



**Máster Oswaldo Moreano García Ing. Ind.**  
Director del proyecto

#### Docentes que colaboraron en el proyecto:

Ing. Ind. Héctor Vínces Pacheco  
Ing. Ind. Rolando Macías Reyes  
Ing. Ind. Carlos Litardo Velásquez  
Ing. Ind. Alejandro Cerón Donoso  
Ing. Ind. Arturo Perero Espinoza  
Ing. Ind. Patricio Mendoza García

#### Personal de apoyo:

Estudiantes del quinto nivel de la  
Carrera de Ingeniería Industrial

## A diario se producen 20 mil libras de POLVO en 413 km de vía pública

**U**na investigación de la Carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Técnica de Manabí (UTM) muestra que a diario se recogen 20 mil libras de polvo en 413 kilómetros de la vía pública en la ciudad de Portoviejo. El estudio de la carrera se elaboró durante cinco meses y participaron en él alumnos y catedráticos del Alma Máter.

El estudio concluye que en la capital provincial se recogen aproximadamente 14 libras por metro cuadrado. Eso significa que si la Municipalidad hace un barrido de 1464,9 Km<sup>2</sup> diario, en la ciudad se recogen aproximadamente 9,15 toneladas de polvo al día.

El objeto de este trabajo fue evaluar la contaminación producida por el polvo en la ciudad de Portoviejo y disponer de un diagnóstico general del mismo en el ambiente. Además, se realizaron definieron los focos principales de polvo urbano, al objeto de poder llevar a cabo acciones de mitigación o correctoras que conduzcan a la disminución del grado de contaminación ambiental. El estudio define al polvo como un sistema disperso (aerosol) de partículas sólidas heterogéneas en un gas (aire).

### 1. INTRODUCCIÓN

#### POLVO

El polvo puede definirse como un sistema disperso (aerosol) de partículas sólidas heterogéneas en un gas (aire).

#### Características

Los aerosoles no son constantes en su composición, sino que tanto su masa como el número de partículas por volumen de aerosol varían con el tiempo, como consecuencia de la sedimentación de las grandes partículas por la fuerza de la gravedad y el movimiento Browniano y aglutinación de las partículas pequeñas. Estas últimas tienen poca tendencia a unirse, sin embargo, cuando hay partículas mayores, estas tienden a actuar como núcleos de atracción de las pequeñas.

Otro fenómeno que tiene lugar es el de que las partículas frecuentemente se cargan debido a roces y fricciones. Cuando las partículas se cargan con el mismo signo, tienden a repelerse, la aglutinación se hace por tanto más difícil, y consecuentemente su sedimentación. Por el contrario, si se cargan con distinto signo, el fenómeno que ocurre es el contrario, favoreciéndose así la concentración y sedimentación de las partículas.

Finalmente señalar que con el paso del tiempo, el polvo fino tiende a rodearse de una capa de aire absorbido, originando una presión parcial superior a la atmosférica que disminuye con la distancia. Por esta razón las partículas de polvo después de un tiempo no tienden a aglutinarse.

**Comportamiento dinámico**

Para que una partícula suspendida en un fluido se mueva a través de él, se requiere la existencia de una diferencia de densidad entre la partícula y el fluido. Cuando esta sedimenta, esta sometida a tres fuerzas diferentes, La fuerza de la gravedad, la de flotación (principio de Arquímedes) y la de rozamiento, de manera que la resultante de todas ellas serán:

$$R = F_g - F_f - F_R = F_g - (F_f + F_R)$$

La fuerza de la gravedad es la causante de que la partícula caiga con una aceleración g. Sin embargo, y tal como se ve experimentalmente, Esta se ve progresivamente frenada por las otras fuerzas ya que la fuerza de rozamiento es proporcional al cuadrado de la velocidad, llegando un momento en que la aceleración será nula y por consiguiente la partícula caerá con velocidad constante. A esta velocidad se le llama velocidad límite y esta regida por la ecuación de Stokes:

$$v = \frac{g \times (\rho_s - \rho) \times D^2}{18 \times \eta}$$

Donde:

- v = velocidad de sedimentación (cm/sg)
- $\rho_s$  = densidad de la partícula (g/cm<sup>3</sup>)
- $\rho$  = densidad del fluido (g/cm<sup>3</sup>)
- g = aceleración de la gravedad (cm/sg<sup>2</sup>)
- D = Diámetro de la partícula (cm)
- $\eta$  = viscosidad del fluido (en poises)

En la tabla siguiente, se dan las velocidades de sedimentación en aire de partículas esféricas de densidades y tamaños diversos.

Diámetro (µm)	Velocidad de sedimentación (cm/sg)		
	$\rho_s=1 \text{ g/cm}^3$	$\rho_s=2 \text{ g/cm}^3$	$\rho_s=5 \text{ g/cm}^3$
100	30	50	120
50	8	16	40
10	0.35	0.7	1.8
5	0.08	0.15	0.45
1	0.003	0.007	0.018

Velocidades de sedimentación

De acuerdo con la tabla, el polvo más fino no tiene, prácticamente, movimiento independiente del aire, en el que permanecerán suspendidos largo tiempo.

Inicialmente, se considera que las partículas por encima de 50 µm son sedimentables, siendo el "polvo fino" las partículas con un tamaño máximo de 10 a 20 µm.

**Generación y dispersión de partículas**

La formación de nubes de polvo tiene lugar fundamentalmente debido a dos fenómenos.

• **Acción primaria:** Es la generación del polvo. Normalmente es una acción mecánica que proyecta partículas finas a alta velocidad, desde un estado de reposo al aire.

Ejemplos de este tipo de acción son rectificadoras y pulidoras (unidireccionales) o el impacto de un cincel sobre una piedra (multidireccional).

• **Acción secundaria:** La dispersión debido a la propia velocidad de salida y a corrientes de aire secundarias que las transportan hasta lugares lejos del lugar de formación.

**Clasificación:**

El polvo se puede clasificar:



La influencia del tamaño es de gran importancia en Salud Ocupacional, porque de él depende la mayor o menor facilidad de penetración de polvo en el organismo.

Como ya hemos visto, el camino que deben de recorrer las partículas de polvo para poder penetrar en el organismo es el siguiente:

• **Nariz:** Es el primer filtro en el que el aire es calentado, humedecido y parcialmente desprovisto de partículas por impacto en las fosas nasales y sedimentación. Son eliminadas por estornudos, mucosidades, etc.

• **Faringe y Laringe:** Aquí las partículas retenidas pueden ser expulsadas por vía salivar o vía esofágica.

- **Árbol traqueobronquial:** Aquí las partículas por fenómenos similares a los anteriores son expulsadas al exterior por los cilios que tiene este aparato.
- **Alvéolos:** Las partículas que han alcanzado la región alveolar, se depositan en las paredes, tanto por fenómenos de difusión como sedimentación. El mecanismo de expulsión es muy lento y sólo parcialmente conocido quedando la mayor parte de las partículas retenidas en las paredes alveolares.

De todo lo expuesto se deduce que cuando menor es el tamaño de la partícula mas facilidad de penetración en el organismo tiene, lo que ha llevado a la definición de las siguientes fracciones de partículas en función de su tamaño.

Mientras que las partículas de diámetro superior a 50 µm sedimentan con rapidez, las menores de 5 µm presentan una velocidad de sedimentación muy pequeña, pudiendo permanecer en suspensión durante largo tiempo en la atmósfera de trabajo o ser arrastradas por corrientes de aire hasta puntos distantes de su lugar de origen. Son precisamente las partículas menores de 5 µm, las que tienen mayor importancia desde el punto de vista fisiopatológico, ya que la probabilidad de alcanzar los alvéolos pulmonares aumenta a medida que disminuye el diámetro.

**Tipos de fracciones**

Todas las consideraciones hechas en el apartado interior permitieron definir dos conceptos diferentes:

- **Fracción inhalable:** La fracción másica del aerosol total que se inhala a través de nariz y boca.
- **Fracción extra torácica:** Fracción másica de las partículas inhaladas que no penetran más allá de la laringe.

- **Fracción torácica:** Fracción másica de las partículas inhaladas que penetran más allá de la laringe.
- **Fracción traqueo-bronquial:** Fracción másica de las partículas inhaladas que penetran más allá de la laringe pero no pueden penetrar a las vías respiratorias no ciliadas.
- **Fracción respirable:** Fracción másica de las partículas inhaladas que penetran en las vías respiratorias no ciliadas.

**CONTROL DE LOS CONTAMINANTES QUÍMICOS**

**INTRODUCCIÓN**

Se entiende por control a la eliminación o reducción de la contaminación ambiental por debajo de los valores limite aceptados.

Para conseguir este propósito, se puede actuar sobre tres puntos:

- Sobre el foco de generación de contaminante.
- Sobre el medio de difusión del contaminante.
- Sobre el receptor del contaminante

**ACTUACIONES SOBRE EL FOCO DE CONTAMINANTE**

**Métodos húmedos:**

Es uno de los métodos más sencillos de control de polvo.

**MÉTODOS Y APARATOS DE TOMA DE MUESTRAS Y ANÁLISIS**

**TOMA DE MUESTRAS**

Básicamente existen dos tipos de aparatos de medida.

- **De lectura directa:** dan el resultado "in situ".

- **Captadores de contaminantes:** el análisis hay que realizado posteriormente en el laboratorio.

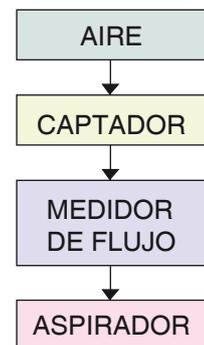
**SISTEMAS DE LECTURA DIRECTA**

Se utilizan para análisis cuantitativos detectando y dando directamente el resultado analítico.

**Conímetro.-** Sirve para evaluar orientativamente el polvo suspendido en aire. El fundamento es el siguiente: el aire contaminado, es obligado a pasar mediante un émbolo a través de una tobera donde, debido a su poca sección, se acelera, siendo proyectado finalmente sobre unas placas de vidrio ligeramente engrasadas donde quedan adheridas las partículas. El contaje se realiza mediante un microscopio que incorpora el propio aparato.

**SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE CONTAMINANTES**

El esquema básico es el siguiente:



**Sistemas de filtración.-** Mediante este sistema, la retención de partículas del contaminante se produce sobre un soporte material o membrana porosa, también denominada filtro.

Los filtros se colocan en un porta-filtros (cassette) de tres cuerpos sobre un cartón poroso que sirve de soporte.

Los tipos de filtro más utilizados son los siguientes:

**Filtros de PVC:** Se fabrican de numerosos tamaños y diámetros de poro. Los más usados son de 37 mm. de diámetro y 5 µm. de tamaño medio de poro.

Estos filtros se montan en un cassette de plástico de triple cuerpo con un soporte de celulosa.

Se utiliza para la captación de polvos, humos, etc. y posterior análisis gravimétrico.

## ANÁLISIS

### Características

- En Salud Ocupacional se utilizan una serie de técnicas analíticas cuyas características fundamentales son:
- Gran sensibilidad, pues se opera con muestras de muy baja concentración.
- Rapidez y seguridad en los resultados.
- Necesidad de preparación previa de las muestras por procedimientos determinados tanto por la técnica a utilizar como por el contaminante a analizar.
- Utilización de reactivos especiales y limpieza adecuada del material.
- La elección de la técnica adecuada para la realización de una determinación, esta condicionada por el contaminante, exactitud de los resultados y posibles interferencias.
- Coste elevado tanto de los equipos como de su mantenimiento.

### Técnicas analíticas más utilizadas

**Gravimetrías:** determinación de polvos y humos.

## ACTUACIÓN SOBRE EL RECEPTOR DEL CONTAMINANTE

### Entrenamiento e instrucción:

Importante no solo para los trabajadores, sino también para la dirección de la empresa.

**Protección personal:** Se considera como el método de control menos adecuado y debe de aplicarse sólo cuando no sea factible la utilización de ningún otro método de control, o bien en situaciones de exposiciones cortas o esporádicas.

## ENFERMEDADES PRODUCIDAS POR LA EXPOSICIÓN AL POLVO

### Descripción

La exposición repetida y prolongada en el trabajo a ciertas substancias puede provocar un conjunto de enfermedades pulmonares cuyos efectos permanecen incluso después de que esa exposición termine. Algunos trabajos debido a los materiales que se manejan, al tipo de trabajo o al ambiente en que se desarrollan, suponen un mayor riesgo para las enfermedades profesionales pulmonares que otras. Los mineros de carbón son el caso más conocido de este tipo de enfermedades, pero no son los únicos. Por ejemplo, trabajar en un garaje o en una fábrica textil expone a la persona a productos químicos peligrosos, polvos y fibras que pueden provocar problemas pulmonares de por vida si no se diagnostican y tratan correctamente. Las diferentes sustancias que pueden afectar a los pulmones en un ambiente laboral se clasifican según su origen en polvos orgánicos e inorgánicos.

Son una causa muy importante de incapacidad laboral transitoria y permanente, y de enfermedades incapacitantes a largo plazo, suponiendo una grave alteración de la

calidad de vida de estas personas y un coste elevado para los sistemas de salud de todos los países del mundo, tratándose paradójicamente de un grupo de enfermedades que suele estar unido al desarrollo industrial de una región.

De acuerdo con la Asociación Americana del Pulmón (American Lung Association):

- Las enfermedades profesionales pulmonares son la causa principal de enfermedades relacionadas con el trabajo.
- La mayoría de las enfermedades profesionales pulmonares son debidas a la exposición repetida y prolongada, pero incluso una única exposición severa a un agente peligroso puede dañar los pulmones.
- Las enfermedades profesionales pulmonares se pueden evitar.
- Fumar puede aumentar tanto la gravedad de una enfermedad laboral pulmonar como el riesgo de desarrollar cáncer de pulmón.

### Diferencias entre el polvo inorgánico y el orgánico

En un ambiente mal ventilado, las partículas suspendidas en el aire se acumulan en las vías respiratorias pudiendo causar problemas pulmonares. Estas partículas pueden estar formadas por una combinación de: polvo, pólenes, mohos, suciedad, minerales, cenizas y hollín.

Las partículas de materia del aire provienen de diversas fuentes, como fábricas, chimeneas, tubos de escape, incendios, minas, obras de construcción y también de la agricultura. Cuanto más finas son las partículas más fácilmente pueden dañar a los pulmones, debido a que son inhaladas con mayor facilidad profundamente en los pulmones, desde donde además pueden ser absorbidas al resto del cuerpo.

Inorgánico hace referencia a cualquier sustancia que no contenga carbono, excepto ciertos óxidos de carbono simples, como el monóxido de carbono y el dióxido de carbono. Orgánico hace referencia a cualquier sustancia que contenga carbono, excepto los óxidos de carbono simples, los sulfuros y los carbonatos metálicos.

Ejemplos de enfermedades por polvos inorgánicos

- **Asbestosis:** La asbestosis es causada por la inhalación de fibras microscópicas de asbesto. Estas se hayan en las cañerías y otros materiales de la construcción, y en los forros de los frenos y los embragues, afectando pues esta enfermedad a obreros de la construcción y a mecánicos de coches.

- Neumoconiosis de los trabajadores del carbón.

- **Silicosis:** Es una enfermedad de los pulmones causada por la inhalación de cristales de sílice que se encuentran en el aire de las minas, fundiciones y de manejo de explosivos, así como en las fábricas de piedra, arcilla y vidrio.

Ejemplos de enfermedades por polvos orgánicos

- **Bisinosis:** La bisinosis es causada por polvo que se produce al procesar el algodón, pudiéndose producir una enfermedad similar en la manipulación de otras fibras textiles como el lino o el cáñamo.

- **Neumonitis por hipersensibilidad (alérgica):** es una enfermedad de los pulmones debida a la inhalación de esporas de hongos procedentes de heno mohoso, excrementos de pájaros y otros desechos orgánicos. Es conocida como pulmón del granjero.

- **Asma ocupacional o asma laboral:** es debida a la inhalación de ciertos irritantes en el lugar de

trabajo, tales como polvo, gases, humos y vapores, que aparece en el medio laboral.

### Síntomas

Las enfermedades profesionales por exposición a sustancias dañinas para los pulmones producen diferentes cuadros según la sustancia en cuestión, el tiempo y la intensidad de la exposición. Sin embargo, los síntomas suelen ser muy parecidos en todas ellas, siendo muy similares a los que sufren los fumadores.

- Tos.
- Expectoración.
- Dificultad para respirar.
- Dolor en el pecho.
- Opresión en el pecho.
- Ritmo de respiración anormal.

Los síntomas de las enfermedades profesionales pulmonares pueden parecerse a los de otras condiciones o problemas médicos. Suelen terminar en diferentes rangos y tipos de fibrosis pulmonar, dando según la sustancia patrones pulmonares restrictivos (que impiden la correcta expansión de los pulmones) u obstructivos (impiden el paso del aire por los bronquios) Siempre consulte a su médico para el diagnóstico.

Existen para alguna de estas sustancias una forma de presentación aguda o subaguda que puede cursar de forma más rápida con fiebre y dificultad respiratoria, llevando en los casos más graves a la muerte en un breve periodo de tiempo.

Por otro lado, no debemos olvidar la relevancia de estas enfermedades como causas predisponentes a diferentes tipos de cáncer pulmonar y de la pleura, de manera independiente y sinérgica a otros cancerígenos como el tabaco.

### Diagnóstico

Las enfermedades profesionales de los pulmones, requieren en un inicio una correcta historia clínica en la que queden claros los factores predisponentes, tales como el grado de exposición laboral a ciertas sustancias, la duración de la misma, y la correcta correlación de los síntomas y su tiempo de aparición con la exposición. La realización de rayos X del pecho es la primera prueba que se debe realizar para el diagnóstico, siempre teniendo en cuenta que esta puede sobre o infraestimar la afectación pulmonar. Por todo esto, deben realizarse varios exámenes para completar el estudio y determinar el tipo y la gravedad de enfermedad pulmonar. Entre ellas se incluyen las siguientes:

- Exámenes de la función del pulmón - exámenes de diagnóstico que sirven para medir la habilidad de los pulmones para realizar correctamente el intercambio de oxígeno y de dióxido de carbono. Estos exámenes se suelen hacer con aparatos especiales en los que la persona debe respirar.

- Biopsia pulmonar, con examen al microscopio de tejidos, células y líquidos de los pulmones.

- Estudios bioquímicos y de las células de los líquidos de los pulmones.

- Examen de la reactividad de los bronquios o las vías respiratorias.

- Otras pruebas de imagen, como la Tomografía Axial Computerizada (TAC).

El seguimiento y tratamiento de las enfermedades pulmonares profesionales y ambientales es un problema sobreañadido por su complejidad, ya que en el momento del diagnóstico suelen ser enfermedades no reversibles, para las que tan solo es posible un tratamiento sintomático no curativo.

Resulta pues fundamental la prevención, que puede fortalecerse mediante la labor del médico de atención primaria, del médico de empresa y con las medidas legales de prevención de riesgos laborales en las empresas en las que son frecuentes estas neumopatías.

### Prevención

La mejor prevención contra las enfermedades profesionales de los pulmones consiste en evitar inhalar las sustancias que la producen, ya sea logrando disminuir la emisión de dichas sustancias o bien evitando el contacto con las vías respiratorias mediante el uso de mascarillas u otros métodos de protección. Otras medidas preventivas pueden ser:

- No fumar. Fumar puede aumentar el riesgo de padecer una enfermedad laboral pulmonar.
- Utilizar los dispositivos de protección adecuados, como por ejemplo mascarillas, cuando en el aire haya irritantes y polvo. En este punto es importante que no todas las mascarillas son válidas para evitar la inhalación de todas las partículas, siendo pues necesario el uso de una que se adecue a los riesgos particulares de cada exposición.
- Evaluar la función del pulmón mediante una espirometría (una evaluación de la función del pulmón que se realiza en el consultorio del médico) con la frecuencia que su médico le aconseje para familiarizarse con la función de su pulmón.
- Educar a los trabajadores sobre los riesgos de enfermedad del pulmón.
- Contratar a un experto en salud laboral para que investigue el ambiente en el lugar de trabajo en busca de riesgos de enfermedad laboral de los pulmones.

### Tratamiento

El tratamiento específico será determinado por su médico basándose en lo siguiente:

- Su edad, su estado general de salud y su historia médica.
- Que tan avanzada está la enfermedad del pulmón y el tipo de enfermedad.
- Su tolerancia a determinados medicamentos, procedimientos o terapias.
- Sus expectativas para la trayectoria de la enfermedad.

Como ya hemos comentado, no existe ningún tratamiento curativo para este tipo de enfermedades. Una vez instaurado el daño pulmonar crónico, tan solo se pueden instaurar medidas sintomáticas, como el empleo de broncodilatadores, corticoides u oxígeno domiciliario, que se reservará a formas muy avanzadas. Una excepción son las formas agudas de algunas de estas enfermedades que pueden responder en un principio a la evitación de la exposición y el uso de corticoides y antihistamínicos.

### Neumoconiosis

#### Descripción

Las neumoconiosis corresponden a un grupo de enfermedades que actualmente son incluidas dentro de la llamada patología ambiental, y dentro de esta, en el gran grupo de lesiones producidas por la contaminación del aire. El término neumoconiosis significa literalmente la presencia de polvo dentro del pulmón.

Son por tanto enfermedades pulmonares crónicas causadas por inhalación prolongada de polvos inorgánicos, se aplica este concepto a cualquier aerosol (ya

sea en partículas o en forma de humos o vapores), o partículas de carbón (ya sea mineral, grafito o artificial), y la reacción fibrótica que se produce en el tejido pulmonar como consecuencia de las partículas depositadas. Esto es, las neumoconiosis están directamente relacionadas con la contaminación del aire.

Se deben cumplir tres circunstancias:

- Exposición a polvo inorgánico.
- Tamaño de la partícula adecuado para alcanzar directamente el alvéolo y no quedar atrapada en la vía aérea superior.
- Tiempo de exposición prolongado para que se acumule una cantidad suficiente de partículas.

Las neumoconiosis más importantes son aquellas que tienen el potencial de progresar hacia lesiones irreversibles, frecuentemente fibrosas, ya sea de carácter nodular o difuso. Las más frecuentes y que revisten desde el punto de vista clínico una mayor importancia por su repercusión sobre el parénquima pulmonar son la:

- Neumoconiosis de los trabajadores del carbón
- Silicosis
- Asbestosis
- Beriliosis

Además, existen muchas otras neumoconiosis que no evolucionan con la gravedad de las anteriores, pero que también han de ser reconocidas como neumoconiosis:

- Siderosis
- Estañosis
- Baritosis
- Bizinosis

#### Causas, ¿cómo se produce esta enfermedad?

Las neumoconiosis son el producto de la inhalación en cantidad suficiente durante un tiempo prolongado, de polvos inorgánicos u orgánicos.

Estos producen una reacción del tejido pulmonar que lleva a fibrosis y a alteraciones en la función respiratoria. El riesgo de desarrollar la enfermedad depende de:

- La dosis de partículas inhaladas y retenidas
- La cantidad de partículas inhaladas y retenidas
- El tiempo de exposición
- El tamaño de las partículas
- La actividad biológica del polvo para inducir una reacción tisular fibrogenética
- La respuesta y sensibilidad individual

### OBJETO DE LA INVESTIGACIÓN

El objeto de este trabajo es el de evaluar la contaminación producida por el polvo de la Ciudad de Portoviejo y disponer de un diagnóstico general del mismo en el ambiente.

- Determinación de fuentes de polvo.
- Definición de los focos principales de polvo urbano, al objeto de poder llevar a cabo acciones de mitigación o correctoras que conduzcan a la disminución del grado de contaminación ambiental.
- Identificar los posibles efectos que produce el polvo en la salud.

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### a. TIPO DE ESTUDIO

Exploratorio, prospectivo, transversal

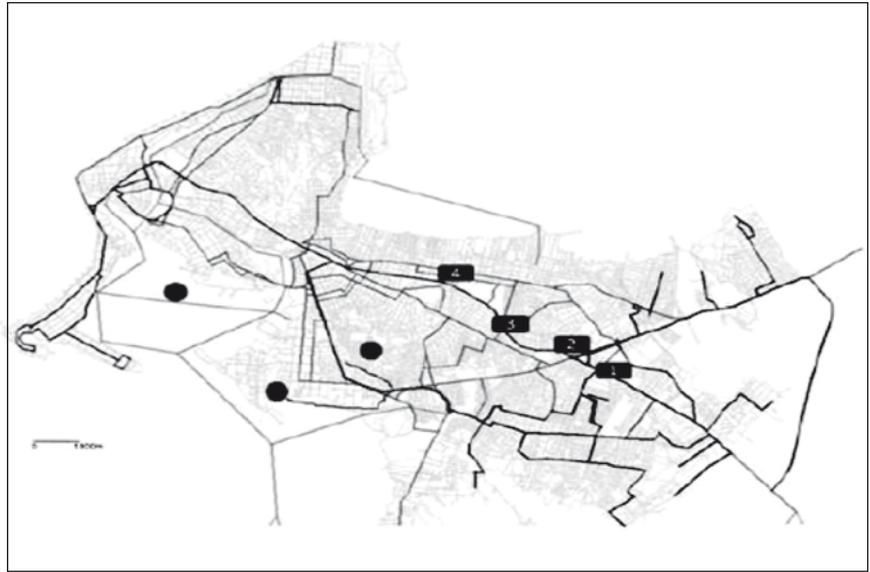
#### b. TIPO DE DISEÑO

No experimental

#### c. AREA DE ESTUDIO

Ciudad de Portoviejo

### d. ZONA DE MUESTREO



### PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

#### a) CAPACITACIÓN A ENCUESTADORES:

Para la recolección de datos se capacitó a Estudiantes y Docentes de la Carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Técnica de Manabí sobre objetivos del estudio, estructura y contenidos de la encuesta de datos, y normas de registro de datos obtenidos a fin de tener criterios técnicos establecidos.

#### b) ZONAS DE EVALUACIÓN:

• **Zona Hospitalaria y Educativa:** Son aquellas en que los seres humanos requieren de particulares condiciones de serenidad y tranquilidad, a cualquier hora en un día.

• **Zona Residencial:** Aquellas cuyos usos de suelo permitidos, de acuerdo a los instrumentos de planificación territorial, corresponden a residencial, en que los seres humanos requieren descanso o dormir, en donde la tranquilidad y serenidad son esenciales.

• **Zona Comercial:** Aquella cuyos usos de suelo permitidos son de tipo comercial, es decir, áreas en que los seres humanos requieren conversar, y tal conversación es esencial en el propósito del uso del suelo.

• **Zona Industrial:** Aquellas cuyos usos de suelo es eminentemente industrial, en que se requiere la protección del ser humano contra daños o pérdida de la audición, y la necesidad de conversación es limitada.

• **Zonas mixtas:** Aquellas en que coexisten varios de los usos de suelo definidos anteriormente. Zona residencial mixta comprende mayoritariamente uso residencial, con la presencia de actividades comerciales.

### PROCESAMIENTO DE DATOS

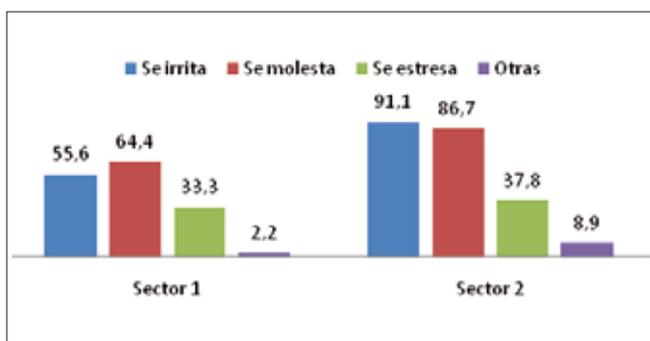
El procesamiento de la información se realizó con el apoyo de la informática. Además se trabajó con el paquete estadístico SPSS para Windows vs 10.; para ello se estructuró las bases de datos correspondientes.



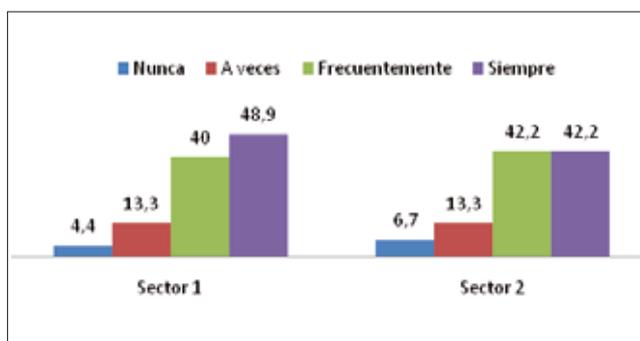
### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Para realizar la valoración sobre la posible afección de la contaminación del polvo en la ciudad de Portoviejo, se utilizaron estándares de comparación obtenidos de la información bibliográfica disponible. (Organización Mundial de la Salud <OPS/OMS> y Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, <CEPIS>). A través de las siguientes preguntas :

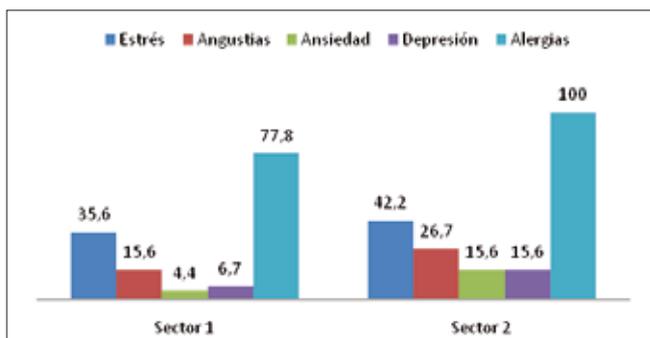
Quando usted percibe polvo ¿Cuál es su reacción?



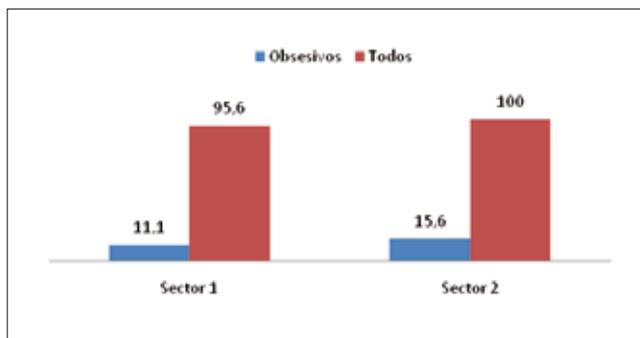
Quando usted percibe polvo, ¿con que frecuencia se irrita?



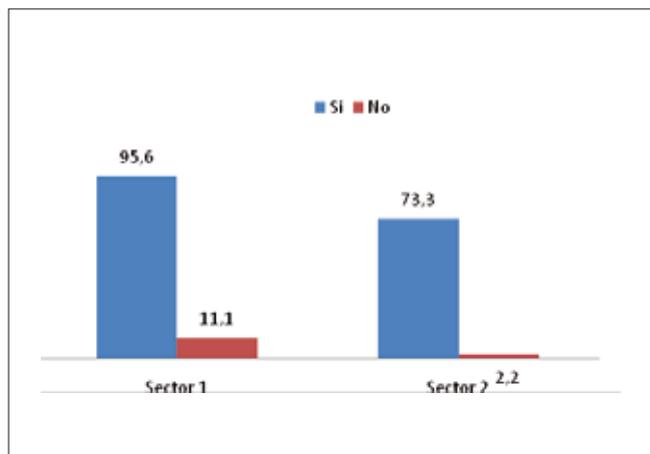
En su opinión, ¿Cuál es el mayor efecto que provoca el polvo en las personas?



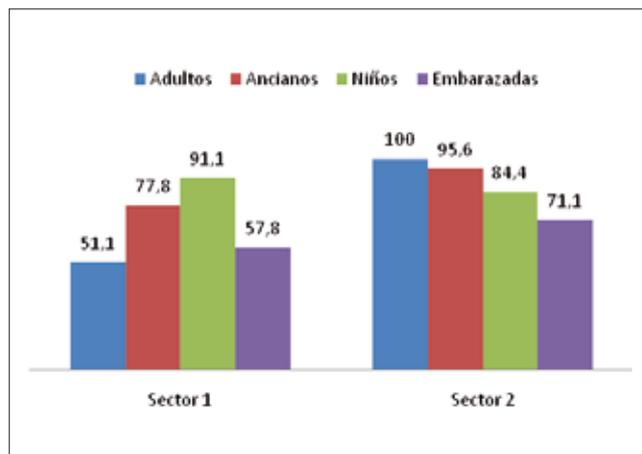
Según su opinión el polvo afecta a las personas que tienen problemas



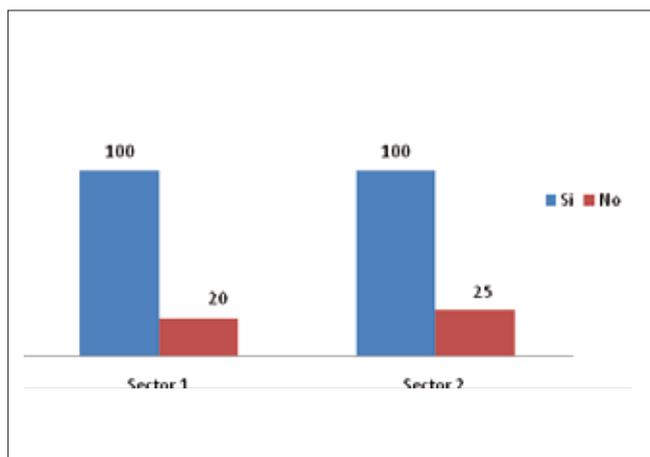
¿El polvo que se percibe diariamente afecta a la convivencia familiar?



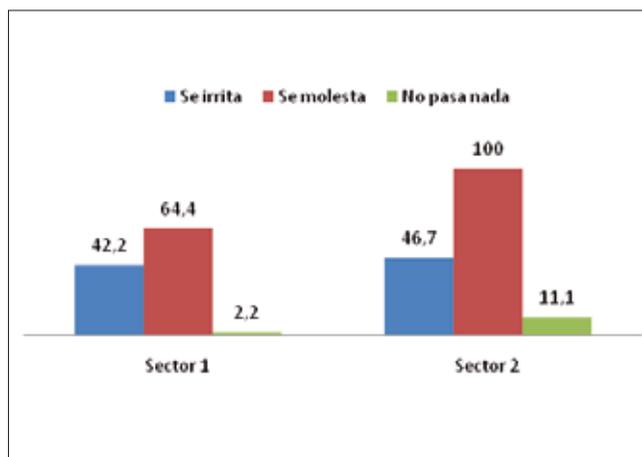
En su opinión, ¿A quienes afecta el polvo?



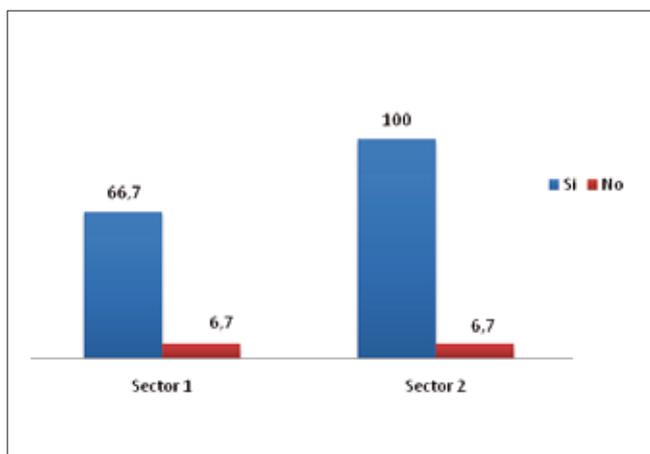
¿Al percibir polvo diariamente le afecta en el sueño?



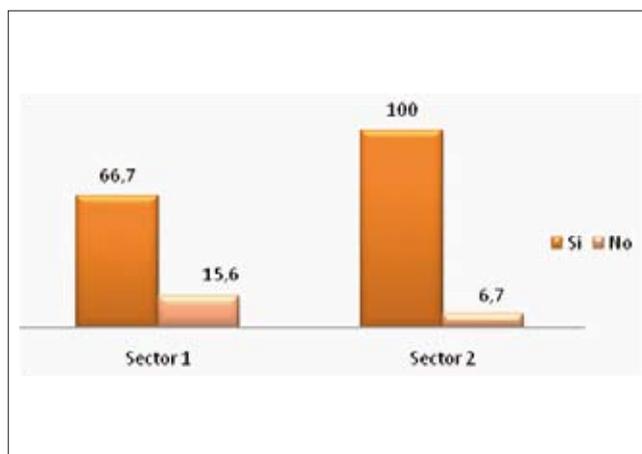
¿Cómo reacciona al saber que algún pariente tiene infección por causas del polvo?



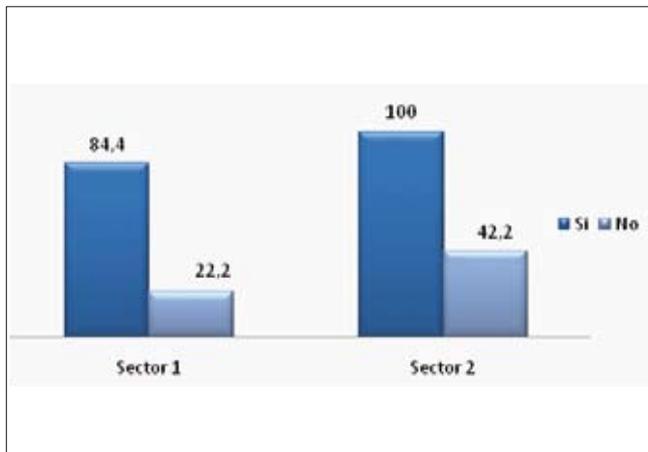
¿Considera Ud. Que el polvo afecta a la concentración de los niños y niñas?



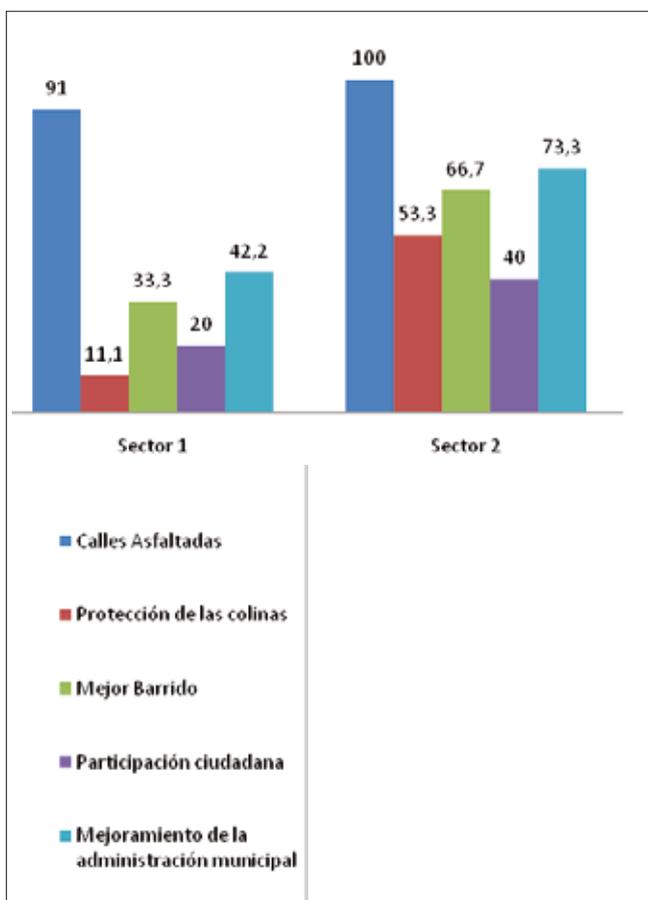
¿Cree usted que el estar expuesto al polvo constantemente una persona puede desarrollar algún problema psicológico?



¿Sabe Ud. De algún familiar que por polvo haya desarrollado alguna enfermedad crónica y que enfermedad?



¿Cuál cree Ud. Que deben ser las medidas preventivas para que el polvo no ocasione ningún problema emocional?



### CONCLUSIONES

Teniendo como referencia un informe realizado por el municipio de Portoviejo que dice "La dirección de Aseo e Higiene, cuenta a su cargo con un equipo y personal permanente destinado a tareas de recolección. El Barrido alcanza cerca de un 83% de eficiencia, El trabajo de recolección cubre un área de 565 hectáreas alcanzando una eficiencia de 100% en el casco urbano y 80% en los sectores urbanos marginales", con este antecedente se concluye lo siguiente:

En la ciudad de Portoviejo se recoge aproximadamente 14 libras por metro cuadrado eso significa si la municipalidad ase un barrido de 1464,9 Km2 diario, en la ciudad se recogen aproximadamente 9,15 toneladas de polvo al día

### RECOMENDACIONES

Aplicar esta investigación al proyecto que se realizó en el año 2009 sobre "FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES LOCALES PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL RIESGO EN EL CANTÓN PORTOVIEJO, PROVINCIA DE MANABÍ, ECUADOR".

- Prohibir las construcciones en las zonas propensas a deslizamientos.
- Organizar y emprender acciones de prevención de deslizamientos
- Prohibir los cortes en las laderas si no está totalmente seguro de la resistencia de ese suelo.
- Construir zanjas, drenajes, alcantarillas y cunetas firmes que permitan el desagüe ordenado de la montaña, para que no deje que el agua se filtre en el interior de las laderas.
- Rellenar las grietas de la ladera con suelo-cemento para que el agua no se filtre.
- Detener la erosión que causa deslizamientos
- Evitar: quemas y talas, surcos en el sentido de la pendiente.
- Proteger el terreno, sembrando plantas que crezcan rápido y se extienda fácilmente cubriendo el suelo. Estas barreras deben ser horizontales a través de la pendiente.
- Sembrar en curvas de igual nivel, o sea siguiendo las curvas naturales del terreno.
- Proteger las zonas cercanas a los nacimientos de agua, arroyos y quebradas sembrando pasto y bambú, entre otras especies.
- Prohibir el amontonamiento de basura o desechos en suelos de pendiente porque terminan tapando desagües.