0.55 \frac{mg}{l} \times 100ml}{1g}, C_f = \frac{0.55 \frac{mg}{l} \times 100ml \times \frac{1 l}{1000 ml}}{1g \times \frac{1 kg}{1000g}}$$

$$C_f = 55 mg/kg$$

Muestra 10 (S-10):

$$C_f = \frac{0.651 \frac{mg}{l} \times 100ml}{1g}, C_f = \frac{0.651 \frac{mg}{l} \times 100ml \times \frac{1 l}{1000 ml}}{1g \times \frac{1 kg}{1000g}}$$

$$C_f = 65.1 mg/kg$$

Muestra 11 (S-11):

$$C_f = \frac{0.117 \frac{mg}{l} \times 100ml}{1g}, C_f = \frac{0.117 \frac{mg}{l} \times 100ml \times \frac{1 l}{1000 ml}}{1g \times \frac{1 kg}{1000g}}$$

$$C_f = 11.7 mg/kg$$

Muestra 12 (S-12):

$$C_f = \frac{0.519 \frac{mg}{l} \times 100ml}{1g}, C_f = \frac{0.519 \frac{mg}{l} \times 100ml \times \frac{1 l}{1000 ml}}{1g \times \frac{1 kg}{1000g}}$$

$$C_f = 51.9 mg/kg$$

Muestra 13 (S-13):

$$C_f = \frac{0.322 \frac{mg}{l} \times 100ml}{1g}, C_f = \frac{0.322 \frac{mg}{l} \times 100ml \times \frac{1 l}{1000 ml}}{1g \times \frac{1 kg}{1000g}}$$

$$C_f = 32.2 mg/kg$$

Muestra 14 (S-14):

$$C_f = \frac{1.079 \frac{mg}{l} \times 100ml}{1g}, C_f = \frac{1.079 \frac{mg}{l} \times 100ml \times \frac{1 l}{1000 ml}}{1g \times \frac{1 kg}{1000g}}$$

$$C_f = 107.9 mg/kg$$

Muestra 15 (S-15):

$$C_f = \frac{1.07 \frac{mg}{l} \times 50 ml}{1g}, C_f = \frac{1.07 \frac{mg}{l} \times 50 ml \times \frac{1 l}{1000 ml}}{1g \times \frac{1 kg}{1000g}}$$

$$C_f = 53.5 mg/kg$$

Octubre 2017 (Primavera)

Muestra 1 (S-01):

$$C_f = \frac{0.936 \frac{mg}{l} \times 100 ml}{1g}, C_f = \frac{0.936 \frac{mg}{l} \times 100 ml \times \frac{1 l}{1000 ml}}{1g \times \frac{1 kg}{1000g}}$$

$$C_f = 93.6 mg/kg$$

Muestra 2 (S-02):

$$C_f = \frac{1.098 \frac{mg}{l} \times 100 ml}{1g}, C_f = \frac{1.098 \frac{mg}{l} \times 100 ml \times \frac{1 l}{1000 ml}}{1g \times \frac{1 kg}{1000g}}$$

$$C_f = 109.8 mg/kg$$

Muestra 3 (S-03):

$$C_f = \frac{1.499 \frac{mg}{l} \times 100 ml}{1g}, C_f = \frac{1.499 \frac{mg}{l} \times 100 ml \times \frac{1 l}{1000 ml}}{1g \times \frac{1 kg}{1000g}}$$

$$C_f = 149.9 mg/kg$$

Muestra 4 (S-04):

$$C_f = \frac{1.094 \frac{mg}{l} \times 100 ml}{1g}, C_f = \frac{1.094 \frac{mg}{l} \times 100 ml \times \frac{1 l}{1000 ml}}{1g \times \frac{1 kg}{1000g}}$$

$$C_f = 109.4 mg/kg$$

Muestra 5 (S-05):

$$C_f = \frac{1.099 \frac{mg}{l} \times 100 ml}{1g}, C_f = \frac{1.099 \frac{mg}{l} \times 100 ml \times \frac{1 l}{1000 ml}}{1g \times \frac{1 kg}{1000g}}$$

$$C_f = 109.9 \text{ mg/kg}$$

Muestra 6 (S-06):

$$C_f = \frac{0.938 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 100 \text{ ml}}{1 \text{ g}}, C_f = \frac{0.938 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 100 \text{ ml} \times \frac{1 \text{ l}}{1000 \text{ ml}}}{1 \text{ g} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}}}$$

$$C_f = 93.8 \text{ mg/kg}$$

Muestra 7 (S-07):

$$C_f = \frac{0.139 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 100 \text{ ml}}{1 \text{ g}}, C_f = \frac{0.139 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 100 \text{ ml} \times \frac{1 \text{ l}}{1000 \text{ ml}}}{1 \text{ g} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}}}$$

$$C_f = 13.9 \text{ mg/kg}$$

Muestra 8 (S-08):

$$C_f = \frac{0.770 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 100 \text{ ml}}{1 \text{ g}}, C_f = \frac{0.770 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 100 \text{ ml} \times \frac{1 \text{ l}}{1000 \text{ ml}}}{1 \text{ g} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}}}$$

$$C_f = 77 \text{ mg/kg}$$

Muestra 9 (S-09):

$$C_f = \frac{0.223 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 100 \text{ ml}}{1 \text{ g}}, C_f = \frac{0.223 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 100 \text{ ml} \times \frac{1 \text{ l}}{1000 \text{ ml}}}{1 \text{ g} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}}}$$

$$C_f = 22.3 \text{ mg/kg}$$

Muestra 10 (S-10):

$$C_f = \frac{0.707 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 100 \text{ ml}}{1 \text{ g}}, C_f = \frac{0.707 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 100 \text{ ml} \times \frac{1 \text{ l}}{1000 \text{ ml}}}{1 \text{ g} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}}}$$

$$C_f = 70.7 \text{ mg/kg}$$

Muestra 11 (S-11):

$$C_f = \frac{0.591 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 100 \text{ ml}}{1 \text{ g}}, C_f = \frac{0.591 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 100 \text{ ml} \times \frac{1 \text{ l}}{1000 \text{ ml}}}{1 \text{ g} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}}}$$

$$C_f = 59.1 \text{ mg/kg}$$

Muestra 12 (S-12):

$$C_f = \frac{0.573 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 100 \text{ml}}{1 \text{g}}, C_f = \frac{0.573 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 100 \text{ml} \times \frac{1 \text{l}}{1000 \text{ml}}}{1 \text{g} \times \frac{1 \text{kg}}{1000 \text{g}}}$$

$$C_f = 57.3 \text{ mg/kg}$$

Muestra 13 (S-13):

$$C_f = \frac{0.805 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 100 \text{ml}}{1 \text{g}}, C_f = \frac{0.805 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 100 \text{ml} \times \frac{1 \text{l}}{1000 \text{ml}}}{1 \text{g} \times \frac{1 \text{kg}}{1000 \text{g}}}$$

$$C_f = 80.5 \text{ mg/kg}$$

Muestra 14 (S-14):

$$C_f = \frac{0.926 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 100 \text{ml}}{1 \text{g}}, C_f = \frac{0.926 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 100 \text{ml} \times \frac{1 \text{l}}{1000 \text{ml}}}{1 \text{g} \times \frac{1 \text{kg}}{1000 \text{g}}}$$

$$C_f = 92.6 \text{ mg/kg}$$

Muestra 15 (S-15):

$$C_f = \frac{1.213 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 50 \text{ml}}{1 \text{g}}, C_f = \frac{1.213 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 100 \text{ml} \times \frac{1 \text{l}}{1000 \text{ml}}}{1 \text{g} \times \frac{1 \text{kg}}{1000 \text{g}}}$$

$$C_f = 121.3 \text{ mg/kg}$$

En la siguiente tabla se presenta el resumen de las concentraciones finales de plomo en suelos para ambos periodos de muestreo:

Tabla N° 45: Concentración de plomo en suelos (mg/kg)

Código de Punto de muestreo	Julio 2017	Octubre 2017
	Concentración de plomo en suelos (mg/kg)	Concentración de plomo en suelos (mg/kg)
S-01	205.5	93.6
S-02	192.2	109.8
S-03	223.5	149.9
S-04	165.3	109.4

Código de Punto de muestreo	Julio 2017	Octubre 2017
	Concentración de plomo en suelos (mg/kg)	Concentración de plomo en suelos (mg/kg)
S-05	127.4	109.9
S-06	36.7	93.8
S-07	93.3	13.9
S-08	141.3	77.0
S-09	55	22.3
S-10	65.1	70.7
S-11	11.7	59.1
S-12	51.9	57.3
S-13	32.2	80.5
S-14	107.9	92.6
S-15	53.5	121.3

Fuente: Elaboración Propia

La concentración promedio, máxima y mínima de plomo en suelos se presenta en la siguiente tabla:

Tabla N° 46: Concentración máxima, mínima y promedio de plomo en los suelos de la Urbanización Primavera

	Julio 2017	Octubre 2017
	Concentración de plomo (mg/Kg)	Concentración de plomo (mg/Kg)
Número de muestras	15	15
Promedio	104.2	84.07
Máximo	223.5	149.9
Mínimo	11.7	13.9

Fuente: Elaboración Propia

5.3. COMPARACIÓN CON PARÁMETROS Y NORMATIVAS NACIONALES E INTERNACIONALES

A. CONTAMINANTES SÓLIDOS SEDIMENTABLES

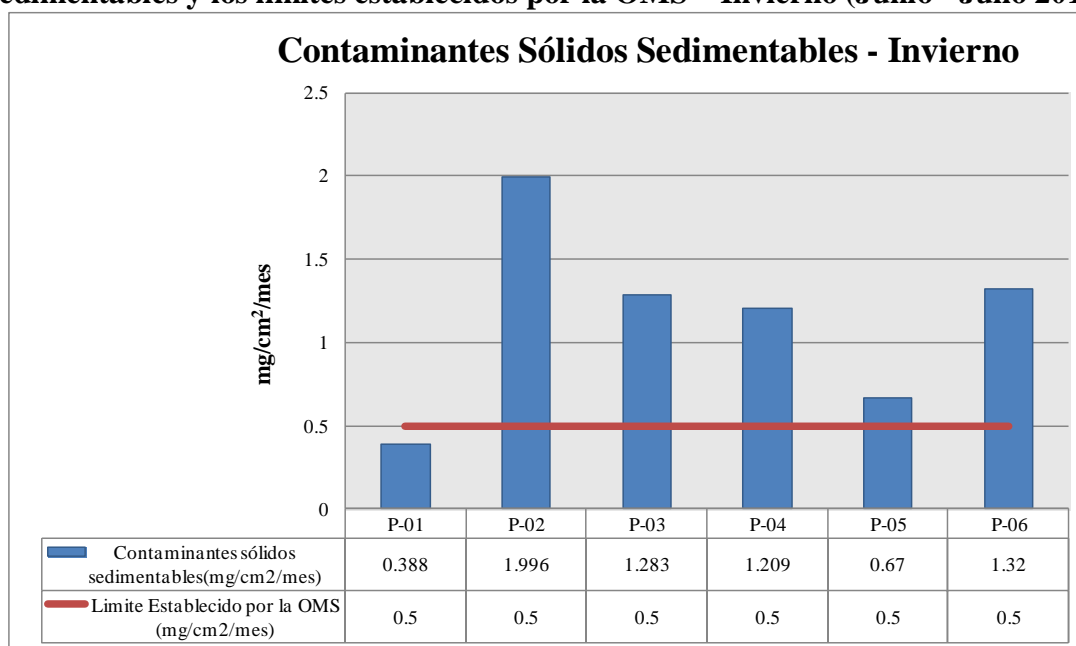
Se comparan los resultados obtenidos para ambos periodos de muestreo con el Límite Máximo de Contaminantes sólidos sedimentables, establecido por la Organización mundial de la Salud (OMS), los resultados se presentan en la Tabla N° 47 y en el Gráfico N° 16 y N° 17.

Tabla N° 47: Tabla comparativa entre la concentración de Contaminantes sólidos sedimentables y los límites establecidos por la OMS

Código de placa receptora	Junio - Julio 2017	Setiembre - Octubre 2017	Límite establecido por la OMS (mg/cm ² /mes)
	Contaminantes sólidos sedimentables (mg/cm ² /mes)	Contaminantes sólidos sedimentables (mg/cm ² /mes)	
P-01	0.388	0.845	0.5
P-02	1.996	0.729	
P-03	1.283	1.289	
P-04	1.209	1.962	
P-05	0.67	0.804	
P-06	1.32	1.212	

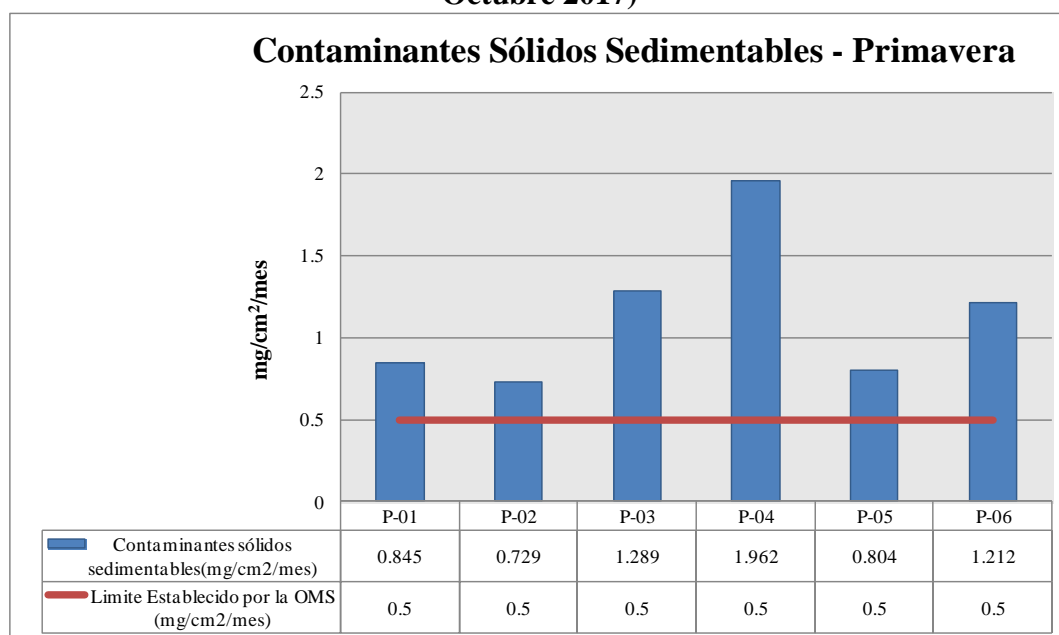
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 16: Comparación de la cantidad de Contaminantes sólidos sedimentables y los límites establecidos por la OMS – Invierno (Junio - Julio 2017)



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 17: Comparación de la cantidad de Contaminantes sólidos sedimentables y los límites establecidos por la OMS – Primavera (Setiembre - Octubre 2017)



Fuente: Elaboración Propia

B. PLOMO EN SUELOS

Los resultados obtenidos de plomo en suelos obtenidos para cada periodo de muestreo, se compararon con los Estándares de Calidad Ambiental Nacionales, Valores Guía establecidos por la OMS y la normativa de países como Canadá, Estados Unidos y México. Los Resultados se muestran en la tabla N° 48 y en los gráficos N° 18 y N° 19.

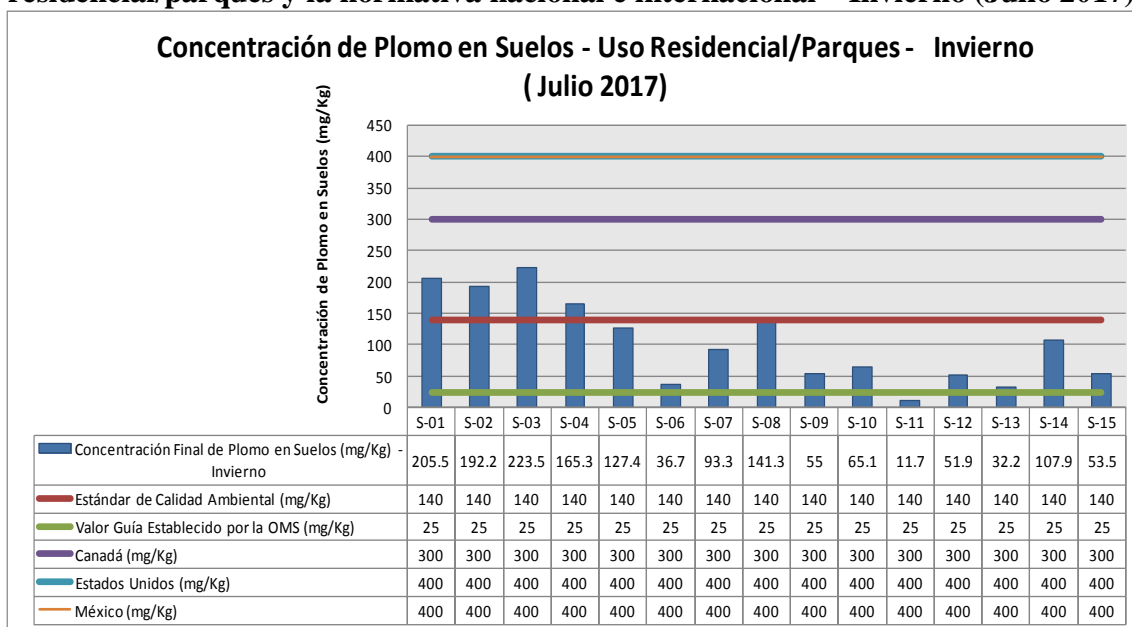
Tabla N° 48: Tabla comparativa entre las concentraciones de plomo en suelo y la normativa nacional e internacional

Código de muestra	Julio 2017	Octubre 2017	Nacional	Internacional			
	Concentración Final de plomo en suelos (mg/Kg)	Concentración Final de plomo en suelos (mg/Kg)	Estándar de calidad ambiental (mg/Kg)	Uso Residencial/Parques			
				Valor Guía Establecido por la OMS (mg/Kg)	Canadá (mg/Kg)	Estados Unidos (mg/Kg)	México (mg/Kg)
S-01	205.5	93.6	140	25	300	400	400

Código de muestra	Julio 2017	Octubre 2017	Nacional	Internacional			
	Concentración Final de plomo en suelos (mg/Kg)	Concentración Final de plomo en suelos (mg/Kg)	Estándar de calidad ambiental (mg/Kg)	Uso Residencial/Parques			
				Valor Guía Establecido por la OMS (mg/Kg)	Canadá (mg/Kg)	Estados Unidos (mg/Kg)	México (mg/Kg)
S-02	192.2	109.8	140	25	300	400	400
S-03	223.5	149.9	140	25	300	400	400
S-04	165.3	109.4	140	25	300	400	400
S-05	127.4	109.9	140	25	300	400	400
S-06	36.7	93.8	140	25	300	400	400
S-07	93.3	13.9	140	25	300	400	400
S-08	141.3	77.0	140	25	300	400	400
S-09	55	22.3	140	25	300	400	400
S-10	65.1	70.7	140	25	300	400	400
S-11	11.7	59.1	140	25	300	400	400
S-12	51.9	57.3	140	25	300	400	400
S-13	32.2	80.5	140	25	300	400	400
S-14	107.9	92.6	140	25	300	400	400
S-15	53.5	121.3	140	25	300	400	400

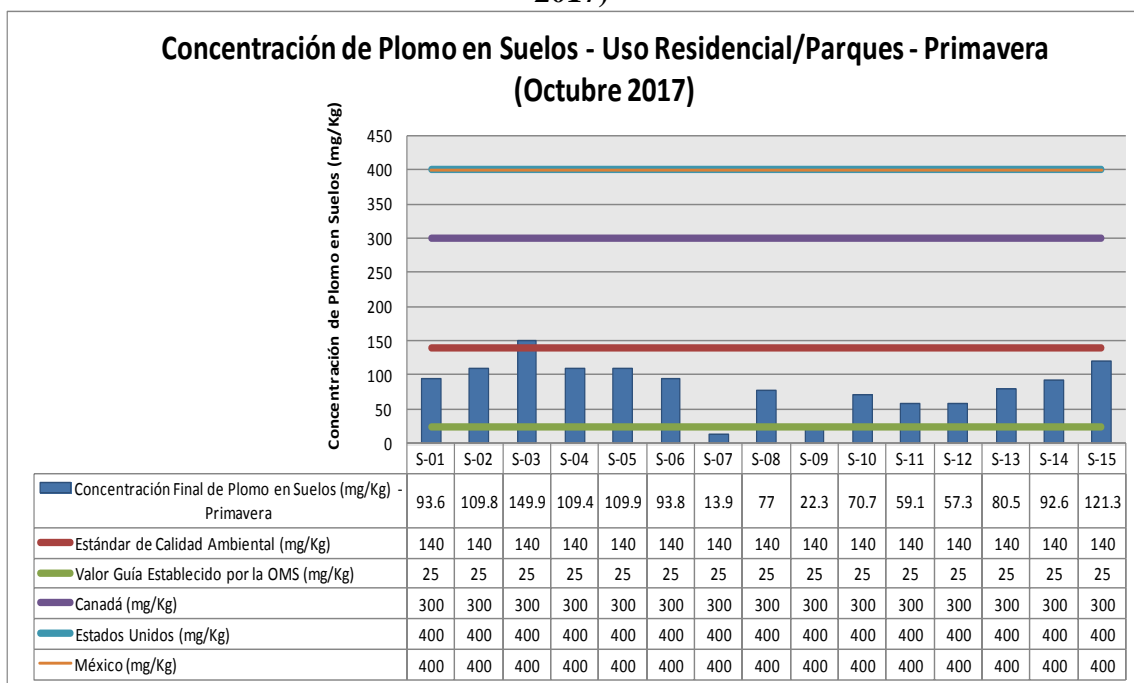
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 18: Comparación de la concentración de plomo en suelos para uso residencial/parques y la normativa nacional e internacional – Invierno (Julio 2017)



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 19: Comparación de la concentración de plomo en suelos para uso residencial/parques y la normativa nacional e internacional – Primavera (Octubre 2017)



Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO VI: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Referente a los resultados obtenidos se indica lo siguiente:

6.1. PLOMO EN CONTAMINANTES SÓLIDOS SEDIMENTABLES

A. CONTAMINANTES SÓLIDOS SEDIMENTABLES

Los resultados de Contaminantes sólidos sedimentables (CSS) se obtuvieron mediante el método pasivo de placas receptoras (gravimetría), obteniendo para la estación de Invierno (Junio - Julio 2017), un valor máximo de 1.996 mg/cm²/mes, mínimo de 0.388 mg/cm²/mes y promedio de 1.144 mg/cm²/mes. Estos valores exceden el Límite establecido por la OMS (0.5 mg/cm²/mes) a excepción del punto de muestreo P-01 (0.388 mg/cm²/mes). Los resultados obtenidos superan por más del doble el límite establecido por la OMS, en los puntos de muestreo P-03 (1.283 mg/cm²/mes), P-04 (1.209 mg/cm²/mes), P-06 (1.32 mg/cm²/mes) y P-02 (1.996 mg/cm²/mes), ubicándose estos puntos de muestreo en los alrededores de la urbanización Primavera, estando expuestas a las emisiones vehiculares y de las industrias cercanas, por otra parte el punto de muestreo P-05 (0.67 mg/cm²/mes) supera ligeramente el límite de la OMS, encontrándose ubicado en la parte central de la Urbanización.

Por otra parte, para la estación de Primavera (Setiembre - Octubre 2017), se obtuvo un valor máximo de 1.962 mg/cm²/mes, mínimo de 0.729 mg/cm²/mes y promedio de 1.140 mg/cm²/mes. Los valores obtenidos en los 6 puntos de muestreo exceden el Límite establecido por la OMS (0.5 mg/cm²/mes), en los puntos de muestreo P-03 (1.289 mg/cm²/mes), P-04 (1.962 mg/cm²/mes) y P-06

(1.212 mg/cm²/mes) las concentraciones de contaminantes sólidos sedimentables exceden por más del doble el límite de la OMS.

Los resultados para ambos periodos de muestreo presentan promedios que se diferencian en 0.004 mg/cm²/mes, lo cual nos indica que las concentraciones de contaminantes sólidos sedimentables variaron ligeramente en la zona de estudio, presentando la Urbanización Primavera una alta carga de estos contaminantes, principalmente en los puntos de muestreo cercanos a la vía de Evitamiento.

Las Condiciones meteorológicas en la ciudad de Lima, favorecen el aumento de contaminantes sólidos sedimentables en la zona este de la ciudad, donde se ubica la urbanización, arrastrando los contaminantes a través del viento por una diferencia de presiones, asimismo los cerros impiden el desplazamiento o dispersión horizontal de estos contaminantes, generando que permanezcan en los conos de ciudad, sumado a ello el fenómeno de inversión térmica, que actúa como un colchón de nubes e impide que los vientos transporten estos elementos contaminantes. Se debe mencionar que de acuerdo al proyecto VICON (1992), en invierno y primavera las concentraciones de contaminantes sólidos sedimentables se acercan a las fuentes de emisión ya que los vientos presentan una menor velocidad, presentando un comportamiento contrario en las estaciones restantes.

La determinación de Contaminantes sólidos sedimentables en la zona, es de vital importancia, ya que nos brinda información cuantitativa sobre la contaminación

atmosférica en la zona, siendo la vía aérea el principal medio por el cual los metales pesados como el plomo, son transportados depositándose en los suelos.

Considerando la bibliografía del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAHMI, 1992) en el estudio “Determinación y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica en Lima Metropolitana – Proyecto VICON”, el cual indica que para el mes de Julio de 1992, se presentó una concentración de Contaminantes sólidos sedimentables de $9.16 \text{ T/km}^2/30 \text{ días}$ ($0.916 \text{ mg/cm}^2/\text{mes}$) para el distrito de El Agustino, excediendo casi en el doble el límite establecido por la OMS ($0.5 \text{ mg/cm}^2/\text{mes}$). En contraste con los resultados obtenidos en la presente investigación se puede observar que para el mismo mes, se obtuvo un promedio similar ($1.144 \text{ mg/cm}^2/\text{mes}$), con una diferencia de $0.198 \text{ mg/cm}^2/\text{mes}$ entre ambos promedios, superando ampliamente el límite establecido por la OMS.

Para el mes de Octubre de 1991, se obtuvo una concentración de Contaminantes sólidos sedimentables de $8.06 \text{ T/km}^2/30 \text{ días}$ ($0.806 \text{ mg/cm}^2/\text{mes}$) en el distrito, excediendo el límite establecido por la OMS ($0.5 \text{ mg/cm}^2/\text{mes}$). Haciendo una comparación con el promedio obtenido en la presente investigación ($1.140 \text{ mg/cm}^2/\text{mes}$), ambos promedios se diferencian en $0.334 \text{ mg/cm}^2/\text{mes}$, superando el límite establecido por la OMS. Se debe indicar que en ambos estudios se utilizó el método pasivo de placas receptoras.

Considerando los resultados obtenidos por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI, para Junio del 2013, se obtuvo una concentración promedio de 30.9 T/Km²/mes (3.09 mg/cm²/mes), valor que supera el triple de lo recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS). En comparación con los resultados obtenidos en el presente estudio (1.144 mg/cm²/mes), se observa un promedio mucho mayor, afirmándose que El Agustino es un distrito con altos índices de Contaminantes sólidos sedimentables. Por otra parte para Setiembre del 2004, se obtuvo una concentración de 18.2 T/Km²/mes (1.82 mg/cm²/mes), valor que supera el valor guía establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Realizando una comparación con el resultado obtenido en la presente investigación (1.144 mg/cm²/mes), se evidencia una ligera disminución de la concentración de estos contaminantes, superando ambos valores por más del doble el límite establecido por la OMS.

B. PLOMO EN CONTAMINANTES SÓLIDOS SEDIMENTABLES

Las concentraciones de plomo en Contaminantes sólidos sedimentables obtenidos a través del método de espectrofotometría de absorción Atómica en el Laboratorio, presentan para la estación de Invierno (Junio - Julio 2017), un valor mínimo de 6.29 mg/kg, máximo de 54.53 mg/kg y promedio de 28.9 mg/kg, y para la estación de Primavera (Setiembre - Octubre 2017) un valor mínimo de 1.57 mg/kg, máximo de 39.67 mg/kg y promedio de 27.09 mg/kg. Se debe indicar que no existe normativa referente a metales pesados en Contaminantes sólidos sedimentables, dichos resultados se presentan en los puntos de muestreo de Contaminantes sólidos sedimentables ubicados en los alrededores de la

Urbanización, cerca a las emisiones industriales y del parque automotor, constituyendo un riesgo para la salud de la población que habita en las zona.

Se debe indicar que para el periodo de Invierno, el aporte de plomo proveniente de contaminantes sólidos sedimentables a los suelos expresado en porcentajes representa el 27.7 % del total de plomo en los suelos. Asimismo para el periodo de primavera dicha relación es de 32.2 %. Pudiéndose afirmar que el plomo proveniente de los contaminantes sólidos sedimentables, representan más del 25% del plomo en los suelos de la Urbanización Primavera para ambos periodos, siendo un aporte considerable.

Se debe precisar que no existen en el país estudios referentes a metales pesados en contaminantes sólidos sedimentables, contribuyendo como base metodológica para nuevos estudios. A su vez debe tomarse en cuenta que las concentraciones de plomo en contaminantes sólidos sedimentables, fueron obtenida a través de placas receptoras que estuvieron expuestas por el periodo de 1 mes, afirmándose que mientras más tiempo estén expuestas la concentración sería mayor; gran parte de estos contaminantes sedimenta en el suelo contribuyendo con el aumento de las concentraciones de plomo en este componente del ambiente.

6.2. PLOMO EN SUELOS

Las concentraciones de plomo en suelos, obtenidas en el laboratorio a través del método de espectrofotometría de absorción atómica presentan para el periodo de invierno (Julio 2017), un valor máximo de 223.5 mg/kg, mínimo de 11.7 mg/kg y promedio de 104.2 mg/kg. Al ser comparados los resultados de las 15 muestras con parámetros y normativas nacionales e internacionales, en relación a la salud se obtuvieron concentraciones que superan en 14 puntos de muestreo el valor guía establecido por la OMS (25 mg/kg), a excepción del punto de muestreo S-11 (11.7 mg/kg), el cual se encuentra ubicado en el Parque Primavera.

Para el periodo de Primavera (Octubre 2017), se obtuvo un valor máximo de 149.9 mg/kg, mínimo de 13.9 mg/kg y promedio de 84.7 mg/kg. En relación a la salud 13 puntos de muestreo superan el valor guía establecido por la OMS (25 mg/kg), a excepción de los puntos de muestreo S-07 (13.9 mg/kg) y S-09 (22.3 mg/kg), ubicados en el Parque dinosaurio y en el Parque Primavera respectivamente, pudiendo afirmar que la población de la Urbanización Primavera se encuentra expuesta a niveles altos de plomo en suelos, que pueden afectar la salud de las personas, siendo la población infantil el principal grupo de Riesgo.

Por otra parte en relación al Ambiente, los resultados del periodo de Invierno (Julio 2017), se compararon las concentraciones obtenidas con el Estándar Nacional de Calidad Ambiental para suelos (140 mg/kg – Suelo Residencial/Parques), superándolo en los puntos de muestreo S-01(205.5 mg/kg), S-02(192.2 mg/kg), S-03(223.5 mg/kg), S-04(165.3 mg/kg) y S-08(141.3 mg/kg), ubicándose los primeros en las cercanías a la

vía de Evitamiento, avenida que presenta una constante congestión vehicular. El punto de Muestreo S-08, se encuentra ubicado en las cercanías a la Avenida Plácido Jiménez, frente a la fábrica metalúrgica MEPSA S.A., la cual constantemente emite gases provenientes de la fundición de metales, asimismo se debe mencionar que los suelos alrededor del punto de muestreo no poseen vegetación alguna.

Asimismo al compararse los resultados del periodo de Primavera (Octubre 2017) con el Estándar Nacional de Calidad Ambiental para suelos (140 mg/kg – Suelo Residencial/Parques), se obtuvo una concentración de 149.9 mg/kg en el punto de muestreo S-03, el cual superó la mencionada normativa, dicho punto de muestreo como se mencionó, se encuentra ubicado en las cercanías a la Vía de Evitamiento, siendo el parque automotor la principal fuente de contaminación por plomo en el suelo de la Urbanización Primavera. A pesar de que se tomaron medidas en el país, como el retiro del Tetraetilo de plomo en las gasolinas hace unos años, se puede observar que este metal pesado aún persiste en los suelos.

Al comparar los resultados de ambos periodos se puede observar una disminución de la concentración promedio de plomo en suelos, del periodo de Invierno (104.2 mg/kg) al periodo de Primavera (84.07 mg/kg), siendo importante resaltar que para ambos periodos los resultados evidencian la presencia de plomo en los suelos de zona de estudio, siendo los puntos de muestreo cercanos a la Vía de Evitamiento los que presentan los valores más altos para ambos periodos, deduciendo que el parque automotor es la principal fuente de contaminación por plomo en los suelos de la Urbanización.

Al comparar las concentraciones obtenidas para suelos con las normas vigentes para países como Canadá (300 mg/kg), Estados Unidos (400 mg/kg) y México (400 mg/kg), se observa que dichos valores no superan las normas para estos países en ambos periodos de muestreo.

Cabe resaltar que en las visitas de campo se pudo observar en los lugares de muestreo la presencia de niños realizando actividades recreativas, así como vendedores de alimentos, constituyendo grupos de riesgo al estar expuestos a la contaminación por plomo, tanto aérea como a la ingestión de plomo de la mano hacia la boca, por esa razón estas zonas dentro de la Urbanización Primavera constituyen el Área de Potencial Interés.

En contraste con Guerra Pizarro (2015) en la tesis titulada “Determinación de Plomo en Suelos del distrito de San Juan de Lurigancho - 2015”, cuyos resultados arrojaron una concentración máxima de plomo de 171 mg/kg, mínima de 53 mg/kg promedio de 107.3 mg/kg de plomo en los suelos del distrito, excediendo el valor límite establecido por la OMS de 25 mg/kg, se observa que las concentraciones de plomo en suelos presentan un promedio similar a los obtenidos en la presente investigación (Invierno (104.2 mg/kg) y Primavera (84.07 mg/kg)), siendo la principal fuente de contaminación por plomo en suelos para ambos estudios el parque automotor. Se debe considerar que en dicha investigación las muestras fueron tomadas solo en avenidas de mayor circulación vehicular de acuerdo al ministerio de transportes y se centraron principalmente en la salud, comparando las concentraciones obtenidas con los límites establecidos por la

OMS, a diferencia del presente trabajo de tesis, en el cuál las muestras fueron tomadas de acuerdo a la Guía para el muestreo de Suelos del Ministerio del ambiente, además se compararon las concentraciones con normativa nacional como internacional dándole importancia tanto a la salud, como el ambiente. Por otra parte para ambos casos las concentraciones de plomo en suelos, fueron obtenidas a través del método de espectrofotometría en laboratorio.

De Acuerdo a Nolasco Macollunco (2001) en la tesis titulada “Determinación de la Concentración de Plomo en Suelos de Lima Metropolitana y su Repercusión en la Contaminación Ambiental”, se obtuvo una concentración promedio de 553.35 mg/kg, valor que excede en gran magnitud los promedios obtenidos en la presente investigación para ambos periodos (Invierno (104.2 mg/kg) y Primavera (84.07 mg/kg)), debido a las condiciones meteorológicas y topográficas del ámbito de estudio y principalmente a que en el periodo donde se realizó la investigación (1999 – 2000), aún no se eliminaba el uso del tetraetilo de plomo en los combustibles, siendo el parque automotor la principal fuente de contaminación por plomo en los suelos. En cuanto a los beneficios diferenciados de la investigación realizada en Lima metropolitana, se realizó un muestreo de suelos de acuerdo a la Guía para el Muestreo del ministerio del ambiente, además de compararse las concentraciones obtenidas con normativa nacional e internacional, cabe mencionar que en dicho estudio el muestreo fue realizado de acuerdo a la metodología de la Organización Panamericana de la Salud y los valores obtenidos se compararon con el Valor guía de la OMS, al no existir un Estándar de Calidad Ambiental para ese periodo. Asimismo se indica que para ambos casos las

concentraciones de plomo en suelos, fueron obtenidas a través del método de espectrofotometría en laboratorio.

Comparando lo indicado por Oriundo Guarda & Robles Gomero (2009) en la investigación denominada “Determinación de plomo en suelos debido a la contaminación por fábricas aledañas al Asentamiento Humano cultura y progreso del distrito de ñaña, Chaclacayo”, la concentración promedio de plomo obtenida en los suelos de la zona es de 97.90 mg/kg, presentándose características y valores promedio similares a los obtenidos en el presente estudio (Invierno (104.2 mg/kg) y Primavera (84.07 mg/kg)), ya que están rodeadas de una zona industrial y se encuentran cercanas a vías muy transitadas como la carretera central en la tesis de Chaclacayo y la Vía de Evitamiento en la presente Tesis, siendo estas las principales fuentes de contaminación por plomo. Las principales diferencias entre ambas investigaciones se observan en el muestreo de suelos, empleándose la metodología de la EPA (Environmental Protection Agency) para el caso del estudio en Chaclacayo, mientras que en la presente investigación se empleó la Guía para el muestreo de Suelos del MINAM, se debe indicar que las concentraciones de plomo obtenidas en ambas investigaciones fueron realizadas a través del método de espectrofotometría de absorción atómica en laboratorio. Por otra parte en la presente tesis se compararon los resultados con normativas nacionales e internacionales, comparándose solo con el Valor guía de la OMS en la investigación realizada en Chaclacayo superando en todos sus puntos de muestreo el valor establecido.

A partir de la discusión de resultados se puede afirmar que los resultados de los diversos estudios arrojan resultados que indican contaminación en los suelos de la ciudad de Lima Metropolitana, aportando la presente investigación con información base para futuros planes de descontaminación en la zona de estudio y en otros sectores de Lima Metropolitana. En la tabla N° 49 se muestra el resumen de la comparación entre estudios similares realizados en lima metropolitana con la presente investigación.

Tabla N° 49: Comparación con estudios similares realizados a nivel nacional

Lugar		Muestreo	Total Promedio (mg/kg)	Metodología de muestreo	Metodología en Laboratorio	Normativa comparar	Autor
Distrito de El Agustino	Área de Potencial Interés – Urbanización Primavera	Suelo	Invierno 104.2	Guía para el Muestreo de Suelos del MINAM	Espectrofotometría de Absorción Atómica	Valor Límite de la OMS, Estándar Nacional de Calidad Ambiental, Normativa Internacional (México, Canadá y EE.UU)	Bellido, J (2018)
			Primavera 84.07				
		Contaminantes Sólidos Sedimentables	Invierno 28.9	Placas Receptoras			
			Primavera 27.09				
Distrito de San Juan de Lurigancho	Avenidas más Transitadas del Distrito, según el MTC	Suelo	107.3	---	Espectrofotometría de Absorción Atómica	Valor Límite de la OMS	Guerra, J (2015)
Lima Metropolitana	Lugares representativos de Lima Metropolitana según la Municipalidad de Lima	Suelo	553	Metodología de la Organización Panamericana de la Salud	Espectrofotometría de Absorción Atómica	Valor Límite de la OMS	Nolasco, G (2001)
Distrito de Ñaña	Asentamiento Humano Cultura y Progreso	Suelo	97.90	EPA (Environmental Protection Agency)	Espectrofotometría de Absorción Atómica	Valor Límite de la OMS	Oriundo, C y Robles, J (2009)
		Techos	123.57				

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

- Mediante el método pasivo de placas receptoras se cuantificó la concentración de Contaminantes sólidos sedimentables en la Urbanización Primavera, obteniendo un valor máximo de 1.996 mg/cm²/mes, mínimo de 0.388 mg/cm²/mes y promedio de 1.144 mg/cm²/mes para el periodo de invierno, y un valor máximo de 1.962 mg/cm²/mes, mínimo de 0.729 mg/cm²/mes y promedio de 1.140 mg/cm²/mes para el periodo de Primavera. Estos valores exceden el Límite establecido por la OMS (0.5 mg/cm²/mes) a excepción del punto de muestreo P-01 (0.388 mg/cm²/mes) en la estación de invierno.
- Se cuantificó el aporte de plomo proveniente de los contaminantes sólidos sedimentables, obteniéndose un aporte de 28.9 mg/kg en la estación de invierno y 27.09 mg/kg en Primavera, representando el 27 % y 32.2 % del total de plomo en los suelos para cada estación respectivamente.
- Se determinó la concentración de plomo en los suelos de la Urbanización Primavera mediante el método de espectrofotometría de absorción atómica, obteniéndose un valor máximo de 223.5 mg/kg, mínimo de 11.7 mg/kg y promedio de 104.2 mg/kg para la estación de Invierno. Asimismo para la estación de Primavera se obtuvo un valor máximo de 149.9 mg/kg, mínimo de 13.9 mg/kg y promedio de 84.07 mg/kg.
- Se analizaron las concentraciones de plomo en las muestras de suelos, comparando los resultados adquiridos con normativas nacionales e internacionales, los cuales indican

que para las concentraciones de plomo en suelos en la estación de invierno 14 puntos de muestreo superan el Valor guía establecido por la OMS (25 mg/kg), a excepción del punto de muestreo S-11(11.7 mg/kg), asimismo los puntos de muestreo S-01(205.5 mg/kg), S-02(192.2 mg/kg), S-03(223.5 mg/kg), S-04(165.3 mg/kg) y S-08(141.3 mg/kg), superan el Estándar Nacional de Calidad Ambiental para suelos (140 mg/kg), ubicándose los 4 primeros en las cercanías a la Vía de Evitamiento y el punto de muestreo S-08 frente a la fábrica metalúrgica MEPSA S.A. Del mismo modo, para la estación de Primavera, 13 puntos de muestreo superan el valor guía establecido por la OMS (25 mg/kg), a excepción de los puntos de muestreo S -07(11.7 mg/kg) y S-09(22.3 mg/kg), por otra parte en relación al ambiente, el punto de muestreo S-03(149.9 mg/kg), supera el Estándar Nacional de Calidad Ambiental para suelos (140 mg/kg – Suelo Residencial/Parques), ubicándose este punto en la Vía de Evitamiento.

Finalmente las concentraciones obtenidas para suelos no excedieron las normas vigentes para países como Canadá (300 mg/kg), Estados Unidos (400 mg/kg) y México (400 mg/kg). Los puntos que superan el Estándar de Calidad Ambiental para ambos periodos se encuentran en las cercanías de la Vía Evitamiento, siendo el parque automotor la principal fuente de contaminación por plomo en los suelos de la Urbanización Primavera.

- Se contribuyó con información básica para la generación de una línea base de calidad de suelos en la Urbanización Primavera, la cual servirá de base para futuros proyectos de descontaminación de suelos, programas de sensibilización a la población y podrá ser utilizada como base metodológica para otras investigaciones sobre plomo en el medio urbano.

7.2. RECOMENDACIONES

- Presentar la investigación realizada a la junta vecinal de la Urbanización Primavera y a la dependencia correspondiente del distrito de El Agustino, contribuyendo a la base de datos del distrito, y al bienestar de la población y mejora del ambiente.
- Realizar futuras investigaciones sobre plomo en suelos y Contaminantes sólidos sedimentables a lo largo del distrito, para ampliar la base de datos de Calidad de Suelo.
- Emplear métodos activos de monitoreo en la determinación de parámetros como PM10, PM 2.5, y plomo, a la par de los métodos pasivos para una determinación más completa de Contaminantes sólidos sedimentables.
- Brindar charlas informativas y talleres participativos a la población de la Urbanización Primavera acerca de la toxicidad y las consecuencias causadas por la exposición al plomo.
- Fomentar en la población infantil y especialmente en los colegios públicos y privados de la zona, prácticas correctas de higiene personal para disminuir el riesgo de intoxicación por plomo.
- Informar a la población, a través de los medios de comunicación sobre el peligro, toxicidad, gravedad de la toxicidad y la contaminación ambiental por plomo en la población.

- Realizar un monitoreo de plomo en suelos y Contaminantes sólidos sedimentables en los suelos de la urbanización primavera, en las estaciones de Verano y Otoño, para poder conocer el comportamiento de estas variables a lo largo del tiempo.
- Vigilar el cumplimiento de las obligaciones ambientales respecto a las emisiones industriales en las industrias cercanas.
- Realizar estudios epidemiológicos en la Urbanización Primavera y zonas cercanas, en lugares donde se realiza la venta de alimentos al paso y se encuentran expuestos al Plomo.
- Desarrollar propuestas para retirar de circulación en forma paulatina unidades que tienen más de 15 años de antigüedad. Asimismo se recomienda el uso de combustibles alternativos como: Gas natural, Etanol, Biodiesel, Aceites Vegetales entre otros.
- Diseñar e implementar planes de arborización en la urbanización Primavera con especies como la *Ficus benjamina* y *Salix Humboltiana*, para reducir la concentración de Contaminantes sólidos sedimentables que llega al suelo, contribuyendo a su vez a que elementos como el plomo no se sedimenten en los suelos de la zona.

- Realizar a partir de la información obtenida en el presente estudio un muestreo de detalle (caracterización) para determinar el área y el volumen del suelo contaminado, a partir de los cuales se determinan las técnicas de remediación a aplicarse en la zona.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (2007). *Toxicological profile for Lead*. Georgia: Federal Register.
- Alay, G. F., Lomas, M. N., Mallafre, J. M. L., & Roig, J. L. D. (2012). *Riesgo tóxico por metales presentes en los alimentos: Toxicología alimentaria*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Aréstegui Pullo, H. (2001). *Estudio de impacto ambiental del mercado mayorista de «El Agustino» Lima* (Tesis para obtener el grado de Ingeniero Geógrafo). Universidad Nacional Federico Villareal, Lima.
- Baird, C. (2001). *Química ambiental*. Barcelona-España: Reverte.
- Beliles, R. P. (1975). *The basic science of poisons*. New York: Casarett L., Macmillan Publishing Co.
- Bermúdez, M. (2010). Contaminación y Turismo Sostenible. Recuperado 2 de marzo de 2018, a partir de <https://www.coursehero.com/file/27235233/contaminacionpdf/>
- Cala, V., & Kunimine, Y. (2003). Distribución de plomo en suelos contaminados en el entorno de una planta de reciclaje de baterías ácidas. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 19(3), 109-115.
- Canadian Council of Ministers of the Environment (Ed.). (1999). *Canadian environmental quality guidelines*. Hull, QC: CCME.
- Carrasquero Durán, A. (2006). Determinación de los Niveles de contaminación con plomo en los suelos y polvo de las calles de la ciudad de Maracay. *Agronomía Tropical*, 56(2), 237-252.
- Casanova, E. (2005). *Introducción a la ciencia del suelo* (2.a ed.). Caracas: CDCH UCV.

- Castillo Alegría, Y. G. (2010). *Evaluación química toxicológica de plomo en suelo de Lima Metropolitana* (Tesis para obtener el grado de Químico Farmacéutico). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.
- Castro Pillaca, C. C., & Sobrado Siuce, F. (2010). *Detección y cuantificación de plomo en muestras de sangre venosa de escolares de 12 a 17 años de la Urbanización La Primavera del distrito del Agustino mediante el método de espectrofotometría de absorción atómica* (Tesis para obtener el grado de Químico Farmacéutico). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.
- Cepeda Dovala, J. (1991). *Química de Suelos*. México: Trillas.
- Comité distrital de Seguridad Ciudadana de El Agustino (CODISEC). (2013). *Plan de Seguridad Ciudadana y Conveniencia Social 2013* (p. 68). Lima-Perú: Municipalidad de El Agustino.
- Congreso de la República. Constitución Política del Perú (1993). Recuperado a partir de http://www.derecho.usmp.edu.pe/instituto/Investigaciones_Centros/Constitucion%20Concordada,%20Sumillada%20y%20Anotada%20con%20la%20jurisprudencia%20del%20TC.pdf
- Congreso de la República. Ley del Sistema Nacional de Evaluación Ambiental, Ley N° 27446 § (2001). Recuperado a partir de <http://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-sistema-nacional-evaluacion-impacto-ambiental-reglamento>
- Congreso de la República. Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, Ley N° 28245 § (2004). Recuperado a partir de <http://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-marco-sistema-nacional-gestion-ambiental>
- Congreso de la República. Ley General del Ambiente, Ley N° 28611 § (2005). Recuperado a partir de http://www.oas.org/juridico/PDFs/mesicic4_per_ley28611.pdf

- Consortio SM y Aquaplan. (2015). *Informe de Estudio de Mecánica de suelos* (Expediente Técnico de la Obra: Cambio de Tuberías de Alcantarillado El Agustino VII Zona en el distrito de El Agustino) (p. 44). Lima-Perú: Servicio de Alcantarillado y Agua Potable (SEDAPAL).
- Corzo Expósito, I., & Velásquez Hernández, M. (2014). El Plomo y sus efectos en la Salud. *Acta Médica del Centro*, 8(3), 141-148.
- Custodio Arbulú, F. (2009). *Sensibilización ambiental en la institución educativa no 127 San José - El Agustino sobre el manejo de sus residuos sólidos* (Tesina para obtener el grado de Ingeniero Geógrafo). Universidad Nacional Federico Villareal, Lima.
- De la Peña Cerda, V. R. (2014). *Evaluación de la concentración de Plomo y Cadmio en suelo superficial de parques y plazas públicas, en tres municipios del área metropolitana de Monterrey, Nuevo León, México* (Tesis para obtener el grado de maestría en ciencias con orientación en Ingeniería Ambiental). Universidad Autónoma de Nuevo León, Nuevo León.
- Díaz Cartagena, A. (2009, abril 20). Contaminación por plomo en una zona urbano marginal del Callao en Perú. Recuperado 1 de marzo de 2018, a partir de <https://www.gestiopolis.com/contaminacion-plomo-zona-urbano-marginal-callao-peru/>
- Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA). (2003). *Información sobre el compromiso del ministerio de salud para desarrollar e implementar un plan nacional para la eliminación del plomo de la gasolina* (p. 9). Lima-Perú: Ministerio de Salud (MINSa).
- Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA). (2005). *Protocolo de Monitoreo de la Calidad de Aire y Gestión de datos* (p. 71). Lima-Perú: Ministerio de Salud

(MINSA). Recuperado a partir de http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/Protocolo-de-Calidad-del-Aire.pdf

Distritos siguen afectados por la contaminación. (2016, febrero 12). *Diario Uno*, p. 1.

El Agustino, Rímac, Cercado y SJL se estarían contaminando de plomo. (2012, junio 6). *La República*, p. 1.

Food and Agriculture Organization (FAO). (2007). *Base referencial mundial del recurso suelo* (2.a ed.). Roma: Informe sobre recursos mundiales de Suelo. Recuperado a partir de <http://www.fao.org/3/a-a0510s.pdf>

Fundación Vasca para la Seguridad Alimentaria (ELIKA). (2013). *Plomo* (p. 5). España: Fundación Vasca para la Seguridad Alimentaria.

Galán Huertos, E., & Romero Baena, A. (2008). *Contaminación de Suelos por Metales Pesados. Contaminación de Suelos por Metales Pesados*. Recuperado a partir de http://www.ehu.eus/sem/macla_pdf/macla10/Macla10_48.pdf

Gamero Esparza, C. (2002). Contaminación por plomo. *Vivat Académica*, 1(34), 1-54.

Giuffré, L., Ratto, S., Marbán, L., Schonwald, J., & Romaniuk, R. (2005). Riesgos por metales pesados en Horticultura Urbana. *Ci. Suelo (Argentina)*, 23(1), 101-106.

Gómez Cortéz, M. A. (2008). *Lineamientos para el desarrollo del distrito de El Agustino* (Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.

Gray, T. (2008). *La contaminación por plomo y sus impactos en los derechos humanos* (p. 5). Washington: Ban Toxics (BT) and Center for International Environmental Law.

Guerra Pizarro, J. P. (2015). *Determinación de plomo en suelos del distrito de San Juan de Lurigancho* (Tesis para obtener el grado de Químico Farmacéutico). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.

- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación* (5a ed). México, D.F: McGraw-Hill.
- Herrera Flores, K. I. M. (2009). *Evaluación de la contaminación por plomo en suelos del canton sitio del niño municipio de san juan opico departamento de la Libertad* (Tesis para obtener el grado de Licenciatura en Química y Farmacia). Universidad de El Salvador, San Salvador.
- Instituto Geofísico del Perú (IGP). (2010). *Zonificación Sísmico-Geotecnica para siete distritos de Lima Metropolitana*. (p. 53). Lima-Perú: Instituto Geofísico del Perú (IGP).
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2005). *Estadísticas Ambientales - Marzo 2005* (p. 39). Lima-Perú: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Recuperado a partir de <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/5755.pdf>
- Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA). (1995). *Mapa Ecológico del Perú*. Lima-Perú: Ministerio de Agricultura. Recuperado a partir de <https://es.scribd.com/document/330285873/Mapa-Zonas-de-Vida-del-Peru-pdf>
- Inter-American Institute for Cooperation in Agriculture. (2010). *Atlas de la agroenergía y los biocombustibles en las Américas: II Biodiésel*. San José, Costa Rica: IICA. Recuperado a partir de http://iica.int/Esp/Programas/Innovacion/Publicaciones_TeI/B1884e.pdf
- Jiménez, B. E. (2001). *La Contaminación Ambiental en México*. México: Editorial Limusa.
- Korc, M. (2001). *Guía para plomo de la OMS*. Presentación en Power Point, Lima-Perú.
- Kuroiwa Horiuchi, J. (2013). *Informe de evaluación del Proyecto Habitacional en Laderas del Cerro El Agustino que incluye los estudios urbanos, la zonificación y*

normatividad, así como la habilitación y edificación. (p. 72). Lima-Perú: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.

Lacasta, C., Benítez, M., Maire, N., & Meco, R. (2006). *Efecto de la textura del suelo sobre diferentes parámetros bioquímicos* (Congreso SEAE Zaragoza 2006) (pp. 1-8). Zaragoza: Centro de Ciencias Medioambientales. Recuperado a partir de <https://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/publicaciones-online/2006/CD%20Congreso%20Zaragoza/Ponencias/110%20Lacasta%20Com%20-%20Efecto.pdf>

Llosa, R., Noriega, G., Negro de Aguirre, E., & Kesten, E. (1990). Niveles de Plomo, Cadmio, Zinc y Cobre en suelos del Área metropolitana y suburbana de Buenos Aires. *Ciencia del Suelo*, 8(1).

Márquez Romegialli, F. (2010). *Introducción a la Toxicología Ambiental*. Concepción-Chile: Universidad de Concepción.

Martínez, M., Pérez Sirvent, C., Tudela, M., Molina Ruiz, J., Linares Moreno, P., Navarro Hervás, C., Hernández Pérez, C. (2005). *Desertificación: Monitorización mediante indicadores de degradación química. Programa de iniciativa comunitaria INTERREG IIIB ESPACIO MEDOCC. Proyecto Desernet. Acción piloto Región de Murcia*. Murcia: Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente.

Menéndez Díez, F. (2009). *Higiene industrial : manual para la formación del especialista* (10.a ed.). España: Lex Nova.

Ministerio de Energía y Minas (MEM). (2013). *La Importancia de la Minería en el Perú*. Presentación en Power Point, Lima.

Ministerio de Energía y Minas (MEM). (2016). *Boletín estadístico del Subsector Minero* (p. 25). Lima. Recuperado a partir de

<https://es.scribd.com/document/328302503/MEM-BOLETIN-ESTADISTICO-JUNIO-2016-pdf>

Ministerio de Salud (MINSa). (2004). *Análisis de la situación de Salud - Centro de Salud Primavera* (p. 29). Lima-Perú: Ministerio de Salud (MINSa).

Ministerio de Salud (MINSa). (2015). Una mirada al Plomo, Riesgo para la salud pública. *Boletín Epidemiológico (Lima)*, 24(15), 296-297.

Ministerio del Ambiente (MINAM). Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo, D.S. N° 002-2013-MINAM § (2013).

Ministerio del Ambiente (MINAM). (2014a). *Glosario de Términos - Sitios contaminados* (p. 17). Lima-Perú: Ministerio del Ambiente (MINAM). Recuperado a partir de <http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2015/02/2016-05-30-Conceptos-propuesta-Glosario.pdf>

Ministerio del Ambiente (MINAM). (2014b). *Guía para el Muestreo de Suelos* (p. 39). Lima-Perú: Ministerio del Ambiente (MINAM). Recuperado a partir de http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/04/GUIA-MUESTREO-SUELO_MINAM1.pdf

Municipalidad Distrital de El Agustino. (2015). *Plan de desarrollo local concertado* (p. 175). Lima-Perú: Municipalidad de El Agustino.

Municipalidad Distrital de El Agustino. (2018). Historia del Distrito. Recuperado 2 de marzo de 2018, a partir de <http://mdea.gob.pe/index.php/el-agustino/historia-del-distrito>

Muñoz, N. (2007). *Determinación de Plomo y Cadmio en hierbas medicinales*. Universidad de Belgrano, Belgrano.

- Nolasco Macollunco, G. J. (2001). *Determinación de la concentración de plomo en suelos de Lima Metropolitana y su repercusión en la contaminación ambiental* (Tesis para obtener el grado de Químico Farmacéutico). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.
- Nordberg, G. (2001). Metales: Propiedades Químicas y Toxicidad. *Enciclopedia de la Seguridad y Salud en el Trabajo* (3.a ed., Vol. 4, p. 76). Madrid: Ministerio de Trabajo y Asuntos sociales.
- Office of Solid Waste and Emergency Response. (2013). *Technical Review Workgroup recommendations regarding gardening and reducing exposure to lead-contaminated soil* (p. 23). Washington: U.S. Environmental Protection Agency. Recuperado a partir de <https://www.ksutab.org/?ResponseView=TABResourceDownloadView&id=466>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2017, agosto 1). Intoxicación por plomo y salud. Recuperado 1 de marzo de 2018, a partir de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs379/es/>
- Oriundo Guarda, C. F., & Robles Gomero, J. T. (2009). *Determinación de Plomo en suelos debido a la contaminación por fábricas aledañas al Asentamiento Humano cultura y progreso del distrito de Ñaña - Chaclacayo* (Tesis para obtener el grado de Químico Farmacéutico). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.
- Paltan García, A. J. (2003). *Contaminación del suelo por partículas sedimentables de plomo inorgánico por fabricación de baterías* (Tesis para obtener el grado de Doctor en Química y Farmacia). Universidad de Guayaquil, Guayaquil.

- Prieto Méndez, J., González Ramírez, C., Román Gutiérrez, A., & Prieto García, F. (2009). Contaminación y fitotoxicidad en plantas por metales pesados provenientes de suelos y. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10(1), 29-44.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2002). Informe sobre Desarrollo Humano Perú 2002 (Capítulo I) (p. 12). Lima-Perú: Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo (PNUD). Recuperado a partir de http://propuestaciudadana.org.pe/red/apc-aa/archivos-aa/068d5099c088d67686280321657b29ee/Informe_sobre_Desarrollo_Humano_2002._Cap_I.pdf
- Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). (2010). *Análisis del flujo del comercio y revisión de prácticas de manejo ambientalmente racionales de productos conteniendo cadmio, plomo y mercurio en América Latina y el Caribe* (p. 409). Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).
- Quer-Brossa S. (1983). *Toxicología Industrial*. Buenos Aires: Salvat Editores.
- Ramírez Camacho, J. G. (2009, mayo 24). La Contaminación Del Suelo. Recuperado 28 de febrero de 2018, a partir de <https://es.scribd.com/document/31865833/La-Contaminacion-DeI-Suelo>
- Ramos Miras, J. J. (2002). *Estudio de la contaminación por metales pesados y otros procesos de degradación química en los suelos en los invernaderos del poniente almeriense*. (Tesis para obtener el grado de Doctor). Universidad de Almería, Almería-España. Recuperado a partir de https://books.google.com/books/about/Estudio_de_la_contaminaci%C3%B3n_por_metales.html?id=EaxMAQAAQBAJ

- Rodés, J., Piqué, J. M., & Trilla, A. (2007). *Libro de la salud del Hospital Clínic de Barcelona y la Fundación BBVA*. España: Fundacion BBVA.
- Rubio, C., Gutiérrez, A., Izquierdo, M., Revert, C., Lozano, G., & Hardisson, A. (2004). El Plomo como contaminante alimentario. *Redalyc*, 21(2-3), 72-80.
- Salazar Yacsavilca, A. C. (2000). *Evaluación de la toxicidad del plomo en escolares del distrito del Agustino y Ate-Vitarte* (Tesis para obtener el grado de Químico Farmacéutico). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.
- Saucedo Plata, E. (2014). *Suelos Contaminados Con Elementos Potencialmente Tóxicos. Un Nuevo Método De Detección* (1.a ed.). México: Palibrio.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio, NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004 § (2007).
- Semiqué Huari, K. L. (2015). *Evaluación de las concentraciones de contaminantes sólidos atmosféricos de tres estaciones de monitoreo de la ciudad de Iquitos, mediante el método gravimétrico Iquitos* (Tesis para obtener el grado de Ingeniero en Gestión Ambiental). Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos.
- Servicio de Alcantarillado y Agua potable (SEDAPAL). (2011). *Estaciones de Bombeo de Agua Potable* (p. 9). Lima-Perú: Servicio de Alcantarillado y Agua Potable(SEDAPAL).
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAHMI). (1992). *Determinación y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica en Lima Metropolitana - Proyecto VICON* (Proyecto VICON). Lima-Perú: Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología (SENAHMI).

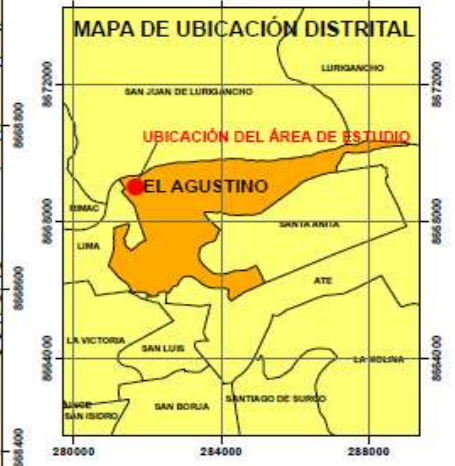
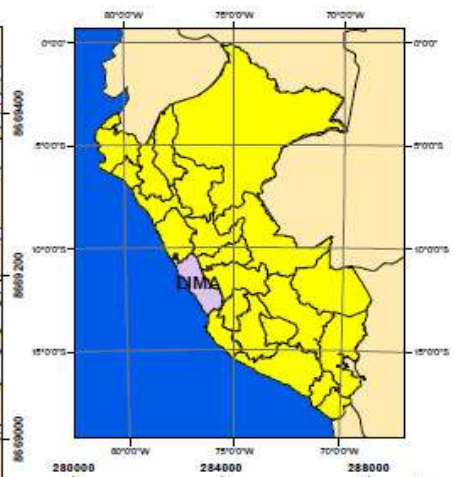
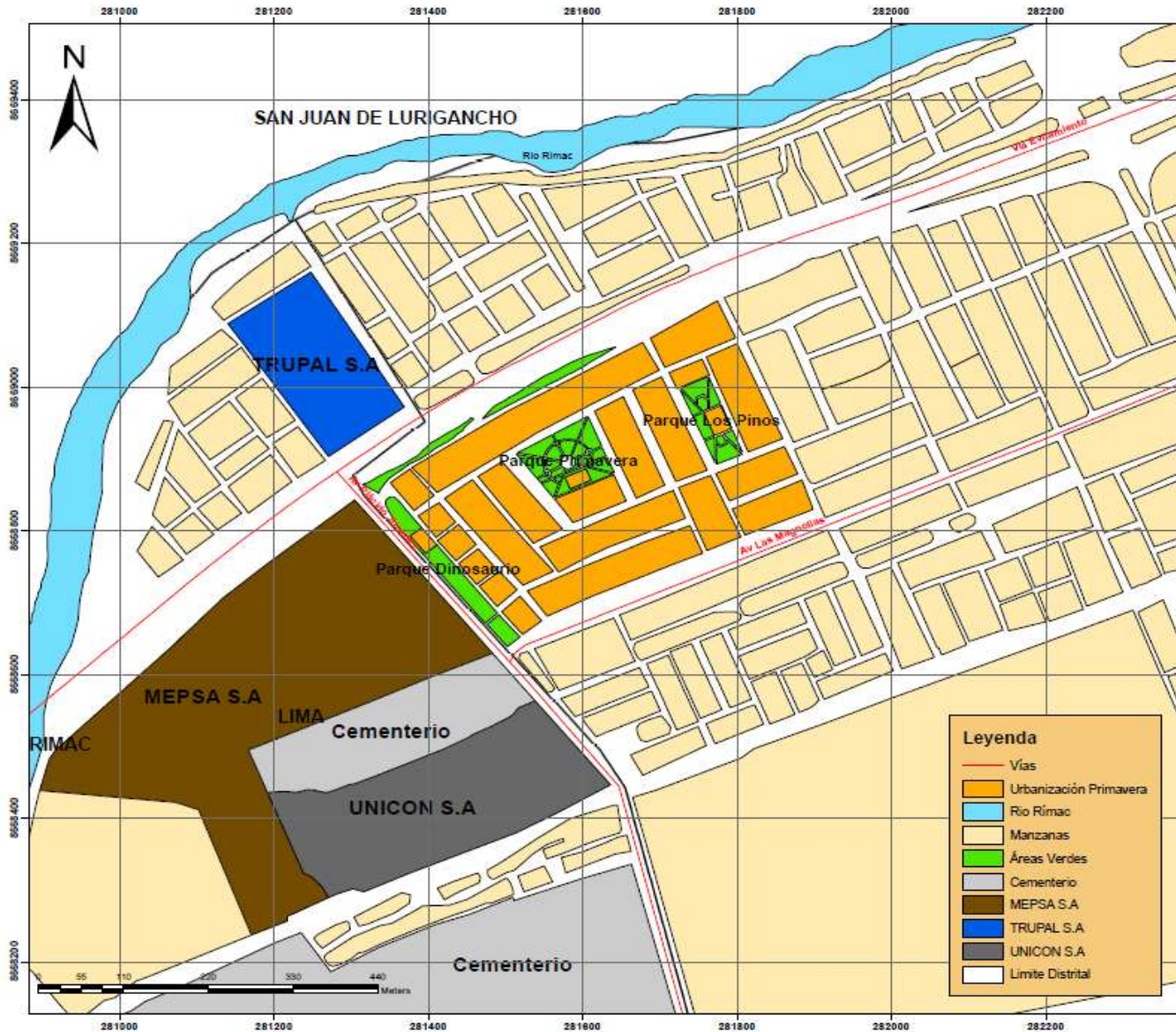
- Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía (SNMPE). (2015). *Informe quincenal de la snmpe* (p. 3). Lima: Sociedad Nacional de Minería Petróleo y Energía (SNMPE).
- Tello Atencia, M. de los Á. (2015). *Evaluación del riesgo toxicológico de Plomo y Cadmio en suelos del entorno del parque industrial de la ciudad de Cuenca* (Tesis para obtener el grado de maestría en toxicología industrial y ambiental). Universidad Estatal de Cuenca, Cuenca.
- Thermosalud. (2015). EL PLOMO Y LOS EFECTOS EN LOS NIÑOS. Recuperado 1 de marzo de 2018, a partir de <https://thermosalud.wordpress.com/2015/09/10/el-plomo-y-los-efectos-en-los-ninos/>
- Tong, S., Schirnding, Y. E. von, & Prapamontol, T. (2000). Environmental lead exposure: a public health problem of global dimensions. *Bulletin of the World Health Organization*, 78, 1068-1077. <https://doi.org/10.1590/S0042-96862000000900003>
- Torreblanca Lozano, P. M. (2009). *Manejo y gestión de los residuos sólidos para el mejoramiento de la calidad de vida y ambiente en el Distrito de El Agustino* (Tesina para obtener el grado de Ingeniero Geógrafo). Universidad Nacional Federico Villareal, Lima.
- Trujillo Navarrete, E. (2013). *Guía de Reforestación* (3.a ed.). Bogotá-Colombiana: El semillero SAS.
- Ubillus Limo, J. (2003). *Estudio sobre la presencia de plomo en el ambiente de Talara en el año 2003* (Trabajo Monográfico). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima. Recuperado a partir de http://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtual/monografias/Ingenie/ubillus_lj/ubillus_lj.htm

- UMass Extension - Center for Agriculture. (2017, enero 23). Soil Lead: Testing, Interpretation, & Recommendations [Text]. Recuperado 1 de marzo de 2018, a partir de <https://ag.umass.edu/soil-plant-nutrient-testing-laboratory/fact-sheets/soil-lead-testing-interpretation-recommendations>
- U.S. Environmental Protection Agency (USEPA). (2015, septiembre 10). Regional Screening Levels Frequent Questions (November 2017) [Data and Tools]. Recuperado 3 de marzo de 2018, a partir de <https://www.epa.gov/risk/regional-screening-levels-frequent-questions-november-2017>
- Valverde, J. (2015). Estudio de la calidad del aire afectada por la actividad industrial en la urb. Primavera - distrito de El Agustino. *Revista del Instituto de Investigación (RIIGEO), FIGMMG - UNMSM, 18(35)*, 115-119.
- Van Geen, A., Bravo, C., Gil, V., Sherpa, S., & Jack, D. (2012). Lead exposure from soil in Peruvian mining towns: a national assessment supported by two contrasting examples. *Bulletin of the World Health Organization, 90(12)*, 878-886. <https://doi.org/10.2471/BLT.12.106419>
- Viñas Canals, M. (2005). *Biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos: caracterización microbiológica, química y ecotoxicológica* (Tesis para obtener el grado de Doctor en biología). Universitat de Barcelona, Barcelona-España. Recuperado a partir de http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/2396/TESIS_MVINAS_CANALS.pdfse
- Volke Sepúlveda, T., Velasco Trejo, J., & De la Rosa Pérez, D. (2005). *Suelos contaminados por metales y metaloides: muestreo y alternativas para su remediación*. México: Instituto Nacional de Ecología.

ANEXOS

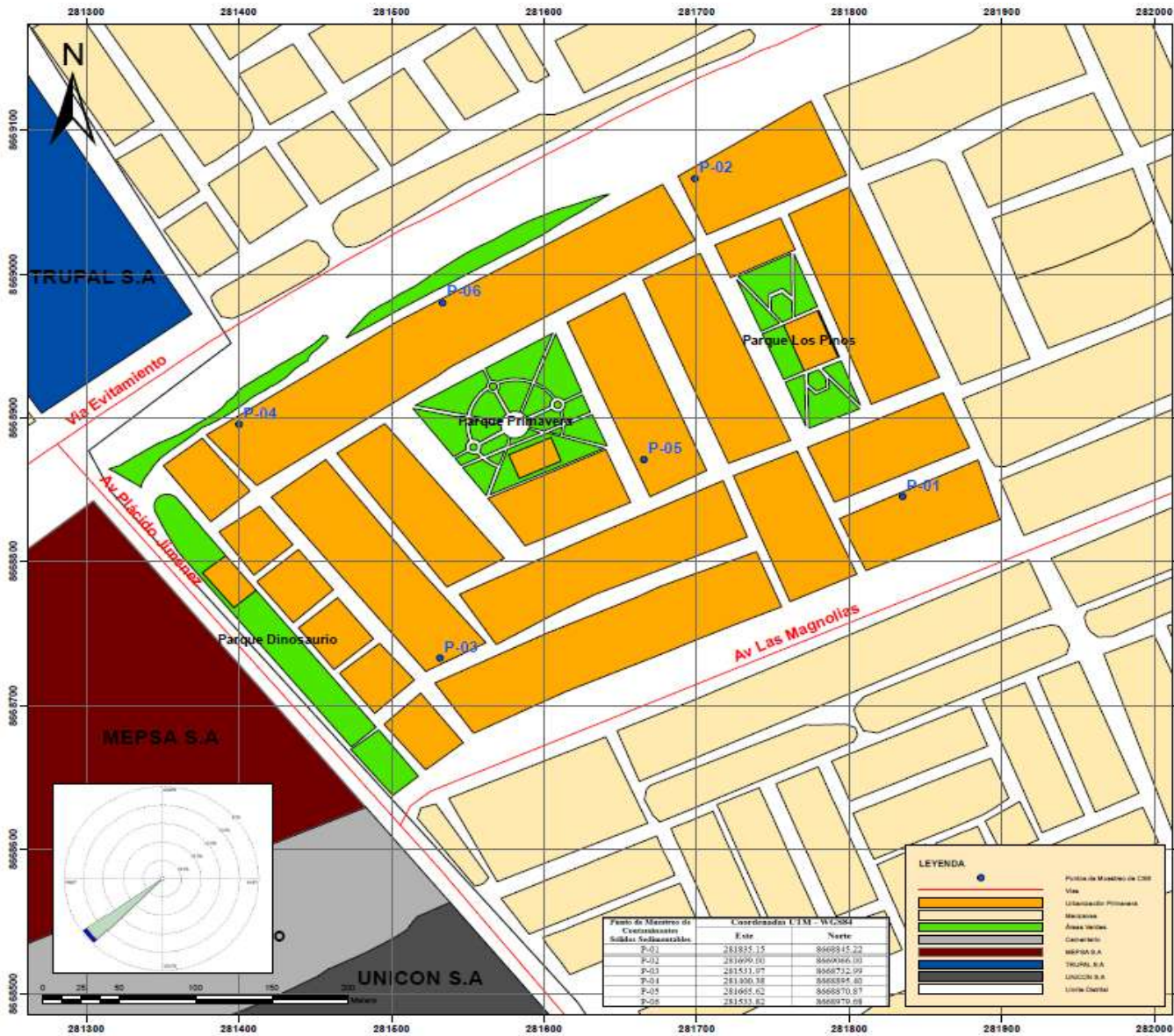
ANEXO 1: MAPAS

ANEXO 1.1: MAPA DE UBICACIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL			
Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecosistémica			
Escuela de Ingeniería Ambiental			
MAPA DE UBICACIÓN			
"Niveles de Plomo en los suelos de la Urbanización Primavera, Distrito de El Agustino"			
Bachiller Belinda Victoria Jesus Vidal			
Mg. César Muñoz Ortega			
Escala:	1:5000	Coord.:	UTM WGS 84
Fecha:	11/04/2018	Zona:	18 S
			M - 01

**ANEXO 1.2: MAPA DE UBICACIÓN DE PUNTOS DE
MUESTREO DE CONTAMINANTES SÓLIDOS
SEDIMENTABLES**



UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Costanero
 Escuela de Ingeniería Ambiental

MAPA DE UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO DE CONTAMINANTES SÓLIDOS SEDIMENTABLES

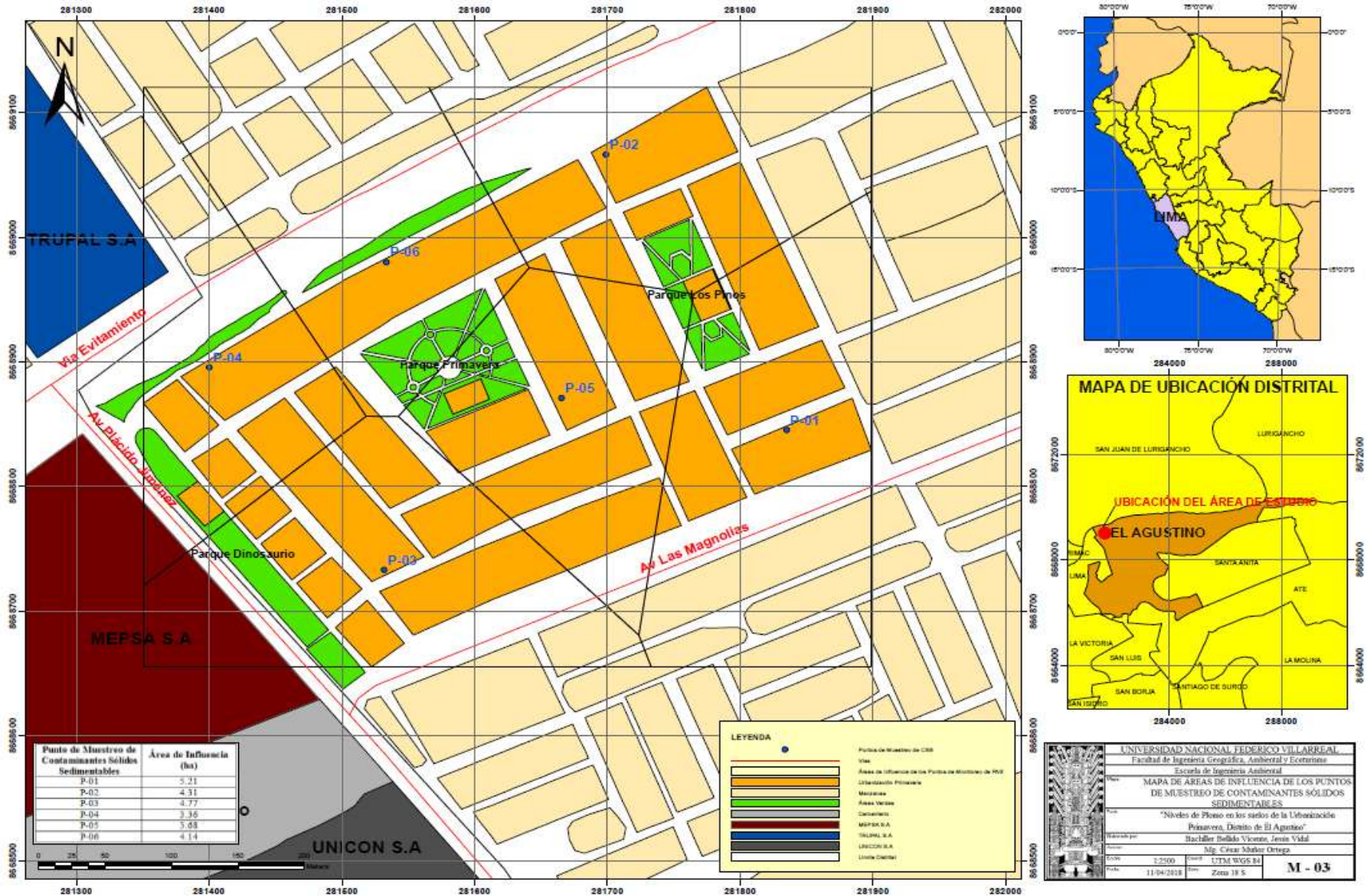
"Niveles de Plomo en los suelos de la Urbanización Primavera, Distrito de El Agustino"

Bachiller Ricardo Vicente, Jenar Vidal
 Mg. César Salazar Ortega

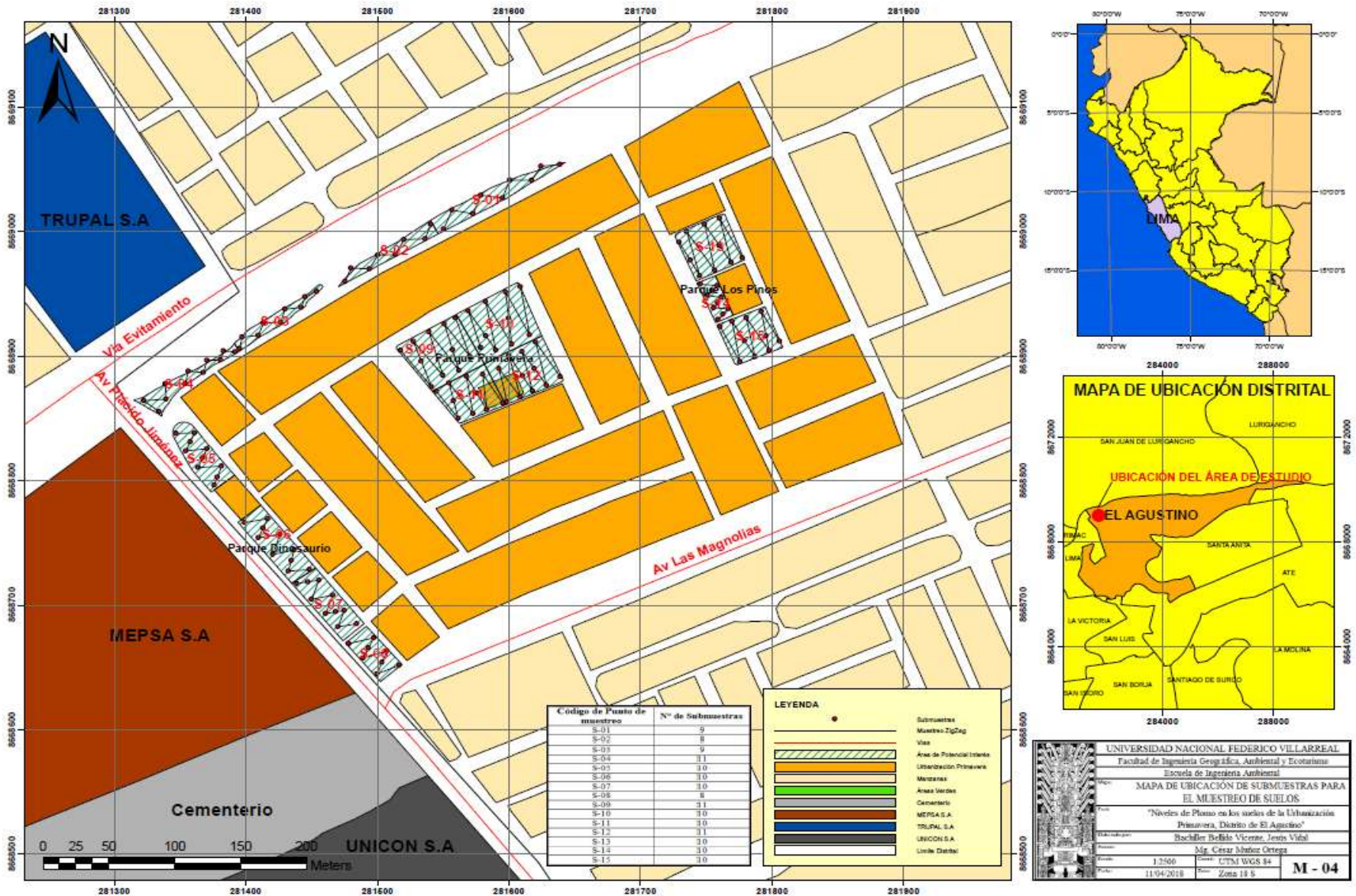
Escala: 1:2500
 Fecha: 13/04/2018
 Hoja: UTM WGS 84
 Zona: Zona 18 S

M - 02

**ANEXO 1.3: MAPA DE ÁREA DE INFLUENCIA DE LOS
PUNTOS DE MUESTREO DE CONTAMINANTES SÓLIDOS
SEDIMENTABLES**



**ANEXO 1.4: MAPA DE UBICACIÓN DE SUBMUESTRAS
PARA EL MUESTREO DE SUELOS**



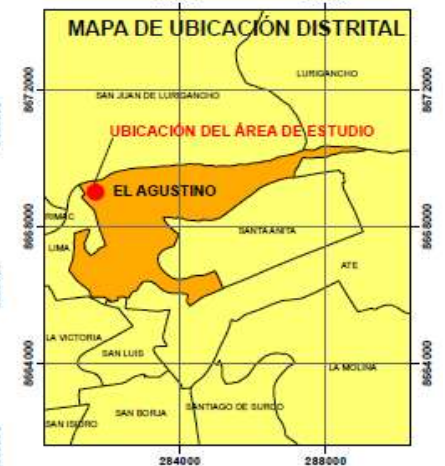
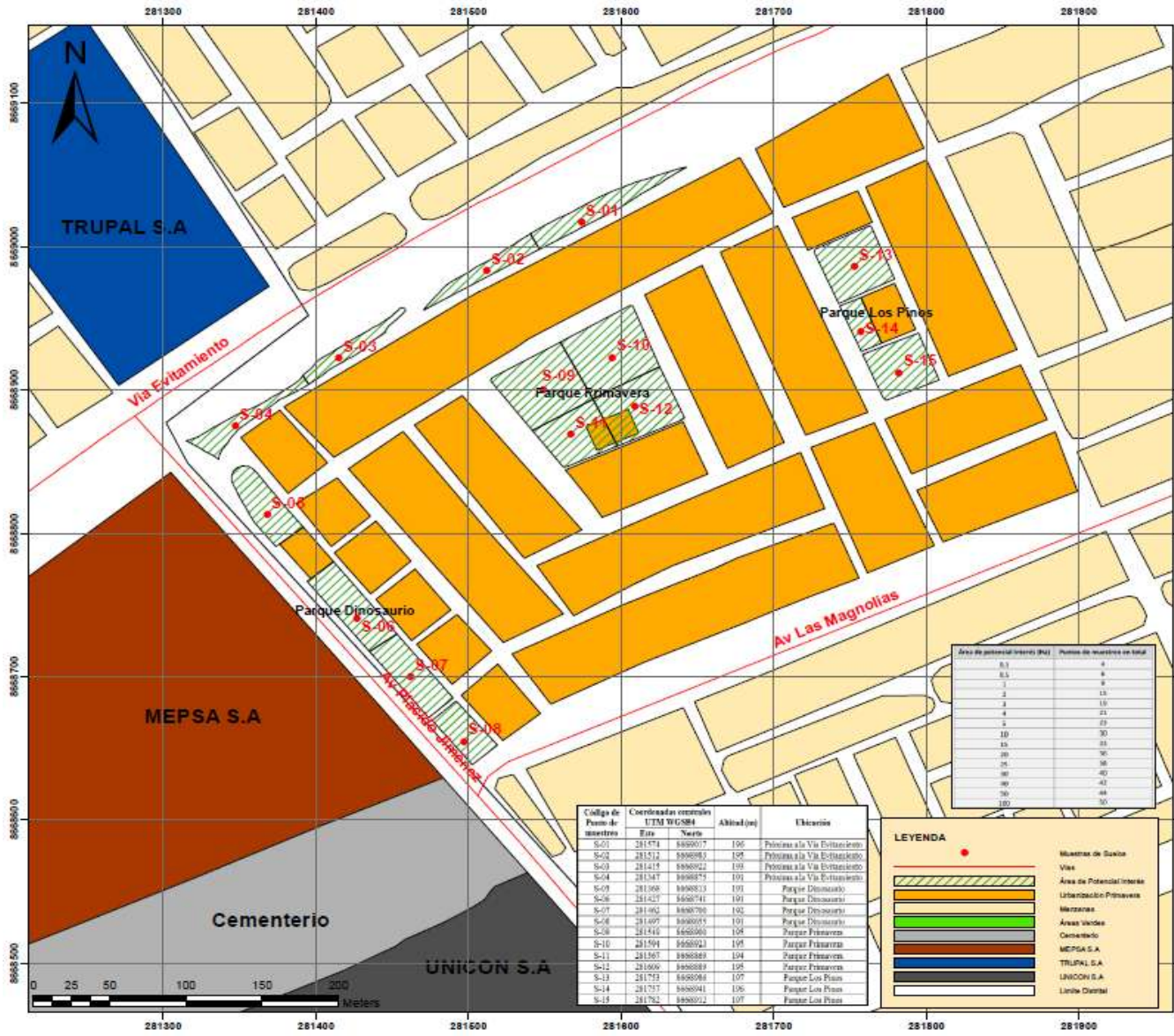
Código de Punto de muestreo	Nº de Submuestras
S-01	9
S-02	8
S-03	9
S-04	11
S-05	10
S-06	10
S-07	10
S-08	8
S-09	11
S-10	10
S-11	10
S-12	11
S-13	10
S-14	10
S-15	10

LEYENDA

- Submuestras
- Muestra ZigZag
- Vías
- Área de Potencial Inerte
- Urbanización Primavera
- Mercedas
- Áreas Verdes
- Cementerio
- MEPSA S.A.
- TRUPAL S.A.
- UNICON S.A.
- Límite Distrital

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecológica
 Escuela de Ingeniería Ambiental
MAPA DE UBICACIÓN DE SUBMUESTRAS PARA EL MUESTREO DE SUELOS
 "Niveles de Plomo en los suelos de la Urbanización Primavera, Distrito de El Agustino"
 Investigador: **Reichel Beltrán Vicente, Jesús Vidal**
 Mgr. César Iván Ortega
 Escala: 1:2500
 Fecha: 11/04/2018
 Sistema de Coordenadas: UTM WGS 84
 Zona: 18 S
M - 04

**ANEXO 1.5: MAPA DE UBICACIÓN DE PUNTOS DE
MUESTREO DE SUELOS**



Código de Punto de muestreo	Coordenadas cartesianas UTM WGS84	Altitud (msl)	Ubicación
Este	Norte		
S-01	281474	8668075	Procesos a la Via Evitamiento
S-02	281512	8668083	Procesos a la Via Evitamiento
S-03	281418	8668082	Procesos a la Via Evitamiento
S-04	281347	8668075	Procesos a la Via Evitamiento
S-05	281368	8668083	Parque Dinosaurio
S-06	281427	8668074	Parque Dinosaurio
S-07	281492	8668080	Parque Dinosaurio
S-08	281495	8668085	Parque Primavera
S-09	281416	8668080	Parque Primavera
S-10	281504	8668082	Parque Primavera
S-11	281367	8668089	Parque Primavera
S-12	281606	8668089	Parque Primavera
S-13	281793	8668084	Parque Los Pinos
S-14	281757	8668084	Parque Los Pinos
S-15	281792	8668072	Parque Los Pinos

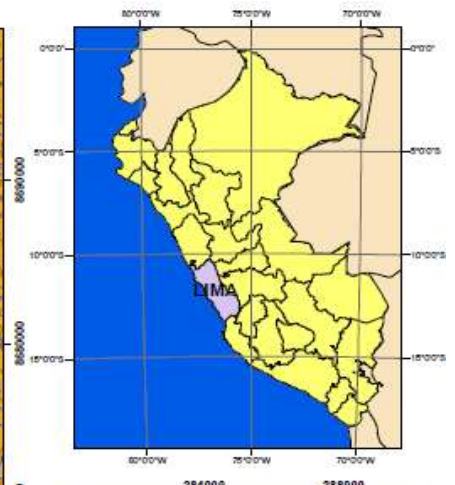
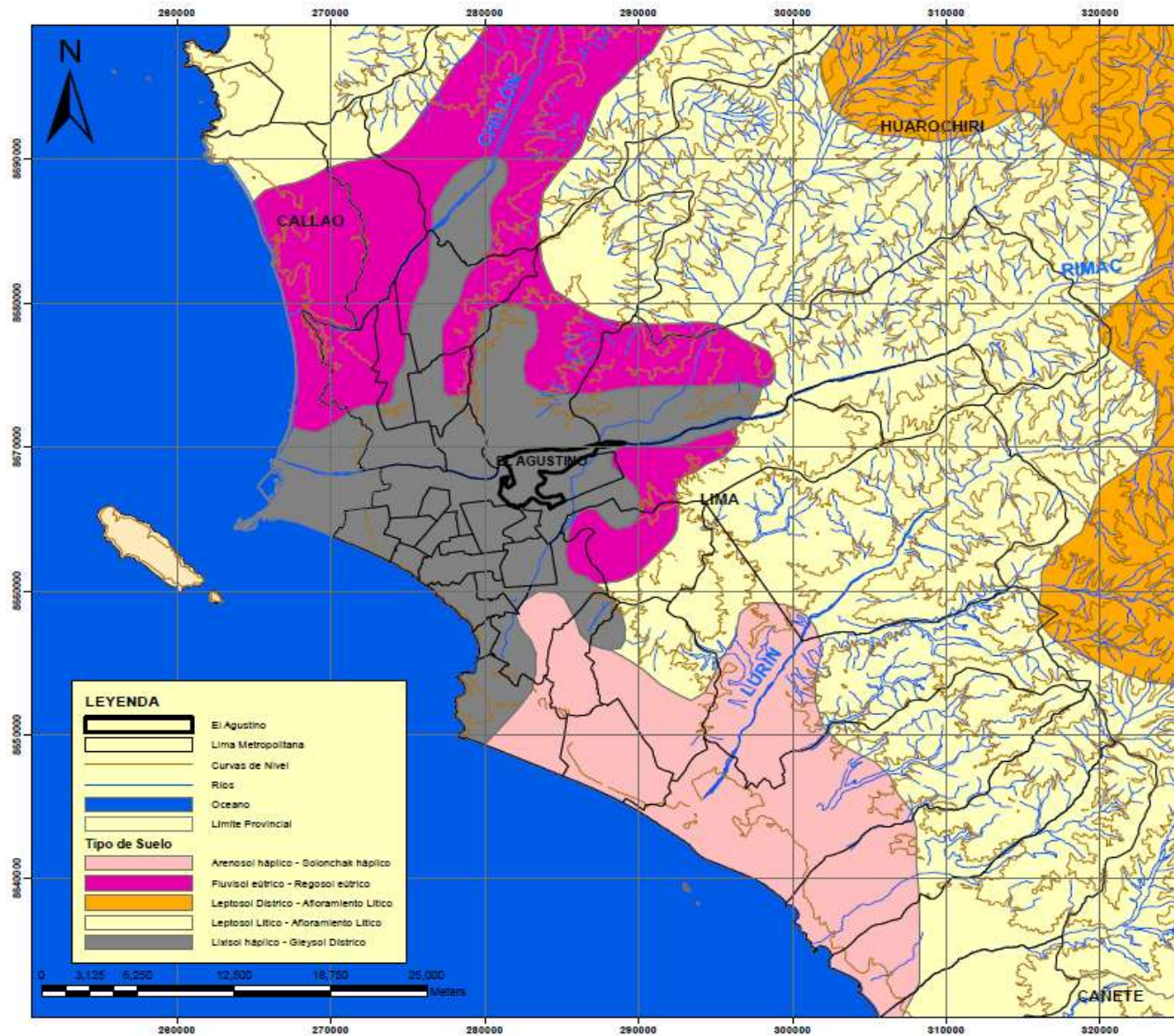
Área de potencial interés (m ²)	Puntos de muestreo en total
0-1	4
1-1	4
1-2	4
2	13
3	13
4	23
5	23
10	30
15	31
20	30
25	30
30	40
35	41
40	44
50	44
100	70

LEYENDA

- Muestras de Suelo
- Vías
- Área de Potencial Interés
- Urbanización Primavera
- Mercedes
- Áreas Verdes
- Cementerio
- MEPSA S.A.
- TRUPAL S.A.
- UNICÓN S.A.
- Límite Distrital

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLAREAL
 Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecológicas
 Escuela de Ingeniería Ambiental
MAPA DE UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO DE SUELOS
 "Niveles de Plomo en los suelos de la Urbanización Primavera, Distrito de El Agustino"
 Docentes: Delida Vicente, Jesús Vilal
 Mg. César Muñoz Ortega
 Fecha: 11/04/2018
 Escala: 1:2500
 Proy.: UTM WGS 84
 Zona: 18 S
M - 05

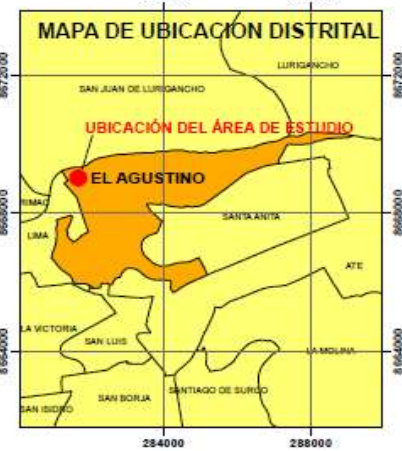
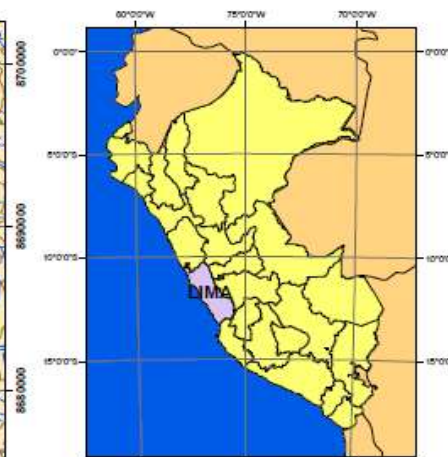
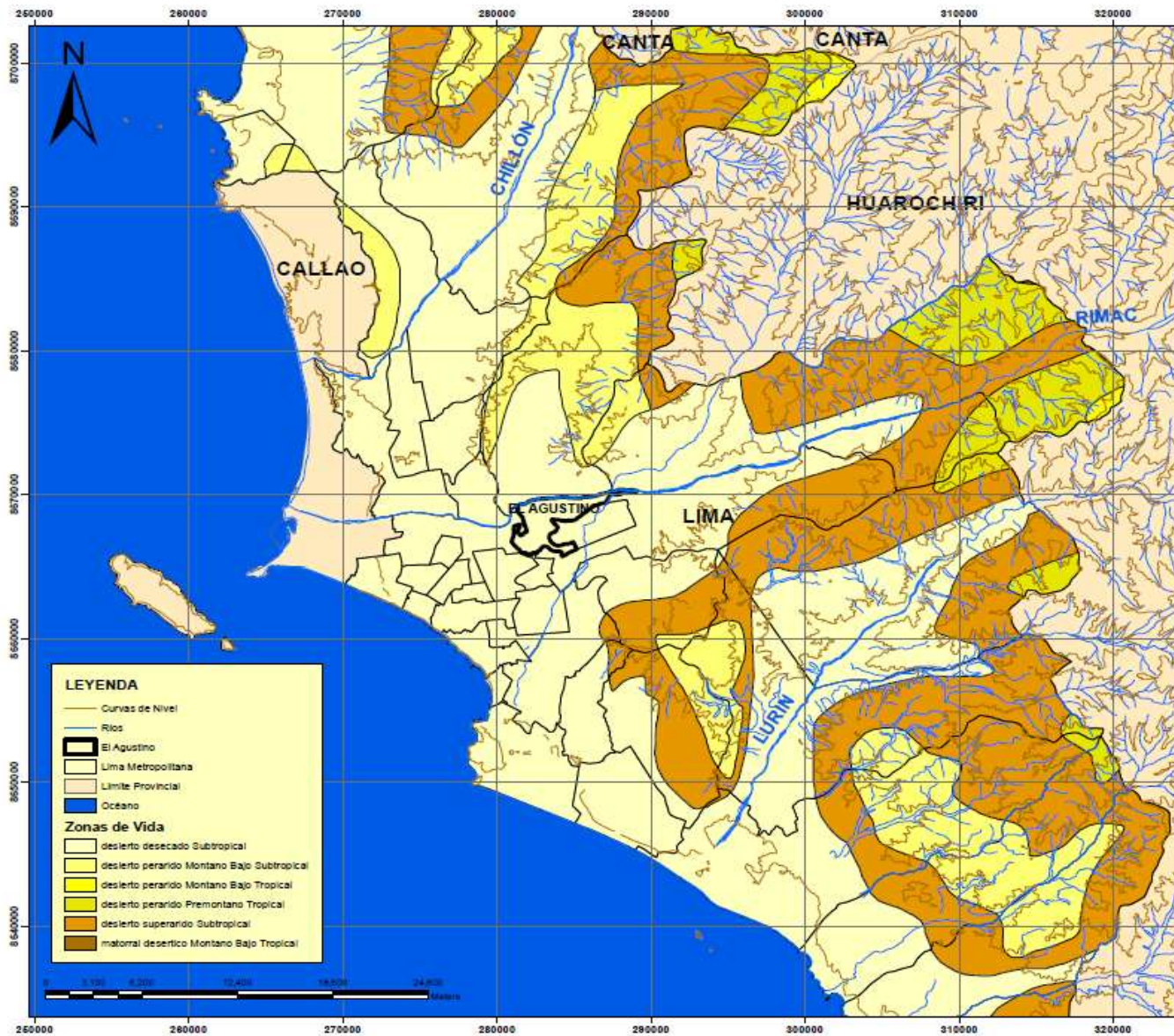
ANEXO 1.6: MAPA DE TIPO DE SUELOS



FUENTE: Mapa de Suelos del Perú - MINAGRI (2008)

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL			
Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecosistema			
Escuela de Ingeniería Ambiental			
MAPA DE TIPO DE SUELOS			
"Niveles de Plano en los suelos de la Urbanización Primavera, Distrito de El Agustino"			
Bachiller Belkido Vicente, Jesús Vilad			
Mg. César Muñoz Ortega			
Escala:	1:25000	Proy.:	UTM WGS 84
Fecha:	11/04/2018	Zona:	18 S
			M - 06

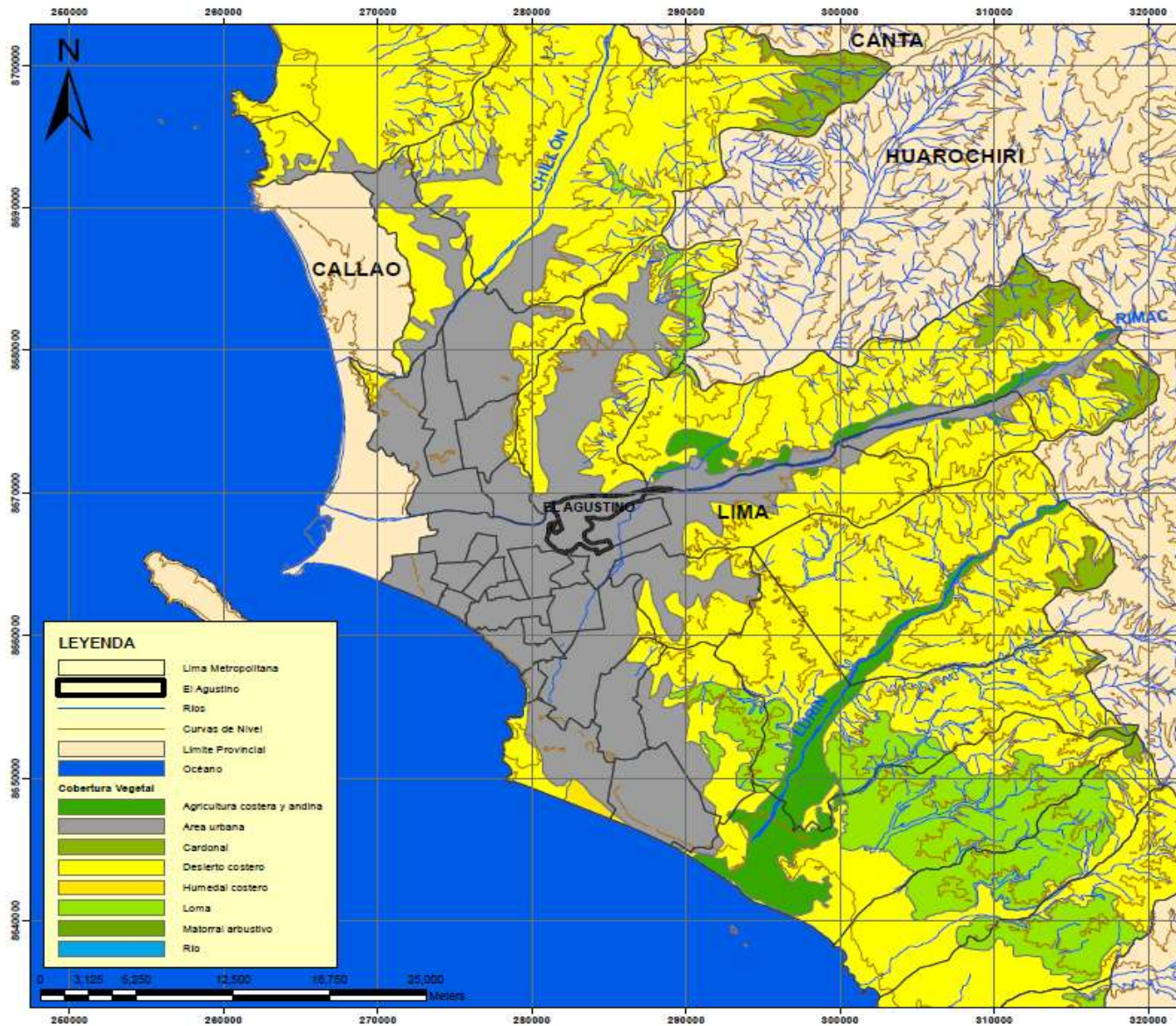
ANEXO 1.7: MAPA DE ZONAS DE VIDA



FUENTE: Mapa Ecológico del Perú - INRENA (1995)



ANEXO 1.8: MAPA DE COBERTURA VEGETAL



FUENTE: Mapa Nacional de Cobertura Vegetal - MINAM (2016)

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL			
Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecosistemas			
Escuela de Ingeniería Ambiental			
MAPA DE COBERTURA VEGETAL			
"Niveles de Plomo en los suelos de la Urbanización Primavera, Distrito de El Agustino"			
Bachiller Beltrán Vicente, Jesús Vidal			
Elaborado por:		Mr. César Muñoz Orión	
Escala:	1:25000	Proy.:	UTM WGS 84
Fecha:	11/04/2018	Hoja:	Zona 11 S
			M - 08

ANEXO 2: PRESUPUESTO DEL PROYECTO DE TESIS

Tabla N° 50: Presupuesto de la tesis: Niveles de plomo en los suelos de la Urbanización Primavera, distrito de El Agustino

Ítem	Descripción del recurso utilizado	Cantidad	Precio unitario (S/)	Parcial (S/)
MATERIALES DE CAMPO				
1.1	Libreta de Campo	1	5	5
1.2	Mapa de Ubicación	1	3	3
1.3	Placas Receptoras de Vidrio	20	1	20
1.4	Vaselina Anhidra	1	5	5
1.5	Casetas Metálicas	6	40	240
1.6	Portaplacas	20	1	20
1.7	Etiquetas	6	0.5	3
1.8	Plumón Indeleble	2	2	4
1.9	Lapiceros	3	0.5	1.5
1.10	Ficha de Campo	2	5	10
1.11	Bolsas de Polietileno	40	0.8	32
1.12	Guantes de Vinil	2	10	20
1.13	Agua Destilada	2	4	8
1.14	Picotas	2	15	30
1.15	Espátulas de Acero Inoxidable	2	15	30
1.16	Wincha	2	5	10
TOTAL 1				441.5
EQUIPOS DE CAMPO				
2.1	Cámara Fotográfica	1	500	500
2.2	GPS - UTM	1	200	200
TOTAL 2				700
REACTIVOS Y MATERIALES DE LABORATORIO				
3.1	Papel Filtro de 125 um	1	40	40
3.2	Ácido Clorhídrico (HCl)	2	50	100
3.3	Ácido Nítrico (HNO ₃)	2	50	100
3.4	Agua Destilada	8	4	32
3.5	Caja de Mascarillas	2	10	20
3.6	Caja de Guantes de Látex	2	16	32
TOTAL 3				324
ÚTILES DE ESCRITORIO				
4.1	Lápices	3	1	3
4.2	Lapiceros	4	1.5	6
4.3	Resaltadores	2	3.5	7
4.4	Millares de Hojas Bond	4	20	80
4.5	Cd's	10	1	10
4.6	Sobres Manila	20	0.5	10
4.7	Folders Manila	20	0.5	10
4.8	Fasters	20	0.3	6

Ítem	Descripción del recurso utilizado	Cantidad	Precio unitario (S/)	Parcial (S/)
4.9	Equipo de Cómputo Core i5	1	1000	1000
4.10	Impresora Multifuncional Epson L220	1	400	400
4.11	Cartuchos de Tinta Epson L220	6	40	240
4.12	Software Arcgis	1	8	8
4.13	Software Autocad	1	5	5
4.14	Microsoft Office	1	5	5
4.15	WRPLOT View	1	5	5
TOTAL 4				1795
OTROS GASTOS				
5.1	Horas de Internet	800	1	800
5.2	Alimentación	30	6	180
5.3	Impresión del Proyecto	2000	0.2	400
5.4	Impresión de Mapas	30	1	30
5.5	Empastado	4	70	280
5.6	Anillados	10	5	50
5.7	Fotocopias	200	0.1	20
5.8	Usos de Biblioteca	10	30	300
5.9	Trámites para uso de Laboratorio de la FIGAE	5	2	10
5.10	Apoyo Técnico	60	5	300
5.11	Otros	1	200	200
TOTAL 5				2570
TOTAL DEL PROYECTO DE TESIS				5830.5

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 3: PANEL FOTOGRÁFICO

Figura N° 34: Parque Primavera



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 35: Áreas verdes frente a la empresa metalúrgica MEPSA S.A. (Parque Dinosaurio)



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 36: Áreas verdes frente a la empresa metalúrgica MEPSA S.A. (Parque Dinosaurio)



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 37: Áreas verdes cercanas a la Vía Evitamiento



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 38: Áreas verdes cercanas a la Vía Evitamiento



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 39: Parque los Pinos



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 40: Parque los Pinos



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 41: Presencia de Residuos sólidos en las áreas verdes cercanas a la vía Evitamiento



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 42: Población infantil realizando actividades recreativas en el parque Primavera



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 43: Juegos recreativos en el Parque Dinosaurio



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 44: Población infantil realizando actividades recreativas en las áreas verdes frente a la industria metalúrgica MEPSA S.A. (Parque Dinosaurio)



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 45: Población infantil realizando actividades recreativas en los suelos del Parque Los Pinos



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 46: Emisiones de la empresa papelera Trupal S.A.



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 47: Emisiones de la empresa metalúrgica MEPSA S.A.



Fuente: Elaboración propia

**ANEXO 4: D.S. N° 002-2013-MINAM, APRUEBAN
ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA) PARA
SUELO.**

AMBIENTE

Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo

DECRETO SUPREMO
N° 002-2013-MINAM

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el numeral 22 del artículo 2° de la Constitución Política del Perú establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida;

Que, según el artículo I del Título Preliminar de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como a sus componentes asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país;

Que, el artículo 3° de la Ley N° 28611, referido al rol de Estado en materia ambiental, dispone que éste a través de sus entidades y órganos correspondientes diseña y aplica, entre otros, las normas que sean necesarias para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en dicha Ley;

Que, el artículo 31° de la Ley N° 28611, define al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) como la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. El ECA es obligatorio en el diseño de las normas legales y las políticas públicas; así como referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental;

Que, de conformidad con el literal d) del artículo 7° del Decreto Legislativo N° 1013, que aprueba la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente, este Ministerio tiene como función específica elaborar los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP), que deberán contar con la opinión del sector correspondiente, debiendo ser aprobados o modificados mediante Decreto Supremo;

Que, la Política Nacional del Ambiente, aprobada mediante Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM, consigna entre los Lineamientos de Política del Eje 2: Gestión Integrada de la Calidad Ambiental, referidos al control integrado de la contaminación, el de contar con parámetros de contaminación para el control y mantenimiento de la calidad del aire, agua y suelo;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 225-2012-MINAM, se aprobó el Plan de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP) para el Período 2012-2013, estando programada la elaboración del ECA para Suelo;

Que, asimismo, la Agenda Nacional de Acción Ambiental – AgendAmbiente 2013-2014, aprobada por Resolución Ministerial N° 026-2013-MINAM, establece en su Objetivo 9 – Prevenir y Disminuir la Contaminación de los Suelos, la aprobación e implementación de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo, por el Ministerio del Ambiente;

Que, en el marco de lo dispuesto en el Reglamento sobre Transparencia, Acceso a la Información Pública Ambiental y Participación y Consulta Ciudadana en Asuntos Ambientales aprobada por Decreto Supremo N° 002-2009-MINAM, la propuesta normativa fue sometida a Consulta Pública, habiéndose recibido aportes y comentarios para su formulación;

Que, en ese sentido, corresponde aprobar los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo, conforme a lo establecido en el artículo 7° del Decreto Legislativo N° 1013;

De conformidad con lo dispuesto en la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, el Decreto Legislativo N° 1013, que aprueba la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente y el artículo 118° de la Constitución Política del Perú.

DECRETA:

Artículo 1°.- Aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo

Apruébese los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo, contenidos en el Anexo I del presente Decreto Supremo.

Artículo 2°.- Ámbito de Aplicación

Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo son aplicables a todo proyecto y actividad, cuyo desarrollo dentro del territorio nacional genere o pueda generar riesgos de contaminación del suelo en su emplazamiento y áreas de influencia.

Artículo 3°.- Definiciones

Para los fines de la presente norma, se utilizarán las definiciones contenidas en el Anexo II del presente Decreto Supremo.

Artículo 4°.- Prohibición de mezcla de suelos

Prohíbese la adición de un suelo no contaminado a un suelo contaminado, con la finalidad de reducir la concentración de uno o más contaminantes para alcanzar los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo.

Artículo 5°.- Instrumentos de Gestión Ambiental y el ECA para Suelo

Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo son referente obligatorio en el diseño y aplicación de

todos los instrumentos de gestión ambiental, lo que incluye planes de descontaminación de suelos o similares.

Artículo 8°.- Aplicación del ECA para Suelo para proyectos nuevos

Para el caso de proyectos nuevos, los titulares están obligados a determinar como parte de su Instrumento de Gestión Ambiental, la concentración de las sustancias químicas, que caracteriza sus actividades extractivas, productivas o de servicios, en el suelo de su emplazamiento y áreas de influencia, estén o no comprendidas en el Anexo I de la presente norma, lo que constituirá su nivel de fondo.

En base a lo señalado en el párrafo precedente, se establecerán los mecanismos y acciones a incluir en la estrategia de manejo ambiental, medidas o planes del Instrumento de Gestión Ambiental correspondiente.

Artículo 7°.- Aplicación de ECA para Suelo para actividades en curso

Los titulares con actividades en curso deberán actualizar sus instrumentos de gestión ambiental aprobados por la autoridad competente, en concordancia con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo, en un plazo no mayor de doce (12) meses, contados a partir de la vigencia del presente Decreto Supremo.

Artículo 8°.- Planes de Descontaminación de Suelos (PDS)

Cuando se determine la existencia de un sitio contaminado derivado de las actividades extractivas, productivas o de servicios, el titular debe presentar el Plan de Descontaminación de Suelos (PDS), el cual es aprobado por la autoridad competente.

El PDS determina las acciones de remediación correspondientes, tomando como base los estudios de caracterización de sitios contaminados, en relación a las concentraciones de los parámetros regulados en el Anexo I. En caso el nivel de fondo de un sitio excediera el ECA correspondiente para un parámetro determinado, se utilizará dicho nivel como concentración objetivo de remediación.

Para sitios afectados mayores a 10000 m², se podrá tomar como base los niveles de remediación que se determinen del estudio de evaluación de riesgos a la salud y al ambiente, a cargo del titular de la actividad. Para el caso de la evaluación de riesgos a la salud humana, la autoridad competente requerirá la opinión técnica favorable de la Autoridad de Salud, previa a la aprobación del PDS.

Las entidades de fiscalización ambiental o autoridades competentes podrán identificar sitios contaminados y exigir, a través de estas últimas, la elaboración de Planes de Descontaminación de Suelos, que deberán ser presentados en un plazo no mayor de doce (12) meses, contados desde la fecha de notificación al titular de la actividad extractiva, productiva o de servicios, responsable de la implementación de las medidas de remediación correspondientes.

El plazo para la ejecución del PDS no será mayor a tres (03) años, contados desde la fecha de aprobación del mismo. Solo por excepción y en caso técnicamente justificado, se podrá ampliar este plazo por un (01) año como máximo.

Artículo 9°.- Descontaminación de Suelos derivados de una emergencia

En casos de emergencia, el titular deberá activar el Plan de Contingencia correspondiente, procediendo a ejecutar inmediatamente las acciones de remediación destinadas a reducir los impactos ocasionados. En caso el titular de la actividad no contara con este instrumento, ello no lo exime de la ejecución inmediata de medidas destinadas a cumplir con los ECA de suelo vigentes. En ambos casos señalados anteriormente, el cronograma de remediación es remitido a la entidad de fiscalización ambiental correspondiente para el seguimiento del cumplimiento del mismo.

Artículo 10°.- Planes de Descontaminación de Suelos (PDS) derivados de actividades extractivas, productivas o de servicios

Los titulares con actividades en curso, cuenten o no con un instrumento de gestión ambiental aprobado o vigente, deberán realizar un muestreo exploratorio del

suelo dentro del emplazamiento y áreas de influencia de sus actividades extractivas, productivas o de servicios, debiendo comunicar los resultados obtenidos a la autoridad competente y a la entidad de fiscalización ambiental correspondiente.

Si como resultado del muestreo señalado encontrasen sitios contaminados, deberán presentar el Plan de Descontaminación de Suelos respectivo a la autoridad competente para su aprobación, en un plazo no mayor de doce (12) meses, contados a partir de la vigencia del presente Decreto Supremo.

Artículo 11°.- Análisis de Muestras

El análisis de las muestras de suelo deberá ser realizado por laboratorios acreditados ante el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI), para los métodos de ensayo señalados en el Anexo I de la presente norma. En tanto no se disponga de laboratorios acreditados se utilizarán los laboratorios aceptados expresamente por las autoridades competentes.

Artículo 12°.- Contaminantes no comprendidos en el Anexo I

En caso que la actividad genere o maneje sustancias químicas no comprendidas en el Anexo I, se aplicará lo establecido en el numeral 33.3 del artículo 33° de la Ley N° 28511, Ley General del Ambiente.

Artículo 13°.- Incumplimiento de las obligaciones

El incumplimiento de las obligaciones comprendidas en la presente norma constituye infracciones administrativas sancionables por las entidades de fiscalización ambiental, para lo cual se encuentran facultadas a ejercer las acciones de supervisión y fiscalización correspondientes.

La responsabilidad administrativa será objetiva e independiente de la responsabilidad civil o penal que pudiera derivarse por los mismos hechos.

Artículo 14°.- Fondos de Garantía

Las autoridades competentes deben establecer mecanismos para generar fondos de garantía que aseguren el cumplimiento del Plan de Descontaminación de Suelos por parte de los titulares de las actividades extractivas, productivas y de servicios.

Artículo 15°.- Revisión del ECA para suelo

El Ministerio del Ambiente complementará o modificará, mediante Decreto Supremo, lo dispuesto en la presente norma.

Artículo 16°.- Vigencia

El presente Decreto Supremo entrará en vigencia al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial El Peruano.

Artículo 17°.- Refrendo

El presente Decreto Supremo será refrendado por el Ministro del Ambiente.

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS FINALES

Primera.- El Ministerio del Ambiente aprobará la Guía para Muestreo de Suelos y la Guía para la Elaboración de Planes de Descontaminación de Suelos en un plazo no mayor de tres (03) meses, contados a partir de la vigencia del presente Decreto Supremo.

Segunda.- El Ministerio del Ambiente aprobará la Guía para la Elaboración de Estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, en un plazo no mayor de seis (06) meses, contados a partir de la vigencia del presente Decreto Supremo, sin perjuicio del cumplimiento de los Planes de Descontaminación de Suelos aprobados.

Tercera.- Para el caso de pasivos ambientales de hidrocarburos y de minería, se utilizarán los ECA para suelo aprobados mediante la presente norma, bajo los procedimientos establecidos en la Ley N° 28134, Ley que Regula los Pasivos Ambientales del Subsector Hidrocarburos y su Reglamento, así como en la Ley N° 28271, Ley que regula los pasivos ambientales de la actividad minera, su Reglamento y la Ley N° 28090, Ley que regula el Cierre de minas y su Reglamento.

Cuarta.- El Ministerio del Ambiente, mediante Resolución Ministerial, dictará las normas complementarias para la mejor aplicación del presente Decreto Supremo.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los veinticuatro días del mes de marzo del año dos mil trece.

OLLANTA HUMALATASSO
Presidente Constitucional de la República

MANUEL PULGAR-VIDAL OTALORA
Ministro del Ambiente

ANEXO I
ESTÁNDARES DE CALIDAD
AMBIENTAL PARA SUELO

N°	Parámetros	Uso del Suelo			Método de ensayo
		Suelo Agrícola	Suelo Residencial/ Parques	Suelo Comercial/ Industrial/ Extractivos	
I Orgánicos					
1	Benceno (mg/kg MS)	0,03	0,03	0,03	EPA 8260-B EPA 8021-B
2	Tolueno (mg/kg MS)	0,37	0,37	0,37	EPA 8260-B EPA 8021-B
3	Etilbenceno (mg/kg MS)	0,082	0,082	0,082	EPA 8260-B EPA 8021-B
4	Xileno (mg/kg MS)	11	11	11	EPA 8021-B
5	Naftaleno (mg/kg MS)	0,1	0,6	22	EPA 8260-B
6	Fración de hidrocarburos F1 (C5-C10) (mg/kg MS)	200	200	800	EPA 8015-D
7	Fración de hidrocarburos F2 (C10-C28) (mg/kg MS)	1 200	1 200	5 000	EPA 8015-M
8	Fración de hidrocarburos F3 (C28-C40) (mg/kg MS)	3 000	3 000	6 000	EPA 8015-D
9	Benceno (g) peso (mg/kg MS)	0,1	0,7	0,7	EPA 8270-D
10	Bifenilos policlorados - PCB (mg/kg MS)	0,5	1,5	33	EPA 8270-D
11	Aldrín (mg/kg MS) _{en}	2	4	10	EPA 8270-D
12	Endrín (mg/kg MS) _{en}	0,01	0,01	0,01	EPA 8270-D
13	DDT (mg/kg MS) _{en}	0,7	0,7	12	EPA 8270-D
14	Heptacloro (mg/kg MS) _{en}	0,01	0,01	0,01	EPA 8270-D
II Inorgánicos					
15	Cianuro libre (mg/kg MS)	0,8	0,8	6	EPA 9013-A/APH-A/ANNA-WEF 4900 CN F
16	Arsénico total (mg/kg MS) _{en}	50	50	140	EPA 3050-B EPA 3051
17	Bario total (mg/kg MS) _{en}	750	500	2 000	EPA 3050-B EPA 3051
18	Cadmio total (mg/kg MS) _{en}	1,4	10	22	EPA 3050-B EPA 3051
19	Cromo VI (mg/kg MS)	0,4	0,4	1,4	DIN 19734
20	Mercurio total (mg/kg MS) _{en}	8,8	8,8	24	EPA 7471-B
21	Plomo total (mg/kg MS) _{en}	70	140	1 200	EPA 3050-B EPA 3051

EPA: Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos)

DIN: German Institute for Standardization

MS: materia seca a 105 °C, excepto para compuestos orgánicos y mercurio no debe exceder 40 °C, para cianuro libre se debe realizar el secado de muestra fresca en una estufa a menos de 10 °C por 4 días. Luego de secada la muestra debe ser tamizada con malla de 2 mm. Para el análisis se emplea la muestra tamizada < 2mm.

Nota 1: Plaguicidas regulados debido a su persistencia en el ambiente, en la actualidad está prohibido su uso, son Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP).

Nota 2: Concentración de metales totales.

ANEXO II

DEFINICIONES

Autoridad competente: Entidad del Estado del nivel nacional, regional o local que con arreglo a sus atribuciones y según lo disponga su normativa específica ejerce competencia en materia de evaluación de impacto ambiental, en el marco de lo establecido por la Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, su Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM, y demás disposiciones complementarias o modificatorias.

Caracterización de sitios contaminados: Determinación cualitativa y cuantitativa de los contaminantes químicos o biológicos presentes, provenientes de materiales o residuos peligrosos, para estimar la magnitud y tipo de riesgos que conlleva dicha contaminación.

Contaminante: Cualquier sustancia química que no pertenece a la naturaleza del suelo o cuya concentración excede la del nivel de fondo susceptible de causar efectos nocivos para la salud de las personas o el ambiente.

Emergenzia: Cuando la contaminación del sitio derive de una circunstancia o evento, indeseado o inesperado, que ocurra repentinamente y que traiga como resultado la liberación no controlada, incendio o explosión de uno o varios materiales peligrosos o residuos peligrosos que afecten la salud humana o el ambiente, de manera inmediata.

Entidad de fiscalización ambiental: Entidad del Estado del nivel nacional, regional o local que tiene atribuida de forma expresa alguna o todas las funciones comprendidas en el macroproceso de fiscalización ambiental (evaluación, supervisión, fiscalización y sanción), en el marco de lo establecido por la Ley N° 29325, Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental, y demás disposiciones complementarias o modificatorias.

Evaluación de riesgos a la salud y el ambiente: Es el estudio que tiene por objeto definir si la contaminación existente en un sitio representa un riesgo tanto para la salud humana como para el ambiente, así como los niveles de remediación específicos del sitio en función del riesgo aceptable y las acciones de remediación que resulten necesarias.

Fración de hidrocarburos F1 o hidrocarburos fracción ligera: Mezcla de hidrocarburos cuyas moléculas contengan entre cinco y diez átomos de carbono (C₅ a C₁₀). Los hidrocarburos fracción ligera deben analizarse en los siguientes productos contaminantes: mezcla de productos desconocidos derivados del petróleo, petróleo crudo, gasavión, gasolvente, gasolinas, gas nafta.

Fración de hidrocarburos F2 o hidrocarburos fracción media: Mezcla de hidrocarburos cuyas moléculas contengan entre diez y veintiocho átomos de carbono (C₁₀ a C₂₈). Los hidrocarburos fracción media deben analizarse en los siguientes productos contaminantes: mezcla de productos desconocidos derivados del petróleo, petróleo crudo, gasóleo, diesel, turbotina, queroseno, mezcla de creosota, gasavión, gasolvente, gasolinas, gas nafta.

Fración de hidrocarburos F3 o hidrocarburos fracción pesada: Mezcla de hidrocarburos cuyas moléculas contengan entre veintiocho y cuarenta átomos de carbono (C₂₈ a C₄₀). Los hidrocarburos fracción pesada deben analizarse en los siguientes productos contaminantes: mezcla de productos desconocidos derivados del petróleo, petróleo crudo, combustóleo, parafinas, petrolatos, aceites derivados del petróleo.

Nivel de fondo: Concentración en el suelo de los químicos regulados que no fueron generados por la actividad objeto de análisis y que se encuentran en el suelo de manera natural o fueron generados por alguna fuente antropogénica ajena a la considerada.

Plan de Decontaminación de Suelos: Instrumento de gestión ambiental que tiene por finalidad remediar los impactos ambientales originados por una o varias actividades pasadas o presentes en los suelos. Los tipos de acciones de remediación que se podrán aplicar,

soja o en combinaciones, son: acciones de remediación para la eliminación de los contaminantes del sitio, acciones para evitar la dispersión de los contaminantes, acciones para el control del uso del suelo, y acciones para monitoreo del sitio contaminado. La presentación del Plan de Decontaminación de Suelos no exime de la responsabilidad de elaborar y presentar ante la autoridad competente, los demás instrumentos de gestión ambiental propios de la actividad.

Parámetro: Cualquier elemento o sustancia química del suelo que define su calidad y que se encuentra regulado por el presente Decreto Supremo.

Remediación: Tarea o conjunto de tareas a desarrollarse en un sitio contaminado con la finalidad de eliminar o reducir contaminantes, a fin de asegurar la protección de la salud humana y la integridad de los ecosistemas.

Sitio contaminado: Aquel suelo cuyas características químicas han sido alteradas negativamente por la presencia de sustancias químicas contaminantes depositadas por la actividad humana, en concentraciones tal que en función del uso actual o previsto del sitio y sus alrededores represente un riesgo a la salud humana o el ambiente.

Suelo: Material no consolidado compuesto por partículas inorgánicas, materia orgánica, agua, aire y organismos, que comprende desde la capa superior de la superficie terrestre hasta diferentes niveles de profundidad.

Suelo agrícola: Suelo dedicado a la producción de cultivos, forrajes y pastos cultivados. Es también aquel suelo con aptitud para el crecimiento de cultivos y el desarrollo de la ganadería. Esto incluye tierras clasificadas como agrícolas, que mantienen un hábitat para especies permanentes y transitorias, además de flora y fauna nativa, como es el caso de las áreas naturales protegidas.

Suelo comercial: Suelo en el cual, la actividad principal que se desarrolla está relacionada con operaciones comerciales y de servicios.

Suelo industrial/extractivo: Suelo en el cual, la actividad principal que se desarrolla abarca la extracción y/o aprovechamiento de recursos naturales (actividades mineras, hidrocarburos, entre otros) y/o, la elaboración, transformación o construcción de bienes.

Suelo residencial/parques: Suelo ocupado por la población para construir sus viviendas, incluyendo áreas verdes y espacios destinados a actividades de recreación y de esparcimiento.

818306-1