

# Riesgo hídrico poblacional en relación a las inundaciones y la calidad del agua superficial de la cuenca del Arroyo Claro en el Municipio de Malvinas Argentinas, Buenos Aires

Memoria de Licenciatura en Ecología Urbana

Autora: Lorena Cecilia Gomez

Director: Dr. Gabriel Zunino

-Agosto 2016-



## Contenido

<b>Agradecimientos .....</b>	<b>4</b>
<b>Resumen .....</b>	<b>5</b>
<b>1. Introducción .....</b>	<b>6</b>
Hipótesis y objetivos del trabajo .....	6
<b>2. Antecedentes de investigación .....</b>	<b>8</b>
2.1 Riesgo, vulnerabilidad, amenaza.....	8
2.2 Riesgo y vulnerabilidad social en torno a los recursos hídricos .....	10
2.3 La problemática ambiental de las inundaciones.....	13
2.4 Situación ambiental de los recursos hídricos e inundaciones en el municipio de Malvinas Argentinas .....	15
<b>3. Área de estudio: cuenca del Arroyo Claro .....</b>	<b>20</b>
3.1 Caracterización poblacional y territorial.....	25
3.2 Industrias: Área de Promoción Industrial El Triángulo y Parque Industrial Privado de Tortuguitas .....	32
3.3 Campo La Juanita .....	33
<b>4. Metodología.....</b>	<b>34</b>
4.1 Delimitación y caracterización del área de estudio .....	36
4.2 Riesgo hídrico poblacional .....	36
4.2.1 Riesgo hídrico poblacional en relación a las inundaciones .....	37
4.2.1.1 Vulnerabilidad social .....	37
Componente densidad poblacional .....	37
Componente Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) .....	38
Componente edad.....	38
Componente calidad de los materiales (CALMAT).....	39
Índice vulnerabilidad social frente a las inundaciones.....	39
4.2.1.2 Amenaza inundaciones .....	40
Componente eventos climáticos extraordinarios .....	40
Componente topografía natural .....	40
Componente topografía artificial: “antropobarreras” .....	41
Componente superficie del suelo impermeabilizada artificialmente .....	42
Índice amenaza inundaciones .....	43
4.2.2 Riesgo hídrico poblacional en relación a la contaminación hídrica superficial.....	44
4.2.2.1 Vulnerabilidad social en relación al recurso hídrico superficial.....	44
4.2.2.2 Amenaza contaminación hídrica superficial .....	44
Componente industrias según Nivel de Complejidad Ambiental (NCA) .....	44

Componente deterioro de la calidad del recurso hídrico superficial.....	46
Índice amenaza contaminación hídrica superficial .....	49
4.3 Encuestas realizadas a la población próxima al Arroyo .....	50
<b>5. Caracterización de las inmediaciones en las estaciones de muestreo .....</b>	<b>51</b>
<b>6. Resultados.....</b>	<b>56</b>
6.1 Interacción entre la población y la cuenca: análisis del acceso al agua para consumo y su disposición.....	56
6.2 Riesgo hídrico poblacional .....	61
6.2.1 Riesgo hídrico poblacional en relación a las inundaciones .....	61
6.2.1.2 Vulnerabilidad social .....	61
Componente densidad poblacional .....	61
Componente densidad NBI .....	63
Componente edad.....	65
Componente calidad de los materiales (CALMAT).....	67
Índice vulnerabilidad social .....	69
6.2.1.3 Amenaza inundaciones .....	71
Componente eventos climáticos extraordinarios .....	71
Componente topografía natural .....	73
Componente topografía artificial: “antropobarreras” .....	76
Uso e impermeabilización del suelo.....	79
Índice amenaza inundaciones .....	83
6.2.2 RHP en relación a las inundaciones.....	85
6.2.3 Riesgo hídrico poblacional calidad del recurso superficial .....	87
6.2.3.1 Vulnerabilidad social .....	87
6.2.3.2 Amenaza contaminación hídrica superficial .....	87
Componente industrias según Nivel de Complejidad Ambiental (NCA) .....	87
Componente deterioro de la calidad del recurso hídrico superficial.....	89
Análisis multivariado de la calidad de agua .....	98
Índice amenaza contaminación hídrica superficial .....	101
Índice de amenazas calidad del recurso hídrico superficial.....	103
6.2.4 RHP calidad del recurso hídrico superficial.....	104
<b>7. Discusión .....</b>	<b>107</b>
7.1 Metodología empleada .....	107
7.2 La problemática de las inundaciones .....	107
7.3 Calidad de agua superficial.....	109

7.4 Estudio de RHP a diferentes escalas .....	110
<b>8. Conclusiones y consideraciones.....</b>	<b>111</b>
8.1 Riesgo hídrico poblacional en relación a las inundaciones.....	111
8.2 Riesgo hídrico poblacional en relación al recurso hídrico superficial.....	111
8.3 Sistema de provisión y abastecimiento de los servicios de agua potable y saneamiento en el área de estudio.....	112
<b>9. Recomendaciones.....</b>	<b>113</b>
Control y monitoreo ambiental de la cuenca.....	113
Recuperación y puesta en valor del Arroyo Cuzco.....	113
Programa de información/concientización a la comunidad .....	113
<b>Bibliografía.....</b>	<b>114</b>
Anexo I: Problemas en la salud ocasionadas por el agua: enfermedades de origen hídrico....	122
Anexo II: Modelo de encuesta realizada a vecinos .....	124
Anexo III: Industrias en el área de influencia según categoría y tipo de actividad .....	126
Anexo IV: Importancia de los parámetros seleccionados para el análisis de calidad de agua superficial .....	128
Anexo V: parámetros de calidad para agua superficial según legislación nacional.....	130
Anexo VI: obras hidráulicas, convenios y otras tareas realizadas en el Arroyo Claro.....	131

# Agradecimientos

Llegó el final de un largo camino tan esperado. En estas palabras quiero representar mi agradecimiento a aquellas personas que de diferentes maneras hicieron posible cerrar esta etapa de mi vida.

Quiero dedicar este trabajo toda mi familia, por el esfuerzo y empuje que me dieron para emprender esta hermosa carrera. ¡Gracias por apoyarme hoy y siempre!

En especial agradecer a mi mamá que siempre supo darme las palabras justas para seguir adelante y nunca abandonar.

A Lean, mi gran compañero por darme fuerzas y estar firme a mi lado.

A mis amigos de siempre, por comprender mis ausencias y alentarme para seguir adelante ante todo.

A los amigos que gané en esta universidad que hoy son parte de mi vida, con los que compartí horas y horas de estudios y mates, acompañándonos en nuestros logros y desaciertos.

A Gabriel Zunino por aceptar dirigir este trabajo, en especial por su dedicación, predisposición y todo lo que aprendí bajo su dirección.

Al equipo de investigadores-docentes del proyecto del Arroyo Claro quienes me acompañaron en todo el trabajo durante la tesina. Gracias por sus aportes y consejos.

A los vecinos del Arroyo Claro en Malvinas Argentinas por abrirnos muchas veces las puertas de su casa y prestarnos su tiempo para llevar a cabo todo este trabajo.

A todos mis compañeros de la carrera con los que compartí largas horas de estudio y trabajo.

A la Universidad Nacional de General Sarmiento por brindar una educación pública de excelencia y por darme la oportunidad de nutrirme de grandes docentes a lo largo de mi carrera universitaria.

**¡GRACIAS A TODOS!**

Lorena Gomez.-

## Resumen

El Arroyo Claro y sus afluentes forman parte de la cuenca del Río Luján, comprende una superficie de aproximadamente 4000 hectáreas y abarca los Municipios de José C. Paz, Malvinas Argentinas, Escobar y Tigre (Gomez y otros, 2015). El Arroyo nace en el partido de José C. Paz recorre entubado unos 4,2 km y se interna a cielo abierto en Malvinas Argentinas. El Arroyo recibe afluentes a lo largo de su recorrido, atraviesa zonas residenciales, industriales, rurales y un vertedero de residuos a cielo abierto. Un informe preliminar acerca de la calidad del agua y un diagnóstico ambiental que datan del año 1999 dan cuenta del deterioro del recurso. Presentando este alta turbidez, baja concentración de oxígeno y emanaciones provenientes de la descomposición de materia orgánica. Dado el contexto urbano donde se encuentra el Arroyo y la fuerte vinculación que los ciudadanos tienen con él, es de importancia realizar un relevamiento de las condiciones de vida y riesgos que enfrenta la población que habita el valle de inundación y que faciliten el diseño e implementación de medidas de mejoramiento de la calidad de vida. Las inundaciones, se presentan como una de las problemáticas que afectan al municipio desde varios años, trabajos anteriores del año 1999 y 2004 identificaron que la población en el área cercana a los Arroyos Claro y Darragueira se veía afectada directamente por las inundaciones y anegamientos producidos luego de eventos de fuertes tormentas. Varios fueron los factores identificados que potenciaban esta situación como la falta de mantenimiento de los desagües y la presencia de barreras artificiales que interrumpen el escurrimiento natural, entre otras.

El presente trabajo analizó el riesgo hídrico poblacional en el área de influencia del Arroyo Claro dentro del municipio de Malvinas Argentinas, asociado a las inundaciones y la calidad del curso superficial. Asimismo, el objetivo del presente trabajo incluyó la evaluación de los impactos que tienen las inundaciones y la calidad ambiental del Arroyo en la población para que sirva como herramienta para la gestión de los recursos hídricos en el municipio.

A partir del estudio que se llevó a cabo en el área de influencia del Arroyo Claro en el municipio de Malvinas Argentinas, se pudo determinar que existe un gradiente de vulnerabilidad social y amenaza que afecta a los diferentes radios censales del área de estudio. El análisis permitió identificar 5 radios censales más afectados por el fenómeno de inundación ubicándose sobre el Arroyo Claro y su afluente el Cuzco. Con respecto a la calidad superficial se evidenció una severa contaminación en el Arroyo. Las concentraciones de nitratos, nitrógeno amoniacal y fósforo fueron elevadas en las estaciones ubicadas tanto en las zonas residenciales como en la industrial. Una posible fuente de estos compuestos en el agua, fue la descarga de detergentes provenientes de los hogares o de las propias industrias. A su vez, se detectó durante las salidas a campo diferentes vertidos de origen desconocido en la zona industrial provocando elevadas concentraciones de demanda química de oxígeno, conductividad y nitratos. Los análisis microbiológicos arrojaron valores elevados, determinándose una fuerte contaminación de origen fecal en el Arroyo.

**Palabras clave:** riesgo hídrico poblacional, inundaciones, contaminación hídrica superficial, Arroyo Claro.

# 1. Introducción

El agua es un recurso esencial para el desarrollo de la vida, el ciclo hidrológico es el responsable de la disponibilidad de agua la cual aprovechamos para diferentes tipos de consumos. En los ambientes urbanos, este ciclo se ve modificado por diferentes intervenciones realizadas por el hombre como la impermeabilización de los suelos, elevación de la cota o la alteración de los cursos de agua. Las modificaciones en el ciclo repercuten en los centros urbanos cuando la interacción con los factores naturales propios de la región, condiciones climáticas y la topografía, generan una situación de amenaza latente reflejada en las inundaciones. Siendo estas, los desastres que más predominan en nuestro país tanto por los daños que ocasionan como por sus recurrencias (Ciponneri y otros, 2004).

El presente trabajo es parte del proyecto “**Diagnóstico ambiental de la cuenca del Arroyo Claro en el municipio de Malvinas Argentinas**” (UNGS 30-2066) en el cual se busca llegar a un diagnóstico del Arroyo que permita sugerir un plan de recuperación y puesta en valor de los cursos de agua y sus márgenes.

El trabajo analiza el riesgo hídrico poblacional y la vulnerabilidad social de la población que habita el área de influencia del Arroyo Claro dentro del municipio de Malvinas Argentinas, asociado a las inundaciones y la calidad del curso superficial. Existe una fuerte vinculación entre la población vecina con el Arroyo, por lo que, el objetivo del presente trabajo incluye la evaluación de los impactos que tienen las inundaciones y la calidad ambiental del Arroyo en la población y se espera que sirva como herramienta para la gestión de los recursos hídricos superficiales en el municipio.

## Hipótesis y objetivos del trabajo

Este trabajo plantea como **hipótesis general** que los procesos de contaminación del recurso hídrico superficial y las inundaciones generadas por precipitaciones en el Arroyo Claro afectan de diferente manera a la población en el municipio de Malvinas Argentinas. A su vez, se plantean dos **hipótesis específicas**:

- 1) la población que se encuentra en las proximidades del Arroyo es la que está más expuesta a sufrir inundaciones por precipitaciones, afectando su condición habitacional.
- 2) La población que sufre las inundaciones e interactúa con el curso de agua se ve afectada también por el tipo y grado de contaminación presente en el Arroyo.

**El objetivo general** del presente trabajo es determinar el riesgo hídrico poblacional en torno al recurso superficial, analizando la vulnerabilidad social y las amenazas presentes en el área de influencia del Arroyo Claro y afluentes en el municipio de Malvinas Argentinas. Para ello, se plantean como **objetivos específicos**:

- Determinar el estado actual de la calidad de agua y su impacto en la población;
- Identificar los usos del suelo predominantes que se desarrollan en torno a las márgenes;
- Valorar la cantidad y presencia de contaminantes que puedan presentar riesgo para la población en el área de influencia (nitratos, cloruros, patógenos, etc.) para el agua superficial;
- Caracterizar el cambio de la calidad del agua del Arroyo desde que ingresa al municipio y lo abandona al salir del área de promoción industrial El Triángulo;
- Caracterizar los aportes de los afluentes al Arroyo Claro en cuanto a calidad del agua;
- Caracterizar el tipo y cantidad de efluentes que la población descarga en los arroyos.

Con el fin de llevar a cabo los objetivos que se plantean, la pregunta que guía este trabajo es:

¿Cuál es el grado de riesgo hídrico poblacional presente en la cuenca del Arroyo Claro en Malvinas Argentinas?



## 2. Antecedentes de investigación

### 2.1 Riesgo, vulnerabilidad, amenaza

El concepto de vulnerabilidad social es ampliamente utilizado en las ciencias sociales y económicas para el análisis de la pobreza, desprotección, desventajas sociales y demográficas (Gómez, 2001). Los índices de vulnerabilidad se construyen con información de encuestas permanentes y censos para realizar caracterizaciones territoriales. Por ejemplo, en Bolivia se construyó un índice de vulnerabilidad social utilizando indicadores de calidad de vida y seguridad, basándose en variables culturales, de hábitat, de vivienda, educación, empleo y participación política (Con y otros, 2011). En Argentina, algunos de los índices desarrollados para el análisis del riesgo y vulnerabilidad social se basan en variables socioeconómicas como indicadores demográficos, condiciones de vida y productividad (Barrenechea 2000; Herrero 2004; Suárez y otros 2004). La aplicación de este concepto en relación a cuestiones ambientales y socio territoriales estuvo vinculada a la identificación de la población vulnerable a inundaciones, sequías, ciclones, erupciones volcánicas, terremotos y otros acontecimientos que se producen de manera repentina ocasionando daños graves a numerosas personas que habitan un área geográfica (Suárez y otros, 2004). Este tipo de perspectiva permite hacer foco en los actores sociales afectados y en sus condiciones generales de vida y ya no solamente en los fenómenos causantes del desastre. El análisis de los llamados desastres naturales, ha tomado una relevancia importante en nuestro país en los últimos años ya que han ocurrido hechos originados por fenómenos naturales que afectaron población e infraestructura en grado mucho más alto que los que históricamente se venían produciendo (Natenzon, 1995). Estas problemáticas son complejas y en ellas intervienen diferentes variables y factores. Natenzon (1995) identifica los siguientes factores para comprender la complejidad de los sucesos: origen de la problemática, grado de vulnerabilidad de la población afectada, riesgo y peligro al que se expone y la incertidumbre. A continuación, se exponen cada uno de los factores mencionados.

- Origen de la problemática: factores naturales del fenómeno que se desencadena

Al analizar el **origen de la problemática** la autora menciona que se estudian los fenómenos naturales como los terremotos, huracanes, tsunamis, inundaciones, sequías, etc., los llamados desastres naturales y que no solo es necesario conocer las características propias del fenómeno a estudiar sino que se tienen que conocer también las características de la comunidad afectada. Wilches-Chaux (1998) menciona que se ha avanzado en este campo, al comprender que un desastre no es en sí un fenómeno de la naturaleza o de origen humano, sino los efectos nocivos que esos fenómenos producen sobre una comunidad determinada.

- El grado de vulnerabilidad que presenta la población afectada y la estructura social antecedente

La **vulnerabilidad social** es un concepto que hace referencia a un estado o situación específica en que algunas unidades domésticas o grupos sociales se encuentran particularmente afectados frente a fenómenos amenazantes, de origen social, ambiental, epidemiológico o tecnológico (Suárez y otros, 2004). Este concepto pone de manifiesto las heterogeneidades de la población y las capacidades que poseen para responder ante el mismo evento de desastre. Se consideran los diferentes aspectos que describen la situación antecedente de la población afectada, como su estructura socioeconómica previa en relación al uso del suelo, la infraestructura urbana general, servicios públicos, industrias, las estructuras sociales, económicas y productivas, etc. (Natenzon, 1995).

- El riesgo y peligro al que se expone la sociedad

El **riesgo** está configurado por la interacción entre la vulnerabilidad social y la amenaza. Siendo la amenaza la probabilidad de que un fenómeno susceptible de causar un desastre ocurrirá (Lombardo y Suarez, 2004). Si no existe alguno de los factores mencionados no existirá riesgo. Como resultado de la combinación de los factores vulnerabilidad y amenaza, el riesgo es dinámico y cambiante. Esto significa que no se puede analizar ni describir al riesgo como algo estático sino que hay que describirlo como un proceso (Wilches-Chaux, 1998). La dinámica propia de la sociedad urbana genera escenarios donde se modifican o crean nuevas amenazas y vulnerabilidades que desafían las premisas, el estado de conocimiento y las medidas de gestión ya establecidas (Eraso, 2008).

Para profundizar el trabajo sobre amenazas específicas, hay que considerar dimensiones particulares que permitan analizarla, se requieren analizar los aspectos cualitativos como cuantitativos de las amenazas (Barrenechea y otros, 2000). Por ejemplo, si se quiere analizar el riesgo por la amenaza de inundaciones se deberá tener en cuenta aspectos climáticos como el ciclo hidrológico, características geográficas como las curvas de nivel, el grado de impermeabilización del suelo y aspectos socio-demográficos que permitan comprender la situación de la comunidad involucrada en el análisis.

- La incertidumbre

La **incertidumbre** se presenta como la percepción del riesgo, cuando este no es cuantificable se transforma en incertidumbre (Natenzon, 1995). Actualmente, la sociedad se enfrenta a problemas cada vez más complejos, donde no se reconocen claramente los resultados por lo que se requiere de cierto nivel de tecnicismo y participación de la sociedad para la resolución de los mismos.

## 2.2 Riesgo y vulnerabilidad social en torno a los recursos hídricos

El análisis del riesgo en torno a los recursos hídricos es una herramienta útil para la toma de decisiones ya que permite aproximar a una correcta planificación, gestión y diseño de políticas territoriales. Este indicador permite elaborar medidas preventivas con el fin de reducir el impacto de las amenazas a las cuales se encuentra expuesta la población. Se identifican como amenazas en torno a este recurso las inundaciones, la contaminación de agua subterránea y superficial. Herrero (2004) desarrolló una metodología para el manejo de los recursos hídricos a partir del análisis de riesgo hídrico poblacional en cuencas periurbanas donde se consideran estas amenazas. La autora define al riesgo hídrico poblacional humano como el evento (inundación por desborde de ríos, precipitación intensa y anegamiento, deterioro en la calidad y cantidad del agua superficial y subterránea, etc.), que tenga como elemento eje al recurso agua y que impacte directa o indirectamente sobre algún/os o todos los aspectos que conforman el bienestar íntegro de la población (salud, bienes materiales, economía, actividades productivas y culturales). Por lo tanto, para poder cuantificar ese riesgo es imprescindible estudiar los procesos fisicoquímicos que ponen en peligro a la población (amenazas), como así también los socioeconómicos (vulnerabilidad social). La metodología desarrollada se basa en la utilización de indicadores que permiten jerarquizar subcuencas según el riesgo hídrico poblacional que presentan en relación a las inundaciones y contaminación de los recursos superficiales y subterráneos. El RHP queda definido como se expresa en la ecuación 1 como la interacción entre la vulnerabilidad social y las amenazas.

**Ecuación 1: definición de RHP**

$$\text{Riesgo hídrico poblacional (RHP)} = \text{vulnerabilidad social} \times \text{amenaza}$$

El análisis del RHP se puede desarrollar considerando amenazas específicas (Tabla 1), algunos autores consideran las amenazas en torno al recurso hídrico de una manera integral (Herrero, 2004 y Lombardo y Suárez, 2004) o analizan amenazas específicas en torno a un evento particular que involucra a los recursos hídricos, como en el caso de las inundaciones donde algunos autores desarrollan índices en torno a estos eventos (Monteverde y otros, 2013; Arteaga y San Juan, 2012; Miño, 2007 y Lombardo y Suárez, 2004). Por ejemplo, Arteaga y San Juan (2012) realizan el desarrollo metodológico de un Índice de Vulnerabilidad Social (IVS) que permite un mejor entendimiento de la situación previa y post inundación. En este caso, los autores trabajan con el método FPEIR<sup>1</sup> al cual agregan una variable que es la vulnerabilidad social que permite diferenciar los impactos según las capacidades de mitigación, adaptación o respuestas endógenas de los sectores, territorios o actores sociales afectados. Se elaboran dos índices que permiten interpretar el fenómeno de inundación en dos momentos, el momento previo IVS (i) y el posterior al evento IVS (ii).

---

1 FPEIR= Fuerza motriz- Presión- Estado-Impacto-Vulnerabilidad-Respuesta

Tabla 1: Variables consideradas por diferentes autores en el análisis del RHP. Fuente: elaboración propia en base a Herrero, 2004; Miño, 2007; Lombardo y Suarez, 2008 y Arteaga y San Juan, 2012.

RIESGO HÍDRICO POBLACIONAL EN RELACIÓN A LOS RECURSOS HÍDRICOS						
	Recurso hídrico superficial (Herrero, 2004)	Recurso hídrico subterráneo (Herrero, 2004)	Inundaciones (Herrero, 2004)	Inundaciones (Miño, 2007)	Inundaciones (Arteaga y San Juan, 2012)	Recurso hídrico superficial (Lombardo y Suárez, 2008)
<b>Vulnerabilidad social</b>	Densidad poblacional  Necesidades básicas insatisfechas	VS por fuente de captación del recurso  VS por vía de disposición de excretas  VS por densidad poblacional	Densidad poblacional  Necesidades básicas insatisfechas	Densidad poblacional  Edad  Necesidades Básicas Insatisfechas  Índice de Privación Material de los Hogares (IPMH)	Modelo FPEIVuR IVS (i): IPMH CALMAT Riesgo inundación  IVS (ii): desempleo Educación Salud Riesgo inundación	Formas de acceso al agua  Formas de disposición de excretas  Situación socioeconómica (el tipo de vivienda, el nivel de educación del jefe de familia, base de sustento de la familia, la presencia de niños y ancianos)
<b>Amenazas</b>	Industrias según NCA  Calidad física-química	Vulnerabilidad específica del acuífero  Nitratos  E. coli	Índice K del suelo  Índice topografía natural  Índice antropobarreras  Índice impermeabilización edáfica	Clima  Topografía natural  Topografía artificial  Superficie del suelo impermeabilizada artificialmente		Calidad del agua superficial

Referencias: VS: vulnerabilidad social; NCA: nivel de complejidad ambiental; IVS: índice de vulnerabilidad social; FPEIVuR: fuerza-0 presión- estado-vulnerabilidad-respuesta; IPMH: índice de privación material de los hogares; CALMAT: calidad de los materiales.

En general, para el desarrollo del RHP se utilizan variables específicas que ponen de manifiesto la situación social y la capacidad de la población de reponerse ante el evento que amenaza, se utilizan como fuentes de información censos y encuestas permanentes donde se trabaja con indicadores socioeconómicos como la densidad de población, necesidades básicas insatisfechas, el índice de privación material de los hogares, etc. A su vez, se utilizan variables en relación al recurso hídrico como la calidad del agua superficial o subterránea o por ejemplo, la topografía natural y modificada en el caso de las inundaciones.

El uso de los Sistemas de Información Geográficos (SIG) en el análisis del riesgo hídrico permite sintetizar la información que brindan los indicadores elaborados y trasladar la información al territorio. Los mapas generados son de gran utilidad para la planificación y gestión de los recursos con base en el territorio.

## 2.3 La problemática ambiental de las inundaciones

El crecimiento de las ciudades produce una modificación en los ecosistemas naturales modificando su relieve y alterando cursos de agua con obras de rectificación de los cursos, canalización y entubamiento. Estas modificaciones proporcionadas por la expansión urbana y los factores propios de la región pueden contribuir a que se produzcan inundaciones, siendo estas uno de los problemas ambientales más frecuentes en la ciudad. Según Bertoni (2004) dentro del contexto mundial nuestro país se encuentra entre los 14 países más afectados por catástrofes de inundaciones rurales y/o urbanas. Las inundaciones son eventos extraordinarios en los que se habla de un exceso de agua en la superficie y plantea serios riesgos cuando sus efectos se encuentran interrelacionados con el hombre o las actividades que desarrolla, produciendo afectaciones económicas, sociales y ambientales (Reyna y otros, 2007). Las zonas que sufren inundaciones son aquellas zonas bajas cercanas a los ríos o arroyos que se cubren de agua como consecuencia de precipitaciones intensas y concentradas y del aumento del caudal de estos cuerpos de agua (Miño, 2007). Una serie de factores naturales y antrópicos son los causantes de las inundaciones en la Región Metropolitana (Tabla 2).

**Tabla 2: Factores que contribuyen a que se produzcan las inundaciones en la ciudad. Fuente: elaboración propia en base a Bertoni, 2004; Herrero, 2004; Morello Tucci, 2007 y Miño, 2007.**

Factores naturales	Factores antrópicos (derivados de la urbanización)
Lluvias intensas	Impermeabilización del suelo
Fuertes vientos como La Sudestada	Modificación de la cota del suelo
Geología natural de la cuenca	Aceleración del escurrimiento
Desborde de los cursos de agua	Construcción de obstáculos al escurrimiento, barreras artificiales
	Artificialización de arroyos y ríos
	Falta de mantenimiento de la infraestructura de drenajes
	Asentamientos urbanos en la vera de los arroyos

Los efectos que causan las inundaciones son varios y estos se ven agravados si la población afectada no tiene la capacidad suficiente de amortiguar o evitar estos efectos. La situación general que deben afrontar los afectados es de un importante deterioro en su calidad de vida. Entre los efectos producidos por las inundaciones se encuentran:

- Pérdidas materiales y en ocasiones extremas se pierden vidas.
- Se ven afectadas o interrumpidas las actividades sociales, se pierden tanto jornadas laborales como días escolares.
- Se produce anegamiento, dificultando o impidiendo la circulación y acceso a las zonas afectadas.
- Interrupción de los servicios básicos.

- Ascenso de napas freáticas ocasionando el afloramiento del agua con alta carga orgánica proveniente de los pozos ciegos.
- Ingreso de agua contaminada a los hogares generando focos infecciosos a la población.
- Proliferación de enfermedades infecciosas y dispersión de vectores como cucarachas, ratas y mosquitos.
- Desvalorización de los inmuebles.

## 2.4 Situación ambiental de los recursos hídricos e inundaciones en el municipio de Malvinas Argentinas

Dado el contexto urbano en el que se encuentran los arroyos que atraviesan al municipio de Malvinas Argentinas (Fig. 1) y la relación que tienen con la población, la situación ambiental de estos ha sido material de estudio de diversos diagnósticos ambientales (Alsina y otros 2007; Di Pace y otros 1999) y trabajos de investigación (Piermarini 2011, Britos y otros 2000 y Ceretti y otros 1999). Debido a dificultades en la planificación y a la ausencia de programas de monitoreo, la calidad del agua en las diferentes cuencas es desconocida. Esto dificulta el diseño e implementación de medidas para mejorar las características del agua con el fin de hacer su uso seguro y no una fuente de enfermedades (Bordalo y Savva-Bordalo, 2007). Conocer la situación de los recursos hídricos en la ciudad, en particular en los entornos urbanos que se encuentran en desarrollo, es de suma importancia para desarrollar estrategias que garanticen a la población el acceso a agua segura.

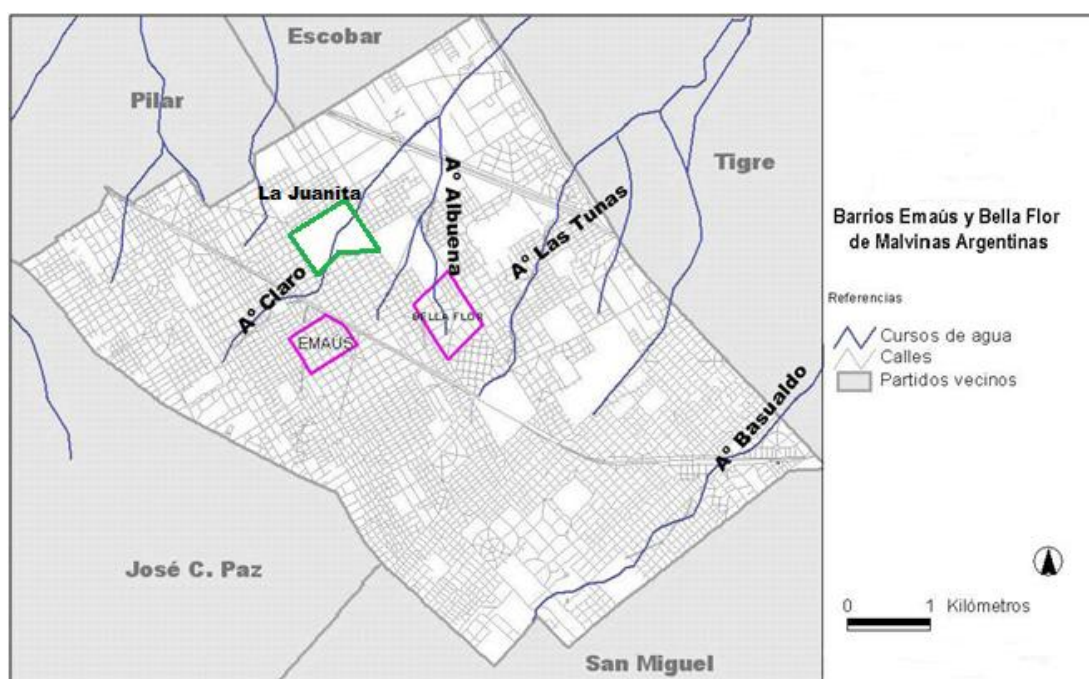


Figura 1: Localización de los Barrios Emaús, Bella Flor y el campo La Juanita en el Municipio de Malvinas Argentinas. Fuente: Alsina y otros 2007.

Al analizar el caso de los recursos hídricos en Malvinas Argentinas hay una situación que es común a todos ellos: la presencia de residuos, la turbidez, el mal olor y el mal aspecto en general se manifiestan a lo largo de estos cuerpos de agua. A su vez, la ineficiente gestión y la falta de información ambiental contribuyen al deterioro progresivo del ambiente. Los diferentes autores manifiestan que la calidad del agua de estos arroyos, se encuentra afectada por la descarga de efluentes domiciliarios e industriales y que la misma situación ocurre con el agua subterránea, la presencia de basurales a cielo abierto y la falta de mantenimiento de las perforaciones domiciliarias y pozos sépticos deterioran su calidad.



Como se mencionó anteriormente, existen algunos estudios previos sobre la calidad ambiental del Arroyo Claro en el municipio de Malvinas Argentinas entre ellos los diagnósticos ambientales realizados por la Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS) los años 1999, 2004 y 2011. Sin embargo, son escasos los estudios sistemáticos a lo largo del tiempo sobre estas cuencas urbanas. El diagnóstico ambiental del año 1999 realizado por UNGS ya daba cuenta del grave deterioro que sufrían los arroyos de Malvinas Argentinas. El Arroyo Claro, en su tramo que recorre un predio de 78 hectáreas conocido como La Juanita, se presentaba entre los de peor estado junto al Arroyo Las Tunas y siguiéndole en calidad se encontraban el Arroyo Darragueira, La Laguna el Polvorín y el Arroyo Claro en la zona de promoción industrial conocida como El Triángulo (Di Pace y otros, 1999). Cabe aclarar que el diagnóstico mencionado es uno de los primeros estudios de calidad que se realizó sobre el municipio. En algunos de los cursos de agua, el grado de contaminación presente era severo presentando riesgos tanto para la salud humana como para la vida acuática. La concentración de oxígeno disuelto se encontraba por debajo de los valores normales o los considerados necesarios para el desarrollo de la vida acuática. En el Arroyo Las Tunas y Claro, los valores registrados de oxígeno disuelto 1.50 mg/l y 3.27 mg/l respectivamente, se atribuyeron a los vertidos domiciliarios sin tratamiento previo proveniente de los hogares (Di Pace y otros, 1999). También se registraron elevadas concentraciones de cloruros y sulfatos en estos arroyos al igual que un elevado olor característico de la descomposición de materia orgánica (Ceretti y otros, 1999).

El agua superficial y subterránea no deben analizarse como elementos independientes, estos se encuentran interconectados, por lo que el manejo que se realice en uno de ellos afecta directamente sobre el otro. En el caso de Malvinas Argentinas, el agua subterránea presentó una situación similar al agua superficial, con una severa contaminación microbiológica siendo un riesgo para la población que la consume y utiliza diariamente al igual que la presencia de nitratos en concentraciones que excedían los valores permitidos para el agua de consumo (Alsina y otros, 2007). La salud de la población puede verse afectada por diferentes enfermedades transmitidas por el agua. Bacterias, virus o parásitos perniciosos pueden contaminar el agua en la misma fuente, por infiltración del agua de escorrentía, o en el interior del sistema de distribución de tuberías (OMS, 2007). Varios son los factores que contribuyen a la contaminación como la falta de mantenimiento y los inadecuados sistemas de abastecimiento, la falta de mantenimiento de los tanques donde se almacena el agua y la poca profundidad y cercanía de los pozos ciegos a la toma de agua. En la cercanía del Arroyo Las Tunas, se detectaron altas concentraciones de contaminación con bacterias coliformes y la presencia de *Pseudomonas aeruginosa* en el agua de consumo, en general los análisis microbiológicos mostraron que las muestras superaban los valores permitidos por el Código Alimentario Argentino (CAA) (Tabla 3). La causa principal de esto, fue la falta de mantenimiento que se detectó en los tanques de almacenamiento de agua y que los sistemas de abastecimiento no presentaban protección ante la contaminación proveniente del propio Arroyo ni de los pozos ciegos que se utilizan para la eliminación de excretas (Britos y otros, 2000).

**Tabla 3: Resultados de los análisis bacteriológicos en el Arroyo Las Tunas. Fuente: Britos, 2000.**

Muestra	Recuento de bacterias aerobias mesófilas viables totales (UFC/ml)	Coliformes por 100 ml (NMP)			E. coli en 100 ml	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> en 100 ml
		Totales	No fecales	Fecales		
M1 : A° Las Tunas	7,5x10 <sup>6</sup>	2.3x10 <sup>6</sup>	1.2x10 <sup>6</sup>	1,2x10 <sup>6</sup>	+	+
M2: pozo con bomba manual	75	240	120	120	+	+
M3: bomba eléctrica	355	23	11,5	11,5	+	+
M4: bomba eléctrica y tanque	>500	460	347	113	+	+
M5: bomba eléctrica y tanque	60	1100	1059	41	+	+
M6: bomba manual con filtro	20	0	0	0	-	Pres. +
M7: bomba eléctrica	40	3,6	1,8	1,8	+	+
M8: bomba manual	125	0	0	0	-	-
M9: bomba eléctrica con tanque	30	240	231	9	+	Pres. +
M10: bomba eléctrica con filtro	40	23	16.5	6,5	+	+

Valores de referencia según CAA, capítulo XII-artículo 982

Bacterias coliformes NMP en 100 ml: ≤3; E. coli: ausencia en 100 ml; *Pseudomonas aeruginosa*: ausencia en 100ml.

Mediante la realización del Diagnóstico Ambiental del partido de Malvinas Argentinas en el año 2004 (Alsina y otros, 2007) se determinó que en los barrios Bella Flor y Emaús, la población se encontraba afectada por altas concentraciones de nitratos en el agua de consumo. Los valores encontrados superaban los 45mg/l que establece el CAA para agua de consumo y la ley provincial 11.820, representando una amenaza para la población debido a los problemas de salud que puede generar este tipo de contaminación (Alsina y otros, 2007) (Tabla 4).

**Tabla 4: Problemas de salud asociados a diferentes analitos en el agua para consumo humano. Fuente: elaborado en base a Antón y Lizaso (2003), Herrero (2004) y OMS (2006).**

Analitos	Problemas de salud asociados
Sodio ( $\text{Na}^+$ )	Ingerido en altas concentraciones afecta a la tensión arterial y la actividad renal.
Sulfatos ( $\text{SO}_4^-$ )	El riesgo por la ingesta de agua con altas concentraciones de sulfatos se debe a sus propiedades laxantes. Produce enfermedades intestinales, diarreas y vómitos.
Nitratos ( $\text{NO}_3^-$ )	La ingesta de agua con concentraciones mayores a las permitidas puede generar graves problemas de salud. En condiciones normales, la hemoglobina de los glóbulos rojos transporta oxígeno a todas las células del organismo. En lactantes y algunos adultos la ingesta de altas concentraciones de nitratos genera la formación de metahemoglobina que afecta el transporte de oxígeno. Además, la presencia de nitratos puede provocar la formación de compuestos cancerígenos como las nitrosaminas, que se creen responsables del cáncer de estómago y esófago.
Metales pesados	Los efectos en la salud asociados frecuentemente son carcinogénicos, embrio y fenotóxicos.
Arsénico (As)	Es un contaminante importante del agua de consumo en varias regiones del país y está comprobado que su ingesta, en grandes cantidades, produce intoxicaciones, enfermedades crónicas y cáncer en piel, vejiga y pulmones.
Cadmio (Cd)	Su ingesta genera irritación al estómago e induce vómitos y diarrea. La toxicidad del cadmio afecta directamente al riñón.
Cromo (Cr)	El cromo existe en el ambiente en diferentes formas: cromo metálico (0), trivalente (III) y hexavalente (VI). La forma más nociva a la salud es la hexavalente, la ingesta de grandes cantidades puede producir malestar estomacal, úlceras, convulsiones, daño del hígado y el riñón. Los compuestos de cromo VI puede aumentar el riesgo de contraer cáncer de pulmón.
Plomo (Pb)	El plomo puede afectar a todos los órganos y sistemas del organismo, siendo el sistema nervioso el más sensible. También daña los riñones y el sistema reproductivo.
Cobre (Cu)	Este metal es esencial para mantener buena salud, pero altas cantidades pueden ser perjudiciales: la ingesta de líquidos con niveles de cobre mayores que lo normal puede causar vómitos, diarrea, calambres estomacales, náuseas, daño al hígado, al riñón y en casos extremos causar la muerte.

Entre los factores que contribuyen a este tipo de contaminación se encuentran la forma de abastecimiento de agua y el estado de la misma. En un estudio se determinó que los niveles de concentración de nitratos variaban según la forma de abastecimiento de los hogares. Los niveles aumentaban de las canillas comunitarias y los tanques de uso común a bomba motor y de esta a bomba manual (Alsina y otros, 2007).

Entre las cuestiones que se deben tener en cuenta en torno a los recursos hídricos, son los episodios de inundaciones que afectan a la población. En el municipio son varias las zonas que se inundan, algunas por el desborde de los cursos de agua o por la falta de mantenimiento de infraestructura. La población más afectada por las inundaciones es la que se encuentra más cercana a los arroyos. Cuando un arroyo se desborda, por fuertes lluvias, estas familias son las primeras en verse perjudicadas, porque el agua contaminada ingresa a las casas llegando a una altura de 50 cm del piso, provocando la pérdida de bienes materiales y, en ocasiones, la evacuación de la zona (Alsina y otros, 2007). Una serie de factores como la proximidad al arroyo, alta densidad de población en riesgo localizada en la cercanía de los cuerpos de agua, la falta de infraestructura adecuada y la baja cota en la que están asentados contribuyen a la vulnerabilidad ante este fenómeno. Los efectos se potencian por la impermeabilización del suelo, la falta de desagües pluviales y principalmente por la contaminación de las aguas de los ríos y arroyos que se desbordan. Estas consecuencias se manifiestan en las variaciones del nivel freático, el deterioro de los suelos por erosión hídrica, la salinización con cloruros y sulfatos y el consecuente riesgo para la salud de la población, así como las pérdidas materiales ocasionadas (Alsina y otros 2007). Uno de los barrios más afectados por las inundaciones, es el que se encuentra en la cercanía al Arroyo Darragueira (Fig.2) donde el desborde de éste afecta a la población periódicamente.

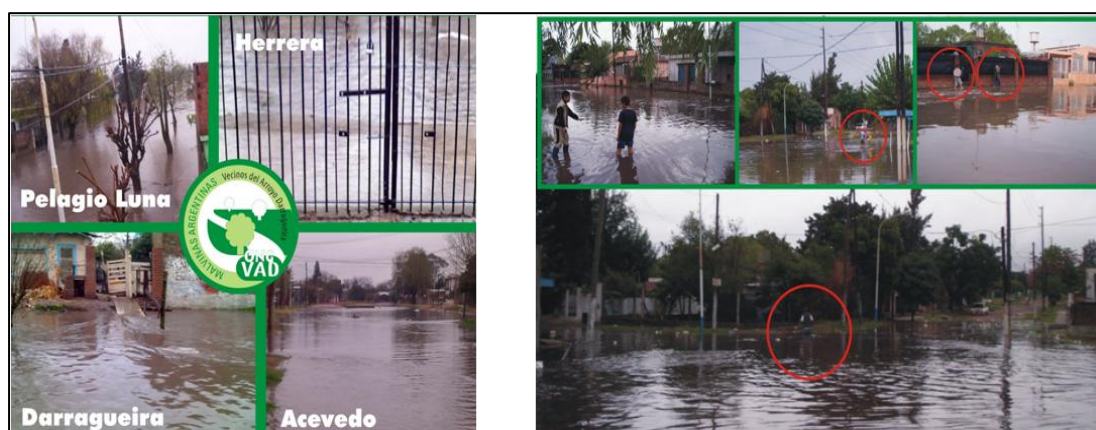


Figura 2: Inundaciones en el Arroyo Darragueira. Fuente: ONG Vecinos de Arroyo Darragueira. Febrero 2011 y Julio 2009.

### 3. Área de estudio: cuenca del Arroyo Claro

El municipio de Malvinas Argentinas se encuentra al noroeste de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, con una extensión de 63km<sup>2</sup>, 322.375 habitantes (INDEC 2010) y limita con los partidos de Escobar, Pilar, José C. Paz, San Miguel y Tigre (Fig. 3). Es un partido joven ya que su creación se realizó en 1995, luego de que sancionara la Ley Provincial N° 11.551 la cual disolvía el Partido de General Sarmiento creando en ese momento los partidos de José C. Paz, San Miguel y Malvinas Argentinas (Fig. 4 y 5). Es un municipio parcialmente aglomerado ya que se encuentran áreas considerables que no presentan edificación (Alsina y otros, 2007) y está compuesto por las localidades de Adolfo Sourdeaux, El Triángulo, Grand Bourg, Ingeniero Pablo Nogués, Los Polvorines, Tortuguitas, Tierras Altas y Villa de Mayo (Municipio de Malvinas Argentinas).

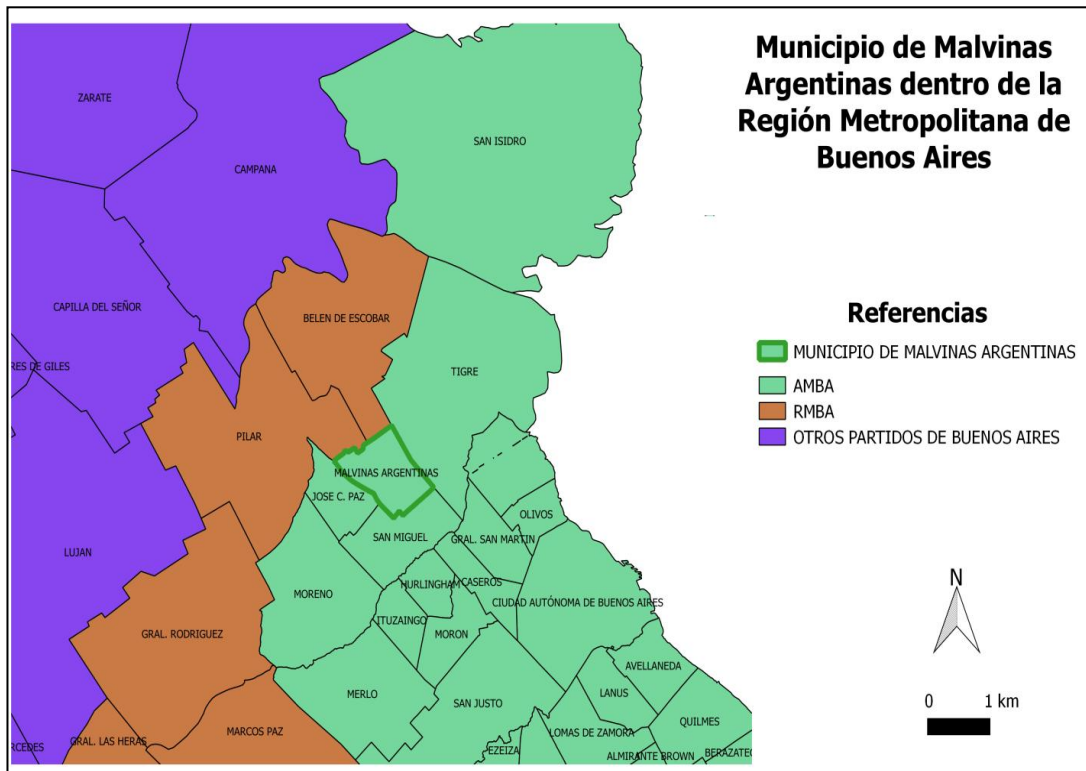


Figura 3: ubicación del municipio de Malvinas Argentinas en la RMBA. Fuente: elaboración propia en base a datos de INDEC y otras fuentes.



Figura 4: localidades del Municipio de Malvinas Argentinas. Fuente: elaboración propia.

La cuenca del Arroyo Claro forma parte de la cuenca del Río Luján, comprende una superficie de aproximadamente 4000 hectáreas y abarca los Municipios de José C. Paz, Malvinas Argentinas, Escobar y Tigre (Fig. 5).

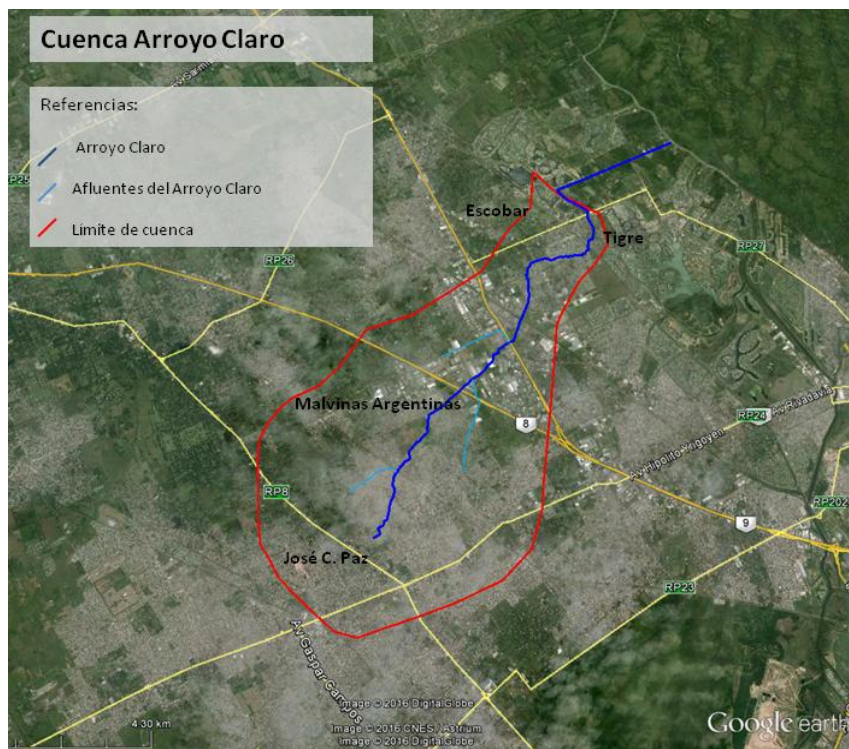


Figura 5: cuenca del Arroyo Claro. Fuente: elaboración propia.

El Arroyo Claro nace en el partido de José C. Paz recorre entubado unos 4,2 km y se interna a cielo abierto en Malvinas Argentinas. El Arroyo presenta bajo caudal y lenta velocidad, determinada por una topografía de pendiente suave (Municipalidad de Tigre), dentro del Municipio de Malvinas sus dos afluentes principales son el Arroyo Cuzco y el Arroyo Albuera y atraviesa las localidades de El Triángulo, Tortuguitas y Los Polvorines. Otras cuencas que se destacan en el municipio, por su superficie, son las cuencas de los arroyos Basualdo, Las Tunas y Darragueira (Fig.6 y 7) (Alsina y otros, 2007).

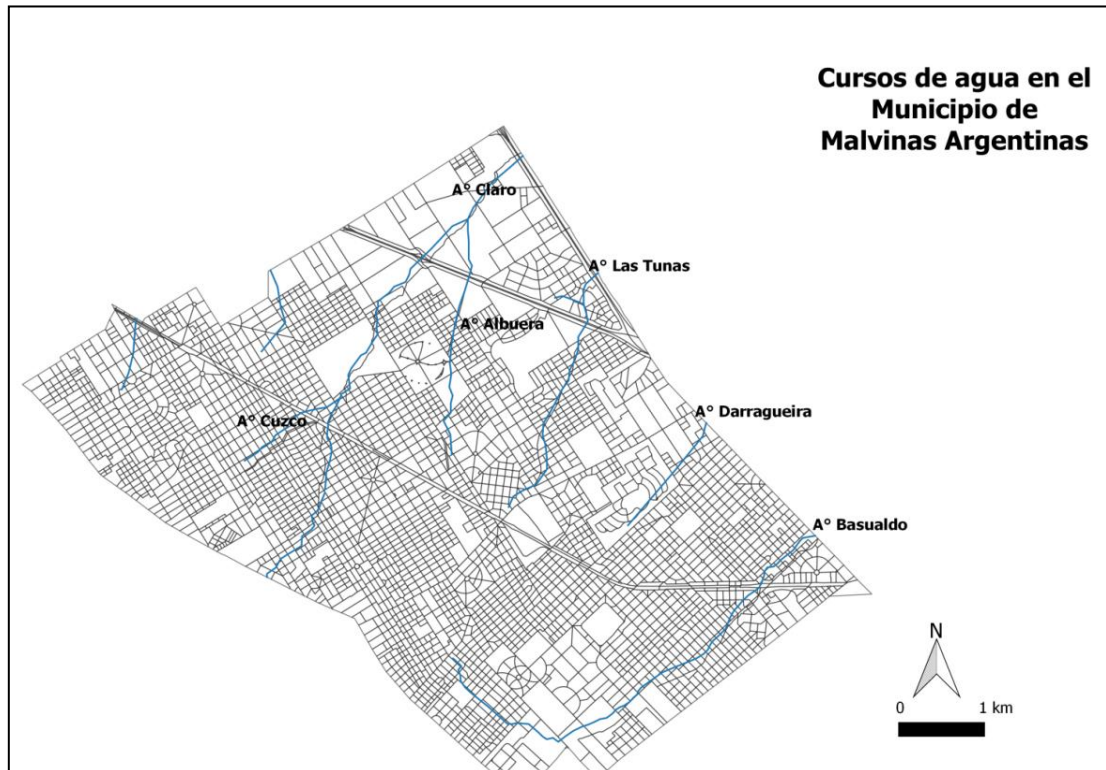


Figura 6: Cursos de agua que atraviesan el Municipio de Malvinas Argentinas. Fuente: elaboración propia.

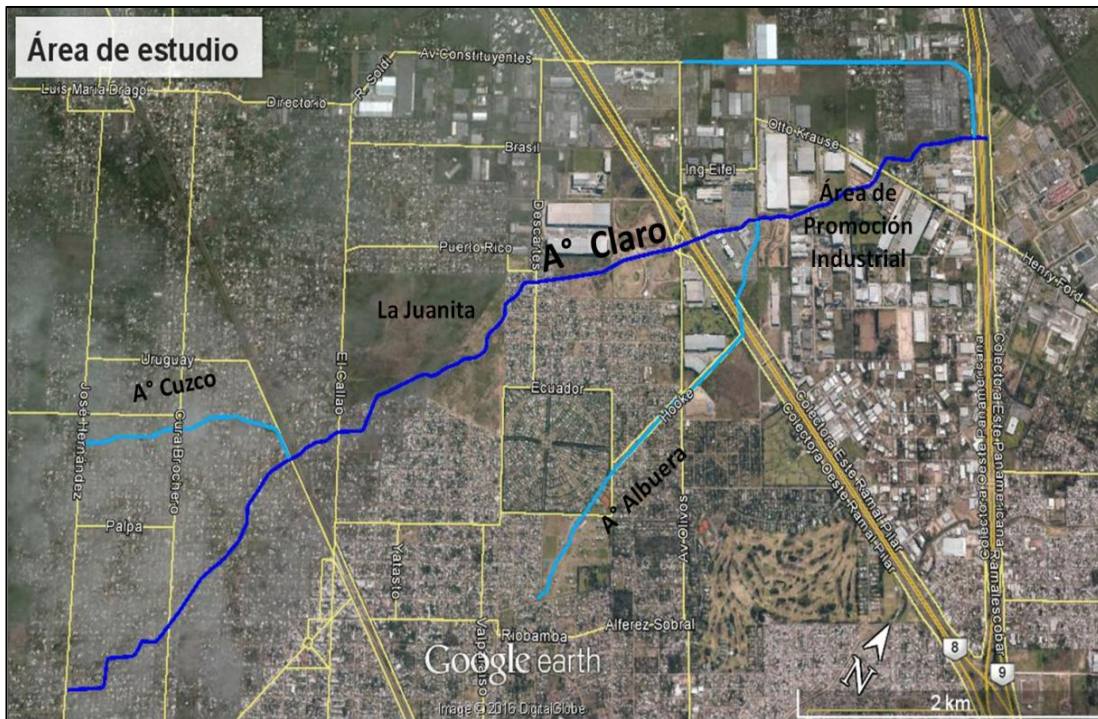


Figura 7: Área de estudio en el municipio de Malvinas Argentinas. Fuente: elaboración propia.

El clima del área de estudio se caracteriza por ser templado húmedo donde predominan los vientos húmedos provenientes del Atlántico Sur como la Sudestada y los secos y frescos del sudoeste como el Pampero (Alsina y otros, 2007). En la figura 8 se observan las precipitaciones medias mensuales para el período de 30 años comprendidos entre 1984 y 2014, donde se observa la distribución estacional de las lluvias siendo en verano donde se supera ampliamente el valor medio en un 65%. En las restantes estaciones hay déficit de lluvias, no se llega a superar el valor medio, especialmente en el invierno donde los valores de precipitación son un 36% menor al promedio (64,07 mm).

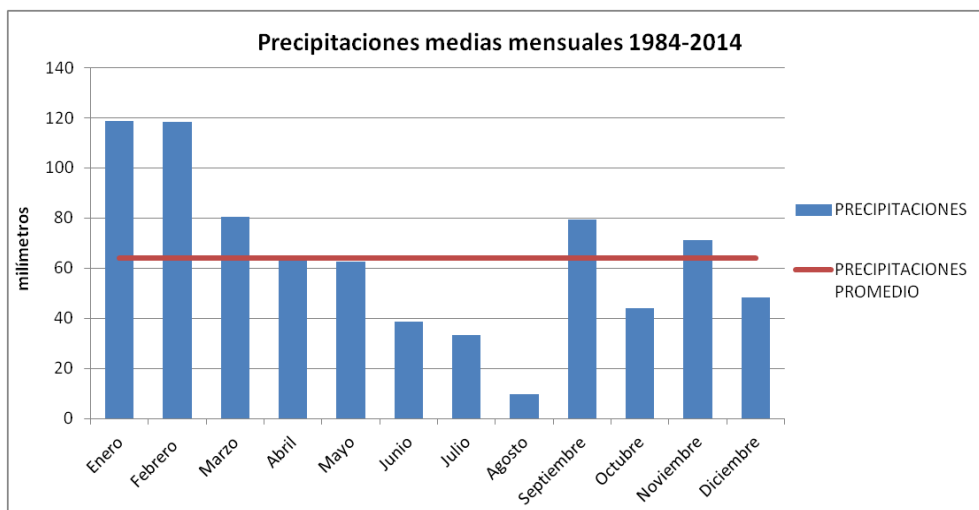


Figura 8: precipitaciones medias mensuales para la serie histórica 1984-2014. Fuente: elaboración propia en base a datos de la estación agrometeorológica INTA Castelar.



En cuanto a las temperaturas, el mes de Enero presenta el registro de mayor temperatura con 32,2°C y en Junio se presenta el menor con 4,0°C. En la figura 11 se observan los valores medios de temperatura máxima (24,2°C) y mínima (11,8°C) correspondientes a la serie de 30 años desde 1984 a 2014.

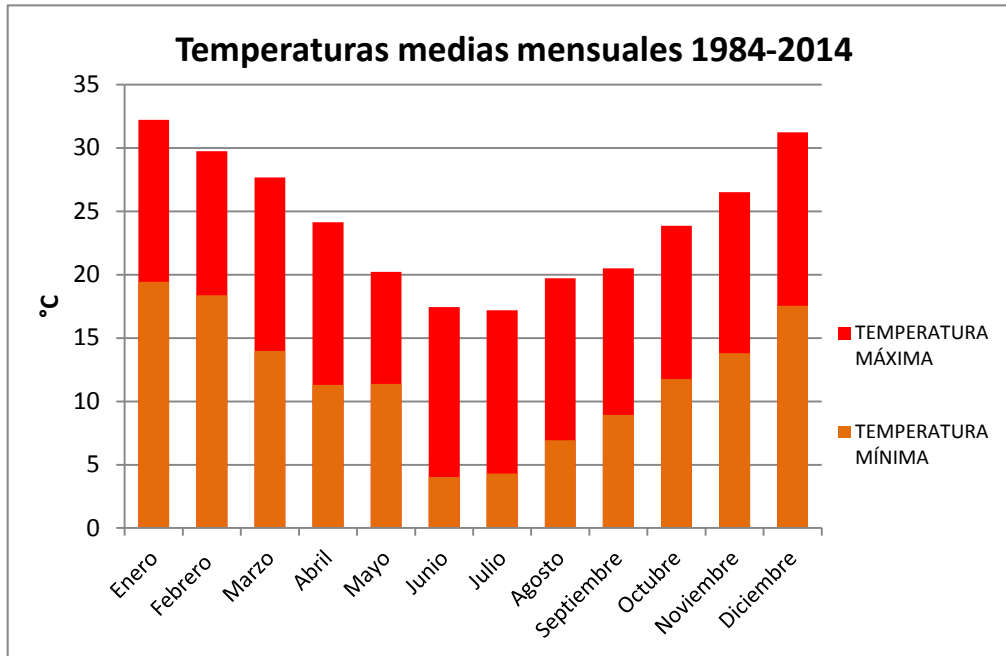


Figura 9: temperatura máxima y mínima medias mensuales para la serie 1984-2014. Fuente: elaboración propia en base a datos de la estación agrometeorológica INTA Castelar.

Del análisis se obtiene que existe coincidencia entre los períodos de mayores temperaturas con los de mayores precipitaciones, eso indicaría que durante estos meses haya mayor probabilidad de enfermedades asociadas.

### 3.1 Caracterización poblacional y territorial

El área de estudio delimitada por los 32 radios censales atravesados por el Arroyo y sus afluentes representa una superficie de 12.22km<sup>2</sup> y 42.794 habitantes (Fig.10). A continuación, en la tabla 5 se presentan los radios censales que conforman el área de influencia con información de la superficie, población y densidad poblacional de cada uno.

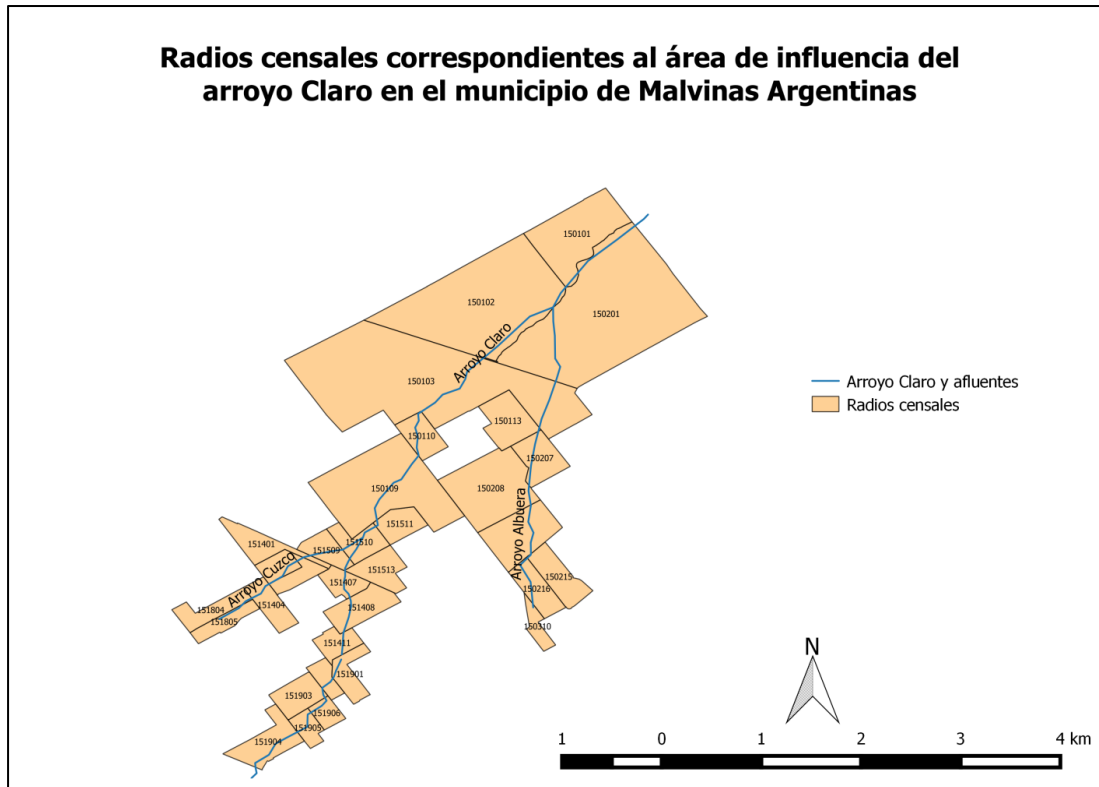


Figura 10: Radios censales del área de influencia del Arroyo Claro y sus afluentes en el municipio de Malvinas Argentinas. Fuente: elaboración propia en base a datos de INDEC 2010.

Tabla 5: Radios censales en el área de influencia del Arroyo Claro. Fuente: elaboración propia en base a datos de INDEC 2010.

Código dio censal	Población (hab)	Superficie (km <sup>2</sup> )	Densidad poblacional (hab/km <sup>2</sup> )	Código radio censal	Población (hab)	Superficie (km <sup>2</sup> )	Densidad poblacional (hab/km <sup>2</sup> )
<b>151905</b>	1219	0,093	13159,05	<b>151513</b>	1374	0,19	7386,29
<b>151906</b>	953	0,081	11707,81	<b>151510</b>	1472	0,16	9210,25
<b>151903</b>	1631	0,176	9284,27	<b>151509</b>	1239	0,14	9077,97
<b>151904</b>	1684	0,247	6825,82	<b>150201</b>	275	2,03	135,45
<b>151902</b>	1141	0,087	13149,11	<b>150102</b>	2	1,54	1,30
<b>151901</b>	1686	0,142	11892,06	<b>150113</b>	2287	0,25	9128,27
<b>151411</b>	1107	0,121	9139,30	<b>150103</b>	1899	2,26	841,94
<b>151408</b>	1787	0,224	7964,66	<b>150215</b>	1479	0,21	6943,38
<b>151805</b>	1334	0,117	11364,80	<b>150208</b>	1332	0,60	2228,25
<b>151804</b>	1604	0,153	10477,47	<b>150310</b>	1078	0,08	13286,66
<b>151404</b>	1995	0,156	12798,95	<b>150110</b>	1766	0,16	11088,38
<b>151407</b>	899	0,118	7608,10	<b>150216</b>	1207	0,18	6790,15
<b>151403</b>	1420	0,106	13333,76	<b>150210</b>	1946	0,36	5352,76
<b>151402</b>	1040	0,104	9976,55	<b>150109</b>	1046	1,01	1039,28
<b>151401</b>	1226	0,185	6609,29	<b>150101</b>	678	0,58	1165,38
<b>151511</b>	1478	0,147	10055,45	<b>150207</b>	1510	0,21	7173,58

De acuerdo al censo realizado el INDEC 2010, la población afectada por la cuenca en el Municipio de Malvinas Argentinas es de 42.794 habitantes, de los cuales un 63% se encuentra en condición laboral activa, el 31% en condición inactiva y el 6% desocupado (Fig. 11). El porcentaje de población inactiva engloba la población que es económicamente inactiva, ya sean estudiantes, jubilados o se encuentren en otras situaciones (INDEC, 2010). El 49% de los habitantes manifiesta que ha recibido instrucción concluyendo el nivel primario y un 28% que manifiesta haber concluido el nivel secundario (Fig. 12).

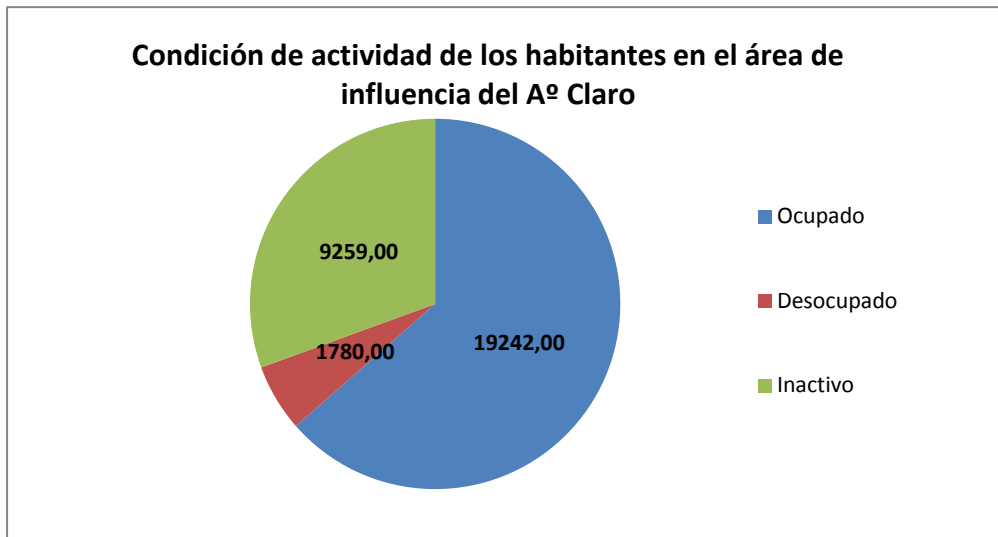


Figura 11: Condición de actividad laboral. Fuente: elaboración propia en base a datos de INDEC 2010.

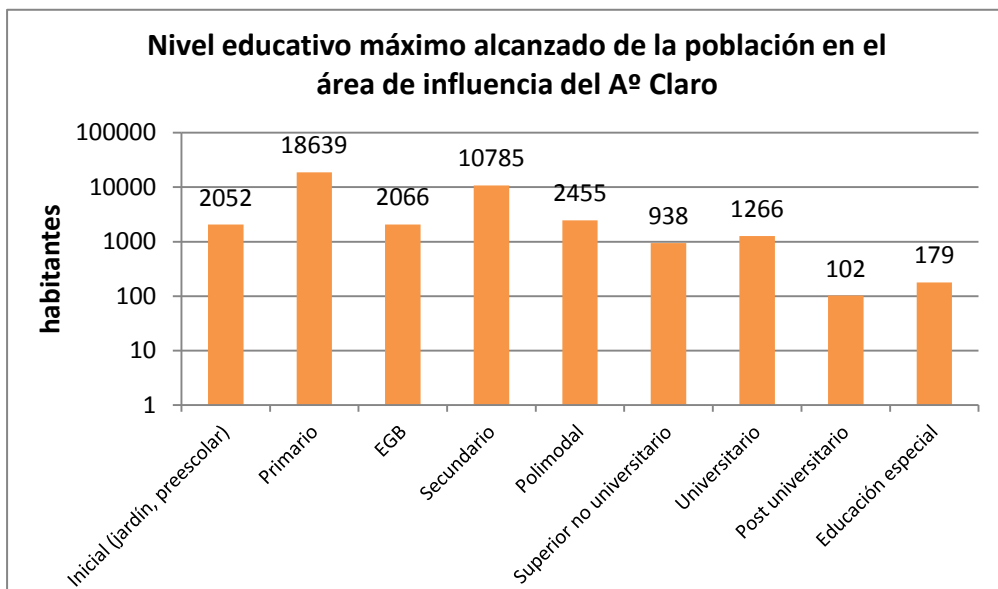


Figura 12: nivel educativo máximo alcanzado por la población en la cuenca del Arroyo Claro. Fuente: elaboración propia en base a datos de INDEC 2010.

Conforme al INDEC, se consideran hogares con NBI a aquellos en los cuales se encuentre presente al menos uno de los siguientes indicadores de privación:

- Hogares que habitan viviendas con más de 3 personas por cuarto (hacinamiento crítico)
- Hogares que habitan en una vivienda de tipo inconveniente (pieza de inquilinato, vivienda precaria u otro tipo)
- Hogares que habitan en viviendas que no tienen retrete o tienen retrete sin descarga de agua
- Hogares que tienen algún niño en edad escolar que no asiste a la escuela
- Hogares que tienen 4 ó más personas por miembro ocupado y en los cuales el jefe tiene bajo nivel de educación (sólo asistió dos años o menos al nivel primario).

En el área de influencia del Arroyo, se analizaron los hogares que presentan NBI por unidad de superficie por radio censal de esta manera se clasificaron en cinco niveles utilizando el método de Jenks que permite determinar categorías minimizando las variaciones internas de los cortes (Fig. 13). Según los valores de densidad de NBI (hogares con NBI/km<sup>2</sup>) muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto a cada nivel le corresponden los siguientes valores:

Muy bajo: 0-82.5 hogares con NBI/km<sup>2</sup>

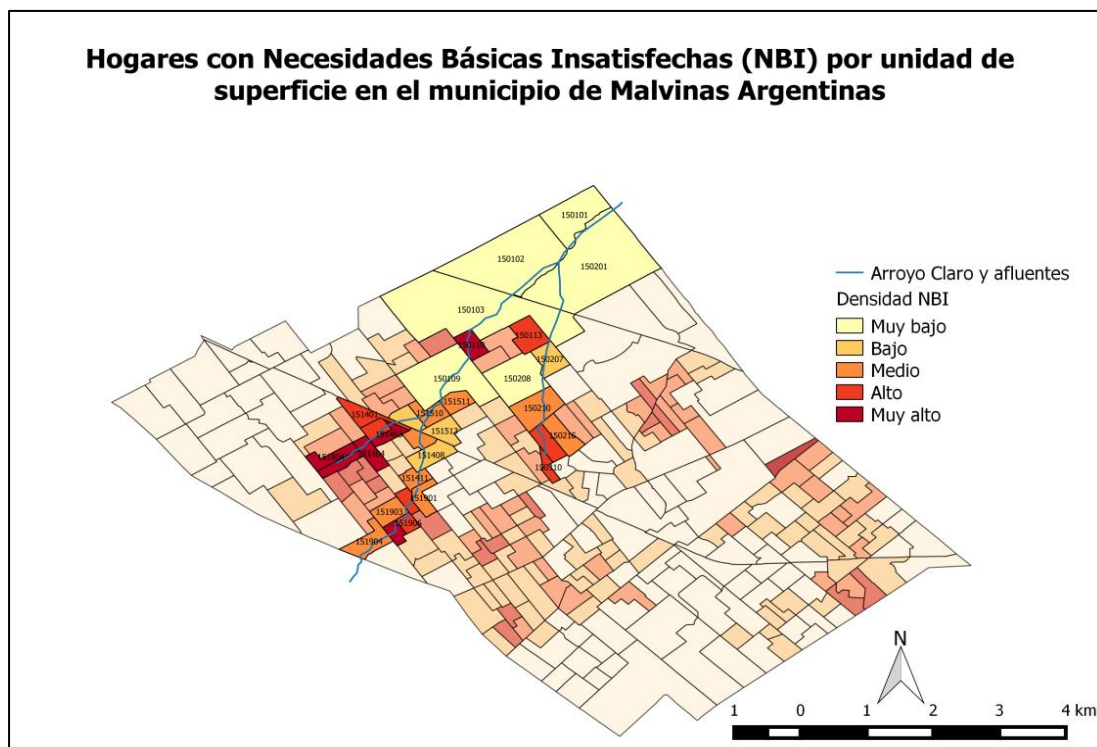
Bajo: 82.5-256.5 hogares con NBI/km<sup>2</sup>

Medio: 256.5-375.7 hogares con NBI/km<sup>2</sup>

Alto: 375.7-554.6 hogares con NBI/km<sup>2</sup>

Muy alto: 554.6-816.5 hogares con NBI/km<sup>2</sup>

De esta manera, en el área de influencia del Arroyo se determina que existe heterogeneidad en los niveles de NBI de los hogares. En el tramo correspondiente al Arroyo Cuzco, se presentan valores altos y muy altos de NBI por unidad de superficie, mientras que en el tramo correspondiente al Arroyo Claro los niveles que se presentan son entre medio y bajo. La zona industrial ubicada en El Triángulo presenta valores de NBI por superficie muy bajos, esto se debe a la baja densidad poblacional que hay en este sector del municipio. Al comparar la situación de la cuenca con el resto del partido, se determina que el 50% de los radios censales con nivel alto de NBI se encuentran ubicados en los radios que corresponden a los Arroyos Cuzco y Claro.



**Figura 13: Hogares con NBI por unidad de superficie por radio censal en el Arroyo Claro.**  
**Fuente: elaboración propia en base a datos de INDEC 2010.**

La provisión de servicios básicos y los diferentes usos del suelo, son factores que influyen en la salud, calidad de vida de la población y en el estado del ambiente. En el área de estudio se encuentran diferentes condiciones habitacionales, desde asentamientos precarios hasta urbanizaciones cerradas. La calidad de los materiales de la vivienda, es una variable que caracteriza los componentes principales de las viviendas acorde a su resistencia, solidez, aislamiento y terminación (Tabla 6).

**Tabla 6: Clasificación según calidad de los materiales. Fuente: elaboración propia en base a INDEC (2010).**

<b>Calidad de los materiales de la vivienda</b>	
La calidad de los materiales de la vivienda hace referencia a la calidad de los materiales con los que están construidas las viviendas, se evalúan y categorizan según su solidez, resistencia, capacidad de aislamiento y terminación	
<b>Calidad I (CALMAT I)</b>	La vivienda presenta materiales resistentes y sólidos tanto en el piso como en el techo; presenta cielorraso.
<b>Calidad II (CALMAT II)</b>	La vivienda presenta materiales resistentes sólidos tanto en pisos como en el techo y techos sin cielorrasos o bien materiales de menor calidad en pisos.
<b>Calidad III (CALMAT III)</b>	La vivienda presenta materiales resistentes y sólidos en techo y pisos.
<b>Calidad IV (CALMAT IV)</b>	La vivienda presenta materiales de baja calidad en pisos y techos.

En el municipio de Malvinas Argentina, el 53% de los hogares presenta calidad de tipo I, el 30% de tipo II, el 16% de tipo III y en menor medida el 1% de los hogares presenta los materiales de menor calidad (tipo IV). En el caso de las viviendas comprendidas por la cuenca estas presentan en su mayoría, el 40% de las mismas, materiales resistentes y sólidos tanto en el piso como en el cielorraso o en el techo. Este tipo de condición, según el INDEC corresponde a la calidad de materiales de tipo I y II respectivamente. En menor porcentaje, el 23% y 3% de las viviendas, presentan materiales poco resistentes o de baja calidad respectivamente y esto es algo observado en algunas viviendas ubicadas en el margen del Arroyo (Fig.14).

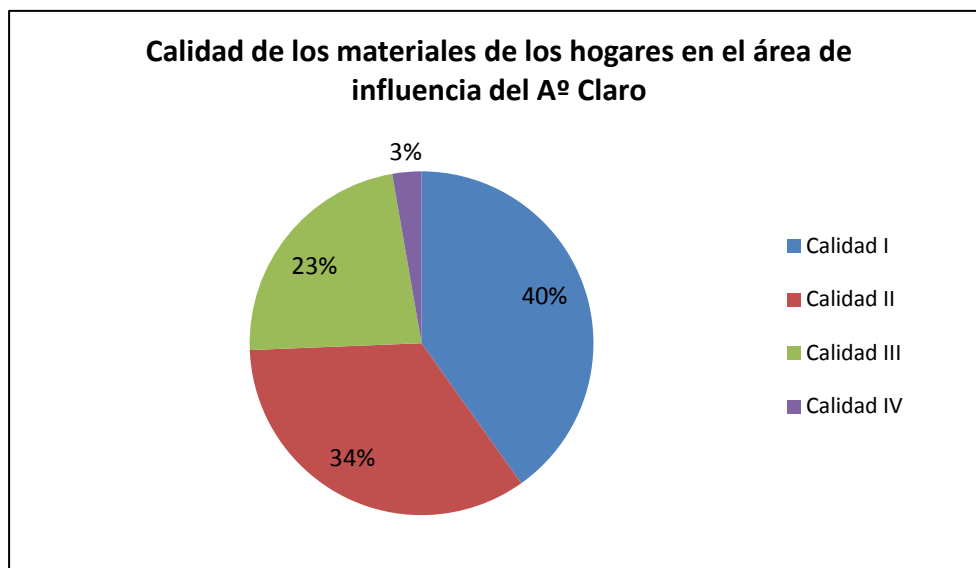


Figura 14: calidad de los materiales de las viviendas afectadas por el Arroyo Claro.  
Fuente: elaboración propia en base a datos de INDEC 2010.

En relación a las formas de acceso al agua, provisión de agua corriente y cloacas, aspectos de interés para el presente trabajo, el municipio presenta un bajo porcentaje de hogares con abastecimiento de servicios de saneamiento como el acceso a agua de red y la provisión de desagües cloacales (Fig. 15). Según datos del censo nacional 2010, un 10.8% de los hogares del municipio poseen agua proveniente de red pública y solo un 2.1% de los hogares tienen desagüe al sistema de red de cloacas (Fig.16).

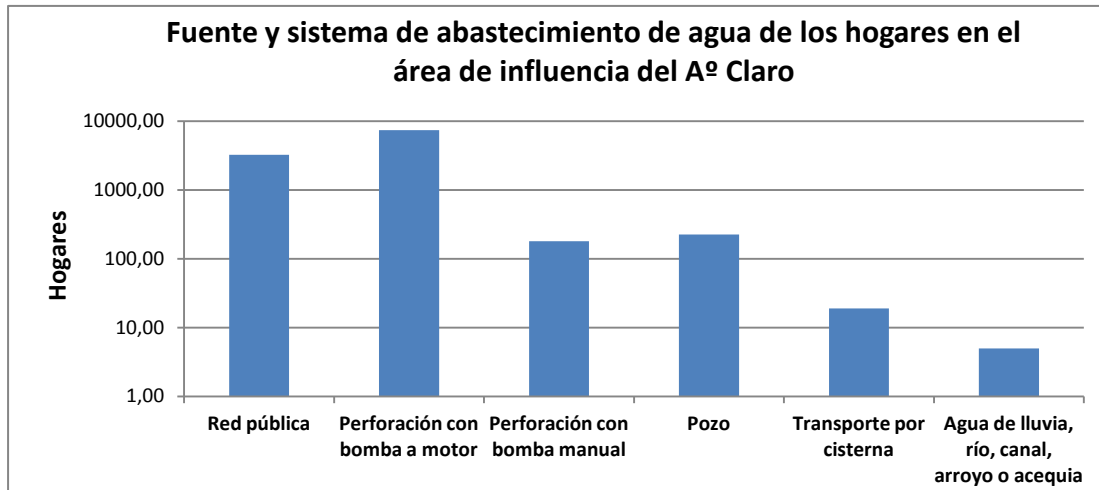


Figura 15: formas de abastecimiento de agua en el área de estudio. Fuente: elaboración propia en base a datos de INDEC 2010.

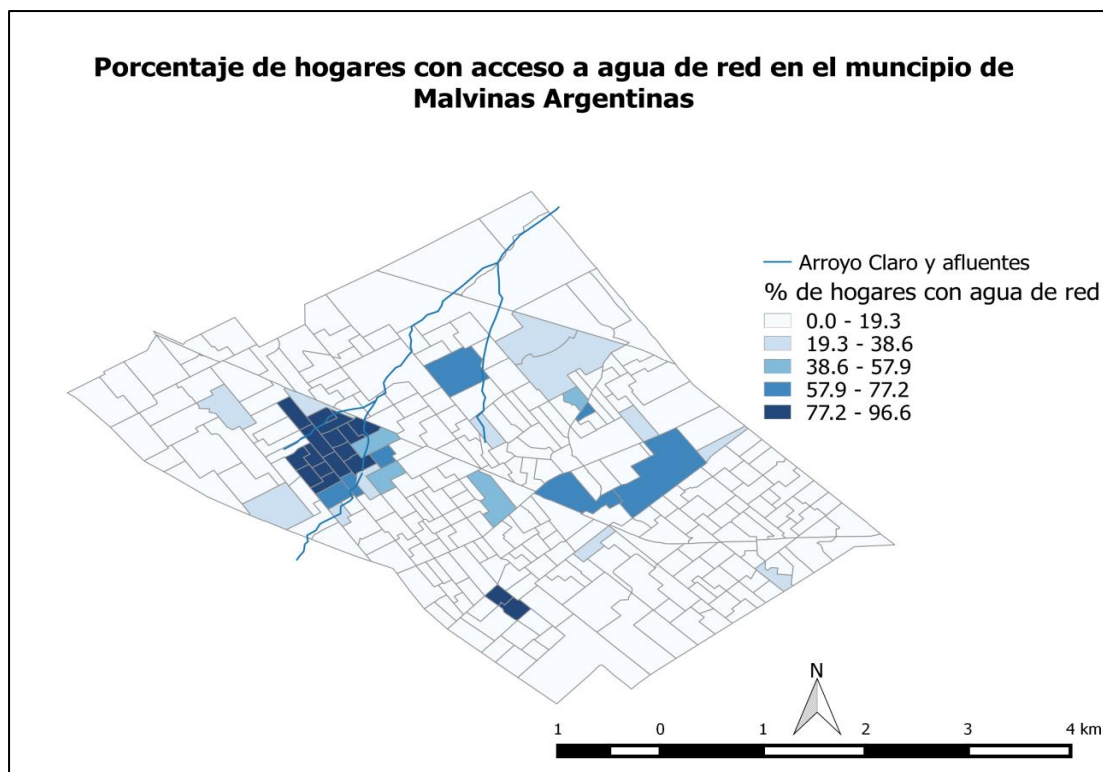


Figura 16: porcentaje de hogares con acceso a agua de red en el Municipio de Malvinas Argentinas. Fuente: elaboración propia en base a INDEC (2010).

Con respecto a la configuración urbana, los usos predominantes en el área de estudio son de tipo urbano, urbano cerrado, industrial y comercial. Las industrias se encuentran concentradas en el área de promoción industrial “El Triángulo”, ubicada entre los dos ramales de la ruta Panamericana y otras se encuentran dispersas en zonas residenciales. Las principales industrias realizan sus actividades dentro de los rubros de construcción, metalúrgica, química, alimenticia, plástica, maderera, gráfica y automotriz (Alsina y otros, 2007).



### 3.2 Industrias: Área de Promoción Industrial El Triángulo y Parque Industrial Privado de Tortuguitas

Las industrias están ubicadas dentro del área de promoción industrial conocida como “El triángulo” y el Parque Industrial Privado de Tortuguitas. Estos se encuentran en el área delimitada por los ramales a Pilar y Escobar de la Autopista del Sol y la calle Constituyentes, por lo que su localización es estratégica en cuanto a la accesibilidad. En ella predominan las industrias de tercera y segunda categoría y en menor medida las de primera. Las actividades predominantes corresponden a la metalúrgica, química, construcción y depósitos de mercadería. Las industrias de primera categoría, que realizan actividades de carpintería, venta de artículos de zinguería o elaboración de productos alimenticios, se encuentran dispersas en las zonas residenciales y dentro del área de promoción industrial (Fig. 17) (ANEXO III).

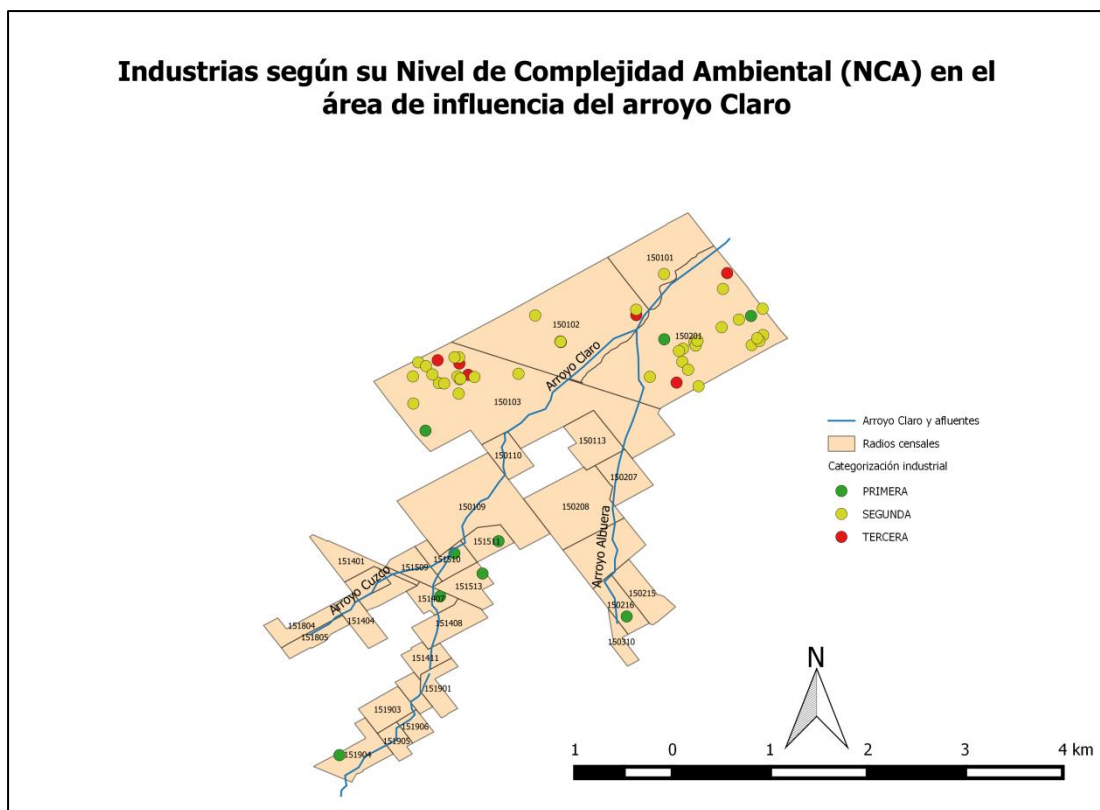


Figura 17: Industrias en el área de influencia del Arroyo Claro según su nivel de complejidad ambiental (NCA). Fuente: elaboración propia en base a datos de IDE-Conurbano y Diagnóstico Ambiental 2011.

### 3.3 Campo La Juanita

El campo “La Juanita” es un predio vacante de aproximadamente 78 hectáreas delimitado por las calles El Callao, Canadá, Patricias Mendocinas y Fray Bolaños. Este predio es utilizado por diferentes actores donde se depositan escombros, residuos domiciliarios, restos de poda, automóviles en desuso y funcionó una tosquera (Agencia Popular de Comunicación, 2014). El lugar presenta varios aspectos negativos para la población cercana; principalmente es un sitio problemático para la salud de la comunidad ya que es un punto atrayente de diversos vectores de enfermedades como mosquitos, ratas y cucarachas (Fig. 18). Debido a la acumulación de residuos y agua estancada. Entre los problemas de salud detectados, los vecinos más próximos al predio mencionan irritación en las mucosas, problemas respiratorios y dermatitis provocadas por la quema de los residuos allí presentes (testimonio aportado por una vecina del Campo La Juanita, 2015).

A pesar de los esfuerzos por recuperar este espacio, ya que en él se han realizado obras de reforestación y recuperación de este espacio vacante como lugar recreativo, la situación ambiental es mala. En un informe preliminar (Di Pace y otros 1999) ya se advirtió de esta situación, donde se determinó que el estado del Arroyo en este predio es malo, al igual que la calidad ambiental.



**Figura 18: Arroyo Claro en el tramo que recorre el Campo La Juanita. Puede observarse la presencia de residuos y la proximidad de las viviendas al predio.**

## 4. Metodología

El presente trabajo se desarrolló en la cuenca alta/media del Arroyo Claro en el municipio de Malvinas Argentinas como se mencionó previamente. Este tramo tiene una longitud de aproximadamente 7,7 kilómetros y atraviesa en el mismo contexto urbano predios vacantes, zonas residenciales e industriales. La metodología utilizada toma como referencia a la desarrollada por Herrero (2004) y Miño (2007) para el análisis del RHP frente a las inundaciones y a la calidad del recurso hídrico superficial, a la cual se realizaron algunas modificaciones para ser aplicable al caso de estudio del Arroyo Claro (Tabla 7). La metodología empleada consistió en trabajos de gabinete, análisis de datos censales, procesamiento de datos en SIG, generación de mapas, trabajos de campo y análisis en laboratorio.



Figura 19: resumen de las etapas de la metodología empleada. Fuente: elaboración propia.

Las fuentes de información consultadas para el desarrollo de la metodología fueron las siguientes:

- Datos del Censo de población y hogares realizado por INDEC en 2010 a nivel radio censal.
- Datos climatológicos de la estación agrometeorológica INTA Castelar (serie 1984-2014) por la cercanía al área de estudio.
- Muestro de agua superficial del Arroyo Claro durante los meses de mayo a diciembre 2014.
- Análisis cartográfico a partir de imágenes satelitales y curvas de nivel del área de influencia.

**Tabla 7: variables utilizadas para la determinación del RHP en relación a las inundaciones y las modificaciones realizadas para el análisis en el Arroyo Claro.**

	<b>Riesgo hídrico poblacional Inundaciones (Herrero, 2004)</b>	<b>Riesgo hídrico poblacional Inundaciones (Miño, 2007)</b>	<b>Modificaciones realizadas en el presente trabajo</b>
<b>Unidad de análisis</b>	Subcuencas	Fracción censal	<b>Radio censal</b>
<b>Componentes vulnerabilidad social</b>	Densidad poblacional	Densidad poblacional	Densidad poblacional
	NBI	NBI	<b>Densidad de NBI</b>
		Edad	Edad
		Índice de Privación Material de los Hogares (IPMH)	<b>Calidad de los materiales (CALMAT III y IV)</b>
<b>Componentes Amenazas</b>	Clima	Clima	Clima
	Topografía natural	Topografía natural	Topografía natural
	Topografía artificial	Topografía artificial	Topografía artificial
	Superficie del suelo impermeabilizada artificialmente	Superficie del suelo impermeabilizada artificialmente	Superficie del suelo impermeabilizada artificialmente
	NCA Industrias		<b>NCA Industrias</b>
	Calidad del recurso hídrico superficial		<b>Calidad del recurso hídrico superficial en base a análisis multivariado de los parámetros de calidad</b>

## 4.1 Delimitación y caracterización del área de estudio

El área de estudio, se delimitó a partir de la utilización del Sistema de Información Geográfico QGIS 2.6.0 Brighton y las capas de información de radios censales para el municipio de Malvinas Argentinas y de hidrografía para la provincia de Buenos Aires (portal de la Provincia de Buenos Aires e Instituto Geográfico Nacional respectivamente). Se seleccionaron los radios censales<sup>2</sup> correspondientes al censo 2010 (INDEC) atravesados por el Arroyo Claro y sus afluentes, el conjunto de estos radios se definió como el área de influencia del Arroyo.

Se caracterizó el área de influencia, según sus aspectos climáticos, socioeconómicos, de infraestructura y configuración urbana. La caracterización climática se realizó utilizando datos climáticos de precipitación y temperatura media anual, la caracterización socioeconómica, de infraestructura y de la configuración urbana se realizó mediante el análisis de datos censales correspondientes a la densidad de población; Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI); nivel educativo máximo alcanzado; formas de acceso al agua y eliminación de excretas; localización de industrias en el área de influencia y composición de los materiales de las viviendas.

## 4.2 Riesgo hídrico poblacional

El RHP se estimó como la interacción entre la vulnerabilidad social (VS) y la amenaza (A) como  $RHP = VS \times A$ . Se definieron como amenazas las inundaciones y la contaminación hídrica superficial, cada una posee diferentes componentes (Tabla 8) para identificar las áreas más afectadas. La unidad de análisis de las variables seleccionadas, a diferencia de Herrero (2004) y Miño (2007), es el radio censal.

Una vez definidos los componentes se determinaron cinco categorías utilizando el método de Jenks<sup>3</sup> o “natural breaks” con precisión 1 en el sistema de información geográfica QGIS, siguiendo la metodología empleada por Herrero (2004) y Miño (2007). Los componentes de VS y A tomaron valores desde el 1 al 5, siendo el valor 1 la mejor situación y 5 la peor situación de la variable en análisis. Luego, se realizó la sumatoria de cada uno, se calculó el RHP como la multiplicación entre estos y al resultado final se volvió a aplicar el método de Jenks para definir las 5 categorías correspondientes al índice. El resultado final se representó en un mapa de RHP donde se sintetizó la información trabajada.

---

<sup>2</sup> El radio censal es una división espacial en la que se agrupan aproximadamente 300 viviendas.

<sup>3</sup> El método de Jenks se utiliza para la determinación de categorías, este permite minimizar las variaciones internas de cada corte.

**Tabla 8: Componentes utilizadas para la determinación de la vulnerabilidad social y las amenazas frente a las inundaciones y contaminación hídrica superficial. Fuente: elaboración propia.**

Componentes de la vulnerabilidad social	Componentes de la amenaza inundaciones	Componentes de la amenaza contaminación hídrica superficial
Densidad poblacional	Eventos climáticos extraordinarios	Nivel de Complejidad Ambiental de las industrias
Necesidades básicas insatisfechas (NBI)	Topografía natural	Deterioro de la calidad del recurso hídrico superficial
Edad	Topografía artificial: "antropobarreras"	
Calidad de los materiales (CALMAT III y CALMAT IV)	Superficie del suelo impermeabilizada artificialmente	

#### 4.2.1 Riesgo hídrico poblacional en relación a las inundaciones

##### 4.2.1.1 Vulnerabilidad social

###### ***Componente densidad poblacional***

La densidad poblacional expresa la cantidad de habitantes por unidad de superficie, esta variable permite conocer la población afectada ante una inundación y su ubicación en el municipio. Se determinó la densidad poblacional como la relación entre la cantidad de habitantes y la superficie de los radios censales del área de influencia del Arroyo (Ecuación 2). Utilizando los datos de población por radio censal del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010 de INDEC y la superficie en km<sup>2</sup> de los radios censales correspondientes al área de influencia.

**Ecuación 2: indicador densidad de población**

$$Densidad\ poblacional = \frac{habitantes\ radio\ censal}{superficie\ radio\ censal\ (km^2)}$$

Una vez determinados los valores de densidad poblacional para cada uno de los radios censales, se aplicó el método de Jenks.

### **Componente Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI)**

La representación de esta variable permite la delimitación de la población con pobreza estructural. En este caso, los diferentes valores que asume esta variable permiten identificar población con capacidad escasa o nula para afrontar las consecuencias del fenómeno de inundación. A diferencia de Herrero (2004) y Miño (2007), en el presente trabajo se utiliza la variable denominada densidad de NBI que expresa la cantidad de hogares que presentan NBI por unidad de superficie (Ecuación 3).

**Ecuación 3: indicador densidad NBI**

$$Densidad\ NBI = \frac{hogares\ con\ NBI\ en\ el\ radio\ censal}{superficie\ radio\ censal\ (km^2)}$$

Una vez determinados los valores de densidad NBI para cada uno de los radios censales, se aplicó el método de Jenks

### **Componente edad**

Para trabajar con la variable edad, se seleccionaron los dos grupos etáreos definidos por Miño (2007) los grupos de 0-14 años y mayores a 64 años. Dado que estos dos grupos son susceptibles a sufrir de deshidratación, a los contaminantes arrastrados por las inundaciones y en particular los niños a las enfermedades transmitidas por el agua como cólera, diarrea, entre otras (Miño, 2007). El indicador de edad utilizado correspondió al porcentaje de hogares por radio censal que tienen habitantes con edades entre 0-14 y más de 64 años (Ecuación 4).

**Ecuación 4: indicador de edad**

$$Edad = \frac{(P_{0-14\ años} + P_{\geq 64\ años}) \times 100}{población\ total\ en\ el\ radio\ censal}$$

Donde:

$P_{0-14\ años}$  = población con edad entre 0 y 14 años en el radio censal

$P_{\geq 64\ años}$  = población con edad mayor e igual a 64 años en el radio censal

Una vez determinados los valores del indicador de edad para cada uno de los radios censales, se aplicó el método de Jenks.

### **Componente calidad de los materiales (CALMAT)**

Esta variable permite ver cuál es la población que sufre un mayor impacto en sus pérdidas materiales dada la calidad de los materiales que presentan en sus hogares y la capacidad de los mismos de afrontar el efecto del fenómeno analizado.

En este caso, se trabajó con los datos de CALMAT III y IV ya que reflejan la presencia de materiales de inferior calidad en la conformación de las viviendas. Por lo que el impacto del fenómeno de inundación representa un mayor impacto en estos hogares dada la baja resistencia en los materiales que los componen. El indicador CALMAT expresa el porcentaje de hogares que presentan calidad de sus materiales en la categoría III y IV (Ecuación 5).

**Ecuación 5: indicador de calidad de los materiales**

$$CALMAT (III o IV) = \frac{\text{hogares CALMAT (III o IV) en el radio censal} \times 100}{\text{cantidad total de hogares en el radio censal}}$$

Determinados los valores de los indicadores CALMAT III y IV para cada uno de los radios censales del área de influencia. Cada uno de los indicadores previamente desarrollados fue representado en un mapa utilizando el programa QGIS, donde los valores 1 a 5 se simbolizaron mediante diferentes colores.

### **Índice vulnerabilidad social frente a las inundaciones**

La vulnerabilidad social se determinó a partir de la adición de los diferentes índices elaborados, utilizando la ecuación 6. Luego de realizar esta operación, se calculó finalmente el índice de VS aplicando nuevamente el método de Jenks y se obtuvo el índice de vulnerabilidad social que toma, al igual que los índices anteriores, valores de 1 a 5 donde 1 corresponde a la situación menos vulnerable y 5 a la de mayor vulnerabilidad.

**Ecuación 6: Vulnerabilidad social en relación a las inundaciones**

$$VS \text{ inundaciones} = VS_{\text{densidad poblacional}} + VS_{NBI} + VS_{\text{edad}} + VS_{CALMAT}$$

Los resultados obtenidos se sintetizaron en un mapa utilizando el programa QGIS representando los 5 valores que adopta el índice Jenks mediante una escala de colores donde los colores más claros corresponden a la situación menos vulnerable y los más oscuros a la de mayor vulnerabilidad.



#### 4.2.1.2 Amenaza inundaciones

##### **Componente eventos climáticos extraordinarios**

El análisis climatológico y el balance hídrico se desarrollaron utilizando el método de Thornthwaite y Mather (1957). Para realizar los cálculos se utilizaron datos de precipitación mensual y temperatura media mensual para una serie de treinta años (1984-2014) de la estación agrometeorológica INTA Castelar con latitud: -34.605; longitud: -58.671; altura 22 metros y tipo de suelo franco limoso.

La clasificación climática se realizó con el cálculo de los índices de aridez, humedad e hídrico siguiendo las siguientes ecuaciones:

**Ecuación 7: cálculo para la determinación del índice de aridez**

$$\text{Índice de aridez (Ia)}: \frac{100 \times \text{déficit de agua}}{EVTP}$$

**Ecuación 8: cálculo para la determinación del índice de humedad**

$$\text{Índice de humedad (Ih)}: \frac{100 \times \text{exceso de agua}}{EVTP}$$

**Ecuación 9: cálculo para la determinación del índice hídrico**

$$\text{Índice hídrico (Im)} = 1Ih - (0.6 \times Ia)$$

##### **Componente topografía natural**

El análisis de la topografía natural da información sobre la elevación y pendiente del terreno, factores que influyen directamente en el escurrimiento del agua. Para el estudio de la topografía natural se realizó un Modelo Digital de Elevación (MDE) a partir de un archivo raster correspondiente a la Región Metropolitana de Buenos Aires. Luego, se realizó un análisis de la pendiente utilizando la herramienta análisis del terreno del programa QGIS. En este caso particular de estudio, la pendiente se despreció dado su bajo valor y el índice de topografía natural fue determinado por el estudio de las curvas de nivel del terreno. Este se realizó en base a los límites topográficos, definidos siguiendo las curvas de nivel, de la cuenca y de las subcuencas que conforman la cuenca hidrográfica del Río Matanza-Riachuelo (CMR). Los mismos se trazaron sobre la base de las cartas topográficas del Instituto Geográfico Militar (IGM) a escala 1:50.000 denominadas: Ciudad de Buenos Aires, 3557-7-3; Lanús, 3557-13-1; Empalme San Vicente, 3557-13-3; Campo de Mayo, 3560-12-4; Lozano, 3560-17-4; Marcos Paz, 3560-18-1; Aeropuerto Ezeiza, 3560-18-2; General Las Heras, 3560-18-3; Ezeiza, 3560-18-4; Cañuelas, 3560-24-1 y Estancia La Cabaña, 3560-24-2; correspondientes a relevamientos efectuados en el período comprendido entre los años 1907-1962.

El indicador de topografía natural consideró cada una de las curvas de nivel que atraviesa los radios censales del área de influencia y la superficie comprometida en cada uno. La ecuación 10 expresa el algoritmo para el cálculo del indicador.

**Ecuación 10: indicador de topografía natural**

$$Topografía\ natural = \sum_{n=32}^i \frac{curva\ de\ nivel_i \times superficie\ curva\ de\ nivel_i}{superficie\ total\ radio\ censal\ n}$$

Una vez determinado el índice de topografía natural, a estos valores se aplicó el análisis por método de Jenks y se establecieron los 5 rangos correspondientes al índice.

### **Componente topografía artificial: “antropobarreras”**

La topografía artificial, hace referencia a aquellas construcciones que han modificado el terreno natural. Las autoras Herrero (2004) y Miño (2007) denominan este tipo de neofomas como “antropobarreras”. Entre estas, se pueden encontrar las vías de comunicación como las autopistas, rutas, calles, vías de ferrocarril o construcciones, como emprendimientos inmobiliarios, que hayan requerido de la elevación del terreno como suele suceder con los barrios privados y centros comerciales. Este tipo de modificaciones interrumpe el escurrimiento natural del agua y contribuye a la afectación de las inundaciones en esas zonas. A partir de las salidas a campo, testimonios de vecinos y el análisis de imágenes satelitales mediante el programa Google Earth, se identificaron las barreras artificiales que, en este caso, coinciden con las principales vías de acceso y comunicación del municipio. Los dos factores que intervienen en el análisis de la topografía artificial son la elevación y la orientación de las barreras artificiales identificadas que afectan directamente al escurrimiento de las aguas.

La elevación de las barreras artificiales identificadas se ponderó con los valores 1, 3 y 5 según las siguientes situaciones:

- 1= barreras artificiales elevadas hasta 1 metro respecto del terreno
- 3= barreras artificiales mayores a 1 metro y menores a 1.5 metros respecto del terreno
- 5= barreras artificiales superiores a 1.5 metros y con diferencias negativas respecto del terreno

El coeficiente de elevación se calculó mediante la sumatoria de la cantidad de barreras en el radio censal multiplicadas por su valor de clasificación. Luego, se estableció un nuevo coeficiente correspondiente a la orientación de la barrera respecto al curso de agua. Según la orientación, se establecieron los coeficientes:

- 1= todas las barreras tienen orientación paralela al curso de agua
- 2= situación intermedia que corresponde a barreras con orientación oblicua a los cursos de agua
- 5= todas las barreras tienen orientación perpendicular al curso de agua

Finalmente, se determinó el indicador antropobarrera donde se multiplicaron los coeficientes de elevación y escorrentía y luego se aplicó el método de Jenks para determinar los rangos del mismo. Al igual que las variables analizadas previamente, se establecieron 5 rangos de valores por el método de Jenks donde el valor 1 representa la situación más favorable y el 5 la peor situación.

**Ecuación 11: algoritmo para el cálculo del indicador de topografía artificial “antropobarreras”**

$$\text{Antropobarreras} = \text{coeficiente elevación} \times \text{coeficiente escorrentía}$$

### **Componente superficie del suelo impermeabilizada artificialmente**

El crecimiento urbano, entre sus modificaciones a los sistemas naturales, produce un aumento de las zonas impermeabilizadas impidiendo que el agua infiltre y pueda absorberse en el suelo. Para la determinación de la superficie impermeabilizada, se tuvieron en cuenta los diferentes usos del suelo. A partir del análisis de imágenes satelitales utilizando el programa Google Earth y con lo observado durante las salidas de campo, se identificaron los diferentes usos del suelo: comercial, industrial, residencial, espacios verdes y vacantes y barrios cerrados. De esta manera, se determinó en cada radio censal la superficie afectada por cada uso y luego el porcentaje del mismo. Una vez establecidos estos valores, se crearon tres grupos de acuerdo a los usos identificados donde a cada uno se les asignó un valor de ponderación como resultado de la combinación con la densidad de población existente en el radio censal (se utilizaron los valores de densidad poblacional presentados en el apartado 4.3.1.1).

#### Categorías

**5=** Alta densidad: comprende el uso industrial, comercial y administrativo. Se tuvo en cuenta a los estacionamientos, calles, techos, edificaciones, etc. combinados con valores de densidad de población altos y muy altos.

**3=** Media densidad: Urbanizaciones cerradas, uso residencial y comercial combinado con valores de densidad de población medio.

**1=** Baja densidad: Espacios verdes o espacios vacantes, zonas rurales, reservas urbanas, etc. combinados con valores de densidad de población muy bajo y bajo.

Una vez determinados los usos del suelo, se calculó el porcentaje de los mismos dentro de cada radio censal. Para establecer el índice de impermeabilización (Ecuación 12) se realizó previamente la suma de cada uso por su ponderación y luego se aplicó la categorización utilizando el método de Jenks.

**Ecuación 12: determinación de la variable impermeabilización**

$$\text{Impermeabilización} = \sum \text{Categoría} \times \% \text{ de uso}$$

Los resultados obtenidos se sintetizaron en un mapa utilizando el programa QGIS representando los 5 valores que adopta el índice mediante una escala de colores donde los colores más claros corresponden a la situación de menor amenaza y los más oscuros a la de mayor amenaza.

**Índice amenaza inundaciones**

La amenaza frente a las inundaciones se calculó como la suma de los diferentes índices elaborados utilizando la ecuación 13. Luego de esto, se determinó el índice de A aplicando el método de Jenks y se establecieron los cinco rangos del mismo. El índice, al igual que VS, toma valores de 1 a 5 donde 1 corresponde a la situación de menor amenaza y 5 a la de mayor. Finalmente, se representó en un mapa de amenaza representando los valores del índice en una escala de colores donde los colores más claros corresponden a menor amenaza y el más oscuro mayor.

**Ecuación 13: determinación de la amenaza frente a las inundaciones**

$$\text{Amenaza (inundaciones)} = \text{Topografía natural} + \text{Antropobarreras} + \text{Impermeabilización}$$

El riesgo hídrico poblacional se calculó como la multiplicación entre VS y A, los valores obtenidos se clasificaron en cinco categorías utilizando el método de Jenks con precisión igual a 1.

**Ecuación: 14 determinación del RHP**

$$RHP_{\text{inundaciones}} = VS \times A$$

Como producto final se realizó el mapa de riesgo hídrico poblacional, donde se representó con una escala de colores los valores adoptados por el RHP.

## **4.2.2 Riesgo hídrico poblacional en relación a la contaminación hídrica superficial**

Las variables de amenaza en este caso, corresponden a los parámetros de calidad del recurso y a la localización de las industrias según su Nivel de Complejidad Ambiental. A continuación se explica la metodología para la determinación de los índices involucrados.

### **4.2.2.1 Vulnerabilidad social en relación al recurso hídrico superficial**

Conforme la metodología desarrollada por Herrero (2004), para llevar a cabo este objetivo, la población más vulnerable es aquella que se determinó de mayor riesgo en el análisis de las inundaciones.

### **4.2.2.2 Amenaza contaminación hídrica superficial**

#### ***Componente industrias según Nivel de Complejidad Ambiental (NCA)***

Para establecer la amenaza por las industrias, se seleccionaron las industrias localizadas en el área de influencia del Arroyo según su Nivel de Complejidad Ambiental (NCA). La ley provincial 11.459 de radicación industrial establece en su artículo 15 los criterios para la clasificación industrial.

- Primera categoría: incluye a aquellos establecimientos que se consideran inocuos porque su funcionamiento no constituye riesgo o molestia a la seguridad, salubridad e higiene de la población, ni ocasiona daños a sus bienes materiales ni al medio ambiente.
- Segunda categoría: incluye a aquellos establecimientos que se consideran incómodos porque su funcionamiento constituye una molestia para la salubridad e higiene de la población u ocasiona daños graves a los bienes y al medio ambiente.
- Tercera categoría: incluye a aquellos establecimientos que se consideran peligrosos porque su funcionamiento constituye un riesgo para la seguridad, salubridad e higiene de la población u ocasiona daños graves a los bienes y al medio ambiente.

De acuerdo al decreto reglamentario N° 1741/96, el NCA se determina por la siguiente ecuación:

**Ecuación 15: algoritmo para el cálculo del NCA**

$$NCA = Ru + ER + Ri + Di + Lo$$

Donde:

**Ru:** rubro incluye la índole de las materias primas, de los materiales que manipulen, elaboren o almacenen, y el proceso que desarrollen.

**ER:** calidad de los efluentes y residuos que genere.

**Ri:** riesgos potenciales de la actividad: incendio, explosión, químico, acústico y por aparatos a presión que puedan afectar a la población o al medio ambiente circundante.

**Di:** dimensión del emprendimiento, considerando la dotación de personal, la potencia instalada y la superficie.

**Lo:** la localización de la empresa teniendo en cuenta la zonificación municipal y la infraestructura que posee.

De acuerdo a los valores de NCA, las industrias se clasifican en:

- Primera categoría: hasta 11 puntos.
- Segunda categoría: más de 11 y hasta 25 puntos.
- Tercera categoría: mayor de 25 puntos.

La determinación de la amenaza según NCA de las industrias presentes en el área de influencia del Arroyo Claro y sus afluentes, se determinó considerando la ecuación 16.

**Ecuación 16: amenaza por industrias según su NCA**

$$Industrias\ NCA = Subtotal\ 1 + Subtotal\ 2 + Subtotal\ 3$$

Donde:

Subtotal 1 = N° establecimientos 1° categoría X 1

Subtotal 2 = N° establecimientos 2° categoría X 2

Subtotal 3 = N° establecimientos 3° categoría X 3

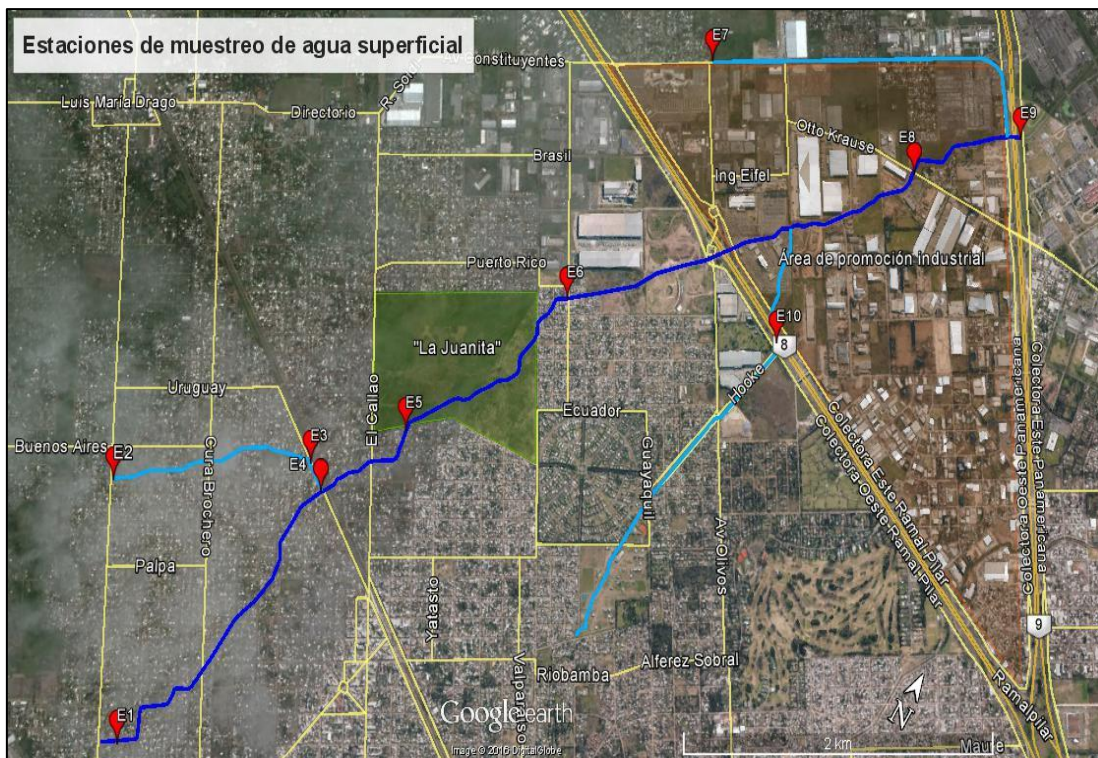
Al resultado de la adición de los diferentes subtotales se aplica el método de Jenks obteniendo cinco rangos de valores para el índice de amenaza por NCA. Los resultados obtenidos, se representaron en un mapa con una escala de colores que representaban los 5 valores que adopta el índice.

### **Componente deterioro de la calidad del recurso hídrico superficial**

Para la determinación de la calidad de agua y estado del recurso se tomaron muestras de agua superficial de 10 estaciones de muestreo, ubicadas en el canal principal del Arroyo Claro y en sus afluentes los arroyos Cuzco, Albuera y Constituyentes (tabla 9 y Fig. 4). Cada una de las estaciones se ubicó según los siguientes criterios: ingreso al municipio, cabeceras, confluencias y cambios de uso del suelo (zonas residenciales, espacios vacantes e industriales). De esta manera, se caracterizó la calidad del agua del Arroyo cuando ingresa al municipio, una vez que lo atraviesa y cuando lo abandona. Se realizó un diagnóstico general del Arroyo que permitió identificar las diferentes fuentes de contaminación para intervenir sobre esto.

**Tabla 9: ubicación y coordenadas geográficas de las estaciones de muestreo de agua superficial.**

Estación	Ubicación	Criterio de ubicación	Coordenadas geográficas	
			S	W
E1	A° Claro y Hernández	Ingreso al municipio.	34°29'53.7"	58°44'17.0"
E2	A° Cuzco y Hernández	Afluente del Arroyo Claro. Zona residencial.	34°29'16.5"	58°44'50.8"
E3	A° Cuzco y Seguí	Afluente del Arroyo Claro. Zona residencial.	34°28'51.18"	58°44'09.7"
E4	A° Claro y Seguí	Afluente del Arroyo Claro. Zona residencial.	34°28'54.2"	58°44'03.9"
E5	A° Claro y 9 de Marzo	Espacio verde vacante Campo La Juanita	34°28'35.0"	58°43'52.9"
E6	Canadá y Descartes	Previo al ingreso en la zona industrial del municipio.	34°27'55.8"	58°43'33.2"
E7	Centenario y Constituyentes	Zona industrial y residencial.	34°26'59.7"	58°43'29.9"
E8	A° Claro y Krause	Zona industrial.	34°26'54.0"	58°42'30.3"
E9	A° Claro y Colectora Escobar	Egreso de la zona industrial.	34°26'37.5"	58°42'13.3"
E10	A° Albuera y Ramal Pilar	Afluente del Arroyo Claro, previo al ingreso en la zona industrial del municipio.	34°27'37.96"	58°42'41.33"



**Figura 20: Estaciones de muestreo en el Municipio de Malvinas Argentinas. Fuente: elaboración propia.**

Las muestras de agua superficial se tomaron con una frecuencia mensual entre los meses de Junio 2014 y Diciembre 2014. Utilizando sondas multiparamétricas se midió in-situ: conductividad ( $\mu\text{S/m}$ ), temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), sólidos totales disueltos (ppm), salinidad (ppm), pH, oxígeno disuelto ( $\text{mg/l}$ ) y transparencia con disco de Secchi (cm). Las muestras se recogieron en dos frascos de polietileno esterilizados con una capacidad de 500 ml cada uno, se conservaron en frío a una temperatura de  $4^{\circ}\text{C}$  y oscuridad, para su posterior análisis en el laboratorio (ANEXO IV). Los análisis se separaron en dos bloques: uno de análisis físico-químicos y el otro de análisis bacteriológicos (Tabla 10). Las muestras de agua subterránea se colectaron en recipientes plásticos esterilizados de 250 ml. Se preservaron inmediatamente luego de la recolección a  $4^{\circ}\text{C}$  en oscuridad durante su transporte al laboratorio y se analizaron en el día mediante siembra en Petrifilm (6404) para la determinación de unidades formadoras de colonias de *Escherichia coli* y coliformes totales. Todas las muestras se analizaron en el Laboratorio de Ecología del Área de Ecología de UNGS.



Tabla 10: Parámetros analizados para la calidad de agua superficial. Fuente: elaboración propia

Análisis realizados en laboratorio para calidad de agua superficial	
Parámetro	Método
<i>Escherichia coli</i> (UFC/ml)	Recuento en placa
Coliformes totales (UFC/ml)	Recuento en placa
Sólidos totales disueltos (STD) (ppm)	Standard Methods 2540 B -secado en estufa hasta constancia de masa
Tensioactivos (mg/l)	Hach 8028 - violeta cristal
Nitrato (mg/l)	Hach 8039 - determinación por reducción de cadmio
Nitrógeno amoniacal (mg/l)	Hach 8155 - método salicilato
Fósforo total (mg/l)	Hach 8190- molibdonavanadato con digestión de ácido
Fósforo reactivo (mg/l)	Hach 10214- molibdonavanadato
Cloruro (mg/l)	Hach 8113 -Método de tiocianato y Standard methods 4500 C-argentimetría
Fenoles (mg/l)	Hach 8047- 4-aminoantipyrina y violeta cristal
DQO (mg/l)	Hach 8000- digestión en reactor por el método de reducción de dicromato (Hach 8000)

Para determinar la amenaza por contaminación hídrica superficial, se realizó un análisis de componentes principales (PCA por sus siglas en inglés) de las variables de calidad de agua superficial utilizando el programa SPSS Statistics 20 y Statistica 7 este último por sus prestaciones gráficas. Las variables utilizadas fueron: pH, oxígeno disuelto, DQO, conductividad, nitratos, nitrógeno amoniacal, fósforo reactivo y total, cloruros, tensioactivos, coliformes totales y E. Coli. Luego, se asociaron los resultados de calidad de agua de las estaciones de muestreo a los radios censales del área de influencia. Mediante la ecuación 17 se determinó la contaminación por contaminación hídrica superficial en el área de influencia del Arroyo.

#### **Ecuación 17: contaminación hídrica superficial**

$$\text{Contaminación hídrica superficial} = \text{Componente}_1 + \text{Componente}_2 + \text{Componente}_3$$

Donde:

Componente 1: OD-pH

Componente 2: contaminación industrial (cloruros, fósforo reactivo y total, conductividad y DQO)

Componente 3: contaminación orgánica (nitratos, nitrógeno amoniacal, tensioactivos, E.coli y coliformes totales)

De acuerdo a los componentes principales derivados del análisis estadístico, se fijaron los siguientes valores para la presencia de cada uno de los tipos de contaminación:

2= la estación de muestreo relacionada se asocia al componente 1.

3= la estación de muestreo relacionada se asocia al componente 2 o 3.

5= la estación de muestreo relacionada se asocia a los componentes 2 y 3.

Al resultado del cálculo de la amenaza se le aplicó el método de Jenks obteniendo tres categorías del índice de amenaza por contaminación hídrica superficial. Los resultados se representaron en un mapa de amenaza con un gradiente de colores representando las tres categorías de amenaza.

#### ***Índice amenaza contaminación hídrica superficial***

El índice de amenaza se obtuvo mediante la suma de los índices de amenaza por industrias localizadas y la calidad de agua superficial (Ecuación 18). Una vez determinado esto, se aplicó el método de Jenks donde se obtuvieron los cinco valores que toma A.

#### **Ecuación 18 : amenaza por contaminación hídrica superficial**

$$\text{Amenaza (contaminación hídrica superficial)} = \text{NCA} + \text{Contaminación hídrica superficial}$$

El índice, toma valores de 1 a 5 donde 1 representa la situación de menor amenaza y 5 el de mayor. Finalmente, se representó esta información en un mapa con un gradiente de color asociados a los valores que adoptó A.

El RHP frente a la calidad de agua superficial, se calculó igual que el RHP en relación a las inundaciones como la multiplicación entre VS y A. Los valores obtenidos, se clasificaron en 5 rangos definidos por el método de Jenks.

### 4.3 Encuestas realizadas a la población próxima al Arroyo

Durante los meses de noviembre 2014 y mayo 2015 se realizaron 44 encuestas, al azar no probabilísticas, con preguntas abiertas y cerradas a la población en las inmediaciones del Arroyo. Las mismas se realizaron en los hogares ubicados frente a las estaciones de muestreo E1, E2, E4, E5 y E6 y en hogares que se encontraban a una distancia entre 200 y 800 metros de las mismas (Fig. 21). Las mismas tuvieron como objetivo recopilar información acerca de las formas de acceso al agua, tipo de almacenamiento y disposición de efluentes que utiliza la población e inundaciones sufridas entre otras (ANEXO II). Entre las encuestas a informantes clave, también se proyectó incluir a representantes de los parques industriales y barrios cerrados, pero no se obtuvieron respuestas ante las solicitudes realizadas.

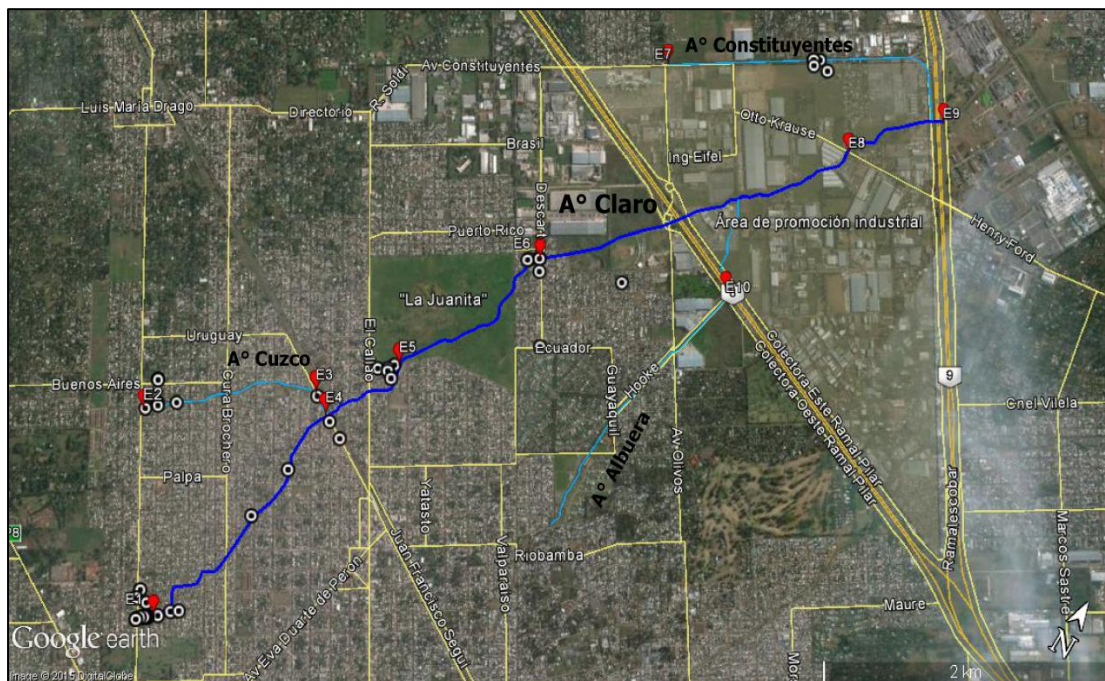


Figura 21: localización de las encuestas realizadas entre Noviembre 2014 y Mayo 2015 en Malvinas Argentinas.

## 5. Caracterización de las inmediaciones en las estaciones de muestreo

### Estación de muestreo: E1

**Localización:** Arroyo Claro y Hernández

**Descripción de la zona:** Zona residencial de casas bajas, con calles de tierra. Las viviendas son de materiales resistentes, cemento y ladrillo con buenas terminaciones en sus techos. En este tramo, el Arroyo se encuentra canalizado. En sus márgenes se observa la presencia de residuos domiciliarios como botellas



**Figura 22:** Estación de muestreo E1 ubicada en la intersección del Arroyo Claro y la calle Hernández en la localidad de Grand Bourg. Fecha: 29-07-2014.

plásticas, bolsas, pañales, artefactos viejos y escombros. La falta de limpieza y mantenimiento generan la presencia de roedores, moscas y cucarachas en el Arroyo, particularmente donde hay acumulación de residuos.



**Figura 23:** Estación de muestreo E2 ubicada en la intersección del Arroyo Cuzco y la calle Hernández en la localidad de Grand Bourg. Fecha: 29-07-2014.

### Estación de muestreo: E2

**Localización:** A° Cuzco y Hernández

**Descripción de la zona:** Zona residencial de casas bajas, con calles de tierra. Las viviendas son de materiales resistentes, cemento y ladrillo con buenas terminaciones en sus techos. En este caso el Arroyo no se encuentra canalizado. Se observa abundante vegetación en sus márgenes y la presencia de

residuos domiciliarios, botellas plásticas, bolsas, pañales, etc. Dada esta situación, se observa la presencia de roedores, moscas y cucarachas. Al cruzar la calle Almirante Brown las viviendas se encuentran prácticamente sobre el Arroyo Cuzco, para acceder de la calle a sus hogares los vecinos cuentan con unas estructuras a modo de puente en algunos casos con materiales resistentes como el cemento y en otros solamente con tablonces de madera.

**Estación de muestreo: E3**

**Localización:** A° Cuzco y Francisco Seguí, previo a su desembocadura en el Claro

**Descripción de la zona:** Zona residencial de casas bajas, con calles de asfalto y de tierra. La calle Francisco Seguí corre en sentido paralelo a las vías del ferrocarril Belgrano Norte conectando las estaciones de Pablo Nogués, Grand Bourg, Tierras Altas y Tortuguitas. Las viviendas presentan materiales resistentes en su construcción.



**Figura 24:** Estación de muestreo E3 ubicada en la intersección del Arroyo Cuzco y la calle Francisco Seguí en la localidad de Grand Bourg. Fecha 29-07-2014.

En esta estación de muestreo, no se observa una presencia abundante de residuos domiciliarios como en las estaciones anteriores. Hay mantenimiento en las veredas, que realiza el municipio, esto lo manifestaron los vecinos del lugar.



**Figura 25:** Estación de muestreo E4 ubicada en la intersección del Arroyo Claro y la calle Francisco Seguí en la localidad de Grand Bourg. Fecha: 29-07-2014.

**Estación de muestreo: E4**

**Localización:** A° Claro y Francisco Seguí luego de la desembocadura del Cuzco

**Descripción de la zona:** Zona residencial de casas bajas. En esta estación de muestreo, el Arroyo Claro se encuentra canalizado y las viviendas se encuentran muy cerca del mismo. Algunas viviendas se encuentran a escasos metros del mismo y otras solamente están separadas por las vallas del propio canal. Se

observa la presencia de residuos domiciliarios como bolsas plásticas, botellas, etc.

**Estación de muestreo: E5**

**Localización:** A° Claro y 9 de Marzo, antes del ingreso a La Juanita

**Descripción de la zona:** Zona residencial de casas bajas con calles de tierra. La estación de muestreo se ubicó frente al campo La Juanita. Las viviendas presentes en esta zona presentan materiales resistentes como cemento y ladrillos con buenas terminaciones en



**Figura 26:** Estación de muestreo E5 ubicada en la intersección del Arroyo Claro y la calle 9 de Marzo en la localidad de Tierras Altas. Fecha: 29-07-2014.

sus techos. En este tramo, el Arroyo se encuentra canalizado. En él se observa la presencia de residuos domiciliarios como bolsas plásticas, botellas, etc. Los vecinos manifiestan sufrir de problemas de salud asociados a la quema de residuos en el campo La Juanita y manifiestan que este predio funciona como una tosquera.



**Figura 27:** Estación de muestreo E6 ubicada en Canadá y Descartes en la localidad de Grand Bourg. Fecha: 29-07-2014.

**Estación de muestreo: E6**

**Localización:** Canadá y Descartes a la salida de La Juanita

**Descripción de la zona:** Zona residencial de casas bajas con calles de tierra. Las viviendas presentes son de materiales resistentes como cemento y ladrillo y presentan buenas terminaciones en sus techos. Al igual que en las estaciones anteriores, se observan residuos domiciliarios y la falta de

mantenimiento que provoca la presencia de roedores, moscas y cucarachas.

**Estación de muestreo: E7**

**Localización:** Centenario y Constituyentes. Cabecera del zanjón Constituyentes

**Descripción de la zona:** Zona industrial ubicada dentro del Área de Promoción Industrial El Triángulo. En esta zona hay pocas viviendas y algunos comercios, la mayoría de los establecimientos corresponden a industrias o galpones. En este caso, las muestras se tomaron de un zanjón en la calle Constituyentes y con un fuerte olor. En este punto de muestreo, se registraron vertidos de origen desconocido en diferentes épocas del muestreo.



**Figura 28:** Estación de muestreo E7 “Zanjón Constituyentes” ubicada en la intersección de las calles Centenario y Constituyentes en el Área de Promoción Industrial. Fecha: 29-07-2014.



**Figura 29:** Estación de muestreo E8 ubicada en la intersección del Arroyo Claro y la calle Otto Krause en el Área de Promoción Industrial. Fecha: 29-7-2014.

**Estación de muestreo: E8**

**Localización:** A° Claro y Otto Krause, Área de Promoción Industrial.

**Descripción de la zona:** Zona industrial ubicada dentro del Área de Promoción Industrial El Triángulo. En este tramo, el Arroyo se encuentra canalizado y ya no se encuentran viviendas en esta zona. En los márgenes del Arroyo se observó la presencia de residuos como plásticos y botellas y un automóvil dentro del Arroyo.

**Estación de muestreo: E9**

**Localización:** A° Claro y Colectora Escobar, salida del triángulo

**Descripción de la zona:** Zona industrial, saliendo del Área de Promoción Industrial. Se observa la presencia de residuos de plástico como botellas y bolsas en el Arroyo.



**Figura 30:** Estación de muestreo E9 ubicada en la intersección del Arroyo Claro y Colectora Escobar en el Área de Promoción Industrial.  
Fecha: 29-07-2014.



**Estación de muestreo: E10**

**Localización:** A° Albuera y Ramal Pilar previo a la desembocadura en el Claro

**Descripción de la zona:** Zona industrial. Se observó la presencia de residuos plásticos como bolsas y botellas. Abundante vegetación en las márgenes de Arroyo.

**Figura 31:** Estación de muestreo E10 ubicada sobre la calle Hooke y el Arroyo Albuera, en el Ramal Pilar en la localidad de Tortuguitas.  
Fecha: 29-7-2014.



## 6. Resultados

### 6.1 Interacción entre la población y la cuenca: análisis del acceso al agua para consumo y su disposición

La gestión de los servicios públicos de agua y saneamiento y el acceso de la población a los mismos impactan directamente sobre la cuenca y el bienestar de la comunidad. El análisis de las formas de acceso y eliminación de efluentes muestra que en la cuenca hay una escasa cobertura de los servicios. En el área de influencia, el 67% de la población accede al agua para consumo a través de perforaciones con bomba a motor mientras que el 29% lo hace el acceso a la red pública y el 4% restante a través de bomba manual (INDEC, 2010). A partir de las salidas a campo y de las encuestas realizadas se pudo determinar que el mayor porcentaje de hogares con acceso al servicio de agua de red se encuentra sobre el Arroyo Cuzco y parte en el Arroyo Claro, coincidiendo con la información de INDEC 2010 (Fig. 32). Esto se debe a que los conductos de transporte de agua se encuentran ubicados en estos dos tramos (testimonio aportado por un vecino de la zona).

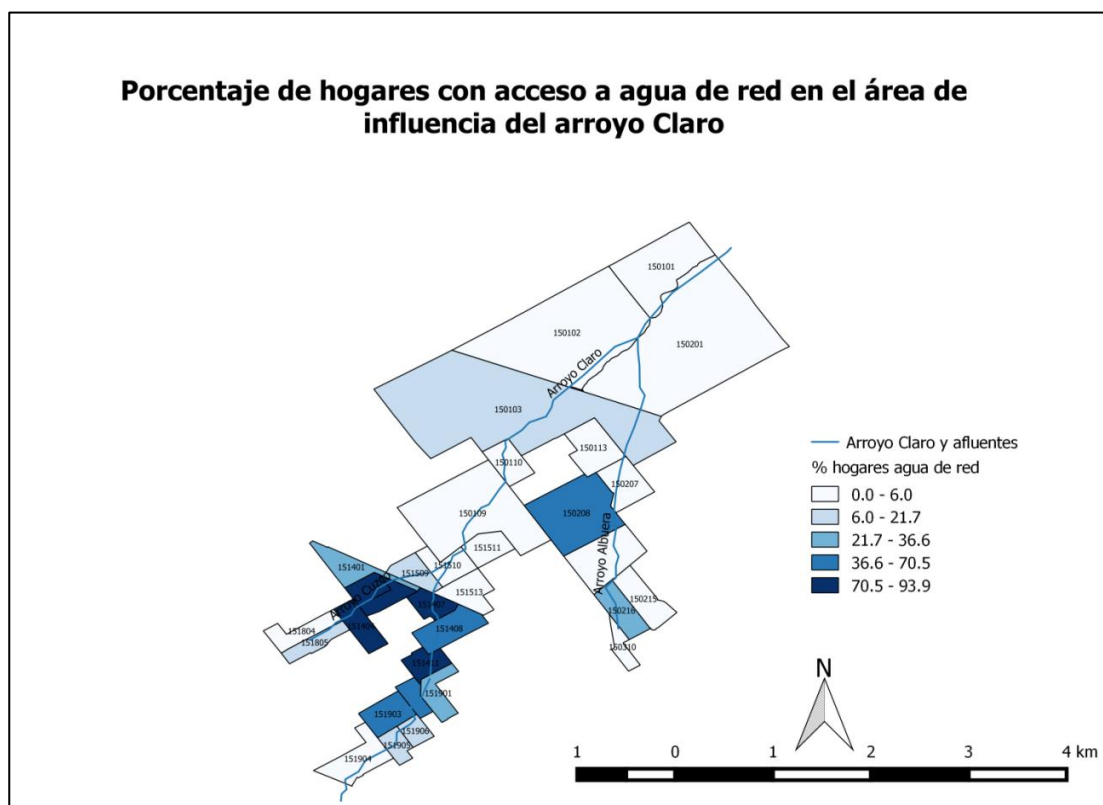
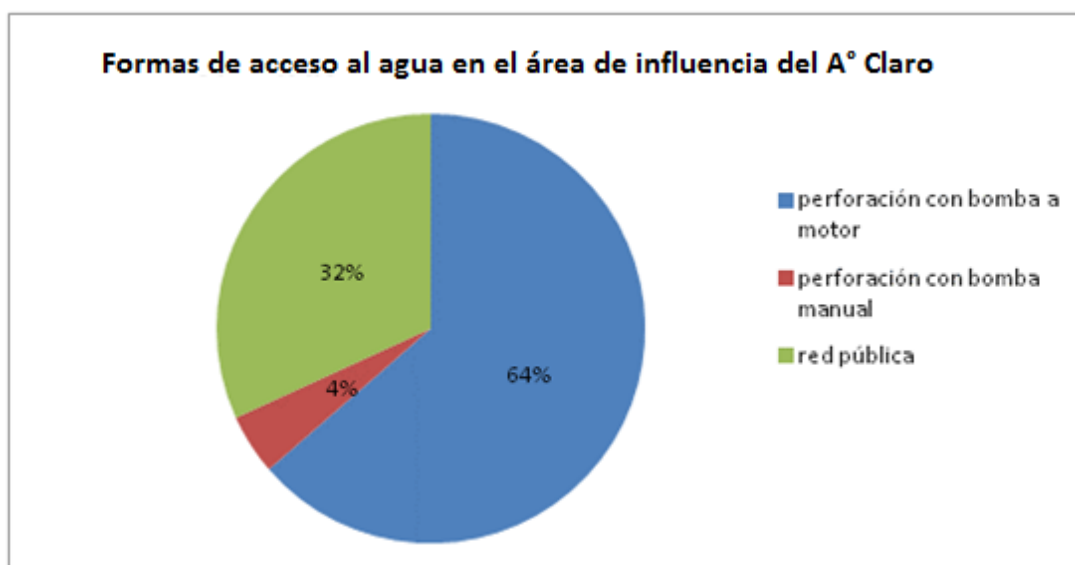


Figura 32: porcentaje de hogares con acceso a la red pública de agua. Fuente: elaboración propia en base a datos de INDEC 2010.

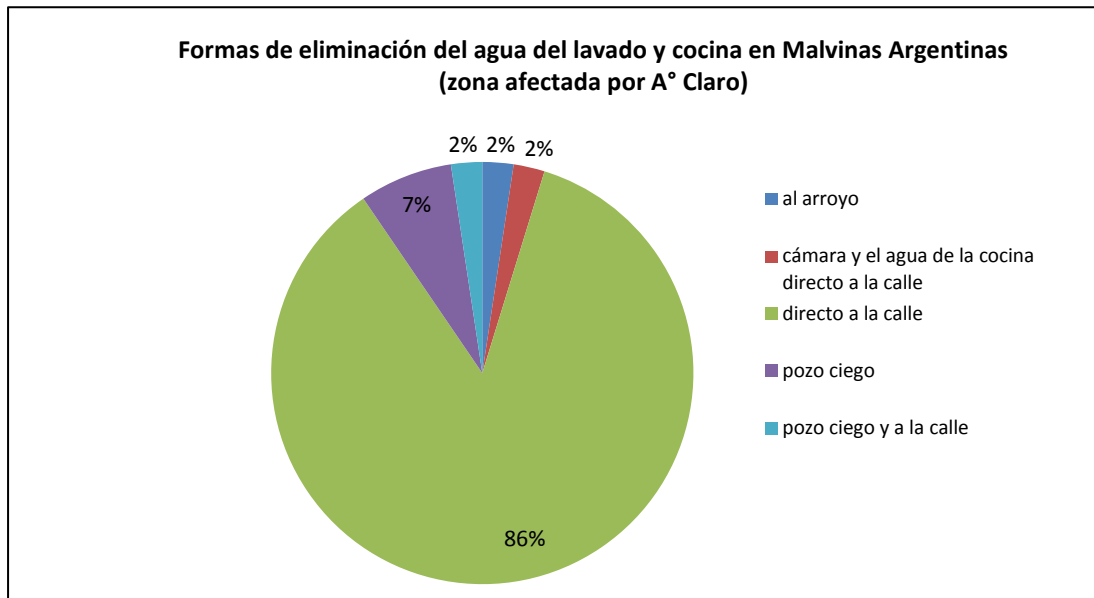
En coincidencia con la información brindada por el censo de 2010, las 44 personas encuestadas afirmaron que la principal forma de acceso al agua para consumo humano se realiza a través de la extracción con perforaciones particulares con bomba a motor. El 64% de los hogares encuestados (28 hogares) accede al agua mediante este medio, un 32% (14 hogares) se encuentra conectado a la red pública y el 4% (2 hogares) accede a través de bomba manual (Fig.33). La profundidad promedio de las perforaciones domiciliarias fue de 49 metros, lo que sugiere que se abastecen de agua proveniente del acuífero Puelche. Existen casos aislados que utilizan la primera napa como fuente de provisión de agua, esto se observa en el 4% que utiliza bomba manual para acceder al agua en sus hogares.



**Figura 33: formas de acceso al agua para consumo en el área de influencia al Arroyo Claro.**

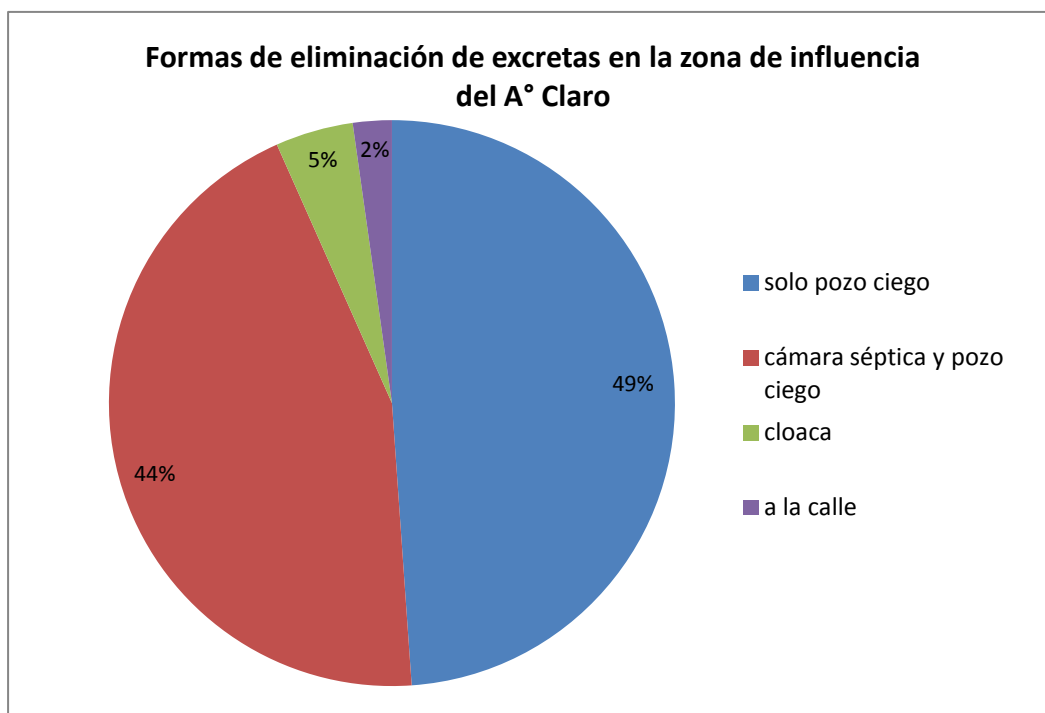
Las formas de almacenamiento del agua y el mantenimiento de los dispositivos son variables que no están considerados dentro del censo de población, hogares y viviendas. Siendo estas de suma importancia, ya que la calidad del agua puede verse afectada por la falta de limpieza de los tanques o recipientes utilizados. En el caso de las personas encuestadas, el almacenamiento del agua lo realizan en tanques de fibrocemento y plástico, el 48% y el 46% lo almacena de esta manera respectivamente. Hay un bajo porcentaje, el 2% manifiesta que al no poseer tanques para el almacenamiento utiliza botellas o bidones de plástico. La limpieza de los mismos es de suma importancia, ya que al no poseer un adecuado estado o mantenimiento la salud de la población puede verse afectada por la contaminación a través de virus, bacterias o parásitos. De los encuestados, la mitad realiza la limpieza de sus tanques anualmente, un 22% lo limpia más de una vez al año y el 16% restante manifiesta no haber limpiado nunca sus tanques.

Otro factor que se presenta como amenaza para la salud y el ambiente es la insuficiencia en la extensión de la red de cloacas, solo el 5% de la población accede a este servicio y el 95% de la población con pozos ciegos elimina las excretas y/o aguas residuales de lavado y cocina directamente a la calle o al Arroyo, aspecto que tampoco es considerado en algunos censos (Fig. 34).



**Figura 34: Formas de eliminación de excretas en el área de influencia del Arroyo Claro. Fuente: elaboración propia.**

Con respecto a las formas de desagüe, la que predomina en la zona de estudio, es a través de pozos ciegos ya que la extensión del servicio de cloacas cubre solo una porción de la misma. El 49% de los hogares elimina sus excretas directamente a pozo ciego, el 44% posee cámara séptica y pozo ciego, el 5% tiene conexión a la red de cloacas y el 2% elimina sus excretas directamente a la calle (Fig.35). Esta misma población es la que manifiesta sufrir las inundaciones y al no tener garantizado el acceso a los servicios básicos mencionados, su situación de vulnerabilidad se incrementa por la presencia de vectores y contacto con agua contaminada. En las márgenes del Arroyo se observó la presencia de vectores como ratas, moscas, mosquitos y cucarachas producto de la acumulación de residuos y agua estancada proveniente de los efluentes domiciliarios.



**Figura 35: formas de eliminación del agua de lavado y cocina en el área de influencia del Arroyo Claro.**  
**Fuente: elaboración propia.**

Pese a la serie de obras hidráulicas que se desarrollaron a lo largo de los años en el municipio, con la finalidad de mejorar la calidad del Arroyo Claro, la población continúa sufriendo las inundaciones. Entre las obras que se han llevado a cabo, se encuentran el proyecto de saneamiento del Arroyo que involucró mejoras a nivel regional, ya que del mismo participaron los municipios de José C. Paz, Tigre y Malvinas Argentinas entre los años 1997 y 1998 en los cuales se realizarían diversas obras de hidráulica e infraestructura (Departamento de obras hidráulicas del Municipio de Malvinas Argentinas) (ANEXO VI).

El recorrido por los barrios y el intercambio con los vecinos permitieron comprender de mejor manera las causas que originan las inundaciones en área de influencia del Arroyo. Se puede mencionar que las inundaciones tienen un origen pluvial a diferencia de lo que ocurre en la localidad de Benavidez (Tigre), zona afectada también por la cuenca del Arroyo Claro, donde el origen es por el fenómeno de Sudestada. Los vecinos manifestaron que las lluvias en un corto lapso de duración es uno de los factores que ocasionan las inundaciones. Debido a la falta de mantenimiento de las bocas de tormenta y márgenes del Arroyo esto imposibilita que el agua escurra quedando así anegadas las calles y permitiendo que el agua ingrese a los hogares. Otro de los factores causantes es la ubicación topográfica de algunos barrios. Por ejemplo, los vecinos ubicados sobre la calle Francisco Seguí y Cuzco manifestaron sufrir de las inundaciones, con pérdidas materiales importantes dado que el agua ingresó hasta la altura de un metro en sus hogares, por estar ubicados en una zona más baja y que el agua provenía de los diferentes barrios ubicados aguas arriba (Fig.36).



**Figura 36: Zonas afectadas por las inundaciones en el área de influencia del Arroyo Claro.**

**Fuente: elaboración propia.**

Una situación particular se da en la zona de influencia de un centro comercial abierto en la localidad de Tortuguitas, donde los vecinos manifiestan que las inundaciones se agravaron desde la instalación del mismo. Además de la alteración de la cota, los vecinos acusan la apertura de compuertas del centro comercial, hacia una conducto que no soporta el caudal vertido provocando el desborde de los Arroyos afectando a los barrios Carumbé y Presidente Perón (Télam, 2014; Infojus, 2014 y ANRED, 2014). En relación a las inundaciones, el 59% de los encuestados manifiesta que el barrio se inunda, siendo las zonas más afectadas las correspondientes a las estaciones E1, E2 y E6 donde el agua ingresó a las viviendas. Se identificaron dos causas principales que originan los episodios de inundación, las lluvias fuertes en un período corto de tiempo y la falta de mantenimiento en las bocas de tormenta que se encuentran obstruidas con residuos. Estas dos situaciones al combinarse provocan que en el momento de desborde del Arroyo, el agua no circule ya que los desagües se encuentran obstruidos e ingresando a las viviendas provocando pérdidas materiales y afectando a la salud.

## 6.2 Riesgo hídrico poblacional

### 6.2.1 Riesgo hídrico poblacional en relación a las inundaciones

#### 6.2.1.2 Vulnerabilidad social

##### *Componente densidad poblacional*

A partir del análisis llevado a cabo en el apartado sobre densidad poblacional en (metodología) se determinó que los radios censales con mayor densidad poblacional corresponden a los radios 151403 y 151404 ubicados sobre el Arroyo Cuzco y la intersección con las vías del ferrocarril Belgrano Norte; 151902 y 151905 sobre el Arroyo Claro y 150310 entre la vías del ferrocarril Belgrano Norte y el Arroyo Albuera (Tabla 11).

**Tabla 11: índice densidad poblacional. Fuente: elaboración propia en base a INDEC 2010.**

Radio censal	Superficie (km <sup>2</sup> )	Población (hab)	Densidad poblacional (km <sup>2</sup> /hab)	Índice densidad poblacional
150101	0,58	678	1165	1
150102	1,54	2	1	1
150103	2,26	1899	842	1
150109	1,01	1046	1039	1
150110	0,16	1766	11088	4
150113	0,25	2287	9128	3
150201	2,03	275	135	1
150207	0,21	1510	7174	2
150208	0,60	1332	2228	1
150210	0,36	1946	5353	2
150215	0,21	1479	6943	2
150216	0,18	1207	6790	2
150310	0,08	1078	13287	5
151401	0,19	1226	6609	2
151402	0,10	1040	9977	3
151403	0,11	1420	13334	5
151404	0,16	1995	12799	5
151407	0,12	899	7608	2
151408	0,22	1787	7965	2
151411	0,12	1107	9139	3
151509	0,14	1239	9078	3
151510	0,16	1472	9210	3
151511	0,15	1478	10055	3
151513	0,19	1374	7386	2
151804	0,15	1604	10477	4
151805	0,12	1334	11365	4
151901	0,14	1686	11892	4
151902	0,09	1141	13149	5
151903	0,18	1631	9284	3
151904	0,25	1684	6826	2
151905	0,09	1219	13159	5
151906	0,08	953	11708	4

En la figura 37, correspondiente al mapa que representa este índice, los valores más oscuros identifican la mayor densidad de población.

Los valores del índice de densidad poblacional establecidos por el método de Jenks son:

- 1: 1.0-2228.0 hab/km<sup>2</sup>
- 2: 2228.0-7965.0 hab/km<sup>2</sup>
- 3: 7965.0-10055.0 hab/km<sup>2</sup>
- 4: 10055.0-11892.0 hab/km<sup>2</sup>
- 5: 11892.0-13334.0 hab/km<sup>2</sup>

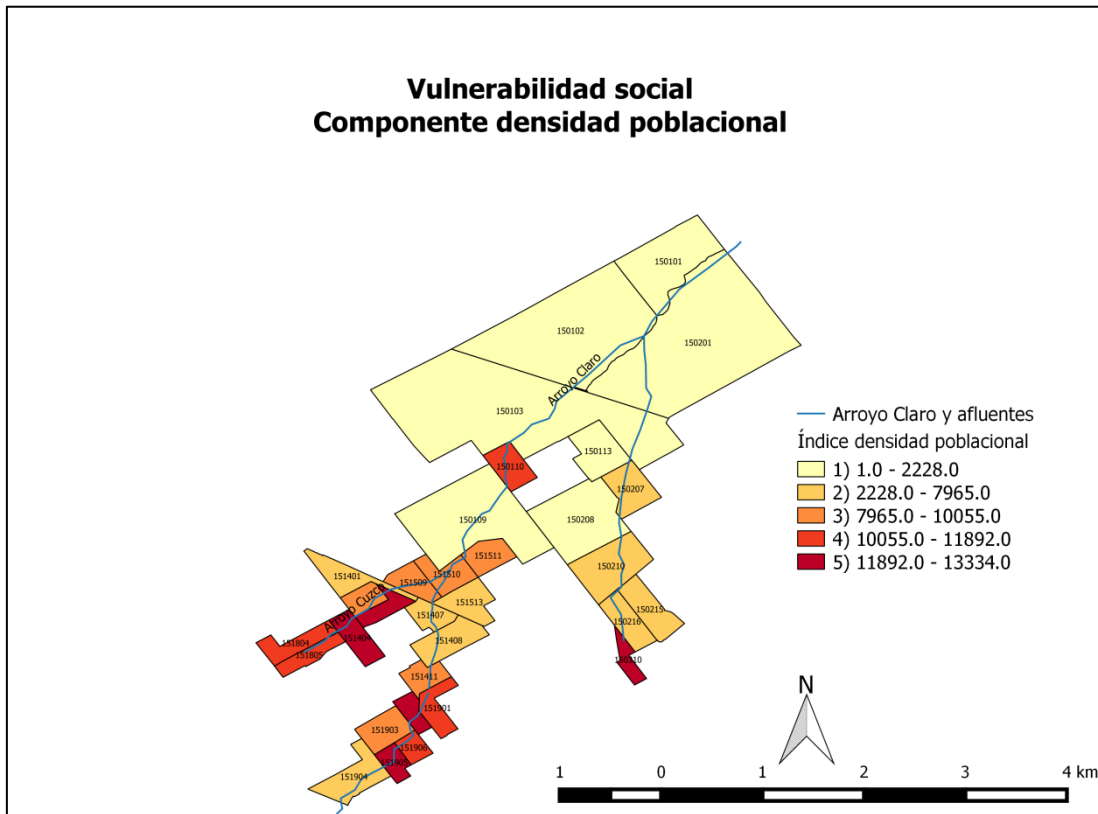


Figura 37: Componente densidad poblacional. Fuente: elaboración propia en base a INDEC 2010.

### Componente densidad NBI

Los radios censales que presentan mayor cantidad de hogares con sus necesidades básicas insatisfechas por superficie, se encuentran asociados al Arroyo Cuzco y corresponden a los radios 151804, 151805, 151404 y 151403. Al igual que estos, el radio censal adyacente al campo La Juanita 150110 y el 151095 sobre el Arroyo Claro presentan el valor más alto del índice de densidad de NBI (Tabla 12 y Fig. 38). Como se mencionó anteriormente el 50% de los radios censales que presentan los mayores de densidad de NBI se encuentran asociados a los Arroyos Claro, Albuera y Cuzco.

Tabla 12: Hogares con NBI por unidad de superficie que presentan NBI en el área de influencia del Arroyo Claro.  
Fuente: elaboración propia en base a INDEC, 2010.

Radio censal	Hogares con NBI	Superficie (km <sup>2</sup> )	Densidad NBI (hogares con NBI/km <sup>2</sup> )	Índice densidad NBI
150101	48	0,58	82,51	1
150102	0	1,54	0,00	1
150103	85	2,26	37,69	1
150109	43	1,01	42,72	1
150110	107	0,16	671,83	5
150113	107	0,25	427,08	4
150201	15	2,03	7,39	1
150207	54	0,21	256,54	2
150208	17	0,60	28,44	1
150210	103	0,36	283,32	3
150215	77	0,21	361,49	3
150216	70	0,18	393,80	4
150310	45	0,08	554,64	4
151401	76	0,19	409,71	4
151402	51	0,10	489,23	4
151403	70	0,11	657,30	5
151404	125	0,16	801,94	5
151407	40	0,12	338,51	3
151408	51	0,22	227,31	2
151411	37	0,12	305,47	3
151509	22	0,14	161,19	2
151510	48	0,16	300,33	3
151511	50	0,15	340,17	3
151513	40	0,19	215,03	2
151804	125	0,15	816,51	5
151805	80	0,12	681,55	5
151901	44	0,14	310,35	3
151902	40	0,09	460,97	4
151903	66	0,18	375,70	3
151904	85	0,25	344,53	3
151905	71	0,09	766,44	5
151906	37	0,08	454,55	4



### Vulnerabilidad social Componente densidad NBI

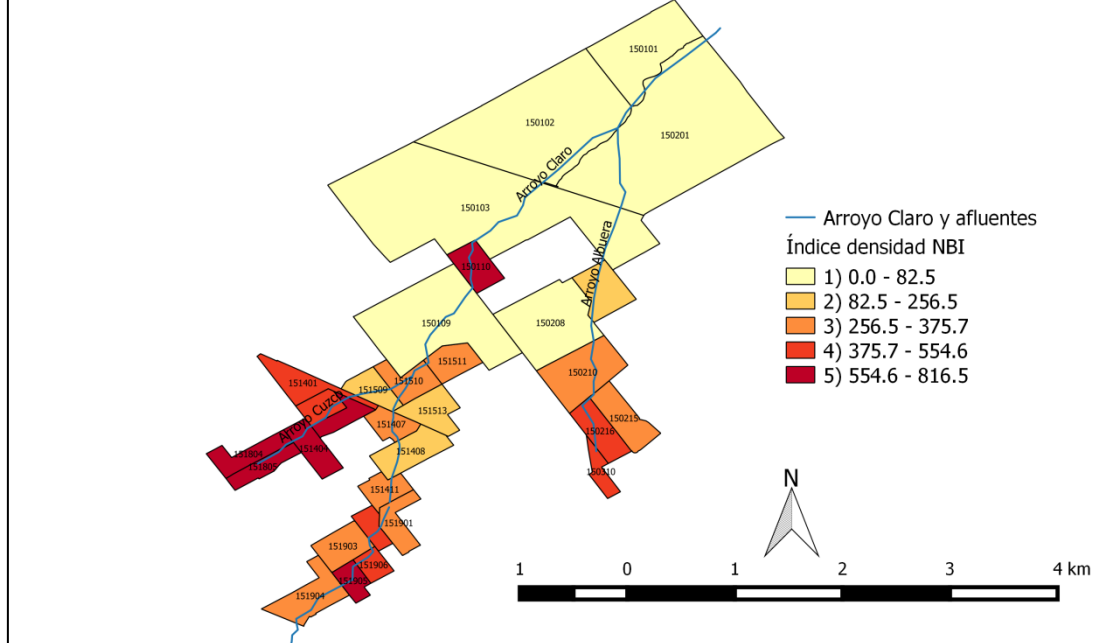


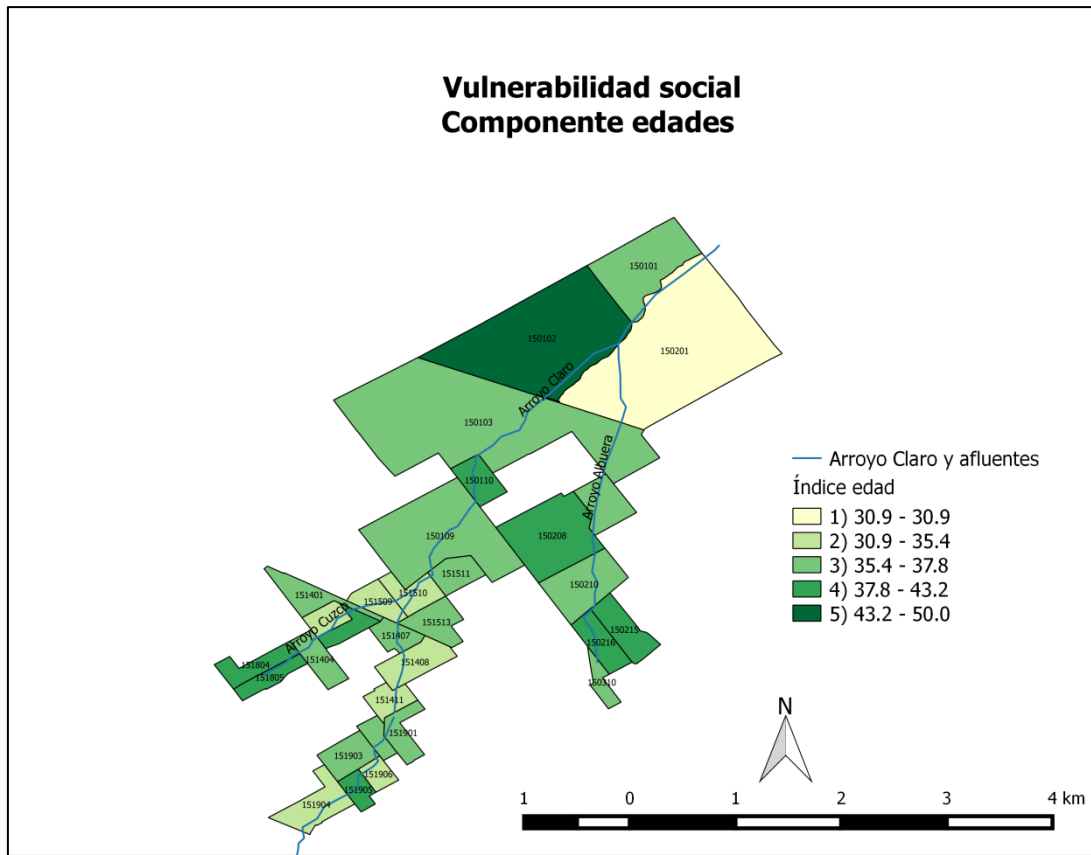
Figura 38: componente densidad de NBI. Fuente: elaboración propia en base a INDEC (2010).

## Componente edad

El radio censal que presenta el mayor porcentaje de población con las edades determinadas para el análisis de la vulnerabilidad es el radio 150102 que presenta entre el 43.2 y 50% de su población con edades de 0 a 14 y más de 65 años. Este radio censal se encuentra sobre el Arroyo Claro dentro del área de promoción industrial (Tabla 13 y Fig.39).

**Tabla 13: Edad de la población en el área de influencia del Arroyo Claro comprendida entre 0-14 y más de 64 años. Fuente: elaboración propia en base a datos de INDEC, 2010.**

Radio censal	Edades de 0-14 y más de 64 años	% población con edades de 0-14 y más de 64 años	Total de población	Índice edad
150101	252	37,17	678,00	3
150102	1	50,00	2,00	5
150103	676	35,60	1899,00	3
150109	388	37,09	1046,00	3
150110	682	38,62	1766,00	4
150113	829	36,25	2287,00	3
150201	85	30,91	275,00	1
150207	547	36,23	1510,00	3
150208	576	43,24	1332,00	4
150210	735	37,77	1946,00	3
150215	574	38,81	1479,00	4
150216	480	39,77	1207,00	4
150310	390	36,18	1078,00	3
151401	454	37,03	1226,00	3
151402	349	33,56	1040,00	2
151403	565	39,79	1420,00	4
151404	724	36,29	1995,00	3
151407	331	36,82	899,00	3
151408	622	34,81	1787,00	2
151411	384	34,69	1107,00	2
151509	413	33,33	1239,00	2
151510	507	34,44	1472,00	2
151511	537	36,33	1478,00	3
151513	496	36,10	1374,00	3
151804	656	40,90	1604,00	4
151805	539	40,40	1334,00	4
151901	609	36,12	1686,00	3
151902	409	35,85	1141,00	3
151903	615	37,71	1631,00	3
151904	579	34,38	1684,00	2
151905	472	38,72	1219,00	4
151906	337	35,36	953,00	2



**Figura 39: componente edades entre 0-14 y más de 64 años. Fuente: elaboración propia en base a INDEC 2010.**

### Componente calidad de los materiales (CALMAT)

En las figuras 39 y 40, se puede observar cómo es la distribución de los hogares según la calidad de sus materiales en el área de influencia del Arroyo Claro y sus afluentes. Los colores más oscuros corresponden a porcentajes más elevados de hogares con calidad de sus materiales según CALMAT III y IV.

**Tabla 14: Porcentaje de hogares según la calidad de los materiales de la vivienda correspondiente a las categorías CALMAT III y IV. Fuente: elaboración propia en base a datos de INDEC (2010).**

Radio censal	% Hogares CALMAT III	% Hogares CALMAT IV	Índice CALMAT III	Índice CALMAT IV
150101	32,57	4,57	5	4
150102	0,00	0,00	1	1
150103	23,91	4,35	3	4
150109	22,32	1,72	3	2
150110	33,25	6,14	5	5
150113	23,62	2,17	3	3
150201	23,53	0,00	3	1
150207	16,23	0,29	2	1
150208	6,34	0,55	1	1
150210	23,43	2,76	3	3
150215	24,32	6,99	3	5
150216	35,38	7,31	5	5
150310	18,89	1,11	3	2
151401	33,33	5,13	5	4
151402	22,57	1,95	3	3
151403	35,17	2,14	5	3
151404	19,81	0,97	3	2
151407	22,28	4,15	3	4
151408	11,89	1,94	2	3
151411	12,75	0,80	2	2
151509	13,68	1,22	2	2
151510	15,52	1,19	2	2
151511	17,09	0,43	2	1
151513	14,41	0,30	2	1
151804	29,53	6,14	4	5
151805	36,43	6,69	5	5
151901	14,08	1,21	2	2
151902	22,50	1,07	3	2
151903	29,50	3,25	4	3
151904	27,82	2,20	4	3
151905	32,57	3,07	5	3
151906	28,38	3,06	4	3

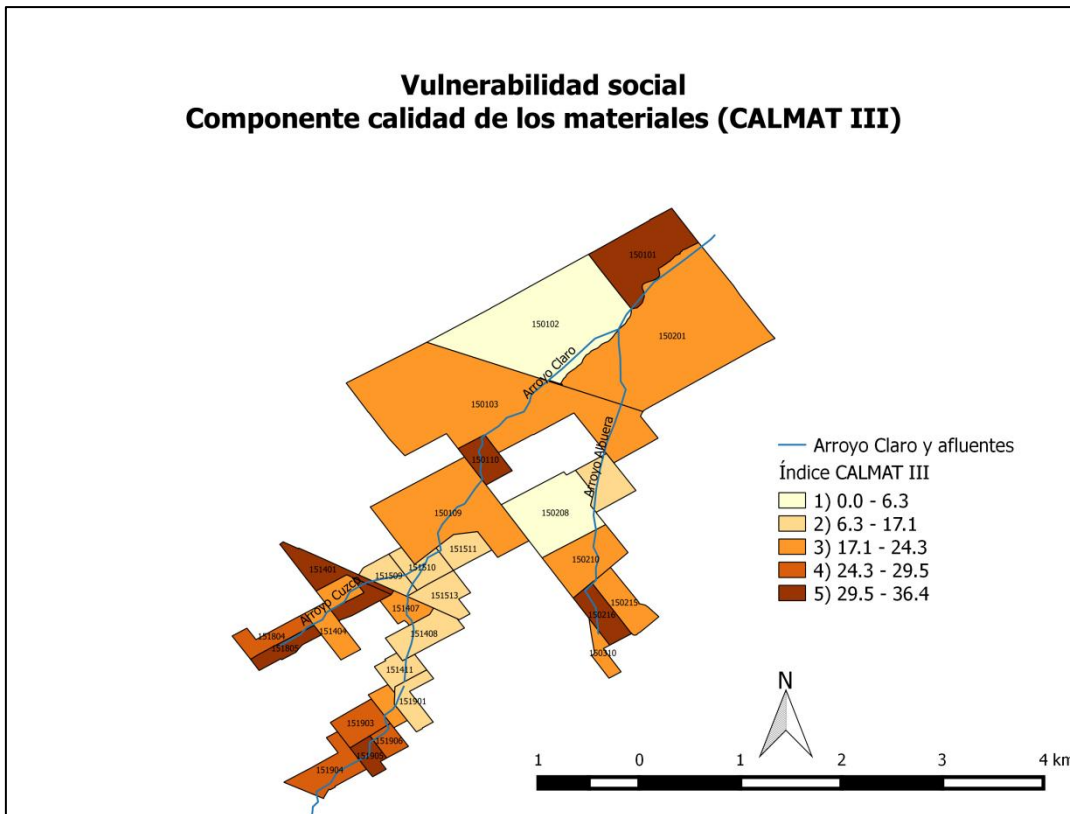


Figura 41: componente CALMAT III. Fuente: elaboración propia en base a INDEC 2010.

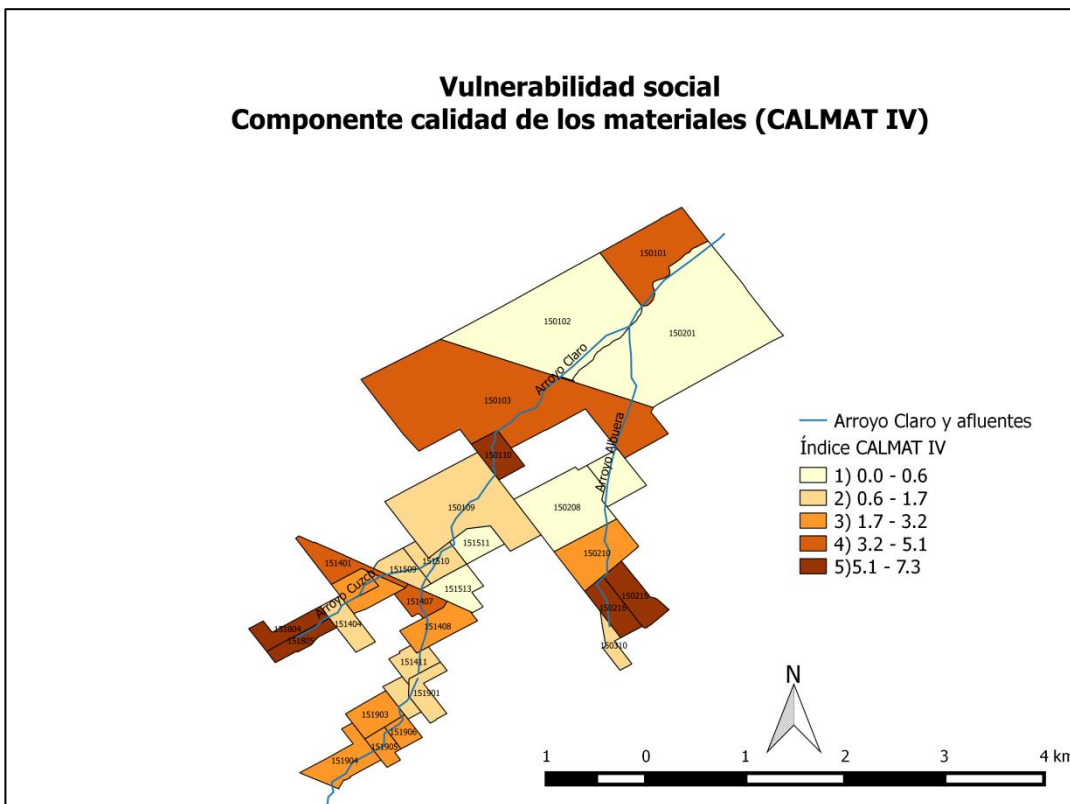


Figura 40: componente CALMAT IV. Fuente: elaboración propia en base a INDEC 2010.

## Índice vulnerabilidad social

En la figura 41, se representa en un único mapa la integración de los diferentes índices que dan como resultado la vulnerabilidad social frente a las inundaciones. Se identificaron seis radios censales que presentan mayor índice de vulnerabilidad social distribuidos entre el Arroyo Claro y sus afluentes el Arroyo Cuzco y Albuera (Tabla 15). En el Arroyo Cuzco, los radios que se presentan más vulnerables son los radios 151804; 151805 y 151403, en el Arroyo Claro los radios 151905 y 150110 mientras que en el Arroyo Albuera el radio censal 150216.

**Tabla 15: Índice de vulnerabilidad social frente a las inundaciones y sus componentes. Fuente: elaboración propia en base a datos de INDEC (2010).**

Radio censal	Índice densidad poblacional	Densidad NBI	Índice edad	Índice CALMAT III	Índice CALMAT IV	VS	Índice VS
150101	1	1	3	5	4	14	3
150102	1	1	5	1	1	9	1
150103	1	1	3	3	4	12	2
150109	1	1	3	3	2	10	2
150110	4	5	4	5	5	23	5
150113	3	4	3	3	3	16	4
150201	1	1	1	3	1	7	1
150207	2	2	3	2	1	10	2
150208	1	1	4	1	1	8	1
150210	2	3	3	3	3	14	3
150215	2	3	4	3	5	17	4
150216	2	4	4	5	5	20	5
150310	5	4	3	3	2	17	4
151401	2	4	3	5	4	18	4
151402	3	4	2	3	3	15	3
151403	5	5	4	5	3	22	5
151404	5	5	3	3	2	18	4
151407	2	3	3	3	4	15	3
151408	2	2	2	2	3	11	2
151411	3	3	2	2	2	12	2
151509	3	2	2	2	2	11	2
151510	3	3	2	2	2	12	2
151511	3	3	3	2	1	12	2
151513	2	2	3	2	1	10	2
151804	4	5	4	4	5	22	5
151805	4	5	4	5	5	23	5
151901	4	3	3	2	2	14	3
151902	5	4	3	3	2	17	4
151903	3	3	3	4	3	16	4
151904	2	3	2	4	3	14	3
151905	5	5	4	5	3	22	5
151906	4	4	2	4	3	17	4

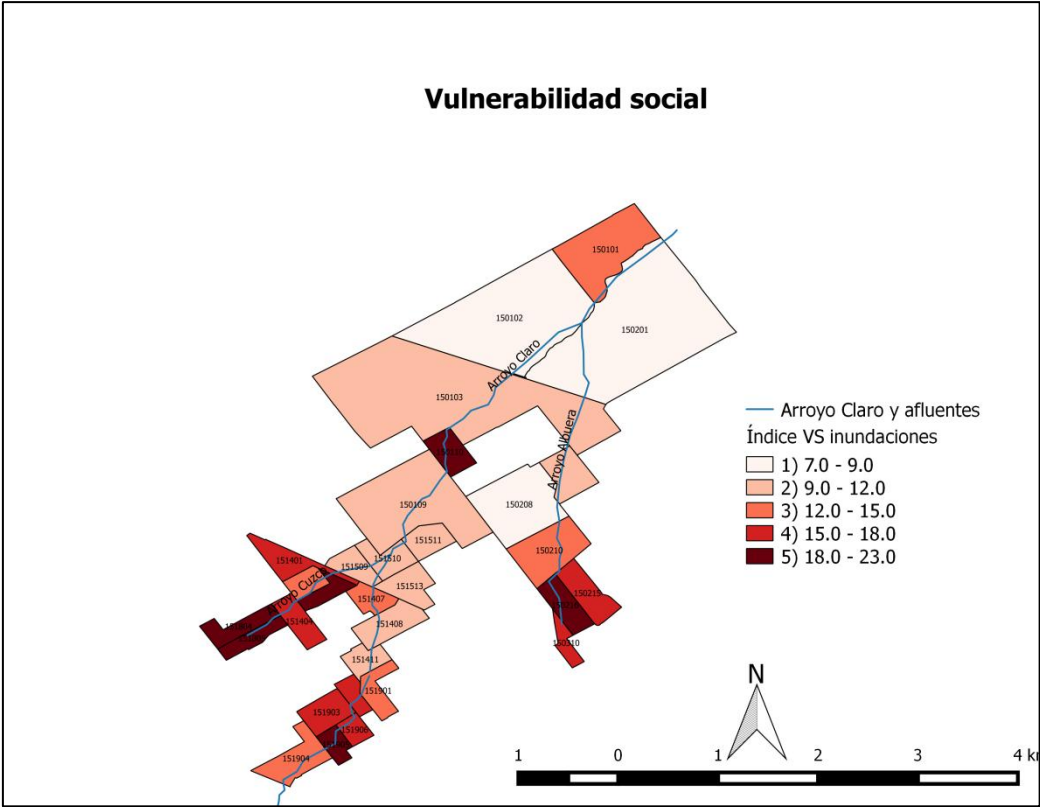


Figura 42: Vulnerabilidad social. Fuente: elaboración propia en base a INDEC (2010).

### 6.2.1.3 Amenaza inundaciones

#### Componente eventos climáticos extraordinarios

El clima corresponde al templado húmedo con predominio de vientos húmedos provenientes del Atlántico Sur como la Sudestada y los secos y frescos del sudoeste como el Pampero. A partir del análisis climatológico y el balance hídrico aplicando el método de Thornthwaite y Mather (1957) se determinó que el período deficitario se da en la estación de verano en durante los meses de enero y diciembre (Fig. 43). Si se presentan lluvias extraordinarias durante el período mencionado, el suelo tendrá la capacidad de absorber el agua. Mientras que el período de exceso se determinó en los meses de Septiembre a Diciembre.

Con respecto a la clasificación climática, se determinó que tipo de clima corresponde al húmedo dado que  $I_h=35$  (para climas húmedos  $I_h$  toma valores de 20 a 100) (Tabla 16).

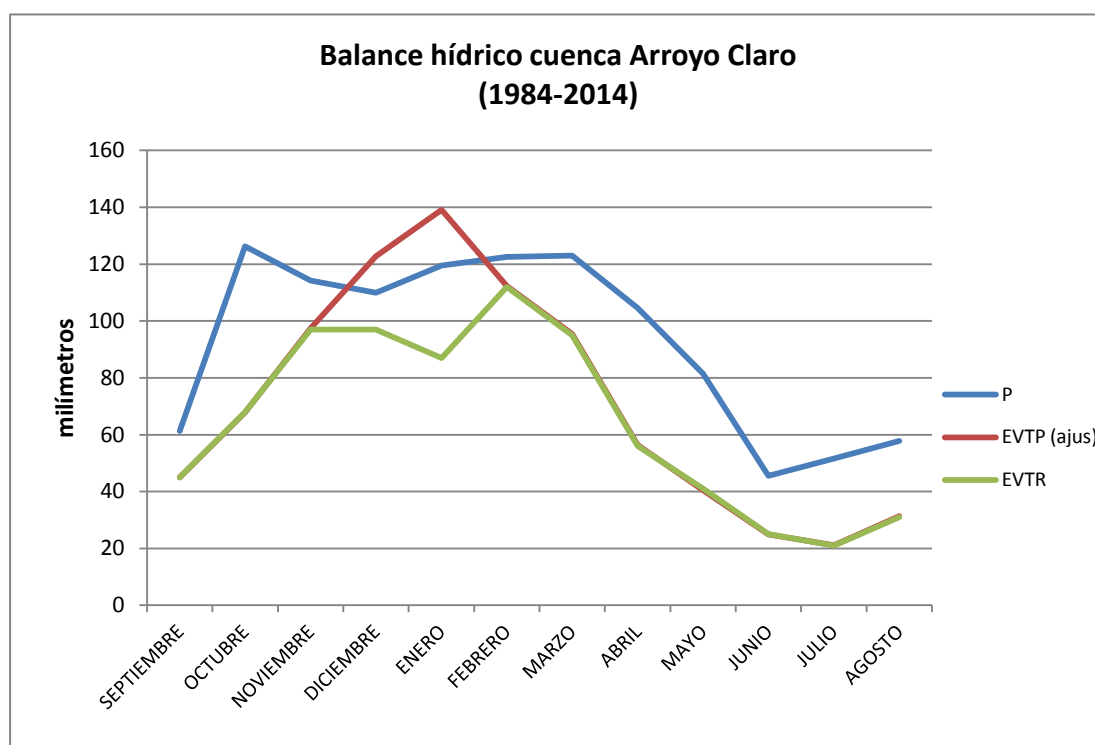


Figura 43: Balance hídrico edáfico. Fuente: elaboración propia en base a datos de estación meteorológica INTA Castelar.



Tabla 16: Balance hídrico para la cuenca del Arroyo Claro. Fuente: elaboración propia en base a datos de la estación agrometeorológica INTA Castelar.

	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	Total
<b>T (° C)</b>	14	17	20	22	24	23	21	17	14	11	10	12	
<b>i</b>	4,75	6,38	8,16	9,42	10,75	10,08	8,78	6,38	4,75	3,30	2,86	3,76	<b>79,37</b>
<b>EVTP s/a (mm)</b>	1,5	2,0	2,8	3,3	3,8	3,6	3,0	2,0	1,5	1,0	0,8	1,1	<b>26,4</b>
<b>FC (factor de corrección)</b>	30,0	33,9	34,8	37,2	36,6	31,2	31,8	28,2	27,0	24,9	26,4	28,5	<b>370,5</b>
<b>EVTP (ajus) (mm)</b>	45	68	97	123	139	112	95	56	41	25	21	31	<b>854</b>
<b>P (mm)</b>	61	126	114	110	120	123	123	105	81	46	52	58	<b>1118</b>
<b>P-EVTP (ajus)(mm)</b>	16	58	17	-13	-20	10	28	48	41	21	31	26	<b>264</b>
<b>PPAA</b>	0	0	0	-13	-33	0	0	0	0	0	0	0	<b>-46</b>
<b>AAU (mm)</b>	125	125	125	112	79	125	125	125	125	125	125	125	<b>1441</b>
<b>VAAU (mm)</b>	0	0	0	13	33	0	0	0	0	0	0	0	<b>46</b>
<b>EVTR (mm)</b>	45	68	97	97	87	112	95	56	41	25	21	31	<b>775</b>
<b>DA (mm)</b>	0	0	0	26	52	0	0	0	0	0	0	0	<b>80</b>
<b>EXA (mm)</b>	16	58	17	0	0	10	28	48	41	21	31	26	<b>296</b>
<b>la</b>	9												
<b>lh</b>	35												
<b>lm</b>	29												

Referencias:

T: temperatura

i: índice calórico

EVTP s/a: evapotranspiración potencial sin ajustar

P: precipitación

EVTP (ajus): evapotranspiración ajustada

PPAA: pérdida potencial de agua acumulada (suma acumulada de valores negativos P-EVTP (ajus))

AAU: almacenaje de agua útil

VAAU: variación del almacenaje de agua útil

EVTR: evapotranspiración real

DA: déficit de agua (EVTP-EVTR)

EXA: exceso de agua

lh: índice de humedad

la: índice de aridez

lm: índice hídrico

### Componente topografía natural

Conforme al MDE realizado para el área de estudio del Arroyo Claro, se observó que el terreno presenta una pendiente homogénea. El análisis complementario de estudio de la pendiente demostró que el área presenta una pendiente suave, homogénea sin accidentes en ella (Fig. 44).

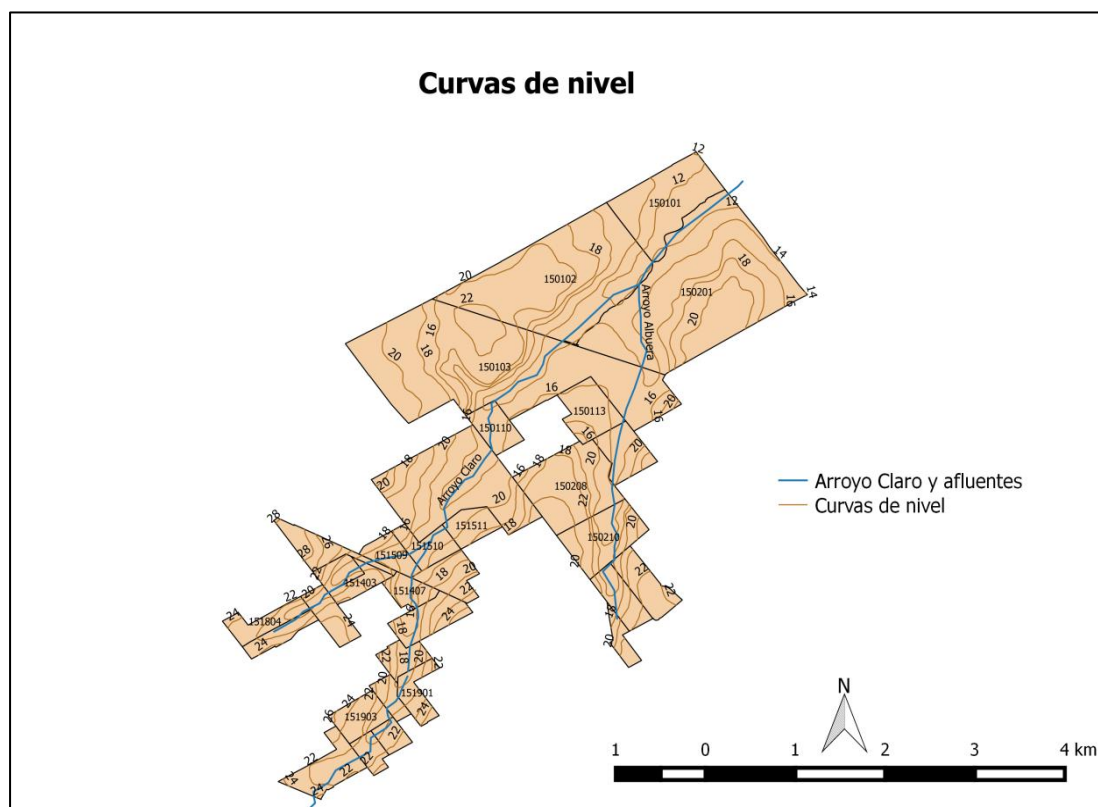


Figura 44: Curvas de nivel en el área de influencia del Arroyo Claro. Fuente: elaboración propia en base a cartas topográficas del IGN.

Los dos radios censales que presentaron la mayor amenaza por la topografía natural corresponden a los radios asociados al Arroyo Cuzco. Estos fueron el radio censal 151401, ubicado sobre la calle Francisco Seguí y el radio censal 151404 (Tabla 17). Mientras que los radios con el valor más bajo del índice de topografía natural correspondieron a los radios 150101, ubicados en el área de promoción industrial y el 150110 adyacente al “Campo La Juanita” (Fig. 45).

Tabla 17: análisis de la topografía natural del área de influencia. Fuente: elaboración propia.

Radio censal	Curvas de nivel (equidistancia 2 metros)										Sup. total (km <sup>2</sup> )	Coeficiente de ajuste (índice de topografía natural)	Índice topografía natural
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28			
150101	0,30	0,39	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,84	12	1
150102	0,12	0,26	0,25	0,23	0,33	0,63	0,04	0,00	0,00	0,00	1,86	17	3
150103	0,00	0,18	0,60	0,32	0,50	0,43	0,45	0,16	0,00	0,00	2,64	18	3
150109	0,00	0,00	0,20	0,65	0,09	0,27	0,01	0,00	0,00	0,00	1,22	17	3
150110	0,00	0,01	0,14	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	14	1
150113	0,00	0,00	0,02	0,24	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	16	2
150201	0,00	0,65	0,81	0,34	0,31	0,36	0,00	0,00	0,00	0,00	2,47	15	2
150207	0,00	0,00	0,12	0,09	0,00	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,26	16	2
150208	0,00	0,00	0,01	0,15	0,26	0,22	0,08	0,00	0,00	0,00	0,72	19	3
150210	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,16	0,15	0,00	0,00	0,00	0,44	20	4
150215	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,07	0,16	0,00	0,00	0,00	0,26	21	4
150216	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,10	0,07	0,00	0,00	0,00	0,22	20	4
150310	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,05	0,00	0,00	0,00	0,10	21	4
151401	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,01	0,05	0,00	0,05	0,08	0,23	24	5
151402	0,00	0,00	0,00	0,04	0,05	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,12	18	3
151403	0,00	0,00	0,00	0,02	0,06	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,13	19	3
151404	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,07	0,06	0,00	0,00	0,19	22	5
151407	0,00	0,00	0,00	0,09	0,01	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	17	3
151408	0,00	0,00	0,00	0,06	0,06	0,09	0,04	0,02	0,00	0,00	0,27	19	3
151411	0,00	0,00	0,00	0,07	0,05	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	17	3
151509	0,00	0,00	0,00	0,08	0,03	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	18	3
151510	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	17	3
151511	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	18	3
151513	0,00	0,00	0,00	0,07	0,07	0,08	0,01	0,00	0,00	0,00	0,22	18	3
151804	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,06	0,09	0,01	0,00	0,00	0,19	21	4
151805	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,07	0,00	0,00	0,00	0,14	21	4
151901	0,00	0,00	0,00	0,02	0,06	0,05	0,03	0,01	0,00	0,00	0,17	20	4
151902	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,11	19	3
151903	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,04	0,11	0,03	0,00	0,00	0,21	21	4
151904	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,15	0,02	0,00	0,00	0,30	21	4
151905	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,06	0,03	0,01	0,00	0,00	0,11	21	4
151906	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,05	0,03	0,00	0,00	0,00	0,10	20	4

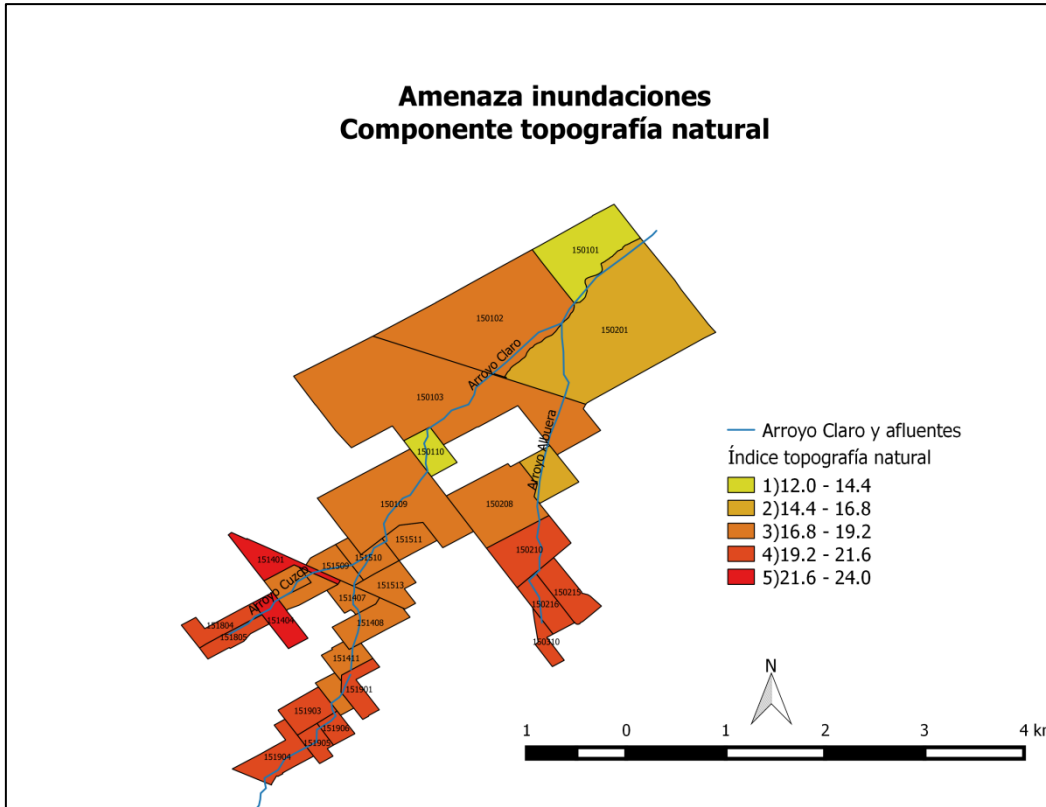


Figura 45: componente topografía natural. Fuente: elaboración propia.

### Componente topografía artificial: “antropobarreras”

Las barreras artificiales identificadas en el área de estudio fueron once y coincidieron con las principales vías de comunicación y acceso al municipio. Acorde al coeficiente de elevación, el Ramal Pilar; las colectoras Este y Oeste del mismo ramal y la avenida El Callao presentaron el mayor valor del índice (5). La avenida Presidente Arturo Illía (Ruta Provincial 8) se clasificó como intermedio (3) y el Ramal Escobar; sus colectoras Este y Oeste; Otto Krause; las vías del Ferrocarril Belgrano Norte y El Callao se clasificaron con el valor 1 del índice ya que presentaron elevación hasta 1 metro respecto al terreno (Fig. 46).

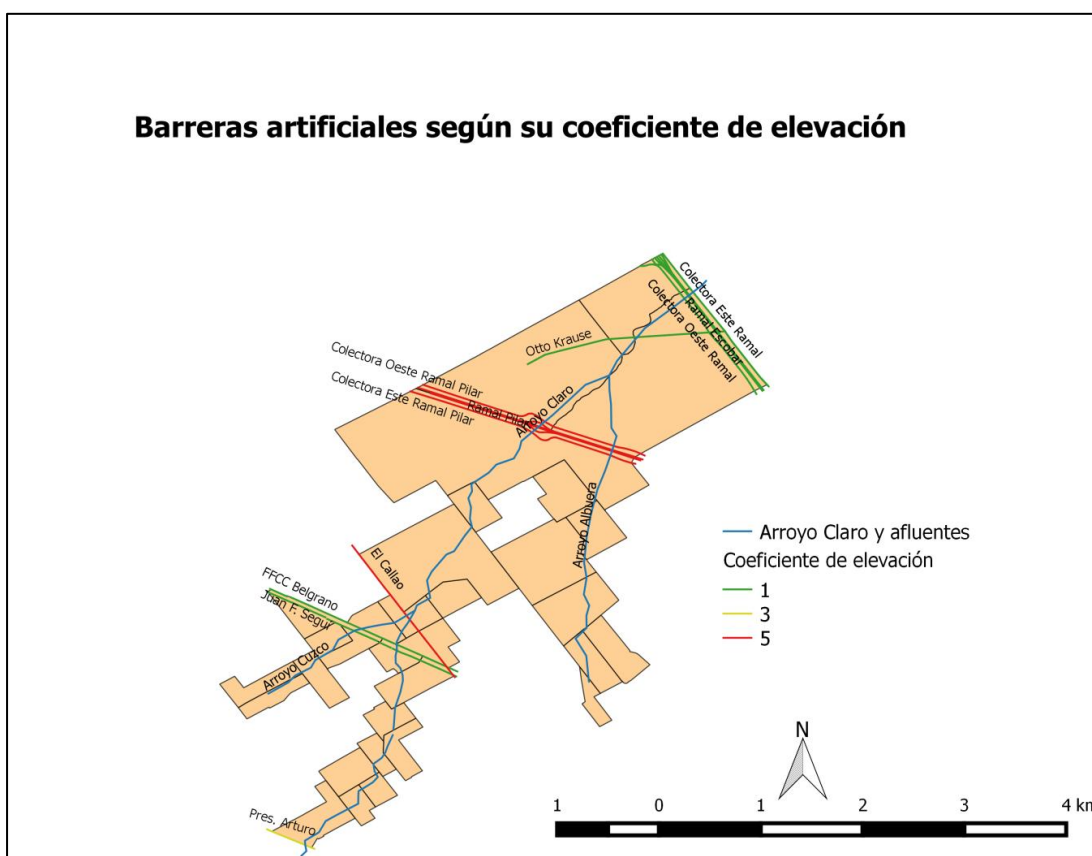


Figura 46: Antropobarreras clasificadas por coeficiente de elevación. Fuente: elaboración propia.

Una vez establecido el índice de antropobarrera, se concluye que el radio censal más afectado corresponde al radio 150201 que se encuentra en la zona de uso del suelo industrial y presenta el mayor valor del índice (5) (Tabla 18 y Figura 47).

Tabla 18: Clasificación de las barreras artificiales e índice antropobarrera. Fuente: elaboración propia.

Radio censal	Cantidad de barreras	Clasificación de barreras	Coficiente de elevación	Índice coficiente de elevación	Coficiente escorrentía	Multiplicación coficientes	Índice antropobarrera
150101	4	1	4	4	2	8	3
150102	1	1	11	4	2	22	4
	2	5					
150103	1	5	5	5	5	25	4
150109	1	5	5	5	5	25	4
150110	0	0	0	1	0	0	1
150113	0	0	0	1	0	0	1
150201	4	1	14	2	5	70	5
	2	5					
150207	0	0	0	1	0	0	1
150208	0	0	0	1	0	0	1
150210	0	0	0	1	0	0	1
150215	0	0	0	1	0	0	1
150216	0	0	0	1	0	0	1
150310	0	0	0	1	0	0	1
151401	2	1	2	3	5	10	3
151402	1	1	1	2	5	5	2
151403	1	1	1	2	5	5	2
151404	0	0	0	1	0	0	1
151407	2	1	2	3	5	10	3
151408	2	1	2	3	5	10	3
151411	0	0	0	1	0	0	1
151509	0	0	0	1	0	0	1
151510	1	5	5	5	5	25	4
151511	0	0	0	1	0	0	1
151513	1	5	6	5	5	30	4
	1	1					
151804	0	0	0	1	0	0	1
151805	0	0	0	1	0	0	1
151901	0	0	0	1	0	0	1
151902	0	0	0	1	0	0	1
151903	0	0	0	1	0	0	1
151904	1	3	3	4	5	15	3
151905	0	0	0	1	0	0	1
151906	0	0	0	1	0	0	1

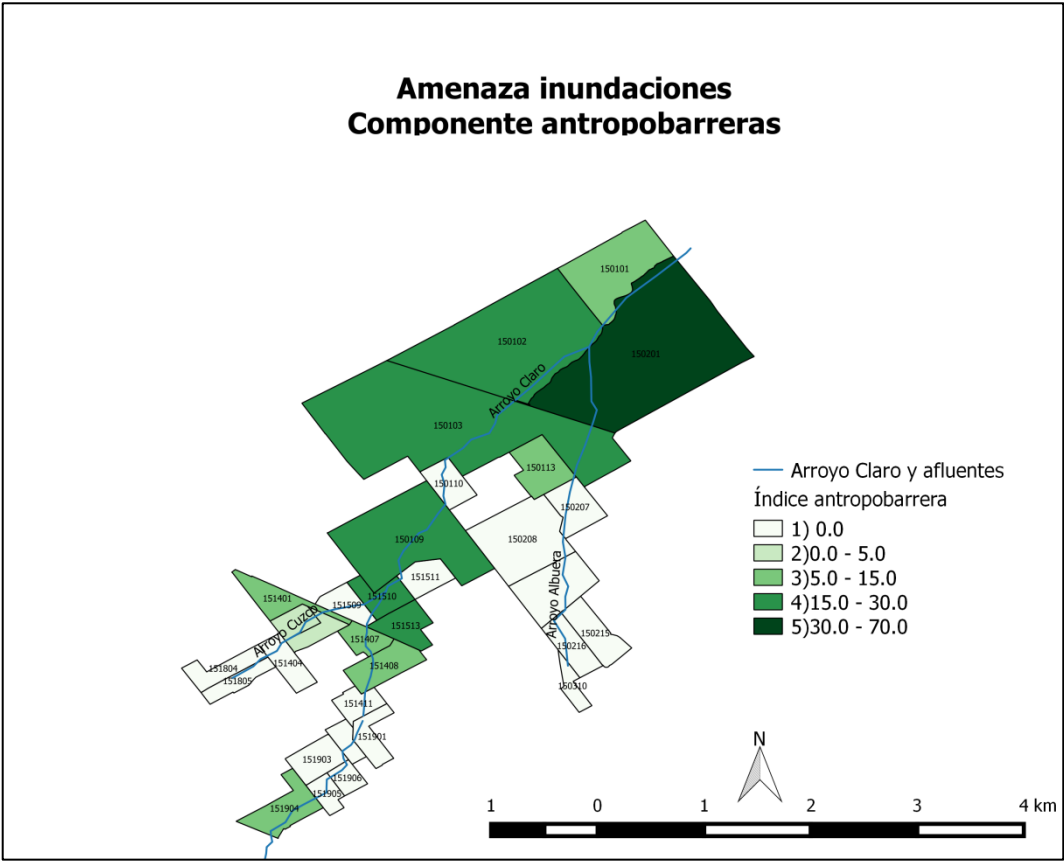


Figura 47: componente barreras artificiales. Fuente: elaboración propia.

## Uso e impermeabilización del suelo

El análisis de imágenes satelitales y las salidas de campo permitieron identificar los usos predominantes del suelo. Cinco diferentes usos de suelo se identificaron: industrial, residencial, comercial, espacios verdes y barrios cerrados (Fig. 48).

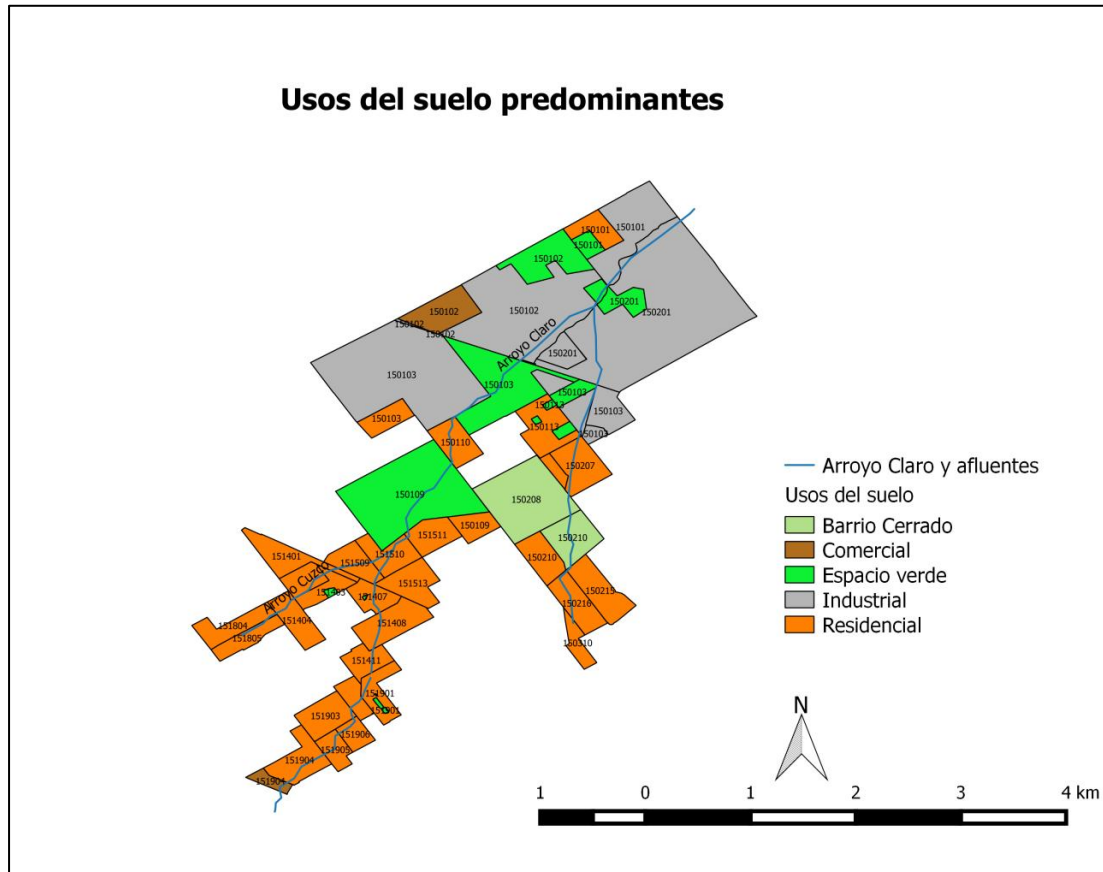
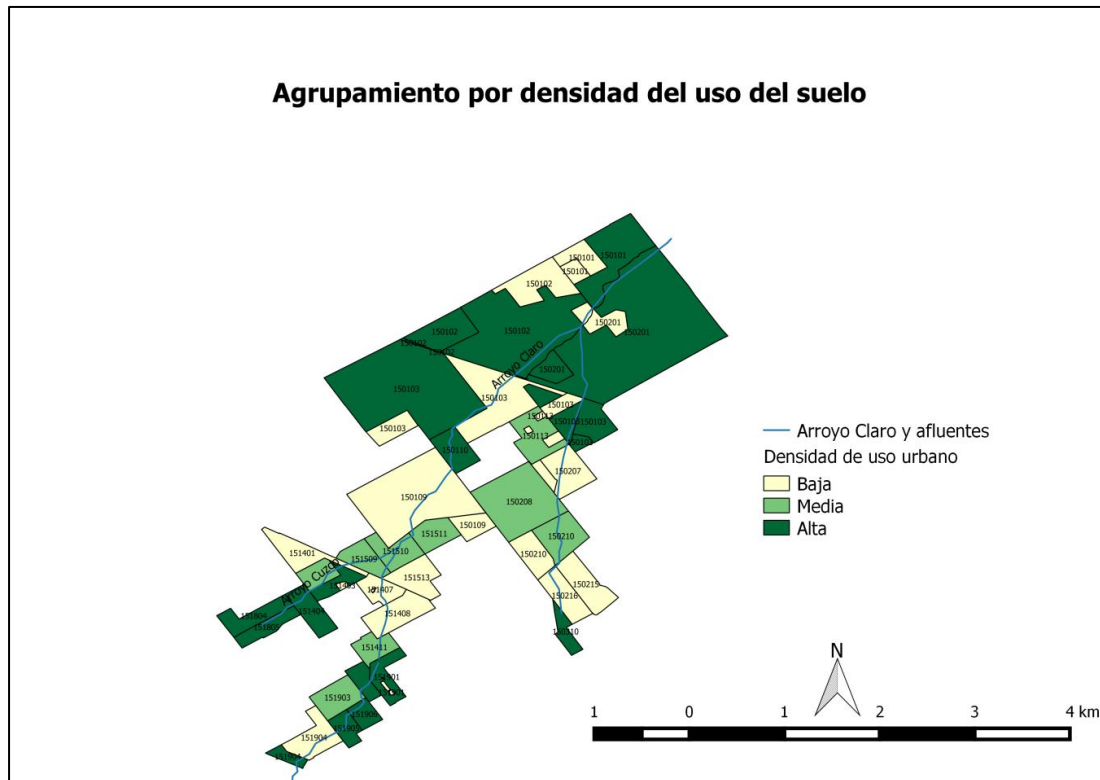


Figura 48: mapa de usos del suelo. Fuente: elaboración propia.



La combinación de los usos del suelo con la densidad poblacional de cada uno de los radios censales dio como resultado el agrupamiento que se observa en la figura 49.



**Figura 49: agrupamiento por densidad de uso del suelo. Fuente: elaboración propia.**

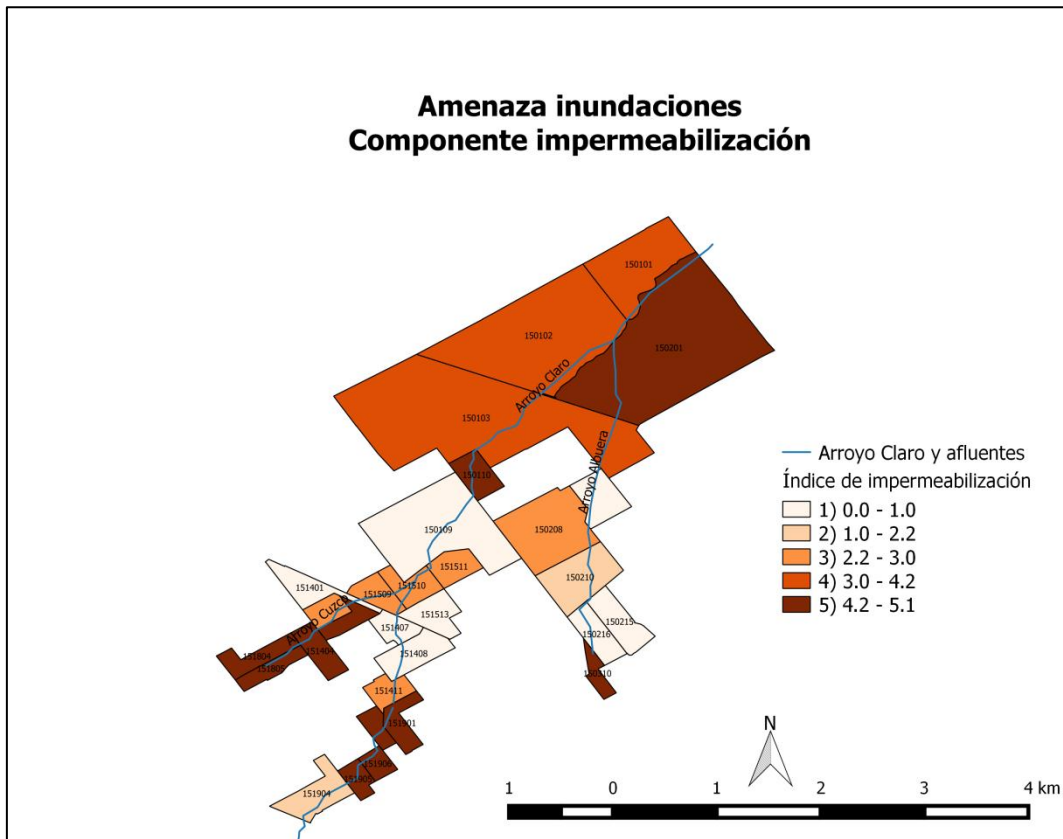
En la tabla 19 se presenta el análisis de la cobertura impermeabilizada en el área de estudio y en la figura 49 se representa el mapa de amenaza por impermeabilización. Donde los valores más claros simbolizan una menor cobertura impermeabilizada del suelo y los valores más oscuros el incremento de esta.

**Tabla 19: Índice de impermeabilización artificial por radio censal en el área de influencia en el Arroyo Claro.**  
Fuente: elaboración propia.

Radio censal	Superficie total (km <sup>2</sup> )	% uso baja densidad	% uso mediana densidad	% uso alta densidad	Impermeabilización	Índice de impermeabilización
150101	0,58	29%	0%	71%	3,82	4
150102	1,54	19%	0%	81%	4,22	4
150103	2,26	30%	0%	70%	3,80	4
150109	1,01	100%	0%	0%	1,00	1
150110	0,16	0%	0%	100%	5,00	5
150113	0,25	16%	84%	0%	2,68	3
150201	2,03	5%	0%	96%	4,83	5
150207	0,21	100%	0%	0%	1,00	1
150208	0,60	7%	93%	0%	2,87	3
150210	0,36	42%	58%	0%	2,17	2
150215	0,21	100%	0%	0%	1,00	1
150216	0,18	100%	0%	0%	1,00	1
150310	0,08	0%	0%	100%	5,00	5
151401	0,19	100%	0%	0%	1,00	1
151402	0,10	0%	100%	0%	3,00	3
151403	0,11	9%	0%	91%	4,64	5
151404	0,16	0%	0%	100%	5,00	5
151407	0,12	100%	0%	0%	1,00	1
151408	0,22	100%	0%	0%	1,00	1
151411	0,12	0%	100%	0%	3,00	3
151509	0,14	0%	100%	0%	3,00	3
151510	0,16	0%	100%	0%	3,00	3
151511	0,15	0%	100%	0%	3,00	3
151513	0,19	100%	0%	0%	1,00	1
151804	0,15	0%	0%	102%	5,10	5
151805	0,12	0%	0%	100%	5,00	5
151901	0,14	7%	0%	93%	4,71	5
151902	0,09	0%	0%	100%	5,00	5
151903	0,18	0%	100%	0%	3,00	3
151904	0,25	80%	0%	20%	1,80	2
151905	0,09	0%	0%	100%	5,00	5
151906	0,08	0%	0%	100%	5,00	5

Lo que se concluye de este análisis es que los radios censales que presentan mayor amenaza por impermeabilización de sus suelos corresponden a los que se encuentran en el área de promoción industrial, donde predomina el uso industrial y las superficies se encuentran cubiertas por los estacionamientos y las propias edificaciones de cada industria. Los radios 150201, 150101, 150102, 150103 correspondiente al barrio El Triángulo y el radio 150110 del Parque Industrial Tortuguitas son los más amenazados (presentan el valor del índice de impermeabilización igual a 5).

La misma situación de amenaza se presenta en los radios que se encuentran en el Arroyo Cuzco radios 151403, 151404, 151804 y 151805, en el Arroyo Claro los radios 151901, 151902, 151906 y 151905 y en Pablo Nogués sobre el Arroyo Albuera en el radio 150310. Los radios menos amenazados son los que se encuentran limitando con las vías del ferrocarril Belgrano Norte 151401, 151407, 151408 y 151513. El radio censal en el que se encuentra el espacio vacante conocido como “La Juanita” y en otras zonas residenciales de baja densidad radios 150215 y 150216.



**Figura 50: componente impermeabilización. Fuente: elaboración propia**

### Índice amenaza inundaciones

La sumatoria de los índices anteriormente desarrollados (topografía natural, impermeabilización y antropobarrera) determinan la amenaza frente a las inundaciones (Tabla 20). La representación de las mismas en un único mapa permitió la identificación de los radios censales más afectados frente al fenómeno de inundación (Fig. 51).

Tabla 20: Índice de amenaza en relación a las inundaciones y sus componentes. Fuente: elaboración propia.

Radio censal	Índice de impermeabilización	Índice antropobarrera	Índice topografía natural	A
150101	4	3	1	8
150102	4	4	3	11
150103	4	4	3	11
150109	1	4	3	8
150110	5	1	1	7
150113	3	1	2	6
150201	5	5	2	12
150207	1	1	2	4
150208	3	1	3	7
150210	2	1	4	7
150215	1	1	4	6
150216	1	1	4	6
150310	5	1	4	10
151401	1	3	5	9
151402	3	2	3	8
151403	5	2	3	10
151404	5	1	5	11
151407	1	3	3	7
151408	1	3	3	7
151411	3	1	3	7
151509	3	1	3	7
151510	3	4	3	10
151511	3	1	3	7
151513	1	4	3	8
151804	5	1	4	10
151805	5	1	4	10
151901	5	1	4	10
151902	5	1	3	9
151903	3	1	4	8
151904	2	3	4	9
151905	5	1	4	10
151906	5	1	4	10

Conforme al análisis desarrollado, los radios censales que presentaron mayor grado de amenaza fueron los radios 150102,150201 y 150103 ubicados en el Área de Promoción Industrial afectados por el Arroyo Claro y Albuera. Así también, el radio 151404 atravesado por el Arroyo Cuzco, presentó el mayor grado de afectación (Fig. 51).

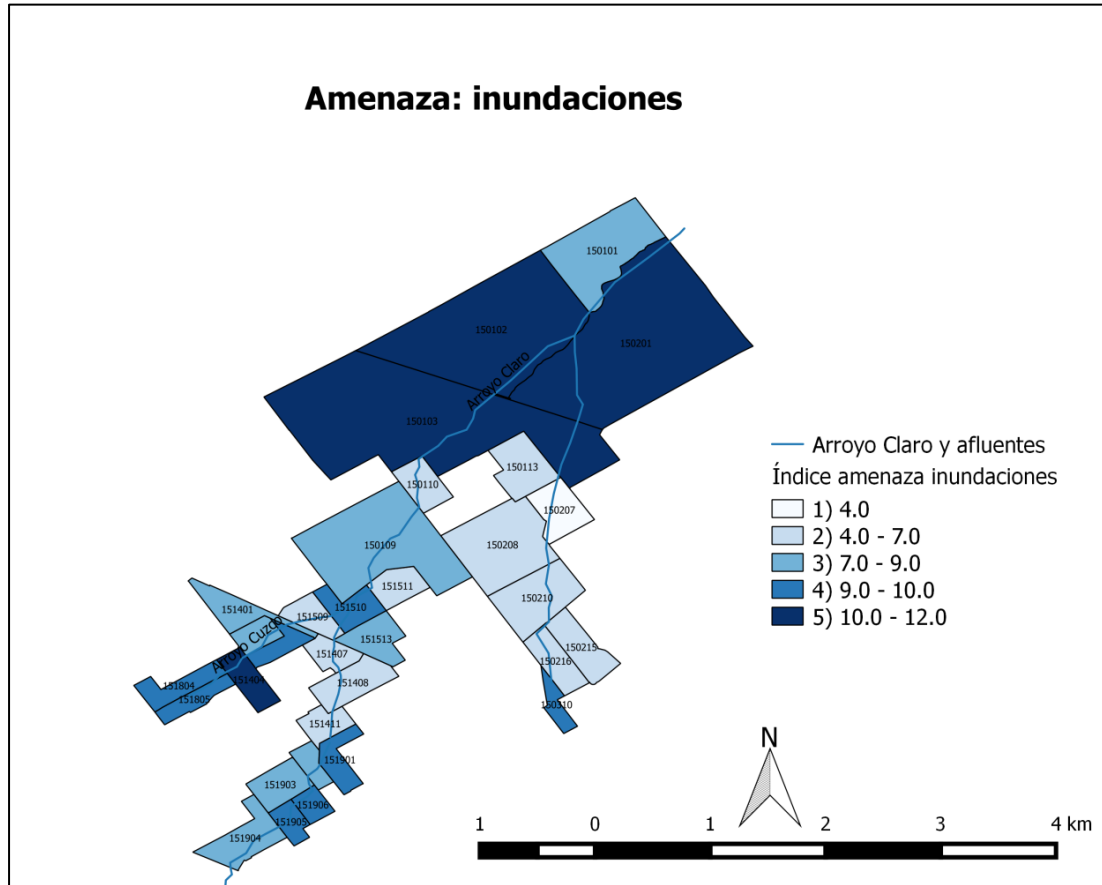


Figura 51: mapa de amenaza frente a las inundaciones. Fuente: elaboración propia.

## 6.2.2 RHP en relación a las inundaciones

Del análisis de las variables correspondientes a los estudios de vulnerabilidad social y amenaza; las cuales se combinaron según la ecuación 16 se determinó el RHP en relación a las inundaciones. El resultado final se representa en un mapa (Fig. 51) con el fin de determinar los radios censales de mayor riesgo para la población afectada por la cuenca del Arroyo Claro y sus afluentes. Los valores de riesgo hídrico poblacional tomaron valores comprendidos entre 1 y 20, luego de aplicar el método de Jenks a estos se establecieron los siguientes rangos de RHP frente a las inundaciones:

**Tabla 21: RHP frente a las inundaciones. Fuente: elaboración propia.**

Radio censal	Índice VS	Índice A	RHP (VS x A)
150101	3	3	9
150102	1	5	5
150103	2	5	10
150109	2	3	6
150110	5	2	10
150113	4	2	8
150201	1	1	1
150207	2	1	2
150208	1	2	2
150210	3	2	6
150215	4	2	8
150216	5	2	10
150310	4	4	16
151401	4	3	12
151402	3	3	9
151403	5	4	20
151404	4	5	20
151407	3	2	6
151408	2	2	4
151411	2	2	4
151509	2	2	4
151510	2	4	8
151511	2	2	4
151513	2	3	6
151804	5	4	20
151805	5	4	20
151901	3	4	12
151902	4	3	12
151903	4	3	12
151904	3	3	9
151905	5	4	20
151906	4	4	16

Del análisis realizado surge que los radios censales más afectados corresponden a los radios 151804, 151805, 151403 y 151404 sobre el Arroyo Cuzco y el radio 151905 sobre el Arroyo Claro. Esto se observa en la figura 52 donde los radios mencionados se representan con los colores más oscuros de la escala.

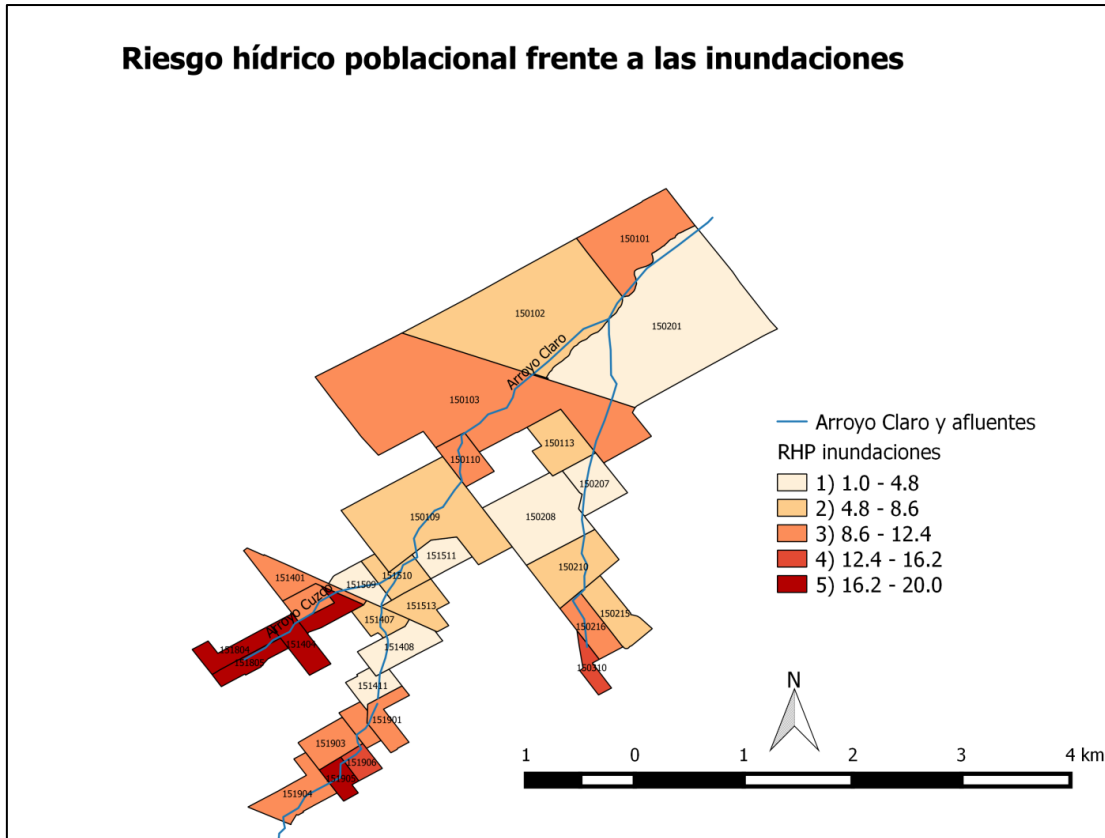


Figura 52: RHP en relación a las inundaciones. Fuente: elaboración propia.

### 6.2.3 Riesgo hídrico poblacional calidad del recurso superficial

#### 6.2.3.1 Vulnerabilidad social

La población más vulnerable es aquella determinada en el análisis de vulnerabilidad social desarrollada frente a las inundaciones.

#### 6.2.3.2 Amenaza contaminación hídrica superficial

##### *Componente industrias según Nivel de Complejidad Ambiental (NCA)*

En el área de estudio, se encontraron localizadas 43 industrias en el área de promoción industrial conocida como El Triángulo y en Parque Industrias de Tortuguitas localizadas las de tercera, segunda y primera categoría y dispersas en la zona residencial únicamente las de primera (Figura 53).

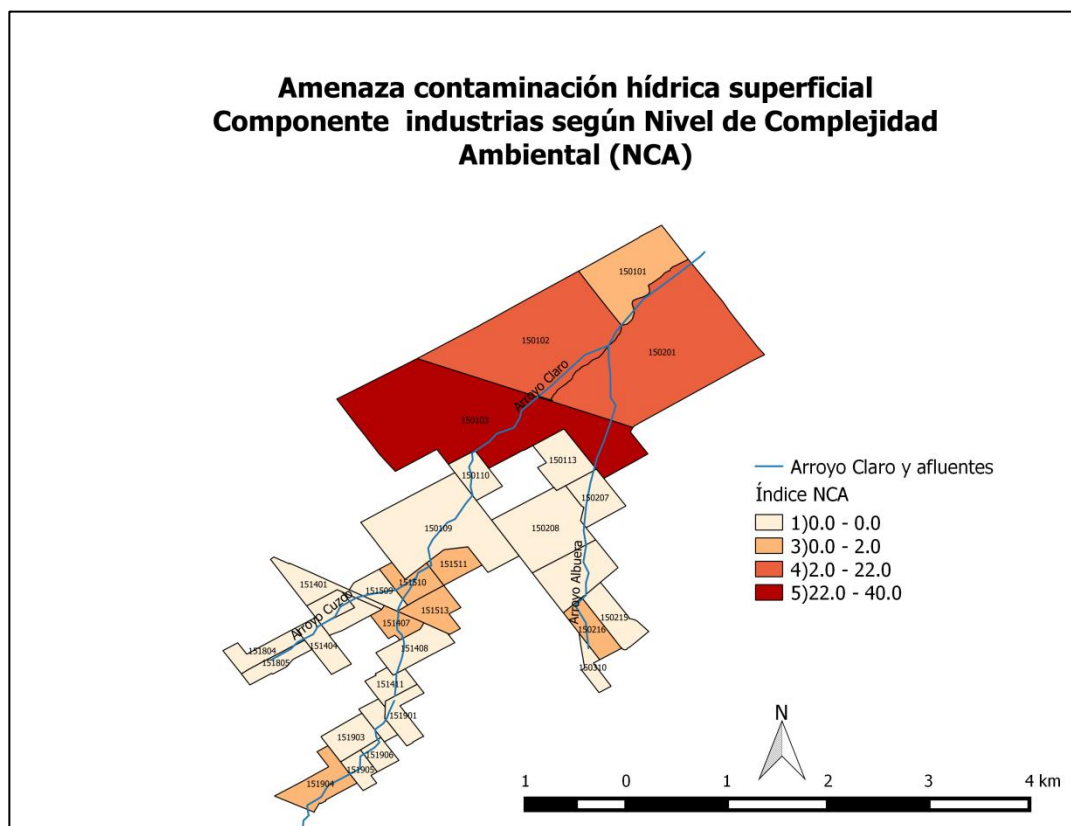


Figura 53: componente industrias según su NCA. Fuente: elaboración propia en base a datos de LabSIG y Diagnóstico Ambiental (2011).



**Tabla 22: Amenaza por industrias según NCA. Fuente: elaboración propia en base a datos del IDE Conurbano y Diagnóstico Ambiental (2011).**

Radio censal	Industrias 1° categoría	Industrias 2° categoría	Industrias 3° categoría	Totales	Amenaza industria	Índice NCA
150101	0	1	0	1	2	3
150102	0	4	2	6	14	4
150103	1	15	3	19	40	5
150109	0	0	0	0	0	1
150110	0	0	0	0	0	1
150113	0	0	0	0	0	1
150201	2	7	2	11	22	4
150207	0	0	0	0	0	1
150208	0	0	0	0	0	1
150210	0	0	0	0	0	1
150215	0	0	0	0	0	1
150216	1	0	0	1	1	3
150310	0	0	0	0	0	1
151401	0	0	0	0	0	1
151402	0	0	0	0	0	1
151403	0	0	0	0	0	1
151404	0	0	0	0	0	1
151407	1	0	0	1	1	3
151408	0	0	0	0	0	1
151411	0	0	0	0	0	1
151509	0	0	0	0	0	1
151510	1	0	0	1	1	3
151511	1	0	0	1	1	3
151513	1	0	0	1	1	3
151804	0	0	0	0	0	1
151805	0	0	0	0	0	1
151901	0	0	0	0	0	1
151902	0	0	0	0	0	1
151903	0	0	0	0	0	1
151904	1	0	0	1	1	3
151905	0	0	0	0	0	1
151906	0	0	0	0	0	1

En este caso, se establecieron cuatro rangos para el índice de NCA dado que los dos primeros rangos comprendían valores igual a cero se agruparon en un mismo rango asignándole el valor de uno. Los radios que presentan mayor valor de amenaza según NCA de las industrias, son radios censales que componen el área de promoción industrial El Triángulo y corresponden a los radios 150103 (índice NCA=5) y 150102 y 150201 (índice NCA=4). Dado que el uso predominante del suelo es industrial, hay mayor presencia de establecimientos de segunda y tercera categoría que influyen en el valor del índice establecido.

La amenaza por industrias según el NCA es una amenaza que se presenta como potencial y debe ser considerada en el análisis del riesgo por el impacto que representan en el uso del recurso superficial. Para poder analizar la amenaza real o total sería necesario realizar un estudio de la calidad de los efluentes de cada una de las industrias localizadas en el área de influencia del Arroyo (Herrero, 2004).

### Componente deterioro de la calidad del recurso hídrico superficial

Los valores guías adoptados para la caracterización de la calidad del recurso, fueron para oxígeno disuelto, tensioactivos y nitratos los valores establecidos por ACUMAR para la cuenca Matanza Riachuelo mientras que para pH, demanda química de oxígeno, nitrógeno amoniacal y fósforo total los establecidos por la ley provincial 11.820 que en su anexo B indica los parámetros de calidad de desagües a cuerpos de agua (Tabla 23).

Tabla 23: Valores guía para desagües cloacales a cuerpos de agua. Fuente: Ley Provincial 11.820 y ACUMAR.

Parámetros	Ley provincial 11.820 (anexo B parámetros de calidad de desagües)	ACUMAR caracterización de la cuenca Matanza Riachuelo y franja costera Río de la Plata. Uso II actividades recreativas con contacto directo
Temperatura	<45 °C	15°C-35°C
pH	6,5-10	6-9
Conductividad	No establece valor	No establece valor
OD	>5 mg/l	≥5 mg/l
Sólidos suspendidos totales	No establece valor	Sin restricción
DQO	<2,50 mg/l	No establece valor
Nitrato	No establece valor	<10 mg/l
Nitrógeno amoniacal	<3,0 mg/l	Sin restricción
Fósforo reactivo	No establece valor	No establece valor
Fósforo total	<1,0 mg/l	<10 mg/l
Fenol	No establece valor	<50 µg/l
Tensioactivo	No establece valor	0,5 mg/l
Coliformes totales	<5000 NMP/100ml	No establece valor
E. Coli	No establece valor	20 NMP/100 ml

Los resultados obtenidos demostraron que la temperatura del agua varía entre los valores 12.1-26.6°C dentro del valor guía permitido para desagües cloacales (<45°C). En los diferentes tramos el pH tomó valores variables (6.94-9.75) levemente alcalino asociado al contacto con materiales de construcción (Fig.54).

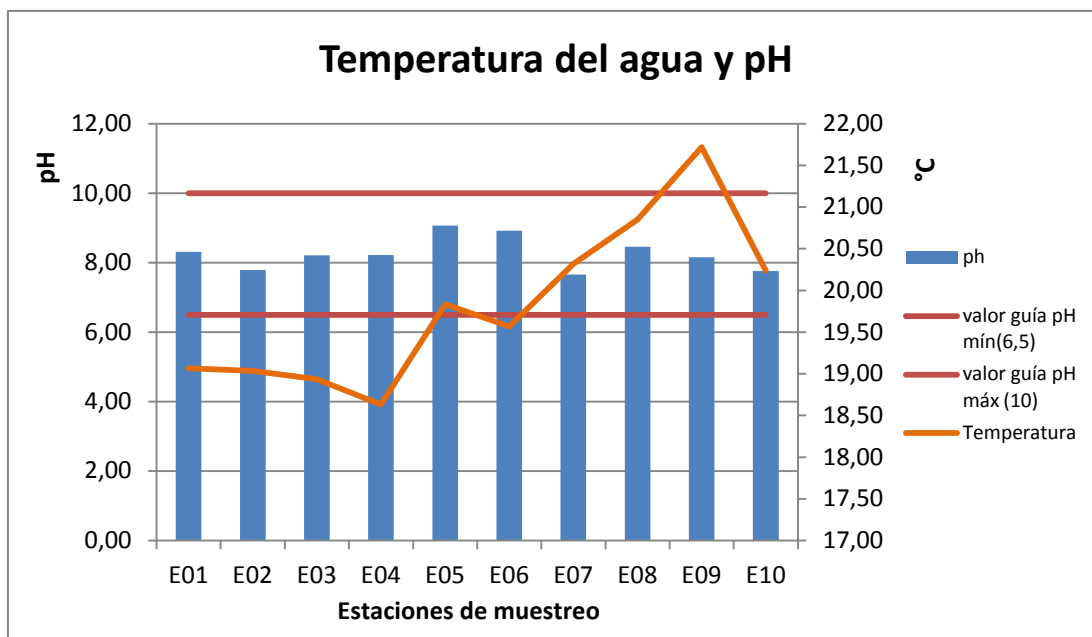


Figura 54: Valores medios de temperatura y pH para las estaciones de muestreo en el Arroyo Claro y sus afluentes. Fuente: elaboración propia.

La conductividad (451-1170 microS) presentó valores elevados en dos de las estaciones de muestreo (Fig.55). La E1 ubicada en el ingreso al municipio y la E9 ubicada donde el Arroyo Claro abandona la zona industrial, lo que podría indicar la presencia de algunos iones como  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Cl^-$ ,  $CO_3^-$  responsables del “agua dura” problema común en el área de estudio.

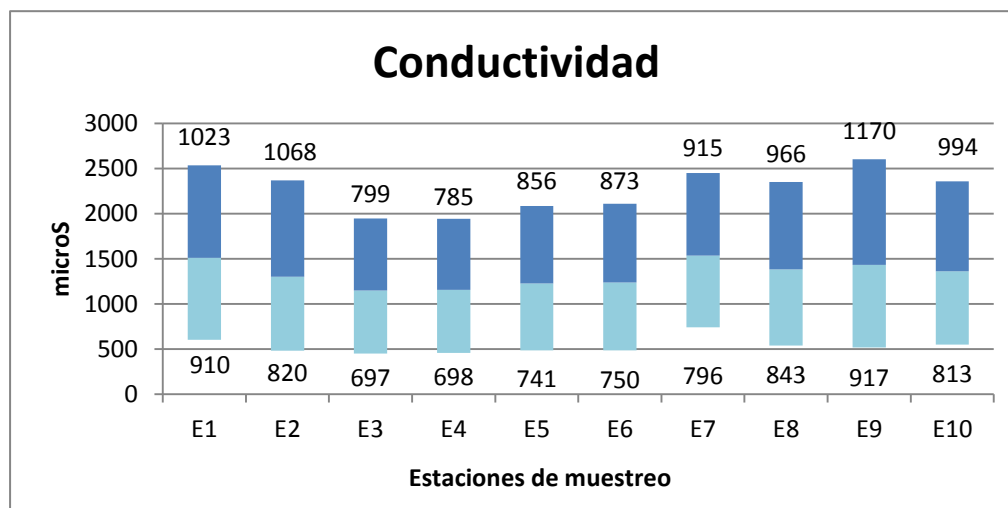


Figura 55: valores medios de conductividad con sus máximos y mínimos para las estaciones de muestreo en el Arroyo Claro y sus afluentes. Fuente: elaboración propia.

La concentración media de oxígeno disuelto fue baja en dos de las estaciones de muestreo E2 y E10 (3.08-1.26 mg/l respectivamente) (Fig. 56). Durante los muestreos realizados comprendidos entre los meses de junio a diciembre 2014 se registraron valores aún más bajos por debajo a los 1mg/l en tres de las estaciones de muestreo las estaciones E2 (octubre: 0.24 mg/l; noviembre: 0.36mg/l y diciembre 0.33 mg/l); E7 (noviembre: 0.83 mg/l y diciembre 0.94 mg/l) y la estación E10 (octubre: 0.9 mg/l) (Fig. 56). En el tramo medio, se observaron los valores más altos superiores a los 5 mg/l establecidos como valor guía para los desagües cloacales. Respecto al valor guía establecido para oxígeno disuelto, solo dos de las estaciones de muestreo presentan sus valores medios por debajo del valor guía permitido.

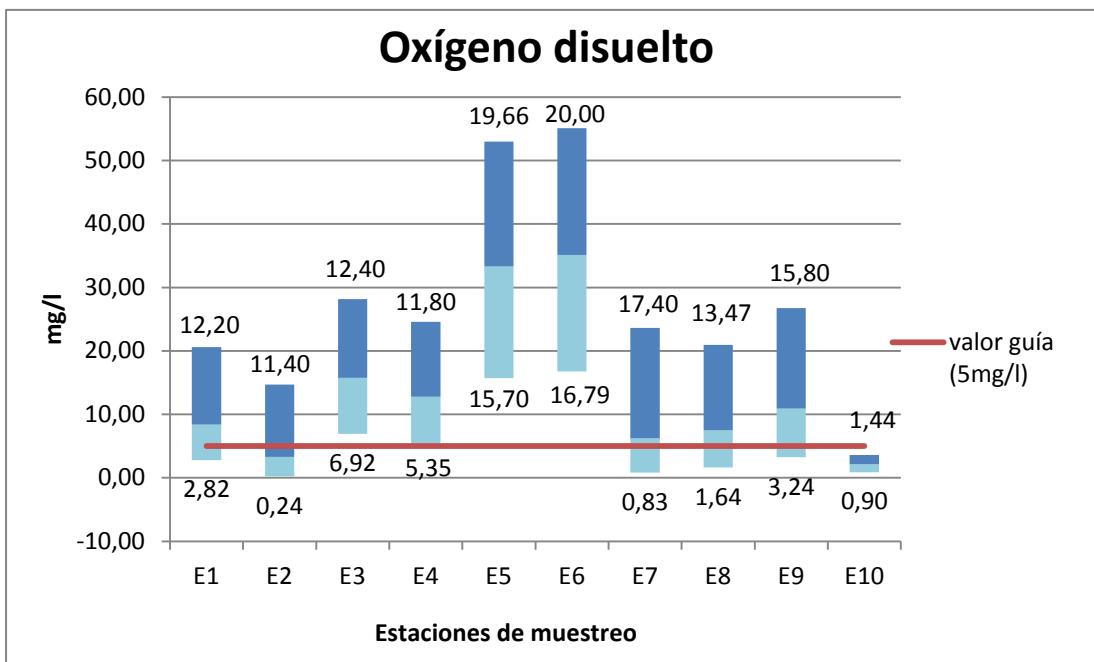


Figura 56: valores medios de oxígeno disuelto con sus máximos y mínimos para las estaciones de muestreo en el Arroyo Claro y sus efluentes. Fuente: elaboración propia.

**Tabla 24: valores medios de los parámetros analizados en laboratorio para el Arroyo Claro y sus afluentes con sus valores de desvío estándar. Fuente: elaboración propia.**

Estación de muestreo	Conductividad (microS)	Sólidos suspendidos totales (mg/l)	Nitrato (mg/l)	Nitrógeno Amoniacal (mg/l)	P reactivo (mg/l)	P total (mg/l)	Cloruro (mg/l)	Tensioactivos (mg/l)	Coliformes totales (UFC/ml)	E coli (UFC/ml)
E1 (n=6)	910±163	24,76±16,81	16,25±9,40	4,09±3,21	13,05±6,88	13,05±7,20	75,40±31,40	0,842±0,773	82,50±26,61	61,67±26,96
E2 (n=6)	820±21	30,23±7,69	45,23±30,56	11,03±9,30	11,54±4,81	11,54±5,06	46,77±16,17	3,414±2,801	315,00±153,07	265,00±132,63
E3 (n=6)	697±125	20,20±14,27	27,73±10,92	2,64±2,17	5,87±7,71	5,87±8,09	34,88±13,07	1,034±0,708	68,83±69,76	45,83±42,38
E4 (n=6)	698±120	14,22±4,08	32,52±4,43	1,45±1,70	6,40±6,72	6,40±7,02	32,82±16,01	0,978±0,700	56,67±74,36	33,83±39,19
E5 (n=6)	741±130	24,00±13,60	25,88±12,25	2,09±1,85	4,43±2,38	4,43±2,27	45,85±24,17	0,975±0,754	59,33±66,60	27,50±35,78
E6 (n=6)	750±143	10,30±1,94	27,45±8,60	3,40±2,54	6,10±5,33	6,10±5,57	51,47±26,71	1,140±0,670	45,33±43,51	12,83±14,11
E7 (n=6)	796±61	680,27±1578,09	38,35±30,43	11,94±10,01	10,31±7,01	10,31±7,28	42,80±22,33	0,904±0,431	100,33±121,45	61,17±76,48
E8 (n=6)	843±158	21,97±3,72	17,70±10,90	3,83±4,16	3,00±1,38	3,00±1,47	54,42±33,92	0,929±0,740	203,33±78,15	93,33±87,56
E9 (n=6)	917±216	43,03±27,02	19,60±13,46	3,44±2,53	10,71±11,22	10,71±11,52	70,60±39,48	0,840±0,427	147,50±42,40	81,50±52,97
E10 (n=5)*	813±171	91,36±181,16	16,82±19,83	11,54±5,72	8,96±4,20	8,96±4,26	63,00±21,34	1,467±1,218	271,00±184,47	188,80±137,18

Los valores de fenoles no se muestran en la tabla ya que resultaron por debajo del límite de detección para todas las estaciones de muestreo.

\* El valor n=5 se debe a que la E10 se incorporó luego del mes de junio.

La demanda química de oxígeno mostró amplias variaciones, los valores medios oscilaron entre 116.38-1708.69 mg/l superando los valores de referencia para desagües cloacales (Fig. 57). Durante los muestreos realizados, el máximo valor hallado (8948 mg/l) correspondió al muestreo que se realizó en el mes de julio 2014 donde se detectó el volcado de efluentes de origen desconocido provenientes de un zanjón entubado, ubicado en el área de promoción industrial "El Triángulo" (Fig. 58).

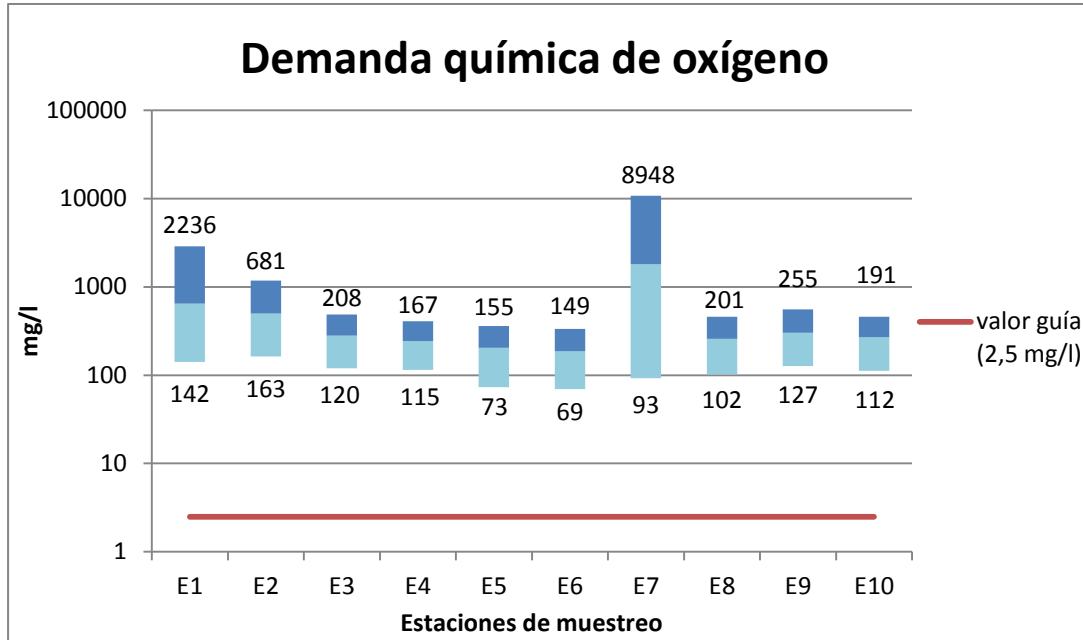


Figura 57: valores medios de DQO con sus máximos y mínimos para las estaciones de muestreo del Arroyo Claro y sus afluentes. Fuente: elaboración propia.



Figura 58: Muestreo en el mes de julio en la E7 ubicada en Centenario y Constituyentes. Se puede observar el vertido en el zanjón con una gran cantidad de espuma de origen desconocido, a la que se atribuye el alto valor registrado de DQO.

Con respecto a las formas de nitrógeno analizadas, se registraron altas concentraciones superando los valores de referencia tanto para el nitrógeno amoniacal como nitratos en diferentes estaciones de muestreo. Para el primero, en siete de las estaciones el valor medio registrado superó el valor permitido por la ley 11.820 (<3mg/l) (Fig.59). En el caso de los nitratos el valor medio superó el valor establecido por ACUMAR (<10mg/l) en todas las estaciones de muestreo (Fig.60). Se infiere que el vertido de efluentes domiciliarios, sin tratamiento previo, al curso de agua sea una posible causa de los valores registrados.

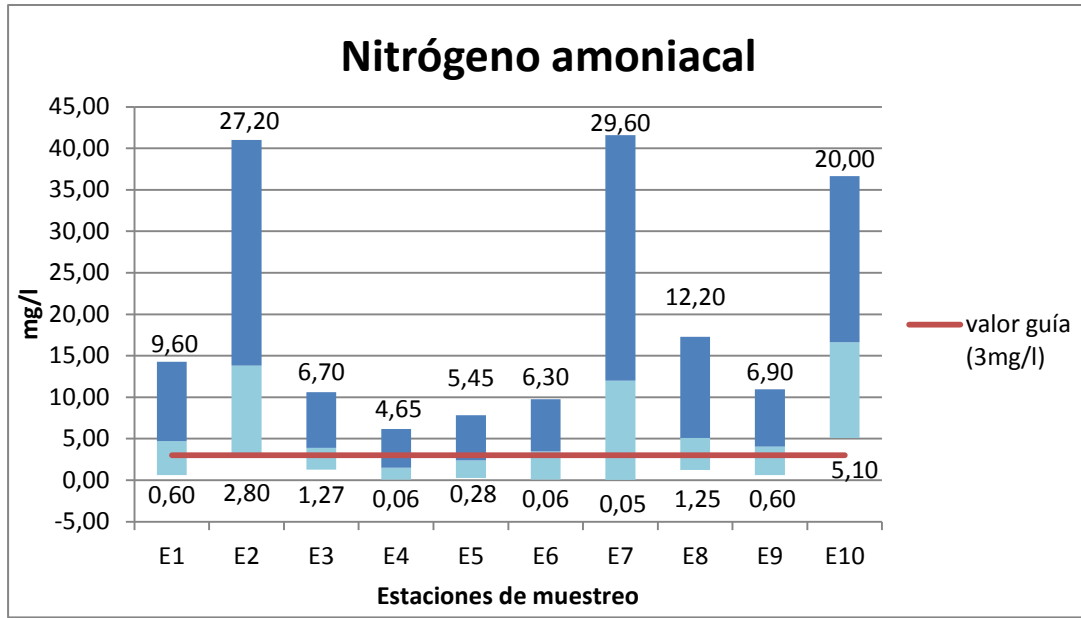


Figura 59: valores medios de nitrógeno amoniacal con sus máximos y mínimos para las estaciones de muestreo del Arroyo Claro y sus afluentes. Fuente: elaboración propia.

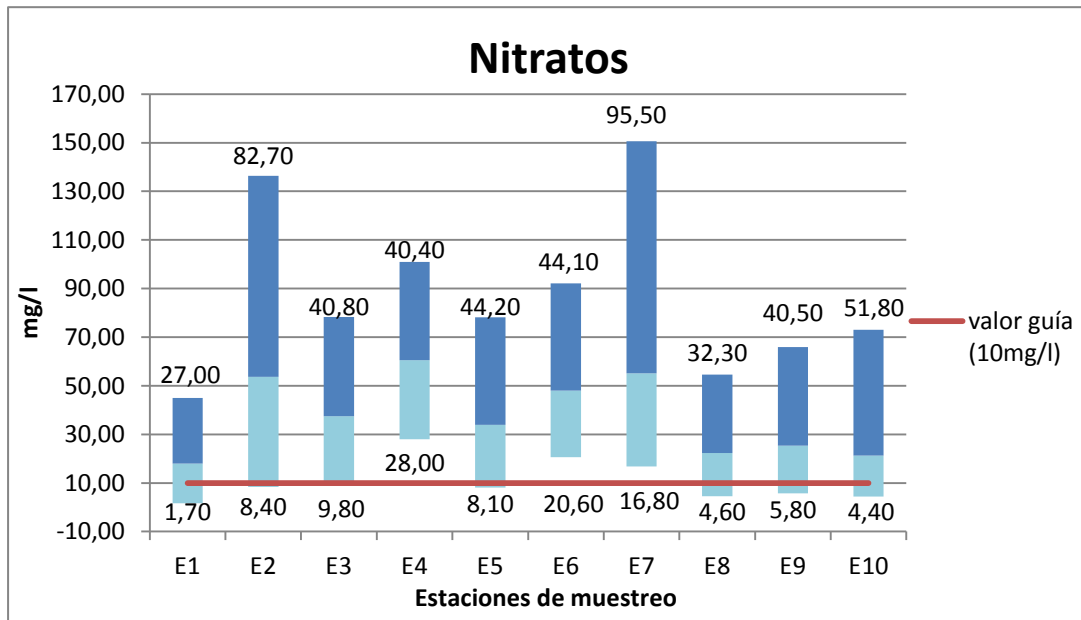


Figura 60: valores medios de nitratos con sus máximos y mínimos para las estaciones de muestreo del Arroyo Claro y sus afluentes. Fuente: elaboración propia.

Acompañando esto, se registró una elevada concentración de tensioactivos y fosfatos provenientes, posiblemente, de la descarga domiciliar de agua de lavado de cocina y baño (Fig. 62, 63 y 64). Esto deriva de las encuestas realizadas en la zona de influencia del Arroyo, donde el 95% de los encuestados manifestó descargar el agua del lavado, cocina y baños directamente a la calle siendo el destino final de la misma dentro el arroyo.

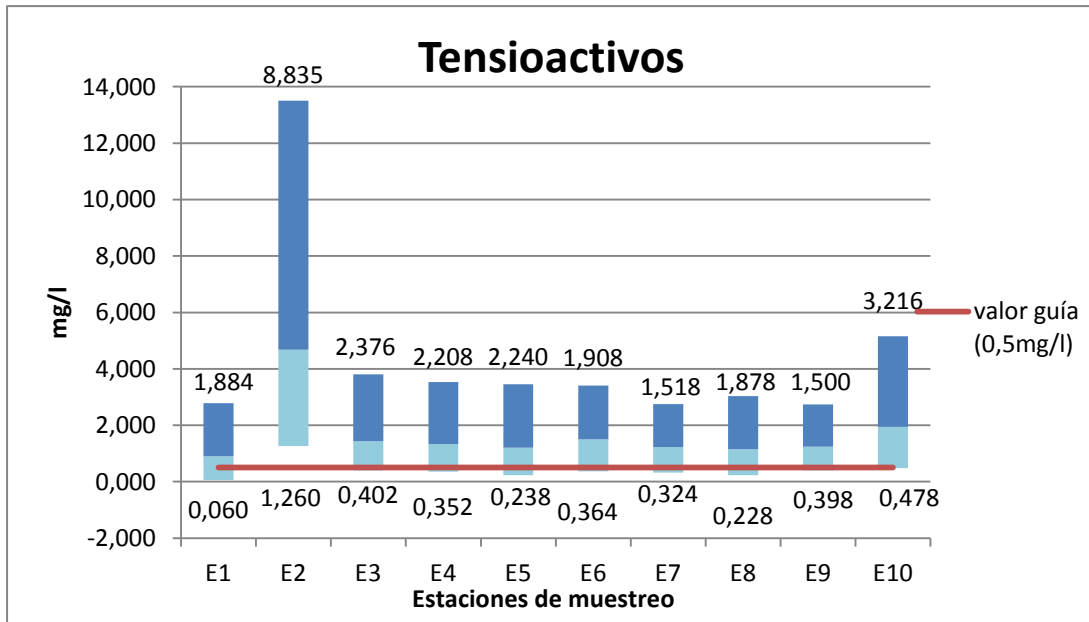


Figura 61: valores medios de tensioactivos con sus máximos y mínimos para las estaciones de muestreo del Arroyo Claro y sus afluentes. Fuente: elaboración propia.

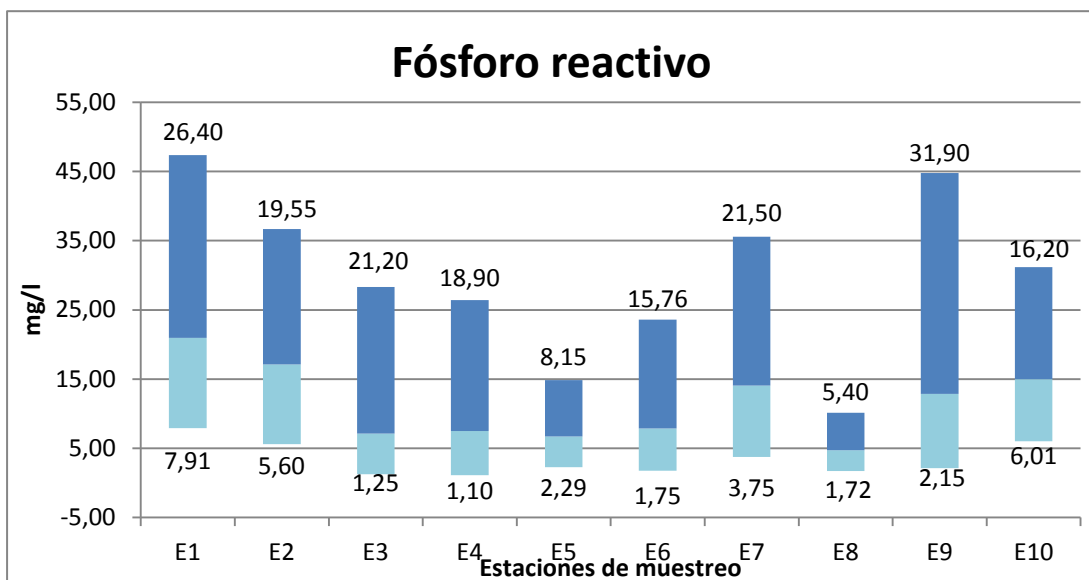


Figura 62: valores medios de fósforo reactivo con sus máximos y mínimos para las estaciones de muestreo del Arroyo Claro y sus afluentes. Fuente: elaboración propia.



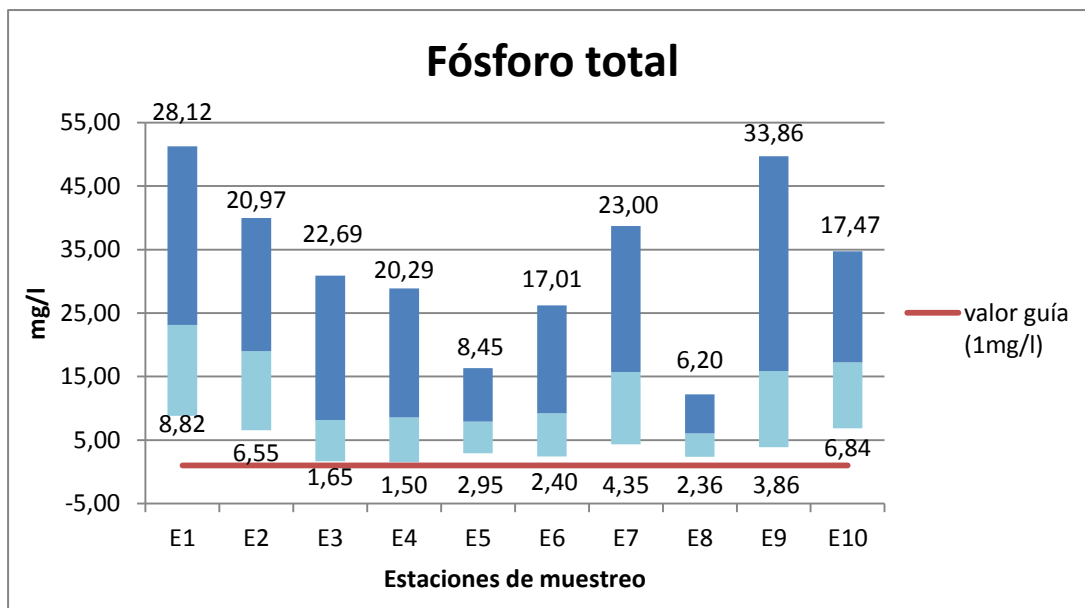


Figura 63: valores medios de fósforo total con sus máximos y mínimos para las estaciones de muestreo del Arroyo Claro y sus afluentes. Fuente: elaboración propia.

Los análisis bacteriológicos mostraron altas concentraciones de *E. coli* (56-400 UFC/ml) y coliformes (2-540 UFC/ml) (Fig. 65 y Fig. 66). Estos valores indican una fuerte contaminación de origen fecal en el arroyo Claro y sus efluentes, siendo el agua no recomendable para ningún tipo de contacto dada las diferentes enfermedades que se pueden contraer por su contacto, principalmente las que afectan al tracto intestinal (ANEXO I).

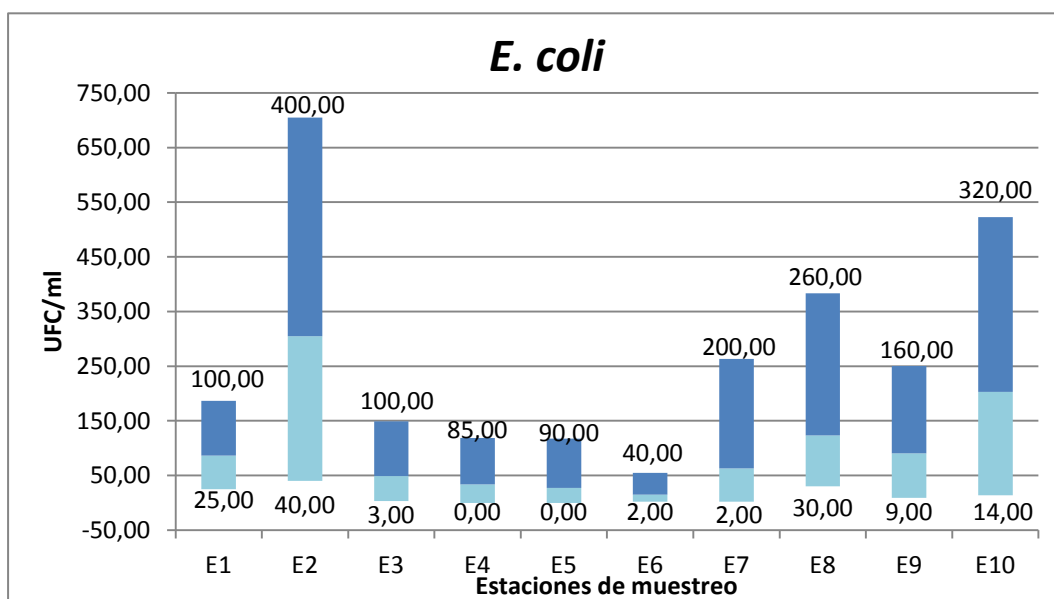


Figura 64: valores medios de coliformes totales con sus máximos y mínimos para las estaciones de muestreo del Arroyo Claro y sus afluentes. Fuente: elaboración propia.

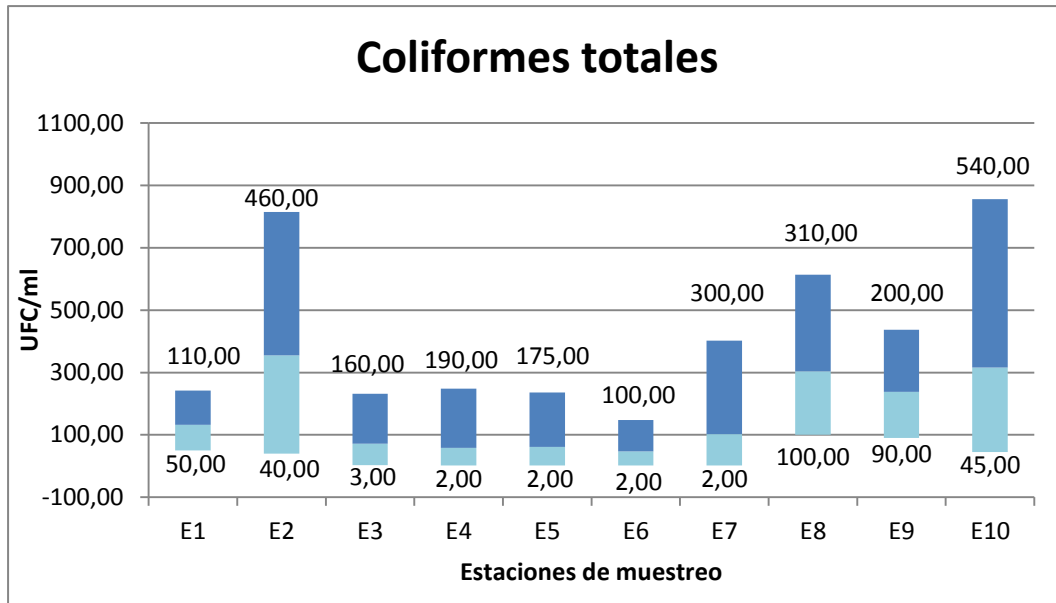


Figura 65: valores medios de *Escherichia coli* con sus máximos y mínimos para las estaciones de muestreo del Arroyo Claro y sus afluentes. Fuente: elaboración propia.

### **Análisis multivariado de la calidad de agua**

El PCA permitió explicar el 65% de la varianza total con tres componentes. La matriz de correlación arrojó un valor de determinante igual a 0,001. El valor de KMO fue de 0,664 y el valor de significación  $p < 0,05$ , determinando que hay correlación entre las variables y acorde al valor de KMO el análisis fue apropiado para los datos empleados. Hay un primer componente conformado por el pH y el oxígeno disuelto, el segundo componente evidencia una posible contaminación de origen industrial conformado por cloruros, fósforo reactivo y total, DQO y conductividad y el tercer componente, evidencia la contaminación de origen domiciliar en el cual se encuentran los nitratos, nitrógeno amoniacal, coliformes totales, E.coli, tensioactivos (Fig.67). Estos componentes son los que se utilizaron para la determinación del índice de contaminación hídrica superficial.

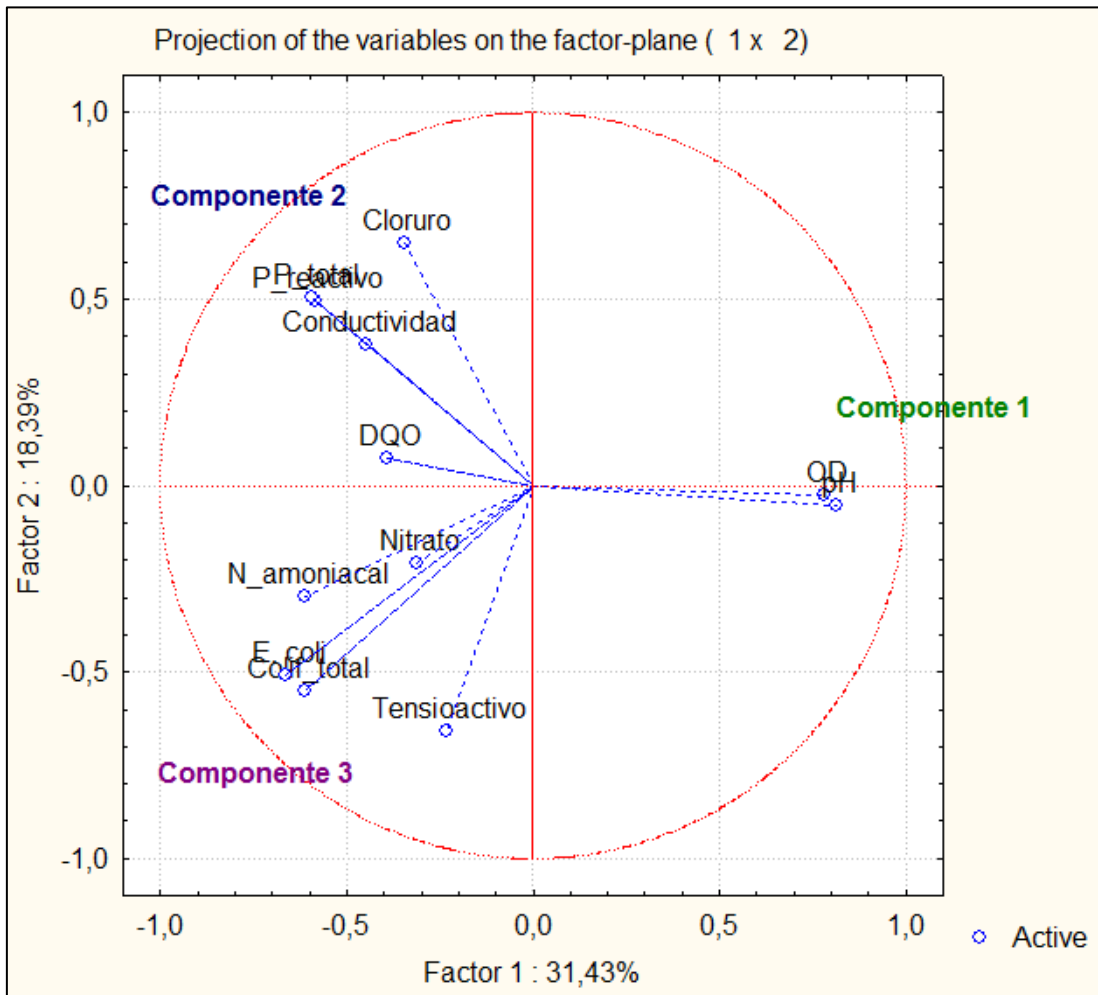


Figura 66: Resultado del PCA de las variables de calidad de agua superficial. Variables que conforman los tres componentes principales. Fuente: elaboración propia.

Dadas las condiciones ambientales propias de los entornos urbanos, los datos registrados presentaron alta variabilidad. Esto se presentó como consecuencia de los diferentes vertidos, de origen domiciliario o industrial, que se registraron durante los muestreos. Estos vertidos no fueron constantes presentando elevados valores en algunos de los parámetros estudiados. Analizando cada uno de los sitios y los meses de muestreo se obtuvo como resultado que en el comienzo de la estación cálida los resultados se ubicaron en un gradiente hacia mayor contaminación del tipo industrial. Los muestreos de los meses de septiembre a diciembre se asociaron a los componentes cloruros, fósforo reactivo y total y conductividad, mientras que en los meses correspondientes a la estación fría (junio y julio) todas las estaciones de muestreo se ubicaron en valores bajos de pH y contaminación de tipo industrial (Fig. 68).

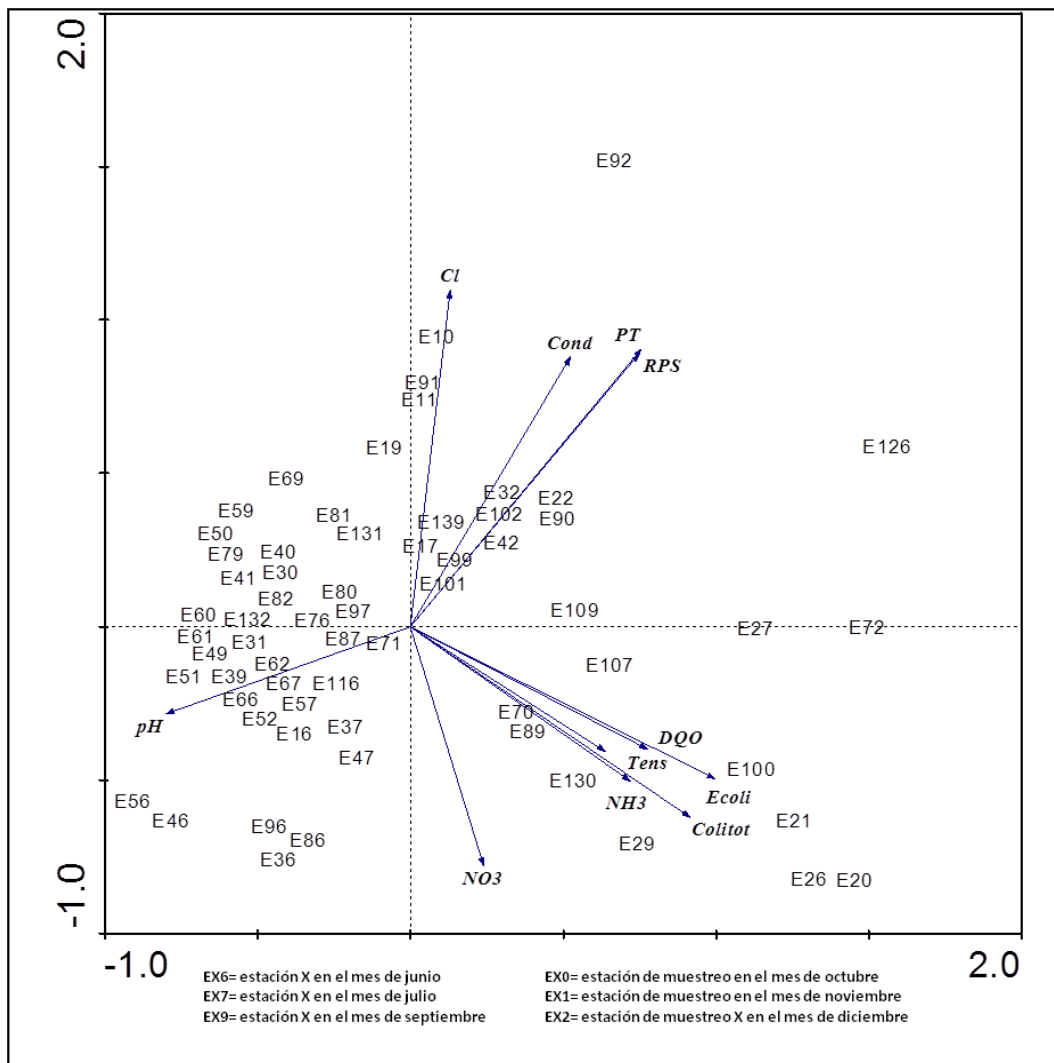


Figura 67: Biplot de componentes principales. Fuente: elaboración propia

La E1 ubicada al ingreso del municipio en la intersección del Arroyo Claro y Hernández presentó contaminación por cloruros. En el mes de junio se asoció hacia valores de pH altos y baja contaminación por cloruros, en los meses posteriores se registraron valores altos de este tipo de contaminante. La siguiente estación E2, ubicada en el Arroyo Cuzco, se asoció con contaminación de origen orgánica. El origen de esto fue por la eliminación de agua de lavado, cocina y baño y por la eliminación de excretas al cuerpo de agua. La E5 ubicada en el campo La Juanita se asoció a valores bajos de contaminación industrial y orgánica. La estación se ubica a 2.77 kilómetros de las primeras estaciones que presentaron niveles de contaminación de origen domiciliario, por lo que el recorrido a cielo abierto, la presencia de vegetación en los márgenes y laterales y el cauce natural con sedimentación en los barros de fondo posiblemente contribuyeron a disminuir la concentración de los analitos en el agua. En el caso de las estaciones ubicadas en la zona industrial E9 y E10 presentaron contaminación del tipo orgánica e industrial (Fig. 69).



Figura 68: Contaminantes presentes por estación de muestreo en base a PCA. Fuente: elaboración propia.

### Índice amenaza contaminación hídrica superficial

En la figura 70 se muestra la asociación de las estaciones de muestreo a los radios censales correspondientes al área de influencia del Arroyo Claro. Los radios censales que presentaron mayor nivel de amenaza según contaminación hídrica superficial son los asociados a las estaciones de muestreo ubicadas en la zona industrial E7, E8, E9 y E10. La estación E1 presentó valores de amenaza medio, mientras que las estaciones E2, E3, E4, E5 y E6 los valores más bajos de amenaza en relación a la contaminación hídrica superficial (Tabla 25, Fig.71).

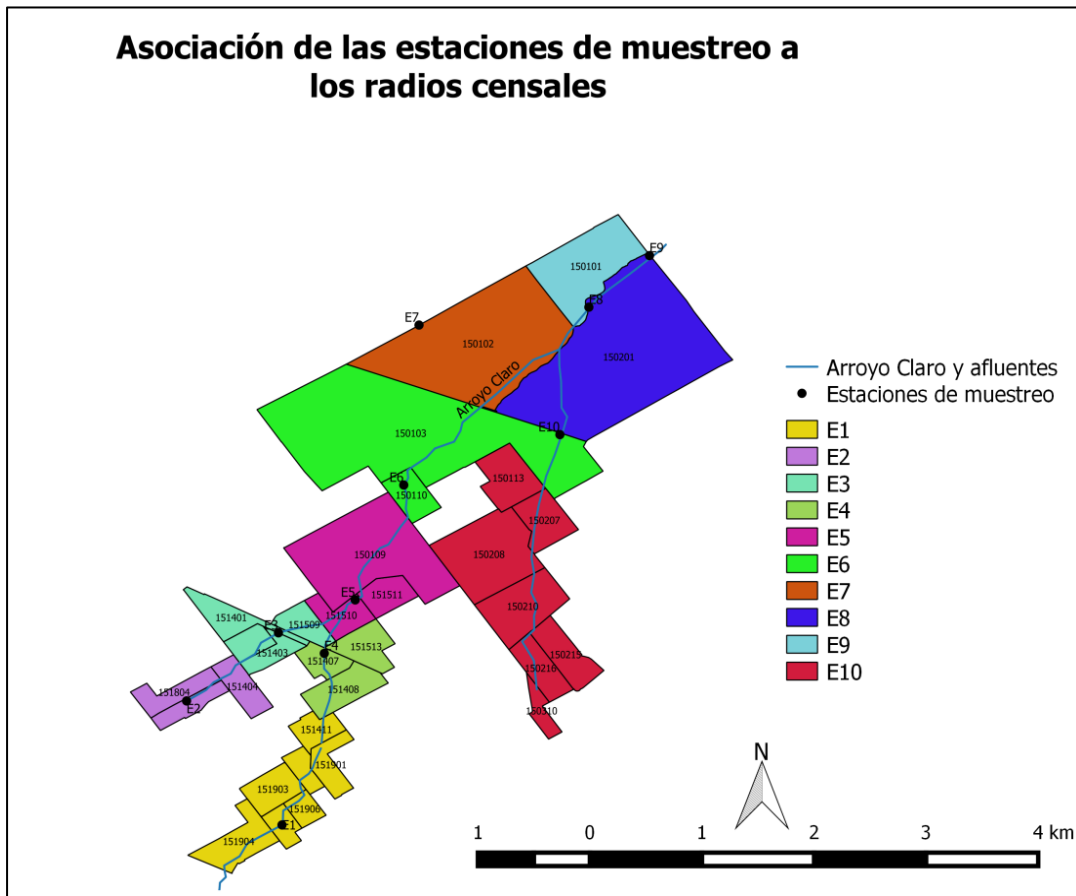


Figura 69: Asociación de las estaciones de muestreo a los radios censales en el área de influencia del Arroyo Claro y sus afluentes. Fuente: elaboración propia.

Tabla 25: amenaza por contaminación superficial. Fuente elaboración propia.

Radio censal	Estación de muestreo asociada	Componente 1	Componente 2	Componente 3	Sumatoria	Índice contaminación superficial
150101	E9	2	3		5	3
150102	E7	2		3	5	3
150103	E10	2			2	3
150109	E5	2			2	1
150110	E6	2			2	1
150113	E10	2	3		5	3
150201	E8	2	3		5	3
150207	E10	2	3		5	3
150208	E10	2	3		5	3
150210	E10	2	3		5	3
150215	E10	2	3		5	3
150216	E10	2	3		5	3
150310	E10	2	3		5	3
151401	E3	2			2	1
151402	E3	2			2	1
151403	E3	2			2	1
151404	E2	2			2	1
151407	E4	2			2	1
151408	E4	2			2	1
151411	E1		3		3	2
151509	E3	2			2	1
151510	E5	2			2	1
151511	E5	2			2	1
151513	E4	2			2	1
151804	E2	2			2	1
151805	E2	2			2	1
151901	E1		3		3	2
151902	E1		3		3	2
151903	E1		3		3	2
151904	E1		3		3	2
151905	E1		3		3	2
151906	E1		3		3	2

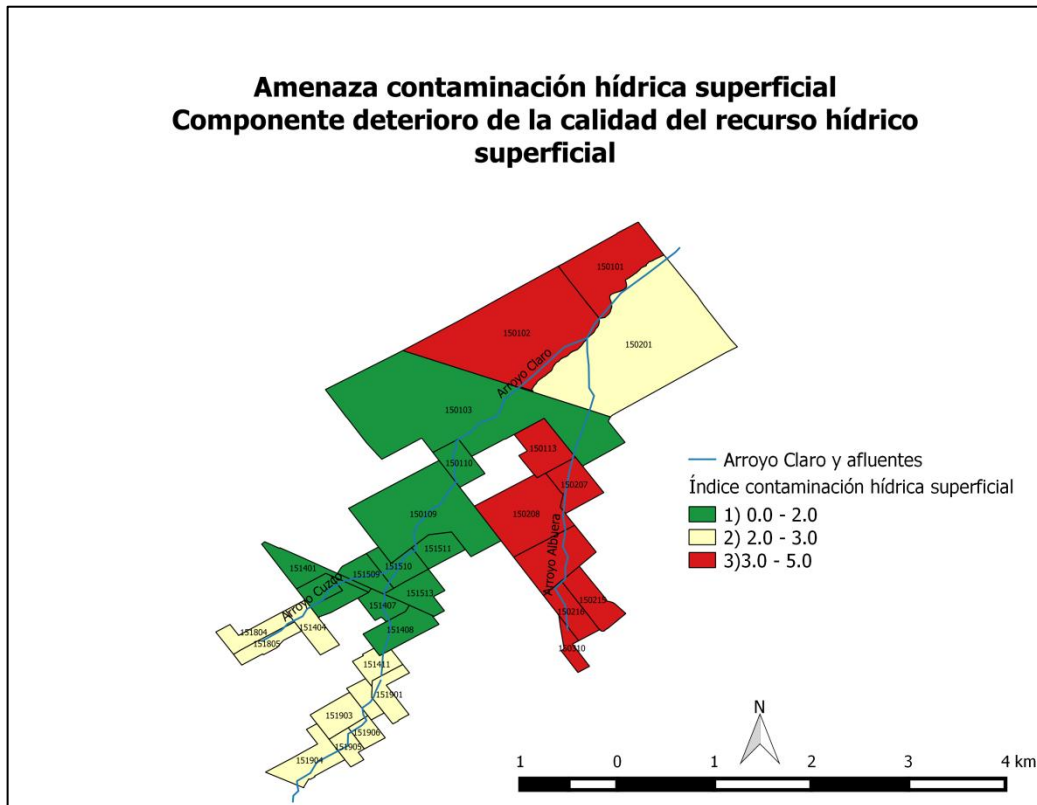


Figura 70: componente deterioro de la calidad del recurso hídrico superficial. Fuente: elaboración propia.

### ***Índice de amenazas calidad del recurso hídrico superficial***

La sumatoria de los índices NCA y contaminación hídrica superficial determinaron la amenaza en relación a la calidad del recurso superficial. La representación en un mapa permitió identificar los radios censales con mayor amenaza frente a la calidad del agua superficial (Fig. 72). Los radios censales que presentaron mayor amenaza en relación al recurso superficial fueron los radios 150102, 150103 y 150201 ubicados en la zona industrial. El resultado se debe a la presencia de industrias de segunda y tercera categoría y a la calidad de los efluentes registrados en las estaciones de muestreo asociadas. Los radios que presentaron el menor nivel de amenaza fueron los radios censales 150109, 150110, ubicados en la cercanía del campo La Juanita; 151509, 151401, 151402, 151403, 151404, 151804 y 151805 en la zona residencial influenciada por el Arroyo Cuzo y el radio 151408 ubicado en el Arroyo Claro.



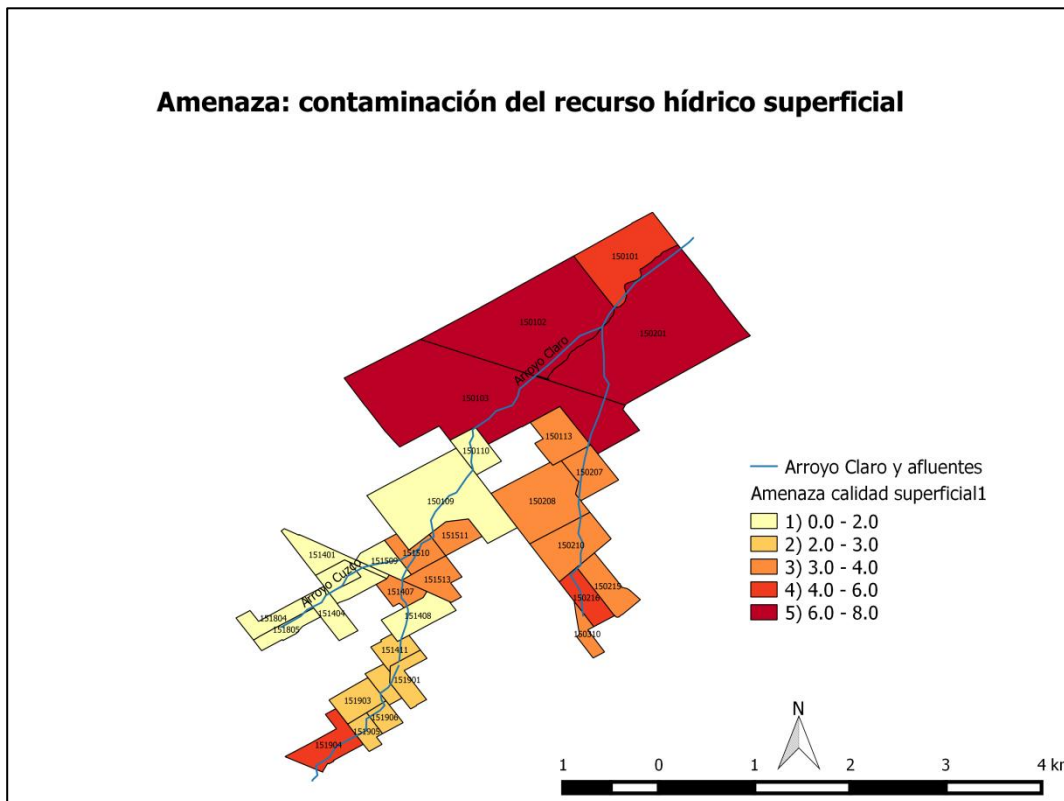


Figura 71: Mapa de amenaza frente a la calidad hídrica superficial. Fuente: elaboración propia.

#### 6.2.4 RHP calidad del recurso hídrico superficial

Del análisis de las variables correspondientes a los estudios de VS y A; las cuales se combinaron según la ecuación 16 se determinó el RHP en relación a la calidad del recurso hídrico superficial. Al igual que el RHP frente a las inundaciones el resultado final se expresó en un mapa de riesgo donde se pudieron identificar los radios censales de mayor riesgo con respecto a la calidad superficial del Arroyo Claro y sus efluentes. El RHP tomó valores comprendidos entre 2 y 20, luego de aplicar la clasificación por el método de Jenks los rangos que adoptó esta variable fue el siguiente:

**Tabla 26: RHP frente a la calidad del recurso hídrico superficial. Fuente: elaboración propia.**

Radio censal	Índice VS	Índice A	RHP (VS x A)
150101	3	4	12
150102	1	5	5
150103	2	5	10
150109	2	1	2
150110	5	1	5
150113	4	3	12
150201	1	5	5
150207	2	3	6
150208	1	3	3
150210	3	3	9
150215	4	3	12
150216	5	4	20
150310	4	3	12
151401	4	1	4
151402	3	1	3
151403	5	1	5
151404	4	1	4
151407	3	3	9
151408	2	1	2
151411	2	2	4
151509	2	1	2
151510	2	3	6
151511	2	3	6
151513	2	3	6
151804	5	1	5
151805	5	1	5
151901	3	2	6
151902	4	2	8
151903	4	2	8
151904	3	4	12
151905	5	2	10
151906	4	2	8

A partir del análisis realizado se concluyó que el radio que presentó mayor riesgo fue el 150216 ubicado sobre el Arroyo Albuera (presentó el valor más alto del índice), otros radios ubicados en la misma zona presentaron valores altos de riesgo (radios 150310 y 150215). El radio 150101 en el área de promoción industrial presentó valores altos de riesgo, al igual que el radio 151904 ubicado sobre el Arroyo Claro. Con respecto a los valores más bajos, estos se presentaron en la zona residencial sobre el Arroyo Claro en los radios 151402, 151509, en el campo La Juanita y sus radios cercanos 150109, 150208 y 151408.

### Riesgo hídrico poblacional frente a la calidad hídrica superficial

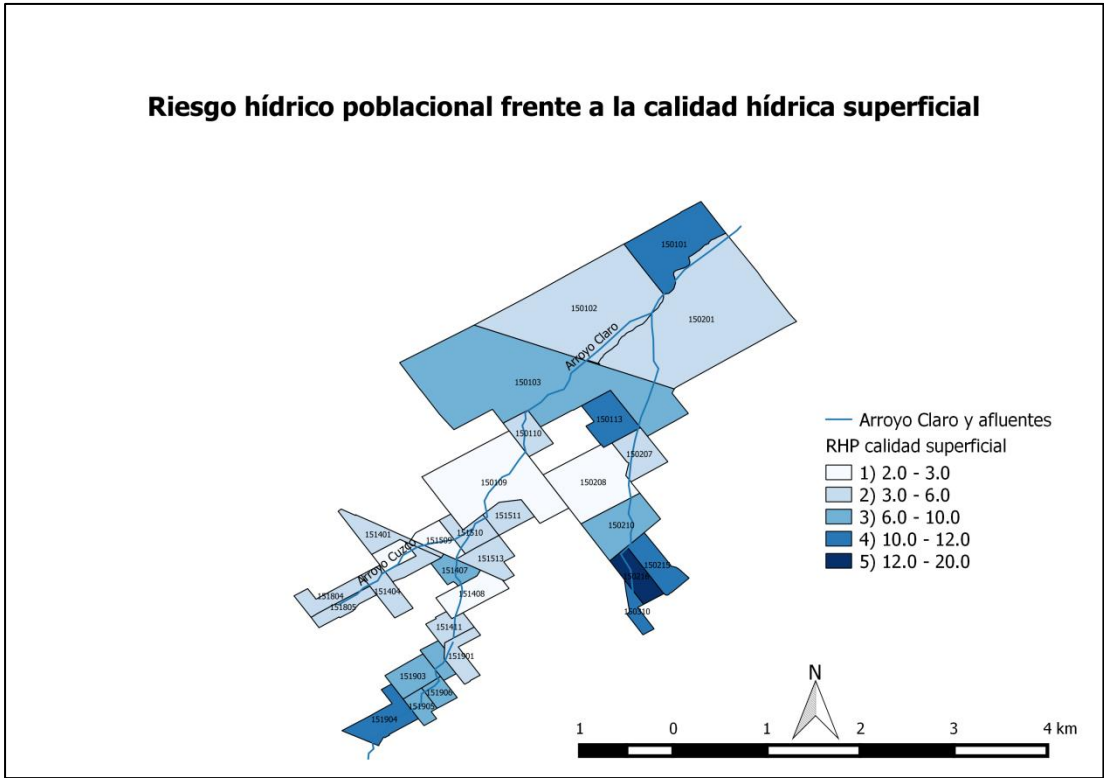


Figura 72: RHP frente a la calidad hídrica superficial. Fuente: elaboración propia.

## 7. Discusión

### 7.1 Metodología empleada

En el presente trabajo se empleó la metodología desarrollada por las autoras Herrero (2004) y Miño (2007). Las siguientes modificaciones se realizaron en la metodología para abarcar el problema de estudio:

- Al igual que Miño (2007) se utilizó como unidad espacial el municipio y no la cuenca. Dado que este trabajo pretende ser una herramienta para la gestión frente a las inundaciones dentro del municipio se utilizó esta unidad para el trabajo.
- Unidad de análisis del RHP: radio censal. Dado el recorte espacial realizado la utilización de esta unidad permitió tener una visión a nivel local tanto de la vulnerabilidad social como de las amenazas. Otro factor que favoreció a la elección de esta unidad de análisis fue la disponibilidad de datos del censo realizado en 2010 por INDEC.
- Variables consideradas para la determinación de la vulnerabilidad social en torno a las inundaciones: se incorporó la variable calidad de los materiales (CALMAT III y CALMAT IV) en lugar de utilizar la variable Índice de Privación Material de los Hogares (IPMH). La variable calidad de los materiales permite identificar el impacto de las inundaciones sobre las viviendas afectadas. Se incorporó una nueva variable denominada densidad NBI en lugar del porcentaje de hogares con NBI, ya que esta reflejó de una mejor manera la situación en los radios censales.
- A diferencia de Herrero (2004), en este trabajo se incorpora el análisis de calidad de agua superficial como amenaza en el análisis de riesgo hídrico en relación a la calidad de agua superficial para complementar el análisis del RHP.
- Al igual que Miño (2007), no se consideró como amenaza el balance edáfico ni la permeabilidad hidráulica del suelo por no contar con esta información.

### 7.2 La problemática de las inundaciones

La problemática de las inundaciones, es un problema que afecta hace varios años al municipio de Malvinas Argentinas. En los diagnósticos ambientales realizados por la UNGS en los años 1999 y 2004 la población cercana a los diferentes cursos de agua del municipio se veía afectada por las inundaciones y anegamientos. Actualmente, en los últimos dos años se han registrado alrededor de diez episodios de inundaciones donde los vecinos se vieron afectados directamente con pérdidas materiales en sus hogares (ANRed, Infojus y Télam, 2014). Pese a las obras realizadas sobre el Arroyo Claro con el propósito de sanear y evitar el desborde del mismo, los vecinos siguen padeciendo de las inundaciones cuando se presentan precipitaciones fuertes. Se identificaron varios factores que afectan a esto:

- La acumulación de residuos en los cursos de agua, desagües y bocas de tormentas condicionan las inundaciones y los anegamientos. El mantenimiento de las vías de escurrimiento y de los cursos de agua es una de las tareas que el municipio debe fortalecer.
- La presencia de las barreras artificiales afectan directamente en el escurrimiento natural, esto en adición a la falta de mantenimiento de los desagües provocan el acumulamiento de agua y anegamiento de las zonas afectadas por los Arroyos.
- La canalización y el entubamiento no es una solución a esta problemática, ya que se este tipo de obras hidráulicas modifican el drenaje natural, cómo se puede observar en el área de influencia esta muchas veces se convierte en una zona anegable.
- Generar o incentivar la toma de conciencia por parte de los habitantes, también es una cuestión clave, ya que el deterioro de la calidad del Arroyo también se ve afectada por algunas prácticas que implementan los vecinos.

Para reducir el riesgo frente a los llamados desastres naturales los especialistas (Maskrey y otros, 1993) proponen una serie de acciones para actuar sobre los factores involucrados en el mismo:

- **Prevención:** son todas las acciones encaminadas a evitar o disminuir los efectos de un desastre. En el caso de las inundaciones, la limpieza y mantenimiento de las bocas de tormenta o la concientización en la poblacional sobre estos fenómenos son algunas de las acciones preventivas que se pueden implementar.
- **Mitigación:** son todas esas acciones que tienen como objetivo reducir la vulnerabilidad de la población. Existen medidas de tipo estructural y las no estructurales. Las primeras, consisten en las obras civiles, hidráulicas o de mejoramiento habitacional que contribuyen a afrontar el fenómeno de las inundaciones. Mientras que las segundas, corresponden a todas aquellas normas, códigos, etc., que regulen la conducta de la población. Por ejemplo: los planes de uso de suelo, la delimitación de áreas habitables, etc.
- **Preparación:** son aquellas acciones que buscan reducir los efectos negativos del desastre. Es necesaria una preparación de la comunidad para el momento previo y posterior a la ocurrencia del fenómeno de inundación. La preparación previa busca el adecuado alistamiento de la comunidad para afrontar el desastre, es necesario el establecimiento de comités de emergencias, la preparación de albergues para evacuados, almacenamiento de materiales, etc. La preparación posterior facilita las etapas de rehabilitación y reconstrucción, ya que se reduce la duración del período de emergencia. La organización y preparación de la comunidad son fundamentales para la eficacia de estas acciones.

### 7.3 Calidad de agua superficial

Existen diferentes causas que provocan la contaminación de los cursos de agua en los entornos urbanos, entre ellos pueden mencionarse los inadecuados sistemas de abastecimiento de agua y eliminación de excretas o en algunos casos la inexistencia de los mismos. A su vez, la falta de legislación que contemple diferentes usos como el recreativo o para la protección de la vida acuática, dificultó en este caso la caracterización de la calidad y la determinación del riesgo hídrico. Entre la legislación consultada, la ley nacional 24.051 sobre desechos peligrosos, en su decreto reglamentario 831/93 establece valores guías de calidad de agua para la protección de la vida acuática. Los parámetros establecidos en esta ley no se consideraron en este trabajo para el análisis de calidad de agua. El Código Alimentario Argentino (CAA) no establece valores guías para los usos con contacto directo y protección de la vida acuática, solo para agua de consumo humano. La ley que se aplicó para la caracterización de la calidad del agua, ley provincial 11.820, permitieron caracterizar o comparar el agua del Arroyo como un desagüe cloacal y los parámetros establecidos por ACUMAR para la cuenca Matanza Riachuelo. Conforme a los valores establecidos por este organismo para actividades recreativas con contacto directo (uso II) en algunas de las estaciones de muestreo se superan los parámetros establecidos. Los valores de nitratos fueron superados en todas las estaciones (valor guía <10 mg/l) oscilando entre 16.25-45.23mg/l al igual que los valores de tensioactivos presentando valores entre 0.84-12.52 mg/l (valor guía: 0,5mg/l). Otros parámetros se superaron en algunas de las estaciones de muestreo, por ejemplo la E2 y E10 presentaron valores por debajo de lo permitido para oxígeno disuelto (valor: 5 mg/l) y en el caso de fósforo total la E1, E2 y E3 superaron el valor guía de 10mg/l máximo. Mientras que los parámetros temperatura y pH del agua se encontraron entre los valores aceptados por ACUMAR. Se seleccionó esta categoría de uso, dado el potencial contacto que la población puede tener en el caso de verse afectada por las inundaciones. Teniendo en cuenta esto, se puede decir que el agua no es apta para el contacto y que la población se encuentra expuesta a riesgos directos para la salud si toma contacto con la misma.

Un aspecto a destacar sobre la calidad superficial, es que en la zona de influencia al campo La Juanita, se encontraron valores muy bajos de contaminación orgánica e industrial. De acuerdo a estudios previos realizados en la zona, no se esperaba encontrar estos resultados ya que anteriormente se catalogó a las aguas del Arroyo Claro en esta zona como las de peor estado (Di Pace y otros, 1999). La mejoría en la calidad del agua en esta zona, puede deberse al recorrido a cielo abierto que realiza el Arroyo y a la presencia de vegetación que contribuyen a la degradación de estos materiales.

En el caso de estudio de este trabajo, se recomienda un control periódico de los parámetros de calidad empleados y adicionar el monitoreo de metales pesados, ya que los riesgos de salud por exposición y contacto son aún más peligrosos. Para lograr esto, se requiere de la intervención de diferentes organismos a nivel municipal y provincial. La participación de la comunidad es de suma importancia en estos problemas de gran complejidad ambiental, ya que los beneficios se ven directamente reflejados en la mejora de su calidad de vida.

## 7.4 Estudio de RHP a diferentes escalas

El análisis del RHP es una herramienta fundamental para la toma de decisiones frente a los fenómenos de estudio, en este caso, las inundaciones y la contaminación hídrica superficial. Permite identificar la población más vulnerable ante estos eventos y elaborar planes de acción o actuar sobre la población más afectada. La metodología permite realizar el análisis a diferentes escalas, regional, local, etc. En este caso, un estudio a nivel regional del Arroyo Claro comprendería un análisis de su cuenca hidrográfica. Una cuenca hidrográfica, concebida como el territorio delimitado por los escurrimientos superficiales que convergen a un mismo cauce, es la unidad espacial básica indispensable para estudiar la función ambiental de los recursos naturales y su dinámica, con fines de conservación y manejo. De esta manera, una cuenca es un emergente sintético importante del funcionamiento del ambiente por varias razones: porque responde a uno de los recursos básicos esenciales; es la entrada al sistema de mayor trascendencia para la habitabilidad, la competitividad y la sustentabilidad de los ecosistemas rurales y urbanos; porque la problemática ambiental derivada del estado del recurso, sus formas de uso y los procesos ecológicos que imperan, impactan en la vida cotidiana de los habitantes y en sus actividades productivas, y porque el acceso inequitativo al recurso, tanto en cantidad como en calidad, compromete la salud y reproducción social de la población y afecta sus condiciones de vida, produciendo situaciones de vulnerabilidad social y riesgo (Herrero, 2004). Dada la información que sintetiza esta unidad de análisis, se recomienda un estudio integral de las variables sociales y ambientales que la componen. Para ello, será necesaria la integración de información de los municipios que componen la cuenca al igual que datos sobre la calidad ambiental del Arroyo dentro de los límites de la cuenca.

## 8. Conclusiones y consideraciones

### 8.1 Riesgo hídrico poblacional en relación a las inundaciones

La determinación del RHP en relación a las inundaciones permitió observar el gradiente de vulnerabilidad y de amenazas que existe ante el fenómeno analizado e identificar la población más afectada en el municipio de Malvinas Argentinas.

A través de índice de vulnerabilidad social se determinó la existencia de radios censales vulnerables ante los eventos de inundaciones ubicados sobre el Arroyo Claro y sus afluentes los Arroyos Cuzco y Albuera. En el Arroyo Cuzco, los radios que se presentaron como más vulnerables fueron los radios 151804; 151805 y 151403, en el Arroyo Claro los radios 151905 y 150110 mientras que en el Arroyo Albuera el radio censal 150216. Todos estos, presentaron el mayor valor del índice de vulnerabilidad. En cuanto al análisis de las amenazas presentes los radios más afectados fueron los radios 150102, 150201 y 150103 dentro del Área de Promoción Industrial y sobre el Arroyo Cuzco el radio 151404.

Del análisis de RHP frente a las inundaciones, los cinco radios censales que presentaron mayor riesgo se ubicaron sobre el Arroyo Cuzco y Claro los radios 151804, 151805, 151403 sobre el primero, mientras que el radio 151905 sobre el segundo. A su vez, a partir del análisis del balance hídrico, se determinó que durante los meses de septiembre a diciembre es donde se produce exceso hídrico. Por lo tanto, durante la primavera es donde hay que tener mayor precaución y alerta ante las precipitaciones extraordinarias.

Los resultados obtenidos, se explican por la influencia ejercida por la densidad de población y NBI que presentaron valores elevados en los radios afectados. A su vez, se registró un nivel alto de amenaza en relación a la impermeabilización, los radios afectados presentaron entre el 90-100% de su superficie impermeabilizada artificialmente.

### 8.2 Riesgo hídrico poblacional en relación al recurso hídrico superficial

La determinación del RHP en relación al recurso hídrico superficial se compuso por las variables vulnerabilidad social y las amenazas por industrias localizadas y calidad del recurso hídrico superficial. Se consideró como población vulnerable a la resultante del análisis de inundaciones, ya que es la misma población la que se encuentra afectada a las inundaciones y contaminación superficial. Con respecto a la amenaza, el componente localización de industrias arrojó que los radios más amenazados se encuentran en el área de promoción industrial. Estos radios fueron el 150403, 150103 y 150201. Este resultado es coherente con el uso del suelo industrial en la zona de El Triángulo donde predominan las industrias de segunda y tercer categoría. El índice amenaza por contaminación hídrica se determinó a partir del análisis de la calidad superficial de la cuenca. Para esto, el estudio de calidad del Arroyo Claro y sus efluentes se realizó comparando los valores permitidos para desagües cloacales



establecidos en la ley provincial 11.820. Lo que se obtuvo de este análisis evidencia una severa contaminación en el Arroyo. Las concentraciones de nitratos, nitrógeno amoniacal y fósforo fueron elevadas en las estaciones ubicadas tanto en las zonas residenciales como en la industrial. Una posible fuente de estos compuestos en el agua, es la descarga de detergentes provenientes de los hogares o de las propias industrias. A su vez, se detectó durante las salidas a campo diferentes vertidos de origen desconocido en la zona industrial provocando elevadas concentraciones de DQO y nitratos. Los análisis microbiológicos arrojaron valores elevados, determinándose una fuerte contaminación de origen fecal en el Arroyo. A partir del análisis estadístico de los resultados de los parámetros analizados se concluyó que para una misma estación hay una alta variabilidad en las lecturas entre muestreos. Por otro lado, los radios censales con mayor amenaza fueron los ubicados en la zona industrial vinculados a las estaciones de muestreo E7, E8, E9 y E10 que presentaron contaminación de tipo industrial y orgánica. A diferencia de lo esperado, los valores de menor amenaza, lo que se corresponde con una mejor calidad del agua, correspondieron a los radios censales ubicados en el Arroyo Cuzco y en el Claro en la zona del campo La Juanita en relación con las estaciones de muestreo E2, E3, E4 y E5. La mejora en la calidad del agua se debe al recorrido a cielo abierto que realiza el Arroyo y a la presencia de vegetación que contribuyen a la degradación de los contaminantes presentes.

Como resultado final, se presentó el mapa de riesgo hídrico en relación a la calidad superficial en el cual se observó que el radio censal 150216 en el Arroyo Albuera presentó el mayor valor de riesgo. Esto se debe a la alta vulnerabilidad social presente en este radio censal, donde la mayor influencia es por parte de las variables de NBI y la calidad de los materiales de la vivienda. A su vez, presentó valores altos de amenaza por contaminación superficial ya que este radio censal se asoció a la estación de muestreo E10 ubicada dentro del área de promoción industrial. En este caso, no se pudo establecer una estación de muestreo sobre el curso de agua, y se asoció por la cercanía a la estación mencionada.

### **8.3 Sistema de provisión y abastecimiento de los servicios de agua potable y saneamiento en el área de estudio**

El acceso al agua potable y a los sistemas de saneamiento contribuyen a un bienestar en la salud de la población, su desarrollo y al ambiente. El municipio de Malvinas Argentinas, y en particular el área de estudio, reflejan la situación general que presenta el Gran Buenos Aires donde existe un crecimiento urbano no planificado, con importantes déficits en los servicios de saneamiento básico (Monteverde y otros, 2013). En el área de estudio, la cobertura de sistema de cloacas es nula acorde a los resultados del censo 2010. Sin embargo, a partir de las encuestas realizadas en las inmediaciones del Arroyo Claro, se determinó que hay un 5% de los habitantes encuestados que poseen el servicio de provisión de cloacas. Pese a que una pequeña porción presenta este servicio, en el área de estudio se evidenció la eliminación de las excretas y agua de lavado y/o cocina al Arroyo o a conexiones de desagües clandestinas. Esta situación potencia el riesgo de contraer enfermedades de origen hídrico mediante el contacto e ingesta de la misma.

## 9. Recomendaciones

En esta sección se mencionan algunas acciones que se pueden llevar a cabo para la recuperación y puesta en valor de los Arroyos estudiados.

### **Control y monitoreo ambiental de la cuenca**

Los monitoreos ambientales permiten contar con información sobre la calidad ambiental del agua en el espacio y tiempo, para implementar medidas de manejo con el fin de proteger la salud de la población y el estado de los ecosistemas. Se recomienda la elaboración de un plan de control y monitoreo en la cuenca del Arroyo Claro. El control sobre los vertidos que se realizan en los Arroyos y en particular las descargas provenientes de la zona industrial se pueden mitigar conociendo las características de las mismas y sus fuentes. Sería importante complementar el estudio realizado con el análisis de metales pesados como cadmio, cromo, plomo y mercurio que son provenientes de diferentes procesos industriales.

### **Recuperación y puesta en valor del Arroyo Cuzco**

El Arroyo Cuzco se presentó como uno de los Arroyos con mayor potencial de recuperación dada la calidad ambiental del agua y su entorno. En el tramo de 1.32 kilómetros que tiene este Arroyo en el Municipio, lo recorre acompañado de un pequeño *boulevard* con abundante vegetación que se puede poner en valor utilizándolo como un corredor aeróbico y recuperarlo como espacio de esparcimiento instalando bancos o mesas. A su vez, se podría acompañar esto, con la reforestación del área con especies nativas, las cuales se adaptan fácilmente a las condiciones de temperatura y precipitaciones y que requieren de un mínimo mantenimiento. Con respecto a la calidad que presenta el agua, hay presencia de contaminación de origen domiciliaria principalmente, para resolver esto se puede implementar una pequeña planta de tratamiento en el lugar para mejorar la calidad presente o pensar como alternativa la fitorremediación.

### **Programa de información/concientización a la comunidad**

Se encontraron dos realidades en torno a la cuenca del Arroyo Claro, una en la que se utiliza los Arroyos como cuerpo receptor de residuos y otra en la que la población más cercana los utiliza como fuente de esparcimiento donde en las épocas cálidas los niños se bañan o lo utilizan para recuperar materiales. Por esta razón, se recomienda elaborar e implementar un programa que informe a la población acerca de la condición ambiental que presentan las aguas del Arroyo y las consecuencias que tiene la contaminación presente en la salud de la población. El acceso a la información ambiental facilita el trabajo hacia la conservación del ambiente y salud de la comunidad.

## Bibliografía

- Agencia de Noticias Redacción. (29 de octubre 2014). Buenos Aires, y más allá la inundación. ANRed. En <http://www.anred.org/spip.php?article8752>. Consultado el 02/09/2015.
- Alsina, G.; Borello, J. y Miño, M. (ed). (2007). *Diagnóstico ambiental del Partido de Malvinas Argentinas*. Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Antón, A. y Lizaso, I. (2003). Nitritos, nitratos y nitrosaminas. Fundación Ibérica para la Salud. En <http://mie.esab.upc.es/ms/formacio/Control%20%20Contaminacio%20Agricultura/biblio/nitratos%20y%20nitrosaminas.pdf>. Consultado el 01/06/2016
- Artega, A. y San Juan, G. (2012). “Metodología para obtener un índice de vulnerabilidad social. El caso del Municipio de La Plata”. En *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, (16), pp. 129-137.
- Autoridad de Cuenca Matanza Riachuelo. (2009). Anexo II: criterios utilizados para la definición de los valores asociados a cada zona de uso. En <http://www.acumar.gov.ar/ACUsentencias/CausaMendoza/2009abril/060409e/Anexollusos060409.pdf>. Consultado el 20/01/ 2016.
- Barrenechea, J.; Gentile, E.; Gonzales, S. y Natenzon, C. (2000). *Una propuesta metodológica para el estudio de la vulnerabilidad social en el marco de la teoría social del riesgo*. Presentado en IV Jornadas de Sociología. Facultad de Ciencias Sociales Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- Bertoni, J. (2004). “Urbanización y drenaje urbano en Argentina”. En *Inundaciones urbanas en Argentina (43-69)*. Córdoba, Argentina.
- Bertoni, J. (organizador). (2004). *Inundaciones urbanas en Argentina*. Córdoba, Argentina.
- Biazzi, N. (31 de octubre 2014). Malvinas Argentinas: denuncian que un shopping inunda el barrio. Infojus noticias. En <http://www.infojusnoticias.gov.ar/provinciales/malvinas-argentinas-denuncian-que-un-shopping-inunda-el-barrio-2361.html>. Consultado el 25/08/2015.

- Bordalo, A. y Savva-Bordalo, J. (2007). The quest for safe drinking water: an example from Guinea-Bissau (West Africa). *Water research*, (41), pp. 2978.
- Britos, P; Ramirez, S; Vullo, D; y Zalts, A. (2000). *Calidad de aguas subterráneas en las cercanías del Arroyo Las Tunas del partido de Malvinas Argentinas (Prov.Bs. As)*. Presentado en XVIII Congreso Nacional de Agua. Termas de Río Hondo, Santiago del Estero.
- Ceretti H.; Gordillo G.; Hughes E.; Ramírez, S. y Zalts A. (1999). Descripción del estado de las aguas de los arroyos Claro y Las Tunas en el triángulo industrial de Malvinas Argentinas. *Gerencia Ambiental*, (57), pp. 476.
- Con, M.; Susini., S.; Catalá, S. y Quinteros, S. (2011). Índice de vulnerabilidad social (IVS) Documento Metodológico. Informes temáticos de la dirección de investigación estadística del ministerio de educación del GCBA.
- Decreto 1869-11. Obras hidráulicas correspondientes a las cuencas del Arroyo Claro y Arroyo Las Horquetas-Basualdo. En <http://www.malvinasargentinas.gov.ar/apps/legislacion/seccion.php>. Consultado el 15/10/2015.
- Decreto 3735. Plan hidráulico provincial. En <http://www.gob.gba.gov.ar/intranet/digesto/PDF/D3735-07.pdf>. Consultado el 27/10/2015.
- Decreto 4720-08. Contratación de mano de obra, maquinaria y equipos de limpieza del cauce del Arroyo Cuzco y Albuera. En <http://www.malvinasargentinas.gov.ar/apps/legislacion/seccion.php>. Consultado el 15/10/2015.
- Decreto municipal 576/08. Plan particularizado nueva ciudad Malvinas Argentinas. En <http://documentos.malvinasargentinas.gov.ar/shares/Portal/biblioteca/planeamiento/Nuevacidad/files/assets/downloads/publication.pdf>. Consultado 27/10/2015.
- Decreto reglamentario 831/93, niveles guía de calidad de agua para protección de la vida acuática, ley 24.051 de residuos peligrosos. En [http://www2.medioambiente.gov.ar/mlegal/residuos/dec831/dec831\\_anxii\\_t2.htm](http://www2.medioambiente.gov.ar/mlegal/residuos/dec831/dec831_anxii_t2.htm). Consultado el 20/01/2016.

- Di Pace, M. y Reese, E. (coordinadores). (1999). *Diagnóstico preliminar ambiental del Municipio de Malvinas Argentinas. Programa de desarrollo local. Manuales de gestión 2*. Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Díaz Delgado, C.; Fall, C.; Quentin, E.; Jiménez Moleón, M.; Esteller Alberich, M.; Garrido Hoyos, S.; López Vázquez, C. y García Pulido, D. (editores). (2003) "Agua potable para comunidades rurales, reúso y tratamientos avanzados de aguas residuales domésticas". En <http://www.bvsde.paho.org/bvsair/e/repindex/rep84/vleh/fulltext/acrobat/agua.pdf>. Consultado el 23/06/2015.
- Eraso, M. (2008). "Gestión del riesgo hídrico e comunidades vulnerables. Inundaciones en el arroyo El Cardalito, Mar del Plata, Buenos Aires". En *Revista universitaria de geografía* (17), pp. 285-307.
- Gómez, J. (2001, 20 y 21 de junio). *Vulnerabilidad y medio ambiente*. Presentado en Seminario Internacional Las diferentes expresiones de la vulnerabilidad social de América Latina y el Caribe. Santiago de Chile, Chile.
- Gomez, L.; Molina, L.; Herrero, A.; Lombardo, R.; Zunino, G. y Vaca, S. (2014, 30 de octubre) *Riesgo hídrico y vulnerabilidad social en la cuenca del Arroyo Claro en el Municipio de Malvinas Argentinas, Buenos Aires, Argentina. Resultados preliminares*. Presentado en 1° Congreso Latinoamericano sobre Conflictos Ambientales. Universidad Nacional de General Sarmiento, Los Polvorines.
- Herrero, A. (2004). "Problemas ambientales urbanos". En *Ecología de la ciudad* (165-230). Buenos Aires: Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Herrero, A. 2004. Desarrollo metodológico para el análisis del riesgo hídrico poblacional humano en cuencas periurbanas. Caso de estudio: Arroyo Las Catonas, Región Metropolitana de Buenos Aires. Tesis doctoral presentada en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires 1T: 170 pp., 2T:105pp.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2004). El Índice de Privación Material de los Hogares (IPMH). En <http://www.indec.gov.ar/nuevaweb/cuadros/7/sesd-metod-ipmh.pdf>. Consultado 11/09/2015.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2012). Geocenso: Mapas temáticos de indicadores del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010. En <http://www.sig.indec.gov.ar/censo2010/> . Consultado el 27/12/2014.

- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2013). Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010. Base de datos. Definiciones de la base de datos. En <http://200.51.91.245/redarg/CENSOS/CPV2010rad/Docs/base.pdf>. Consultado 29/10/2015.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2015). Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010. Base de datos. Definiciones de la base de datos. En <http://200.51.91.245/argbin/RpWebEngine.exe/PortalAction?BASE=CPV2010B>. Consultado el 08/01/2015.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Censo nacional de población, hogares y viviendas 2010. En <http://www.censo2010.indec.gov.ar/resultadosdefinitivos.asp> Consultado el 03/11/2014.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Glosario. En [http://www.indec.mecon.ar/textos\\_glosario.asp?id=21](http://www.indec.mecon.ar/textos_glosario.asp?id=21). Consultado el 02/06/2015.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Sistema de Información y Gestión Agrometeorológico. Datos históricos serie 1984-2014. En <http://siga2.inta.gov.ar/en/datoshistoricos/>. Consultado el 10/11/2014.
- Ley 11.459. Ley de radicación industrial. Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible, decreto N° 1741/96, provincia de Buenos Aires, 11 de junio 1996. En <http://www.opds.gba.gov.ar/index.php/leyes/ver/220>. Consultado el 29/10/2015.
- Ley 11.746. Unidad ejecutora reconstrucción del Gran Buenos Aires. Subsecretaría de gobierno, provincia de Buenos Aires, 4 de enero 1996. En <http://www.gob.gba.gov.ar/legislacion/legislacion/l-11746.html>. Consultado el 15/10/2015.
- Ley 11.820. Marco Regulatorio para la Prestación de los Servicios Públicos de Provisión de Agua Potable y Desagües Cloacales en la Provincia de Buenos. En <http://www.gob.gba.gov.ar/legislacion/legislacion/l-11820.html> . Consultado el 29/10/2015.
- Lombardo, R. y Suárez, F. (2004). "Pitting the polluted against the flooded: water resource management in Tigre". En *Environment and Urbanization*, (16), pp.185-198.

- Manual de espectrofotómetro HACH DR/2800. (2007).
- Maskrey, A. (compilador). (1993). Los desastres no son naturales. Panamá: Red de estudios sociales en prevención de desastres en América Latina.
- Miño, M. (2007). Identificación y evaluación del riesgo hídrico poblacional frente a la problemática de las inundaciones en el Partido del Pilar, Provincia de Buenos Aires. Tesina de Licenciatura en Ecología Urbana. En [http://observatorioconurbano.ungs.edu.ar/wp-content/uploads/documentos/2007\\_Mariela%20Mi%C3%B1o.pdf](http://observatorioconurbano.ungs.edu.ar/wp-content/uploads/documentos/2007_Mariela%20Mi%C3%B1o.pdf). Consultado el 23/07/2015.
- Mondaca, M. y Campos V. (2003). “Riesgo de enfermedades transmitidas por el agua en zonas rurales”. En *Agua potable para comunidades rurales, reúso y tratamientos avanzados de aguas residuales domésticas* (155-167). En <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd57/riesgo.pdf>. Consultado el 23/06/2015.
- Monteverde, M.; Cipponeri, M.; Angelaccio, C. y Gianuzzi, L. 2013. “Origen y calidad del agua para salud de la población residente en el área de la cuenca Matanza-Riachuelo del Gran Buenos Aires”. En *Salud colectiva*, (9), pp. 53-63.
- Morello Tucci, C. (2007). Gestión de inundaciones urbanas. Organización Mundial Meteorológica.
- Municipalidad de Malvinas Argentinas. En <http://www.malvinasargentinas.gov.ar/>. Consultado el 03/10/2014.
- Municipalidad de Tigre. (2008). Gestión ambiental del Arroyo Las Tunas. Relevamiento de calidad del arroyo y carga e efluentes vertidos. Informe final. En [www.bajandolineas.com.ar/wp-content/uploads/.../Informe-Final1.doc](http://www.bajandolineas.com.ar/wp-content/uploads/.../Informe-Final1.doc). Consultado el 10/10/2014.
- Natenzon, C. (1995). *Catástrofes naturales, riesgo e incertidumbre*. Serie Documentos e informes de investigación N° 197, 22pp. Buenos Aires: FLACSO.
- ONG Vecinos del Arroyo Darragueira. (22 de febrero 2011). Por suerte fotos del pasado. ONG VAD. En [http://arroyodarragueira.blogspot.com.ar/2011\\_02\\_01\\_archive.html](http://arroyodarragueira.blogspot.com.ar/2011_02_01_archive.html). Consultado 20/01/2016.
- ONG Vecinos del Arroyo Darragueira. (24 de julio 2009). Entre el agua contaminada y el frío polar. En

[http://arroyodarragueira.blogspot.com.ar/2009\\_07\\_01\\_archive.html](http://arroyodarragueira.blogspot.com.ar/2009_07_01_archive.html).

[Consultado el 20/01/2016.](#)

- Ordenanza 0524-02. Convalidación convenio plan de emergencia hídrico vial. En <http://www.malvinasargentinas.gov.ar/apps/legislacion/seccion.php>. Consultado el 15/10/2015.
- Organización Mundial de la Salud. (2006). Guías para la calidad del agua potable. Volumen I: recomendaciones. En [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwg/gdwq3\\_es\\_full\\_lowres.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwg/gdwq3_es_full_lowres.pdf). Consultado el 23/07/2015.
- Organización Mundial de la Salud. (2007). Lucha contra las enfermedades transmitidas por el agua en los hogares/Red internacional para la promoción del tratamiento y almacenamiento seguro del agua doméstica. En [http://www.who.int/household\\_water/advocacy/combating\\_disease\\_es.pdf](http://www.who.int/household_water/advocacy/combating_disease_es.pdf). Consultado el 23/07/2015.
- Piermarini, D. (2012). Un Arroyo Claro, simplemente oscuro. Trabajo final Seminario de situaciones socioambientales. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Sociales.
- Plan de Ordenamiento y Desarrollo Urbano de Malvinas Argentinas (PODUMA). <http://documentos.malvinasargentinas.gov.ar/shares/Portal/biblioteca/planeamiento/Nuevacidad/files/assets/downloads/publication.pdf>. Consultado el 15/10/2015.
- Reyna, J.; Spalletti, P. y Brea, J. (2007). “Riesgo de inundaciones en el Río Luján”. En [http://irh-fce.unse.edu.ar/Rios2007/index\\_archivos/D/8.pdf](http://irh-fce.unse.edu.ar/Rios2007/index_archivos/D/8.pdf). Consultado el 23/07/2015.
- Saneamiento de la cuenca del Arroyo Claro (documento impreso).
- Standard Methods for the examination of water and wastewater. 1992. Madrid, España.
- Suárez, F.; Callelo, T. y Lombardo R. (2004). “La dimensión sociocultural de los problemas ambientales urbanos”. En *Ecología de la Ciudad* (231-248). Buenos Aires: Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Télam. (29 de octubre 2014). Vecinos inundados de Malvinas Argentinas protestan por falta de asistencia. Télam. En <http://www.telam.com.ar/notas/201410/83478-vecinos-inundados-de-malvinas-argentinas-protestan-por-falta-de-asistencia.html>. Consultado 25/08/2015.



- Thornthwaite, C. y Mather, J. (1957). Instrucciones y tablas para el cómputo de la evapotranspiración potencial y el balance hídrico. Traducido por el Instituto de suelos y agrotecnia. Tirada interna N° 46. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Wilches-Chaux, G. (1998). Auge, caída y levantada de Felipe Pinillo, mecánico y soldador o Yo voy a correr el riesgo. Panamá: Red de estudios sociales en prevención de desastres en América Latina.

# Anexos

# Anexo I: Problemas en la salud ocasionadas por el agua: enfermedades de origen hídrico

En el caso de las inundaciones, es importante conocer las enfermedades que tienen origen hídrico ya que ante un episodio de inundación la población se encuentra expuesta a padecer diferentes tipos de afecciones. En estos casos, el agua es la principal vía de transmisión de enfermedades. A continuación se mencionan las enfermedades más comunes transmitidas por el agua, con base en el agua y las que son transmitidas por vectores.

## ❖ Enfermedades transmitidas por el agua

Las enfermedades transmitidas por el agua son aquellas en donde el agente patógeno se encuentra localizado en el agua que ingiere un ser humano. Se transmite vía oral-fecal por la ingesta de agua o de alimentos que han sido regados con aguas sin algún tratamiento previo.

**Tabla 27: enfermedades transmitidas por el agua. Elaboración propia en base a Herrero, C. 2004; Miño, M. 2007 y Mondaca, M. y Campos, V. 2003**

Enfermedad	Agente patógeno	Síntomas
Cólera	Bacteria: <i>Vibrio cholerae</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ acción patógena en el intestino,</li><li>▪ muerte por deshidratación</li></ul>
Fiebre tifoidea	Bacteria: <i>Salmonella typhi</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Aumento continuo de temperatura</li></ul>
Hepatitis infecciosa	Virus de la hepatitis A	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ ictericia;</li><li>▪ inflamación del hígado;</li><li>▪ pérdida permanente de las funciones del hígado</li></ul>
Disentería bacilar	Bacteria: <i>Shigella sp</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ diarrea con dolor abdominal;</li><li>▪ heces con sangre, pus y moco</li></ul>
Amebiasis	<i>E. histolytica</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ fuertes ,</li><li>▪ con sangre</li></ul>

## ❖ Enfermedades con base en el agua

Los causantes de las enfermedades con base en el agua, son organismos que pasan parte de su ciclo vital en el agua y otra parte como parásitos de animales. Estos organismos pueden prosperar tanto en aguas contaminadas como no contaminadas (Mondaca, M. y Campos, V.2003).

**Tabla 28: enfermedades con base en el agua. Elaboración propia en base a Herrero, C. 2004; Miño, M. 2007 y Mondaca, M. y Campos, V. 2003**

Enfermedad	Agente patógeno	Síntomas
Esquistosomiasis	Parásito- vector: <i>Schistosoma mansoni</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Diarrea mucosanguinolenta</li> </ul>
Ascariasis	<i>Áscaris lumbricoides</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Desnutrición, retardo en el crecimiento físico e intelectual.</li> </ul>
Paraginimiasis	Los gusanos que viven en quistes pulmonares ponen huevos en los pulmones humanos se expectoran y luego se tragan. Los huevos de los gusanos se expulsan con las heces y se abren en agua dulce.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dolor extremo que impide el movimiento del cuerpo.</li> </ul>

❖ Enfermedades transmitidas por vectores

En el caso de las enfermedades transmitidas por vectores el agente patógeno se aloja dentro del vector y al picar al ser humano transmite la enfermedad. El insecto se encuentra en contacto con el agua o se alimenta cerca de esta.

**Tabla 29: enfermedades transmitidas por vectores. Elaboración propia en base a Herrero, C. 2004 y Miño, M. 2007.**

Enfermedad	Agente patógeno	Vector	Síntomas
Malaria	<i>Plasmodium sp</i>	Mosquito <i>Anopheles</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Síndrome febril característico</li> </ul>
Fiebre amarilla	Virus de la fiebre amarilla	<i>Aedes sp</i> ; <i>Aedes Haemagogus</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ fiebre;</li> <li>▪ dolor de cabeza;</li> <li>▪ vómito y dolores musculares;</li> <li>▪ sangran las encías;</li> <li>▪ la orina también contiene sangre;</li> <li>▪ ictericia</li> </ul>
Dengue	Virus del dengue	<i>Aedes aegypti</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Síndrome gripal intenso</li> <li>▪ cuadro hemorrágico</li> </ul>

Hay otras enfermedades que se relacionan con las inundaciones como las que se generan por la falta de higiene que depende, muchas veces, de la disponibilidad de agua segura. Los principales síntomas que se manifiestan son infecciones de oídos, de la piel y de los ojos.

## Anexo II: Modelo de encuesta realizada a vecinos

Encuesta a vecinos  
Domicilio:

Fecha:  
Entre calles:

1) ¿De dónde proviene el agua que utiliza para beber y cocinar?

- De red pública (agua corriente) **pasa a la 3**
  - Canilla comunitaria **pasa a la 3**
  - Agua envasada
  - De perforación con bomba a motor
  - De perforación con bomba manual
- 2) ¿Cuál es la profundidad de la perforación?.....Desconoce

¿Qué antigüedad tiene?.....Desconoce

¿Tiene encamisado?

- Sí
- No
- Desconoce

3) ¿Almacena el agua en tanque?  Si ¿De qué material es el tanque?

- Plástico  Galvanizado
  - Fibrocemento  Otros
- No **pasa a la 5**

4) ¿Con qué frecuencia lo limpia?

- Anual  Menos de una vez al año
- Más de una vez al año  Nunca

5) ¿Ha notado que el agua tenga.....

- Color  Olor
- Sabor  No

6) ¿Considera confiable el agua que consume?

- Sí
- No  ¿Por qué?

7) ¿Sabe si se realizó alguna vez análisis del agua que toma?

- Sí
- No

8) El desagüe del inodoro es a:

- Cámara séptica y pozo ciego  Cloaca
- Sólo pozo ciego  A la calle **pasa a la 12**
- Hoyo o excavación en la tierra **pasa a la 12**  Otro

9) ¿Que profundidad tiene el pozo ciego?.....m.....Desconoce

¿Cuál es la antigüedad?..... Desconoce

¿Lo desagota?

- Si ¿Con qué frecuencia?  No →¿El pozo rebalsa?
- Mensual
- Más de una vez al año
- Anual

10) ¿A qué distancia se encuentra el pozo ciego de su toma de agua? .....m..... Desconoce

- 11) ¿Dónde arroja el agua de cocina, lavado de ropa, etc.?
- Pozo ciego  Otro
- Directo a la calle
- 12) ¿Ud. o algún familiar padeció alguna enfermedad atribuida al agua?
- Sí → ¿Sabe cuál?  No
- ¿Tuvo los siguientes problemas?
- Diarrea
- Problemas en la piel
- Otro
- 13) ¿Dónde depositan los residuos sólidos?
- Pasa el camión recolector  Queman **pasa a la 15**
- Los entierran  Otro
- En la calle, vereda
- 14) ¿Con qué frecuencia semanal pasa el camión recolector?
- 15) ¿A qué distancia se encuentra?
- 16) ¿Observa presencia de ratas, cucarachas, moscas, mosquitos, perros callejeros?
- Sí  No
- 17) ¿Se inunda el barrio?
- Sí **pasa a 18**  No
- 18) ¿El agua ingresó a su vivienda?
- Sí  No
- 19) ¿Considera que la inundación se produjo por?
- Lluvias fuertes  Boca de tormentas tapadas
- Lluvias moderadas  Otra
- 20) Con respecto al servicio de mantenimiento de la vía pública brindado por el municipio considera que es:
- muy bueno  malo
- bueno  muy malo
- regular

**Observaciones**

## Anexo III: Industrias en el área de influencia según categoría y tipo de actividad

Tabla 30: Industrias según categoría. Fuente: Ide Conurbano

Razón social	Categoría	Localización	Tipo de actividad
SIN DATOS	Primera	El Callao 2371	Venta de artículos para zinguería
SIN DATOS	Primera	Lecorbussier 2878	Tornería y herrería
SIN DATOS	Primera	Valparaíso 1024	Taller de carpintería con encargo a terceros
SIN DATOS	Primera	Fray Luis Beltrán 1105	Elaboración de productos de chocolate
SIN DATOS	Primera	Fray Luis Beltrán 1463	Fábrica de muebles de madera (camas, cunas)
SIN DATOS	Primera	Yatasto 2250	Elaboración de jugos cítricos
SIN DATOS	Primera	Stephenson 3048	Fábrica de pie de cilindros para gas natural comprimido
SIN DATOS	Primera	Honduras 1775	Fraccionamiento de juguitos congelados
SIN DATOS	Primera	Pres. Arturo Illia 8080	Reparación de motores eléctricos
IGGAM SOCIEDAD ANONIMA INDUSTRIAL	Segunda	Estados Unidos 4951	Fabricación de productos de hormigón, cemento, yeso y fibrocemento
ARGOLD S.A.	Segunda	Estados Unidos 4697	Fraccionamiento de sustancias químicas industriales básicas
TRUMPLER ARGENTINA S.A.	Segunda	Otto Krause 4903	Fábrica de pigmentos, colorantes, intermediarios químicos, resinas auxiliares, aceites y recurtientes
PROVINAR S.R.L.	Segunda	Costa Rica y Becquerel	Fabricación de aceites industriales
ESFEROIDAL S.A.	Segunda	Stephenson 3297	Fundición gris y nodular
VALMEC S.A.	Segunda	Stephenson 2830	Fabricación de válvulas sanitarias e industriales
UNILEVER DE ARGENTINA S.A.	Segunda	Descartes 4020	Fabricación de jabones de tocador, cosméticos, perfumes y otros productos de higiene y tocador
ARBRAS ELECTROMECHANIC A S.A.	Segunda	Stephenson 3213	Construcción y montaje de tableros eléctricos
TRINTER S.A.C.I.F.	Segunda	Otto Krause 5319	Industria manufacturera de autopartes
T.I.P.A.S.A.I.C	Segunda	Av. De Los Olivos 3720	Fabricación de láminas de policarbonato
SKF ARGENTINA S.A.	Segunda	Av. De Los Olivos 4109	Fabricación de cojinetes, engranajes, trenes de engranajes y piezas de transmisión (rodamientos)
RENDIC INTERNATIONAL ARGENTINA S.A.	Segunda	Estados Unidos 4585	Fraccionamiento y acondicionamiento de tintas para imprenta
POLI PREN ARGENTINA S.R.L.	Segunda	Costa Rica 5295	Fabricación bolsas plásticas y envases
MOTTA S.A.	Segunda	Eiffel 2830	Fabricación de lozas cerámicas absorción cero
GALPLAMEL S.A.I.C.I.	Segunda	Valparaíso 4040	Fábrica de partes de carrocerías en general
PASTAS DEL PLATA S.A.	Segunda	El Salvador y Descartes	Elaboración de pastas secas, depósito, molino y almacenamiento en silos

LEDEX ARGENTINA S.R.L.	Segunda	Patricias Mendocinas 3695	Fabricación y depósito de pinturas, barnices, lacas y afines
IVOLANA S.A.I.C.	Segunda	Valparaíso 3838	Industria textil (hilandería y peinaduría)
HAARMANN Y REIMER S.A.	Segunda	Valparaíso 4125	Elaboración de Esencias
COSLOVSKY CARLOS ALBERTO	Segunda	Av. Del Sesquicentenario 4715	Fabricación de autopartes
FRIGORIFICO LA PAMPA S.A.	Segunda	Sullivan y Estados Unidos	Cárnicos, lácteos, frutas, verduras y jugos
FREIRE HNOS. S.A.I.C.F.	Segunda	Costa Rica 5150	Fábrica de telas para decoración
FITAM S.A.	Segunda	Av. De Los Olivos 3726	Inyección de plástico
EUROSISTEM S.A.	Segunda	Ingeniero Delpini 2291	Fábrica de ventanas y puertas
EUROFLON SA	Segunda	Estados Unidos 4545	Industria metalúrgica
ESTABLECIMIENTO S METALURGICOS S. BECCIU E HIJOS	Segunda	Brasil 1828	Fabricación de partes, piezas y accesorios para vehículos
LONGSELLER S.A.	Segunda	Costa Rica 5226/30	Impresión de libros, folletos o similares
DRAGOCO ARGENTINA S.A.	Segunda	Brasil 2278	Depósito, fraccionamiento y mezcla de productos químicos, esencias y extractos en general
GE PLASTICS ARGENTINA S.A.	Segunda	Descartes 3668	Elaboración de polímeros de ingeniería
CUARSABRAS S.A.	Segunda	Costa Rica 5225	Fabricación de materiales refractarios
CONVERT S.A.	Segunda	Stephenson 2752	Conversión, laminado e impresión de películas, papel y otros
COMPAÑÍA AMERICANA DE SUPERMERCADOS S.A. (CADESA)	Segunda	Estados Unidos 4715	Centro de perezaderos, panificadora y fábrica de pastas
CAMPEX S.A.	Segunda	Brasil 2145	Mezcla de caucho con negro de humo, cargas y acelerantes
CABOSCH S.A.	Segunda	Brasil 2290	Fábrica de calefones, termotanques y calefactores a gas
BUIINTEL QUIMICA S.A.	Segunda	Descartes 3750	Fabricación de detergentes sintéticos en polvo, detergentes líquidos, suavizantes, desmanchadores, etc.
AVACA S.A.	Segunda	Valparaíso 3942/44	Fabricación de calzados de seguridad
AE GOETZE ARGENTINA S.A.	Segunda	Descartes 4051	Fábrica de pistones de aluminio
MIDORI S.R.L.	Tercera	Stephenson 3294	Industria química (productos veterinarios, agroquímicos)
LUMILAGRO S.A.	Tercera	Av. De Los Olivos 3730	Fábrica de termos
FRATELLI BRANCA DESTILERIAS S.A.	Tercera	Costa Rica 4451	Destilación, rectificación y mezcla de bebidas espirituosas
DYNAMIT NOBEL ARGENTINA S.A.	Tercera	Descartes 4265	Fabricación de paragolpes para automotor y otros
AUTOBAT S.A.C.I.	Tercera	Descartes 3789	Fabricación integral de acumuladores eléctricos
AMPACET SOUTH AMERICA S.A.	Tercera	Descartes 3947	Concentrados plásticos
TAMAR DE JUAN PABLO FRATANTONI	Tercera	Lecorbussier 3285	Recuperación de tambores



## Anexo IV: Importancia de los parámetros seleccionados para el análisis de calidad de agua superficial

Tabla 31: parámetros analizados y su importancia en el análisis de calidad de agua. Fuente: elaboración propia en base a Herrero, 2004; OMS, 2006 y OMS, 2007.

Parámetro	Importancia	Lugar de muestreo
<b>Oxígeno disuelto</b>	Es la cantidad de oxígeno que se encuentra disuelto en el agua. Es un indicador muy utilizado para determinar la contaminación en el agua. El oxígeno presente se genera por los procesos de fotosíntesis e intercambio gaseoso con la atmósfera, mientras que el consumo es el resultado de los procesos de respiración, descomposición de materia orgánica y otras reacciones. Se seleccionó este parámetro dada la importancia de la presencia del oxígeno para el desarrollo de la vida en los sistemas acuáticos.	In situ
<b>Turbidez</b>	Expresa la presencia de partículas en suspensión. Es de importancia ya que afecta a los procesos de fotosíntesis, respiración y la concentración de oxígeno. Algunos causantes de la turbidez en los cuerpos de agua puede ser la presencia de fitoplancton, partículas del suelo suspendidas en el agua o la descarga de efluentes entre otras.	
<b>Temperatura</b>	La temperatura tiene influencia sobre los procesos químicos y biológicos de cualquier forma de vida que se encuentre presente en los cuerpos de agua. Afecta también a la solubilidad de nutrientes y la solubilidad de gases.	
<b>pH</b>	El potencial de hidrógeno o pH es un parámetro muy importante en la calidad del agua. Es una medida de la naturaleza ácida o básica del agua que limita sus usos.	
<b>Conductividad</b>	Expresa la capacidad de la muestra de conducir corriente eléctrica.	
<b>Salinidad</b>	Es una medida de las sales disueltas presentes en el agua (sólidos disueltos).	
<b>Sólidos disueltos totales (ppm)</b>	Mide el total de partículas filtrables a través de una membrana porosa de 2.0 µm.	
<b>Demanda Química de Oxígeno (DQO)</b>	Es un parámetro que mide la cantidad de materia orgánica oxidada por medios químicos en el agua.	Laboratorio
<b>Cloruro</b>	Indica contaminación por aguas servidas de origen domiciliario. Las excretas humanas de todos los organismos superiores (la orina principalmente), poseen una concentración de cloruros que es aproximadamente igual a la que se ingiere en los alimentos; por esta razón, las aguas residuales domésticas imparten a los cuerpos de agua receptores “una huella característica que las identifica” (Herrero, 2004). A su vez, el ion cloruro es altamente corrosivo y produce el deterioro de cañerías y estructuras metálicas.	

<b>Nitrato</b>	En las zonas urbanizadas los nitritos provienen principalmente de la degradación de materia orgánica de origen fecal y de las industrias principalmente las alimenticias.
<b>Amonio</b>	El amonio es un ion proveniente de procesos metabólicos de procesos industriales y de las plantas de tratamiento.
<b>Fosforo reactivo</b>	Contaminación por aguas servidas.
<b>Fosforo total</b>	Es una medida del fosforo en suspensión y disuelto presente. Este parámetro indica contaminación por aguas servidas y da cuenta de la productividad de los cuerpos de agua. Una alta productividad conlleva al incremento de la materia orgánica presente en los cuerpos de agua generando un alto consumo de oxígeno derivando en condiciones anóxicas y contaminación por materia orgánica en descomposición.
<b>Fenol</b>	Proveniente de efluentes industriales de la industria química y farmacéutica, elaboración de papel, refinamiento de petróleo entre otras.
<b>Tensioactivos (detergentes)</b>	Los detergentes pueden dividirse en tres grupos aniónicos, no aniónicos y catiónicos dependiendo del grupo polar hidrófilo. El grupo polar es el responsable de reducir la tensión superficial y facilitar la limpieza de compuestos grasos en general. En los centros urbanos la principal fuente de contaminación son los desechos de agua servidas de origen domiciliario e industrial. El contenido de detergentes en el agua puede afectar el crecimiento de plantas, algas y peces en general.
<b>Sólidos suspendidos</b>	Son los sólidos que se encuentran en el agua en forma de coloides o partículas finas que causan la turbidez en el agua. Estas partículas pueden ser de origen orgánico o inorgánico. Cuanto mayor es el contenido de estas partículas en suspensión, mayor es la turbidez que presenta el agua.
<b>Coliformes totales (coliformes fecales y E. coli)</b>	Este parámetro se utiliza para evaluar la calidad bacteriológica del agua y es un indicador de contaminación fecal. Los coliformes se determinan por la técnica del número más probable (NMP) y por cuenta en placa en un medio de cultivo propicio para el crecimiento de bacterias coliformes.
<b>E.coli</b>	Indicador de contaminación fecal.

## Anexo V: parámetros de calidad para agua superficial según legislación nacional

Tabla 32: valores de referencia para calidad de agua superficial según legislación nacional. Fuente: elaboración propia en base a ley nacional 21.051, 26.221, ley provincial 11.820 y ACUMAR.

Parámetros	Ley Nacional 21.051 (residuos peligrosos)*	Ley Nacional 26.221**				Ley provincial 11.820***	ACUMAR caracterización de la CMR y franja costera Río de la Plata****
		A cuencas	A cuerpos receptores sin tratamiento	A cuerpos receptores con tratamiento primario	A cuerpos receptores con tratamiento secundario		
Temperatura	-	45°C	45°C	45°C	45°C	<45 °C	15°C a 35°C
pH	-	5,5-10	6,5-8	6,5-8	6,5-8	6,5-10	6-9
Conductividad	-	-	-	-	-	-	-
OD	-	-	-	-	-	-	≥5 mg/l
Sólidos suspendidos totales	-	-	-	-	-	-	NR
DQO	-	80 mg/l	120 mg/l	70 mg/l	-	<2,50 mg/l	-
Nitrato	-	-	-	-	-	-	<10 mg/l
Nitrógeno amoniacal	1370 µg/l	-	-	-	-	<3,0 mg/l	NR
Fósforo reactivo	-	-	-	-	-	-	-
Fósforo total	-	-	-	-	-	<1,0 mg/l	<10 mg/l
Fenol	1µg/l	-	-	-	-	-	< 50µg/l (sustancias fenólicas)
Tensioactivo	-	-	-	-	-	-	<0,5mg/l
Coliformes totales	-	-	-	-	-	<5000 NMP/100ml	-
E. Coli	-	-	-	-	-	-	200NMP/100 ml

### Referencias

\* Decreto 831/93 niveles guía de calidad para la protección de la vida acuática-agua dulce superficial.

\*\* Anexo B normas para desagües cloacales

\*\*\* Anexo B parámetros de calidad de desagües

\*\*\*\* Uso II= apta para actividades recreativas con contacto directo. Implica la inmersión del cuerpo humano en el agua.

- no hay valor de referencia.

NR= sin restricción.

## Anexo VI: obras hidráulicas, convenios y otras tareas realizadas en el Arroyo Claro

Tabla 33: obras y convenios realizados en el arroyo Claro. Fuente: elaboración propia en base a ordenanzas y

PROYECTO/OBRA	AÑO	ACCIONES	FUENTE
<b>Ley 11.746 Unidad Ejecutora Reconstrucción del Gran Buenos Aires</b>	1996	Financiamiento y ejecución de diferentes proyectos, obras y emprendimientos para la ejecución de programas sociales. El municipio de Malvinas Argentinas, estuvo incluido en el programa y en el marco de la presente ley se llevaron a cabo las etapas 3 y 4 del saneamiento en el arroyo Claro. La etapa 3 consistió en obras de entubamiento del arroyo Cuzco, la construcción del conducto y muros de contención en el cruce Acceso Oeste. También se realizaron obras en la intersección con el ferrocarril Belgrano Norte y una serie de alcantarillado en las calles, Volta, Stephenson, Colectora Buenos Aires, Descarte, Patricias Mendocinas, Fray Bolaños, República Argentina, Uspallata y Francisco Seguí. La etapa 4 consistió en la construcción del conducto principal y obras entre el ramal principal-ramal 16 y ramal Seguí.	<a href="http://www.gob.gba.gov.ar/legislacion/legislacion/-11746.html">http://www.gob.gba.gov.ar/legislacion/legislacion/-11746.html</a> Departamento de obras hidráulicas del Municipio de Malvinas Argentinas.
<b>Saneamiento de la cuenca del Arroyo Claro</b>	1997/1998	Emprendimiento a nivel regional que involucra a los partidos de José C. Paz, Malvinas Argentinas y Tigre. Las obras están divididas en 10 etapas correspondientes a la construcción de conductos principales, canalización, ensanche y revestimiento de hormigón.	Saneamiento de la cuenca del Arroyo Claro (documento impreso)
<b>Convalidación convenio plan de emergencia hídrico vial. Ordenanza 0524-02</b>	2/10/2002	La firma del convenio tiene como objetivo la realización de la obra de limpieza del arroyo Claro, en jurisdicción de los partidos de Malvinas Argentinas y Tigre.	<a href="http://www.malvinasargentinas.gov.ar/apps/legislacion/seccion.php">http://www.malvinasargentinas.gov.ar/apps/legislacion/seccion.php</a>
<b>Plan de Ordenamiento y Desarrollo Urbano de Malvinas Argentinas (PODUMA)</b>	2004	Entre los ejes principales del plan se mencionan los siguientes en relación a los recursos hídricos: la provisión de infraestructura de saneamiento (agua y cloaca) y la modernización y ampliación de los demás servicios esenciales (gas, electricidad, comunicaciones). La búsqueda de la calidad urbano-ambiental	<a href="http://documentos.malvinasargentinas.gov.ar/shares/Portal/biblioteca/planeamiento/Nuevacidad/files/assets/downloads/publication.pdf">http://documentos.malvinasargentinas.gov.ar/shares/Portal/biblioteca/planeamiento/Nuevacidad/files/assets/downloads/publication.pdf</a>

		(saneamiento de arroyos, tratamiento de residuos sólidos, forestación, regulación de barrios residenciales, etc.)	
<b>Plan Hidráulico Provincial</b>	3/12/2007	"Estudio para elaborar un Plan Maestro Integral y el proyecto de obras de control de inundaciones y saneamiento ambiental en la Cuenca"	<a href="http://www.gob.gba.gov.ar/intranet/digesto/PDF/D3735-07.pdf">http://www.gob.gba.gov.ar/intranet/digesto/PDF/D3735-07.pdf</a>
<b>Contratación de mano de obra, maquinaria y equipos de limpieza del cauce del arroyo Cuzco y Albuera. Decreto 4720-08</b>	2008	Contratación de mano de obra, maquinaria y equipos de limpieza del cauce del arroyo Cuzco en las calles Ventura Coll y El Callao y el arroyo Albuera, entre Colectora Ramal Pilar y Guayaquil.	<a href="http://www.malvinasargentinas.gov.ar/apps/legislacion/seccion.php">http://www.malvinasargentinas.gov.ar/apps/legislacion/seccion.php</a>
<b>Obras hidráulicas correspondientes a las cuencas del arroyo Claro y arroyo Las Horquetas-Basualdo. Decreto 1869-11</b>	2011	Adjudicación por licitación pública, por las obras hidráulicas correspondientes a las cuencas del arroyo Claro (calle Uspallata-Tierras Altas), arroyo Albuera (calle P. Ramos-Grand Bourg Sur) y arroyo Las Horquetas-Basualdo (Los Polvorines)	<a href="http://www.malvinasargentinas.gov.ar/apps/legislacion/seccion.php">http://www.malvinasargentinas.gov.ar/apps/legislacion/seccion.php</a>