



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DEL ESTADO DE MÉXICO**

FACULTAD DE GEOGRAFÍA



**“VISUALIZADOR WEB DE LA INCIDENCIA DE CÁNCER
EN EL VALLE DEL MEZQUITAL, MÉXICO Y SU RELACIÓN
CON LA CONTAMINACIÓN DE INDUSTRIAS
CEMENTERAS”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN GEOINFORMÁTICA

PRESENTA:

EBER MARTÍNEZ JIMÉNEZ

ASESORA DE TESIS:

DRA. BRISA VIOLETA CARRASCO GALLEGOS

REVISORES:

DR. EDEL CADENA VARGAS

DR. JORGE PAREDES TAVARES

TOLUCA DE LERDO, MÉXICO

OCTUBRE, 2018.

AGRADECIMIENTOS.

En este pequeño apartado quiero agradecer a todos los compañeros y colectivos que en estos años han sido mi fuente de inspiración para seguir con mi formación como activista y como profesionista.

Gran parte de este agradecimiento es para las comunidades en resistencia que siguen en pie de lucha, aquellas que nos recibieron y nos siguen recibiendo como grandes amigos y compañeros de lucha.

A todos aquellos compas con los que he compartido una charla o un buen momento les agradezco por escucharme, por darme ánimos, por compartir una gran parte de ustedes.

De manera personal a Jorge Tadeo y a Brisa Violeta quienes me han brindado siempre su apoyo.

Por supuesto a mi familia quienes han seguido mis logros y mis fallos.

DEDICATORIA.

A la resistencia comunitaria.

A los compañeros que siguen en la lucha.

A cualquiera que sienta la fuerza de pelear por lo que ama.

Índice.

Introducción.....	7
Planteamiento del problema.....	9
Justificación.....	10
Objetivos	11
Hipótesis.....	11
Capitulo I. Antecedentes Históricos.....	12
Capitulo II. Marco Teórico	19
2.2. Caracterización de la zona de Estudio	19
2.3. Producción de Cemento e Incineración de Residuos.....	25
2.3.1. Contaminantes, metales pesados y partículas tóxicas.	28
2.3.2. Dioxinas y Furanos	30
2.3.3.- Monitoreo de emisiones y gestión de residuos sólidos.....	31
2.4. Enfermedades relacionadas con la incineración de residuos.....	35
2.4.1.- Afectaciones a la salud.....	36
2.4.2.- Mortalidad y Morbilidad por cáncer	38
2.5. Tasas de Mortalidad.....	40
2.6. Tasas de Morbilidad	41
Capítulo III. Marco Metodológico.....	42
3.1. Sistemas de Información Geográfica	42
3.1.1.- Plataformas WEB con entorno SIG	44
3.1.2.- Formatos comunes en datos geoespaciales.	46
3.2. Bases de Datos.....	47
3.3. Metodología Empleada.	48
3.4. Etapas de desarrollo del visualizador WEB.....	52
3.5. Requerimientos del Visualizador.....	53
3.6. Procesos para el análisis de los datos y generación de tasas.	54
3.7. Productos Informáticos.....	60
3.8. Desarrollo e Implementación del Visualizador WEB.	60
Capítulo IV. Resultados.....	66
Conclusiones y Sugerencias	82
Bibliografía	87
Anexo I. Análisis de las Tablas de contaminantes.	89

Anexo II. Análisis de los diagnósticos ambientales comunitarios.....	96
Anexo III. Gráficas y Tablas.	101

Índice de Figuras, Gráficos y Tablas.

Figura 1. Mapa de localización de la industria cementera en México.	18
Figura 2. Mapa de localización de la industria cementera en el Valle del Mezquital.	21
Figura 3. Fotografía de un predio sedimentado con caliza cercano la planta CYCNA Palmar de Bravo,	27
Figura 4. Fotografía de un pedazo de tierra sedimentado con caliza cercano a la planta CYCNA, Palmar de Bravo.	27
Figura 5. Ventana de presentación del directorio estadístico nacional de unidades económicas.	50
Figura 6. Esquema metodológico de la primer etapa de desarrollo del visualizador WEB.	51
Figura 7. Actualización de la base de datos de la incidencia de cáncer en el Valle del Mezquital respecto a la clasificación de enfermedades CIE-10.....	55
Figura 8. Actualización de la base de datos de la incidencia de cáncer en el Valle del Mezquital respecto a la clasificación de enfermedades CIE-10.....	56
Figura 9. Actualización de la base de datos de la incidencia de cáncer en el Valle del Mezquital respecto a la clasificación de enfermedades CIE-10.....	56
Figura 10. Proceso de implementación del visualizador WEB.	61
Figura 11. Uso de los plugins de software libre entre Qgis y PostgreSQL.	62
Figura 12. Importación de los resultados a la plataforma CARTO.	63
Figura 13. Uso del dashboard para la visualización de los datos en plataforma CARTO.....	64
Figura 14. Opciones de CARTO para la exportación del Visualizador a una página WEB.	65
Figura 15. Mortalidad General promedio por Cáncer en el Valle del Mezquital, periodo 2004 - 2014.	66
Figura 16. Prevalencia Promedio de Cáncer en el Valle del Mezquital, 2004 - 2014.	68
Figura 17. Pantalla de visualización de la prevalencia de cáncer a nivel Estatal y municipal	69
Figura 18. Pantalla de visualización de la prevalencia de cáncer a nivel Estatal y municipal.	70
Figura 19. Pantalla de visualización de la tasa de mortalidad general a nivel municipal.	70
Figura 20. Pantalla de selección de plantas en el Valle del Mezquital	71
Figura 21. Pantalla de selección de sustancias contaminantes de la planta Cemex Huichapan.	72

Figura 22. Pantalla de consulta de la sustancia dioxinas de la planta Cemex Huichapan.....	72
Figura 23. Anexo fotográfico de la zona de estudio.	78
Figura 24. Base de Datos de la incidencia de cáncer en el Valle del Mezquital....	79
Figura 25. Resultado de la consulta SQL en la base de datos de la incidencia de cáncer en el Valle del Mezquital.....	80
Figura 26. Cartografía Comunitaria del Municipio de Atitalaquia.....	98
Figura 27. Cartografía Comunitaria del Municipio de Atotonilco de Tula.....	99
Figura 28. Cartografía Comunitaria del Municipio de Apaxco de Ocampo.....	99
Figura 29. Análisis de la Cartografía Comunitaria de los Municipios de Atitalaquia, Atotonilco de Tula y Apaxco de Ocampo	100

Gráfico 1. Tasa de mortalidad general por cáncer en el valle del mezquital, periodo 2004 – 2008.	73
Gráfico 2. Tasa de mortalidad general por cáncer en el valle del mezquital, periodo 2009 – 2014.	74
Gráfico 3. Tasa de prevaecía de cáncer en el valle del mezquital, periodo 2004 – 2008.	76
Gráfico 4. Tasa de prevalencia de cáncer en el valle del mezquital, periodo 2009 – 2014.	77
Gráfico 5. Cantidad de Mercurio Emitido por planta cementera en el Valle del Mezquital, 2004 - 2014.....	89
Gráfico 6. Cantidad de Arsénico Emitido por planta cementera en el Valle del Mezquital, 2004 - 2014.....	91
Gráfico 7. Cantidad de Plomo Emitido por planta cementera en el Valle del Mezquital, 2004 - 2014.....	92

Tabla 1. Principales minas en explotación de minerales no metálicos y bancos de material.....	22
Tabla 2. Unidades minero metalúrgicas y de transformación no metálicos.....	23
Tabla 3. Principales minas en explotación no metálicos.	23
Tabla 4. Unidades minero metalúrgicas y de transformación no metálicos.....	23
Tabla 5. Límites máximos permisibles de emisiones para instalaciones de incineración de residuos.....	58
Tabla 6. Cantidad de Dioxinas y Furanos Emitidos por industria cementera en el Valle del Mezquital, 2004 - 2014.	94
Tabla 7. Claves del CIE-10 utilizadas para el estudio.	101

Introducción

El problema con la contaminación de las industrias cementeras se genera a partir de los malos procesos que siguen las empresas en la elaboración del cemento, en este caso de estudio la incineración de residuos en hornos cementeros es uno de los procesos que afecta significativamente el ambiente y la salud de la población cercana a las plantas ya que se liberan emisiones de contaminantes que son altamente dañinos para la salud humana. A través de investigaciones científicas, como la realizada por el Instituto de Salud Carlos III, en Madrid han logrado rectificar que la incineración de residuos tiene un impacto negativo en la salud y es un factor que eleva el riesgo de desarrollar algún tipo de enfermedad derivada de la exposición a los contaminantes emitidos por esta, la obra titulada *Cancer mortality in towns in the vicinity of incinerators and installations for the recovery or disposal of hazardous waste (2013)*, da un referente en cuanto a la exposición y casos de cáncer en las cercanías a un incinerador de residuos.

La incineración de residuos en hornos cementeros va más allá de una mala práctica que hoy en día sigue llevándose a cabo por este tipo de empresas ya que también afecta al ambiente donde se están depositando este tipo de contaminantes que son emitidos a la atmosfera y que por sus propiedades pueden ser desplazados a diferentes sitios que incluso están alejados de la planta cementera. Las zonas agrícolas y ganaderas se ven expuestas a este tipo de contaminantes ya que al ser partículas diminutas no son visibles, pero son transportadas a través del aire y la deposición final de estas puede llegar a los cultivos, animales, suelos, cuerpos de agua y seres humanos.

Para el presente estudio, se analizó la problemática que involucra a las industrias cementeras con la incineración de residuos la cual al ser un tema extenso a desarrollar se enfocó en los casos de cáncer y las emisiones de los contaminantes en un periodo de diez años tomando como insumos los datos de mortalidad y morbilidad de 2004 a 2014 recabados por la Dirección General de Información de en Salud; de los cuales se realizó una depuración de los registros de las personas que fallecieron por cáncer y de las que padecen de la misma.

A partir de la Clasificación de Internacional de Enfermedades 10° (CIE-10) se filtraron los tipos de cáncer presentes en los municipios que conforman el Valle del Mezquital, de estos al ser analizados a profundidad revelaron que en la región se presentan casos de tipo asociativo con la industria cementera. Con base en el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) a cargo de la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) se analizaron los registros de la industria cementera y se recopilaron de tal manera que se pudiera estimar la cantidad de sustancias emitidas al año para corroborar los límites permitidos y la cantidad de material depositado en el ambiente. Estos dos insumos conforman una base de datos espacial la cual al ser compatible con el software libre QGIS fue posible realizar un análisis de la relación entre estas dos variables dando como resultado varios productos informáticos, incluyendo un visualizador WEB el cual contiene capas independientes derivadas de este estudio tales como la tasa de mortalidad general presente en el Valle del Mezquital, la prevalencia de cáncer, emisiones contaminantes de las industrias cementeras presentes en la zona. En conjunto conforman el producto principal de este estudio; un visualizador WEB que muestre la incidencia de cáncer y la actividad de las industrias cementeras.

Actualmente al no existir una forma de poder mitigar este tipo de partículas no se puede asegurar que las emisiones contaminantes estén 100% controladas y que no se propagaran a otros lugares por lo que las propuestas de solución siguen siendo el adoptar planes de manejo óptimo de residuos como basura cero y el rechazo total a la incineración de residuos ya sea en hornos cementeros o incineradores.

Planteamiento del problema

La incineración de residuos ha sido tema de controversia entre los defensores ambientales y las empresas transnacionales ya que esta falsa solución ha sido catalogada como una de las de mayor afectación en el ambiente y en la salud humana pues los problemas que deriva son severos; afectaciones por cáncer, enfermedades cardiovasculares, respiratorias, gastrointestinales y leucemia infantil, son solo algunos efectos a la salud que se han relacionado con la incineración de residuos. Entre el grupo de partículas altamente tóxicas que se generan en la incineración de residuos se encuentran los compuestos químicos denominados dioxinas y furanos los cuales han sido reconocidos como principales elementos cancerígenos, además de los metales pesados conformados por el mercurio, arsénico, cadmio, plomo, zinc, entre otros.

La industria cementera en México en los últimos años ha adoptado la incineración de residuos sólidos como el sustituto de combustibles convencionales (combustibles fósiles) como el coque de petróleo para sus procesos de producción. Sin embargo, la adopción de estas medidas puede aumentar los efectos negativos en la salud de la población y en el ambiente, ya que en la mayoría de las plantas no se cuenta con las medidas necesarias para evitar la propagación de los contaminantes generados.

Siendo la incineración de residuos sólidos el principal problema en la afectación de la salud de la población, se analizó la información de la incidencia de cáncer en el Valle del Mezquital con respecto a las cantidades de contaminantes en el aire proveniente de las industrias cementeras con el fin de comprobar el aumento de los casos registrados en un periodo de tiempo de diez años y generar un panorama de la problemática en relación con las afectaciones.

Justificación.

Derivado de la incineración de residuos sólidos por parte de las empresas cementeras y la contaminación que estas ocasionan, en la presente investigación se analizó la incidencia de mortalidad y morbilidad por cáncer en la población del Valle del Mezquital y la relación que existe con la cantidad de emisiones contaminantes relacionadas con la industria cementera. La importancia de esta investigación parte de la falta de estudios en México sobre la temática de contaminación por industrias cementeras y la ausencia de cartografía que represente esta información.

Son diversos los grupos sociales en defensa del territorio que luchan en contra de las industrias cementeras, los cuales no cuentan con herramientas que les permitan demostrar espacialmente la contaminación emitida por estas empresas en sus lugares de origen y sus repercusiones en la salud de la población, lo cual genera inconformidad además de preocupación entre las comunidades que conforman los movimientos sociales y la población cercana a las industrias cementeras Dichos levantamientos sociales se replican en la mayoría de los territorios que se encuentran cercanos a las plantas cementeras, con este estudio se analizó la problemática haciendo uso de las herramientas SIG para visualizar la incidencia de cáncer en la zona de estudio del Valle del Mezquital y su relación con los contaminantes emitidos por las industrias cementeras .

Objetivos

Objetivo General: Generar un visualizador web que permita observar la incidencia de cáncer en la población del Valle del Mezquital y su relación con la cantidad de contaminantes emitidos por la industria cementera a través de los procesos de producción del cemento, como lo es la incineración de residuos sólidos.

Objetivos Particulares:

- Relacionar los casos reportados de cáncer en la población del Valle del Mezquital con las deposiciones en la atmosfera de las industrias cementeras de la zona.
- Diseñar un visualizador web como herramienta para observar la relación entre los casos de cáncer y la actividad de las industrias cementeras.
- Implementar el visualizador en una plataforma WEB para la consulta y distribución de los productos cartográficos generados a partir del estudio de la problemática.

Hipótesis

La siguiente hipótesis se planteó a partir del estudio de la problemática y de la recopilación de los casos que han incidido en México, así como las investigaciones que ya se han efectuado en otros países.

“La emisión de contaminantes generados por las industrias cementeras producto de la incineración de residuos contribuye en la “incidencia” de cáncer en la población cercana a las plantas cementeras del Valle del Mezquital”.

Capítulo I. Antecedentes Históricos.

Al hablar de cementeras se deben de tomar en cuenta aspectos importantes de su evolución a través de los años, así como de las afectaciones que se han registrado entorno a la salud humana. También es importante mencionar los procesos para la creación del cemento y sus contaminantes derivados de estos.

En México la industria cementera tuvo sus inicios en el año de 1906 con Cementos Monterrey la cual posteriormente se convertiría en CEMEX al absorber otras empresas que pasaron a ser marcas como Tolteca, Anáhuac, Maya, Gallo, Centenario y Campana. Holcim Apasco fue la segunda empresa en ingresar a la industria del cemento en México al ser producto de la compra de empresas por parte de la transnacional suiza Holcim, primero en los ochenta compro las empresas de Cementos Apasco y Cementos Veracruz, en los noventa Cementos Acapulco. En 1999 Lafarge entró a México mediante la adquisición de la microcementera La Polar. Cruz Azul y Moctezuma, ambos de capital nacional; han recibido ofertas para ser parte de las grandes transaccionales, aunque por su carácter dominante, CEMEX tiende a ser desfavorecido por las leyes de competencia mexicana (Salomón, 2006).

La industria cementera tiene un consumo intensivo de energía, con un esquema típico que sitúa el coste energético en un 30-40% de los costes de producción. Por esto tradicionalmente los combustibles utilizados tienden a ser los de menor coste: coque de petróleo, carbón, y algunos tipos de residuos (aceites, fangos de depuradoras, residuos de papel, plástico y madera, neumáticos, entre otros) (ISTAS, 2002).

Con el fin de limitar o reducir las emisiones de gases de efecto invernadero el protocolo de Kioto exigía que 37 países industrializados, incluidos los de la Unión Europea, redujeran sus emisiones un promedio del 5.2 por ciento por debajo de los niveles de 1990 para 2012. Para 1999 la respuesta de la industria del cemento fue la creación de la Iniciativa por la Sostenibilidad del Cemento (Cement Sustainability Initiative, CSI por sus siglas en inglés). Esta organización une hoy en día a 24 compañías de cemento con operaciones en 100 países, que producen un tercio de la producción del cemento. Entre las principales estrategias de las empresas de la

CSI para reducir las emisiones en el sector cementero está la sustitución de combustibles fósiles por los llamados combustibles 'alternativos', esto consiste en disminuir el uso de coque de petróleo (combustible usual) por residuos y/o biomasa. Los combustibles 'alternativos' utilizados para la industria del cemento son: Residuos sólidos industriales, residuos sólidos urbanos (RSU), combustible derivado de residuos (CDR), neumáticos, aceites usados y disolventes, plásticos, textiles y papel residuo y biomasa, la cual incluye harinas cárnicas, astillas de madera, papel reciclado, residuos agrícolas, lodos de depuradora y cultivos de biomasa (Vilella y Arribas, 2013).

Según el ISTAS (2001), la postura del sector cementero ante la coincineración de residuos de todo tipo utilizados para sustituir la quema de combustibles fósiles se fundamenta en el ahorro energético, el hecho es que la mayor parte las instalaciones cementeras utilizan coque de petróleo como combustible para el arranque y preparación del horno, obligatoriamente el fuel o combustible fósil deberá utilizarse para los procesos de coincineración. Por otra parte, en esta misma investigación se menciona que en los procesos de combustión se generan dioxinas que pueden ser mayores con la incineración o coincineración de residuos. Según fuentes del Ministerio de Alimentación de Dinamarca en febrero de 2000, "La incineración de carne y alimentos animales multiplica por 8 o hasta 16 veces la cantidad de dioxinas originadas en el residuo antes de incinerarse.", así mismo con respecto a las emisiones en la revisión realizada por una consultoría independiente de las autorizaciones para la incineración de combustibles derivados de residuos en la planta de Ribblesdale de Castle Cement (Reino Unido) en mayo de 1996 se detectaron incrementos de cadmio (66%), de plomo (107%), de cobre (242%), de las dioxinas (47%). Si bien no se dispone de la información precisa de las cementeras del Estado Español, los datos recopilados en la investigación por parte del ISTAS parecen confirmar las sospechas de las emisiones tóxicas. Estos análisis encargados del Gobiernos Vasco confirman niveles de emisión elevados para diversos contaminantes como las partículas, el monóxido de carbono (CO), el dióxido de azufre (SO₂), los óxidos de nitrógeno (NOx) o los compuestos orgánicos

volátiles (COV), que superan los límites recogidos en la Directiva Europea sobre incineración de residuos, aprobada en diciembre del 2000.

A su vez en un informe más reciente llamado 'Cemento, residuos y cambio climático', llevado a cabo por el movimiento social Alianza Global para Alternativas a la Incineración 'GAIA', la Confederación Estatal de Ecologistas en Acción y la Coordinadora Estatal contra la Incineración de Residuos en Cementeras, Arribas menciona que "La incineración de residuos combustibles 'alternativos' no solo no reducen las emisiones toxicas, si no que en algunos casos las aumenta como se ha podido comprobar con los Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) y el mercurio en los últimos años con el uso creciente de residuos" (2013, 7).

En cuanto al monóxido de carbono debemos atender que este es "...un indicador de una mala combustión, que se habría producido por la adicción de las harinas cárnicas al combustible convencional. Otro aspecto que también podría indicar la mala combustión es el carbono orgánico total (COT). En estas condiciones puede producirse un aumento en las emisiones de hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs), algunos de los cuales son reconocidos cancerígenos en los humanos y posibles mutágenos en animales" (ISTAS, 2001).

En los registros de contaminantes emitidos a la atmosfera tanto en España como en México se puede observar este indicador en relación a una mala combustión, pues en ambos casos cuando los niveles de dioxinas y furanos se presentan en los registros de contaminantes emitidos, el nivel de monóxido de carbono tiende a ser alto. Dicho esto, al revisar los niveles de otras sustancias químicas como por ejemplo el mercurio también llega a presentarse en cantidades altas.

El ISTAS (2001), menciona a las dioxinas y furanos, estas son definidas como familias de compuestos químicos que se originan en procesos de combustión y químicos en presencia de cloro, bromo o flúor más otros compuestos orgánicos. Con respecto a los datos epidemiológicos disponibles, las dioxinas y furanos pueden ser los compuestos más tóxicos estudiados. Diversos estudios las han señalado como causantes de cáncer, alteraciones neurológicas, hepáticas, inmunológicas, disfunciones hormonales, esterilidad, endometriosis y alteraciones cutáneas entre

otros. Si bien no hay unanimidad en los mecanismos de generación de dioxinas y furanos, tampoco en las posibilidades de cerrarles el paso con seguridad pasiva (filtros, lavado de humos...). Resulta cierta la presencia de partículas y elementos contaminantes (metales pesados, COV's, NOx...) en las emisiones de las cementeras, a pesar de que no hay acuerdo sobre los límites aceptables para la salud humana y entorno. Tal es así que el convenio Internacional sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes firmado en mayo en Estocolmo, se han incluido a las cementeras que incineran residuos entre las cuatro fuentes más importantes de emisión de dioxinas y furanos.

Entre los residuos es importante mencionar la incineración de PVC, el cual produce dioxinas. La incineración de policarbonatos (Bisfenol A) produce fenol que daña el sistema nervioso, la del polietileno produce 1-3 butadieno, benceno y tolueno todos ellos cancerígenos la del poliestireno genera varios hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) como el benzopireno que es cancerígeno, la del poliuretano genera isocianatos un cancerígeno que afecta a las vías respiratorias, la de los neumáticos genera dioxinas y furanos, HAPs y 1-3 butadieno (Palacios, 2012).

Las afectaciones a la salud humana y la relación con las incineradoras se han documentado en el informe *Incineration And Human Health* (Allsiopp, 2001), donde se menciona las emisiones que se generan en la incineración de residuos y las afectaciones directas a la salud:

“...emisiones de metales pesados, partículas, dioxinas y furanos generan efectos graves en la salud de las poblaciones vecinas como puede ser la alteración del ratio sexual por un incremento del nacimiento de niñas (Escocia 1995-1999); presencia anómala de cromosomas dañados entre niños (Bélgica 1998); aumento de la mortalidad atribuida a cánceres hepáticos (Reino Unido 1996-2000). Encontrándose niveles de dioxinas elevadas en el suelo circundante y en la leche de vaca de granjas vecinas a incineradoras”

Estas investigaciones del mismo informe *Incineration And Human Health* (2001), mencionan el antecedente de una investigación que se realizó en el año 1989 donde

se registró un aumento de hasta el 3.5 veces de la probabilidad de mortalidad de cáncer de laringe en los trabajadores de una incineradora en Suecia.

Las investigaciones de afectaciones a la salud realizadas por el ISTAS en 2001 muestran una similitud con las investigaciones del informe *Incineration And Human Healt*, el caso de San Lorenzo de La Parrilla el cual fue recopilado por el movimiento social denominado “Ecologistas en Acción-Cuenca” menciona:

“El problema es la emisión de sustancias altamente tóxicas, como las dioxinas, que se suman a la contaminación por coque de petróleo, principal combustible que se sigue utilizando. Múltiples estudios de exposición a los tóxicos de las incineradoras indican que estas sustancias se acumulan en los tejidos y órganos humanos. La investigación epidemiológica muestra los efectos en la salud de niños y mayores”.

Si bien las investigaciones del ISTAS presentan casos documentados también el movimiento social ecológico “Ecologistas en Acción-Cuenca”, menciona en su recopilación algunos casos que se encuentran dentro del informe *Incineration And Human Healt* (2001), entre estos se pueden encontrar casos de cáncer en población general; Viel et al. (2000), mencionan lo siguiente “...se observó un incremento de un 44% en sarcomas de tejido blando y un 27% en linfomas no-Hodgkin. Este incremento se dio en residentes que vivían cerca de una incineradora en Francia”.

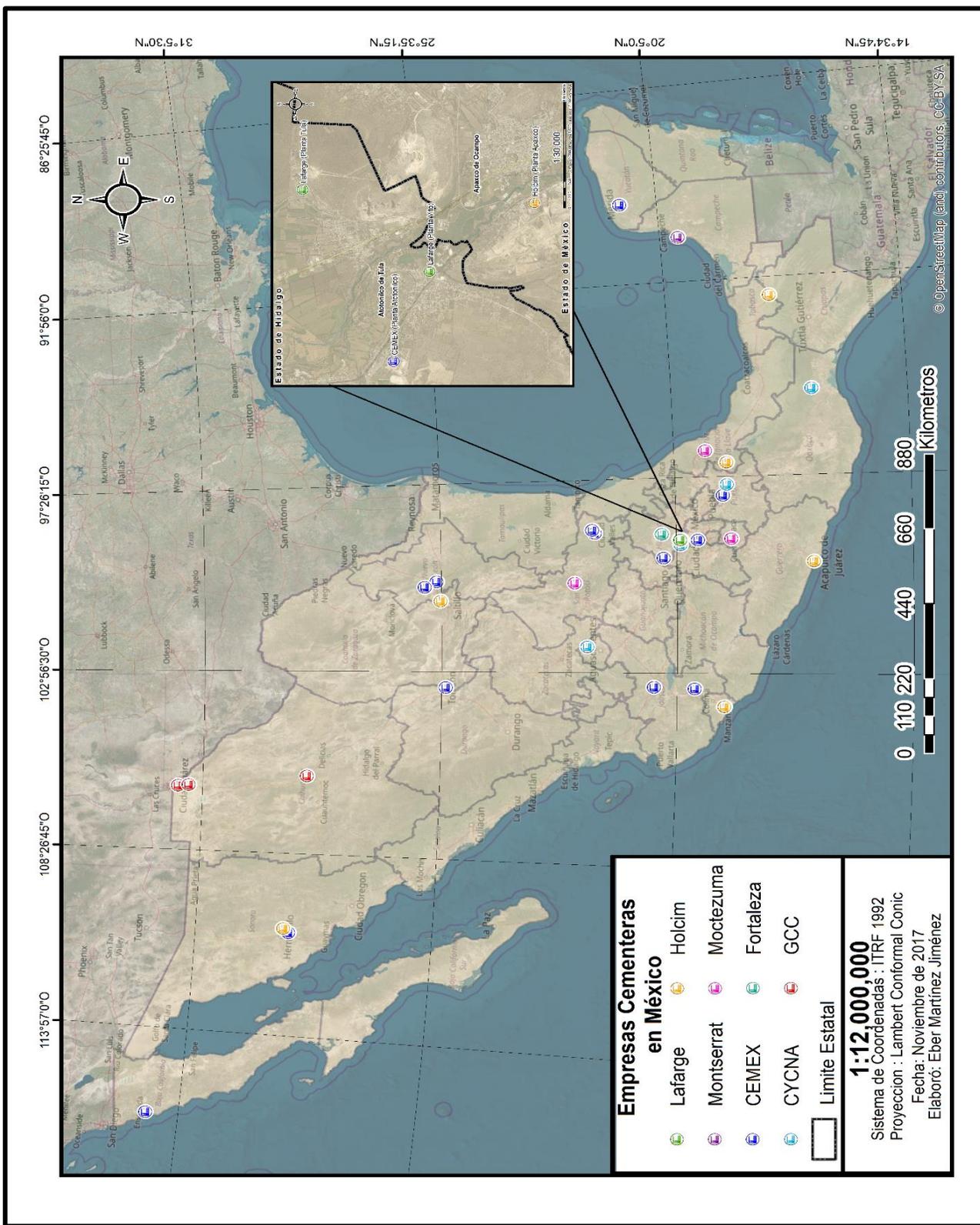
También se menciona la investigación de Biggeri et al. (1996), en la cual dice que “se observó un incremento de 6.7 veces en la probabilidad de mortalidad por cáncer de pulmón en residentes que vivían cerca de una incineradora de residuos sólidos urbanos en una ciudad de Italia” y en el mismo año Elliot et al. (1996) indican que “encontraron incrementos estadísticamente significativos de cáncer colorrectal, estomacal, hepático y pulmonar en la población residente en un radio de 7.5 Km alrededor de los 72 incineradores de residuos sólidos urbanos de Reino Unido”. En cuanto a casos de cáncer de en población infantil se menciona a Knox (2000), quien menciona lo siguiente: “...una duplicación en la población de mortalidad por cáncer infantil para niños viviendo a menos de 5km de incineradoras en un estudio llevado

a cabo en 70 incineradoras de residuos sólidos urbanos en Reino Unido (1974-1987) y en 307 incineradores de residuos hospitalarios (1953-1980)".

De manera evidente los casos expuestos anteriormente presentan un panorama histórico con cifras y daños realizados al ambiente como a la población cercana a las industrias cementeras que a su vez contrastan particularidades que fueron tomadas en cuenta para la investigación de esta tesis. Cabe mencionar que estos antecedentes parten de investigaciones que han dado a conocer la problemática en el lugar de estudio y que a partir de esto se han creado datos que han ayudado en la generación de un panorama acerca de las afectaciones que tienen las cementeras en la población y el territorio, así mismo se han creado nuevas investigaciones sobre la temática de la contaminación de industrias cementeras donde la relación ha ido en aumento.

Actualmente CEMEX tiene alrededor de 15 plantas cementeras repartidas a lo ancho del territorio mexicano (Véase Figura1), liderando el mercado del cemento en México, le sigue Holcim con 7 plantas, CYCNA con 4 plantas, Moctezuma-GCC-Lafarge con 3 plantas cada uno y por último la empresa Montserrat con 1 planta. Respecto al proceso de producción de las cementeras en México, el problema surge desde la extracción hasta la producción, dado que en lo primero las minas de donde se extrae la caliza se encuentran a cielo abierto, esto significa que los polvos generados en la extracción también afectan de una u otra manera el ambiente y población ya que en ciertas comunidades se ven afectadas las zonas agrícolas pues las deposiciones de partículas en los cultivos generan pérdidas de estos además de disminuir la vegetación y por ende la fertilidad de la tierra sin mencionar la disminución de los mantos freáticos cercanos a las plantas cementeras. En relación a lo anterior es importante mencionar que en los procesos de producción se utiliza una gran cantidad de agua por lo que las afectaciones directas en el vital líquido se ven reflejadas en las poblaciones cercanas a las plantas cementeras ya que la escasez de este empieza a ser más frecuente.

FIGURA 1. MAPA DE LOCALIZACIÓN DE LA INDUSTRIA CEMENTERA EN MÉXICO.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Esta serie de malas prácticas conllevan afectaciones en materia de salud y de calidad de vida de la población que vive desde mucho antes de que las empresas cementeras se establecieran en las comunidades por lo que resulta imperativo señalar que las afectaciones no solo se quedan en el medio ambiente si no que están afectando directamente a la población cercana a las plantas. Incluso en esto último los factores como la dirección del viento puede inferir en el traslado de las sustancias emitidas a la atmosfera, por lo que el problema no solo se estaría quedando en las comunidades donde está localizada la planta, sino que también el problema estaría afectando a la población de las comunidades circundantes. En el estudio *Cancer mortality in towns in the vicinity of intallations for the production of cement, lime, plaster and magnesium oxide*, realizado en 2013 por el Instituto de Salud Carlos III, Centro Nacional de Epidemiología de Madrid, España se menciona este punto a profundidad del riesgo de mortalidad por cáncer en los pueblos cercanos a plantas cementeras.

Capitulo II. Marco Teórico

En este capítulo se abordan los conceptos teóricos referenciales acerca de procesos y definiciones que involucran la temática de la incineración de residuos en la industria cementera y sus afectaciones en la salud como lo es la mortalidad y morbilidad por cáncer, además de las definiciones técnicas utilizadas para el análisis del estudio.

2.2. Caracterización de la zona de Estudio

Para comprender la zona de estudio definiremos la región del Valle del Mezquital como una macrorregión compuesta por 27 municipios; Zimapán, Nicolás Flores, Tecozautla, Tasquillo, Ixmiquilpan, Cardonal, Huichapan, Alfajayucan, Santiago de Anaya, Nopala, Chapantongo, Chilcuautla, Mixquiahuala, Francisco I. Madero, San Salvador, Actopan, Tepetitlán, Tezontepec, Tetepanco, Ajacuba, El Arenal, Tula de Allende, Tlaxcoapan, Atitalaquia, San Agustín Tlaxiaca, Tepeji del Río y Atotonilco de Tula. (Negrete, 2016). En este estudio en particular se anexo el municipio de Apaxco ya que forma parte del corredor Tula-Tepeji-Apaxco el cual es la principal

vía de comunicación entre el estado de Hidalgo y la Ciudad de México, además de colindar con plantas cementeras como FORTALEZA y CEMEX en Atotonilco.

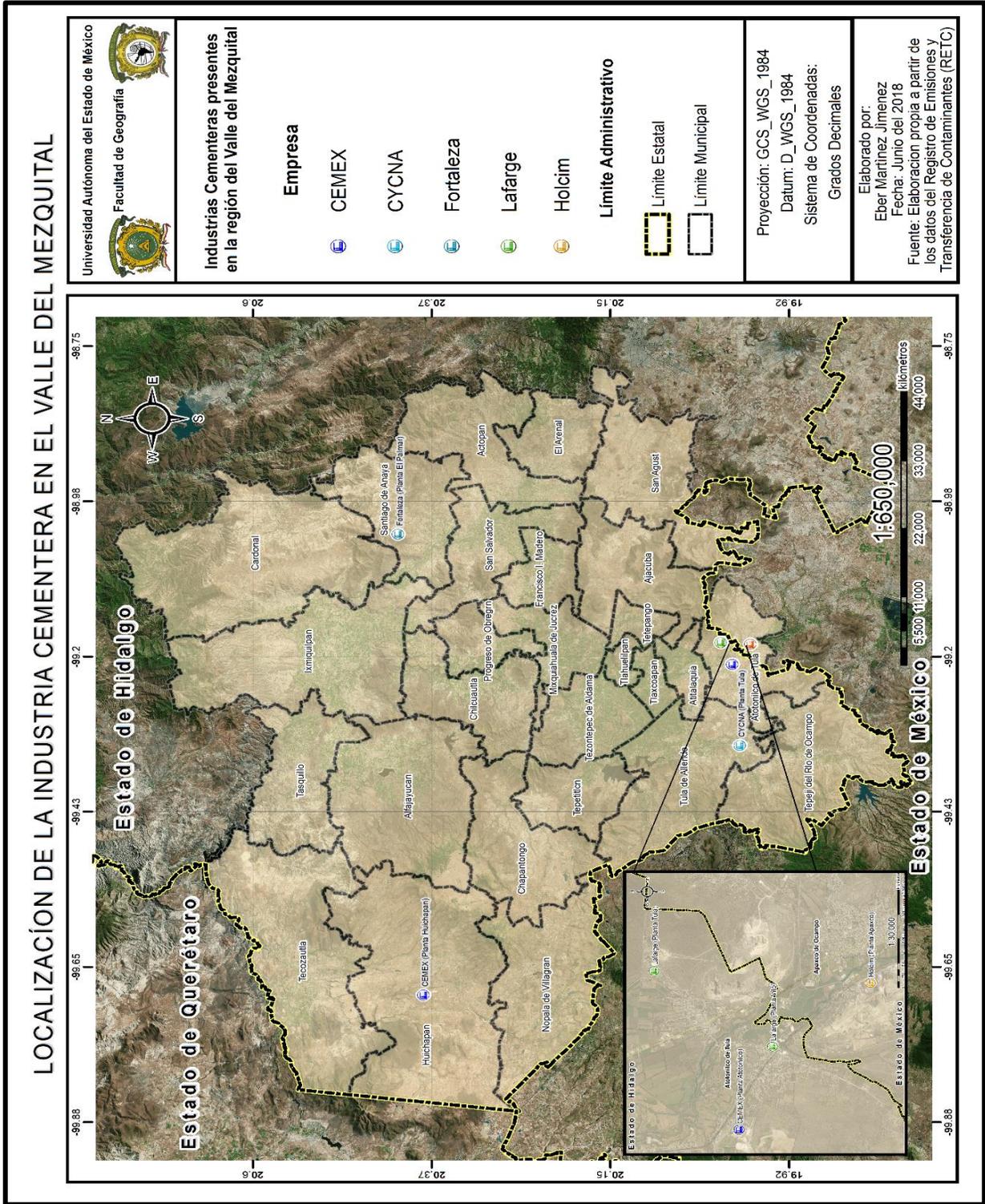
La región del Valle del Mezquital se caracteriza por un clima semidesértico, muy caliente durante el día y con bajas temperaturas por la noche. Hay escasa precipitación y la vegetación es principalmente xerófila. La temperatura promedio es de 18°C; durante enero, el mes más frío, se registra una temperatura promedio de 13°C, y de 21°C en los meses más calurosos, de junio a agosto. La precipitación anual promedio es de 409 milímetros (Negrete, 2016).

La población del Valle del Mezquital registra 2, 604,358 habitantes según el último censo de población y vivienda reportado por el INEGI en 2010, por su parte el municipio de Apaxco registra un total de 27,521 habitantes. Con respecto a esto la población económicamente activa (P.E.A) registrada en el Valle del Mezquital es de 1, 685,683 y 10,725 en el municipio de Apaxco en relación a los datos de los principales resultados por localidad (ITER 2010).

En el Valle del Mezquital se encuentran siete plantas cementeras: Cementos Apasco S.A. de C.V. (Actualmente Holcim), CEMEX México S.A. de C.V. Planta Huichapan, CEMEX México S.A. de C.V. Planta Atotonilco, LAFARGE CEMENTOS S.A. de C.V. Planta Vito (Actualmente CEMENTOS FORTALEZA), Cooperativa La Cruz Azul S.C.L., LAFARGE CEMENTOS S.A. de C.V. Planta Tula (Actualmente CEMENTOS FORTALEZA), CEMENTOS FORTALEZA Planta el Palmar, Hidalgo, según datos de la Cámara Nacional del Cemento.

En la zona de estudio existen un total de 2258 localidades rurales y 239 urbanas, en las cuales dentro del municipio de Atotonilco de Tula la empresa cementera CEMEX (Planta Atotonilco) se encuentra a 1 km aproximadamente de la cabecera municipal y LAFARGE (Planta Vito) respectivamente a 3 km, así como LAFARGE (Planta Tula) a 4 km. Por su parte el Municipio de Apaxco tiene registradas 9 localidades rurales y 2 urbanas de las cuales la empresa cementera Holcim (Actualmente Geocycle) está situada aproximadamente a 750 metros de la cabecera municipal de Apaxco de Ocampo.

FIGURA 2. MAPA DE LOCALIZACIÓN DE LA INDUSTRIA CEMENTERA EN EL VALLE DEL MEZQUITAL.



ELABORACIÓN PROPIA EN A PARTIR DE LOS DATOS DEL REGISTRO DE EMISIONES Y TRANSFERENCIA DE CONTAMINANTES (RETC).

La actividad minera constituye en gran parte la caracterización de la zona de estudio después de la actividad industrial ya que la extracción de caliza forma parte de la producción del cemento. Con respecto a esto el Servicio Geológico Mexicano (SGM) identifica cuatro principales distritos mineros no metálicos; Zimapan, Huichapan, Tula y Atotonilco, estos dos últimos dentro del Valle del Mezquital.

En relación a las minas en explotación de minerales no metálicos y bancos de material, dentro de la zona del Valle del Mezquital para finales de 2016 se registran las siguientes cifras conforme a las publicaciones *Panorama Minero del Estado de Hidalgo* y *Panorama Minero del Estado de México*, a cargo del SGM.

TABLA 1. PRINCIPALES MINAS EN EXPLOTACIÓN DE MINERALES NO METÁLICOS Y BANCOS DE MATERIAL.

Nombre	Empresa	Municipio	T/AÑO	Sustancia
Planta Huichapan	CEMEX, S.A. DE C.V.	HUICHAPAN	6,350,238	CALIZA
La Palma	AGREGADOS CEMEX, S.A. DE C.V.	ATOTONILCO DE TULA	420,000	CALIZA
Tepeji	CAL DE APASCO, S.A. DE C.V.	TEPEJI	7000	CALIZA
El Tepozón	SOCIEDAD COOPERATIVA CRUZ AZUL, S.A. DE C.V.	TULA DE ALLENDE	1,300,000	CALIZA
Cerro los Ordaz	CALERAS BELTRAN, S.A. DE C.V.	ATOTONILCO DE TULA	900,000	CALIZA
Atotonilco	COOPERATIVA CAL EL TIGRE, S.A. DE C.V.	ATOTONILCO DE TULA	600,000	CALIZA
El Refugio	CEMENTOS LAFARGE, S.A. DE C.V.	ATOTONILCO DE TULA	2,300,000	CALIZA

ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A LA PUBLICACIÓN “PANORAMA MINERO DEL ESTADO DE HIDALGO”, SERVICIO GEOLÓGICO MEXICANO, SECRETARÍA DE ECONOMÍA, 2016.

TABLA 2. UNIDADES MINERO METALÚRGICAS Y DE TRANSFORMACIÓN NO METÁLICOS.

EMPRESA	MUNICIPIO	SUBSTANCIA	PRODUCCION t/d	PROCESO METALURGICO
Cementos Mexicanos, S.A. de C.V. (Cemex)	Huichapan	Cemento	8,800	Calcinación
Cementos Tolteca, S.A. de C.V.	Atotonilco de Tula	Cemento	7,000	Calcinación
Sociedad Cooperativa Cruz Azul, S.A. de C.V.	Tula de Allende	Cemento	5, 500	Calcinación
Caleras Beltrán, S.A. de C.V.	Atotonilco de Tula	Cal	1,000	Calcinación
Productora de Cal, S.A. de C.V.	Tepeji del Rio	Cal	500	Calcinación
Cal El Tigre, S.A. de C.V.	Atotonilco de Tula	Cal	150	Calcinación
Lafarge Cementos S.A. de C.V.	Atotonilco de Tula	Cemento	50	Calcinación

ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A LA PUBLICACIÓN “PANORAMA MINERO DEL ESTADO DE HIDALGO”,
SERVICIO GEOLÓGICO MEXICANO, SECRETARIA DE ECONOMÍA, 2016.

TABLA 3. PRINCIPALES MINAS EN EXPLOTACIÓN NO METÁLICOS.

NOMBRE DE PLANTA	MUNICIPIO	TIPO DE PLANTA	CAPACIDAD INSTALADA d/día	SUBSTANCIA	SITUACION
CEMENTOS APASCO, S.A.	Apaxco	Molienda y Calcinación	11,000	Caliza, yeso y arcilla	Activa
CAL APASCO	Apaxco	Calcinación/hidratación	300	Caliza	Activa

ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A LA PUBLICACIÓN “PANORAMA MINERO DEL ESTADO DE MÉXICO”,
SERVICIO GEOLÓGICO MEXICANO, SECRETARIA DE ECONOMÍA, 2016.

TABLA 4. UNIDADES MINERO METALÚRGICAS Y DE TRANSFORMACIÓN NO METÁLICOS.

NOMBRE PLANTA	MUNICIPIO	TIPO DE PLANTA	CAPACIDAD INSTALADA t/día	SUBSTANCIA	SITUACION
CEMENTOS APAXCO, S.A.	Apaxco	Molienda y Calcinación	11,000	Caliza, yeso y arcilla	Activa
CAL APASCO	Apaxco	Calcinación/Hidratación	300	Caliza	Activa

ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A LA PUBLICACIÓN “PANORAMA MINERO DEL ESTADO DE MÉXICO”,
SERVICIO GEOLÓGICO MEXICANO, SECRETARIA DE ECONOMÍA, 2016.

Siendo que la zona contiene gran cantidad de caliza repartida en sus cuatro principales distritos es una de las más impactadas por la actividad extractiva por parte de las empresas transnacionales como CEMEX, HOLCIM, FORTALEZA y CYCNA de Oriente. Las tablas presentadas nos muestran la producción de cemento y la cantidad de caliza extraída para su elaboración, sin embargo, el comparativo entre estos datos oficiales y los de la comunidad sugieren que las zonas extractivas no están reguladas del todo.

Dicho lo anterior en los análisis derivados de los talleres comunitarios realizados en la zona por el Laboratorio de Investigación en Desarrollo Comunitario y Sustentabilidad (LIDECS) sugiere que las unidades económicas presentadas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) presentan información incompleta de la actividad minera, en este caso las zonas de extracción de caliza en la zona. *Véase Anexo II.*

2.3. Producción de Cemento e Incineración de Residuos.

La industria cementera genera varios procesos para obtener el producto principal, el cemento; este se define como “un material inorgánico finamente molido no metálico, que al ser mezclado con agua forma una pasta que fragua y endurece, manteniendo su resistencia y estabilidad incluso dentro de medios acuáticos” (ISTAS, 2002, 3).

La incineración de residuos sólidos forma parte de las malas prácticas adoptadas en los procesos de fabricación del cemento; en los hornos cementeros se utilizan gran cantidad de energía para la calcinación de la materia prima, la caliza. En relación a esto la postura de las empresas cementeras ha sido la adopción de prácticas como la incineración de residuos para reducir los gastos generados en este proceso.

Entre los combustibles utilizado para precalentar el horno cementero se encuentra el coque de petróleo, Vilella y Arribas definen el coque de petróleo (Petcoque) como: “el combustible usado de forma mayoritaria en el proceso de producción del cemento, un producto casi residual obtenido en la destilación del petróleo y que contiene una gran cantidad de metales pesados” (2013, 10).

García et al, citando a la Comisión Europea, definen el proceso de incineración como; “...un tratamiento térmico que genera sustancias sospechosas y reconocidas como carcinógenas, por ejemplo, dioxinas, arsénicos, cromo, bencina, hidrocarburos, aromáticos, policíclicos (HAP), cadmio, plomo, tetracloroetano, hexaclorobenceno, níquel y neftalina” (2006, 23).

Las fábricas de cemento no cuentan con medios para filtrar los metales pesados volátiles (mercurio, talio, cadmio, etc.) presentes en el coque de petróleo y en los residuos. El sector cementero es uno de los principales emisores de mercurio, por detrás de las centrales térmicas de carbón. La mayoría de las fábricas cuentan con filtros de mangas, que solamente sirven para limitar las emisiones de materia particulada (Vilella y Arribas, 2013, 8).

Respecto al proceso de producción de las cementeras en México, el problema surge desde la extracción hasta la producción, dado que en lo primero las minas de donde se extrae la caliza se encuentran a cielo abierto. Esto significa que los polvos generados en la extracción también afectan de una u otra manera el ambiente y a la población de las comunidades cercanas a estas zonas, por ejemplo; la actividad agrícola se ve afectada con el proceso de extracción pues la deposición de partículas en los cultivos repercute en la pérdida de vegetación y por ende en la fertilidad de la tierra sin mencionar la disminución de los mantos freáticos cercanos a las plantas cementeras.

Es importante mencionar que en los procesos de producción del cemento se utiliza una gran cantidad de agua por lo que las afectaciones directas en el vital líquido se ven reflejadas en las poblaciones circundantes ya que la escasez de este empieza a ser más frecuente. Por ejemplo en el caso de la planta de CYCNA ubicada en Palmar Bravo, Puebla, la escasez de agua conlleva a la desaparición de zonas de cultivo ya que este es utilizado por los campesinos para regar las parcelas y al no contar con este la actividad se ve disminuida. Otro problema que es importante mencionar en este ejemplo es el caso de la erosión del suelo en estas zonas agrícolas cercanas a las plantas cementeras pues los polvos provenientes de las minas a cielo abierto de las empresas de donde se extrae la caliza se combinan con la caída de agua y forman una capa de sedimento parecido al cemento, esto sin duda es un elemento que contribuye a la erosión del suelo y a la disminución de agricultura en la zona ya que el suelo está siendo contaminado con sedimentos que no debería de estar ahí de manera natural. Véase *Figura 3* y *Figura 4*.

FIGURA 3. FOTOGRAFÍA DE UN PREDIO SEDIMENTADO CON CALIZA CERCANO LA PLANTA CYCNA PALMAR DE BRAVO,



FUENTE: FOTO DE ARCHIVO PROPIO, TECAMACHALCO, PUEBLA, 2016.

FIGURA 4. FOTOGRAFÍA DE UN PEDAZO DE TIERRA SEDIMENTADO CON CALIZA CERCANO A LA PLANTA CYCNA, PALMAR DE BRAVO.



FUENTE: FOTO DE ARCHIVO PROPIO, TECAMACHALCO, PUEBLA, 2016.

2.3.1. Contaminantes, metales pesados y partículas tóxicas.

En los procesos de producción de la industria cementera la incineración de residuos sólidos genera partículas contaminantes que se transportan a través del aire, dichas partículas son altamente tóxicas ya que entre ellas se puede identificar un grupo de sustancias que pueden afectar severamente la salud a la población cercana a la fuente de emisión, incluso las afectaciones pueden llegar a otras comunidades que no precisamente se encuentren cercanas a las plantas de la industria cementera, pues al ser volátiles su deposición final dependerá de diversos factores; por ejemplo la dirección del viento, el tiempo atmosférico y probables factores antropogénicos.

Conant y Fadem; mencionan que los metales pesados como el plomo, mercurio, cadmio y cromo son dañinos para la gente, los animales y las plantas, incluso en proporciones minúsculas. Las diferentes industrias, tales como petroleras, refinerías, mineras, fundiciones, curtiembres e incineradores despiden metales pesados en el medio ambiente. Los metales pesados son dañinos cuando la gente aspira o traga el polvo o los humos, o se les pega en la piel o los ojos, y los absorben en la sangre. Los metales pesados también pueden absorberse en las plantas y los animales y pueden hacer daño cuando uno los come (2011, 327).

Según Ruiz en su obra *Estudio y resultados de la participación del Sector Cementero Español en el Inventario Nacional de Dioxinas y Furanos (2000-2003)*, las emisiones procedentes del horno de cemento tienen su origen en las reacciones químicas y físicas de las materias primas y en los procesos de combustión.

Los principales gases emitidos por el horno de cemento son los siguientes:

Óxidos de nitrógeno (NO_x): Dos son las principales fuentes de producción de NO_x, el térmico derivado de la oxidación del nitrógeno del aire de combustión, y el derivado de la oxidación del nitrógeno presente en el combustible.

CO₂: Proviene de la descarbonatación de la caliza, además del propio proceso de combustión de los combustibles fósiles. Este gas, aun no siendo nocivo, por su condición de gas de efecto invernadero, hace que cobre gran importancia su

reducción y control. La emisión de CO₂ se sitúa entre 850 y 900 Kg/t de clínker. Aproximadamente un 66% de esta emisión proviene del proceso de calcinación y es por tanto inevitable.

H₂O: Proviene del propio proceso de combustión, además del que presentan las materias primas alimentadas al horno.

Oxígeno: Se emplea en exceso respecto al estequiométrico.

Dióxido de azufre y otros compuestos sulfurosos (SO_x): El azufre entra en el proceso como componente de los combustibles y de las materias primas como sulfatos, sulfuros o compuestos volátiles de azufre (2007, 101-103).

La directiva de Prevención y Control Integrado de la Contaminación, por sus siglas en inglés IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control) incluye una relación indicativa de las principales sustancias que contaminan el aire y que deben ser tomadas en consideración. Las más relevantes en relación con la fabricación del cemento son: Óxidos de nitrógeno (NO_x), dióxido de azufre (SO₂), partículas, ácido clorhídrico (ClH), ácido fluorhídrico (FH), metales y sus compuestos, monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles (COVs), dibenzodioxinas policloradas (PCDD), dibenzofuranos (PCDF) (ISTAS, 2002).

Los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) emitidos por la combustión del petcoque son tóxicos y cancerígenos. Estas sustancias junto con otras partículas han sido asociadas al desarrollo de la mayoría de los cánceres infantiles, incluyendo leucemia infantil (Knox, 2004, 4).

El polvo proveniente de la fabricación del cemento se considera un contaminante altamente tóxico, compuesto por diferentes partículas como "...metales como arsénico (As), cadmio (Cd), mercurio (Hg), plomo (Pb), talio (Tl) o zinc (Zn), todos ellos con efectos toxicológicos claros" (ISTAS, 2002, 8).

Al no existir filtros para poder contener este tipo de partículas tan diminutas, no se puede asegurar que las emisiones estén 100% controladas y no se propaguen a

través del viento a otros lugares por lo que no existe actualmente un sistema o filtro que pueda detener la propagación a la atmosfera de este tipo de partículas. Esto conlleva una problemática ambiental de grandes proporciones, ya que estas partículas pueden afectar directamente nuestro cuerpo y alterar el ambiente donde respiramos, comemos y vivimos.

Ante la presencia de estos contaminantes altamente tóxicos las medidas, así como la reducción de las sustancias debe de tener un monitoreo constante no solo por las autoridades encargadas de este asunto sino también por parte del gremio del cemento pues el registro relacionado con estas sustancias tiene un desfase de 4 años, por lo que la temporalidad para medir las emisiones lleva un atraso considerable.

2.3.2. Dioxinas y Furanos

Las dioxinas y furanos son quizá las toxinas más dañinas que se pueden generar a partir de la incineración de residuos ya que su composición es resultado de una mezcla de compuestos que son incinerados de igual manera sin una separación previa. Estas sustancias no tienen un origen natural, al contrario, las dioxinas y furanos son elementos que se crean en el proceso antes mencionado por lo que el registro de estos debe de ser especializado y tomado con seriedad ya que son partículas diminutas que no pueden ser filtradas tomando en cuenta que la unidad de medición de estas sustancias es en nanogramos.

Las dioxinas y furanos se definen como “Compuestos químicos que se originan en procesos de combustión y químicos en presencia de cloro, bromo o flúor más otros compuestos orgánicos”. Desde la perspectiva epidemiológica las dioxinas y furanos “pueden ser los compuestos más tóxicos estudiados. Diversos estudios los han señalado como causantes de cáncer, alteraciones neurológicas, hepáticas, inmunológicas, disfunciones hormonales, esterilidad, endometriosis y alteraciones cutáneas entre otros” (ISTAS, 2001).

Desde un panorama técnico, las dioxinas y furanos son definidos como “compuestos denominados policlorodibenzo-p-dioxinas (PCDDs) y policlorodibenzo-furanos

(PCDFs), ambos pertenecen a dos grupos de sustancias cloradas de estructura y propiedades similares, que engloban un total de 210 compuestos. Las dioxinas y furanos están clasificados como compuestos orgánicos persistentes (COPs), resistentes a la degradación fotolítica, química y biológica. Se caracterizan por una baja solubilidad en agua y una alta solubilidad en lípidos, resultando bioacumulativos en los tejidos grasos de los organismos vivos” (Ruiz, 2007, 3).

Dicho lo anterior, el monitoreo de estas sustancias por parte de las instituciones encargadas en materia ambiental es deficiente, pues en los registros de las sustancias emitidas a la atmosfera se registran niveles por encima de las normas internacionales. Esto resulta ser un punto crítico ya que al ser compuestos bioacumulativos en los organismos vivos, las descargas y la deposición final de estas siguen acumulándose y por ende lo que se registra en un año y al siguiente sigue sumándose a lo que están recibiendo los organismos vivos.

Si bien las dioxinas y furanos son por mucho los elementos tóxicos que dañan la salud también su origen tiene una relación directa con las afectaciones y omisiones de los derechos humanos ya que al incinerar residuos sólidos se están generando este tipo de partículas y la salud de las personas se ve directamente afectada privando al derecho de un medio ambiente libre de toxinas.

2.3.3.- Monitoreo de emisiones y gestión de residuos sólidos

La gestión de residuos sólidos y la incineración de estos ha sido un tema de controversia entre las empresas cementeras y la población perteneciente a las comunidades cercanas a ellas. Arribas (2013) menciona que “A esta quema de residuos, muchos de ellos tóxicos, se le llama por la industria cementera y la administración “valorización energética”. Se pretende engañar a la población, presentándola como un beneficio para el medio ambiente por la sustitución de una parte del petróleo por este “nuevo combustible”. El problema es la emisión de sustancias altamente tóxicas, como las dioxinas, que se suman a la contaminación por coque de petróleo, principal combustible que se sigue utilizando en los procesos de producción por la industria del cemento.

En México la institución encargada del control y monitoreo de la emisión de estos contaminantes es la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), a través del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) las empresas están sujetas a reportar sus emisiones contaminantes por tipo de sustancia emitidas al ambiente: aire, agua, suelo o transferida en residuos o descargas de agua.

En los reportes estadísticos de 2004 a 2014 de la versión final del RETC de 2014 conformado por 2 mil 291 establecimientos de competencia federal “Obligados a reportar a SEMARNAT” se presentaron 100 con información inconsistente, esto según la página oficial del RETC. Dicho lo anterior en cuanto al sector cementero se refiere en algunos años la información acerca de las sustancias emitidas no se encuentra del todo completa, pues en algunos años no se reportó ningún valor de algunas sustancias, no obstante, en años siguientes si se reportan los valores y en algunos varían en cuanto a sustancia y unidad de medida (Tonelada, Kilogramos) al año. En la página oficial de SEMARNAT referente al RETC el instrumento para recopilar la información del sector industrial de competencia federal es la Cedula de Operación Anual (COA) el cual sirve para reportar las emisiones y transferencias de los establecimientos sujetos a reporte de competencia federal, fuentes fijas de jurisdicción federal, grandes generadores de residuos peligrosos, restadores de servicio de manejo de residuos, los que descarguen aguas residuales a cueros receptores que sean aguas nacionales y los que generen 25,000 toneladas o más de Bióxido de Carbono Equivalente de emisiones de Compuestos y Gases de Efecto Invernadero de los sectores productivos establecidos en el Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia de Registro Nacional de Emisiones (RENE).

Con respecto a lo anterior en materia de políticas públicas citando a Montenegro (2017), en América Latina se han ido imponiendo leyes donde se establece la obligatoriedad de los procesos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) que incluyen, entre otros dispositivos, los estudios de impacto ambiental, las audiencias públicas y las auditorías ambientales. Referente a esto, dichos procesos en México

son regulados por la SEMARNAT al igual que los instrumentos de medición de los contaminantes. Esto a su vez representa un problema frecuente para las comunidades afectadas por la industria cementera y la incineración de residuos en hornos cementeros ya que estos procesos de Evaluación de Impacto Ambiental tienden a ser inconsistentes y de cierto modo manipulados incluso en casos donde la industria no ha sido instalada aún.

Citando a Montenegro (2017) y reforzando lo anterior: Lamentablemente, los procesos de Evaluación de Impacto Ambiental y sus tradicionales matrices de impacto se han ido trasformando en procesos frecuentemente distorsionados por los generadores (entre ellos consultoras privadas contratadas por cementeras) y por los organismos públicos de evaluación (en el caso de México, SEMARNAT). Cuando se realizan audiencias públicas, usualmente no vinculantes, es frecuente la manipulación estatal y corporativa.

Dicho lo anterior, el monitoreo deficiente de los contaminantes, así como la mala gestión de los residuos urbanos tiende a dar paso a prácticas como la incineración en hornos cementeros ya que desde las normativas como las Evaluaciones de Impacto Ambiental se presentan incongruencias con las actividades que se llevan a cabo en las plantas de estas empresas. Referente a esto Montenegro (2017) menciona que en América Latina existen vacíos técnicos que se repiten crónicamente en los Estudios de Impacto Ambiental para nuevas plantas de cemento, o en las Auditorías Ambientales de las instalaciones ya existentes. De estos vacíos técnicos destacan:

- a) La incorrecta evaluación de todas las fuentes internas de riesgo ambiental, $f_1, f_2 \dots f_n$, y su correspondiente integración (canteras, planta de producción de cemento, depósito de residuos peligrosos, otros). Es frecuente además en plantas en funcionamiento que no haya una evaluación de los lugares de acumulación de residuos y materiales de descarte, superficiales y subterráneos, productos de años de actividades y escasez de controles por parte del Estado.
- b) Inexistencia de monitoreo rigurosos que definan el nivel base para nuevas plantas, y que incluyen, entre otras variables, el relevamiento de morbilidad y mortalidad comunitaria; el monitoreo en personas y animales domésticos del contenido de contaminantes, en sangre y

otros tejidos; el monitoreo de contaminantes existentes en el aire, suelo y aguas, superficiales y subterráneas, etc.

- c) Escasa o nula consideración del efecto coctel cuando se evalúan los contaminantes emitidos y los contaminantes a que son expuestas las personas y la biodiversidad. Es frecuente que se haga un abordaje sustancia por sustancia, cuando en los medios ambientales (aire, agua y suelo, por ejemplo) lo que realmente existe y actúa es un coctel de sustancias y de energías residuales. Lo mismo ocurre en las personas expuestas: además de estar sometidas a ese coctel (o mezcla), dicho coctel se agrega, una vez ingresado al organismo individual, al universo de residuos que almacenaba previamente la persona.
- d) Escasa o nula consideración de las fuentes preexistentes de contaminación y de degradación ambiental. Este vacío es extensivo al desconocimiento de fuentes secundarias de contaminación donde se almacenan cócteles resultado de las descargas de la cementera y de otras fuentes. Porciones de suelo, sedimentos de ríos y lagos, y sedimentos de tanques domiciliarios de almacenamiento de agua potable suelen contener estos depósitos secundarios.
- e) Escasa o nula consideración de las condiciones geomorfológicas, meteorológicas, y ecológicas que agravan los efectos de la contaminación. Es usual que no se considere por ejemplo el impacto negativo de las inversiones térmicas de superficie, cuya ocurrencia y duración puede aumentar la concentración de contaminantes en el aire que respiran las personas.
- f) Escasa o nula consideración de la infraestructura de saneamiento, de sistemas de salud y de autoridades fiscalizadoras de la contaminación en poblaciones sometidas a las descargas producidas por cementeras o bien por otras industrias y actividades de riesgo. La ausencia de estos servicios aumenta exponencialmente la vulnerabilidad de las personas expuestas.

Además de estos vacíos técnicos, Montenegro (2017) menciona el incumplimiento de normas locales municipales, providenciales, nacionales, incluso incumplimientos de graves convenios internacionales, por ejemplo, el convenio de Estocolmo y la Convención de 169 de la Organización Internacional del Trabajo sobre derechos de los pueblos indígenas, este último siendo de las normas más violadas.

Dicho lo anterior, el panorama en México referente a políticas públicas tiende a repetirse al igual que en América Latina ya que la mayoría de las políticas públicas relacionadas con el monitoreo ambiental y gestión de los residuos siguen siendo omitidas y en algunos casos violadas como es el caso de las normas internacionales que México y sus empresas están obligadas a cumplir. En el caso de las normas

municipales, estatales y federales hay una ausencia de autoridad que sigue permitiendo la degradación del ambiente y la salud de las comunidades expuestas a estas prácticas como lo es la incineración de residuos.

En relación a los vacíos técnicos, la nula consideración u omisión de estos agrava aún más el problema en las comunidades, pues no solamente se está atentando contra el medio ambiente si no que se está perjudicando su salud ya que al realizar evaluaciones a estas instalaciones y auditorías ambientales solicitadas por las mismas comunidades afectadas se omiten todos estos elementos y por ende en la mayoría de los casos se falla a favor de la empresa siguiendo con las actividades y procesos que exponen a la población a diferentes impactos.

En el siguiente apartado se mencionarán algunas enfermedades relacionadas con la incineración de residuos y a las que está expuesta la población de las comunidades cercanas a las cementeras y/o incineradores.

2.4. Enfermedades relacionadas con la incineración de residuos.

La industria cementera con el fin de sustituir los combustibles convencionales utilizados en el proceso de precalentamiento del horno como el coque de petróleo (Petcoque) por combustibles alternativos ha optado por la incineración de residuos en la mayoría de sus plantas cementeras. Las afectaciones a la salud que genera la incineración de residuos son diversas derivadas de las partículas que se liberan de estos procesos, algunos con efectos significativos en la salud de las personas cercanas a las plantas cementeras.

Los contaminantes generados a partir de los procesos utilizados en la industria cementera como la incineración de residuos generan afectaciones a la salud, los “metales pesados”, dioxinas, furanos, hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), entre otros, han sido identificados como causantes de afectaciones a la salud. Algunas enfermedades pueden presentarse por la exposición a partir de estos elementos tóxicos.

2.4.1.- Afectaciones a la salud.

Referente a las afectaciones a la salud por metales pesados el Instituto Sindical de Trabajo Ambiente y Salud (ISTAS), menciona que:

A pesar de estar presentes en pequeñas cantidades, los metales y los compuestos metálicos son unos tóxicos muy peligrosos para la salud humana, llegando algunos de ellos a ser considerados como agentes cancerígenos, e incluso algunos como el plomo se presume que actúa como un disruptor endocrino (2002, 10).

Visto desde este panorama, los metales pesados tienen ciertas propiedades que afectan de manera diferente al ser humano. Los efectos potenciales por metales pesados como el plomo cadmio, arsénico, mercurio, entre otros son el cáncer, problemas respiratorios, cardiacos, neurológicos, gastrointestinales y reproductivos por mencionar algunos.

Algunas de las afectaciones en la salud de las dioxinas y furanos, son; el cáncer, deficiencias en el sistema inmunológico, artritis, asma, esterilidad, problemas de desarrollo fetal y defectos de nacimiento. Otras afectaciones en la salud por partículas derivadas del proceso del cemento son; enfermedades respiratorias y riesgos cardiacos (Giesen, 2012, 6).

Conant y Fadem mencionan algunas otras afectaciones en la salud, tales como la exposición al aire contaminado, esto provoca que los pulmones envejezcan más rápido, se adquieran enfermedades pulmonares crónicas como asma, bronquitis crónica, enfisema y cáncer de pulmón, además de que se presenten más muertes prematuras, generalmente de ataque al corazón o infarto. En el sistema nervioso pueden causar confusión, pérdida de memoria, ataques (convulsiones) y otros problemas en el cerebro. El daño al sistema nervioso puede también producir daño a los sentidos del gusto y el olor, pérdida de la sensación en el cuerpo, dificultad para caminar y mantener el equilibrio. Algunos productos químicos pueden causar parálisis y hasta la muerte. Los problemas y enfermedades de la piel pueden llegar

a presentarse como sarpullido, ampollas y quemaduras graves a causa de los productos tóxicos a los que se expone por el aire o el agua contaminados con sustancias químicas o desechos agrícolas e industriales (2011, 330).

Con respecto a lo anterior, las afectaciones en la salud de la población resultan ser diversas debido al tipo de exposición y desarrollo de estas en la población, esto debido a que cada organismo responde diferente a las enfermedades que podrían detonarse en él. Si bien es cierto que las enfermedades tienen un proceso en el que la exposición tiene un rol importante, el surgimiento de casos de tipo asociativo nos permite vislumbrar las afectaciones directas a la salud derivadas por la incineración de residuos, es decir; Si hoy se instalara una planta donde se incineraran residuos sólidos urbanos las afectaciones no se notarían de inmediato, pero si se podría observar los casos derivados a la exposición de estos contaminantes y su evolución a partir de que la planta se instalase y en cierto tiempo surgirían casos de tipo asociativo como los que se han mencionado con anterioridad (cáncer, enfermedades pulmonares, en el sistema nervioso, leucemia infantil, enfermedades en la piel, en el sistema nervioso, etc.).

Para este estudio, las afectaciones que se consideraran serán los diferentes tipos de cáncer relacionados con las afectaciones en la salud de la industria cementera, para ello en el siguiente punto se mencionaran los tipos y la relación de la incineración de residuos con la mortalidad, así como la morbilidad por cáncer en la población cercana a las fuentes de exposición de contaminantes.

2.4.2.- Mortalidad y Morbilidad por cáncer

El cáncer se define como una enfermedad grave que puede afectar a muchas partes del cuerpo. El cáncer comienza cuando algunas células comienzan a crecer muy rápido de manera anormal, ocasionando crecimientos (tumores). Algunas veces los tumores desaparecen sin tratamiento. Pero muchos tumores se expanden, causando problemas de salud en varias partes del cuerpo. Esto es cáncer (Conant, 2011, 337).

En un estudio reciente realizado en 2013 por García et al., abordan el tema de la mortalidad por cáncer en ciudades situadas en las proximidades de incineradoras, ellos mencionan lo siguiente en sus conclusiones.

“Al analizar individualmente cada uno de los tipos de cánceres se observó un exceso significativo de riesgo de sufrir tumores malignos en el estómago, el hígado, la pleura y los riñones (Hombres y mujeres), en el colon o el recto, los pulmones, la vejiga y la vesícula al igual que de leucemia (Hombres) y de tumores de cerebro y los ovarios en mujeres.”

Derivado de lo anterior, la probabilidad de padecer cáncer de alguno de estos tipos se incrementa en la población que está cercana a una planta cementera que incinere residuos sólidos.

En el documento *Incineration and Human Health*, Allsopp et al, menciona que en Francia en el año 2000 los residentes que vivían cerca de una incineradora presentaron un incremento de un 44% en sarcomas de tejido blando y un 27% en linfomas no-Hodgking. En 1996 se observaron incrementos en 6.7 veces de la probabilidad de mortalidad por cáncer de pulmón en residentes que vivían cerca de una incineradora de residuos urbanos en una ciudad en Italia y en 1990 se detectó un incremento significativo de cáncer de laringe en las cercanías de una incineradora de disolventes y aceites en Reino unido (2001, 8-10).

En el panorama general del aumento de los casos de cáncer Conant menciona que “...una causa del aumento del cáncer en el mundo es el aumento constante de la

contaminación industrial y de los productos tóxicos en nuestro medio ambiente y en nuestro cuerpo. El número cada vez más elevado de cáncer en la gente que vive en o cerca de áreas altamente contaminadas debería alertar a los gobiernos a actuar rápidamente para proteger la salud de la gente.” Se sabe que los químicos tóxicos causan varios tipos de cáncer, como el cáncer de pulmones, vejiga, hígado, mama, cerebro, sangre (leucemia), mieloma múltiple, y linfoma no-Hodgkin. La gente expuesta a productos tóxicos por largo tiempo tiene mayor riesgo de contraer estos tipos de cáncer que los que no estuvieron expuestos (2011, 327).

En relación a lo anterior, la problemática de la incidencia de cáncer en la población y la relación con la industria cementera sugiere que los casos registrados en las poblaciones cercanas pueden estar ligadas de manera directa con la actividad industrial, pues en los procesos se desprenden sustancias contaminantes que pueden llegar a afectar al ser humano.

La exposición prolongada a este tipo de toxinas liberadas por la incineración de residuos en hornos cementeros potencializa el padecimiento de alguna de estas enfermedades antes mencionadas, no obstante, el tiempo en que se observan los casos son de aproximadamente 20 años. Esto no quiere decir que no se puedan desarrollar enfermedades en un tiempo menor a lo mencionado, pues las toxinas afectan de manera distinta a cada cuerpo, esto puede propiciar que las afectaciones se observen en un grupo más vulnerable como los niños y personas de la tercera edad en un tiempo de exposición menor.

2.5. Tasas de Mortalidad

Para el análisis de este estudio fue necesario generar tasas generales en relación a los datos a nivel estado, región y municipio por lo que definiremos estos dos conceptos de la siguiente manera:

Moreno et al. (2000), mencionan en su artículo titulado *Principales medidas en epidemiología*, que las tasas expresan la dinámica de un suceso en una población a lo largo del tiempo, estas se definen como la magnitud del cambio de una variable (enfermedad o muerte) por unidad de cambio de otra (usualmente el tiempo) en relación con el tamaño de la población que se encuentra en riesgo de experimentar el suceso. En las tasas, el numerador expresa el número de eventos acontecidos durante un periodo en un número determinado de sujetos observados, a diferencia de una proporción el denominador de una tasa no expresa el número de sujetos en observación sino el tiempo durante el cual tales sujetos estuvieron en riesgo de sufrir el evento.

Por otra parte, en este mismo artículo se menciona que la tasa de mortalidad general es el volumen de muertes ocurridas por todas las causas de enfermedad, en todos los grupos de edad y para ambos sexos. La mortalidad que comúnmente se expresa en tasa, puede ser cruda o ajustada de acuerdo con el tratamiento estadístico que se le dé. La mortalidad cruda expresa la relación que existe contra el volumen de muertes ocurridas en un periodo dado y el tamaño de la población en la que éstas se presentaron.

La fórmula utilizada para elaborar las tasas generales de mortalidad fue la siguiente:

$$\text{TASA DE MORTALIDAD GENERAL} = \frac{\text{Numero de muertes en el periodo}}{\text{Población total en el mismo periodo}} (x10n) \quad (1)$$

Con respecto a las tasas a nivel Estado de este estudio se realizaron por cada 100,000 habitantes ya que la escala de datos referentes a la mortalidad era mayor. En el caso de la región del Valle del Mezquital, se utilizó la fórmula por cada 10,000 habitantes dadas las características de la población de la región, pues los municipios no rebasan los 100,000 habitantes.

2.6. Tasas de Morbilidad

Con respecto a la morbilidad y las tasas generadas en este estudio, Moreno et al (2000), mencionan que con respecto a la morbilidad la enfermedad puede medirse en términos de prevalencia o de incidencia. La primera se refiere al número de individuos que, en relación con la población total padecen una enfermedad determinada en ese momento específico. La segunda representa la probabilidad de que en un individuo se aun caso de dicha enfermedad en un momento específico, es decir; expresa el volumen de casos nuevos que aparecen en un periodo determinado, así como la velocidad con la que lo hacen.

En relación a la prevalencia, Moreno et al, mencionan que esta es una proporción que indica la frecuencia de un evento. En general, se define como la proporción de la población que padece la enfermedad en estudio en un momento dado y se denomina únicamente como prevalencia. En la construcción de esta medida no siempre se conoce en forma precisa la población expuesta al riesgo y por lo general se utiliza solo una aproximación de la población total del área estudiada, a menudo se expresa como caos por 1000 o por 100 habitantes.

Debido a la naturaleza de los datos provenientes de la Dirección General de Información de Salud, la tasa de incidencia de cáncer no se calculó en este estudio, por lo que la prevalencia fue calculada con la siguiente formula:

$$\text{PREVALENCIA} = \frac{\text{Numero total de casos existentes al momento}}{\text{Tota de la poblacion en el momento}} (x10n) \quad (2)$$

Con respecto a la población total del área estudiada, esta se calculó a nivel estado, región y municipio. Dadas las características de la población de la región en el Valle del Mezquital, esta se calculó por cada 10,000 habitantes al igual que en la tasa de mortalidad.

Capítulo III. Marco Metodológico

Para comprender la estructura del visualizador y la metodología empleada para su diseño a continuación se definen varios términos relevantes para la comprensión de este capítulo. Por la naturaleza del estudio este se enfocó en la visualización de los resultados en un entorno WEB con soporte SIG para la consulta y distribución de los productos generados a partir de este estudio.

3.1. Sistemas de Información Geográfica

Para definir los Sistemas de Información Geográfica (SIG) es importante mencionar la importancia de los datos en estos ya que al ser un conjunto de herramientas y técnicas los datos constituyen el principal recurso para la transformación, compresión y análisis de estos.

Dicho esto, los SIG han sido definidos por diversos autores a través de los últimos años, este concepto ha cambiado constantemente pues aún se encuentran en desarrollo, esto se debe a que las nuevas tecnologías tienden a utilizar y a implementar los SIG en sus procesos con más auge proporcionando herramientas, aplicaciones y plataformas de gran utilidad para los usuarios.

Algunas definiciones relevantes de los SIG son citadas por Ciampagna (2000), de estas se define de manera técnica lo que es un SIG por parte del NCGIA (Centro Nacional de Información Geográfica y Análisis) de USA:

"Los SIG son un sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, administración, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión".

En este mismo apartado Ciampagna cita a Burrough (1988) definiendo los SIG de una manera más simplificada como:

"Un conjunto de herramientas para reunir, introducir (en el ordenador), almacenar, recuperar, transformar y cartografiar datos espaciales sobre el mundo real para un conjunto particular de objetivos".

Dicho lo anterior y haciendo énfasis en las definiciones es preciso mencionar que los SIG han tenido un mayor auge en las últimas décadas, por lo que al hablar de SIG también implica definir sus componentes principales. Ciampagna (2000), menciona los componentes de un SIG y los define de la siguiente manera;

El hardware consiste en computadoras y periféricos auxiliares como graficadores (plotters), digitalizadores, impresoras, tapes back-ups, etc.

El software es: un software SIG, un sistema administrador de bases de datos (DBMS), sistema operativo, software de comunicaciones, aplicaciones.

Los datos, en el caso particular del SIG, además de los tradicionales alfanuméricos, se debe agregar las características espaciales de los objetos geográficos.

Los procedimientos son el conjunto de reglas formales y no formales existentes en la organización para llevar a cabo sus fines. En el caso particular de los SIG, se encuentran entre los procedimientos, el “saber hacer” (Know how), métodos propios de los trabajos cartográficos que permiten adecuadamente modelar la realidad geográfica.

El plantel de personal que mantiene y opera un SIG es el aglutinante que une al sistema. Los usuarios de los productos generados por un SIG representan la fuerza mayor que debe orientar a formular los objetivos del sistema.

La organización la podemos definir como un grupo de personas que persiguen un fin común; esta unidad organizativa puede ser una empresa o compañía, una entidad del estado, etc. El SIG es un recurso adicional para llevar a cabo los fines de la organización.

Por último, las redes de comunicación internas y externas de la organización, específicamente Internet como red externa. Internet permite ver a una computadora como parte de un ambiente global, por cierto, diferente a una computadora aislada o dentro de una red local.

Con respecto a lo anterior y entendiendo el concepto de lo que tratan los sistemas de información geográfica definiremos en el siguiente apartado lo que son las plataformas WEB con entorno SIG.

3.1.1.- Plataformas WEB con entorno SIG

En este estudio se contemplaron varias opciones en cuanto a plataformas WEB con soporte SIG para la visualización de los productos, para comprender este paso del estudio definiremos lo siguiente:

SIG WEB: Se define como un tipo de sistema de información distribuida que comprende por lo menos un servidor y un cliente, en donde el servidor es un servidor SIG y el cliente es un navegador WEB. Este sistema puede estar tanto como en versiones de escritorio como móviles (ESRI, 2018).

Dentro de este tipo de servidores, algunos gratuitos y otros de paga, podemos encontrar opciones con diferentes herramientas y opciones para visualizar nuestros productos cartográficos. A continuación, se enlistan opciones contempladas de servidores WEB que permiten la implementación de bases de datos espaciales y su compatibilidad con otros servicios WEB.

CartoDB: Según el portal www.nosolosig.com, CartoDB es un servicio Web para almacenar, visualizar y compartir aplicaciones con información geoespacial fácilmente. Uno de sus cofundadores, Sergio Álvarez Leiva, lo definía en su presentación en las VI Jornadas de SIG Libre (Giora, España 2012) como una base de datos geoespacial open source, con una interfaz para importar y visualizar datos geoespaciales y una serie de API para acceder a los datos mediante sentencias SQL y Tiles (2013).

Si bien CartoDB es una opción muy ventajosa para la visualización de los datos geoespaciales, este sigue siendo un servicio de paga, sin embargo, existe una versión libre que permite el uso de 250 MB de espacio para montar bases de datos geoespaciales y visualizarlos. Cabe mencionar que los datos que se publiquen serán de dominio público, esta opción puede cambiarse con la versión de paga la cual está basada en una estructura en la nube, con mayor espacio y servicios de

localización integrados. Sin duda para la función de este estudio se consideró como la mejor opción ya que el objetivo es la visualización de los resultados obtenidos.

QGIS Cloud: Según el portal www.ide.cl a cargo de la Secretaria Ejecutiva de SNIT, QGIS Cloud es una plataforma WEB que permite la publicación de mapas, datos y servicios de mapas en Internet. Este servicio tiene dos versiones, una de paga y una versión libre con limitaciones. Tiene como motor de acceso el software QGIS Desktop, donde se trabaja con un plugin del software y se accede a al servicio desde este. Las limitantes de la versión libre es el espacio para los datos geoespaciales y el acceso a los datos públicos, como es común esta opción puede modificarse con la versión de paga la cual ofrece mayor espacio y características propias de esta versión (2018).

GeoServer: Según el portal www.live.osgeo.org, GeoServer es un servidor WEB que permite servir mapas y datos de diferentes formatos para aplicaciones Web, ya sean clientes WEB ligeros o programas GIS de escritorio. Tiene la cualidad de almacenar datos espaciales casi en cualquier formato. GeoServer es la implementación de referencia de los estándares Open Geospatial Consortium (OGC), WEB Feature Service (WFS), WEB Coverage Service (WCS), además está certificado como implementación de alto rendimiento el estándar WEB Map Service (WMS).

Siendo este la mejor opción para la implementación de un geoportal capaz de soportar diversas bases de datos geoespaciales, se contempla esta opción como la óptima para la 2ª etapa del visualizador.

ArcGIS Online: Es una solución de representación cartográfica y análisis basada en la nube para crear mapas, utilizar datos, compartir y colaborar. Se puede trabajar con estilos inteligentes basados en datos para explotar y visualizar datos en 2D y 3D. ArcGIS Online incluye todo lo necesario para crear mapas WEB, crear escenas WEB 3D y crear aplicaciones WEB (ESRI, 2018).

Como algunos otros servicios WEB, ArcGIS Online ofrece 2 versiones, una de paga con todos los servicios del proveedor y otra con limitantes. Este servicio es sin duda tiene características completas que permiten la visualización y el análisis de la

información de los datos de una manera profesional y amigable con el usuario, pero es de los servicios más caros del mercado, es una opción para instituciones con recurso para las licencias y proveedores de servicios SIG especializados.

3.1.2.- Formatos comunes en datos geospaciales.

Con respecto al formato de los datos espaciales, es común encontrar diferentes extensiones en los archivos que se utilizan para el análisis y representación de los datos espaciales. A continuación, se enlistan algunos de los formatos que son comunes en el uso de los softwares SIG y de las plataformas WEB.

Según la plataforma www.carto.com (2018), en su sección de guías para Importar API v1 define lo siguiente:

Formato kml: Es un formato basado en XML que le agrega un significado geográfico al poder definir características como puntos, polígonos o líneas en la proyección EPSG: 4326. Este formato utiliza XML comunes como cadena, booleano, doble o enteros, por lo que se respetara el tipo de columna. Cada característica se define como un elemento de marca de posición, que generalmente contiene un nombre, una descripción y la geometría de esta.

Formato SHAPE: El formato Shapefile es un formato de varios archivos: consiste en un conjunto de archivos con el mismo nombre y almacenamiento en el mismo directorio que se diferencian por su extensión. El archivo Shapefile debe de estar formado por un archivo .shp, un archivo .shx, un archivo .prj y un archivo .dbf. Estos archivos contienen los datos de geometría, los índices, la información de proyección y los atributos, respectivamente.

Formato GeoJSON: El formato GeoJSON es una extensión de la notación de objetos JavaScript (JSON) que codifica las características geográficas y sus metadatos. Este formato admite tipos de datos como cadena, doble o booleano. Con respecto a las geometrías, los puntos, polígonos y líneas son compatibles. Los objetos geométricos Geometry Collection no son compatibles y generan error de importación.

Formato CSV: Son archivos de valores separados por comas o valores separados por tabuladores de las cuales, la primera línea del archivo contiene el nombre de las columnas y el resto las líneas del archivo CSV.

Formato GPX: Los archivos GPX (formato de intercambio GPS) son documentos XML que contienen puntos de referencia, pistas y/o rutas. Los nombres resultantes de estos conjuntos de datos será una combinación del nombre del GPX y su tipo; `_track_points`, `_tracks` y `_waypoints`.

3.2. Bases de Datos.

El concepto relacionado con las bases de datos manejadas en este estudio se definirá de la siguiente manera:

La Dra. Gómez cita algunas definiciones de lo que es una Base de Datos, en su obra *Notas del Curso Base de Datos (2013)*, una de las definiciones formales de una Base de Datos que cita es la definida por la Conference des Statisticiens Eurpoéens, 1997 la cual menciona que una base de datos es una colección de datos, donde estos están lógicamente relacionados entre sí, tienen una definición y descripción común, además están estructurados de una forma partículas. En esta misma obra se cita una definición corta de Deitel& Deitel, 2008, la cual define a una base como una colección organizada de datos.

Si bien estas bases de datos conforman volúmenes de datos organizados, se requiere un administrador de base de datos para la consulta y manejo de los datos. Dicho lo anterior definiremos un administrador de base de datos como un conjunto de programas utilizados para definir, administrar y procesar una base de datos y sus aplicaciones. A los sistemas de administración de bases de datos también se les llama Sistemas de Gestión de Bases de Datos (SGBD). El objetivo principal de un sistema de administración de bases de datos es provisionar una forma de almacenar y recuperar información de una base de datos de manera tanto practica como eficiente (Gómez, 2013).

Para este estudio se utilizaron como administradores de base de datos ACCES y PostgreSQL dada la naturaleza de los datos crudos y la compatibilidad con el software SIG utilizado.

3.3. Metodología Empleada.

Respecto a la metodología del estudio titulado Visualizador WEB de la incidencia de cáncer en el valle del Mezquital, México y su relación con la contaminación de industrias cementeras, se analizó la problemática que involucra a las industrias cementeras con la incineración de residuos la cual al ser un tema extenso a desarrollar se enfocó en los casos de cáncer y las emisiones de los contaminantes en un periodo de diez años tomando como insumos los datos de mortalidad y morbilidad de 2004 a 2014 recabados por la Dirección General de Información en Salud (DGIS), de los cuales se realizó una depuración de los registros de las personas que fallecieron por cáncer y de las que padecen de la misma.

A partir de la clasificación de enfermedades CIE-10 se filtraron los tipos de cáncer presentes en los municipios que conforman el Valle del Mezquital, de estos al ser analizados a profundidad revelaron que en la región se presentan casos de tipo asociativo con la industria cementera. Con base en el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) se analizaron los registros de la industria cementera y se recopilaron de tal manera que se pudiera estimar la cantidad de sustancias emitidas al año para corroborar los límites permitidos y la cantidad de material depositado en el ambiente. Estos dos insumos conforman una base de datos espacial dando como resultado varios productos informáticos como un visualizador WEB el cual contiene capas independientes derivadas de este estudio tales como la mortalidad presente en el valle del mezquital, morbilidad, emisiones contaminantes de las industrias cementeras en la zona.

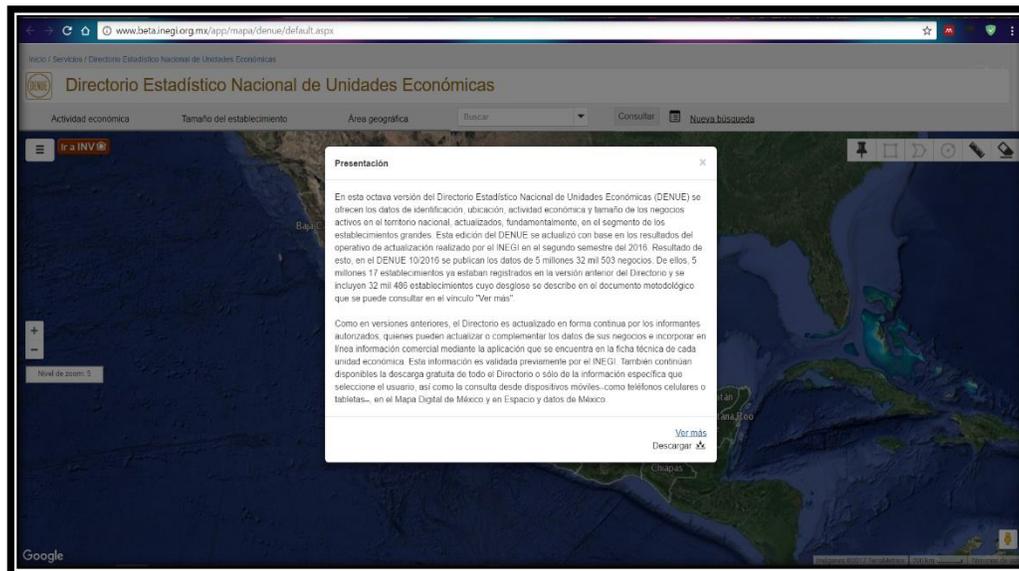
Como puntos importantes y al ser analizada a profundidad la información de las diversas fuentes oficiales debe hacerse la siguiente aclaración en cuanto a los datos presentados:

1. Los datos de morbilidad (Egresos Hospitalarios) provenientes de la Dirección General de Información en Salud se encuentran con fallas a partir del año 2004 a 2009 ya que no se cuenta con un identificador por paciente (ID o Clave) y por ende no se puede corroborar que la información de los pacientes sea de un mismo egreso o de uno diferente. *Véase en Anexo 1.*
2. Los datos de los contaminantes emitidos por las empresas provenientes de la SEMARNAT son puestos a criterio de la empresa en cuanto a su registro pues son considerados costosos para la Secretaría por lo que la empresa puede realizar los registros correspondientes de las emisiones y reportarlos si es que los puede costear.
3. Referente al punto anterior, algunas empresas cementeras no registran datos de emisiones a la atmosfera para la mayoría de los años por lo que esto ha sido tomado en cuenta para comparar los datos existentes entre los límites máximos permitidos establecidos en las normas oficiales mexicanas. Siendo normas que deben de seguir este tipo de empresas en las gráficas generadas a partir de los registros del RETC se puede observar las violaciones en estos límites máximo-permisibles. *Véase en Anexo 1.*
4. En los datos referentes a las unidades económicas que se tienen en el DENUE hay establecimientos que no están registrados en estos compendios como, por ejemplo; zonas de extracción y trituración de caliza. Siendo que INEGI menciona en su página lo siguiente:

En esta octava versión del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) se ofrecen los datos de identificación, ubicación, actividad económica y tamaño de los negocios activos en el territorio nacional, actualizados, fundamentalmente, en el segmento de los establecimientos grandes. Esta edición del DENUE se actualizó con base en los resultados del operativo de actualización realizado por el INEGI en el segundo semestre del 2016. Resultado de esto, en el DENUE 10/2016 se publican los datos de 5 millones 32 mil 503 negocios. De ellos, 5 millones 17 establecimientos ya estaban registrados en la versión anterior del Directorio y se incluyen 32 mil 486 establecimientos cuyo desglose se describe en el documento metodológico que se puede consultar en el vínculo "Ver más".

Como en versiones anteriores, el Directorio es actualizado en forma continua por los informantes autorizados, quienes pueden actualizar o complementar los datos de sus negocios e incorporar en línea información comercial mediante la aplicación que se encuentra en la ficha técnica de cada unidad económica. Esta información es validada previamente por el INEGI. También continúan disponibles la descarga gratuita de todo el Directorio o sólo de la información específica que seleccione el usuario, así como la consulta desde dispositivos móviles—como teléfonos celulares o tabletas, en el Mapa Digital de México y en Espacio y datos de México.

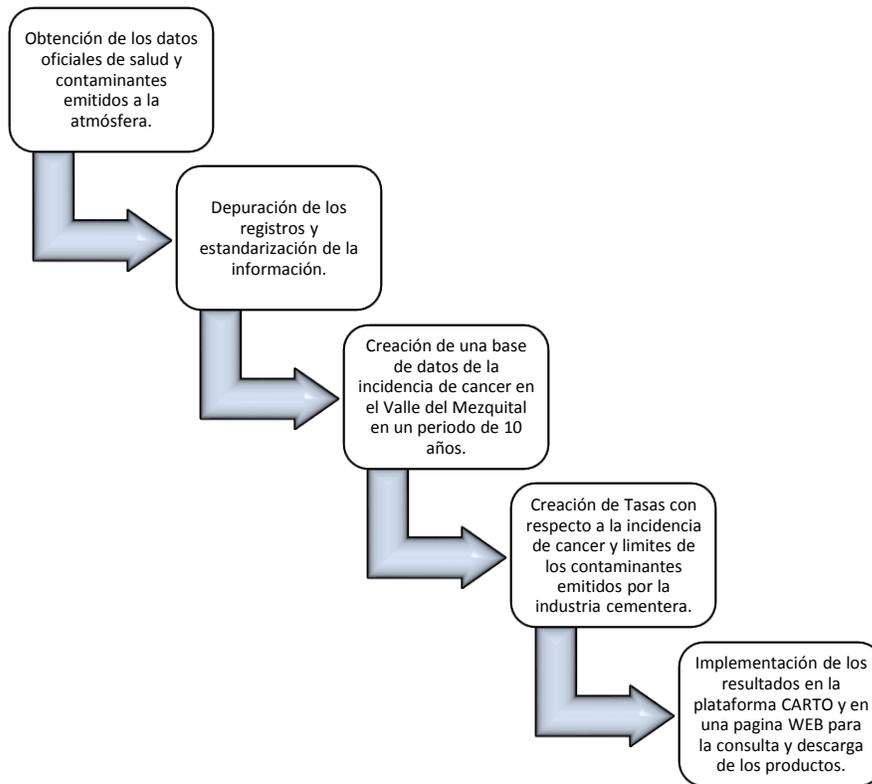
FIGURA 5. VENTANA DE PRESENTACIÓN DEL DIRECTORIO ESTADÍSTICO NACIONAL DE UNIDADES ECONÓMICAS.



FUENTE: PORTAL DE INEGI DISPONIBLE EN:
[HTTP://WWW.BETA.INEGI.ORG.MX/APP/MAPA/DENU/DEFAULT.ASPX](http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/denu/default.aspx)

5. Con respecto al punto anterior y al no existir datos de manera oficial se complementó el análisis con los productos generados en los talleres de diagnóstico ambiental comunitario realizados por el Laboratorio de Investigación en Desarrollo Comunitario y Sustentabilidad (LIDECS) donde las comunidades identificaron fuentes de contaminación dentro de su municipio contrastando estas con la localización de canteras que no se presentan en las unidades económicas en el DENU.
6. Al existir limitantes en el estudio como lo es la deficiencia de los datos provenientes de la Dirección General de Información de Salud y el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminante, estos datos existentes han sido analizados con respecto a los antecedentes que involucra la temática partiendo de los límites permisibles de acuerdo a la NOM-085. En relación a los datos de salud se analizó la incidencia de los tipos de cáncer relacionados con las afectaciones por la incineración de residuos.

FIGURA 6. ESQUEMA METODOLÓGICO DE LA PRIMER ETAPA DE DESARROLLO DEL VISUALIZADOR WEB.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

El fin de este estudio es poder aportar información además de argumentos científicos al cuerpo académico que conforman los movimientos sociales presentes en la zona respecto a la problemática. El usuario de este estudio como antes se mencionó es el cuerpo académico que integran los movimientos sociales en la zona del Valle del Mezquital, el cual está formado por; Líderes de los movimientos sociales en contra de la industria cementera y la incineración de residuos, Organizaciones No Gubernamentales (ONG), grupos ecologistas e investigadores de la problemática quienes podrán hacer uso del visualizador para consultar datos como las tasas de incidencia de cáncer en los municipios que conforman el Valle del Mezquital y donde existen mayor presencia de empresas cementeras.

El estudio se realizó en dos etapas de desarrollo que partieron de los resultados de este estudio complementando la investigación con temáticas relacionadas con la

problemática. Como anteriormente se mencionó: la deficiencia de la información oficial es una de las limitantes de las etapas de este estudio, por lo que se complementó con trabajos que involucran esta temática, como lo es la percepción de las comunidades en cuanto a las fuentes de contaminación. Este trabajo fue llevado a cabo por el equipo de LIDECS, donde la comunidad identificó zonas reales de actividad extractiva que en contraste con los datos oficiales no se encuentran registradas en el registro de unidades económicas o de algún tipo de giro similar.

Por otra parte, con estos análisis realizados por el equipo de LIDECS también se identificaron ciertas actividades que la población percibe como las de mayor impacto en el medio ambiente, siendo de las de mayor importancia la incineración de residuos en hornos cementeros y el riego de campos agrícolas con aguas negras provenientes del río salado. Esto sin duda al ser información proveniente de las comunidades es un elemento clave para representar la percepción de la población ante el riesgo de exposición a las diversas fuentes de contaminación, como lo es la incineración de residuos.

En el siguiente apartado se describen los alcances de las etapas del visualizador y los usuarios a los que van encaminados sus productos, así como sus complementos.

3.4. Etapas de desarrollo del visualizador WEB.

Primera etapa de desarrollo del visualizador WEB: El objetivo de esta primera etapa es visualizar los resultados en una plataforma básica y amigable para el usuario como lo es CARTO; en esta plataforma se visualizaron solo los productos informáticos generados a partir del estudio. Esta primera etapa está desarrollada para el cuerpo académico antes mencionado el cual podrá hacer uso de esta información para su consulta y distribución.

Segunda etapa de desarrollo del visualizador WEB: En esta etapa se contempla la implementación del visualizador WEB en la plataforma GEOSERVER con el fin de que el estudio pueda ser comparado con otras variables y a su vez retroalimentado con investigaciones similares y bases de datos espaciales que se enfoquen a las temáticas de incineración, cementeras, cáncer, percepción del riesgo. Esta etapa

está enfocada para usuarios más especializados que comprendan y puedan hacer uso del visualizador para comparar variables en un entorno SIG para generar resultados más especializados a partir de este.

De lo anterior, para este estudio solo se desarrolló la primera etapa del visualizador WEB contemplando los tiempos para el procesamiento de la información, así como la implementación y desarrollo de este. Siendo que algunos datos tienen inconsistencias la segunda etapa de esta investigación es fundamental.

3.5. Requerimientos del Visualizador.

Haciendo referencia a la Figura 6 y con base a los datos de población de la zona del Valle del Mezquital se generó una base de datos de la cual se utilizó como principales insumos los registros de defunciones por cáncer en la población recabados por la Dirección General de Información en Salud (DGIS) así como los registros de egresos hospitalarios por cáncer, los cuales representan la morbilidad.

Estos dos insumos son esenciales para observar el aumento de cáncer en la zona de estudio y el tipo de cáncer que se presenta en los principales municipios cercanos a las plantas cementas. Dicho lo anterior en relación a las enfermedades que están ligadas con la incineración de residuos sólidos en esta base de datos resultante se puede observar que hay enfermedades de tipo asociativo con esta problemática.

Para la representación espacial de los resultados del estudio se utilizó la plataforma CARTO, la cual es amigable y contiene la estructura suficiente para permitirle al usuario consultar y/o descargar la cartografía del visualizador.

En relación a los contaminantes emitidos por la industria cementera, estos se obtuvieron a través del Registro de Emisiones y Transferencias Contaminantes (RETC) para los años 2004 a 2014.

Ambos productos de salud conjuntan una base de datos espacial con capas independientes para su implementación y representación en la plataforma. En el siguiente apartado se escriben los procesos llevados a cabo para el análisis de los datos.

3.6. Procesos para el análisis de los datos y generación de tasas.

Los procesos que se llevaron a cabo para el análisis de la información partieron de una depuración de los datos recabados para los municipios que conforman la zona de estudio. Esto se llevó a cabo con la descarga de los datos oficiales referentes a morbilidad y mortalidad por cáncer a nivel nacional en un periodo de 10 años teniendo como fuente de los datos a la Dirección General de Información en Salud (DGIS), estos datos son abiertos y se encuentran en el siguiente enlace: http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/Datos_Abiertos_gobmx.html

Con respecto al proceso de depuración de las bases de datos correspondientes a Morbilidad y Mortalidad por cáncer, se realizó un filtro de los datos a nivel estatal y municipal tomando en cuenta la nomenclatura correspondiente a la afectación principal (AFECPRIN). Ya sea que en los registros se halla ingresado o fallecido por cáncer se tomó en cuenta este parámetro al ser elemental para el derivar los datos de ingreso y/o fallecimiento. A su vez en este filtro se tomaron en cuenta las claves de las causas principales que corresponden a los tumores in situ (neoplasias) C00 al D009, también se agregaron los registros de la clave D37 a la D48 (Véase Anexo 3) correspondiente a Tumores (neoplasias) de compartimento incierto o desconocido, los cuales para este estudio sirven para ampliar los datos de los padecimientos por cáncer en la población de los municipios que conforman el valle del Mezquital.

Para actualizar los registros con los nombres de las enfermedades en relación a la lista de clasificación CIE-10 se utilizaron los siguientes códigos en visor SQL de ACCESS;

MORBILIDAD:

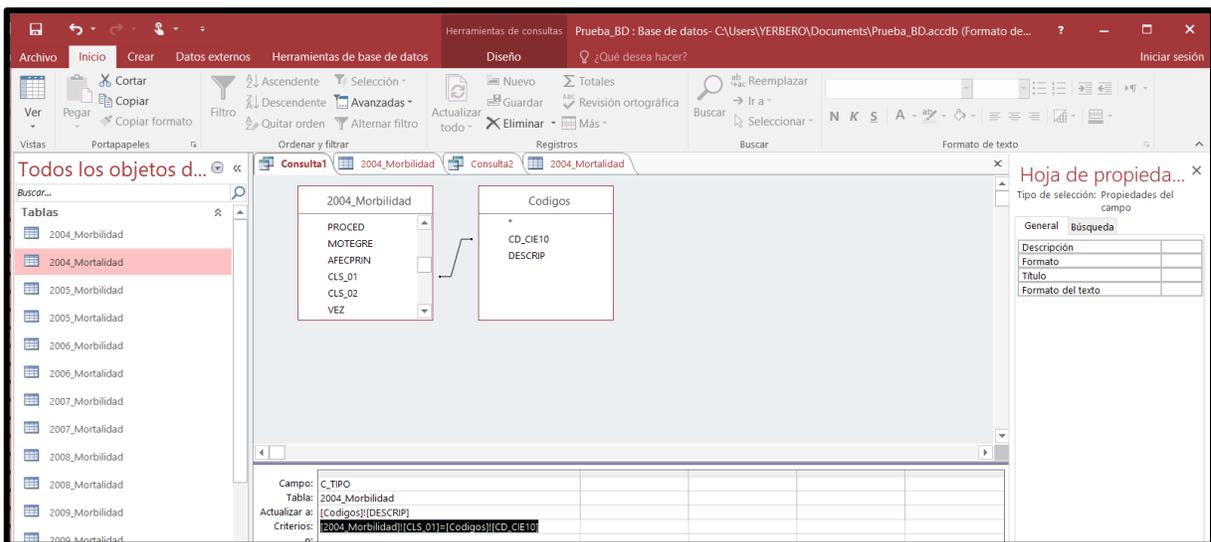
```
UPDATE 2004_MORBILIDAD INNER JOIN CODIGOS ON [2004_MORBILIDAD].CLS_01 = CODIGOS.CD_CIE10 SET [2004_MORBILIDAD].C_TIPO = [CODIGOS]![DESCRIP] WHERE (([2004_MORBILIDAD]![CLS_01]=[CODIGOS]![CD_CIE10]));
```

MORTALIDAD:

```
UPDATE 2004_MORTALIDAD INNER JOIN CODIGOS ON [2004_MORTALIDAD].CLS_01 = CODIGOS.CD_CIE10 SET [2004_MORTALIDAD].C_TIPO = [CODIGOS].[DESCRIP] WHERE (([2004_MORTALIDAD].[CLS_01]=[CODIGOS].[CD_CIE10]));
```

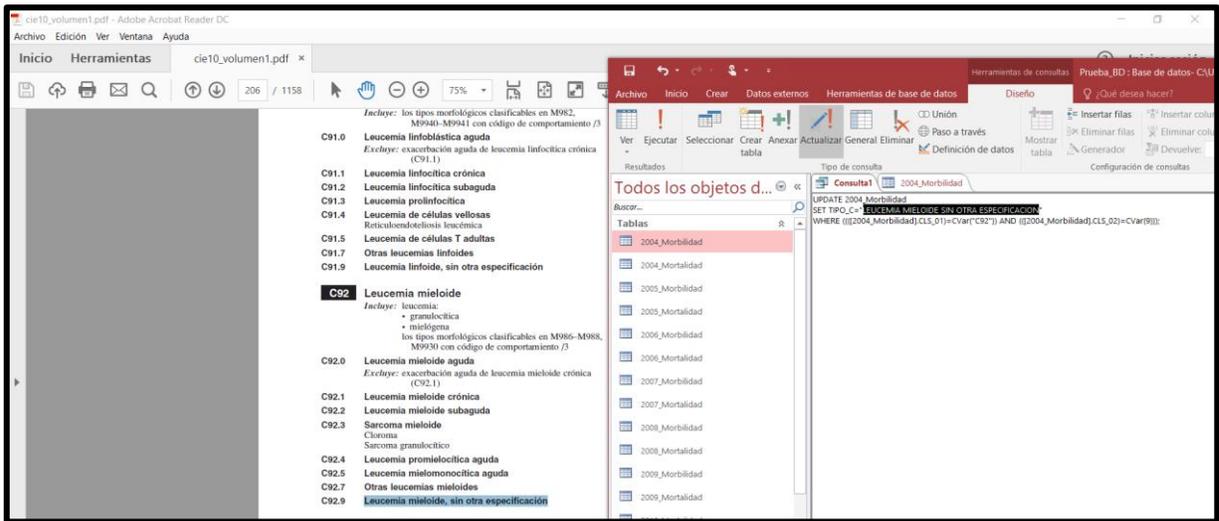
La función INNER JOIN permite actualizar los códigos únicamente sí coinciden con el valor “CLS_01” en relación con los registros del campo “Códigos” agregando el nombre en el campo “C_TIPO”.

FIGURA 7. ACTUALIZACIÓN DE LA BASE DE DATOS DE LA INCIDENCIA DE CÁNCER EN EL VALLE DEL MEZQUITAL RESPECTO A LA CLASIFICACIÓN DE ENFERMEDADES CIE-10.



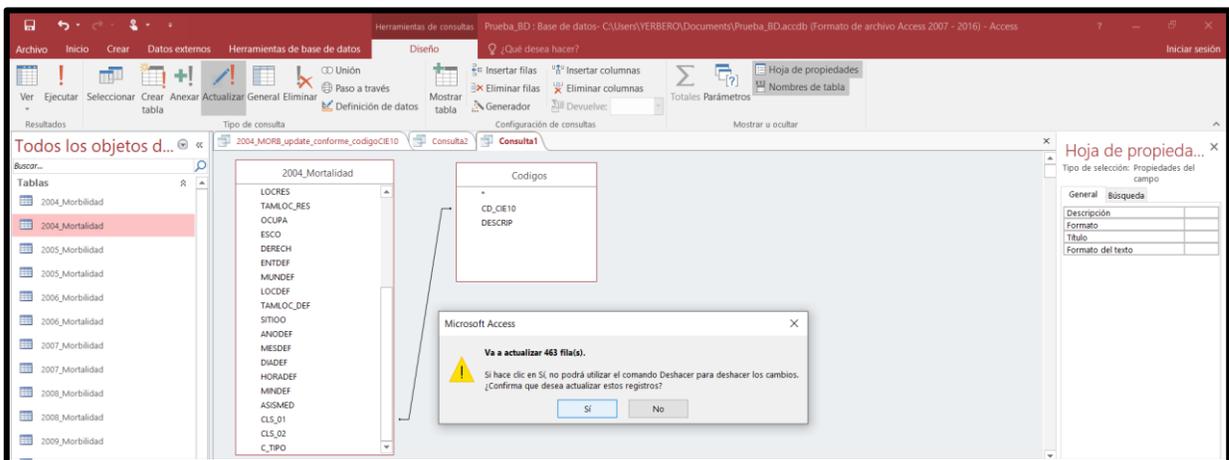
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LOS DATOS DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD (DGIS).

FIGURA 8. ACTUALIZACIÓN DE LA BASE DE DATOS DE LA INCIDENCIA DE CÁNCER EN EL VALLE DEL MEZQUITAL RESPECTO A LA CLASIFICACIÓN DE ENFERMEDADES CIE-10.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LOS DATOS DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD (DGIS).

FIGURA 9. ACTUALIZACIÓN DE LA BASE DE DATOS DE LA INCIDENCIA DE CÁNCER EN EL VALLE DEL MEZQUITAL RESPECTO A LA CLASIFICACIÓN DE ENFERMEDADES CIE-10.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LOS DATOS DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD (DGIS).

Este paso antes descrito también se realizó a nivel Estado como requisito para la creación de tasas por cada 100,000 habitantes permitiendo analizar los casos a nivel país y en las entidades. Siendo que las comunidades que componen el valle del mezquital tienen población menor a 100, 000 habitantes, el cálculo de la tasa se

modificó a 10,000 habitantes pues son contados los municipios que superan el rango de 100, 000 o más habitantes.

Para la realizar el cálculo de las tasas se utilizaron las siguientes formulas:

$$\text{TASA DE MORTALIDAD GENERAL} = \frac{\text{Numero de muertes en el periodo}}{\text{Población total en el mismo periodo}} (x10n) \quad (3)$$

$$\text{PREVALENCIA} = \frac{\text{Numero total de casos existentes al momento}}{\text{Tota de la poblacion en el momento}} (x10n) \quad (4)$$

Para realizar los cálculos para las tasas se utilizaron los casos registrados en la base de datos de la incidencia de cáncer en el Valle del Mezquital en relación a la entidad y municipio, esto con el fin de migrar los resultados de los cálculos a una base de datos espacial en PostgreSQL.

Una vez realizado el cálculo de las tasas se derivaron graficas en las que se puede visualizar el aumento de los casos de cáncer a nivel Estatal como se muestran en el apartado de resultados. De esta misma manera también se generaron graficas a nivel municipal, con respecto a los municipios que comprenden el Valle del Mezquital.

Con respecto a los datos de Contaminantes emitidos por las industrias cementeras, estos fueron procesados por su Número de Registro Ambiental (NRA) correspondiente y por contaminante emitido al aire. Al ser compuestos volátiles las partículas que se generan en el proceso de elaboración del cemento se tomaron como dato principal estas sustancias. A si mismo al tener limitantes como la deficiencia de los datos en el registro de contaminantes emitidos a la atmosfera, estas se compararon con los límites máximos permisibles por las normas mexicanas dando como resultados gráficos en los que se observa la violación de estas por encima de los limites. Estos graficas están disponibles en el portal www.visualizadorcancervm.com, donde se implementaron los resultados de este estudio.

Es importante mencionar que en la página del RETC perteneciente a la SEMARNAT hace mención de datos inconsistentes que se pueden descargar en formato de Excel, por lo que se revisaron estos registros y los del compendio nombrado “Resumen 2004 – 2014”. Por consiguiente, se generaron tablas representando la información antes mencionada dando como resultado un análisis de los contaminantes en relación a las cantidades emitidas y los límites permitidos con respecto a la norma oficial mexicana NOM-085 la cual plantea las cantidades máximas de contaminantes que pueden emitir las industrias en relación a la incineración de residuos.

TABLA 5. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIONES PARA INSTALACIONES DE INCINERACIÓN DE RESIDUOS.

CONTAMINANTE	LIMITE DE EMISION	FRECUENCIA DE MEDICION	NORMA QUE APLICA O METODO
CO (mg/m ³)	63	CONTINUO	Infrarrojo No Dispersivo y Celda Electroquímica Anexo 1
HCl (mg/m ³)	15	TRIMESTRAL	NMX-AA-070-1980
NOx (mg/m ³)	300	SEMESTRAL	Quimiluminiscencia Anexo 2
SO ₂ (mg/m ³)	80	SEMESTRAL	NMX-AA-55-1979
PARTICULAS (mg/m ³)	50	SEMESTRAL	NMX-AA-10-SCFI-2001
ARSENICO	0.7*	SEMESTRAL	Espectrometría de absorción atómica. Anexos 3 y 4
SELENIO			
COBALTO			
NIQUEL			
MANGANESO			
ESTAÑO			
(mg/m ³)			
CADMIO (mg/m ³)	0.07	SEMESTRAL	Espectrometría de absorción atómica. Anexos 3 y 4
PLOMO	0.7*	SEMESTRAL	Espectrometría de absorción atómica. Anexos 3 y 4
CROMO total			
COBRE			
ZINC			
(mg/m ³)			
MERCURIO (mg/m ³)	0.07	SEMESTRAL	Espectrometría de absorción atómica con vapor frío Anexos 3 y 4
DIOXINAS Y FURANOS EQT (ng/m ³)	0.2	ANUAL	Cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas de alta resolución

Instalaciones de incineración nuevas			Anexo 5A
DIOXINAS Y FURANOS EQT (ng/m ³)	0.5	ANUAL	Cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas de baja resolución Anexo 5B
Instalaciones de incineración existentes antes de la publicación de esta NOM.			
Todos los valores están referidos a condiciones estándar: 1 atmósfera, base seca, 25°C y 7% de Oxígeno O ₂ , de acuerdo a la NOM-085-SEMARNAT-1994.			
* Suma total metales pesados.			
**Todas las mediciones deben estar registradas en bitácora.			

FUENTE: NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-085-ECOL-1994 DISPONIBLE EN:

[HTTP://WWW.PROFEPA.GOB.MX/INNOVAPORTAL/FILE/1309/1/NOM-098-SEMARNAT-2002.PDF](http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1309/1/nom-098-semarnat-2002.pdf)

Siendo que las empresas cementeras argumentan que no se incinera residuos en los hornos, si no que se co-procesa, es decir; se llega a una cantidad de calor muy alta donde se incineran los residuos y no hay liberación de toxinas. Dicho lo anterior, la brecha ante el co-procesamiento y la incineración de residuos es delgada, pues al alcanzar temperaturas muy altas se está liberando un coctel químico antes de llegar al límite máximo donde la materia se incinera y no hay liberación de toxinas.

Expertos internacionales, como el Dr. Paul Connet mencionan que la exposición a las partículas toxicas emitidas por la incineración de residuos en hornos cementeros se multiplican por 5 veces de las que podría estar emitiendo una incineradora con el equipo adecuado ya que el horno cementero no está diseñado para incinerar residuos, mucho menos para filtrar las emisiones derivadas de esta práctica.

Si bien cierto, los limites aplican para instalaciones de incineración de residuos, se sabe que en la gran parte de las empresas de cemento se incineran residuos, por lo que en las emisiones de contaminantes registradas puede observarse un patrón de combustión, este patrón que se menciona en los antecedentes del documento es el aumento de bióxido de carbono en las instalaciones, si este valor aumenta es una señal de que en esa planta se está llevando un proceso de producción que no corresponde con el habitual. Si a esto le sumamos la presencia de dioxinas y furanos en los registros, esto es claramente un indicativo de que en la planta se está incinerando residuos sólidos.

Con respecto a esto, si colocamos los registros de las emisiones emitidas a la atmosfera en contraste con los límites permisibles estos se encuentran por 1000 veces fuera de la norma, tomando en cuenta las sustancias que están en unidades de (mg/m³). En el caso de las dioxinas y furanos, sus unidades están en (ng/m³) por lo que estas implicarían un monitoreo constante ya que por sus propiedades los filtros no pueden retener estas partículas tan diminutas.

3.7. Productos Informáticos.

En relación a lo descrito en el apartado anterior y haciendo referencia a la Figura 5, para este estudio se generó cartografía temática que muestra la relación de la incidencia de cáncer y los contaminantes generados a partir de las industrias cementeras presentes en el Valle del Mezquital.

Algunos de los productos informáticos que se crearon a partir de este estudio son:

- Cartografía temática que de la localización las fuentes de Emisión (Industrias Cementeras).
- Cartografía temática de la mortalidad general promedio por cáncer en la población del Valle del Mezquital.
- Cartografía temática de la prevalencia promedio por cáncer en la población del Valle del Mezquital.

Los productos informativos antes mencionados están disponibles en formato pdf para su consulta y descarga. En el siguiente apartado se describirá como se realizó dicho procedimiento de los productos informáticos en el visualizador.

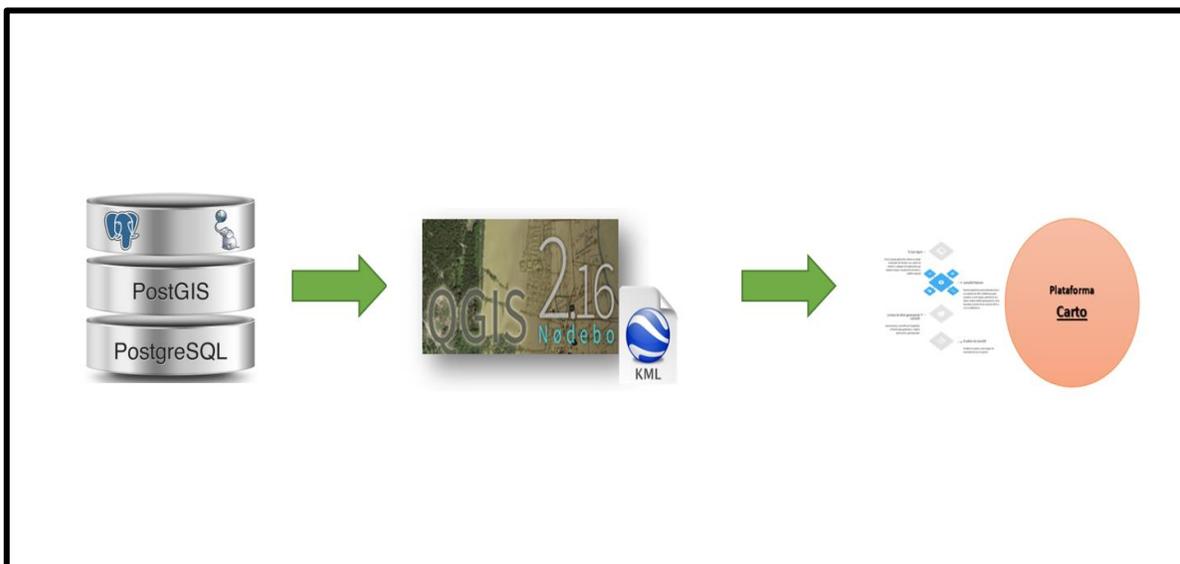
3.8. Desarrollo e Implementación del Visualizador WEB.

Haciendo referencia a la Figura 6 y para esta etapa del estudio, se realizó el desarrollo de un Visualizador WEB que permite vislumbrar los productos informativos mencionados en el apartado anterior a través de la plataforma CARTO, la cual tiene la infraestructura necesaria para el despliegue de capas en diferentes formatos, además de soportar funciones y procesos para gestionar operaciones espaciales. Gracias a la compatibilidad que tiene la plataforma CARTO los productos informáticos creados a partir del estudio se exportaran en el formato kml

haciendo que su despliegue se optimo al cargar varias capas y mostrarlas sin ningún problema.

La implementación del visualizador se llevó a cabo en un sitio web con soporte de códigos HTML5 para la generación y descarga de la cartografía, a su vez la página estará retroalimentada principalmente por el visualizador y los resultados del estudio que estarán disponibles para el cuerpo académico y/o personas interesadas en la problemática.

FIGURA 10. PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN DEL VISUALIZADOR WEB.



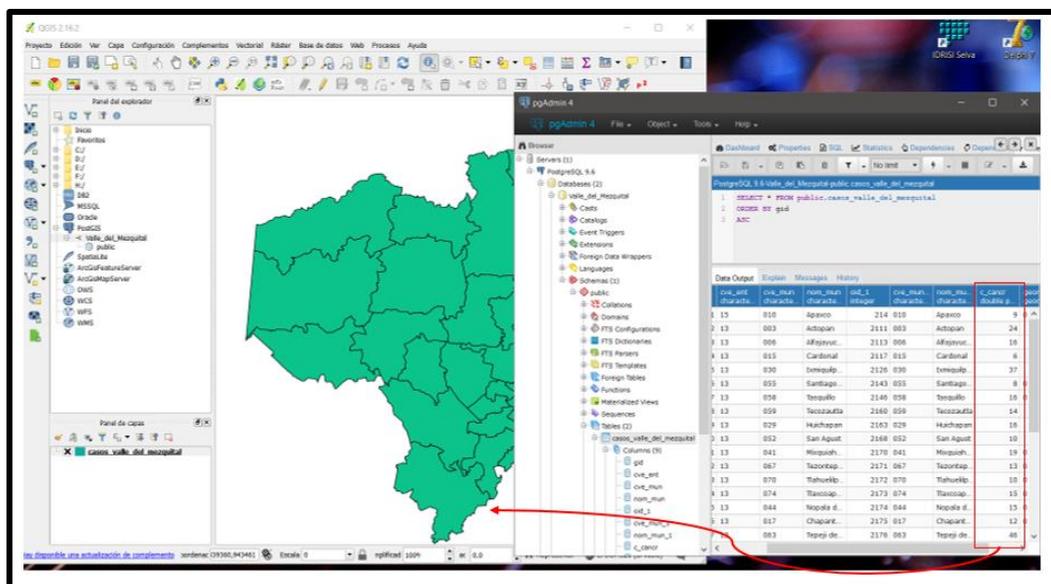
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

La arquitectura del visualizador está basada en software libre, dado que los procesos para la implementación de este se llevarán a cabo en PostgreSQL, QGIS y CARTO. Haciendo referencia a la Figura 10, en cuanto a la base de datos, esta estará montada en PostgreSQL en su versión 9.6 ya que los datos recopilados al ser implementados en la plataforma CARTO necesitaban tener compatibilidad tanto con QGIS como con las extensiones de exportación de la plataforma.

Los pasos que se siguieron para la implementación y el desarrollo del visualizador se enlistan a continuación:

1. Exportación de la base de datos espacial: Dado que la base de datos es grande, esta requirió ser exportada en un formato que pudiera ser soportado por la plataforma destino y que a su vez fuera ligera para su visualización. Esta base de datos geoespacial se exportó de PostgreSQL a QGIS gracias a los plugins compatibles entre estos dos softwares. Una vez conectados entre sí, se procedió a exportar los datos a formato kml para su importación en la plataforma CARTO. Si bien es cierto que existen otros formatos en los que se puede importar archivos a la plataforma CARTO, también existe un plugin en QGIS que permite cargar capas a CARTO. Este recurso se puede utilizar únicamente en su versión de paga ya que se utilizan recursos específicos para este proceso.

FIGURA 11. USO DE LOS PLUGINS DE SOFTWARE LIBRE ENTRE QGIS Y POSTGRESQL.

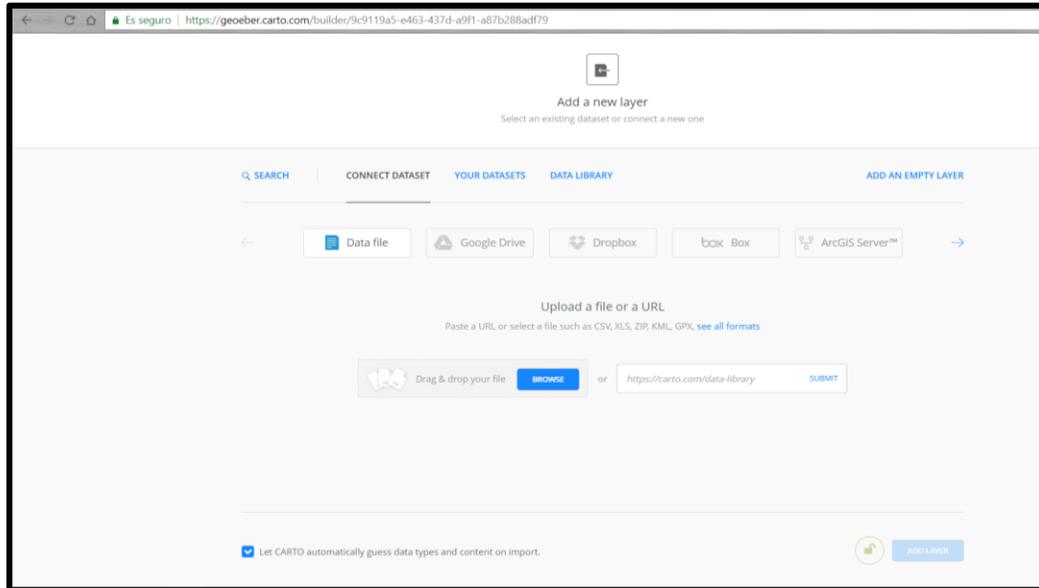


FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

2. Importación de la base de datos en la plataforma CARTO: Para este paso se generaron dos archivos kml correspondientes a la tasa de mortalidad general y prevalencia (morbilidad), los cuales se procedieron a implementar en la plataforma CARTO, en su menú contextual de carga de base de datos. Una vez cargados los archivos, se procedió a dar formato a la visualización de los datos, los cuales al estar agrupados por año se representaron cada 4

años; 2004, 2008, 2012 y 2014. Esto se hizo con el fin de representar la mayoría de los datos en la plataforma ya que al ser libre la versión utilizada solo permite la carga de 8 capas a visualizar por lo que se seleccionó estos periodos de años en los que se puede observar el aumento de los casos tanto como en la tasa de mortalidad general como en la de prevalencia.

FIGURA 12. IMPORTACIÓN DE LOS RESULTADOS A LA PLATAFORMA CARTO.

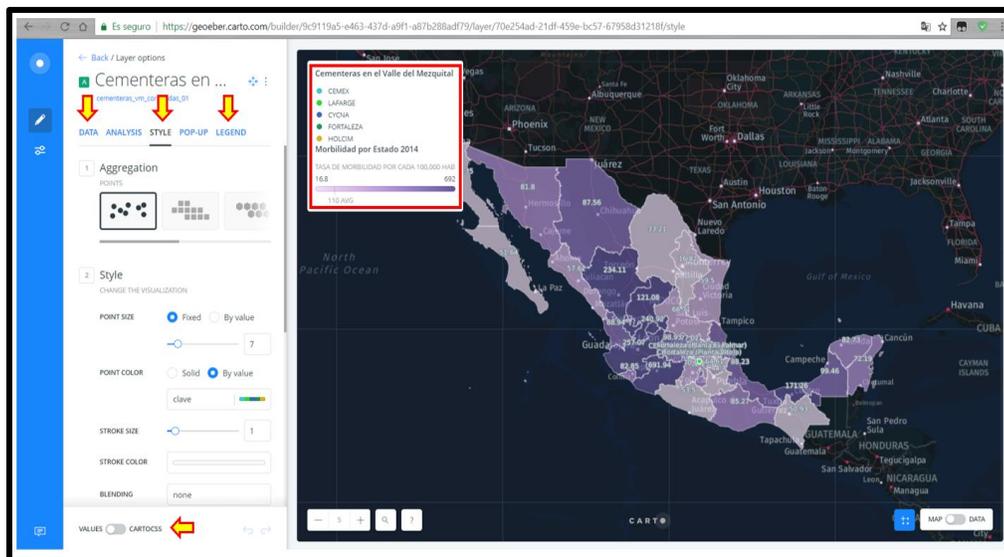


FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3. Representación de los resultados y publicación: Una vez realizada la importación de los resultados, se procedió a dar formato a los datos como ya se mencionó en el punto anterior. Esto se hizo con las opciones del dashboard como se observa en la Figura 13, la plataforma CARTO nos proporciona varias herramientas para poder representar la información. El uso de este dashboard no es complejo si ya se está familiarizado con elementos SIG y aspectos básicos de programación. Para la categorización de los datos se utilizó el método de cuantiles y se agregó una media por año de la información. Esta se puede observar en la leyenda de cada capa activada donde nos muestra la media además del valor máximo, el valor mínimo de ese año.

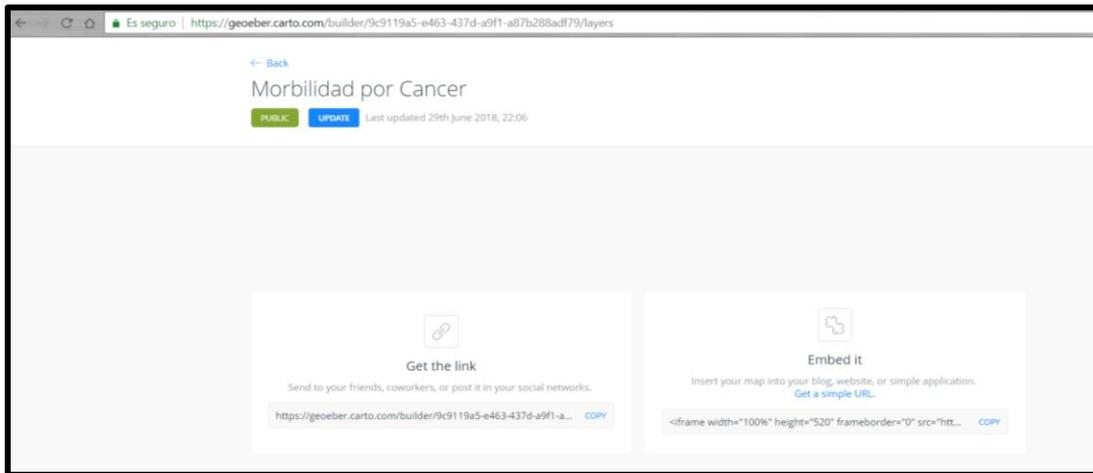
Una vez realizado este paso y con la representación óptima de los resultados se procedió a publicarlo con las opciones del dashboard. Estas a su vez nos dan opciones de importación para cargar el visualizador resultante mediante código HTML y publicarlo en la WEB, o simplemente compartirlo vía enlace. En este caso la opción utilizada fue la de importación vía HTML como se observa en la Figura 14, donde una vez creada una página externa para el visualizador se procedió a implementar este código HTML en la página.

FIGURA 13. USO DEL DASHBOARD PARA LA VISUALIZACIÓN DE LOS DATOS EN PLATAFORMA CARTO.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA 14. OPCIONES DE CARTO PARA LA EXPORTACIÓN DEL VISUALIZADOR A UNA PÁGINA WEB.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

En este caso de estudio para diferencias las tasas se crearon 2 pantallas de visualización; Una para los resultados de la tasa de mortalidad general y la otra para la prevalencia de cáncer. Ambas pantallas contienen los resultados a nivel estado y por municipio. Esta última segmentación solo en el valle del mezquital.

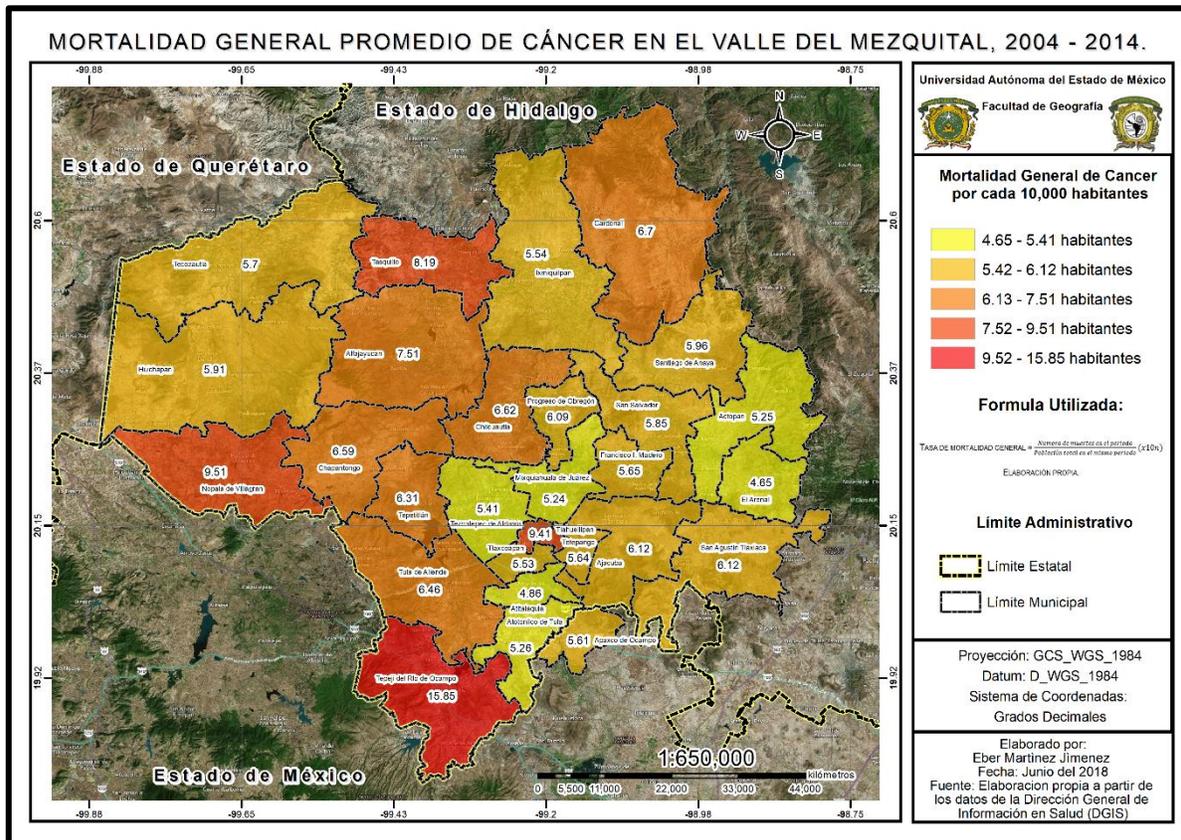
En cuanto a la inserción del código HTML este se agregó a la página WEB www.visualizadorcancervm.com, esta fue diseñada para el estudio con el fin de visualizar los resultados vía WEB para su consulta y distribución entre el cuerpo académico al que va dirigido este estudio. Dado que los resultados del estudio son de carácter informativo estos están distribuidos en la página, teniendo como producto principal el visualizador.

Para el hospedaje de la página Web se utilizó el servicio de Wix.com, este cuenta con un soporte para códigos html5 y JavaScript, por lo que se diseñó sobre este servicio la página WEB del visualizador. Cabe mencionar que el servicio es gratuito con las limitantes de anuncios en la página y características muy bajas que pueden cambiar con la versión de paga. En este caso y con los fines que tiene el estudio se utilizó la opción de paga más baja para eliminar los anuncios y hacer uso de herramientas propias de esta versión.

Capítulo IV. Resultados

Los siguientes productos informáticos forman parte del estudio y actualmente se encuentran en la página www.visualizadorcancervm.com para su consulta y descarga.

FIGURA 15. MORTALIDAD GENERAL PROMEDIO POR CÁNCER EN EL VALLE DEL MEZQUITAL, PERIODO 2004 - 2014.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LOS DATOS DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD (DGIS)

Como se muestra en la cartografía anterior, la mortalidad promedio general por cáncer en los municipios circundantes a las empresas cementeras registra valores altos en un periodo de 10 años. Es importante mencionar que en algunos municipios los valores son "Bajos" con respecto a una particularidad de estos y es que en algunos las localidades son rurales y no cuentan con un Hospital General o Especializado en Oncología en el que puedan ser tratados o en su caso canalizados, por lo que en las zonas urbanas como Tula, Actopan y Tepeji donde si

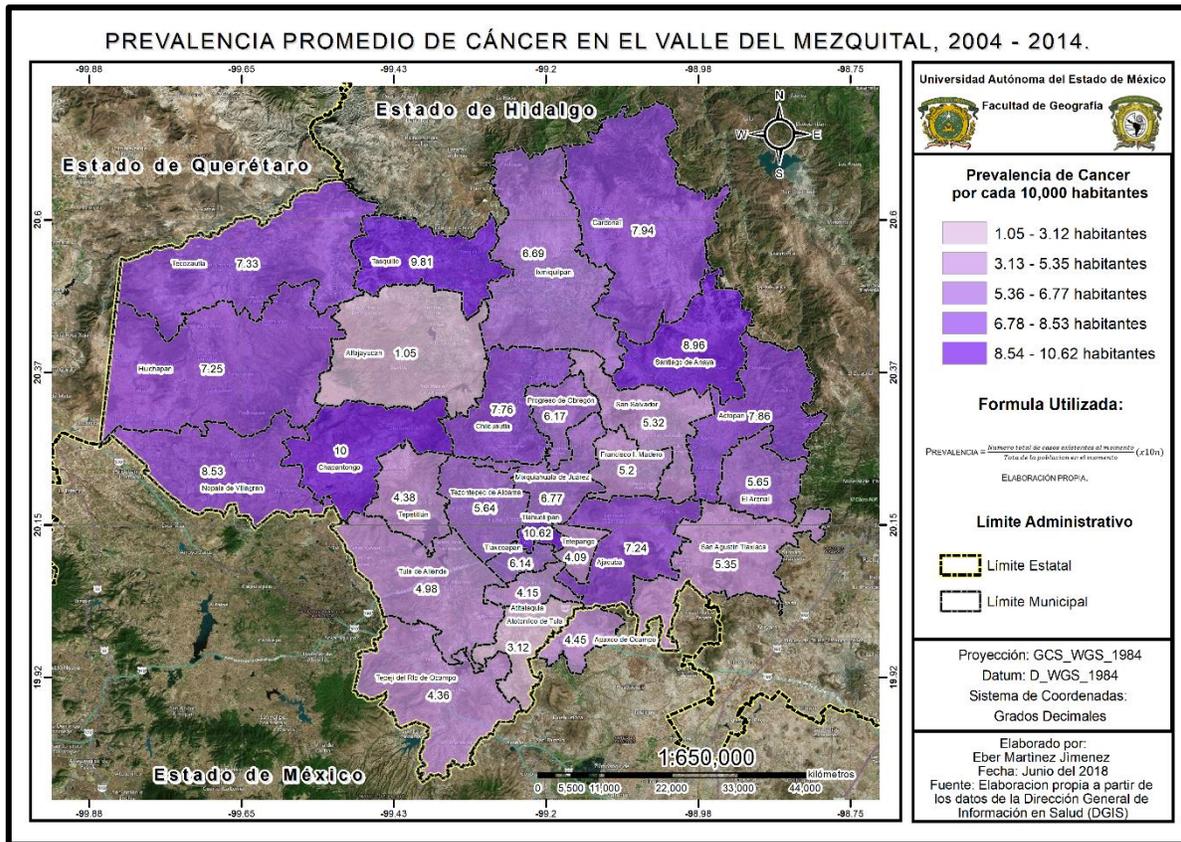
se cuenta al menos con un Hospital General la cantidad de casos es alta. Si bien la población que padece de esta enfermedad es canalizada a uno de los hospitales regionales algunos optan por ser tratados en otra institución diferente de la región donde pueden ser atendidos.

Algunos hospitales donde la población de esta región es atendida son; Hospital general de Pachuca, Hospital General Regional #200 Tecámac IMSS, Hospital General De Zona #68 IMSS, Hospital General de Zona #76 en Xalostoc, Hospital General José Vicente Villada en Cuautitlán, Hospital General de México, Hospital General La Raza, Hospital Juárez de México, entre otros.

Dicho lo anterior la incidencia de cáncer en la zona sobrepasa la cantidad de pacientes que pueden ser tratados en los hospitales de la región del Valle del Valle del Mezquital, por lo que no se descarta que la cantidad de casos sea aún mayor a la registrada por la Dirección General de Salud ya que al buscar un lugar donde ser atendidos la población migra a otros hospitales que no precisamente se encuentran dentro de la región. Referente a esto, algunos de estos datos o registros podrían estar en hospitales privados que no están dentro de las unidades médicas de la dirección general de salud, por lo que los casos en la región podrían ser mayores a las presentadas por la misma secretaria.

La incidencia de cáncer en el Valle del Mezquital se simplifica en la cantidad de muertes y la cantidad de padecimientos (morbilidad) que se registran en la zona. En el periodo de 10 años el total de muertes es de 5917 y padecimientos 6196, esto sin duda representa una cifra alarmante en relación a las afectaciones a la salud de población ya que la incidencia total de cáncer es de 12,113 casos.

FIGURA 16. PREVALENCIA PROMEDIO DE CÁNCER EN EL VALLE DEL MEZQUITAL, 2004 - 2014.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LOS DATOS DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD (DGIS)

En relación a la cartografía de prevalencia de cáncer en la población en el Valle del Mezquital se obtiene un resultado similar al de la mortalidad, valores altos en las cercanías a las industrias cementeras. En este análisis lo mismo ocurre con el registro de casos, los pacientes migran a los Hospitales Regionales y en los municipios donde las localidades son rurales los valores son bajos debido a la misma particularidad. Si bien el patrón es similar, los casos de morbilidad son ligeramente más altos en comparación con la mortalidad como se puede ver en la Figura 16 y 17.

Respecto a los tipos de cáncer, estos tienden a aumentar, al contrario de lo que se pudiera especular, los casos de cáncer de tipo asociativo se frecuentan más en los últimos años del periodo, por lo que es alarmante la incidencia de cáncer de

diferentes tipos que no se presentaban con tal frecuencia en la zona. Si a esto le agregamos la saturación en los hospitales regionales donde se puede atender algún tipo de estos casos, la demanda de servicios sobrepasa la infraestructura y el equipo necesario para poder atender a los pacientes que padecen este tipo de enfermedades.

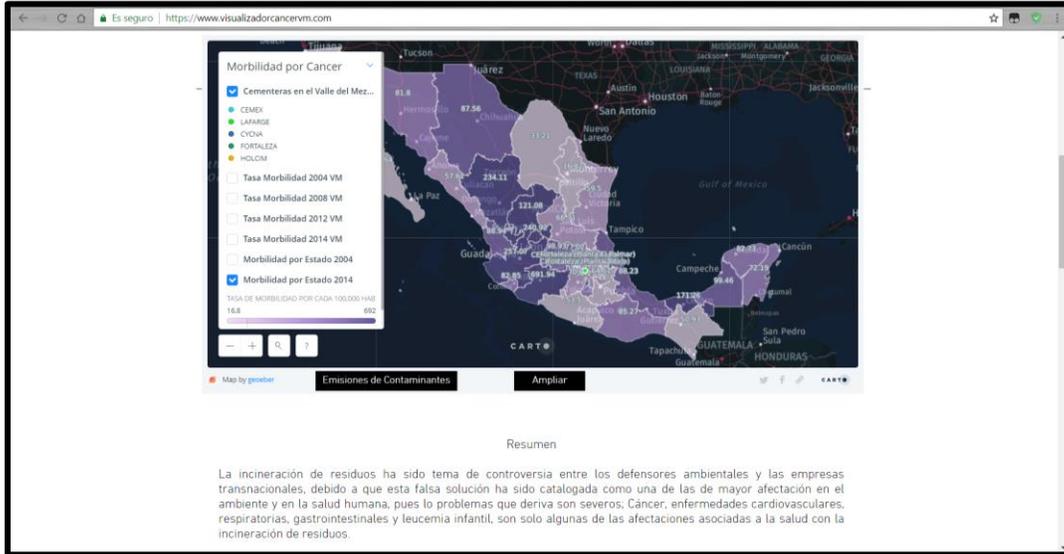
Como producto principal del estudio se desarrolló el visualizador WEB que se observa en la Figura 17 y 18, el cual está dividido en 2 pantallas. La primera para visualizar la mortalidad general y la segunda para la prevalencia de cáncer. Estas dos pantallas tienen capas a nivel Estatal y municipal, de estas últimas solo de los municipios que conforman el Valle del Mezquital. Además de poder visualizar los datos generados del estudio, también se pueden observar el máximo y mínimo de las tasas al igual que su promedio para el año seleccionado. La categorización de los datos se puede observar en la paleta de colores, entre más alto sea el valor más fuerte será el color.

FIGURA 17. PANTALLA DE VISUALIZACIÓN DE LA PREVALENCIA DE CÁNCER A NIVEL ESTATAL Y MUNICIPAL



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

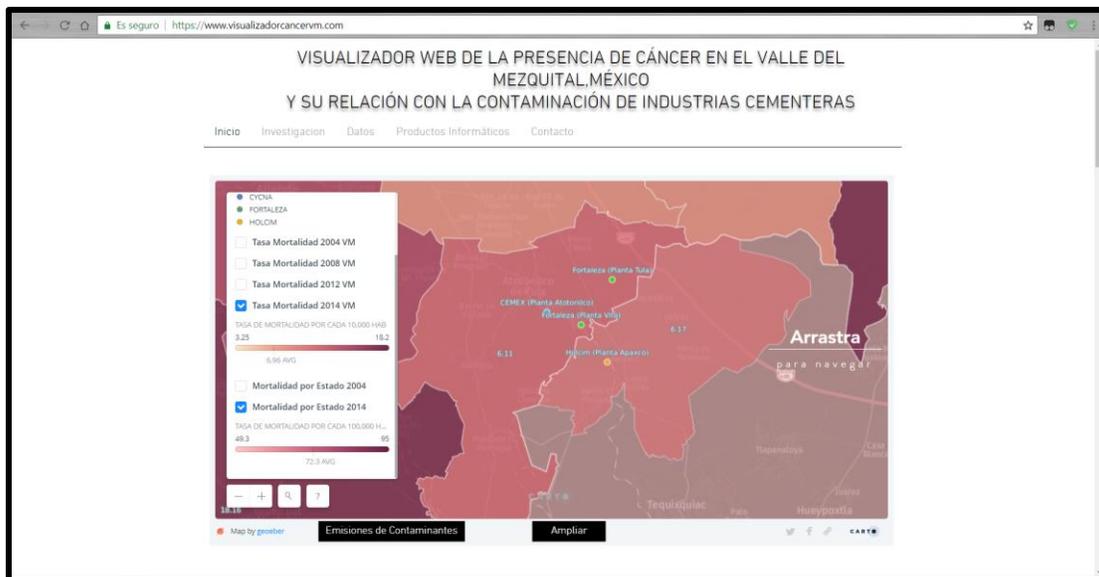
FIGURA 18. PANTALLA DE VISUALIZACIÓN DE LA PREVALENCIA DE CÁNCER A NIVEL ESTATAL Y MUNICIPAL.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

El visualizador permite observar la incidencia de cáncer a nivel municipal en la región del Valle del Mezquital como se puede ver en la Figura 19 donde también se pueden observar el máximo y mínimo de las tasas además de su promedio para el año seleccionado.

FIGURA 19. PANTALLA DE VISUALIZACIÓN DE LA TASA DE MORTALIDAD GENERAL A NIVEL MUNICIPAL.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

En cada una de las pantallas de visualización hay dos botones de opción en la parte inferior. El primero es para consultar las emisiones contaminantes de las plantas cementeras que están localizadas en el Valle del Mezquital, disgregando la consulta por planta y por sustancia emitida. El segundo botón es para ampliar el mapa ya sea para una consulta más amplia para activar varias capas a la vez o para imprimir lo que se visualiza. El objetivo de visualizar los resultados en un entorno WEB es la consulta de los datos en línea, así como su distribución entre el cuerpo académico que conforman los movimientos sociales y los diferentes colectivos que trabajan la problemática de la incineración de residuos.

Como se mencionó antes, el botón de Emisiones contaminantes nos permite consultar las emisiones contaminantes de las plantas cementeras que están localizadas en el Valle del Mezquital, en total siete plantas. En esta ventana se selecciona la planta y se continúa a una siguiente que mostrara los diferentes contaminantes a consultar, como se muestra en la Figura 20 y 21.

FIGURA 20. PANTALLA DE SELECCIÓN DE PLANTAS EN EL VALLE DEL MEZQUITAL



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

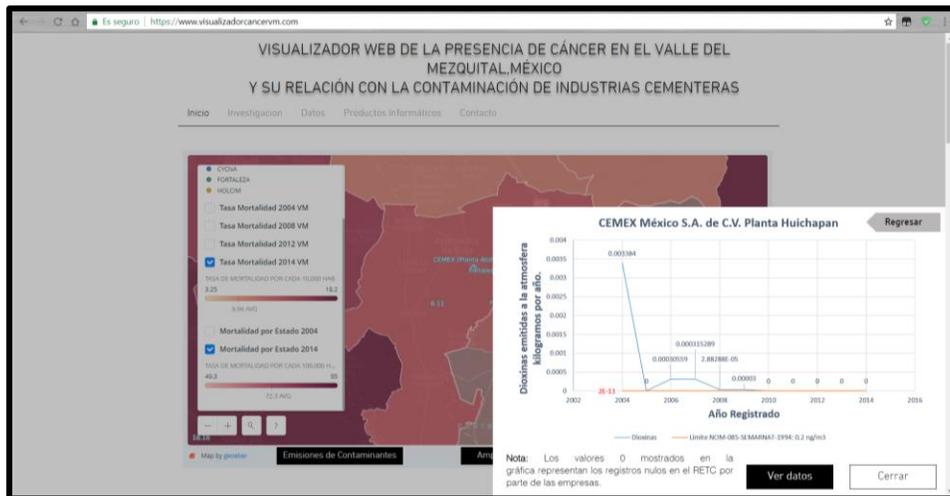
FIGURA 21. PANTALLA DE SELECCIÓN DE SUSTANCIAS CONTAMINANTES DE LA PLANTA CEMEX HUICHAPAN.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

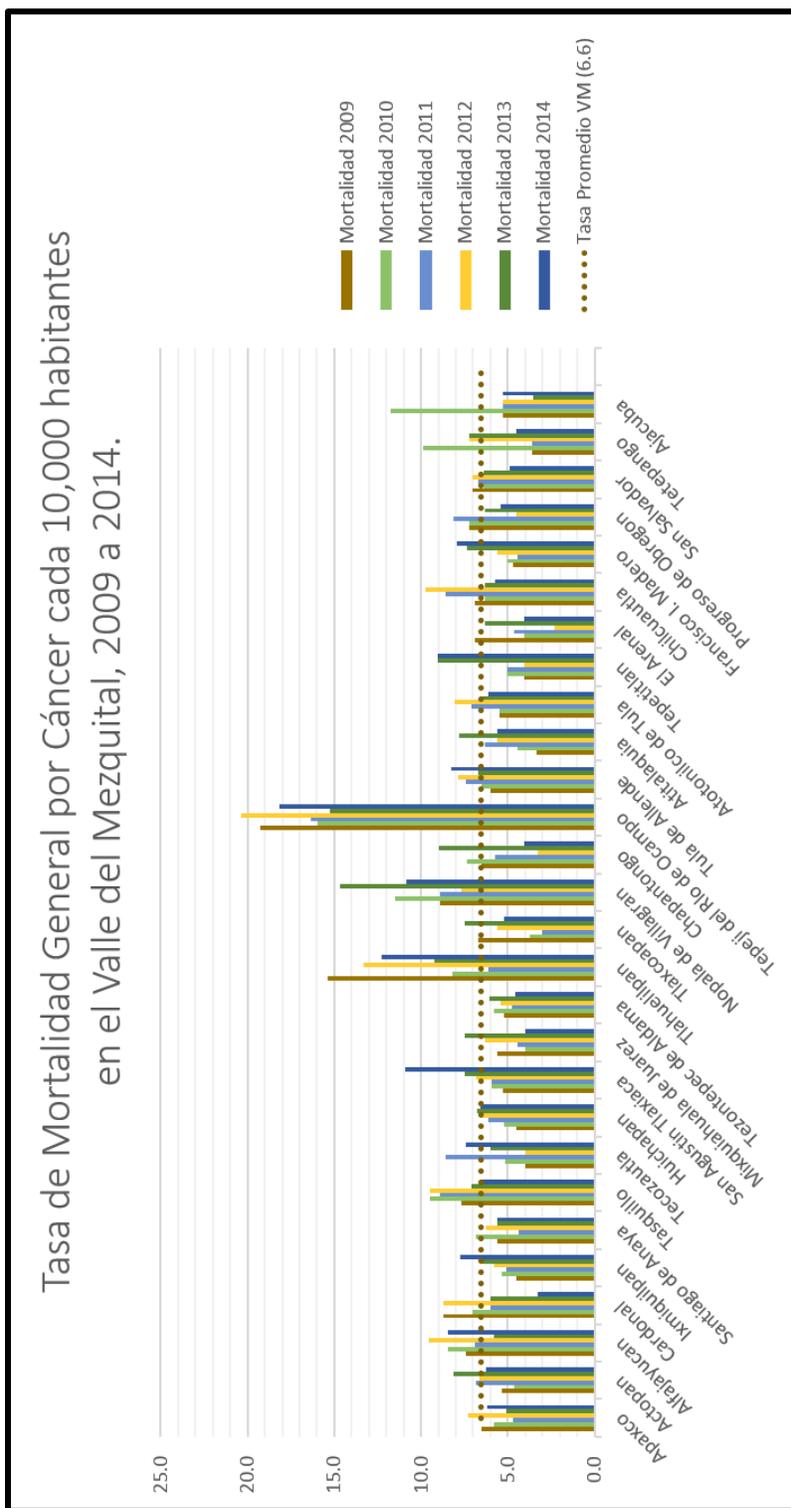
Como se muestra en la Figura 22 la selección de los contaminantes nos arroja las gráficas resultantes del análisis de los contaminantes en relación a las cantidades emitidas y los límites permitidos con respecto a la norma oficial mexicana NOM-085. Cabe mencionar que se agrega un pie de página en esta ventana de consulta donde se especifica que; Los valores 0 mostrados en la gráfica representan los registros nulos en el RETC por parte de las empresas.

FIGURA 22. PANTALLA DE CONSULTA DE LA SUSTANCIA DIOXINAS DE LA PLANTA CEMEX HUICHAPAN.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

GRÁFICO 2. TASA DE MORTALIDAD GENERAL POR CÁNCER EN EL VALLE DEL MEZQUITAL, PERIODO 2009 – 2014.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LOS DATOS DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD (DGIS).

Dado que el Valle del Mezquital está conformado por 27 municipios y 1 más incluyendo el municipio de Apaxco de Ocampo, se dividió la información debido a la cantidad de municipios. Como se muestra en los gráficos 1 y 2 la información fue dividida en dos periodos que para poder visualizar los incrementos en relación a la mortalidad general por cáncer. Estos gráficos nos permiten analizar cómo es que se comporta la mortalidad en los municipios y así mismo que tan alta se encuentra respecto al promedio por región.

De esta misma manera también se dividió la información de las tasas de prevalencia como se muestra en los gráficos 3 y 4 donde también se puede analizar el comportamiento de la prevalencia de cáncer en los municipios y su condición en relación a la tasa promedio de la región.

Estos gráficos permiten identificar los municipios con límites altos de mortalidad y prevalencia de cáncer en el Valle del Mezquital, teniendo en algunos casos niveles altos en municipios donde están establecidas las empresas cementeras. Estos resultados también están disponibles en la página www.visualizadorcancervm.com donde se pueden observar de manera espacial estas tasas por municipio, además también se puede comparar la tasa promedio del Valle del Mezquital con la calculada a nivel Estatal.

Para este estudio fue necesario colocar un anexo fotográfico para comprender la magnitud de la zona y de las fuentes de emisión, en este caso las empresas cementeras y zonas de extracción del Valle del Mezquital, como se observa en la Figura 23. Siendo que la zona donde se concentran la mayor parte de las empresas cementeras comparte ciertas características en cuanto a violaciones ambientales, la zona geográfica ha sido denominada por expertos como *Región de sacrificio*, esta comprende los municipios de Atitalaquia y Atotonilco de Tula ubicados al sur del Estado de Hidalgo colindando con el norte del Estado de México donde se ubica Apaxco de Ocampo.

FIGURA 23. ANEXO FOTográfico DE LA ZONA DE ESTUDIO.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

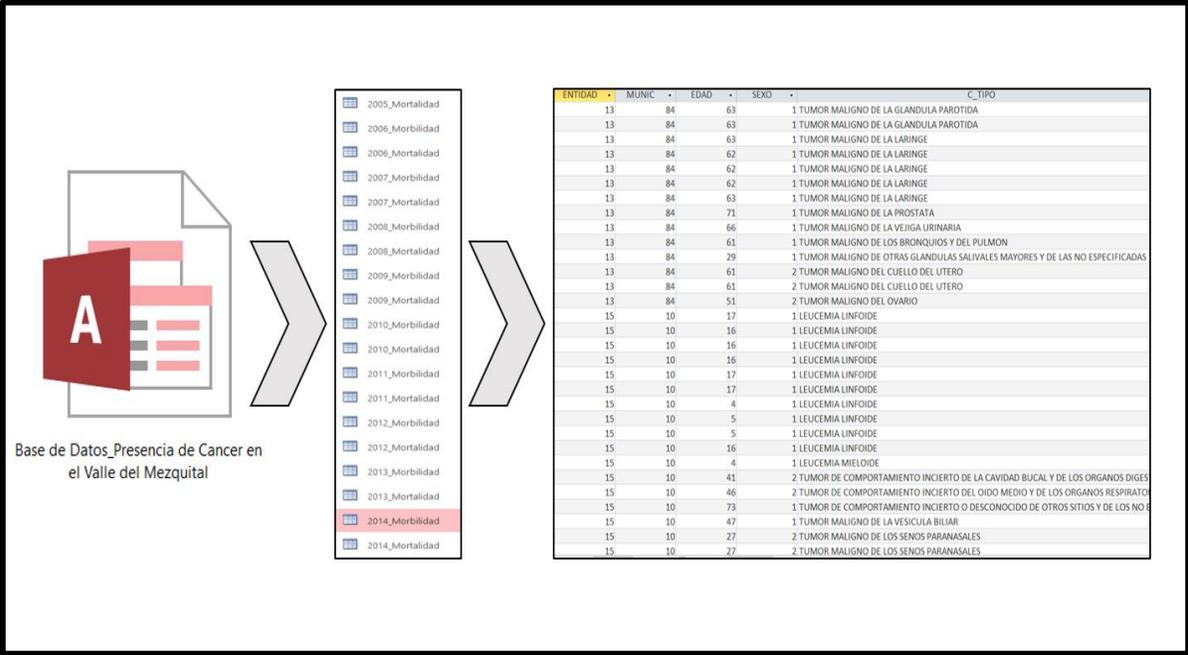
Estos tres municipios pertenecen al distrito minero de minerales no metálicos de Tula donde se concentran grandes zonas de extracción de caliza, algunas son compartidas geográficamente como es el caso de Cerro Blanco el cual se ubica entre Atotonilco y Apaxco, este cerro es explotado por los dos municipios donde se ubican a escasos metros las plantas cementeras de Fortaleza y Holcim.

Por otra parte, el río Tula recorre los tres municipios a través de sus cauces, las cuales en gran parte de los municipios son utilizados para la agricultura de temporal

la cual es una de las principales actividades económicas de estos tres municipios al igual que la actividad industrial y la ganadera. Entre estos municipios se ubica la zona industrial de Tula, Hidalgo donde se concentran una gran parte de empresas incluyendo la Refinería Tula perteneciente a PEMEX.

En relación a las enfermedades relacionadas con la incineración de residuos sólidos estas pueden consultarse a detalle en la base de datos de cáncer resultante de este estudio en la que se puede observar que hay enfermedades de tipo asociativo con esta problemática.

FIGURA 24. BASE DE DATOS DE LA INCIDENCIA DE CÁNCER EN EL VALLE DEL MEZQUITAL.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

En esta base de datos podemos consultar los casos por municipio como se observa en la Figura 24, así como otros campos dentro de las tablas como; Edad, Sexo, Tipo de Cáncer, Entidad de Residencia, Día de Ingreso, Día de Egreso, Mes-Día-Hora de la defunción, entre otros. Se recomienda el uso de un administrador de base de datos como ACCESS.

La consulta SQL utilizada para mostrar los tipos de cáncer por municipio es la siguiente:

SELECT ENTIDAD, MUNIC, EDAD, SEXO, C_TIPO FROM 2014_Morbilidad
ORDER BY ENTIDAD, MUNIC, C_TIPO;

Donde 2014_Morbilidad es la Tabla seleccionada para la consulta y ENTIDAD, MUNIC, EDAD, SEXO, C_TIPO son los campos para mostrar en la consulta

Esta consulta puede ser modificada para la consulta de las diferentes tablas agrupadas por Mortalidad y Morbilidad por año, basta con cambiar la tabla seleccionada en la consulta.

FIGURA 25. RESULTADO DE LA CONSULTA SQL EN LA BASE DE DATOS DE LA INCIDENCIA DE CÁNCER EN EL VALLE DEL MEZQUITAL.

ENTIDAD	MUNIC	EDAD	SEXO	C_TIPO
13	3	68	2	CARCINOMA IN SITU DE LA PIEL
13	3	67	2	CARCINOMA IN SITU DE LA PIEL
13	3	59	2	CARCINOMA IN SITU DEL CUELLO DEL UTERO
13	3	51	2	LEUCEMIA MIELOIDE
13	3	74	2	LEUCEMIA MIELOIDE
13	3	45	1	LINFOMA NO HODGKIN DE OTRO TIPO Y EL NO ESPECIFICADO
13	3	45	1	LINFOMA NO HODGKIN DE OTRO TIPO Y EL NO ESPECIFICADO
13	3	45	1	LINFOMA NO HODGKIN DE OTRO TIPO Y EL NO ESPECIFICADO
13	3	45	1	LINFOMA NO HODGKIN DE OTRO TIPO Y EL NO ESPECIFICADO
13	3	77	1	MIELOMA MULTIPLES Y TUMORES MALIGNOS DE CELULAS PLASMATICAS
13	3	24	1	TUMOR DE COMPORTAMIENTO INCIERTO DE LA CAVIDAD BUCAL Y DE LOS ORGANOS DIGESTIVOS
13	3	59	2	TUMOR DE COMPORTAMIENTO INCIERTO DE LOS ORGANOS URINARIOS
13	3	23	1	TUMOR MALIGNO DE LA GLANDULA TIROIDES
13	3	59	2	TUMOR MALIGNO DE LA MAMA
13	3	58	2	TUMOR MALIGNO DE LA MAMA
13	3	35	1	TUMOR MALIGNO DE SITIOS NO ESPECIFICADOS
13	3	30	2	TUMOR MALIGNO DEL CUELLO DEL UTERO
13	3	30	2	TUMOR MALIGNO DEL CUELLO DEL UTERO
13	3	38	1	TUMOR MALIGNO DEL ESTOMAGO
13	3	66	2	TUMOR MALIGNO DEL ESTOMAGO
13	3	47	2	TUMOR MALIGNO DEL OVARIO
13	3	47	2	TUMOR MALIGNO DEL OVARIO
13	3	45	2	TUMOR MALIGNO DEL PANCREAS
13	3	59	1	TUMOR MALIGNO DEL RINON EXCEPTO DE LA PELVIS RENAL
13	3	65	2	TUMOR MALIGNODE OTROS SITIOS Y DE SITIOS MAL DEFINIDOS
13	5	71	2	TUMOR DE COMPORTAMIENTO INCIERTO DE LA CAVIDAD BUCAL Y DE LOS ORGANOS DIGESTIVOS
13	5	43	2	TUMOR DE COMPORTAMIENTO INCIERTO DE LOS ORGANOS GENITALES FEMENINOS
13	5	51	2	TUMOR MALIGNO DE LA MAMA
13	5	54	1	TUMOR MALIGNO DE LA PROSTATA
13	5	74	1	TUMOR MALIGNO DE LA PROSTATA
13	5	44	1	TUMOR MALIGNO DE LOS BRONQUIOS Y DEL PULMON

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

En esta consulta, se muestran los tipos de cáncer ordenados por entidad, municipio y por tipo. De esta manera podemos observar la incidencia de cáncer de diferentes tipos; Cáncer de piel, distintas variaciones de Leucemia, Linfomas no-Hodgking, Cáncer de mama, Cáncer en Útero, Cáncer de Estómago, Cáncer de Próstata, Cáncer de Colon, Cáncer de Riñón, Cáncer en Glándula Tiroides, Cáncer de Laringe, entre otros.

Como se menciona en el apartado de afectaciones a la salud, estos tipos de cáncer están ligados en otras investigaciones como la realizada por el Instituto Carlos III y en la investigación *Incineration and Human Health* donde se catalogan estos tipos de cáncer con la problemática de incineración de residuos.

Al igual que los demás productos esta base de datos está disponible para su consulta y descarga en la página www.visualizadorcancervm.com, cabe mencionar que se anexa un archivo de metadatos y de consultas SQL para su análisis. Esta base de datos tiene la finalidad de consultar los casos a fondo presentes en la zona del Valle del Mezquital, ya que está compuesta de campos descriptivos como; Edad, Sexo, Derechohabiencia, Entidad, Municipio, Fecha de Ingreso, Fecha de Egreso, Fecha de defunción, Servicio, Afectación Principal, Tipo de Afectación, entre otros.

Conclusiones y Sugerencias

Como se ha mencionado a lo largo del documento, la problemática y las repercusiones de la incineración de residuos en hornos cementeros es una práctica habitual en gran parte de las cementeras en el territorio mexicano, la cual trae consigo consecuencias ambientales y de salud para las comunidades cercanas a estas plantas que diario incineran residuos sin un control ni sanción por parte de las autoridades competentes. Esto ha dado paso a la movilización social en defensa del territorio contra estas prácticas poco éticas de la industria cementera, pues es esta quien de manera voraz extrae la materia prima para sus productos y priva a las comunidades de un ambiente limpio, así como de una calidad de vida libre de enfermedades relacionadas con el modelo extractivo de estas grandes empresas transnacionales.

Con el resultado de este estudio se comprobó la hipótesis planteada que “La emisión de contaminantes generados por las industrias cementeras producto de la incineración de residuos contribuye en la incidencia de cáncer en la población cercana a las plantas cementeras del Valle del Mezquital”. Esta hipótesis se fundamenta en la relación que guarda el incremento de los casos de cáncer en la zona de estudio y en los contaminantes emitidos por las industrias cementeras. No obstante, el análisis y los testimonios en las comunidades de las personas que padecen cáncer, así como las afectaciones en el medio ambiente permitieron vislumbrar las deficiencias y el desfase de información en cuanto a lo que se tiene en las fuentes oficiales.

De las conclusiones realizadas con este estudio se desprenden los siguientes puntos con el fin de dar una opinión y sugerencias para cada uno de los aspectos:

De la incineración de residuos sólidos:

Las afectaciones derivadas de la incineración de residuos conllevan a la degradación de la salud como del medio ambiente donde se lleva a cabo esta práctica, pues las partículas son altamente tóxicas y dañinas para los seres vivos. Además, estas toxinas tienen la propiedad de ser volátiles y pueden ser

transportadas a lugares alejados de la fuente de emisión. A esto se le suma que los límites máximos permisibles de las emisiones generadas por la incineración sobrepasan lo estipulado en las normas oficiales mexicanas, teniendo como consecuencia altos niveles de metales pesados y otras sustancias tóxicas depositadas en la zona.

Las alternativas para esta mala práctica se basan en planes de separación de origen de los residuos generados, es decir; modelos como basura cero. A su vez estos planes involucran a la sociedad para reducir la cantidad de residuos generados ya que si la separación se realiza desde cada hogar la cantidad de residuos que no pueden ser reutilizados es mínima ya que los residuos orgánicos se pueden utilizar como composta con diferentes utilidades y los residuos con valor como el pet, cartón, vidrio, aluminio, entre otros, pueden ayudar a las personas que viven de la recolección de estos recursos.

La postura ante la incineración de residuos sigue siendo el rechazo total a esta práctica. La solución propuesta es el adoptar planes de manejo óptimo de residuos, como lo es basura cero, ya que actualmente no se puede asegurar que las emisiones derivadas de la incineración de residuos estén 100% controladas y que estas no se propagaran a otros lugares.

De las deficiencias en los datos:

En cuanto a las limitantes de los datos referentes al sector salud se sugiere al departamento encargado del manejo de los datos pueda solucionar el problema de los identificadores de los pacientes en los diferentes años, pues estos al no tener una clave única en estas bases de datos no se puede reconocer si los pacientes que se registran en los egresos hospitalarios son un nuevo paciente o el mismo que acude a una revisión-consulta-operación. Esto es importante al dar a conocer la información en los reportes generados por la secretaria de salud y en los distintos medios, ya que si no se cuentan con cifras exactas de las enfermedades que se padecen en la población las deficiencias en la infraestructura y recursos son inciertos a tal grado de tener un desabasto o sobrepasar la demanda de los servicios.

En el caso de los datos de las emisiones, se sugiere tener actualizado estos registros al menos cada seis meses ya que las sustancias emitidas requieren un monitoreo constante en cuanto al giro de las empresas. El desfase de la información actualmente es de dos años y la mayoría de la información es limitada, pues no existen registros de las empresas o bien existen registros nulos de la cantidad de sustancias emitidas. En el caso de empresas nuevas, estas deben de cumplir con las normas y actualizar su NRA al correspondiente del giro de actividad.

Del monitoreo de las emisiones contaminantes:

Si bien es cierto el monitoreo de las sustancias es costoso se tiene como obligación registrar los valores emitidos según las normas establecidas por la SEMARNAT, ya que se están emitiendo sustancias que perjudican la salud de la población expuesta a estas. Siendo empresas transnacionales el recurso no es un limitante para cumplir con estos estudios en tiempo y forma. Respecto a esto, se sugiere que el registro de sustancias se lleve conforme a lo establecido en la legislación con sus respectivas sanciones, así como la cancelación de las actividades según lo ameriten las infracciones cometidas.

A si mismo se sugiere respetar los acuerdos internacionales en los que México participa, ya que estos son un referente para establecer los límites permisibles en cuanto a la emisión de sustancias y reducción de estas. Es de carácter urgente reducir las emisiones de contaminantes tanto a nivel país como a nivel mundial para frenar los problemas derivados de estas.

De la academia:

En relación a los estudios que han sido publicados en cuanto a las afectaciones de salud y ambiente por la incineración de residuos sólidos, es fundamental el acompañamiento de la academia en este tipo de investigaciones ya que los movimientos sociales requieren de estos para fundamentar sus argumentos frente a los obstáculos que enfrentan. La difusión de la información es fundamental para los colectivos y movimientos sociales inmersos en esta problemática por lo que se

sugiere que la academia se involucre en estos aspectos, tanto como en la difusión como en el desarrollo de nuevas investigaciones.

El trabajo colaborativo entre los cuerpos académicos y movimientos sociales conllevan a una investigación de mejor calidad donde se cubren las necesidades de ambas partes y se genera información que es necesaria para comprender el contexto y la problemática.

Del Estudio:

Respecto al estudio, como se ha mencionado la problemática tiene una gran dimensión en cuanto a las afectaciones, tanto de salud como ambientales. La percepción y preocupación de las comunidades es aún mayor cuando los casos de afectaciones a la salud se presentan en algún conocido o familiar, ante esto la impotencia y preocupación por los más jóvenes se hace notar pues no solo se está dejando atrás un ambiente contaminado si no se está dejando un legado lleno de enfermedades que son difíciles de sobrellevar. Si bien es cierto que la exposición puede ser diferente para cada organismo, el hecho de emitir contaminantes fuera de los límites establecidos por las normas es un factor que acrecienta la probabilidad de padecer este tipo de enfermedades derivadas de la incineración de residuos en hornos cementeros.

Dicho lo anterior, los tipos de cáncer en la población del Valle del Mezquital a finales del periodo estudiado reflejan un aumento en los tipos de enfermedades asociadas con esta práctica, por tanto, la relación entre las emisiones fuera de las normas es evidente que afecta la salud de la población. La mayoría de las comunidades cercanas a las plantas donde se incineran residuos son de tipo rural y las condiciones socioeconómicas no son suficientes para costear tratamientos para estas enfermedades, por lo que se recurre a las instituciones de salud pública donde la demanda del servicio especializado es superada al igual que los recursos destinados para este sector. Es por esta razón que en los productos del estudio se observan mayores incidencias en municipios considerados urbanos, ya que cuentan con hospitales regionales donde la población acude para obtener este tipo de tratamientos especializados. En relación a esto último, la reflexión es también hacia

la postura de las empresas transnacionales ya que son estas quienes adoptan prácticas como la incineración de residuos sin tomar en cuenta las afectaciones en la población y el coste que implica en su salud. Ante esto los diferentes movimientos sociales en contra de la incineración, colectivos, grupos ecologistas, académicos, activistas y defensores del territorio se oponen firmemente en que la incineración no es la solución.

Las alternativas para el manejo de los residuos y su disposición final existen, planes como basura cero se han llevado a cabo con éxito en otros países y comunidades, donde el porcentaje de los residuos ha disminuido a casi nada, pues se les da el máximo aprovechamiento a estos, dejando de lado prácticas obsoletas como la incineración de residuos. Dicho esto, se sugiere a los gobiernos locales y federales, así como a las instituciones encargadas de la legislación que se implementen estas alternativas para solucionar el problema de la gestión de residuos y que no se fomente la incineración de residuos, ni en hornos de cemento, ni en incineradoras convencionales. Con esto se estaría aminorando las afectaciones en el ambiente y en la salud de la población, además de disminuir drásticamente el problema de los residuos creando un panorama de oportunidades encaminadas a un consumo responsable y gestión de los residuos generados.

Para finalizar esta conclusión y como se mencionó al principio del documento, la importancia de las comunidades tiene un rol de gran valor en este y otros estudios relacionados con la defensa del territorio. Es por esto que sin el acompañamiento de las comunidades no se podrían realizar los análisis y resultados desde las diferentes perspectivas, además de ser estas quienes aportan experiencias con las que se comprende a fondo la problemática. Las comunidades han estado en el territorio mucho antes que las empresas se establecieran, es esta la razón del por qué se busca frenar este tipo de prácticas que solo afectan la calidad de vida de la población y degradan el ambiente.

Bibliografía

- Alfredo Salomón (septiembre 2006), La industria del cemento en México, *COMERCIO EXTERIOR*, 56(9)
- Allsopp, Michelle, Pat Costner y Paul Johnston, (2001) *Incineration and Human Health*. State of Knowledge of the Impacts of Waste Incinerators on Human Health, Exeter, Reino Unido: Greenpeace Research Laboratories, ISBN: 90-73361-69-9, 84p.
- Carlos Arribas y Mariel Vilella Febrero de 2013, Cemento, residuos y cambio climático. Problemas de la incineración de residuos en cementeras en el marco del RCCDE, Alianza Global para Alternativas a la Incineración, Confederación Estatal de Ecologistas en Acción, Coordinadora Estatal contra la Incineración de Residuos en Cementeras.
- CARTO Developers, Guía para Importar API v1 (2018), Recuperado de <https://carto.com/developers/import-api/guides/importing-geospatial-data/#supported-geospatial-data-formats>
- Conant, Jeff y Pam Fadem, (2011) *Guía comunitaria para la salud ambiental*, Berkeley, California: Hesperian, disponible en: <https://ongcaps.files.wordpress.com/2012/04/guc3ada-comunitaria-para-la-salud-ambiental.pdf>
- Crespo y Ramírez (2001, Octubre), *Coincineración de residuos en cementeras: una aproximación al problema*, Instituto Sindical del Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS), Encuentros estatales de amantes de la basura Valladolid.
- Ecologistas en Acción, (2009) "Cementerías: impacto sobre la salud de la población. El caso de San Lorenzo de La Parrilla" Cuenca: Ecologistas en Acción, disponible en: <http://www.remamx.org/wp-content/uploads/2016/02/cementerias-y-salud.pdf>
- Eduardo Giesen (Agosto, 2012), Incineración de residuos en hornos de cemento, Coordinación latinoamericana GAIA
- ESRI, Acerca de SIG WEB (2018). Recuperado de <https://enterprise.arcgis.com/es/server/latest/create-web-apps/windows/about-web-gis.html>
- ESRI, ¿Qué es ArcGIS Online? (2018), Recuperado de <https://doc.arcgis.com/es/arcgis-online/reference/what-is-ago.html>
- Javier García Pérez; et al (2013) La mortalidad por cáncer en ciudades situadas en las proximidades de incineradoras y de instalaciones para la recuperación o

eliminación de residuos peligrosos, Environment Internacional, Elsevier, Madrid España.

Jeff Conant y Pam Fadem (Junio de 2011), Guía comunitaria para la SALUD AMBIENTAL, Hesperian, Berkeley, California, EE. UU., primera edición, ISBN: 978-0-942364-59-0

José M. Ciampagna (marzo de 2000), ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA, apunte de apoyo para Curso/Seminario, Ciampagna & Asociados – GDSIG, Córdoba, Argentina

ISTAS-Instituto Sindical de Trabajo Ambiente y Salud, (2002) Posibles afecciones riesgos ambientales derivados de las emisiones procedentes de los hornos cementeros. Madrid: ISTAS Vilella y Arribas (2013, Febrero), Cemento, residuos y cambio climático: Informe de la Comisión Europea en el marco de la consulta sobre el RCCDE.

María del Carmen Gómez (Febrero, 2013), Notas del curso BASES DE DATOS, Universidad Autónoma Metropolitana de Cuajimalpa, México, D.F. ISBN: 978-607-477-880-9

María Ruiz (2007), Determinación y evaluación de las emisiones de dioxinas y furanos en la producción de cemento en España, Memoria para optar al grado de doctor, Madrid, Universidad Complutense de Madrid, ISBN: 978-84-669-3150-2

MORENO-ALTAMIRANO, Alejandra; LÓPEZ-MORENO, Sergio; CORCHO-BERDUGO, Alexánder. Principales medidas en epidemiología. Salud Pública de México, [S.l.], v. 42, n. 4, p. 337-348, jul. 2000. ISSN 1606-7916. Disponible en: <http://saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/6248/7453>. Fecha de acceso: 05 jul. 2018

Nosolosig, CartoDB el servicio en la nube para crear y publicar mapas online fácilmente (diciembre,2013). Recuperado de <http://www.nosolosig.com/articulos/222-cartodb-el-servicio-en-la-nube-para-crear-y-publicar-mapas-online-facilmente>

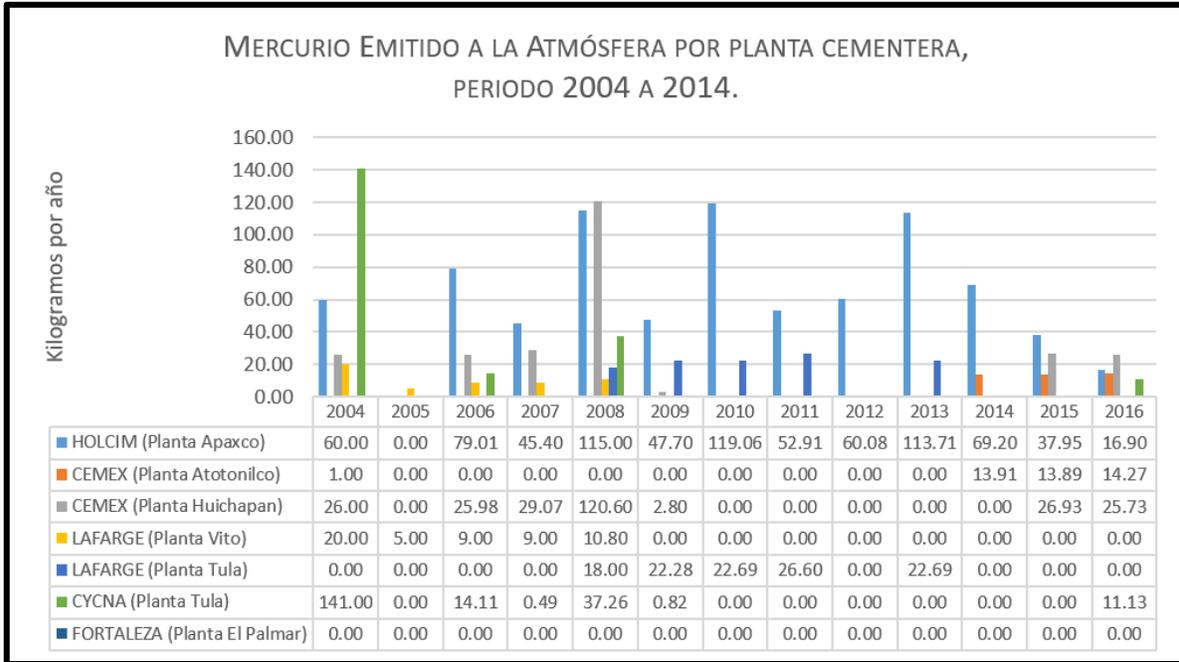
Open Geospatial Consortium Inc (2006, Marzo), OpenGIS® Web Map Server Implementation Specification, Version: 1.3.0, Jeff de la Beaujardiere.

OSGeo Project, GeoServer, Recuperado de https://live.osgeo.org/es/overview/geoserver_overview.html

Secretaria Ejecutiva de SNIT – IDE Chile, Utilización de QGIS Cloud (2018), Recuperado de <http://www.ide.cl/utilizacion-de-qgis-cloud.html>

Anexo I. Análisis de las Tablas de contaminantes.

GRÁFICO 5. CANTIDAD DE MERCURIO EMITIDO POR PLANTA CEMENTERA EN EL VALLE DEL MEZQUITAL, 2004 - 2014.



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Registro de Emisiones y Transferencias Contaminantes (RETC). Se incluyen los registros de contaminantes de los años 2015 y 2016 en relación al histórico reportado a la SEMARNAT.

Al respecto de los metales pesados, el mercurio se considera una de las sustancias altamente tóxicas para la población y el ambiente, en esta cartografía se representa el valor registrado emitido a la atmósfera por las empresas cementeras en un periodo de 10 años. Es importante mencionar que los elementos tóxicos como los metales pesados son bioacumulables y que las descargas que se emiten en un año no representan la cantidad total del daño por lo que en esta cartografía se representa la suma total anual del periodo para visualizar el panorama de la cantidad emitida. Dicho esto, los niveles de mercurio ascienden a los 1,327.26 kilogramos emitidos a la atmósfera en el periodo de 10 años por las industrias cementeras presentes en el Valle del Mezquital, esto sin duda es un valor alarmante pues es una gran cantidad de mercurio emitido en una zona poblada por 2,631,879 habitantes, según cifra del último censo realizado por INEGI.

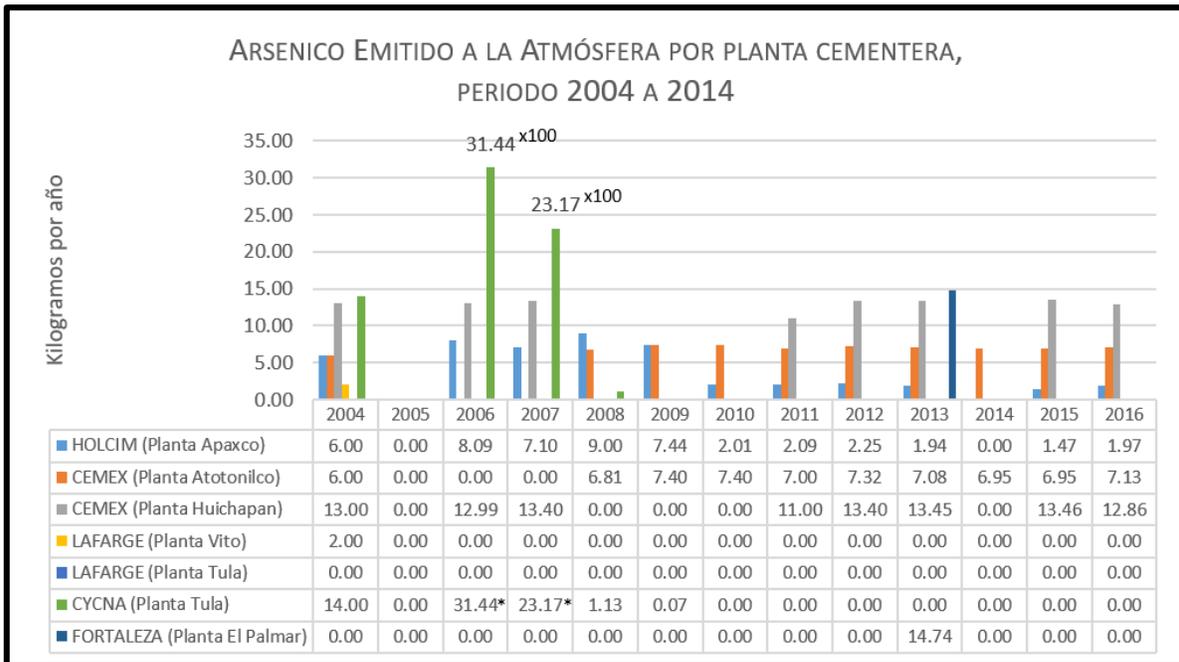
Tomando en cuenta que las plantas cementeras carecen de un registro exacto o nulo de algunos contaminantes como el mercurio, podemos suponer que, si las plantas tienen una capacidad de producción similar, estas pueden tener niveles de emisiones en el mismo rango, es decir; Si obtenemos la media de los kilogramos por año emitidos a la atmosfera en el periodo de 2004 a 2014, la cantidad de mercurio al año es de 17.24 kilogramos emitidos por planta, por tanto en donde no hay registros este puede ser el valor registrado para ese año. Partiendo de este supuesto, tendríamos un total de 2120.29 kilogramos emitidos a la atmosfera representando una cantidad enorme de mercurio emitido en la región del Valle del Mezquital.

Con respecto a lo anterior, esto solo es para darnos una idea de la cantidad de registros de contaminantes que no registran estas plantas ya sea por la omisión de este, el cual se menciona en los puntos importantes del estudio. Cabe mencionar que la información presentada en el gráfico 5 son datos que ha sido cotejados por la SEMARNAT y aun así se puede observar una cantidad considerable de mercurio emitido por las plantas cementeras.

En cuanto a los límites máximos permisibles establecidos para el mercurio en relación a la norma oficial mexicana NOM-085-ECOL-1994 para instalaciones de incineración de residuos, el máximo permisible es de 0.14 mg/m³ de emisiones a la atmosfera por año. Este máximo permisible es considerado en este análisis por las características de la problemática ya que la industria ha adoptado esta práctica sin considerar los efectos negativos en la población, mucho menos los límites establecidos por la legislación mexicana.

Dicho lo anterior, las emisiones de mercurio están por encima de la norma oficial mexicana que deberían de estar cumpliendo estas instalaciones ya que se incineran residuos que no solo se pueden observar en las propias plantas, si no también se pueden percibir los olores en las comunidades cernas. Como ya se mencionó, el mercurio emitido por estas fuentes de emisión es sumamente dañino para la salud y en este caso de estudio tiene una relación importante con las enfermedades de tipo asociativo, como la incidencia de cáncer en la población.

GRÁFICO 6. CANTIDAD DE ARSÉNICO EMITIDO POR PLANTA CEMENTERA EN EL VALLE DEL MEZQUITAL, 2004 - 2014.



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Registro de Emisiones y Transferencias Contaminantes (RETC). Se incluyen los registros de contaminantes de los años 2015 y 2016 en relación al histórico reportado a la SEMARNAT. Para visualizar los valores de una mejor manera los registros con un asterisco (*) se colocaron en un índice 100, por lo que los valores correspondientes serían de 3144 y 2317 kilogramos respectivamente.

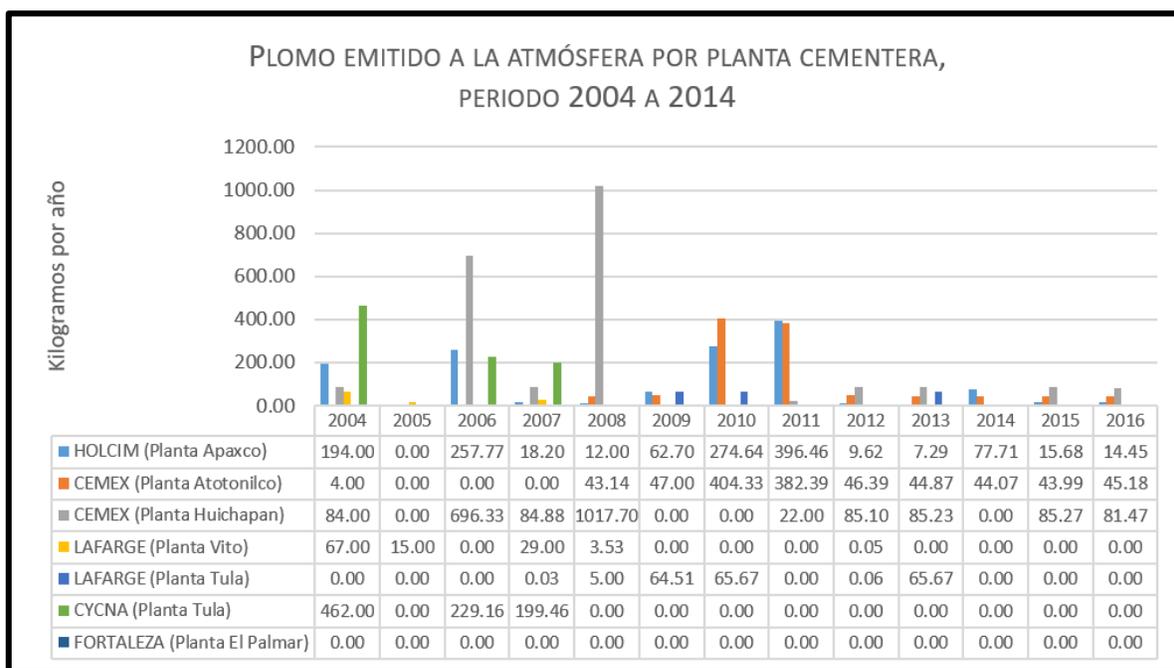
El arsénico también es considerado uno de los metales altamente tóxicos e identificado al igual que mercurio como causante de enfermedades como el cáncer, la suma total anual emitida por las empresas cementeras de esta sustancia en el mismo periodo arroja la cantidad de 5,569.35 kilogramos. Para esta sustancia la suma representa la cantidad depositada en el ambiente. Casi 5.5 toneladas de arsénico han sido emitidas en la atmósfera en este periodo de tiempo por lo que esto implica que no solamente las micropartículas como las dioxinas y furanos están presentes en el medio ambiente como agente catalizador de enfermedades si no también los metales pesados en grandes cantidades como el arsénico.

Con respecto a la norma oficial mexicana NOM-085-ECOL-1994, los límites máximos permisibles establecidos para el arsénico para instalaciones de incineración de residuos, el máximo permisible es de 1.4 mg/m³ de emisiones a la atmósfera por año. Esta misma menciona que estos 1.4 mg/m³ corresponden a la

suma total metales pesados, lo cuales en el listado de la norma son; Arsénico, Selenio, Cobalto, Níquel, Manganeso y Estaño.

En relación a lo anterior, podemos observar en el grafico 6 que los niveles están arriba de la norma establecida para esta sustancia, cabe mencionar que para el caso de CYCNA (Planta Tula) los valores registrados de arsénico en 2006 y 2007 superan los kilogramos por año, llegando a 3.14 toneladas en el año de 2006 y 2.31 en 2007. Esto sin duda nos permite vislumbrar el panorama de las emisiones en cuanto a los metales pesados aun siendo una cantidad menor de emisión, estas sustancias tienen alto impacto en la salud de la población ya que pueden detonar enfermedades relacionadas con las afectaciones por metales pesados como; cáncer, problemas respiratorios, cardiacos, neurológicos, gastrointestinales y reproductivos, por mencionar algunos.

Gráfico 7. CANTIDAD DE PLOMO EMITIDO POR PLANTA CEMENTERA EN EL VALLE DEL MEZQUITAL, 2004 - 2014.



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Registro de Emisiones y Transferencias Contaminantes (RETC). Se incluyen los registros de contaminantes de los años 2015 y 2016 en relación al histórico reportado a la SEMARNAT.

El Plomo es considerado una sustancia altamente toxica categorizada dentro de los metales pesados junto al Cromo, Cobre y Zinc. Con respecto a la norma oficial mexicana NOM-085-ECOL-1994, los límites máximos permisibles establecidos para el plomo en instalaciones de incineración de residuos, el máximo permisible es de 1.4 mg/m³ de emisiones a la atmosfera por año. Coincidiendo con los metales pesados la NOM-085-ECOL-1994 menciona que estos 1.4 mg/m³ corresponden a la suma total de estos (Plomo, Cromo, Cobre y Zinc).

Dicho lo anterior se observa que en el grafico 3 los limites están fuera de lo que establece la norma y en el caso de la Planta CEMEX Huichapan esta alcanza los 1017.70 kg/ año en 2008 siendo el máximo valor registrado de plomo en el periodo de estudio. Sin duda al exceder los límites permitidos, la cantidad de Plomo depositado en la zona es bastante alto, esto aumenta la probabilidad de padecer alguna enfermedad derivada de la exposición a grandes cantidades de esta sustancia. En relación a esto, las cantidades emitidas en otras plantas cementeras como en CEMEX Atotonilco y Holcim también contienen niveles que superan la norma oficial, estas al estar geográficamente cerca una de la otra, descargan una cantidad alta de plomo en las comunidades cercanas a ellas.

Como se menciona en el estudio, los metales pesados como el plomo son considerados sustancias cancerígenas, incluso este se presume que actúa un disruptor endocrino que puede afectar la salud incluso en cantidades diminutas. Los antecedentes muestran que en las instalaciones donde se incineran residuos tienden a tener un aumento de plomo en sus registros, por lo que en este caso el aumento de plomo que se observa en el grafico 7 estaría ligado con la incineración de residuos en los hornos de cemento.

TABLA 6. CANTIDAD DE DIOXINAS Y FURANOS EMITIDOS POR INDUSTRIA CEMENTERA EN EL VALLE DEL MEZQUITAL, 2004 - 2014.

Dioxinas emitidas a la atmósfera por planta cementera, periodo 2004 a 2014.														
NRA	Empresa	Año Registrado												
		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
CAV731501011	HOLCIM (Planta Apaxco)	0.00038640	0.00	0.000050500	0.000015370	0.000006606	0.000004623	0.000002688	0.000034762	0.000007839	0.000007046	0.000000511	0.000003000	0.000009000
CMERF1301311	CEMEX (Planta Atotonilco)	0.014824050	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000003230	0.000003317
CMF731302911	CEMEX (Planta Huichapan)	0.003384000	0.00	0.000305590	0.0000315299	0.000028829	0.000030000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000006626	0.000005981
LCE731301311	LAFARGE (Planta Vito)	0.000095000	0.000160000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000001800	0.00	0.00	0.00	0.00
LCE731301315	LAFARGE (Planta Tula)	0.00	0.00	0.000140000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000001800	0.00	0.00	0.00	0.00
CCA731307615	CYENA (Planta Tula)	0.000069000	0.00	0.000077453	0.000070439	0.000413000	0.000413000	0.000011300	0.000011300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TPMR61305512*	FORTALEZA (Planta El Palmar)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Furanos emitidos a la atmósfera por planta cementera, periodo 2004 a 2014.													
NRA	Empresa	Año Registrado											
		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
CAV731501011	HOLCIM (Planta Apaxco)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000000255	0.000001600	0.000005000
CMERF1301311	CEMEX (Planta Atotonilco)	0.014824050	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000003230	0.000003317
CMF731302911	CEMEX (Planta Huichapan)	0.003384000	0.00	0.000305590	0.000315299	0.000028829	0.000030000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000006626	0.000005981
LCE731301311	LAFARGE (Planta Vito)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000001100	0.00	0.00	0.00
LCE731301315	LAFARGE (Planta Tula)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000001500	0.00	0.00	0.00	0.00
CCA731307615	CYENA (Planta Tula)	0.000069000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TPMR61305512*	FORTALEZA (Planta El Palmar)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Registro de Emisiones y Transferencias Contaminantes (RETC). Se incluyen los registros de contaminantes de los años 2015 y 2016 en relación al histórico reportado a la SEMARNAT. La Planta El Palmar perteneciente a la empresa Fortaleza con el asterisco (*), está registrada ante SEMARNAT en el RETC como Trituradora y procesadora de materiales, con el NRA: TPMR61305511: TRITURADORA Y PROCESADORA DE MATERIALES SANTA ANITA S.A DE C.V., Cementos Fortaleza Planta El Palmar.

En cuanto a las dioxinas y furanos, estas sustancias han sido catalogadas como altamente tóxicas, pues diversos estudios las han señalado como causantes de cáncer, alteraciones neurológicas, hepáticas, inmunológicas, disfunciones hormonales, esterilidad, endometriosis, alteraciones cutáneas, entre otros.

Las dioxinas y furanos se presentan en nanogramos/ m³, esto quiere decir que 1 nanogramo = 0.000000000001 kilogramos. Dicho lo anterior, la norma oficial mexicana NOM-085-ECOL-1994 menciona que el límite máximo permisible para instalaciones de incineración nuevas para las sustancias como las dioxinas y furanos es de; 0.2 ng/m³ anual. En cuanto al límite máximo permisible para instalaciones existentes antes de la publicación de la NOM-085-ECOL-1994 es de: 0.5 ng/m³ anual.

Si tomamos en cuenta lo anterior descrito por la norma, la cantidad permisible que se deberían de estar respetando estas instalaciones es de 0.2 ng/m³ anual. Dicho esto, en la tabla 6 podemos observar que los límites están por mucho excediendo la norma. Estos valores se presentan en kilogramos en el RETC, pero al ser partículas tan diminutas los valores superan la normativa ya que si los valores están en kilogramos esto significa que el límite de 0.2 ng/m³ transformado a kilogramos es de 0.000000000002. Dicho esto, los valores que están registrados en la tabla 6 no cumplen con los límites permisibles y resaltan otra característica de la incineración de residuos en hornos cementeros, ya que el aumento en los registros de dioxinas y furanos a tales niveles es propio de la incineración o co-incineración de residuos. Las dioxinas tienen la particularidad de ser sustancias bioacumulables, por lo que las emisiones serán absorbidas a través de los tejidos grasos de los organismos expuestos. Al ser partículas diminutas estas no pueden ser filtradas por mangas o algún otro tipo de filtro actual.

Anexo II. Análisis de los diagnósticos ambientales comunitarios.

Adicionalmente se anexaron cuatro productos que se utilizaron para dimensionar y comprender la problemática en la zona de mayor concentración de empresas cementeras y actividad industrial. Estos resultados fueron generados a partir de los análisis comunitarios realizados por el equipo del Laboratorio de Investigación y Desarrollo Comunitario Sustentable, AC. (LIDECS), los cuales fueron generados por las comunidades pertenecientes a los municipios de Atitalaquia, Atotonilco de Tula y Apaxco de Ocampo en relación a la percepción de los riesgos ambientales presentes en la zona.

En los talleres de diagnóstico ambiental comunitario realizados por LIDECS las comunidades plasman los datos que ellos poseen y que perciben acerca de los problemas ambientales que están presentes en su municipio, esto incluye las actividades económicas como minería (zonas de extracción de materias primas) e industrias contaminantes. Estos datos al ser localizados en el taller y posteriormente georreferenciados, generan un panorama de la situación ambiental del entorno permitiendo analizar de manera espacial las zonas donde se presentan las fuentes contaminantes y su origen, así como su nivel de impacto para las comunidades.

La percepción de la población ante los problemas ambientales que acontecen en su comunidad es uno de los elementos más importantes de este análisis ya que esto permite vislumbrar el panorama de la situación ambiental en las diversas comunidades y categorizar los problemas presentes en el municipio. La cartografía participativa generada en los talleres arroja un panorama alarmante en la región de sacrificio, pues son varias las fuentes de contaminación las que se encuentran en este municipio y que la población percibe que son las causantes de los problemas de salud y degradación del medio ambiente.

Por otra parte, en estas comunidades hay una gran presencia de cementeras, caleras y zonas de extracción. Tan solo en estos tres municipios hay cinco plantas cementeras las cuales tienen sus minas de caliza a cielo abierto lo que provoca afectaciones en la salud de la población por los polvos producidos en estas zonas de extracción. En el caso del municipio de Atitalaquia el impacto en el ambiente es considerado de los más altos al ser considerada una de las zonas más contaminadas a nivel internacional.

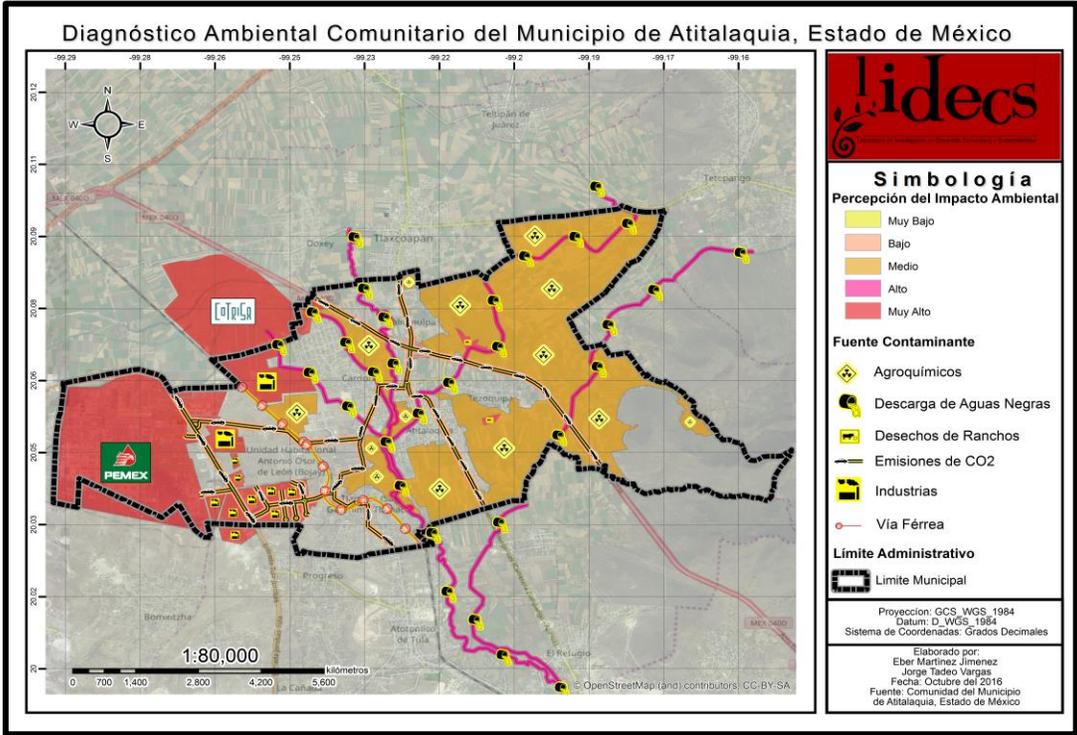
En este polígono se ubica la Refinería de PEMEX planta Tula, la cual basta con estar a una altura desde donde se pueda apreciar para ver la cantidad de emisiones que emite a la atmosfera, esto puede apreciarse incluso a una distancia de 10 km. La exposición a esta gran cantidad de contaminantes emitidos por la Refinería de PEMEX planta Tula, es solo una de las principales fuentes de contaminación en esta región de sacrificio y siendo que la cercanía entre municipios es contigua varias fuentes contaminantes son percibidas con un alto impacto entre las comunidades a pesar de que estas se encuentren en otro municipio.

En el caso de la cartografía participativa generada por la comunidad de Apaxco la comunidad ubica varias zonas de extracción que coinciden con lo que se percibe en las imágenes de satélite y de algunas otras donde ellos consideran que existe un problema ambiental. Esto a su vez se complementa con la localización de otras fuentes de contaminación en el municipio, como los vertederos a cielo abierto, caleras, uso de pesticidas y descarga de aguas negras, esta última considerada como la de más impacto en el municipio a la par que la quema de residuos en la planta de Holcim.

Dicho lo anterior, las comunidades perciben estas afectaciones como de alto impacto como se muestra en la Figura 26, 27 y 28, por lo que la mayoría de estas fuentes contaminantes han sido categorizadas en un nivel alto en relación a los testimonios y percepción de la comunidad.

La percepción ante los problemas de salud generados por las fuentes de contaminantes (incluida la incineración de residuos) es alarmante para la comunidad, pues tienen conocimiento de que las afectaciones como el cáncer son provocados por estas, además de percibir el daño ambiental que provocan.

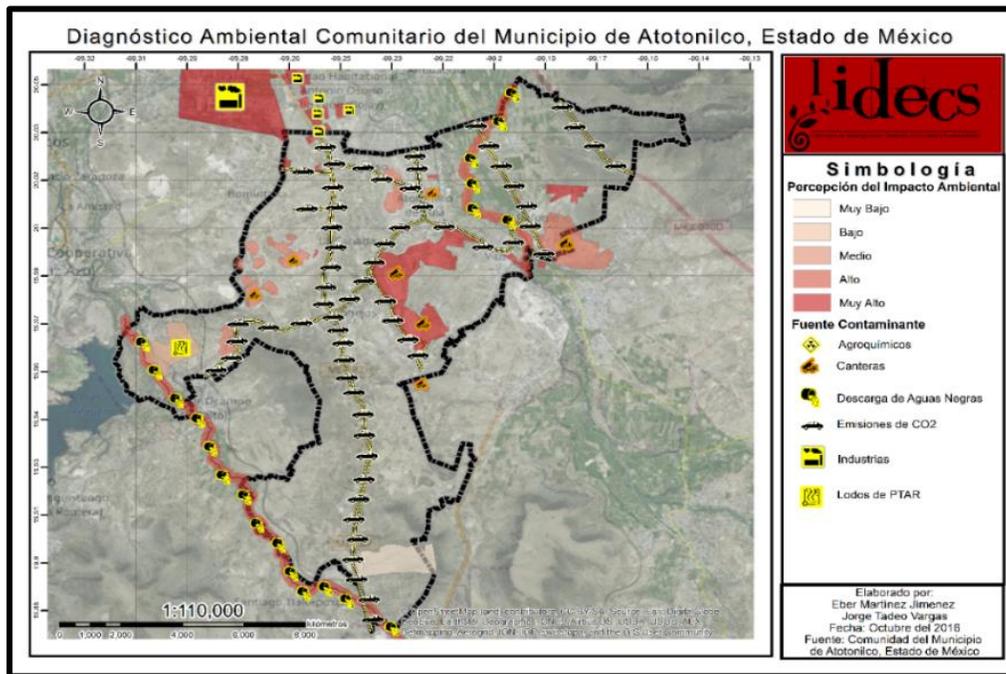
FIGURA 26. CARTOGRAFÍA COMUNITARIA DEL MUNICIPIO DE ATITALAQUIA.



FUENTE: CARTOGRAFÍA GENERADA A PARTIR DE LOS TALLERES DE DIAGNÓSTICO AMBIENTAL COMUNITARIO. LIDECS.

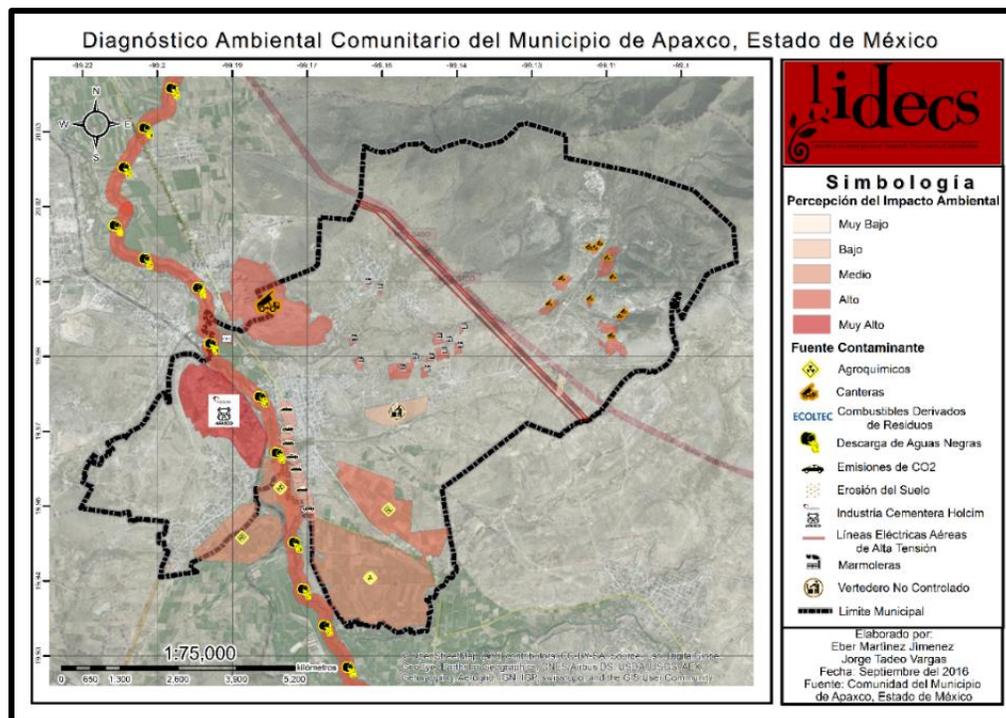
Los datos generados a partir de las propias comunidades son más precisos en la identificación de las fuentes contaminantes que ellos perciben como problemática ambiental presente en su entorno ya que en estos productos cartográficos se puede apreciar un aumento en la actividad minera (zonas de extracción) y en la actividad manufacturera (Industrial). Las zonas que se identificaron en los talleres realizados por LIDECS fueron digitalizadas y verificadas con imagen de satélite ya que estas se pueden percibir a simple vista sobre el terreno y de igual forma estas se pueden apreciar en una imagen satelital.

FIGURA 27. CARTOGRAFÍA COMUNITARIA DEL MUNICIPIO DE ATOTONILCO DE TULA.



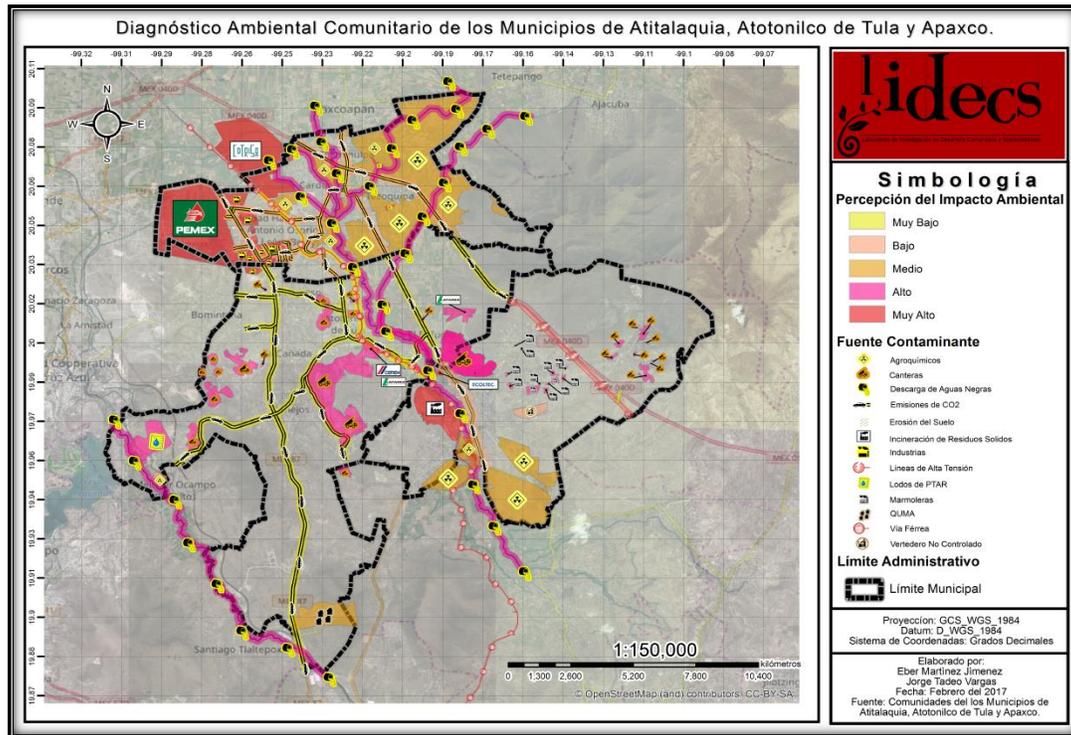
FUENTE: LIDECS.

FIGURA 28. CARTOGRAFÍA COMUNITARIA DEL MUNICIPIO DE APAXCO DE OCAMPO



FUENTE: LIDECS.

FIGURA 29. ANÁLISIS DE LA CARTOGRAFÍA COMUNITARIA DE LOS MUNICIPIOS DE ATITALAQUIA, ATOTONILCO DE TULA Y APAXCO DE OCAMPO



FUENTE: LIDECS.

Como se muestra en la Figura 29 el análisis de los municipios arroja un panorama de la percepción de la población en relación a los riesgos ambientales que se presentan a lo largo del municipio, siendo los principales la presencia de cementeras, industrias, zonas de extracción y el Río Salado. Dicho esto, el comparativo que se genera a partir de la cartografía de la incidencia de cáncer y la relación nos muestra una zona completamente afectada en la salud población y en el medio ambiente que los rodea al estar ligados los procesos de producción del cemento con las fuentes de emisión que la población percibe como un riesgo muy alto.

Anexo III. Gráficas y Tablas.

TABLA 7. CLAVES DEL CIE-10 UTILIZADAS PARA EL ESTUDIO.

CIE-10	DESCRIPCION
C00	TUMOR MALIGNO DEL LABIO
C01	TUMOR MALIGNO DE LA BASE DE LA LENGUA
C02	TUMOR MALIGNO DE OTRAS PARTES Y DE LAS NO ESPECIFICADAS DE LA LENGUA
C03	TUMOR MALIGNO DE LA ENCIA
C04	TUMOR MALIGNO DEL PISO DE LA BOCA
C05	TUMOR MALIGNO DEL PALADAR
C06	TUMOR MALIGNO DE OTRAS PARTES Y DE LAS NO ESPECIFICADAS DE LA BOCA
C07	TUMOR MALIGNO DE LA GLANDULA PAROTIDA
C08	TUMOR MALIGNO DE OTRAS GLANDULAS SALIVALES MAYORES Y DE LAS NO ESPECIFICADAS
C09	TUMOR MALIGNO DE LA AMIGDALA
C10	TUMOR MALIGNO DE LA OROFARINGE
C11	TUMOR MALIGNO DE LA NASOFARINGE
C12	TUMOR MALIGNO DEL SENO PIRIFORME
C13	TUMOR MALIGNO DE LA HIPOFARINGE
C14	TUMOR MALIGNO DE OTROS SITIOS Y DE LOS MAL DEFINIDOS DEL LABIO, DE LA CAVIDAD BUCAL Y DE LA FARINGE
C15	TUMOR MALIGNO DEL ESOFAGO
C16	TUMOR MALIGNO DEL ESTOMAGO
C17	TUMOR MALIGNO DEL INTESTINO DELGADO
C18	TUMOR MALIGNO DEL COLON
C19	TUMOR MALIGNO DE LA UNION RECTOSIGMOIDEA
C20	TUMOR MALIGNO DEL RECTO
C21	TUMOR MALIGNO DEL ANO Y DEL CONDUCTO ANAL
C22	TUMOR MALIGNO DEL HIGADO Y DE LAS VIAS BILIARES INTRAHEPATICAS
C23	TUMOR MALIGNO DE LA VESICULA BILIAR
C24	TUMOR MALIGNO DE OTRAS PARTES Y DE LAS NO ESPECIFICADAS DE LAS VIAS BILIARES
C25	TUMOR MALIGNO DEL PANCREAS
C26	TUMOR MALIGNO DE OTROS SITIOS Y DE LOS MAL DEFINIDOS DE LOS ORGANOS DIGESTIVOS
C30	TUMOR MALIGNO DE LAS FOSAS NASALES Y DEL OIDO MEDIO
C31	TUMOR MALIGNO DE LOS SENOS PARANASALES
C32	TUMOR MALIGNO DE LA LARINGE
C33	TUMOR MALIGNO DE LA TRAQUEA
C34	TUMOR MALIGNO DE LOS BRONQUIOS Y DEL PULMON
C37	TUMOR MALIGNO DEL TIMO
C38	TUMOR MALIGNO DEL CORAZON, DEL MEDIASTINO Y DE LA PLEURA

C39	TUMOR MALIGNO DE OTROS SITIOS Y DE LOS MAL DEFINIDOS DEL SISTEMA RESPIRATORIO Y DE LOS ORGANOS INTRATORACICOS
C40	TUMOR MALIGNO DE LOS HUESOS Y DE LOS CARTILAGOS ARTICULARES DE LOS MIEMBROS
C41	TUMOR MALIGNO DE LOS HUESOS Y DE LOS CARTILAGOS ARTICULARES, DE OTROS SITIOS Y DE SITIOS NO ESPECIFICADOS
C43	MELANOMA MALIGNO DE LA PIEL
C44	OTROS TUMORES MALIGNO DE LA PIEL
C45	MESOTELIOMA
C46	SARCOMA DE KAPOSI
C47	TUMOR MALIGNO DE LOS NERVIOS PERIFERICOS Y DEL SISTEMA NERVIOSO AUTONOMO
C48	TUMOR MALIGNO DEL PERITONEO Y RETROPERITONEO
C49	TUMOR MALIGNO OTROS TEJIDOS CONJUNTIVOS Y DE TEJIDOS BLANDOS
C50	TUMOR MALIGNO DE LA MAMA
C51	TUMOR MALIGNO DE LA VULVA
C52	TUMOR MALIGNO DE LA VAGINA
C53	TUMOR MALIGNO DEL CUELLO DEL UTERO
C54	TUMOR MALIGNO DEL CUERPO DEL UTERO
C55	TUMOR MALIGNO DEL UTERO PARTE NO ESPECIFICADA
C56	TUMOR MALIGNO DEL OVARIO
C57	TUMOR MALIGNO DE OTROS ORGANOS GENITALES FEMENINOS Y LOS NO ESPECIFICADOS
C58	TUMOR MALIGNO DE LA PLACENTA
C60	TUMOR MALIGNO DEL PENE
C61	TUMOR MALIGNO DE LA PROSTATA
C62	TUMOR MALIGNO DEL TESTICULO
C63	TUMOR MALIGNO DE OTROS ORGANOS GENITALES MASCULINOS Y DE LOS NO ESPECIFICADOS
C64	TUMOR MALIGNO DEL RINON EXCEPTO DE LA PELVIS RENAL
C65	TUMOR MALIGNO DE LA PELVIS RENAL
C66	TUMOR MALIGNO DEL URETER
C67	TUMOR MALIGNO DE LA VEJIGA URINARIA
C68	TUMOR MALIGNO OTROS ORGANOS URINARIOS Y DE LOS NO ESPECIFICADOS
C69	TUMOR MALIGNO DEL OJO Y SUS ANEXOS
C70	TUMOR MALIGNO DE LAS MENINGES
C71	TUMOR MALIGNO DEL ENCEFALO
C72	TUMOR MALIGNO DE LA MEDULA ESPINAL, DE LOS NERVIOS CRANEALES Y DE OTRAS PARTES DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL
C73	TUMOR MALIGNO DE LA GLANDULA TIROIDES
C74	TUMOR MALIGNO DE LA GLANDULA SUPRARRENAL
C75	TUMOR MALIGNO DE OTRAS GLANDULAS ENDOCRINAS Y DE ESTRUCTURAS AFINES
C76	TUMOR MALIGNODE OTROS SITIOS Y DE SITIOS MAL DEFINIDOS

C77	TUMOR MALIGNO SECUNDARIO Y EL NO ESPECIFICADO DE LOS GANGLIOS LINFATICOS
C78	TUMOR MALIGNO SECUNDARIO DE LOS ORGANOS RESPIRATORIOS Y DIGESTIVOS
C79	TUMOR MALIGNO SECUNDARIO DE OTROS SITIOS
C80	TUMOR MALIGNO DE SITIOS NO ESPECIFICADOS
C81	ENFERMEDAD DE HODGKIN
C82	LINFOMA NO HODGKIN FOLICULAR [NODULAR]
C83	LINFOMA NO-HODGKIN DIFUSO
C84	LINFOMA CELULAS T, PERIFERICO Y CUTANEO
C85	LINFOMA NO HODGKIN DE OTRO TIPO Y EL NO ESPECIFICADO
C88	ENFERMEDADES INMUNOPROLIFERATIVAS MALIGNAS
C90	MIELOMA MULTIPLES Y TUMORES MALIGNOS DE CELULAS PLASMATICAS
C91	LEUCEMIA LINFOIDE
C92	LEUCEMIA MIELOIDE
C93	LEUCEMIA MONOCITICA
C94	OTRAS LEUCEMIAS DE TIPO CELULAR ESPECIFICADO
C95	LEUCEMIA DE CELULAS DE TIPO NO ESPECIFICADO
C96	OTROS TUMORES MALIGNOS Y LOS NO ESPECIFICADOS DEL TEJIDO LINFATICO, DE LOS ORGANOS HEMATOPOYETICOS Y DE TEJIDOS AFINES
C97	TUMORES MALIGNOS (PRIMARIOS) DE SITIOS MULTIPLES INDEPENDIENTES
D00	CARCINOMA IN SITU DE LA CAVIDAD BUCAL, DEL ESOFAGO Y DEL ESTOMAGO
D01	CARCINOMA IN SITU DE OTROS ORGANOS DIGESTIVOS Y DE LOS NO ESPECIFICADOS
D02	CARCINOMA IN SITU DEL SISTEMA RESPIRATORIO Y DEL OIDO MEDIO
D03	MELANOMA IN SITU
D04	CARCINOMA IN SITU DE LA PIEL
D05	CARCINOMA IN SITU DE LA MAMA
D06	CARCINOMA IN SITU DEL CUELLO DEL UTERO
D07	CARCINOMA IN SITU DE OTROS ORGANOS GENITALES Y DE LOS NO ESPECIFICADOS
D09	CARCINOMA IN SITU DE OTROS SITIOS Y DE LOS NO ESPECIFICADOS
D10	TUMOR BENIGNO DE LA BOCA Y DE LA FARINGE
D11	TUMOR BENIGNO DE LAS GLANDULAS SALIVARES MAYORES
D12	TUMOR BENIGNO DEL COLON, DEL RECTO, DEL CONDUCTO ANAL Y DEL ANO
D13	TUMOR BENIGNO DE OTRAS PARTES Y DE LAS MAL DEFINIDAS DEL SISTEMA DIGESTIVO
D14	TUMOR BENIGNO DEL OIDO MEDIO Y DEL SISTEMA RESPIRATORIO
D15	TUMOR BENIGNO DE OTROS ORGANOS INTRATORACICOS Y DE LOS NO ESPECIFICADOS
D16	TUMOR BENIGNO DEL HUESO Y DEL CARTILAGO ARTICULAR
D17	TUMORES BENIGNOS LIPOMATOSOS
D18	HEMANGIOMA Y LINFANGIOMA DE CUALQUIER SITIO

D19	TUMOR BENIGNO DEL TEJIDO MESOTELIAL
D20	TUMOR BENIGNO DEL TEJIDO BLANDO DEL PERITONEO Y DEL RETROPERITONEO
D21	OTROS TUMORES BENIGNOS DEL TEJIDO CONJUNTIVO Y TEJIDO BLANDO
D22	NEVO MELANOCITICO
D23	OTROS TUMORES BENIGNOS DE LA PIEL
D24	TUMOR BENIGNO DE LA MAMA
D25	LEIOMIOMA DEL UTERO
D26	OTROS TUMORES BENIGNOS DEL UTERO
D27	TUMOR BENIGNO DEL OVARIO
D28	TUMOR BENIGNO DE OTROS ORGANOS GENITALES FEMENINOS Y DE LOS NO ESPECIFICADOS
D29	TUMOR BENIGNO DE LOS ORGANOS GENITALES MASCULINOS
D30	TUMOR BENIGNO DE LOS ORGANOS URINARIOS
D31	TUMOR BENIGNO DEL OJO Y SUS ANEXOS
D32	TUMOR BENIGNO DE LAS MENINGES
D33	TUMOR BENIGNO DEL ENCEFALO Y DE OTRAS PARTES DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL
D34	TUMOR BENIGNO DE LA GLANDULA TIROIDES
D35	TUMOR BENIGNO DE OTRAS GLANDULAS ENDOCRINAS Y DE LAS NO ESPECIFICADAS
D36	TUMOR BENIGNO DE OTROS SITIOS Y DE LOS NO ESPECIFICADOS
D37	TUMOR DE COMPORTAMIENTO INCIERTO DE LA CAVIDAD BUCAL Y DE LOS ORGANOS DIGESTIVOS
D38	TUMOR DE COMPORTAMIENTO INCIERTO DEL OIDO MEDIO Y DE LOS ORGANOS RESPIRATORIOS E INTRATORACICOS
D39	TUMOR DE COMPORTAMIENTO INCIERTO DE LOS ORGANOS GENITALES FEMENINOS
D40	TUMOR DE COMPORTAMIENTO INCIERTO DE LOS ORGANOS GENITALES MASCULINOS
D41	TUMOR DE COMPORTAMIENTO INCIERTO DE LOS ORGANOS URINARIOS
D42	TUMOR DE COMPORTAMIENTO INCIERTO DE LAS MENINGES
D43	TUMOR DE COMPORTAMIENTO INCIERTO DEL ENCEFALO Y DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL
D44	TUMOR DE COMPORTAMIENTO INCIERTO DE LAS GLANDULAS ENDOCRINAS
D45	POLICITEMIA VERA
D46	SINDROMES MIELODISPLASICOS
D47	OTROS TUMORES DE COMPORTAMIENTO INCIERTO O DESCONOCIDO DEL TEJIDO LINFATICO, DE LOS ORGANOS HEMATOPOYETICOS Y DE TEJIDOS AFINES
D48	TUMOR DE COMPORTAMIENTO INCIERTO O DESCONOCIDO DE OTROS SITIOS Y DE LOS NO ESPECIFICADOS
D50	ANEMIAS POR DEFICIENCIA DE HIERRO
D51	ANEMIA POR DEFICIENCIA DE VITAMINA B12
D52	ANEMIA POR DEFICIENCIA DE FOLATOS
D53	OTRAS ANEMIAS NUTRICIONALES

D55	ANEMIA DEBIDA A TRASTORNOS ENZIMATICOS
D56	TALASEMIA
D57	TRASTORNOS FALCIFORMES
D58	OTRAS ANEMIAS HEMOLITICAS HEREDITARIAS
D59	ANEMIA HEMOLITICA ADQUIRIDA
D60	APLASIA ADQUIRIDA, EXCLUSIVA DE LA SERIE ROJA [ERITOBLASTOPENIA]
D61	OTRAS ANEMIAS APLASTICAS
D62	ANEMIA POSTHEMORRAGICA AGUDA
D63	ANEMIA EN ENFERMEDADES CRONICAS CLASIFICADAS EN OTRA PARTE
D64	OTRAS ANEMIAS
D65	COAGULACION INTRAVASCULAR DISEMINADA
D66	DEFICIENCIA HEREDITARIA DEL FACTOR VIII
D67	DEFICIENCIA HEREDITARIA DEL FACTOR IX
D68	OTROS DEFECTOS DE LA COAGULACION
D69	PURPURA Y OTRAS AFECCIONES HEMORRAGICAS
D70	AGRANULOCITOSIS
D71	TRASTORNOS FUNCIONALES POLIMORFONUCLEARES NEUTROFILOS
D72	OTROS TRASTORNOS DE LOS LEUCOCITOS
D73	ENFERMEDADES DEL BAZO
D74	METAHEMOGLOBINEMIA
D75	OTRAS ENFERMEDADES DE LA SANGRE Y DE LOS ORGANOS HEMATOPOYETICOS
D76	CIERT ENFERMEDADES QUE AFECTANAN EL TEJIDO LINFORRETICULAR Y AL SISTEMA RETICULOENDOTELIAL
D77	OTROS TRASTORNOS DE LA SANGRE Y DE LOS ORGANOS HEMATOPOYETICOS EN ENFERMEDADES CLASIFICADAS EN OTRA PARTE
D80	INMUNODEFICIENCIA CON PREDOMINIO DE DEFECTOS DE LOS ANTICUERPOS
D81	INMUNODEFICIENCIAS COMBINADAS
D82	INMUNODEFICIENCIAS ASOCIADAS A OTROS DEFECTOS MAYORES
D83	INMUNODEFICIENCIA VARIABLE COMUN
D84	OTRAS INMUNODEFICIENCIAS
D86	SARCOIDOSIS
D89	OTROS TRASTORNOS QUE AFECTANAN EL MECANISMO DE LA INMUNIDAD NO CLASIFICADAS EN OTRA PARTE

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LA LISTA DE CATEGORÍAS DE TRES

CARACTERES DEL VOLUMEN 1 DEL CIE-10.