



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

Vicerrectorado de  
**INVESTIGACIÓN**

Facultad de  
**INGENIERÍA GEOGRÁFICA,  
AMBIENTAL Y ECOTURISMO**

**REDUCCION DEL POLVO ATMOSFÉRICO  
SEDIMENTABLE A TRAVÉS DE *FICUS  
BENJAMINA* Y *SALIX HUMBOLDTIANA* EN EL  
DISTRITO DE SAN MARTIN DE PORRES**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

**AUTOR (A)**

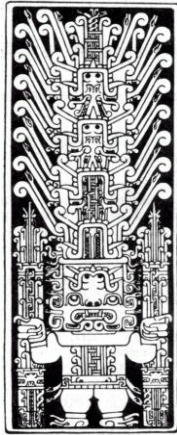
Torres Castillo, Ronald Franco

**ASESOR (A)**

Gómez Lora, Jhon Walter

Lima - Perú  
2016

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



**TESIS:**

**REDUCCION DEL POLVO ATMOSFÉRICO  
SEDIMENTABLE A TRAVÉS DE *FICUS BENJAMINA* Y  
*SALIX HUMBOLDTIANA* EN EL DISTRITO DE SAN  
MARTIN DE PORRES**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:**

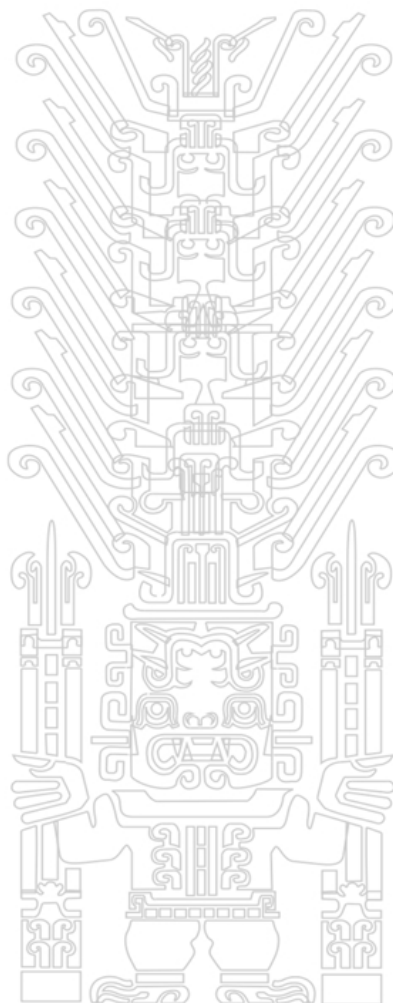
**RONALD FRANCO TORRES CASTILLO**

**PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**LIMA-PERU**

**2016**



## **DEDICATORIA**

*A mis padres, por su apoyo incondicional a lo largo de mi formación humana como académica.*

## AGRADECIMIENTOS

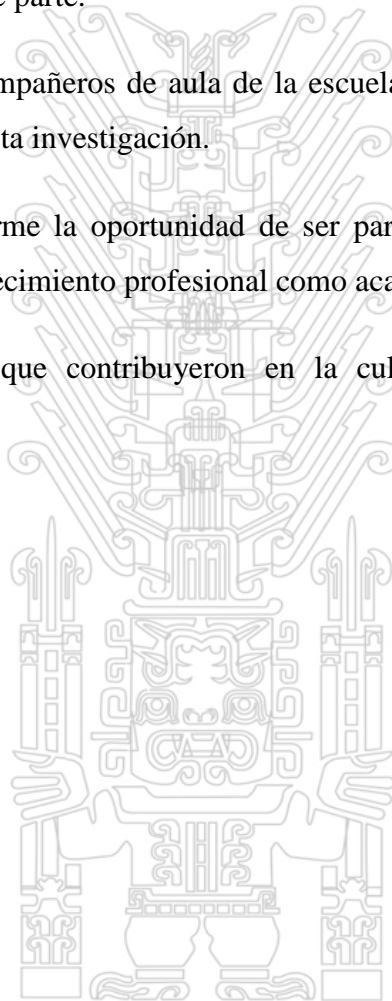
Agradecimiento especial a mi familia por su brindarme su apoyo y soporte incondicional en la realización de esta investigación, en especial a mi madre por sus grandes enseñanzas a nivel personal.

Al Doctor Walter Gómez Lora por la asesoría y la confianza depositada en esta investigación, así como a los miembros del Centro de Investigación y Gestión del Agua (CEIGA) del cual forme parte.

A mis queridos amigos y compañeros de aula de la escuela de Ingeniería Ambiental por sus aportes y aliento en esta investigación.

A Minpetel S.A. por brindarme la oportunidad de ser parte de su equipo y por su apoyo desinteresado en mi crecimiento profesional como académico.

A todas aquellas personas que contribuyeron en la culminación de la presente investigación.



## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la reducción del polvo atmosférico sedimentable mediante las especies arbóreas *Ficus Benjamina* y *Salix humboldtiana* en el distrito de San Martín De Porres esto para aumentar el bienestar socio ambiental de la población y fomentar medidas de control del polvo atmosférico sedimentable debido a las condiciones inadecuadas que presenta el distrito así como la inadecuada ejecución de proyectos ambientales que condicionan la alta presencia de polvo sedimentable en su territorio.

Mediante el diagnóstico socio-ambiental del distrito se determinó las principales características que condicionan la alta concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable, posteriormente mediante el uso del método Gravimétrico se cuantificó el polvo atmosférico sedimentable depositado en las especies *Ficus Benjamina* y *Salix humboldtiana*, determinando que especie posee mayor capacidad y aptitud de captura de polvo sedimentable.

De esta manera se concluyó que el distrito de San Martín de Porres posee características que favorecen la dispersión de Polvo Atmosférico Sedimentable; entre ellas la falta de áreas verdes, amplias zonas erosionadas y características climáticas. Así mismo se concluyó que la concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable en el follaje de las especies *Ficus benjamina* y *Salix humboldtiana* es en promedio de 44,57 Tn/Km<sup>2</sup>/mes y 11,52 Tn/Km<sup>2</sup>/mes, siendo así la especie *Ficus benjamina* la especie que posee mayor aptitud de captura de Polvo Atmosférico Sedimentable dentro de los alcances del estudio.

Finalmente se recomienda el diseño e implementación de planes de arborización en zonas con alto grado de concentración de polvo sedimentable en el distrito de San Martín de Porres con medidas de adecuación y mantenimiento adecuadas para contribuir a la reducción de dicho elemento y por consecuencia contribuyendo a la salud pública y Ambiental del distrito, sobre todo en zonas donde los procesos de urbanización aún son lentos.

**Palabras claves:** polvo atmosférico sedimentable, masa vegetal, especies arbóreas, gravimetría, *Ficus benjamina*, *Salix humboldtiana*.

## ABSTRAC

This research aimed to determine the reduction of atmospheric dust sedimentable by *Ficus benjamina* tree species and *Salix humboldtiana* in the district of San Martin De Porres this to increase the social and environmental welfare and foster control measures atmospheric dust due sedimentable to inadequate conditions presented by the district as well as the inadequate implementation of environmental projects condition the high presence of settled dust on their territory.

By socio-environmental diagnosis of the district the main features that determine the high concentration of Atmospheric Dust sedimentable then using the gravimetric method sedimentable atmospheric dust from the *Ficus benjamina* and *Salix* species are quantified humboldtiana determined by determining which species has greater capacity and capability of capturing settled dust.

Thus it was concluded that the district of San Martin de Porres has characteristics that favor the spread of dust Atmospheric sedimentable; including lack of green areas, large eroded areas and climatic characteristics. It also concluded that the dust concentration in the foliage Atmospheric sedimentable species *Ficus benjamina* and *Salix humboldtiana* is on average 44.57 tons / km<sup>2</sup> / month and 11.52 tons / km<sup>2</sup> / month, making it the species *Ficus benjamina* the species with greater ability to capture Atmospheric Dust sedimentable within the scope of the study.

Finally the design and implementation of plans for tree planting is recommended in areas with high concentration of settled dust in the district of San Martin de Porres with adaptation and maintenance measures appropriate to contribute to reducing the element and therefore contributing to the public and environmental health of the district, especially in areas where urbanization is still slow.

Keywords: sedimentable atmospheric dust, plant mass, tree species, gravimetry, *Ficus benjamina*, *Salix humboldtiana*.

# INDICE

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTOS .....	III
RESUMEN .....	IV
ABSTRAC .....	V
INTRODUCCION .....	1
<b>CAPITULO I: ASPECTOS METODOLOGICOS .....</b>	<b>3</b>
1.1. ANTECEDENTES .....	3
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	7
1.3. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN .....	9
1.3.1. OBJETIVO GENERAL .....	9
<b>CAPITULO II: MARCO TEORICO .....</b>	<b>16</b>
2.1. MARCO LEGAL .....	16
2.2. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS .....	20
<b>CAPITULO III: MATERIALES Y METODOS .....</b>	<b>26</b>
3.1. MATERIALES .....	26
3.2. MÉTODO .....	27
<b>CAPITULO IV: CONTEXTO GENERAL DEL DISTRITO DE SAN MARTIN DE PORRES .....</b>	<b>34</b>
4.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA .....	34
4.2. EXTENSIÓN .....	34
4.3. CONDICIONES METEOROLÓGICAS .....	36
4.4. POBLACIÓN .....	46
4.5. CARACTERÍSTICAS DE LOS HOGARES .....	49
4.6. SALUD .....	50
4.7. ACTIVIDADES ECONÓMICAS .....	54
4.8. GESTIÓN MUNICIPAL .....	55
4.9. ACTIVIDADES INDUSTRIALES .....	55
4.10. CONTEXTO TERRITORIAL-AMBIENTAL DEL DISTRITO .....	56
<b>CAPITULO V: RESULTADOS .....</b>	<b>73</b>
5.1. DIAGNOSTICO SOCIO AMBIENTAL DEL DISTRITO .....	73
5.2. DETERMINACIÓN DE POLVO ATMOSFÉRICO SEDIMENTABLE .....	77

Tesis publicada con autorización del autor  
No olvide citar esta tesis

**UNFV**

5.3. PROPUESTA DE PLAN DE ARBORIZACIÓN EMPLEANDO LAS ESPECIES FICUS Y SAUCE .....	84
<b>CAPITULO VI: DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>86</b>
6.1. CONCENTRACIÓN DE POLVO ATMOSFÉRICO SEDIMENTABLE .....	86
<b>CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>89</b>
7.1. CONCLUSIONES .....	89
7.2. RECOMENDACIONES .....	90
<b>CAPITULO XIX: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>91</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>94</b>

## INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Variables dependientes e independientes.....	10
Tabla N° 2: Variables dependientes e independientes del primer objetivo.....	10
Tabla N° 3: Variables dependientes e independientes del segundo objetivo .....	11
Tabla N° 4: Variables dependientes e independientes del tercer objetivo. ....	11
Tabla N° 5: Matriz de consistencia .....	14
Tabla N° 6: Valores guía establecidos por la OMS.....	17
Tabla N° 7: Estándares Nacionales de Calidad del Aire Ambiente (NAAQS)-EPA .....	18
Tabla N° 8: Estándares Nacionales Calidad de aire .....	19
Tabla N° 9: Condiciones meteorológicas para el año 2012 .....	40
Tabla N° 10: Condiciones meteorológicas para el año 2013 .....	41
Tabla N° 11: Condiciones meteorológicas para el año 2014 .....	42
Tabla N° 12: Condiciones meteorológicas para el año 2012 .....	43
Tabla N° 13: Condiciones meteorológicas para el año 2013 .....	44
Tabla N° 14: Condiciones meteorológicas para el año 2014 .....	45
Tabla N° 15: Evolución de la población del distrito de San Martín De Porres.....	46
Tabla N° 16: Población De La Provincia De Lima Y De Los Distritos Del Cono Norte .....	47
Tabla N° 17: Población proyectada del Distrito De San Martín De Porres (2012-2021) .....	48
Tabla N° 18: Población por área de Residencia.....	49
Tabla N° 19: Lima Norte: 20 primeras causas de Morbilidad: 2006-2007 .....	52
Tabla N° 20: Distrito De San Martín De Porres: Establecimientos De Salud Del Minsa (Año 2011) .....	53
Tabla N° 21: Distrito De San Martín De Porres: Establecimientos .....	54
Tabla N° 22: Tipos de establecimientos industriales (año 2008) .....	56
Tabla N° 23: Evolución de Áreas Verdes en San Martín de Porres.....	65
Tabla N° 24: Partículas Totales en Suspensión (PTS) – $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en Lima Metropolitana .....	67
Tabla N° 25: PM 2,5 – $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en Lima Metropolitana .....	67
Tabla N° 26: Estimación de las emisiones del parque automotor de Lima-Callao del año 2010 .....	68
Tabla N° 27: Concentración de polvo atmosférico sedimentable del Distrito de San Martín de Porres.....	71

Tabla N° 28: características de las muestras .....	77
Tabla N° 29: Características de muestras tipo 1 (placas) .....	78
Tabla N° 30: Concentración de polvo atmosférico sedimentable en muestras tipo 1 .....	81
Tabla N° 31: Concentración de PAS en muestras tipo 2 .....	83
Tabla N° 32: Área de árboles necesaria con fines de reducción de polvo atmosférico sedimentable.....	84

## INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Rosa de Vientos estación Antonio Raimondi 2012.....	40
Figura N° 2: Rosa de vientos estación Antonio Raimondi periodo 2013.....	41
Figura N° 3: Rosa de Vientos Estación Antonio Raimondi periodo 2014.....	42
Figura N° 4: Rosa de Vientos estación Campo de Marte 2012.....	43
Figura N° 5: Rosa de Vientos Estación Campo de Marte 2013 .....	44
Figura N° 6: Rosa de Vientos Estación Campo de Marte 2014 .....	45
Figura N° 7: Contraste de Zonas asfaltadas y no asfaltadas en el distrito.....	58
Figura N° 8: Ausencia y carencia de asfaltado- Colindante a Avenida de Canta Callao .....	59
Figura N° 9: Ausencia de áreas verdes en el Distrito- localidad de Chuquitanta.....	65
Figura N° 10: Rosa de vientos consolidada periodo 2012-2014-Estacion Antonio Raimondi ..	76
Figura N° 11: Rosa de vientos consolidada periodo 2012-2014 - Estación Campo de Marte ..	76
Figura N° 12: Área de Estudio modelo .....	102
Figura N° 13: Etapa de Colocación de placas Captadoras de Polvo sedimentable .....	102
Figura N° 14: Etapa de Colocación de placas Captadoras de Polvo sedimentable en especie Ficus .....	103
Figura N° 15: Deposito de almacenamiento impermeable de Placas de Vidrio.....	103
Figura N° 16: Especie Ficus Tomada como muestra .....	104
Figura N° 17: Conjunto de especies Ficus y Sauce tomadas como muestras .....	104
Figura N° 18: proceso de pesaje inicial de placas de vidrio en Etapa de laboratorio.....	105
Figura N° 19: Etapa de Colocación de Sustancia Captadora en placas de Vidrio .....	105
Figura N° 20: Etapa laboratorio en el proceso de gravimetría .....	106
Figura N° 21: Etapa laboratorio en el proceso de gravimetría .....	106
Figura N° 22: Registro de masa inicial de placas de Vidrio captadoras .....	107
Figura N° 23: Registro de masa final en etapa de laboratorio.....	107

## INDICE DE MAPAS

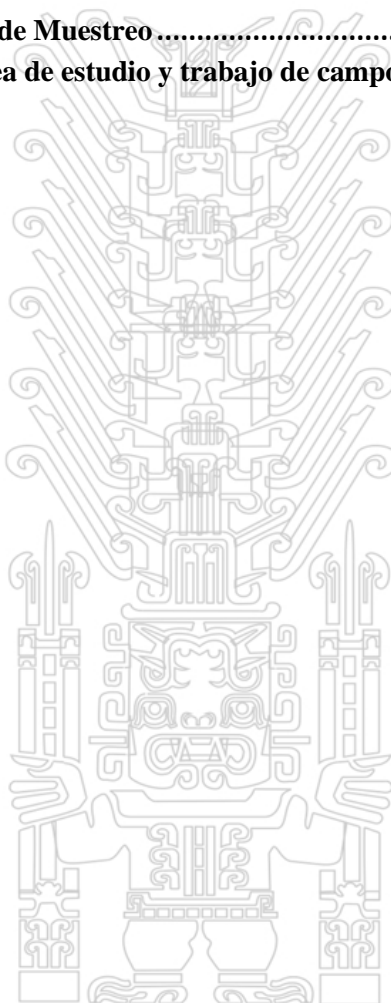
Mapa N° 1: Mapa Ubicación del Distrito de San Martin de Porres .....	35
Mapa N° 2: Dinámica de Vientos de Lima Metropolitana.....	39
Mapa N° 3: Estado de la calidad del aire en relación al PM10 En LIMA-CALLAO 2011 .....	69
Mapa N° 4: Mapa de Polvo Atmosférico Sedimentable en Lima Metropolitana (2000-2009).....	70

## INDICE DE GRAFICOS

Grafico N° 1: Concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) en Ficus Benjamina .....	87
Grafico N° 2: Concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) en Salix humboldtiana .....	87
Grafico N° 3: Concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable en muestras Biológicas ...	88

## INDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1: Mapa de Sectorización del Distrito de San Martin de Porres.....	95
Anexo N° 2: Mapas de Puntos de Muestreo .....	97
Anexo N° 3: fotografías del área de estudio y trabajo de campo .....	102



## **INTRODUCCION**

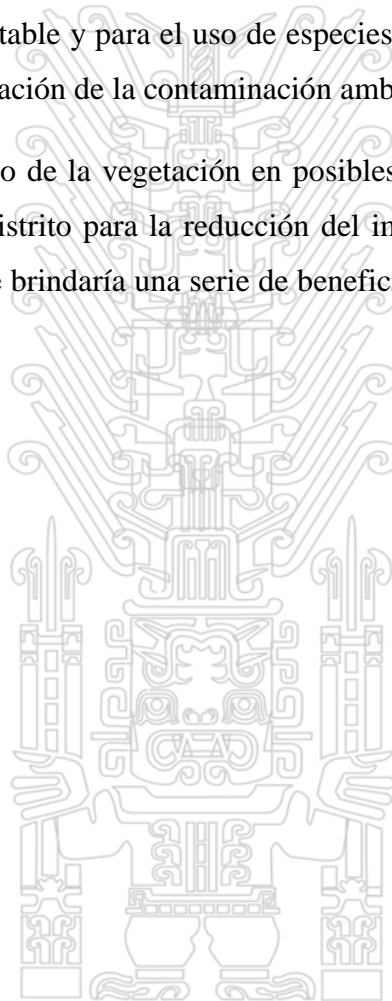
La vegetación juega un papel importante en las regulaciones ecológicas de los impactos derivados por la dinámica social y económica en los sistemas urbanos. Un problema típico es la contaminación del aire, considerada un sistema complejo por su composición física y química en donde sus constituyentes cambian por factores como la estación del año, actividad industrial, cambios en el tránsito y en los vientos predominantes, entre otros (Yassi et al., 2002). Esta problemática ha alcanzado niveles que deben ser estudiados, ya que alteran los sistemas de vida en las ciudades, como es el caso de las partículas suspendidas en la atmósfera que incluye el polvo, material carbonoso y organismos u estructuras de ellos (González et al., 1999). El polvo atmosférico ha sido considerado un contaminante específico generado a partir de procesos industriales, así como de canteras, erosión del suelo y por las emisiones de vehículos automotores. Los árboles contribuyen a remover partículas absorbiéndola o reteniéndolas sobre la superficie (Nowak et al., 2006). El poder de retención del polvo por las hojas presenta variaciones con la especie y con las características morfo-anatómicas de la hoja, como es el caso de la superficie expuesta y grado de pilosidad (Dalmasso et al., 1997). Gradualmente se ha puesto mayor énfasis en investigar el papel de la vegetación como medida de mitigación de la contaminación del aire en las ciudades, así como su uso como especies indicadoras (Nowak et al., 2006).

Los árboles que son particularmente sensitivos pueden ser usados como indicadores de prevención con niveles altos de contaminación (Shubert, 1979), Aún no se incorporan plenamente a la planificación del arbolado urbano indicadores que permitan conocer cuánto CO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> están capturando los árboles urbanos. Es probable que para conocer cuánto material particulado (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>) queda atrapado en el follaje de los árboles se tenga que estimar la superficie del follaje de los árboles de hoja perenne. Otros indicadores tendrán que dar cuenta de la contribución a la conservación de la biodiversidad que producen los árboles urbanos en términos de especies nativas, aves, y todo tipo de animales y vegetales que son protegidos de alguna forma por los árboles urbanos. De tal manera el uso de la vegetación arbórea como indicadora y mitigadora del impacto generado por el polvo atmosférico es una herramienta útil en el

En el distrito de San Martín de Porres, las características urbanas y la falta de ejecución de planes ambientales son propicias para incrementar las concentraciones de partículas sedimentables. De esta manera se hace necesario buscar alternativas que permitan mejorar el bienestar de las áreas urbanas usando organismos captadores de polvo sedimentable como es la vegetación.

El objetivo de este estudio fue determinar el grado de reducción del polvo atmosférico a través de las distintas especies arbóreas en el distrito de San Martín de Porres. Con los resultados se aportan elementos que pueden ser considerados para las políticas de planeación urbana sustentable y para el uso de especies arbóreas como indicadoras de las estrategias en la mitigación de la contaminación ambiental.

De esta manera el empleo de la vegetación en posibles planes, proyectos, estrategias implementadas en este distrito para la reducción del impacto producido por el polvo atmosférico sedimentable brindaría una serie de beneficios, tanto sociales, ambientales y económicos.



## **CAPITULO I: ASPECTOS METODOLOGICOS**

### **1.1. ANTECEDENTES**

En el Perú como en otros países la contaminación ambiental está asociada con la extracción y transformación de los recursos naturales. El mal planeamiento de las ciudades y su crecimiento desordenado son los principales factores que originan problemas de contaminación, que afectan significativamente a la población.

La vegetación produce un efecto depurador del ambiente debido a que el polvo en suspensión presente en el aire atmosférico, es filtrado al atravesar el follaje. Sin embargo, se dispone de escasas menciones en bibliografías extranjeras sobre el poder depurador de las diferentes especies utilizables en proyectos de protección ambiental.

#### **Antecedentes nacionales:**

En el distrito de San Martín de Porres no se encuentran estudios acerca de la capacidad de captación de material particulado en suspensión (polvo atmosférico) de especies arbóreas. Sin embargo existen estudios de calidad de aire de la ciudad de Lima y Callao realizados por diferentes investigaciones y entidades.

- En la actualidad se hacen monitoreos de aire en la ciudad, específicamente en Lima metropolitana, realizados principalmente por el SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología), realizando pronósticos de calidad de aire en la ciudad de Lima a través de la Dirección General de Investigación de Asuntos Ambientales (DGIA), ha realizado el monitoreo de calidad de aire como parte del proyecto “implementación de un servicio de pronóstico de la calidad de aire de la ciudad de Lima y Callao”. En su estudio del mes de Julio del 2013 titulado “vigilancia de la calidad de aire en la zona metropolitana de Lima y Callao” se determinó que Las concentraciones de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) para el mes de julio en el área de Lima-Norte fluctuó entre 10-15 t/km<sup>2</sup>/mes, mayores a la del mes de Junio; superando el límite recomendado en la guía establecida por la OMS (5 t/km<sup>2</sup>/mes). La zona crítica de más alta concentración fue Lima Este (Lurigancho), (59.7 t/km<sup>2</sup>/mes), menor que al mes de noviembre y superó a la guía OMS (5 t/km<sup>2</sup>/mes) en 11 veces.

- En el año 2000 el estudio **“Situación de la contaminación atmosférica en lima metropolitana y callao”** (instituto de investigación de la facultad de ingeniería geológica, minera, metalúrgica y geográfica-UNMSM).En dicho estudio se realizó La toma de muestras de calidad de aire en ocho (08) estaciones para PM10, plomo en PM10 y arsénico en PM10.

Mediante el cual se determinó que las fuentes de contaminación, por material particulado respirable en los monitoreos efectuados, están referidas a las originadas por los automotores y a aquéllas derivadas de las actividades industriales y mineras.

- En el año 2001 en la tesis titulada **“Mejoramiento De La Calidad Del Aire En El Asentamiento Humano Max Uhle En El Distrito De Villa El Salvador** “elaborada por Milagros Karina Caycho, en el cual se evaluó la calidad de aire a fin de determinar los efectos negativos que deterioran la atmosfera, planteando así mismo alternativas de solución para el mejoramiento de la calidad de aire en dicha zona. De tal manera se concluyó que la concentración máxima de polvos sedimentables en 30 días fue de 7.46 mg/cm<sup>2</sup>/mes, sobrepasando 14 veces el lineamiento de la organización mundial de la salud- OMS que es de 0.5 mg/cm<sup>2</sup>/mes, contaminando el aire y poniendo en riesgo la salud de la población del mencionado A.A.H.H en el distrito de Villa El Salvador.

- En el año 2011 la tesis titulada **“Contribución de las áreas verdes urbanas a la calidad ambiental del distrito de Comas-Lima”** elaborada por Nora Rosa Concepción Malca Casavilca, para la obtención del grado Académico de Magister en Ciencias Ambientales, esta Evaluó la gestión municipal del distrito de comas al 2011,desde la perspectiva de la población aplicando una encuesta a 449 pobladores del distrito, asimismo en este estudio se concluyó que la gestión de las áreas verdes urbanas guarda relación con la calidad ambiental y el control de la contaminación, mediante la aplicación de encuestas a 449 pobladores del Distrito de Comas.

- En el año 2001 Pedro Diaz Chuquiruna realizo **“Forestación piloto con la Tara en la microcuenca de San Juan (alto Jequetepeque) Cajamarca”**-UNMSM. Estudio

Tesis publicada con autorización del autor  
No olvide citar esta tesis

un factor multiplicador originado por el cultivo de Tara, y que ofrece un sistema modelo de producción de mayor rentabilidad, equidad y sustentabilidad.

**UNFV**

considerando las diversas circunstancias del agro sistema. Que traen beneficios para la región porque se incrementará el trabajo evitando la emigración, habrá un cambio social y cultural, se mejorará la infraestructura de obras civiles en la mayoría de los caseríos y comunidades, gozando la mayoría de una mejor vida en medio de un ambiente sano, creando de esta manera una cultura de manejo agroforestal que trae consigo beneficios a la salud de la población y mejora de su entorno.

- En el año 2007 Paulino Sánchez Yaya , en su investigación Titulada **“Tratamiento paisajístico y gestión de espacios urbanos en Lima y Callao”** UNALM- estudio presento la situación actual en la gestión de áreas verdes urbanos en lima y callao, así mismo presento una alternativa de tratamiento paisajista de espacios urbanos, desarrollado por el ministerio de Vivienda, donde concluyo que es necesario formular políticas ambientales y normatividad para el establecimiento de áreas verdes urbanas así mismo concluyo que el agua, constituye uno de los principales elementos limitantes en la instalación de áreas verdes.
- En el año 2004 Luis Salerno García. presento en su Tesis Titulada **“La cultura del árbol y del parque en la zona urbana del distrito de Oxapampa: Diagnostico y plan educativo formal”**. En dicho estudio Mediante el diagnóstico realizado de la cultura del árbol y del parque en la zona urbana del distrito de Oxapampa. Donde los grupos sobre los cuales se enfocó el estudio fueron los adultos, niños y autoridades ediles vinculadas a espacios verdes urbanos , cuyo objetivo fue diseñar conceptos de “cultura del árbol” y “Cultura del Parque “como base para el desarrollo de las mismas. Donde la valoración de las culturas del árbol y del parque se realizó en función al puntaje obtenido a cada grupo objetivo, diseñándose un plan basado en la educación no formal para fortalecer las cuestiones mejor ponderadas de la cultura del árbol y desarrollar aquellas menos favorecidas.
- En el año 2012 el Trabajo de Titulación por Willy Echevarria Shardin y Carlos Pajuelo Travezaño titulado **“Estudio de Prefactividad para la instalación de una Empresa De servicios de diseño e implementación de áreas Verdes** “demostró la viabilidad técnica y financiera de una empresa dedicada al rubro de áreas verdes, contribuyendo al bienestar familiar y ornato de los hogares de Surco y La Molina mediante el desarrollo de áreas Verdes. Así mismo diseñando áreas

verdes y jardines privados teniendo presente los conceptos paisajísticos urbanos, ayudando a mejorar la calidad de vida de las personas con una disminución de la contaminación acústica, visual y del aire, y optimizando el uso del agua.

### **Antecedentes internacionales**

- En el año 1997, el Instituto De Investigación de Las Zonas Áridas de Mendoza, argentina en su estudio titulado **“La vegetación como indicadora de la contaminación por polvo atmosférico”** concluyo que la *Acacia caven*, *Geoffroea decorticans*, y *Prosopis nigra*; son las especies que presentaron una mejor capacidad de retener en su follaje el polvo atmosférico, siendo la *Acacia caven* la que presento menor variabilidad en su estimación para un entorno cercano a las zonas de actividad industrial.
- En el año 2002, la revista de La Facultad De Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo (Argentina), en su artículo titulado **“Captación de polvo atmosférico por especies ornamentales”** determinó que la catalogación permite seleccionar especies arbóreas según su aptitud depurativa, satisfaciendo los requisitos exigidos en proyectos de espacios verdes para áreas con contaminación atmosférica por particulado en suspensión.
- En el año 2008, el estudio titulado **“Retención de polvo atmosférico en especies arbóreas indicadoras de la planeación urbana sustentable: ciudad de chihuahua, México”** (Jorge Alcalá, M. Sosa, et al ,2008) Concluyó que Las especies evaluadas demuestran una opción para ser utilizadas en la Retención de polvo atmosférico. Las especies más adecuadas para ser indicadoras son el ciprés y el sicomoro, sin embargo se debe considerar sus variaciones en cuanto al tiempo y el sitio.
- En el año 2010, la investigación titulada **“mitigación del impacto ambiental del polvo atmosférico a través de *Prosopis Laevigata* y *schinus Molle*, san Luis Potosí, México”** concluyo que las interacciones ente las especies, la temporada, el entorno son posibles condicionantes para su rendimiento. Demostrando de esta manera la capacidad de retención de MPS de estas especies, en tal sentido esto atiende a la importancia de estos sistemas para contribuir en la mitigación del impacto y una mayor incidencia en el uso de especies como bioindicadoras en la evaluación de

## **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA**

Según Meszaros (1999) la contaminación atmosférica por material particulado altera la composición natural de la atmosfera como consecuencia de la entrada en suspensión de partículas, ya sea por causas naturales o por acción del hombre. En el distrito de San Martin de Porres el alta presencia de material particulado sedimentable producido por el lento proceso de urbanización y la falta de decisión de autoridades políticas en la elaboración y ejecución de proyectos ambientales Generando una alteración en el equilibrio entre el hombre y su espacio. Así mismo la presencia de parques y jardines, como componente principal en la reducción de polvo atmosférico sedimentable, es insuficiente teniendo el distrito un total de 473 parques principales con un total de 212,7 Ha según datos proporcionados por la municipalidad Distrital de San Martin de Porres, esta al igual que el proyecto Vicon (1994) y la organización mundial de la salud que en el espacio urbano hay un requerimiento per cápita total de 8 m<sup>2</sup> de áreas verdes por habitante, siendo evidentemente insuficiente para la buena calidad de vida, estando directamente relacionado a esta la alta concentración de polvo sedimentable que condicionan la calidad de vida de la población y su entorno.

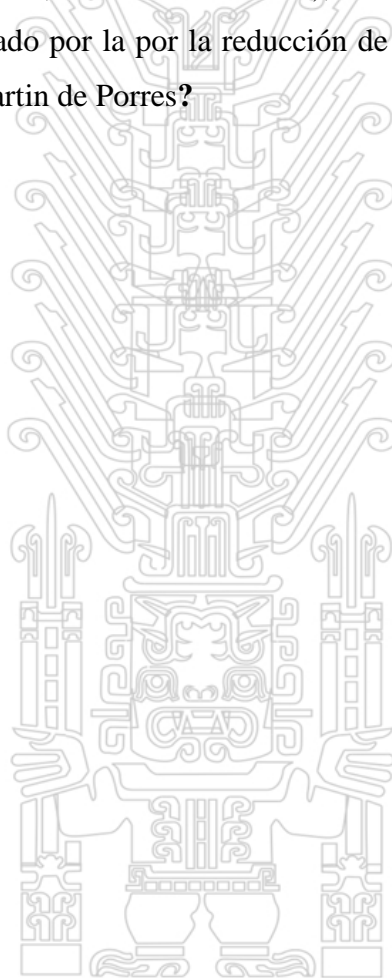
A consecuencia de lo anteriormente dicho se incrementaría los casos de enfermedades respiratorias, así como otras afecciones relacionadas a la acción del material particulado como alergias y dermatitis; una mayor cantidad de espacios vulnerables a producirse emplazamientos de material particulado (degradando de esta manera el paisaje local) y una disminución de las actividades productivas de la población de la localidad afectada. Sumándose a esto la presencia de polvo atmosférico sedimentable que penetra el interior de los hogares de la población de la zona de estudio, se presentaría un escenario crítico en relación a la calidad de vida de la población.

Con objeto de minimizar el impacto ambiental y en la salud es necesario poner en funcionamiento estrategias de control y reducción de las emisiones de material particulado atmosférico (Ayora Ibáñez, 2004). Por lo tanto la determinación de la

producirá una herramienta adecuada en la implementación de áreas verdes en la realización de proyectos urbanos, en las zonas periféricas del distrito de San Martín de Porres contribuyendo así a la reducción de concentraciones de polvo atmosférico sedimentable en la zona.

### **1.2.2. FORMULACION DEL PROBLEMA**

¿En qué medida la determinación del polvo atmosférico sedimentable, en especies arbóreas (*Ficus benjamina*, *Salix humboldtiana*), contribuirá a aumentar el bienestar socio ambiental, generado por la por la reducción de material particulado, existente en el distrito de San Martín de Porres?



### **1.3. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

- a) Determinar la reducción del polvo atmosférico sedimentable mediante las especies arbóreas *Ficus Benjamina* y *Salix humboldtiana* en el distrito de San Martin De Porres para aumentar el bienestar socio ambiental de la población y fomentar medidas de control del polvo atmosférico sedimentable.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Realizar un diagnóstico socio-ambiental de la zona de estudio
- Cuantificar el polvo atmosférico depositado en el follaje de las especies *Ficus benjamina* y *Salix humboldtiana* mediante el método gravimétrico
- Determinar que especie posee mayor capacidad y aptitud de captura de polvo atmosférico sedimentable.

### **1.4. HIPOTESIS**

La determinación de la reducción del polvo atmosférico sedimentable mediante las especies arbóreas *Ficus Benjamina*, *Salix humboldtiana* según su capacidad captadora de material particulado contribuirá a aumentar el bienestar socio ambiental de la población y fomentara medidas de control del polvo atmosférico sedimentable, del distrito de San Martin de Porres.

## 1.5. VARIABLES

### 1.5.1. Variables dependientes e independientes del objetivo general.

Tabla N° 1: Variables dependientes e independientes

Categoría	Dependientes	Independientes	Indicadores
Calidad ambiental	Reducción del polvo atmosférico sedimentable (PAS)	Concentración de polvo Atmosférico sedimentable en el Aire	Masa de PAS en especies arbóreas Ficus y Sauce

Fuente: Elaboración propia.

### 1.5.2. Variables dependientes e independientes del primer objetivo

Tabla N° 2: Variables dependientes e independientes del primer objetivo

Categoría	Aspectos	Dependientes	Independiente	Unidades
Diagnóstico	Físico	Clima y Ecología	Precipitación	mm
			Temperatura	°C
			Altitud	m.s.n.m.
		Suelos	Fertilidad	(N, K, P) %
			Textura	(Limo, arena, arcilla) %
			Profundidad	Cm
		Capacidad de Uso del Suelo	Terreno urbano y/o	Ha
	Terreno con y/ con uso		Ha	
	Relieve del	Pendiente	%	
	Biológico	Flora	Especies	Unidades
		Fauna	Especies	Unidades
	Socio-económico	Población	Natalidad	Número de Nacimientos (%)
			Mortalidad	Numero de Descensos (%)
		Vivienda	Tipo	Número de Viviendas
		Salud	Enfermedades	Número de casos (%)
Agua Potable			Viviendas con Servicio de agua potable (%)	
Educación	Nivel de	Analfabetismo (%)		

Fuente: Elaboración propia.

### 1.5.3. Variables dependientes e independientes del segundo objetivo.

Tabla N° 3: Variables dependientes e independientes del segundo objetivo

Categoría	Dependientes	Independientes	Indicadores
Contaminantes atmosféricos	Concentración de polvo atmosférico sedimentable	Partículas –PAS	gr de PAS/masa arbórea /mes o Tn de PAS /Km <sup>2</sup> por mes
		Características físicas de la especie	Morfología de la especie
		masa arbórea	Gramos
		Tiempo de exposición	Semanas, meses ,Etc.

Fuente: Elaboración propia.

### 1.5.4. Variables dependientes e independientes del tercer objetivo.

Tabla N° 4: Variables dependientes e independientes del tercer objetivo.

Categoría	Dependientes	Independientes	Indicadores
Aptitud de captura de polvo atmosférico sedimentable	Comparación de la concentración de polvo atmosférico captado en las diferentes especies	Tipo de especie Arbórea (Ficus , Sauce )	Grado de Captura de PAS (buena, Regular ,mala)
		captación de polvo atmosférico sedimentable	

Fuente: Elaboración propia.

## **1.6. JUSTIFICACION**

En el distrito de San Martín de Porres la alta presencia y concentración de material particulado sedimentable o polvo atmosférico sedimentable genera efectos sobre la calidad de salud de su población afectando su economía, actividades y entre otros aspectos, así como el deterioro progresivo del paisaje de su entorno donde la población se desarrolla.

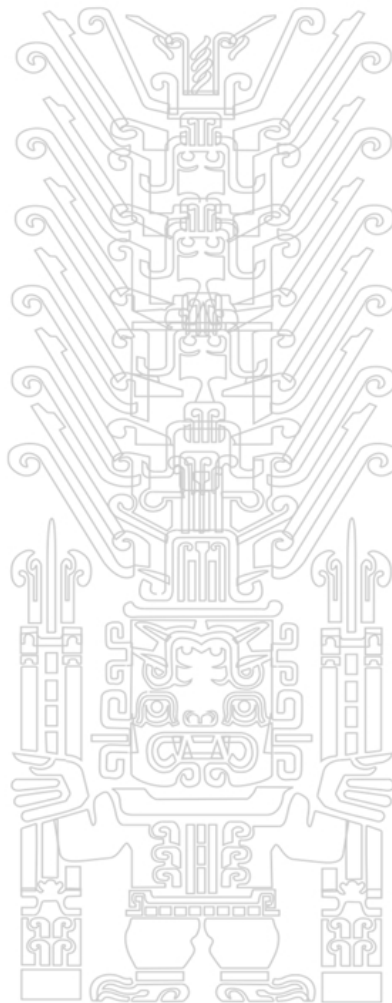
No existe un estudio de medición de la reducción del polvo atmosférico sedimentable mediante las especies *Salix humboldtiana* y *Ficus Benjamina* en el distrito de San Martín de Porres que contribuya a una adecuada y sostenible planificación de áreas verdes que beneficie a su población y entorno, de esta manera el presente estudio dará un aporte en la gestión ambiental del distrito al promover la implementación de áreas verdes que previenen y reducen la concentración de polvo sedimentable y la erosión del suelo, así mismo purificando el aire, e incluso absorbiendo el ruido de altas frecuencias que genera afecciones a la salud pública.

Socialmente se estará contribuyendo a promover el incremento de áreas verdes que son un factor importante en las interacciones sociales al desarrollar actividades recreativas, deportivas y/o culturales fomentando la convivencia comunitaria y vínculos sociales.

Económicamente el presente estudio al promover una correcta y adecuada planificación de establecimiento de áreas verdes en relación a la presencia de polvo sedimentable, reducirá el gasto en salud pública generado por las afecciones relacionadas al polvo sedimentable, así mismo aumentando el costo de propiedades e inmuebles (al valorarse más una propiedad rodeada de áreas verdes), y aumentando la seguridad de las urbanizaciones reduciendo pérdidas económicas por delitos, debido a que los lugares con presencia de áreas verdes tienden a ser más seguros.

### **1.7. IMPORTANCIA**

El estudio de la reducción del polvo atmosférico sedimentable mediante las especies *Salix humboldtiana* y *Ficus Benjamina*, es de vital importancia para el hombre y ambiente debido a que determinando el grado de reducción del polvo atmosférico mediante estas especies, se estará contribuyendo a futuros planes y procesos de implementación de áreas verdes en el distrito y por consiguiente aportando al desarrollo y bienestar de la población del distrito de San Martin de Porres.



### 1.8. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla N° 5: Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología	Población
<p><b>Problema General:</b></p> <p>¿En qué medida la determinación del polvo atmosférico sedimentable, en especies arbóreas (<i>Ficus Benjamina</i>, <i>Salix humboldtiana</i>), contribuirá a aumentar el bienestar socio ambiental, generado por la por la reducción de material particulado, existente en el distrito de San Martin de Porres?</p>	<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Determinar la reducción del polvo atmosférico sedimentable mediante las especies arbóreas <i>Ficus Benjamina</i> y <i>Salix humboldtiana</i> en el distrito de San Martin De Porres</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <p>*Realizar un diagnóstico de la zona de estudio</p> <p>*Elaborar una red de muestreo en base al tipo de zona afectada y la estación del año</p>	<p><b>Hipótesis General:</b> La determinación de polvo atmosférico sedimentable en especies arbóreas (<i>Ficus Benjamina</i>, <i>Salix humboldtiana</i>) contribuirá a aumentar el bienestar socio ambiental, conformado por el bienestar de la población y la reducción de material particulado, en el distrito de San Martin de Porres.</p> <p><b>Hipótesis Especificas:</b></p> <p>*LA realización de un diagnóstico en la zona de estudio contribuirá a la determinación de la reducción del polvo atmosférico sedimentable en las especies arbóreas en el distrito de San Martin de Porres</p> <p>* la Elaboración de una red de muestreo en base al tipo de zona</p>	<p><b>Variable I:</b></p> <p>Reducción del polvo atmosférico sedimentable (PAS)</p> <p><b>Variable II:</b></p> <p>Diagnostico Físico, Biológico, socio-económico y cultural.</p> <p><b>Variable III:</b></p> <p>Red de muestreo</p> <p><b>Variable IV:</b></p> <p>Concentración de polvo atmosférico sedimentable</p>	<p><b>MÉTODO:</b></p> <p><b>Empírico.</b></p> <p><b>DISEÑO:</b></p> <p><b>experimental.</b></p> <p><b>TIPO:</b></p> <p>Exploratoria</p> <p><b>NIVELES:</b></p> <p>Descriptiva</p>	<p><b>Población:</b></p> <p>Representada por las especies arbóreas, con capacidad captadora de polvo atmosférico sedimentable. Como es el caso del Ficus Y Sauce y otras especies presentes del Distrito</p> <p><b>Muestra:</b></p> <p>Representada por individuos seleccionados insitu.</p>

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología	Población
	<p>*Cuantificar el polvo atmosférico depositado en el follaje de las especies Ficus benjamina y <i>Salix humboldtiana</i> mediante el método gravimétrico</p> <p>*Determinar que especie posee mayor capacidad y aptitud de captura de polvo atmosférico.</p> <p>*Proponer medidas de control para reducir los efectos generados por el polvo atmosférico sedimentable a través de las especies arbóreas estudiadas</p>	<p>afectada y la estación del año contribuirá a la determinación de la reducción del polvo atmosférico sedimentable en las especies arbóreas en el distrito de San Martin de Porres</p> <p>*el cálculo del polvo atmosférico depositado en el follaje de las especies Ficus y sauce mediante el método gravimétrico contribuirá a la determinación de la reducción del polvo atmosférico sedimentable en las especies arbóreas en el distrito de San Martin de Porres</p> <p>* Medidas de control para reducir los efectos generados por el polvo atmosférico sedimentable a través de las especies arbóreas estudiadas contribuirá a la determinación de la reducción de Polvo atmosférico Sedimentable en especies arbóreas en el distrito de San Martin de Porres.</p>			

## **CAPITULO II: MARCO TEORICO**

### **2.1. MARCO LEGAL**

#### **2.1.1.      Ámbito Internacional**

Guía OMS: Las Guías de calidad del aire de la OMS (Organización mundial de la Salud) constituyen el análisis más consensuado y actualizado sobre los efectos de la contaminación en la salud, y recogen los parámetros de calidad del aire que se recomiendan para reducir de modo significativo los riesgos sanitarios. Dichas Guías señalan que una reducción de la contaminación por partículas (PM10) de 70 a 20 microgramos por metro cúbico permite reducir en aproximadamente un 15% las muertes relacionadas con la calidad del aire.

La contaminación, tanto en espacios interiores como al aire libre, constituye un grave problema de salud medioambiental que afecta a los países desarrollados y en desarrollo por igual. Las Directrices sobre Calidad del Aire elaboradas por la OMS en 2005 están concebidas para ofrecer una orientación mundial a la hora de reducir las repercusiones sanitarias de la contaminación del aire. Las primeras directrices, publicadas en 1987 y actualizadas en 1997, se circunscribían al ámbito europeo. Las nuevas (2005), sin embargo, son aplicables a todo el mundo y se basan en una evaluación de pruebas científicas actuales llevada a cabo por expertos. En ellas se recomiendan nuevos límites de concentración de algunos contaminantes en el aire —partículas en suspensión (PM), ozono (O<sub>3</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) — de aplicación en todas las regiones de la OMS.

Así mismo la guía OMS ha establecido un valor que es de cinco toneladas por kilómetros cuadrado (5 t/km<sup>2</sup>/mes) para el valor de PAS (Polvo atmosférico sedimentable) como un límite máximo.

Tabla N° 6: Valores guía establecidos por la OMS

Parámetro	Concentración	Tiempo de medición
PM2.5	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	media anual
	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	de media en 24 horas
PM10	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media Anual
	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media 24 horas
Ozono ( $\text{O}_3$ )	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media de 8 horas
Dióxido de Nitrógeno( $\text{NO}_2$ )	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media anual
	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media de 1 hora
Dióxido de Azufre ( $\text{SO}_2$ )	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media de 24 horas
	500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media de 10 minutos
Polvo atmosférico sedimentable (PAS)	5 $\text{tn}/\text{km}^2/\text{mes}$	1 mes

Fuente: OMS

La Agencia de Protección ambiental de Los Estados Unidos (EPA):

Estándares Nacionales de Calidad del Aire Ambiente (NAAQS)-EPA

La Ley de Aire Limpio en Los Estados Unidos de América, fue modificada por última vez en 1990, estableció que la EPA establezca Estándares de Calidad de Aire del Ambiente Nacional para las sustancias contaminantes consideradas dañinas para la salud pública y el medio ambiente. La Ley de Aire Limpio identifica dos tipos de normas nacionales de calidad del aire en este país. Los estándares primarios que protegen la salud pública, incluyendo la protección de la salud de las poblaciones "sensibles", como los asmáticos, los niños y los ancianos. Y los Estándares secundarios que protegen el bienestar público, incluida la protección contra disminución de la visibilidad y el daño a los animales, los cultivos, vegetación y edificios

Tesis publicada con autorización del autor  
No olvide citar esta tesis

La EPA ha establecido Normas Nacionales de Calidad de Aire Ambiental para seis contaminantes principales, que son llamados "criterios" contaminantes. Se

UNFV

Enumeran a continuación. Las unidades de medida para los estándares están expresados en partes por millón (ppm) en volumen, partes por billón (ppb) en volumen, y microgramos por metro cúbico de aire ( $\text{mg} / \text{m}^3$ ).

Tabla N° 7: Estándares Nacionales de Calidad del Aire Ambiente (NAAQS)-EPA

Contaminantes		Tipo de Estándar	Tiempo promedio de	concentración	Forma
El monóxido de carbono(CO )		primario	8-horas	9 ppm	No podrá superarse más de una vez al año
			1-hora	35 ppm	
Plomo ( Pb)		primaria y secundaria	Promedio móvil de 3 meses	$0.15 \text{ mg}/\text{m}^3$	Para no ser superado
Dióxido de nitrógeno (NOx)		primario	1-hora	100 ppb	Percentil 98, un promedio de más de 3 años
		primaria y secundaria	Anual	53 ppb	Promedio anual
Ozono (O <sub>3</sub> )		primaria y secundaria	8-horas	0.075 ppm	Cuarto más alto de concentración máximo de 8 horas al día anual, como media de 3 años
<b>Material Particulado</b>	PM <sub>2.5</sub>	primario	Anual	$12 \text{ mg}/\text{m}^3$	media anual, como media de 3 años
		secundario	Anual	$15 \text{ mg} / \text{m}^3$	media anual, como media de 3 años
		primaria y secundaria	24 horas	$35 \text{ mg} / \text{m}^3$	Percentil 98, un promedio de más de 3 años
	PM <sub>10</sub>	primaria y secundaria	24 horas	$150 \text{ mg} / \text{m}^3$	No podrá superarse más de una vez al año, en promedio, más de 3 años
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )		primario	1-hora	75 ppb	Percentil 99 de las concentraciones máximas diarias de 1 hora, un promedio de más de 3 años
		secundario	3-horas	0,5 ppm	No podrá superarse más de una vez al año

### 2.1.2. **Ámbito nacional**

#### **Constitución política del Perú**

La Constitución Política del Perú (1993) establece en su Título I: De la persona y la sociedad, en su capítulo I: De Los Derechos Fundamentales De La Persona, en su Artículo 2, Inciso 22: el derecho constitucional que tiene la población de gozar de un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de la vida.

Asimismo, considera que todos tienen derecho a la protección de su salud. También determina que el Estado está obligado a promover la conservación de la diversidad biológica y de las áreas naturales protegidas. Por su parte, la ley General del Ambiente (ley N° 28611) establece en su Título Preliminar de Derechos y Principios, Artículo I del Derecho y deber fundamental, que toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país.

#### **Estándares Nacionales de calidad ambiental**

El Estándar de Calidad Ambiental (ECA) 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.

Tabla N° 8: Estándares Nacionales Calidad de aire

Parámetro	Unidades	Período	ECA1 µg/m <sup>3</sup>	ECA2 (µg/m <sup>3</sup> )
PM <sub>10</sub>	µg/m <sup>3</sup>	24 h	150	-
PM <sub>2,5</sub>				25
Monóxido de carbono (CO)	µg/m <sup>3</sup>	1 h	30000	-
		8 h	10000	-
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	24 h	-	20
Óxidos de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	1 h	200	-
		24 h	-	-
Ácido sulfhídrico (H <sub>2</sub> S)	µg/m <sup>3</sup>	1 h	-	150

Así mismo para el Polvo Atmosférico Sedimentable, en la legislación peruana no se encuentra normado. En tal sentido se toma como referencia los límites establecidos por los organismos internacionales, en este caso la Organización Mundial de la Salud.

## **2.2. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS**

### **2.2.1. Material particulado**

El MP se origina en combustibles fósiles, como por ejemplo hollín de diesel, adicionalmente otras partículas creadas por transformaciones físico-químicas de gases, tales como formación de nitratos y sulfatos a partir de gases de ácido nítrico y dióxido de sulfuro, respectivamente. Entre las numerosas fuentes de MP se incluye: vehículos con motor a emisión, fragmentación de neumáticos y resuspensión de polvo del suelo, generación de energía y otras combustiones industriales, procesamientos de metales, agricultura, demoliciones, construcción, quema casera de leña, pólenes, incendios forestales y roces agrícolas, emisiones volcánicas, aerosoles marítimos, entre otros.

### **2.2.2. Polvo atmosférico Sedimentable (PAS)**

Polvo es un nombre genérico para las partículas sólidas con un diámetro menor a los 500 micrómetros (alternativamente, ver arena o gránulos) y, en forma más general, materia fina. En la Tierra, el polvo que se encuentra en la atmósfera terrestre proviene de varias fuentes, por ejemplo: polvo del suelo levantado por el viento, erupciones volcánicas, incendios y contaminación. El polvo disperso en el aire es considerado un aerosol y puede tener efectos sobre las propiedades y comportamiento de la atmósfera frente a la radiación solar y efectos significativos en el clima.

### **2.2.3. Especie Arbórea**

Un árbol es una planta perenne, de tallo leñoso, que se ramifica a cierta altura del suelo. El término hace referencia habitualmente a aquellas plantas cuya altura supera un determinado límite, diferente según las fuentes, 2 metros, 3 metros, 5 metros o los 6 m en edad madura. Además, producen ramas secundarias nuevas cada año que parten de un único fuste o tronco, con claro dominio apical, dando

lugar a una nueva copa separada del suelo. Algunos autores establecen un mínimo de 10 cm de diámetro en el tronco (la longitud de la circunferencia sería de 30 cm). Las plantas leñosas que no reúnen estas características por tener varios troncos o que son de pequeño tamaño son consideradas arbustos.

#### **2.2.4. *Ficus benjamina***

El *Ficus benjamina* ('laurel de la india' en Costa Rica), es una especie botánica de árbol de higo, nativa del sur y sureste de Asia, y sur y norte de Australia. Es el "árbol oficial" de Bangkok, Tailandia. El *Ficus benjamina* alcanza 15 metros de altura en condiciones naturales, con gráciles ramas péndulas y hojas gruesas de 6-13 cm de largo, ovales con punta acuminada. En su rango nativo, sus pequeñas frutas son alimento favorito de varias aves.

Tras el invierno, mantiene su desarrollo a la mínima expresión, llega la primavera y con ella el arranque de nuevo de sus brotaciones. Tanto *Ficus benjamina*, *F. binnendijkii*, como *F. robusta*, son *Ficus* muy propensos a entrar en la primavera acompañados de brotaciones más o menos espectaculares que no cesarán hasta ya bien adentrado el otoño.

#### **2.2.5. *Salix humboldtiana***

*Salix humboldtiana*, cuyos nombres comunes son: sauce criollo, sauce colorado, sauce amargo, sauce chileno, treique, cheique, reique, y huayao (del quechua wayaw), es una especie del género *Salix* nativa de América, desde México hasta el norte de la provincia argentina de Santa Cruz.

Es un árbol caducifolio dioico, alcanzando hasta 25 m de altura. Su follaje caduco es verde claro, con ramillas colgantes. Las hojas son simples, alternas, linear lanceoladas, aserradas, glabras, de ápice agudo, base cuneada de 6 a 12 cm de largo. Sus flores aperiartadas, están en amentos; masculinos de 7 cm de largo, amarillentos; femeninos verdes, de 3 a 4 cm de largo; florece en primavera. Su fruto es una cápsula marrón claro, con muchas semillas algodonosas en su interior.

### **2.2.6. Contaminación**

Cambio indeseable de las propiedades físicas, químicas y biológicas que puede provocar efectos negativos en los diferentes componentes del medio ambiente.

### **2.2.7. Contaminación atmosférica**

La contaminación del aire se clasifica en primaria y secundaria, según sean emitidos a la atmósfera por fuentes de origen natural, debido a las actividades humanas, o que se formen en la atmósfera por las interacciones químicas entre los contaminantes primarios y los constituyentes y condiciones de la atmósfera.

Los contaminantes atmosféricos son materiales químicos que en forma de gases, vapores, polvos y aerosoles se encuentran en la región de la atmósfera más cercana a la tierra.

### **2.2.8. Atmósfera**

La atmósfera es la capa de gas que rodea a un cuerpo celeste. Los gases son atraídos por la gravedad del cuerpo, y se mantienen en ella si la gravedad es suficiente y la temperatura de la atmósfera es baja. Algunos planetas están formados principalmente por gases, por lo que tienen atmósferas muy profundas.

La altura de la atmósfera de la Tierra es de más de 100 km, aunque más de la mitad de su masa se concentra en los seis primeros km y el 75 % en los primeros 11 km de altura desde la superficie planetaria. La masa de la atmósfera es de  $5,1 \times 10^{18}$  kg.

La atmósfera terrestre protege la vida de la Tierra, absorbiendo en la capa de ozono parte de la radiación solar ultravioleta, y reduciendo las diferencias de temperatura entre el día y la noche, y actuando como escudo protector contra los meteoritos.

### **2.2.9. PM 10**

Se denomina PM10 (del inglés Particulate Matter) a pequeñas partículas sólidas o líquidas de polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento o polen, dispersas en la atmósfera, y cuyo diámetro es menor que  $10 \mu\text{m}$  (1 micrómetro corresponde la milésima parte de 1 milímetro). Están formadas principalmente por compuestos inorgánicos como silicatos y aluminatos, metales pesados entre otros, y material orgánico asociado a partículas de carbono (hollín).

La contaminación atmosférica por material particulado es la alteración de la composición natural de la atmósfera como consecuencia de la entrada en suspensión de partículas, ya sea por causas naturales o por la acción del hombre (causas antropogénicas).

#### **2.2.10. PM 2.5**

El material particulado respirable presente en la atmósfera de nuestras ciudades en forma sólida o líquida (polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento y polen, entre otras) se puede dividir, según su tamaño, en dos grupos principales. A las de diámetro aerodinámico igual o inferior a los 10  $\mu\text{m}$  o 10 micrómetros (1  $\mu\text{m}$  corresponde a la milésima parte de un milímetro) se las denomina PM10 y a la fracción respirable más pequeña, PM2.5. Estas últimas están constituidas por aquellas partículas de diámetro aerodinámico inferior o igual a los 2,5 micrómetros, es decir, son 100 veces más delgadas que un cabello humano.

Además, el tamaño no es la única diferencia. Cada tipo de partículas está compuesto de diferente material y puede provenir de diferentes fuentes. En el caso de las PM2.5; su origen está principalmente en fuentes de carácter antropogénico como las emisiones de los vehículos diesel, mientras que las partículas de mayor tamaño pueden tener en su composición un importante componente de tipo natural, como partículas de polvo procedente de las intrusiones de viento del norte de África (polvo sahariano), frecuente en nuestras latitudes.

#### **2.2.11. PTS**

Las PTS o PST están integradas por toda la materia emitida como formas sólidas, líquidas y vapor, pero que están suspendidas en el aire como sólidos o líquidos particulados. Las PST pueden incluir partículas con un diámetro aerodinámico de hasta 100  $\mu\text{m}$ . Cabe señalar que aquellas con un mayor tamaño mayor tienden a depositarse rápidamente y no deben ser consideradas como emisiones del aire. Por otro lado, dado que la depositación de las partículas con un diámetro entre 30 y 100  $\mu\text{m}$  es considerado inestable, las PS son definidas como todas las partículas con un diámetro menor que 30  $\mu\text{m}$ , y con frecuencia son utilizadas como un

### **2.2.12. Medio ambiente**

Sistema de factores abióticos, bióticos y socioeconómicos con los que interactúa el hombre en un proceso de adaptación, transformación y utilización del mismo para satisfacer sus necesidades en el proceso histórico-social.

### **2.2.13. Gravimetría**

En química analítica, el análisis gravimétrico o gravimetría consiste en determinar la cantidad proporcionada de un elemento, radical o compuesto presente en una muestra, eliminando todas las sustancias que interfieren y convirtiendo el constituyente o componente deseado en un compuesto de composición definida, que sea susceptible de pesarse. La gravimetría es un método analítico cuantitativo, es decir, que determina la cantidad de sustancia, midiendo el peso de la misma con una balanza analítica y por último sin llevar a cabo el análisis por volatilización.

Los cálculos se realizan con base en los pesos atómicos y moleculares, y se fundamentan en una constancia en la composición de sustancias puras y en las relaciones ponderales (estequiometría) de las reacciones químicas.

### **2.2.14. Zonas periféricas**

Se refiere a localidades, distritos, lugares o emplazamientos alejados de las zonas urbanas consolidadas con anterioridad, donde se realiza expansión urbana e inmobiliaria, pudiendo llegar a ser focos importantes de desarrollo en la economía de un distrito o ciudad.

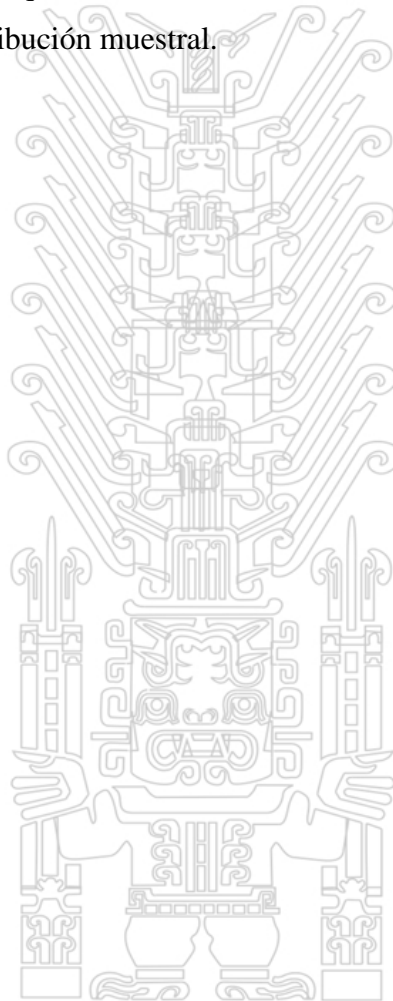
### **2.2.15. Muestreo**

En estadística se conoce como muestreo a la técnica para la selección de una muestra a partir de una población.

Al elegir una muestra aleatoria se espera conseguir que sus propiedades sean extrapolables a la población. Este proceso permite ahorrar recursos, y a la vez obtener resultados parecidos a los que se alcanzarían si se realizase un estudio de toda la población.

también los márgenes de error correspondientes a dichas estimaciones), debe cumplir ciertos requisitos. Nunca podremos estar enteramente seguros de que el resultado sea una muestra representativa, pero sí podemos actuar de manera que esta condición se alcance con una probabilidad alta.

En el muestreo, si el tamaño de la muestra es más pequeño que el tamaño de la población, se puede extraer dos o más muestras de la misma población. Al conjunto de muestras que se pueden obtener de la población se denomina espacio muestral. La variable que asocia a cada muestra su probabilidad de extracción, sigue la llamada distribución muestral.



## **CAPITULO III: MATERIALES Y METODOS**

### **3.1. MATERIALES**

#### **3.1.1. Información cartográfica:**

Se contó con la siguiente información:

- Mapa político del Distrito de San Martin de Porres a escala 1/60 000
- Mapa vial del Distrito de San Martin de Porres a escala 1/60 000
- Mapa de sectorización del Distrito de San Martin de Porres a escala 1/60 000
- Carta nacional a escala 1/100 000 correspondiente al cuadrante de 23 I

#### **3.1.2. Información estadística**

- Información socioeconómica proporcionada por el INEI y por la Municipalidad distrital de San Martin de Porres: Población, Viviendas, Servicios Básicos, Áreas Verdes, establecimientos de Salud.

#### **3.1.3. Equipo**

Son parte de los equipos básicos para el procesamiento de la información en el gabinete y también equipos que se utilizaron en la etapa de campo.

- 01 Computadora CORE i5: Para procesamiento de información cartográfica redacción y cálculos.
- Impresora Hp C4480: Para la impresión de textos o gráficos de documentos y mapas.
- GPS: Para geo referenciar el área de estudio.
- Cámara fotográfica de 16 megapíxeles.
- Transporte (Camioneta)
- Balanza electrónica Gravimétrica: para la cuantificación del polvo atmosférico en las muestras.
- Láminas de vidrio para la medición del polvo atmosférico sedimentable.
- Balanza analítica gravimétrica para el pesado de muestras.

### 3.1.4. Software

- Microsoft Excel 2013: diseñado para el procesamiento de datos.
- Microsoft Word 2013: para la redacción del documento y procesamiento de textos.
- Arc Gis 10: para la elaboración de mapas temáticos.

## 3.2. MÉTODO

### 3.2.1. Generalidades

Para el desarrollo de la presente investigación se ha realizado un diagnóstico de la zona de estudio para evaluar las condiciones de la misma, así mismo se realizó la determinación de polvo atmosférico sedimentable, para finalmente a través de la información recolectada recomendar una posible propuesta de plan de arborización en el distrito.

El diagnóstico se realizó recolectando la información principal que tuviera influencia directa en las variables evaluadas, siendo estos el clima, características demográficas, económicas y urbanas. Siendo dicha información proporcionada por la municipalidad de San Martín de Porres, estudios realizados en el distrito y con la ejecución de encuestas.

La determinación y evaluación del polvo atmosférico sedimentable se realizó desarrollando e implementando una red de muestreo conformada por una serie de 57 individuos entre 2 especies de árboles antes mencionadas en capítulos anteriores: *Ficus benjamina* y *Salix humboldtiana*, alrededor de las zonas de alta presencia de polvo atmosférico sedimentable en el distrito de San Martín de Porres; los individuos muestreados están preferentemente ubicados libres de obstáculos y que posean un follaje desarrollado.

El muestreo del polvo sedimentable en la red conformada por individuos de las especies arbóreas mencionadas anteriormente permite un registro sincrónico espacial temporal del polvo atmosférico sedimentable capaz de depositarse en estas especies, atenuando de esta manera su efecto. La

diferencia de peso de cada una de las estaciones nos permite determinar la concentración de este contaminante, ya sea en la superficie de sus hojas y en su follaje.

La metodología para registrar el polvo atmosférico sedimentable se basa en exponer una superficie de vidrio de 100 cm<sup>2</sup> untada con una sustancia adherente anhídrida en el follaje de cada individuo muestreado, la cual es pesada antes y después de la exposición, la diferencia de pesos a través del método gravimétrico nos da la cantidad de polvo sedimentable depositado acumulado en dicho periodo. Sin embargo también se midió la cantidad de polvo sedimentable acumulado en la superficie de las hojas de cada individuo muestreado, acondicionando una(s) hoja(s) para permitir la acumulación del polvo, para luego ser pesadas en laboratorio bajo los mismos criterios de las láminas de vidrio antes mencionadas, permitiendo una comparación de las concentraciones registradas.

Las estaciones en cada individuo muestreado consta de:

- Una lámina de cristal de 100 cm<sup>2</sup>, que da el área de referencia, a 1,5 m de distancia respecto al suelo.
- Una sustancia adherente para la captación del polvo sedimentable sobre las láminas.
- Una o más hojas de cada individuo para la determinación de la concentración de polvo sedimentable en la superficie de las hojas de cada especie.

### **3.2.2. Tipo de investigación**

el presente estudio se basó en los procedimientos que se desarrollaron para Establecer un programa de investigación que recaude información acerca del aporte de las especies arbóreas en la reducción de polvo atmosférico sedimentable en el distrito de San Martin de Porres la cual abarca los siguientes tipos y niveles de investigación:

**3.2.2.1. Método:** Empírico, debido a que la investigación se basó en la experimentación junto a la observación de las variables y su análisis numérico.

**3.2.2.2. Diseño:** No Experimental, debido a que no se realizó una manipulación deliberada de las variables (retención polvo atmosférico sedimentable) donde

solo se observó dichas variables en su entorno natural para luego ser analizadas.

**3.2.2.3. Tipo:** Longitudinal Tipo Panel, debido a que las variables se analizaron y se recabo información en un determinado espacio de Tiempo. Así mismo se definió tipo panel debido a que una misma muestra fue observada durante el mismo periodo de tiempo.

**3.2.2.4. Alcances:**

- **Exploratoria.** Se determinó así debido a que el presente estudio es un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes.
- **Descriptiva.** Debido a que se describió un fenómeno o una situación mediante la medición, recolección y evaluación de datos de las variables del estudio en una circunstancia temporal - espacial determinada.

### **3.2.3. Población y muestra**

**3.2.3.1. Población:** La población de la investigación está representada por las especies arbóreas, con capacidad captadora de polvo atmosférico sedimentable. Como es el caso del Ficus Y Sauce y otras especies presentes del Distrito. El Distrito de San Martín de Porres Al no poseer un inventario de vegetación ni de árboles, no es posible estimar la población total de estas especies arbóreas en el distrito Sin embargo se conoce que el distrito posee una extensión de 2 126 695 m<sup>2</sup> (Municipalidad Distrital de San Martín de Porres) de áreas verde. Por lo tanto para efectos prácticos se tomara como referencia la población estimada in situ en las zonas periféricas del distrito donde existe alta presencia de Polvo Atmosférico Sedimentable.

**3.2.3.2. muestra:** La Determinación de muestra es de tipo no probabilística ya que en población de árboles que posee la zona, no todos los individuos tienen la misma probabilidad de ser elegidos. Siendo las muestras no representativas, y debido a que se trata de una investigación exploratoria, así mismo se desconoce la población exacta de las especies *Ficus*

distribuidas en el distrito. Seleccionando aleatoriamente 57 individuos entre las especies *Ficus Benjamina* y *Salix humboldtiana*.

Así mismo las muestras fueron observadas en periodos de 1 mes de duración durante 3 años consecutivos (2012 al 2014); siendo la unidad de análisis el polvo atmosférico sedimentable depositado en las especies Ficus y Sauce en el distrito de San Martín de Porres.

### **3.2.4. Etapas de la investigación**

El estudio ha sido realizado en tres etapas principales, las mismas que se describen a continuación:

#### **a) PROCEDIMIENTO DE GABINETE**

Es esta etapa se procedió a la selección del tipo de muestra, el delimitar el área de trabajo y el acondicionamiento de materiales bajo la siguiente línea y programa de trabajo:

- Delimitación del área de estudio en las zonas periféricas del distrito de San Martín de Porres (debido a que estas al no poseer asfalto urbano poseen más concentración de polvo Atmosférico sedimentable), en las localidades de Chuquitanta Vipol, Canta Callao, entre otras; estableciendo un área de estudio de aproximadamente 20 Km<sup>2</sup>.
- Acondicionamiento de materiales de muestreo.
- Acondicionamiento de las láminas de vidrio empleadas para el muestreo de polvo atmosférico sedimentable, mediante su rotulado y aplicación de la sustancia anhídrida (que favorecerá la captación de polvo sedimentable) que en este estudio fue vaselina.
- Pesado inicial de las láminas de vidrio y su respectivo registro de masa.

#### **b) PROCEDIMIENTO DE CAMPO**

En esta etapa se procedió a trabajar sobre el área espacial seleccionada y esta fue realizada bajo el siguiente orden de pasos:

- Reconocimiento preliminar de campo.
- Selección de individuos a muestrear (árboles).
- Establecimiento de la red de muestreo.

- Es esta etapa se procede a iniciar el muestreo de variables, dicho muestreo se realizara de la siguiente manera:
- Se seleccionara una rama de cada árbol que presente características y geometría preferiblemente homogénea.
- Cada rama se limpió del polvo que presenta acumulado, con la ayuda de agua y otros materiales acondicionados con anterioridad.
- Posteriormente de quedar cada rama completamente libre de polvo, se procedió a separarla o diferenciarla, identificándola con una cinta de color distinguible.
- Se tomó las fechas y horas de muestreo en la libreta de campo, así como la geometría de la copa de cada árbol.
- Se superviso constantemente cada individuo muestreado con la finalidad de asegurar la calidad del muestreo y evitar posibles contratiempos en los individuos muestreados.
- posteriormente de un periodo de 1 mes se procedió a retirar cada rama muestreada, almacenándola, en bolsas con cierre herméticas para evitar el contacto con la intemperie, para luego proceder a realizar el trabajo de laboratorio indicado a continuación.
- Paralelamente al muestreo realizado directamente en las hojas; se realizó el muestreo empleando placas receptoras de vidrio mencionadas en las generalidades, las cuales fueron colocadas dentro del follaje de cada individuo muestreado durante el periodo de 1 mes, periodo en el cual se colecto el polvo sedimentable que es objetivo de este estudio.

#### c) PROCEDIMIENTO DE LABORATORIO

En esta etapa Luego de recolectar las muestras de cada árbol, cada rama identificada y codificada correctamente, pasó por los siguientes procedimientos de laboratorio característicos del método de análisis Gravimétrico, citados a continuación:

- Cada muestra recientemente extraída de campo se pesara en la balanza electrónica gravimétrica, bajo debidos y estrictos cuidados en el pesaje de las muestras, dicho peso será denominado Peso Final (Wf).
- Dicho peso de cada muestra de especie arbórea será registrado en una hoja de datos elaborada para la presente investigación. (ver anexo 1).

- Luego de registrados los pesos iniciales, se procedió al retiro de la presencia de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) en la superficie de las hojas presentes de cada muestra, para ello se tendrá que retirar el PAS con la ayuda de paños húmedos o el empleo de agua y posteriormente secados a temperatura ambiente.
- Posteriormente se pesaron las muestras sin la presencia de PAS en la superficie de sus hojas. A dicho peso se le denomina Peso Inicial ( $W_i$ ) y es registrado en la hoja de datos y registros anteriormente mencionada.
- Adicionalmente al pesado de las muestras compuestas por hojas, se pesaron las láminas de vidrio, que fueron colocadas en el follaje de cada especie, para así poder tener más precisión en la obtención de resultados, registrándose de esta manera el peso final de las láminas de vidrio empleadas en este estudio, denominándose también peso final ( $W_f$ ), registrándose de igual manera en su respectiva hoja de datos.

#### d) PROCEDIMIENTO DE POST LABORATORIO

En esta etapa se complementó la etapa anterior de laboratorio mediante los cálculos correspondientes del Método Gravimétrico citados a continuación:

- Se procedió al cálculo de la concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable en las distintas muestras mediante el software Microsoft Excel 2013 empleando la siguientes Formulas :

$$C(PAS)_1 = (W_f - W_i) / W_i$$

$$C(PAS)_2 = (W_f - W_i) / A$$

Donde:

$C(PAS)_1$ : concentración de polvo atmosférico sedimentable en gr PAS/gr mv, para las muestras compuestas por hojas.

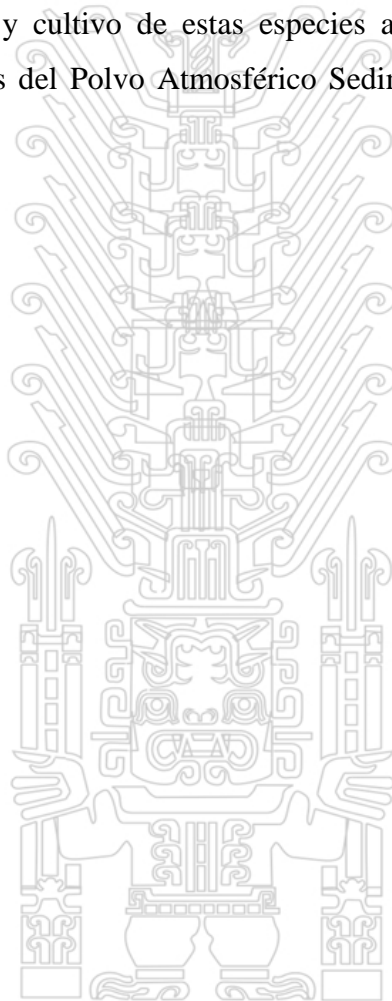
$C(PAS)_2$ =Concentración de polvo atmosférico sedimentable en gr PAS/m<sup>2</sup>. Para las muestras de láminas de vidrio.

$W_f$ : peso Final de muestra en gramos (que contiene en su superficie el PAS).

$W_i$ : Peso Inicial de Muestra en gramos (Masa Vegetal libre de PAS en su superficie).

$A$ : área de la lámina de vidrio en m<sup>2</sup>.

- Luego de realizar el Cálculo de la concentración de polvo atmosférico en las hojas de cada muestra y en las láminas de vidrio, dicho valor es expresado en gramos de polvo atmosférico sedimentable por gramos de masa vegetal libre de polvo atmosférico sedimentable (gr PAS/gr mv) para el caso de las láminas de vidrio en gr PAS/ m<sup>2</sup>
- Calculando y de esta manera obteniendo la concentración de PAS en la especie *Ficus Benjamina* y *Salix humboldtiana* se podrá obtener una base informativa necesaria para futuros planes urbanísticos que puedan incluir la implementación y cultivo de estas especies arbóreas para contrarrestar los efectos negativos del Polvo Atmosférico Sedimentable en la población y su entorno.



## **CAPITULO IV: CONTEXTO GENERAL DEL DISTRITO DE SAN MARTIN DE PORRES**

### **4.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA**

El distrito de San Martín de Porres se encuentra ubicado al Nororiente del Departamento de Lima; entre las cuencas del Río Rímac y el río Chillón.

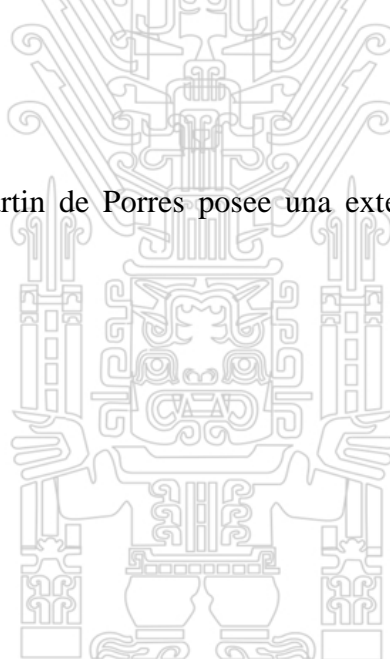
Limita al norte con los distritos de Ventanilla, Puente Piedra y Los Olivos; al sur, con los de Lima (Cercado) y ; al este, con los del Rímac, Independencia; y al oeste el Callao. Conforman parte integral del área urbana de Metropolitana. Forma parte del área interdistrital de Lima Norte, conformado por ocho distritos.

Geográficamente el distrito se encuentra localizado en el departamento de Lima, entre las longitudes  $77^{\circ} 2'34.90''$  O y  $77^{\circ} 8'7.73''$ O y entre las latitudes  $11^{\circ}55'59.93''$ S y  $12^{\circ} 1'6.54''$ S; a 20 km de distancia del Cercado de Lima.

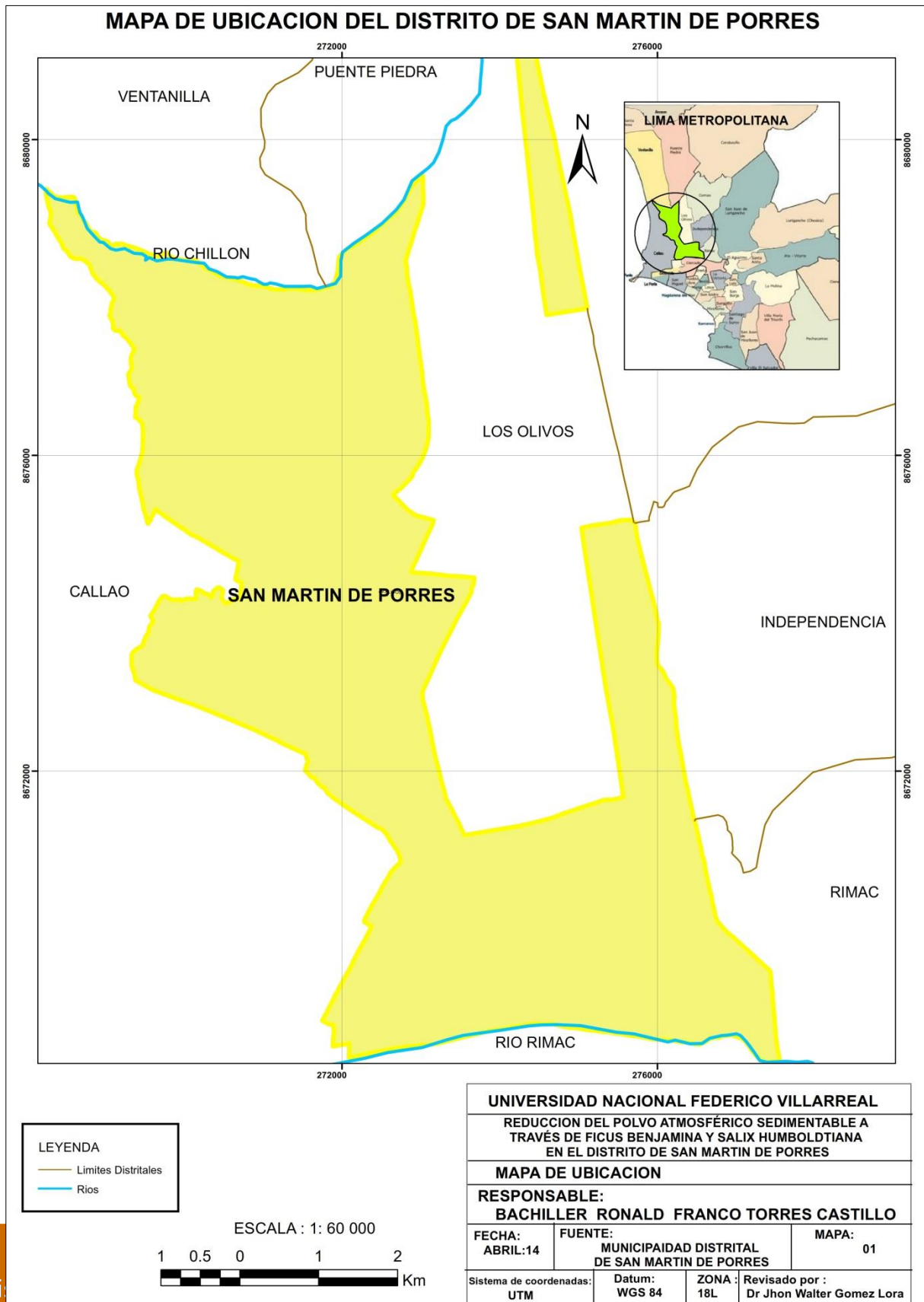
Los límites e hitos se aprecian en el Mapa Oficial del Distrito de San Martín de Porres.

### **4.2. EXTENSIÓN**

El distrito de San Martín de Porres posee una extensión total de  $41,5 \text{ Km}^2$  (ver *Mapa N° 1*)



Mapa N° 1: Mapa Ubicación del Distrito de San Martín de Porres



### **4.3. CONDICIONES METEOROLÓGICAS**

#### **4.3.1. Temperatura**

El clima predominante en el distrito de San Martín de Porres tiene similares características que el de Lima Metropolitana, es decir, es un clima templado y húmedo. La temperatura promedio anual es de 18,5 a 19°C, con un máximo estival anual de unos 29°C. Los veranos, de diciembre a abril, tienen temperaturas que oscilan entre 28 y 21°C. Los inviernos van de junio a mitades de septiembre con temperaturas que oscilan entre 19 y 12°C. Los meses de primavera y otoño (septiembre, octubre y mayo) tienen temperaturas templadas que oscilan entre los 17° y 23°C, siendo esta información proporcionada por la Municipalidad Distrital de San Martín de Porres a través de los datos obtenidos de las Estaciones meteorológicas cercanas pertenecientes al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Senamhi).

Así mismo se tiene en cuenta que el Distrito De San Martín De Porres forma parte de la Cuenca atmosférica del Río Chillón que a la vez forma parte de la cuenca Atmosférica de Lima-Callao que posee características meteorológicas propias.

El clima de la Cuenca Atmosférica Lima-Callao, como consecuencia de la interacción de tres factores climáticos semipermanentes: a) el Anticiclón del Océano Pacífico Suroriental, b) la Cordillera de los Andes y c) la Corriente de Humboldt (fría), es de permanente aridez debido a lo siguiente:

Establecimiento de un fenómeno de inversión térmica durante todo el año en los niveles bajos de la tropósfera de la costa peruana, por lo general con menor altitud, espesor e intensidad durante los meses de verano (la base a 255 m.s.n.m. y el tope a 596 m.s.n.m. y muy débil intensidad), evoluciona hasta alcanzar su mayor altitud, espesor e intensidad al final del invierno (con base a 675 m.s.n.m. y tope a 1490 m.s.n.m. e intensidad de 5°C).

Temperatura media mensual multianual, durante el verano, en las zonas cercanas a la costa, oscila entre 20,2 a 25,8°C y entre 19,8 a 28,2°C en los distritos del este. En el invierno varía entre los 15,5 a 18,3°C en la zonas cercanas a la costa y entre 13,1 a

En la estación de verano los días tienen más de 50% de horas de sol; y en el periodo promedio desde inicios de otoño hasta finales de primavera, menos de 20%, debido a la nubosidad estratiforme que se debilita solamente durante los tres meses veraniegos.

#### **4.3.2. Viento:**

El viento es un parámetro muy sensible a la interacción de los distintos elementos y factores climáticos, es por eso que las diferencias de temperatura, presión, orografía, entre otros, ocasionan campos sin continuidad que permiten una fácil interpretación. No siendo recomendable interpolar linealmente en tiempo y espacio cuando no se posee una base física para ello (Proyecto Vicon)

Físicamente el viento está vinculado a la marcha horaria de temperatura, adquiriendo mayor velocidad a medida que hay incremento de temperatura, esto se observa tanto en verano como en invierno, aunque no es muy notoria esta disminución de velocidad a las 19 horas por el efecto de las brisas marinas y de los vientos alisios.

En base a la información de dirección y velocidad de vientos en la ciudad de Lima se puede precisar que La velocidad del viento superficial varía entre 3 y 5 m/s con 4 a 8% de calmas, de direcciones S, SSW y SSE en la zona costera. En la parte central el viento varía entre 2 y 4 m/s, de direcciones SSW y WSW, con calmas entre 21 a 42%; y en el lado oriental el viento varía entre 3 y 5 m/s, de direcciones W, SSW y WSW con calmas en un porcentaje de 20 y 40%.

Sin embargo el comportamiento de los vientos en el Distrito de San Martín de Porres se puede describir mediante la información proporcionada de las estaciones meteorológicas cercanas a dicho distrito como son la Estación Automática de Campo de Marte y la estación meteorológica automática Antonio Raimondi ubicada en el distrito de Ancón. Observándose un predominio de dirección del viento hacia NW durante los veranos con intervalos de velocidad 2 a 4 m/s.

Información proporcionada por la Municipalidad Distrital de San Martín de Porres a través de los datos obtenidos de las Estaciones meteorológicas Antonio Raimondi y Campo de Marte pertenecientes al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología

#### **4.3.3. Humedad Relativa**

Siendo la humedad relativa no un buen trazador atmosférico, puede ser de ayuda en condiciones homogéneas. En el distrito de San Martín de Porres se puede observar un régimen de humedad del 73 % al 83%, similar a los de los distritos de Ancón, Independencia y Lima centro siendo de mayor incidencia en invierno sobrepasando el 80 %. Siendo esta información proporcionada por la Municipalidad Distrital de San Martín de Porres a través de los datos obtenidos de las Estaciones meteorológicas cercanas pertenecientes al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Senamhi).

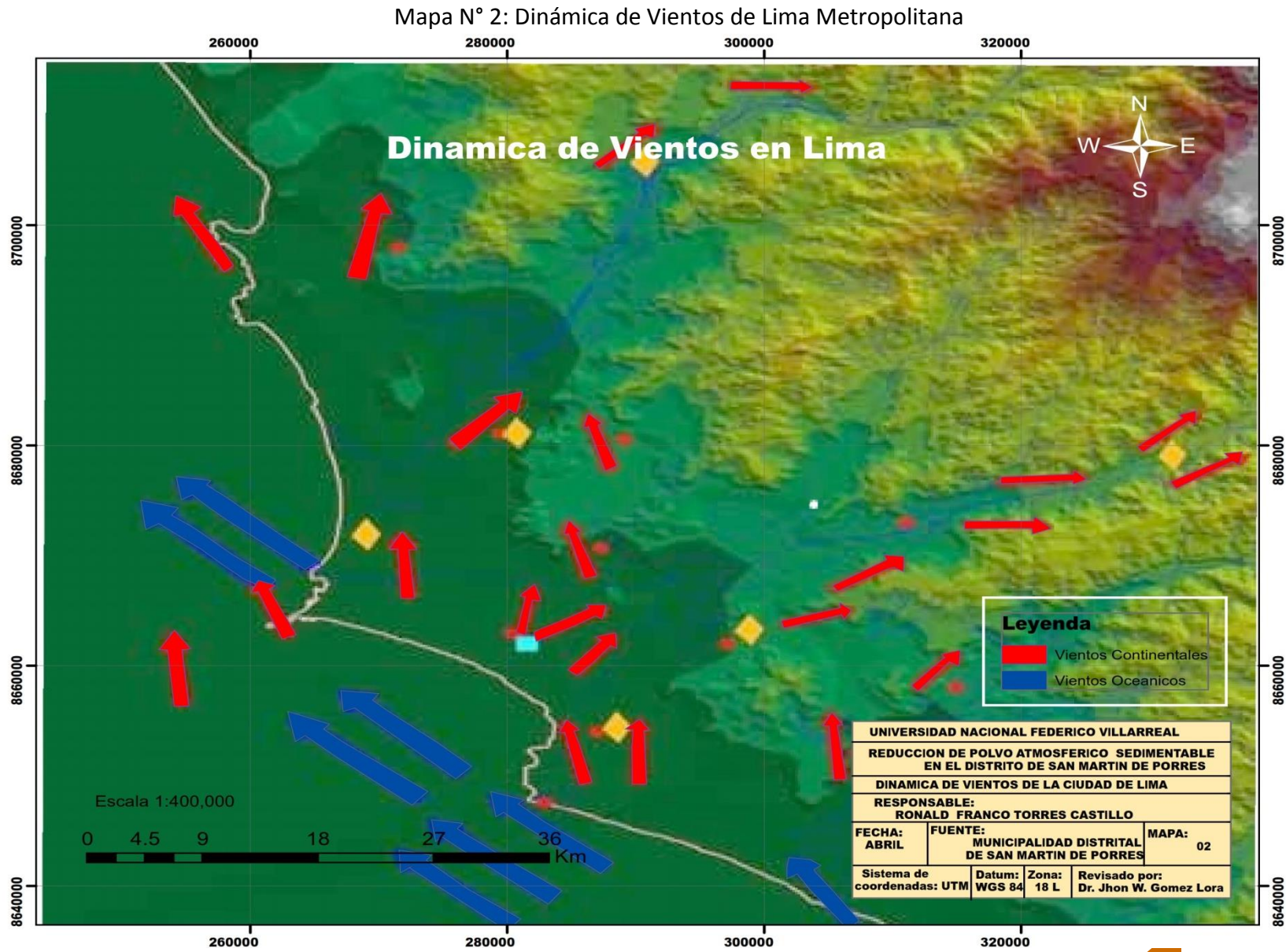
#### **4.3.4. Orografía**

El área de estudio se encuentra emplazada en los conos deyección del Río Chillón limitando por el norte con estribaciones con cotas que bordean los 500 metros de altitud, siendo la topografía relativamente plana.

Uno de los factores que es de gran importancia en la distribución espacial y temporal de los sólidos sedimentables es la presencia de los cerros que se encuentran en el distrito estudiado, estos impiden la libre circulación del aire, provocando la concentración de los sólidos en dicho distrito.

Considerando también que el efecto abrasivo del viento sobre las laderas adyacentes al distrito, provocan que los niveles de sólidos sedimentables se incrementen sobre los asentamientos humanos ubicados en el área de influencia de este proceso erosivo.

Siendo esta información obtenida del diagnóstico del distrito realizado la Municipalidad Distrital de San Martín de Porres en su plan estratégico institucional.



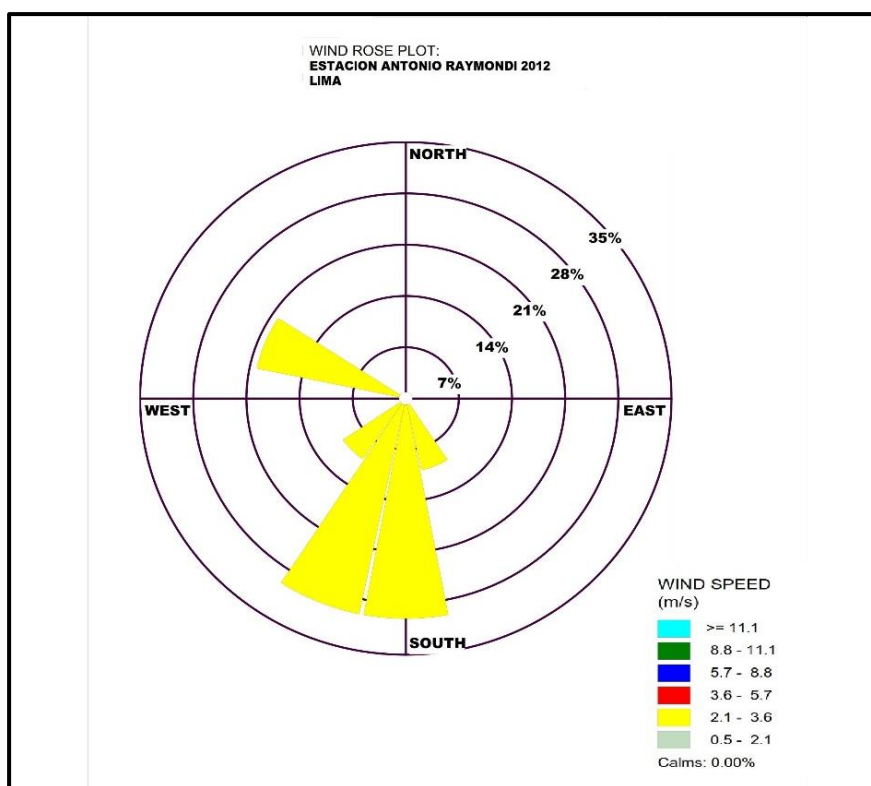
Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 9: Condiciones meteorológicas para el año 2012

	Temperatura (°c)	Humedad (%)	Precipitación (mm)	Presión (mb)	Velocidad del viento (m/s)	Dirección del Viento
Enero	21.83	78.74	0	1005.35	2.69	NW
Febrero	22.92	79.83	0	100.12	2.66	NW
Marzo	22.84	77.59	0	997.95	2.53	NW
Abril	22.08	79.06	0	1000.91	2.44	NW
Mayo	20.02	80.43	0	1007.25	2.42	WNW
Junio	19.93	76.62	0.1	1005.37	2.48	SE
Julio	19.42	73.79	0	1002.78	2.82	SE
Agosto	17.03	77.32	0.2	1003.89	2.61	SW
Septiembre	17.6	78.42	0	1003.61	2.81	SW
octubre	17.54	79.92	0	1004.62	2.67	SSW
Noviembre	19.1	71.22	0	992.91	2.95	SSW
Diciembre	20.96	77.6	0	1003.99	2.91	NW

Fuente: SENAMHI (Estación Antonio Raimondi)

Figura N° 1: Rosa de Vientos estación Antonio Raimondi 2012



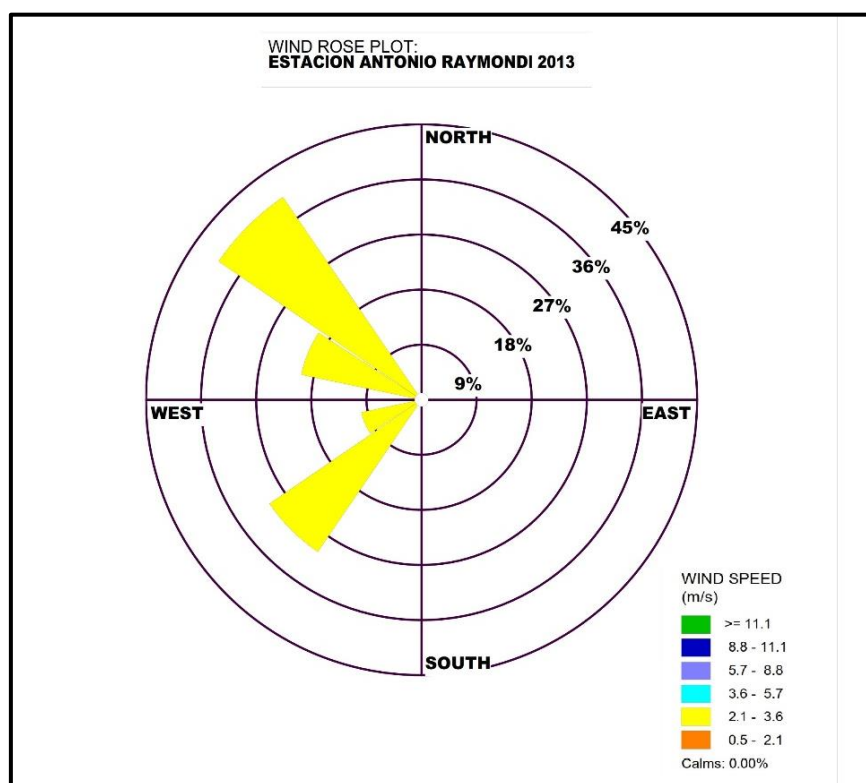
Fuente: Propia

Tabla N° 10: Condiciones meteorológicas para el año 2013

	Temperatura (°c)	Humedad (%)	Precipitación (mm)	Presión (mb)	Velocidad del viento (m/s)	Dirección del Viento
Enero	22.57	74.25	0	993.97	2.87	NW
Febrero	23.12	77.27	0	1003.92	2.6	WNW
Marzo	22.16	74.67	0	997.56	2.47	NW
Abril	19.4	81.22	0	1002.91	2.32	NW
Mayo	18.14	79.25	0	1002.3	2.26	NW
Junio	16.47	83.67	0.4	998.89	2.14	WNW
Julio	15.56	81.64	0.1	1006.8	2.16	SW
Agosto	15.67	81.3	0.1	1009.34	2.49	SW
Septiembre	16.47	75.68	0	997.64	2.57	SW
Noviembre	18.4	77.89	0	1008.15	2.72	WSW
Diciembre	21.33	74.29	0	1007.18	2.88	NW

Fuente: SENAMHI (Estación Antonio Raimondi)

Figura N° 2: Rosa de vientos estación Antonio Raimondi periodo 2013

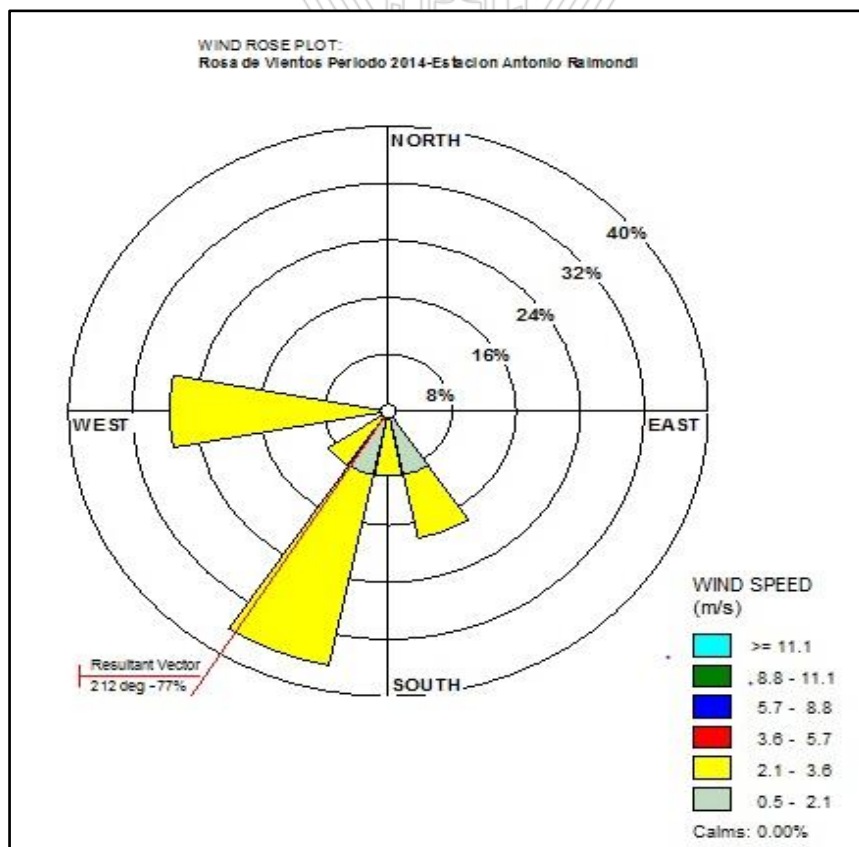


Fuente: Propia

Tabla N° 11: Condiciones meteorológicas para el año 2014

	Temperatura (°c)	Humedad (%)	Precipitación (mm)	Presión (mb)	Velocidad del viento (m/s)	Dirección del Viento
Enero	22,2	77,1	0	1006	2,75	SW
Febrero	22,5	78,2	0,2	1005,5	2,57	NW
Marzo	22,2	80,4	3,6	1006,3	2,40	W
Abril	19,8	83,1	1	1006,7	2,49	W
Mayo	21,0	76,5	0	1008,4	2,62	SE
Junio	20,4	76,1	0	1007,9	1,29	SE
Julio	16,9	82,9	0,4	1008,8	2,38	S
Agosto	16,7	81,7	0,2	1009,4	1,11	SW
Septiembre	16,7	82,7	0,1	1009,1	2,41	SW
octubre	17,9	79,8	5,8	1005,9	2,70	SW
Noviembre	19,5	78,5	0,2	1008,4	2,65	SW
Diciembre	21,1	75,8	0	1007,4	2,95	S

Figura N° 3: Rosa de Vientos Estación Antonio Raimondi periodo 2014



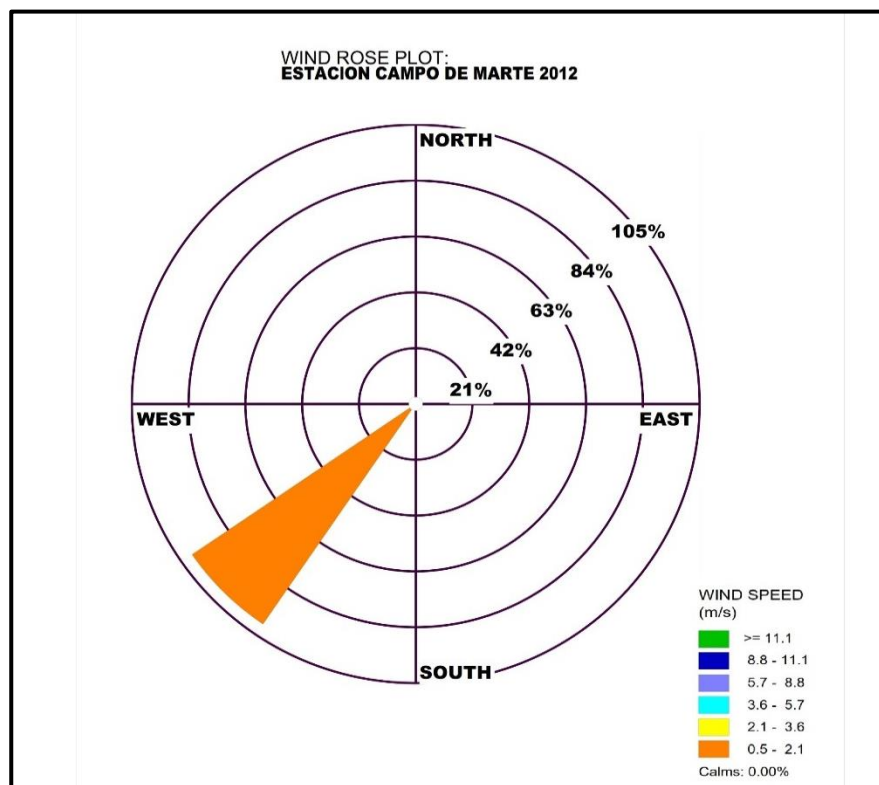
Fuente: Propia

Tabla N° 12: Condiciones meteorológicas para el año 2012

	Temperatura (°c)	Humedad (%)	Precipitación (mm)	Presión (mb)	Velocidad del viento (m/s)	Dirección del Viento
Enero	21.98	74.2	0	998.37	0.92	SW
Febrero	23.38	74.55	0	997.13	1.01	SW
Marzo	23.28	76.04	0	996.41	0.91	SW
Abril	22.53	73.81	0	998.38	0.78	SW
Mayo	20.12	80.99	0	962.19	0.56	SW
Julio	19.1	75.32	0	1000.49	0.89	SW
Agosto	17.15	82.77	0	1001.69	0.57	SW
Septiembre	17.39	82.47	0	1000.65	1.01	SW
octubre	17.49	82.87	0	999.5	0.77	SW

Fuente: SENAMHI (Estación Campo de Marte)

Figura N° 4: Rosa de Vientos estación Campo de Marte 2012



Fuente: Propia

Tabla N° 13: Condiciones meteorológicas para el año 2013

	Temperatura (°c)	Humedad (%)	Precipitación (mm)	Presión (mb)	Velocidad del viento (m/s)	Dirección del Viento
Enero	22.72	75.41	0	998.01	0.95	SW
Febrero	23.54	73.47	0	997.13	0.4	SW
Marzo	22.72	74.56	0	997.5	0.25	SW
Abril	20.34	76.73	0	999.21	1.13	SW
Mayo	19.56	80.28	0	1000.78	1.34	SW
Junio	17.29	84.15	0	1000.72	1.32	SW
Julio	16.11	84.91	0	1001.03	1.45	SW
Agosto	15.98	83.87	0	1000.89	1.52	SW
Septiembre	16.67	83.61	0	1001	1.52	SW
octubre	17	81.99	0	1000.29	1.63	SW
Noviembre	18.48	79.68	0	999.47	1.57	SW
Diciembre	21.08	76.24	0	998.43	1.75	SW

Fuente: SENAMHI (Estación Campo de Marte)

Figura N° 5: Rosa de Vientos Estación Campo de Marte 2013

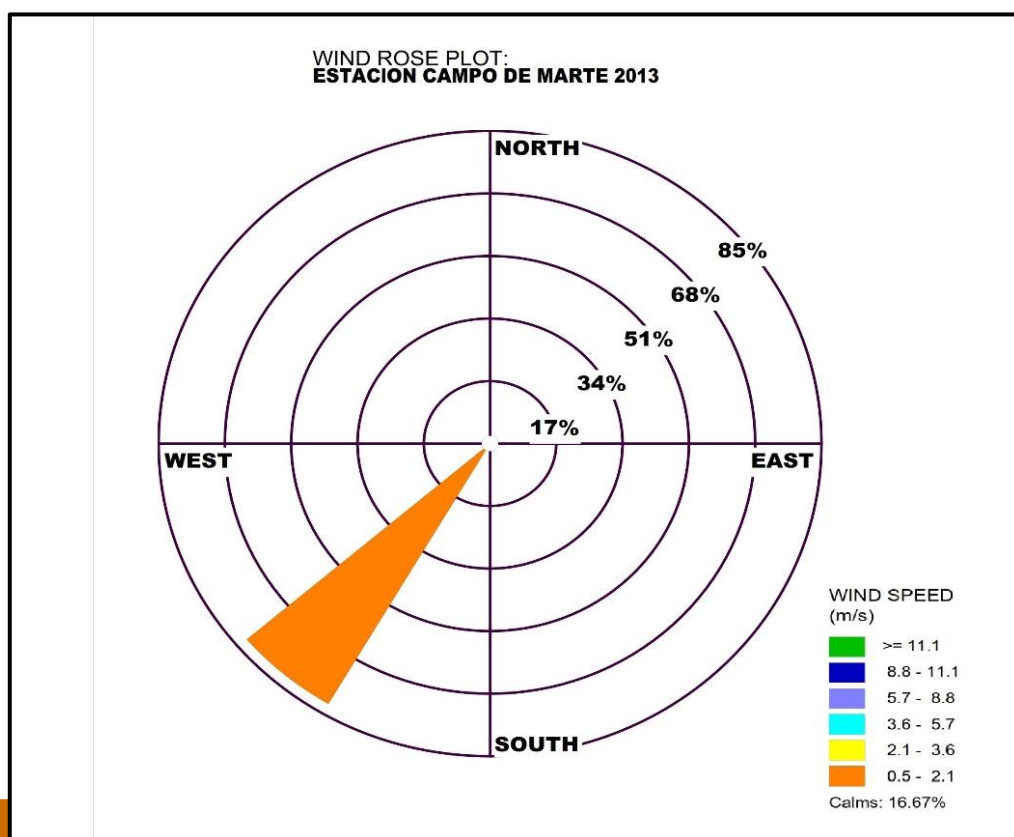
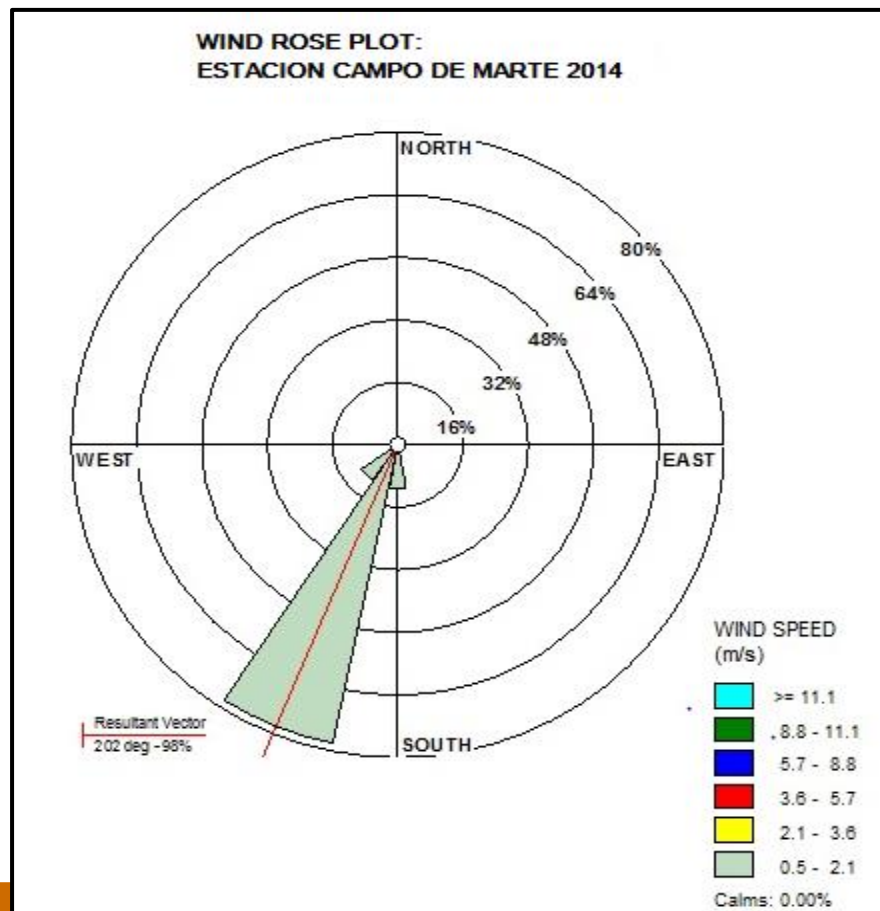


Tabla N° 14: Condiciones meteorológicas para el año 2014

	Temperatura (°c)	Humedad (%)	Precipitación (mm)	Presión (mb)	Velocidad del viento (m/s)	Dirección del Viento
Enero	23,24	76,3	0	997,2	1,6	SW
Marzo	22,82	74,9	0	997,6	1,3	SW
Abril	20,59	75,9	0	995,3	1,3	SW
Mayo	20,20	77,8	0	999	1,2	S
Julio	15,8	87,8	0	999	1,2	SW
Agosto	15,7	86,9	0	999	1,2	SW
Septiembre	15,8	88,2	0	999	1,2	SW
octubre	16,9	85,5	0	999	1,4	SW
Noviembre	18,7	82,7	0	999	1,4	SW
Diciembre	19,9	81,5	0	999	1,5	S

Fuente: SENAMHI (Estación Campo de Marte)

Figura N° 6: Rosa de Vientos Estación Campo de Marte 2014



Fuente: Propia

Tesis publicada con autorización del autor  
No olvide citar esta tesis

#### 4.4. POBLACIÓN

La población actual del distrito de San Martín de Porres (para el año 2011), según estimaciones oficiales del Instituto Nacional de Estadística (INEI), alcanza a 646,191 habitantes. Esta cantidad de personas representa un crecimiento del 11.5% con respecto a la población registrada en el último Censo de Población y Vivienda realizado por el INEI en el año 2007, que implica que la población de este distrito creció en 66,630 habitantes en 4 años. Si nos remontamos a la información registrada por el Censo de Población y Vivienda del año 1993 y la comparamos con la del año 2011, el crecimiento es de alrededor el 70%, que en términos de habitantes representa un incremento de aproximadamente 266 mil habitantes. Ver **Tabla N° 15**.

Tabla N° 15: Evolución de la población del distrito de San Martín De Porres

	1993		2007		2011	
	Población	%	Población	%	Población	%
Hombres	185 013	48,64	282 909	48,81	313 775	48,56
Mujeres	195 371	51,36	296 652	51,19	332 416	51,44
Total	380 384	100,00	579 561	100,00	646 191	100,00

Fuentes: INEI. Censos de población y Vivienda 1993 y 2007.

INEI. Perú: Estimaciones y Proyecciones de Población por Sexo, según Departamento, Provincia y Distrito, 2000-2015. Boletín Especial N° 18. Lima, diciembre 2008

El distrito de San Martín de Porres es el segundo más poblado no sólo de la provincia de Lima, sino también de todo el país. Concentra el 7.62% de toda la provincia de Lima, según el Censo del 2007. El único distrito que lo supera es San Juan de Lurigancho.

Si centramos nuestra atención específica en los ocho distritos que configuran el cono norte de Lima, se aprecia que San Martín de Porres concentra alrededor del 28% de la población total de dicho cono norte. Luego de San Martín de Porres, Comas y Los Olivos son los más poblados.

Tabla N° 16: Población De La Provincia De Lima Y De Los Distritos Del Cono Norte

<b>Provincia/Distrito</b>	<b>Población (censo 2007)</b>	<b>%</b>
Provincia Lima	7 605 742	100
Distritos del cono Norte	2 083 583	27,39
Ancón	33 367	0,44
Carabaylo	213 386	2,81
Comas	486 977	6,40
Independencia	207 647	2,73
Los Olivos	318 140	4,18
Puente Piedra	233 602	3,07
<b>San Martín de Porres</b>	<b>579 561</b>	<b>7,62</b>
Santa Rosa	10 903	0,14

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2007 del INEI.

Si nos proyectamos para el período 2012-2021, advertimos que la población de San Martín de Porres alcanzará el próximo año (2015) aproximadamente 700,178 habitantes, para luego en el año 2017 superar los 720 mil y llegar al año 2021 con más de 774 mil habitantes, es decir la población de este distrito crecerá en 128 mil habitantes desde este año 2013 y el año final del horizonte de planeamiento, el año 2021.ver **Tabla N° 17**.

Tabla N° 17: Población Proyectada Del Distrito De San Martín De Porres (2012-2021)

AÑOS	Población De San Martín De Porres
2012	659 613
2013	673 149
2014	686 702
2015	700 178
2016	713 481
2017	726 538
2018	739 252
2019	751 524
2020	763 248
2021	774 315

Fuente: INEI – Perú: Estimaciones y Proyecciones de Población por Sexo, según Departamento, Provincia y Distrito, 2000-2015. Boletín Especial N° 18. Lima, diciembre 2008.

NOTA.- Los años 2016 al 2021 fueron proyectados utilizando la misma tendencia de crecimiento del período 2011-2015.

#### 4.4.1. Población por áreas de residencia

En la actualidad la población de San Martín de Porres en su integridad reside en áreas urbanas, situación similar para casi toda la población provincial (sólo el 0.1% reside en áreas rurales) y para siete de los ocho distritos del cono norte de Lima (Carabayllo es el único que mantiene una pequeña población residente en áreas rurales) ver *Tabla N° 18*.

Tabla N° 18: Población por área de Residencia

Provincia/Distrito	Población por Área de Residencia		Urbana		Rural	
	Cifras absolutas	%	Cifras Absolutas	%	Cifras Absolutas	%
<b>Provincia De Lima</b>	7 605 742	100	7 596 058	99,9	9 684	<b>0,1</b>
<b>Ancón</b>	33 367	100	33 367	100		
<b>Carabayllo</b>	213 386	100	206 980	97	6 406	<b>3,0</b>
<b>Comas</b>	486 977	100	486 977	100		
<b>Independencia</b>	207 647	100	207 647	100		
<b>Los Olivos</b>	318 140	100	318 140	100		
<b>Puente Piedra</b>	233 602	100	233 602	100		
<b>San Martín de Porres</b>	579 561	100	579 561	100		
<b>Santa Rosa</b>	10 903	100	10 903	100		

Fuente: INEI - censos nacionales 2007: XI de población y VI de vivienda

#### 4.5. CARACTERÍSTICAS DE LOS HOGARES

A continuación se resaltan las características más relevantes de los hogares en el distrito de San Martín de Porres:

- Se evidencia que un significativo porcentaje de los hogares de San Martín de Porres tienen como jefes a los hombres (70.3%), índice éste superior del obtenido para toda la provincia de Lima (que presenta un índice de 69.4%) y para la mayoría de los demás distritos del cono norte (sólo es superado por Puente Piedra, Carabayllo y Comas).
- La gran mayoría de los hogares del distrito (69.8%) dispone de tres o más artefactos y equipos, índice claramente superior al obtenido a nivel de toda la provincia de Lima (que presenta el 64.9%) y por todos los distritos del cono

norte, con la excepción de Los Olivos cuyo índice lo supera muy ligeramente (70.4%).

- Más de la mitad de los hogares del distrito cuenta con servicio de teléfono fijo (54.5%), nivel superior al presentado a nivel provincial (52.9%) y de casi todos los distritos del cono norte. Nuevamente Los Olivos lo supera ligeramente (55.6%).
- En tenencia de servicio de telefonía celular el índice de los hogares de San Martín de Porres es ligeramente mayor al de toda la provincia de Lima: 66.1% vs. 64.5%. También nuevamente se evidencia que supera a los demás distritos del cono norte, con la única excepción de Los Olivos (66.3%).
- La conexión a internet es muy reducida en los hogares de San Martín de Porres (12.8%), nivel de acceso inferior de la provincia (15.8%) y de Los Olivos (16.0%). A pesar de ello, supera largamente en acceso a los demás distritos del cono norte.
- En el servicio de conexión a TV por cable, San Martín de Porres supera al porcentaje de toda la provincia (35.8% vs. 32.7%), como también a casi todos los demás distritos del cono norte. Nuevamente solamente Los Olivos lo supera (40.7%).
- Una significativa mayoría de los hogares de San Martín de Porres utiliza gas para cocinar (90.7%), índice superior al de la provincia (86.3%) y similar al de Los Olivos (90.7%), superando largamente a los demás distritos del cono norte.

#### **4.6. SALUD**

En San Martín de Porres sólo el 42% de su población cuenta con algún seguro de salud, lo que implica la existencia de un 58% de personas residentes en el distrito que se encuentran en una situación de alto riesgo de desamparo ante cualquier contingencia en su salud. Esta situación se hace más grave para el caso de los mujeres en comparación con la de los hombres (41.1% versus 42.9% con seguro).

A nivel del cono norte, la población de San Martín de Porres se encuentra ligeramente en desventaja con relación a la de los distritos de Santa Rosa y Los

Olivos, pero con niveles más satisfactorios en comparación con las de los otros cinco distritos integrantes de dicho cono de Lima.

Si concentramos nuestra atención en la población con seguro integral de salud (SIS), se aprecia que solo un 5.1% de la población de San Martín de Porres cuenta con este tipo de seguro, el más bajo porcentaje de todo el cono norte de Lima.

En el caso de El Seguro Social de Salud (Essalud), el 25.6% de los pobladores de San Martín de Porres se encuentran asegurados, es decir tan solo la cuarta parte de la población, a pesar de con este nivel supere al de casi todos los distritos del cono norte (con excepción de Los Olivos).

En lo referente a la tipología de las enfermedades que aquejan a la población de San Martín de Porres, se presenta la relación de las 20 primeras causas de morbilidad detectadas para toda la población de Lima Norte para los años 2006 y 2007 (ver *Tabla N° 19*). Allí se aprecia con claridad que son las infecciones respiratorias agudas las enfermedades más recurrentes de la población de todo el cono norte, que representan más del 25% de los casos. Les siguen en importancia las afecciones dentales o periodontales y las enfermedades de la piel y del tejido subcutáneo.

Con respecto a la desnutrición crónica en niños y niñas menores de 5 años (período crucial en la vida de las personas, por cuanto en aquella etapa se determinan las capacidades físicas, cognitivas y emocionales personales), San Martín de Porres presenta un significativo índice de 4.30%, ligeramente más bajo del promedio de la provincia de Lima (4.60%), pero inferior al obtenido por el distrito de Los Olivos (3.80%).

Tabla N° 19: Lima Norte: 20 primeras causas de Morbilidad: 2006-2007

Lista de Morbilidad	Casos		%	
	2006	2007	2006	2007
infecciones de vías respiratorias agudas	493 920	477 349	<b>26.31</b>	25.36
Afecciones dentales o periodontales	165 352	161 347	8,81	8,57
Enfermedad de la piel y del tejido subcutáneo	99 391	94 361	5,29	5,01
Otras enfermedades del aparato respiratorias	84 205	93 096	4,48	4,95
Enfermedades del sistema osteomuscular y del tejido conjuntivo	78 361	83 715	4,17	4,45
Enfermedades de otras partes del aparato digestivo	76 194	79 619	4,06	4,23
Enfermedades infecciosas intestinales	78 406	71 771	4,18	3,81
Enfermedades de los órganos genitales femeninos	71 517	69	3,81	3,71
Trastornos mentales y del comportamiento	60 839	866	3,24	3,41
Enfermedades del aparato urinario	54 723	53 571	2,91	2,85
Otras enfermedades infecciosas, parasitarias y secuelas infecciosas y parasitarias	48 623	47 774	2,59	2,54
Trastornos del ojo y sus anexos	44 252	46 587	2,36	2,48
Infecciones de transmisión sexual	39 908	36 482	2,13	1,94
Enfermedades de las glándulas endocrinas y metabólicas	28 390	33 603	1,51	1,79
Enfermedades de las vías respiratorias superiores	32 239	33 265	1,72	1,77
Enfermedades del oído y del apófisis mastoides	31 644	31 392	1,69	1,67
Deficiencias de la nutrición	36 689	30 936	1,95	1,64
Enfermedades de la sangre de los órganos hematopoyéticos y de la inmunidad	25 171	26 379	1,34	1,40
Enfermedades del sistema nervioso	23 727	26 146	1,26	1,39
Enfermedad hipertensiva	23 327	25 833	1,24	1,37
Otras enfermedades	280 612	294 724	14,95	15,66
<b>TOTAL</b>	<b>1 877 490</b>	<b>1 882 065</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Fuente: Disa V – Lima Ciudad

En cuanto a infraestructura de salud, el Distrito de San Martín de Porres cuenta con los siguientes establecimientos, tanto públicos como privados:

- ✓ 6 hospitales o clínicas (2 públicos y 4 privados).
- ✓ 35 centros de salud (11 públicos y 24 privados).
- ✓ 10 puestos de salud (todos públicos).
- ✓ 141 consultorios médicos (3 públicos y 138 privados).
- ✓ 138 consultorios odontológicos (1 público y 137 privados).
- ✓ 3 casas de reposo o asilo (todos privados).
- ✓ 678 farmacias (16 públicas y 662 privadas).
- ✓ 333 boticas (todas privadas).

Tabla N° 20: Distrito De San Martín De Porres: Establecimientos De Salud Del Minsa (Año 2011)

Tipo	Categoría	Denominación
Puesto De Salud	Puesto De Salud Con Médico	P.S. "AMAKELLA"
		P.S. "CERRO CANDELA"
		P.S. "CERRO LA REGLA"
		P.S. "CONDEVILLA"
		P.S. "MESA REDONDA"
Centro De Salud	Centro De Salud Sin Internamiento	C.S. "EX FUNDO NARANJAL"
		C.S. "GUSTAVO LANATTA"
		C.S. "LOS LIBERTADORES"
		C.S. "MÉXICO"
		C.S. "PERÚ III ZONA"
		C.S. "PERÚ IV ZONA"
		C.S. "SAN JUAN DE SALINAS"
		C.S. "SAN MARTÍN DE PORRES"
Hospital	Hospital	C.S. "VALDIVIESO"
		C.S. "VIRGEN DEL PILAR"
Hospital	Hospital	HOSPITAL NACIONAL "CAYETANO HEREDIA"
Instituto Especializado	Instituto Especializado	INSTITUTO ESPECIALIZADO DE SALUD MENTAL "HONORIO DELGADO – HIDEYO NOGUCHI".

Fuente: Ministerio De Salud (MINSA). Dirección Ejecutiva De Estadística E Informática.

#### 4.7. ACTIVIDADES ECONÓMICAS

De acuerdo a los resultados obtenidos del Censo Económico 2008 por el INEI, en el distrito de San Martín de Porres operan aproximadamente 20 mil establecimientos que realizan actividades económicas

En cuanto a sus características generales, pasamos a describirlas:

- Las actividades comerciales son, largamente, las más importantes en cuanto a número de establecimientos. Representan el 57.70% del total, lo que demuestra la alta hegemonía del comercio al por mayor y menor dentro del distrito. Siguen en orden de importancia, los servicios de alojamiento y comida (servicios de hospedaje y de expendio de comidas) con el 9.44%, la industria manufacturera (8.28%) y los servicios de información y comunicación (6.32%). Las demás actividades económicas tienen muy poca relevancia en cuanto al número establecimientos.

Tabla N° 21: Distrito De San Martín De Porres: Establecimientos

ACTIVIDAD ECONÓMICA	N°	%
Industrias Manufactureras	1652	8,28
Suministro De Agua, Alcantarillado	20	0,1
Construcción	59	0,3
Comercio Al Por Mayor Y Al Por Menor	11 517	57,7
Transporte Y Almacenamiento	294	1,47
Alojamiento Y Servicio De Comida	1885	9,44
Información Y Comunicación	1 262	6,32
Actividades Financieras Y De Seguros	75	0,38
Actividades Inmobiliarias	44	0,22
Actividades Profesionales, Científicas Y Técnicas	274	1,37
Actividades Administrativas Y Servicios De Apoyo	431	2,16
Enseñanza Privada	593	2,97
Servicios Sociales Relacionados Con La Salud Humana	372	1,86
Artes, Entretenimiento Y Recreación	133	0,67
Otras Actividades De Servicios	1350	6,76
<b>Total</b>	<b>19 961</b>	<b>100</b>

#### **4.8. GESTIÓN MUNICIPAL**

Dentro de la gestión Municipal La Municipalidad de San Martín de Porres dentro del marco de su política de gobierno ha realizado una serie de medidas para cumplir objetivos estratégicos a corto y mediano plazo con el fin de mejorar el entorno y calidad de vida de la población, esto a través de programas y proyectos educativos tales como proyectos de educación infantil y juvenil, programas de desarrollo económico en poblaciones pobres, programas de recuperación de áreas verdes, entre otros.

Los Programas se establecen por cada objetivo estratégico, considerando los proyectos y actividades que los componen. Estos programas, proyectos y actividades se establecen contemplando el cronograma de realización del período de planeamiento. Asimismo, cada proyecto o actividad presenta un presupuesto respectivo y se identifica con un órgano responsable, dentro de la MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN MARTIN DE PORRES, de su realización. Esto independientemente sea el actual gobierno político, en la actualidad el Señor Adolfo Mattos tomó el cargo de Alcalde durante el periodo de 2015 al 2018. Dentro del ámbito social y comercial la Municipalidad de San Martín De Porres ha emprendido una campaña dirigida a la formalización de los comerciantes comprendiendo de que este es un problema social que debe enfrentarse sin violencia, por ello viene realizando coordinaciones con estos conglomerados de comerciantes informales brindándoles capacitación y asesoría promoviendo su formalización y legalización. Así mismo la acción de programas sociales contemplados en planes de desarrollo estratégico se vienen desarrollando, teniendo como beneficiarios directos a la población infantil, adultos mayores y madres gestantes; proporcionado también apoyo a la población Juvenil a través de programas de empleo y capacitaciones.

#### **4.9. ACTIVIDADES INDUSTRIALES**

Dentro de las actividades industriales específicas que se realizan en el distrito de San Martín de Porres, destaca especialmente la panadería pastelería (37% de los establecimientos industriales); siguen en orden de importancia, la factoría y mecánica menor (18%), las confecciones de prendas de vestir (17%) y la carpintería (11%).

Tabla N° 22: Tipos de establecimientos industriales (año 2008)

ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES	%
Panadería y pastelería	37
Factoría y Mecánica	18
Prendas de Vestir	17
Carpintería	11
otros	17

Fuente: OSEL Lima Norte, Directorio de Unidades Económicas en Establecimientos, 2008.

#### 4.10. CONTEXTO TERRITORIAL-AMBIENTAL DEL DISTRITO

##### 4.10.1. La Problemática Del Acondicionamiento territorial Y El Desarrollo Urbano En Lima Metropolitana.

El Distrito de San Martín de Porres, como la mayoría de distritos de la provincia de Lima, carece de un Plan Urbano Distrital (PUD), por lo cual sólo existen normas reguladoras generales para la regulación de su territorio distrital y desarrollo urbano que se remiten a su zonificación de los usos de sus suelos y al establecimiento de “parámetros urbanísticos”, los cuales han sido establecidos por la Municipalidad Metropolitana de Lima a través de la Ordenanza N° 1015-MML, dada el 20 abril del 2007.

##### 4.10.2. Caracterización General Del Distrito.

- Al distrito de San Martín de Porres se le puede considerar un distrito consolidado como urbano, cuyos terrenos agrícolas casi en su totalidad se han convertido en urbanizaciones y asentamientos como áreas urbanas de expansión (*ver figura N° 7*). Está asentado entre el margen derecho del río Rímac y a la izquierda del río Chillón.
- Su superficie original en el momento de su creación era de 94 Km<sup>2</sup>, siendo la actual de 41,5 Km<sup>2</sup>. Los hechos que permitieron la reducción de su territorio se remontan a la dación de la norma que posibilitó la ampliación de límites del Callao (mediante Ley

Oquendo, Taboada, San Agustín y Bocanegra, lo que ocasionó que el distrito se quedara sin mar.

- Luego, con fecha 04 de Abril 1989, mediante Ley N° 25017, se crea el Distrito de Los Olivos con territorio exclusivamente del Distrito San Martín de Porres y sin afectar a los distritos colindantes; perdiendo así en este segundo recorte 18.5 Km<sup>2</sup>, además de generarse con ello problemas limítrofes con los Distritos de Independencia y Comas. Al crearse el Distrito de Los Olivos sólo podía tener un área máxima de 13 Km<sup>2</sup> y no de 18,5 Km<sup>2</sup>, por lo cual se ha sobrepasado su territorio en 5,5 Km<sup>2</sup> contraviniendo el Decreto Supremo N° 041-82-PCM e incluso sin haberse previsto, como es usual en estos casos, la transferencia del personal municipal en la misma proporción de las rentas que se dejaban de percibir por dicho concepto.
- En la actualidad, el distrito de San Martín de Porres se encuentra dividido, de acuerdo al sistema catastral en proceso de implementación, en 06 zonas con 54 sectores catastrales, de acuerdo con el Proyecto de Implementación Catastral en proceso de ejecución.

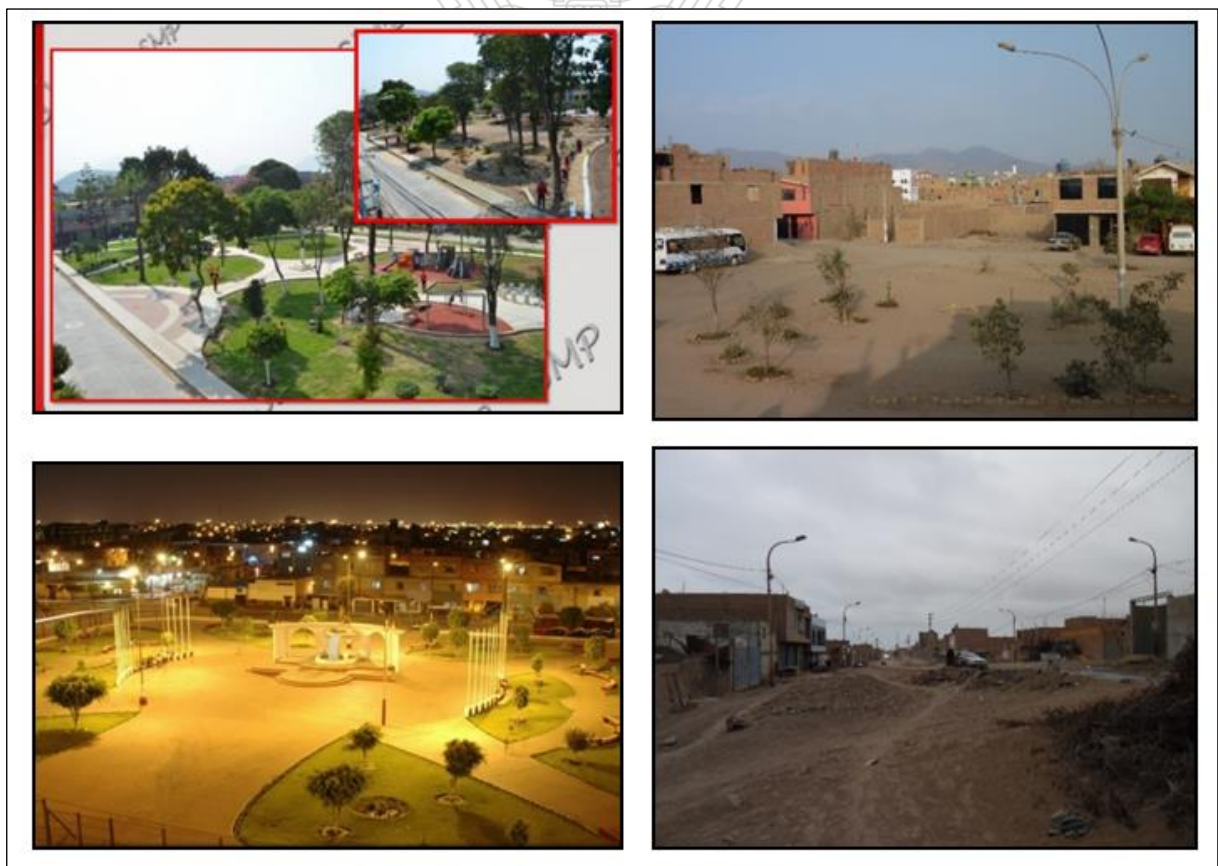
#### **4.10.3. Caracterización Ambiental Del Distrito.**

- El clima del Distrito San Martín de Porres tiene similares características que el de Lima Metropolitana, es decir, es un clima templado y húmedo. La temperatura promedio anual es de 18,5 a 19°C, con un máximo estival anual de unos 29°C. Los veranos, de diciembre a abril, tienen temperaturas que oscilan entre 28 y 21°C. Los inviernos van de junio a mitades de septiembre con temperaturas que oscilan entre 19 y 12°C. Los meses de primavera y otoño (septiembre, octubre y mayo) tienen temperaturas templadas que oscilan entre los 17° y 23°C.
- Litológicamente, el subsuelo del Distrito San Martín de Porres se encuentra constituido por conglomerados de gravas y arenas mediante compactos con algunos lentes arenosos. La porosidad y permeabilidad de algunos niveles permite la existencia de mapas acuíferos, aguas subterráneas que son extraídas mediante pozos.

*Reducción Del Polvo Atmosférico Sedimentable A Través De Ficus Benjamina Y Salix Humboldtiana En El Distrito De San Martin De Porres.*

- El Distrito de San Martín de Porres forma parte de la cuenca del río Rímac, se ubica en la margen izquierda del río Chillón y margen derecho del río Rímac y presenta características de valle agrícola y la napa freática se encuentra a 2 m., en promedio en las zonas más próximas a la faja marginal del río Chillón.
- Se estima que alrededor del 35 % del área del distrito no posee asfaltado, asentándose sobre estas, áreas urbanas y asentamientos humanos (ver figura N° 8).

Figura N° 7: Contraste de Zonas asfaltadas y no asfaltadas en el distrito



Fuente: Propia

Figura N° 8: Ausencia y carencia de asfaltado- Colindante a Avenida de Canta Callao



Fuente: Propia

#### **4.10.4. La Sismicidad Y Los Riesgos De Vulnerabilidad Del Distrito.**

- El territorio de San Martín de Porres se encuentra ubicado según los tipos de zonas sísmicas entre las zonas I y II, es decir entre los niveles inferiores de peligro (bajo y medio).
- Cuando la evaluación de los riesgos toma en consideración los factores de densidad poblacional, materiales de construcción, tipología constructiva, estado de conservación y altura de las viviendas, el grado de vulnerabilidad del distrito de San Martín de Porres es marcadamente diferente al señalado anteriormente. En este caso, el distrito está catalogado como de alto riesgo, lo que se interpreta que presentaría una alta vulnerabilidad ante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud.
- El alto riesgo que presenta el Distrito de San Martín de Porres por las carencias constructivas de muchas de sus viviendas, amerita tomar acciones inmediatas y mediatas que permitan revertir tal grado de vulnerabilidad.

dos ríos que cruzan el distrito (Chillón y Rímac), situación por la cual la Municipalidad Distrital viene ejecutando importantes acciones que se traducen en la limpieza y descolmatación de estos ríos y proyectos de defensas ribereñas, que en los próximos años deben replicarse.

#### **4.10.5. Caracterización Del Uso Del Suelo En El Distrito.**

- Según la Ordenanza N° 620-MML, “ORDENANZA REGLAMENTARIA DEL PROCESO DE APROBACIÓN DEL PLAN METROPOLITANO DE ACONDICIONAMIENTO TERRITORIAL Y DESARROLLO URBANO DE LIMA, DE LOS PLANES URBANOS DISTRITALES Y DE ACTUALIZACIÓN DE LA ZONIFICACIÓN DE LOS USOS DEL SUELO DE LIMA METROPOLITANA”, El Distrito de San Martín de Porres se encuentra ubicado en el Área de Tratamiento I, conjuntamente con los distritos de Carabayllo, Puente Piedra, Comas, Los Olivos, Independencia, El Agustino, San Juan de Lurigancho, Santa Anita, San Juan de Miraflores, Villa María del Triunfo, Villa El Salvador y parte de los distritos de Rímac, Cercado de Lima y Ate.
- La caracterización del uso del suelo tanto de San Martín de Porres como de los demás distritos ubicados en el Área I, es la siguiente:
  - ✓ Zona en donde prevalecen urbanizaciones y asentamientos humanos.
  - ✓ El uso residencial es de densidad media.
  - ✓ Existe complementariedad del uso residencial con usos comerciales, equipamiento urbano y talleres.
  - ✓ En la zona existen ejes viables con mayor intensidad de uso comercial y de pequeña industria.
  - ✓ Los lotes predominantes son de dimensiones menores a 150 m<sup>2</sup>.
  - ✓ Los asentamientos humanos se localizan en laderas de pendiente pronunciada con lotes menores a 120 m<sup>2</sup> con los consiguientes problemas de estabilidad de suelos y riesgos.

#### **4.10.6. Organización Territorial Y Características Básicas.**

- En la actualidad, el distrito de San Martín de Porres se encuentra dividido, de acuerdo al sistema catastral en proceso de implementación, en 06 zonas o unidades territoriales con 22 sectores que comprenden las siguientes áreas urbanas:
  - ✓ Centros poblados : 01
  - ✓ Centros urbanos informales : 80
  - ✓ Urbanizaciones : 148
  - ✓ Asociaciones de vivienda y cooperativas : 465
  - ✓ Pueblos jóvenes y asentamientos humanos : 61

#### **4.10.7. Zonificación De Los Usos Del Suelo**

- La zonificación establecida por la Ordenanza N° 1015-MML, establece los siguientes lineamientos de política:
  - ✓ Mayor complementariedad del uso residencial con otras actividades urbanas.
  - ✓ Mayores alturas y densidades en función del tamaño de los lotes y de la factibilidad de servicios.
  - ✓ Mayores alturas y compatibilidad de uso en vías del sistema vial metropolitano.
  - ✓ En zonas de laderas, restricción de alturas de edificación y regulación en la compatibilidad de uso, considerando la seguridad física.
  - ✓ En función de estos lineamientos de políticas de zonificación, la Municipalidad Metropolitana de Lima ha establecido un conjunto de parámetros urbanísticos que deben ser aplicados en el distrito de San Martín de Porres.

#### **4.10.8. Catastro Urbano Distrital**

- A pesar de su significativa importancia, El Distrito de San Martín de Porres no cuenta en la actualidad con su catastro urbano consolidado o debidamente implementado, constituyéndose por ello en uno de los pocos distritos limeños que carece de este importante instrumento; en Lima Norte, conjuntamente con Santa Rosa son los únicos

- En el año 2008 comenzó el proceso de implementación del catastro urbano en el Distrito de San Martín de Porres, habiéndose ejecutado hasta junio del 2012, aproximadamente el 61.2% de las 150 mil unidades catastrales estimadas, es decir se han registrado algo más de 91,800 unidades. Se debe tener presente que se denomina “unidad catastral” a la unidad mínima de registro para efectos catastrales, que cuentan con una definición física, legal y con un uso diferenciado.
- De lo anterior se deduce que son aproximadamente 58,200 unidades catastrales que aún no se registran mayormente por carencias de su saneamiento físico legal, problema álgido que presenta el distrito, a pesar de los esfuerzos realizados en los últimos años

#### **4.10.9. Características De Las Viviendas Particulares Del Distrito Y De Sus Servicios Básicos.**

- **Tipo De Vivienda.-** La gran mayoría de familias que residen en San Martín de Porres, habitan en casas independientes (84.2% de las viviendas); en este indicador, este distrito tiene un porcentaje más alto del obtenido para toda la provincia de Lima. Sin embargo, si se compara con los demás distritos de Lima Norte, San Martín de Porres es uno de los que más bajo porcentaje obtiene; sólo supera a Ancón y Los Olivos.
- **Tenencia De La Vivienda.-** La mayoría de la población distrital posee sus viviendas propias (el 65.1% del total de viviendas particulares); de este porcentaje, 58.9% se encuentran totalmente pagadas y sólo 6.2% se encuentran pagándolas a plazos. Estos indicadores son ligeramente mejores a los obtenidos para toda la provincia de Lima (en donde se acredita que el 65.5% de las viviendas son propias y el 58.6% se encuentran totalmente pagadas). Sin embargo, existe un significativo porcentaje de viviendas que se encuentran alquiladas (más del 25% del total de las viviendas particulares), uno de los 2 porcentajes más altos de todos los distritos de Lima Norte (le sigue en mayor porcentaje a Los Olivos, que presenta un 29.6%).

• **Material Predominante En Las Paredes.-** Un altísimo porcentaje de viviendas del distrito (92.9%); tienen como material componente de sus paredes ladrillo o bloque de

Tesis publicada con autorización del autor  
No olvide citar esta tesis

UNFV

cemento, nivel marcadamente superior al de toda la provincia (82.8%) y de todos los demás distritos de Lima Norte.

- **Material Predominante En Pisos.-** El 58.1% de las viviendas del distrito tienen como material predominante en sus pisos el cemento, nivel superior al de toda la provincia (51.1%). Sin embargo, dentro de Lima Norte, es uno de los distritos con menor porcentaje en el empleo de este material: sólo supera a Carabayllo, Puente Piedra y Los Olivos.
- También se aprecia que existen importantes porcentajes de viviendas que cuentan en sus pisos con materiales de mayor calidad (26% con losetas o terrazos y 5.3% con parquet o madera pulida); en ello sólo es superado por Los Olivos, dentro de Lima Norte.
- **Abastecimiento De Agua.-** El 80.1% de las viviendas del distrito cuentan con abastecimiento de agua (a través de red pública dentro de la vivienda). Ello evidencia un déficit de aproximadamente 20% de viviendas que no cuentan con este precisado abastecimiento, brecha negativa más alta que la que registran Los Olivos, Independencia y Comas, pero más reducida que los demás distritos de Lima Norte.
- **Conexión De Servicios Higiénicos.-** En este rubro, tan igual como en el caso del abastecimiento del agua, el 80.1% de las viviendas cuentan con red pública. En otros términos, aproximadamente el 20% de las viviendas del distrito no cuentan con servicio higiénico propio, es decir, servicios conectados en el interior de las viviendas a través de un sistema de red pública. También aquí se evidencia que las carencias del Distrito San Martín de Porres son mayores que las de Los Olivos y Comas.
- **Tipo De Alumbrado En Vivienda.-** El 98.1% de las viviendas del distrito cuentan con servicio de electricidad, apreciándose que en este rubro supera lo registrado a nivel provincial y por casi todos los distritos de Lima Norte, sólo superado por Los Olivos (99.5%).

- Un aspecto de suma importancia a mencionar en cuanto a las características de las viviendas del Distrito de San Martín de Porres, es aquel referido a la tecnología constructiva empleada en las edificaciones, así como su estado de conservación, altura, entre otras características constructivas. Al respecto, y como lo mencionamos al tratar sobre sismicidad, existe un gran número de viviendas que adolecen de serias limitaciones en este aspecto que las expone a un alto riesgo de vulnerabilidad ante un sismo de significativa magnitud. Por ello es urgente la realización de un diagnóstico situacional especializado sobre el particular, con el objeto de implementar un conjunto de medidas que permitan solucionar estas carencias y reducir así los altos riesgos de ocurrencia de infaustos sucesos.

#### **4.10.10. La Gestión De Residuos Sólidos**

- El Distrito de San Martín de Porres conjuntamente con San Juan de Lurigancho son los dos distritos de mayor generación de residuos sólidos no sólo de Lima y Callao, sino de todo el Perú. San Martín de Porres genera alrededor de 467 toneladas diarias de residuos sólidos, de las cuales la MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN MARTÍN DE PORRES erradica aproximadamente 420, lo que implica una brecha negativa del 10%. Estas 47 toneladas diarias no recolectadas, son distribuidas en material segregado y reciclado que no llega a los rellenos sanitarios, sino que son comercializados y rehusados tanto por los pobladores como por los recicladores formales del Programa de Segregación en la Fuente implementado por la M.D. de San Martín de Porres; asimismo los residuos orgánicos de los restaurantes mercados (restos de comidas, frutas, verduras, etc.) son entregados directamente a los recicladores para alimento de animales.
- En el caso del barrido de calles, que incluye a las avenidas, las estadísticas nos demuestran que, a pesar de que en estos últimos años se ha incrementado de manera considerable este servicio municipal, todavía su cobertura es escasa; sólo cubre el 46%. Ello se debe fundamentalmente a que aún existe un importante porcentaje de calles en el distrito que no se encuentran totalmente asfaltadas.

#### 4.10.11. La Conservación De Áreas Verdes

- Del total de 2.126.695 m<sup>2</sup> de áreas verdes registrado en el año 2011, el 73% corresponden a los 473 parques que existen en el distrito y el saldo de 27% a las bermas centrales de calles y avenidas.
- Si comparamos el número de m<sup>2</sup> de áreas verdes con el total de población distrital (de 646 191 habitantes para el año 2011, para que pueda ser válida la comparación), San Martin de Porres registraba un radio de 3,29 m<sup>2</sup> /habitante, marcadamente distante del estándar establecido por la Municipalidad Metropolitana de Lima (8m<sup>2</sup> /habitante) y mucho más por debajo de lo recomendado por la OMS de 16 m<sup>2</sup> /habitante.
- De esta manera se establece que en el Área de estudio la ausencia y carencia de áreas verdes es una situación negativa para el bienestar de la población (ver *Figura N° 9*).

Tabla N° 23: Evolución de Áreas Verdes en San Martin de Porres

Años	Total de Áreas Verdes (m <sup>2</sup> )
2007	2 131 837
2009	2 079 576
2011	2 126 695

Fuente: Municipalidad Distrital de San Martin de Porres

Figura N° 9: Ausencia de áreas verdes en el Distrito- localidad de Chuquitanta.



#### **4.10.12. Contaminación atmosférica**

En el distrito de San Martín de Porres perteneciente a la zona norte de la ciudad de Lima metropolitana, posee información y estadísticas del estado de la calidad del aire, basados en estudios y monitoreos realizados por La Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) y el Ministerio de Salud (MINSA) integralmente en la zona Norte de la ciudad de Lima así como en las zonas sur, este y oeste. Basándose en dicha información es posible conocer el estado actual de la calidad del aire en el distrito. Pudiendo señalar lo siguiente:

- ✓ El principal problema de contaminación atmosférica en el Área Metropolitana Lima Callao, es la alta concentración de Material Particulado en Suspensión con su componente menor a 10 micras (PM10), siendo las zonas críticas el Centro, Norte, Noreste y Este de la ciudad.
- ✓ Comparando los valores de PM10 obtenidos en los diferentes estudios realizados, con los valores establecidos en el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire, se puede observar que los valores registrados en Lima-Callao, son superiores a los estándares establecidos como norma nacional, llegando inclusive a superar estos valores a los estándares de tránsito, en las Zonas: Centro, Norte y Este de la ciudad de Lima.
- ✓ De acuerdo a los resultados obtenidos por instituciones como el DIGESA Y EL MINSA, el principal problema de contaminación del aire en el Área Metropolitana Lima-Callao es la excesiva presencia de material particulado en suspensión, siendo las áreas más contaminadas las ubicadas en los Conos: Norte, Noreste, Centro y Este de la Ciudad de Lima; presentándose una mayor contaminación durante los meses de verano. Los contaminantes son arrastrados por acción de los vientos hacia el Norte y Este de la Cuenca Atmosférica Lima-Callao, siguiendo claramente el patrón de vientos dominantes en la ciudad.

Tabla N° 24: Partículas Totales en Suspensión (PTS) –  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en Lima Metropolitana

ZONA	2000	2001	2002	2003	2004	EPA(anual) *
Zona Este	173,81	140,35	172,07	236,90	181,27	75,00
Zona Sur	173,19	166,15	150,19	189,38	173,69	75,00
Zona Norte	249,56	216,65	219,08	---	196,58	75,00
Zona Centro	209,62	204,11	N.R.	203,00	175,00	75,00
Zona Callao	88,74	69,76	N.R.	137,15	68,80	75,00

Fuente: DIGESA (\*) Estándar –EPA-USA

En las estaciones de muestreo ubicados en Lima Este, Lima Sur, Lima Norte y Lima Ciudad (CONACO), las concentraciones promedio anuales en los años 2000, 2001 (excepto Callao), 2002 y 2003 exceden el Estándar de la Agencia de Protección Ambiental - EPA ( $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$  anual).

Tabla N° 25: PM 2,5 –  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en Lima Metropolitana

ZONA	2001	2002	2003	2004	ECA(anual) *
ZONA ESTE	43,67	36,25	47,6	54,83	15,00
ZONA SUR	37,16	40,99	41,4	37,06	15,00
ZONA NORTE	60,74	49,13	53,27	65,45	15,00
ZONA CENTRO	80,18	NR	89,31	65,00	15,00
ZONA CALLAO	25,44	18,06	---	---	15,00

Fuente: DIGESA (\*) ECA–Aire Perú

Las concentraciones promedio anuales en los años 2001-2002, en las estaciones Lima Norte, Lima Sur, Lima Este, Lima Ciudad (CONACO), Callao; están superando el valor referencial del Estándar Nacional de Calidad del Aire ECA.

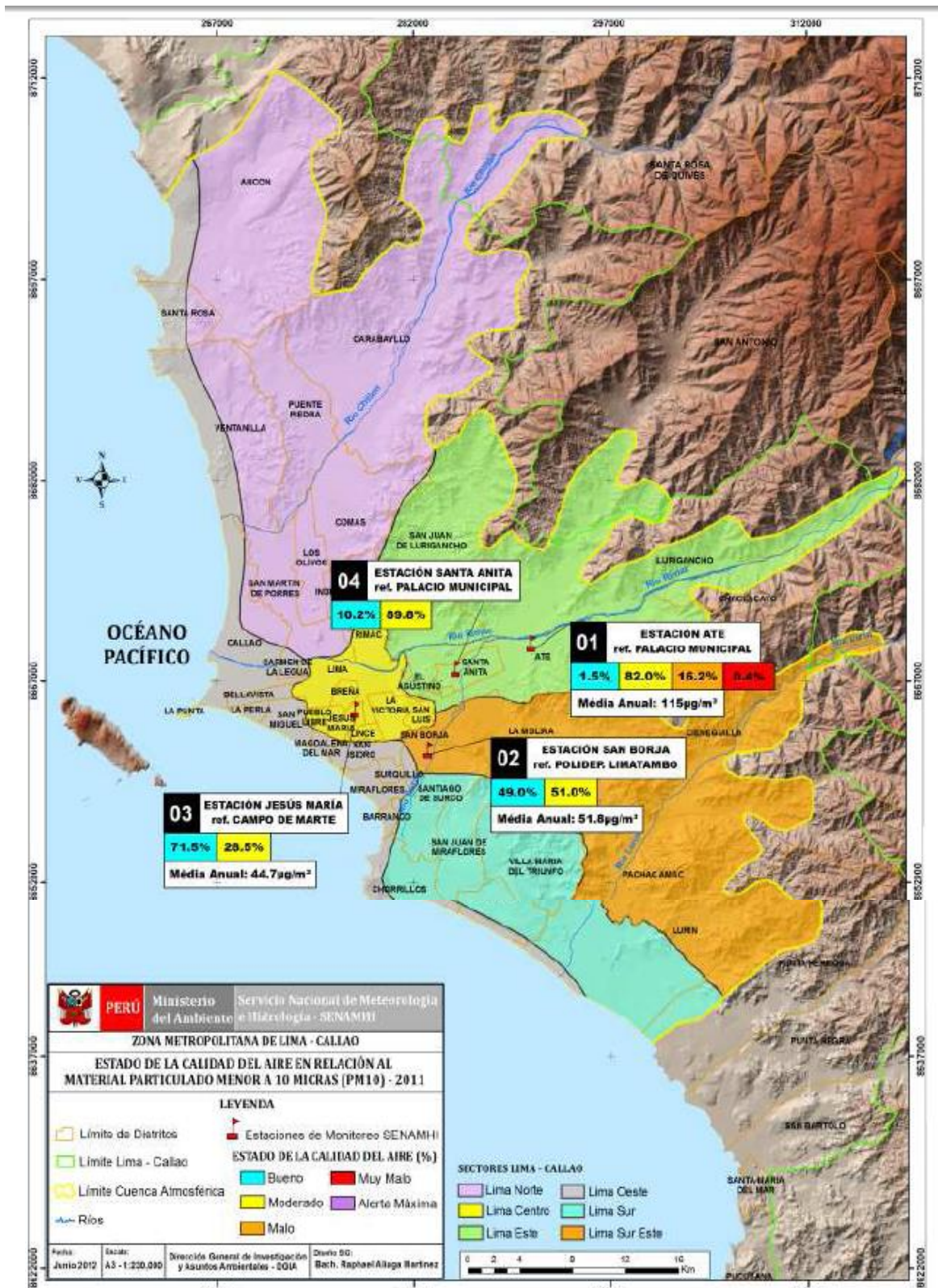
La principal fuente de contaminación del aire en el Área Metropolitana Lima-Callao es el parque automotor. Se estima que en la ciudad circulan alrededor de 825 000 (al 2002) vehículos con una antigüedad promedio de 16 años, los que son responsables de un 70 a 80% de las emisiones totales de contaminantes al aire. El crecimiento del parque automotor es aproximadamente 7% anual, siendo la mayor parte vehículos importados de segundo uso. Asimismo, es importante resaltar que en los últimos 3 años el 65% de los vehículos que ingresaron al parque automotor utilizan combustible diésel 2, lo cual aunado a la falta de mantenimiento de los vehículos y a la falta de Revisiones Técnicas obligatorias por parte del Estado, permiten una mayor emisión de contaminantes, siendo el material particulado el principal componente.

Tabla N° 26: Estimación de las emisiones del parque automotor de Lima-Callao del año 2010

Categorías	Porcentaje de emisiones (%)					
	PTS	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	Plomo	COV
Automóviles y vehículos familiares	5	4	6	13	31	21
Taxis y moto-taxis	16	12	21	68	51	46
Camionetas, rural y panel	21	19	11	13	16	16
Camiones, buses y remolcadores	58	65	62	6	2	17
Emisiones (toneladas/año)	6,205	11,261	70,501	329,814	203	72,512

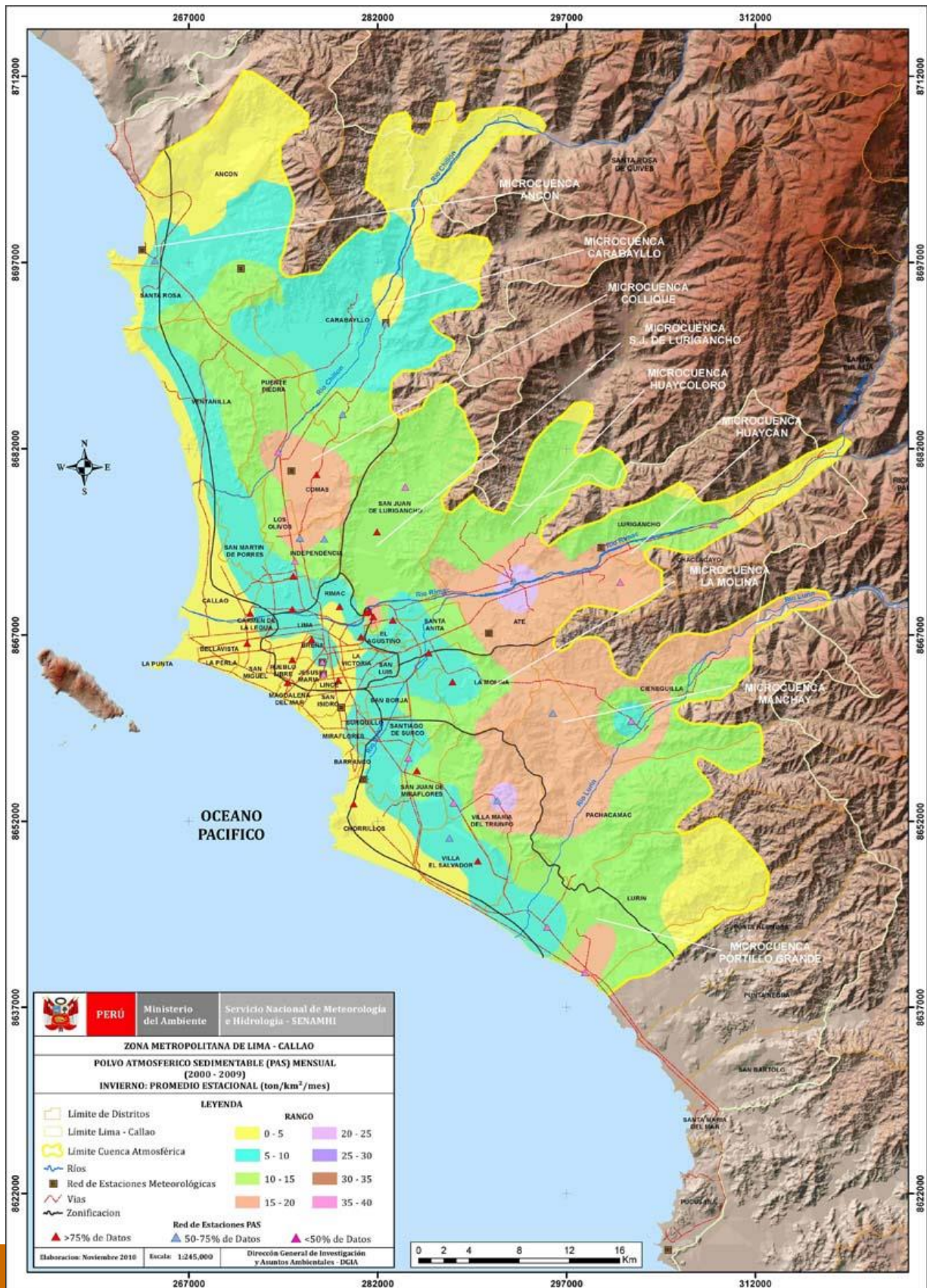
Fuente: (Korc, Figari, Bravo, Pareja, 2009)

Mapa N° 3: Estado de la calidad del aire en relación al PM10 En LIMA-CALLAO 2011



Fuente: Senamhi

Mapa N° 4: Mapa de Polvo Atmosférico Sedimentable en Lima Metropolitana (2000-2009)



Así mismo La contaminación del aire en el distrito excede los límites establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS), cuyo mínimo nivel referencial permisible de PAS es de 5 tn/km<sup>2</sup>/mes (ver *Tabla N° 27*). Este contaminante es generado principalmente por la industria de la construcción, mala disposición de residuos sólidos, pistas deterioradas o sin pavimento, desgaste de llantas y frenos de los vehículos, actividades comerciales y actividades de limpieza pública.

Por otro lado el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) en sus monitoreos realizados indica una concentración entre 5 a 10 Toneladas/km<sup>2</sup>/Mes de Polvo Atmosférico sedimentable en el Distrito de San Martín de Porres, considerando que estos valores son extrapolaciones, al no haber estaciones de muestreo dentro del Distrito ver (*Mapa N° 4*).

Tabla N° 27: Concentración de polvo atmosférico sedimentable del Distrito de San Martín de Porres

<b>Concentración de polvo atmosférico sedimentable del Distrito de San Martín de Porres</b>	
<b>Años</b>	<b>Toneladas/km<sup>2</sup>/Mes</b>
2006	8,5
2007	9
2008	10,7

Fuente: Municipalidad de San Martín de Porres, plan Distrital de Manejo de Residuos Sólidos

#### **4.10.13. Baños Públicos.**

- San Martín de Porres no cuenta con ningún baño público, constituyéndose por ello en el distrito de Lima Norte, conjuntamente con Carabaylo, que padece el mayor déficit de todo Lima. Incluso en San Martín de Porres la situación es de mayor gravedad dada su densidad poblacional y el gran flujo peatonal que se registra en sus principales avenidas y calles.

#### **4.10.14. Servicios De Comunicación**

- El Distrito de San Martín de Porres cuenta con un importante número de servicios de comunicación que lo caracteriza, con alguna ligera excepción, como el distrito que mayor infraestructura de servicios de este tipo tiene en Lima Norte. Según estadísticas del Registro Nacional de Municipalidades 2011 (RENAMU 2011), San Martín de Porres cuenta con los siguientes servicios de comunicación:
  - 724 cabinas públicas de internet.
  - 28 oficinas de correo.
  - 613 centros comunitarios telefónicos y/o locutorios.

#### **4.10.15. Sistema Vial**

- En toda la provincia de Lima la red vial alcanza en total 3,198.09 km de longitud. San Martín de Porres es uno de los pocos distritos de Lima que concentra los cuatro tipos de vías metropolitanas en su territorio. Participa con el 4.27% del total de la red vial de Lima, con una longitud de 136.71 Km. Sus mayores vías, por longitud, son las locales, siguiéndoles las colectoras, las arteriales y las vías expresas.
- Es importante mencionar que, de acuerdo al artículo 7° de la Ordenanza N° 341-MML, “la Municipalidad Metropolitana de Lima tiene a su cargo la ejecución, el mantenimiento, rehabilitación, remodelación, señalización horizontal y vertical, semaforización, ornato, publicidad y mobiliario urbano de las Vías Expresas, Arteriales y Colectoras del Sistema Vial Metropolitano (como las arriba mencionadas). Las Municipalidades Distritales pueden también realizar las obras y acciones indicadas, previa delegación y/o autorización de la Municipalidad Metropolitana de Lima”. En tal sentido el Distrito de San Martín de Porres posee un sistema Vial a lo largo de todos sus sectores (*ver Anexo N° 1*)

## **CAPITULO V: RESULTADOS**

### **5.1. DIAGNOSTICO SOCIO AMBIENTAL DEL DISTRITO**

Dentro de los aspectos más importantes del diagnóstico socio ambiental del distrito de San Martín de Porres se obtuvieron los siguientes resultados:

#### **5.1.1. Población**

En base a información recolectada por el instituto nacional de estadística e información (INEI) que la población para el año 2007 fue de 579 561 habitantes en el distrito de San Martín de Porres, y estimando una población total en el distrito de 700 178 habitantes para el año 2015 y 774 315 habitantes para el 2021. Siendo de esta manera el segundo distrito más poblado de la provincia de Lima, de esta manera la población afectada por los contaminantes atmosféricos como el material particulado en este distrito tiende a incrementarse, pudiendo incrementarse el efecto debido a los procesos de expansión urbana.

#### **5.1.2. Componente urbano**

- **Características De Los Hogares**

Se evidencia en la mayoría de los hogares que poseen características similares a los distritos ubicados en el sector Lima Norte, referente al uso de Servicios de Telefonía y acceso a información, registrando una leve diferencia en estos aspectos con el distrito de los Olivos.

- **Condiciones del territorio urbano**

Alrededor del 35 % del área del distrito no cuenta con asfaltado debido a la ausencia de servicios básicos así como la problemática legal relacionada a la propiedad de inmuebles, siendo áreas que se encuentran en proceso de urbanización y expansión como es el caso de Chuquitanta, San Diego, Oquendo y sus colindantes.

- **Servicios básicos**

Existe un porcentaje de alrededor de 20 % del total de viviendas que no poseen el servicio de agua potable y alcantarillado, presentando un déficit mayor de estos servicios en comparación a distritos vecinos.

- **Residuos sólidos**

La generación de Residuos sólidos en el distrito se estima alrededor de 467 toneladas diarias, con un porcentaje de 90 % de recolección, siendo el 10 % restante distribuido en material segregado y reciclado que no llega a los rellenos sanitarios autorizados. Así mismo se tiene en cuenta el servicio de barrido de calles, ya que estas contribuyen a la reducción de la acumulación de polvo atmosférico sedimentable, observándose una cobertura escasa de 46 % en todo el distrito.

- **Áreas verdes**

El porcentaje de áreas verdes en el distrito de San Martín de Porres es otro problema crítico en este distrito al no contar con el requerimiento recomendado por directrices internacionales ni nacionales, presentando el distrito un total de 21,3 Ha para el año 2011 según la MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN MARTIN DE PORRES.

### **5.1.3. Aspectos geográficos**

#### **5.1.3.1. Topografía**

A partir del diagnóstico realizado en la zona de estudio se pudo identificar aspectos que condicionan la alta presencia de Polvo Atmosférico Sedimentable, como es el caso de la topografía, el Distrito de San Martín de Porres posee en su zona norte presencia de cerros o colinas que interactúan activamente con los agentes erosivos como el Viento.

#### **5.1.3.2. Condiciones meteorológicas**

Dentro de las condiciones meteorológicas evaluadas durante el estudio se obtuvieron los siguientes resultados:

Referente a los parámetros de Temperatura, Humedad relativa se observa una similitud en el comportamiento de estos parámetros con respecto al clima presente en la ciudad de Lima con estaciones de invierno y verano bien diferenciadas.

Así mismo El comportamiento de los vientos observados en las estaciones meteorológicas observadas indica que los vientos a nivel de Lima Metropolitana

posee una dirección predominante de SO hacia el NO, esto debido a la influencia de la masa oceánica presente en la costa que modifica las condiciones del viento en esta área.

Así mismo se tiene en cuenta que las velocidades observadas presentan valores máximos de hasta 3,6 m/s con escasas presencia de calmas, por lo que las características del viento en el distrito de San Martin de Porres influyen el comportamiento de la dispersión del polvo atmosférico sedimentable a cortas distancias.

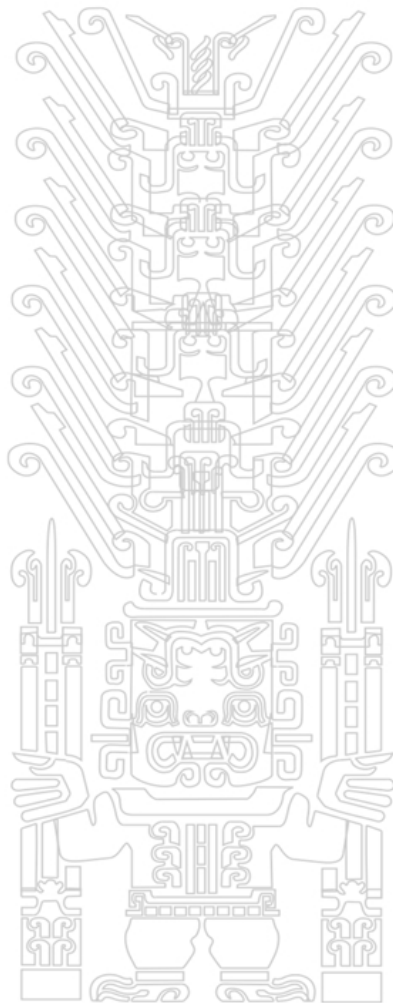
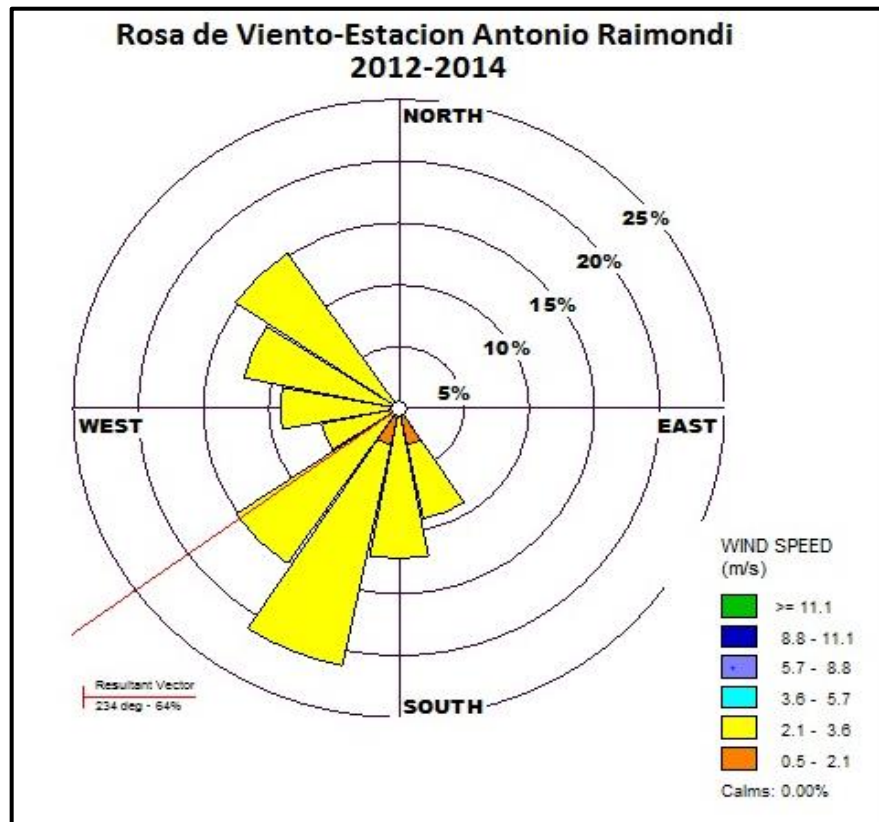
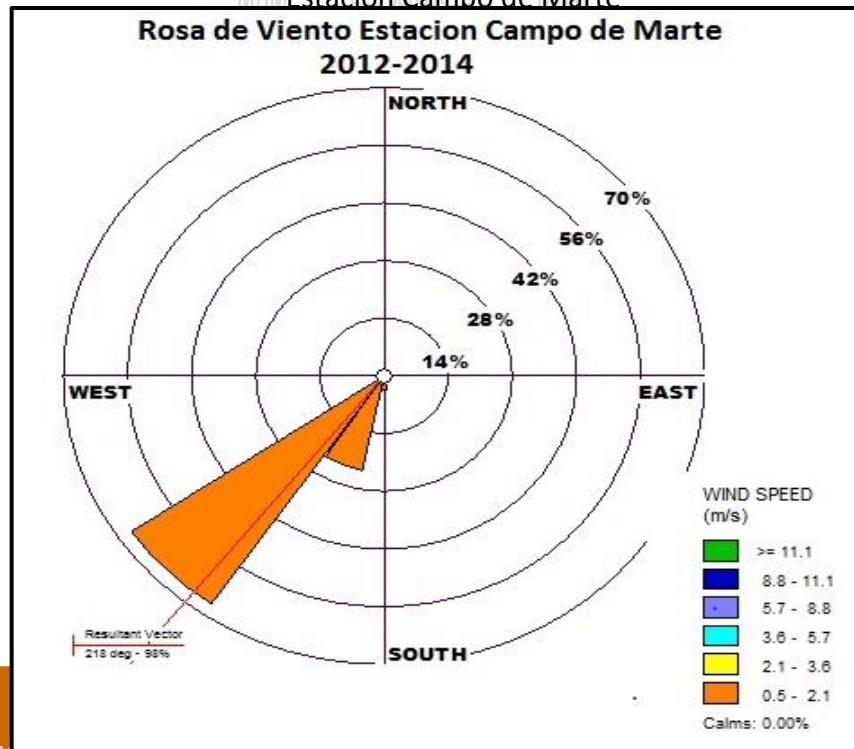


Figura N° 10: Rosa de vientos consolidada periodo 2012-2014- Estacion Antonio Raimondi



Fuente: Elaboracion propia

Figura N° 11: Rosa de vientos consolidada periodo 2012-2014 - Estación Campo de Marte



Fuente: Elaboración propia

## 5.2. DETERMINACIÓN DE POLVO ATMOSFÉRICO SEDIMENTABLE

### 5.2.1. Características de las muestras

Para el presente estudio se realizó un muestreo con un conjunto de 2 tipos de muestras:

Muestra Tipo 1: láminas de Vidrio con solución captadora

Muestra tipo 2: hojas seleccionadas de especies *Ficus benjamina* y *Salix humboldtiana*

Dichas muestras presentaron las siguientes características:

Tabla N° 28: características de las muestras

características	Muestra Tipo 1	Muestra tipo 2	
Fuente	Artificial	biológica	
Matriz	Aire	aire	
Tipo de muestreo	pasivo	pasivo	
Dimensiones	100 cm <sup>2</sup>	Entre 5 a 10 cm <sup>2</sup>	
Tiempo de muestreo	30 días (2013-2014)	30 días (2012)	
Sustancia/Solución captadora	Sustancia anhídrida( Vaselina)	ninguna	
preservante	ninguno	ninguno	
Numero de muestras	57	15	
Ubicación	Distrito de San Martin de Porres	Distrito de San Martin de Porres	
Código de identificación	Ficus :	Prefijo :F	Prefijo :Fb
		Sufijo: Numero de muestra	Sufijo: Numero de muestra
	Sauce:	Prefijo :S	Prefijo :Sb
		Sufijo: Numero de muestra	Sufijo: Numero de muestra

### 5.2.2. Resultados de laboratorio ( Muestra Tipo 1)

Tabla N° 29: Características de muestras tipo 1 (placas)

Código de identificación	Ubicación (UTM)		Peso inicial (gr)	Peso final(gr)	Polvo captado (gr)
	Norte	Este			
<b>F1</b>	8677276	271692	71,4424	71,9645	0,5221
<b>F2</b>	8677320	271697	72,1117	72,613	0,5011
<b>F3</b>	8677304	271840	71,3776	72,0100	0,6324
<b>F4</b>	8677552	271989	72,1256	72,6251	0,4995
<b>F5</b>	8677546	271984	73,0760	73,2496	0,1736
<b>F6</b>	8677646	271982	72,1324	72,6447	0,5123
<b>F7</b>	8677310	271540	71,3962	71,9176	0,5214
<b>F8</b>	8677322	271464	71,7976	72,1088	0,3112
<b>F9</b>	8677286	271435	71,4899	71,7053	0,2154
<b>F10</b>	8677286	271430	71,3864	71,8320	0,4456
<b>F11</b>	8677338	271514	72,0805	73,0132	0,9327
<b>F12</b>	8677326	271494	71,6546	72,0289	0,3743
<b>F13</b>	8677290	271430	71,0910	71,4605	0,3695
<b>F14</b>	8677318	271397	71,4019	71,7902	0,3883
<b>F15</b>	8676297	271923	72,8764	72,9176	0,0412
<b>F16</b>	8679703	273206	73,1355	73,1925	0,0570
<b>F17</b>	8679681	273189	73,5228	73,5372	0,0144
<b>F18</b>	8679767	273220	72,4810	72,5047	0,0237
<b>F19</b>	8675754	272869	73,3861	72,4871	0,5544
<b>F20</b>	8675728	272880	71,3166	71,2958	0,5312
<b>F21</b>	8675702	272852	72,7630	72,7907	0,0277

*Reducción Del Polvo Atmosférico Sedimentable A Través De Ficus Benjamina Y Salix Humboldtiana En El Distrito De San Martin De Porres.*

Código de identificación	Ubicación (UTM)		Peso inicial (gr)	Peso final(gr)	Polvo captado (gr)
	Norte	Este			
<b>F22</b>	8675658	272825	73,1490	73,1979	0,0489
<b>F23</b>	8675578	272759	71,2406	71,4642	0,2236
<b>F24</b>	8676109	273144	72,6553	72,9767	0,3214
<b>F25</b>	8676143	273153	72,1672	72,6814	0,5142
<b>F26</b>	8676245	273123	72,9159	73,4034	0,4875
<b>F27</b>	8676353	273129	72,5891	73,0438	0,4547
<b>F28</b>	8677178	272948	72,5390	73,0513	0,5123
<b>F29</b>	8677167	272881	72,2887	72,8008	0,5121
<b>F30</b>	8680127	273576	72,7898	73,1376	0,3478
<b>F31</b>	8671588	275185	71,5056	71,9179	0,4123
<b>F32</b>	8670385	275679	71,5709	71,6932	0,1223
<b>F33</b>	8670205	275477	71,4988	72,7299	1,2311
<b>F34</b>	8669713	274405	71,2411	72,3555	1,1144
<b>F35</b>	8669561	276295	72,1445	72,6003	0,4558
<b>F36</b>	8673586	273244	70,1488	70,9072	0,7584
<b>F37</b>	8668868	275720	72,6411	72,6735	0,0324
<b>F38</b>	8671142	271329	72,2550	72,9105	0,6555
<b>F39</b>	8673002	272966	72,3067	72,6388	0,3321
<b>F40</b>	8676346	270854	71,9481	72,4842	0,5361
<b>F41</b>	8676912	271438	72,2623	72,7792	0,5169
<b>F42</b>	8677045	271593	72,1972	72,4300	0,2328
<b>S1</b>	8677596	271874	71,9426	72,0738	0,1312
<b>S2</b>	8677646	271937	71,4905	71,614	0,1239
<b>S3</b>	8677623	271951	71,4182	71,4996	0,0814

Código de identificación	Ubicación (UTM)		Peso inicial (gr)	Peso final(gr)	Polvo captado (gr)
	Norte	Este			
<b>S4</b>	8677615	271961	71,9948	72,0462	0,0514
<b>S5</b>	8677635	271992	72,7852	72,9305	0,1453
<b>S6</b>	8677650	271981	71,3245	71,4587	0,1342
<b>S7</b>	8677670	271961	71,2345	71,3668	0,1323
<b>S8</b>	8677663	271942	71,4769	71,5703	0,0934
<b>S9</b>	8677635	271894	71,3423	71,5435	0,2012
<b>S10</b>	8677588	271852	72,7623	72,8970	0,1347
<b>S11</b>	8674615	270600	71,3412	71,5246	0,1834
<b>S12</b>	8673864	270092	71,4356	71,5479	0,1123
<b>S13</b>	8679519	273159	71,1479	71,1824	0,0345
<b>S14</b>	8669631	275888	71,2030	71,2486	0,0456
<b>S15</b>	8671020	275114	72,6756	72,7990	0,1234

### 5.2.3. Mapa de ubicación de muestras

Se ubicaron diferentes puntos de muestreo en los diferentes sectores del distrito  
(Ver Anexo N° 2: Mapas de Puntos de Muestreo)



**5.2.4. Concentración de polvo atmosférico sedimentable en muestras tipo 1**

Tabla N° 30: Concentración de polvo atmosférico sedimentable en muestras tipo 1

<b>Código de identificación</b>	<b>Tiempo de muestreo (días)</b>	<b>Concentración (gr/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Concentración (Tn/Km<sup>2</sup>/mes)</b>
<b>F1</b>	30	52,21	52,21
<b>F2</b>	30	50,11	50,11
<b>F3</b>	30	63,24	63,24
<b>F4</b>	30	49,95	49,95
<b>F5</b>	30	17,36	17,36
<b>F6</b>	30	51,23	51,23
<b>F7</b>	30	52,14	52,14
<b>F8</b>	30	31,12	31,12
<b>F9</b>	30	21,54	21,54
<b>F10</b>	30	44,56	44,56
<b>F11</b>	30	96,38	96,38
<b>F12</b>	30	38,68	38,68
<b>F13</b>	30	38,18	38,18
<b>F14</b>	30	40,12	40,12
<b>F15</b>	30	24,72	24,72
<b>F16</b>	30	24,43	24,43
<b>F17</b>	30	21,6	21,6
<b>F18</b>	30	35,55	35,55
<b>F19</b>	30	55,44	55,44
<b>F20</b>	30	53,12	53,12
<b>F21</b>	30	11,87	11,87
<b>F22</b>	30	20,96	20,96

Tesis publicada con autorización del autor  
No olvide citar esta tesis

<b>Código de identificación</b>	<b>Tiempo de muestreo (días)</b>	<b>Concentración (gr/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Concentración (Tn/Km<sup>2</sup>/mes)</b>
<b>F23</b>	30	22,36	22,36
<b>F24</b>	30	32,14	32,14
<b>F25</b>	30	51,42	51,42
<b>F26</b>	30	48,75	48,75
<b>F27</b>	30	45,47	45,47
<b>F29</b>	30	51,23	51,23
<b>F30</b>	30	51,21	51,21
<b>F31</b>	30	34,78	34,78
<b>F32</b>	30	41,23	41,23
<b>F33</b>	30	12,23	12,23
<b>F34</b>	30	123,11	123,11
<b>F35</b>	30	111,44	111,44
<b>F36</b>	30	45,58	45,58
<b>F37</b>	30	75,84	75,84
<b>F38</b>	30	3,24	3,24
<b>F39</b>	30	65,55	65,55
<b>F40</b>	30	33,21	33,21
<b>F41</b>	30	53,61	53,61
<b>F42</b>	30	51,69	51,69
<b>S1</b>	30	13,12	13,12
<b>S2</b>	30	12,39	12,39
<b>S3</b>	30	8,14	8,14
<b>S4</b>	30	5,14	5,14
<b>S5</b>	30	14,53	14,53

Código de identificación	Tiempo de muestreo (días)	Concentración (gr/m <sup>2</sup> )	Concentración (Tn/Km <sup>2</sup> /mes)
S6	30	13,42	13,42
S7	30	13,23	13,23
S8	30	9,34	9,34
S9	30	20,12	20,12
S10	30	13,47	13,47
S11	30	18,34	18,34
S12	30	11,23	11,23
S13	30	3,45	3,45
S14	30	4,56	4,56
S15	30	12,34	12,34

### 5.2.5. Concentración de PAS en muestras tipo 2

Tabla N° 31: Concentración de PAS en muestras tipo 2

Especie	Código de identificación	Masa de muestra con PAS (gr)	Masa de Muestra libre de PAS (gr)	Masa de PAS(gr)	gr PAS/gr masa vegetal	promedio gr PAS/gr m.v.
Ficus	Fb-1	310,27	210,16	100,11	0,47635135	0,515
Ficus	Fb-2	325,4	215,8	109,6	0,50787766	
Ficus	Fb-3	290,6	198,7	91,9	0,46250629	
Ficus	Fb-4	357	218,4	138,6	0,63461538	
Ficus	Fb-5	302,8	202,6	100,2	0,49457058	
Sauce	Sb-1	60,7	47,46	13,21	0,27833333	0,204
Sauce	Sb-2	86,9	70,55	16,35	0,23175053	
Sauce	Sb-3	79,3	65,8	13,5	0,20516717	
Sauce	Sb-4	131,7	115,2	16,5	0,14322917	
Sauce	Sb-5	104,5	90,1	14,4	0,15982242	

### 5.3. PROPUESTA DE PLAN DE ARBORIZACIÓN EMPLEANDO LAS ESPECIES FICUS Y SAUCE

La propuesta de plan de arborización en el Distrito de San Martín de Porres tiene como objetivo fomentar la implementación de acciones en favor de la salud pública y la gestión de áreas verdes; dicha propuesta es recomendada preferiblemente en sectores del Distrito de San Martín de Porres donde existe escasa presencia de áreas verdes y especies arbóreas .

#### 5.3.1. Especies a emplear

Se plantea emplear en su mayoría la especie *Ficus benjamina* por su alto grado de captura polvo atmosférico sedimentable, teniendo en cuenta también el empleo de la especie *Salix humboldtiana* en áreas ribereñas por su mejor adaptación a estos espacios.

#### 5.3.2. Área de planeamiento

Se propone una implementación en sectores del distrito con áreas poco pavimentadas y con escasa presencia de áreas verdes, estos sectores son el sector 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 24, 39, 40, 41, y 42 ( ver Anexo N° 1) cubriendo un área aproximada 20 km<sup>2</sup>, siendo preferible se implemente la siembra de árboles en vías principales y parques ya instalados, siendo para ello necesario un área árboles de 6,25 km<sup>2</sup> aproximadamente para reducir en 12,5 toneladas/km<sup>2</sup>/mes la concentración de polvo atmosférico sedimentable en los sectores anteriormente mencionados del distrito.

Tabla N° 32: Área de árboles necesaria con fines de reducción de polvo atmosférico sedimentable

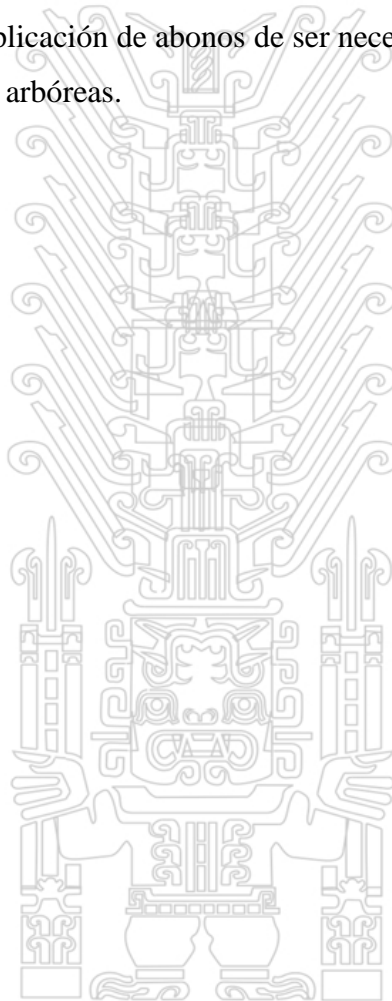
	Polvo en el Aire	Reducción por captura de arboles
Concentración (tn/km <sup>2</sup> )	12,5	40
masa (tn)	250	250
Área necesaria (km <sup>2</sup> )	20	6,25

### **5.3.3. Frecuencia de riego**

Se plantea una frecuencia de riego para las especies seleccionadas de frecuencia semanal, cuyo volumen variara dependiendo de la demanda de agua que se requiera.

### **5.3.4. Mantenimiento**

Se plantea un mantenimiento de áreas verdes que incluye control de posibles plagas, poda adecuada que permita el desarrollo de las especies empleadas y aplicación de abonos de ser necesario para el óptimo desarrollo de las especies arbóreas.



## CAPITULO VI: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 6.1. CONCENTRACIÓN DE POLVO ATMOSFÉRICO SEDIMENTABLE

Referente a los resultados obtenidos en los distintos tipos de muestras se puede acotar lo siguiente.

#### 6.1.1. Muestras de placas de Vidrio

Las concentraciones correspondientes a las placas de vidrio correspondientes a la especie Ficus (*Ficus Benjamina*) fluctúan entre 3,24 Tn/Km<sup>2</sup> y 123,11 Tn/Km<sup>2</sup>, prevaleciendo concentraciones entre 30 y 55 Tn/Km<sup>2</sup> con un promedio de 44,57 Tn/Km<sup>2</sup>/mes presentando así una alta capacidad de captura del Polvo Atmosférico Sedimentable, así mismo en las muestras procedentes de la especie Sauce (*Salix humboldtiana*) se obtuvieron concentraciones entre 3,45 y 20,12 Tn/Km<sup>2</sup> con un promedio de concentración de 11,52 Tn/Km<sup>2</sup>/mes.

De esta manera se observa un mayor número de muestras procedentes de la especie Ficus, esto debido a que su densidad poblacional es mucho mayor a la de la especie Sauce, observándose a la vez un mayor concentración en la captura de Polvo Atmosférico sedimentable en la especie Ficus en comparación con la especie Sauce (ver Grafico N° 1 y Grafico N° 2).

De esta manera en contraste con las concentraciones estimadas de Polvo Atmosférico Sedimentable en el distrito de San Martin de Porres (5-15 Tn/Km<sup>2</sup>/mes), las concentraciones obtenidas en tanto las especies Ficus y Sauce resultan concordantes, esto debido que la captación de Polvo Sedimentable por parte de las especies arbóreas es directamente proporcional con las concentraciones ambientales de dicho parámetro.

Así mismo en comparación con los datos señalados por los monitoreos realizados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) de Polvo Atmosférico Sedimentable en el aire como cuerpo receptor, se observa que estos establecen una concentración entre 5 a 10 Tn/Km<sup>2</sup>/mes entre el año 2005 al 2009 mientras que para el año 2014 se detectaron concentraciones de 15 Tn/Km<sup>2</sup>/mes, mientras que las muestras evaluadas mediante placas receptoras en las especies Ficus y Sauce determinaron concentraciones de 44,57 Tn/Km<sup>2</sup>/mes y 11,52

Tn/Km<sup>2</sup>/mes respectivamente. Sin embargo cabe mencionar que las concentración señaladas por el SENAMHI son extrapolaciones, ya que no se establecieron puntos de muestreo dentro del distrito de San Martin de Porres.

Grafico N° 1: Concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) en *Ficus Benjamina*

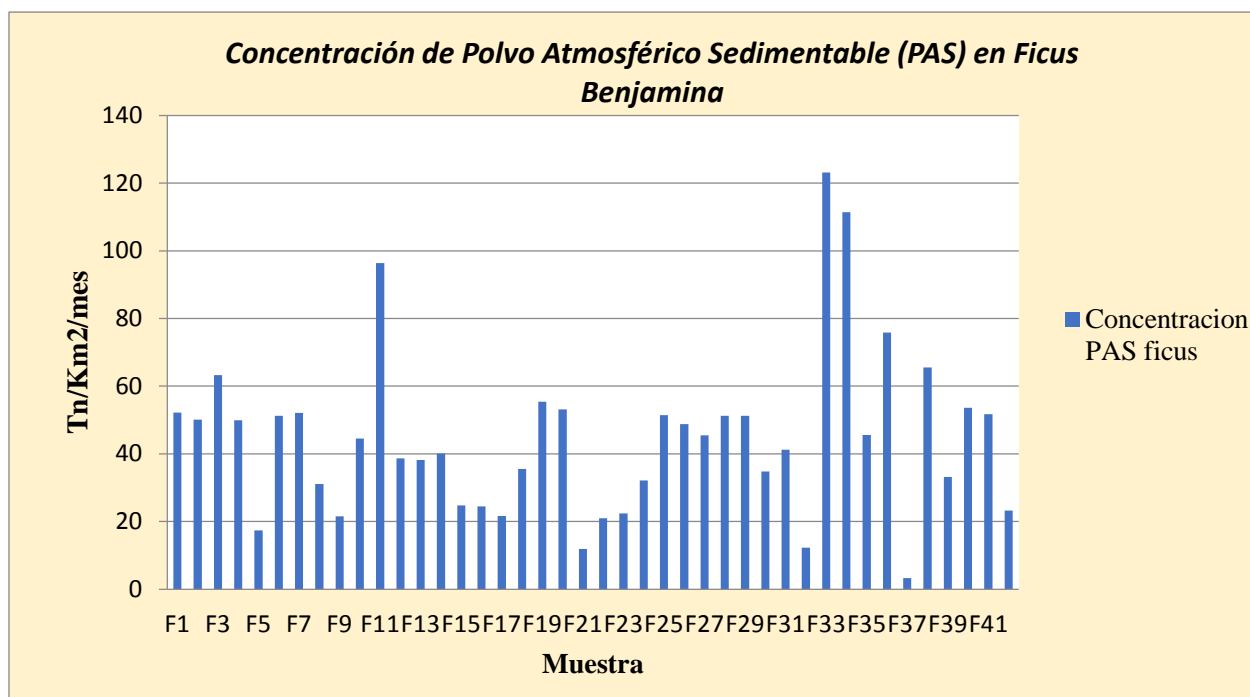
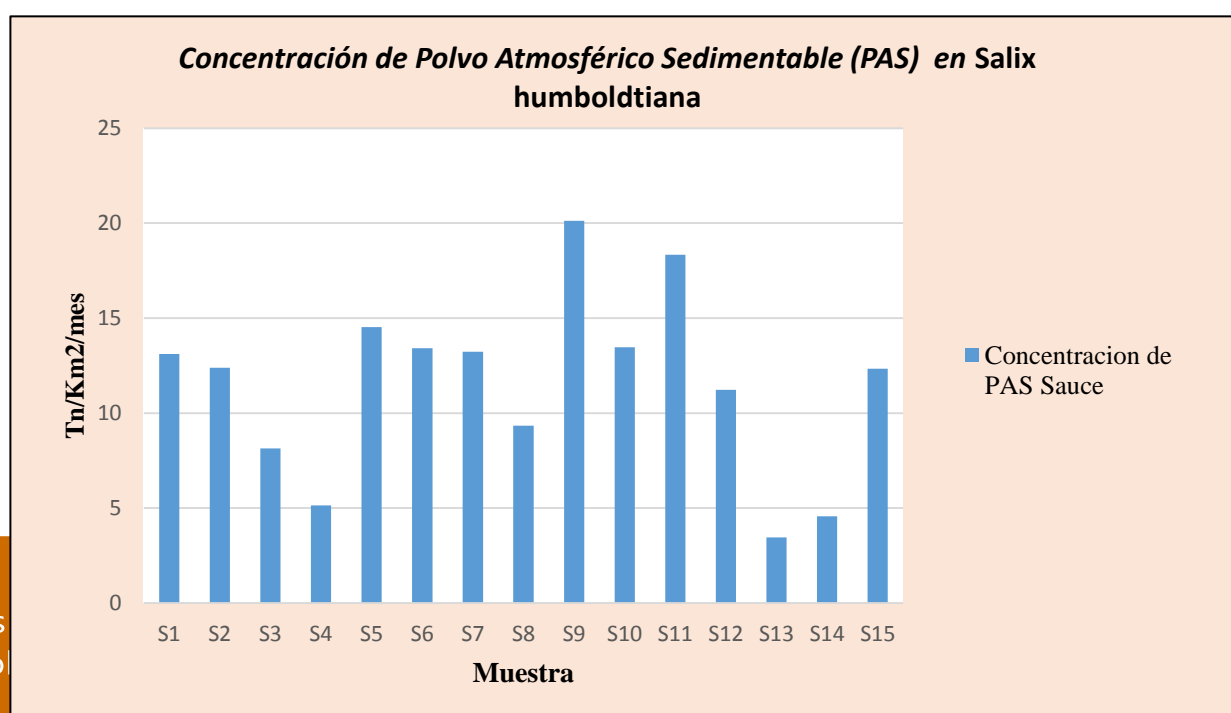


Grafico N° 2: Concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) en *Salix humboldtiana*

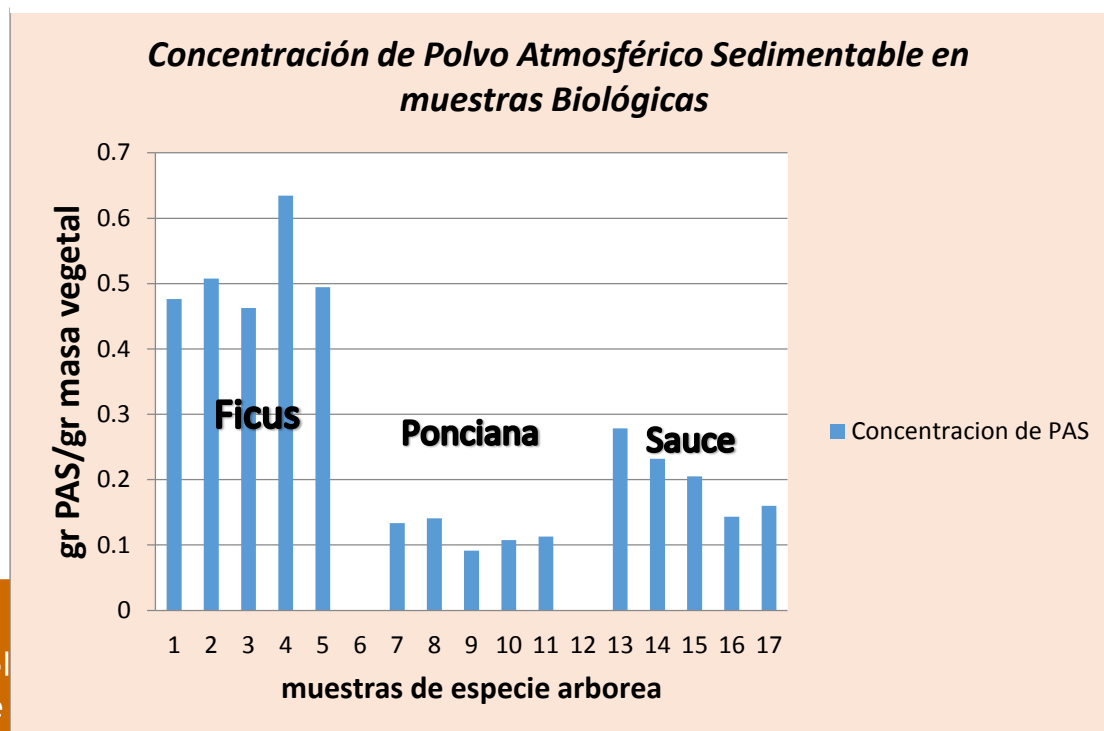


### 6.1.2. Muestras biológicas

Se tomó referencia a los datos obtenidos de las mediciones realizadas durante el año 2013 en la localidad de Vipol Naranjal en determinado número de muestras obteniendo como resultado una concentración de captación de Polvo atmosférico sedimentable de 0,515 gr PAS/gr masa vegetal para la especie Ficus y 0,204 gr PAS/gr masa vegetal para la especie Sauce (ver *Grafico N° 3*), evidenciando al igual que en las muestras por placas de vidrio una mayor captación de Polvo sedimentable en las muestras de la Especie Ficus.

Así mismo en comparación con otros estudios de otras especies; *Jorge Alcalá (2010)* determinó que la especie Mezquite (*Prosopis laevigata*) obtuvo un promedio de 0,097 gr/Kg de masa vegetal, por otra parte *Dalmasso A. (1997)* determino concentraciones de hasta 0,036 gr/gr de masa Vegetal en la especie *Acacia Caven* siendo esta concentración inferior a los resultados obtenidos en las muestras evaluadas en el distrito de San Martin de Porres, considerando que las condiciones de las áreas evaluadas por los otros autores son distintas al del distrito de San Martin de Porres, siendo estas áreas urbanizadas en su mayoría y con menor exposición al Polvo Atmosférico Sedimentable .

Grafico N° 3: Concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable en muestras Biológicas



## CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1. CONCLUSIONES

- Se determinó mediante el diagnóstico socio-ambiental del distrito de San Martín de Porres que este posee características que favorecen la dispersión de Polvo Atmosférico Sedimentable así como otros elementos y parámetros relacionados a la calidad del aire; siendo estas la falta de áreas verdes (escasas 21,3 Hectáreas), amplias Zonas erosionadas, lento proceso de urbanización (35 % de áreas sin implementación de asfalto) y las características climáticas determinan el alto grado de concentración y dispersión del Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS).
- Se Cuantifico mediante métodos gravimétricos pasivos que la concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable en el follaje de las especies *Ficus benjamina* y *Salix humboldtiana* es en promedio de 44,57 Tn/Km<sup>2</sup>/mes y 11,52 Tn/Km<sup>2</sup>/mes respectivamente para muestras vidrio con solución captadora, así mismo se determinó por muestras biológicas que la concentración de 0,515 gr PAS/gr masa vegetal para la especie *Ficus benjamina* y 0,204 gr PAS/gr masa vegetal para la especie *Salix humboldtiana*.
- Se determinó que la especie que posee mayor aptitud de captura de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) es la especie *Ficus benjamina* en comparación con la especie *Salix humboldtiana*, al poder captar entre 80 % y 100 % más polvo sedimentable que la especie *Salix*; sin embargo cabe mencionar que ambas especies poseen una no despreciable capacidad de captura de polvo sedimentable en su follaje, esto debido a las diferentes características físicas, morfológicas y biológicas de dichas especies; por consiguiente pudiendo reducir la concentración de Polvo Sedimentable en el ambiente mediante la implementación de planes de arborización con el uso de dichas especies.

## **7.2. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda para un mayor grado de precisión y exactitud de los parámetros evaluados en futuras investigaciones ampliar el número de muestras así como la distribución espacial de las mismas, para así tener un mejor control de calidad del método de muestreo.
- Se recomienda para posibles y/o futuras investigaciones en relación al Polvo Atmosférico Sedimentable, realizar un análisis de los elementos químicos contenidos en las muestras tomadas, tales como metales (plomo), que permitirá tener una información más detallada del polvo evaluado en el Distrito de San Martin de Porres
- Se recomienda el empleo de métodos activos en la evaluación de la determinación de los parámetros evaluados como el polvo o partículas PM 10 o PM 2.5, siendo estos más precisos y comparables con los estándares de calidad ambiental, y recomendando se realice este junto a monitoreos pasivos para una determinación más completa de las partículas en suspensión y sedimentables.
- Se recomienda para un mantenimiento adecuado de los arboles presentes en el distrito, evitar la poda con fines ornamentales, ya que esta evita el completo desarrollo de las especies arbóreas estudiadas reduciendo los beneficios ambientales y afectando posibles investigaciones en dichas especies.
- Al determinar el buen grado de captura de las especies arbóreas evaluadas *Ficus benjamina* y *Salix humboldtiana* se recomienda diseñar e implementar planes de arborización en zonas con alto grado de concentración de polvo sedimentable en el distrito de San Martin de Porres con medidas de adecuación y mantenimiento adecuadas para contribuir a la reducción de dicho elemento y por consecuencia contribuyendo a la salud pública y Ambiental del distrito, sobre todo en zonas donde los procesos de urbanización aún son lentos.

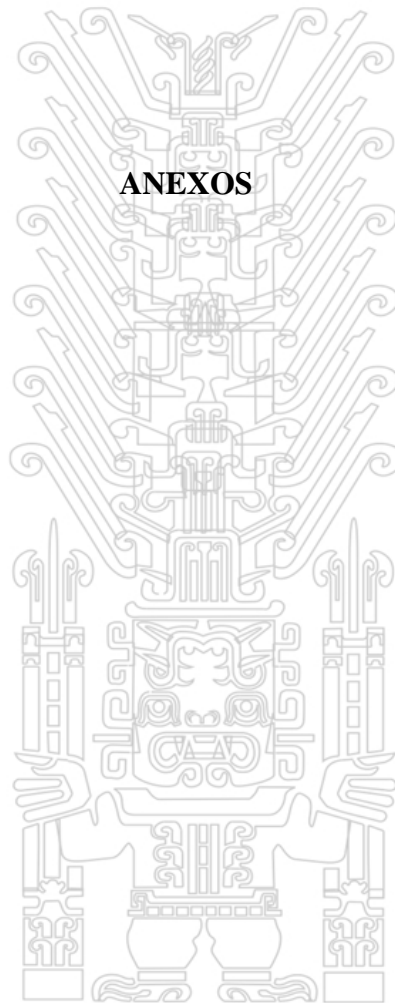
## CAPITULO XIX: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alcalá Jorge, J. c. (2011). Mitigación del impacto ambiental del polvo atmosférico a través de *Prosopis laevigata* y *Schinus molle*, San Luis de Potosí, México. *Multequina*, 83-96.
- Alcalá, J., Sosa, M., Moreno, M., Quintana, C., Campos, A., & Holguin, C. (2008). Retención de polvo atmosférico en especies arbóreas indicadoras de la planeación Urbana Sustentable: Ciudad de Chihuahua, México. *Multequina*, 17-26.
- Aldama, A., Chacalo, A., Grabinsky, J. & Vázquez, H. (2002). Amenazas al arbolado y a las áreas verdes urbanas. Caso de estudio: Ciudad de México. *Árborea* 7(21), 4-10.
- Camacho Barreiro A. (2000), *Diccionario de Términos Ambientales*. La Habana: Publicaciones Acuario, Primera edición.
- Caycho, M.K. (2001) *Mejoramiento De La Calidad Del Aire En El Asentamiento Humano Max Uhle En El Distrito De Villa El Salvador*. Tesis para la obtención de licenciatura en ingeniería Ambiental Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal.
- C. Linares, J. Díaz: “*Las PM2, 5 y su impacto sobre la salud. El caso de la ciudad de Madrid*”. *Ecosostenible*. 2008; 35:32-37.
- CONAM (1998). AREAS verdes en lima metropolitana, informe nacional sobre el estado del ambiente. Geo Perú 2000-categoría-ecología y medio ambiente.
- Damalzo Antonio D., C. R. (1997). La Vegetación como indicadora de la Contaminación por Polvo Atmosférico. *Multequina*, 85-91.
- Fernández s. (2005). Página arboricultura urbana y medio ambiente. <http://www.arboriculturaurbanaymedioambiente.com>
- Florales (2005). club de jardines del Perú. Plantas que se desarrollan bien en zonas con poca agua. [www.incabook.com/catalogos/2006/incabook-peru-p67.pdf](http://www.incabook.com/catalogos/2006/incabook-peru-p67.pdf)
- García, C., & Paz, M. (2008). Árboles de Lima. PTYX (Eds.) SAC. Lima, Perú.
- Iglesias, S. & Gonzales, M. (2001). Situación de la contaminación atmosférica en Lima metropolitana y Callao. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Geología, Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas*.

- Malca Casavilca N. (2012) *Contribución de las áreas verdes urbanas a la calidad ambiental del distrito de Comas-Lima, al año 2011*. Tesis para obtener el grado académico de Magister en Ciencias Ambientales. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Ministerio del Ambiente. (2005). *Ley General del Ambiente-Ley N° 28611*. Lima: Ministerio del Ambiente.
- Ministerio Del Ambiente. (22 de Agosto de 2008). *Aprueban Estándares de Calidad para Aire-DECRETO SUPREMO N° 003-2008- MINAM*. Lima, Lima, Peru.
- Ministerio de Educación y Ciencia, (2004). *Los sistemas Terrestres y Sus Implicaciones Medioambientales*. España: Secretaría General Técnica.
- Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Protección del medio Ambiente para la salud. *Estrategias Aplicables para la gestión ambiental de áreas Verdes urbanas*, 1998.
- Morales, R.G., (2006) *Contaminación atmosférica urbana Episodios críticos de contaminación ambiental en la ciudad de Santiago*. Chile: Editorial Universitaria.
- Municipalidad de Lima, Instituto Metropolitano de Planificación, *Diagnóstico Técnico Participativo Del Plan Regional De Desarrollo Concertado De Lima 2012-2025*.
- Municipalidad Distrital de San Martin de Porres. (Diciembre de 2011). *Plan de Desarrollo Concertado del Distrito de San Martín de Porres al 2021*. Lima, Lima, Peru.
- Navarro, D.D. (2007). *La Atmosfera en sus relaciones con la Agricultura y el Pronostico del Tiempo*. España: Maxtor.
- Organización Mundial de la Salud. (2011). *Guías de Calidad del Aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre*. Ginebra, Suiza, Suiza: Organización Mundial de la Salud.
- *Rev. FCA UN Cuyo. Tomo XXXIV. Captación De Polvo Atmosférico Por Especies Ornamentales* .73-79.
- Riaño, N. (2000). *Fundamentos de la Química Analítica Básica, Análisis Cuantitativo*. Colombia: Editorial Universidad de Caldas.

- SEMARNAT, Instituto Nacional de Ecología. (2005). *Guía de elaboración y usos de inventarios de emisiones*. México: Instituto Nacional de Ecología.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología- SENAMHI (Boletín Mensual). (Abril de 2014). *Vigilancia de la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana de Lima y Callao*. Lima, Lima, Perú.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología-SENAMHI. (2004). *Análisis de la Relación entre el comportamiento estacional de los contaminantes sólidos sedimentables con las condiciones meteorológicas predominantes en la zona metropolitana de Lima-Callao durante el año 2004*. Lima, Lima, Perú.
- Sosa, A. P. (1994) *Determinación y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica en Lima Metropolitana- VICON*. Tesis de licenciatura en Ingeniería Geográfica. Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal.
- Spedding, D.J., (2002). *Contaminación Atmosférica*. España: Editorial Reverte
- Spiegel, J., & Maystre, L. (2011). Control y prevención de la contaminación ambiental. En: *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*.
- Spiro, Thomas G.; Stigliani, William M. (1996), *Química Medioambiental*. segunda. edición. Madrid: Pearson Prentice Hall.

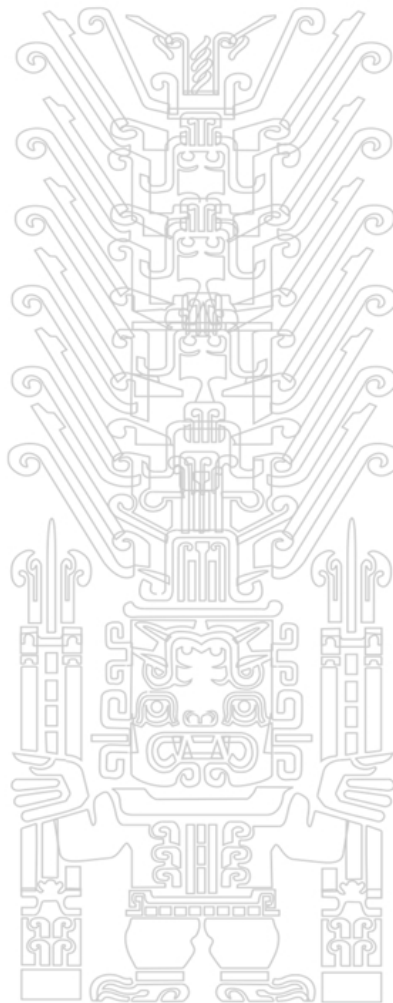




**ANEXOS**

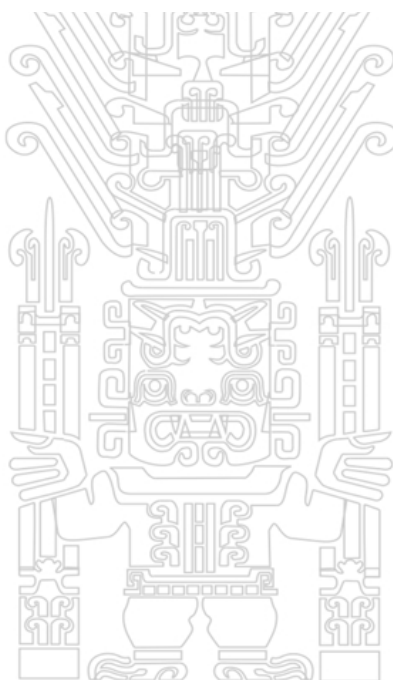
**Anexo N° 1: Mapa de Sectorización del Distrito de San Martín de Porres**

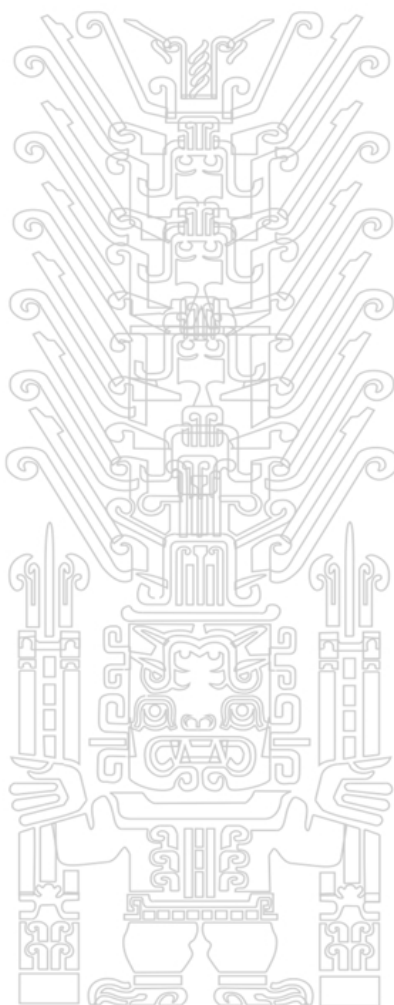


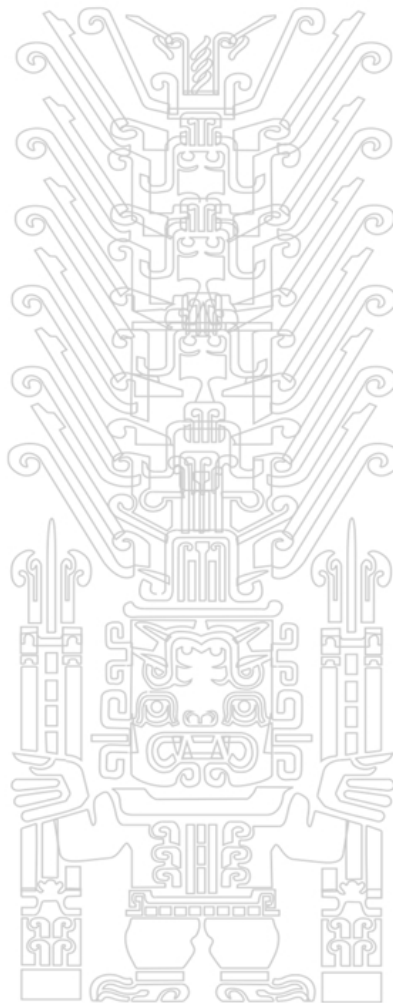


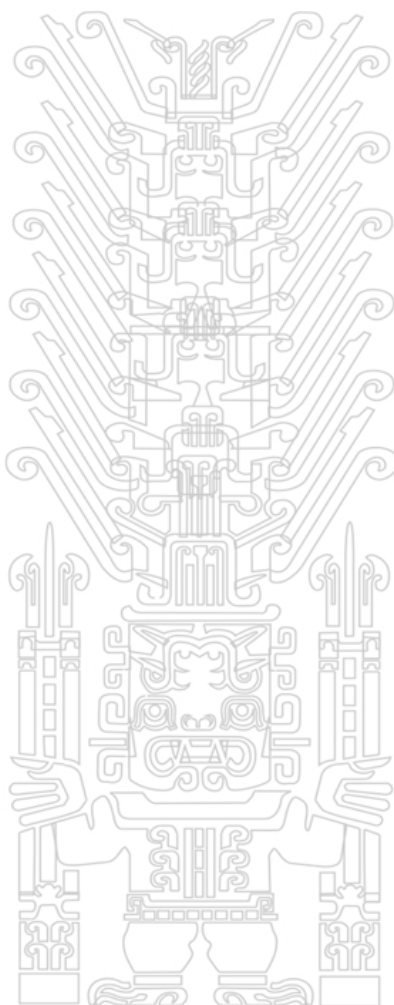


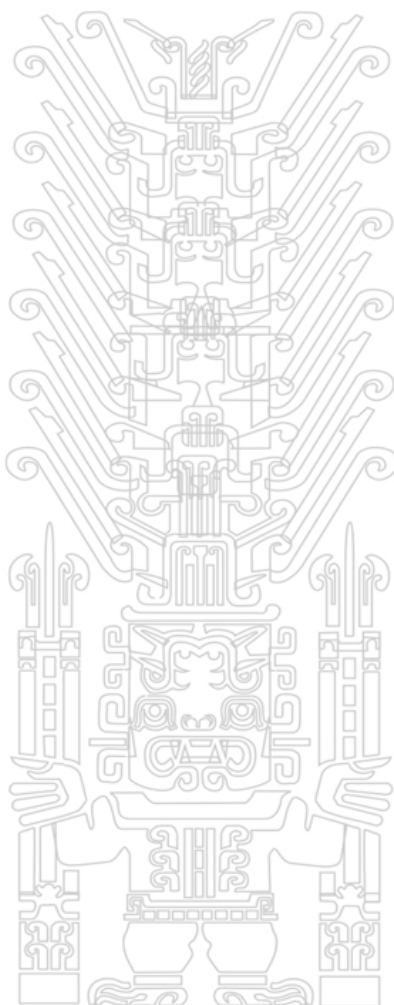
**Anexo N° 2: Mapas de Puntos de Muestreo**











**Anexo N° 3: fotografías del área de estudio y trabajo de campo**

Figura N° 12: Área de Estudio modelo



Figura N° 13: Etapa de Colocación de placas Captadoras de Polvo sedimentable



Figura N° 14: Etapa de Colocación de placas Captadoras de Polvo sedimentable en especie Ficus



Figura N° 15: Deposito de almacenamiento impermeable de Placas de Vidrio.



Figura N° 16: Especie Ficus Tomada como muestra



Figura N° 17: Conjunto de especies Ficus y Sauce tomadas como muestras



Figura N° 18: proceso de pesaje inicial de placas de vidrio en Etapa de laboratorio

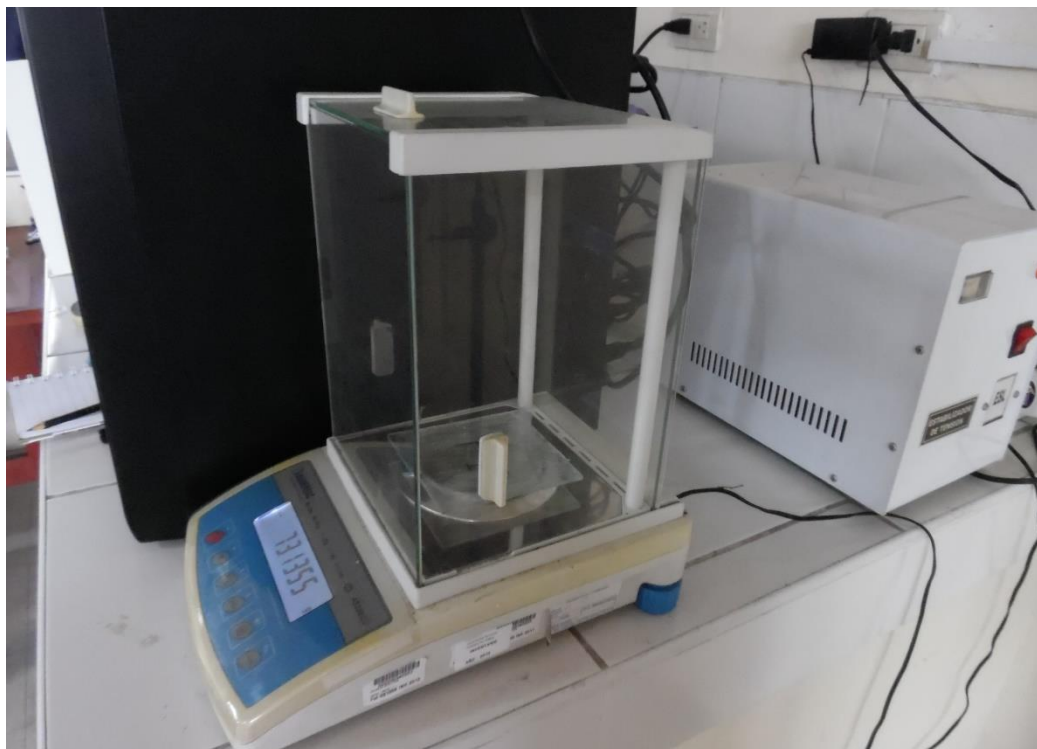


Figura N° 19: Etapa de Colocación de Sustancia Captadora en placas de Vidrio



Figura N° 20: Etapa laboratorio en el proceso de gravimetría



Figura N° 21: Etapa laboratorio en el proceso de gravimetría



Figura N° 22: Registro de masa inicial de placas de Vidrio captadoras



Figura N° 23: Registro de masa final en etapa de laboratorio

