

Influencia del material particulado sedimentable vinculado a la actividad de la industria arrocera sobre las condiciones de calidad de vida de la población. Caso de estudio ciudad de Villa Elisa, Entre Ríos

Influência do material particulado sedimentáveis associado à indústria arrozeira nas condições de qualidade de vida da população. Um estudo de caso da cidade de Villa Elisa, Entre Ríos

Influence of sedimentable particulate matter linked to the rice industry on the population's quality of life conditions. A case study of the city of Villa Elisa, Entre Ríos

Tania Micaela Rougier¹, Emiliana Elisabet Orcellet¹

¹ Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de Entre Ríos, Argentina.

Cita: Rougier TM, Orcellet EE. Influencia del material particulado sedimentable vinculado a la actividad de la industria arrocera sobre las condiciones de calidad de vida de la población. Caso de estudio ciudad de Villa Elisa, Entre Ríos. Salud ambient. 2026; 26(1):27-40.

Recibido: 14 de abril de 2025. **Aceptado:** 22 de febrero de 2026. **Publicado:** 15 de junio de 2026.

Autor para correspondencia: Tania Micaela Rougier.
Correo e: taniarougier09@gmail.com

Financiación: Sin financiación externa.

Declaración de conflicto de intereses: Los autores declaran que no existe ningún conflicto de interés relacionado con la preparación, revisión o publicación del presente artículo.

Declaraciones de autoría: Todos los autores contribuyeron al diseño del estudio y la redacción del artículo. Asimismo, todos los autores aprobaron la versión final.

Resumen

Este estudio evalúa la concentración de material particulado sedimentable emitido por una industria arrocera en Villa Elisa, Entre Ríos, y su impacto en la calidad de vida local. Utilizando modelos de dispersión se determinó un radio de influencia del contaminante de 500 metros, el cual se establece como área de estudio. Los resultados del monitoreo ambiental y las encuestas de percepción social, muestran que la concentración de partículas aumenta durante la etapa de secado del grano, superando los límites legales, especialmente en zonas con dirección predominante del viento. Esto afecta la salud respiratoria y los hábitos cotidianos de los vecinos. Se concluye que la actividad industrial genera contaminación atmosférica que requiere medidas de control.

Palabras clave: material particulado sedimentable; industria arrocera; condiciones de calidad de vida.

Resumo

Este estudo avalia a concentração de material particulado sedimentáveis emitido por uma indústria de arroz em Villa Elisa, Entre Ríos, e seu impacto na qualidade de vida local. Utilizando modelos de dispersão, foi determinado um raio de influência do contaminante de 500 metros, que é estabelecido como área de estudo. Os resultados dos levantamentos de monitoramento ambiental e percepção social mostram que as concentrações de partículas aumentam durante a fase de secagem dos grãos, ultrapassando os limites legais, principalmente em áreas com direção predominante do vento. Isso afeta a saúde respiratória e os hábitos diários dos moradores. Conclui-se que a atividade industrial gera poluição atmosférica que requer medidas de controle.

Palavras-chave: material particulado sedimentáveis; indústria de arroz; condições de qualidade de vida.

Summary

This study evaluates the concentration of sedimentable particulate matter emitted by a rice industry in Villa Elisa, Entre Ríos, and its impact on local quality of life. Using dispersion models, a 500-meter radius of influence was determined, which is now the study area. The results of environmental monitoring and social perception surveys show that particle concentrations increase during the grain drying stage, exceeding legal limits, especially in areas with prevailing wind direction. This affects the respiratory health and daily habits of residents. It is concluded that industrial activity generates air pollution that requires control measures.

Keywords: sedimentable particulate matter; rice industry; quality of life conditions.

INTRODUCCIÓN

La calidad del aire es actualmente un problema de contaminación ambiental, esto lleva a que la temática sea estudiada a nivel mundial. En este sentido, en el año 2013, la Organización Mundial de la Salud, en una evaluación del Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer, determinó que la contaminación del aire exterior es carcinógena para el ser humano, y que la materia particulada presente en el aire contaminado está estrechamente relacionada con la creciente incidencia del cáncer, en especial el cáncer de pulmón¹.

Dentro de las fuentes de emisión de material particulado (PM) y otros contaminantes atmosféricos en una ciudad, es posible mencionar el transporte, las industrias, la construcción, la agricultura, la gestión de residuos sólidos, entre otros. El manejo y la prevención de la contaminación atmosférica depende de la toma de medidas por parte de los municipios, actuando y generando políticas públicas que aseguren la integridad y la salud de sus habitantes².

Uno de los tipos de contaminantes atmosféricos generados por las industrias es el polvo, que se presenta como contaminante de fase sólida y los efectos que produce están directamente relacionados al diámetro aerodinámico de cada partícula en micrómetros².

En particular, la industria arrocera, está compuesta por una serie de procesos que generan impactos ambientales negativos, principalmente aquellos que producen polvo en el ambiente, lo que se convierte en un problema ya que muchas veces puede ser dispersado hacia zonas no deseadas, generando como consecuencia malas condiciones en la calidad de vida en la población e incluso afectaciones en la salud².

La materia prima, una vez ingresada al molino, pasa por las etapas de limpieza, clasificación, descascarado y pulido, sumando las instancias de transporte. Todas estas son fuentes de emisión de PM dentro del proceso productivo de la industria arrocera².

En Argentina la producción arrocera se concentra en el Litoral, siendo Corrientes en donde se encuentra el mayor punto de producción (50 %), Entre Ríos en segundo lugar representando un 32 % y Santa Fe produce el 13 %, el porcentaje restante es distribuido entre Chaco, Formosa y Misiones. Entre Ríos particularmente concentra la mayor parte del sector industrial vinculado al procesamiento del arroz, representando un 60 %³.

Dentro del ejido urbano, específicamente en el área residencial de la ciudad de Villa Elisa, Entre Ríos, se encuentra ubicada una industria arrocera llamada Cooperativa Arroceros. Esta, según el "Plan estratégico territorial Villa Elisa provincia de Entre Ríos" (2018) creado por los arquitectos Jiménez y Andino, y la ingeniera Rezzet, se categoriza como actividad primaria a reubicar⁴.

El presente estudio busca analizar la influencia del material particulado sedimentable (MPS) generado por dicha actividad en el entorno y en las condiciones de calidad de vida de los habitantes de la ciudad de Villa Elisa.

MATERIAL Y MÉTODOS

La metodología empleada es de tipo cuantitativa con un diseño exploratorio descriptivo⁵. Para llevar a cabo el estudio, el proceso metodológico se dividió en cuatro fases principales a saber:

En la primera fase se delimitó el área de estudio, a partir de la modelación de la dispersión atmosférica del PM generado por la actividad de la industria arrocera mediante el software Screen View.

Como segunda fase se llevó a cabo el muestreo del MPS, siguiendo la Norma ASTM D 1739-98 "Método de ensayo estándar para Recogida y medición de la caída de polvo (partículas sedimentables)". Los muestreadores se ubicaron dentro del área de estudio previamente delimitada (imagen 1), considerando la dirección predominante de los vientos en la región. Para ello, se empleó como herramienta una rosa de los vientos para cada periodo de relevamiento, elaborada en el software

WRPLOT View a partir de datos proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional. Esta etapa fue repetida en dos ocasiones, en primer lugar en el mes de octubre, donde la industria no se encuentra secando grano, y luego en el mes de Marzo, como periodo representativo de trabajo intensivo de la industria.

En la tercera fase se efectuó una encuesta previamente planificada a una muestra representativa de la población total abarcada dentro del área de estudio, donde se buscó conocer la percepción social sobre la situación de estudio y las condiciones de calidad de vida.

Como última fase se analizaron estadísticamente los datos recabados a lo largo del estudio con el fin de poder elaborar conclusiones.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Con los datos solicitados por el software Screen View se obtuvo que la mayor concentración del contaminante se encuentra entre los 400 y 500 metros desde la industria, a partir de esta distancia la concentración disminuye notablemente, por lo que se toma como área de estudio un radio de 500 metros desde el centro de la industria (imagen 1).

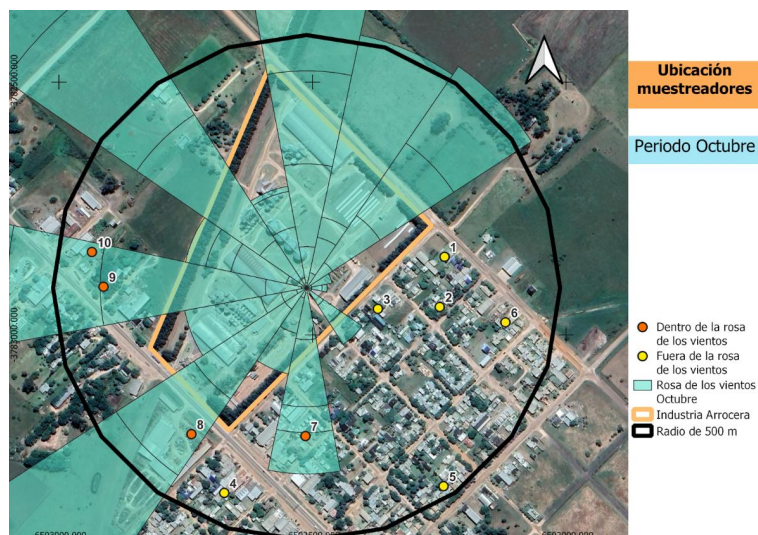
1. MUESTREO DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE: PERIODO OCTUBRE

Durante los 30 días correspondientes al mes de octubre de 2022, fueron colocados diez muestreadores respecto a la rosa de los vientos resultante (imagen 2).

Imagen 1. Ubicación de los muestreadores dentro del radio de 500 metros (área de estudio)



Imagen 2. Ubicación de los muestreadores dentro del área de estudio, en referencia a la rosa de los vientos del periodo de octubre



Como se puede observar en la figura 1, cinco de ellos sobrepasan los límites establecidos en la Ley Nacional N° 20 284 de Contaminación Atmosférica (1973), de de MPS. En la imagen 3 se detalla su ubicación, donde se puede observar que dos de ellos (N° 7 y N° 9) se encuentran dentro de la rosa de los vientos, y los tres restantes fuera de la misma (N° 6, N° 4, N° 2).

Los muestreadores N° 4 y N° 9 se encuentran sobre calle pavimentada, ruta N° 130 con su respectiva colectora. Ambos en vivienda familiar, el primero cercano a una maderera, factor a tener en cuenta ya que esta actividad genera importante emisión de partículas al ambiente

las cuales probablemente hayan sido colectadas por el muestreador y el segundo sin actividades particulares.

En los que respecta a los muestreadores N° 2, N° 6 y N° 7, se ubican sobre calle consolidada, no pavimentada, en los dos primeros no se identifican actividades relevantes que puedan interferir en el resultado total de MPS. Por otro lado, el muestreador N° 7 se ubica en una metalúrgica.

Con los resultados obtenidos de este periodo podemos determinar que la calidad del aire en el área de estudio es un aspecto importante a tener en cuenta ya que de diez muestreadores, cinco superan los límites establecidos en la legislación vigente, lo que representa un 50 %.

Figura 1. Muestreadores del periodo de octubre que han sobrepasado los límites establecidos en la Ley Nacional N° 20 284 de Contaminación Atmosférica (1973), de 1 mg/cm²

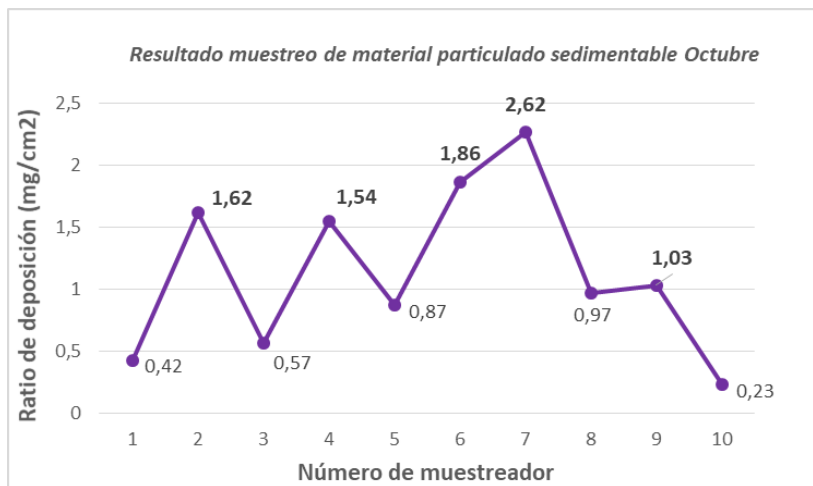
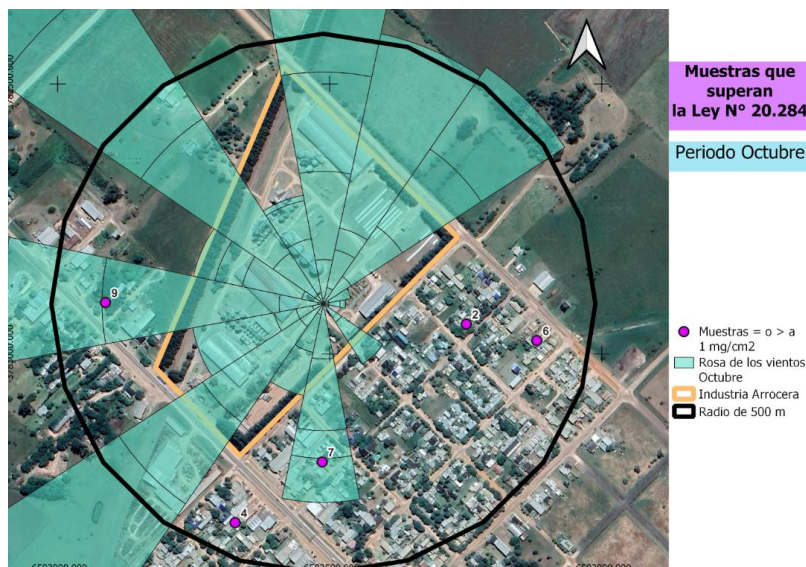


Imagen 3. Muestreadores que por la concentración obtenida en el periodo de octubre sobrepasan la Ley Nacional N° 20 284 de Contaminación Atmosférica (1973), de 1 mg/cm²



**2. MUESTREO DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE:
PERIODO MARZO**

En el mes de marzo, en el cual la industria se encuentra secando el grano de arroz, se repitió el muestreo de MPS, donde fueron colocados los diez muestreadores respetando la misma ubicación que en el periodo de octubre (imagen 4).

Al comparar los resultados obtenidos con la normativa vigente, se observó que, según lo establecido por la Ley nacional N° 20 284, nueve muestreadores superaron el límite máximo permitido de (ver figura 2). La ubicación de estos puntos se detalla en la imagen 5. Cabe destacar que los muestreadores que ya habían excedido la normativa en el mes de octubre mantuvieron esta condición durante el período analizado, por lo que su localización y características del entorno ya fueron descritas previamente.

Imagen 4. Ubicación de los muestreadores dentro del área de estudio, en referencia a la rosa de los vientos del periodo de marzo

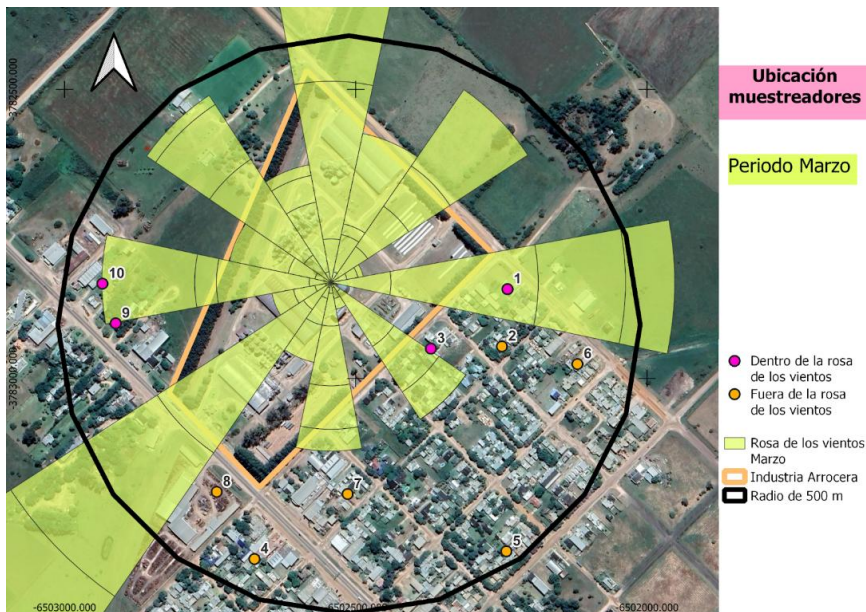


Figura 2. Muestreadores del periodo de marzo que han sobrepasado los límites establecidos en la Ley Nacional N°20 284 de Contaminación Atmosférica (1973), de 1 mg/cm²

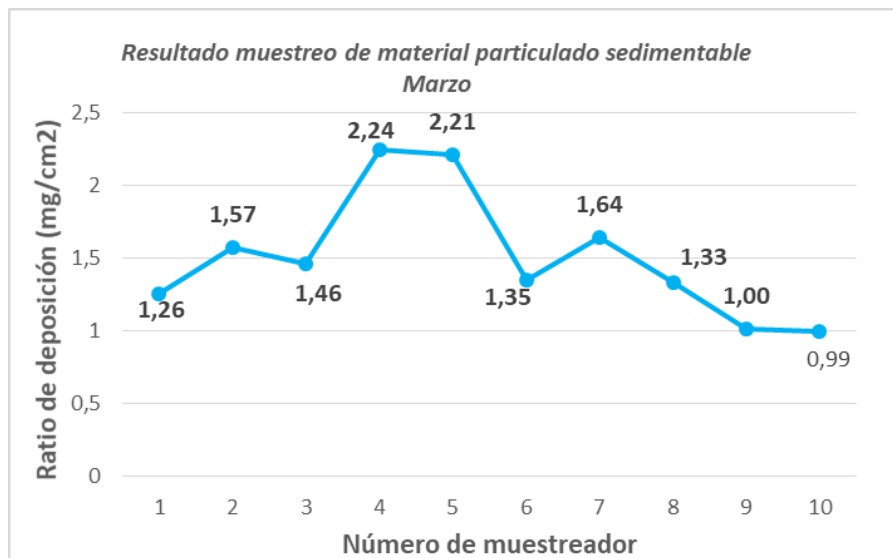
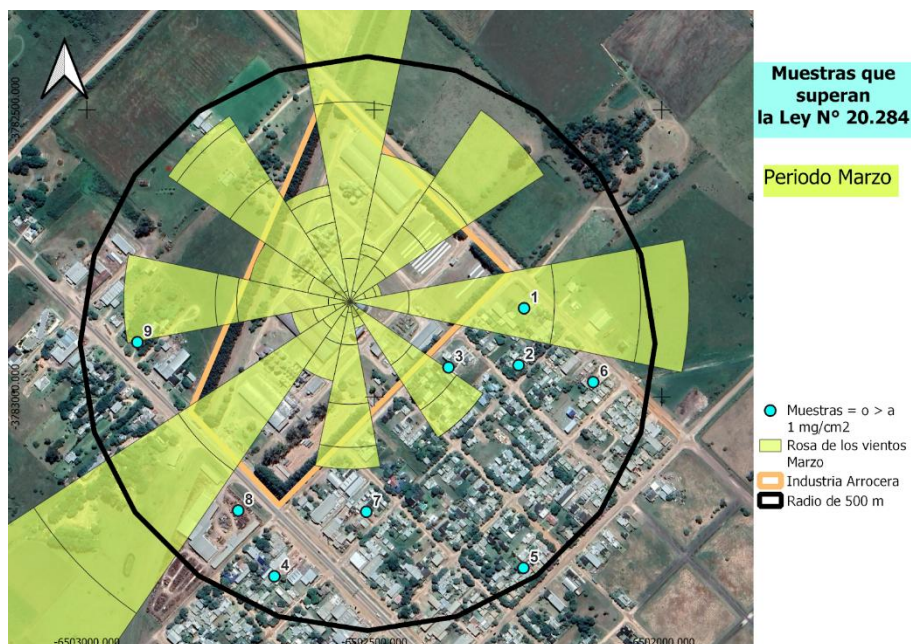


Imagen 5. Muestreadores que por la concentración obtenida en el periodo de marzo sobrepasan la Ley Nacional N°20 284 de Contaminación Atmosférica (1973), de 1 mg/cm²



En lo que respecta a los muestreadores N° 1, N° 3 y N° 5 se ubican sobre calle consolidada, no pavimentada. En casa de familia sin actividades relevantes que puedan interferir en el resultado total de MPS. Por otro lado, el N° 8 se ubicó en calle pavimentada correspondiente a la ruta N° 130 con su respectiva colectora, en un desarmadero.

Con base en los datos obtenidos, puede interpretarse que la industria arrocera constituye una importante fuente de emisión de MPS en el área de estudio. Tal como se observa en el gráfico N°3, en seis de diez muestreadores aumentó la concentración en el segundo periodo, coincidiendo con la etapa de secado del grano. Asimismo, en comparación con el primer periodo, se registraron cuatro muestreadores adicionales que superaron los límites permisibles establecidos por la normativa.

Es de importancia para este estudio, analizar estadísticamente los datos obtenidos en la etapa de muestreo de MPS, a modo de obtener resultados

contundentes, para esto, se llevaron a cabo dos pruebas estadísticas mediante el software IBM SPSS Static Visor, las cuales son descritas a continuación.

En primer lugar, se realizó la prueba estadística t para muestras relacionadas (tabla 1A), con el fin de comparar valores de MPS total en los dos periodos de muestreo. Los resultados indicaron que la diferencia de medias no fue estadísticamente significativa ($p= 0,107$). Si bien se puede observar un aumento en la concentración de algunas muestras en el segundo periodo, la variabilidad entre mediciones impidió detectar una diferencia significativa según este análisis.

Dicha prueba también se aplicó para corroborar si hay una diferencia significativa entre los valores de aquellos muestreadores que se encuentran dentro y fuera de la rosa de los vientos para ambos periodos de muestreo (tabla 1B), donde se obtuvo que en el mes de octubre no es significativa ($p = 0,912$), es decir, la ubicación del muestreador no influyó en la concentración de MPS total

Tabla 1A

Variable	Media	N	Desviación típica	Error típico
MPS total octubre	209,21	10	121,73	38,5
MPS total marzo	276,67	10	79,74	25,22

Diferencia (OCT - MAR)	Media	Desviación típica	Error típico	t	gl	p (bilateral)
	-67,46	119,12	37,67	-1,79	9	0,107

Tabla 1B - Octubre

Variable	Media	N	Desviación típica	Error típico
Dentro de la rosa de los vientos	206,25	4	154,64	77,32
Fuera de la rosa de los vientos	191,1	4	115,69	57,84

Diferencia (Dentro-Fuera)	Media	Desviación típica	Error típico	t	gl	p (bilateral)
	15,15	253,32	126,66	0,12	3	0,912

Tabla 1C - Marzo

Variable	Media	N	Desviación típica	Error típico
Dentro de la rosa de los vientos	216,65	4	40,58	20,29
Fuera de la rosa de los vientos	338,75	4	83,31	41,67

Diferencia (Dentro-Fuera)	Media	Desviación típica	Error típico	t	gl	p (bilateral)
	-122,20	76,79	38,4	-3,18	3	0,05

obtenida, lo que infiere que el viento no condiciona la dispersión del contaminante en este periodo.

En cambio, en el periodo de marzo (tabla 1C), se obtuvo un valor significativo ($p = 0,050$), evidenciando una diferencia entre los muestreadores ubicados dentro y fuera de la rosa de los vientos. Esto permite afirmar que en este periodo la ubicación de los muestreadores influyó en los niveles de MPS total, asociándose a la dirección predominante del viento.

Además, se aplicó la prueba estadística de correlación de Pearson (tabla 2A), con el fin de analizar si existe relación entre las concentraciones de MPS obtenidas en ambos periodos de muestreo, donde se halló una correlación positiva baja ($r = 0,360$), pero de baja significancia ($p = 0,307$) lo que no nos permite afirmar que la concentración de MPS que se obtiene depende del mes en el que se realiza, tampoco que están relacionados.

En lo que respecta a la ubicación de los muestreadores, comparando aquellos que se encuentran dentro de la rosa de los vientos y fuera, en el periodo de octubre (tabla 2B), se obtuvo una correlación negativa muy fuerte ($r = -0,751$), lo que confirma que no influye directamente la dirección de los vientos en la dispersión del contaminante. Coincidiendo con un estudio sobre la influencia de las condiciones meteorológicas en la concentración de PM_{10} y PST^7 , donde se concluyó que no existe una relación significativa entre las condiciones meteorológicas, como el viento, y la concentración de MPS.

Y por último, entre la ubicación de los muestreadores del periodo de marzo (tabla 2C), y la dirección del viento, se encontró una correlación positiva baja ($r = 0,398$), lo que podría inferir que el viento es una causante de que la mayoría de los muestreadores que se encuentran dentro de la rosa de los vientos hayan resultado con un alto contenido de MPS total, sobrepasando la legislación.

Tabla 2A

CORRELACIONES			
		MPS total octubre	MPS total marzo
MPS total octubre	Correlación de Pearson	1	,360
	Sig. (bilateral)		,307
	N	10	10
MPS total marzo	Correlación de Pearson	,360	1
	Sig. (bilateral)	,307	
	N	10	10

Tabla 2B

CORRELACIONES			
		MPS total octubre CI	MPS total octubre SI
MPS total octubre CI	Correlación de Pearson	1	-,751
	Sig. (bilateral)		,249
	N	4	4
MPS total octubre SI	Correlación de Pearson	-,751	1
	Sig. (bilateral)	,249	
	N	4	6

CI: Con Influencia de los vientos

SI: Sin Influencia de los vientos

Tabla 2C

CORRELACIONES			
		MPS total marzo SI	MPS total marzo CI
MPS total marzo SI	Correlación de Pearson	1	,398
	Sig. (bilateral)		,602
	N	6	4
MPS total marzo CI	Correlación de Pearson	,398	1
	Sig. (bilateral)	,602	
	N	4	4

3. RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS ENCUESTAS

Parte de los objetivos de este estudio es conocer las condiciones de calidad de vida de aquellas personas que residen dentro del área de estudio, analizando si las mismas se ven afectadas por la presencia de MPS, para lograr esto se planteó la implementación de una encuesta, buscando conocer la percepción de los mismos. Los resultados obtenidos se encuentran detallados en la tabla 3, los cuales fueron en un principio estudiados mediante análisis estadísticos descriptivos, y seguidamente por estadísticos inferenciales, Test de diferencia de proporciones (tabla 4) y correlación de Tau-b de Kendall (tabla 5).

Para llevar a cabo el Test de diferencia de proporciones, se han determinado dos grupos de comparación, dividiendo las encuestas por su ubicación, como se puede observar en la imagen 6, entre aquellas que se encuentran dentro de la rosa de los vientos (n=20) y aquellas que se encuentran fuera de la misma (n=91).

Como resultados más determinantes, se ha obtenido que la mayoría de los encuestados (92 %) distinguen presencia de polvo en el ambiente, específicamente en la zona donde se ubica su vivienda. Además, el polvo fue

identificado en ambos grupos de comparación como una de las principales causas de la mala calidad del aire (tabla 4A).

La calidad del aire de la zona ha sido calificada por los encuestados como buena y regular en su mayoría. A su vez, se consultó cuál consideran que es la principal fuente de contaminación del aire, donde se observó una diferencia en la proporción de respuestas de ambos grupos de comparación (tabla 4B), aquellos que se encuentran dentro de la rosa de los vientos han seleccionado que la principal fuente de contaminación es la fumigación de campos, mientras que los que se encuentran fuera de la rosa de los vientos identifican a las industrias como la principal fuente.

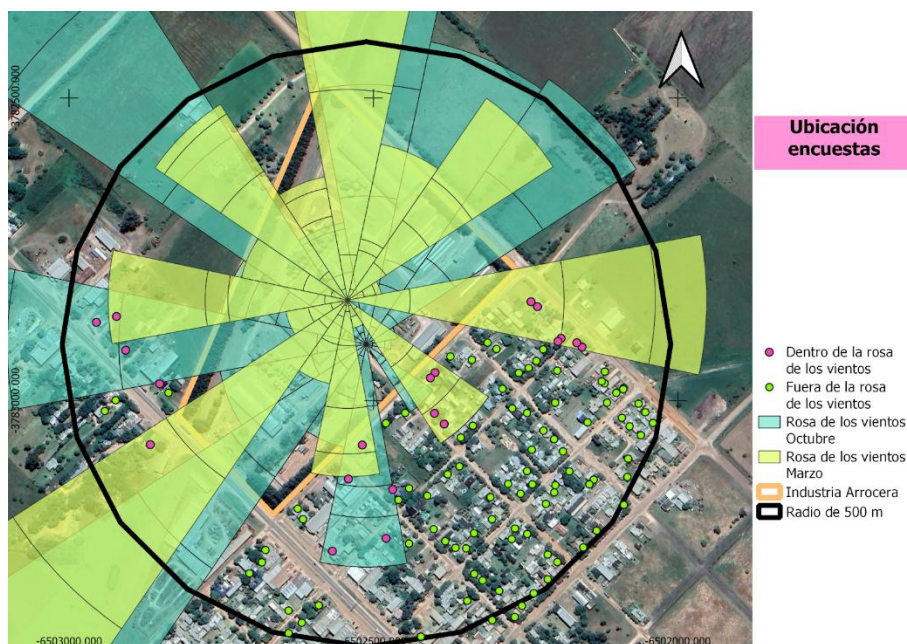
Esta última percepción coincide con lo reportado en el estudio realizado en la ciudad de Esperanza⁸, donde también se observó que la industria fue señalada como la mayor fuente de contaminación del aire. Aun así, en mayoría de respuestas ambos grupos han seleccionado a todas las fuentes.

En concordancia con la metodología planteada en el estudio, fue necesario conocer en qué estación del año los encuestados perciben mayor presencia de polvo, siendo verano la respuesta con la que más han coincidido

Tabla 3. Resultados obtenidos en las encuestas

N°	Pregunta	Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
1	Presencia de polvo en la vivienda	Si	101	91,9
1	Presencia de polvo en la vivienda	No	9	9,1
2	Calificación de la calidad del aire	Muy buena	11	9,9
2	Calificación de la calidad del aire	Buena	46	41,4
2	Calificación de la calidad del aire	Regular	42	37,8
2	Calificación de la calidad del aire	Mala	12	10,8
3	La presencia de polvo depende de la estación	Si	82	73,9
3	La presencia de polvo depende de la estación	No	20	18
4	En cuál estación observa más presencia de polvo	Invierno	2	2,4
4	En cuál estación observa más presencia de polvo	Otoño	10	12,2
4	En cuál estación observa más presencia de polvo	Primavera	2	2,4
4	En cuál estación observa más presencia de polvo	Verano	68	82,9
5	Problemas de salud asociados al sistema respiratorio	Si	40	36
5	Problemas de salud asociados al sistema respiratorio	No	71	64
6	Enfermedad respiratoria	Alergias	21	55,3
6	Enfermedad respiratoria	Asma	13	34,2
6	Enfermedad respiratoria	Broncoespasmo	2	5,3
6	Enfermedad respiratoria	Insuficiencia respiratoria aguda	1	2,6
6	Enfermedad respiratoria	Rinitis	1	2,6
7	Cuándo cree que la calidad del aire es mala	Cuando hay humo	4	3,6
7	Cuándo cree que la calidad del aire es mala	Cuando hay mal olor	15	13,5
7	Cuándo cree que la calidad del aire es mala	Cuando hay polvo	35	31,5
7	Cuándo cree que la calidad del aire es mala	Cuando se me dificulta respirar	3	2,7
7	Cuándo cree que la calidad del aire es mala	No sé	1	0,9
7	Cuándo cree que la calidad del aire es mala	Todas las anteriores	53	47,7
8	Considera que el polvo afecta su salud	Si	100	90,1
8	Considera que el polvo afecta su salud	No	4	3,6
8	Considera que el polvo afecta su salud	No sé	7	6,3
9	En qué cree que le afecta el polvo	Creo que no me afecta	10	9,8
9	En qué cree que le afecta el polvo	En la salud	15	14,7
9	En qué cree que le afecta el polvo	En la vida cotidiana	14	13,7
9	En qué cree que le afecta el polvo	Ambos	63	61,8
10	Principal fuente de contaminación del aire	Fumigaciones de campos	20	18
10	Principal fuente de contaminación del aire	Industrias/fabricas	19	17,1
10	Principal fuente de contaminación del aire	Quema de residuos	11	9,9
10	Principal fuente de contaminación del aire	Todos	52	46,8
10	Principal fuente de contaminación del aire	Tránsito vehicular	9	8,1
11	Ha tenido que modificar hábitos por la presencia de polvo	Si	58	56,9
11	Ha tenido que modificar hábitos por la presencia de polvo	No	44	43,1
12	Hábito que ha tenido que modificar	Colgar ropa	5	8,6
12	Hábito que ha tenido que modificar	Limpiar más seguido	3	5,2
12	Hábito que ha tenido que modificar	No salir de la casa	1	1,7
12	Hábito que ha tenido que modificar	Sentarse afuera	2	3,4
12	Hábito que ha tenido que modificar	Toda la rutina	35	60,3
12	Hábito que ha tenido que modificar	Ventilar	9	15,5
12	Hábito que ha tenido que modificar	Ventilar y colgar ropa	2	3,4
12	Hábito que ha tenido que modificar	Ventilar y limpiar más seguido	1	1,7

Imagen 6. Distribución de las encuestas dentro del área de estudio y respecto a las rosas de los vientos correspondientes a ambos periodos de estudio



ambos grupos de comparación (tabla 4C), al respecto, algunos añadieron que han notado que se debe a que es una época en la que la industria trabaja con mayor intensidad, principalmente en el secado del grano. Otro factor mencionado fue que dicha estación suele ser más seca, lo que favorece que se genere más polvo con la circulación de vehículos, ya que la mayoría de las calles no son pavimentadas.

Basándonos en estudios que evidencian la asociación entre la exposición a material particulado y la aparición de afecciones respiratorias⁹, así como en investigaciones que demuestran una correlación positiva entre el aumento de las concentraciones de PM y los ingresos hospitalarios por enfermedades respiratorias agudas en población infantil. Es que se incorporaron preguntas específicas para evaluar estos aspectos en la población de estudio. De acuerdo con las respuestas obtenidas, los participantes asocian que la presencia de polvo en el ambiente impacta negativamente tanto en su salud como en su vida cotidiana.

Además, se obtuvo que el 36 % de las personas que habitan el área de estudio padecen problemas de salud asociados al sistema respiratorio, siendo alergias y asma las enfermedades más frecuentes entre ellos.

Al aplicar el Test de diferencia de proporciones se identificó que no hay diferencia significativa entre las respuestas de ambos grupos de comparación en dichas variables (tabla 4D).

Haciendo hincapié en la vida cotidiana, el 57 % manifestó tener que modificar hábitos o conductas de la misma cuando aumenta la presencia de polvo. Evitar ventilar es la respuesta en la que más han coincidido ambos grupos, ya que las personas buscan impedir el ingreso de polvo dentro de la vivienda (tabla 4E).

Por último, mediante el análisis no paramétrico de correlación Tau-b de Kendall (tabla 5), se pudo determinar correlaciones significativas bilaterales.

En lo que respecta a aquellas correlaciones significativas al nivel 0,01 bilateral, se obtuvo que entre la frecuencia de presencia de polvo (poco frecuente, frecuente, muy frecuente) y la calificación de calidad de aire (mala, regular, buena, muy buena) existe una correlación negativa de intensidad baja, lo que significa la calidad del aire tiende a ser muy buena cuando la presencia de polvillo en el ambiente es poco frecuente. También entre las variables en que cree que le afecta el polvo (creo que no me afecta, en la salud, en la vida cotidiana, ambos) y la variable considera que afecta en la salud, se observa una correlación negativa de intensidad baja, ya que en la primera variable las respuestas se concentraron en que el polvo afecta tanto en la salud como en la vida cotidiana y no solo en la salud.

Por otro lado, se obtuvieron correlaciones significativas al nivel 0,05 bilateral, entre ellas, resultó con correlación positiva de intensidad baja el cruce entre casos de problemas de salud asociadas al sistema

Tabla 4A. Tabla de contingencia ubicacion vivienda * cuando cree que la calidad del aire es mala

		Recuento						
		cuando cree que la calidad del aire es mala						
		0	1	2	3	4	5	Total
ubicación vivienda	1	4a	11a	29a	2a	1a	44a	91
	2	0a	4a	6a	1a	0a	9a	20
	Total	4	15	35	3	1	53	111

Cada letra de subíndice indica un subconjunto de cuando.cree.que.la.calidad.del.aire.es.mala categorías cuyas proporciones de columna no difieren significativamente entre sí en el nivel ,05.

Tabla 4B. Tabla de contingencia ubicacion vivienda * fuente contaminante

		Recuento				
		fuente contaminante				
		0	1	2	3	Total
ubicación vivienda	1	13a	16a, b	8a, b	45b	82
	2	7a	3a, b	3a, b	7b	20
	Total	20	19	11	52	102

Cada letra de subíndice indica un subconjunto de fuente.contaminante categorías cuyas proporciones de columna no difieren significativamente entre sí en el nivel ,05.

Tabla 4C. Tabla de contingencia ubicacion vivienda * en cuál

		Recuento				
		en cuál				
		0	1	2	3	Total
ubicación vivienda	1	2a	7a	2a	55a	66
	2	0a	3a	0a	13a	16
	Total	2	10	2	68	82

Cada letra de subíndice indica un subconjunto de encual categorías cuyas proporciones de columna no difieren significativamente entre sí en el nivel ,05.

Tabla 4D. Tabla de contingencia ubicacion vivienda * qué enfermedad

		Recuento					
		qué enfermedad					
		0	1	2	3	4	Total
ubicación vivienda	1	18a	9a	2a	1a	1a	31
	2	3a	4a	0a	0a	0a	7
	Total	21	13	2	1	1	38

Cada letra de subíndice indica un subconjunto de queenfermedad categorías cuyas proporciones de columna no difieren significativamente entre sí en el nivel ,05.

Tabla E. Tabla de contingencia ubicacion vivienda * cuál hábito

		Recuento								
		cuál hábito								
		0	1	2	3	5	6	7	8	Total
ubicación vivienda	1	4a	3a	1a	1a	28a	5a	2a	1a	45
	2	1a	0a	0a	1a	7a	4a	0a	0a	13
	Total	5	3	1	2	35	9	2	1	58

Cada letra de subíndice indica un subconjunto de cual.habito categorías cuyas proporciones de columna no difieren significativamente entre sí en el nivel ,05.

Tabla 5. Análisis no paramétrico de correlación Tau-b de Kendall

	ubicación vivienda	importancia calidad aire	calificación del aire	afecta salud	problema de salud	polvo vivienda	estación aumenta	frecuencia polvo	en qué afecta	hábito	Correlaciones										
											Tau-b de Kendall	Sig. (bilateral)	N	Tau-b de Kendall	Sig. (bilateral)	N	Tau-b de Kendall	Sig. (bilateral)	N	Tau-b de Kendall	Sig. (bilateral)
ubicación vivienda	Coefficiente de correlación	-0,066	-0,071	-0,091	-0,039	-0,139	,005	-0,081	-0,003	-0,081	1,000	,486	,111	,111	,104	,111	,111	,111	,104	,111	,111
	Sig. (bilateral)	,486	,428	,353	,685	,144	,961	,392	,977	,415											
importancia calidad aire	Coefficiente de correlación	-0,066	-0,085	,028	-0,009	,050	-0,060	,079	,015	,034	-0,066	1,000	-0,085	,028	-0,009	,050	-0,060	,079	,015	,034	
	Sig. (bilateral)	,486	,340	,776	,922	,604	,545	,404	,873	,729											
calificación del aire	Coefficiente de correlación	-0,071	1,000	,003	,201*	,184*	,100	-0,243**	-0,022	,197*	-0,071	-0,085	1,000	,003	,201*	,184*	,100	-0,243**	-0,022	,197*	
	Sig. (bilateral)	,428	,340	,971	,025	,040	,282	,006	,798	,034											
afecta salud	Coefficiente de correlación	-0,091	,003	1,000	,155	-0,049	,029	,051	-0,296**	,134	-0,091	,028	1,000	1,000	,155	-0,049	,029	,051	-0,296**	,134	
	Sig. (bilateral)	,353	,971	,116	,116	,615	,773	,597	,002	,187											
problema de salud	Coefficiente de correlación	-0,039	,201*	,155	1,000	,017	,064	-0,160	-0,176	,040	-0,039	-0,009	,201*	,155	1,000	,017	,064	-0,160	-0,176	,040	
	Sig. (bilateral)	,685	,025	,116	1,000	,861	,517	,092	,060	,691											
polvo vivienda	Coefficiente de correlación	-0,139	,184*	-0,049	,017	1,000					-0,139	,184*	-0,049	,017	1,000						
	Sig. (bilateral)	,144	,040	,861	,861																
estación aumenta	Coefficiente de correlación	,005	,100	,029	,064	1,000	1,000	-0,006	-0,099	-0,031	,005	,100	,029	,064	1,000	1,000	-0,006	-0,099	-0,031		
	Sig. (bilateral)	,961	,282	,773	,517	1,000	1,000	,952	,291	,753											
frecuencia polvo	Coefficiente de correlación	-0,081	-0,243**	,051	-0,160		-0,006	1,000	,159	-0,218*	-0,081	-0,243**	,051	-0,160		-0,006	1,000	,159	-0,218*		
	Sig. (bilateral)	,392	,006	,597	,092		,952	,076	,022	,022											
en qué afecta	Coefficiente de correlación	-0,003	-0,022	-0,296**	-0,176		-0,099	,159	1,000	-0,223*	-0,003	-0,022	-0,296**	-0,176		-0,099	,159	1,000	-0,223*		
	Sig. (bilateral)	,977	,798	,002	,060		,291	,076	,017	,017											
hábito	Coefficiente de correlación	-0,081	,197*	,134	,040		-0,031	-0,218*	1,000	1,000	-0,081	,197*	,134	,040		-0,031	-0,218*	1,000	1,000		
	Sig. (bilateral)	,415	,034	,187	,691		,753	,022	,017	,017											
	N	102	102	98	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

respiratorio y calificación de calidad de aire, lo que significa que cuanto peor sea calificada la calidad del aire, más casos de problemas respiratorios se registran.

También, se obtuvo como correlación positiva de intensidad baja la presencia de polvo en la vivienda con la calificación de calidad de aire, resultando que la calidad del aire es mejor calificada cuando las personas no sienten presencia de polvillo en el ambiente.

Entre las variables calificación de calidad de aire y modificación en los hábitos cotidianos, se obtuvo una correlación positiva baja. Lo que demuestra que cuanto peor es la calidad del aire más personas han contestado que sí deben modificar hábitos.

Mediante una correlación negativa de intensidad baja se pudo determinar que a medida que se presentan más casos donde los encuestados han manifestado que la presencia de polvo en su vivienda es muy frecuente, fueron más las respuestas que deben modificar hábitos de la vida cotidiana por la presencia del polvo.

Por último, también se observó una correlación negativa de intensidad baja entre las respuestas referidas a que el polvo les afecta tanto en la salud como en la vida cotidiana (donde la moda fue la respuesta ambos) y si han tenido que modificar hábitos de la vida cotidiana.

CONCLUSIONES

Los resultados del segundo muestreo de Material Particulado Sedimentable (MPS), correspondiente al mes de marzo, evidencian una importante influencia de la actividad industrial en los niveles de concentración de partículas en el aire. Este periodo se considera representativo de una fase de trabajo intensivo, debido a que coincide con la etapa de secado de grano, la cual se caracteriza por un incremento en la emisión de material particulado al ambiente. Se ha observado un aumento en las concentraciones totales de MPS, superando en la mayoría de los puntos de muestreo los límites establecidos por la legislación vigente.

También se evidencia que la dirección de los vientos influye significativamente en la dispersión del material particulado, especialmente durante el periodo de muestreo de marzo en comparación con el de octubre. En este sentido, se observa que las viviendas ubicadas en los sectores alineados con la dirección predominante del viento presentan una mayor exposición al contaminante, lo que las vuelve más vulnerables a sus posibles efectos.

Asimismo, este fenómeno se refleja en la percepción social, ya que solo un pequeño porcentaje de la

población, ubicado fuera del área de influencia de la rosa de los vientos, no identifica la presencia de polvo en sus viviendas. Estos hallazgos resaltan la importancia de considerar la dinámica atmosférica en el diseño de estrategias de mitigación para reducir el impacto ambiental en las zonas residenciales afectadas.

Los resultados del estudio indican que la presencia de MPS influye en la calidad de vida y la salud de la población en el área de estudio. Los encuestados perciben que la contaminación del aire, atribuida a la presencia de MPS, está relacionada con problemas de salud, principalmente afecciones del sistema respiratorio. Además, han manifestado la necesidad de modificar hábitos de la vida cotidiana, como evitar la ventilación de sus viviendas, restringir el secado de ropa al aire libre e, incluso, reducir la frecuencia con la que permanecen en espacios exteriores.

En este sentido, se concluye que la calidad de vida de los habitantes de la zona se ve afectada por la actividad de la industria arrocera dentro del ejido urbano. La exposición constante al MPS no solo altera las prácticas diarias de la población, sino que también representa un factor de riesgo para la salud respiratoria, lo que resalta la necesidad de implementar estrategias de mitigación ambiental y de protección a la comunidad.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a la directora de este trabajo de investigación por su valioso apoyo, orientación y acompañamiento a lo largo de todo el proceso. Su compromiso y disposición fueron fundamentales para el desarrollo de este estudio. Asimismo, extendo mi gratitud a los vecinos de la industria que, con gran predisposición, participaron en las encuestas y ofrecieron sus hogares para la instalación de los muestreadores, demostrando una valiosa colaboración y compromiso con la investigación. Sin su generosidad y cooperación, este trabajo no habría sido posible.

BIBLIOGRAFÍA

1. Organización Panamericana de la Salud. Calidad del aire [Internet]. [citado 9 de diciembre de 2025]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/temas/calidad-aire>.
2. Yassi A, Kjellström T, de Kok T, Guidotti T. Salud ambiental básica [Internet]. México: PNUMA; 2002 [citado el 23 de abril de 2025]. Disponible en: http://www.pnuma.org/educamb/documentos/salud_ambiental_basica.pdf.
3. Mantulak M, Cruz E. La revisión ambiental en la industria arrocera [Internet]. Argentina: Facultad de Ingeniería; 2005 [citado el 23 de abril de 2025]. Disponible en: https://www.cienciared.com.ar/ra/usr/15/138/la_revision_ambiental_en_la_industria_arrocera.pdf.

4. Blengino C. Arroz: situación y perspectivas [Internet]. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de Argentina; [fecha desconocida] [citado el 23 de abril de 2025]. Disponible en: <http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Publicaciones/revistas/nota.php?id=187>.
5. Jiménez D, Rezzet R, Andino L. Plan estratégico territorial Villa Elisa provincia de Entre Ríos [Internet]. Argentina: Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda; 2018 [citado el 23 de abril de 2025]. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/plan_estrategico_territorial_villa_elisa.pdf.
6. Hernández Sampieri R. Metodología de la investigación [Internet]. México: Interamericana Editores, S.A.; 2014 [citado el 23 de abril de 2025]. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>.
7. Buitrago M, Tejeiro M. Influencia de las condiciones meteorológicas en la concentración de PST y PM10 en inmediaciones de la Universidad Santo Tomás sede Loma Linda [Tesis de grado]. Bogotá: Universidad Santo Tomás; 2019. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/15598/2019migueltejeiro>.
8. Benavides P, Tangarife C. Contaminación por material particulado (PM_{2,5} y PM₁₀) y consultas por enfermedades respiratorias en Medellín (2008-2009). Rev Fac Nac Salud Pública. 2011;29(3). Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-386X2011000300004.
9. Quintero J. ¿Cuál es la relación existente entre las concentraciones de material particulado y las admisiones a centros médicos por enfermedades respiratorias agudas en Bogotá? [Tesis de grado]. Bogotá: Universidad del Rosario, Facultad de Economía; 2020. Disponible en: https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/22036/TesisFinal_JulianaQuintero.pdf.