

# **UNIVERSIDAD DE SONORA**

**DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD  
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA SALUD**

**“ASOCIACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A LOS CONTAMINANTES  
DE LA INDUSTRIA LADRILLERA Y LA FUNCIÓN PULMONAR EN  
PERSONAS EXPUESTAS DE HERMOSILLO, SONORA”**

**TESIS**

**TODO·LO·ILUMINAN**

**OBTENER EL TÍTULO DE:**

**MAESTRO EN CIENCIAS**

**PRESENTA:**

**CLAUDIA FIGUEROA IBARRA**

**1942**

**HERMOSILLO, SONORA.**

**ABRIL DE 2011**

# Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

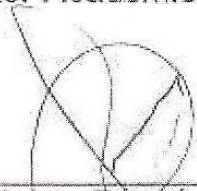
## FORMA DE APROBACIÓN

Los miembros del Jurado Calificador designado para revisar el trabajo de Tesis de Claudia Figueroa Ibarra, lo han encontrado satisfactorio y recomiendan que sea aceptado como requisito parcial para obtener el grado de Maestría en Ciencias de la Salud.



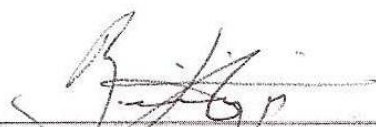
---

MED Rosa María Tinajero González  
Director Académico



---

Dr. Ramón Alberto Rascón Pacheco  
Secretario



---

Dr. Armando Burgos Hernández  
Vocal



---

Dr. Andrés Mendoza Mendoza  
Suplente

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mi familia en especial a mi madre en la que tengo el ejemplo de una gran mujer gracias por tu amor, tu paciencia, tu amistad y por enseñarme a no claudicar ante los retos difíciles.

A mi padre que llevo siempre en mi corazón... D.E.P.

A mis maestros y asesores ya que sin sus conocimientos esto no hubiera sido posible.

A mi tutora MED Rosa María Tinajero por la confianza puesta en mí, por su dirección, sabio consejo y apoyo.

A usted Dr. Rascón por su enseñanza y por tener la paciencia de acompañarme en todo este trayecto.

A mis entrañables amigas que tanto en los buenos como en los momentos difíciles siempre han estado ahí.

A mi Rober por animarme a seguir adelante y siempre estar a mi lado  
T.A.M.

Y sobre todo a Dios ya que sin el nada es posible.

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
LISTA DE TABLAS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	vii
OBJETIVOS.....	viii
RESUMEN.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES.....	5
Contaminación Ambiental.....	5
La Industria del Ladrillo.....	7
Características de la Población.....	7
Condiciones de Trabajo.....	9
Ubicación de Ladrilleras en Hermosillo, Sonora.....	15
Contaminantes y Efectos en la Salud.....	15
Efectos Sobre el Sistema Respiratorio.....	21
Espirometría.....	23
Mediciones y Patrones Espirométricos.....	24
MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
Tipos de Estudio.....	26
Población de Estudio.....	26
Expuestos.....	26
No Expuestos.....	26
Lugar del Estudio.....	27
Expuestos.....	27
No Expuestos.....	27
Criterios de Selección.....	28
Inclusión.....	28
Exclusión.....	28

Muestreo y Tamaño de Muestra.....	28
Instrumentos.....	29
Cuestionarios.....	29
Espirometría.....	29
Operacionalización de las Variables.....	29
Procedimiento.....	32
Captura, Procesamiento y Análisis de los Resultados.....	33
Aspectos Éticos.....	34
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
Edad, Antigüedad y Escolaridad.....	36
Síntomas Respiratorios.....	38
Enfermedades Respiratorias.....	41
Tabaquismo.....	42
Contaminación Intra-domiciliaria.....	44
Función Pulmonar.....	44
CONCLUSIONES.....	54
RECOMENDACIONES.....	56
BIBLIOGRAFÍA.....	57
APÉNDICES	
A.- Carta de Autorización del Comité de Ética.....	62
B.- Consentimiento Informado.....	63

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla</b>	<b>Página</b>
I. Operacionalización de las variables.....	30
II. Edad de la población 2009.....	37
III. Grado de estudios de la población expuesta y no expuesta 2009.....	37
IV. Comparación y asociación de la presencia de síntomas respiratorios de ambas poblaciones 2009.....	40
V. Frecuencia del hábito de tabaquismo en la población total 2009.....	45
VI. Comparación de la presencia de patrones respiratorios entre ambas poblaciones 2009.....	45
VII. Frecuencias de patrones respiratorios encontrados en ambas poblaciones 2009.....	46
VIII. Patrones respiratorios y presencia de diagnóstico de enfermedades respiratorias en ambas poblaciones 2009.....	53

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
1.	Obtención de la tierra para fabricar ladrillo.....	10
2.	Masa y moldeo del ladrillo.....	10
3.	Secado del ladrillo.....	12
4.	Armado del horno.....	12
5.	Cocción del ladrillo.....	13
6.	Desmontado del Horno.....	13
7.	Ladrilleras en Hermosillo, Sonora.....	16
8.	Síntomas respiratorios de la población expuesta y no expuesta 2009.....	39
9.	Comparación entre la presencia de síntomas respiratorios y enfermedades diagnosticadas en ambas poblaciones 2009.....	43
10.	Comparación del parámetro FVC en población expuesta y no expuesta a contaminantes 2009.....	48
11.	Comparación del parámetro FEV1 en población expuesta y no expuesta a contaminantes 2009.....	49
12.	Comparación del parámetro FEV1/FVC en población expuesta y no expuesta a contaminantes 2009.....	52



## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

- Determinar la asociación entre la exposición a contaminantes que se generan en la fabricación de ladrillos y la función pulmonar de los trabajadores expuestos en Hermosillo, Sonora

### **Objetivos Específicos**

- Describir las características de las poblaciones objeto de estudio seleccionando personas expuestas a los contaminantes y no expuestas
- Identificar las afecciones respiratorias y síntomas pulmonares manifestados por las personas expuestas y no expuestas
- Determinar la capacidad pulmonar e identificar patrones respiratorios en personas expuestas y no expuestas mediante la aplicación de pruebas espirométricas.
- Determinar la asociación entre la exposición a contaminantes y la presencia de patrones respiratorios alterados, así como sintomatología respiratoria referida.

## RESUMEN

**Objetivo:** Determinar la asociación entre la exposición a contaminantes que se generan en la fabricación de ladrillos y la función pulmonar de los trabajadores expuestos en Hermosillo, Sonora

**Métodos:** Se realizó un estudio transversal utilizando el cuestionario Platino y aplicando pruebas espirométricas con el fin de valorar la función pulmonar en un grupo de 44 ladrilleros. Se comparó el resultado con un grupo control conformado por 44 trabajadores de una central de abastos ubicada en Hermosillo, Sonora. Ambos grupos fueron pareados por edad y tabaquismo para evitar sesgos debido a estas variables.

**Resultados:** La población expuesta tuvo un odds ratio de 7 en relación a referir algún tipo de sintomatología respiratoria, los síntomas que más mención tuvieron en ambas poblaciones fue tos y falta de aire. En cuanto a la función pulmonar medida por las variables FVC (Volumen vital total) FEV1 (Volumen espiratorio en el primer segundo) y coeficiente FVC/FEV1 no mostró diferencia significativa entre ambas poblaciones; sin embargo, los valores más bajos en estos parámetros los presentó la población expuesta al igual que el mayor número de patrones respiratorios anormales.

**Conclusiones:** La función pulmonar medida a través de los parámetros espirométricos no muestra diferencia significativa entre las poblaciones de estudio y por lo tanto no brindan información para sostener la hipótesis de que exista asociación entre la exposición a contaminantes generados en la fabricación del ladrillo y la función pulmonar en trabajadores expuestos en Hermosillo, Sonora.

## INTRODUCCIÓN

La contaminación atmosférica se puede definir en términos generales, como la presencia de compuestos en el aire, que en forma individual o combinada pueden afectar el bienestar de la población en general, así como los bienes materiales (OMS, 2008). Las actividades humanas han generado y generan una cantidad tan grande de compuestos que la capacidad de asimilación del ambiente ha sido sobrepasada, a este tipo de contaminación se le denomina antropogénica.

El bienestar de la población está influido por el ambiente, algunos de los riesgos que se presentan son iniciados, preservados o exacerbados por factores ambientales (Primer Diagnóstico de Salud Ambiental y Ocupacional, Secretaria de Salud, 2002). La contaminación ambiental constituye hoy en día un riesgo medioambiental para la salud de la población y se estima que causa alrededor de dos millones de muertes prematuras al año a nivel mundial. Los contaminantes atmosféricos incluso en concentraciones bajas han sido relacionados con efectos adversos en la salud (OMS, 2008).

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud en 2006, hasta el 24% de la carga de morbilidad mundial se debe a la exposición a riesgos ambientales evitables. En el informe Preventing disease through healthy environments - towards an estimate of the environmental burden of disease publicado en junio del 2006, se demuestra que gran parte de estos riesgos ambientales pueden evitarse mediante intervenciones bien orientadas.

Por otra parte en el acuerdo al Plan Nacional de Salud 2001-2006, se estimó que en el país, el 35% de la carga total de enfermedad tiene su origen en factores ambientales y 15% a exposiciones ocupacionales. El Plan Nacional

de Salud 2007 – 2012 refiere que la contaminación del aire en las zonas urbanas resulta del uso de combustibles fósiles, la cual es una compleja mezcla de químicos, estos contaminantes se relacionan con efectos adversos para la salud.

Uno de los principales contaminantes emitidos son las partículas suspendidas las cuales se asocian con cáncer de pulmón y enfermedades cardio - pulmonares. El Plan también hace mención que a nivel mundial la contaminación del aire es responsable del 5% de los casos de cáncer de tráquea, pulmón y bronquios, del 2% de la mortalidad cardio respiratoria y del 1% de las muertes por infecciones del aparato respiratorio.

La industria ladrillera es una fuente de contaminación atmosférica, la cual es considerada como un problema ambiental, social y de salud (Primer Diagnóstico de Salud Ambiental y Ocupacional, 2002), se caracteriza por realizarse de manera informal y está asociada con los sectores más pobres de las comunidades (Romo y col., 2004).

Esta actividad genera problemas ambientales y daños a la salud por las emisiones tóxicas de humo, olores, alteraciones del paisaje. Durante el proceso que se utiliza para la fabricación de ladrillos, la etapa de cocción del ladrillo es la principal fuente de contaminación, ya que los hornos emiten grandes cantidades de humo generado por la combustión de los materiales utilizados que son permanentemente productos de desecho como aserrín, llantas, aceites y residuos industriales tales como: plásticos, fibra de vidrio, cubierta de cable, solventes, tintas; los contaminantes que se generan a partir de esta clase de combustibles van desde monóxido de carbono, partículas totales en suspensión, óxidos de azufre, ozono, óxido sulfuroso hasta hidrocarburos (Siñani y col., 2003).

En la ciudad de Hermosillo, Sonora se han llegado a identificar 101 ladrilleras, ubicadas en dos zonas principalmente, al norte de la ciudad, y en el área sur que colinda con la colonia las minitas (SEMARNAT/ Gob. Municipal de Hermosillo). Debido al rápido crecimiento que ha estado sufriendo la ciudad, las ladrilleras se encuentran dentro de lo que se conoce como mancha urbana, exponiéndose de esta manera la población que habita en las limitaciones de estas áreas.

Los principales expuestos a la contaminación producida por la industria ladrillera son las personas que trabajan en su fabricación, cabe mencionar que esta labor es en muchas ocasiones un negocio o tradición familiar, por lo que no es de extrañarse que las casas habitación se encuentren en el terreno inmediato de la ubicación del horno. Por lo anterior, se entiende que mujeres, niños y personas de la tercera edad se encuentran expuestas a los contaminantes de manera continua.

Estas exposiciones ponen en riesgo a esta población volviéndola vulnerable a presentar daños a su salud, principalmente respiratoria, se han identificado como principales efectos a la salud asociados a la exposición ambiental de contaminantes generados en la industria ladrillera los problemas relacionados con la exposición a las partículas  $PM_{10}$  (Partículas menores a 10 micrómetros) las cuales producen daño al sistema respiratorio, dando lugar a una disminución de la función pulmonar, enfermedades crónicas respiratorias, crisis asmáticas y muerte prematura.

Se estima que el riesgo de muerte prematura en población sensible aumenta en 2-8% por cada 50 mg de  $PM_{10}$ . (Primer Diagnóstico Nacional de Salud Ambiental y Ocupacional, Secretaría de Salud 2002). Debido a lo anterior surge la siguiente la pregunta de investigación e hipótesis:

¿Existen diferencias en la capacidad pulmonar entre las personas expuestas a los contaminantes generados por la elaboración del ladrillo y los individuos no expuestos en Hermosillo, Sonora?

Hipótesis: Los contaminantes emitidos por la industria ladrillera en Hermosillo Sonora están asociados con la disminución de la función pulmonar.

## **ANTECEDENTES**

### **Contaminación Ambiental**

La contaminación es la presencia en el ambiente de toda sustancia que en cualquiera de sus estados físicos y químicos al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural, causando desequilibrio ecológico.

La generación o descarga de materia o energía, en cualquier cantidad, estado físico o forma, que al incorporarse, acumularse o actuar en los seres vivos, en la atmósfera, agua, suelo, subsuelo o cualquier elemento natural, afecte negativamente su composición o condición natural son consideradas emisiones contaminantes (Ley Ambiental del Distrito Federal, 2000).

Los contaminantes del aire tienen distinto potencial para producir daño a la salud humana, lo cual depende de sus propiedades físicas y químicas, de la dosis que se inhala, del tiempo y frecuencia de exposición así como también de las características de la población expuesta.

Cuando el tóxico llega al organismo, dependiendo de la vía de exposición, entra en contacto con las superficies epiteliales del tracto digestivo, del aparato respiratorio o de la piel. Cruza esas membranas y alcanza el torrente sanguíneo, en este momento se considera que el tóxico penetró al organismo, la sangre lo transporta a los distintos órganos y en uno o en varios de ellos puede llegar a causar un daño permanente (Peña y col., 2001). Los tóxicos o sustancias que tienen contacto con el organismo lo penetran en diferentes tiempos o velocidades lo cual depende de las propiedades propias

del tóxico, así como de las condiciones de la superficie de contacto (permeabilidad, flujo sanguíneo).

Al conjunto de reacciones que convierten los tóxicos en especies químicas distintas que pueden ser menos o más dañinas que el tóxico original, se le da el nombre de biotransformación. La exposición se conoce como el contacto de una población o individuo con un agente químico o físico. La magnitud de la exposición se determina midiendo o estimando la cantidad del agente que está presente en la superficie de contacto (pulmones, intestino, piel, etc.) durante un período especificado (Peña y col., 2001).

La exposición a la contaminación del aire está relacionada con serios trastornos a la salud entre los que destacan:

- El incremento en la frecuencia de enfermedades respiratorias crónicas y agudas
- Aumento en la frecuencia de muertes asociadas a la contaminación atmosférica
- Disminución de la capacidad respiratoria
- Aumento de ataques de asma
- Incremento de casos de enfermedades cardíacas
- Aumento en la frecuencia de cánceres pulmonares (Primer Diagnóstico Nacional de Salud Ambiental y Ocupacional, Secretaria de Salud, 2002)

Las exposiciones se clasifican de acuerdo a la magnitud del período de exposición en:

- Exposiciones crónicas.- Son las exposiciones que duran entre el 10% y el 100% del período de vida. Para el caso del hombre entre 7 y 70 años.
- Exposiciones subcrónicas.- Son exposiciones de corta duración, menores que el 10% del período vital.



- Exposiciones agudas.- Son exposiciones de un día o menos y que suceden en un solo evento

El período transcurrido entre el evento de exposición y las observaciones en el organismo expuesto es una variable muy importante de considerar especialmente en el caso de exposiciones intermitentes (Peña y col, 2001).

### **La Industria del Ladrillo**

La fabricación del ladrillo es una actividad de carácter informal, esta característica se refiere a todas aquellas empresas no constituidas en sociedad que forman parte del sector de los hogares, dedicadas a la producción de bienes o servicios, con la finalidad primordial de generar empleo e ingreso para las personas implicadas. (Organización Internacional del Trabajo/ INEGI, 2000).

### **Características de la Población**

La elaboración del ladrillo constituye una parte fundamental en la industria de la construcción; sin embargo, son una parte olvidada y conforman uno de los sectores con más bajo ingreso económico y con un mínimo acceso a una atención de salud adecuada. Esta actividad ha sido desarrollada por personas de estratos sociales marginados que utilizan este oficio a manera de autoempleo y con poca estabilidad y se caracteriza por mala remuneración, poco reconocimiento por la sociedad y demanda por parte del trabajador intenso esfuerzo y desgaste físico impactando negativamente su salud. (González y col., 2008).

En la actividad de la elaboración del ladrillo, llegan a participar todos los miembros de la familia ya que en numerosas ocasiones el dedicarse a la fabricación del ladrillo es considerado una tradición familiar.

En una investigación realizada por Blackman en 1998 a 95 ladrilleras de Ciudad Juárez, Chihuahua, se encontró que en promedio laboran de tres a seis personas por ladrillera y señala algunas características de esta población como son:

- Promedio de 3 años de escolaridad
- Aproximadamente una cuarta parte de los trabajadores son analfabetos
- Nivel socioeconómico bajo
- Actividad poco remunerada
- La mayoría de los ladrilleros viven dentro del terreno donde se encuentra el horno
- Las casas no cuentan con servicios básicos y en ocasiones con mala ventilación
- Experiencia promedio de 18 años

Un aspecto a tomar en consideración es el hecho de no tener ningún tipo de seguridad social por ser empresas informales e independientes. La conjunción de estas características vuelve a la población más vulnerable; las condiciones de vida de estas poblaciones son deplorables debido a lo antes mencionado, a esto se agrega el costo de los materiales y transporte del producto, lo que en su totalidad deteriora la calidad de vida de las familias.

Las personas que obtienen una mejor remuneración, son aquéllas que se encargan de mantener encendidos los hornos hasta por 18 a 24 horas, pero deben someterse a trabajos extenuantes y bajo condiciones de calor, polvo y contaminación de los hornos ladrilleros.

## **Condiciones de Trabajo**

La producción artesanal de ladrillos es una actividad que al usar leña, llantas, aceites gastados, residuos industriales y materiales orgánicos de desecho, provoca altas emisiones de material particulado y gases, además se realiza en precarias condiciones de seguridad e higiene laboral, situación que genera un problema de calidad ambiental y de salud, constituyendo además un problema social y de salud (Siñani y col., 2003).

La manufactura de los ladrillos es manual y no sigue procesos de control o calidad. En el proceso de la elaboración del ladrillo se pueden identificar varios pasos, al inicio del proceso es necesario recolectar la materia prima; es decir, la tierra con el contenido de arcilla ideal, la cual se obtiene ya sea en el lugar de la ladrillera o fuera de la misma, para lo cual los trabajadores necesitan escarbar con pico y pala (figura 1). Como segundo paso es necesario crear una masa con la arcilla para lo cual se debe agregar agua y mezclar hasta lograr una consistencia uniforme (figura 2). Es necesario preparar un área en la que se depositan los ladrillos para su secado, para esto, se utiliza un rastillo para nivelar el terreno y un bote para esparcir y humedecer el mismo (González y col., 2008).

Una vez obtenida la mezcla esta es vertida en moldes, con la finalidad de dar la forma característica del ladrillo, existen distintos tipos de moldes según el tamaño y la forma que se desee obtener. Para evitar que la arcilla se pegue al molde es necesario colocar arena en el revestimiento de la moldera (figura 2).



**Figura 1.-** Obtención de la tierra para fabricar ladrillo



**Figura 2.-** Masa y moldeo del ladrillo

Es necesario secar los ladrillos (figura 3), tendidos sobre el suelo y una vez que se encuentran secos estos son apilados para poder empezar la construcción del horno, que consiste en el acomodo especial de una estructura hecha a base de ladrillos, de manera que permita la entrada de aire para lograr la combustión y la distribución del fuego uniformemente. Una vez terminada la estructura, las paredes del horno se debe forrar con adobe y lodo (figura 4).

El proceso de quemado o cocimiento consiste en la quema de material combustible que proporciona la temperatura necesaria para que el ladrillo quede cocido y con las características ideales para el uso a que se vaya a destinar (figura 5). Los materiales que se utilizan son la leña, madera tratada o barnizada de desperdicio y aserrín, basura, plásticos, neumáticos y aceite quemado tanto para el arranque del horno como para conservar el fuego todo el tiempo de cocción, el cual varía entre 14 a 18 horas dependiendo del tamaño del mismo (González y col., 2008).

Esta última etapa es la parte más compleja del proceso, desde el punto de vista del impacto al medio ambiente se centra en su cocción y, principalmente en el encendido del horno. Este paso consiste en hacer arder leña contenida en las troneras. Dada la mala ventilación dentro de éstas se produce un fuego carente de oxígeno, lo que provoca abundante emisión de humos, al momento de cerrar las troneras se produce un tiraje de calor hacia las capas superiores. Es aquí donde se producen emisiones de vapores de agua del ladrillo y emisiones del carbón.

El paso final es del desarmado del horno en donde participa todos los integrantes de la familia, quedando el ladrillo listo para la venta (figura 6). La jornada de trabajo es de hasta 12 horas diarias, durante toda la semana. Cada familia elabora aproximadamente 7 000 piezas semanales a costo muy bajo.



**Figura 3.-** Secado del ladrillo



**Figura 4.-** Armado del horno



**Figura 5.-** Cocción del ladrillo



**Figura 6.-** Desmontado del Horno

El estado de Guanajuato elaboró la norma técnica ecológica NTE-IEG-001/98 donde establece las condiciones que deben reunir los hornos ladrilleros, consideran que el proceso de elaboración y cocido de productos fabricados con arcilla contribuye al deterioro del medio ambiente por sobreexplotación de la capa edáfica, por el alto nivel de emisiones e inmisiones contaminantes a la atmósfera, por el uso inadecuado de materiales combustibles y por una combustión deficiente de los mismos, así como por el uso excesivo de agua potable en dicho proceso.

La norma hace hincapié en que la fabricación se realiza sin planeación ni control. Dentro de la norma se indica que está prohibida la ubicación del horno dentro de la mancha urbana, debe ubicarse a una distancia mayor de 5 km de cualquier asentamiento humano mayor a 2,500 habitantes, entre otras condiciones.

En relación al tipo de combustible, se menciona que no se permitirá el uso de madera, leña o aserrín para la combustión, así como tampoco se deberán quemar otros materiales combustibles como llantas, cámaras, plásticos, hules, polietileno, basura, papel, cartón, aceites gastados, desperdicios de ropa, solventes, productos químicos o cualquier tipo de residuo peligroso.

En la ciudad de Hermosillo no se cuenta con ningún lineamiento o norma que regule esta actividad, por lo que se continúan utilizando todos los combustibles antes mencionados y, debido al rápido crecimiento de la ciudad los hornos ladrilleros se encuentran ya dentro de la mancha urbana.



## **Ubicación de Ladrilleras en Hermosillo, Sonora**

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en conjunto con el Gobierno Municipal de Hermosillo han realizado estudios para identificar la ubicación y el número de ladrilleras, las que para el año 2007, se estimaba eran 101. Se tenían identificadas dos áreas delimitadas donde se ubicaban las ladrilleras, tanto en el norte como en el sur de la ciudad.

Durante los primeros meses del año 2009 en el área norte los ladrilleros fueron removidos de los terrenos lo que ocasionó su dispersión, actualmente se pueden encontrar zonas ladrilleras desde las faldas del cerro Colorado (ubicado al noroeste de la Ciudad) hasta la localidad de San Pedro El Saucito al noreste de la ciudad de Hermosillo (figura 7).

El área sur continúa estando cerca de la colonia Las Minutas, en los alrededores del relleno sanitario de Hermosillo, los cuales se ubican al suroeste de la Ciudad por la carretera 26 rumbo a la costa de Hermosillo, kilómetro 5.5.

## **Contaminantes y Efectos en la salud**

Existen varios estudios del análisis del aire en zonas ladrilleras, estos estudios se basan en el tipo de combustibles que se utilizan para elaborar el ladrillo ya que como se ha mencionado anteriormente emiten grandes cantidades de humo por largos periodos de tiempo.

De acuerdo al Primer Diagnóstico Nacional de Salud Ambiental y Ocupacional del 2002, se reporta que los principales efectos a la salud asociados a la exposición ambiental de contaminantes generados en la industria ladrillera son debidos al material particulado  $PM_{10}$  produciendo daño al



**Figura 7.-** Ladrilleras en Hermosillo, Sonora. Fuente: SEMARNAT, Gob. Municipal. 2007

sistema respiratorio, dando lugar a una disminución de la función pulmonar, enfermedades crónicas respiratorias, crisis asmáticas y muerte prematura.

Se estima que el riesgo de muerte prematura en población sensible aumenta del 2 al 8% por cada 50mg de PM<sub>10</sub> y que entre los contaminantes encontrados en la industria ladrilleras están las PM<sub>10</sub> con 226,8, óxidos de azufre 39,7, óxidos de nitrógeno 50,9, hidrocarburos 19,3 y bióxido de carbono 55,4µg/m<sup>3</sup> por año (Siñani y col., 2003).

En Nagpur, India en 2002 se realizó un estudio cuyo objetivo fue conocer los contaminantes emitidos por 125 hornos ladrilleros. Se encontró que las emisiones consistían en partículas en suspensión, partículas de polvo, materia orgánica y algunos gases como óxido de azufre (SO<sub>2</sub>), óxido de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S) y monóxido de carbono (CO). Las concentraciones de partículas suspendidas totales (PST) durante el tiempo de no combustión del horno fue de 11 – 26 mg Nm<sup>3</sup>, y durante el tiempo de quemado ascendió a 36 – 223mgNm<sup>3</sup>, las cuales están por encima de las emisiones estándar de partículas establecidas por la autoridad regulatoria.

El análisis de estas partículas se realizó en las áreas aledañas a las ladrilleras en donde un conteo de 24 horas reveló concentraciones de PST en 312- 651 y 115 – 241 µg/m<sup>3</sup> lo cual excede los estándares nacionales de calidad del aire. Las partículas recolectadas fueron analizadas para identificar metales tóxicos encontrándose cromo, cobre, plomo, níquel, zinc, cadmio, hierro y manganeso cuyos niveles indicaron estar por encima de los límites máximos establecidos (Bhanarkar y col., 2002).

Esta clase de metales están asociados con serios problemas de salud. Este estudio mostró evidencia de que los contaminantes emitidos en los hornos se encuentran en un radio de 3 kilómetros del mismo (Bhanarkar y col., 2002).

En la frontera entre México y Estados Unidos de América (Ciudad Juárez, Chihuahua y El Paso, Texas) Arrieta y cols. (2003) realizaron una investigación para analizar las  $PM_{10}$  obtenidas de filtros ubicados en ambas zonas. En Ciudad Juárez, el filtro fue ubicado a una distancia de 100 metros de la zona ladrillera.

El análisis de las  $PM_{10}$  obtenidas mostró evidencia de hidrocarburos policíclicos aromáticos (HAPs) en 5,25 pmol/min/mg de proteína, los cuales fueron más altos en Ciudad Juárez que en El Paso. Estos hidrocarburos, identificados en este estudio, están listados por la Agencia de Protección al Ambiente (EPA) como contaminantes con alto potencial para causar efectos adversos en la salud, los cuales incluyen cáncer, enfermedades cardiopulmonares y problemas reproductivos.

En Nepal, se realizaron mediciones de los contaminantes del aire en zonas cercanas a ladrilleras en donde el valor que se encontró de  $PM_{10}$  y las partículas suspendidas totales, antes de la operación de los hornos, fue de 0,029  $mg/m^3$  y 0,033  $mg/m^3$  respectivamente, ambas aumentaron de 0,050  $mg/m^3$  y 0,056  $mg/m^3$  durante el tiempo de operación (Joshi y col., 2008).

En la ciudad de La Paz, Bolivia se realizó un estudio para evaluar la problemática ambiental producida por las ladrilleras, encontrando lo siguiente: la extracción de arena y grava de las canteras son las que más contribuyen en el aporte de partículas PST (Partículas Totales en Suspensión). Los combustibles más utilizados para el calentamiento de los hornos ladrilleros son el aserrín y la

madera 1110.3 toneladas/año y aceites gastados 2.220.480,00 litros/año. La cantidad total de contaminantes producidos por la quema de aceite sucio y llantas, emitidos por los 150 hornos ladrilleros es de 115.166 toneladas/año.

Los contaminantes producidos por la combustión fueron: óxido de azufre (SO<sub>2</sub>) 19.984,32 Kg/año; óxidos de nitrógeno (NO) 5395,766 Kg/año; cobalto (Co) 1338.94 Kg/año; plomo (Pb) 339.733 Kg/año; Partículas totales en suspensión (PST) 10531.77 Kg/año; monóxido de carbono (CO) 259,796 Kg/año (Siñani y col., 2003).

El Instituto Nacional de Ecología al realizar un estudio de “El manejo de riesgos y el análisis costo-beneficio” debido a que en 1999 la ciudad de El Paso, Texas y Ciudad Juárez, Chihuahua fueron clasificadas por la USEPA (United States Environmental Protection Agency) como una de las zonas de más alta concentración de monóxido de carbono, partículas y ozono, detectaron aproximadamente 350 fábricas de ladrillo que utilizaban como combustibles aserrín y residuos de madera impregnados con barnices. Además, en ocasiones se usan también llantas, contenedores plásticos y otro tipo de residuos.

El uso de estos combustibles convirtió a las ladrilleras en la tercera o cuarta fuente de contaminación en Ciudad Juárez y El Paso, asociadas principalmente al monóxido de carbono y a la emisión de partículas. También pueden emitirse óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre, compuestos orgánicos volátiles y metales pesados, dependiendo del material utilizado como combustible. (Instituto Nacional de Ecología/ SEMARNAT, 2007).

En la ciudad de Hermosillo, Sonora no se cuenta con mediciones de los contaminantes generados por los hornos ladrilleros.

En los estudios antes citados se identifican entre otros, los siguientes contaminantes:

**a) Partículas en suspensión:** son una compleja mezcla de partículas líquidas y de sustancias sólidas tanto orgánicas como inorgánicas suspendidas en el aire. Estas partículas se clasifican según su tamaño en PM<sub>10</sub> (partículas con un diámetro aerodinámico inferior a 10 µm) y PM<sub>2.5</sub> (diámetro aerodinámico inferior a 2,5 µm). Entre más pequeño sea el diámetro su riesgo sobre la salud se eleva ya que al ser inhaladas llegan a alcanzar las zonas de los bronquiolos e incluso alterar el intercambio pulmonar de gases.

Los efectos sobre la salud que producen dependen de los niveles de exposición. La exposición crónica aumenta el riesgo de enfermedades cardiovasculares y respiratorias, incluso cáncer de pulmón. Se asocian con infecciones de las vías respiratorias bajas y enfermedad pulmonar obstructiva crónica. (Calidad del Aire y Salud OMS, 2008).

**b) Óxidos de azufre:** son gases incoloros que se generan con la combustión de carbón y petróleo, es uno de los principales contaminantes antropogénicos. Se han asociado con problemas cardiovasculares y cáncer de pulmón. Por cada incremento de 10 µg/m<sup>3</sup> la mortalidad aumenta en un 8% (Ballester, 2005).

El SO<sub>2</sub> puede afectar el sistema respiratorio y la función pulmonar, provocando tos, secreción mucosa y en caso de asmáticos presencia o agravamiento de la crisis, así como bronquitis crónica (Calidad del aire y salud, OMS, 2008).

Cuando los óxidos de azufre se encuentran con partículas suspendidas en una misma atmósfera su potencial dañino se incrementa, la unión del bióxido y el ácido sulfúrico paralizan los cilios del tracto respiratorio, las partículas penetran a los pulmones junto con los compuestos azufrados ocasionando graves daños e incluso la muerte (Siñani y col., 2003).

**c) Monóxido de Carbono:** es un gas químicamente inerte en condiciones normales que, en bajas concentraciones, no produce ningún daño; sin embargo, en concentraciones elevadas puede afectar seriamente el metabolismo respiratorio dado la alta afinidad de la hemoglobina con este compuesto, ya que al unirse se transforma a carboxihemoglobina lo cual no permite que la hemoglobina realice la función de transportar el oxígeno (Siñani y col., 2003).

Los contaminantes mencionados son capaces de producir daño en diferentes sistemas del cuerpo humano, sin embargo es bastante notable el daño en el sistema respiratorio.

### **Efectos Sobre el Sistema Respiratorio**

Zuskin en 1998 realizó una investigación en Zagreb, Croacia para conocer la función respiratoria de trabajadores de la industria del ladrillo. El estudio abarcó a 233 hombres trabajadores en este oficio y 149 personas en el grupo control. El estudio encontró datos significativos de una alta prevalencia de tos crónica (31,8%), expectoración crónica (26,2%) y sibilancias (24%) en los trabajadores expuestos comparados con el grupo control (20%, 18%, 0%). Los trabajadores refirieron alta prevalencia de síntomas como sequedad e irritación de tráquea e irritación ocular.

A los sujetos de estudio se les realizaron mediciones espirométricas las cuales arrojaron datos que muestran una disminución significativa de la función respiratoria en los empleados, donde los resultados de Capacidad Vital Forzada (FVC) y Volumen Expirado Forzado en un segundo (FEV1) fue de 78,1% y 88,2%, respectivamente, se muestran por debajo del predicho lo cual sugiere la presencia de patrones respiratorios restrictivos (Zuskin E., 1998).

Un estudio realizado por Bradley en 2007 hizo evidente ciertas patologías asociadas con la exposición a contaminantes donde observó que de una muestra total de 25 sujetos, 7 presentaron asma bronquial, 3 de ellos faringoamigdalitis, una persona enfisema pulmonar, dos padecían bronquitis y cáncer de pulmón un individuo. Este estudio se realizó en las ladrilleras de la ciudad de Durango, México.

En Kathmandú Valley, Nepal se llevó a cabo una investigación para conocer si existían alteraciones en niños que acuden a una escuela que se encuentra cerca de la zona ladrillera. En el estudio, 141 niños fueron examinados, 79 de una escuela dentro del área de exposición y 62 en una escuela ubicada en una zona no expuesta. Se encontró una significancia estadística entre estos dos grupos de comparación ya que los niños que se encuentran cerca de las ladrilleras mostraron odds ratio de 4,17 en problemas de amigdalitis y 4,08 en la presencia de faringitis en comparación con el grupo control (Joshi y col., 2008).

San Luis Río Colorado, municipio de Sonora, México se caracteriza por tener zonas en las que se dedican a la elaboración del ladrillo, se realizó una investigación para conocer el índice de asma infantil, encontrándose que 14 de 141 niños que se encuentran cerca de esta área presentan este padecimiento, en tanto que un grupo de 278 niños que habitan lejos de esta zona solamente



12 la presentan, representando el 10 y 4,3% respectivamente (Anderson y col, 2008).

## **Espirometría**

La espirometría en la actualidad se considera la mejor prueba de función mecánica respiratoria por ser la más simple, accesible y reproducible. Además, los resultados de la prueba se correlacionan bien con la morbilidad y la expectativa de vida. (American Thoracic Society, 2005). La espirometría sirve para evaluar la función mecánica pulmonar. Es la prueba más reproducible siempre y cuando se sigan lineamientos estrictos de calidad como los recomendados por la Sociedad Americana del Tórax.

Estos lineamientos incluyen criterios para las maniobras a realizar y su aceptabilidad, así como para el análisis y la interpretación de las mismas. Por las razones mencionadas, la espirometría es una de las pruebas esenciales para valorar la incapacidad funcional laboral (Pérez, 2001).

Para considerar aceptable una medición espirométrica no se debe sobrepasar 15 maniobras (de exhalación) que realice el individuo. Se toman en cuenta las tres mejores donde la medición de FVC no marque diferencia mayor de 150 ml de aire, de esta manera se logra una medición espirométrica de calidad A. Existen valores de referencia que son indispensables para la interpretación de la espirometría, las ecuaciones de referencia varían según la población.

En México se realizó un estudio para identificar cual ecuación de referencia es la que mejor se aplica en nuestra población, tras analizar varias

ecuaciones se concluyó que NHANES III es la que produce mejores resultados (Torre y col., 2006).

### **Mediciones y Patrones Espirométricos**

La espirometría puede realizar varias mediciones de los flujos y capacidades pulmonares, las principales son:

- **FVC** (forced vital capacity) capacidad vital forzada que es el máximo volumen de aire exhalado después de una inspiración máxima expresado en litros.
- **FEV1** (torced expiratory volumen in one second) volumen espiratorio forzado en un segundo que es la cantidad de aire exhalado durante el primer segundo de la FVC expresado en litros
- **FEV1/FVC** es la relación de FEV1 dividido entre la FVC y expresada como porcentaje. Es la variable más comúnmente utilizada para definir obstrucción al flujo aéreo (Pérez-Padilla, 2001)

Por medio de las mediciones espirométricas se puede detectar patrones respiratorios obstructivos y restrictivos.

- **Patrón Obstructivo** Indica una reducción del flujo aéreo y es producido bien por aumento de la resistencia de las vías aéreas o por la disminución de la retracción elástica del parénquima. Se define como una reducción del flujo espiratorio máximo respecto de la capacidad vital forzada, y se detecta mediante la relación  $FEV_1/FVC$ , que será menor del 70%. Los valores espirométricos nos darían FVC normal,  $FEV_1$  y el coeficiente de relación  $FEV_1/FVC$  disminuido

- **Patrón Restrictivo** Se caracteriza por la reducción de la capacidad pulmonar total, ya sea por alteraciones del parénquima del tórax o de los músculos respiratorios y/o de su inervación. El patrón restrictivo arroja los siguientes resultados FVC, FEV<sub>1</sub> disminuidos y FEV<sub>1</sub>/FVC normal.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Tipo de Estudio**

- Transversal analítico

### **Población de Estudio**

Para efectos del estudio se incluyen dos poblaciones, población expuesta y no expuesta a contaminantes generados por la elaboración de ladrillo.

#### **Expuestos**

En el estudio se incluyen a todas las personas del sexo masculino que laboran como ladrilleros en Hermosillo, Sonora y que cuentan con edades mayores a los 30 años y una antigüedad mínima de diez años en el oficio. El estudio abarcó las dos áreas principales (zona norte y zona sur), donde se encuentran ubicadas las ladrilleras en la ciudad de Hermosillo.

Se realizó un censo en las dos áreas de ladrilleras de la ciudad para conocer el número exacto de personas que se incluirían en el estudio.

#### **No Expuestos**

Para fines de realizar un análisis comparativo se tomó como no expuestos a aquellos individuos que laboran en la central de abastos como cargadores y vendedores siendo esta una manera de trabajo informal ya que no cuentan con un salario fijo ni con prestaciones de los servicios de salud, lo que los iguala en condiciones de esta índole con la población expuesta. La labor que desempeñan estas personas es un trabajo que exige esfuerzo físico

intenso por el hecho de las cargas que tienen que manejar, siendo este otro aspecto que comparten con las personas de las ladrilleras.

En Hermosillo existe la central de abastos Francisco I. Madero misma que no se encuentra en las cercanías de la zona ladrillera lo que excluye a los individuos que laboran en este lugar de estar expuestos a los contaminantes objeto de estudio.

A ambas poblaciones se les aplicó un cuestionario (PLATINO) y se realizó espirometría a todos los sujetos del estudio.

## **Lugar del Estudio**

### **Expuestos**

Datos obtenidos de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) indican que existen 101 ladrilleras ubicadas en dos zonas principalmente:

- Norte
- Sur (área “Las Minitas”)

La investigación se realizó en ambas áreas ubicadas dentro de la ciudad de Hermosillo, Sonora.

### **No Expuestos**

Individuos que laboran como cargadores en la central de abastos Francisco I. Madero de Hermosillo, Sonora.

## **Criterios de Selección**

### **Criterios de Inclusión**

- Sexo Masculino
- Mayores de 30 años
- Individuos que acepten participar en el estudio
- En expuestos: antigüedad mínima de 10 años en las ladrilleras

### **Criterios de Exclusión**

- Haber padecido o padecer tuberculosis pulmonar
- Personas con algún impedimento que interfiera con responder al cuestionario
- Impedimentos para la realización de la espirometría, haber presentado en los últimos tres meses: cirugías abdominales o torácicas, infarto agudo almiocardio, cirugía de ojos o daño en retina, hospitalización por problema cardiaco
- Individuos que no concluyan el cuestionario
- Personas que decidan retirarse del estudio
- En expuestos: enfermedades respiratorias diagnosticadas antes de laborar en las ladrillera.

## **Muestreo y Tamaño de Muestra**

Se realizó un censo en las dos zonas ladrilleras donde se obtuvo un total de 52 personas que cumplen con las características de edad, sexo y antigüedad, número que fue tomado como total de la muestra. De los 52 individuos solo 44 aceptaron participar en el estudio.

El número de personas no expuestas fue el mismo que el de los individuos expuestos, pareados por edad, tabaquismo y contaminación intradomiciliaria.

## **Instrumentos**

### **Cuestionario**

Instrumento validado utilizado por la Asociación Latinoamericana del Tórax (ALAT) en El Proyecto Latinoamericano de Investigación en Obstrucción Pulmonar (PLATINO), cuestiona al individuo sobre sintomatología respiratoria, enfermedades respiratorias padecidas, tabaquismo, contaminación intradomiciliaria y datos generales.

### **Espirometría**

El espirómetro utilizado fue un equipo EASY-ONE de NDD, sistema portable, operado con baterías, su calibración se realizó diariamente (utilizando jeringa de tres litros). Previo a la toma de espirometría se tomaron medidas antropométricas de peso y talla mediante el uso de estadiómetro y báscula sin resorte. Para que la espirometría fuera aceptable debió cumplir con los criterios de aceptabilidad y repetitividad.

Los valores de referencia que utiliza el espirómetro es NHANES III, los cuales son los que mejor se ajustan a la población mexicana.

### **Operacionalización de las variables**

A continuación se describe las principales variables utilizadas en el presente estudio (Ver tabla I).

**Tabla I.- Operacionalización de las variables**

VARIABLE	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	EXPRESIÓN	TIPO
Peso Cantidad de materia que contiene un cuerpo	Báscula sin resorte	Gramos Tabla Mexicana de valores espirométricos	Cuantitativa Continua
Talla Estatura o altura de las personas	Estadiómetro	Centímetros Tabla Mexicana de valores espirométricos	Cuantitativa Continua
Edad Tiempo que ha vivido una persona	Cuestionario	Años de vida Tabla Mexicana de valores espirométricos	Cuantitativa Continua
FVC: Capacidad Vital Forzada	Espirómetro EASY ONE	Lt/seg, en porcentaje según el valor predicho	Cuantitativa Continua
FEV1: Volumen espiratorio forzado en el primer segundo	Espirómetro EASY ONE	Lts/seg. en porcentaje según el valor predicho	Cuantitativa Continua
Cociente FEV1/FVC: Indica el porcentaje de aire que se logra espirar	Espirómetro EASY ONE	Porcentaje	Cuantitativa Continua
Capacidad pulmonar Cuantifica el volumen de aire que el aparato respiratorio puede movilizar en función del tiempo.	Espirometría Espirómetro EASY ONE	Patrón Normal  FEV1/FVC >70% FEV1 >80% FVC>80%  Patrón Restrictivo  FVC <70% FEV1 <70% FEV <sub>1</sub> /FVC >70%  Patrón Obstructivo  FEV1/FVC<70% FEV1 70-100% Obs. Leve 60-69% Obs. Moderada 50-59% Mod. Grave 35-49% Obs. Grave <35% Obs. Muy grave (ALAT, GOLD, IMER)	Cuantitativa Continua
Enfermedades respiratorias diagnosticadas	Alguna vez le han diagnosticado alguna de las siguientes enfermedades: enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), bronquitis crónica, asma, enfisema, tuberculosis, cáncer de pulmón	Si/No	Cualitativa dicotómica



**Tabla I.- Operacionalización de las variables (continuación)**

VARIABLE	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	EXPRESIÓN	TIPO
Tos Movimiento convulsivo y sonoro del aparato respiratorio	¿Generalmente tiene Ud. tos sin que esté resfriado(a)?	Si/No	Cualitativa dicotómica
	¿Hay meses en los que Ud. tose la mayoría de los días o casi todos los días?	Si/No	Cualitativa dicotómica
	¿Tose Ud. la mayoría de los días, por lo menos tres meses al año?	Si/No	Cualitativa dicotómica
Esputo Presencia de secreción en la expectoración	¿Generalmente tiene Ud. flemas que vienen de su pulmón o flemas difíciles de sacar sin que esté resfriado(a)?	Si/No	Cualitativa dicotómica
	¿Hay meses en los que Ud. tiene flemas la mayoría de los días o casi todos los días?	Si/No	Cualitativa dicotómica
	¿Tiene Ud. esas flemas la mayoría de los días por lo menos durante tres meses al año?	Si/No	Cualitativa dicotómica
Falta de aire Sensación de no contar con aire suficiente para realizar sus actividades	¿Siente Ud. que le falta aire cuando camina más rápido en un camino plano o en una pequeña subida?	Si/No	Cualitativa dicotómica
	¿Tiene Ud. que caminar más lento en un camino plano que las personas de su edad a causa de la falta de aire?	Si/No	Cualitativa Dicotómica
Silbilancias Presencia de algún silbido en el pecho audible sin requerir instrumentos	¿Ha tenido Ud. silbido o chillido en el pecho en los últimos 12 meses?	Si/No	Cualitativa dicotómica
	¿El silbido o chillido en el pecho lo tuvo Ud. sin estar resfriado?	Si/No	Cualitativa Dicotómica
Tabaquismo Hbito de consumir tabaco de manera regular	¿Actualmente fuma Ud. cigarros?	Si/No	Cualitativa dicotómica
	¿Cuántos cigarros fuma Ud. al día?	Cigarros/día	Cuantitativa Continua
	¿Qué edad tenía cuando empezó a fumar regularmente?	Edad en años	Cuantitativa Continua
	¿Alguna vez en su vida ha fumado usted cigarros?	Si/No	Cualitativa dicotómica
	¿Tiempo que duró fumando?	En años	Cuantitativa Continua
	En promedio, durante el tiempo que Ud. fumó ¿cuántos cigarros fumaba?	Cigarros/día	Cuantitativa Continua
	¿Actualmente fuma Ud. pipa o puro?	Si/No	Cualitativa dicotómica
Contaminación intradomiciliaria Utilización de fogón dentro del hogar	Alguna vez en su vida, ¿fumó Ud. pipa o puro?	Si/No	Cualitativa dicotómica
	¿En su casa, se utilizó fogón con carbón para cocinar, por más de 6 meses durante toda su vida?	Si/No	Cualitativa dicotómica

## **Procedimiento**

- 1.- Capacitación para la toma e interpretación de la espirometría
  
- 2.- Sensibilización de la población: se inició el contacto con la población identificando al “líder del área”, se procedió a explicarle los fines del estudio y la participación de la investigadora con la población. Esto se dio a conocer entre la población mediante la asistencia a una junta de vecinos donde se dio a conocer el estudio y por medio de trípticos se explicó aspectos propios de la espirometría.
  
- 3.- Por medio de un censo se estimó el número de pobladores que existen en la zona para tener un número de población total y poder conocer el tamaño y tipo de la muestra que en este estudio correspondió al total de la población que cumplían con los criterios de selección.
  
- 4.- Se aplicó el instrumento a las personas por medio de entrevista directa, realizando visita en sus hogares o lugares de trabajo, la población de estudio fue pareada con los no expuestos por edad y tabaquismo, el nivel de tabaquismo fue calculado por la medida paquete – año la cual es una forma de medir la cantidad que una persona ha fumado durante un período de tiempo, se calcula multiplicando el número de paquetes de cigarrillos fumados al día por el número de años en que la persona ha fumado. (National Cancer Institute).
  
- 5.- Se realizó espirometría a los individuos que cumplieron con los criterios estipulados, las mediciones espirométricas fueron efectuadas con el apoyo de una médica. Para considerar aceptable una espirometría se cumplieron los parámetros marcados por ALAT (Asociación Latinoamericana del Tórax) y GOLD (Global Obstructive Lung Disease) que marcan hasta un máximo de 15 maniobras forzadas donde tres de ellas cumplan con los criterios de

aceptabilidad y repetitividad y de esta manera obtener un grado de calidad tipo A. el cual estipula que estas tres pruebas son los mejores valores de FEV1, FVC y la diferencia entre los valores no sobrepasa los 150ml de aire.

6.- En conjunto con la obtención de los datos, estos se capturaron en el programa estadístico STATA 11.

7.- Finalizada la etapa de la recolección de datos se procedió al análisis de los mismos. La redacción del trabajo se realizó de manera constante.

8.- Una vez identificadas las principales afecciones y factores de riesgo que presenta la población se dio promoción a la salud y se canalizó a las personas que presentaban alteraciones a las áreas pertinentes.

### **Captura, Procesamiento y Análisis de los Resultados**

Con los datos recabados se realizó una base de datos en el programa Stata 11. El análisis de las variables medidas en el cuestionario se realizó con estadística descriptiva utilizando medidas de tendencia central. Para el análisis de las variables dicotómicas se utilizó frecuencias absolutas, relativas y porcentajes.

Utilizando la mediana de los resultados espirométricos se compararon las dos poblaciones utilizando la prueba de Wilcoxon para los valores de FEV1, FVC y cociente FEV1/FVC.

Para identificar si existe asociación entre la exposición a los contaminantes y la presencia de sintomatología respiratoria así como los

patrones respiratorios anormales se realizaron el cálculo de Odds Ratio comparando las dos poblaciones.

Ha: Capacidad pulmonar en ladrilleros = capacidad pulmonar no ladrilleros

Ho: Capacidad pulmonar en ladrilleros  $\neq$  capacidad pulmonar no ladrilleros

### **Aspectos Éticos**

La presente investigación fue sometida a aprobación por el comité de Bioética del Hospital General del Estado “Dr. Ernesto Ramos Bours” siendo aceptada por el mismo.

Con el fin de salvaguardar la participación voluntaria y los derechos de privacidad de la población se solicitó la anuencia de las personas que participaran en la investigación con el compromiso de mantener la privacidad de los datos y los resultados que fueron obtenidos por medio del consentimiento informado.

Dentro del consentimiento informado se incluyó una descripción de la investigación, los resultados que se deseaban obtener, así como se mencionaba el derecho a retirarse en cualquier momento del estudio. De manera adicional se incluyó la información de contactos con los cuales dirigirse en caso de dudas.

El estudio implicó mediano riesgo para la población estudiada, ya que se recabaron los datos a través del instrumento con aplicación dirigida y entrevista, sin presión de ningún tipo. La realización de la espirometría de igual manera

implica un riesgo mediano, se le mencionó a todo individuo la razón del estudio y el procedimiento, así mismo, esta información se les entregó por escrito.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Edad, Antigüedad y Escolaridad

Se estudiaron a un total de 88 individuos, correspondiendo el 50% al expuesto y 50% al no expuesto. La media de la edad de la población fue de 50,48 años con una desviación estándar de 12,79, las edades oscilaron desde una mínima de 30 años a una máxima de 76 (Tabla II). La variable edad mostró una  $p$  de 0,9145 (análisis por  $t$  de Student) lo cual indica que no existe diferencias entre las poblaciones por lo tanto el pareamiento es aceptado.

El tiempo de exposición medido en años de antigüedad laborando en las ladrilleras fue de 27,3 años (DE 13,55) con una mínima de 10 años y máxima de 60. Lo cual se considera una exposición crónica ya que dura más del 10% del período de vida (Peña y col., 2001).

En lo referente a educación, el 47,73% de la población expuesta refirió haber cursado algún grado de enseñanza primaria, un 25% de la misma no realizó estudios y un 27,3% cuentan con secundaria o preparatoria cursada (Tabla III). El promedio de años cursados en educación formal de la población expuesta fue de 4,43 años (DE 3,73, Min 0 años, Max 12). El nivel de escolaridad es semejante al encontrado por Blackman (1998) en Cd. Juárez el cual fue de 3 años en promedio y siendo completamente similar al promedio de analfabetismo ya que de igual manera encontraron que una cuarta parte de los trabajadores no habían realizado ningún grado de estudios.

**Tabla II.** Edad de la población 2009

<i>EDAD</i>	<i>OBS</i>	<i>MEDIA</i>	<i>DE</i>	<i>MIN</i>	<i>MAX</i>
EXPUESTOS	44	50,636	12,945	30	75
NO EXPUESTOS	44	50,340	12,795	30	76
TOTAL	88	50,488	12,797	30	76

t de student p= 0.9145

Fuente: Encuesta directa

N= 88

**Tabla II.** Grado de estudios de la población Expuesta y No Expuesta 2009

	<b>Grado de Estudio</b>					Total
	Ninguno	Primaria	Secundaria	Preparatoria/ técnico	Licenciatura	
<b>No Expuesto</b>	6 13,64%	16 36,36%	15 34,09%	4 9,09%	3 6,82%	44 100,00%
<b>Expuesto</b>	11 25,00%	21 47,73%	7 15,91%	5 11,36%	0 0,00%	44 100,00%
<b>Total</b>	17 19,32%	37 42,05%	22 25,00%	9 10,23%	3 3,41%	88 100,00%

Chi2= 8.1665 p= 0.086

Fuente: Encuesta directa

N=88

## **Síntomas Respiratorios**

A la población estudiada se le cuestionó acerca de la presencia de síntomas respiratorios crónicos como tos, esputo, sibilancias, falta de aire, crisis de falta de aire acompañada con sibilancias y problemas para caminar relacionadas con la falta de aire.

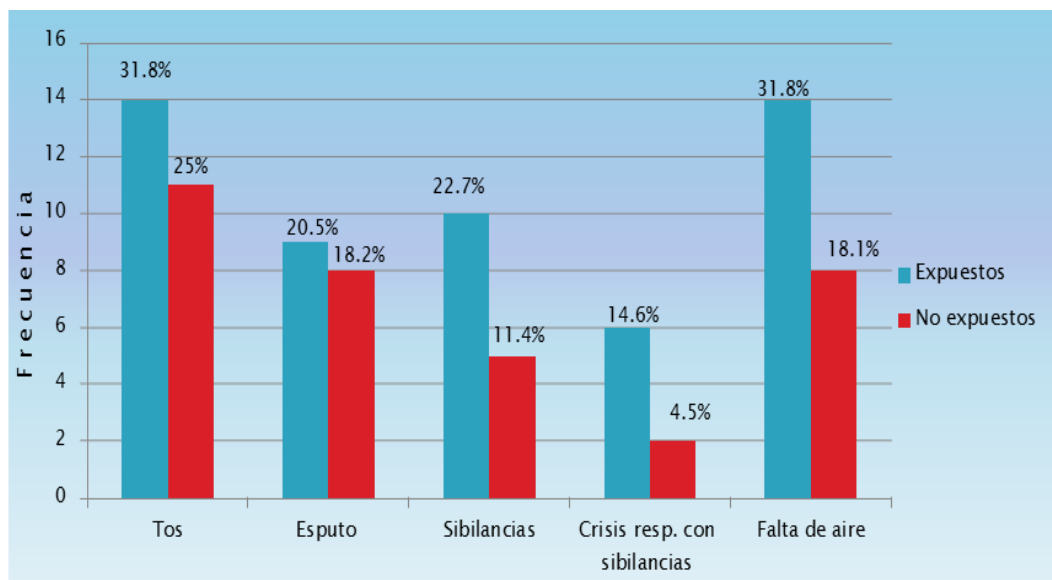
De los síntomas antes mencionados tos y falta de aire fueron reportadas como las más elevadas en la población expuesta (31,82% en ambos síntomas), la presencia de sibilancias es en donde se observa una diferencia notable entre ambas poblaciones encontrando que en la población expuesta un 22,7% mencionó presentarla y la población no expuesta un 11,32%.

La crisis de falta de aire con sibilancias fue la que recibió menos menciones por parte de ambas poblaciones, sin embargo se observa una diferencia entre sus menciones ya que la población expuesta 13,64% mencionaron presentarla y solo un 4,55% de la población no expuesta presenta este problema.

Es notable que todos los síntomas cuestionados a ambas poblaciones tuvieron una mayor mención por parte de la población expuesta (Figura 8); la tabla número IV muestra el análisis realizado para encontrar asociación entre la presencia de síntomas respiratorios y el hecho de estar expuesto, se encontró una diferencia estadísticamente significativa ya que se obtuvo un odds ratio de 7,06 e intervalos de confianza al 95% de 1,73 – 40,6 con una chi cuadrada de 10,6,  $p$  (0,0015).

Ninguna de las personas estudiadas en ambas poblaciones refirió tener problemas para caminar relacionados con la falta de aire.





**Figura 8.** Síntomas respiratorios de la población expuesta y no expuesta 2009.

Fuente: Encuesta directa

N: 88

**Tabla IV.** Comparación y asociación de la presencia de síntomas respiratorios de ambas poblaciones. 2009

<i>Sintomatología respiratoria</i>	<i>Expuestos</i>	<i>No expuestos</i>	<i>Total</i>
SI	41	29	70
NO	3	15	18
Total	44	44	88

Odds Ratio= 7.06 IC 95%= 1.73 – 40.65 Chi2= 10.06 p= 0.0015 Fuente: Encuesta directa N: 88

Los resultados encontrados concuerdan con los reportados en un estudio realizado por Zuskin en Zagreb, Croacia (1998) donde se encontraron datos significativos de una alta prevalencia de tos crónica (31,8%) y sibilancias (24%) en la población.

Otro resultado similar fue el reportado por Myers en 1989 quien realizó un estudio al Sur de África donde al cuestionar a 268 ladrilleros encontraron que la sintomatología respiratoria con más alta prevalencia de tos crónica 51,5% ( $p < 0,005$ ) y esputo 46% ( $p < 0,005$ ).

Chien en 2002 realizó una investigación cuyo objetivo era la identificación de pneumoconiosis entre los 158 trabajadores de ladrilleras en Vietnam, los autores indicaron una alta prevalencia de síntomas respiratorios como tos (43%) y falta de aire (40%). No se encontró diferencia significativa entre los distintos tipos de trabajo que realizan los ladrilleros o la antigüedad dentro de las mismas y la presencia de los síntomas mencionados.

Las investigaciones citadas concuerdan con lo encontrado en la población en relación a que existe una notable referencia por parte de los sujetos acerca de presentar sintomatología respiratoria anormal.

### **Enfermedades Respiratorias**

El total de la población negó haber sido diagnosticado de alguna enfermedad respiratoria como enfisema, bronquitis y EPOC (Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica). De las personas no expuestas, tres individuos (6,8%) mencionaron haber sido diagnosticados alguna vez en su vida con asma de los cuales solo uno continúa con el padecimiento. Dos de las personas expuestas (4,54%) actualmente presentan asma la cual les fue diagnosticada

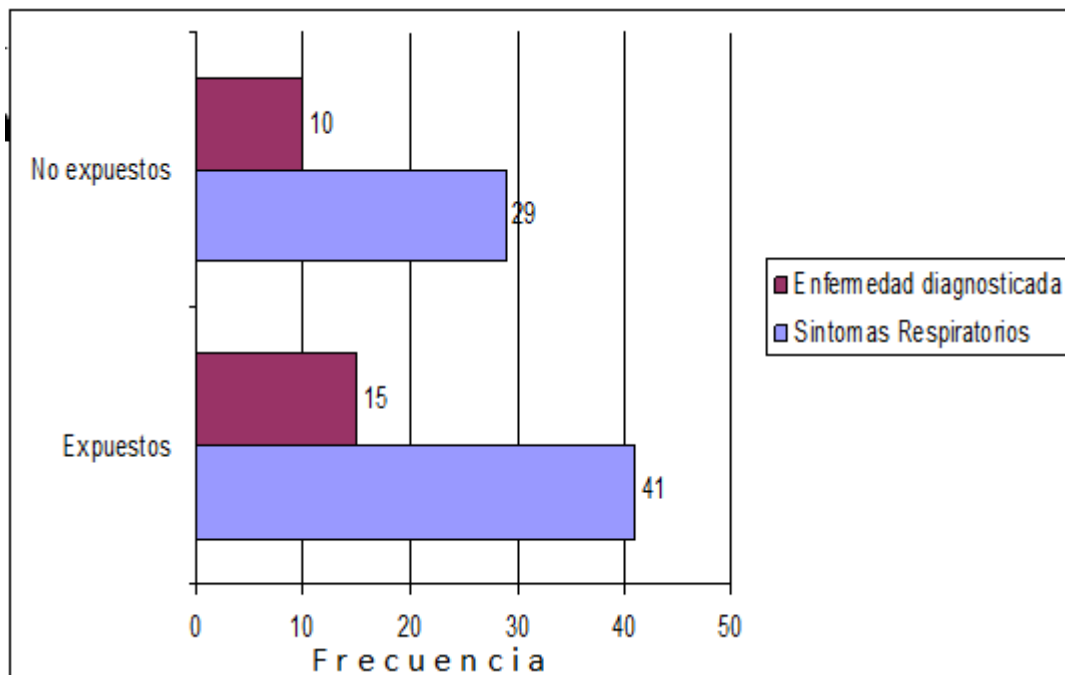
después de haber iniciado a trabajar en las ladrilleras. Las personas expuestas negaron en su totalidad tener problemas o síntomas respiratorios que les impidan acudir a realizar sus actividades laborales. En la figura 9, se observa que existe un alto nivel de individuos que presentan sintomatología respiratoria y no cuentan con el diagnóstico de una enfermedad respiratoria.

Bradley (2007) en su estudio realizado en ladrilleros de Durango, México, encontró en la población la presencia de patologías asociadas con la exposición y encontró en 25 sujetos, la presencia de 7 con padecimiento de asma bronquial, 3 con faringoamigdalitis, una persona con enfisema pulmonar, dos con bronquitis y una con cáncer de pulmón. El estudio no hace referencia de la atención médica que tienen estos individuos por lo que pudiera ser una probable causa de la diferencia ya que en la población estudiada no se encontraron personas diagnosticadas salvo los casos mencionados de asma.

González y col. en 2010 realizaron en la ciudad de Chihuahua, Chih., México una investigación cuyo objetivo fue tipificar los riesgos y exigencias ocupacionales a la que se exponen los ladrilleros, encontrando exposición a temperaturas elevadas, polvo, humo y vapores, riesgos biológicos y condiciones insalubres. Entre los probables daños a la salud reportados por el grupo de investigadores se encuentran las enfermedades respiratorias.

### **Tabaquismo**

Para el control de tabaquismo como principal variable confusora por su efecto en la salud respiratoria de los individuos, ambas poblaciones fueron pareadas por este hábito.



**Figura 9.** Comparación entre la presencia de síntomas respiratorios y enfermedades diagnosticadas en ambas poblaciones. 2009.

Fuente: Encuesta directa

N: 88

De la población total 20,45% afirmó ser fumador activo, 25% mencionó haber fumado alguna vez en su vida y el resto (54,55%) no presentó este hábito (Tabla V).

Ninguno de los participantes refirió fumar o haber fumado pipa o puro.

### **Contaminación Intradomiciliaria**

No fueron encontrados individuos que afirmaran utilizar estufa o fogones de leña o carbón dentro de hogar por lo que no existió la necesidad de considerar esta variable confusora.

### **Función Pulmonar**

La tabla VI muestra los resultados de las pruebas espirométricas los cuales indican lo siguiente, se encontró que 90% de la población no expuesta presenta un patrón respiratorio normal, y solo el 77,27% de la población expuesta se encuentra en esta situación.

En cuanto a los tipos de patrones respiratorios identificados se observa una elevada incidencia en el patrón restrictivo de los expuestos (18,18%) en comparación con la segunda población (4,55%); en el caso del patrón obstructivo la incidencia fue similar en ambos grupos (tabla VII).

Al analizar los datos previamente mencionados, no se encontró asociación entre la presencia de patrones anormales en la población expuesta ya que si bien existe un odds ratio de 2,9 el intervalo de confianza al 95% fue de 0,75 – 13,86. Chi cuadrada 3,06,  $p$  (0,0803).

**Tabla V.** Frecuencia del hábito de tabaquismo en la población total. 2009

	<i>Fr</i>	%
Fumador	18	20.45
No fumador	48	54.55
Ex fumador	22	25
<b>Total</b>	<b>88</b>	<b>100</b>

Fuente: Encuesta directa

N: 88

**Tabla VI.** Comparación de la presencia de patrones respiratorios entre ambas poblaciones 2009

<i>Patrones Respiratorios</i>	<i>Expuestos</i>	<i>No expuestos</i>	<i>Total</i>
Anormal	10	4	14
Normal	34	40	74
<b>Total</b>	<b>44</b>	<b>44</b>	<b>88</b>

Odds Ratio= 2.9411 IC 95%= 0.75 – 13.86 Chi2= 3.06 p= 0.08 Fuente: Encuesta directa N: 88

**Tabla VII.** Frecuencias de patrones respiratorios encontrados en ambas poblaciones 2009

<i>Patrón Respiratorio</i>	<i>Expuestos</i>		<i>No expuestos</i>	
	Fr	%	Fr	%
Patrón Normal	34	77,27	40	90,91
Patrón Restrictivo	8	18,18	2	4,55
Patrón Obstructivo	2	4,55	2	4,55
<b>Total</b>	44	100	44	100

Fuente: Encuesta directa

N: 88

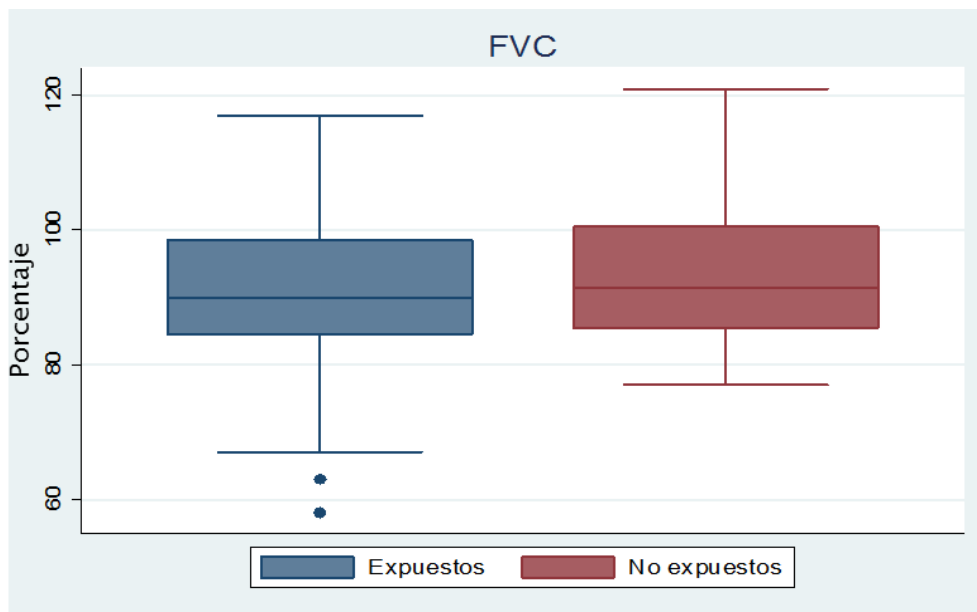


El estudio realizado por Al-Shamma en Al-Diwaniya, Iraq (2006), donde, tras realizarles espirometrías y cuestionarles acerca de problemas respiratorios los autores concluyeron que los trabajadores en contacto cercano y continuo a los riesgos ocupacionales que los polvos y humos producen en las ladrilleras presentaban patrones restrictivos y obstructivos o medidas espirométricas anormales.

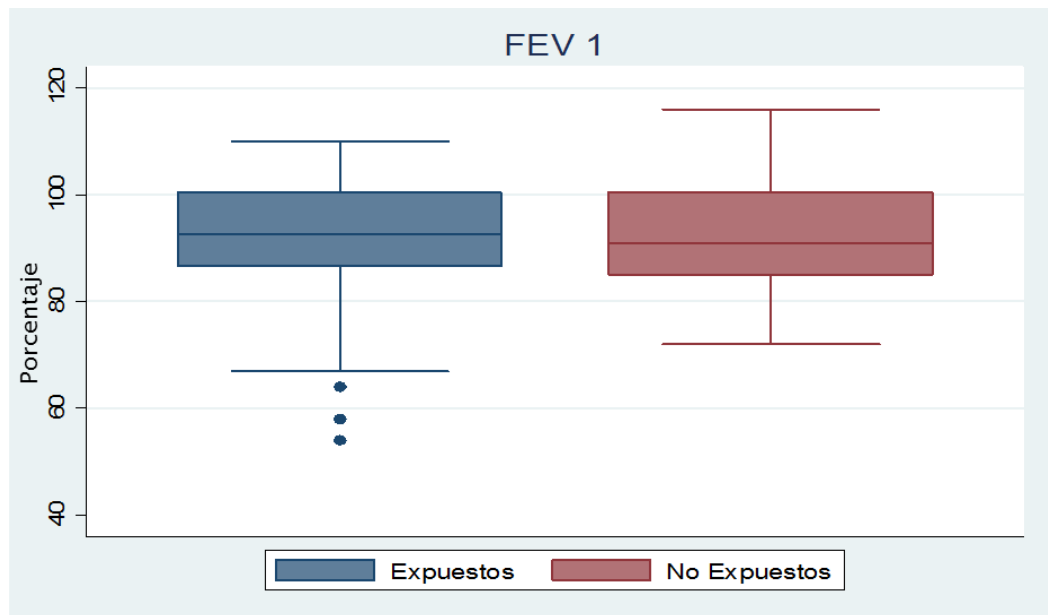
Se utilizó la prueba de los rangos de Wilcoxon para comparar medianas de los resultados obtenidos de ambas poblaciones en cuanto a su Capacidad Vital Forzada (FVC), los resultados obtenidos no tuvieron significancia estadística ( $p$  0,1219), sin embargo, se puede observar en la figura 10, que en la población expuesta dos individuos quedan por debajo de los promedios (58% y 63%), ya que, para que el parámetro FVC sea considerado normal debe de superar el 80%. En contraparte, los mejores resultados provienen de la población no expuesta.

Al analizar el parámetro FEV1 utilizando la prueba de rangos de Wilcoxon no se encontró diferencia significativa entre ambas poblaciones ( $p$  0,4798), es interesante resaltar algunas situaciones, como se observa en la figura 11 los mejores porcentajes los obtienen la población no expuesta, además, se encuentran tres individuos con los porcentajes más bajos en la población expuesta.

Zuskin en 1998 realizó un estudio en Zagreb, Croacia donde se realizaron mediciones espirométricas en ladrilleros y encontraron datos que muestran una disminución de la función respiratoria donde, los resultados de FVC y FEV1 fueron de 78,1% y 88,2% clasificándolos por debajo del predicho.



**Figura 10.** Comparación del parámetro FVC en población expuesta y no expuesta a contaminantes 2009. Fuente: Espirometría N= 88



**Figura 11.** Comparación del parámetro FEV1 en población expuesta y no expuesta a contaminantes 2009. Fuente: Espirometría N= 88

Un estudio similar realizado por Yesar y col (2009) en la Provincia de Najaf, Iraq, encontró que los valores de FVC ( $p$  0,01) y FEV1 ( $p$  0,05) fueron significativamente diferentes entre el grupo expuesto y el control, así mismo se encontró una disminución en la función respiratoria en relación a la antigüedad dentro de las ladrilleras. Los autores concluyeron que existe un riesgo en esta población de presentar patrones obstructivos y restrictivos.

En 2003 Mohammad publicó un estudio realizado a 76 ladrilleros en Isfahan, Irán mismos que fueron seguidos por 6 años realizándoles espirometrías cada 2 años. Los autores reportan disminución (a lo largo de los 6 años) de FVC 49,84ml, FEV1 de 61,95ml, siendo en el caso de FEV1 la disminución normal en un adulto americano de entre 25 y 30 ml anual, lo cual comparado con el resultado nos indica poco más del doble la disminución en esta población.

Investigación realizada en África del Sur, en la ciudad de Cape Town menciona que tras estudiar a una población de 268 ladrilleros a los cuales se les realizaron pruebas espirométricas mencionan que al medir los parámetros FEV1 y FVC no encontraron diferencias significativas entre el valor predicho y el encontrado (Myers y col., 1989)

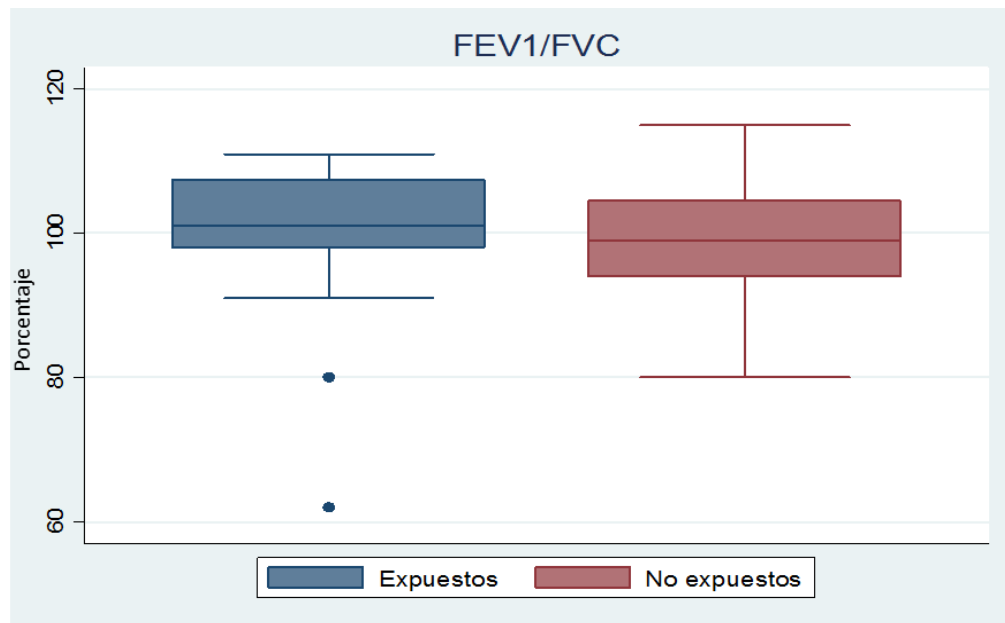
Un estudio realizado a 53 ladrilleros en Al-Diwaniya, Iraq por Al-Shamma en 2006 midió los valores de FVC, FEV1 y encontró una diferencia significativa ( $p < 0.001$ ) en ambos valores en un total de 26 trabajadores los cuales fueron clasificados como los que sufrían una exposición severa ya que se encontraban laborando en las áreas del quemado del ladrillo, siendo ésta la única diferencia significativa encontrada.

Una de las causas probables de las diferencias entre los estudios pudiera ser el tiempo de encendido de los hornos y/o el material que se llega a usar para su combustión. Sin embargo, los datos y las referencias que se mencionan dejan en claro que es importante continuar estudiando a esta población por los riesgos que presentan. Otro aspecto importante es la metodología de cada estudio ya que algunos estudios no tuvieron población de comparación y en ninguno de ellos se realizó pareamiento por la variable tabaquismo la cual es considerada como factor que puede causar confusión.

Al igual que en los parámetros anteriores, al analizar FEV1/FVC el resultado de diferencias significativas entre ambas poblaciones resultó no significativo ( $p > 0,1162$ ). En la figura 12 se observa que la media es mayor en la población no expuesta.

La media en la población no expuesta en cuanto a este parámetro fue de 99,2% con un valor mínimo de 80% y máximo de 115%. En cuanto a la población expuesta como ya se mencionó la media fue mayor 101,2%; sin embargo, los valores mínimos y máximos (62% y 111%) fueron menores que la población no expuesta. Esta diferencia en la población expuesta es debido al número de patrones respiratorios restrictivos que se encontraron ya que es en esta alteración donde los parámetros FEV1 y FVC son menores al 80% y el cociente FEV1/FVC es mayor al 80%.

Al analizar la relación entre la presencia de patrones respiratorios normales y anormales (tanto obstructivo como restrictivo) de la población expuesta se encontró que existen 9 individuos que presentaron alteración y no cuentan con diagnóstico médico, solo una persona con alteración en la espirometría cuenta con el diagnóstico previo de asma (tabla VIII).



**Figura 12.** Comparación del parámetro FEV1/FVC en población expuesta y no expuesta a contaminantes 2009. Fuente: Espirometría N= 88

**Tabla VIII.** Patrones respiratorios y presencia de diagnóstico de enfermedades respiratorias en ambas poblaciones 2009

<b>Patrón respiratorio</b> <b>Expuestos</b>	<b>Diagnóstico previo</b>	
	Si	No
Patrón normal	1	33
Patrón anormal	1	9

<b>Patrón respiratorio</b> <b>No expuestos</b>	<b>Diagnóstico previo</b>	
	Si	No
Patrón normal	0	38
Patrón anormal	3	3

Fuente: Espirometría

N= 88

## CONCLUSIONES

- En la ciudad de Hermosillo, Sonora la industria del ladrillo es, en cuanto a la producción del ladrillo similar a la que realizan en otros lugares, es este un proceso artesanal en el cual se ve involucrada toda la familia, trae consigo una serie de riesgos es decir, es un trabajo del tipo informal, con bajo ingreso económico y mínimo acceso a la atención de salud adecuada.
- Los principales síntomas respiratorios que refirió la población, fueron tos y falta de aire. Se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre la presencia de síntomas en ambas poblaciones ya la población expuesta presenta un odds ratio de 7.06 (IC 95% de 1.73 – 40.6).
- No se logró concluir que exista relación entre la presencia de los contaminantes que genera la producción del ladrillo y la disminución de la función respiratoria en la población que participo en el estudio ya que no se encontró diferencia significativa entre las poblaciones al analizar los parámetros espirométricos FEV1, FVC y FEV1/FVC.
- En la población estudiada no se encontró diferencia significativa en la función pulmonar, sin embargo, existen estudios que nos hablan de que se puede presentar un daño tanto en la población que ahí labora como en la que vive en las cercanías de estas áreas.



## **Limitaciones**

Durante la realización del estudio se presentaron algunas situaciones que llegaron a ser limitantes, como son:

- La remoción de los ladrilleros de la zona norte de la ciudad, lo cual hizo más complicado el ubicar a las personas.
- La alerta epidemiológica por la Influenza N1H1, la cual por tratarse este estudio de problemas respiratorios frenó por un tiempo la aplicación de las espirometrías.

## RECOMENDACIONES

1. La población estudiada presenta muchos riesgos no solamente en su salud respiratoria, por lo que, en futuros estudios se pudiera incluir otros aspectos a investigar, así como poder incluir a mujeres, niños y personas de la tercera edad que de igual manera se encuentran expuestos a los contaminantes.
2. Es pertinente continuar realizar estudios similares tanto de seguimiento en esta población como en otras áreas geográficas del Estado de Sonora en donde se realiza este oficio.
3. Debido a que las ladrilleras ubicadas en la ciudad de Hermosillo se encuentran dentro de la mancha urbana, los individuos que viven a los alrededores de estas zonas pueden ser incluidos de igual manera en las investigaciones.
4. Es importante que se realicen estudios para medir la cantidad de contaminantes y la calidad del aire de zonas específicas como las ladrilleras.
5. Es necesario que se incluya a esta población en programas de salud que involucre estrategias que permita mejorar la calidad de vida relacionada a la salud de estos individuos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Al-Shamma, Y.M.H.; Zwain, B.M.H. and Al-Naili, F., 2006. Spirometric measurements in Al-Diwaniya brick factory employees. *Medical journal of Babylon*, 3(3-4) :207-212.
- Anderson, J., 2008. Targeted monitoring, outreach and education to reduce exposure to brick kilns emissions and assess impact on childhood asthma in San Luis Rio Colorado, Sonora. Universidad Estatal de Arizona. Environmental Protection Agency
- Aránguez, E., y col. Contaminantes atmosféricos y su vigilancia. Consejería de Sanidad y Servicios Sociales. *Rev. Esp. Salud Publica* vol.73 n.2 Madrid Mar./Apr. 1999
- Arrieta D., Ontiveros C., Li W., García J., Denison M., McDonald J., Burchiel S., Washburn B. 2003. Aryk Hydrocarbon Receptor – Mediated Activity of Particulate Organic Matter from the Paso del Norte Airshed along the U. S. – México Border. *Environmental Health Perspectives* Vol 111 Number 10 pp 1299-1305.
- Ballester F. 2005 Vigilancia de riesgos ambientales en Salud Pública. El caso de la contaminación atmosférica. *Gac Sanit.* 2005;19(3):253-7
- Benson, B., Benson, P. 1993. Emission survey conducted at five brick kilns located in Juárez, Chihuahua, México. American Environmental Testing, Inc.
- Bhanarkar A., Gajghate D., Hasan M. 2002. Assessment of air pollution from small scale Industry. *Environmental Monitoring and Assessment* 80: 125-133.
- Blackman A., Bannister G. 1998. Community Pressure and Clean Technology in the Informal Sector: An Econometric Analysis of the Adoption of Propane by Traditional Mexican Brickmakers. Discussion Paper 97-16-REV

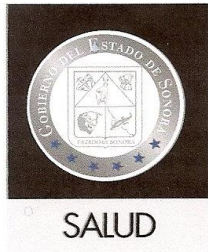
- Blackman, A., Bannister, G. 1998. Pollution Control in the Informal Sector: The Ciudad Juárez Brickmakers' Project. Resources for the Future Discussion Paper 98-15.
- Blackman, A., Newbold S., Shih, JS., Cook J. 2000. The benefits and costs of informal sector pollution control: Mexican brick kilns. Resources for the future. Pág. 1-30.
- Borja-Aburto, V. H. 2000. Estudios ecológicos. Salud pública México, Vol. 42, num. 6 Pág. 533-538.
- Bradley F., 2007. Efecto Genotóxico y a la salud en personas expuestas a contaminantes emitidos por ladrilleras en Durango, México. MC tesis. Instituto Politécnico Nacional.
- Buist, MD, 2006 Global Strategy For The Diagnosis, Management, And Prevention Of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. GOLD
- Chien VC, Chai SK, Hai DN, Takaro TK, Checkoway H, Keifer M, Son PH, Trung LV and Barnhart S. 2002. Pneumoconiosis among Workers in a Vietnamese Refractory Brick Facility. Am. J. Ind. Med, 42:397-402, 2002.
- Codes M., Robledo S., Impacto ambiental de las ladrilleras en el Algarrobal, departamento de las Heras, Mendoza, Argentina. 2002. Geografía, Facultad de Filosofía y Letras. SeCyTP. UNCuyo
- Díaz, B. F. 1999. Metodología de identificación y evaluación de riesgos para la salud en sitios contaminados. CEPIS/OPS/OMS/99.34.
- González N., Perea C., Ojeda S., Matamoros J., González E. 2008. El oficio del ladrillero. Sus riesgos y exigencias. *Universidad Autónoma de Chihuahua* Revista Syntesis No. 46
- González N., Ojeda S., Matamoros J., González E., Perea C. 2010. Estudio observacional de los riesgos y exigencias en los artesanos ladrilleros en Chihuahua, Chih. México. Revista Mexicana de Salud en el Trabajo Vol.1 No.4

- Hankinson J, Odencrantz J, Fedan K. 1999. Spirometric Reference Values from a Sample of the General U.S. Population. *AM J Respri Crit Care Med* 1999;159:179–187.
- INEGI Comunicado de prensa “el subsector informal en México”. Mexico DF, 2000. Número 103/2000.
- Instituto Nacional de Ecología, 2002. Capítulo 7. El manejo de riesgos y el análisis costo – beneficio.
- Joshi SK, Dudani I. 2008. Environmental Health effects of brick kilns in Kathmandu Valley. *Kathmandu University Medical Journal*. 6(1):3-11.
- Ley Ambiental del Distrito Federal Ordenamiento vigente: publicado en la *Gaceta Oficial del Distrito Federal* el 13 de enero del 2000
- Mastrangelo G, Tartari M, Fedeli U, Fadda E, Saia B. 2003. Ascertaining the risk of chronic obstructive pulmonary disease in relation to occupation using a casecontrol design. *Occup Med (Oxf)* 2003;53:165-72.
- Mejía, J. Yáñez, L. Carrizales, Díaz-Barriga, F. Evaluación integral del riesgo en sitios contaminados. Facultad de Medicina Universidad Autónoma de San Luis Potosí Aceptado para Publicar en *Scientiae Naturae* (2002)
- Mohammad G., Babak A., Mehri F. 2003. Effects of Long-Term Occupational Silica Exposure on Pulmonary Function Tests in Fire Brick Workers. *Tanaffos* (2003) 2(5), 23-28
- Moreno M., P.2003 *Estimación de riesgos ambientales causados por la industria ladrillera*, División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, UNAM, México, 2003.
- Myers JE, Cornell JE. 1989. Respiratory health of brickworkers in Cape Town, South Africa. Symptoms, signs and pulmonary function abnormalities. *Scand J Work Environ Health* 1989;15:188-94
- Norma técnica ecológica NTE- IEN- 001/98 Que establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados a la instalación y reubicación de hornos ladrilleros en el estado y las condiciones para la operación de los hornos en

- la elaboración y cocido de piezas elaboradas con arcillas para la construcción. Estado de Guanajuato 1998.
- OMS, 2006. Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Actualización mundial 2005. Resumen de evaluación de los riesgos.
- OMS. 2008 Calidad del aire y salud. Nota descriptiva N°313
- Organización Mundial de la salud. 2006. Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Actualización mundial 2005.
- Organización Mundial de la Salud. Air pollution. 2008
- Organización Panamericana de la Salud. La contaminación ambiental en tres grandes urbes latinoamericanas. *Rev Panam Salud Pública*. 1999, vol. 6, no. 3. pp. 210-210.
- Peña C., Carter D., Ayala-Fierro. 2001. Toxicología ambiental, Evaluación de Riesgos y Restauración Ambiental. Southwest Hazardous Waste Program. The University of Arizona
- Pérez-Padilla R, Regalado-Pineda J, Vázquez-García JC. 2001 Reproducibilidad de espirometrías en trabajadores mexicanos y valores de referencia internacionales. *Salud Publica Mex* 2001;43:113-121.
- Pierre – Emmanuel Nourohr. 2004. Evidencia científica de los graves riesgos de la quema de basura. *Boletín del Centro Nacional de Información Independiente sobre los Residuos*.
- Programa Nacional de Monitoreo Atmosférico. Dirección General del Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental. Instituto Nacional de Ecología y SEMARNAT, 2008
- Prüss-Üstün, A. 2006. Ambientes saludables y prevención de enfermedades: hacia una estimación de la carga de morbilidad atribuible al medio ambiente: resumen de orientación. *Organización Mundial de la Salud*

- Regalado Pineda y Cols, 2005. Efecto del tabaquismo, los síntomas respiratorios y el asma sobre la espirometría de adultos de la Ciudad de México. *Salud pública Méx.* Vol. 47, no. 5, pp. 327-334.
- Romo, M. L., Córdova, G., Cervera, L. 2004 Estudio urbano ambiental de las ladrilleras en el municipio de Juárez. *Estudios Fronterizos* Vol. 5 num. 9 Pág. 9-34
- Secretaria de Salud, 2002 Primer Diagnóstico Nacional de Salud Ambiental y Ocupacional. Comisión federal para la protección contra riesgos sanitarios. Dirección general de salud ambiental.
- Siñani S., Mancilla B. 2002, Problemática ambiental producida por las ladrilleras. Universidad Mayor de San Andres
- Somerhalder, J., Benson, B. 1993. Emissions survey conducted at five bricks kilns located in Juárez, Chihuahua, México.
- Torre-Bouscoulet L., Pérez-Padilla R. 2006 Ajuste de varias ecuaciones de referencia espirométrica a una muestra poblacional en México. *Salud pública de México / vol.48, no.6.*
- Vela Quico. 2004. Estudio Epidemiológico por exposición a los contaminantes Atmosféricos de la población en riesgo de Arequipa. Proyecto Gestión de la Salud Ambiental y Descontaminación Atmosférica. CARE, 2004.
- Yesar M.H. Al-Shamma, Falah M., Ban A. 2009. Physiological study of the effect of employment in old brick factories on the lung function of their employees. *Journal of Environmental Studies*, Volume 1: 39-46.
- Zuskin E., Mustajbegovic J., Schachter E., Kern J., Doko-Jelinic J., Godnic-Cvar J. 1998 Respiratory Findings in Workers Employed in the Brick-Manufacturing Industry *Journal of Occupational & Environmental Medicine* Volume 40(9), September 1998, pp 814-820
- Zwain, B.M.H., 2007. Spirometric measurements in residents around ancient brick factories near Kefel Town. *Journal of Kerbala University*, special issue on the annual environmental meeting of Babylon University:21-28

## Apéndice A



**SERVICIOS DE SALUD DE SONORA  
HOSPITAL GENERAL DEL ESTADO  
"DR. ERNESTO RAMOS BOURS"  
DIVISIÓN DE ENSEÑANZA,  
INVESTIGACIÓN Y CAPACITACIÓN  
No. de Oficio SSA/HGE/262/09  
2009: "AÑO DE LA LECTURA"**

Hermosillo, Sonora; 02 de diciembre del 2009

**LIC. ENF. CLAUDIA FIGUEROA IBARRA  
P R E S E N T E.-**

Por medio del presente le informamos que él Protocolo Titulado:

**"ASOCIACIÓN DE LA EXPOSICIÓN DE LOS CONTAMINANTES DE LA INDUSTRIA  
LADRILLERA Y LA FUNCIÓN PULMONAR EN PERSONAS EXPUESTAS DE  
HERMOSILLO, SONORA".**

Ha sido aceptado por el comité de Bioética del Hospital General del Estado "Dr. Ernesto Ramos Bours", con **No. de Registro 001-E** por lo que no hay inconveniente para su realización.

Sin más por el momento, quedo a sus apreciables órdenes

**ATENTAMENTE  
SUFRAGIO EFECTIVO, NO REELECCIÓN.  
EL JEFE DE LA DIVISIÓN DE ENSEÑANZA,  
INVESTIGACIÓN Y CAPACITACIÓN**

  
**DR. JOAQUÍN SÁNCHEZ GONZÁLEZ**



**C.c.p. Comité de Bioética**

**JSG/gbu\***



**Hospital General del Estado "Dr. Ernesto Ramos Bours"**  
Blvd. Luis Encinas Johnson S/N Col. Centro C.P.83000  
Hermosillo, Son. TEL/FAX (662)259 25 00 y 259 25 95  
[www.hgesonora.gob.mx/](http://www.hgesonora.gob.mx/)



## Apéndice B

### CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Hermosillo, Sonora.

Por medio de la presente acepto participar en el protocolo de investigación titulado: "ASOCIACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A LOS CONTAMINANTES DE LA INDUSTRIA LADRILLERA Y LA FUNCIÓN PULMONAR EN PERSONAS EXPUESTAS DE HERMOSILLO, SONORA." El cual fue registrado y aceptado por el Comité calificador de la Maestría en Ciencias de la Salud de la Universidad de Sonora

El objetivo del estudio es conocer si la exposición a los contaminantes emitidos en las ladrilleras afecta la función pulmonar de los trabajadores, lo cual se logrará comparándolos con personas que no laboren en esta industria.

Se me ha explicado que mi participación consistirá en responder una encuesta donde me preguntaran acerca de síntomas respiratorios, enfermedades, así como algunas características demográficas. Además se me realizará una medición de mi función pulmonar por medio de la espirometría.

Declaro que se me ha informado que los riesgos de la espirometría son debidos al esfuerzo de soplar y puede ser cansancio o mareo; mientras que los beneficios son valorar la salud respiratoria e identificar problema que puedan estar presentes.

El Investigador Responsable se ha comprometido a responder cualquier pregunta y aclarar cualquier duda que le plantee acerca de los procedimientos o cualquier otro asunto relacionado con la investigación.

Entiendo que conservo el derecho de retirarme del estudio en cualquier momento en que lo considere conveniente y se me ha explicado que no se revelará mi identidad en las presentaciones o publicaciones que deriven de este estudio y los datos relacionados con mi privacidad serán manejados en forma confidencial.

Nombre y firma \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Testigo

\_\_\_\_\_  
Testigo

Investigador: Lic. Enfermería Claudia Figueroa Ibarra