ASOCIACIÓN ENTRE LA SUBFECUNDIDAD Y EL DESASTRE AMBIENTAL POR LA CONTAMINACIÓN AL RÍO SONORA DE MÉXICO EN AGOSTO DE 2014

RAQUEL RIVERA CARVAJAL

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE SALUD
ESCUELA DE MEDICINA
DEPARTAMENTO DE SALUD PÚBLICA
MAESTRÍA EN EPIDEMIOLOGÍA
BUCARAMANGA
2017

ASOCIACIÓN ENTRE LA SUBFECUNDIDAD Y EL DESASTRE AMBIENTAL POR LA CONTAMINACIÓN AL RÍO SONORA DE MÉXICO EN AGOSTO DE 2014

RAQUEL RIVERA CARVAJAL

Trabajo de grado para optar al título de
MAGISTER EN EPIDEMIOLOGIA

DIRECTOR
ÁLVARO JAVIER IDROVO VELANDIA
MD, MSP, MSc, Ph.D en Epidemiología

CODIRECTOR
HÉCTOR FRANCISCO DUARTE TAGLES
Ingeniero Ecólogo, Ph.D en Epidemiología

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE SALUD
ESCUELA DE MEDICINA
DEPARTAMENTO DE SALUD PÚBLICA
MAESTRÍA EN EPIDEMIOLOGÍA
BUCARAMANGA
2017

DEDICATORIA

A Dios, por sentir que guía y conduce nuestros caminos, queriendo lograr nuestra felicidad, librándonos de depresiones y porque solo con su aprobación es posible visualizar lo realmente importante en nuestras vidas.

En segundo lugar a mi padre por su dedicación, orientarnos con su sabiduría, con una conducta ejemplar, que nos enseñó junto con mi madre a obrar considerando a las demás personas, con una capacidad de trabajo muy poco vista, y aunque en estos momentos ya no está físicamente con nosotros, todos en la familia lo sentimos cercano.

A mi madre, un regalo de Dios inigualable, compañía fiel en todo orden, todos en la familia la hemos sentido siempre y estamos seguros de que continuará habiendo tenido oportunidad de conocerla. A mis hermanos, por su apoyo, en especial a mi hermano Jairo, por ser el mejor hermano que se puede tener, en quien se percibe también la alegría y guía dada por Dios, junto con toda mi familia.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por permitirme conocer a todas las personas que me apoyaron para llevar a cabo el presente trabajo, en especial al Dr. Álvaro Javier Idrovo Velandia por ser una persona ejemplar, con extraordinarios valores y conocimientos que me permitió participar en este proyecto y junto con el Dr. Héctor Duarte Tagles, apoyaron, ejecutaron y orientaron durante todo el proceso.

A todo el equipo de la maestría en epidemiologia. A la Dra. Myriam Ruiz Rodríguez, directora de la maestría, por su guía y confianza que contribuyeron a fortalecer los conocimientos necesarios para llegar a ser una magister en epidemiologia. A la Dra. Myriam Orostegui, la Dra. Flor de Maria Cáceres por su apoyo en la construcción de la encuesta. A todos los profesores que me facilitaron la obtención de los contenidos del plan curricular: Nayr López, Dúwamg Alexis Prada Marín, Dra. Aurora Gafaro, Dr. Fabio Camargo, Dr. Federico Silva, Dr. Oscar Herrán, Dr. Carlos Pinzón, Dr. Miguel Ochoa, Dr. Fredi A. Díaz, Dra. Lina Vera Cala, Dra. Ruth Martínez, Dr. Víctor Mauricio Herrera, Dr. Franklyn Prieto Alvarado, Dra. María Helena Quijano, Msc. Nelly Acevedo, Dr. Héctor Posso, Dra. Doris Cristina Quintero Lesmes y el Dr. Julian Fernández. Gracias por sus enseñanzas y orientaciones. Al personal administrativo del departamento de salud de pública: Tatiana Garnica, Betty Flórez, Robinson León Díaz por su contribución en todos los aspectos administrativos que hicieron factible la ejecución de todas las actividades llevadas a cabo.

A todos los que apoyaron en la recolección de la información. A Derheyz Ortiz y Marcia Amador que participaron en la prueba piloto; a los estudiantes de noveno semestre de medicina de la Universidad de Sonora que conformaron el grupo de trabajo de campo en los municipios: Paulina Guadalupe Alvarado Pérez, Clara Luz Álvarez Montoya, Alan Ricardo Ayala Rodríguez, Christian Antonio Beltrán Flores, Sylvia Jaqueline Borbón Vásquez, Alex Adrián Caro Núñez, Pablo César Cazares Parra, César Víctor Figueroa Meza, Miguel Alan Flores Quiroz, Damaris Nathali Gil Lamadrid Ramírez, Itzayara Anahí González Sánchez, Alva Belem Gutiérrez Vásquez, Ana Karla Martínez Loya, Damaris Gabriela Murillo Robles, Jorge Luis Ochoa Gutiérrez, Alejandra Palafox Navarro, Rodolfo Enrique Rangel Ayón, David Robles Olivarria, Jesús Antonio Sánchez Barragán, Itzel Alejandra Sánchez Pesqueira, Gissel Sánchez Reyna, Juan Pablo Sánchez Valenzuela y Ana Cecilia Tánori Gaspar.

También, gracias a mis compañeros de trabajo del servicio de urgencias del HUB los Comuneros, en especial a Elenis Guerrero por su colaboración y finalmente a todos mis compañeros de la maestría Claudia, Adriana, Lorena, Johe, Iris, Luis, Lina, Carolina, Jonathan y Linda que me acompañaron en este camino.

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN 14
1. PLANTEAMENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACION 18
2. PREGUNTA DE INVESTIGACION 22
3. HIPÓTESIS DE ESTUDIO 22
4. OBJETIVOS 23
4.1. OBJETIVO GENERAL 23
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 23
5. MARCO CONCEPTUAL 24
5.1. TIEMPO PARA EL EMBARAZO 24
5.1.1. Definición. 24
5.1.2. Usos del tiempo para el embarazo. 24
5.1.3. Posibles variables que pueden confundir la asociación. 30
5.2. CONTAMINACIÓN DE LOS RÍOS SONORA Y BACANUCHI DE MÉXICO 33
5.2.1. Descripción de la población de Sonora. 33
5.2.2. Descripción de la mina Buenavista del Cobre 35
5.2.3. Descripción del evento de contaminación. 36
5.3. METALES Y METALOIDE ASOCIADOS CON LA CONTAMINACIÓN 39
5.3.1. Arsénico. 41
5.3.2. Plomo. 42
5.3.3. Cadmio. 42
5.3.4. Mercurio. 43
5.4. DESCRIPCIÓN DE MAGDALENA DE KINO (No exposición) 44
5.5. CONTAMINANTES Y EL TPE 46
6. METODOLOGIA 49
6.1. TIPO DE ESTUDIO 49
6.2. POBLACIÓN Y MUESTRA 49
6.2.1. Población blanco 49
6.2.2. Población de estudio y cálculo del tamaño de muestra 50

6.2.2.1. Criterios de inclusión....52
6.2.2.2. Criterios de exclusión....52
6.3. MUESTREO....52
6.4. VARIABLES....53
6.4.1. Sociodemográficas....53
6.4.2. Desenlace....53
6.4.3. De exposición. Se contemplaron tres mediciones de la exposición:....53
6.4.4. Covariables y potenciales confusoras....54
6.5. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES....55
6.6. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN....55
6.7. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS....56
7. PRUEBA PILOTO....60
8. CONTROL DE CALIDAD DE LOS DATOS....62
9. EVALUACIÓN CRÍTICA DEL ESTUDIO....63
10. CONSIDERACIONES ÉTICAS.....67
11. RESULTADOS....69
11.1. ANALISIS DESCRIPTIVO....69
11.1.1. Variables sociodemográficas....71
11.1.2. Desenlace....73
11.1.3. De exposición....77
11.1.4. Covariables y potenciales confusoras....78
11.2. ANÁLISIS BIVARIADO....86
11.3. CAMBIOS EN EL TPE SEGÚN EL GRUPO....89
11.4. CAMBIOS DE TPE EN EL ÁREA DEL RÍO SONORA....93
11.5. ANÁLISIS DE GRADIENTES EN EL ÁREA DEL RÍO SONORA....95
12. DISCUSIÓN....100
13. CONCLUSIONES....109
BIBLIOGRÁFIA....112
ANEXOS....125

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1 Posibles confusores en la evaluación del TPE 32
Tabla 2 Afecciones a la salud por el evento de contaminación 38
Tabla 3 Metales, metaloides y afecciones a la salud 40
Tabla 4 Valores de TPE y medidas de asociación según contaminantes 47
Tabla 5 Distribución de la población de mujeres en municipios afectados 50
Tabla 6 Tamaño de muestra requerido según fórmula Freedman 51
Tabla 7 Muestra obtenida según el tiempo y área 51
Tabla 8 Tabla de datos para el análisis de la información 59
Tabla 9 Sesgos y control 65
Tabla 10 Distribución de variables sociodemográficas. 72
Tabla 11 Distribución porcentual del TPE según el área y el tiempo 74
Tabla 12 Posición en el orden de los embarazos. 75
Tabla 13 Embarazo correlacionados por ser de una misma madre 76
Tabla 14 Fuente del agua de consumo 77
Tabla 15 Hábitos alimenticios y otras ingestas 79
Tabla 16 Exposiciones ocupacionales. 80
Tabla 17 Antecedentes personales 80
Tabla 18 Índice de masa corporal. 82
Tabla 19 Actividad física vigorosa. 82
Tabla 20 Antecedentes ginecológicos y obstétricos. 83
Tabla 21 Aspectos del padre. 85
Tabla 22 Medianas de TPE y fORc 87
Tabla 23 Modelo multivariado – diferencias en los grupos. 90
Tabla 24 Distribución de embarazos según cada grupo- modelo 3 91
Tabla 25 Modelo multivariado – diferencias según el tiempo 94
Tabla 26 Modelo multivariado – análisis del gradiente 96

LISTA DE ILUSTRACIONES

Pág.

Ilustración 1 Tasa global de fecundidad en Sonora 20
Ilustración 2 Probabilidad teórica de concepción 26
Ilustración 3 Disfunciones biológicas y reducción de la fertilidad. 31
Ilustración 4 Área afectada por el derrame 38
Ilustración 5 Mediciones de arsénico y plomo en agua superficial.....42
Ilustración 6 Mediciones de cadmio agua superficial 43
Ilustración 7 Mediciones de mercurio agua superficial.....44
Ilustración 8 Hidrografía, orografía áreas de estudio 45
Ilustración 9 Análisis TPE cohorte retrospectiva 57
Ilustración 10 Diagrama de flujo de las participantes.....69
Ilustración 11 Proporción de infertilidad según las zonas 70
Ilustración 12 Proporción de encuestas en el área del río Sonora.....71
Ilustración 13 Porcentaje acumulado de embarazos según el área y el tiempo 75
Ilustración 14 Usos del agua del río en las zonas.....78
Ilustración 15 Desarrollo de embarazos en los grupos según cada modelo 91
Ilustración 16 Desarrollo embarazos según la ocupación padre - modelo 3.....92
Ilustración 17 Desarrollo de embarazos según el tiempo – análisis crudo.....94
Ilustración 18 Grupos organizados para exploración del gradiente 96
Ilustración 19 Desarrollo de embarazos exploración gradiente - modelo 1.....97
Ilustración 20 Desarrollo de embarazos consumo de pollo - modelo 1.....98
Ilustración 21 Desarrollo de embarazos según el uso del agua cultivos/animales - modelo 1 98
Ilustración 22 Poder y fOR según el tamaño muestral.....105

LISTA DE ANEXOS

Pág.

Anexo A Mediciones de Arsénico, Cadmio, Mercurio y Plomo 126
Anexo B Niveles Máximos permitidos según la legislación mexicana y la OMS.128
Anexo C Encuesta 129
Anexo D Consentimiento informado 134
Anexo E Manual de procedimientos 136
Anexo F Operacionalización de las variables 142
Anexo G Cronograma de actividades 150
Anexo H Presupuesto 150
Anexo I Evaluación de los modelos 153
Anexo J Encuestadores – aplicación del instrumento en el área 159
Anexo K Modelos que excluyen embarazos de una misma madre.....160

RESUMEN

TÍTULO: ASOCIACIÓN ENTRE LA SUBFECUNDIDAD Y EL DESASTRE AMBIENTAL POR LA CONTAMINACIÓN AL RÍO SONORA DE MÉXICO EN AGOSTO DE 2014*.

AUTOR: RAQUEL RIVERA CARVAJAL**

PALABRAS CLAVE: Tiempo para el embarazo, metales pesados, contaminación del río Sonora.

DESCRIPCION

Introducción: La contaminación al río Sonora con 40.000 m^3 de residuos tóxicos procedentes de una mina dedicada a la extracción de cobre, ocurrida el 6 de agosto de 2014, es considerado el mayor desastre ambiental minero en México, afectando a 22.000 residentes del área, se han cuantificado metales pesados y arsénico que sobrepasan los límites máximos permitidos; son muchos los eventos adversos a la salud humana, animal y en la flora que pueden presentarse.

Objetivo: Determinar la asociación entre el derrame tóxico y la subfecundidad comparando mediciones de tiempo para el embarazo (TPE).

Metodología: En un estudio de cohorte retrospectiva, de 285 embarazos se recolectó información de datos sociodemográficos, antecedentes personales, ocupaciones, ambientales, nutricionales y el TPE. La exposición a la zona afectada fue definida de acuerdo a las regiones determinadas en estudios ambientales previos, la ocurrencia del embarazo antes o después del derrame. Odds ratios de fecundabilidad (fOR) estimados mediante modelos de peligros condicionales en regresión logística fueron usados para explorar la asociación con el derrame.

Resultados: La probabilidad de embarazo disminuyó después del derrame en el río en los modelos explorados (fOR Modelo 1: 0,52, IC95%: 0,29 – 0,92), cuando se residía en la ribera baja/media del río (Baviácora, Aconchi), se refirió consumo de pollo, si el padre tenía ocupación minera y cuando el agua del río se usaba para regar cultivos y consumo de animales ($p<0,05$).

Conclusiones: Habiendo identificado un efecto sutil en la fecundidad de los habitantes un mayor efecto puede ser apreciado en un lapso de tiempo mayor mediante investigaciones rigurosas que permitan continuar entendiendo los reales efectos adversos en la salud humana por esta contaminación.

* Trabajo de Investigación

** Facultad de Salud. Escuela de Medicina. Departamento de Salud Pública. Maestría en Epidemiología. Director: Álvaro Javier Idrovo Velandia; Codirector Héctor Francisco Duarte Tagles

ABSTRACT

TITLE: ASSOCIATION BETWEEN THE SUBFECUNDIBITY AND THE ENVIRONMENTAL DISASTER FOR THE CONTAMINATION TO THE SONORA RIVER OF MEXICO IN AUGUST OF 2014.*

AUTHOR: RAQUEL RIVERA CARVAJAL**

WORDS KEY: Time for the pregnancy, heavy metals, contamination of the Sonora river.

DESCRIPTION

Introduction: The Sonora river contamination with 40.000 m^3 of toxic residuals because of a mine dedicated to the copper extraction, happened at August 6th 2014, it Is considered the biggest mining environmental disaster in Mexico, affecting 22.000 residents of the area, heavy metals and arsenic have been quantified that exceed the maximum limits allowed. Consequently, many adverse events to human, animal and plant health may occur.

Objective: Determine the association between the toxic spillover and the subfecundibity by comparing mensurations of time for pregnancy (TPE)

Methodology: In a study of retrospective cohort of 285 pregnancies sociodemographic data, personal antecedents, occupations, environmental, nutritional data and TPE were collected. The exhibition to the affected area was defined according to the regions determined in previous environmental studies, the pregnancy occurrence before or after the spill. Odds fecundability ratios (FOR) estimated using conditional hazard in models in logistic regression were used to explore association with the spill.

Results: The pregnancy probability diminished after the spillover in the river in the explored models (Model 1 fOR: 0,52, IC95%: 0,29 - 0,92), when them resided in the low/medium riverside (Baviácora, Aconchi), chicken consumption was Reported, if the father had mining occupation and when river water was used to irrigate crops and animal consumption. ($p < 0,05$).

Conclusions: Having identified a subtle effect in the fecundity of the inhabitants, a bigger effect it can be appreciated over a longer period through rigorous investigations that allow to continue understanding the real adverse effects in the human health for this contamination.

* Research work

** Faculty of Health. Medicine School. Department of Public Health. Master in Epidemiology. Director: Álvaro Javier Idrovo Velandia; Codirector Héctor Francisco Duarte Tagles

INTRODUCCIÓN

La presente investigación explora la afección en la fecundidad en mujeres residentes en los municipios de: Arizpe, Banámichi, Huépac, San Felipe de Jesús, Aconchi, Baviácora, Ures y corregimientos de Hermosillo (Molino de Camou, Topahue, San Francisco de Batuc, El Tronconal y San Pedro El Saucito), que fueron afectados por la contaminación del agua del río Sonora y su afluente el río Bacanuchi ocurrida el 6 de agosto de 2014[1] [2] [3], la cual contenía químicos como: cobre, mercurio, plomo, cadmio y arsénico, que tiene reconocidos efectos adversos en la reproducción humana cuando superan los límites permitidos[4] [5] [6].

La contaminación fue dada por aproximadamente 40,000 m^3 de lixiviados de cobre, cuando se presentó una falla en la pileta de almacenamiento denominada Tinajas 1, los habitantes describieron que el agua del río cambió a un color amarillo cobriza y naranja e inmediatamente se empezaron a reportar efectos en la salud[7] [8] a nivel dermatológico, gastrointestinal, neurológico, cardiovascular, oftalmológico, pero ninguno hasta la fecha a nivel reproductivo.

---

[1] SEMARNAT, "Derrame de sulfato de cobre en el Río Bacánuchi, (afluente del Río Sonora)", agosto de 2014, [online] Disponible en: www.fideicomisoriosonora.gob.mx/docs/DPpresentacion_conferencia_derrame.pdf.

[2] LAMMERS G. GAMMA F, Crónica Ambiental, Río Sonora. La historia detrás del derrame. Octubre de 2014. [online] Disponible en: http://www.cronicaambiental.com.mx/ediciones/cronica-ambiental-05.pdf, p 22 - 30

[3] ENCISO A. Semanart: desastre ambiental en Sonora, el peor de la minería en el país. La Jornada, 26 Agosto 2014. [online] Disponible en: http://www.jornada.unam.mx/ultimas/2014/08/26/derrame-en-sonora-seria-el-peor-desastre-ambiental-del-pais-semarnat-6579.html.

[4] NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-127-SSA1-1994, "salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización" Modificación 2000 [online] [consulta: 15 mayo 2016] Disponible en: http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/m127ssa14.html

[5] DÍAZ R, DUARTE H, DURAZO F. Amenazas para la salud en el Río Sonora: análisis exploratorio de la calidad del agua reportada en la base de datos oficial de México. Salud UIS. 2016 Salud Vol 48 No 1. p 91 – 96.

[6] MALDONADO M, GONZALEZ D, JARAMILLO J. Toxicología ambiental, Cap. 10 Toxicología de los metales, Universidad Autónoma de Aguas calientes. 2009. p 261 – 285.

[7] ACUÑA D, URQUIJO M, Detallan autoridades lo que han hecho en el río Sonora. Miércoles 5 de agosto de 2015, [online] [consulta: 2 enero 2016] Disponible en: www.elimparcial.com/EdicionDigital/Home.html?s=GENERAL.

[8] COMISIÓN ESPECIAL PARA DAR SEGUIMIENTO A LA PROBLEMÁTICA GENERADA POR EL DERRAME DE DIVERSAS SUSTANCIAS CONTAMINANTES A LOS RÍOS SONORA Y BACANUCHI. Gacela parlamentaria. Septiembre 17 2014. [online] [consulta: 2 enero 2016] http://gaceta.diputados.gob.mx/PDF/62/2014/sep/20140917-V.pdf

De otra parte, informan que esta contaminación viene ocurriendo desde hace tiempo[9] [10], y tan solo este fue mucho mayor y tuvo una difusión mediática, se debe tener en cuenta que las tasas globales de fecundidad en Sonora han venido disminuyendo[11], en espacio de 10 años, la tasa de fecundidad pasó de 2,74 a 2,12, siendo la quinta más baja a nivel nacional; para 2014 fue de 2,25 según información disponible en el Instituto Nacional de Estadística y Geografía[12] (INEGI). Sin embargo, esto no permite realizar conclusiones porque existe una tendencia mundial a observar tasas bajas de fecundidad por factores como cambio de condiciones de vida, trabajo de la mujer, entre otros.

Para la evaluación de la alteración en la fecundidad se utilizó la medición del tiempo para el embarazo (TPE), medida que ha sido empleada para identificar tendencias a la subfecundidad o subfecundabilidad (menor probabilidad de embarazo) como consecuencia de exposiciones ocupacionales y ambientales[13] [14]; y que consisten en contar el número de meses que le toma a una pareja concebir un bebé.

Se realizó un estudio de cohorte retrospectivo con muestreo por conveniencia, como unidad de muestreo cualquier embarazo, en el cual la exposición se asumió

---

[9] RUELAS J, GONZÁLEZ R, Distribución, concentración y origen de hierro y manganeso en las aguas superficiales y subterráneas de la cuenca alta y media del río Sonora, noroeste de México, Obregón: Instituto Tecnológico de Sonora. 2006. p 1-10.

[10] GOMEZ A, VALENZUELA J, MEZA D, VILLANUEVA M, *et al. Impact of mining activities on sediments in a semi-arid environment: San Pedro River, Sonora, Mexico. Applied Geochemistry,* 2011. Vol 26 No.12, p 2101 -2112.

[11] ZUÑIGA E, ZUBIETA B, ARAYA E, HERRERA L. Cuaderno de salud reproductiva de Sonora CONAPO Consejo Nacional de Población. 2000, [online] [consulta: 23 enero 2016] Disponible en: www.conapo.gob.mx

[12] INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA – MÉXICO. Censo de Población y vivienda 2010 ISBN 978-607-494-195-1 [online] [consulta: 22 abril 2015] Disponible en: http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras

[13] BAIRD D, WILCOX AJ, WEINBERG CR. Use of time to pregnancy to study environmental exposures. American Journal Epidemiology, 1986, Vol 124, p 470-80.

[14] IDROVO A, SANIN LH, COLE D. Tiempo para quedar en embarazo consideraciones generales y metodológicas. Biomédica Revista del instituto Nacional de Salud, 2005 A, Vol 25, p 398 – 411.

de manera ecológica, considerando que estuvieran viviendo en los municipios afectados por la contaminación en el momento del embarazo. Se obtuvo la información de 285 embarazos, dentro del análisis se incluyeron 235 (embarazos con mediciones de TPE ≤ 12 meses), de los cuales 111 ocurrieron en la zona afectada por la contaminación y 124 en una zona no afectada por esta contaminación, en un tiempo antes y después del evento, y se exploró un gradiente de contaminación según la distancia de donde ocurrió del derrame de los lixiviados de cobre en la mina.

El instrumento que se aplicó ha sido utilizado en múltiples estudios con un alto grado de confiablidad y reproducibilidad[15] [16] [17] [18]. Se realizaron las adaptaciones de las preguntas del instrumento dado el evento y el área; se realizó una prueba piloto y el trabajo de campo fue llevado a cabo por estudiantes de noveno semestre de la escuela de medicina de la Universidad de Sonora.

Para el análisis estadístico primero se realizó descripción de los grupos; en el análisis bivariado se calcularon medianas de TPE, rangos intercuartiles y como medida de asociación se utilizó Odds Ratio de fecundabilidad calculado en regresión logística, la cual requiere una adaptación para estimar probabilidades de sobrevida. El resultado es equivalente al obtenido con una regresión de Cox con variables discretas. Todo esto utilizando el "módulo dthaz"[19] desarrollado por

[15] JAIMES DC, RODRÍGUEZ LA, SÁNCHEZ LH. Tiempo para quedar en embarazo: evaluación de su reproducibilidad en una cohorte retrospectiva. Salud UIS, 2015, Vol 47 No.1, p 41-45.

[16] JOFFE M, *Feasibility of studying subfertility using retrospective self reports.* Journal of Epidemiology and Community Health, 1989, Vol 43, p 268 - 274.

[17] JOFFE M, VILLARD L, LI Z, PLOWMAN, R, VESSEY M. *A time to pregnancy questionnaire designed for long term recall: validity in Oxford, England*. Journal of Epidemiology and Community Health, 1995, Vol 49 No.3, p 314 - 319

[18] COONEY M, COONEY M, BUCK G, SUNDARAM R, MCGUINESS B, LYNCH C. *Validity of Self-Reported Time to Pregnancy*. Epidemiology, 2009, Vol 20 No.1, p. 56 - 59.

[19] DINNO A. DTHAZ: *Stata module to compute discrete time hazard and survival probability estimates*. [online] [consulta: 27 enero 2015] Disponible en: http://econpapers.repec.org

Dinno e implementado en el software estadístico Stata 11 (Stata Corporation, College Station, TX, USA).

En el análisis multivariado se construyeron 3 modelos que incluyen embarazos con mediciones hasta los 12 meses (posterior a 12 meses se considera infertilidad), en el primer modelo se incluyen 285 embarazos, en el segundo modelo se consideró excluir los TPE = 1 por ser afectados por potenciales sesgos como: fallas en el método anticonceptivo, sesgo del deseo del embarazo e inclusión de embarazos no planeados o accidentales[20] [21] [22]; y en el tercer modelo se incluyeron solo los embarazos que ocupan la posición número 1 de todos los embarazos de la mujer con el objeto de eliminar el potencial efecto confusor de los antecedentes obstétricos de la mujer[23].

De esta manera el presente trabajo aporta información para determinar consecuencias en la salud de la población por la contaminación ocurrida. Se espera permita concientizar a los dirigentes gubernamentales de llevar una adecuada auditoria del cumplimiento de la normatividad vigente[24] [25], dado que eventos como éste afectan a la comunidad en todos sus aspectos. Por un lado, la mina Buena Vista del Cobre es una empresa que aporta empleo a los habitantes del área (en especial los municipios ubicados más al norte) y, de otro lado, las comunidades ribereñas tendrán que asumir consecuencias a nivel de la salud, económicas, de higiene y futuro incierto, esperando no tener efectos a largo plazo.

[20] WEINBERG CR, HERTZ-PICCIOTTO I, BAIRD DD, WILCOX AJ. *Efficiency and bias in studies of early pregnancy loss*. Epidemiology, 1992, Vol 3 No. 1, p 17-22.

[21] WEINBERG, CR, BAIRD DD and WILCOX AJ. *Sources of bias in studies of time to pregnancy*. Statistics in Medicine, 1994, Vol 13 No. 5 - 7, p. 671–681.

[22] IDROVO, ÁJ, Op.Cit, 2005 A, p 396 – 411

[23] Ibíd.

[24] NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-127-SSA1-1994. Op.Cit

[25] NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-159-SEMARNAT-2011, Que establece los requisitos de protección ambiental de los sistemas de lixiviación de cobre [online] [consulta: 12 diciembre 2015] Disponible en:http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4644/semarnat/semarnat.htm

1. PLANTEAMENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACION

La contaminación del agua del río Sonora, y su afluente el Bacanuchi, requiere una vigilancia para la identificación de consecuencias a nivel de la salud y en especial a nivel reproductivo de los habitantes afectados, considerando que dentro de los químicos reportados por las instituciones encargadas de la supervisión de la calidad del agua encontraron[26] [27]: arsénico, plomo, mercurio y cadmio, los cuales tienen reconocidos efectos en la fecundidad de los humanos cuando superan los límites máximos permitidos[28] [29] [30] [31] [32] [33].

La evaluación a nivel reproductivo se pudo realizar tomando información del tiempo para el embarazo (TPE) en las mujeres residentes en el área afectada. Esta variable ha sido utilizada para identificar consecuencias en la fecundidad por exposiciones ambientales a diferentes contaminantes[34] como: plaguicidas, solventes, radiaciones, metales pesados, entre otros.

[26] FIDEICOMISO RIO SONORA. [online] [última consulta: 12 diciembre 2016] Disponible en: http://www.fideicomisoriosonora.gob.mx/index.html

[27] DÍAZ R, DUARTE H, DURAZO F. Op.Cit. p 91 – 96

[28] HUTTON M *Lead, Mercury, Cadmium and Arsenic in the Enviromental*. Edited by T. C. Hutchinson and K. M. Meema SCOPE. Published by John Wiley & Sons Ltd, 1987, Chapter 6 p 53 – 68.

[29] APOSTOLI P, CATALANI S. *Metal ions affecting reproduction and development*. Journal Article, 2011, Linking ISSN: 15590836 NLM. Vol 8, p 263-303.

[30] C.D.C. Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades, Trastornos de la Reproducción. [online] [consulta: 22 abril 2016] Disponible en: http://www.cdc.gov/spanish/niosh/topics/reprod/reprodmen.html

[31] TANRIKUT E, KARAER A, CELIK O, CELIK E, OTLU B, *et al. Role of endometrial concentrations of heavy metals (cadmium, lead, mercury and arsenic) in the aetiology of unexplained infertility*. Europan Journal of Obstetrics, Gynecology, and Reproductive Biology, 2014, Vol 179 No.8, p 187-190.

[32] WIRTH JJ, MIJAL RS, *Review Adverse Effects of Low Level Heavy Metal Exposure on Male Reproductive Function.* Systems Biology in Reproductive Medicine, 2010, Vol 56 No.2, p 147 – 167.

[33] SHIAU C Y, WANG J D, CHEN PC, *Decreased Fecundity among male lead workers*, Occupational Enviromental Medicine, 2004, Vol 61 No. 11, p 915 – 923.

[34] SNIJDER C, VELDE E, ROELEVELD N, BURDORF A, *Occupational exposure to chemical substances and time to pregnancy: a systematic Review,* Human Reproduction Update, 2012, Vol 18 No.3 p 284 – 300.

Para constatar la contaminación se puede consultar la página web del Fideicomiso Río Sonora[35], en el cual llevan registros del monitoreo del agua de los ríos, pozos y embalses a nivel superficial, medio y profundo, y se identifica que para estos metales pesados y el arsénico superaron los niveles máximos permitidos en fuentes hídricas según la legislación mexicana[36] y la OMS[37]. En el **anexo A** se pueden visualizar el reporte de mediciones en agua del río Sonora a nivel superficial total para arsénico, cadmio, mercurio y plomo en los dos primeros meses posteriores al evento de contaminación y en el **anexo B** los límites máximos permitidos según la legislación mexicana y la OMS.

De otro lado, se debe tener en cuenta que hay mediciones en sangre[38] para arsénico, cobre, hierro y aluminio en algunos residentes cercanos a la presa El Molinito (ubicada en la parte baja de la cuenca del río Sonora) con valores en rangos mayores a los normales, que certifican la contaminación y da razones para pensar en posibles consecuencias en la salud humana.

Considerando que esta contaminación viene ocurriendo desde varios años antes y el evento sucedido el 6 de agosto de 2014 fue mayor y presentó una mayor difusión en los medios de comunicación y redes sociales[39] [40], se debe tener en cuenta que, a nivel de la fecundidad Sonora tiene una tasa global de fecundidad menor a la de nivel nacional y esto ha sido constante según los registros de CONAPO[41] [42], como se puede apreciar en la **ilustración 1**; también, se debe

[35] FIDEICOMISO RIO SONORA. Op.Cit.

[36] NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-127-SSA1-1994, Op.Cit

[37] OMS. Organización Mundial de la Salud. Ginebra 2004, Guía para la calidad del agua potable. Tercera Edición. Volumen 1, p 396 – 398, [online] [consulta: 2 enero 2016] Disponible en: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_fulll_lowsres.pdf

[38] MARTINEZ M, Detectan metales pesados en sangre de pobladores por contaminación en el Rio Sonora. Proceso, 24 de julio de 2015, [online] [consulta: 2 agosto 2016] Disponible en: http://www.proceso.com.mx/?p=411494.

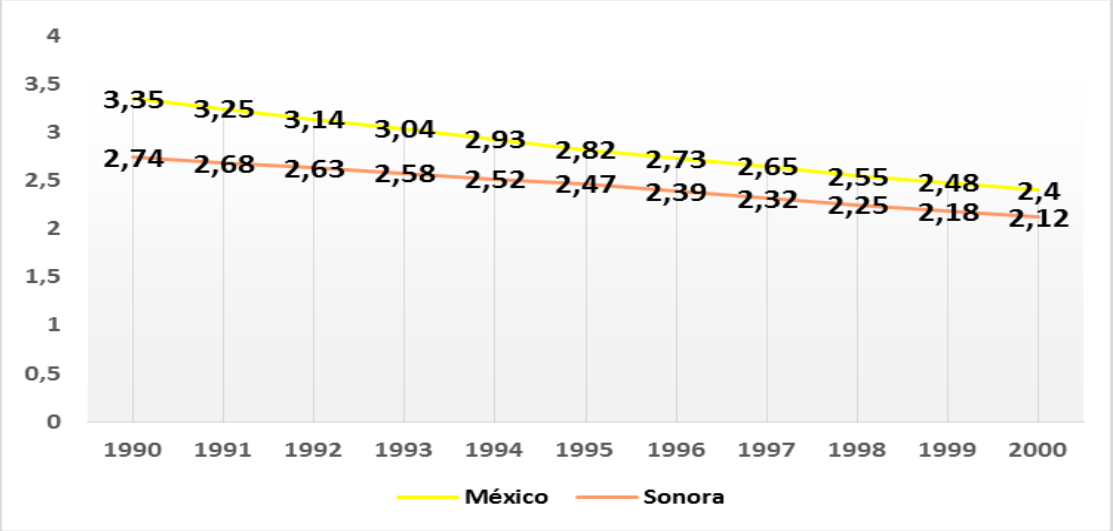
[39] RUELAS J, GONZÁLEZ R. Op.Cit.

[40] GOMEZ, A. Op.Cit.

[41] INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA – MÉXICO, Op.Cit

tener en cuenta que la sola información de las tasas globales de fecundidad no permite realizar conclusiones ya que éstas se consideran afectadas por los cambios en los roles de las mujeres, sus expectativas laborares y la decisión usual de las parejas de tener un número más reducido de hijos.

Ilustración 1 Tasa global de fecundidad en Sonora



Fuente: Consejo Nacional de Población Sonora (CONAPO)

El presente trabajo aporta información importante para determinar efectos en la fecundidad. El TPE es una variable muy sensible[43] [44] [45] [46] antes de la infertilidad y la presencia de muchas otras consecuencias graves como neoplasias que se puedan ver a un largo plazo.

También, la infertilidad es una enfermedad que tiene numerosos efectos en la salud física y psicológica de las personas, así como consecuencias sociales, que

[42] ZUÑIGA E, Op.Cit
[43] JOFFE M. Op Cit 1989. p 268 - 274
[44] JOFFE M. Op Cit 1995. p 314 - 319
[45] WEINBERG C. Op Cit 1986. P 574 – 560.
[46] CHALUPKA S, CHLUPKA A N, *The Impacct of Envriomental and Occupational Exposures on Reproductive Health*, Journal of Obstetric, Gynecologic, & Neonatal Nursing, 2010, Vol 39 No.1, p. 84 – 102.

incluyen: inestabilidad matrimonial, ansiedad, depresión, aislamiento social, pérdida de estatus social, pérdida de identidad de género, ostracismo y abuso[47].

Este tipo de estudios permite también considerar incluir dentro de los programas de control prenatal el cálculo del TPE, el cual usualmente no es medido sino en los casos de sospecha de infertilidad por parte de las parejas que tienen la expectativa de concebir un bebé y luego de 12 meses no lo logran. También, considerar la posibilidad de implementar un programa de vigilancia epidemiológica centinela para subfecundidad en los centros de salud de los diferentes municipios afectados.

Justificar el acceso a tratamientos de fertilidad, considerando que la exposición a estos metales pesados y el arsénico pudo generar esta consecuencia, siendo conocedores de que son residentes del área y en caso necesario sugerir que se realicen mediciones en sangre para constatar que corresponda a este tipo de exposición.

Primordialmente se espera que con los resultados del presente estudio sean consultados por los entes gubernamentales, para que identifiquen la importancia de implementar actividades de supervisión y control en las empresas que generan estos desechos tóxicos, garantizando el adecuado almacenamiento y disposición y evitando de todas las maneras posibles eventos como el que se presentó en esta ocasión en la mina Buenavista del Cobre.

[47] WORD HEALTH ORGANIZATION. *Infertility definitions and terminology*, [online] [consulta: 27 enero 2016] Disponible en: htpe://www.who.int/reproductivehealth/topics/infertility/definitions/en/

2. PREGUNTA DE INVESTIGACION

¿Existe asociación entre la exposición a metales pesados y arsénico por la contaminación de los ríos Sonora y Bacanuchi, y el incremento del tiempo para quedar en embarazo en las mujeres residentes del área afectada?

3. HIPÓTESIS DE ESTUDIO

Los vertimientos de metales pesados y arsénico en el río Sonora y su afluente el río Bacanuchi de México incrementan el tiempo para quedar en embarazo en las mujeres residentes del área afectada por la contaminación.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Estimar la asociación entre la contaminación por el vertimiento de metales pesados y arsénico en el río Sonora de México ocurrida en agosto de 2014 y la subfecundidad medida a través del tiempo para el embarazo.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar si hay variación en el TPE en poblaciones afectadas por la contaminación del río Sonora y su afluente el río Bacanuchi en comparación con una zona no afectada (Magdalena de Kino en Sonora México).

Comparar las mediciones de TPE de las mujeres en poblaciones afectadas por la contaminación ambiental a los ríos Sonora y Bacanuchi en un tiempo antes y después de la catástrofe ambiental ocurrida el 6 de agosto de 2014.

Evaluar los cambios en las mediciones de TPE explorando un gradiente de contaminación según la distancia de los municipios respecto del sitio donde ocurrió el vertimiento de los lixiviados.

5. MARCO CONCEPTUAL

5.1. TIEMPO PARA EL EMBARAZO

5.1.1. Definición. El tiempo para el embarazo (TPE) es una medida de subfecundidad o subfecundabilidad, un indicador previo a la infertilidad y se define como el tiempo en meses requerido para que una pareja pueda quedar en embarazo, teniendo la intención al respecto[48] [49] [50] [51] (sin uso de método de planificación familiar). Toma como unidad de medición los ciclos menstruales de la mujer, los cuales están correlacionados con los meses y se cuentan hasta quedar en embarazo; si la concepción ocurre en el primer ciclo se toma la unidad como uno.

5.1.2. Usos del tiempo para el embarazo. Los estudios para el TPE se empezaron a realizar en los años 60[52], para evaluar los efectos a largo plazo de los anticonceptivos orales y el dispositivo Intrauterino[53]; desde los años 80 se han realizado estudios para asociar la prolongación del TPE con: exposiciones ambientales[54], exposiciones ocupacionales[55], metales pesados, plaguicidas[56],

[48] ROTHMAN KJ, GREENLAND S, LASH T, *Modern Epidemiology, 3rd Edition*. Lippincott Williams & Wilkins. Section IV - Chapter 31 - Methodologic Issues in Reproductive Epidemiology, 2008, p. 621-640.

[49] KEIDING N, SLAMA R, *Time-to-pregnancy in the Real World. Commentary Epidemiology*, Epidemiology, 2014, Vol 26, No.1, p 119 – 121.

[50] GNOTH C, GODEHARDT E, FRNAK-HERRMANN P, FRIOL K, TIGGES JURGEN, FREUNDL G. *Definition and prevalence of subfertility and infertility*. Human Reproduction, 2005, Vol 20 No.5, p 1144 - 1147.

[51] IDROVO, ÁJ, Op.Cit. 2005 A p 399

[52] Ibíd.

[53] MIKKELSEN EM, RIIS AH, WISE LA, HATCH EE, ROTHMAN KJ, SORENSEN H, *Pre-gravid oral contraceptive use and time to pregnancy: a Danish prospective cohort study*, Human Reproduction, 2013, Vol 28, No. 5, p. 1398 – 1405.

[54] BAIRD D., WILCOX AJ, WEINBERG CR. *Use of time to pregnancy to study environmental exposures*. American Journal Epidemiology, 1986, Vol 124 No.3, p 470 - 80.

[55] SNIJDER C, VELDE E, ROELEVELD N, BURDORF A, *Occupational exposure to chemical substances and time to pregnancy: a systematic Review*, Human Reproduction Update, 2012, Vol 18, No. 3 p 284 – 300.

turnos laborales[57], hábito de fumar[58], consumo de alcohol[59], asistentes de farmacia[60], sobrepeso[61], distrés psicológico[62], componentes perfluorados[63], triclosan[64], esteres de difenilo polibromado[65], glicol[66], esteres de ácido ftálico y fenoles[67], entre otros. Las perspectivas de uso de esta variable son consideradas cada vez mayores[68] porque siendo una característica previa a un evento como la infertilidad, se podrían aplicar medidas para corregirla y evitar consecuencias más graves como la esterilidad; además, las células reproductivas son más sensibles a cambios en el ambiente, es decir, una variación en ellas podría sugerir cambios posteriores en otras células y órganos del cuerpo como por ejemplo la generación de tumores o malformaciones.

---

[56] IDROVO AJ, SANÍN LH, COLE D, CHAVARRO J, CÁCERES H, NARVÁEZ J, RESTREPO M. *Time to first pregnancy among women working in agricultural production*. Int Arch Occupational Environmental Health, 2005 B, Vol 78 No.6, p 493 - 500.

[57] TUNTISERANEE P, OLSEN, J, KOR-ANANTAKUL O. *Are long working hours and shiftwork risk factors for subfecundity? A study among couples from southern Thailand*. Occupational and Enviromental Medicine, 1998, Vol 55 No.2, p 99 – 105.

[58] CURTIS K, SAVITZ D, ARBUCKLE, T. *Effects of Cigarette Smoking, Caffeine Consumption, and Alcohol Intake on Fecundability.* American Journal of Epidemiology, 1997, Vol 146 No.1, p 32 - 41.

[59] MIKKELSEN E, RIIS A, WISE L, HATCH E, ROTHMAN K, et al. *Alcohol consumption and fecundability: prospective Danish cohort study*. The BMJ Journals, 2016, Vol 354 No.8, p 1 - 7.

[60] SCHAUMBURG I, OLSEN J, *Time to pregnancy among Danish pharmacy assistants*. Scandinavian Journal of Work, Enviromental & Health, 1989, Vol 15 No.3, p 222 – 226.

[61] WISE L, PALMER L, ROSENBERG, L. *Body size and time-to-pregnancy*. Human Reproduction, 2013, Vol 28 No.10, p 2856 - 2864.

[62] HJOLLUND N, KOLD, T, BONDE J, HENRIKSEN, T, et al. *Distress and reduced fertility: A follow-up study of first_pregnancy planners*. Reproductive Endocrinology, 1999, Vol 72 No.1, p 47 - 53.

[63] JØRGENSEN K, SPECHT IO, LENTERS V, BACH C, RYLANDER L, et al. *Perfluoroalkyl substances and time to pregnancy in couples from Greenland, Poland and Ukraine*. Environmental Health, 2014, Vol 13:116, p 1-8.

[64] VELEZ M. ARBUCKLE T. FRASER, W. *Female exposure to phenols and phthalates and time to pregnancy: the Maternal-Infant Research on Environmental Chemicals (MIREC) Study*, ENVIRONMENT AND EPIDEMIOLOGY , 2015, Vol 103 No. 4, p 1011 - 1020

[65] HARLEY K. MARKS A. CHEVRIER J. BRADMAN A. SJÖDIN A, *et al, PBDE Concentrations in Women's Serum and Fecundability,* Environmental Health Perspectives, 2010, Vol 118 No.5, p 699 – 704.

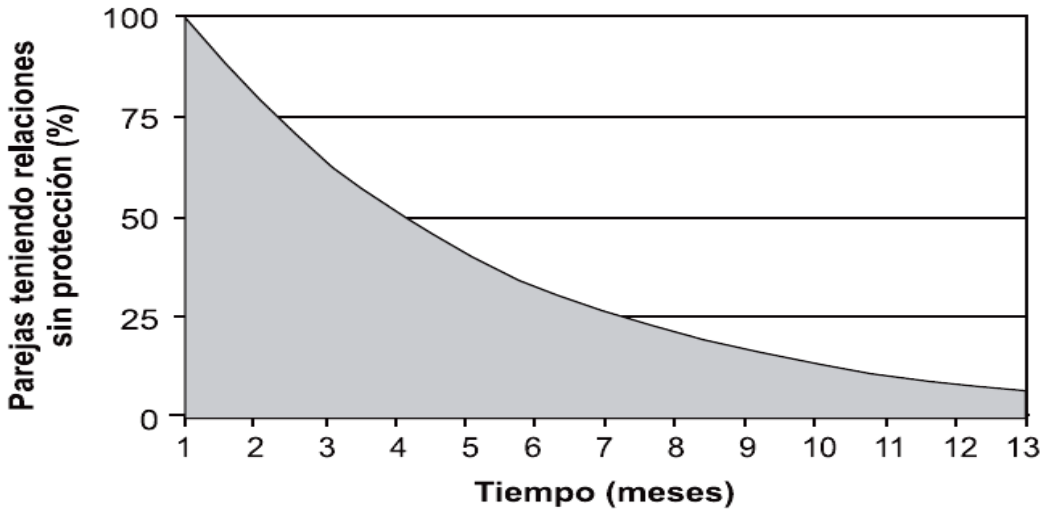
[66] GARLANTÉZEC R. WAREMBOURG C. MONFORT CH. LABAT L, *et al, Urinary Glycol Ether Metabolites in Women and Time to Pregnancy: The PELAGIE Cohort,* Enviromental Health Perspectives, 2013, Vol 121 No.10, p 1167 – 1173.

[67] JUKIC A. CALAFAT A. MCCONNAUGHEY R. ONGNECKER M, *et al, Urinary Concentrations of Phthalate Metabolites and Bisphenol A and Associations with Follicular-Phase Length, Luteal-Phase Length, Fecundability, and Early Pregnancy Loss,* Enviromental Health Perspectives, 2016, Vol 124 No.3, p 321 - 328

[68] IDROVO, ÁJ, Op.Cit, 2005 A, p 399

El TPE es un indicador de fecundabilidad[69] [70], para el cual hay que tener en cuenta que una pareja sana tiene el 20% de probabilidad por ciclo de lograr un embarazo, y el 31% de las pérdidas ocurren en los períodos tempranos. Esto indica que al tomar la medida de las mujeres que ya han tenido sus hijos, se supone que habrán muchos eventos que no se detectaron; también, que el 85% de las parejas lograrán el embarazo en un año como se puede apreciar en la **Ilustración 2.**

Ilustración 2 Probabilidad teórica de concepción



Fuente: IDROVO, Álvaro Javier et al. Tiempo para quedar en embarazo: consideraciones generales y metodológicas. (2005)

Para realizar comparaciones entre poblaciones se pueden calcular razones de tasas de fecundidad, donde se compara el inverso de la tasa de fecundidad en expuestos sobre el inverso de la tasa de fecundidad en no expuestos, y se interpreta de manera contraria a las medidas de asociación. Es decir, que un valor

[69] Ibíd.
[70] ROTHMAN K J, Op.Cit, p 625-628

mayor a 1 indica un efecto protector y un valor menor a uno indica un efecto nocivo[71] [72].

En México la tasa global de fecundidad para Sonora en 2010 fue de 2,12 según datos reportados por el censo nacional[73], mientras que a nivel nacional fue de 2,4. Si consideráramos aplicar la razón de tasas de fecundidad y a Sonora como los expuestos nos daría un resultado de 1,13 y entonces se podría concluir que en el área nacional tendrían un 13% mayor de probabilidad de fecundidad en relación a Sonora.

Por otra parte, dentro de los estudios realizados en México al respecto se logró identificar el elaborado por Guerra y colaboradores[74] donde se estudió la exposición a plomo en una cohorte prospectiva, con una participación de 142 mujeres en Ciudad de México, encontraron que la mujeres con altos niveles de plomo (plomo en sangre ≥ 10 µg/dl) el riesgo de no embrazo fue cinco veces mayor luego de un año de seguimiento, reportando un riesgo relativo ajustado (RRa) = 0,17 (IC95%=0,05-0,56). Sin embargo, los autores señalan que faltó ajustar por confusores como: frecuencia de relaciones, fertilidad, estrés, uso de anticonceptivos orales, tranquilizantes, analgésicos, alcohol, nicotina, cafeína, entre otros.

En Colombia se han realizados varios estudios al respecto, dentro de los cuales sobresalen el elaborado por Idrovo y colaboradores[75] donde estudiaron el TPE en las mujeres trabajadoras del área de la floricultura en Bogotá que estaban

[71] IDROVO AJ, Op.Cit. 2005 A, p 401
[72] ROTHMAN KJ, Op.Cit, p 626
[73] INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA – MÉXICO, Op.Cit
[74] GUERRA JL., HERNÁNDEZ L, TÉLLEZ MM, MERCADO A, SOLANO-GONZÁLEZ M, HERNÁNDEZ M. Exposición al plomo y su relación con el tiempo requerido para embarazo. Salud Pública de México., 2003, Vol 45 No.2: p 189-195.
[75] IDROVO AJ, Op.Cit. 2005 B.

expuestas al uso de plaguicidas. Los autores construyeron una cohorte retrospectiva, tomaron como unidad de análisis el primer embarazo, identificaron que las mujeres expuestas al uso de plaguicidas tuvieron un valor medio de TPE de 9,3 (DE: 12,4) mientras que las mujeres que trabajan en otras áreas y no estaban expuestas ese valor fue de 8,1 (DE: 10,5). Respecto de la medida de asociación concluyen que las mujeres que trabajaban en áreas que requerían exposición al uso de plaguicidas presentan un 9% menos de probabilidad de quedar en embarazo en comparación con las que no estaban expuestas, reportan un Odds Ratio de Fecundabilidad crudo (fORc) = 0,91 (IC95%: 0,82–1,01), realizaron una comparación respecto de tiempo al cual habían estado expuestas y las medidas de asociación reportaron que cuanto más tiempo habían estado trabajando en estas áreas de exposición, la tendencia era a aumentar la medición del TPE.

También, Sanín y colaboradores[76] comparan las medidas de TPE en 5 regiones de Colombia con diferente grado de exposición al glifosato, y encontraron que TPE en las zonas donde realizaban aspersión con avionetas dirigida básicamente al control de estupefacientes podía ser dos o tres veces mayor que el de las otras zonas que lo utilizaban de manera manual como herbicida, insecticida y fungicida en la agricultura; en Boyacá el TPE promedio fue = 3 (DE: 4,7) y fue el grupo con el cual compararon, mientras que en Nariño, Putumayo y Valle del Cauca fueron sitios donde realizaban aspersión de glifosato con avionetas los promedios de TPE fueron de 3,3 (DE: 3,3), 6 (DE: 8,3) y 12,6 (DE: 13,5) respectivamente. En relación a la medida de asociación tomando como referente Boyacá los fORc fueron: para Nariño = 0,72 (IC95%: 0,62-0,83), Putumayo = 0,44 (IC95%: 0,38-0,51) y Valle del Cauca = 0,2 (IC95%: 0,17-0,24); mientras que, en la Sierra Nevada de Santa Marta (área de reserva natural y sin uso de glifosato) el

[76] SANIN LH, CARRASQUILLA G, SOLOMON KR, COLE DC, MARSHALL EJ. *Regional differences in time to pregnancy among fertile women from five Colombian regions with different use of glyphosate*. Journal of Toxicology and Environmental Health. Part A. 2009, Vol 72 No. 15-16, p 949 - 960.

promedio en el TPE fue de 7,1 (DE: 10,3); y su fORc = 0,41 (IC95%: 0,35-0,48); siendo todos significativos con valores p =<0,01 en comparación con Boyacá y pudiéndose apreciar como el área más afectada fue el Valle del Cauca donde tenían un 80% menos de posibilidad de embarazo en comparación con Boyacá. Además, es de resaltar que en este estudio midieron la percepción de contaminación del agua y reportó un resultado de fORc = 0,9 (IC95%: 0,82-0,98) p= 0,02. De igual manera, presentaron asociaciones significativas para las variables: edad, edad del primer embarazo, ciclos menstruales irregulares, el consumo de café, exposiciones a rayos x y diabetes.

En Santander, Jaimes y colaboradores[77] para su proyecto de grado llevó a cabo un estudio donde compararon mediciones de TPE en una región del nororiente colombiano expuesta al mercurio a causa de la explotación del oro con otra dedicada a labores de agricultura, en una cohorte retrospectiva de 196 participantes de las cuales 74 pertenecían al grupo de expuestas al mercurio y 122 al de no expuestas, encontrando diferencias al respecto con una mediana de TPE en el grupo de expuestas = 6 (IC95%: 2,5-12,5) y en el de no expuestas = 3 (IC95%: 1-8); y como medida de asociación reportan un Hazard Ratio crudo (HRc) = 0,64 (IC95%: 0,48-0,87), lo cual indica que las mujeres expuestas al mercurio tienen un 36% menos de riesgo instantáneo de embarazo en comparación con las no expuestas. Además, es de resaltar el análisis de confiabilidad y reproducibilidad que se realizó respecto del instrumento utilizado[78]. De otro modo, los autores consideran limitaciones del estudio por la recolección retrospectiva de la variable de exposición y el evento y las limitaciones inherentes al orden público de la zona que no permitió la realización de un muestreo aleatorio y obtener toda la muestra planeada.

[77] JAIMES DC, Efectos sobre el tiempo al embarazo de la exposición a Mercurio en el contexto de la minería de oro en el nororiente colombiano, 2014, Tesis de Maestría en Epidemiología, UIS, Bucaramanga, Colombia

[78] JAIMES DC, Op.Cit, p 41- 45.

5.1.3. Posibles variables que pueden confundir la asociación. Es importante tener en cuenta que el TPE puede variar por muchos factores y no exclusivamente la exposición a los contaminantes en el río. Es decir, pueden presentarse factores de confusión[79] [80] [81] y limitar la comparación de los grupos, entonces se debe adaptar el instrumento que ya ha sido utilizado en diferentes contextos con muy buena reproducibilidad y confiabilidad[82] [83] [84] [85] [86] [87].

Michael Joffe (1997)[88], representó gráficamente aspectos biológicos que pueden disminuir la fertilidad, los cuales se pueden apreciar en la **Ilustración 3**, identifica cuáles características de la pareja pueden originar estos cambios o disfunciones biológicas como por ejemplo: estilos de vida, hábitos alimenticios (consumo de café, alcohol, pescados con posible contaminación, entre otros), exposiciones a plaguicidas, tipos de trabajo con exposiciones a químicos, radiaciones, y antecedentes personales (problemas de tiroides, disfunciones hormonales, menstruales, ginecológicos, tipo de convivencia con la pareja, uso de anticonceptivos entre otros).

En la encuesta **(Anexo C)** se incluyeron factores femeninos, masculinos, de la pareja y del medio ambiente que pueden afectar la fecundidad[89] [90] [91], los cuales se

---

[79] BAIRD DD, WEINBERG CR, ROWLAND AS. *Reporting errors in time-to-pregnancy data collected with a short questionnaire.* American Journal of Epidemiology, 1991, Vol 133 No12, p 1282–1290.

[80] ROTHMAN KJ, Op.Cit, p. 621-640

[81] McDIARMIND M, GEHLE K, *Preconception Brief: Occupational/Environmental Exposures*, Maternal and Child Health Journal, 2006, Vol 10 No 9, p. 123 – 128.

[82] JAIMES DC, Op.Cit, 2015 p. 41-45

[83] BAIRD DD, Op.Cit p 1282–1290.

[84] WEINBERG C. Op.Cit 1986

[85] JOFFE M. Op.Cit. 1989 p 268 - 274

[86] JOFFE M. Op.Cit 1995 p 314 - 319

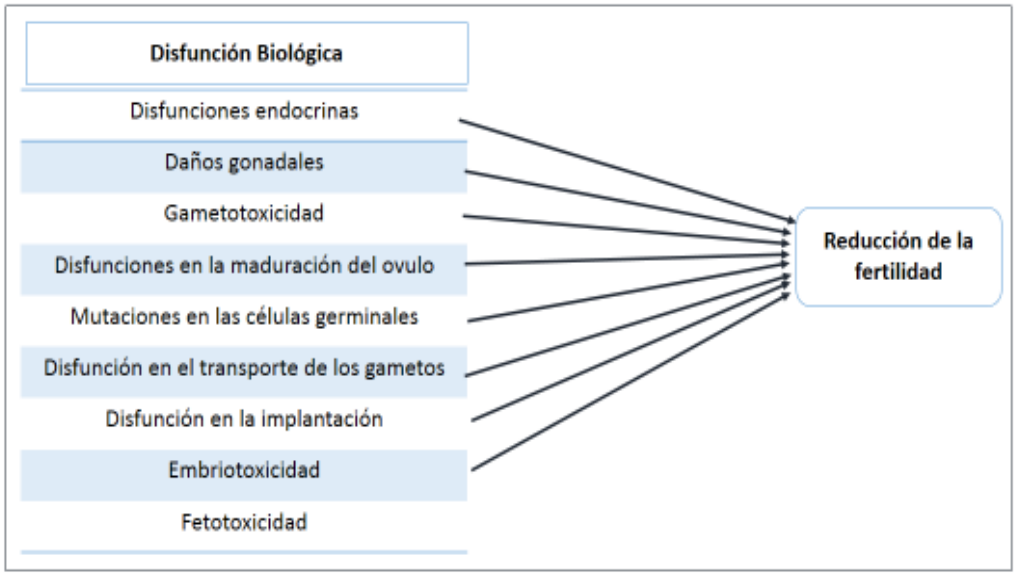
[87] COONEY M. Op.Cit. 2009 p 56 - 59

[88] JOFFE M, *Time to pregancy: a measure of reprofuctive fuction in either sex*. Occupational & Enviromental Medicine, 1997, Vol 54 Issue 5, p 289 - 295.

[89] JOFFE M, Op.Cit, p. 289-295

enuncian en la **Tabla 1**, además, se consideraron características demográficas ya reconocidas como potenciales confusoras como: la edad (es reconocido que a los extremos de la edad la probabilidad de embarazo disminuye), el estado civil (el cual puede dar sugerencias de la estabilidad de la pareja), el nivel educativo y la ocupación

Ilustración 3 Disfunciones biológicas y reducción de la fertilidad.



Fuente: Time to pregancy: a measure of reprofuctive fuction in either sex. Michael Joffe (1997)

Dentro de los potenciales confusores entre la asociación de la exposición a los contaminantes y TPE, se consideran relevantes en el área de Sonora: el hábito de fumar, consumo de café, consumo de pescado procedente de las presas a las cuales haya llegado el agua contaminada y carnes de animales (ganado vacuno, porcino, caprino y avícola) que son usualmente alimentados con agua del río.

[90] C.D.C. Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades, Trastornos de la Reproducción. [online] [consulta: 27 enero 2016] Disponible en: http://www.cdc.gov/spanish/niosh/topics/reprod/reprodmen.html

[91] WISE la, PALMER JR, ROSENBERG L, *Body size and time-to-pregnancy in black women*, Human Reproduction, 2013, Vol. 28, No. 10, p 2856 – 2864.

Tabla 1 Posibles confusores en la evaluación del TPE

Persona	Agrupación	Factor	Componente
Mujer	Biológicos	Antecedentes personales	HTA*, DM*, IRC*, LUPUS*, hipotiroidismo Trastornos depresivos y psiquiátricos
		Ginecológicos	Menarquia, características del ciclo menstrual, pólipos, malformaciones y cirugías previas.
		Infecciones	De trasmisión sexual como: sífilis, gonorrea, VIH*
	Hábitos	Uso de Anticonceptivos(AC*)	Orales, IM*, DIU*, métodos barrera, ritmo y esterilización
Hombre	Biológicos	Endocrinos	Disfunciones de la tiroides
		Genitourinarias	Trastornos de la eyaculación, traumas, tumores, infecciones y varicocele
Ambos	Hábitos y comportamientos	Consumo de Alcohol	La frecuencia de consumo de alcohol
		Consumo de cigarrillo	La frecuencia de consumo de cigarrillo y el inicio de esta.
		Consumo de café	El hábito de consumo de café
		Consumo de pescados	Cultivados con agua del rio Sonora en embalses artificiales (tilapia, mojarra)
		Consumo de carne	Carnes de animales (res, puerco, chiva y pollo) que sean usualmente alimentado con agua del rio.
		Frecuencia de relaciones sexuales	Dependiente de condiciones maritales, de trabajo
		Obesidad	La prevalencia de obesidad
	Exposiciones ambientales y ocupacionales	Radiaciones	Trabajo en áreas Rayos X o residir en áreas cercanas
		Cadmio, plomo mercurio, arsénico manganeso, plaguicidas solventes, cianuro	Elementos químicos que están en el área de estudio, de los cuales se presentan mediciones ambientales
	Disponibilidad recursos agua	Uso del agua	El uso habitual o no del agua procedente del rio Sonora
	Traslados	Migración	Cuando se realiza un traslado habitual de residencia de una área de no exposición a la contaminación a otra que si lo es en periodos cercanos a la concepción
	Estabilidad de la pareja	Estado civil y Permanencia en el hogar	Da orientación respecto de la estabilidad de la pareja y frecuencia de las relaciones sexuales

* HTA = Hipertensión arterial. * DM = Diabetes Mellitus * IRC = Insuficiencia Renal Crónica
* LUPUS = Lupus Eritematosos Sistémico * VIH = Virus de la Inmunodeficiencia Adquirida
* AC = anticonceptivos * IM = Intramusculares* DIU = Dispositivo Intrauterino

5.2. CONTAMINACIÓN DE LOS RÍOS SONORA Y BACANUCHI DE MÉXICO

5.2.1. Descripción de la población de Sonora. Sonora es uno de los 31 estados de México[92]. Está ubicado en la región Noroeste del país, tiene 72 municipios, su extensión territorial es de 184.934 Km^2 y es el segundo estado más grande de México, siendo su capital Hermosillo[93] [94]. Limita al norte con Estados Unidos de América, al sur con el estado de Sinaloa, al este con Chihuahua y al oeste con el Golfo de California y Baja California. Su fisiografía está constituida en su mayoría por llanuras, desiertos y sierras.

Los ríos más caudalosos son el Colorado, San Miguel, Sonora, Yaqui y Mayo; las cuencas de los ríos del estado presentan un declive pronunciado hasta la costa[95], lo que origina que el flujo de sus aguas se pierdan o infiltren (usualmente no desembocan en el mar, ni en otro río) a excepción de las de los ríos Yaqui y Mayo. Los valles que se forman fuera de la superficie plana y en las cuencas de los ríos y arroyos, son casi en su totalidad angostos y cortados por desfiladeros y lomeríos. Figuran entre los principales valles: el del Yaqui, el del Mayo, el de Ures, el de la Costa de Hermosillo, el de Caborca, el de Cumpas, el de Guaymas-Empalme, el de San Luis Rio Colorado; los únicos grandes valles utilizados para actividades de cultivo son el Yaqui y el Mayo.

La región del desierto está constituida en su mayoría por matorrales, a excepción de la zona de Altar donde es arenoso y constituye uno de los desiertos más ricos y

[92] GOBIERNO DEL ESTADO DE SONORA. [online] [consulta: 5 abril 2016] Disponible en: http://www.sonora.gob.mx/

[93] MUNICIPIOS DE SONORA MEXICO. [online] [consulta: 5 abril 2016] Disponible en: http://www.municipios.com.mx/sonora/mexico-26.html

[94] MAPAS DEL MUNDO [online] [consulta: 5 abril 2016] Disponible en: http://espanol.mapsofworld.com/continentes/norte-america/mexico/sonora.html

[95] RUTAS DEL RIO SONORA MEXICO. [online] [consulta: 10 abril 2016] Disponible en: http://www.riosonoramexico.com/index.php

variados en vida y comunidades bióticas en América. La zona del desierto de Altar alberga el campo volcánico El Pinacate, con grandes cráteres que hacen parecer un paisaje lunar en la tierra.

La flora y la fauna[96] corresponden a climas seco y desérticos y los distribuyen en el siguiente porcentaje: 46% semisecos 48% de su territorio subhúmedos y 4% templados, los cultivos domésticos corresponden a uvas, trigo, cítricos, avena, forrajes, cártamo, alfalfa, sorgo, maíz y chile. La fauna la constituyen los animales característicos del desierto, tortugas, roedores, aguiluchos, ardillas, borregos salvajes, coyotes, jabalíes, chachalacas, y animales domesticados: ganado caballar, vacuno, caprino, porcino y debido a su cercanía con el mar, se localizan cetáceos, carpa, tilapia, camarón, ostión, pulpo, mantarraya, tortugas, calamar y demás productos marinos.

Las principales actividades económicas en Sonora son: la ganadería, minería, pesca, agricultura, turismo[97] y recientemente la industria maquiladora y de producción de alimentos han tenido auge en el estado. Las ciudades más importantes en el sector económico son: su capital Hermosillo, Ciudad Obregón, Nogales, Guaymas, Navojoa, San Luis Río Colorado, Agua Prieta, Caborca y Puerto Peñasco, entre las ciudades culturales más importantes destacan: Álamos, Arizpe, Ures, Magdalena de Kino, el Centro Histórico de Hermosillo y los pueblos aledaños al río Sonora, entre otras.

El río Sonora posee una longitud de 420 km (afectados por la contaminación 190 km) y la cuenca abarca una superficie de 28.950 km². Su aporte anual promedio

[96] CARREÑO J, El uso de las tecnologías de la información y la comunicación y las competencias profesionales en la licenciatura en contaduría pública en la Universidad de Sonora, Tesis de licenciatura no publicada, 2011, Hermosillo, México. p 72-74.

[97] SALIDO PL, BAÑUELOS N, ROMERO DM, ROMO EL, OCHOA AI, RODICA A, OLIVARES J, El patrimonio natural y cultural como base para estrategias de turismo sustentable en la Sonora Rural, Estudios sociales (Hermosillo, Son.)2010, Vol 17, p 80 – 103.

es de unos 171 millones de m^3. El río Sonora nace en Arizpe, producto de la confluencia de los ríos Bacanuchi y Bacoachi, en su curso atraviesa las poblaciones de Arizpe, Banámichi, Huépac, San Felipe de Jesús, Aconchi, Baviácora, Mazocahui y Ures, posteriormente recibe el aporte del río San Miguel, para luego alimentar los embalses Abelardo L. Rodríguez y Rodolfo Félix Valdés (El Molinito), y por último fluye por la llanura en la costa del golfo de California donde sus aguas se evaporan e infiltran en el suelo. El río Sonora no llega al mar, solo en épocas de crecidas este río desemboca en el Golfo de California en Bahía de Kino.

5.2.2. Descripción de la mina Buenavista del Cobre. La mina Buenavista del Cobre pertenece al Grupo México, que es una de las empresas más importantes en México[98]. Es una mina de alta producción de cobre (tercera a nivel mundial y primera en Latinoamérica), ubicada en el municipio de Cananea. La ciudad tiene una población aproximada de 32.936 habitantes (según el censo de 2010)[99].

Respecto de las características del cobre[100] se puede destacar que es un metal noble, no se degrada, con alta conductividad eléctrica, alto grado de conductividad térmica, siendo un excelente metal para procesos de maquinado (fácil de moldear y cortar), gran resistencia a la corrosión, alta capacidad de aleación metálica, muy buena capacidad de deformación en caliente y en frío, mantiene sus propiedades indefinidamente en el reciclaje y tiene propiedades bactericidas. La obtención del cobre es compleja[101] y requiere de una serie de procesos para dejarlo en condiciones de ser comercializado, el cobre se encuentra de manera dispersa en

[98] GRUPO MEXICO. [online] [consulta: 24 enero 2016] Disponible en: http://www.gmexico.com/mineria

[99] INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA – MÉXICO, Op.Cit

[100] DONOSO MUÑOZ, Manuel J. El mercado del cobre a nivel mundial: evolución, riesgos, características y potencialidades futuras. Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería. [online] 2013, agosto. Vol.21 No.2 p 248-261. [consulta: 2 enero 2016] Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052013000200008

[101] Ibíd.

grandes áreas, mezclado con una gran cantidad de sales y otros elementos mineralógicos además de roca estéril.

El porcentaje de cobre presente en estos minerales es conocido por los especialistas como "Ley del cobre" y su valor es variable[102] (por ejemplo, si la ley fuese 1,2% significa que por cada mil kilos o tonelada métrica de mineral hay 12 kilos de cobre fino). La dispersión con que aparece el cobre hace necesario someter los minerales extraídos (sean estos sulfurados o minerales oxidados) a procesos productivos con el fin de obtener un metal puro. Para los minerales oxidados implica someter al material a una molienda y posteriormente a un proceso de lixiviación (proceso hidrometalúrgico), para los sulfurados a una solución compuesta de ácido sulfúrico y agua, luego realizan un proceso electrometalúrgico para separar de impurezas, la purificación la realizan con hornos especiales que les permiten obtener láminas de cobre.

5.2.3. Descripción del evento de contaminación. El pasado 6 de agosto de 2014 ocurrió un desastre ambiental en México[103] [104] [105], cuando se presentó una falla en pileta denominada Tinaja 1, que almacena lixiviados en las instalaciones de la mina Buenavista del Cobre. Se estima que se derramaron 40,000 m^3 de lixiviados, compuestos de ácido sulfúrico, agua, trazas de cobre y otros metales disueltos.[106] [107].

---

[102] Ibíd.

[103] EL MAÑANA NACIONAL, Op.Cit

[104] WORLD SOCIALIST WEB SITE, Op.Cit

[105] TEORIAS Y CONSPIRACIONES EXPOSED, [online] [consulta: 27 enero 2016] Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=WtZx8Ce5IQc

[106] GRUPO MEXICO [online] [consulta: 27 enero 2016] Disponible en: https://prezi.com/lw1abwwyesr8/en-la-minera-buenavista-del-cobre-cananea/

[107] BRENNAN M, Derrame de aguas tóxicas de una mina de cobre en un río del norte de México, World Socialist Web Site, [online] [consulta: 27 enero 2016] Disponible en: http://www.wsws.org/es/articles/2014/09/11/cana-s11.html (diciembre 12 2014)

Esta mina opera con dos piletas denominadas Tinajas 1 y 2[108]. En la Tinaja 1 se colapsó la tubería al pie del talud por falla en el amarre de un tubo de polietileno y por la falta de una válvula en la pileta de demasías, provocando el escurrimiento de dichos lixiviados hacia el exterior de las instalaciones de la mina. Este evento ocurrió en la época de lluvias de la región, incluso con lluvias extraordinarias, los días 5 al 9 de septiembre de 2014 por el Huracán Norberto, y del 17 al 18 por el Huracán Odile que influyeron de forma determinante en los procesos de transporte de los lixiviados en la cuenca del río Sonora y sus afluentes. La extensión de los afluentes hídricos afectados se puede apreciar en la **Ilustración 4**, los cuales fueron: 17,6 Km del arroyo Tinajas, 64 Km del río Bacanuchi, 190 Km del río Sonora y 15,4 millones de m^3 de la Presa El Molinito. Desde el 8 de Agosto[109], la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) aplicó protocolos de atención de emergencias hidroecológicas, restringió el uso del agua en los ríos y en los 322 pozos y norias ubicados a 500 metros a cada margen del río, los contaminantes encontrados fueron: cobre, arsénico, aluminio, cadmio, cromo, fierro, manganeso, plomo, mercurio, bario, níquel y zinc.

A causa de estos derrames se han contemplado daños y riesgos a la salud asociados a la contaminación por metales pesados y arsénico en las aguas de los ríos Bacanuchi y Sonora[110]. A un año de ocurrido el evento, el titular en ese entonces de la Comisión Federal de Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS)[111] reportó haber encontrado afecciones en la población tal como se presenta la **Tabla 2**.

[108] WORLD SOCIALIST WEB SITE, Op.Cit

[109] FIDEICOMISO RIO SONORA. Op.Cit

[110] COLEGIO DE PROFESIONALES DE SALUD PÚBLICA ESTADO DE SONORA Informe Operativos para la atención en salud ante el derrame de lixiviados de cobre, [online] [consulta: 2 enero 2016] Disponible en: http://colegiodesaludpublica.com/2014/08/28/operativo-para-la-atencion-a-la-salud-de-la-poblacion-afectada-por-derrame-de-lixiviados-de-sulfato-de-cobre/

[111] URQUIJO M, Hay 360 afectados en salud a causa del Río Sonora, El Imparical – Diario Independiente de Sonora, [online] página 4 del 5 de agosto de 2015 [consulta: 7 enero 2016] Disponible en: http://www.elimparcial.com/EdicionDigital/Home.html?s=GENERAL

Ilustración 4 Área afectada por el derrame

Fuente: Fideicomiso río Sonora

Tabla 2 Afecciones a la salud por el evento de contaminación

Evento	Número	Porcentaje
Dermatológico	280	80,00
Gastrointestinal	25	6,94
Cefalea /inflamación colon	17	4,76
Oftalmológico	15	4,17
Neurológico	11	3,06
Cardiovascular	2	0,56
Otros	10	2,70
Total	360	100

Se han desarrollado operativos para la atención en salud con la participación de diferentes instituciones; actividades que se encuentran en la fase III en vigilancia epidemiológica en la cual se realizará un seguimiento de la población en riesgo durante 15 años (mediano y largo plazo), periodo que inicio el 31 de julio de 2015 y está contemplado hasta el 2029; ya habiendo pasado las fases I y II. La fase I consistió en la evaluación y la contención de la contaminación (06/08/2014 a 06/10/2014) y la fase II (07/10/2014 a 31/07/2015) cuyo objetivo fue realizar seguimiento, atención y coordinación de las instalaciones de las UVEAS (Unidad de Vigilancia Epidemiológica y Ambiental en Sonora).

5.3. METALES Y METALOIDE ASOCIADOS CON LA CONTAMINACIÓN

Respecto de los factores toxicológicos[112] [113] es conocido que los metales ejercen una acción tóxica en el interior de las células y para ello cruzan la membrana plasmática, fenómeno que depende de varios factores dentro de los cuales destacan: la hidrosolubilidad o liposolubilidad de las sustancias, el peso molecular, el gradiente de concentración y la presencia de mecanismos de transporte.

Indican que la absorción y la distribución de los compuestos organometálicos se distribuyen en las membranas de las células, usualmente se absorben por vía digestiva, cutánea, respiratoria (para el caso del mercurio – único metal volátil en temperaturas bajas), la distribución en el cuerpo es a través de la sangre (la mayoría se transportan unidos a proteínas plasmáticas), el metabolismo se lleva a cabo mediante procesos de biotransformación y la eliminación principalmente son por vía renal y gastrointestinal[114].

[112] TANRIKUT E, Op.Cit, p 187-190
[113] MALDONADO M, Op.Cit, p 261 - 285
[114] Ibíd.

Con los metales pesados, como cualquier agente químico, se pueden producir intoxicaciones agudas y crónicas[115], la patología aguda se desarrolla luego de ingerir una dosis alta o el contacto con la piel y las intoxicaciones crónicas proceden luego de recibir dosis bajas en tiempos prolongados y los cuadros clínicos pueden variar desde leves a graves (hasta la muerte). Dentro de los metales y metaloides identificados en los lixiviados se organizó la información en la **Tabla 3**, asociándolos con sus posibles efectos secundarios [116] [117] [118].

Tabla 3 Metales, metaloides y afecciones a la salud

Elemento	Posibles efectos secundarios
Cobre	Irritaciones en la piel, vómito, calambres, diarrea
Arsénico *	Abortos espontáneos, malformaciones, síndrome hemolítico, afecciones a la piel, cáncer de pulmón, neuropatías periféricas
Aluminio	Alzheimer?
Cadmio *	Infertilidad, fallas en la reproducción, cáncer, alteraciones en el ADN, trastornos en el sistema nervioso central, alteraciones inmunológicas, renales, diarrea
Cromo	Cefalea, mareos, problemas hepáticos
Fierro	Problemas gastrointestinales
Manganeso	Temblor, Parkinson – cuando tiene problemas hepáticos para eliminarlo
Plomo *	Problemas reproductivos – abortos, gastrointestinales, cardiovasculares, neurológicos, saturnismo, renales, hematológicos, endocrinos
Mercurio *	Neurológicos, reproductivos, digestivos, problemas dermatológicos
Bario	Diarrea, náuseas, tinitus, dermatológicos
Níquel	Enfermedades respiratorias, cáncer, dermatológicos y embolia pulmonar
Zinc	Dermatológicos, gastrointestinales y renales

*Asociados con alteración en procesos reproductivos

[115] Ibíd.

[116] HUTTON M. *Lead, Mercury, Cadmium and Arsenic in the Enviromental*. Edited by T. C. Hutchinson and K. M. Meema SCOPE. Published by John Wiley & Sons Ltd, Chapter 6, 1987, p 53 – 68.

[117] TANRIKUT E Op.Cit, p 187-190

[118] BUCK GM, SUNDARAM R, SCHISTERMAN EF, SWEENEY AM, LYNCH CD, et al. *Heavy Metals and Couple Fecundity, the LIFE Study.* National Institutes of Health. Chemosphere, 2012, Vol 87 No.11, p 1201-1207.

Para constatar la contaminación se puede consultar la página web del Fideicomiso Río Sonora[119], en la cual informan de las mediciones el agua del río Sonora realizadas a nivel superficial total, superficial soluble, subterránea total y muestreo en pozos de los siguientes químicos: bario, cadmio, calcio, cobre, cromo, fierro, manganeso, mercurio, níquel, plomo y zinc; en el **Anexo A** se puede visualizar registro de estas mediciones en el agua a nivel superficial en los primeros dos meses posteriores al evento de contaminación para el metaloide y los metales pesados asociados con subfecundidad (arsénico, mercurio, plomo y cadmio).

5.3.1. Arsénico. En los registros de mediciones de arsénico, se puede apreciar en la **Ilustración 5** que presentó niveles que superan el máximo permisible en varias ocasiones, considerando que según la legislación mexicana el valor máximo permitido es de 0,025 mg/L[120]. El mayor nivel ocurrió del 14 al 18 de agosto registrando un valor de 0,422 mg/L, es decir 16 veces más el permitido y el siguiente periodo con mayor concentración de arsénico fue el comprendido entre 16 a 28 septiembre en donde alcanzó valores de 0,23 mg/L. Es importante tener en cuenta que para este metaloide la legislación mexicana es más permisible que la OMS[121] [122] [123], dado que lo recomendado internacionalmente es hasta 0,01mg/L y entonces no superaría en 16 veces sino en 42 veces lo recomendado internacionalmente.

[119] FIDEICOMISO RIO SONORA. Op.Cit

[120] NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-127-SSA1-1994, Op.Cit

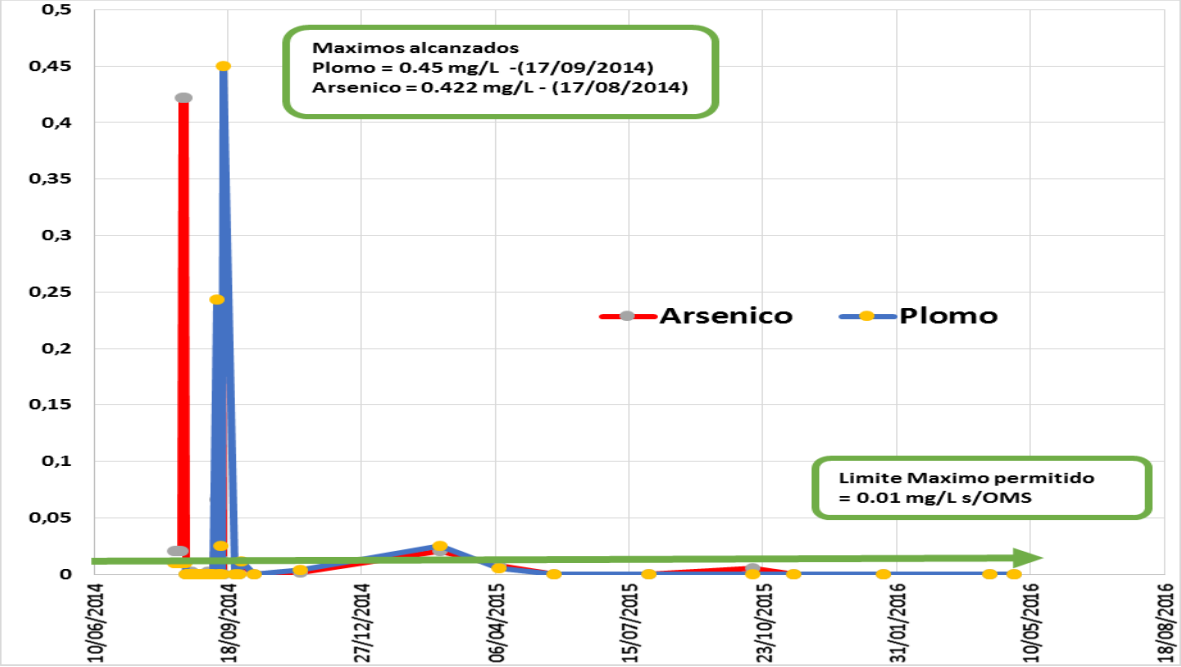
[121] OMS. Organización Mundial de la Salud. Ginebra 2004, Guía para la calidad del agua potable. Tercera Edición. Volumen 1, p 396 – 398, [online] [consulta: 2 enero 2016] Disponible en: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_fulll_lowsres.pdf

[122] FERNANDEZ V, *Massive spill highlights outdated water quality standards, government oversight in Mexico*, Arizona Center for Investigative Reporting, [online] [consulta: 25 noviembre 2016] Disponible en: http://azcir.org/outdated-water-standards-poor-government-oversight-sonora-river-mexico/

[123] DÍAZ R. DUARTE H.DURAZO F. Op.Cit p 94-95

5.3.2. Plomo. Dentro de las mediciones reportadas por los laboratorios contratados por el programa identificaron que el plomo presentó el máximo nivel en los días 16 al 28 de septiembre de 2014 con un valor máximo de 0,45 mg/L; (**Ilustración 5**), se debe considerar que el valor máximo permitido es de = 0,01 mg/L, según la legislación mexicana y la OMS, es decir que excediendo 45 veces el valor máximo permitido**.**

Ilustración 5 Mediciones de arsénico y plomo en agua superficial



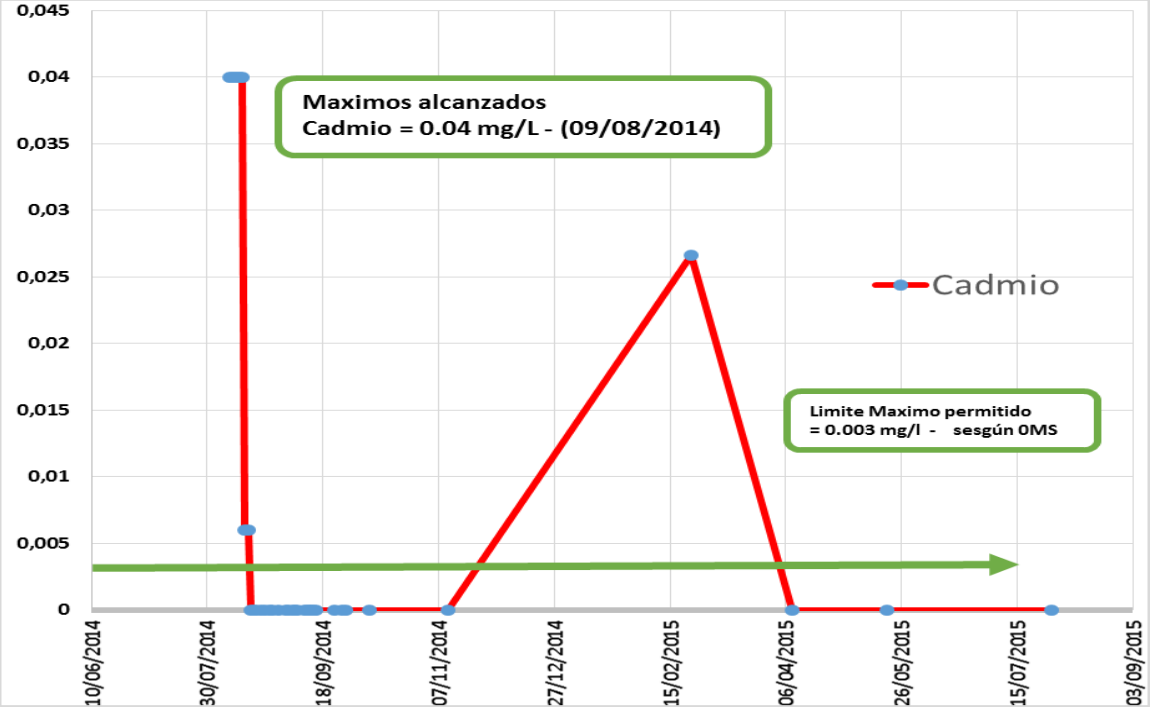
Fuente: Análisis Aguas Reportados en el Fideicomiso

5.3.3. Cadmio. Para el Cadmio el mayor reporte ocurrió entre los días más cercanos al evento de contaminación del 9 al 13 de agosto, alcanzando unos valores de 0,04 mg/L y teniendo en cuenta para este metal el valor máximo permitido en México es de 0,005mg/L según las normas oficiales para la calidad del agua[124] [125]. De similar manera que para el arsénico en México permiten un

[124] NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-127-SSA1-1994, Op.Cit

rango mayor al recomendado por la OMS (niveles máximo permitido = 0,003 mg/L) y entonces superaría lo recomendado internacionalmente en 13 veces para sus mediciones en el agua de consumo. **(Ilustración 6)**

Ilustración 6 Mediciones de cadmio agua superficial

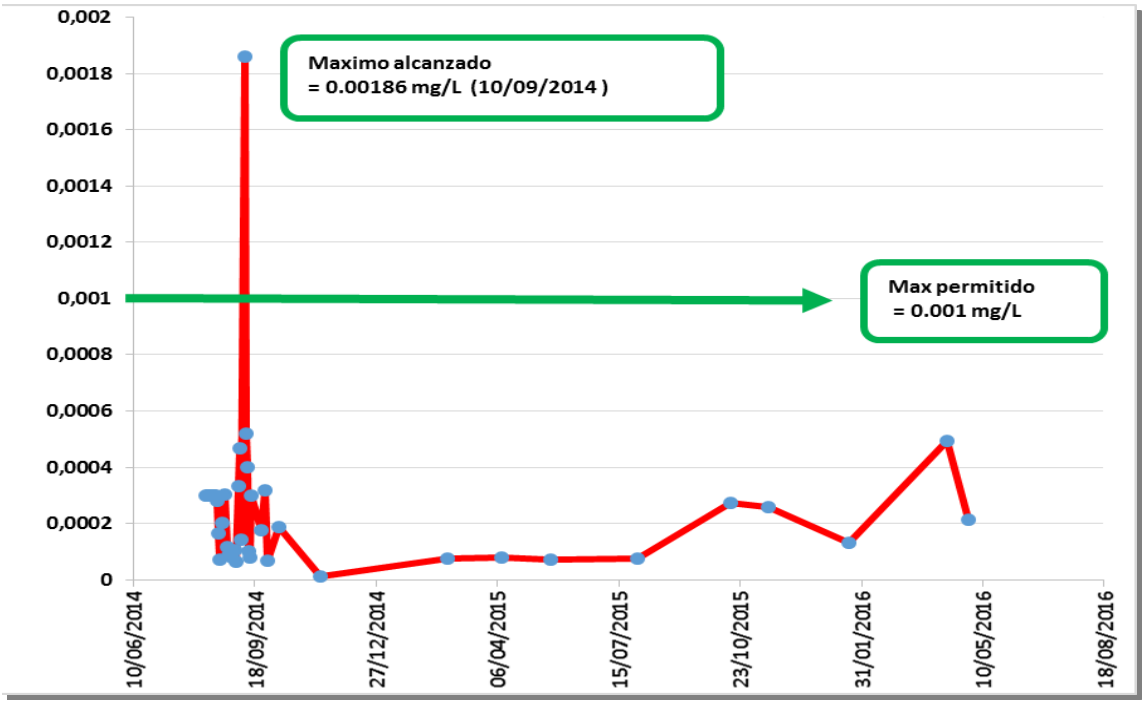


Fuente: Análisis Aguas Reportados en el Fideicomiso

5.3.4. Mercurio. El valor máximo permisible según la legislación mexicana y la OMS para este metal es de 0,001mg/L, la Ilustración 7 permite apreciar que el máximo hallado durante el monitoreo en las aguas del ríos Bacanuchi hasta la presa el Molinito fue de 0,00186 mg/L para las fechas de 9 y 10 de septiembre de 2014, es decir que fue 1,8 veces mayor al permitido nacional e internacionalmente (son iguales).

[125] DÍAZ R. DUARTE H.DURAZO F. Op.Cit p 94-95

Ilustración 7 Mediciones de mercurio agua superficial



Fuente: Análisis Aguas Reportados en el Fideicomiso

5.4. DESCRIPCIÓN DE MAGDALENA DE KINO (No exposición)

El principal criterio que se tuvo en cuenta para determinar la "no exposición" del municipio de Magdalena de Kino fue que pertenece a otra cuenca hidrológica (río Magdalena), se encuentra geográficamente separada del río Sonora por la red montañosa de Aconchi (se origina desde el municipio de Nogales hasta Ures); área con características similares a al área afectada por la contaminación respecto del clima, la flora y la fauna; pero, con una población mayor dado que en el municipio de Magdalena cuenta con 29.701 habitantes y en 7 municipios del área expuesta a la contaminación habitan aproximadamente 21.615 personas[126] **(Ilustración 8).**

[126] INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA – MÉXICO. Censo de Población y vivienda 2010 ISBN 978-607-494-195-1 [online] [consulta: 22 abril 2015] Disponible en: http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras

Ilustración 8 Hidrografía, orografía áreas de estudio

Fuente: diseño con herramientas de Google Earth

Sus pobladores están dedicados a: actividades turísticas, cultivos (hortalizas, frutas, maíz, frijol y sorgo), actividades de maquiladora (usualmente textil: armar uniformes, vestidos, con insumos traídos desde USA). Sin embargo, es de resaltar que, dadas las características fisiográficas del estado de Sonora, donde actualmente la actividad minera es una de las principales actividades económicas

(segundo estado a nivel nacional en producción minera), existen dos minas de oro en áreas cercanas (mina San Francisco [1], mina lluvia de oro [2]), mina de extracción de filoespato (mina Porcelante [3]), minas de cobre (mina Maria [5], mina Milpillas [6]). Razón por la cual es difícil asegurar que la población no está expuesta a residuos mineros y no se cuenta con registros de medición de estos metales en esta área**.**

5.5. CONTAMINANTES Y EL TPE

Dentro de la revisión de la literatura se evidenciaron estudios que tratan de identificar los cambios en el TPE a causa de la exposición a diferentes contaminantes, en la **Tabla 4** se pueden identificar las diferentes metodologías utilizadas, los resultados que obtuvieron respecto del TPE y las medidas de asociación reportadas.

Los estudios que utilizaron cohorte prospectiva fueron los de Guerra y Buck, los de cohorte retrospectiva fueron los reportados por Idrovo, Cole, Sanin, Jaimes y Jorgensen. En los estudios retrospectivos tienden a usar el primer embarazo, mientras que en los prospectivos usan el último embarazo[127]. En relación al tamaño de la muestra dentro de los estudios consultados el de mayor número de participantes fue el de Sanín en el cual tomaron información de 2751 embarazos y el de menor número de participantes fue el de Cole con 41 embarazos.

Los valores medio de TPE reportados como máximos y menores reportados se encuentra en el estudio de Sanin y colaboradores en 2009 en Colombia, el máximo fue de 12,6 (DE: 13,5) meses en Valle del Cauca donde se realiza aspersión de glifosato y el menor fue en el área de Boyacá con un valor medio de 3 (4,7) donde utilizan glifosato de manera manual.

[127] ROTHMAN K, Op.Cit, p 626-627.

Tabla 4 Valores de TPE y medidas de asociación según contaminantes

Autor	Características		TPE (D.E.)	fORc (IC 95%)	n*
Guerra 2003 (plomo) México Prospectivo, Ultimo embarazo	Plomo (sangre µg/dl)	< 10 µg/dl	-	1	142
		> 10 µg/dl	-	** 0,17 (0,05 – 0,56)	
Idrovo. 2005 (Fumigación en la floricultura) Colombia Retrospectivo Primer embarazo	Expuestas a pesticidas	No	8,1 (10,5)	1	997
		Si	9,3 (12,4)	0,91 (0,82 – 1,01)	1089
Cole 2006 (Metales pesados) Canadá Retrospectivo. Mujeres en control prenatal. Dividió en cuartiles los valores de mercurio y plomo	Mercurio (Sangre µg/L) Valor normal hasta 5 µg/L	0,4 -0,6	8,6 (7,4)	1	41
		0,7 -1,0	8,6 (12,9)	1,33 (0,43 – 4,13)	
		1,1 – 1,2	1	-	
		1,3 – 3,6	7,7 (8,3)	1,03 (0,34 – 3,11)	
	Plomo (Sangre µg/L) Valor normal hasta 10 µg/L	5	6,1 (6,8)	1	41
		5,1 - 12	1	-	
		12,1 – 17	8,2 (6,4)	0,89 (0,30 – 2,59)	
		17,1 – 44,1	11,3 (13,3)	0.53 (0,17 – 1,65)	
Sanín 2009 (fumigación con glifosato) Colombia Retrospectivo Primeros embarazos	Áreas con diferente grados de fumigación on glifosato	Boyacá	3 (4,7)	1	582
		Nariño	3,3 (3,3)	0,72 (0,62 – 0,83)	552
		Sierra Nevada de Santa Martha	7,1 (10,3)	0,41 (0,35 – 0,48)	551
		Putumayo	6 (8,3)	0,44 (0,38 – 0,51)	535
		Valle del Cauca	12,6 (13,5)	0,2 (0,17 - 0,24)	531
Buck 2012 (Metales pesados) Michigan, Texas Prospectivo. Variables continuas	Metales pesados por contaminación ambiental,	Cadmio	-	0,70 (0,58 – 0,84)	347
		Plomo	-	0,83 (0,71 – 0,96)	
		Mercurio	-	0,95 (0,85 -1,07)	
Jaimes 2014 (Mercurio–minería) Colombia Retrospectivo Primeros embarazos	Expuestos a mercurio	No	3 (1,8)	1	122
		Si	6 (2,5-12,5)	**0,64 (0,48 – 0,84)	74
Jorgensen 2014 (componentes perfluorados) Mediciones en sangre Dividieron en terciles Retrospectivo	Para la medición de PFNA (ácido perfluorononanoico)	Groenlandia	-	0,72(0,58-0,89)	448
		Polonia	-	1,35(0,93-1,95)	203
		Ucrania	-	0,74(0,53-1,04)	287

fORc = Odds Ratio de fecundabilidad crudo
* n = tamaño de la muestra
** Reportaron Hazard Ratio

La medida de asociación más reportada es el *odds ratios de fecundabilidad* (fOR), un estudio informa ratios de fecundabilidad (Jorgensen) y dos reportan *hazard ratios* (Guerra y Jaimes), el valor menor informado fue el de Guerra en México, con un *Hazard Ratio* crudo = 0,17 (IC95%: 0,05–0,56) en aquellas madres en las cuales los niveles de plomo en sangre fueron mayores a 10 µg/dl.

Respecto de la medición de la exposición, los estudios que utilizan una medida ecológica son los de Idrovo y Sanin, mientras que los que informar biomarcadores en sangre son los de Guerra, Cole, Buck, Jaimes y Jorgensen.

De los estudios más recientes se encuentra el elaborado por Jorgensen[128] cuyo objetivo fue identificar asociación entre componentes perfluorados, tomaron mediciones en sangre para: PFOA (ácido perfluorooctanoico), PFOS (sulfato de perfluorooctano), PFHxS (ácido sulfónico perfluorohexano), PFNA (ácido perfluorononanoico) a 938 mujeres que durante sus controles prenatales aportaron información y muestras de sangre para una cohorte ya establecida en Groenlandia, Polonia y Ucrania; las mediciones en sangre las dividieron en terciles para cada uno de los biomarcadores y compararon con las medidas de TPE. Es importante anotar que se han venido realizando estudios al respecto de sustancias perfluoroalquilo, dado que se encuentran en muchos alimentos, en productos para el cabello, sartenes (teflón), abrillantadores de suelo, lubricantes, plaguicidas, tejidos, tapicería, entre otros y los han identificado como contaminantes orgánicos con efectos como: cáncer, alteraciones hepáticas, alteraciones en el desarrollo de órganos sexuales, enfermedades de la tiroides y otros efectos secundarios. En los resultados sólo encontraron asociación significativa en los niveles de PFNA y las mediciones de TPE en Groenlandia, donde reportó un FR (fecundability ratio) = 0,72 (IC 95%: 0,58-0,89).

[128] JØRGENSEN K Op.Cit

6. METODOLOGIA

6.1. TIPO DE ESTUDIO

Se realizó un estudio observacional, analítico, de cohorte retrospectiva, evaluando el antecedente de exposición a contaminación ambiental por lixiviados de cobre ocurrido el 6 agosto de 2014 en los ríos Sonora y su afluente el río Bacanuchi.

6.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

El estudio se realizó en los municipios que conforman la cuenca del río Sonora de México afectados por el desastre ambiental y como zona no contaminada las habitantes de Magdalena de Kino; utilizando un muestreo por conveniencia en sistema de bola de nieve.

6.2.1. Población blanco: Población de mujeres residentes en el área del río Sonora México, que concibieron sus embarazos en tiempo antes (hasta 10 años) y después del evento de contaminación en los 8 municipios afectados (Arizpe, Banámichi, Huépac, San Felipe de Jesús, Aconchi, Baviácora, Ures y corregimientos de Hermosillo). La población de estas áreas, el número promedio de nacimientos de los años 2010 al 2014 y el número promedio de hijos por mujer se describen en la **Tabla 5** que se construyó con información disponible en la página web de INEGI[129].

[129] INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA – México. Op.Cit

Tabla 5 Distribución de la población de mujeres en municipios afectados

Municipio	Población	Número de mujeres 15-29	Promedio hijos nacidos vivos por cada mujer	Numero promedio de nacimientos (2010-2014)
Arizpe	3.037	654	2,8	32
Banámichi	1.646	314	2,9	21
Huépac	1.154	212	2,9	7
San Felipe de Jesús	396	67	2,3	4
Aconchi	2.637	591	2,7	53
Baviácora	3.560	627	2,9	37
Ures	9.185	1.966	2,7	99
Hermosillo	784.342	210.204	2,2	14784
Magdalena de Kino	29.701	7.514	2,2	533
Total Sonora	2'662.480	700.232	2,3	46929

Fuente: estadísticas INEGI

6.2.2. Población de estudio y cálculo del tamaño de muestra. El objetivo de esta investigación fue verificar la hipótesis "los vertimientos de metales pesados y arsénico en el río Sonora y su afluente el río Bacanuchi de México incrementan el tiempo para quedar en embarazo en las mujeres residentes del área afectadas por la contaminación", para lo cual se tomó como unidad de medida el TPE asumida como cantidad de meses (un mes por cada ciclo menstrual) que requirió para quedar en embarazo, en cualquier embarazo de las mujeres.

Para estimar el tamaño de la muestra se utilizó la tabla de Freedman[130] **(Tabla 6)**, con la expectativa de encontrar una diferencia en las fecundidades de 0,15, una probabilidad de no concepción de 0,60, admitiendo un error alfa de 0,05 y un error beta de 0,20, planteando una hipótesis a dos colas, con una relación de expuestos y no expuestos de 1:1 y teniendo en cuenta el promedio anual de nacimientos por cada municipio, la muestra propuesta fue de 300 embarazos.

[130] FREEDMAN LS. *Tables of the number of patients required in clinical trials using the log-rank test*. Statistics in Medicine, 1982, Vol 1 No.2, p 121 – 129.

Tabla 6 Tamaño de muestra requerido según fórmula Freedman

	Diferencias en la fecundidad (F_2-F_1) Alfa = 0.05 Beta = 0.20									
P(nc)	**0.05**	**0.10**	**0.15**	**0,20**	**0.25**	**0.30**	**0.35**	**0.40**	**0.45**	**0.50**
0.40	2895	744	339	196	129	92	70	55	45	38
0.50	3034	763	341	193	125	88	65	51	42	
0.60	2900	713	**312**	173	110	76	56			
0.70	2493	596	253	137	85					
0.80	1821	413	168							
0.90	892									

P (nc) = Probabilidad de no concepción
Fuente: Tiempo para quedar en embarazo: consideraciones generales y metodológicas

La muestra obtenida fue de 285 embarazos, es decir el 95% de lo planeado, la distribución según los municipios de estudio se puede apreciar en la **Tabla 7.** También, se debe tener en cuenta que para el análisis la muestra se reduce a 235 embarazos porque se deben excluir mediciones que reportan TPE > a 12 meses (casos de infertilidad).

Tabla 7 Muestra obtenida según el tiempo y área

	Municipios	**Antes**	**Después**	**Total**
1	Localidades Hermosillo	2	0	2
2	Ures	26	23	49
3	Baviácora	9	13	22
4	Aconchi	14	11	25
5	San Felipe de Jesús	2	2	4
6	Huépac	2	1	3
7	Banámichi	8	4	12
8	Arizpe	11	9	20
9	Magdalena de Kino	82	66	148
Todos		156	129	285

6.2.2.1. Criterios de inclusión

- Mujer
- Edad mayor de 18 años
- Tener relaciones sexuales sin el uso de método de planificación familiar y con la intención de concebir un bebé, es decir embarazos planeados.
- Vivir actualmente en alguno de los municipios participantes y haber vivido en esos mismos municipios cuando ocurrió el embarazo.
- Haber concebido un bebé en un periodo de hasta 10 años atrás para la muestra antes del evento de contaminación
- Haber concebido un bebé luego del evento de contaminación para muestra de después.

6.2.2.2. Criterios de exclusión

- Discapacidad física o mental que impida responder la entrevista
- No firmar el consentimiento informado **(Anexo D)**.

6.3. MUESTREO

Se llevó a cabo un muestreo por conveniencia en sistema de bola de nieve, aunque se contaba con los registros de INEGI, donde identificaban la fecha y municipio en el cual nacieron los bebés, se consideró que no era factible su ubicación. Los encuestadores eran distribuidos en municipios según el tamaño de la muestra requerido y teniendo en cuenta que completaran el parámetro de un tiempo antes y después del evento de contaminación, siempre acudían dos de ellos para realizar el proceso de explicar el objetivo de la investigación, la obtención del consentimiento informado **(Anexo D)** y el llenado de la encuesta **(Anexo C)**. También, se abordó a niños de edades que se consideraban menores de 10 años y se les solicitaba hablar con la madre, para determinar si era factible su participación en el estudio.

6.4. VARIABLES

Las variables se clasificaron en: sociodemográficas, de exposición, de desenlace y confusoras y se mencionan a continuación:

6.4.1. Sociodemográficas

- Edad
- Ocupación
- Escolaridad
- Tiempo de permanencia en el lugar
- Migración
- Raza

6.4.2. Desenlace

- Tiempo al embarazo, obtenido a través de la aplicación del instrumento diseñado para tal objetivo, en la cual se les pregunto cuántos meses duró teniendo relaciones sexuales hasta que quedo en embarazo.

6.4.3. De exposición. Se contemplaron tres mediciones de la exposición:

- La primera con el fin de controlar el efecto de que eventos de vertimientos similares hayan ocurrido pero no hayan tenido la difusión mediática, se comparó los embarazos ocurridos en el área luego del evento de contaminación con una zona no expuesta a dicha contaminación (Magdalena de Kino - municipio ubicado en otra cuenca hidrográfica y separada del río Sonora por la cadena montañosa – Sierra de Aconchi) y los embarazos ocurridos antes del evento de contaminación en la zona de la ribera del río Sonora.

- Una segunda medición se consideraron solo los embarazos ocurridos antes del día del vertimiento (aunque se carece de mediciones ambientales previos al evento de contaminación se asumen como no expuestos) en comparación con los que ocurrieron después del evento de contaminación (expuestos).

- Finalmente, se basó en la distancia río abajo desde el lugar en que ocurrió el vertimiento, siendo mayor la exposición río abajo (según las mediciones hasta septiembre de 2015[131] un mayor número de veces superó los valores límites permisibles en las riberas bajas del río, donde tiende a desaparecer por filtración o evaporación).

6.4.4. Covariables y potenciales confusoras

- Consumo de alcohol
- Consumo de tabaco
- Consumo de café
- Consumo de pescado criado en aguas del río
- Consumo de carnes de animales que toman agua del río Sonora
- Exposición a sustancias químicas durante la ocupación
- Exposición a plaguicidas
- Estabilidad de la relación con su pareja o padre de su hijo
- Permanencia en el hogar de la pareja
- Antecedentes de trastornos depresivos
- Percepción del Índice de Masa Corporal (IMC)
- Embarazos accidentales
- Tratamiento de fertilidad

[131] DÍAZ R, DUARTE H, DURAZO F Op.Cit, p 94 -95

- Ciclos menstruales
- Fórmula obstétrica: gestaciones, partos, cesáreas, abortos, mortinatos
- Antecedentes de hijos con malformaciones
- Infecciones de transmisión sexual
- Enfermedades ginecológicas
- Comorbilidades: Hipertensión arterial, diabetes, insuficiencia renal, enfermedades autoinmunes y patología tiroidea
- Cirugía pélvica
- Uso de métodos anticonceptivos
- Edad al inicio del primer embarazo
- Uso del agua del río
- Edad al embarazo del cónyuge
- Exposición del cónyuge

6.5. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

En la operacionalización de las variables se agruparon en: sociodemográficas, de exposición, desenlace y potenciales confusoras. **(Anexo F)**

6.6. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

La recolección de la información se llevó a cabo desde 8 al 23 de junio de 2016, según lo establecido en el cronograma **(Anexo G)**, se realizó un entrenamiento previo a los encuestadores con el fin de estandarizar la aplicación de la encuesta en las poblaciones **(Anexo C)**, se utilizó el manual de procedimientos para favorecer la calidad de los datos y la implementación uniforme del instrumento **(Anexo E)**. Se contó con un total de 23 estudiantes – encuestadores a quienes se les asignaba en cumplir con la muestra a los diferentes municipios **(Anexo J).**

Estando en cada uno de los municipios y como se había planeado se acudió en primera instancia al centro de salud (previo registro del proyecto ante la Secretaria de Salud de Sonora), usualmente eran recibidos por el personal de enfermería, quienes orientaban el proceso de ubicación de las madres en base a los registros que ellos manejan, favoreció el hecho de que eran municipios pequeños, también, se acudió a los niños que estaban en el área, indagándoles por su edad y solicitándoles la posibilidad de hablar con sus madres.

Ubicada la potencial participante, se procedía a explicarle el objetivo del estudio, preguntarle si deseaba participar, indagar de los criterios de inclusión, se realizaba el llenado del consentimiento informado con sus testigos y finalmente, se procedía a aplicar la encuesta, proceso que duraba aproximadamente 20 minutos.

El día 24 de junio se llevó a cabo una reunión donde se compartieron experiencias al respecto, manifestaron que la muestra más difícil de obtener fue la de los embarazos ocurridos luego del evento de contaminación, dado que eran un número menor en comparación a la de antes del evento de contaminación (niños de hasta 10 años de edad, nacido entre 2004 a 2014).

De otra parte, refirieron que en los municipios más grandes como Ures y Banámichi, fue un poco más difícil la obtención de la participación en el estudio, habían aplicado otras encuestas, se notan un poco renuentes a participar y en ocasiones consideraban tomar foto del consentimiento.

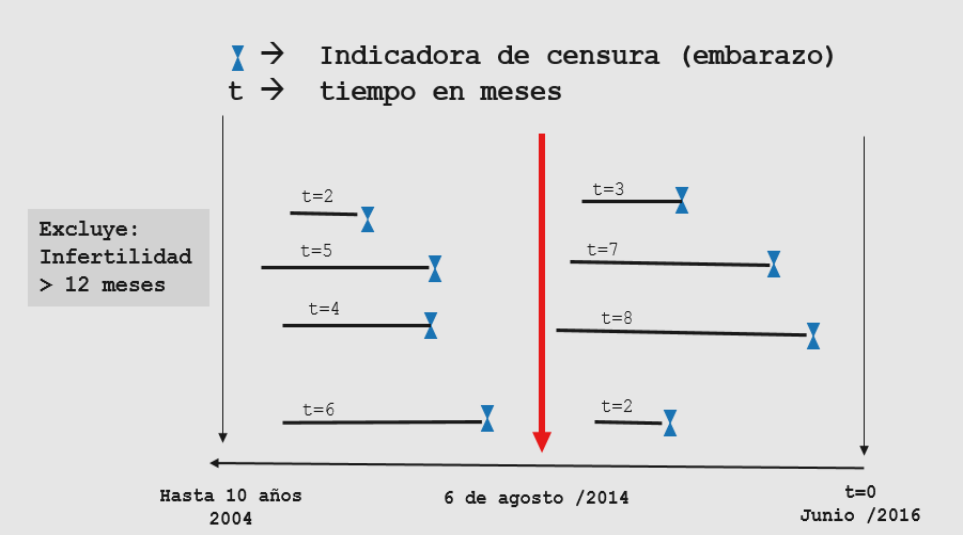
6.7. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Luego de obtenidas las encuestas se procedió a alimentar la base de datos en Excel, se realizó revisión de los datos identificando que correspondiera a rangos

de posibles respuestas, se comparó con las encuestas que fueron escaneadas y posteriormente la base fue exportada al software Stata versión 11 donde se realizó el proceso de análisis.

La descripción univariada de las variables se realizó a través de proporciones, promedios, desviación estándar, mediana y rango intercuartil, teniendo en cuenta la naturaleza de cada una; con rangos de TPE entre 1 a 12 meses excluyendo los mayores a 12 meses considerados casos de infertilidad clínica. **(Ilustración 9)**

Ilustración 9 Análisis TPE cohorte retrospectiva



El análisis bivariado y multivariado se realizó teniendo en cuenta la construcción de los modelos semiparamétricos de peligros proporcionales de Cox para variables discretas en regresión logística[132], se obtiene como medida de asociación *odds ratio* de fecundabilidad crudo (fORc), con la aplicación del comando *prsnperd* propuesto por la Dra. Alexis Dinno[133] en Stata, que amplía la base de datos, genera variables dummy para cada uno de los meses del

[132] DINNO A, Op.Cit
[133] Ibíd.

desenlace (TPE), aumenta en número de filas de cada encuesta repitiendo los datos de las variables que contiene exceptuando en la variable generada como _Y donde asigna un valor de 1 en la última fila.

Dentro del análisis bivariado, para cada uno de las variables con nivel de medición categórico (municipio de residencia, tiempo, ocupación, escolaridad, consumo de café, alcohol, migración, uso del agua del rio, etc.) se calcularon medianas de TPE con sus rangos intercuartiles (IQR) y para las variables continuas como: edad, tiempo de permanencia en el lugar, edad del padre y edad al primer embarazo se exploró la linealidad y según los resultados se consideró categorizar, agrupación en cuartiles o mantenerlas continuas.

No se aplicaron modelos de regresión de Cox porque esta exige que la probabilidad de embarazo sea constante en todo el tiempo[134], el TPE es una variable discreta y la fertilidad de la mujer no es constante durante todo el mes.

En el análisis multivariado se construyeron modelos semiparamétricos, se incluyeron las variables con un nivel de significancia con valor $p < 0,25$ según el test *likelihood* y *Wald*, manteniendo las variables que generaban cambios considerables en el coeficiente (mayores al 20%) en las variables independientes principales, siguiendo el proceso de selección intencionada de las variables propuesto por Hosmer y Lemeshow[135], se consideró incluir la edad al momento del embarazo en todos los modelos, aun cuando no fuera significativa, con el criterio de que es una variable que afecta considerablemente la probabilidad de embarazo biológicamente, además de estar asociada con el tiempo de exposición, en especial en el caso de considerar una exposición crónica.

---

134 KLEINBAUM D. KLEIN M. *Survival Analysis A. Self-Learning Text*. Second Edition. Springer, 2005, Cap. 1 – 6 p.1 – 255.

135 HOSMER Y LEMESHOW *Applied Logsitic Regresion*. Third Edition. Chapter 4. Model-Buliding strategies and Methods for Logsitic Regresion, 2013, p 89 – 151.

Se construyeron 3 modelos, el primero incluye todos los embarazos con mediciones hasta los 12 meses en cada uno de los grupos; en el segundo modelo se excluyeron los TPE = 1, por ser afectados por potenciales sesgos (fallas en el método anticonceptivo, deseo del embarazo o la inclusión de embarazos no planeados o accidentales)[136] [137] [138]; y en el tercer modelo se incluyeron solo los embarazos que ocupan la posición número 1 de todos los embarazos de la mujer, con el objeto de ajustar por los antecedentes obstétricos de la mujer[139].

Se organizó la información en tablas **(Tabla 8)**, se presentan gráficas de desarrollo acumulado de los embarazos de los grupos, gráficas de *Kaplan Meier* ajustadas por las variables incluidas en diferentes modelos que permiten visualizar el desarrollo de los embarazos en cada uno de los meses.

Tabla 8 Tabla de datos para el análisis de la información

	Municipios	Antes	Después
1	Localidades Hermosillo		+++
2	Ures		
3	Baviácora	Zona Contaminada	Expuestos
4	Aconchi	(No expuestos)	Con gradiente
5	San Felipe de Jesús		
6	Huépac	¿Posibles vertimientos previos?	
7	Banámichi		
8	Arizpe		+
9	Magdalena de Kino	Zona no contaminada	

Dentro del gradiente de contaminación fue necesario agrupar según el tamaño de las poblaciones, las muestras obtenidas en cada una de ellas, algunos municipios son muy pequeños (San Felipe de Jesús, Huépac y localidades de Hermosillo) y teniendo en cuenta la distancia desde el sitio donde ocurrió el vertimiento de los lixiviados de cobre.

[136] WEINBERG C. Op.Cit 1994 p 671 – 681
[137] IDROVO Á. 2005 A, Op.Cit, p 396 – 411
[138] ROTHMAN K. Op.Cit, p. 621-640.
[139] IDROVO Á. 2005 A, Op.Cit, p 396 – 411

7. PRUEBA PILOTO

La prueba piloto consistió en la aplicación de 20 encuestas que representaban el 6,6% del total de la muestra planeada, 10 se aplicaron en Ures (municipio afectado por la contaminación) y 10 en la zona no contaminada (Magdalena de Kino), fue realizada desde el 26 de mayo al 1 de junio de 2016.

Durante este proceso se pudo identificar que en el área no tienen muy claro la definición de raza y usualmente contestaban no saber a qué raza pertenecían, exceptuando el caso de los indígenas, quienes sí lo clasifican de una manera correcta, según información de los encuestadores. Sin embargo, se decidió mantener la pregunta para explorar con un mayor tamaño el comportamiento de esta variable.

De otra parte, en las preguntas referentes de consumo de carnes procedentes del área de contaminación que pudieran ser llevados a la zona de no contaminación, se pudo identificar que en Magdalena de Kino usualmente consumen alimentos producidos en su propia área y sería poco probable la exposición indirecta por esta causa en la zona no contaminada.

Se consideró que había una adecuada comprensión de las preguntas, aunque se recomendó realizar con mayor cautela las preguntas sensibles en especial la relacionada con la variable de desenlace, dado que, aunque se tiene la opción de no responder, su respuesta es vital para el análisis del estudio.

También, se recomendó tener especial cuidado en el cumplimiento de los criterios de inclusión dado que se deben consultar embarazos que sean planeados, en casos de mujeres de las que se tomara información de varios embarazos tener

siempre claros el escogido y realizar las preguntas solo referentes a este embarazo.

Se identificó que la muestra con un poco de mayor dificultad para conseguir era la de mujeres que cumplieran el criterio de tener un embarazo luego del evento de contaminación, esto dado por que, son un número menor que aquellas de antes del evento (lapso de 10 años antes del evento).

En conclusión, se consideró que el procedimiento de aplicación de la encuesta, el consentimiento informado y el manual de procedimiento eran claros en sus contenidos y procesos de aplicación.

8. CONTROL DE CALIDAD DE LOS DATOS

Para el control de calidad de los datos se tuvo en cuenta realizar capacitación al personal encargado de diligenciar las encuestas, consistió en una exposición del proceso de aplicación y posterior ensayo. La duración del proceso de explicación del objetivo del estudio, el llenado del consentimiento informado y la encuesta se calculó en aproximadamente 20 minutos.

La aplicación de las encuestas por parte de estudiantes de noveno semestre de medicina de la Universidad de Sonora benefició la calidad de la información, dado que ellos tenían especial cuidado en escoger embarazos que fueran planeados, cumplir con los criterios de inclusión y exclusión, y sus conocimientos en el tema favorecían el abordaje en las preguntas sensibles y brindaba una mayor confianza con las participantes del estudio.

Se contó con una manual de procedimientos en el cual se especifica el proceso de búsqueda de la muestra y la definición de cada una de las variables, en caso de que las participantes solicitaran una mayor explicación de las preguntas.

Se revisó la base de datos construida en Excel, con el objeto de identificar que los valores incluidos en cada una de las variables correspondieran a la información reportada en las encuestas.

Se realizó exploración de datos influyentes, que generaban residuos fuera del rango con el objeto de determinar que fueran plausibles, se excluyeron de los modelos para identificar cambios considerables en los coeficientes (no generaron cambios significativos), lo anterior utilizando el software estadístico Stata 11 (*stata Corporation, College Station, TX, USA*). **(Anexo I)**.

9. EVALUACIÓN CRÍTICA DEL ESTUDIO

En estudios realizados por diferentes autores hacen énfasis en que para poder identificar la asociaciones entre un evento y cambios en el TPE es necesario realizar un buen ajuste por los factores que pueden generar cambios en esta variable[140] [141] [142] [143] [144], por ejemplo: cambios hormonales, de conducta (fumar, consumo de alcohol, pescados, mariscos), de trabajo (exposiciones a rayos X, plaguicidas, químicos que pueden alterar la fertilidad), para lo cual se hace necesario incluir todas estas posibles variables confusoras en el instrumento y llevar a cabo una adecuada medición de ellas.

Los estudios de cohorte retrospectiva se ven abocados a potenciales sesgos de memoria, para lo cual es necesario realizar énfasis en periodos de tiempo específicos; también, se pudo identificar que algunos casos considerados con mayor afectación no se pudieron contactar porque habían requerido desplazarse a Hermosillo para recibir atención médica de sus hijos o a nivel personal.

La realización de preguntas sensibles, muy personales de cada pareja, como la misma pregunta del desenlace del estudio, se debe tener la opción de no responder, pero esto afectaría drásticamente el análisis; también, la pregunta de antecedentes personales de enfermedades de transmisión sexual, requiere un ambiente de privacidad, favoreció el hecho de que los encuestadores fueran estudiantes de noveno semestre de medicina con experiencia para el abordaje de este tipo de preguntas.

---

[140] GUERRA JL, Op.Cit p 189 – 195

[141] IDROVO AJ, Op.Cit, 2005 A, p 396 – 411

[142] WEINBERG CR, Op.Cit, p. 17 – 22

[143] ROTHMAN KJ, Op.Cit, p. 621-640.

[144] SLAMA R, BALLESTER F, CASAS M, CORDIER S, EGGESBO M, INIGUEZ C, et al, *Epidemiologic tools to study the influence of Enviromental Factors on Fecundity and Pregnancy-related Outcomes*, Epidemiology Reviews, 2014, Vol 36 No.1, p 148 – 164.

Respecto de la medición de la exposición de manera ecológica, donde se asume que toda el área del río estuvo expuesta a estos contaminantes con base a las mediciones en el agua de los ríos, pozos y presas, las cuales mostraron diferentes valores en tiempo y lugar, que constatan que superaron los límites permisibles[145], el asumir que todos los residentes fueron afectados de igual manera es un potencial sesgo ecológico y el no contar con mediciones de sangre que pudieran determinar niveles de estos químicos en cada una de las mujeres participantes del estudio hubiera favorecido más el análisis; pero además, teniendo esta opción sería más conveniente la realización de un estudio de cohorte prospectiva; y la obtención de mediciones en sangre de estos metales pesados y el arsénico en el periodo antes del evento de contaminación no sería ya posible.

La validez del estudio respecto de los resultados está limitada al área de estudio, no se debe estimar proyectar estas conclusiones a otras comunidades, dado que el evento ocurrido de contaminación es único y desafortunado, se espera que en ningún otro sitio se presente algo similar; respecto de su metodología se puede considerar útil para guiar en sitios donde requieran realizar monitoreos por exposición a contaminantes y considerar su aplicación en un sistema de vigilancia centinela.

Otra limitación fue que en las variables como: el Índice de Masa Corporal (IMC) el cual se considerara de manera cualitativa[146], mediante la percepción puede generar sesgo, pero habría que tener en cuenta que obtener esta medida solo sería posible en estudios prospectivos, dado que el peso varía y mucho luego de tener un hijo, pero se contempló además la posibilidad de que recordaran el peso y la talla antes del embarazo. Aspectos referentes al control de los sesgos, se pueden identificar en la **Tabla 9.**

[145] DÍAZ R, DUARTE H, DURAZO F Op.cit p 94 -95

[146] OSUNA I, HERNANDEZ MC, CAMPUZANO JC, SALMERON J, Índice de masa corporal y percepción de la imagen corporal en una población adulta mexicana: la precisión del autorreporte. Salud Pública de Mexico, 2006, Vol 48 No2, p 94-103.

Tabla 9 Sesgos y control

SESGOS	CONTROL DEL SESGO
Clasificación	• Se realizó definición clara de cada una de las variables en la operacionalizacion y en el manual, se les asignó un mismo número de codificación • Se realizó la prueba piloto, lo cual permitió identificar que el sistema de muestreo y la encuesta permitirían lograr los objetivos planeados. • Se realizó entrenamiento del personal encargado de recoger la información haciendo énfasis en aplicar el manual de procedimientos, teniendo cuidado en la obtención de la información en un tiempo antes y después en cada una de las áreas, • Respecto del sesgo de memoria la literatura refiere que siendo este un evento significativo en las mujeres, usualmente recuerdan muy bien el embarazo, en especial el primer embarazo, pero el uso del primer embarazo también lo describen como una utopía dado que una gran parte de los embarazos cursan como un periodo menstrual normal, en nuestro caso se consideró tomar cualquier embarazo y esto nos permitió hacer análisis de comparación al respecto. • Con el objeto de controlar el sesgo de deseo del embarazo y los embarazos no planeados, se consideró omitir del análisis los embarazos ocurridos en el primer ciclo menstrual en los modelos número 2 para determinar cambios en las medidas de asociación. • En el proceso de creación de la base de datos, se utilizó la codificación de cada una de las preguntas y respuestas de la encuesta.
Selección	• Se realizó en los dos grupos tanto el de expuestos como el de control el mismo proceso de selección de las participantes, teniendo en cuenta los criterios de exclusión, para finalmente aplicar la encuesta. • De las candidatas a realizar las encuestas que no aceptaron participar, las cuales fueron muy pocas (aproximadamente 5) y por motivos de no disponer de tiempo, se trató de tomar la mayor información posible, y se identificó que no eran motivos asociados con el evento a estudio. • Se obtuvo información de las semanas de gestación para poder ajustar por el sesgo del reconocimiento del embarazo (pregunta No 95 de la encuesta).
Confusión	• La mayoría de las preguntas incluidas en la encuestan están dirigidas a la identificación de los potenciales confusores, se realizó énfasis en la ubicación en el tiempo antes de 1 a 3 años de ocurrido el embarazo. • Se realizó ajuste en el análisis respecto de las variables previstas como confusoras y que en el análisis bivariado reportaban un valor p menor de 0.25 según el test de *likelihood* y *Wald*. • Considerando que el municipio de comparación (Magdalena de Kino) pueda no reunir características muy similares a las del área de contaminación, en el análisis se determinó realizar comparaciones en tiempo antes y después del evento, sin necesidad de cambiar de lugar; pero también se exploró la posibilidad de un gradiente de contaminación, justificado porque las mediciones realizadas por los entes encargados de monitorizar el agua, han observado una tendencia a ser mayores en el sitio donde el río tiende a secarse, evaporarse, filtrarse o desaparecer, los cuales son el los municipios de Baviácora, Ures y Localidades de Hermosillo. • El excluir del análisis las mediciones de TPE mayores a 12 meses permitió controlar el sesgo de intervención médica, cuando se consideran la administración de tratamientos para la fertilidad. • Se midió el antecedente de trabajo, para tratar de controlar el sesgo de la trabajadora sana reproductivamente e identificar factores de confusión.

También, hay que tener en cuenta que según estudio recientes las sustancias perfluoradas (PFAS)[147] pueden afectar el TPE y están presentes en muchos productos actualmente utilizados (productos alimenticios, sartenes de teflón, productos del cabello, papel de envolver alimentos, espumas, abrillantadores del suelo, lubricantes, tejidos, pinturas, plaguicidas, emulsionantes de la industria, entre otros); por ubicuidad en diversidad de artículos no se podrá tomar información de estas fuentes.

En conclusión es conocido que en los estudios de cohorte retrospectiva se pueden presentar problemas metodológicos, pero el contar con un buen instrumento, tener definido los criterios de inclusión y exclusión, la identificación de los confusores, la adecuada mediciones de ellas, la identificación de las posibles interacciones, contar con un adecuado entrenamiento para la recolección de la información y tomar el grupo control lo más similar posible se puede garantizar el poder llegar a conclusiones confiables y claras.

[147] JØRGENSEN K Op.cit

10. CONSIDERACIONES ÉTICAS.

El presente estudio se realizó de acuerdo con los principios establecidos en la declaración Helsinki, en la Norma Oficial Mexicana NOM-012-SSA3-2012[148] que establece los criterios para la ejecución de proyectos de investigación para la salud en seres humano, según el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud Mexicana[149] en el capítulo I articulo 17 y la resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud de la Legislación Colombiana[150] (artículos 10 y 11); fue clasificado como de riesgo mínimo, debido a que es un estudio observacional sin intervención ni procedimientos invasivos, pero que incluye preguntas sensibles referentes a antecedentes personales y de relación con la pareja.

Los procedimientos correspondientes a la investigación se sometieron a ser avalado por el Comité de Ética de la Universidad de Sonora y la Universidad Industrial de Santander, esta última realizó la recomendación de que para la ejecución se llevara a cabo la firma de un convenio entre las dos universidades, lo cual se cumplió.

El proceso del consentimiento informado **(Anexo D)** fue documentado por escrito, las personas no están subordinadas, pero si eran poblaciones especiales (afectadas por una catástrofe ambiental), no se afectó la equidad en la atención clínica dado que no se necesitó el desplazamiento de las personas encuestadas,

[148] NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-012-SSA3-2012, Que establece los criterios para la ejecución de proyectos de investigación para la salud en seres humano, [online] [consulta: 7 enero 2016] Disponible en: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5284148&fecha=04/01/2013

[149] REGLAMENTO de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud México, Capítulo I, Articulo 17. [online] [consulta: 7 enero 2016] Disponible en: http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/compi/rlgsmis.html

[150] MINISTERIO DE SALUD, REPÚBLICA DE COLOMBIA, Resolución No 008430 de 1993 (4 de octubre de 1993) por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud, Articulo 10 y 11, p 3. [online] [consulta: 7 enero 2016] Disponible en: https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/RESOLUCION%208430%20DE%201993.pdf

la información fue tomada en sus lugares de residencia y en el centro de salud de cada uno de los municipios.

Se acordó realizar protección de confidencialidad del nombre de los municipios y de las personas en cualquier presentación académica, científica o social de los resultados[151].

La descripción del presupuesto se especifica en el **Anexo H** del presente trabajo y el proyecto plantea como retribuciones para los municipios los siguientes aspectos: divulgación de resultados a las autoridades municipales, al personal de salud y de la comunidad y entrenamiento de profesionales de la salud municipales en el adecuado abordaje y detección de subfecundidad o con tendencia a infertilidad. No existieron conflictos de interés en ninguno de los investigadores que participan en el presente estudio que pudieran comprometer la validez y la ética del mismo.

[151] CONGRESO DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA. Ley Estatutaria 1581 de 2012, Octubre 17, Por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales. [online] [consulta: 2 diciembre 2016] Disponible en: http://asei.com.co/files/20_01_2016_03_12_12__upload.pdf

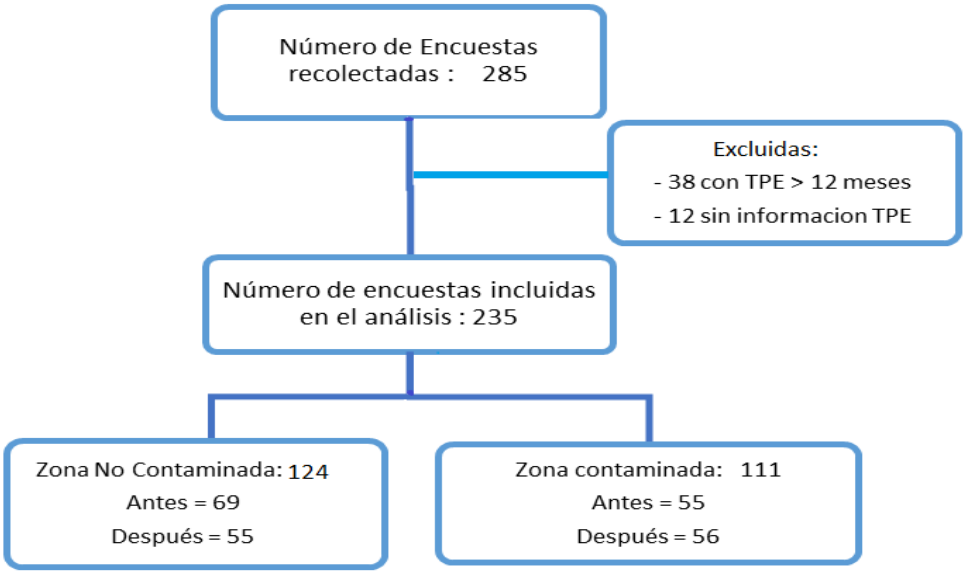
11. RESULTADOS

11.1. ANALISIS DESCRIPTIVO

El total de encuestas recolectadas fueron 285, que contenían 125 preguntas con información sociodemográfica, criterios de inclusión y exclusión, de exposición, confusoras asociadas con la fecundidad de la madre y el padre.

En el analisis se excluyeron 50 encuestas de las 285 recolectadas, 38 por presentar mediciones de TPE mayores a 12 meses, consideradas casos de inferlididad, también, 12 encuestas no contenían información respecto del TPE. **(Ilustracion 10)**

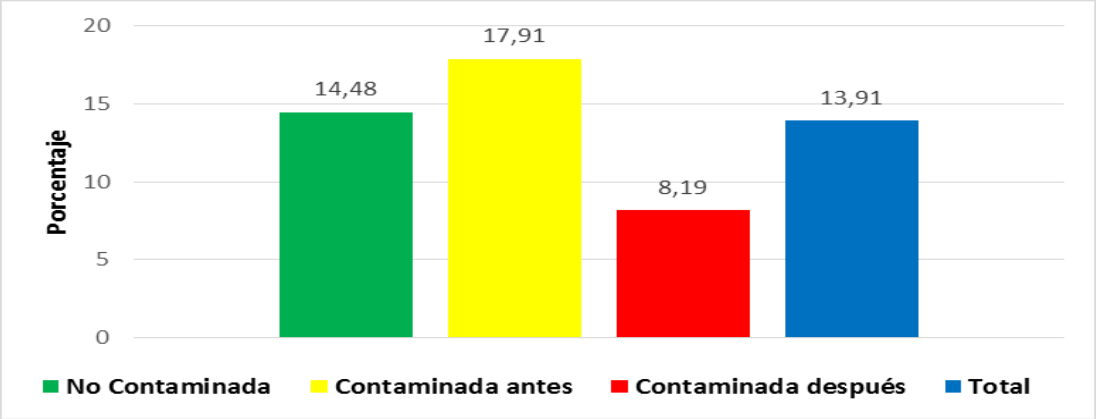
Ilustración 10 Diagrama de flujo de las participantes



Dentro de las variables no incluidas en el análisis es de resaltar que la proporción de infertilidad entre los grupos es mayor en el grupo de expuestas a la

contaminación antes del evento con un 17,91%, seguida por la zona de no contaminación con el 14,48% y en último lugar la zona de contaminación después del evento con un 8,19%, pero, se debe tener en cuenta que cuando se aplicó la encuesta había transcurrido solo 1 año y 9 meses después del evento. **(Ilustración 11)**

Ilustración 11 Proporción de infertilidad según las zonas

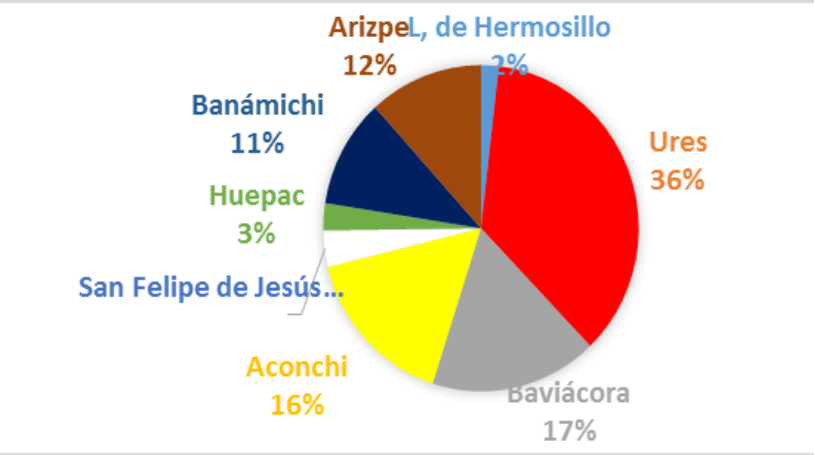


El análisis descriptivo se realizó teniendo en cuenta el nivel de medición y la distribución de las variables, para las continuas con distribución paramétrica se calcularon valores medios y desviaciones estándar, para las cuantitativas discretas se calcularon medianas y el rango intercuartil (IQR: 25% - 75%); para las variables categóricas se calcularon proporciones para cada uno de sus niveles.

La comparación entre los grupos (zona contaminada y no contaminada) se realizó con pruebas estadísticas dependiendo de su nivel de medición y la distribución, en las variables continuas con distribución paramétrica se aplicó la prueba t-student y las no paramétrica la prueba U de *Mann-Whitney*, en las variables categóricas se aplicó la prueba x^2.

En el grupo de expuestas a lixiviados de cobre (metales pesados y arsénico) se incluyeron en el análisis 111 encuestas, el municipio que aportó mayor número de encuestas fue Ures con el 36%, seguida por Baviácora con el 17%, en el tercer lugar esta el municipio de Aconchi con el 16%, **(Ilustración 12),** estas proporciones fueron similares a las planeadas para cada municipio.

Ilustración 12 Proporción de encuestas en el área del río Sonora



La zona no contaminada fue constituida por las participantes del municipio de Magdalena de Kino, en el cual se lograron 124 encuestas con mediciones de TPE hasta los 12 meses y representan el 52,76% del total de la muestra.

11.1.1. Variables sociodemográficas. Dentro de las variables sociodemográficas se puede apreciar que no hay diferencias entre los grupos respecto de la edad en el momento de la encuesta, en la zona no contaminada tenían una mediana de 27 años (IQR: 25-32) y en la zona contaminada fue de 28 años (IQR: 23-34). En relación a la edad al momento del embarazo la mediana en el grupo de no expuestas fue de 24 (IQR: 20,5-28), y en el grupo de expuestas fue de 24 (IQR: 20-29) **(Tabla 10).**

Tabla 10 Distribución de variables sociodemográficas.
Mediana (IQR: 25% - 75%) o % (*n*)]

Variable	Zona No Contaminada (124)	Zona Contaminada (111)	p*
Edad actual. Mediana (IQR: 25%-75%)	27 (25-32)	28 (23-34)	0,55
Edad al embarazo	24 (20,5-28)	24 (20-29)	0,83
Zona donde vivía. % (#)			
• Rural	2,46(3)	4,55(5)	0,38
• Urbana	97,54(119)	95,45(105)	
Antigüedad en el lugar	20 (7,5-27)	21 (7-27,5)	0,60
Migración	4,50 (5)	2,42 (3)	0,39
Raza			
• Blanca	0	18,02 (20)	0,000
• Mestiza	91,67 (99)	25,23 (28)	
• Negra	0,93 (1)	0,90 (1)	
• Indígena	0	1,80 (2)	
• No sabe	7,41 (8)	54,05 (60)	
Estado civil			
• Unión libre/ casada	82,26 (102)	88,29 (98)	0,19
• Separada/ divorciada /soltera	17,74 (22)	11,71 (13)	
Ocupación madre			
• Ama de casa,	55,65 (69)	64,86 (72)	0,15
• Extra hogar	44,35 (55)	35,14 (39)	
Nivel educativo			
• Ninguno	0,81(1)	0,90(1)	0,80
• Primaria	8,87(11)	5,41(6)	
• Secundaria	45,16(56)	48,65(54)	
• Técnica/preparatoria	29,84(37)	33,33(37)	
• Universitaria	14,52(18)	11,71(13)	
Años de educación formal	10(9-12)	10(9-12)	0,96

p* variables continua con distribución no paramétrica - prueba U *Mann-Whitney*, variables categóricas – prueba X^2

La mayoría de las participantes residían en áreas urbanas (97,54% - zona no contaminada, 95,45% - zona contaminada); la mediana de antigüedad en el lugar no es diferente para los grupos y tiene valores de 20 años (IQR: 7,5-27) en la zona no contaminada y de 21 años (IQR: 7-27,5) en el área del río Sonora.

La migración definida como cambio de municipio 3 meses antes del embarazo, es baja, en la zona no contaminada reportaron 5 casos y en la contaminada fueron 3 casos.

El estado civil más frecuente en las zonas fueron las casadas o en unión libre, representado el 82,26 % en el área no contaminada y el 88,29% de la zona contaminada.

Respecto de la raza existe un considerable porcentaje de participantes que no tienen claro este término, en especial en la zona contaminada, el mayor porcentaje referían no saberlo o no respondieron esta pregunta, los encuestadores referían que en esta área de México tan solo los indígenas tienen bien definido este término.

Para la ocupación de la madre fue necesario categorizar en amas de casa y extra hogar, en esta última categoría se organizaron gran variedad de ocupaciones. Las zonas coinciden en la ocupación más frecuente de amas de casa (55,65% en la zona no contaminada y 64,86% en la zona contaminada).

Para el nivel educativo se tomó información de manera continua y categórica, la mediana de años cursados fue de 10 años (IQR: 9-12) en las dos zonas, a nivel categórico el nivel educativo más frecuente para las zonas fue el de secundaria que representaban el 45,16% en la no contaminada y 48,65% en el del río Sonora, en segundo lugar se encuentra el nivel técnica/preparatoria, en tercer lugar universitaria, siguiendo por las participantes con un nivel educativo de primaria y solo el 0,81% en la zona no contaminada y el 0,90% en la zona contaminada no tenían ningún nivel educativo,1 caso para cada zona **(Tabla 10)**

11.1.2. Desenlace. La distribución de la variable de desenlace según la zona y el tiempo de observación se puede apreciar en la **Tabla 11** e Ilustración 13; la mayoría de los embarazos reportaron mediciones de TPE ocurridas en el primer mes las cuales representan el 26,37% del total de los embarazos. Es de destacar que existe un promedio alto de embarazos ocurridos en el 12^{avo} mes, que

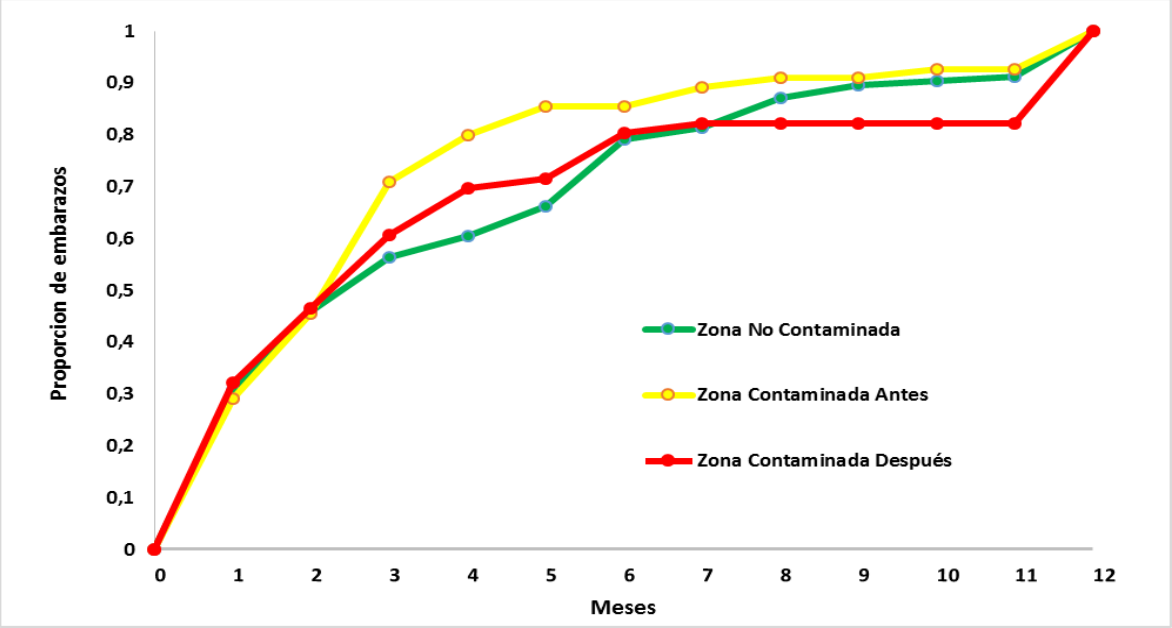
representan el 9,16 % de los embarazos incluidos en el análisis, en el grupo de la zona contaminada después del evento de contaminación no hay reportes de TPE en los meses 8 al 11 y en el 12avo mes se presentaron 17,85% del total de embarazos en este grupo.

Tabla 11 Distribución porcentual del TPE según el área y el tiempo

TPE	Zona no contaminada		Zona contaminada				Total	
			Antes		Después			
	#	%	#	%	#	%	#	%
1	38	30,64	16	29,09	18	32,14	72	26,37
2	19	15,32	9	16,36	8	14,28	36	13,19
3	13	10,48	14	25,45	8	14,28	35	12,82
4	5	4,03	5	9,09	5	8,92	15	5,49
5	7	5,64	3	5,45	1	1,78	11	4,03
6	16	12,90	0	0	5	8,92	21	7,69
7	3	2,41	2	3,63	1	1,78	6	2,20
8	7	5,64	1	1,81	0	0	8	2,93
9	3	2,41	0	0	0	0	3	1,10
10	1	0,80	1	1,81	0	0	2	0,73
11	1	0,80	0	0	0	0	1	0,37
12	11	8,87	4	7,27	10	17,85	25	9,16
Total	124	100	55	100	56	100	235	100
	124		111					

En **la Ilustración 13** se puede apreciar la proporción acumulada de embarazos de los grupos en cada uno de los meses, en los tres primeros meses ocurre el 50 al 70% de los embarazos; en la zona contaminada antes del evento muestran una mayor proporción de embarazos que requirieron menores tiempos que los otros dos grupos, al cuarto mes el 80% de las participantes de la zona contaminada antes del evento habían obtenido el embarazo, mientras que en el grupo de después el 60% de las participantes lo habían obtenido.

Ilustración 13 Porcentaje acumulado de embarazos según el área y el tiempo



Según la posición en el orden del embarazo de las mujeres encuestadas no hay diferencias significativas en las zonas, la mayor proporción para las dos zonas son los que ocupan el segundo lugar dentro de todos los embarazos que ha tenido la mujer, representando el 33,87% en la zona de no contaminación y el 32,43% en la zona expuesta a la contaminación; el segundo grupo más frecuente según el orden de los embarazos son los primeros embarazos representando el 29,84% en la zona de no contaminación y el 30,63% en la contaminada. **(Tabla 12).**

Tabla 12 Posición en el orden de los embarazos. [% (*n*)]

Tiempo	Zona no contaminada (124)	Zona contaminada (111)	p*
Primero	29,84(37)	30,63(34)	0,45
Segundo	33,87(42)	32,43(36)	
Tercero	20,97(26)	27,93(31)	
Cuarto	8,06(10)	5,41(6)	
Quinto	4,84(6)	3,60(4)	
sexto	2,42(3)	0	

p* prueba X^2

De otra parte, algunas participantes aportaron información de 2 o 3 de sus embarazos, las madres que aportaron información de 2 de sus embarazos fueron 17 y las que aportaron de 3 de sus embarazos fueron 2, es decir que 40 encuestas comparten madre en al menos una ocasión y reunirán características semejantes respecto de su madre y en algunos casos respecto del padre.

Los embarazos que comparten información de la madre son más frecuentes en la zona contaminada y en un tiempo antes del evento (se había estipulado de un tiempo hasta 10 años del evento para incluir los embarazos en este grupo), el número de embarazos con una misma madre según los grupos se relacionan en la **tabla 13**.

Tabla 13 Embarazo correlacionados por ser de una misma madre

Variables independientes principales	Numero embarazos que comparten madre	Total en el grupos
Grupos		
• Zona no contaminada	10	124
• Zona contaminada antes	25	55
• Zona contaminada después	5	56
Municipios		
• Ures	10	40
• Baviácora	4	19
• Aconchi	5	18
• San Felipe de Jesús	0	4
• Huépac	0	3
• Banámichi	7	12
• Arizpe	4	13

Considerando que la correlación de los datos suministrados por las madres de estos embarazos pueden afectar las conclusiones, luego de obtenidos los modelos se realizó exclusión de estos para identificar la proporción en la que cambian las medidas de asociación, en el **anexo K** se puede apreciar que en general los modelos no cambian la dirección de la asociación en las variables independientes

principales de nuestro estudio, tan solo en el modelo 2 que tiene el objetivo es identificar el gradiente de contaminación se aprecia cambio en la dirección de las medidas de asociación, a lo cual hay que tener en cuenta que este excluye las mediciones de TPE=1 y el tamaño de la muestra se reduce considerablemente de 77 a 57, además de que hay municipios que no incluyen embarazos con una misma madre como son San Felipe de Jesús y Huépac.

11.1.3. De exposición. Hay diferencias en la fuente del agua de consumo en los dos grupos, el suministro de agua por el acueducto municipal es dado al 88,90% en el grupo de no expuestas a la contaminación, mientras que en el grupo afectado por la contaminación fue en el 52,25%. De otra parte, la proporción de suministro de agua por carro tanque, embotellada, pozos, manantial, arroyos y el río es mayor en la zona contaminada, como se puede apreciar en la **Tabla 14**. El suministro de agua no es constante en una similar proporción en los dos grupos y representa el 18,85% en la zona no contaminada y el 20,37% en el del río Sonora**.**

Tabla 14 Fuente del agua de consumo

[% (*n*)]

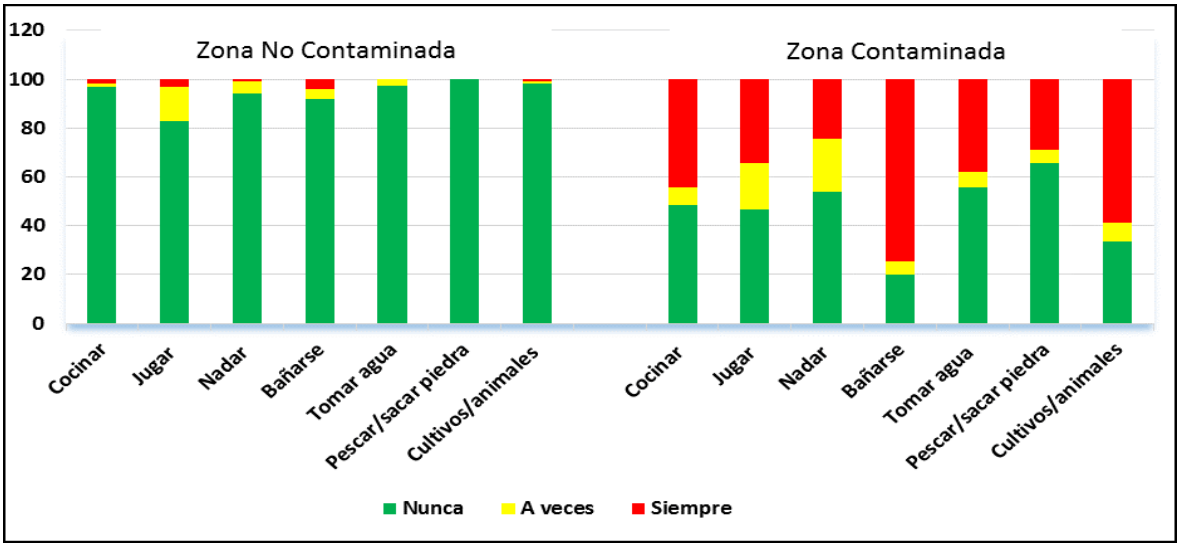
Variable	**Zona no contaminada (124)**	**Zona contaminada (111)**	**p***
Fuente del agua			
• Acueducto municipal	88,90 (109)	52,25 (58)	
• Pozo, manantial, arroyo o río	0,81 (1)	27,93 (31)	0,00
• Carro tanque, embotellada	11,29 (14)	19,82 (22)	
Agua no es constante	18,85(23)	20,37(22)	0,90

p* prueba X^2

Usos del agua del Río. Los usos del agua del río son diferentes en las zonas de estudio; para cocinar es usada siempre en la zona afectada por la contaminación por el 44,1% de las participantes, mientras que en la zona no contaminada la utilizan siempre el 1,63% (Según la respuesta dada a la pregunta: En su casa se usaba el agua del río para cocinar [nunca, a veces o siempre]), es decir, que hace referencia al hecho de que la persona iba y tomaba el agua directamente desde el

río y no desde el acueducto municipal. (**Anexo C** – pregunta 42) También, los otros aspectos de utilización del agua del río siempre para jugar, nadar, bañarse, tomar agua, pescar, sacar piedra, cultivos y dar de tomar a los animales es mayor en el área del río Sonora en comparación con la zona no contaminada. **(Ilustración 14).**

Ilustración 14 Usos del agua del río en las zonas



Se puede identificar que la zona contaminada está más dedicada a actividades agrícolas y mucho más usada el agua del río para sus actividades cotidianas, en poblaciones pequeñas; mientras que en la zona no contaminada es una población más grande y se dedica usualmente a otras actividades no agrícolas.

11.1.4. Covariables y potenciales confusoras

Hábitos alimenticios y otras ingestas. En los hábitos alimenticios y otras ingestas asociadas con cambios en la fecundidad no se observan diferencias significativas respecto de las zonas; la ingesta de carnes de animales que toman

agua de los ríos Sonora y Bacanuchi se consideró omitir en el grupo de no contaminación luego de que al realizar la prueba piloto se apreció que esta área tiene su propio suministro de estos alimentos, son mercados en competencia y no son llevados este tipo de alimentos desde el área del río Sonora. **(Tabla 15).**

Tabla 15 Hábitos alimenticios y otras ingestas [% (*n*) o Mediana (IQR: 25% - 75%)]

Variable	Zona No contaminada (124)	Zona contaminada (111)	p*
Café			
• Cero tazas al día	34,68(43)	41,44(46)	0,55
• De 1 a 2 tazas	58,87(73)	52,25(58)	
• Tres y más tazas	6,45(8)	6,31(7)	
Fumar			
• No fuma	89,43(110)	93,64(103)	0,39
• 1 cigarrillo al día	4,88(6)	1,82(2)	
• 2 y más cigarrillos al día	5,69(7)	4,55(5)	
Alcohol cerveza			
• No toma	69,67(85)	81,98(91)	0,18
• 1 a la semana	13,93(17)	8,11(9)	
• 2 y 3 a la semana	7,38(9)	4,50(5)	
• 4 o más cervezas	9,02(11)	5,41(6)	
Toma otro licor	3,28(4)	0,90(1)	0,21
Carne de res	Se omitió esta evaluación en el área de control	2 (1-2)	-
Carne de puerco		1 (0-1)	
Carne de pollo		2 (1-2)	
Pescado		0 (0-0)	

p* prueba X^2

Exposiciones ocupacionales. Las exposiciones ocupacionales se pueden considerar iguales en los dos grupos para: cianuro, mercurio, plomo, cadmio, arsénico, cal, solventes y otros químicos, tan solo en la exposición a fumigantes existen diferencias significativas, el grupo afectado por la contaminación se consideran expuestas el 11,32%, mientras que en la zona no contaminada lo están el 4,07% de las participantes **(Tabla 16).**

Tabla 16 Exposiciones ocupacionales.

[% (*n*)]

Variable	Zona no contaminada (124)	Zona contaminada (111)	p*
Fumigantes	4,07 (5)	11,32 (12)	0,03
Cianuro	0	2,78 (3)	0,06
Mercurio	0	2,80 (3)	0,06
Plomo	1,65 (2)	2,83 (3)	0,54
Cadmio	0	0,95 (1)	0,27
Arsénico	0	0,95 (1)	0,28
Cal	0,82 (1)	1,89 (2)	0,48
Solventes	0,82 (1)	0	0,26
Otros	1,74 (2)	2,83 (3)	0,58

p* prueba X^2

Antecedentes personales. Respecto de antecedentes de enfermedades asociadas con alteraciones en la reproducción se identificó que tan solo hay diferencias en las zonas respecto de la variable antecedente de hipotiroidismo, para el cual el grupo de no contaminación fue reportado por el 4,03% de las participantes y en la zona contaminada ninguna mujer informó este antecedente. **(Tabla 17)**

Tabla 17 Antecedentes personales. [% (*n*)]

Variable	Zona no contaminada (124)	Zona contaminada (111)	P*
Alguna enfermedad	26,61(33)	28,44(31)	0,75
HTA	11,29(14)	8,23(9)	0,43
DM	4,03(5)	0,90(1)	0,12
Hipotiroidismo	4,03(5)	0	0,03
IRC	1,61 (2)	0,90(1)	0,62
Antecedente familiar Hipotiroidismo	8,06 (10)	16,2 (18)	0,05
Antecedente familiar con malformaciones congénitas	3,23 (4)	4,50 (5)	0,61
Trastornos depresivos/ psiquiátricos	4,84 (6)	8,11 (9)	0,30

p* prueba X^2; HTA= hipertensión arterial; DM= diabetes mellitus; IRC= Insuficiencia Renal Crónica

El antecedente con mayor prevalencia en las zonas fue la hipertensión, el cual fue reportado por el 11,29% de la zona no contaminada y el 8,23% de la zona contaminada; en segundo lugar están los trastornos depresivos/psiquiátricos reportados por el 4,84% en la zona no contaminada y el 8,11% de las participantes de la zona contaminada. En el antecedente familiar para hipotiroidismo se pudo apreciar que el 16,2% de las participantes de la zona contaminada lo reportaron y el 8,02% de la zona no contaminada; el antecedente familiar de malformaciones congénitas fue reportado por el 4,50% de las participantes de la zona contaminada y el 3,23% de la zona no contaminada.

Índice de Masa Corporal (IMC). Para el Índice de Masa Corporal se consideró tomar la información de dos maneras, una en caso que no recordaran el peso y la talla se utilizaron imágenes con el objeto de realizar una clasificación aproximada, también, se les preguntaba el peso y la talla antes del embarazo, se pudo apreciar que no hay diferencias significativas en las zonas mediante los dos métodos. Respecto de las figuras para la clasificación del IMC[152], cuando se agrupan de la 1 a la 3 se considera un IMC menor de 24,9, las figuras 4 a la 6 representan un IMC de 25 a 29,9 y las figuras de 7 a 9 un IMC mayor a 30 **(Anexo C –** pregunta 56**)**, se puede apreciar en la **Tabla 18** que la categoría mayor reportada fue el que representa tener un IMC menor a 24,9, reportado por el 72,41% de las participantes de la zona no contaminada y el 62,73% en la zona afectada por la contaminación. El autorreporte de peso y talla fue dado por 194 participantes, 90 del área del río Sonora y 104 en la zona no contaminada, con rangos de IMC que van de 13,5 a 42,5, las medianas fueron 23.7 (IQR: 21,1-28,8) en la zona no contaminada y de 24,12 (IQR: 21,6-27,1) en la zona del río Sonora.

[152] OSUNA I, Op.Cit, p 94-103.

Tabla 18 Índice de masa corporal. [% (*n*) o Mediana (IQR: 25% - 75%)]

Variable	Zona No contaminada (124)	Zona contaminada (111)	p*
Figuras			
• 1/3 (IMC < 24,9)	72,41 (63)	62,73 (69)	0,21
• 4/6 (IMC = 25 – 29,9)	20,69 (18)	31,82 (35)	
• 7/9 (IMC > 30)	6,90 (6)	5,45 (6)	
Autorreporte	23,7 (21,1-28,8)	24,12 (21,6-27,1)	0,89

p* variable continua con distribución no paramétrica - prueba U de *Mann-Whitney*, variable categórica – prueba X^2

Actividad física vigorosa. Se evaluó la actividad física vigorosa definida como práctica de un deporte en el cual le generaba aumento de la frecuencia cardiaca y la respiración por más de 10 minutos continuos. No se observaron diferencias entre las zonas, el 50 % de las participantes practicaban un deporte; se calcularon mets al día (número de días a la semana que realiza ejercicio por la cantidad en minutos que lo realiza dividido por 7) y reportaron medianas de: 4.2 (IQR: 0-25,7) en la zona afectada por la contaminación y de 3,3 (IQR: 0-42,8) en el no afectado por la contaminación **(Tabla 19).**

Tabla 19 Actividad física vigorosa. [% (*n*) o Mediana (IQR: 25% - 75%)]

Variable	Zona no contaminada (124)	Zona contaminada (111)	p
Realiza actividad física vigorosa. %(#)	50,88 (58)	50,55 (46)	0,96
Mets actividad física vigorosa día	3,3 (0-42,8)	4,2 (0-25,7)	0,19

p* variables continua con distribución no paramétrica - prueba U de *Mann-Whitney*, variable categórica – prueba X^2

Antecedentes ginecológicos y obstétricos. La mayoría de los antecedentes ginecológicos y obstétricos no muestran diferencias significativas entre las zonas, tan solo en el antecedente de tener menstruación irregular y haber tenido un hijo muerto se observaron diferencias significativas entre las zonas; la menstruación irregular es reportada por el 16,94% de las participantes en la zona no contaminada y el 3,67% en la zona contaminada, el antecedente de haber tenido un hijo muerto fue referido por el 13,45% de las participantes de la zona no contaminada y el 4,55% del grupo del río Sonora. **(Tabla 20).**

Tabla 20 Antecedentes ginecológicos y obstétricos.

[$\bar{x}$ ± DE o % (*n*) o Mediana (IQR: 25% - 75%)]

Variable	Zona no contaminada (124)	Zona contaminada (111)	p*
Menarquia	12,66 ± 1,6	12,80 ± 1,40	0,46**
Edad al primer embarazo	19 (17-21)	19 (17-22)	0,34
Número de embarazos	2 (2-3)	3 (2-3)	0,98
Días entre la menstruación	28 (28-30)	28 (28-30)	0,25
Duración de la menstruación	4 (3-5)	4 (3-5)	0,70
Numero de toallas	4 (3-5)	4 (3-5)	0,28
Antecedente ETS	1,61 (2)	0,90 (1)	0,62
Antecedente enfermedad ginecológica	9,68 (12)	14,41 (16)	
• Quistes en ovarios	8,87 (11)	9,91 (11)	
• Miomas	0	0,90 (1)	0,26
• Endometriosis	0,81 (1)	0	
• Tumor en ovario	0	1,80 (2)	
• Displasia cervical	0	1,80 (2)	
Antecedentes cirugía ginecológica	9,68 (12)	14,41 (16)	
• Resección quiste	5,65 (7)	2,10 (3)	
• Resección miomas	0	0,90 (1)	
• Salpingo	7,26 (9)	0	0,26
• Resección tumor ovario	0	1,80 (2)	
• Legrado	0	1,80 (2)	
• Endometriosis	1,61 (2)	0,90 (1)	
• Conizacion	0,81 (1)	0	
Antecedente de hijo con malformaciones	0,81 (1)	1,80 (2)	0,50
Menstruación irregular	16,94 (21)	3,67 (4)	0,001
Tratamiento fertilidad	6,50 (8)	2,73 (3)	0,17
Problemas para el embarazo	12,50 (15)	8,11 (9)	0,30
Relación inestable con la pareja	10,57 (13)	12,61 (14)	0,62
Antecedente de hijo muerto	13,45 (16)	4,55 (5)	0,02
Uso de método planificación fliar 1 año a	66,94 (83)	57,66 (64)	0,14
• Anticonceptivos Orales	20,16 (25)	15,32 (17)	0,33
• Condón	16,94 (21)	13,51 (15)	0,46
• DIU	12,90 (16)	17,27(19)	0,35
• Inyección	16,13 (20)	22,52 (25)	0,21
• Método natural	9,68 (12)	7,27 (8)	0,51
• Implante subdérmico	3,25	0	0,05
Suspensión método de planificación	63,71 (79)	60,36 (67)	0,59
Parto a término	95(114)	94,44(102)	0,85
Reconocimiento del embarazo (semana)	4 (3-6)	4 (4-7)	0,38
Partos previos			
• 0	57,26 (71)	47,75 (53)	
• 1	21,77 (27)	29,73 (33)	0,28
• 2 o mas	20,97 (26)	22,52 (25)	
Abortos previos	19,35 (24)	14,41 (16)	0,31
Cesáreas previas	29,84 (37)	20,72 (23)	0,11

p* variables continua con distribución no paramétrica - prueba U de *Mann-Whitney*, variables categóricas – prueba X^2
p** variable continua con distribución paramétrica – *t-student*

La menarquia fue la única variable que tuvo una distribución normal y se pudo comparar mediante prueba paramétrica (*t- student*), la cual reporta un valor p = 0,46; el valor medio de la primera menstruación fue de 12 años para las dos zonas y las medianas de edad al primer embarazo fueron de 19 años en las dos zonas.

Respecto del uso de métodos de planificación familiar tampoco se observaron diferencias, las participantes refirieron que usaban algún método de planificación un año antes del embarazo el 66,94% en la zona de no contaminación y el 57,66% del área del río Sonora, los más frecuentemente utilizados fueron los anticonceptivos orales, la inyección intramuscular y el Dispositivo Intrauterino (DIU).

La mayoría de las participantes refirieron haber tenido un parto a término (94,44% - 95%), en el reconocimiento del embarazo, partos, abortos y cesáreas previas no se observaron diferencias significativas entre las zonas.

Aspectos del padre. Se observaron diferencias entre las zonas respecto de las variables: antecedente de fumar, ingesta de alcohol, consumo de pescado, antecedente de trastornos depresivos, ocupación y exposiciones ocupacionales para fumigantes y solventes. **(Tabla 21).**

El fumar y la ingesta de alcohol fue reportado con mayor proporción en la zona de no contaminación, en la cual el 50,41% de los padres tenían el hábito de fumar y el 79,03% de consumo de alcohol, mientras que en la zona de contaminación el hábito de fumar para los padres fue reportado por 35,14% de las participantes y la ingesta de alcohol por el 63,63%. Los trastornos depresivos y psiquiátricos fueron mayores en la zona de no contaminación, reportado para el 8,40% de los padres, mientras que el grupo afectado por la contaminación fue del 1,87%.

Tabla 21 Aspectos del padre. [% (*n*) o Mediana (IQR: 25% - 75%)]

Variable	Zona no contaminada (124)	Zona contaminada (111)	P*
Hijos con otra mujer	22,13 (27)	20,0 (22)	0,69
Edad del padre	27 (23-30)	27 (24-34)	0,25
Ingestas y hábitos			
• Fumar	50,41 (62)	35,14 (39)	0,01
• Café	59,35 (73)	64,55 (71)	0,41
• Alcohol	79,03 (98)	63,64 (70)	0,009
• Drogas psicoactivas	5,79 (7)	6,48 (7)	0,82
• Consumo pescado	2,04 (2)	9,80 (10)	0,02
• Atún	19,09 (21)	31,13 (33)	0,04
Antecedentes patológicos			
• Antecedente de ETS	0	0,94 (1)	0,28
• Alguna enfermedad	26,61 (33)	28,44 (31)	0,75
• HTA	6,45 (8)	7,21 (8)	0,81
• DM	3,23 (4)	4,50 (5)	0,61
• Hipotiroidismo	0	0	0
• IRC	0,81 (1)	0	0,34
• LES	0	0,91 (1)	0,28
• Familiar hipotiroidismo	2,63 (3)	7,41 (8)	0,10
• Familiar con malformaciones congénitas	5,00 (6)	4,59 (5)	0,88
• Trastornos depresivo	8,40 (10)	1,87 (2)	0,02
Ocupación del padre			
• Agricultor	8,06 (10)	29,73 (33)	
• Vendedor / comerciante	8,06 (10)	18,92 (21)	
• Minero	28,23 (35)	10,81 (12)	
• Maquiladora	7,26 (9)	1,80 (2)	0,000
• Electricista / soldador	7,26 (9)	6,31 (7)	
• Administrativos	22,58 (28)	9,01 (10)	
• Otros	18,55 (23)	23,42 (26)	
Exposiciones Ocupacionales			
• Alguna exposición	35,21 (25)	40,0 (34)	0,53
• Fumigantes	14,44 (13)	30,93 (30)	0,007
• Cianuro	14,74 (14)	9,28 (9)	0,24
• Mercurio	8,70 (8)	9,28 (9)	0,88
• Plomo	12,63 (12)	10,20 (10)	0,59
• Cadmio	6,59 (6)	5,21 (5)	0,68
• Arsénico	5,49 (5)	6,25 (6)	0,82
• Cal	24,74 (24)	20,62 (20)	0,49
• Solventes	24,18 (22)	11,22 (11)	0,019
• Otro químico	3,80 (3)	4,44 (4)	0,83

p* Variable categórica - prueba X^2. Variables numéricas distribución no paramétrica - prueba U de *Mann-Whitney*; ETS= Enfermedades de trasmisión sexual; HTA= hipertensión arterial; DM= diabetes mellitus; IRC= insuficiencia renal crónica LES= lupus eritematoso sistémico;

La ocupación de los padres es diferente en las zonas, en el grupo del río Sonora la mayor ocupación fue ser agricultor con un 29,73%, seguida por la de vendedor

con un 18,92%, mientras que en la zona de no contaminación fue la de minero con un 28,23%, seguida por la de albañil con un 10,48%, es de resaltar que, existe una gran variedad de ocupaciones que fueron necesaria agruparlas en la casilla de otros y representaron el 20,16% en la zona de no contaminación y el 17,12% en el del río Sonora. De otra parte, la exposición ocupacional más frecuente en el grupo del río Sonora fue la de fumigantes mientras que en la zona de no contaminación fue la de cal y solventes, se debe resaltar que el 33,61% de las participantes desconoce las potenciales exposiciones de sus parejas y algunos casos reportados como no exposiciones requerirían una mayor indagación según la ocupación.

11.2. ANÁLISIS BIVARIADO

En el análisis bivariado se exploró cada una de las variables con el desenlace, se tomó en cuenta la mediana de TPE y como medida de asociación Odds Ratio de fecundabilidad crudo (fORc). En la **Tabla 22** se incluyen las variables que reportan valores p menores a 0,25 o que en el análisis multivariado requirieron una inspección más detallada por generar confusión en las variables independientes principales, se consideró omitir las restantes dado la gran cantidad de variables de las que se tomó información.

Respecto de las características sociodemográficas se pudo apreciar que al comparar la zona de contaminación existen algunos municipios que muestran tendencia a disminuir la probabilidad de embarazo como son el caso de Baviácora con un fORc=0,78 (IC95%: 0,42-1,47) y Aconchi con un fORc=0,74 (IC 95%: 0,40 - 1,36), mientras que Banámichi reporto una mayor probabilidad de embarazo con un fORc = 3,75 (IC 95%: 1,52 - 9,27) en comparación con la zona de no contaminación.

Considerando que la zona de no contaminación tenía una tendencia a menor probabilidad de embarazos que la contaminada se organizaron 3 grupos, tomando como referencia la zona contaminada antes del evento y se identificó que la zona contaminada después del evento presenta un fORc= 0,71 (IC95%: 0,44 – 1,15) y cuando se compara solo el área del río Sonora en un tiempo antes y después, después del desastre el fORc = 0,74 (IC95%: 0,46 – 1,19).

Tabla 22 Medianas de TPE y fORc

Variable	n 235	%	TPE Mediana (IQR: 25%-75%)	fORc	IC 95%	P*
SOCIODEMOGRAFICAS						
Municipio Contaminados						
• Hermosillo	2	0,85	2,5 (2-3)	1,97	0,32 - 12,1	0,464
• Ures	40	17,02	3 (2-5)	1,08	0,70 - 1,67	0,720
• Baviácora	19	8,09	3 (1-12)	0,78	0,42 - 1,47	0,458
• Aconchi	18	7,66	4 (2-6)	0,74	0,40 - 1,36	0,346
• San Felipe de Jesús	4	1,70	4 (2-5,5)	1,18	0,36 - 3,83	0,782
• Huépac	3	1,28	3 (1-10)	1,00	0,27 - 3,76	0,989
• Banámichi	12	5,11	1,5 (1-2,5)	3,75	1,52 - 9,27	0,004
• Arizpe	13	5,53	1 (1-3)	1,37	0,65 - 2,88	0,405
No contaminado						
• Magdalena de Kino	124	52,77	3 (1-6)	1		
Área						
• No Contaminada	124	52,77	3 (1-6)	1		
• Contaminada	111	47,23	3 (1-5)	1,07	0,78 - 1,47	0,65
Tiempo						
• Antes del desastre	124	52,77	3 (1-6)	1		
• Después del desastre	111	47,23	3 (1-6)	0,90	0,65 - 1,23	0,52
Tiempo (solo el área contaminada)						
• Antes del desastre	55	49,54	3 (1-4)	1		
• Después del desastre	56	50,45	3 (1-6)	0,74	0,46 – 1,19	0,21
Tiempo (solo zona de no contaminación)						
• Antes del desastre	69	55,65	3 (1-6)	1		
• Después del desastre	55	44,35	3 (1-6)	0,90	0,64 – 1,28	0,58
Grupos						
• Zona contaminada antes del desastre	55	23,40	3 (1-4)	1		
• Zona contaminada después del desastre	56	23,83	3 (1-6)	0,71	0,44 – 1,15	0,15
• Zona no contaminada	124	52,77	3 (1-6)	0,78	0,52 – 1,13	0,21
Estado civil						
• U. Libre/casada	200	85,11	3 (1-6)	1		
• Separada/soltera	35	14,89	4 (2-8)	0,82	0,20 - 1,10	0,08
Antigüedad en el lugar						
• Min/ 5 años	41	18,30	2 (1-4)	1		
• 6/10 años	32	14,29	3 (1-6)	0,66	0,37 - 1,19	0,17
• 11/25 años	77	34,38	3 (1,5-6)	0,70	0,43 - 1,13	0,14
• 26/máx. años	74	33,04	3 (1-7)	0,62	0,38 - 1,01	0,05

Variable	n	%	Mediana TPE	fORc	IC 95%	p
VARIABLES DE LA MADRE						
Edad al primer embarazo (continua) $\bar{x}$ ± DE = 19.8 (4.23)	235	100	3 (1-6)	1,02	0,98 – 1,06	0,23
Posición en el orden de los embarazos (Continua)	235	100	3 (1 – 6)	1,06	0,93 – 1,22	0,32
Nivel educativo						
• Ninguno	2	0,8	5 (4 - 6)	0,69	0,14 – 3,40	0,65
• Primaria	17	7,23	3 (2 – 6)	0,77	0,42 – 1,42	0,41
• Secundaria	110	46,8	2 (1 – 6)	1		
• Técnica /Preparatoria	74	31,4	3 (2 - 8)	0,67	0,47 – 0,97	0,03
• Universitaria	31	13,1	2 (1 – 5)	1,24	0,75 – 2,05	0,38
HTA madre	23	9,8	2 (1 -4)	1,59	0,95 – 2,75	0,09
IMC al momento del embarazo						
• Bajo peso: < 18.5 kg/mt¨2	12	6,9	3 (2 - 7)	0,76	0,37 -1,55	0,45
• Normal: 18.5 – 24.9	102	52,5	3 (1 -5)	1		
• Sobrepeso: 25 – 29.9	47	24,2	3 (2 -8)	0,67	0,44 – 1,03	0,07
• Obesidad > 30 Kg/mt¨2	33	17,0	3 (2 -8)	0,80	0,49 -1,31	0,38
Actividad física vigorosa	104	50,7	3 (1 – 6)	0,78	0,56 -1,10	0,16
Abortos previos	34	14,8	2 (1 - 4)	1,46	0,95 - 223	0,07
Menstruación irregular	25	10,6	2 (1 - 6)	1,15	0,68 – 1,94	0,58
Antecedente de hijo muerto	21	8,93	3 (1 – 6)	1,15	0,66 – 1,99	0,61
Uso de método natural como planificación previo	147	62,5	3 (1-6)	1,37	0,99 - 1,90	0,05
VARIABLES DEL PADRE						
Edad del padre (continua) $\bar{x}$ ± DE = 28.7 (8.2)	222	94,4	3 (1 – 6)	1,01	0,99 – 1,03	0,28
Ocupación del padre						
• Vendedor / comerciante	31	13,1	2 (1-4)	1		
• Agricultor	43	18,3	3 (1-12)	0,61	0,33 – 1,10	0,10
• Minero	47	20,0	5 (2-8)	0,59	0,33 – 1,05	0,07
• Maquiladora	11	4,68	3,5 (2-12)	0,37	0,15 – 0,92	0,03
• Electricista / soldador	16	6,81	4 (2-12)	0,51	0,24 – 1,10	0,08
• Administrativos	38	16,1	3 (2-6)	0,72	0,39 – 1,33	0,30
• Otros	49	20,8	3 (2-9)	0,58	0,32 - 1,02	0,06
Exposición paterna a solventes	33	17,4	2 (2 – 4)	1,71	0,89 – 3,30	0,10
Antecedente familiar paterno de hipotiroidismo	11	4,95	5 (1 -10)	0,66	0,31 – 1,38	0,27
Fumar padre	101	43,1	3 (1 – 6)	1,27	0,92 – 1,75	0,13
Hijos con otra mujer	49	21,12	3 (1 -4)	1,32	0,89 -1,95	0,16
SOLO EL ÁREA AFECTADA POR LA CONTAMINACIÓN						
Tiempo						
• Antes del desastre	55	49,54	3 (1-4)	1		
• Después del desastre	56	50,45	3 (1-6)	0,74	0,46 - 1,19	0,21
Fuente de agua						
Toma domiciliaria/río/pozo	89	80,1	3 (1-5)	1		
Embotellada	22	19,8	2 (1-4)	1,57	0,85 – 2,90	0,14
Uso del agua río cultivos/animales						
• Nunca	37	33,3	2 (1-3)	1		
• A veces	9	8,1	3 (2-12)	0,31	0,12 - 0,84	0,022
• Siempre	65	58,5	3 (1 -5)	0,54	0,2 – 0,92	0,025

Variable	n	%	Mediana TPE	fORc	IC 95%	p
Uso del agua del rio bañarse						
• Nunca	22	19,8	2 (1 – 3)	1		
• A veces	6	5,4	7,5 (2 – 12)	0,22	0,06 -0,83	0,02
• Siempre	83	74,7	3 (1 -5)	0,66	0,36 – 1,21	0,18
Consumo de pollo	93	84,5	3 (1-5)	0,55	0,28-1,08	0,08
Numero porciones a la semanas						
• 0	17	15,45	2 (1 – 3)	1		
• 1	30	27,27	3 (1 – 5)	0,50	0,23 – 1,08	0,078
• 2	42	38,18	3 (1 – 7)	0,50	0,24 - 1,06	0,078
• 3 o +	21	19,09	3 (1 – 3)	0,76	0,33 – 1,72	0,512
Ingesta de cerveza madre						
• Ninguna	176	75,5	3 (1 - 6)	1		
• 1 a 2 botellas semana	36	15,4	2 (1 - 5)	0,81	0,51 -1,27	0,36
• 3 o más botellas	21	9,01	5 (1 - 8)	0,63	0,33 – 1,22	0,17
Exposición materna a fumigantes	12	11,3	5,5 (2,5–7,5)	0,55	0,26 – 1,15	0,11

Las medianas de TPE en el área del río Sonora muestran tendencia a ser más prolongados luego del evento de contaminación, antes del 6 de agosto de 2014 la mediana de TPE era de 3 meses con IQR de 1 - 4 y luego del evento la mediana de TPE es también 3 meses pero el IQR es de 1 - 6 meses.

Dentro del análisis bivariado se identificó que los factores que generan disminución en la probabilidad de embarazo de manera relevante (valores p < 0.10) son: el estado civil de separadas/solteras, nivel educativo de técnica y preparatoria, HTA materna, sobrepeso, el consumo de pollo, la ocupación paterna en minería, maquiladora, electricista, el uso del agua del rio para cultivo, consumo de los animales y bañarse. Las variables que aumentan la probabilidad de embarazo en esta cohorte son: tener el antecedente de aborto previo, exposición paterna a solventes, el hábito de fumar por parte del padre y tener como fuente de agua la embotellada.

11.3 CAMBIOS EN EL TPE SEGÚN EL GRUPO

Los modelos multivariados construidos con el objeto de identificar las características que afectaran la probabilidad de embarazos en los grupos permitieron identificar que las expuestas posterior al evento de contaminación

presentan menor probabilidad de embarazo en todos los modelos en comparación con las expuestas antes del 6 de agosto de 2014, con un fOR = 0,52 (IC95%: 0,29-0,92) en el modelo 1, un fOR = 0,40 (IC95%: 0,20-0,82) en el modelo 2 y un fOR=0,18 (IC95%: 0,05-0,64) en el modelo 3 **(Tabla 23)**. En las participantes de la zona no contaminada se identificó que tienen menor probabilidad de embarazo en los modelos 1 y 2, pero ya no en el tercer modelo **(Ilustración 15).** La edad al primer embarazo, la ocupación paterna en minería, el antecedente familiar de hipotiroidismo por parte del padre y el uso del agua para cultivos y consumo de los animales afectan de manera significativa la probabilidad de embarazo con valores $p < 0,05$ en alguno de los modelos propuestos.

Tabla 23 Modelo multivariado – diferencias en los grupos.

Variables	**Modelo 1**: Todas las encuestas incluidas en el análisis. (n=235)				**Modelo 2**: Excluyendo los TPE = 1 (n= 163)			**Modelo 3**: Solo embarazos con posición = 1. (n= 71)		
	fOR crudo	fOR*	(IC 95%)	p	fOR*	(IC 95%)	p	fOR**	(IC 95%)	p
Grupo ***										
- Zona No Contaminada	0,78	0,30	(0,15 - 0,60)	0,001	0,13	(0,05 - 0,33)	0,000	0,73	(0,14 - 3,60)	0,702
- Zona Contaminada Después	0,71	0,52	(0,29 - 0,92)	0,025	0,40	(0,20 - 0,82)	0,012	0,18	(0,05 - 0,64)	0,008
Ocupación del padre										
- Agricultor	0,61	0,95	(0,45 - 2,00)	0,912	1,03	(0,39 - 2,63)	0,94	0,74	(0,16 - 3,42)	0,702
- Minero	0,59	0,47	(0,23 - 0,97)	0,041	0,78	(0,30 - 1,99)	0,609	0,06	(0,006 - 0,63)	0,019
- Maquiladora	0,37	0,37	(0,12 - 1,09)	0,073	1,01	(0,29 - 3,54)	0,980	0,21	(0,024 - 1,97)	0,175
- Electricista/ Soldador	0,51	0,48	(0,18 - 1,25)	0,136	1,12	(0,33 - 3,73)	0,849	0,28	(0,044 - 1,78)	0,178
- Administrativo	0,72	0,87	(0,42 - 1,80)	0,722	2,10	(0,79 - 5,60)	0,135	0,33	(0,069 - 1,63)	0,177
- Otros	0,58	0,49	(0,25 - 0,94)	0,034	0,86	(0,36 - 2,07)	0,747	0,35	(0,079 - 1,63)	0,185
Edad al primer embarazo	1,02	1,09	(1,01 - 1,18)	0,018	1,04	(0,97 - 1,11)	0,172	1,24	(0,95 - 1,60)	0,101
Uso del agua para cultivos y animales	0,82	0,34	(0,18 - 0,65)	0,001	0,24	(0,10 -0,54)	0,001	1,09	(0,21 - 5,48)	0,912
Familiar del padre con hipotiroidismo	0,66	0,34	(0,14 - 0,85)	0,021				0,24	(0,03 - 1,70)	0,155

* Ajustado por: edad de la madre al momento del embarazo, exposición a solventes, menstruación irregular y posición del embarazo.
** Ajustado por: edad de la madre al momento del embarazo y exposición a solventes.
*** Categorías de referencia: Grupos = Zona contaminada Antes.
Ocupación = Vendedor / comerciante.
Edad al primer embarazo = cada año.

En la **Ilustración 15** se puede apreciar que en el modelo 3 las participantes de la zona contaminada después del evento de contaminación el desarrollo de los embarazos es diferente y más retardado que en los otros dos grupos; en la **Tabla 24** se desglosa el número de embarazos incluidos en el modelo 3 para cada grupo según los meses.

Ilustración 15 Desarrollo de embarazos en los grupos según cada modelo

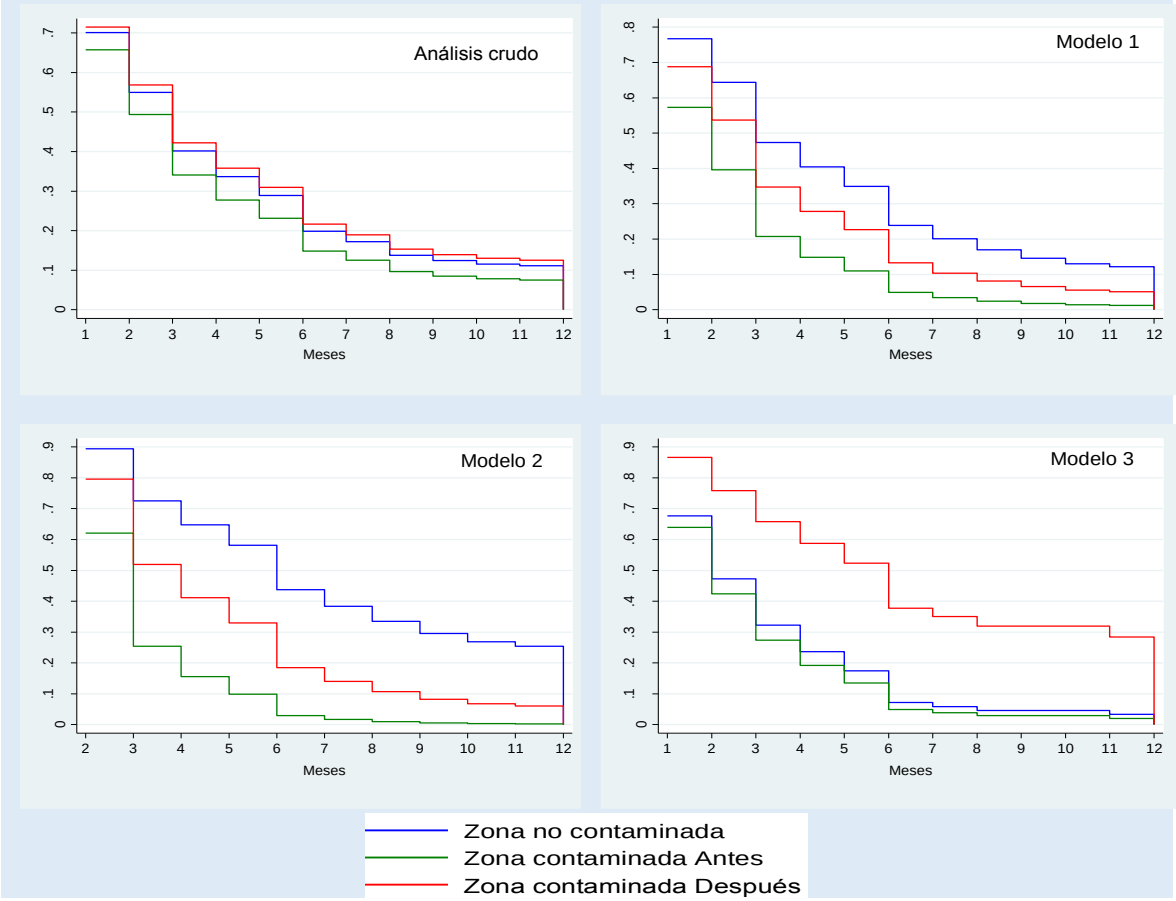
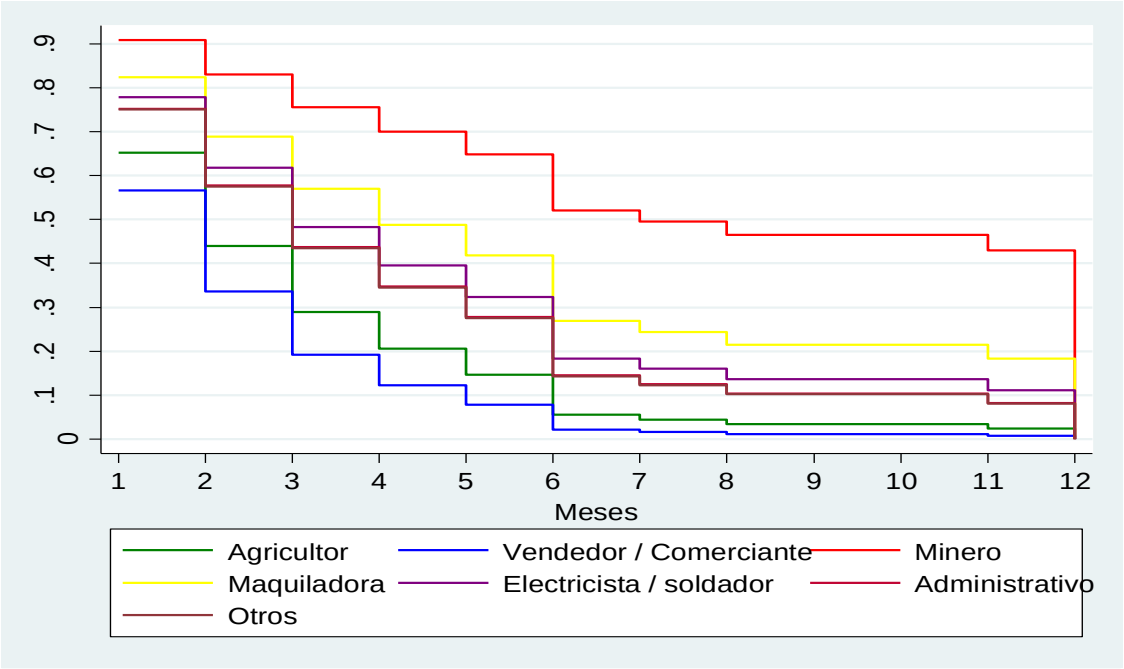


Tabla 24 Distribución de embarazos según cada grupo- modelo 3

Grupos	Meses										Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	11	12	
Zona no contaminada	10	8	2	0	3	5	1	1	1	6	37
Zona contaminada Antes	4	3	4	2	1	0	0	0	0	0	14
Zona contaminada Después	6	1	3	2	1	1	0	0	0	6	20
Total	20	12	9	4	5	6	1	1	1	12	71

Dentro de la ocupación de los padres se pudo identificar que los que desarrollan actividad de minería muestran una tendencia a la disminución de la probabilidad de embarazo en los tres modelos en comparación con el grupo de referencia (Vendedor/ comerciante/administrativo), con significancia en el 1 y 3; en el modelo 3 con un fOR = 0,06 (IC 95%: 0,006-0,63) y un valor p = 0,019 **(Ilustración 16)**, cuando los padres trabajan en tareas de maquiladoras presentan una menor tendencia a la disminución de la probabilidad de embarazo en comparación con el grupo de referencia en el primer modelo, pero ya no en los otros dos modelos.

Ilustración 16 Desarrollo embarazos según la ocupación padre - modelo 3



La probabilidad de embarazo muestra una tendencia a aumentar por cada año de aumento de la edad al primer embarazo, siendo significativo en el primer modelo con un fOR = 1,09 (IC 95%: 1,01-1,18), los otros modelos también muestran tendencia al aumento de la probabilidad de embarazo pero no de manera significativa.

En el análisis descriptivo se había identificado que hay diferencias entre los grupos respecto del antecedente materno del hijo muerto y la menstruación irregular; el antecedente de hijo muerto no es significativo en el análisis bivariado y multivariado, mientras que el antecedente de menstruación irregular es relevante, se incluyó en los modelo 1 y 2, pero no genera cambios significativos en nuestras variables independientes principales por lo cual solo se enuncia que se ajusta por ella, en el modelo 3 el antecedente de menstruación irregular ya no es significativo y no se incluye.

11.4 CAMBIOS DE TPE EN EL ÁREA DEL RÍO SONORA

En la exploración de diferencias en el TPE en el área del río Sonora se identificó que el grupo después del evento de contaminación presentan una menor probabilidad de embarazos y aunque no significativa si consistente en todos los modelos propuestos al igual que en el análisis crudo; también, se identificó que el estado civil de separada/divorciada, el consumo de pollo, el uso del agua para cultivos y consumo de los animales disminuyen significativamente la probabilidad de embarazo en alguno de los modelos, y por el contrario el uso de agua embotellada aumenta la probabilidad de embarazo y aunque no de manera significativa, si consistente en los tres modelos. **(Tabla 25 e Ilustración 17).**

El estado civil de separadas o divorciadas, es decir sin pareja tienen una menor probabilidad de embarazo en comparación con las casadas o en unión libre con un fOR= 0,12 (IC95%: 0,02-0,56) en el modelo 1, fue significativa en el modelo 1, pero ya no en los modelos 2 y 3.

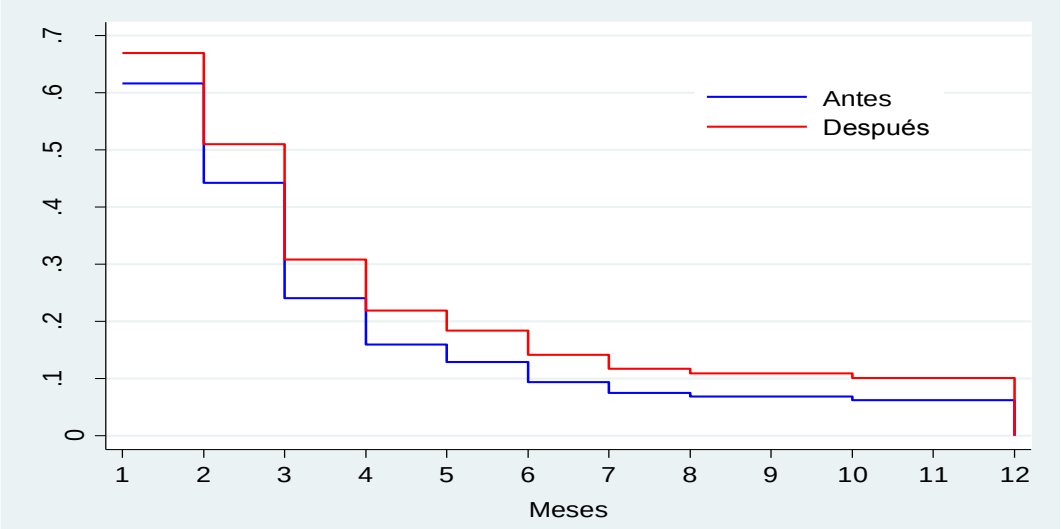
Cuando el agua de consumo es embotellada tiene mayor probabilidad de embarazo en comparación con la de acueducto / rio / arroyo, reportando una posibilidad de embarazo 2,29, 3,02 y 16,6 veces en los modelos 1, 2 y 3 respectivamente.

Tabla 25 Modelo multivariado – diferencias según el tiempo

Variables	**Modelo 1**: Todas las encuestas incluidas en el análisis. (n=111)				**Modelo 2**: Excluyendo los TPE = 1 (n= 77)			**Modelo 3**: Solo embarazos la posición = 1. (n= 34)		
	fOR crudo	fOR*	(IC 95%)	p	fOR*	(IC 95%)	p	fOR**	(IC 95%)	p
Tiempo Después de la contaminación	0,74	0,88	(0,41-1,63)	0,446	0,69	(0,24-1,99)	0,50	0,27	(0,04-1,80)	0,17
Ocupación del padre ***										
- Agricultor	0,68	1,03	(0,42-2,53)	0,974	0,98	(0,27-3,53)	0,985	0,44	(0,04-4,71)	0,50
- Minero	0,66	0,20	(0,05-0,82)	0,059	0,17	(0,02-1,14)	0,070			
- Otros	0,63	0,75	(0,30-1,82)	0,748	1,39	(0,38-4,97)	0,612	0,13	(0,01-1,41)	0,26
Estado civil separadas o divorciadas.	0,63	0,12	(0,02-0,56)	0,007	0,25	(0,04-1,56)	0,139	0,15	(0,00-4,12)	0,26
Fuente del agua Embotellada	1,57	2,29	(0,75-6,95)	0,142	3,02	(0,64-14,2)	0,161	16,6	(0,86-320)	0,06
Uso del agua Cultivos y animales	0,51	0,25	(0,10-0,64)	0,004	0,06	(0,01-0,31)	0,001	0,97	(0,04-20,8)	0,98
Consumo Carne de Pollo	0,55	0,22	(0,08-0,61)	0,003	0,11	(0,02-0,49)	0,004	0,03	(0,00-0,56)	0,01
Exposición Ocupacional padre	0,75	0,50	(0,24-1,07)	0,076	0,92	(0,31-2,72)	0,891	1,18	(0,23-6,01)	0,83

* Ajustado por edad de la madre al momento del embarazo, ocupación de la madre, edad del padre y posición del embarazo.
** Ajustado por: edad de la madre al momento del embarazo, ocupación de la madre y edad del padre.
*** Categorías de referencias: Ocupación del Padre = Vendedor /Comerciante/ Administrativo.
Estado civil = compañero permanente.
Fuente del agua = Acueducto / Río / Arroyo

Ilustración 17 Desarrollo de embarazos según el tiempo – análisis crudo



El uso del agua del río para cultivos y dar bebida a los animales genera disminución en la probabilidad de embarazo de manera significativa en los modelos 1 y 2, en el modelo 1 reporta un fOR = 0,25 (IC 95% = 0,10 -0,64), en el modelo 2 el fOR = 0,06 (IC 95% = 0,01 - 0,31) y en el modelo 3 ya no fue significativo con un fOR = 0,97 (IC95%= 0,04 – 20,8).

El consumo de carne de pollo reporta una disminución en la probabilidad de embarazo en comparación con las que no consumen pollo de manera significativa en los modelos con fOR = 0,22 (IC 95%: 0,08-0,61) en el modelo 1, un fOR = 0,11 (IC95%: 0,02-0,49) en el modelo 2 y un fOR = 0,03 (IC95% = 0,001 – 0,56) en el modelo 3.

La exposición ocupacional del padre a alguno de los químicos (fumigantes, cianuro, mercurio, plomo, cadmio, arsénico, cal o solventes) genera una disminución en la probabilidad de embarazo en el modelo 1 con un fOR = 0,50 (IC 95%: 0,24-1,07), aunque no significativa, la exclusión de esta variable genera cambios considerables en los coeficientes de la variable independiente principal.

11.5 ANÁLISIS DE GRADIENTES EN EL ÁREA DEL RÍO SONORA

Con el objeto de explorar la posibilidad de un gradiente de contaminación en el área afectado por el derrame de lixiviados de cobre ocurrido el 4 de agosto de 2016, fue necesario organizaron 4 grupos, dado que hay municipios muy pequeños que tan solo aportaron 2, 3 y 4 embarazos, para el caso de localidades de Hermosillo, San Felipe de Jesús y Huépac respectivamente. La proporción según las agrupaciones realizadas se muestra en la **Ilustración 18.**

Se puede apreciar que los municipios ubicados en la ribera baja del río tienen tendencia a tener menor probabilidad de embarazo, en especial los municipios de

Baviácora y Aconchi reportan un fOR de 0,37 (IC: 0,15-0,91) en el modelo 1, en los modelos 2 y 3 también muestra tendencia a una menor probabilidad de embarazo, pero no es significativo estadísticamente. En segundo lugar con menor probabilidad están los municipios de Ures y localidades de Hermosillo en comparación con Aconchi con fOR = 0,69 (IC 95%: 0,29-1,62) en el modelo 1 **(Tabla 26).**

Ilustración 18 Grupos organizados para exploración del gradiente

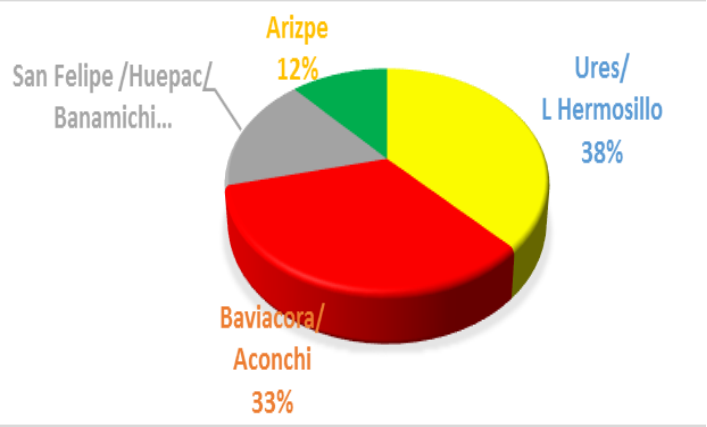


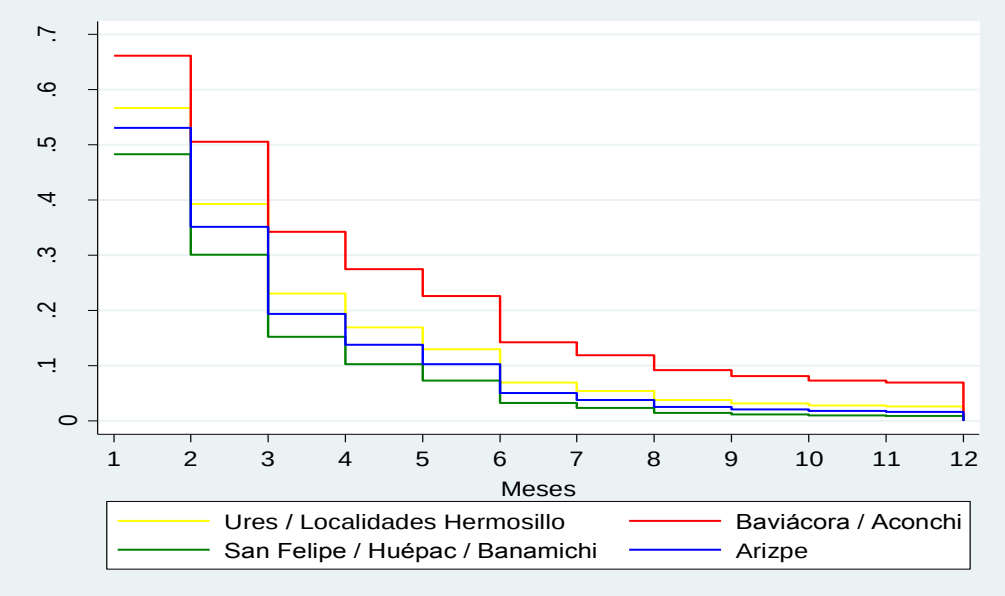
Tabla 26 Modelo multivariado – análisis del gradiente

Variables	**Modelo 1**: Todas las encuestas (n= 111)				**Modelo 2**: Excluyendo los TPE = 1. (n= 77)			**Modelo 3**: Solo embarazos en la posición = 1. (n= 34)		
	fOR crudo	fOR*	IC 95%	p	fOR*	IC 95%	p	fOR**	IC 95%	p
Municipio ***										
- L. Hermosillo Ures	0,73	0,69	(0,29 - 1,62)	0,399	1,47	(0,42-5,10)	0,54	0,70	(0,16-3,03)	0,63
- Baviácora Aconchi	0,53	0,37	(0,15 - 0,91)	0,031	0,51	(0,13-1,93)	0,32	0,43	(0,07-2,57)	0,35
- San Felipe Huépac Banámichi	1,31	0,98	(0,31 - 2,41)	0,795	1,58	(0,35-6,96)	0,64	8,85	(0,50-15,5)	0,13
Consumo carne de pollo	0,55	0,61	(0,30 - 1,26)	0,186	0,39	(0,15-0,97)	0,04	0,44	(0,09-2,06)	0,30
Uso agua cultivos y animales	0,51	0,46	(0,25 - 0,82)	0,009	0,32	(0,14-0,72)	0,006	0,60	(0,14-2,50)	0,48
Método planifica-Natural	3,55	3,65	(1,07 - 15,5)	0,039	2,49	(0,37-16,7)	0,34		-	

* Ajustado por: edad de la madre al momento del embarazo y posición del embarazo
** Ajustado por: edad de la madre al momento del embarazo
*** Categoría de referencia: Municipio = Arizpe.

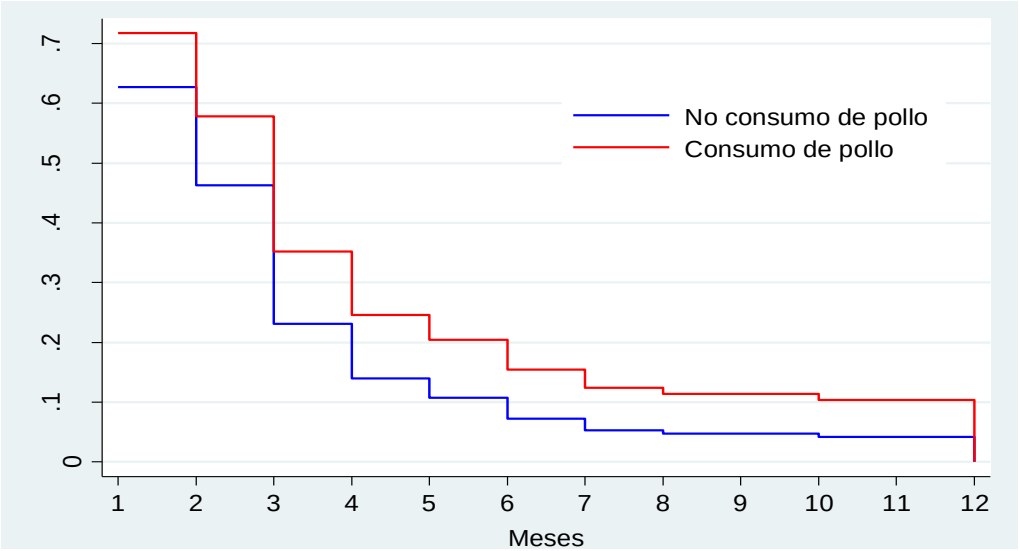
En la **Ilustración 19** se puede apreciar que los municipios ubicados en la ribera baja del río Sonora en especial Baviácora y Aconchi tienen una tendencia requerir más meses para el desarrollo de los embarazos en comparación con restantes municipios y esta diferencia es más evidente a partir del cuarto mes.

Ilustración 19 Desarrollo de embarazos exploración gradiente - modelo 1



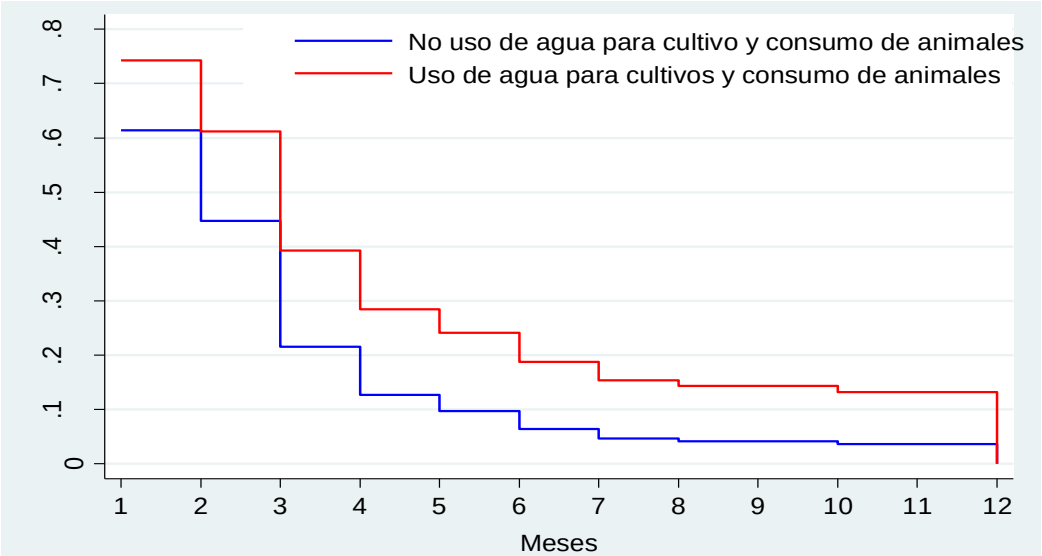
Las madres que consumen pollo tienen tendencia a disminuir la probabilidad de embarazo, en el segundo modelo que excluye los embarazos ocurridos en el primer mes reporta un fOR = 0,39 (IC95%= 0,15-0,97); en los modelos 1 y 3 se aprecia también tendencia a disminución en la probabilidad de embarazo pero ya no significativo, en **la Ilustración 20** muestra cómo es el comportamiento del desarrollo de los embarazos para cada uno de los meses de TPE y se puede apreciar que la diferencia es mayor a partir del cuarto mes. Al sexto mes el 80% de las participantes que consumen pollo habían logrado el embarazo, mientras que entre las que no consumen pollo más del 90% habían logrado el embarazo.

Ilustración 20 Desarrollo de embarazos consumo de pollo - modelo 1



Cuando informan que utilizan el agua para cultivos y dar de beber a los animales se aprecia tendencia disminuir la probabilidad de embarazo de manera significativa en los modelos 1 y 2 con fOR = 0,46 (IC 95% = 0,25 – 0,82) y 0,32 (IC95% = 0,14 -0,97) respectivamente, en **la Ilustración 21** se puede apreciar que la diferencia es más evidente a partir del cuarto mes.

Ilustración 21 Desarrollo de embarazos según el uso del agua cultivos/animales - modelo 1



Es de resaltar que al utilizar el método natural como opción de planificación familiar se aprecia un aumento en probabilidad de embarazo, en el modelo 1 reporta 3.65 veces más probabilidad de embarazo en comparación con las que usaban otro método de planificación.

Los modelos fueron evaluados respecto de: el ajuste con la prueba de *Hosmer y Lemeshow* y el test de *Pearson*; los residuos estudientizados no reportaron normalidad (considerando que el objetivo del estudio era determinar asociación y no predecir, se pueden asumir los resultados); se evaluó la linealidad de las variables continuas incluidas y se realizó análisis de datos influyentes, los cuales no fueron necesarios excluir porque no generaron cambios considerables en los coeficientes de las variables independientes principales cuando se excluían. **(Anexo I).**

12. DISCUSIÓN

Los resultados de la presente investigación permiten evidenciar que la exposición a contaminantes por lixiviados de cobre ocurrida el 6 de agosto de 2014 al río Sonora y su afluente el río Bacanuchi generó subfecundidad en las personas residentes del área, al comparar los grupos y tomando como referencia la zona contaminada antes del evento, consistente en los tres modelos construidos con el objeto de ajustar por los potenciales confusores [153] [154] [155].

El área de no expuestas a la contaminación presenta una probabilidad de embarazo menor que el grupo de expuestas antes del evento en los modelos 1 y 2, pero no en el modelo 3; esto requiere una mayor indagación y se debe tener en cuenta que en esta zona los padres: tenían como ocupación más frecuentemente la minería, el hábito de fumar y la exposición a solventes fue mayor; también, las participantes de esta área el antecedentes de menstruación irregular y el de hijo muerto fue mayor que la zona contaminada.

El criterio que se usó para escoger esta población como no expuestas fue que era un área geográficamente separada del río Sonora por una red montañosa (sierra Aconchi), tiene una cuenca hidrográfica diferente (río Magdalena), y las actividades que desarrollaban eran encaminadas al turismo, pero existen alrededor minas de extracción de cobre, oro y yeso en áreas cercanas, en las cuales se ocupan gran porcentaje de los padres de familia.

Metales pesados como: mercurio, cadmio, plomo y el arsénico que tienen reconocidos efectos adversos en la fecundidad en humanos cuando superan los

[153] WEINBERG CR. 1994. Op.Cit
[154] JOFFE M. 1997 Op.Cit
[155] IDROVO AJ. 2005 Op.Cit

límites permisibles[156] [157], y la actividad minera expone a estos químicos, lo cual se puede constatar en los registros de las mediciones de agua del río Sonora disponibles en la página web del fideicomiso[158].

Las variables asociadas con disminución en la probabilidad de embarazo en nuestro estudio fueron: residir en la ribera baja del río, el consumo de pollo, el estado civil de separadas/divorciadas, la ocupación paterna en minería, el antecedente paterno de hipotiroidismo y el uso del agua para cultivos y consumo de los animales.

En el gradiente de contaminación se identificó que hay una tendencia a disminuir la probabilidad de embarazo en los municipios de la ribera baja del rio, en especial Baviácora y Aconchi, lo cual es consistente con la identificación de que un mayor número de mediciones para arsénico sobrepasan los límites permisibles en esta área según la OMS[159].

Estudios han identificado que el pollo es un alimento que puede contener concentraciones no permitidas de metales pesados como: mercurio, cadmio, zinc, cromo y arsénico[160] [161] [162] [163]. Es de resaltar que en el área del río Sonora, el

[156] BUCK GM. Op.Cit
[157] APOSTOLI P. Op.Cit
[158] FIDEICOMISO Río Sonora. Op.Cit
[159] DIAZ R. Op.Cit. p 91 - 96
[160] YUSUF I. AGLIMA S. YEE PHANG L. ARIF SYED M, et al. *Keratinase production and biodegradation of polluted secondary chicken feather wastes by a newly isolated multi heavy metal tolerant bacterium-Alcaligenes sp. AQ05-001.* Journal of Enviromental Management, 2016, p 1-14.
[161] Liu Q, Peng H, Lu X, Zuidhof MJ, Li XF, Le XC. Arsenic species in chicken breast: temporal variations of metabolites, elimination kinetics, and residual concentrations. Environmental Health Perspectives, 2016, Vol 124 No. 8, p 1174–1181
[162] NACHMAN K. BARON P. RABER, G. FRANCESCONI K. NAVAS A. LOVE D. Roxarsone, Inorganic Arsenic, and Other Arsenic Species in Chicken: A U.S.-Based Market Basket Sample, Environmental Health Perspectives, 2013, Vol 121 No.7 , p 818 - 824
[163] ULUOZLU O. TUZEN M. MENDIL D. SOYLAK M. *Assessment of trace element contents of chicken products from Turkey.* Journal of Hazardous Materials. 2008, Vol 183 No 12, p 182 – 195.

pollo que se consume en su mayoría proviene de granjas locales y de autoconsumo, el cual está presente en la dieta de la población con mayor frecuencia que la carne de res, por ser un alimento más barato y por lo tanto más fácil de comprar. Sin embargo, el estudio no identifico la procedencia de la carne consumida, es decir, si eran animales que las entrevistadas también cuidaban o la compraban en la tienda del pueblo.

El tener un familiar con hipotiroidismo por parte del padre fue un factor asociado con la disminución en la probabilidad de embarazo, y aunque no es un antecedente directo del padre, se puede pensar en casos subclínicos[164], que todavía no han presentado síntomas, no han sido diagnosticados y requerir una mayor investigación al respecto, considerando el hecho de que el hipotiroidismo es reconocido como una de las principales causas de disfunción eréctil y la disminución en calidad del semen[165].

Las variables asociadas con el aumento en la probabilidad de embarazo fueron tener como fuente de agua de consumo la embotellada y usar como método de planificación familiar el método natural y el aumento de edad en el primer embarazo.

El uso del agua embotellada para su consumo, sugiere menor exposición porque el usar el agua del río Sonora. Cuando la pareja usaba como método de planificación familiar, el método natural aumenta la probabilidad de embarazo en 3.65 veces (IC95% = 1.07-15.5), evidente en la exploración de un gradiente de contaminación y en el modelo 1, otros estudios han identifican que los

[164] LOTTI F. MASEROLI E. FRALASSI N. DEGL'LNNOCENTI S. et al. *Is thyroid hormones evaluation of clinical value in the work-up of males of infertile couples?* Human Reproduction, 2016, Vol 31, No.3, p 518 - 529

[165] NIKOOBAKHT M. ALOOSH M. NIKOOBAKHT N. MEHRSAY A. et al. *The Role of Hypothyroidism in Male Infertility and Erectile Dysfunction* Urolgy Journal, 2012, Vol 9, No 1, p 405 - 409

anticonceptivos orales, DIU e inyección intramuscular generan prolongación en el TPE[166].

Respecto de la edad al primer embarazo es considerado que en los extremos de edad fértil la probabilidad de embarazo disminuye, en el presente estudio se reporta una asociación significativa de aumento de la probabilidad embarazo, contrario a otros estudios donde se encontró una disminución en esta probabilidad[167] [168], se debe tener en cuenta que en nuestro estudio el rango de edad de los primeros embarazos estaba entre 13 a 37 años, con una mediana de 19 años (IQR= 17 – 22 años) y el 99% de las participantes tenían 32 años o menos en su primer embarazo.

Dentro de las fortalezas del presente estudio se puede identificar que se exploró la posibilidad de controlar potenciales confusores; en los modelos número 2 se consideró omitir del análisis los embarazos que reportaron un TPE = 1, los cuales son reconocidos con sesgos de: deseo del embarazo, falla en el método de planificación familiar cuando el embarazo ocurre en el primer mes, es decir, inmediatamente después de suspendido el método de planificación familiar, además, la probabilidad de incluir embarazo no planeados que comúnmente ocurren en este mes [169] [170] [171] [172].

En el modelo número 3 se consideró explorar en el análisis embarazos que ocupan la primera posición, los cuales se consideraran menos afectados por los antecedentes reproductivos de la mujer, dado que, cuando ya se han tenido

[166] MIKKELSEN EM. Op.Cit.
[167] SANIN L, Op.Cit.
[168] DUNSON D, COLOMBO B. & BAIRD D, 2002. Changes with age in the level and duration of fertility in the menstrual cycle. *Human Reproduction,* Vol 17 No.5, p. 1399 - 1403.
[169] WEINBERG CR. 1994. Op.Cit
[170] IDROVO AJ. 2005 A, Op.Cit
[171] TINGEN J. Op.Cit 2004
[172] JOFFE M. Op.Cit 1997

embarazos previos la posibilidad de embarazo aumenta, pero, esto también es considerado una utopía cuando se tiene en cuenta que un 30% de los embarazos no son reconocidos y cursan como un ciclo menstrual normal[173] [174]. Además, para el presente estudio este análisis disminuye el tamaño de la muestra y por ende el poder, pero permite identificar la tendencia al comparar con los otros modelos.

Dentro de las limitaciones se encuentran los potenciales sesgos por la metodología retrospectiva como: el sesgo de memoria y el de selección. Con el objeto de controlar el sesgo de memoria se enfatizaba en ubicar en el tiempo a las participantes meses antes de la ocurrencia del embarazo y la literatura refiere que la sensibilidad, especificidad y reproducibilidad de esta variable es buena, considerando que en un evento significativo en la mujer[175] [176] [177]. Respecto del sesgo de selección se debe tener en cuenta que aunque la migración que reportaron las participantes es muy baja, pueden ocurrir casos que refirieron los encuestadores de personas que requirieron trasladarse a Hermosillo (capital de Sonora) para recibir atención médica, casos que podrían implicar subestimación del efecto.

El tamaño de muestra que para algunos de nuestros modelos fue bajo, lo cual implica afección en el poder, razón por la cual aun reportando fOR bajas no

[173] Ibíd.

[174] IDROVO AJ. 2005 A, Op.Cit

[175] JOFFE, M. *Feasibility of studying subfertility using retrospective self reports*. Journal of Epidemiology and Community Health, 1989, Vol 43 No.3, p 268 – 274.

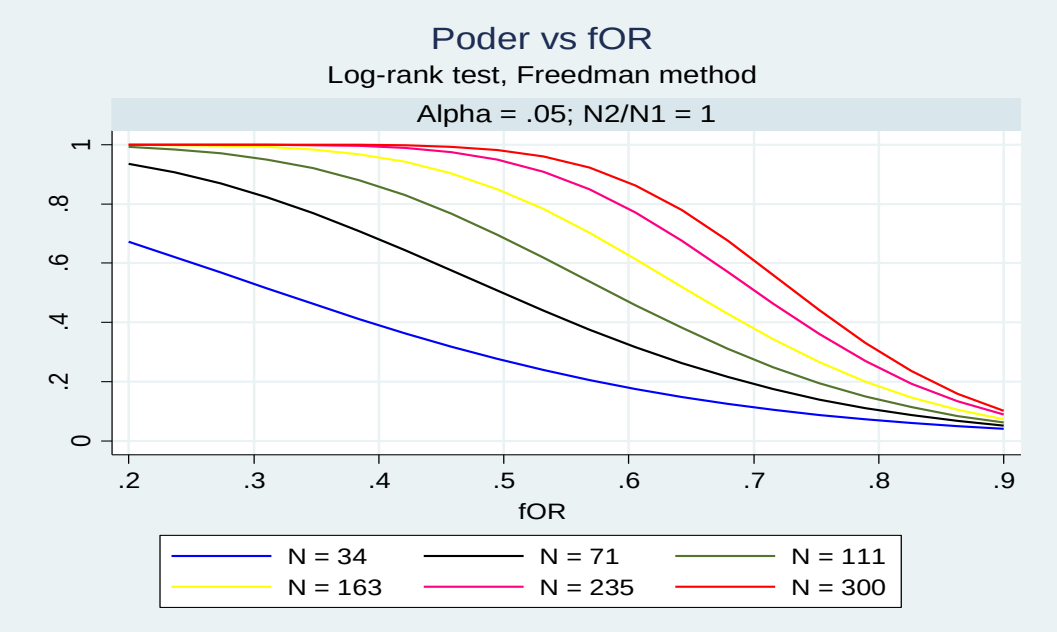
[176] JOFFE M., VILLARD L., LI Z., PLOWMAN R, VESSEY M. *A time to pregnancy questionnaire designed for long term recall: validity in Oxford*, England. Journal of Epidemiology and Community Health, 1995, Vol 49, No.3, p 314 - 319.

[177] COONEY M. BUCK G., SUNDARAM R., MCGUINESS B., LYNCH C. *Validity of Self-Reported Time to Pregnancy. Epidemiology,* 2009, Vol 20 No.1, p 56 – 59.

muestras significancia estadística[178], pero también la literatura enfatiza que este tipo de estudios no requieren tamaños de muestra grandes[179].

En **la Ilustración 22** se puede apreciar cómo afecta el tamaño de la muestra al poder para que las medidas de asociación sean significativas según el método de Freedman que fue el utilizado en la investigación para el cálculo del tamaño de la muestra, se había planeado obtener 300 encuestas, de las cuales se lograron obtener 285, y con el objeto de realizar comparación teniendo en cuenta los potenciales sesgos el tamaño de la muestra se reduce considerablemente y por esta razón las medidas de asociación aun siendo amplias no reportan significancia estadística.

Ilustración 22 Poder y fOR según el tamaño muestral



[178] MARCHENKO Y, STATACORP. *Power analysis and sample-size determination in survival models with the new stpower command.* [online] 2007 [consulta: 3 diciembre 2016] Disponible en: http://www.stata.com/meeting/6nasug/marchenko_boston07.pdf.

[179] BAIRD 1986 Op.Cit.

Cuando el tamaño de muestra es muy pequeño como es el caso de 34 embarazos en el modelo 3 que explora diferencias entre los embarazos que ocupan la posición uno (objetivos: identificar deferencias antes y después en la zona afectada por la contaminación y cuando se explora el gradiente de contaminación) se requeriría una medida de asociación inferior a 0,2 para poder obtener un poder del 60%; cuando la muestra fue de 71 embarazos (objetivo: identificar diferencias en los grupos) las medidas de asociación deben ser menores a 0,3 para poder lograr un poder mayor o igual al 80%.

Por lo anterior es evidente que se requiere continuar observando la población para obtener una tamaño de muestra que permita identificar cambios significativos y poder alimentar una base de datos que en lo posible incluyan embarazos que ocupen la posición 1 de todos los embarazos y a su vez también permita excluir aquellos que reporten mediciones iguales a un mes (considerando los potenciales sesgos de este tipo de estudios).

Se debe considerar que el muestreo es usualmente otra debilidad de este tipo de estudios, en nuestro caso se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, dependíamos usualmente de la orientación del personal de los diferentes centros de salud a donde se acudía, en especial para ubicar las madres que hubieran tenido un niño menor de una año, muestra que era la más difícil de lograr y aunque contábamos con información de los niños nacidos según los registros de nacimiento registrados en INEGI, se definió que era muy difícil su ubicación.

De otra parte, el no contar con mediciones en sangre de las participantes, es una limitante potencial, sin embargo, la realización de estos exámenes es costoso y en nuestro caso fueron imposibles de asumirlos y se recurrió a una exploración

ecológica de la contaminación, además, la obtención de mediciones para el grupo de antes de evento de contaminación ya no sería posible.

La metodología retrospectiva utilizada en nuestra investigación presenta ventajas y desventajas parta su uso[180] [181] [182] [183] [184], en nuestro caso la ventaja de ser económicos, y rápidos. El estudio fue posible por el interés de profesionales de evaluar este efecto y el apoyo de la Universidad de Sonora fue básico que asumió los gastos de papelería, transporte y los encuestadores, estos últimos fueron altamente calificados (estudiantes de medicina en noveno semestre, que tuvieron especial cuidado de incluir solo embarazos planeados).

Respecto de utilizar regresión logística para el análisis de la información, es bien conocido que genera como medida se asociación Odds Ratios que usualmente tienden a exagerar la magnitud de la asociación cuando la prevalencia del evento es alta, para nuestro caso con la transformación generada en la base al aplicar del comando “prsnperd”, la prevalencia del evento fue de 24,63% y si se comparan con los Hazard Ratio generados en la regresión de cox se puede apreciar una tendencia a aumentar las magnitud de la asociación, aunque no de una manera muy amplia.

Otro aspecto relevante es el desconocimiento de las potenciales exposiciones de los padres considerando sus ocupaciones, dado que al indagar al respecto las participantes usualmente referían desconocerlo.

[180] IIDROVO A, Op.Cit 2005 A
[181] BAIR D. Op.Cit 1986
[182] SLAMA Op.Cit 2014
[183] JOFFE M. Op.Cit 1997
[184] TONGEN J. Op.Cit 2004

Considerando el daño a los ecosistemas que al final afectan a todo el mundo, cuando existe la posibilidad de que alimentos generados en esas zonas sean llevados a otras, los niveles máximos permitidos deberían ser un solo parámetro y no varias según la legislación de cada país, también, considerando la frecuencia y gravedad de estos eventos se debe tener una mayor organización respecto del registro de éstos, considerar el realizar estudios de TPE en las comunidades afectadas por eventos similares (no se encontraron registros de estudios realizados específicamente con contaminación de este tipo) y finalmente en Sonora habiendo encontrado un efecto sutil en la fecundidad es básico continuar vigilando con el objeto de monitorear la contaminación, el efecto en las personal, en los ecosistemas e implementar medidas en miras a mitigar la contaminación**.**

13. CONCLUSIONES

En el presente estudio se puede apreciar una tendencia a la disminución de la probabilidad de fecundidad en el área del río Sonora luego del evento de contaminación ocurrido el 6 de agosto de 2016 y aunque no significativo si consistente en los modelos explorados que sugiere los diferentes autores para ajustar por los potenciales sesgos que se pueden presentar cuando se utiliza esta metodología para evaluar afecciones en la fecundidad como consecuencia de exposiciones ambientales.

Se confirma la hipótesis de la existencia de una alteración más relevante en los municipios donde comúnmente el río tiende a evaporarse, filtrarse y desaparecer, sugiriendo de esta manera que las concentraciones de contaminantes son mayores en esta área en especial en Baviácora y Aconchi y como segunda área más afectada Ures y Localidades de Hermosillo.

De otra parte, considerando que la contaminación afectó las fuentes hídricas, es relevante el hecho de que al explorar diferencias entre los grupos, en el tiempo antes y después y en el gradiente: el consumo de pollo, el uso del agua del río para cultivos y consumo de los animales fueron variables con significancia estadística en la disminución de la probabilidad de embarazo y contrariamente el uso de agua embotellada aumenta la probabilidad de embarazo.

14. RECOMENDACIONES

Con base en el presente estudio es recomendable que se ejecute un sistema de vigilancia centinela para subfecundidad en la población afectada, para identificar cambios en las mediciones de TPE y mejorar la vigilancia de los otros posibles efectos como malformaciones, trastornos neurológicos, tumores, solastalgia, entre otros. Dado que la identificación de una tendencia en la disminución de la probabilidad de embarazo sugerirá daños mayores que solo se podrán apreciar en un lapso de tiempo mayor.

Pudiendo identificar un efecto sutil en la fecundidad de las personas, una de las principales variables el uso agua cuando se utiliza para cultivos y consumo de los animales, se debe evaluar afección en los animales y en especial revisar de una manera más exhaustiva en el área avícola local (el presente estudio el consumo de pollo reportó una asociación significativa con la disminución de la probabilidad de embarazo) sería necesario entonces identificar de dónde provienen estos alimentos y cómo son alimentados.

En caso de confirmar que los animales que constituyen una fuente alimenticia para los habitantes de la zona tienen niveles tóxicos de metales pesados, estudiar la posibilidad de utilizar una dieta rica en selenio para contrarrestar los efectos tóxicos de los metales pesados[185] [186] [187] [188].

[185] SAH S. VANDENBERG A. SMITS J. *Treating chronic arsenic toxicity with high selenium lentil diets. Toxicology and Applied Pharmacology. Elsevier.* 2013, Vol 272 No.1, p 256 - 262

[186] HE P. L X. WANG G. *Effects of Se and Zn supplementation on the antagonism against Pb and Cd in vegetables. Environment International.* 2004, Vol 30 No.2, p 167 - 172

[187] JIN X. LIU CH. TENG X. FU J. *Effects of Dietary Selenium Against Lead Toxicity Are Related to the Ion Profile in Chicken Muscle, Biological Trace Element Research*. 2016, Vol 172 No.2, p 496 - 503

[188] GAILER J. GEORGE G. PICKERING I. PRINCE R. et al. *A Metabolic Link between Arsenite and Selenite: The Seleno-bis(S-glutathionyl) Arsinium Ion. Journal of the American Chemical Society*. 2000, Vol 122 No.4, p 4637 - 4639

Es también oportuno de gestionar ante el Fideicomiso: la realización de un estudio que implique realizar mediciones en sangre de las personas (en especial en los municipios de la ribera baja del río donde se considera una mayor afección)[189] [190], llevar un adecuado monitoreo de la medición de estos químicos en las aguas de los ríos a nivel profundo, medio y superficial, considerando que aunque refieren que esta información está disponible en la página web del fideicomiso, utilizan siglas que no son claras en su significado y la frecuencia de las mediciones no muestran regularidad, ni tampoco orientar la razón por la cual algunos meses no muestran reportes[191].

Al indagar respecto de familiares con hipotiroidismo se pudo apreciar que existe una mayor proporción de familiares tanto del padre como de la madre que tienen esta patología en el área del río Sonora en comparación con las no expuestas sería conveniente identificar si hay relación con la exposición a metales pesados.

Finalmente, el presente estudio tiene información que puede ser utilizada para el análisis de infertilidad del área, pero se requiere aumentar el tamaño de muestra, para lo cual se puede recurrir a los diferentes centros de salud donde identifiquen este evento y llevar un formato que complete la información necesaria para su análisis.

[189] DIAZ R. Op.Cit.
[190] MARTINEZ M. Op.Cit
[191] DIAZ R. Op.Cit

BIBLIOGRÁFIA

ACUÑA D, URQUIJO M, Detallan autoridades lo que han hecho en el río Sonora. Miércoles 5 de agosto de 2015, [online] [consulta: 2 enero 2016] Disponible en: www.elimparcial.com/EdicionDigital/Home.html?s=GENERAL.

APOSTOLI P, CATALANI S. *Metal ions affecting reproduction and development*. Journal Article, 2011, Linking ISSN: 15590836 NLM. Vol 8, p 263-303.

BAIRD D, WILCOX AJ, WEINBERG CR. Use of time to pregnancy to study environmental exposures. American Journal Epidemiology, 1986, Vol 124, p 470-480.

BAIRD DD, WEINBERG CR, ROWLAND AS. *Reporting errors in time-to-pregnancy data collected with a short questionnaire.* American Journal of Epidemiology, 1991, Vol 133 No.12, p 1282–1290.

BRENNAN M, Derrame de aguas tóxicas de una mina de cobre en un río del norte de México, World Socialist Web Site, [online] [consulta: 27 enero 2016] Disponible en: http://www.wsws.org/es/articles/2014/09/11/cana-s11.html (diciembre 12 2014)

BUCK GM, SUNDARAM R, SCHISTERMAN EF, SWEENEY AM, LYNCH CD, et al. *Heavy Metals and Couple Fecundity, the LIFE Study.* National Institutes of Health. Chemosphere, 2012, Vol 87 No.11, p 1201-1207.

CARREÑO J, El uso de las tecnologías de la información y la comunicación y las competencias profesionales en la licenciatura en contaduría pública en la Universidad de Sonora, Tesis de licenciatura no publicada, 2011, Hermosillo, México. p 72-74.

C.D.C. Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades, Trastornos de la Reproducción. [online] [consulta: 22 abril 2016] Disponible en: http://www.cdc.gov/spanish/niosh/topics/reprod/reprodmen.html

CHALUPKA S, CHLUPKA A N, *The Impacct of Envriomental and Occupational Exposures on Reproductive Health*, Journal of Obstetric, Gynecologic, & Neonatal Nursing, 2010, Vol 39 No.1, p. 84 – 102.

COLEGIO DE PROFESIONALES DE SALUD PÚBLICA ESTADO DE SONORA Informe Operativos para la atención en salud ante el derrame de lixiviados de cobre, [online] [consulta: 2 enero 2016] Disponible en: http://colegiodesaludpublica.com/2014/08/28/operativo-para-la-atencion-a-la-salud-de-la-poblacion-afectada-por-derrame-de-lixiviados-de-sulfato-de-cobre/

COMISIÓN ESPECIAL PARA DAR SEGUIMIENTO A LA PROBLEMÁTICA GENERADA POR EL DERRAME DE DIVERSAS SUSTANCIAS CONTAMINANTES A LOS RÍOS SONORA Y BACANUCHI. Gacela parlamentaria. Septiembre 17 2014. [online] [consulta: 2 enero 2016] http://gaceta.diputados.gob.mx/PDF/62/2014/sep/20140917-V.pdf

CONGRESO DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA. Ley Estatutaria 1581 de 2012, Octubre 17, Por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales. [online] [consulta: 2 diciembre 2016] Disponible en: http://asei.com.co/files/20_01_2016_03_12_12__upload.pdf

COONEY M, COONEY M, BUCK G, SUNDARAM R, MCGUINESS B, LYNCH C*. Validity of Self-Reported Time to Pregnancy*. Epidemiology, 2009, Vol 20 No.1, p. 56 - 59.

CURTIS K, SAVITZ D, ARBUCKLE, T. *Effects of Cigarette Smoking, Caffeine Consumption, and Alcohol Intake on Fecundability.* American Journal of Epidemiology, 1997, Vol 146 No.1, p 32 - 41.

DÍAZ R, DUARTE H, DURAZO F. Amenazas para la salud en el Río Sonora: análisis exploratorio de la calidad del agua reportada en la base de datos oficial de México. Salud UIS. 2016 Salud Vol 48 No 1. p 91 – 96.

DINNO A. DTHAZ: *Stata module to compute discrete time hazard and survival probability estimates*. [online] [consulta: 27 enero 2015] Disponible en: http://econpapers.repec.org

DONOSO MUÑOZ, Manuel J. El mercado del cobre a nivel mundial: evolución, riesgos, características y potencialidades futuras. Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería. [online] 2013, agosto. Vol.21 No.2 p 248-261. [consulta: 2 enero 2016] Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052013000200008

DUNSON D, COLOMBO B. & BAIRD D, 2002. Changes with age in the level and duration of fertility in the menstrual cycle. *Human Reproduction,* Vol 17 No.5, p. 1399 - 1403.

ENCISO A. Semanart: desastre ambiental en Sonora, el peor de la minería en el país. La Jornada, 26 Agosto 2014. [online] Disponible en: http://www.jornada.unam.mx/ultimas/2014/08/26/derrame-en-sonora-seria-el-peor-desastre-ambiental-del-pais-semarnat-6579.html

FREEDMAN LS. *Tables of the number of patients required in clinical trials using the log-rank test*. Statistics in Medicine, 1982, Vol 1 No.2, p 121 – 129.

FERNANDEZ V, *Massive spill highlights outdated water quality standards, government oversight in Mexico*, Arizona Center for Investigative Reporting, [online] [consulta: 25 noviembre 2016] Disponible en: http://azcir.org/outdated-water-standards-poor-government-oversight-sonora-river-mexico/

FIDEICOMISO RIO SONORA. [online] [última consulta: 12 diciembre 2016] Disponible en: http://www.fideicomisoriosonora.gob.mx/index.html

GAILER J. GEORGE G. PICKERING I. PRINCE R. et al*. A Metabolic Link between Arsenite and Selenite: The Seleno-bis(S-glutathionyl) Arsinium Ion. Journal of the American Chemical Society*. 2000, Vol 122 No.4, p 4637 - 4639

GARLANTÉZEC R. WAREMBOURG C. MONFORT CH. LABAT L, *et al, Urinary Glycol Ether Metabolites in Women and Time to Pregnancy: The PELAGIE Cohort, Enviromental Health Perspectives*, 2013, Vol 121 No.10, p 1167 – 1173.

GUERRA JL., HERNÁNDEZ L, TÉLLEZ MM, MERCADO A, SOLANO-GONZÁLEZ M, HERNÁNDEZ M. Exposición al plomo y su relación con el tiempo requerido para embarazo. Salud Pública de México., 2003, Vol 45 No.2: p 189-195.

GNOTH C, GODEHARDT E, FRNAK-HERRMANN P, FRIOL K, TIGGES JURGEN, FREUNDL G. *Definition and prevalence of subfertility and infertility*. Human Reproduction, 2005, Vol 20 No.5, p 1144 - 1147.

GOBIERNO DEL ESTADO DE SONORA. [online] [consulta: 5 abril 2016] Disponible en: http://www.sonora.gob.mx/

GOMEZ A, VALENZUELA J, MEZA D, VILLANUEVA M, *et al. Impact of mining activities on sediments in a semi-arid environment: San Pedro River, Sonora, Mexico. Applied Geochemistry,* 2011. Vol 26 No**.**12, p 2101 -2112.

GRUPO MEXICO. [online] [consulta: 24 enero 2016] Disponible en: http://www.gmexico.com/mineria

GRUPO MEXICO [online] [consulta: 27 enero 2016] Disponible en: https://prezi.com/lw1abwwyesr8/en-la-minera-buenavista-del-cobre-cananea/

HARLEY K. MARKS A. CHEVRIER J. BRADMAN A*. et al Concentrations in Women's Serum and Fecundability,* Environmental Health Perspectives, 2010, Vol 118 No.5, p 699 – 704.

HE P. L X. WANG G. *Effects of Se and Zn supplementation on the antagonism against Pb and Cd in vegetables. Environment International.* 2004, Vol 30 No.2, p 167 - 172

HJOLLUND N, KOLD, T, BONDE J, HENRIKSEN, T, et al. *Distress and reduced fertility: A follow-up study of first_pregnancy planners*. Reproductive Endocrinology, 1999, Vol 72 No.1, p 47 - 53.

HOSMER Y LEMESHOW *Applied Logsitic Regresion*. Third Edition. Chapter 4. Model-Buliding strategies and Methods for Logsitic Regresion, 2013, p 89 – 151.

HUTTON M *Lead, Mercury, Cadmium and Arsenic in the Enviromental*. Edited by T. C. Hutchinson and K. M. Meema SCOPE. Published by John Wiley & Sons Ltd, 1987, Chapter 6 p 53 – 68.

IDROVO A, SANIN LH, COLE D. Tiempo para quedar en embarazo consideraciones generales y metodológicas. Biomédica Revista del instituto Nacional de Salud, 2005 A, Vol 25, p 398 – 411.

IDROVO AJ, SANÍN LH, COLE D, CHAVARRO J, CÁCERES H, NARVÁEZ J, RESTREPO M. *Time to first pregnancy among women working in agricultural production*. Int Arch Occupational Environmental Health, 2005 B, Vol 78 No.6, p 493 - 500.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA – MÉXICO. Censo de Población y vivienda 2010 ISBN 978-607-494-195-1 [online] [consulta: 22 abril 2015] Disponible en: http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras

JAIMES DC, Efectos sobre el tiempo al embarazo de la exposición a Mercurio en el contexto de la minería de oro en el nororiente colombiano, 2014, Tesis de Maestría en Epidemiología, UIS, Bucaramanga, Colombia.

JAIMES DC, RODRÍGUEZ LA, SÁNCHEZ LH. Tiempo para quedar en embarazo: evaluación de su reproducibilidad en una cohorte retrospectiva. Salud UIS, 2015, Vol 47 No.1, p 41-45.

JIN X. LIU CH. TENG X. FU J. *Effects of Dietary Selenium Against Lead Toxicity Are Related to the Ion Profile in Chicken Muscle, Biological Trace Element Research*. 2016, Vol 172 No.2, p 496 - 503

JOFFE M, *Feasibility of studying subfertility using retrospective self reports.* Journal of Epidemiology and Community Health, 1989, Vol 43, p 268 - 274.

JOFFE M, VILLARD L, LI Z, PLOWMAN, R, VESSEY M. *A time to pregnancy questionnaire designed for long term recall: validity in Oxford, England*. Journal of Epidemiology and Community Health, 1995, Vol 49 No.3, p 314 - 319

JOFFE M, *Time to pregancy: a measure of reprofuctive fuction in either sex*. Occupational & Enviromental Medicine, 1997, Vol 54 Issue 5, p 289 - 295.

JOFFE, M. *Feasibility of studying subfertility using retrospective self reports*. Journal of Epidemiology and Community Health, 1989, Vol 43 No.3, p 268 – 274.

JOFFE M., VILLARD L., LI Z., PLOWMAN R, VESSEY M. *A time to pregnancy questionnaire designed for long term recall: validity in Oxford*, England. Journal of Epidemiology and Community Health, 1995, Vol 49, No.3, p 314 - 319.

JØRGENSEN K, SPECHT IO, LENTERS V, BACH C, RYLANDER L, et al. *Perfluoroalkyl substances and time to pregnancy in couples from Greenland, Poland and Ukraine*. Environmental Health, 2014, Vol 13:116, p 1-8.

JUKIC A. CALAFAT A. MCCONNAUGHEY R. ONGNECKER M, *et al, Urinary Concentrations of Phthalate Metabolites and Bisphenol A and Associations with Follicular-Phase Length, Luteal-Phase Length, Fecundability, and Early Pregnancy Loss, Enviromental Health Perspectives*, 2016, Vol 124 No.3, p 321 - 328

KEIDING N, SLAMA R, *Time-to-pregnancy in the Real World. Commentary Epidemiology*, Epidemiology, 2014, Vol 26, No.1, p 119 – 121.
KLEINBAUM D. KLEIN M. *Survival Analysis A. Self-Learning Text*. Second Edition. Springer, 2005, Cap. 1 – 6 p.1 – 255.

LAMMERS G. GAMMA F, Crónica Ambiental, Río Sonora. La historia detrás del derrame. Octubre de 2014. [online] Disponible en: http: //www.cronicaambiental.com.mx/ediciones/cronica-ambiental-05.pdf, p 22 - 30

LIU Q, PENG H, LU X, ZUIDHOF MJ, LI XF, LE XC. Arsenic species in chicken breast: temporal variations of metabolites, elimination kinetics, and residual concentrations. Environmental Health Perspectives, 2016, Vol 124 No. 8, p 1174–1181

LOTTI F. MASEROLI E. FRALASSI N. DEGL'LNNOCENTI S. et al. *Is thyroid hormones evaluation of clinical value in the work-up of males of infertile couples?* Human Reproduction, 2016, Vol 31, No.3, p 518 - 529

MALDONADO M, GONZALEZ D, JARAMILLO J. Toxicología ambiental, Cap. 10 Toxicología de los metales, Universidad Autónoma de Aguas calientes. 2009. p 261 – 285.

MARCHENKO Y, STATACORP. Power analysis and sample-size determination in survival models with the new stpower command. [online] 2007 [consulta: 3 diciembre 2016] Disponible en: http://www.stata.com/meeting/6nasug/marchenko_boston07.pdf.

MARTINEZ M, Detectan metales pesados en sangre de pobladores por contaminación en el Rio Sonora. Proceso, 24 de julio de 2015, [online] [consulta: 2 agosto 2016] Disponible en: http://www.proceso.com.mx/?p=411494.

MAPAS DEL MUNDO [online] [consulta: 5 abril 2016] Disponible en: http://espanol.mapsofworld.com/continentes/norte-america/mexico/sonora.html

McDIARMIND M, GEHLE K, *Preconception Brief: Occupational/Environmental Exposures*, Maternal and Child Health Journal, 2006, Vol 10 No 9, p. 123 – 128.

MIKKELSEN EM, RIIS AH, WISE LA, HATCH EE, ROTHMAN KJ, SORENSEN H, *Pre-gravid oral contraceptive use and time to pregnancy: a Danish prospective cohort study*, Human Reproduction, 2013, Vol 28, No. 5, p. 1398 – 1405

MIKKELSEN E, RIIS A, WISE L, HATCH E, ROTHMAN K, et al. *Alcohol consumption and fecundability: prospective Danish cohort study*. The BMJ Journals, 2016, Vol 354 No.8, p 1 - 7.

MINISTERIO DE SALUD, REPÚBLICA DE COLOMBIA, Resolución No 008430 de 1993 (4 de octubre de 1993) por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud, Articulo 10 y 11, p 3. [online] [consulta: 7 enero 2016] Disponible en: https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/RESOLUCION%208430%20DE%201993.pdf

MUNICIPIOS DE SONORA MEXICO. [online] [consulta: 5 abril 2016] Disponible en: http://www.municipios.com.mx/sonora/mexico-26.html

NACHMAN K. BARON P. RABER, G. FRANCESCONI K. NAVAS A. LOVE D. Roxarsone, Inorganic Arsenic, and Other Arsenic Species in Chicken: A U.S.-Based Market Basket Sample, Environmental Health Perspectives, 2013, Vol 121 No.7, p 818 - 824

NIKOOBAKHT M. ALOOSH M. NIKOOBAKHT N. MEHRSAY A. et al. *The Role of Hypothyroidism in Male Infertility and Erectile Dysfunction,* Urolgy Journal, 2012, Vol 9, No 1, p 405 - 409

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-127-SSA1-1994, "salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización" Modificación 2000 [online] [consulta: 15 mayo 2016] Disponible en: http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/m127ssa14.html

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-159-SEMARNAT-2011, Que establece los requisitos de protección ambiental de los sistemas de lixiviación de cobre [online] [consulta: 12 diciembre 2015] Disponible en:http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4644/semarnat/semarnat.htm

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-012-SSA3-2012, Que establece los criterios para la ejecución de proyectos de investigación para la salud en seres humano, [online] [consulta: 7 enero 2016] Disponible en: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5284148&fecha=04/01/2013

OMS. Organización Mundial de la Salud. Ginebra 2004, Guía para la calidad del agua potable. Tercera Edición. Volumen 1, p 396 – 398, [online] [consulta: 2 enero 2016] Disponible en: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_fulll_lowsres.pdf

OSUNA I, HERNANDEZ MC, CAMPUZANO JC, SALMERON J, Índice de masa corporal y percepción de la imagen corporal en una población adulta mexicana: la precisión del autorreporte. Salud Pública de Mexico, 2006, Vol 48 No2, p 94-103.

REGLAMENTO de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud México, Capítulo I, Articulo 17. [online] [consulta: 7 enero 2016] Disponible en: http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/compi/rlgsmis.html

ROTHMAN KJ, GREENLAND S, LASH T, *Modern Epidemiology, 3rd Edition*. Lippincott Williams & Wilkins. Section IV - Chapter 31 - Methodologic Issues in Reproductive Epidemiology, 2008, p. 621-640.

RUELAS J, GONZÁLEZ R, Distribución, concentración y origen de hierro y manganeso en las aguas superficiales y subterráneas de la cuenca alta y media del río Sonora, noroeste de México, Obregón: Instituto Tecnológico de Sonora. 2006. p 1-10.

RUTAS DEL RIO SONORA MEXICO. [online] [consulta: 10 abril 2016] Disponible en: http://www.riosonoramexico.com/index.php

SAH S. VANDENBERG A. SMITS J*. Treating chronic arsenic toxicity with high selenium lentil diets. Toxicology and Applied Pharmacology. Elsevier.* 2013, Vol 272 No.1, p 256 - 262

SALIDO PL, BAÑUELOS N, ROMERO DM, ROMO EL, OCHOA AI, RODICA A, OLIVARES J, El patrimonio natural y cultural como base para estrategias de turismo sustentable en la Sonora Rural, Estudios sociales (Hermosillo, Son.)2010, Vol 17, p 80 – 103.

SANIN LH, CARRASQUILLA G, SOLOMON KR, COLE DC, MARSHALL EJ. *Regional differences in time to pregnancy among fertile women from five Colombian regions with different use of glyphosate*. Journal of Toxicology and Environmental Health. Part A. 2009, Vol 72 No. 15-16, p 949 - 960.

SEMARNAT, “Derrame de sulfato de cobre en el Río Bacánuchi, (afluente del Río Sonora)”, agosto de 2014, [online] Disponible en: www.fideicomisoriosonora.gob.mx/docs/DPpresentacion_conferencia_derrame.pdf .

SHIAU C Y, WANG J D, CHEN PC, *Decreased Fecundity among male lead workers*, Occupational Enviromental Medicine, 2004, Vol 61 No. 11, p 915 – 923.

SCHAUMBURG I, OLSEN J, *Time to pregnancy among Danish pharmacy assistants*. Scandinavian Journal of Work, Enviromental & Health, 1989, Vol 15 No.3, p 222 – 226

SLAMA R, BALLESTER F, CASAS M, CORDIER S, EGGESBO M, INIGUEZ C, et al, *Epidemiologic tools to study the influence of Enviromental Factors on Fecundity and Pregnancy-related Outcomes*, Epidemiology Reviews, 2014, Vol 36 No.1, p 148 – 164.

SNIJDER C, VELDE E, ROELEVELD N, BURDORF A, *Occupational exposure to chemical substances and time to pregnancy: a systematic Review,* Human Reproduction Update, 2012, Vol 18 No.3 p 284 – 300

TANRIKUT E, KARAER A, CELIK O, CELIK E, OTLU B, *et al. Role of endometrial concentrations of heavy metals (cadmium, lead, mercury and arsenic) in the aetiology of unexplained infertility*. Europan Journal of Obstetrics, Gynecology, and Reproductive Biology, 2014, Vol 179 No.8, p 187-190

TEORIAS Y CONSPIRACIONES EXPOSED, [online] [consulta: 27 enero 2016] Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=WtZx8Ce5IQc

TUNTISERANEE P, OLSEN, J, KOR-ANANTAKUL O. *Are long working hours and shiftwork risk factors for subfecundity? A study among couples from southern Thailand*. Occupational and Enviromental Medicine, 1998, Vol 55 No.2, p 99 – 105.

ULUOZLU O. TUZEN M. MENDIL D. SOYLAK M*. Assessment of trace element contents of chicken products from Turkey.* Journal of Hazardous Materials. 2008, Vol 183 No 12, p 182 – 195.

URQUIJO M, Hay 360 afectados en salud a causa del Río Sonora, El Imparcial – Diario Independiente de Sonora, [online] página 4 del 5 de agosto de 2015 [consulta: 7 enero 2016] Disponible en: http://www.elimparcial.com/EdicionDigital/Home.html?s=GENERAL

VELEZ M. ARBUCKLE T. FRASER W, *Female exposure to phenols and phthalates and time to pregnancy: the Maternal-Infant Research on Environmental Chemicals (MIREC) Study*, ENVIRONMENT AND EPIDEMIOLOGY, 2015, Vol 103 No. 4, p 1011 – 1020.

WEINBERG CR, HERTZ-PICCIOTTO I, BAIRD DD, WILCOX AJ. *Efficiency and bias in studies of early pregnancy loss*. Epidemiology, 1992, Vol 3 No. 1, p 17-22.

WEINBERG, CR, BAIRD DD and WILCOX AJ. *Sources of bias in studies of time to pregnancy*. Statistics in Medicine, 1994, Vol 13 No. 5 - 7, p. 671–681.

WISE la, PALMER JR, ROSENBERG L, *Body size and time-to-pregnancy in black women*, Human Reproduction, 2013, Vol. 28, No. 10, p 2856 – 2864.

WORD HEALTH ORGANIZATION. *Infertility definitions and terminology*, [online] [consulta: 27 enero 2016] Disponible en: htpe://www.who.int/reproductivehealth/topics/infertility/definitions/en/

WIRTH JJ, MIJAL RS, *Review Adverse Effects of Low Level Heavy Metal Exposure on Male Reproductive Function.* Systems Biology in Reproductive Medicine, 2010, Vol 56 No.2, p 147 – 167.

.

YUSUF I. AGLIMA S. YEE PHANG L. ARIF SYED M, et al. *Keratinase production and biodegradation of polluted secondary chicken feather wastes by a newly isolated multi heavy metal tolerant bacterium-Alcaligenes sp. AQ05-001.* Journal of Enviromental Managemen*t*, 2016, p 1-14.

ZUÑIGA E, ZUBIETA B, ARAYA E, HERRERA L. Cuaderno de salud reproductiva de Sonora CONAPO Consejo Nacional de Población. 2000, [online] [consulta: 23 enero 2016] Disponible en: www.conapo.gob.mx

ANEXOS

Anexo A Mediciones de Arsénico, Cadmio, Mercurio y Plomo

NOMBRE DEL SITIO DE MUESTREO (2 primeros meses posterior al evento de contaminación)	30/09/2014	07 y 08/10/2014	14/10/2014	21/10/2014	30/09/2014	07 y 08/10/2014	14/10/2014	21/10/2014
	Arsénico Total	Arsénico Total	Arsénico Total	Arsénico Total	Cadmio Total	Cadmio Total	Cadmio Total	Cadmio Total
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
ARROYO JARALITO				ND				ND
BACANUCHI-EL MOLINO	ND	ND		ND	ND	ND		ND
BACANUCHI-LA TRAMPA	ND	ND		ND	ND	ND		ND
TAHUICHOPA RIO	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ARIZPE RIO SONORA	ND	0,0055	ND	ND	ND	ND	ND	ND
BAMORI RIO SONORA	0,0064	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SINOQUIPE RIO SONORA	0,0074	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
BANAMICHI RIO SONORA	0,0118	0,0074	ND	ND	ND	ND	ND	ND
LAS DELICIAS RIO SONORA	0,0134	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
HUEPAC RIO SONORA	0,0129		ND		ND		ND	
RANCHITO DE HUEPAC RIO SONORA	0,0136	0,004	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SAN FELIPE RIO SONORA	0,0125	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ACONCHI RIO SONORA	0,0147	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
LA ESTANCIA RIO SONORA	0,0125	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SAN JOSÉ DE BAVIACORA RIO SONORA	0,0146	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
BAVIÁCORA RIO SONORA	0,0134	0,0024	0,0068	ND	ND	ND	ND	ND
LA CAPILLA RIO SONORA	0,0157	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
EL MOLINOTE RIO SONORA	0,0138	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
LA LABOR RIO SONORA	0,0149	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
LA AURORA RIO SONORA	0,015	0,0034	ND	ND	ND	ND	ND	ND
MAZOCAHUI RIO SONORA	0,0146	0,0035	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PUERTA DEL SOL RIO SONORA	0,0268	0,0054	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SAN PEDRO DE URES RÍO SONORA	0,042		ND	ND	0,0019		ND	ND
URES RIO SONORA	0,0539		0,0234		0,0024		ND	
SANTIAGO DE URES RIO SONORA	0,0507		ND		0,0017		ND	
GPE. DE URES RIO SONORA	0,0714	ND	0,0243	ND	0,0026	ND	ND	ND
SAN RAFAEL DE URES RIO SONORA	0,0322	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
EL GAVILÁN RIO SONORA	0,0461	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
EL ORÉGANO RIO SONORA	0,057	0,0038	ND	ND	0,0015	ND	ND	ND
SAN JOSÉ DE GRACIA RIO SONORA	0,0563	0,0048	ND	ND	ND	ND	ND	ND
TOPAHUE RIO SONORA	0,0353		ND		ND		ND	
BOQUILLA OREGANO	0,0092	0,0048	0,00761	ND	ND	ND	ND	ND
MOLINITO VASO 1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
MOLINITO VASO 2	0,0086	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
MOLINITO OBRA DE TOMA	0,0081	0,0045	ND	ND	ND	ND	ND	ND
NUMERO DE DATOS	**34**	**29**	**32**	**31**	**34**	**29**	**32**	**31**
VALOR MAXIMO	**0,0714**	**0,0074**	**0,0243**	**0**	**0,0026**	**0**	**0**	**0**
VALOR MINIMO	**0,0064**	**0,0024**	**0,0068**	**0**	**0,0015**	**0**	**0**	**0**

NOMBRE DEL SITIO DE MUESTREO (2 primeros meses posterior al evento de contaminación)	30/09/2014	07 y 08/10/2014	14/10/2014	21/10/2014	30/09/2014	07 y 08/10/2014	14/10/2014	21/10/2014
	Mercurio Total	Mercurio Total	Mercurio Total	Mercurio Total	Plomo total	Plomo total	Plomo total	Plomo total
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
ARROYO JARALITO				0,00008				ND
BACANUCHI-EL MOLINO	ND	0,000188		ND	ND	ND		ND
BACANUCHI-LA TRAMPA	ND	0,000118		0,000076	ND	ND		ND
TAHUICHOPA RIO	ND	0,006209	0,00375	0,000068	ND	ND	ND	ND
ARIZPE RIO SONORA	ND	0,000217	0,00238	0,000077	ND	ND	ND	ND
BAMORI RIO SONORA	ND	0,000109	0,00064	0,000052	ND	ND	ND	ND
SINOQUIPE RIO SONORA	ND	0,000132	0,00433	0,0001	ND	ND	ND	ND
BANAMICHI RIO SONORA	0,000134	0,000129	0,00265	0,000067	0,0113	ND	ND	ND
LAS DELICIAS RIO SONORA	0,000073	0,000109	0,00348	0,000096	0,0207	ND	ND	ND
HUEPAC RIO SONORA	0,0001		0,00654		0,0214		ND	
RANCHITO DE HUEPAC RIO SONORA	0,000081	0,000115	ND	0,000065	0,0133	ND	ND	ND
SAN FELIPE RIO SONORA	ND	0,000093	0,00342	0,000076	0,0184	ND	ND	ND
ACONCHI RIO SONORA	ND	0,000352	ND	0,000084	0,0185	ND	ND	ND
LA ESTANCIA RIO SONORA	ND	0,000139	0,00059	0,000081	0,0214	ND	ND	ND
SAN JOSÉ DE BAVIACORA RIO SONORA	ND	0,000207	0,00329	0,000364	0,0258	ND	ND	ND
BAVIÁCORA RIO SONORA	ND	0,000099	0,0032	0,000062	0,0212	ND	ND	ND
LA CAPILLA RIO SONORA	ND	0,000122	0,00491	0,000057	0,027	ND	ND	ND
EL MOLINOTE RIO SONORA	ND	0,000091	0,0023	0,000099	0,0269	ND	ND	ND
LA LABOR RIO SONORA	ND	0,000176	0,00117	0,000324	0,0235	ND	ND	ND
LA AURORA RIO SONORA	ND	0,000123	0,00274	ND	0,0213	ND	ND	ND
MAZOCAHUI RIO SONORA	ND	0,000163	0,00175	0,00017	0,0265	0,0047	ND	ND
PUERTA DEL SOL RIO SONORA	ND	ND	ND	0,000345	0,0422	ND	0,0235	ND
SAN PEDRO DE URES RÍO SONORA	ND		ND	0,000701	0,0741		0,0648	ND
URES RIO SONORA	ND		ND		0,0937		0,077	
SANTIAGO DE URES RIO SONORA	ND		0,00158		0,0752		0,0726	
GPE. DE URES RIO SONORA	ND	ND	ND	0,000296	0,1686	ND	0,0728	ND
SAN RAFAEL DE URES RIO SONORA	ND	0,000075	0,00392	0,000064	0,0724	ND	ND	ND
EL GAVILÁN RIO SONORA	ND	ND	ND	0,000124	0,0951	ND	ND	ND
EL ORÉGANO RIO SONORA	0,000325	ND	0,00181	0,000518	0,1105	ND	ND	ND
SAN JOSÉ DE GRACIA RIO SONORA	0,000392	ND	0,00458	0,000057	0,1247	ND	ND	ND
TOPAHUE RIO SONORA	0,000158		0,00037		0,0504		ND	
BOQUILLA OREGANO	0,000056	ND	0,00493	0,000076	ND	ND	ND	ND
MOLINITO VASO 1	ND	ND	0,00244	0,000087	ND	ND	ND	ND
MOLINITO VASO 2	ND	0,000052	0,00375	0,000128	ND	ND	ND	ND
NUMERO DE DATOS	**34**	**29**	**32**	**31**	**34**	**29**	**32**	**31**
VALOR MAXIMO	**0,000392**	**0,006209**	**0,00654**	**0,000701**	**0,1686**	**0,0047**	**0,077**	**0**
VALOR MINIMO	**0,000056**	**0,000052**	**0,00037**	**0,000052**	**0,0113**	**0,0047**	**0,0235**	**0**

Anexo B Niveles Máximos permitidos según la legislación mexicana y la OMS

ELEMENTO	Limite Permisible Mexico (mg/l)	Limite OMS (mg/l)
Arsénico	0,025	0,01
Cadmio	0,005	0,003
Mercurio	0,001	0,001
Plomo	0,01	0,01
Bario	0,70	0,70
Cobre	2,00	2,00
Cromo	0,05	0,05
Fierro	0,30	0,30
Manganeso	0,15	0,4
Níquel	0,02	0,02
Zinc	5,00	5,00

Fuente: NOM 127-SSA1-1994, OMS, Fideicomiso Río Sonora. En color amarillo los que difieren.

Anexo C Encuesta

Estudio para determinar efectos en la Fecundidad por la contaminación ocurrida el 6 agosto de 2014 en los ríos Sonora y Bacanuchi de México

Departamento de Salud Pública – Facultad de Salud

2. Persona que toma la información: [ ][ ][ ] 3. Fecha D D / M M / A A A A

4. Población (Marque la población donde reside actualmente)

[ ]1	[ ]2	[ ]3	[ ]4	[ ]5	[ ]6	[ ]7	[ ]8	[ ]9	[____]
Localidades de Hermosillo	Ures	Baviácora	Aconchi	San Felipe de Jesús	Huépac	Banámichi	Arizpe	Magdalena de Kino	

PRESENTACION (Identifique la señora a encuestar y lea lo que sigue)

Buenos días/tardes, mi nombre es _____, y vengo del Departamento de Salud Pública de la Universidad Industrial de Santander y la Universidad de Sonora, estamos haciendo un estudio para evaluar los posibles efectos en el embarazo relacionados con la contaminación de los ríos Sonora y Bacanuchi. Le haremos una serie de preguntas sobre la edad, escolaridad, sitio(s) de residencia, algunos hábitos alimenticios, la procedencia y uso del agua de consumo, antecedentes de enfermedades y conductas previas al embarazo de la madre y el padre del hijo(a). Los datos que nos dé serán confidenciales y sólo serán usados para los fines de este estudio.

5. ¿Está de acuerdo con participar? **NO** [___] agradézcale y no siga. **SI** [___] siga el cuestionario

6. ¿Por favor me indica cuál es la fecha de hoy? D D / M M / A A A A 7. ¿En qué lugar estamos?_____(Municipio)	8. Orientación (lo Vx el encuestador) No [ ]0 (si responde coherente T y L) Si [ ]1	[_____]
9. ¿Presenta discapacidad ? (auditiva, cognitiva) Cuál: _____	No [ ]0 Si [ ]1	[_____]
10. ¿Cuántos años cumplidos tiene?	[_____]#	[_____]

***** En caso de que la respuesta sea NO en la pregunta 8, Si en la pregunta 9 o tiene menos de 18 años de edad se debe suspender la aplicación de la encuesta y dar las gracias por la atención.**

Entregue para que lea el consentimiento informado a la Señora. En caso de que este no desee participar se tomará la información que pueda dar.

11. ¿Cuántos embarazos ha tenido Usted en toda su vida? [_____] # [_____] #
¿Cuántos embarazos? 12. Antes del 6 de agosto de 2014 [_____] # 13. Después del 6 de agosto de 2014 [_____] # [___/___] #
12 13

Ahora vamos a decidir de cuál embarazo se tomará la información. Los que se escojan antes del 6 de agosto de 2014 debe corresponder a niños que actualmente tengan edades entre 2 y 12 años. Dependerá de la muestra que se lleve recolectada.

Del embarazo que escogimos

14. ¿Qué posición ocupa en el orden de todos los embarazos que ha tenido? [_____] # [_____]

15. ¿Cuál fue la fecha de nacimiento del niño (a)? D D / M M / A A A A [_____]

16. ¿Fue a término? [ ]1 o ¿fue Prematuro? [ ]2 [_____]

17 ¿Este embarazo fue planeado? (Del que estamos conversando) NO [___]0 SI [___]1 NR [___]99 [_____]

18. ¿Cuándo ocurrió el embarazo?(se debe restar 9 meses de la fecha de nacimiento) Antes del 6 de agosto [ ]1 Después de 6 agosto de 2014 [ ]2 [_____]

*****En caso de que la respuesta sea NO en la pregunta 17 se debe suspender la aplicación de la encuesta y dar las gracias por la atención**

19. ¿En cuál de estas localidades vivía Usted cuando ocurrió el embarazo al que estamos refiriéndonos?

[ ]1	[ ]2	[ ]3	[ ]4	[ ]5	[ ]6	[ ]7	[ ]8	[ ]9	[ ]10	[____]
Localidades de Hermosillo	Ures	Baviácora	Aconchi	San Felipe de Jesús	Huépac	Banámichi	Arizpe	Magdalena de Kino	Otra Cual:_____	

DATOS SOCIODEMOGRÁFICOS

Las siguientes preguntas se refieren a algunas características generales tales como estado civil, empleo, vivienda.

Marque con una "X" la opción seleccionada por el informante o escriba el dato (número) requerido, según la pregunta

20. ¿Cuál era su estado civil antes del embarazo?

En unión libre [___]1 — Separada, divorciada [___]4
Casada [___]2 — Soltera [___]5 [_____]
Viuda [___]3

21. ¿Cuál era su ocupación antes del embarazo?

Ama de casa [___]1 — Estudiante [___]4
Profesora [___]2 — Jubilada [___]5
Vendedora / comerciante [___]3 — Otra; cual: _____ [___]6 [_____]

22. En su opinión, ¿A cuál de las siguientes razas pertenece Ud.?

Blanca [___]1 — Indígena [___]4
Mestiza [___]2 — No sabe [___]5 [_____]
Negra [___]3 — No Responde [___]6

[_____]

23. ¿Cuántos años de educación formal había aprobado Ud. antes del embarazo? [_____] #

24. ¿Cuál es el último nivel de estudios que Ud. aprobó antes del embarazo?

Ninguno [___]1 — Técnica/Preparatoria [___]4 [_____]
Primaria [___]2 — Universitaria [___]5
Secundaria [___]3

25. Cuando ocurrió el embarazo que estamos conversando, vivía en: El campo [___]1 — Pueblo o cabecera municipal [___]2 [_____]

26. ¿Cuántos años lleva viviendo Usted en este lugar donde reside actualmente? [_____] # [_____]

27. ¿Usted cambió de municipio en los 3 meses antes de saber que quedó embarazada? Si [___]1 — No [___]0 [_____]

En caso afirmativo, por favor describa en cuales municipios residió y su tiempo de permanencia (La sumatoria de estos tiempos debe resultar 3 meses)

Municipio 1		Municipio 2	
Tiempo 1		Tiempo 2	

HÁBITOS ALIMENTICIOS Y OTRAS INGESTAS

(Ahora nos vamos a referir a algunos hábitos alimenticios, ingesta de licor y cigarrillo de **3 años antes** del embarazo)

¿Tres años antes del embarazo? (responder cada una)	No	Si	Cuántos	
28 Tomaba café	[___]0	[___]1	Tazas Al día	[_____]
29 Fumaba cigarrillo	[___]0	[___]1	[ ]Al día [ ]A la semana	[_____]
30 Fumaba pipa	[___]0	[___]1	[ ]Al día [ ] A la semana	[_____]
31 Fumaba tabaco	[___]0	[___]1	[ ]Al día [ ] A la semana	[_____]
32 Tomaba cerveza	[___]0	[___]1	Botellas A la semana	[_____]
33 Tomaba otro licor	[___]0	[___]1	Tragos A la semana	[_____]
34 Comía carne de res	[___]0	[___]1	Porciones A la semana	[_____]
35 Comía carne de puerco	[___]0	[___]1	Porciones A la semana	[_____]
36 Comía carne de pollo	[___]0	[___]1	Porciones A la semana	[_____]
37 Comía carne de chivo	[___]0	[___]1	Porciones[ ]A la semana [ ]Al mes	[_____]
38 Comía pescado criado en aguas de los ríos	[_]0 ↻40	[___]1	Porciones A la semana	[_____]

De animales que tomaban agua de los ríos Sonora o Bacanuchi

39 Cual clase de pescado :

_____

RESPECTO DEL AGUA DE CONSUMO (Ahora nos vamos a referir al agua de consumo, se requiere que recuerde **3 meses antes** del embarazo

40. El agua para preparar los alimentos antes del embarazo la obtenía principalmente de:

Toma domiciliaria por tubería - municipal	[___]1	Río, arroyo, manantial o nacimiento	[___]6	
Acueducto comunal o veredal	[___]2	Pila pública	[___]7	
Pozo con bomba	[___]3	Carro tanque	[___]8	
Pozo sin bomba, jagüey	[___]4	Agua embotellada o en bolsa	[___]9	
Agua lluvia	[___]5	Otra fuente. ¿Cual? _____	[___]10	[_____]

41. ¿Tres meses previos al embarazo el agua llegaba al hogar las 24 horas del día, durante los siete días de la semana?	**No** [___]0	**Si** [___]1	[_____]

USOS DEL AGUA DEL RIO (se requiere que recuerde **3 meses antes** del embarazo) Marque con una "X" la opción seleccionada por la informante

Indique la frecuencia a la semana con la que Usted en la vivienda hacia las siguientes actividades – antes del embarazo.

En su casa se usaba el agua del río para… (responder cada una	**Nunca** (0 veces)	**A veces** (1 a 2 veces)	**Siempre** (3 o más veces)	
42. Para cocinar	[___]0	[___]1	[___]2	[_____]
43. Para jugar	[___]0	[___]1	[___]2	[_____]
44. Para nadar	[___]0	[___]1	[___]2	[_____]
45. Bañarse el cuerpo	[___]0	[___]1	[___]2	[_____]
46. Tomar agua (quitar la sed)	[___]0	[___]1	[___]2	[_____]
47. Para trabajar (pescar o sacar piedra)	[___]0	[___]1	[___]2	[_____]
48. Para trabajar (regar los cultivos o dar de beber a los animales)	[___]0	[___]1	[___]2	[_____]

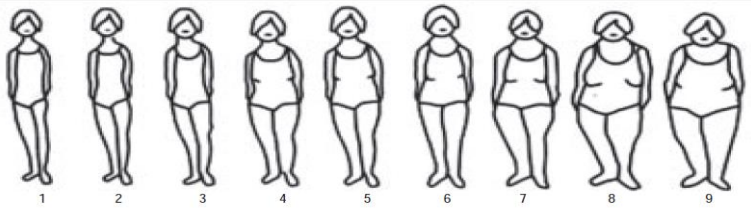
EXPOSICIONES OCUPACIONALES O DEL TRABAJO (Se requiere que recuerde **3 años antes** del embarazo)

¿Había estado expuesta a?	**No**	**Si**	**Cuantas veces a la semana**	**No sabe**	**Cuándo (el año)**	
49. Fumigantes	[___]0	[___]1	[____]#	[ ]98		[_____]
50. Cianuro	[___]0	[___]1	[____]#	[ ]98		[_____]
51. Mercurio	[___]0	[___]1	[____]#	[ ]98		[_____]
52. Plomo	[___]0	[___]1	[____]#	[ ]98		[_____]
53. Cadmio	[___]0	[___]1	[____]#	[ ]98		[_____]
54. Arsénico	[___]0	[___]1	[____]#	[ ]98		[_____]
55. Cal	[___]0	[___]1	[____]#	[ ]98		[_____]
56. Solventes	[___]0	[___]1	[____]#	[ ]98		[_____]
57. Otros	[___]0	[___]1	[____]#	[ ]98	Cuál?	[_____]

ANTECEDENTES PERSONALES. (Se requiere que recuerde antes del embarazo)

El médico le ha dicho que Usted tiene: (Marque con una "X" la opción seleccionada)	**No**	**Si**	**No sabe**	
58. Alta presión (hipertensión en tratamiento)	[ ]0	[ ]1	[ ]98	[_____]
59. Diabetes	[ ]0	[ ]1	[ ]98	[_____]
60. Hipotiroidismo	[ ]0	[ ]1	[ ]98	[_____]
61. Insuficiencia Renal	[ ]0	[ ]1	[ ]98	[_____]
62. Lupus o enfermedad autoinmune	[ ]0	[ ]1	[ ]98	[_____]
63. Antecedentes en la familia con hipotiroidismo	[ ]0	[ ]1	[ ]98	[_____]
64. Antecedentes en la familia con malformaciones congénitas	[ ]0	[ ]1	[ ]98	[_____]
65. Trastornos depresivos / psiquiátricos	[ ]0	[ ]1	[ ]98	[_____]

66. Observe las figuras siguientes. ¿A cuál de ellas, se parece usted inmediatamente antes del embarazo del que venimos conversando?



[_____]

67. Si recuerda el peso y la estatura antes del embarazo cual era : Peso _____Kg_Talla _____cm [_____]

ACTIVIDAD FÍSICA que realizaba antes del embarazo (Aquellas actividad que requieren esfuerzo físico que hacen respirar o latir el corazón un poco más rápido como: montar en bicicleta, practicar un deporte, bailar, trotar, levantar cosas pesadas) y se realizan por más de 10 minutos continuos.

68. ¿Cuantos días a la semana usualmente realizaba ejercicio? [___]# [_____]

69. ¿Cuánto tiempo usualmente le tomaba realizar actividad física [___]# horas al día [___]# minutos al día [_____]

ANTECEDENTES GINECOLÓGICOS Y OBSTÉTRICOS (Se requiere que recuerde antes del embarazo)

Por favor si considera Usted puede rehusar responder (Se Marca NR)

			NR	
70.	¿A qué edad tuvo su primera menstruación? Edad en años :	[___]#	[ ]99	[_____]#
71.	¿Cuantos años tenía Ud. al primer embarazo?	[___]#	[ ]99	[_____]#
72.	¿Cuantos días pasan entre que inicie su menstruación y el día que le vuelve a llegar?	[___]#	[ ]99	[_____]#
73.	¿Duración en días de la menstruación?	[___]#	[ ]99	[_____]#
74.	¿Cuantas toallas higiénicas usa al día durante su menstruación?	[___]#	[ ]99	[_____]#

		No	Sí	Cual patología	NR	
75	¿Ha sufrido alguna enfermedad como sífilis, herpes, gonorrea o VIH?	[__]0	[__]1	_____	[ ]99	[_____]
76	¿Ha sufrido alguna enfermedad de la matriz u ovarios?	[__]0	[__]1	_____	[ ]99	[_____]
77	¿Le han realizado cirugías en la matriz o en los ovarios?	[__]0	[__]1	_____	[ ]99	[_____]
78	¿Alguno de sus hijos ha nacido con malformaciones (física o mental)?	[__]0	[__]1	_____	[ ]99	[_____]

		No	Sí	NR	
79	¿Su menstruación le viene cada mes (es regular)?	[___]0	[__]1	[ ]99	[_____]
80	¿Alguna vez su pareja o usted han recibido tratamiento para quedar en embarazo?	[___]0	[__]1	[ ]99	[_____]
81	¿Ha tenido problemas para quedar embarazada?	[___]0	[__]1	[ ]99	[_____]
82	¿Tuvo una relación estable con su pareja desde que buscaban el embarazo?	[___]0	[__]1	[ ]99	[_____]
83	Desde que estaban buscando el embarazo ¿Usted o su pareja han permanecido fuera de casa por más de una semana en forma regular? (ej: por el trabajo)	[___]0	[__]1	[ ]99	[_____]
84	¿Ha tenido un parto o cesárea donde alguno de sus hijos haya nacido muerto?	[___]0	[__]1	[ ]99	[_____]
85	¿Usaba algún método anticonceptivo antes de 1 año al embarazo?	[_]0 93	[__]1	[ ]99	[_____]

¿Qué tipo de método de planificación estaba usando?		No	Si	Cuanto tiempo [meses]	NR	
86.	Anticonceptivos orales	[__]0	[__]1	[__]#	[ ]99	[_____]#
87.	Condón	[__]0	[__]1	[__]#	[ ]99	[_____]#
88.	DIU o T	[__]0	[__]1	[__]#	[ ]99	[_____]#
89.	Inyección	[__]0	[__]1	[__]#	[ ]99	[_____]#
90.	Método natural	[__]0	[__]1	[__]#	[ ]99	[_____]#
91.	Otro Cual: _____	[__]0	[__]1	[__]#	[ ]99	[_____]#
92.	Cuando quedo en embarazo ¿Usted ya había suspendido el método?	[__]0	[__]1	[__]#	[ ]99	[_____]#

	Del embarazo que estamos conversando			NR	
93	¿Cuánto tiempo duró teniendo relaciones sexuales hasta que quedó en embarazo (meses)?	[____]#	[ ]99		[_____]#
94	¿Qué edad tenía en el momento que quedó en embarazo (años)? (embarazo del que estamos conversando)	[____]#	[ ]99		[_____]#
95	¿Cuantas semanas de embarazo tenía cuándo reconoció el embarazo?	[____]#	[ ]99		[_____]#
96	¿Cuantos partos vaginales había tenido antes del embarazo que se está informando?	[____]#	[ ]99		[_____]#
97	¿Cuantos abortos había tenido antes del embarazo que se está informando?	[____]#	[ ]99		[_____]#
98	¿Cuantas cesáreas había tenido antes del embarazo que se está informando?	[____]#	[ ]99		[_____]#

RESPECTO AL PADRE DE SU HIJO(A). Ahora nos vamos a referir a aspectos relacionados con el padre de su hijo (hasta **dos años antes** del embarazo)

Por favor si considera Usted puede rehusar responder (Se Marca NR)	No	Si	No Sabe	NR	
99. ¿Tuvo hijos con otra mujer?	[ ]0	[ ]1	[ ]98	[ ]99	[_____]
100. ¿El fumó?	[ ]0	[ ]1	[ ]98	[ ]99	[_____]
101. ¿Tomaba café?	[ ]0	[ ]1	[ ]98	[ ]99	[_____]
102. ¿Tomaba alcohol?	[ ]0	[ ]1	[ ]98	[ ]99	[_____]
103. ¿Consumía drogas psicoactivas? (cocaína, marihuana, pastillas sintéticas)	[ ]0	[ ]1	[ ]98	[ ]99	[_____]
104. ¿Consumió pescado criado en aguas del rio Sonora?	[ ]0	[ ]1	[ ]98	[ ]99	[_____]
105. ¿Consumió Atún más de una vez a la semana?	[ ]0	[ ]1	[ ]98	[ ]99	[_____]
106. ¿Tenía alguna enfermedad de transmisión sexual?	[ ]0	[ ]1	[ ]98	[ ]99	[_____]
107 ¿Cuantos años tenía el cuándo quedó en embarazo Usted?		[ ]#	[ ]98	[ ]99	[_____]#

El médico le había dicho que Él tenía: (Marque con una "X" la opción seleccionada)	No	Si	No sabe	
108. Alta Presión (hipertensión en tratamiento)	[ ]0	[ ]1	[ ]98	[_____]
109. Diabetes	[ ]0	[ ]1	[ ]98	[_____]
110. Hipotiroidismo	[ ]0	[ ]1	[ ]98	[_____]
111. Insuficiencia Renal	[ ]0	[ ]1	[ ]98	[_____]
112. Lupus o enfermedad autoinmune	[ ]0	[ ]1	[ ]98	[_____]
113. Antecedentes en la familia con hipotiroidismo	[ ]0	[ ]1	[ ]98	[_____]
114. Antecedentes en la familia con malformaciones congénitas	[ ]0	[ ]1	[ ]98	[_____]
115. Trastornos depresivos / psiquiátricos	[ ]0	[ ]1	[ ]98	[_____]

116. ¿Cuál era la ocupación del padre antes del embarazo?				
Agricultor	[___]1	Estudiante	[___]5	
Profesor	[___]2	Jubilado	[___]6	
Vendedor / comerciante	[___]3	No trabajaba / u ocasionalmente trabajaba	[___]7	[_____]
Conductor	[___]4	Otra; cuál: _____	[___]8	

Por favor si considera Usted puede rehusar responder (Se Marca NR) ¿dos años antes del embarazo?

¿Él estuvo expuesto a?	No	Si	No sabe	NR	¿Cuándo y por qué?:	
117. Fumigantes	[__]0	[__]1	[ ]98	[ ]99		[_____]
118. Cianuro	[__]0	[__]1	[ ]98	[ ]99		[_____]
119. Mercurio	[__]0	[__]1	[ ]98	[ ]99		[_____]
120. Plomo	[__]0	[__]1	[ ]98	[ ]99		[_____]
121. Cadmio	[__]0	[__]1	[ ]98	[ ]99		[_____]
122. Arsénico	[__]0	[__]1	[ ]98	[ ]99		[_____]
123. Cal	[__]0	[__]1	[ ]98	[ ]99		[_____]
124. Solventes	[__]0	[__]1	[ ]98	[ ]99		[_____]
125. Otros	[__]0	[__]1	[ ]98	[ ]99	Cuál?	[_____]

"MUCHAS GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN

Anexo D Consentimiento informado

Estudio para determinar efectos en la Fecundidad por la contaminación ocurrida el 6 agosto de 2014 en los ríos Sonora y Bacanuchi de México

Departamento de Salud Pública – Facultad de Salud

1. INTRODUCCIÓN

Antes de que Usted decida participar en este estudio, es nuestro deber informarle y aclararle por qué, cuándo y cómo será realizado. Esto permitirá que Usted tome la decisión de participar de él, teniendo el conocimiento y la información suficiente.

A continuación se presentará la información acerca de la investigación. Una vez haya leído este documento y lo haya comprendido completamente, podrá decidir si participa en el estudio. Después, si acepta, firmará este documento, donde manifiesta su libre aceptación y deseo voluntario de formar parte del estudio.

2. PROPÓSITO DEL ESTUDIO

El grupo de investigación busca evaluar el estado de salud de las personas que se vieron afectadas por la contaminación ambiental ocurrida por el vertimiento de lixiviados de cobre en los ríos Bacanuchi y Sonora, buscando posibles efectos adversos en su capacidad reproductiva y fertilidad.

3. ¿POR QUÉ HA SIDO USTED INVITADA A PARTICIPAR EN EL ESTUDIO?

Debido a que Usted vive en un lugar cercano al río Sonora, es posible que haya estado expuesta a altos grados de contaminación, y esto a su vez es posible que tenga algún efecto sobre la salud y queremos averiguarlo. Serán elegidas 300 personas dentro de estas comunidades.

4. PROCEDIMIENTO DE ESTUDO

En el momento que Usted decida participar en el estudio se hará lo siguiente:

Usted responderá unas preguntas sobre sus datos personales como la edad, género, estado civil, ocupación, número de hijos y otros, enfermedades que ha tenido, tiempo que demoró para tener hijos, contacto con sustancias químicas, ocupaciones, tiempo de residencia en el lugar, aspectos relacionados con su pareja (exposiciones ocupacionales, convivencia y hábitos), utilización del agua del río antes y después a la ocurrencia del evento de contaminación de los ríos Bacanuchi y Sonora en agosto de 2014.

5. CONFIDENCIALIDAD

Guardaremos privacidad acerca de los registros que puedan identificarle a Usted hasta donde nos lo permita la ley. Sus registros no serán marcados con su nombre, solo se utilizará un código, por el cual sólo los investigadores conocerán su información. Los investigadores no publicarán resultados en medios de comunicación masiva, a no ser que la comunidad misma lo solicite. Para fines de reportes académicos de la información no se mencionarán nombre de personas participantes en el estudio.

6. RIESGOS Y BENEFICIOS

En este estudio no se practicará ningún procedimiento o examen médico que pueda generar un riesgo para su salud.

Con base a los resultados de este estudio se podrá definir el estado de salud de las mujeres de los municipios de la ribera del río Sonora y por lo tanto generar un fundamento científico para que puedan gestionar programas de promoción y prevención de la salud en su comunidad.

7. COSTOS Y COMPENSACIONES

Usted no recibirá pago alguno por su participación en este estudio ni tampoco pagará ningún costo.

8. DERECHOS A REHUSAR O A ABANDONAR EL ESTUDIO

Usted es libre de decidir participar o no en este estudio. Aun después de aceptar participar y haber firmado el consentimiento, Usted tendrá derecho de retirarse del estudio o de negarse a contestar alguna pregunta en el momento en que así desee.

9. **PREGUNTAS**

Por favor siéntase en libertad de hacerme cualquier pregunta si hay algo que no haya entendido, a su vez si tiene alguna pregunta adicional acerca del estudio más adelante, Usted puede contactar a los profesionales de la salud: Enfermera Raquel Rivera Carvajal (raquelrivera_c@hotmail.com) y al Dr. Álvaro Javier Idrovo Velandia (idrovoaj@uis.edu.co) en el Departamento de Salud Pública de la Universidad Industrial de Santander en Colombia o con el Dr. Héctor Duarte Tagles del Departamento de Medicina y Ciencias de la Salud de la Universidad de Sonora en Hermosillo (hector.duarte@unison.mx o al teléfono celular 662-200-7018).

10. **DECLARACIÓN DEL PARTICIPANTE**

Después de haber leído este documento, al firmarlo, Usted está aceptando que entiende la información que se le ha dado y que está de acuerdo en participar en este estudio.

Acepta Usted:	**Si**	**No**
¿Contestar las preguntas de una entrevista verbal?		
¿Acepta Usted participar en el estudio voluntariamente?		

Si Usted ha aceptado participar, por favor escriba su nombre y firme en el siguiente espacio:

Nombre del participante	
Firma del participante	
Fecha	D D / M M / A A A A

11. **DECLARACIÓN DEL INVESTIGADOR/ COINVESTIGADOR O PERSONA QUIEN TOMA EL CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Yo confirmo que personalmente expliqué la naturaleza y el propósito del presente consentimiento, y por tanto certifico que la persona que firma este consentimiento entiende la naturaleza, beneficios y riesgos de participar en este estudio y que su firma es válida. Ningún problema médico o barrera de lenguaje o educación se han interpuesto en el entendimiento de este documento.

Nombre de quien colecta la información	
Firma del investigador	
Fecha	D D / M M / A A A A

TESTIGOS:

Yo como testigo ratifico lo anteriormente confirmado por la participante y el investigador

Testigo No 1:	Testigo No 2:
Teléfono:	Teléfono:
Parentesco:	Parentesco:
Fecha:	Fecha:
Firma:	Firma:

Anexo E Manual de procedimientos

Estudio para determinar efectos en la Fecundidad por la contaminación ocurrida el 6 agosto de 2014 en los ríos Sonora y Bacanuchi de México

Departamento de Salud Pública – Facultad de Salud

Los procedimientos que se deben desarrollar por los entrevistadores en el momento de aplicar las encuestas.

Una vez se haya identificado el potencial participante y sea seleccionado por los investigadores, se acordara una cita en la casa, centro de salud, escuela o punto de encuentro según sea el caso. El cual debe cumplir con las siguientes características:

- Buena iluminación, que permita al encuestador llevar un adecuado registro de los datos y permita tener un adecuado contacto visual entre las dos personas.
- Libre de ruido, en lo posible no estar ubicado en un sitio muy concurrido que dificulten la comunicación.
- Privado, para garantizar la intimidad al participante y evitar interrupciones, en lo posible sin acceso a otros individuos de la comunidad o del equipo investigativo.
- Ventilación, se cuenta con adecuado ambiente libre de polución natural o artificial

El entrevistador se debe caracterizar por:

- Seguridad y confianza, en el proceso de la entrevista con el participante, lo cual favorecerá la tranquilidad y seguridad del encuestado
- Respeto, el trato debe ser digno y respetuoso hacia las participantes durante todo el proceso
- Neutralidad, no se debe mostrar juicios o críticas respecto de las respuestas dadas por los entrevistados, evitar opiniones personales

Luego de comprendidos los conceptos anteriores y ubicados los sitios de encuentro para realizar la entrevista se desarrollaran los siguientes pasos:

1. Presentación: El encuestador saludara al participante, mencionando su nombre y cargo, portando el carnet de identificación del grupo de investigación.
2. Entrega de consentimiento informado: el encuestador procede a leer de forma pausada y comprensible cada uno de los ítems contenidos dentro del consentimiento informado, resolviendo dudas del participante. Luego se procederá a firmar con el nombre, cedula y fecha tanto el encuestado como el encuestador.
3. Diligenciamiento del cuestionario: el encuestador leerá en forma clara y despacio cada una de las preguntas al participante, cada pregunta debe ser leída textualmente, sin cambiar sus palabras o brindar explicaciones adicionales a las descritas dentro de este manual. En caso de que el participante lo solicite, las preguntas pueden ser releídas.
4. Despedida, finalmente el encuestador dará las gracias al participante y se despedirá de manera cordial.
5. Revisión del cuestionario, el encuestador debe verificar que todas las preguntar del cuestionario estén diligenciadas.

La descripción y relación de las variables incluidas dentro del cuestionario con sus respectivas definiciones se presentan a continuación.

1. Presentación
2. Criterios de exclusión
3. Embarazo del que se tomara la información
4. Hábitos alimenticios y otras ingestas
5. Agua de consumo : Procedencia y usos
6. Exposiciones ocupacionales
7. Antecedentes Personales
8. Antecedentes Ginecológicos
9. Respecto al padre de su hijo o cónyuge

Ítem	Variable	Definición
		PRESENTACIÓN
1.	Código de la participante	Número que se le asignara a la encueta según en número planeado a encuestar
2	Encuestador	Numero asignado a la persona que toma la información
3	Fecha	Fecha de diligenciamiento de la encuesta
4	Población	Municipio donde reside actualmente
5	Acuerdo a participar	Decisión de participar en el estudio, al responder que si está de acuerdo, se debe llenar el formato del consentimiento informado
		CRITERIOS DE INCLUSIÓN
6	Orientación tiempo	Fecha que refiera la participante para evaluar orientación según tiempo
7	Orientación lugar	Lugar que refiere la participante para evaluar orientación en lugar
8	Orientación	Habiendo ya respondido los datos del nombre y apellido se asumirá la orientación en persona, luego se preguntara por la fecha y el lugar para determinar la orientación en tiempo y lugar
9	Discapacidad para participar	Para identificar que no tenga el criterio de exclusión por discapacidad física o mental que no le permita participar (discapacidad auditiva o cognitiva)
10	Edad	Edad en años de la madre
11	No embarazos	Número total de embarazos que refiera haya tenido la participante
12	No embarazos antes de 6 agosto 2014	Número total de embarazos que refiera haya tenido la participante en una fecha antes de agosto 6 de 2014
13	No embarazos después de 6 agosto 2014	Número total de embarazos que refiera haya tenido la participante en fecha posterior de agosto 6 de 2014
		EMBARAZO DEL QUE SE TOMARA LA INFORMACIÓN
14	Posición del embarazo	Embarazo del cual se tomara la información, del primero, del ultimo o de cualquiera (indicando en este caso según el orden de nacimiento cual) se tendrá en cuenta para determinar esta clasificación el número de embarazos que ha tenido y que se peguntan en el ítem 11
15	Fecha de nacimiento del hijo(a)	Fecha de nacimiento del embarazo del cual se tomara la información
16	Termino o Prematuro	Según el número de meses de gestación de cuando nación él bebe, el cual se clasificara a término si tuvo nueve meses de gestación y prematuro si tuvo menos de los nueve meses.
17	Planeación del embarazo	El embarazo fue planeado o no (accidental)
18	Exposición según la fecha	El embarazo ocurrió antes del evento de contaminación del 6 de agosto de 2015 o después de tal fecha
19	Localidad donde vivía cuando ocurrió el embarazo	Municipio o localidad donde residía cuando ocurrió el embarazo
		DATOS SOCIODEMOGRÁFICOS (cuando ocurrió el embarazo)
20	Estado civil	Estado civil de la madre cuando quedo en embarazo
21	Ocupación	Actividad remunerada o no que desempeñaba cuando quedo en embarazo
22	Raza	Según la consideración de la participante se determinara a que raza pertenece, se deja la opción de responder que no sabe o la de no responder
23	Numero años de educación	Número de años de educación formal que había aprobado la participante hasta antes del embarazo
24	Nivel Educativo	Nivel de estudios que la participante había aprobado hasta antes del embarazo
25	Zona de ubicación de la residencia	Ubicación de la residencia de la participante cuando ocurrió el embarazo del que se esta hablando
26	Antigüedad en el lugar	Cuántos años lleva en el lugar donde reside actualmente.
27	Migración	Identificación de si presento migración justo antes de quedar en embarazo, en la descripción colocar el municipios en que residía y a cual se trasladó, si se presentó más de un traslado describirlo y por cuanto tiempo permaneció en cada uno de ellos.
		HÁBITOS ALIMENTICIOS Y OTRAS INGESTAS (promedio en 3 años antes del embarazo)
28	Antecedente de consumo de café	Numero de tazas de café que tomaba al día previo al embarazo en la cual se le indica de recordar 3 años antes del embarazo
29	Antecedente de fumar cigarrillo	Cuantos cigarrillos al día o la semana fumaba previo al embarazo (promedio en 3 años antes del embarazo)
30	Antecedente de fumar pipa	Cuantas pipas de tabaco al día o la semana fumaba previo al embarazo

Ítem	Variable	Definición
31	Antecedente de fumar tabaco	Cuantos tabacos al día o la semana fumaba previo al embarazo
32	Antecedente de consumo de alcohol	Numero de botellas de cerveza ingería a la semana en un tiempo de 3 años previos al embarazo
33	Antecedente de ingesta de otro licor	Numero de tragos, botellas o bebidas que contuvieran alcohol e ingería a la semana
34	Antecedente consumo de carne de res	Numero de porciones a la semana que consumía a la semana de carne de res de animales que tomaban agua de los ríos Sonora o Bacanuchi
35	Antecedente consumo de carne de puerco	Numero de porciones a la semana que consumía a la semana de carne de puerco de animales que tomaban agua de los ríos Sonora o Bacanuchi
36	Antecedente consumo de carne de pollo	Numero de porciones a la semana que consumía a la semana de carne de pollo de animales que tomaban agua de los ríos Sonora o Bacanuchi
37	Antecedente consumo de carne de chivo	Numero de porciones a la semana que consumía a la semana de carne de chico de animales que tomaban agua de los ríos Sonora o Bacanuchi
38	Antecedente de consumo de pescado	Numero de porciones a la semana que consumía a la semana de carne de pescado de animales que fueran criados en las aguas de los ríos Sonora o
39	Clase de pescado	En caso de responder que si a la pregunta 38, se debe referencias las clases de pescado que usualmente ingería en un tiempo de 3 años previos al embarazo
	RESPECTO DEL AGUA DE CONSUMO (3 meses antes del embarazo)	
40	Fuente del agua de consumo	Lugar de donde proviene regularmente el agua para la preparación de los alimentos en un promedio de 3 meses antes del embarazo
41	Agua permanente	Disponibilidad del agua las 24 horas
	USOS DEL AGUA DEL RIO (tres meses previos al embarazo)	
42	Cocinar	Frecuencia de uso del agua para cocinar (lavar, preparar y cocinar los amentos)
43	Jugar	Frecuencia de uso del agua para jugar
44	Nadar	Frecuencia de uso del agua para nadar
45	Bañarse el cuerpo	Frecuencia de uso del agua para el baño del cuerpo
46	Tomar agua	Frecuencia de uso del agua para tomar y calmar la sed
47	Trabajar en pesca o sacar piedra	Frecuencia de uso del agua para trabajar en actividad de pesca
48	Trabajar en cultivos y alimentar animales	Frecuencia de uso del agua para trabajar en el campo, regar los cultivos y dar de beber a los animales
	EXPOSICIONES OCUPACIONALES (hasta 3 años antes del embarazo)	
49	Fumigantes	Productos químicos conocidos como plaguicidas, destinados a matar, repeler el crecimiento de plagas, especificar cuál.
50	Cianuro	Químico utilizado en actividades industriales (con acero, en industrias químicas, farmacéuticas), especificar cual
51	Mercurio	Elemento químico utilizado en equipos médicos, amalgamas, extracción de oro, insecticidas, colorantes y protector de madera. Especificar cual
52	Plomo	Metal pesado utilizado en la fabricación de baterías, soldaduras, refinamiento del petróleo, atenuar radiaciones. Especificar cual
53	Cadmio	Elemento químico utilizado en el revestimiento de hierro, acero, cables electrónicos, soldadura, pinturas fluorescentes, fabricación de juegos artificiales, en medicina como astringente y pigmentador. Especificar cual
54	Arsénico	Utilizado en la industria del vidrio, en aleación con el plomo, en insecticidas, en pinturas fluorescentes y fabricación de fuegos artificiales. Especificar cuál.
55	Cal	Sustancia usada para fabricar cemento y neutralizar terrenos ácidos. Especificar cual
56	Solventes	Sustancias orgánicas liquidas que se utilizan para disolver otras sustancias químicas como por ejemplo derivados del petróleo, se emplea en pinturas, tintes, cuero, pegamentos entre otros. Especificar cuál.
57	Otros	Cualquier otra sustancia química que la participante mencione utiliza por su actividad laboral. Y preguntar por trabajo en rayos X
	ANTECEDENTES PERSONALES	
58	Hipertensión	El doctor le ha dicho que sufre la tensión arterial o toma tratamiento para esta
59	Diabetes	Sufre del azúcar alta o toma medicamentes para el azúcar, le aplican insulina
60	Hipotiroidismo	Diagnostico medico de hipotiroidismo y estar tomando tratamiento para ello.

Ítem	Variable	Definición
61	Insuficiencia renal	Tiene problemas en los riñones, requiere diálisis peritoneal o hemodiálisis, NO incluye: cálculos renales, masas, infecciones en la orina
62	LUPUS o enfermedad autoinmune	Le han diagnosticado lupus eritematoso sistémico o enfermedades que generen anticuerpos contra el propio organismo como artritis, anemia hemolítica u otras
63	Antecedente familiar hipotiroidismo	Antecedente a un familiar cercano (madre, padre, hermano) de hipotiroidismo diagnosticado por un medico
64	Familiar con malformaciones congénitas	Tener familiares cercanos (primos, hermanos, tíos) con antecedentes de malformaciones congénitas como síndrome de Down, parálisis cerebral, retardo mental entre otros
65	Trastornos depresivos/ psiquiátricos	Haberle diagnosticado trastornos depresivos o recibir tratamiento para la depresión o psiquiátricos.
66	Percepción del IMC 1	Percepción de la imagen corporal previo al embarazo en los rangos que están especificados en la figura (tener en cuenta que se considerar las figuras 1 al 3 = < 25, 4 – 6 = 25 a 30 y 7 - 9 = > 30, la sensibilidad en el estudio de México fue del 87.6% con el IMC.
67	IMC 2	Pero si recuerda el peso y la talla antes del embarazo por favor describirlo.
68	Días a la semana que hacia ejercicio	Frecuencia a la semana que realiza actividad física en la cual percibe que aumenta la respiración y el pulso por un tiempo mínimo de 10 minutos.
69	Duración en tiempo haciendo ejercicio	Duración en minutos que realiza actividad física en la cual percibe que aumenta la respiración y el pulso
	ANECEDENTES GINECOLOGICOS Y OBSTETRICOS	
70	Menarquia	Edad en años en la cual la participante presento la primera menstruación
71	Edad al primer embarazo	Edad en años que tenía la participante cuando tuvo su primer embarazo
72	Periodicidad ciclos menstruales	Número aproximado de días en que inicia la menstruación y le vuelve a llegar.
73	Duración de la menstruación	Número de días aproximado que dura el sangrado por la ciclo menstrual
74	Frecuencia de toallas por menstruación	Abundancia de la menstruación, cantidad de toallas higiénicas que debe usar el día inicial de menstruación
75	Enfermedades de transmisión sexual	Le han diagnosticado enfermedades de transmisión sexual como sífilis, herpes, gonorrea, HIV o ha recibido tratamiento para tal.
76	Enfermedades ginecológicas	Ha sufrido alguna patología en el útero u ovarios (quistes, miomas o tumores)
77	Cirugías ginecológicas	Le han realizado alguna cirugía en el útero o matriz, ovarios, trompas de Falopio o vagina
78	Malformaciones congénitas en hijos	Algunos de los hijos ha tenido alteraciones desde el nacimiento con alteración en el desarrollo, capacidad mental o alteración para movilizarse (síndrome de domn, retardo mental, hipoxia neonatal)
79	Regularidad menstruación	Regularidad de los ciclos menstruales, si e regular presenta un sangrado menstrual al mes
80	Tratamientos de fertilidad	Han recibido ella o su pareja algún tratamiento para poder tener hijos
81	Problemas para el embarazo	Ha tenido algún problema para quedar en embarazo
82	Relación estable con la pareja	Tipo de relación, conviven, frecuencias de las relaciones sexuales.
83	Permanencia de la pareja en el hogar	Cuando estaban buscando el embarazo alguno permaneció fuera del hogar, durante una semana o más.
84	Antecedente de nacimientos de hijos muertos	Algunos de los hijos que ha tenido han nacido muerto.
85	Uso de métodos anticonceptivos	Cuando quedo en embarazo estaba usando algún método de planificación familiar (Anticonceptivos orales, inyecciones, DIU, Condón, cirugía, barras, o método natural)
86	Anticonceptivos orales	Pastillas o tabletas que toman a diario para que los niveles hormonarles impidan el desarrollo de la fecundación
87	Condón	Dispositivo de barrear que procura evitar el contacto de los fluidos seminales con la vagina.
88	DIU o T	Dispositivo dentro del útero para evitar el desarrollo del ovulo fecundado

Ítem	Variable	Definición
89	Inyección	Inyección mensual o trimestral para que los niveles hormonarlas impidan el desarrollo de la fecundación
90	Método natural	Método del ritmo, en el cual suspenden las relaciones sexuales durante el periodo de ovulación (temperatura vaginal, moco vaginal)
91	Otro	Cualquier otro método que refiera la participante
92	Suspensión del método antes del embarazo	Numero de meses que había suspendido el método de planificación que estaba usando antes de quedar en embarazo
93	TPE	Numero de meses que estuvieron teniendo relaciones sexuales antes del embarazo, sin uso de método de planificación familiar y teniendo la intensión para ello.
94	Edad que tenía cuando el embarazo	Edad en años cumplidos que tenía cuando quedo en embarazo
95	Reconocimiento embarazo (edad gestacional)	Cuantas semanas de gestación tenía cuando reconoció el embarazo
96	Partos vaginales	Número de partos vaginales que ha tenido
97	Abortos	Número de abortos que ha tenido
98	Cesáreas	Número de cesáreas que le han hecho
	RESPECTO AL PADRE DE SU HIJO (dos años antes del embarazo)	
99	Hijos con otra mujer	El padre del niño o niña tiene hijos con otra mujer
100	Ant de fumar	Cuantos cigarrillos al día fumaba previo al embarazo
101	Ant tomar café	Número de tragos, botellas o bebidas que contuvieran alcohol e ingería previo al embarazo
102	Ant consumo de alcohol	Numero de tazas de café que tomaba previo al embarazo
103	Ant consumo sustancias psicoactivas	Tener antecedente de consumir sustancias psicoactivas como marihuana, cocaína, pastillas sintéticas
104	Ant consumo de pescado	Consumo de pescado previo al embarazo y clase de estos
105	Ant de consumo de atún	Consumo de atún previo al embarazo
106	Ant de enfermedad de transmisión sexual	Tener el antecedente de una enfermedad de transmisión sexual como gonorrea, herpes, sífilis, hepatitis B,C u otra enfermedad de transmisión sexual
107	Edad cuando el embarazo	Edad en años que tenía cuando quedo en embarazo la esposa
108	Hipertensión padre	El doctor le ha dicho que sufre la tensión arterial o toma tratamiento para esta
109	Diabetes padre	Sufre del azúcar alta o toma medicamentes para el azúcar, le aplican insulina
110	Hipotiroidismo padre	Diagnostico medico de hipotiroidismo y estar tomando tratamiento para ello.
111	Insuficiencia renal padre	Tiene problemas en los riñones, requiere diálisis peritoneal o hemodiálisis, NO incluye: cálculos renales, masas, infecciones en la orina
112	LUS padre	Le han diagnosticado lupus eritematoso sistémico o enfermedades que generen anticuerpos contra el propio organismo como artritis, anemia hemolítica u otras
113	Ant familiar hipotiroidismo padre	Antecedente a un familiar cercano (madre, padre, hermano) de hipotiroidismo diagnosticado por un medico
114	Ant familiar malformaciones congénitas padre	Tener familiares cercanos (primos, hermanos, tíos) con antecedentes de malformaciones congénitas como síndrome de Down, parálisis cerebral, retardo mental entre otros
115	Trastorno depresivo/psiquiátrico padre	Haberle diagnosticado trastornos depresivos o recibir tratamiento para la depresión o psiquiátricos.
116	Ocupación padre	Ocupación del padre o actividad que realizaba cotidianamente para obtener los recursos necesarios para su manutención cuando quedo en embarazo la esposa

Ítem	Variable	Definición
	ANTECEDENTES OCUPCIONALES DEL PADRE (hasta 2 años antes del embarazo)	
117	Fumigantes	Productos químicos conocidos como plaguicidas, destinados a matar, repeler el crecimiento de plagas, especificar cuál.
118	Cianuro	Químico utilizado en actividades industriales (con acero, en industrias químicas, farmacéuticas), especificar cual
119	Mercurio	Elemento químico utilizado en equipos médicos, amalgamas, extracción de oro, insecticidas, colorantes y protector de madera. Especificar cual
120	Plomo	Metal pesado utilizado en la fabricación de baterías, soldaduras, refinamiento del petróleo, atenuar radiaciones. Especificar cual
121	Cadmio	Elemento químico utilizado en el revestimiento d hierro, acero, cables electrónicos, soldadura, pinturas fluorescentes, fabricación de juegos artificiales, en medicina como astringente y pigmentador. Especificar cual
122	Arsénico	Utilizado en la industria del vidrio, en aleación con el plomo, en insecticidas, en pinturas fluorescentes y fabricación de fuegos artificiales. Especificar cuál.
123	Cal	Sustancia usada para fabricar cemento y neutralizar terrenos ácidos. Especificar cual
124	Solventes	Sustancias orgánicas liquidas que se utilizan para disolver otras sustancias químicas como por ejemplo derivados del petróleo, se emplea en pinturas, tintes, cuero, pegamentos entre otros. Especificar cuál.
125	Otros	Cualquier otra sustancia química que la participante mencione utiliza por su actividad laboral.

Anexo F Operacionalización de las variables

Ítem	Variable	Definición Operativa	Clasificación	Valor que asume
1.	Código de la participante	Número que se le asignara a la encueta según en número planeado a encuestar	Razón	Numero
2	Encuestador	Numero asignado a la persona que toma la información	Razón	Numero
3	Fecha	Fecha de diligenciamiento de la encuesta	Razón	Fecha en números (día – mes – año)
		EXPOSICIÓN A CONTAMINACIÓN SEGÚN EL LUGAR		
4	Población	Municipio donde residía cuando quedo en embarazo	Nominal	1 Localidades de Hermosillo 2 Arizpe 3 Banámichi 4 Huépac 5 San Felipe de Jesús 6 Aconchi 7 Baviácora 8 Ures 9 Magdalena
		CONSENTIMIENTO, CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN		
5	Acuerdo a participar	Decisión de participar en el estudio, al responder que si está de acuerdo, se debe llenar el formato del consentimiento informado	Nominal	0 No 1 Si
6	Orientación tiempo	Fecha que refiera la participante para evaluar orientación según tiempo	Nominal	0 No 1 Si
7	Orientación lugar	Lugar que refiere la participante para evaluar orientación en lugar	Nominal	0 No 1 Si
8	Orientación	Habiendo ya respondido los datos del nombre y apellido se asumirá la orientación en persona, luego se preguntara por la fecha y el lugar para determinar la orientación en tiempo y lugar	Nominal	0 No 1 Si
9	Discapacidad para participar	Para identificar que no tenga el criterio de exclusión por discapacidad física o mental que no le permita participar (discapacidad auditiva o cognitiva)	Nominal	0 No 1 Si
10	Edad	Edad en años de la madre	Razón continua	Número de años
11	No embarazos	Número total de embarazos que refiera haya tenido la participante	Razón	Número de embarazos
12	No embarazos antes de 6 agosto 2014	Número total de embarazos que refiera haya tenido la participante en una fecha antes de agosto 6 de 2014	Razón	Número de embarazos antes
13	No embarazos después de 6 agosto 2014	Número total de embarazos que refiera haya tenido la participante en fecha posterior de agosto 6 de 2014	Razón	Número de embarazos después
		EMBARAZO DEL QUE SE TOMARA LA INFORMACIÓN		
14	Posición del embarazo	Embarazo del cual se tomara la información, del primero, del ultimo o de cualquiera (indicando en este caso según el orden de nacimiento cual) se tendrá en cuenta para determinar esta clasificación el número de embarazos que ha tenido y que se peguntan en el ítem 11	Ordinal	Numero en el orden
15	Fecha de nacimiento del hijo(a)	Fecha de nacimiento del embarazo del cual se tomara la información	Razón	Fecha en números (día – mes – año)
16	Termino o Prematuro	Según el número de meses de gestación de cuando nación él bebe, el cual se clasificara a término si tuvo nueve meses de gestación y prematuro si tuvo menos de los nueve meses.	Nominal	1 = A termino 2 = Prematuro

Ítem	Variable	Definición Operativa	Clasificación	Valor que asume
17	Planeación del embarazo	El embarazo fue planeado o no (accidental)	Nominal	0 No 1 Si
18	Exposición según la fecha	El embarazo ocurrió antes del evento de contaminación del 6 de agosto de 2015 o después de tal fecha	Nominal	1 = Antes 2 = Después
19	Localidad donde vivía cuando ocurrió el embarazo	Municipio o localidad donde residía cuando ocurrió el embarazo	Nominal	1 Localidades de Hermosillo 2 Arizpe 3 Banámichi 4 Huépac 5 San Felipe de Jesús 6 Aconchi 7 Baviácora 8 Ures 9 Magdalena
		DATOS SOCIODEMOGRÁFICOS		
20	Estado civil	Estado civil de la madre cuando quedo en embarazo	Nominal	1 Unión libre 2 Casada 3 Viuda 4 Separada o divorciada 5 Soltera
21	Ocupación	Actividad remunerada o no que desempeñaba cuando quedo en embarazo	Nominal	1 Ama de casa 2 Profesora 3 Vendedora/comerciante 4 Estudiante 5 Jubilada 6 Otro. Cual _____
22	Raza	Según la consideración de la participante se determinara a que raza pertenece, se deja la opción de responder que no sabe o la de no responder	Nominal	1 Blanca 2 Mestiza 3 Negra 4 indígena 5 No sabe 6 No Responde
23	Numero años de educación	Número de años de educación formal que había aprobado la participante hasta antes del embarazo	Razón	Número de años
24	Nivel Educativo	Nivel de estudios que la participante había aprobado hasta antes del embarazo	Ordinal	1 Ninguno 2 Primaria 3 Secundaria 4 Técnica/preparatoria 5 Universitaria
25	Zona de ubicación de la residencia	Ubicación de la residencia de la participante cuando ocurrió el embarazo del que se está hablando	Nominal	1 Rural 2 Urbana
26	Antigüedad en el lugar	Cuántos años lleva en el lugar donde reside actualmente.	Razón	Número de años
27	Migración	Identificación de si presento migración justo antes de quedar en embarazo, en la descripción colocar el municipios en que residía y a cual se trasladó, si se presentó más de un traslado describirlo y por cuanto tiempo permaneció en cada uno de ellos.	Nominal	0 No 1 Si
		HÁBITOS ALIMENTICIOS Y OTRAS INGESTAS		
28	Antecedente de consumo de café	Numero de tazas de café que tomaba al día previo al embarazo en la cual se le indica de recordar 3 años antes del embarazo	Nominal Razón - discreta	0 No 1 Si Numero entero al día
29	Antecedente de fumar cigarrillo	Cuantos cigarrillos al día o la semana fumaba previo al embarazo (promedio en 3 años antes del embarazo)	Nominal Razón - discreta	0 No 1 Si Numero entero - al día o la semana
30	Antecedente de fumar pipa	Cuantas pipas de tabaco al día o la semana fumaba previo al embarazo	Nominal Razón - discreta	0 No 1 Si Numero entero – al día o la semana

Ítem	Variable	Definición Operativa	Clasificación	Valor que asume
31	Antecedente de fumar tabaco	Cuantos tabacos al día o la semana fumaba previo al embarazo	Nominal – Razón discreta	0 No 1 Si Numero entero – al día o la semana
32	Antecedente de consumo de alcohol	Numero de botellas de cerveza ingería a la semana en un tiempo de 3 años previos al embarazo	Nominal – Razón discreta	0 No 1 Si Numero entero – a la semana
33	Antecedente de ingesta de otro licor	Numero de tragos, botellas o bebidas que contuvieran alcohol e ingería a la semana	Nominal – Razón discreta	0 No 1 Si Numero entero – a la semana
34	Antecedente consumo de carne de res	Numero de porciones a la semana que consumía a la semana de carne de res de animales que tomaban agua de los ríos Sonora o Bacanuchi	Nominal – Razón discreta	0 No 1 Si Numero entero – a la semana
35	Antecedente consumo de carne de puerco	Numero de porciones a la semana que consumía a la semana de carne de puerco de animales que tomaban agua de los ríos Sonora o Bacanuchi	Nominal – Razón discreta	0 No 1 Si Numero entero – a la semana
36	Antecedente consumo de carne de pollo	Numero de porciones a la semana que consumía a la semana de carne de pollo de animales que tomaban agua de los ríos Sonora o Bacanuchi	Nominal – Razón discreta	0 No 1 Si Numero entero – a la semana
37	Antecedente consumo de carne de chivo	Numero de porciones a la semana que consumía a la semana de carne de chico de animales que tomaban agua de los ríos Sonora o Bacanuchi	Nominal – Razón discreta	0 No 1 Si Numero entero – a la semana o mes
38	Antecedente de consumo de pescado	Numero de porciones a la semana que consumía a la semana de carne de pescado de animales que fueran criados en las aguas de los ríos Sonora o	Nominal – Razón discreta	0 No 1 Si Numero entero – a la semana
39	Clase de pescado	En caso de responder que si a la pregunta 38, se debe referencias las clases de pescado que usualmente ingería en un tiempo de 3 años previos al embarazo	Nominal	Clase de pescado
		RESPECTO DEL AGUA DE CONSUMO		
40	Fuente del agua de consumo	Lugar de donde proviene regularmente el agua para la preparación de los alimentos	Nominal	1 Acueducto publico 2 Acueducto comuna/veredal 3 Pozo con bomba 4 Pozo sin bomba, jagüey 5 Agua lluvia 6 Río, quebrada o manantial 7 Nacimiento 8 Pila publica 9 Carro tanque 10 Aguatero 11 Agua embotellada o en bolsa
41	Agua permanente	Disponibilidad del agua las 24 horas	Nominal	0 No 1 Si
		USOS DEL AGUA DEL RIO		
42	Cocinar	Frecuencia de uso del agua para cocinar (lavar, preparar y cocinar los amentos)	Ordinal	0 Nunca 1 A veces 2 Siempre
43	Jugar	Frecuencia de uso del agua para jugar	Ordinal	0 Nunca 1 A veces 2 Siempre
44	Nadar	Frecuencia de uso del agua para nadar	Ordinal	0 Nunca 1 A veces 2 Siempre
45	Bañarse el cuerpo	Frecuencia de uso del agua para el baño del cuerpo	Ordinal	0 Nunca 1 A veces 2 Siempre

Ítem	Variable	Definición Operativa	Clasificación	Valor que asume
46	Tomar agua	Frecuencia de uso del agua para tomar y calmar la sed	Ordinal	0 Nunca 1 A veces 2 Siempre
47	Trabajar en pesca o sacar piedra	Frecuencia de uso del agua para trabajar en actividad de pesca	Ordinal	0 Nunca 1 A veces 2 Siempre
48	Trabajar en cultivos y alimentar animales	Frecuencia de uso del agua para trabajar en el campo, regar los cultivos y dar de beber a los animales	Ordinal	0 Nunca 1 A veces 2 Siempre
		EXPOSICIONES OCUPACIONALES (MATERNAS)		
49	Fumigantes	Productos químicos conocidos como plaguicidas, destinados a matar, repeler el crecimiento de plagas, especificar cuál.	Nominal	0 No 1 Si
50	Cianuro	Químico utilizado en actividades industriales (con acero, en industrias químicas, farmacéuticas), especificar cual	Nominal	0 No 1 Si
51	Mercurio	Elemento químico utilizado en equipos médicos, amalgamas, extracción de oro, insecticidas, colorantes y protector de madera. Especificar cual	Nominal	0 No 1 Si
52	Plomo	Metal pesado utilizado en la fabricación de baterías, soldaduras, refinamiento del petróleo, atenuar radiaciones. Especificar cual	Nominal	0 No 1 Si
53	Cadmio	Elemento químico utilizado en el revestimiento d hierro, acero, cables electrónicos, soldadura, pinturas fluorescentes, fabricación de juegos artificiales, en medicina como astringente y pigmentador. Especificar cual	Nominal	0 No 1 Si
54	Arsénico	Utilizado en la industria del vidrio, en aleación con el plomo, en insecticidas, en pinturas fluorescentes y fabricación de fuegos artificiales. Especificar cuál.	Nominal	0 No 1 Si
55	Cal	Sustancia usada para fabricar cemento y neutralizar terrenos ácidos. Especificar cual	Nominal	0 No 1 Si
56	Solventes	Sustancias orgánicas liquidas que se utilizan para disolver otras sustancias químicas como por ejemplo derivados del petróleo, se emplea en pinturas, tintes, cuero, pegamentos entre otros. Especificar cuál.	Nominal	0 No 1 Si
57	Otros	Cualquier otra sustancia química que la participante mencione utiliza por su actividad laboral. Y preguntar por trabajo en rayos X	Nominal	0 No 1 Si Nombre del químico
		ANTECEDENTES PERSONALES		
58	Hipertensión	El doctor le ha dicho que sufre la tensión arterial o toma tratamiento para esta	Nominal	0 No 1 Si 2 No sabe
59	Diabetes	Sufre del azúcar alta o toma medicamentes para el azúcar, le aplican insulina	Nominal	0 No 1 Si 2 No sabe
60	Hipotiroidismo	Diagnostico medico de hipotiroidismo y estar tomando tratamiento para ello.	Nominal	0 No 1 Si 2 No sabe
61	Insuficiencia renal	Tiene problemas en los riñones, requiere diálisis peritoneal o hemodiálisis, NO incluye: cálculos renales, masas, infecciones en la orina	Nominal	0 No 1 Si 2 No sabe

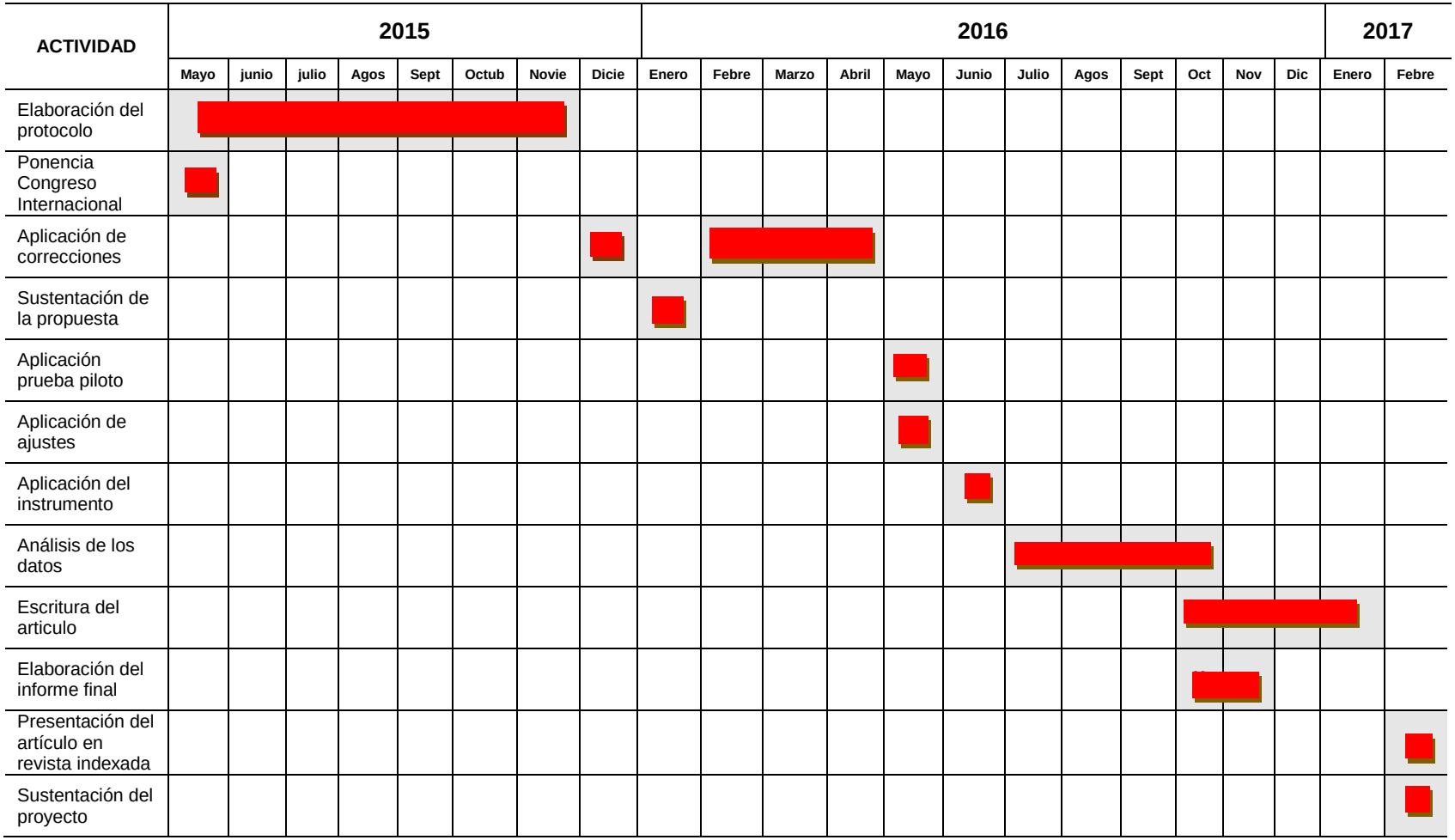
Ítem	Variable	Definición Operativa	Clasificación	Valor que asume
62	LUPUS o enfermedad autoinmune	Le han diagnosticado lupus eritematoso sistémico o enfermedades que generen anticuerpos contra el propio organismo como artritis, anemia hemolítica u otras	Nominal	0 No 1 Si 2 No sabe
63	Antecedente familiar hipotiroidismo	Antecedente a un familiar cercano (madre, padre, hermano) de hipotiroidismo diagnosticado por un medico	Nominal	0 No 1 Si 2 No sabe
64	Familiar de malformaciones congénitas	Tener familiares cercanos (primos, hermanos, tíos) con antecedentes de malformaciones congénitas como síndrome de Down, parálisis cerebral, retardo mental entre otros	Nominal	0 No 1 Si 2 No sabe
65	Trastornos depresivos/ psiquiátricos	Haberle diagnosticado trastornos depresivos o recibir tratamiento para la depresión o psiquiátricos.	Nominal	0 No 1 Si 2 No sabe
66	Percepción del IMC 1	Percepción de la imagen corporal previo al embarazo en los rangos que están especificados en la figura (tener en cuenta que se considerar las figuras)	Ordinal	Vr | IMC | Figuras 1 | < 25 | 1 – 3 2 | 25 – 30 | 4 – 6 3 | > 30 | 7 – 9
67	IMC 2	Pero si recuerda el peso y la talla antes del embarazo por favor describirlo.	Ordinal	Se realizara el cálculo correspondiente IMC
68	Días a la semana que hacia ejercicio	Frecuencia a la semana que realiza actividad física en la cual percibe que aumenta la respiración y el pulso por un tiempo mínimo de 10 minutos.	Razón	Numero
69	Duración en tiempo haciendo ejercicio	Duración en minutos que realiza actividad física en la cual percibe que aumenta la respiración y el pulso	Razón	Numero
		ANECEDENTES GINECOLOGICOS Y OBSTETRICOS		
70	Menarquia	Edad en años en la cual la participante presento la primera menstruación	Razón	Edad en años
71	Edad al primer embarazo	Edad en años que tenía la participante cuando tuvo su primer embarazo	Razón	Número de días
72	Periodicidad ciclos menstruales	Número aproximado de días en que inicia la menstruación y le vuelve a llegar.	Razón	Número de días
73	Duración de la menstruación	Número de días aproximado que dura el sangrado por la ciclo menstrual	Razón	Número de días
74	Frecuencia de toallas por menstruación	Abundancia de la menstruación, cantidad de toallas higiénicas que debe usar el día inicial de menstruación	Nominal	Numero de toallas higiénicas que usa por este día
75	Enfermedades de transmisión sexual	Le han diagnosticado enfermedades de transmisión sexual como sífilis, herpes, gonorrea, HIV o ha recibido tratamiento para tal.	Nominal	0 No 1 Si Cual: _____
76	Enfermedades ginecológicas	Ha sufrido alguna patología en el útero u ovarios (quistes, miomas o tumores)	Nominal	0 No 1 Si Cual: _____
77	Cirugías ginecológicas	Le han realizado alguna cirugía en el útero o matriz, ovarios, trompas de Falopio o vagina	Nominal	0 No 1 Si Cual: _____
78	Malformaciones congénitas en hijos	Algunos de los hijos ha tenido alteraciones desde el nacimiento con alteración en el desarrollo, capacidad mental o alteración para movilizarse (síndrome de domn, retardo mental, hipoxia neonatal)	Nominal	0 No 1 Si
79	Regularidad menstruación	Regularidad de los ciclos menstruales, si e regular presenta un sangrado menstrual al mes	Nominal	0 No 1 Si
80	Tratamientos de fertilidad	Han recibido ella o su pareja algún tratamiento para poder tener hijos	Nominal	0 No 1 Si
81	Problemas para el embarazo	Ha tenido algún problema para quedar en embarazo	Nominal	0 No 1 Si

Ítem	Variable	Definición Operativa	Clasificación	Valor que asume
82	Relación estable con la pareja	Tipo de relación, conviven, frecuencias de las relaciones sexuales.	Nominal	0 No 1 Si
83	Permanencia de la pareja en el hogar	Cuando estaban buscando el embarazo alguno permaneció fuera del hogar, durante una semana o más.	Nominal	0 No 1 Si
84	Ant. de nacimientos de hijos muertos	Algunos de los hijos que ha tenido han nacido muerto.	Nominal	0 No 1 Si
85	Uso de métodos anticonceptivos antes de un año	Cuando quedo en embarazo estaba usando algún método de planificación familiar (Anticonceptivos orales, inyecciones, DIU, Condón, cirugía, barras, o método natural)	Nominal	0 No 1 Si
86	Anticonceptivos orales	Pastillas o tabletas que toman a diario para que los niveles hormonarles impidan el desarrollo de la fecundación	Nominal Razón	0 No 1 Si Tiempo = Número de años
87	Condón	Dispositivo de barrear que procura evitar el contacto de los fluidos seminales con la vagina.	Nominal Razón	0 No 1 Si Tiempo = Número de años
88	DIU o T	Dispositivo dentro del útero para evitar el desarrollo del ovulo fecundado	Nominal Razón	0 No 1 Si Tiempo = Número de años
89	Inyección	Inyección mensual o trimestral para que los niveles hormonarlas impidan el desarrollo de la fecundación	Nominal Razón	0 No 1 Si Tiempo = Número de años
90	Método natural	Método del ritmo, en el cual suspenden las relaciones sexuales durante el periodo de ovulación (temperatura vaginal, moco vaginal)	Nominal Razón	0 No 1 Si Tiempo = Número de años
91	Otro	Cualquier otro método que refiera la participante	Nominal Razón	0 No 1 Si Tiempo = Número de años Cual : _____
92	Suspensión del método antes del embarazo	Numero de meses que había suspendido el método de planificación que estaba usando antes de quedar en embarazo	Nominal Razón	0 No 1 Si Tiempo = Número de meses
		DESENLACE		
93	TPE	Numero de meses que estuvieron teniendo relaciones sexuales antes del embarazo, sin uso de método de planificación familiar y teniendo la intensión para ello.	Razón	Número de Meses
		COVARIABLES Y POTENCIALES CONFUSORAS		
94	Edad que tenía cuando el embarazo	Edad en años cumplidos que tenía cuando quedo en embarazo	Razón	Edad en años
95	Reconocimiento embarazo (edad gestacional)	Cuantas semanas de gestación tenía cuando reconoció el embarazo	Razón	Edad gestacional en semanas
96	Partos vaginales	Número de partos vaginales que ha tenido	Razón	Número de partos
97	Abortos	Número de abortos que ha tenido	Razón	Número de abortos
98	Cesáreas	Número de cesáreas que le han hecho	Razón	Número de cesáreas

Ítem	Variable	Definición Operativa	Clasificación	Valor que asume
		RESPECTO AL PADRE DE SU HIJO		
99	Hijos con otra mujer	El padre del niño o niña tiene hijos con otra mujer	Nominal	0 No 1 Si
100	Ant de fumar	Cuantos cigarrillos al día fumaba previo al embarazo	Nominal	0 No 1 Si
101	Ant tomar café	Número de tragos, botellas o bebidas que contuvieran alcohol e ingería previo al embarazo	Nominal	0 No 1 Si
102	Ant consumo de alcohol	Numero de tazas de café que tomaba previo al embarazo	Nominal	0 No 1 Si
103	Ant consumo sustancias psicoactivas	Tener antecedente de consumir sustancias psicoactivas como marihuana, cocaína, pastillas sintéticas	Nominal	0 No 1 Si
104	Ant consumo de pescado	Consumo de pescado previo al embarazo y clase de estos	Nominal	0 No 1 Si
105	Ant de consumo de atún	Consumo de atún previo al embarazo	Nominal	0 No 1 Si
106	Ant de enfermedad de transmisión sexual	Tener el antecedente de una enfermedad de transmisión sexual como gonorrea, herpes, sífilis, hepatitis B,C u otra enfermedad de transmisión sexual	Nominal	0 No 1 Si
107	Edad cuando el embarazo	Edad en años que tenía cuando quedo en embarazo la esposa	Razón	Edad en años
108	Hipertensión padre	El doctor le ha dicho que sufre la tensión arterial o toma tratamiento para esta	Nominal	0 No 1 Si
109	Diabetes padre	Sufre del azúcar alta o toma medicamentes para el azúcar, le aplican insulina	Nominal	0 No 1 Si
110	Hipotiroidismo padre	Diagnostico medico de hipotiroidismo y estar tomando tratamiento para ello.	Nominal	0 No 1 Si
111	Insuficiencia renal padre	Tiene problemas en los riñones, requiere diálisis peritoneal o hemodiálisis, NO incluye: cálculos renales, masas, infecciones en la orina	Nominal	0 No 1 Si
112	LUS padre	Le han diagnosticado lupus eritematoso sistémico o enfermedades que generen anticuerpos contra el propio organismo como artritis, anemia hemolítica u otras	Nominal	0 No 1 Si
113	Ant familiar hipotiroidismo padre	Antecedente a un familiar cercano (madre, padre, hermano) de hipotiroidismo diagnosticado por un medico	Nominal	0 No 1 Si
114	Ant familiar malformaciones congénitas padre	Tener familiares cercanos (primos, hermanos, tíos) con antecedentes de malformaciones congénitas como síndrome de Down, parálisis cerebral, retardo mental entre otros	Nominal	0 No 1 Si
115	Trastorno depresivo/psiquiátrico padre	Haberle diagnosticado trastornos depresivos o recibir tratamiento para la depresión o psiquiátricos.	Nominal	0 No 1 Si
116	Ocupación padre	Ocupación del padre o actividad que realizaba cotidianamente para obtener los recursos necesarios para su manutención cuando quedo en embarazo la esposa	Nominal	1 Agricultor 2 Profesor 3 Vendedor/comerciante 4 Conductor 5 Estudiante 6 Jubilado 7 No trabaja/ ocasionalmente 8 Otro. cual_____

Ítem	Variable	Definición Operativa	Clasificación	Valor que asume
		ANTECEDENTES OCUPACIONALES DEL PADRE		
117	Fumigantes	Productos químicos conocidos como plaguicidas, destinados a matar, repeler el crecimiento de plagas, especificar cuál.	Nominal	0 No 1 Si
118	Cianuro	Químico utilizado en actividades industriales (con acero, en industrias químicas, farmacéuticas), especificar cual	Nominal	0 No 1 Si
119	Mercurio	Elemento químico utilizado en equipos médicos, amalgamas, extracción de oro, insecticidas, colorantes y protector de madera. Especificar cual	Nominal	0 No 1 Si
120	Plomo	Metal pesado utilizado en la fabricación de baterías, soldaduras, refinamiento del petróleo, atenuar radiaciones. Especificar cual	Nominal	0 No 1 Si
121	Cadmio	Elemento químico utilizado en el revestimiento d hierro, acero, cables electrónicos, soldadura, pinturas fluorescentes, fabricación de juegos artificiales, en medicina como astringente y pigmentador. Especificar cual	Nominal	0 No 1 Si
122	Arsénico	Utilizado en la industria del vidrio, en aleación con el plomo, en insecticidas, en pinturas fluorescentes y fabricación de fuegos artificiales. Especificar cuál.	Nominal	0 No 1 Si
123	Cal	Sustancia usada para fabricar cemento y neutralizar terrenos ácidos. Especificar cual	Nominal	0 No 1 Si
124	Solventes	Sustancias orgánicas liquidas que se utilizan para disolver otras sustancias químicas como por ejemplo derivados del petróleo, se emplea en pinturas, tintes, cuero, pegamentos entre otros. Especificar cuál.	Nominal	0 No 1 Si
125	Otros	Cualquier otra sustancia química que la participante mencione utiliza por su actividad laboral.	Nominal	0 No 1 Si cual: _____

Anexo G Cronograma de actividades



Anexo H Presupuesto

PRESUPUESTO GLOBAL DE LA PROPUESTA POR FUENTE DE FINANCIACIÓN

ITEM	RUBRO	FINANCIACION	UIS		OTROS		TOTAL
			EFECTIVO	ESPECIE	EFECTIVO	ESPECIE	
1	Personal			24.480.000		12.240.000	58.320.000
2	Compra de Equipos	2.500.000					2.500.000
3	Bibliografía			7.000.000			7.000.000
4	Licencia de Software			1.800.000			1.800.000
5	Salida de campo					4.950.000	4.950.000
6	Participación en eventos Académicos y Publicaciones	2.500.000	1.500.000			2.900.000	7.900.000
7	Papelería	3.400.000				1.500.000	4.900.000
TOTAL		30.000.000	1.500.000	33.280.000	0	21.590.000	87.370.000

1. PERSONAL — INFORMACION FINANCIERA

	Nombre	Rol y función	E-mail	Teléfono	Entidad Financiadora	Tipo de financiación	Tiempo de dedicación H/sem	Meses de vinculación	Valor Hora ($)	Valor Mes ($)	Valor TOTAL ($)
1	Raquel Rivera Carvajal	Investigadora principal Enfermera	raquelrivera_c@hotmail.com	3138196059		Efectivo	45	12	40.000	1.800.000	21.600.000
2	Álvaro Javier Idrovo Velandia	Epidemiólogo Director	idrovoaj@yahoo.com.mx	3125566493	UIS	Especie	10	12	204.000	2.040.000	24.480.000
3	Héctor Duarte Tagles	Epidemiólogo Codirector	hector.duarte@unison.mx	6622007018	Universidad. de Sonora	Especie	5	12	204.000	1.020.000	12.240.000
TOTAL											58.320.000

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario (millones)	Financiación	UIS		Otros		Total
					Especie	Efectivo	Especie	Efectivo	

2. EQUIPOS								
Computador	Unidad	1	2.000.000	2.000.000				2.000.000
Impresora	Unidad	1	500.000	500.000				500.000
3. BIBLIOGRAFIA								
Acceso a base de datos	Año	1	250.000		2.500.000			2.500.000
Libros especializado - compra	Unidad	2	1.000.000		2.000.000			2.000.000
Acceso a revistas científicas	Unidad	1	2.500.000		2.500.000			2.500.000
4. LICENCIA DE SOFTWARE								
Utilización y desarrollo	Meses utilización del software - Stata versión 11	12	150.000		1.800.000			1.800.000
5. SALIDA DE CAMPO								
Desplazamiento de Investigadores	Unidad	3	150.000				450.000	450.000
Desplazamiento para recolección de la información (estudiantes)	Unidad	60	50.000				3.000.000	3.000.000
Gastos de viaje	Unidad	1	1.500.000				1.500.000	1.500.000
6. PARTICIPACIÓN EN EVENTOS ACADÉMICOS Y PUBLICACIONES								
Inscripción a congresos para ponencias	Unidad	2	150.000				300.000	300.000
Tiquetes	Unidad	2	1.500.000			1500000	1.500.000	3.000.000
Gastos de viaje	Días	6	100.000				600.000	600.000
Revisión de estilo articulo	Unidad	1	1.500.000				1.500.000	1.500.000
Publicación en revista indexadas, elaboración de material para presentación en congresos	Unidad	1	2.500.000	2.500.000				2.500.000
7. PAPELERIA								
Material de comunicación y encuestas	Mes	12	150.000	900.000			900.000	1.800.000
Elaboración del informe final		1	600.000				600.000	600.000
TOTAL					8.800.000	1.500.000	9.350.000	29.050.000

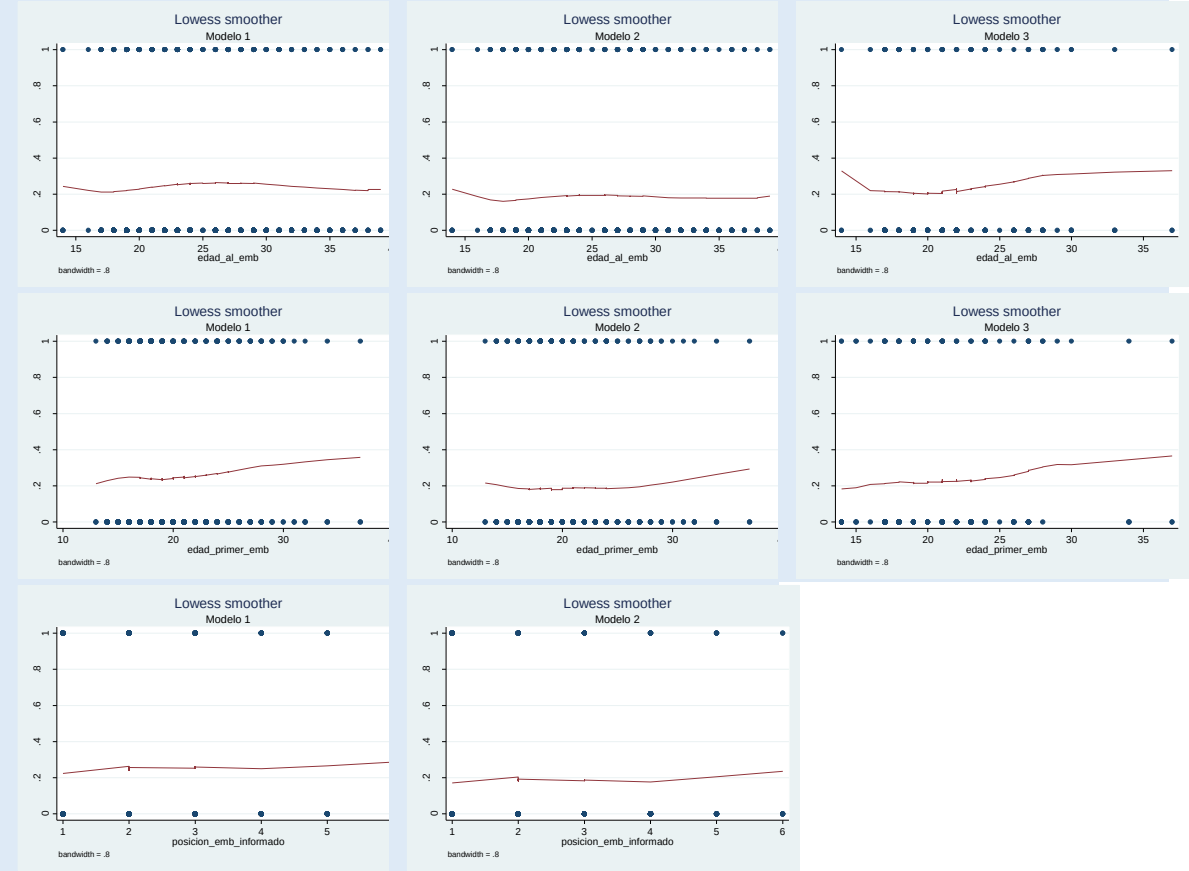
Anexo I Evaluación de los modelos

1. Identificación de diferencias entre los grupo

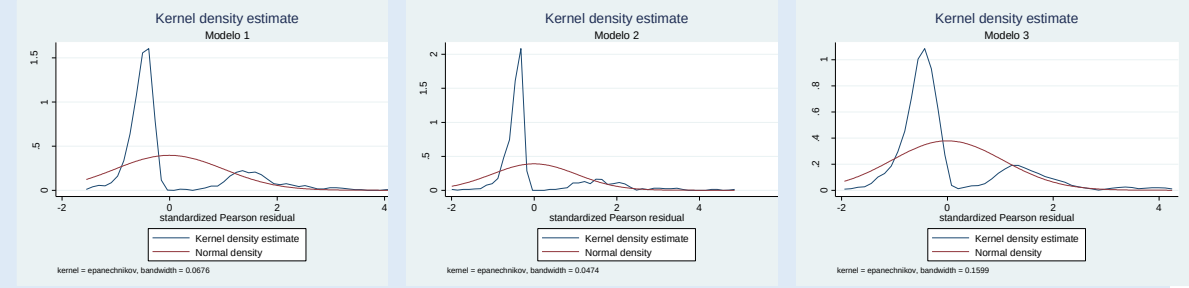
EVALUACIÓN DEL AJUSTE (valor p de la prueba)	**Modelo 1**	**Modelo 2**	**Modelo 3**
• Chi 2 Pearson	0,3829	0,1996	0,1686
• Hosmer-Lemeshow	0,3155	0,7959	0,2185

CUMPLIMIENTO DE SUPUESTOS

Linealidad de las variables incluidas como continuas



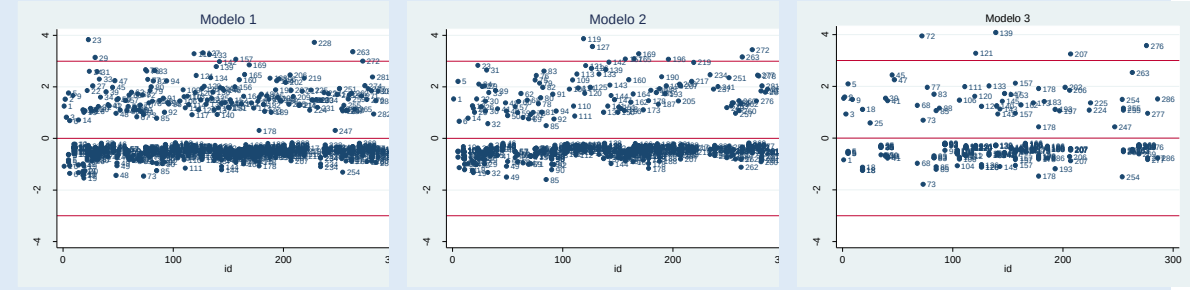
Normalidad de los Residuos estudentizados de Pearson



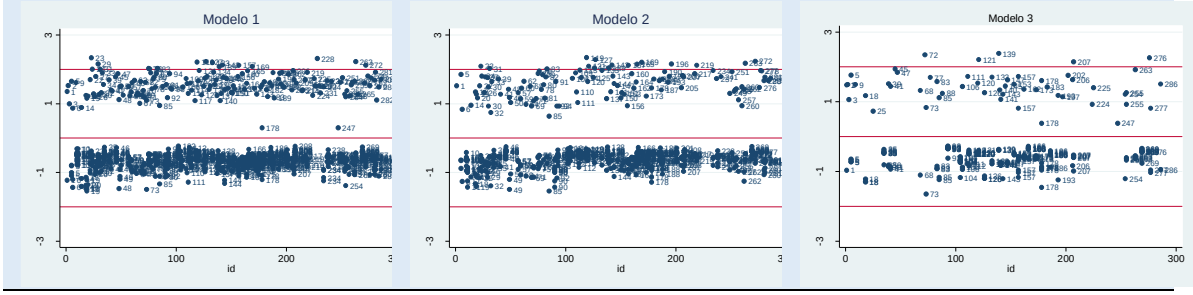
Prueba Shapiro-Francia p < 0,001

IDENTIFICACIÓN DE VALORES INFLUYENTES

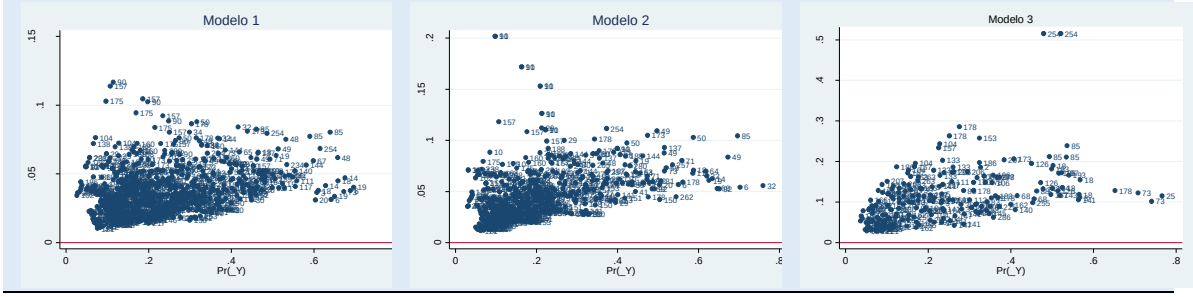
RESIDUALES PEARSON



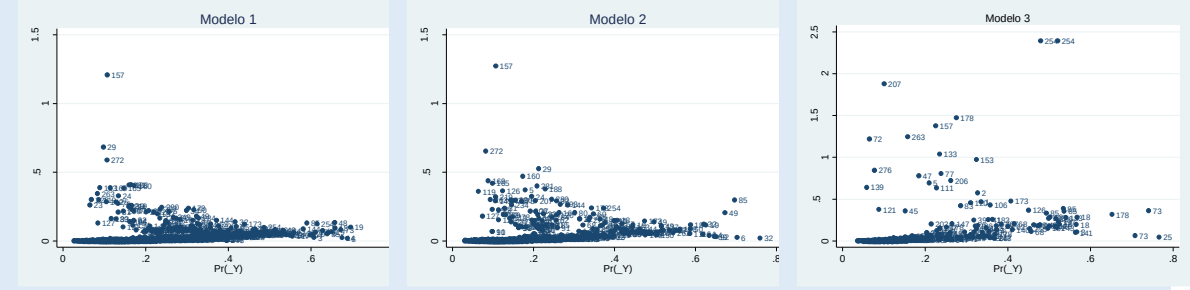
RESIDUALES DEVIANCE



RESIDUOS LEVERAGE



RESIDUALES DBETAS

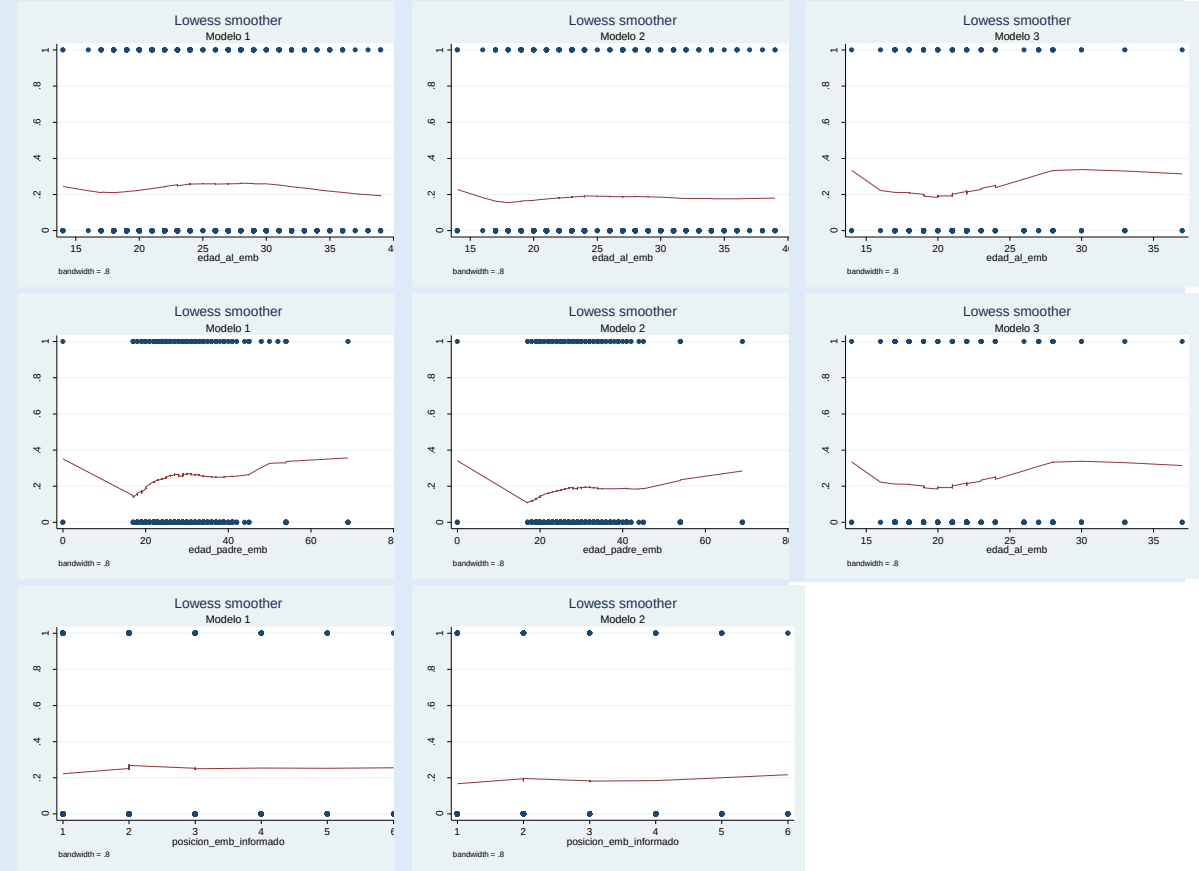


2. Identificación de diferencias según el tiempo

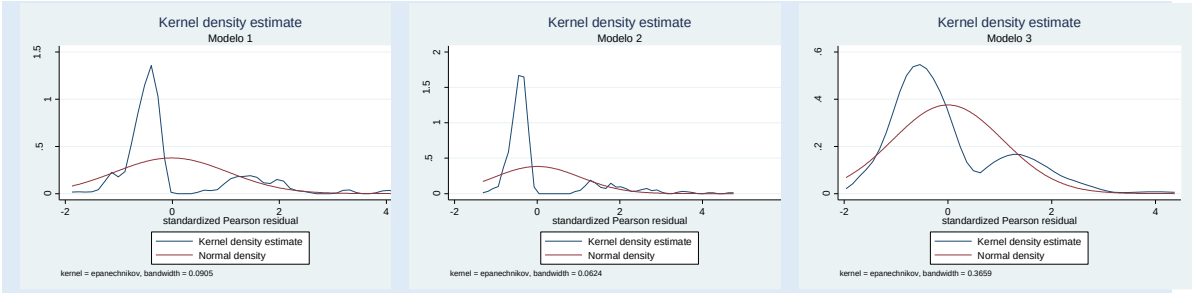
EVALUACIÓN DEL AJUSTE (valor p de la prueba)	**Modelo 1**	**Modelo 2**	**Modelo 3**
• Chi 2 Pearson	0,3711	0,1621	0,1300
• Hosmer-Lemeshow	0,3489	0,1555	0,7150

CUMPLIMIENTO DE SUPUESTOS

Linealidad de las variables incluidas como continuas



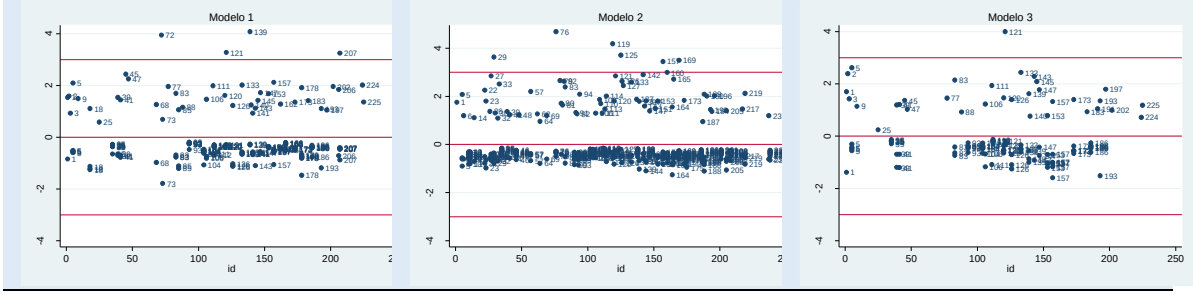
Normalidad de los Residuos estudentizados de Pearson



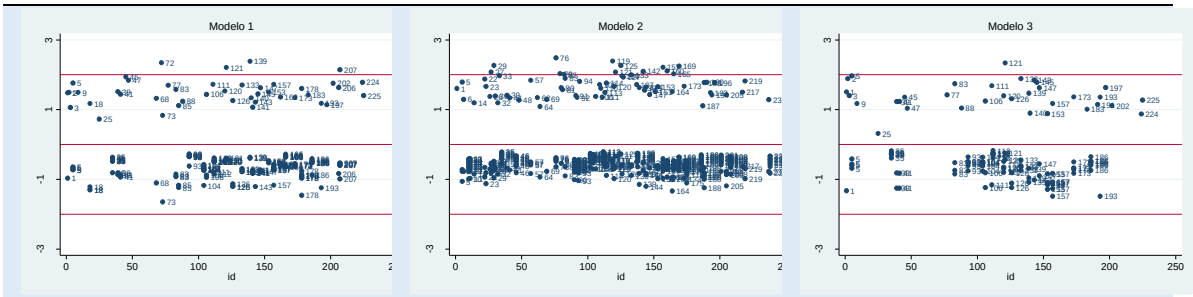
Prueba Shapiro-Francia p < 0,001

IDENTIFICACIÓN DE VALORES INFLUYENTES

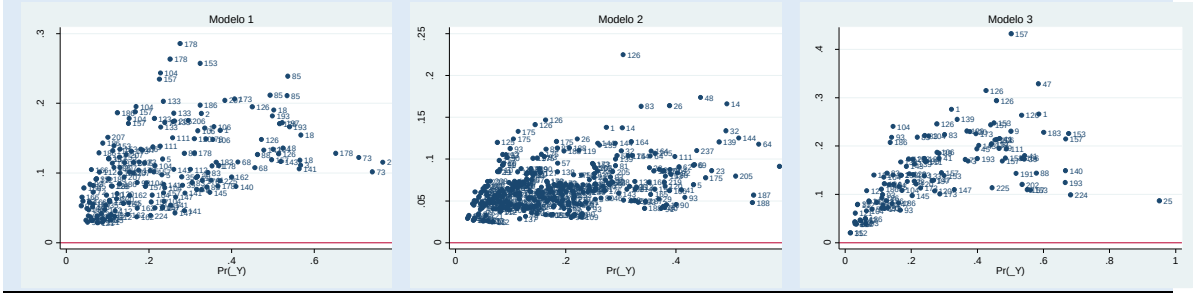
RESIDUALES PEARSON



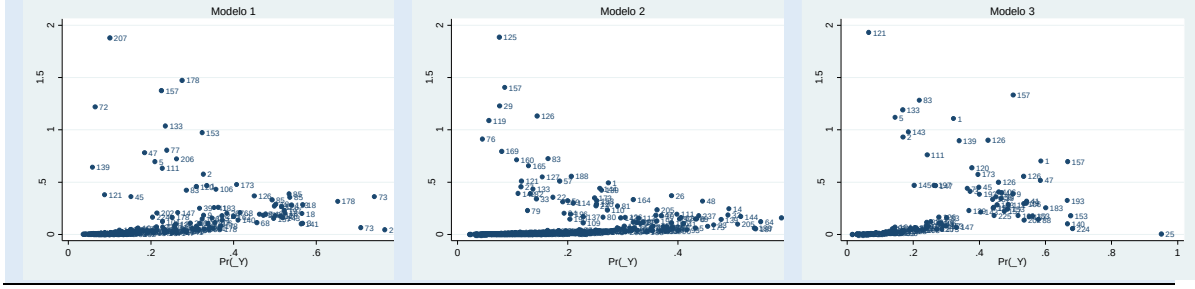
RESIDUALES DEVIANCE



RESIDUOS LEVERAGE



RESIDUALES DBETAS

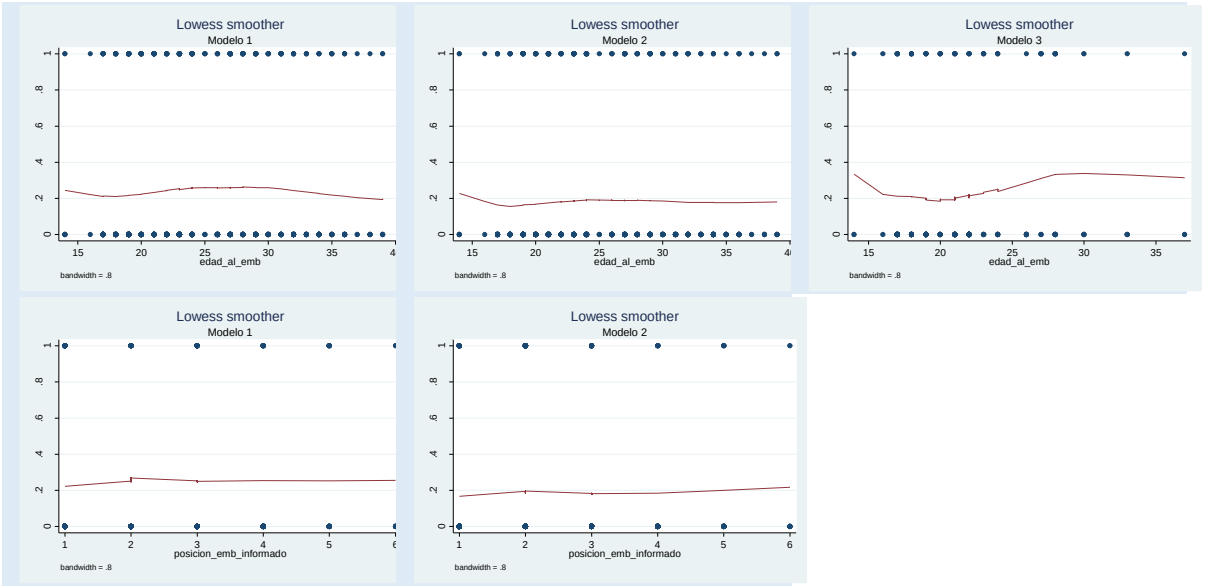


3. Exploración de un gradiente de efectos por la contaminación

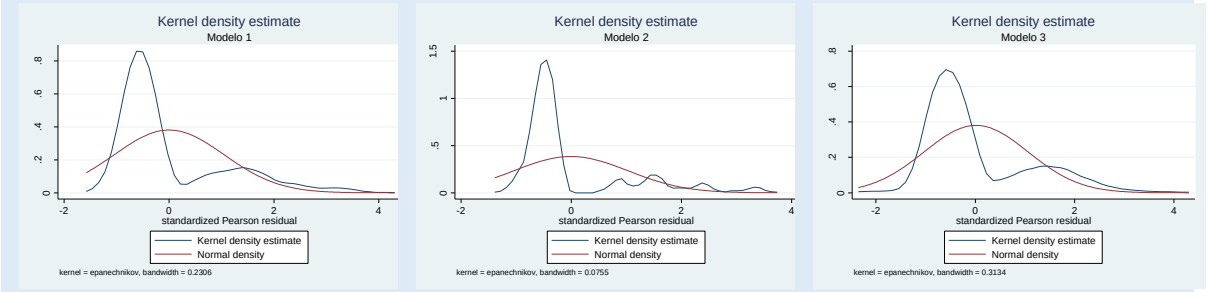
EVALUACIÓN DEL AJUSTE (valor p de la prueba)	**Modelo 1**	**Modelo 2**	**Modelo 3**
• Chi 2 Pearson	0,1839	0,0980	0,2695
• Hosmer-Lemeshow	0,6860	0,4580	0,5219

CUMPLIMIENTO DE SUPUESTOS

Linealidad de las variables incluidas como continuas



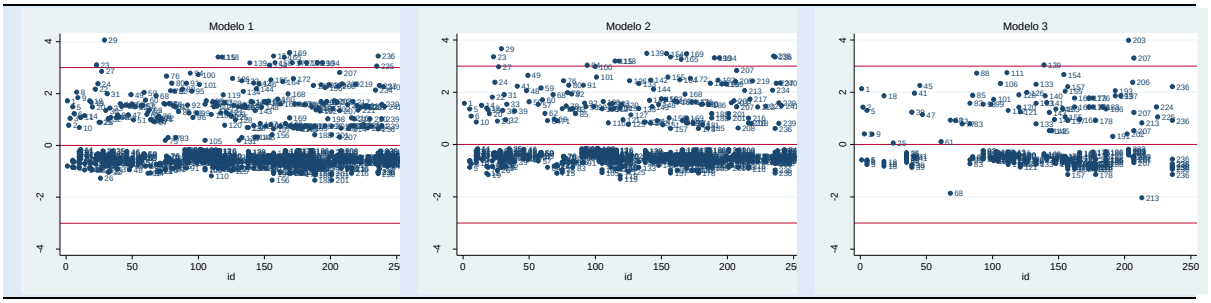
Normalidad de los Residuos estudentizados de Pearson



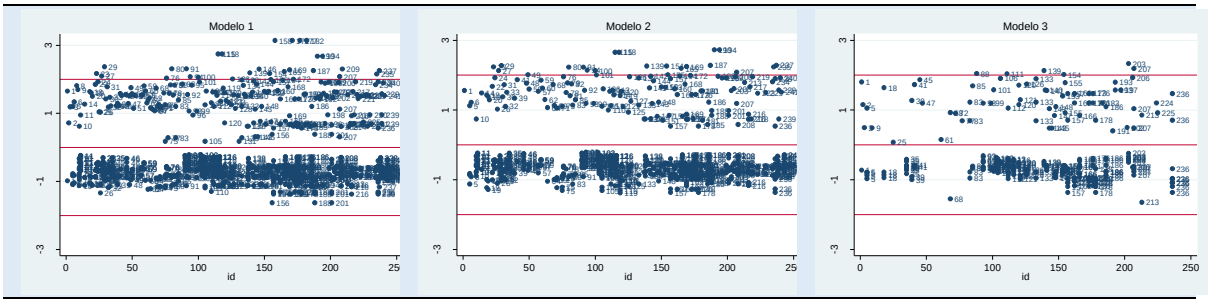
Prueba Shapiro-Francia p < 0,001

IDENTIFICACIÓN DE VALORES INFLUYENTES

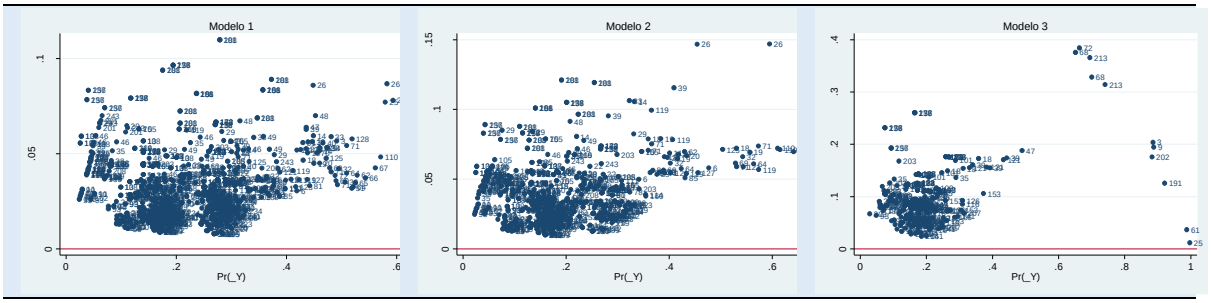
RESIDUALES PEARSON



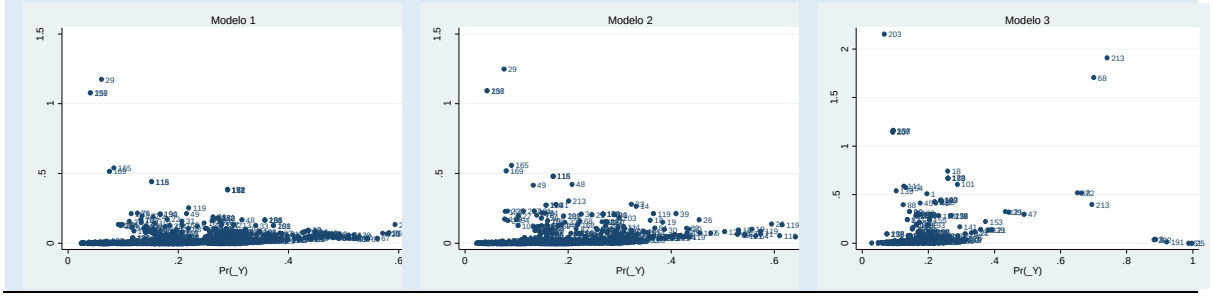
RESIDUALES DEVIANCE



RESIDUOS LEVERAGE



RESIDUALES DBETAS



Anexo J Encuestadores – aplicación del instrumento en el área

Anexo K Modelos que excluyen embarazos de una misma madre

Modelo Multivariado – Diferencias entre los grupos.

Variables	Modelo 1: Todas las encuestas incluidas en el análisis. (n=195)				Modelo 2: Excluyendo los TPE = 1 (n= 137)			Modelo 3: Solo embarazos con posición = 1. (n= 63)		
	fORc	fOR*	IC 95%	P	fOR*	IC 95%	P	fOR*	IC 95%	P
Grupo **										
Zona No Contaminada	0,72	0,22	(0,09 - 0,56)	0,001	0,07	(0,02 - 0,24)	0,000	0,25	(0,01 - 4,41)	0,346
Zona Contaminada Después	0,64	0,48	(0,23 - 0,99)	0,050	0,21	(0,09 - 0,52)	0,001	0,22	(0,03 - 1,48)	0,122

* Ajustado por edad de la madre al momento del embarazo, ocupación del padre, edad al primer embarazo, menstruación irregular [excepto modelo 3], uso del agua para cultivos y animales, familiar del padre con hipotiroidismo, posición del embarazo [excepto modelo 3] y exposición a solventes.
** Categorías de referencia: Grupos = Zona contaminada antes.

Modelo Multivariado – Diferencias según el tiempo en la zona afectada por la contaminación

Variables	Modelo 1: Todas las encuestas incluidas en el análisis. (n=81)				Modelo 2: Excluyendo los TPE = 1 (n= 57)			Modelo 3: Solo embarazos la posición = 1. (n= 25)		
	fORc	fOR*	IC 95%	P	fOR*	IC 95%	P	fOR*	IC 95%	P
Tiempo Después de la contaminación	0,68	0,83	(0,29-2,40)	0,74	0,44	(0,09 - 2,18)	0,31	$1,7^{e-27}$	(0 – 0)	0,98

* Ajustado por edad de la madre al momento del embarazo, posición del embarazo, ocupación de la madre, ocupación del padre, fuente dl agua embotellada, uso del agua para cultivos y animales, consumo de carne de pollo, exposición ocupacional del padre y edad del padre
** Referencias: Tiempo = Antes,

Modelo Multivariado – Análisis del gradiente zona Contaminada

Variables	Modelo 1: Todas las encuestas (n= 81)				Modelo 2: Excluyendo los TPE = 1. (n= 57)			Modelo 3: Solo embarazos en la posición = 1. (n= 25)		
	fORc	fOR*	IC 95%	P	fOR*	IC 95%	P	fOR*	IC 95%	P
Municipio **										
L Hermosillo / Ures	0,95	0,69	(0,29-1,62)	0,39	2,39	(0,45-1,24)	0,300	0,83	(0,12-565)	0,85
Baviácora / Aconchi	0,80	0,37	(0,15-0,91)	0,03	1,16	(0,21-6,16)	0,860	0,76	(0,07-7,52)	0,81
San Felipe /Huépac /Banámichi	1,46	0,87	(0,31-2,45)	0,79	2,21	(0,36-1,36)	0,390			

* Ajustado por posición del embarazo [excepto modelo 3], consumo de pollo, uso del agua cultivos y animales, método de planificación familiar – natural y edad de la madre al momento del embarazo
* Referencia. Municipio = Arizpe.