

Evaluación de riesgo y estrategias de adaptación al cambio climático

Las experiencias de los Municipios de San Antonio de Areco, Valle Hermoso y Sauce Viejo

Lara Sofía Della Ceca

DICIEMBRE 2018

- Este trabajo presenta los resultados obtenidos durante la elaboración de los Planes de Adaptación al Cambio Climático en los municipios de San Antonio de Areco (Buenos Aires), Valle Hermoso (Córdoba) y Sauce Viejo (Santa Fe). Tomando como base información georreferenciada de cada municipio, se identificaron los sectores con diferentes grados y tipos de vulnerabilidad social y las amenazas más relevantes que afectan a la población de cada Municipio. Se elaboraron mapas de riesgo de cada amenaza y se evaluaron las proyecciones climáticas en el futuro cercano y se presentan las estrategias de adaptación necesarias en cada Municipio para minimizar los impactos negativos del Cambio Climático.
- Las inundaciones por desborde de los ríos y anegamientos por precipitaciones constituyen la principal amenaza en los tres municipios considerados. En Valle Hermoso los incendios forestales también se presentan como una amenaza relevante.
- Conocer el estado de situación actual y considerar los posibles cambios en las variables climáticas permite a los Municipios elaborar estrategias de adaptación frente al cambio climático que reducirán los riesgos de la población en el futuro cercano.
- Las estrategias de adaptación deberán estar orientadas a proteger y asegurar la calidad y disponibilidad de los recursos hídricos, fortalecer la infraestructura urbana y de servicios a la población, y proteger las actividades productivas de cada área, que son los sectores más afectados por las amenazas
- La elaboración de los Planes de Adaptación constituye una herramienta útil para la planificación del territorio en los Municipios en el contexto del cambio climático. En la mayoría de los casos se pone en evidencia la falta de información actualizada, y la necesidad de generar información sobre el estado de las condiciones sociales, económicas y habitacionales de la población, así como del medio ambiente y la exposición a amenazas.



Índice

■ 1. Cambio Climático y contexto nacional e internacional	5
■ 2. Metodología de trabajo y bases de datos	7
2.1 Evaluación de Riesgos	
2.1.1 Índice de Vulnerabilidad Social frente a Desastres	
2.1.2 Determinación de las amenazas/peligros relevantes	
2.1.3 Determinación del grado de Riesgo	
2.2 Proyecciones climáticas futuras	
■ 3. Experiencias en Municipios	13
3.1 Municipio de San Antonio de Areco (Buenos Aires)	
3.1.1 Vulnerabilidad Social frente a Desastres	
3.1.2 Inundaciones: principal amenaza	
3.1.3 Riesgo de Inundaciones	
3.1.4 Proyecciones climáticas y posibles consecuencias	
3.1.5 Estrategias de adaptación	
3.2 Municipio de Valle Hermoso (Córdoba)	
3.2.1 Vulnerabilidad Social frente a Desastres	
3.2.2 Amenaza de inundación	
3.2.3 Riesgo de Inundación	
3.2.4 Amenaza de incendios	
3.2.5 Riesgo de incendios	
3.2.6 Proyecciones climáticas y posibles consecuencias	
3.2.7 Estrategias de adaptación	
3.3 Municipio de Sauce Viejo (Santa Fe)	
3.3.1 Vulnerabilidad Social frente a Desastres	
3.3.2 Inundaciones y anegamientos: principales amenazas	
3.3.3 Riesgo de Inundación	
3.3.4 Proyecciones climáticas y posibles consecuencias	
3.3.5 Estrategias de adaptación	
■ 4. Conclusiones	40
■ Bibliografía	42



Agradecimientos:

Municipalidad de San Antonio de Areco, Buenos Aires.

Municipalidad de Sauce Viejo, Santa Fe.

Municipalidad de Valle Hermoso, Córdoba.

Alumnos de la Universidad Católica Argentina (UCA) bajo convenio de Práctica Profesional Supervisada:
Lucía Diamante, Federico Frontini, Bianca Giunti, María Emilia Pereyra, Moisés Oré Candiotti.

Martina Gimeno. Técnica. Equipo Técnico de la Red Argentina de Municipios frente al Cambio Climático.



1. Cambio Climático, contexto internacional y nacional

En todo el mundo se han observado cambios en el clima, principalmente desde la segunda mitad del siglo pasado, que han causado impactos sobre los sistemas naturales y humanos. Según el último Informe de *Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* (IPCC) [1], la actividad antropogénica es la principal causa del *cambio climático*. Los cambios producidos en el ambiente por la actividad humana tienen consecuencias sobre las condiciones y calidad de vida y, en particular, afecta severamente a los sectores más desprotegidos de la población.

Frente a este panorama, en 1992 en Nueva York, se adoptó la **Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)**. Este tratado, que entró en vigor en 1994, cuenta con un gran número de miembros (196 Partes) y permitió comenzar a pensar los problemas relacionados con el cambio climático con un enfoque a escala mundial. La República Argentina ratifica en 1994 la CMNUCC a través de la ley 24.295.

En la Conferencia de las Partes de París (COP21), en diciembre de 2015, 195 países acuerdan reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a través de la mitigación, adaptación y resiliencia. Este acuerdo, bautizado como el **Acuerdo de París**, incluye elementos esenciales para impulsar la acción climática. El objetivo principal del Acuerdo es mantener el incremento de la temperatura global muy por debajo de los 2 °C respecto a la era preindustrial y proseguir los esfuerzos para limitarlo a 1,5 °C. Para lograrlo, se deberán reducir las emisiones lo suficientemente rápido (mitigación). Además, el Acuerdo establece la necesidad de fortalecer la habilidad de los países para hacer frente a los impactos climáticos (adaptación) y fortalecer la ha-

bilidad para recuperarse de los impactos climáticos (resiliencia). Por otro lado, con el objetivo de fortalecer la cooperación internacional, se acordó un compromiso financiero de responsabilidad común pero diferenciada, en el cual los países desarrollados y con mayores recursos deben financiar a los países en desarrollo para que las naciones construyan futuros limpios y resilientes. Asimismo, se establece un marco de transparencia común a todos los países, que incluye el compromiso de brindar información sobre sus emisiones y aportaciones a la inversión. Los países deberán presentar actualizaciones de sus planes climáticos, denominados Contribuciones Determinadas Nacionalmente (NDCs, por sus siglas en inglés), cada cinco años.

Las NDCs son las acciones que todos los países Parte de la Convención sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas deben llevar a cabo para intensificar sus acciones contra el cambio climático. Estas son establecidas en función de las circunstancias y capacidades de cada país. Las comunicaciones nacionales deben incluir un inventario nacional de las emisiones de gases de efecto invernadero, una descripción general de las medidas que se hayan adoptado o se prevea adoptar para implementar la CMNUCC, y cualquier otra información que se considere adecuada para el logro del objetivo de la CMNUCC.

La República Argentina elevó su primer Comunicación en 1997 (y una versión revisada de la misma en 1999), la Segunda Comunicación Nacional en 2007 y la Tercera Comunicación Nacional en 2014 [2]. En la Tercera Comunicación se establecieron como objetivos evaluar el estado del clima en el pasado reciente (desde la segunda mitad del siglo XX) y del clima proyectado para el futuro (siglo XXI) en la Argentina, y generar y disponer una base de datos climáticos para estudios del impacto del cambio climático. Los resultados obtenidos permitirán considerar el cambio climático a la hora de de-



sarrollar e implementar políticas públicas para mitigar los efectos adversos y aprovechar las nuevas oportunidades.

Una de las consecuencias del cambio climático es el aumento de la frecuencia e intensidad de los desastres naturales. Tal como ha sido reportado por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) ‘un clima cambiante produce cambios en la frecuencia, la intensidad, la extensión espacial, la duración y las circunstancias temporales de los fenómenos meteorológicos y climáticos extremos, y puede dar lugar a fenómenos meteorológicos y climáticos extremos sin precedentes’ [3]. Sin embargo, a pesar de que los fenómenos extremos pueden contribuir a la ocurrencia de desastres, el riesgo de una determinada población no corresponde solamente a riesgos físicos. Los riesgos de desastre ocurren por la interacción de varios factores: fenómenos meteorológicos o climáticos extremos, factores físicos y factores sociales (de exposición y vulnerabilidad).

En este contexto, en la tercera Conferencia Mundial de las Naciones Unidas, celebrada en Sendai (Japón) en 2015, se adoptó el **Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030** que compromete a los Estados a adoptar medidas específicas en todos los sectores y planos (local, nacional, regional y mundial). El Marco de Sendai establece 4 prioridades concretas:

- 1) Comprender el riesgo de desastres.
- 2) Fortalecer la gobernanza del riesgo de desastres para gestionar dicho riesgo.
- 3) Invertir en la reducción del riesgo de desastres para la resiliencia.
- 4) Aumentar la preparación para casos de desastre a fin de dar una respuesta eficaz y para

una mejor reconstrucción en los ámbitos de la recuperación, la rehabilitación y la reconstrucción.

Con el objetivo de poder realizar la evaluación de los avances mundiales del Marco de Sendai, se establecieron 7 metas globales:

- 1) Reducir la mortalidad por desastres a nivel mundial para 2030, reduciendo la tasa de mortalidad global por 100.000 en la década 2020-2030 en comparación con el período 2005-2015.
- 2) Reducir el número de personas afectadas a nivel mundial para 2030, reduciendo la cifra global promedio por 100,000 en la década 2020-2030 en comparación con el período 2005-2015.
- 3) Reducir las pérdidas económicas causadas directamente por los desastres en relación con el producto interno bruto (PIB) mundial para 2030
- 4) Reducir los daños causados por desastres a la infraestructura crítica y la interrupción de los servicios básicos, entre ellos los establecimientos de salud y educación, incluso mediante el desarrollo de su capacidad de recuperación para 2030.
- 5) Aumentar el número de países con estrategias nacionales y locales de reducción del riesgo de desastres para 2020.
- 6) Mejorar la cooperación internacional con los países en desarrollo a través de un apoyo adecuado y sostenible para complementar sus acciones nacionales para la implementación del Marco para el año 2030.
- 7) Incrementar para 2030 la disponibilidad y el acceso de la población a sistemas de alerta



temprana sobre amenazas múltiples y la información y las evaluaciones sobre el riesgo de desastres

Dada la intervención directa en el territorio y la cercanía a vecinos e instituciones, las ciudades han ganado protagonismo en el desarrollo de acciones climáticas. En Argentina, la Red Argentina de Municipios frente al Cambio Climático (RAMCC) tiene como objetivo llevar a cabo proyectos o programas municipales, regionales o nacionales, relacionados con la mitigación y/o adaptación al cambio climático, a partir de la movilización de recursos locales, nacionales e internacionales. Los municipios que forman parte de la RAMCC comparten aprendizajes y socializan herramientas que permiten aumentar el impacto de sus acciones.

Actualmente la RAMCC está conformada por 159 Municipios y Comunas, abarcando tanto ciudades de más de 1 millón de habitantes como pequeñas localidades, de 16 provincias de Argentina. En total, estos centros urbanos comprenden aproximadamente 9 millones de personas y una gran diversidad de realidades (productivas, geográficas, demográficas). Por lo tanto, la Red trabaja con una gran variedad de temas ambientales y afronta desafíos escalables y nacionales.

Una de las acciones promovidas por la RAMCC es el desarrollo de Planes Locales de Acción Climática (PLAC). Los PLAC tienen como objetivo sistematizar las acciones de mitigación y de adaptación al cambio climático que los gobiernos locales vienen desarrollando o pretenden implementar. Una de las componentes del PLAC consiste en realizar un diagnóstico sobre la situación de vulnerabilidad de la población local, determinar las amenazas y riesgos más relevantes que deben enfrentar los Municipios y, a partir de ello, establecer acciones y estrategias de adaptación para prevenir o reducir los posi-

bles impactos en el contexto del cambio climático. La elaboración del Plan permite tomar conciencia de las acciones necesarias a escala local, beneficiando directamente a la población, y colaborar con la estrategia nacional y los objetivos a los que Argentina se comprometió en el marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

En este trabajo se describe la metodología utilizada y los resultados obtenidos de la evaluación de riesgo y establecimiento de estrategias de adaptación al cambio climático en los Municipios de San Antonio de Areco (Buenos Aires), Valle Hermoso (Córdoba) y Sauce Viejo (Santa Fe).

2. Metodología de trabajo y bases de datos

Para poder elaborar estrategias de adaptación adecuadas, es preciso identificar los riesgos asociados a las amenazas relacionadas con el cambio climático. Considerando el marco conceptual del Panel Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático (IPCC), el *riesgo* es determinado por la interacción de tres factores: la *vulnerabilidad* y *exposición* de la población, y la *amenaza* o (peligro).

La vulnerabilidad es la predisposición de la población a ser afectado negativamente. Este concepto comprende la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad de respuesta y adaptación. Y la exposición hace referencia a la presencia de personas, medios de subsistencia, servicios, recursos ambientales, infraestructura, activos económicos, sociales o culturales en áreas que podrían verse afectados negativamente. Por lo tanto, la caracterización de la vulnerabilidad es clave para saber qué parte de la población es más vulnerable, cuales son los factores que influyen e incrementan la vulnerabilidad, y establecer mecanismos de adaptación y políticas efectivas, orientadas a la



disminución de la exposición y de la sensibilidad o al fortalecimiento y mejora de la capacidad de respuesta.

La amenaza (o peligro) es la potencial ocurrencia de un suceso, de origen natural o antrópico, que puede causar pérdidas de vidas, lesiones u otros efectos negativos sobre la salud, o daños y pérdidas en la infraestructuras, medios de subsistencia, prestaciones de servicios, ecosistemas y recursos ambientales. Conocer cuáles son las principales amenazas que afectan un Municipio, su dinámica y ocurrencia y cómo pueden impactar considerando los cambios en el clima en el futuro cercano es clave para el desarrollo de estrategias de adaptación.

A continuación se describen las bases de datos y métodos utilizados para la evaluación de la vulnerabilidad, las amenazas y el riesgo asociado al cambio climático en cada municipio.

2.1. Evaluación de Riesgos

2.1.1. Índice de Vulnerabilidad Social frente a Desastres

Para determinar la vulnerabilidad social se consideró el Índice de Vulnerabilidad Social frente

a Desastres (IVSD) [4] a nivel de radio censal y se elaboraron mapas para cada municipio. Este índice considera tres dimensiones diferentes de la vulnerabilidad social: las condiciones sociales, habitacionales y económicas. Cada una de las dimensiones de la vulnerabilidad social es evaluada en términos de distintas variables (educación, salud, demografía, vivienda, servicios básicos, trabajo, constitución familiar) que son determinadas a partir de diez indicadores (Tabla 1).

El cálculo del IVSD se realiza en valores relativos y absolutos, estableciendo cinco categorías para cada uno (1: Muy Baja, 2: Baja; 3: Media, 4: Alta, 5: Muy Alta). Se obtiene un subíndice absoluto y uno relativo por cada aspecto de la vulnerabilidad: social (indicadores 1 a 4), habitacional (indicadores 5 a 7) y económica (indicadores 8 a 10). Además se realiza el cálculo el IVSD relativo y absoluto total (considerando todos los indicadores). A partir de la combinación del IVSD relativo y absoluto total se obtiene un **IVSD síntesis**, que presenta las mismas categorías (1: Muy Baja, 2: Baja; 3: Media, 4: Alta, 5: Muy Alta) y es utilizado para el cálculo del riesgo. Para una mayor descripción del cálculo del IVSD síntesis consultar Natenzon (2015) [4].

Tabla 1

Dimensiones, variables e indicadores del Índice de Vulnerabilidad Social frente a Desastres

Dimensiones	Variables	Indicadores
Condiciones Sociales	Educación	1. Analfabetismo
	Salud	2. Mortalidad Infantil
	Demografía	3. Población de 0 a 14 años
		4. Población de 65 y más años
Condiciones Habitacionales	Vivienda	5. Hacinamiento crítico
	Servicios básicos	6. Falta de acceso a red pública de agua potable
		7. Falta de acceso a desagües cloacales
Condiciones Económicas	Trabajo	8. Desocupados
	Educación	9. Nivel Educativo de los Jefes de Hogar
	Familia	10. Hogares sin cónyuge

Fuente: Elaborado por Silvia G. González, en base a S.G. González, A. Calvo y C. E. Natenzon. Proyecto UBACYT – PDTS-PF01, 2013-2015.



Los valores para el cálculo de cada indicador y los IVSD correspondientes fueron obtenidos de la base de datos del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010 realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina (INDEC, <https://www.indec.gob.ar>). En este estudio, no se consideró el Indicador 2 (Mortalidad Infantil) por no disponer de dicha base de datos a nivel de radio censal.

Cabe destacar que el análisis se realizó con datos del censo de población del año 2010 (el último censo realizado en Argentina) y que algunas áreas pueden haber cambiado desde entonces (creación de barrios nuevos, etc). Es por ello que los mapas de IVSD obtenidos fueron analizados en conjunto con el Municipio para determinar y corregir posibles errores en el mismo.

2.1.2. Determinación de las amenazas / peligros relevantes

Para determinar las principales **amenazas** del área que ocupan los municipios y los factores que podrían incrementar los impactos negativos se consideraron los registros de eventos pasados (inundaciones, aluviones, tormentas eléctricas, incendios, sequía, etc).

Además, con el objetivo de poder visualizar qué áreas del ejido urbano son las más afectadas por

las amenazas, se elaboraron mapas de las amenazas de mayor relevancia para cada municipio. A partir de información brindada por cada municipio (áreas de mayor frecuencia de inundación, planicie de inundación de los ríos y arroyos presentes en el área, línea de máxima inundación, áreas con probabilidad de incendios, etc) se elaboraron mapas en los cuales puede observarse el grado de amenaza ambiental dentro del área del municipio.

2.1.3. Determinación del grado de Riesgo

El **riesgo** de los impactos vinculados al clima deriva de la interacción de las amenazas vinculadas al clima (incluyendo eventos ya ocurridos y tendencias peligrosas) con la vulnerabilidad y la exposición de los sistemas humanos y naturales. Los cambios en el sistema climático y los procesos socioeconómicos (considerando la adaptación y mitigación), pueden ser impulsores de amenazas y pueden incrementar o reducir la exposición y vulnerabilidad de la población.

En este estudio, el riesgo ha sido calculado en función de la vulnerabilidad social frente a desastres (IVSD síntesis) y el grado de amenaza ambiental ($\text{Riesgo} = \text{vulnerabilidad} \times \text{amenaza}$), se determinaron las categorías de riesgo según lo indicado en la Tabla 2 y se elaboró el mapa de riesgo correspondiente a cada amenaza y municipio.



Tabla 2

Determinación del grado de riesgo a partir de la vulnerabilidad social frente a desastres (IVSD síntesis) y del grado de amenaza.

		Riesgo			
		Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
Vulnerabilidad		Amenaza			
		Baja	Media	Alta	Muy Alta
	Muy baja				
	Baja				
	Media				
	Alta				
Muy Alta					

2.2. Proyecciones climáticas futuras

Para poder desarrollar estrategias de adaptación, además de conocer las amenazas relevantes y las zonas de mayor riesgo en cada Municipio, es importante conocer cuál es la tendencia de cambio y cómo podrían variar en un futuro cercano algunas variables meteorológicas. Es posible que algunas de las amenazas que impactan sobre la vida de la población en el presente se agraven si las condiciones climáticas cambian en determinado sentido. Por ejemplo, si las inundaciones pluviales son frecuentes en determinada área, un incremento en la frecuencia e intensidad de las precipitaciones agravaría la situación de la emergencia si no se toman las medidas adecuadas. Conocer anticipadamente cuales son las tendencias climáticas en cada Municipio permite desarrollar estrategias de adaptación y prevenir futuros impactos negativos, dirigiendo un mayor esfuerzo a zonas de mayor conflicto.

Una de las herramientas más utilizadas en la actualidad para estimar los cambios climáticos futuros en Argentina son los modelos climáticos. Un modelo climático es una representación numérica de los procesos principalmente físicos que se producen en la atmósfera, océanos y la

superficie terrestre. Mediante un complejo sistema de programas informáticos se realiza la simulación del sistema climático y sus variaciones bajo distintas condiciones de concentración de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, de aerosoles (naturales y antrópicos), de la radiación solar y de otros efectos antrópicos sobre el clima como el cambio de uso del suelo. Estos modelos son capaces de simular las características del clima y de sus cambios registrados en el pasado reciente y se consideran una herramienta aceptable para el desarrollo de escenarios climáticos futuros. Para cada modelo se realiza un análisis de validación que permite determinar cuáles modelos climáticos son los más adecuados para cada área.

En este trabajo se consideraron los resultados del informe sobre 'Los estudios de los cambios climáticos observados en el clima presente y proyectados a futuro en la República Argentina' realizado por el Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA) para la 'Tercera Comunicación de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático' (3CNCC) [2]. Este informe consiste en el estudio de las tendencias observadas y proyectadas de la temperatura de su-



perficie (media, máxima y mínima) y de la precipitación y de algunos de sus índices extremos (Tabla 3) que pueden conducir a impactos relevantes en Argentina, tales como sequías, heladas, inundaciones e incendios de pasturas y bosques. La base de datos de dicho informe se encuentra disponible en la página web de la

3CNCC (<http://ambiente.gob.ar/tercera-comunicacion-nacional/>). Los datos se presentan considerando dos horizontes temporales: clima futuro cercano (2015-2039), que resulta de interés para las políticas de adaptación, y clima futuro lejano (2075-2099), de interés para conocer la posible situación en el largo plazo.

Tabla 3

Índices extremos considerados en este estudio

ÍNDICE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	RELEVANCIA PARA:
Número de días con heladas (FD)	Número anual de días en que la temperatura mínima diaria fue menor a 0°C.	Número de días	Actividades agropecuarias
Número de noches tropicales (TR)	Número anual de días en que la temperatura mínima diaria fue mayor a 20°C.	Número de días	Indicador de calentamiento global
Temperatura diaria máxima (TXx)	Valor anual máximo de la temperatura máxima	Grados Celsius	Actividades socio-económicas y seres vivos.
Temperatura diaria mínima (TNn)	Valor anual mínimo de la temperatura diaria mínima.	Grados Celsius	Actividades socio-económicas, indicador de calentamiento global.
Temperatura máxima mayor al percentil 90 (TX90p)	Porcentaje anual de días con temperatura máxima mayor al percentil 90.	Porcentaje	Indicador de cambio climático.
Duración de olas de calor (WSDI)	Número de días con al menos 6 días consecutivos en que la temperatura máxima supera el respectivo valor del percentil 90.	Número de días	Estrés en la salud y algunos ecosistemas, la agricultura, la ganadería y el sistema eléctrico.
Precipitación diaria máxima del año (Rx1)	Precipitación diaria máxima del año.	Mililitros	Inundaciones y otros daños en la calidad de vida, la agricultura y la infraestructura.
Precipitación máxima anual de 5 días consecutivos (Rx5)	Precipitación máxima anual de 5 días consecutivos	Mililitros	Inundaciones y otros daños en la calidad de vida, la agricultura y la infraestructura.
Máxima longitud de racha seca (CDD)	Número máximo de días consecutivos con precipitación menor a 1mm en cada año.	Número de días	Indicador de sequía, implicancias para la agricultura y los múltiples usos del agua, incluyendo el energético.
Precipitación anual total de los casos en que la precipitación diaria es mayor al percentil 95 (R95pT)	Precipitación anual total de los casos en que la precipitación diaria es mayor al percentil 95.	Mililitros	Indicador de la torrencialidad de las lluvias.
Días en que la precipitación supera un cierto umbral (Rnnmm)	Días en que la precipitación supera un cierto umbral. Dado que los umbrales extremos dependen de la región, estos se definen según lo que puede ser extremo en cada región.	Número de días	Calidad de vida, infraestructura y producción.



Además, la 3CNCC divide el territorio argentino en 4 regiones, considerando la continuidad geográfica y cierta homogeneidad en sus características climáticas más relevantes. (Figura 1).

La *región Húmeda*, que comprende las provincias de Misiones, Corrientes, Santa Fe, Entre Ríos y Buenos Aires, no presenta una pronunciada estación seca ni condiciones reiteradas de estrés hídrico. La *región Centro*, que incluye La Pampa, San Luis, Córdoba, Tucumán, Santiago, Chaco y Formosa, presenta como característica común su condición monzónica en la precipitación con una marcada estación seca invernal. La *región Andina* comprende las provincias de Mendoza, San Juan, La Rioja, Catamarca, Salta y Jujuy y presenta un clima fuertemente condicionado por la orografía de los Andes con zonas sumamente áridas en el piedemonte andino. Finalmente, las provincias que conforman la región Patagónica (Neuquén, Río Negro, Chubut, Santa Cruz y Tierra del Fuego, Antártida e islas del Atlántico Sur) presentan un clima dominado por la circula-

ción de los vientos del oeste de latitudes medias y polares en el caso de la Antártida.

Tal como puede observarse en la Figura 1, dos de los municipios considerados en este trabajo se encuentran en la región Húmeda (San Antonio de Areco y Sauce Viejo) y uno en la región Centro (Valle Hermoso). Los modelos climáticos que mejor ajustan en dichas regiones son los modelos globales CCSM4 y CNRM-5, respectivamente. En este trabajo se consideraron los resultados de dichos modelos para el escenario climático de emisiones moderadas (RCP 4.5) y el período 2015-2039 (futuro cercano) que, como se mencionó anteriormente, es el período de relevancia para llevar a cabo estrategias de adaptación y evitar posibles impactos negativos en los distintos sectores (agricultura, industria, turismo, etc). Los cambios anuales se calcularon a partir del ajuste lineal de los datos, multiplicando la pendiente de la recta por el número de años considerado en el período (25 años). En el caso de la temperatura, el valor anual corresponde al promedio; y en la precipitación, al acumulado anual.

Figura 1

Regiones de Argentina consideradas por la 3CNCC, teniendo en cuenta la continuidad geográfica y cierta homogeneidad en sus características climáticas más relevantes





3. Experiencias en Municipios

3.1. Municipio de San Antonio de Areco (Buenos Aires)

La ciudad de San Antonio de Areco, capital del partido homónimo, se encuentra localizada al noroeste de la provincia de Buenos Aires a una altitud media de 26 m s.n.m.

El Partido de San Antonio de Areco, que ocupa un área de 857,59 km², se encuentra en la región denominada *llanura pampeana*, caracterizada por suelos compuestos de sedimentos de tipo *loess pampeano* aptos para la agricultura debido a su alto contenido de nutrientes y buen drenaje. El clima en el área es templado y húmedo con veranos calurosos e inviernos suaves.

En el límite norte del Partido de Areco escurren los arroyos Doblado y Cañada Honda. El curso de agua más importante del área es el Río de Areco que atraviesa la ciudad de S.A. de Areco hacia el norte (Figura 2).

Dada la aptitud de los suelos y la rentabilidad de los cultivos, el uso de la tierra en el partido de Areco se encuentra mayormente destinado a la actividad agropecuaria (70% del total de la superficie) y constituye, junto con otros partidos, el corredor productivo del noreste de la provincia de Buenos Aires. Los principales cultivos, en orden decreciente de superficie cultivada, son: soja, maíz, trigo, girasol, sorgo, avena y pasturas. En menor medida se desarrollan otras actividades tales como la cría de caballos de pura sangre, la avicultura, la apicultura y la cunicultura. La actividad industrial consiste en pequeñas y medianas empresas que realizan actividades relacionadas con servicios para el sector agropecuario y con la elaboración de productos alimenticios y bebidas.

Con una población de 23.114 habitantes en 2010 (30% más de lo registrado en 2001 según

el Censo Nacional de Hogares, Población y Vivienda), la ciudad de San Antonio de Areco es el área urbana más importante del Partido. La ciudad cuenta con una red de agua pública que abastece a aproximadamente el 90% de la población y, desde 1980, cuenta con red cloacal y una planta de tratamiento de residuos cloacales.

3.1.1. Vulnerabilidad Social frente a Desastres

A partir de los resultados obtenidos del Índice de Vulnerabilidad Social frente a Desastres (IVSD) a nivel de radio censal para el Municipio de San Antonio de Areco (ver Figura 2) se pueden discriminar zonas dentro del ejido urbano con distinto grado de vulnerabilidad. En el área central del ejido urbano se observa una vulnerabilidad social baja que es rodeada por una zona de vulnerabilidad alta. Hacia el sur del ejido urbano puede observarse una zona, con una importante extensión, que presenta una vulnerabilidad muy alta.

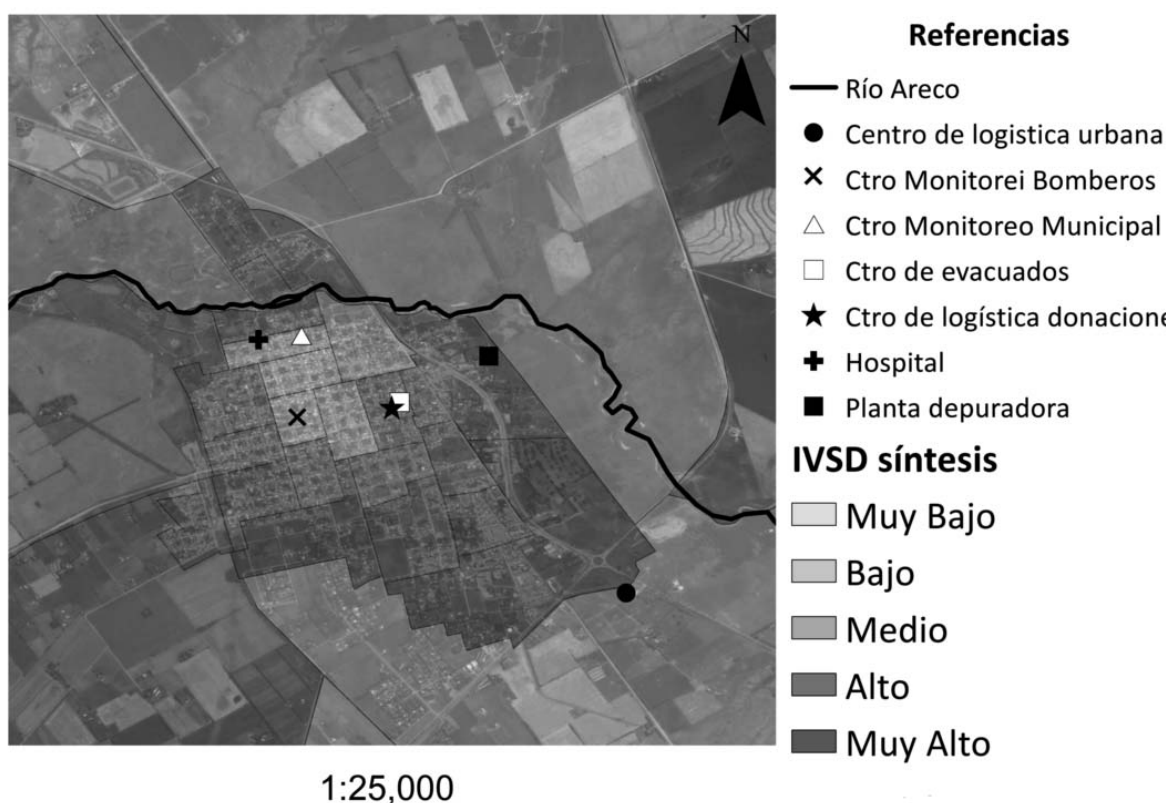
La zona de vulnerabilidad muy alta ocurre por una combinación de factores. Se observa que tanto las condiciones sociales (analfabetismo, población de 0 a 14 años, población mayor a 65 años) como las habitacionales (hacinamiento crítico, acceso a agua potable de red, acceso a red cloacal) y económicas (desocupados, nivel educativo de jefes de hogar, hogares con núcleo familiar incompleto) presentan índices desfavorables en esta zona. En esta área habitan alrededor de 7.404 habitantes, que corresponde a un 32 % del total de la población (siempre considerando los valores reportados del censo de 2010).

En cambio, en la zona de vulnerabilidad alta son, principalmente, las condiciones económicas las que determinan una mayor vulnerabilidad. Esta área es ocupada por aproximadamente 8.148 habitantes (35 % del total).



Figura 2

Índice de Vulnerabilidad Social frente a Desastres (IVSD)
síntesis para el Municipio de San Antonio de Areco.



3.1.2 Inundaciones: principal amenaza

La principal amenaza que impacta sobre la población de San Antonio de Areco son los anegamientos y las inundaciones del río Areco.

La cuenca del río Areco, conformada por el río Areco y varios arroyos y cañadas, presenta una superficie de 375.479 ha, abarca nueve partidos de la provincia de Buenos Aires y forma parte de la gran cuenca del Río de La Plata. El recorrido del río Areco en el partido alcanza los 73 km y atraviesa a la ciudad de San Antonio de Areco donde presenta una ribera baja.

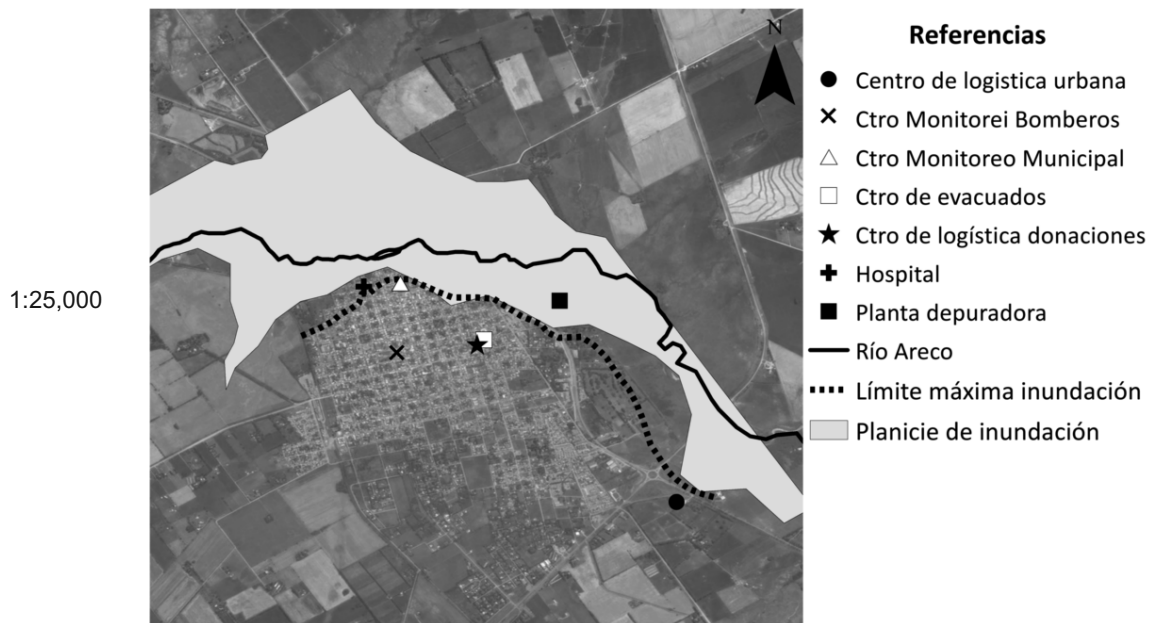
Según los registros de inundaciones, en un período de 35 años (1980-2015) la localidad de San Antonio de Areco ha sufrido 12 inundaciones. El nivel máximo del río se registró durante la inundación de diciembre de 2009, que duró aproximadamente 26 días.

A partir del mapa de riesgo hidrometeorológico, brindado por el Municipio de San Antonio de Areco, en el cual se detalla el cauce del río Areco, su planicie de inundación y la línea de máxima inundación (Figura 3), se elaboró el mapa de amenaza de inundación (Figura 4).



Figura 3

Cauce y planicie del río Areco y límite de la máxima inundación.
Información brindada por el Municipio de San Antonio de Areco.

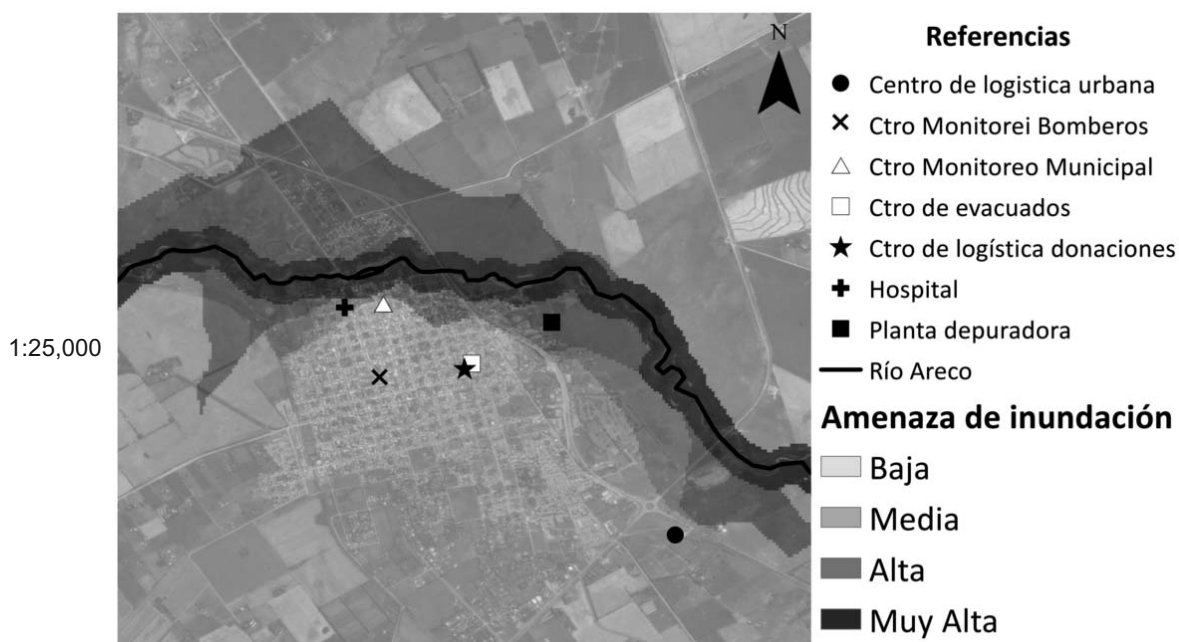


Para evaluar la amenaza de inundación se utilizó la metodología indicada en el ‘Manual para la Elaboración de Mapas de Riesgo’ [5]. Se clasificó el área según la amenaza de inundación en: Muy Alta (área entre el cauce y 0,2 km del

cauce), Alta (área entre 0,2 km del cauce y el límite de la planicie de inundación), Media (área entre el límite de la planicie de inundación y el límite de la máxima inundación) y Baja (área por fuera del límite de la máxima inundación).

Figura 4

Mapa de amenaza de inundación en San Antonio de Areco





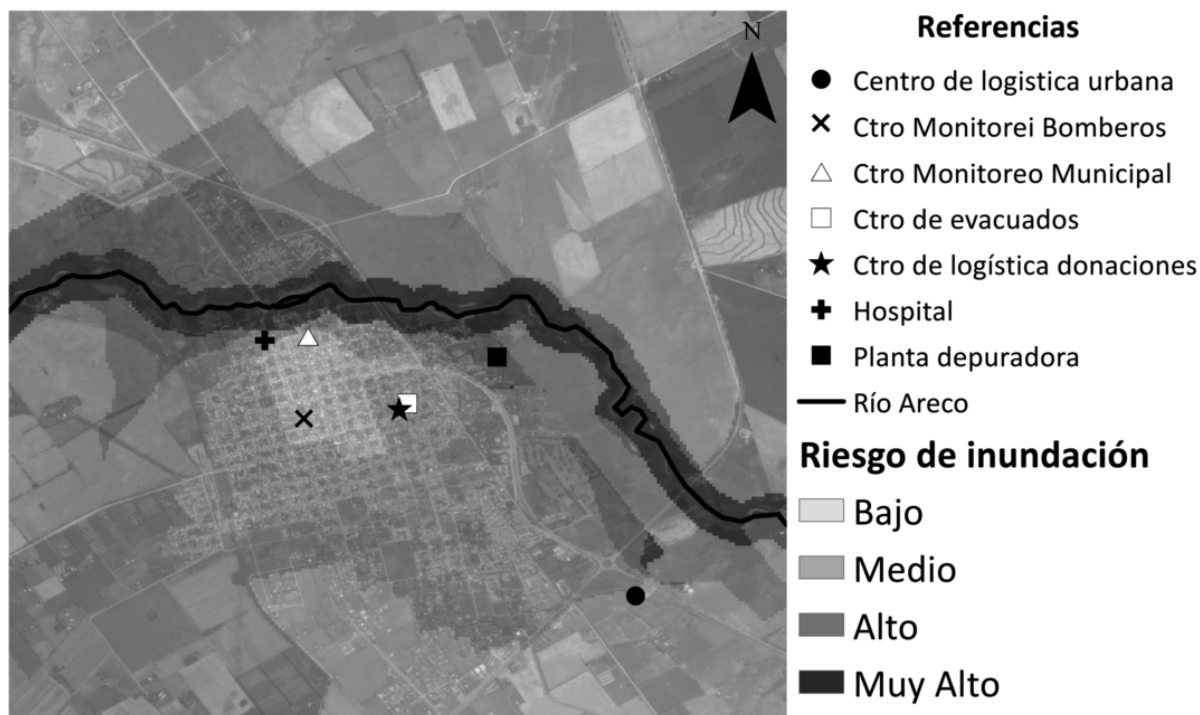
3.1.3. Riesgo de Inundaciones

La Figura 5 muestra el mapa de *riesgo de inundación* obtenido a partir de los valores asignados a las distintas categorías del *IVSD síntesis* (Figura 2) y de *amenaza de inundación* (Figura 4) tal como ha sido descrito en el ítem 2.1.2 (riesgo=vulnerabilidad x amenaza). En general, el Municipio de Areco presenta un riesgo medio a inundaciones. Sin embargo, se observa que algunas zonas donde la amenaza de inundación es alta y muy alta coinciden con una alta vulnerabilidad social frente a desastres que resultan en un riesgo alto de la población en eventos de inundación. Se observa que las crecidas del río afectan directamente a los barrios que se encuentran ubicados sobre la parte inicial del paso del río sobre la ciudad (Barrios Ampesil,

Pte. Frondizi y Don Pancho). Es decir, la población de estos barrios no solo se encuentra amenazada por las inundaciones debido a su cercanía al río Areco, que desborda con cierta frecuencia, sino que además las condiciones sociales, económicas y habitacionales de la población no son las adecuadas y por lo tanto su seguridad y calidad de vida tiende a disminuir. Además, parte del casco histórico de la ciudad, sitio en el cual se encuentra localizado el Hospital, también se ve amenazada por las inundaciones. El área central del municipio, dada su baja vulnerabilidad y baja amenaza de inundaciones, presenta un riesgo bajo. Cabe destacar que en el área de mayor vulnerabilidad social, al sur del ejido urbano, se observa un riesgo medio principalmente debido a que se encuentra a una distancia considerable del cauce del río Areco.

Figura 5

Mapa de riesgo de inundación en San Antonio de Areco



1:25,000



3.1.4. Proyecciones climáticas y posibles consecuencias

En las Figuras 6 y 7 pueden observarse los resultados del modelo global CCSM4, las proyecciones climáticas para el futuro cercano y escenario climático de emisiones moderadas (RCP 4.5) para San Antonio de Areco. Según estos resultados, se espera un incremento de aproximadamente entre 2 y 5% de la temperatura tanto media como mínima y máxima. Como consecuencia, disminuiría el número anual de días con heladas (FD) y se observaría un incremento en el valor anual mínimo de la temperatura mínima (TNn), el valor anual máximo de la temperatura máxima (TXx) y el porcentaje anual de días con temperatura máxima por encima del percentil 90 (TX90p). Asimismo, se espera un incremento de aproximadamente 18% en el número de noches tropicales (TR) y un gran incremento de la duración de las olas de calor (WSDI, de 3 días en 2015 a 12 días en 2039). Por otro lado, si bien se

espera una pequeña disminución de la precipitación anual (aproximadamente del 3%), en el futuro cercano se incrementaría la torrencialidad de las lluvias.

Estos cambios climáticos podrían afectar diversos sectores e impactar en la calidad de vida de la población de San Antonio de Areco. Por un lado, el incremento de la temperatura, y de la duración de las olas de calor y la disminución de las heladas podría afectar rápidamente la producción agropecuaria, principal actividad económica del área. El impacto sobre el sistema productivo traería consecuencias en la seguridad alimentaria de la población, no sólo de los habitantes de San Antonio de Areco sino también de otras regiones ya que esta área es una de las zonas productivas más importantes de Argentina. Además, el incremento de la temperatura podría afectar el abastecimiento de servicios básicos como energía eléctrica, agua potable y la gestión de residuos, e incrementar la vulnerabilidad de parte de la población.

Figura 6.

Proyecciones climáticas para San Antonio de Areco, considerando un escenario climático de emisiones moderadas (RCP4.5) para el futuro cercano (2015-2039) de las variables temperatura (máxima, media y mínima) y precipitación del modelo climático global CCSM4.

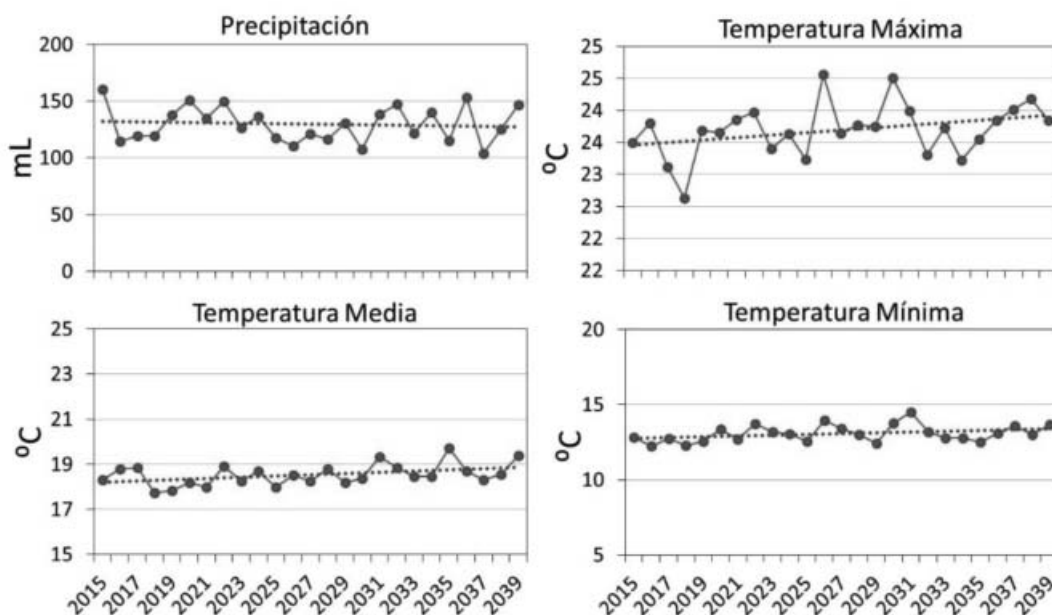
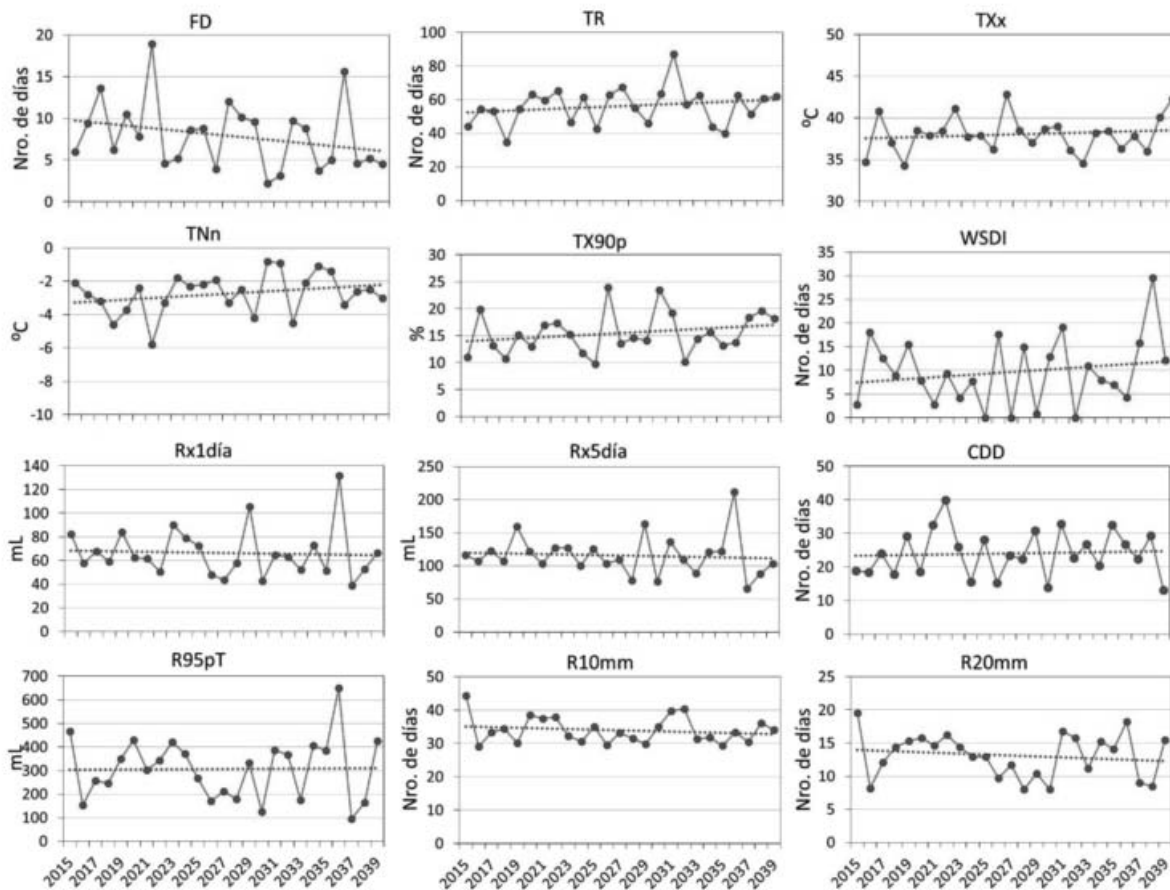




Figura 7

Proyecciones climáticas para San Antonio de Areco, considerando un escenario climático de emisiones moderadas (RCP4.5) para el futuro cercano (2015-2039) de los índices climáticos (ver Tabla 2) del modelo climático global CCSM4.



Por otro lado, el incremento de la torrencialidad de las lluvias podría agravar la amenaza de inundación en aquellas áreas donde actualmente es alta y muy alta. La ocurrencia de lluvias intensas y concentradas podría producir un ascenso rápido de las napas freáticas creando nuevas áreas de anegamiento durante los períodos de lluvia, y afectar parte de la población que no ha sido afectada hasta el momento. Por ejemplo, hacia el sudeste de la ciudad se observa un área de vulnerabilidad muy alta, dada principalmente por las condiciones habitacionales (falta de cloacas, hacinamiento o ausencia de la red de agua). Esta área, que no se encuentra en una zona de riesgo alto de inundación por desborde del río, podría ser verse afectada por anegamientos frente a un

evento de lluvias torrenciales debido a la falta de infraestructura (pavimentación de las calles y desagües pluviales).

El cambio climático tendrá un impacto en el uso del recurso hídrico, tanto el que se destina con fines de consumo de la población como aquel requerido para las actividades económicas que se desarrollan en el área (agrícola, industrial, etc). Esto podría afectar la salud de la población, producción agrícola y la seguridad alimentaria, la producción industrial, entre otros aspectos. La infraestructura urbana (red vial, red de distribución de energía, cloacas, red de gas y agua potable, edificios administrativos, escuelas, hospitales, etc) también podría verse afectada por



los cambios esperados en las variables atmosféricas. Esto podría tener consecuencias en otros sectores tales como el transporte de alimentos hacia y desde San Antonio de Areco

3.1.5. Estrategias de adaptación

El Municipio de San Antonio de Areco, en un claro compromiso con el medio ambiente y el cambio climático, ha adoptado diversas medidas y acciones para mejorar la situación actual frente a las amenazas.

Con el objetivo de prevenir situaciones de catástrofe en la zona linderas al río, la ciudad cuenta con un Plan de Manejo Hídrico. Dicho plan proyecta la ejecución de obras que permitirán prevenir las crecidas, manejar controladamente los caudales y mitigar el efecto de las inundaciones principalmente sobre el casco urbano de la ciudad de San Antonio de Areco. Además, el Plan propone un Sistema de Monitoreo y Alerta Temprana que tiene como objetivo principal monitorear la situación del río mediante la red de estaciones hidrometeorológicas de la cuenca y alertar a la población frente a una situación de riesgo de inundación.

Por otro lado, para evitar las anegaciones en distintas áreas de la ciudad como consecuencia del colapso de los desagües, se encuentra en desarrollo un proyecto de planificación de Reservorios Pluviales, calculando de manera específica para la Localidad de San Antonio de Areco sistemas de regulación de excedentes pluviales para una intensidad de lluvia de 60 mm/h.

La Municipalidad de San Antonio de Areco cuenta también con un Plan de Ordenamiento Territorial (POT) que tiene como prioridad identificar los usos de suelo de la ciudad y proyectar el crecimiento de forma ordenada y amigable con el medio ambiente. Este Plan prevé el crecimiento entre la vera del río y la ruta 41

que, según los mapas realizados para este estudio, presenta un alto riesgo de inundaciones. Por lo tanto, la Municipalidad debería reevaluar la situación de esta área a largo plazo y promover otras zonas de residencia. El crecimiento de la zona residencial podría desarrollarse en los predios ubicados entre la Ruta 41 y las vías del Ferrocarril, que se encuentran alejados de la zona de riesgo de inundación.

Además, sería conveniente que se adopten medidas de conservación de suelos, garantizando su efectivo cumplimiento mediante las correspondientes legislaciones, con el objetivo de mejorar las condiciones de escurrimiento y moderar la invasión de la llanura de inundación natural y propia del río.

Respecto al sector agropecuario, es recomendable que desde el municipio se promuevan medidas de concientización y promulgación de buenas prácticas dirigidas a los productores, quienes tienen la decisión final sobre sus tierras. Como estrategias productivas frente al cambio climático, pueden considerarse: realizar cambios en las especies y variedades cultivadas, la rotación de cultivos, la creación de consorcios de conservación de suelos para generar buena distribución de canales, cunetas y banquetas que favorezcan la dirección de las aguas pluviales (evitando que estas acciones sean realizadas de manera independiente afectando negativamente a los productores vecinos). También pueden adoptarse políticas de financiamiento, como por ejemplo seguros de cosechas, y pueden evaluarse como propuestas planes de forestación, o cortinas forestales.

Otra opción viable para hacer frente a los impactos del cambio climático es la *Reducción del Riesgo de Desastres basada en Ecosistemas* (Eco-DRR), que se define como la 'gestión sostenible, conservación y restauración de los ecosistemas para reducir el riesgo de desastres,



con el objetivo de lograr un desarrollo sostenible y resiliente' [6]. La capacidad de drenaje del agua y defensa ante una inundación puede incrementarse mediante la restauración o creación de humedales o áreas forestales, con variedades autóctonas o tolerantes a inundaciones. Estos sistemas mantienen el flujo, la calidad y la capacidad de almacenamiento de nutrientes y agua, brindando protección contra crecientes o inundaciones por tormentas, favoreciendo el escurrimiento y manteniendo las propiedades del suelo.

San Antonio de Areco tiene, en conjunto con la RAMCC, dos proyectos de adaptación que consideran este tipo de acciones. Por un lado, el Plan de Reforestación 2017-2019, que tiene como objetivo reforestar el faltante del arbolado público de hilera de la ciudad y promover la creación de espacios aislados de bosque nativo protegido, incorporando especies nativas en plazas, parques y paseos. Y, por otro lado, el proyecto Reserva Natural Urbana Río Areco que tiene como objetivo principal proteger una superficie delimitada por su geografía natural (una isla) para la creación de una reserva natural urbana (RNU). De este modo se pretende conservar la biodiversidad nativa, controlando la flora y fauna exótica. Estos proyectos acompañarán y magnificarán las acciones en la cuenca del río.

Llevando a cabo actividades de gestión, conservación y restauración de los sistemas y zonas linderas al cauce del río, que se ven afectados por las amenazas y que podrían agravarse por el cambio climático, se pretende aumentar la resiliencia del sistema y disminuir el riesgo de la población.

3.2. Municipio de Valle Hermoso (Córdoba)

La localidad de Valle Hermoso se encuentra ubicada en el Departamento Punilla (provincia de Córdoba) a una altitud media de 907 m s.n.m. Junto con las localidades de La Falda y Huerta Grande, a las que se encuentra ediliciamente unida, forman un solo conglomerado urbano sobre la Ruta Nacional N° 38.

El departamento de Punilla se encuentra delimitado hacia el oeste y el este por dos importantes sierras del sistema serrano de la provincia de Córdoba: la *Sierra Grande* y la *Sierra Chica*, respectivamente. El clima en el área es templado serrano, con temperaturas medias de 25 °C en verano y de 12 °C en invierno, con posibilidad de heladas de mayo a septiembre y, ocasionalmente, nevadas. Presenta un promedio pluvial de 800 mm anuales, con un máximo en primavera y verano. La sequía invernal es prolongada y puede llegar a ser crítica en septiembre-octubre, lo cual incrementa el riesgo de incendios en este momento del año.

Hacia el oeste, el Municipio de Valle Hermoso se encuentra delimitado por el río Grande de Punilla (o río San Francisco), principal colector en el área de la cuenca del río Suquía (o río Primero). Posteriormente el río Grande de Punilla confluye con el río Yuspe dando origen al río Cosquín.

Dado el entorno natural, la principal actividad económica del área es el turismo. Valle Hermoso presentó en 2010 una población de 6.187 habitantes (14% más de lo registrado en 2001 según el Censo Nacional de Hogares, Población y Vivienda). La ciudad cuenta con una red de agua pública que abastece a aproximadamente el 90% de la población. El agua se obtiene de la Cuenca del Río San Antonio y proviene del Dique la Falda donde se encuentra la planta potabilizadora. Durante el verano existe un fuerte



déficit de abastecimiento de agua debido a un mayor consumo per cápita vinculado a la mayor afluencia turística. La red cloacal sólo cubre al 25% de la población y la mayoría de los hogares hacen uso de pozo o sistemas de sangría, existe una planta de tratamiento de residuos cloacales. Valle Hermoso no cuenta con red de gas natural, pero si con cobertura red eléctrica (alcanza el 95% de la población total). Respecto a la gestión de residuos, el Municipio no posee un sistema de tratamiento de residuos adecuado, cuenta con un basural a cielo abierto. Sin embargo, se encuentra en proceso un proyecto de separación de residuos en destino final para reducir el volumen de residuos.

La localidad de Valle Hermoso ha experimentado un proceso de urbanización sin ningún tipo de planificación, originando un fuerte déficit de servicios básicos y baja calidad del hábitat.

3.2.1. Vulnerabilidad Social frente a Desastres

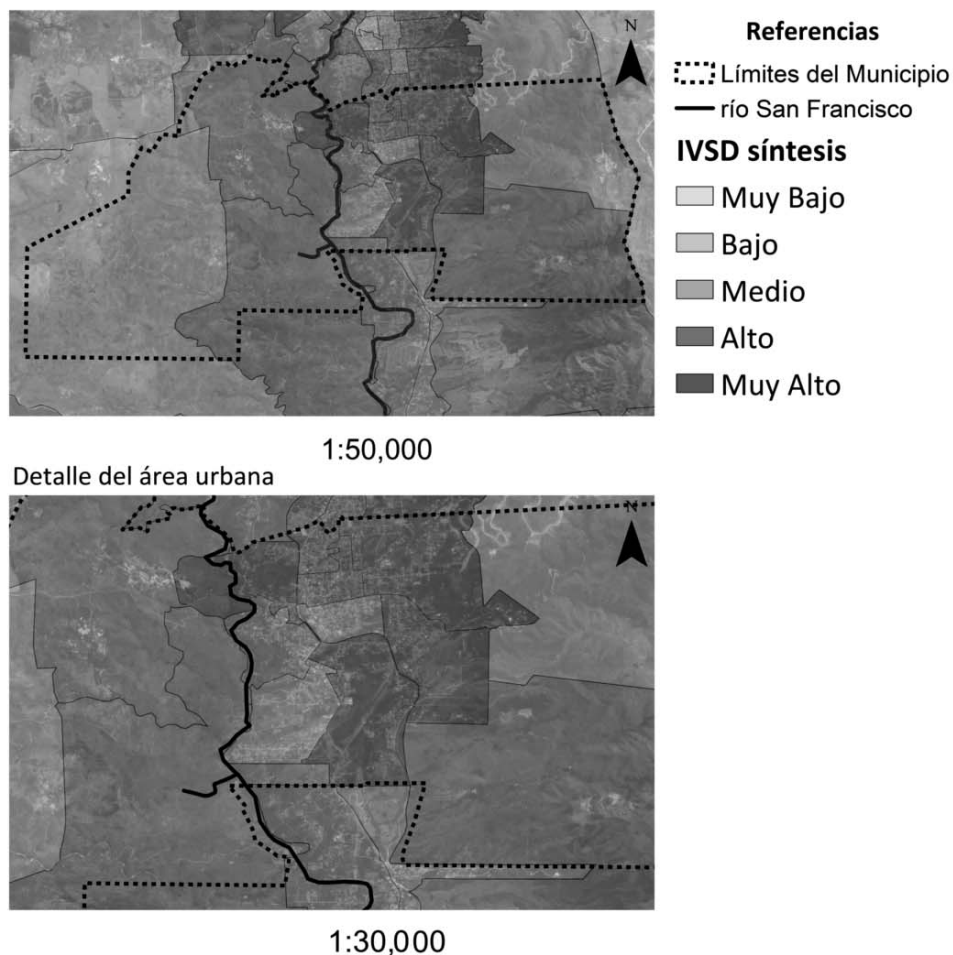
A partir de los resultados obtenidos del Índice de Vulnerabilidad Social frente a Desastres

(IVSD) a nivel de radio censal para el Municipio de Valle Hermoso (ver Figura 8) pueden observarse zonas dentro del ejido urbano con distinto grado de vulnerabilidad. En el área más periférica del Municipio (hacia el noreste y oeste) se observa una vulnerabilidad social muy baja, estas áreas son las de menor número de habitantes (<1 % de la población total). En el área central-oeste y sur-este del ejido se observa una vulnerabilidad social media, principalmente relacionada a las condiciones habitacionales (hacinamiento crítico, acceso a agua potable de red, acceso a red cloacal) y sociales (analfabetismo, población de 0 a 14 años, población mayor a 65 años). En cambio en el área central y, principalmente, central-norte, puede observarse una zona que presenta una vulnerabilidad muy alta relacionada a condiciones tanto sociales como habitacionales y económicas (desocupados, nivel educativo de jefes de hogar, hogares con núcleo familiar incompleto) desfavorables. En esta área habitan alrededor de 4.433 habitantes, que corresponde a un 71 % del total de la población (considerando los valores reportados del censo de 2010).



Figura 8

**Índice de Vulnerabilidad Social frente a Desastres (IVSD)
síntesis para el Municipio de Valle Hermoso.**



3.2.2. Amenaza

Una de las amenazas que impacta sobre la población de Valle Hermoso son las inundaciones del río Grande de Punilla. En la Figura 9 puede observarse la planicie de inundación del río, obtenida a partir del modelo digital de elevación (MDE) disponible en la página del Instituto Geográfico Nacional (<http://www.ign.gob.ar>) y procesando dicha información con el software Qgis (<https://www.qgis.org>).

La problemática hídrica del área fue afectada por la construcción de la ruta E-98, conocida

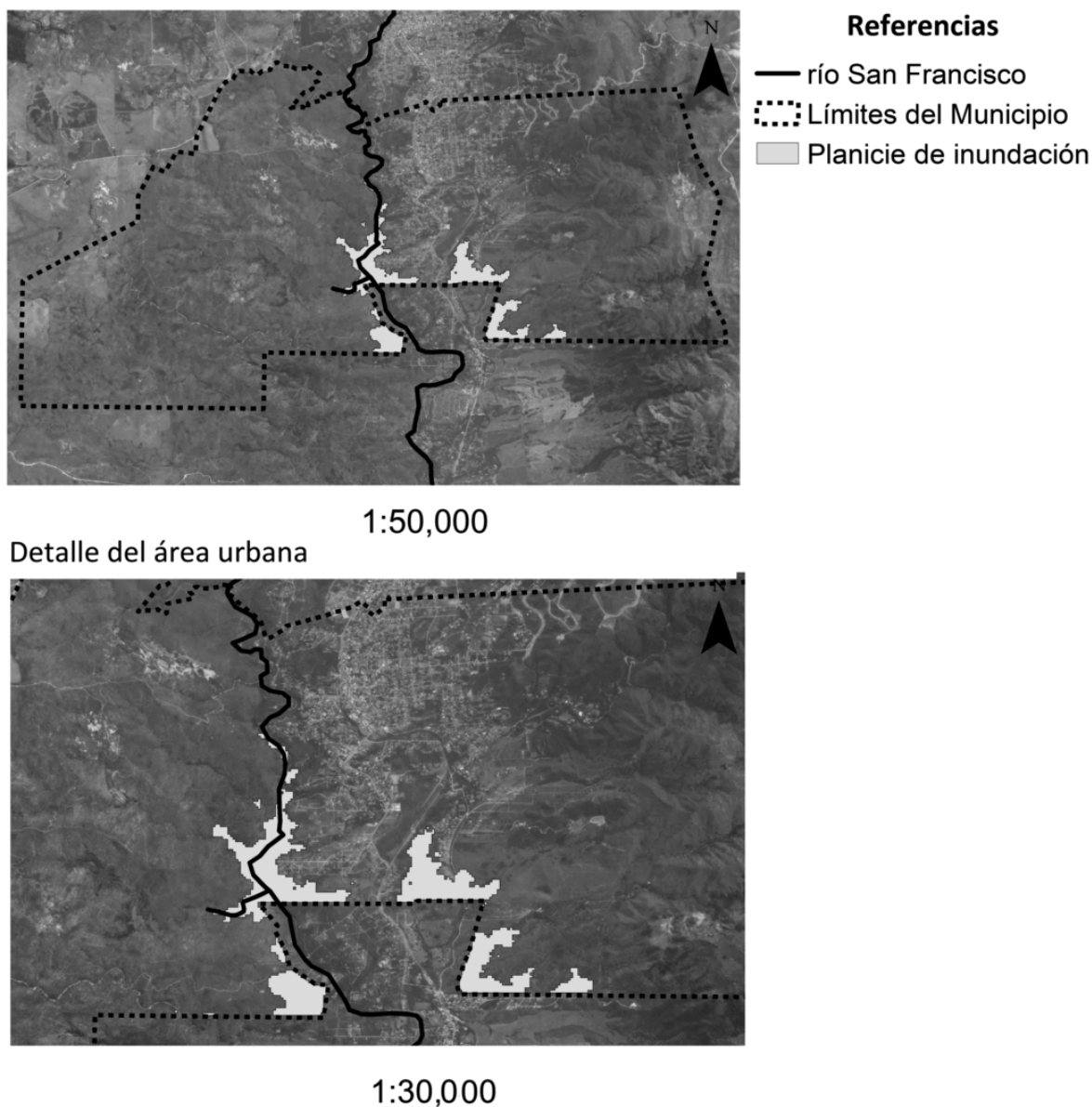
2011. Esta obra vial de gran envergadura que atraviesa el Cerro Cuadrado consiste en un camino pavimentado de 30 km que cumple la función estratégica de unir el Valle de Sierras Chicas con el Valle de Punilla, uniendo las ciudades de Río Ceballos y La Falda.

Por las características geográficas del área, a partir de la construcción de este camino se incrementó el caudal de agua (y sedimentos) que descienden de las sierras, generando una problemática de exceso hídrico que causa inundaciones en épocas de lluvia y afecta al sistema cloacal.



Figura 9

Cauce y planicie del río Grande de Punilla dentro del Municipio de Valle Hermoso.



Para evaluar la amenaza de inundación (Figura 10) se utilizó la misma metodología descrita anteriormente para el caso de San Antonio de Areco.

3.2.3. Riesgo de Inundación

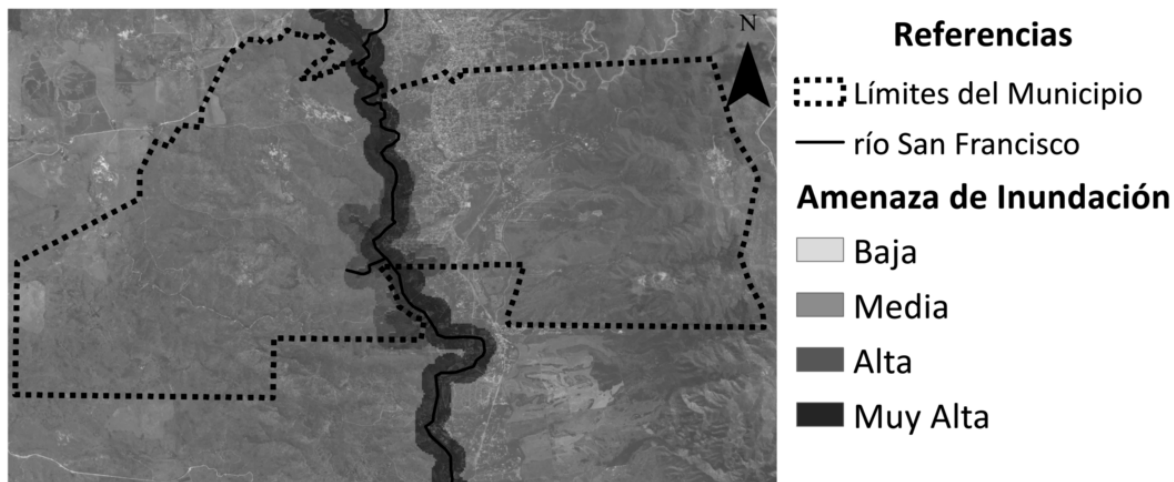
La Figura 11 muestra el mapa de *riesgo de*

inundación obtenido a partir de los valores asignados a las distintas categorías del *IVSD síntesis* y de *amenaza de inundación* tal como ha sido descrito en el ítem 2.1.2 (riesgo = vulnerabilidad x amenaza). En general, se observa que el área con riesgo alto de inundaciones es aquella circundante al río Grande de Punilla. En el límite norte del recorrido del río



Figura 10

Mapa de amenaza de inundación de Valle Hermoso



1:50,000

Detalle del área urbana



1:30,000

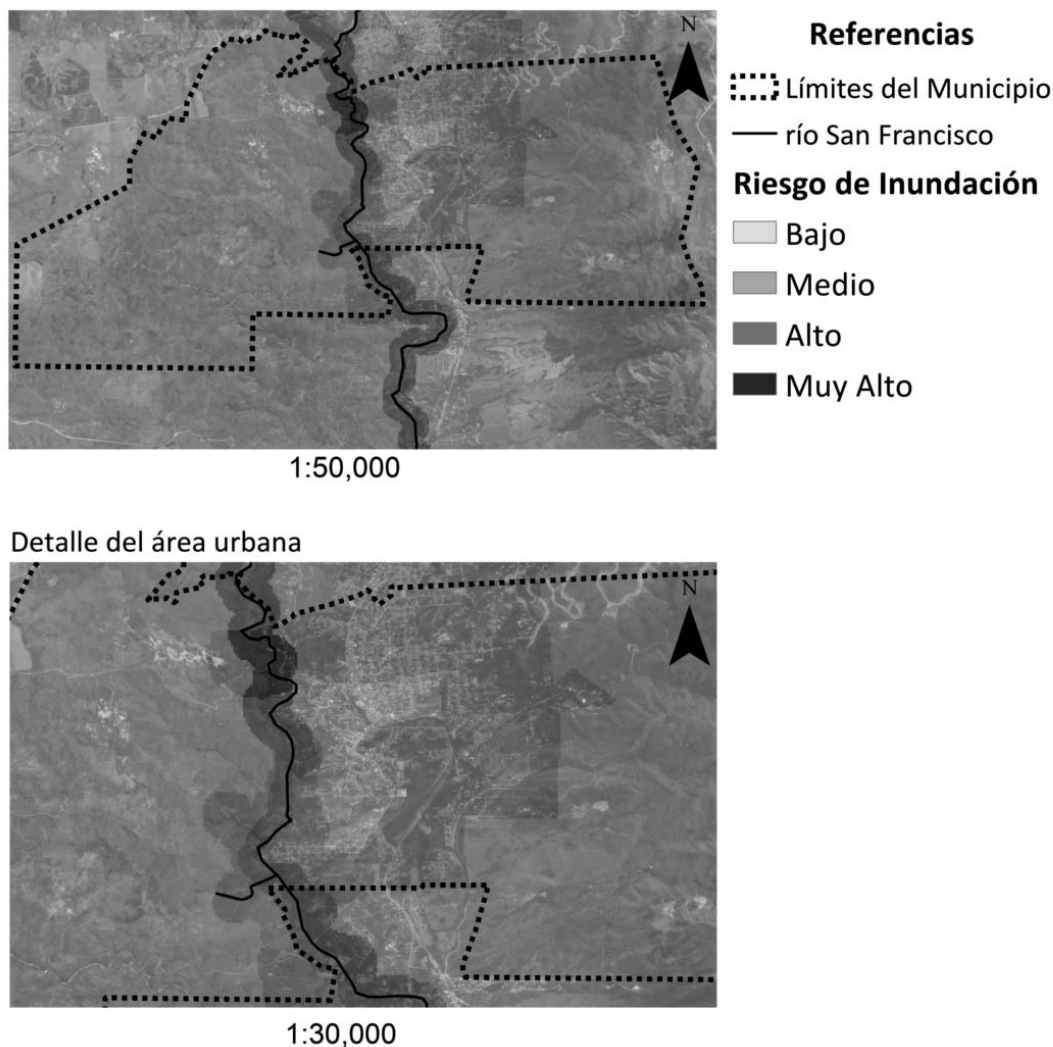
dentro del área del Municipio, se observa una zona de riesgo muy alto dada por la combinación de dos factores: la cercanía al río y la alta vulnerabilidad social de la población. La mayor parte del área que ocupa el área urbana de Valle Hermoso presenta un riesgo medio de

inundación, principalmente al pie del área serrana por la cual escurre abundante agua durante las precipitaciones. En las áreas más alejadas al río, que corresponden con zonas más elevadas (sierras), se observa un riesgo bajo de inundación.



Figura 11

Mapa de riesgo de inundación de Valle Hermoso



3.2.4. Amenaza de incendios

Los incendios forestales en la provincia de Córdoba son un fenómeno recurrente que ocasiona graves daños y pérdidas a la geografía serrana, afectando al medio ambiente y a la población. Por ello, en 2005 la provincia de Córdoba implementó el Plan Provincial de Manejo del Fuego como medida de prevención y mitigación del riesgo, que sigue vigente hasta la actualidad.

Según lo reportado por la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la provincia de Córdoba, el

95% de los incendios en la provincia de Córdoba son provocados por el hombre. Del total de incendios registrados en la provincia, el 16.13 % ha ocurrido en el valle de Punilla. Los incendios tienen un gran impacto tanto en el ambiente como en la población y las actividades económicas, producen contaminación del aire, deforestación, empobrecimiento de los suelos, causan la muerte de la fauna, la deforestación

Para determinar el grado de amenaza de incendio dentro del Municipio de Valle Hermoso, se consideraron las características del terreno que pueden contribuir a la propagación de los in-



incendios: la pendiente, el tipo de cobertura del suelo y la altura sobre el nivel del mar. La pendiente contribuye a la propagación de incendios forestales ya que las velocidades de propagación y avance del incendio se incrementan a medida que la pendiente se pronuncia más, es decir, a mayor pendiente mayor velocidad del fuego. La altura sobre el nivel del mar incide en cierta forma en el tipo de cobertura del suelo. A medida que aumenta la altura sobre el nivel del mar el paisaje y la cobertura vegetal cambia, debido a los cambios en las condiciones ambientales asociados al relieve, lo cual condiciona el desarrollo de los fuegos.

Para elaborar el mapa de amenaza de incendios, en primera instancia, se realizó un análisis estadístico de las variables consideradas (altura sobre el nivel del mar, pendientes, tipo de cobertura del suelo) en las áreas quemadas en el período 2002-2016. Las áreas quemadas se obtuvieron a partir del producto satelital mensual de área quemada producido a partir de los valores diarios de reflectancia de la superficie terrestre derivadas del sensor MODIS a bordo de los satélites Terra y Aqua (NASA), que presenta una resolución espacial de 500 metros. Este algoritmo analiza la dinámica de la reflectancia diaria de la superficie para localizar cambios rápidos en la temperatura de la superficie y utiliza esa información para detectar la fecha aproximada de los incendios. La altura sobre el nivel

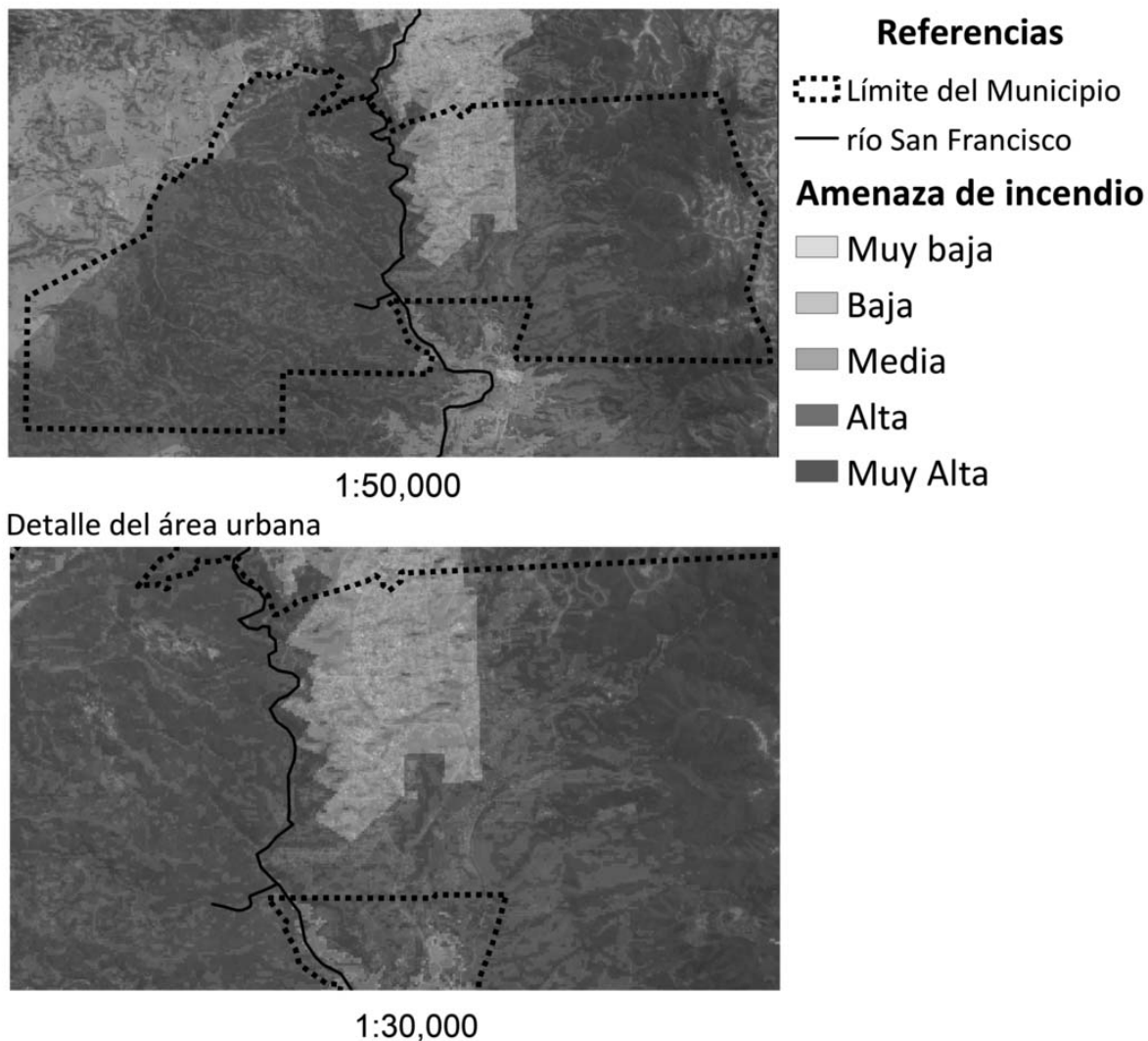
del mar se obtuvo a partir del modelo digital de elevación (MDE), que presenta una resolución espacial de 30 m, disponible en la base de datos del Instituto Geográfico Nacional. La pendiente en el área de estudio se obtuvo a partir de dicho MDE con el software QGIS. Asimismo, para determinar la cobertura del suelo se utilizó la información brindada por el IGN. Se evaluó en qué cobertura del suelo, qué rangos de pendiente y a qué altura sobre el nivel del mar predominaron en las áreas quemadas para el período 2002-2016. A partir de los valores de frecuencia obtenidos se asignaron rangos y valores de amenaza (peso) de incendio para la cobertura del suelo y la altura sobre el nivel del mar: Baja (1), Media (3) y Alta (5). En el caso de la pendiente se asignaron los pesos: Baja (1) para pendientes menores al 30%; Media (3) para pendientes de entre 30 y 50 %; y Alta (5) para pendientes mayores al 50%.

A continuación, se calculó y asignó el peso correspondiente a cada variable, considerando la grilla y resolución espacial del MDE (30 m² cada pixel), obteniéndose de esta manera un mapa de amenaza según cada variable. Para obtener el mapa de amenaza total se realizó, en cada pixel, la suma de los pesos de las tres variables. Los valores obtenidos se normalizaron para obtener valores de amenaza entre 1 (Muy Baja) y 5 (Muy Alta) y se obtuvo el mapa final de amenaza de incendio (Figura 12).



Figura 12

Mapa de amenaza de incendio de Valle Hermoso



3.2.5. Riesgo de incendios

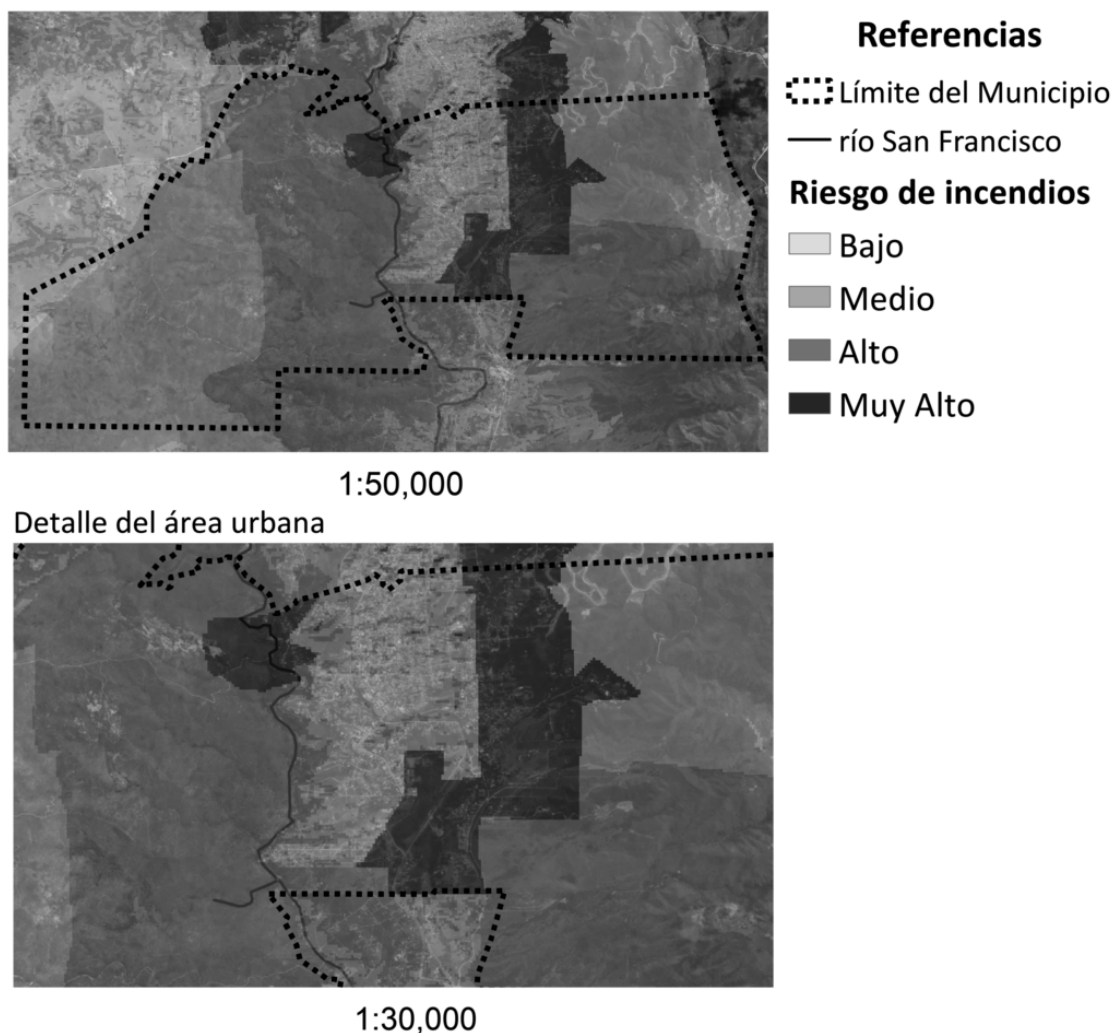
La Figura 13 muestra el mapa de *riesgo de incendio* obtenido a partir de los valores asignados a las distintas categorías del *IVSD síntesis* (Figura 8) y de *amenaza de incendio* (Figura 12) tal como ha sido descrito en el ítem 2.1.2 (riesgo = vulnerabilidad x amenaza). Se observa un riesgo muy alto de incendios hacia el este del ejido ur-

bano, donde comienza a incrementar la pendiente de la sierra. Además se observa un área de riesgo muy alto hacia el noroeste del ejido urbano. Las áreas de riesgo alto de incendio corresponden a zonas de mayor altitud y pendiente respecto del área más urbana y de mayor densidad poblacional que presenta un riesgo medio de incendios.



Figura 13

Mapa de amenaza de incendio de Valle Hermoso



3.2.6. Proyecciones climáticas y posibles consecuencias

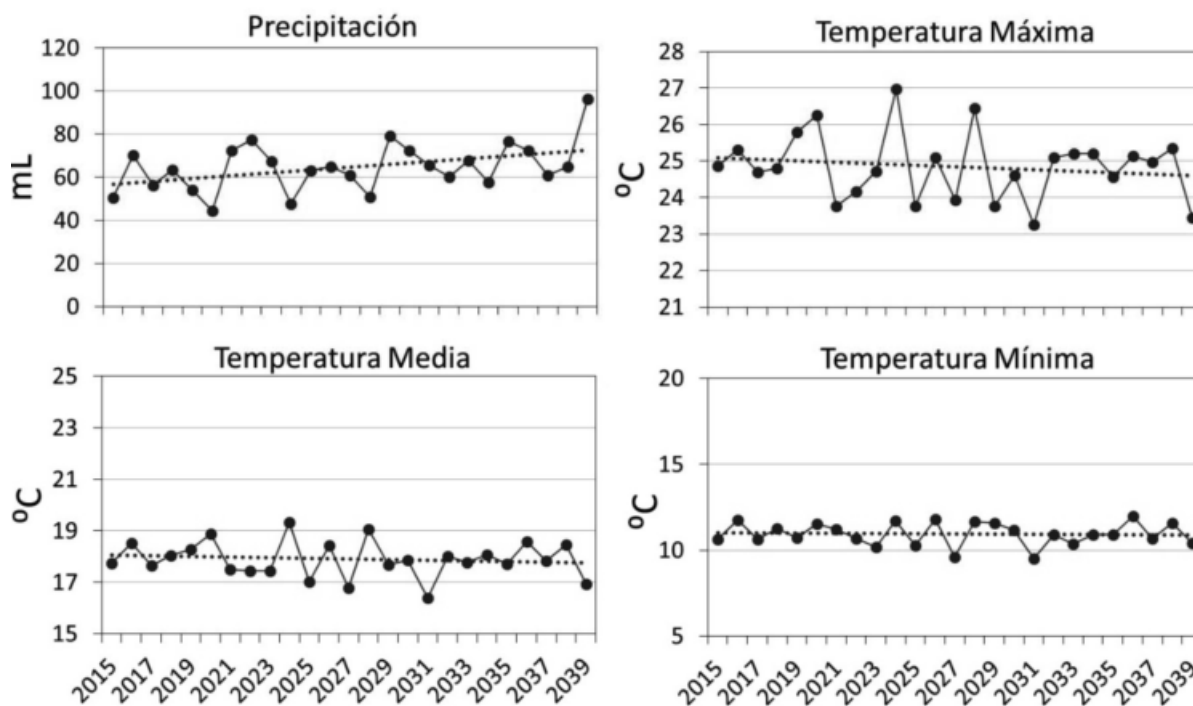
En las Figuras 14 y 15 pueden observarse los resultados del modelo global CNRM-CM5, las proyecciones climáticas para el futuro cercano y escenario climático de emisiones moderadas (RCP 4.5) para Valle Hermoso (en azul). Según estos resultados, se espera un descenso de la temperatura (entre 1.8 y 2 % para la temperatura media y máxima). En un futuro cercano se registrarían temperaturas mínimas de hasta un 47 % inferiores a las actuales (TNn) y un incremento de aproximadamente el 13% en el

número de días con heladas (FD). En consecuencia, el porcentaje anual de días con temperaturas por encima del percentil 90 (TX90p) y la duración de las olas de calor (WSDI) también disminuirían, en un 29 % y 13 % respectivamente. Respecto a las precipitaciones, se espera un incremento de aproximadamente el 30 % en las precipitaciones anuales pero también un incremento del 12 % en la longitud de las racha secas (CDD). Es decir, se observarían períodos de gran sequía y períodos con lluvias de mayor duración (Rx5día) y torrencialidad (R95pT) respecto a las actuales.



Figura 15

Proyecciones climáticas para Valle Hermoso, considerando un escenario climático intermedio (RCP4.5) para el futuro cercano (2015-2039) de las variables temperatura (máxima, media y mínima) y precipitación del modelo climático global CNRM-CM5



Los cambios climáticos proyectados para un futuro cercano en Valle Hermoso podrían incrementar el riesgo a inundaciones e incendios en el área si no se toman medidas de adaptación adecuadas. Por un lado, el incremento de la torrencialidad y duración de las precipitaciones podría agravar la situación de emergencia durante las inundaciones, tanto en aquellas áreas más cercanas al río (donde actualmente el riesgo es alto y muy alto) como en el resto del ejido urbano que recibe el agua que escurre por las sierras. Esto podría afectar la infraestructura urbana, el abastecimiento de servicios básicos (electricidad, recolección de residuos, entre otros) y disminuir la

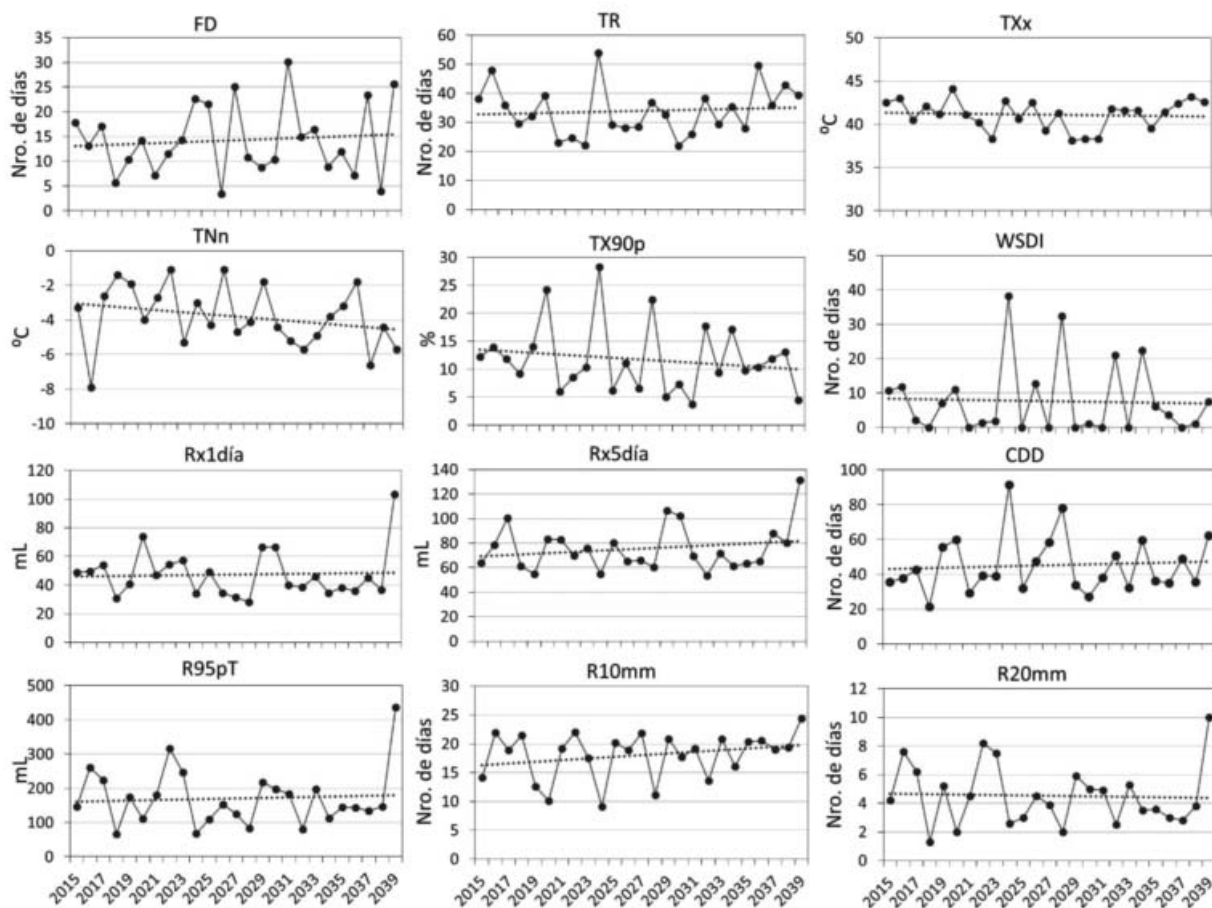
calidad de vida de la población. Por otro lado, el aumento de la racha seca incrementaría el riesgo de incendios en la zona que ocupa Valle Hermoso, poniendo en riesgo la infraestructura urbana, el entorno natural y la actividad turística (principal actividad económica del área).

Estos cambios en las variables climáticas afectarían directamente la infraestructura urbana (escuelas, hospitales, caminos, etc), los sistemas productivos locales y la calidad de los recursos hídricos, afectando la salud de la población local y disminuyendo su calidad de vida. (Figura 15)



Figura 15

Proyecciones climáticas para Valle Hermoso, considerando un escenario climático de emisiones moderadas (RCP4.5) para el futuro cercano (2015-2039) de los índices climáticos (ver Tabla 2) del modelo climático global CNRM-CM5.



3.2.7. Estrategias de adaptación

A partir de los resultados obtenidos del índice de vulnerabilidad social frente a desastres, los mapas de amenaza y riesgo de inundación y de incendios, y considerando las proyecciones climáticas para el futuro cercano, se evidencia la necesidad de establecer medidas de adaptación para poder prevenir desastres mayores y mejorar la calidad de vida de la población.

Respecto a la amenaza de inundación, en el

corto plazo se propone elaborar un plan de contingencia en caso de ocurrencia de inundaciones, el cual sea pensado y llevado a cabo por diversos sectores: bomberos, defensa civil, ciudadanos. Dicho plan deberá establecer qué sitios (escuelas, centros de salud, etc) podrán funcionar como centro de evacuados para las personas damnificadas y definir qué caminos o rutas de evacuación son las más óptimas para realizar la correspondiente señalización. Para ello deberán considerarse las áreas de menor riesgo de inundación. También sería benefi-



cioso realizar una campaña de concientización y simulacros anual, principalmente en los barrios que se encuentren en las zonas de mayor riesgo.

Además, pueden llevarse a cabo acciones a largo plazo para poder evitar la inundación, o disminuir al máximo el impacto de la misma, como por ejemplo:

- Elaborar un Sistema de Alerta Temprana en conjunto con los municipios aledaños, utilizando la información meteorológica e hidrológica obtenida de distintas estaciones a lo largo del cauce del río.
- Elaborar un plan de ordenamiento urbano, estableciendo qué sitios son aptos para urbanizar considerando estudios de impacto hídrico
- Reforestar el área que comprende el Camino del Cuadrado. La carencia de vegetación en esta área tiene como consecuencia una disminución de la capacidad de absorción de agua por parte del suelo, incrementando el escurrimiento superficial. Para reforestar el área se deberá estudiar y analizar qué especies de árboles autóctonos son las más adecuadas considerando las características del lugar (pendiente, clima, etc).
- Mejorar la infraestructura urbana, principalmente los sistemas cloacal y de desagüe pluvial. Estos sistemas deben estar separados el uno del otro para disminuir el riesgo de las zonas más vulnerables. Se debe dimensionar el proyecto teniendo en cuenta los peores escenarios de caudal para el último año de vida útil del proyecto.
- Realizar un control del arbolado urbano y los espacios verdes. Muchos de los daños materiales causados por las grandes tormentas, o

incluso durante inundaciones, se dan por el mal estado de los árboles y de los espacios verdes.

- Lograr una correcta gestión de los residuos para asegurar el correcto funcionamiento y drenaje del sistema pluvial, y que éste no sea interrumpido por la presencia de basura.

Respecto a la amenaza de incendio, ya existe un Plan Provincial de Manejo del Fuego (<http://www.cba.gov.ar/plan-provincial-de-manejo-del-fuego>) que sigue vigente hasta la actualidad y, además, se sancionaron las leyes provinciales 8751 y 8431 como medida de prevención y mitigación del riesgo. Dicho plan incluye el cálculo de un *Índice Meteorológico de Peligro de Incendios Forestales*, que considera diversas variables tales como la temperatura, la humedad, el viento y las lluvias. En el marco del Plan, también se desarrollan 'Jornadas de Prevención de Incendios en Montes y Pastizales' y se llevan a cabo registros y estadísticas de incendios para toda la provincia de Córdoba. Dado que en caso de incendios la mejor medida es prevenir, la concientización de la población, la correcta señalización de advertencia y la alerta temprana son fundamentales para evitar riesgos.



3.3. Municipio de Sauce Viejo (Santa Fe)

Sauce Viejo se encuentra localizada 22 kilómetros al sur de la ciudad de Santa Fe, capital de la provincia homónima, a orillas del río Paraná y una altitud media de 10 m s.n.m (Figura 1).

La localidad se encuentra entre las regiones de llanura pampeana y región chaqueña, incluyendo características de la eco-región *deltas e islas del Paraná y chaco húmedo*. El área se caracteriza por una gran biodiversidad de flora, fauna y de ambientes. Dada su cercanía al río Paraná y la baja pendiente del suelo se hace difícil el escurrimiento de las aguas y, como consecuencia, es común la formación de lagunas, arroyos, baños y áreas inundables.

El clima en esta área es templado-subtropical húmedo, con las cuatro estaciones bien delimitadas. En verano domina una masa de aire tropical cálido y húmedo, con vientos de persistentes desde el norte y altas temperaturas (temperatura media 26 °C), mientras que en invierno domina una masa de aire polar y la temperatura desciende (temperatura media 12°C y posibilidad de heladas). La precipitación anual supera los 1000 mm y se encuentran distribuidas a lo largo del año, tanto en invierno como en verano se observan altos porcentajes de humedad (humedad relativa 65-75%).

Las principales actividades económicas de la región son la agricultura de secano (posible gracias a las abundantes precipitaciones) y la ganadería extensiva. Otra de las actividades económicas importantes es la pesca.

Sauce Viejo presentó en 2010 una población de aproximadamente 8.123 habitantes (según el Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda). Actualmente se encuentra en ejecución un plan de obras para expandir la red cloacal y de agua potable para abastecer a una mayor cantidad de habitantes.

3.3.1. Vulnerabilidad Social frente a Desastres

La Figura 16 muestra los resultados obtenidos del Índice de Vulnerabilidad Social frente a Desastres (IVSD) a nivel de radio censal para el área de mayor densidad poblacional del Municipio de Sauce Viejo. En general, se observa una vulnerabilidad social media en el área central del ejido urbano; y alta en los extremos norte y sur y el área centro-oeste.

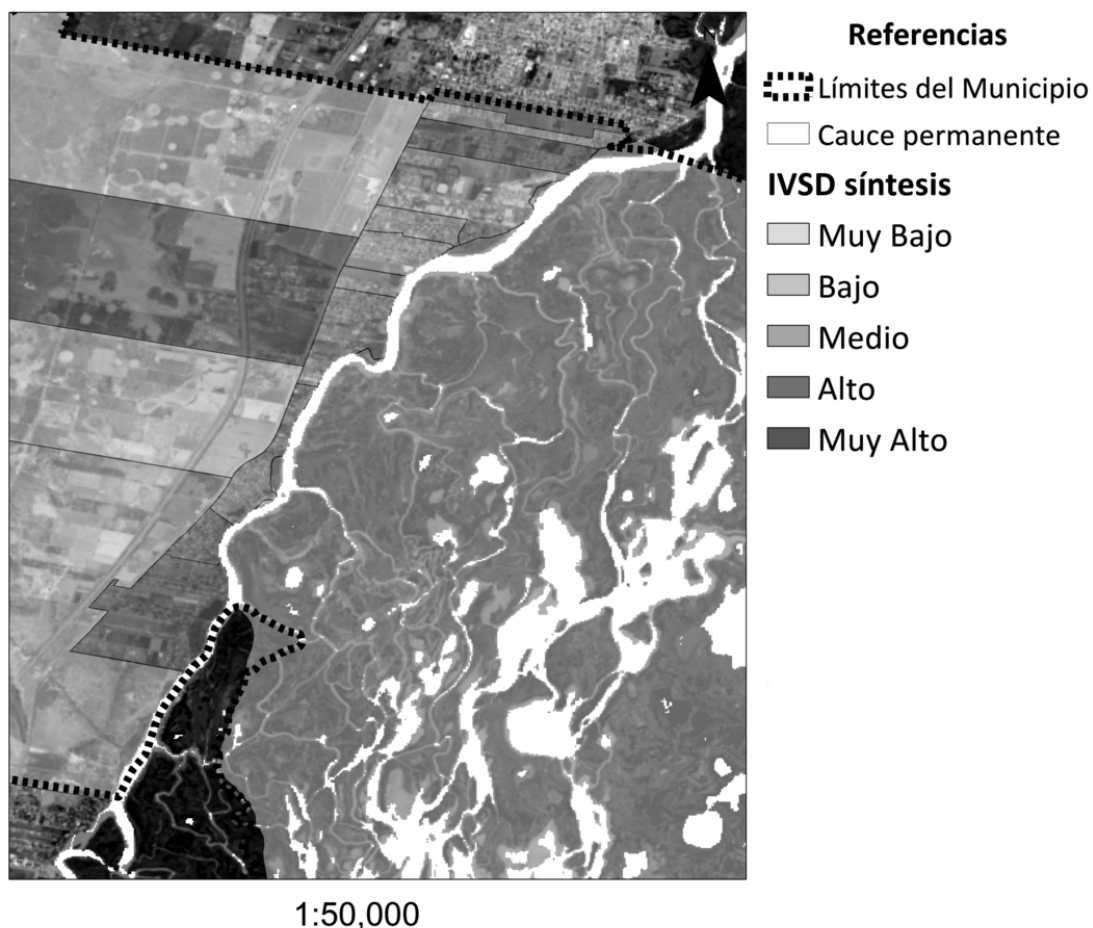
La principal problemática que presenta la población de Sauce Viejo en general (tanto en el norte como en el área central y el sur del ejido urbano) son las condiciones habitacionales (hacinamiento crítico, acceso a agua potable de red, acceso a red cloacal). Hacia el extremo sur y norte del ejido urbano, estas malas condiciones habitacionales sumadas a condiciones sociales (analfabetismo, población de 0 a 14 años, población mayor a 65 años) poco favorables resultan en un alto índice IVSD síntesis. En el área central del ejido urbano, las condiciones sociales son más favorables y resultan en un IVSD síntesis menor.

Las condiciones económicas (desocupados, nivel educativo de jefes de hogar, hogares con núcleo familiar incompleto) de la población de Sauce Viejo tampoco presentan índices muy favorables. En general, se observa desocupación, precarización laboral y trabajo informal, factores que indican un IVSD de las condiciones económicas medio.



Figura 16

Índice de Vulnerabilidad Social frente a Desastres (IVSD)
 síntesis a nivel de radio censal para el Municipio de Sauce Viejo (Santa Fe).



3.3.2. Inundaciones y anegamientos: principales amenazas

Las principales amenazas que impactan sobre la población de Sauce Viejo son los anegamientos y las inundaciones por desborde del río Paraná.

Para estimar el grado de amenaza de inundación en el área de estudio se consideró la base de datos del proyecto Global Surface Water Explorer [7] (<https://global-surface-water.appspot.com/>). Este proyecto ofrece mapas que muestran dife-

rentes facetas de la dinámica del agua superficial con el objetivo de mostrar dónde y cuándo las ‘aguas abiertas’ han estado presentes en la superficie terrestre en el período marzo 1984-octubre 2015. Además se reporta el número de observaciones válidas en cada ubicación del píxel, que proporciona a los usuarios una medida aproximada del grado de precisión de todas las métricas proporcionadas por el sitio web. ‘Agua abierta’ se considera a cualquier tramo de agua abierto al cielo e incluye áreas de agua dulce y salada de más de 30 m². Los mapas se crearon



a partir de escenas individuales adquiridas por los satélites Landsat 5, 7 y 8, que son distribuidas por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS, por sus siglas en inglés). El Landsat 5 Thematic Mapper (TM, en órbita desde 1984 hasta 2011), Landsat 7 Enhanced Thematic Mapper plus (ETM +, en órbita desde 1999) y Landsat 8 Operational Land Imager (OLI, en órbita desde 2013) adquieren imágenes multiespectrales con una resolución de 30m en seis canales infrarrojos visibles, cercanos y de onda corta, más imágenes térmicas a 60m (TM y ETM +) y 100 m (OLI). Cada satélite se encuentra en una órbita casi polar y proporciona cobertura global cada 16 días.

Para evaluar la amenaza de inundación en Sauce Viejo se utilizó el producto denominado ‘ocurrencia de agua superficial’. Para una detallada

descripción de la metodología que se utiliza para obtener dicho producto debe consultarse Pekel et al. (2016) [7]. El producto ‘ocurrencia de agua superficial’ brinda información sobre la frecuencia de ocurrencia de agua en la superficie de la tierra durante un período de 32 años (de marzo de 1984 a octubre de 2015). El mapa registra la presencia de agua mes a mes durante el período mencionado. En algunos sitios se registra presencia de agua durante todo el período de observación (ocurrencia=100%), otros presentan agua durante algunos meses al año (a menudo durante los mismos meses de cada año), otros solo de manera esporádica, y algunos nunca han estado bajo el agua (ocurrencia=0%). En este estudio, se clasificó el área según la amenaza de inundación a partir de los valores de ocurrencia de agua superficial tal como se indica en la Tabla 4 (Figura 17).

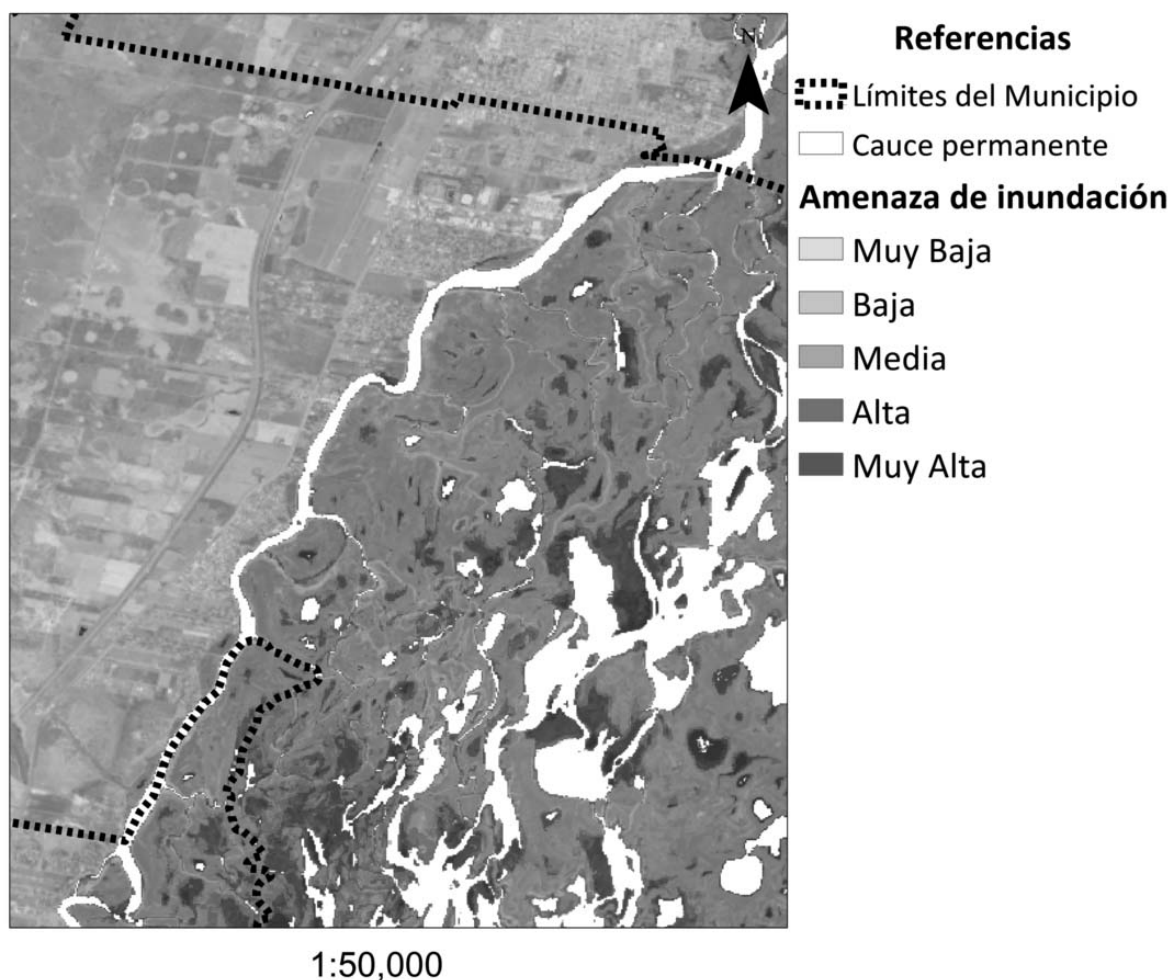
Tabla 4
Clasificación de amenaza de inundación
y valores correspondientes de ocurrencia de agua superficial

Ocurrencia (%)	Amenaza de Inundación (peso asignado)
0-20	Baja (1)
20-40	Media (3)
40-60	Alta (5)
60-80	Muy Alta (10)



Figura 17

Mapa de amenaza de inundación para el Municipio de Sauce Viejo (Santa Fe).



3.3.3. Riesgo de Inundación

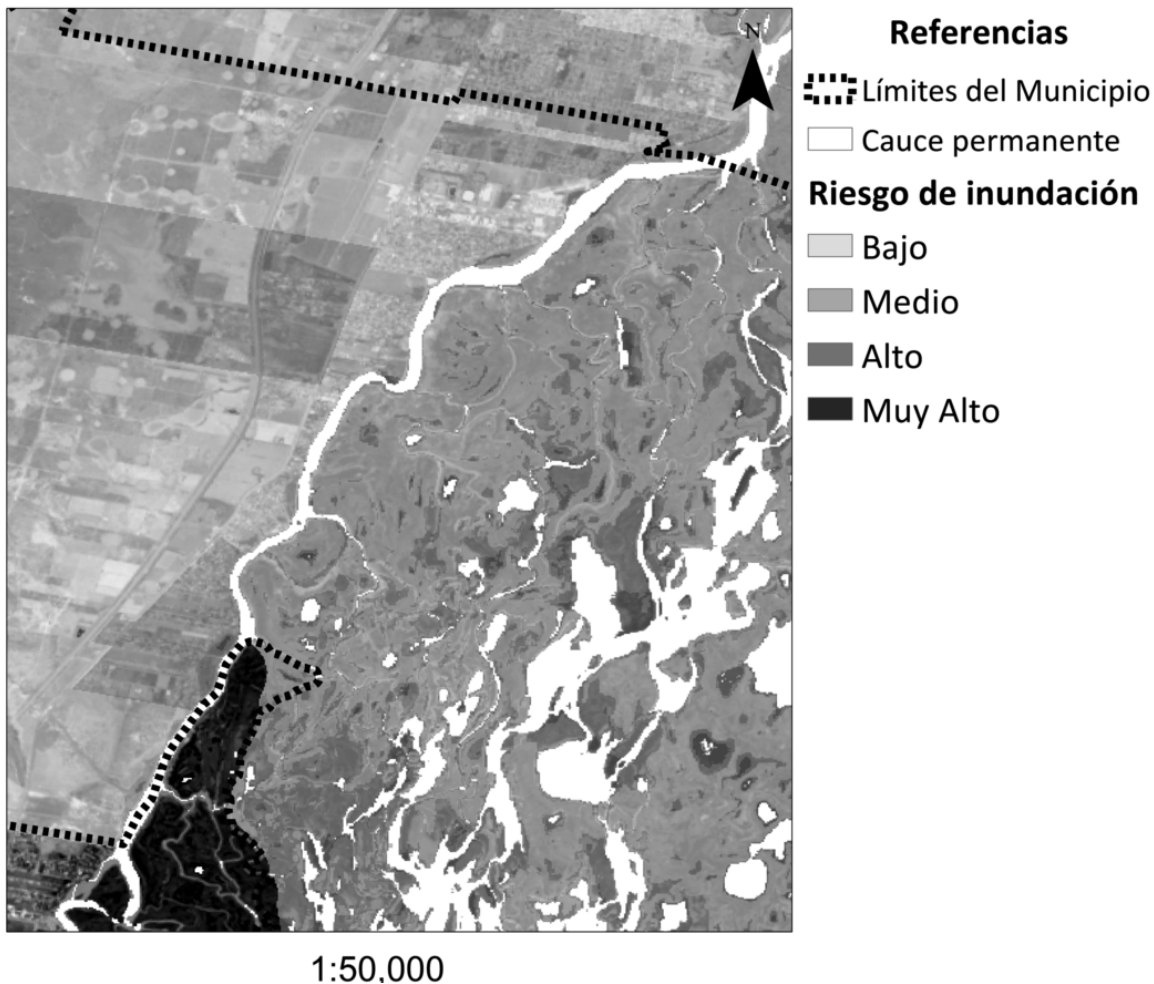
La Figura 18 muestra el mapa de *riesgo de inundación* obtenido a partir de los valores asignados a las distintas categorías del *IVSD síntesis* (Figura 16) y de *amenaza de inundación* (Figura 17) tal como ha sido descrito en el ítem 2.1.2 (riesgo=vulnerabilidad x amenaza).

En general se observa un riesgo de inundación medio en el extremo sur y norte y el área centro-oeste, lo cual evidencia la necesidad de llevar a cabo acciones para prevenir futuras emergencias. Además, en algunas áreas, no muy extensas, cercanas al cauce del río y en la cual existen asentamientos irregulares se observa un riesgo de inundación muy alto.



Figura 18

Mapa de riesgo de inundación para el Municipio de Sauce Viejo (Santa Fe).



3.3.4. Proyecciones climáticas y posibles consecuencias

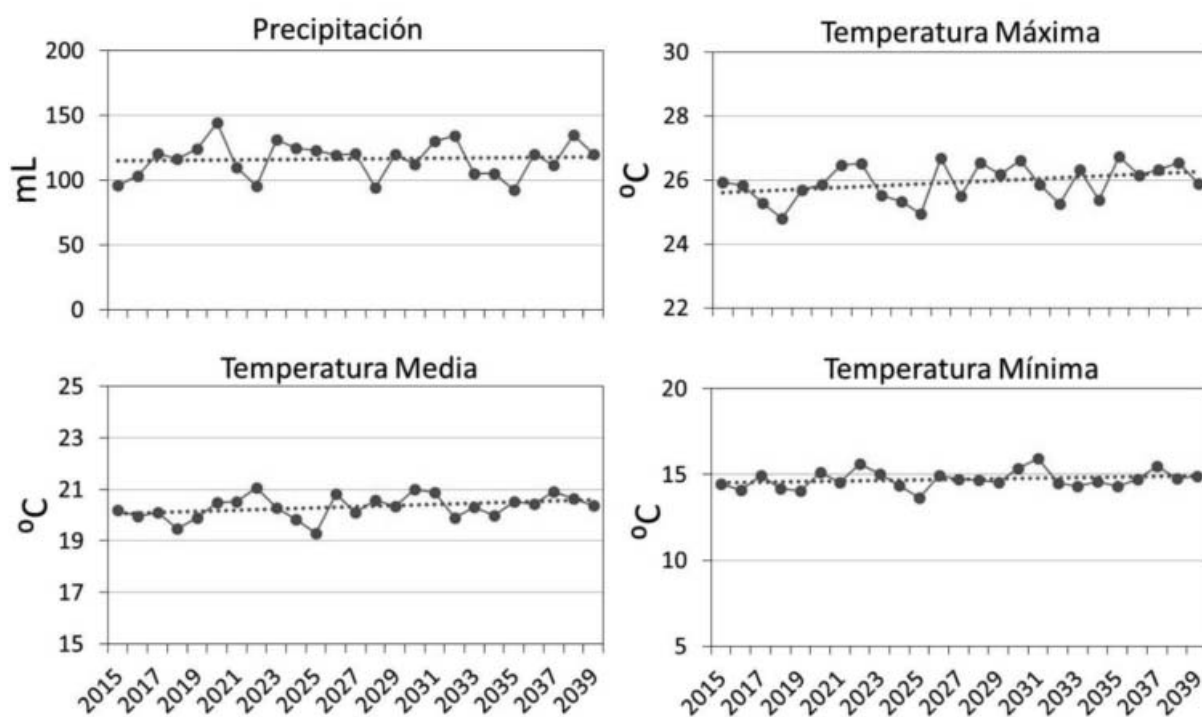
En las Figuras 19 y 20 pueden observarse los resultados del modelo global CCSM4, las proyecciones climáticas para el futuro cercano y escenario climático de emisiones moderadas (RCP 4.5) para Sauce Viejo. Según estos resultados, se espera un incremento de la temperatura media, máxima y mínima de hasta un 3 %. Este incremento de la temperatura se verá reflejado en índices tales como el valor mínimo anual de la temperatura mínima (TNn), el valor anual máximo de la temperatura máxima (TXx)

y el porcentaje anual de días con temperaturas superiores al percentil 90, que también se esperan que incrementen. Además, se proyecta una disminución de aproximadamente un 44 % en el número de días con heladas, un incremento del 8.6 % en el número de noches tropicales y un gran incremento (mayor al 100%) en la duración de las olas de calor. Respecto a las precipitaciones, en un futuro cercano se espera un incremento no muy elevado de las precipitaciones anuales (3%) y, a diferencia de San Antonio de Areco y Valle Hermoso, no se espera un incremento en la torrencialidad de las lluvias (R95pT).



Figura 19

Proyecciones climáticas para Sauce Viejo, considerando un escenario climático de emisiones moderadas (RCP4.5) para el futuro cercano (2015-2039) de las variables temperatura (máxima, media y mínima) y precipitación del modelo climático global CCSM4.



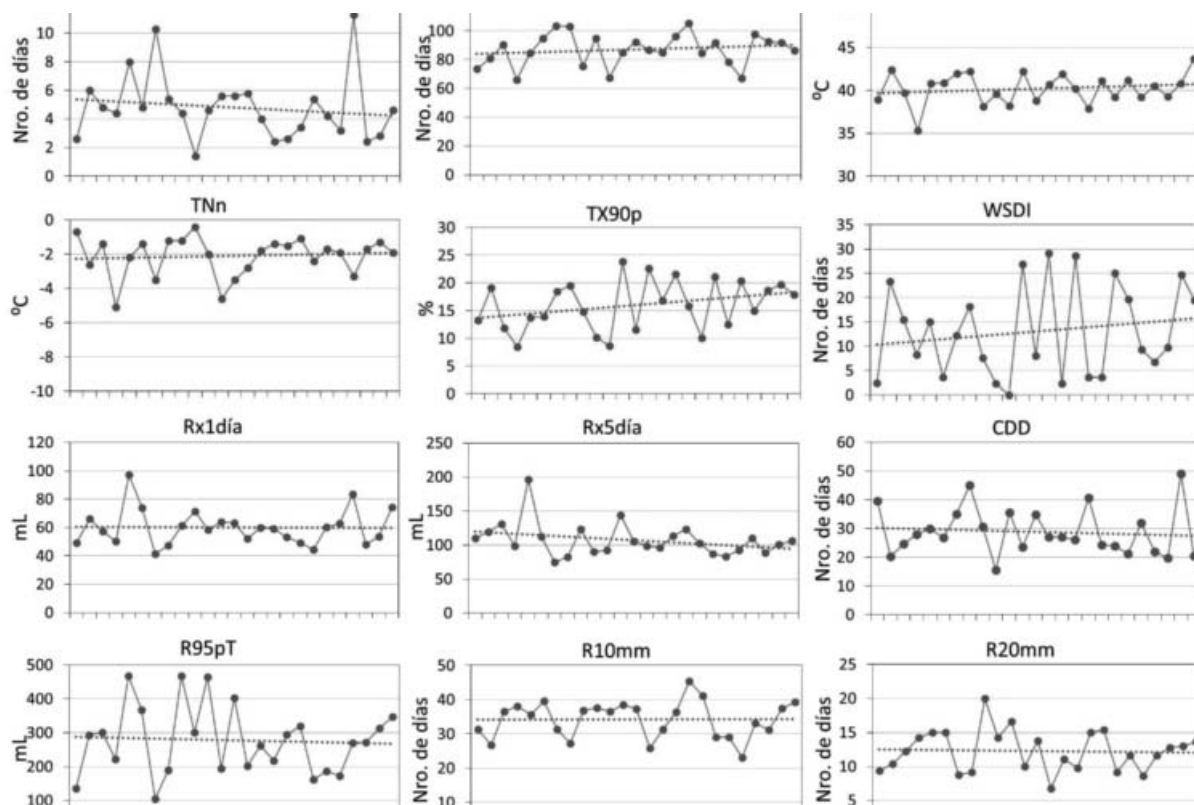
Los cambios climáticos proyectados para Sauce Viejo podrían empeorar las condiciones habitacionales de la población e impactar sobre las principales actividades económicas del área, la agricultura y ganadería. Estas últimas podrían verse afectadas principalmente por el incremento de la temperatura, y de la duración de las olas de calor y la disminución de las heladas. Además, las condiciones habitacionales, principal factor que incrementa la vulnerabili-

dad social en Sauce Viejo, podrían empeorar debido a los impactos del incremento de la temperatura sobre el abastecimiento de servicios básicos (energía eléctrica, agua potable, entre otros). Por otro lado, el incremento de las precipitaciones podría agravar la amenaza de inundación y anegamiento en aquellas áreas donde actualmente es media y muy alta. Nuevas áreas de anegamiento podrían registrarse durante los períodos de lluvia.



Figura 20

Proyecciones climáticas para Sauce Viejo, considerando un escenario climático de emisiones moderadas (RCP4.5) para el futuro cercano (2015-2039) de los índices climáticos (ver Tabla 2) del modelo climático global CCSM4.



3.3.5. Estrategias de adaptación

Tal como se ha descrito en los ítems anteriores, la amenaza de mayor relevancia en Sauce Viejo son las inundaciones. A partir de los resultados obtenidos en este estudio, y considerando las proyecciones climáticas para el futuro cercano en el área, se evidencia la necesidad de establecer medidas de adaptación e incrementar la resiliencia de la población.

Actualmente el Municipio de Sauce Viejo cuenta con un protocolo de emergencia ante

posibles inundaciones con centros de evacuados perfectamente acondicionados. Es de gran importancia la difusión de esta información, principalmente en aquellos barrios de mayor vulnerabilidad. Además, es recomendable realizar simulacros de evacuación periódicos y señalar correctamente las vías de circulación segura durante una emergencia.

Actualmente, Defensa Civil de la provincia de Santa Fe es quien brinda la información sobre los eventos climáticos extremos. Sin embargo, para el futuro cercano, sería indispensable que



Sauce Viejo cuenta con un Sistema de Alerta Temprana sobre inundaciones propio, con monitoreo semanal sobre la altura del río y las precipitaciones.

Por otro lado, es importante promover una correcta gestión de los residuos, comprometiendo a la población en la limpieza y el cuidado de las calles y el espacio público. De esta manera, los drenajes estarán libres de basura y podrán proporcionar un rápido y efectivo escurrimiento del agua durante las precipitaciones.

Se propone presentar un anteproyecto de ordenanza que regule la conservación y promueva el desarrollo de nuevas áreas forestadas, ya que esto podría mejorar sustancialmente la absorción de agua e incrementar la capacidad de drenaje del suelo.

Otra de las acciones que sería importante llevar a cabo, es la realización de obras de infraestructura e ingeniería en materia de riesgo de desastres, como por ejemplo llevar a cabo un plan de reacondicionamiento de la barranca, levantando el nivel y estabilizando riberas y planicies, para brindar mayor protección a la población que reside en esas áreas.

Otra de las estrategias de adaptación al cambio climático es disminuir la vulnerabilidad de la población y, de esta manera, incrementar su resiliencia. Dado que las condiciones habitacionales son las más desfavorables en Sauce Viejo, incorporar proyectos que consideren fortalecer

este aspecto tendría un impacto muy positivo en la población. Sería útil realizar encuestas, principalmente en los barrios en los que se observa mayor vulnerabilidad, consultando acerca de las necesidades más relevantes y la percepción sobre son los principales problemas de en materia de infraestructura. La reubicación de los barrios localizados en las zonas de mayor riesgo (cerca de la ribera) también podría ser una estrategia adecuada.

Por otro lado, dado que el incremento de la humedad y la presencia de agua estancada favorecen la propagación de enfermedades transmitidas por vectores (como por ejemplo dengue, zika y chikungunya), sería importante una mayor participación del área de salud mediante campañas de concientización, informando a la población acerca de las causas y consecuencias de estas enfermedades y cómo prevenirlas.

Para llevar a cabo las estrategias de adaptación se recomienda conformar un Consejo Asesor de Cambio Climático, cuya función sea la de realizar regularmente un diagnóstico ambiental en materia de residuos, uso del suelo, actividades productivas, recursos hídricos, conflictos socio-ambientales. Además, asesorar a instituciones, productores agrícolas y ganaderos, centros educativos, organismos de salud, de economía y desarrollo, en materia de cambio climático impulsándolos a transformar su gestión para contribuir a las acciones del Municipio frente al cambio climático y lograr una comunidad resiliente, incorporando políticas ambientales fuertes.



4. Conclusiones

El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático de Naciones Unidas, en su último informe, presentó evidencias que indican que la emisión de gases de efecto invernadero generados por la actividad humana es la causa principal del cambio climático. Dado que el cambio climático afecta a todo el planeta de diversa manera, es imprescindible la cooperación internacional incluyendo el desarrollo y uso de nuevas tecnologías y energías más limpias, la ayuda económica de los países más desarrollados a aquellos en desarrollo, entre otras acciones. Desde hace varias décadas un importante número de países se ha reunido y firmado tratados con el objetivo de establecer metas para reducir el impacto de las actividades humanas en el clima.

Una de las consecuencias esperadas del cambio climático es el aumento de la frecuencia e intensidad de los desastres naturales. Por ello, recientemente se adoptó el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030 que compromete a los Estados a adoptar medidas específicas en todos los sectores y planos (local, nacional, regional y mundial).

Dado que los impactos del cambio climático serán distintos según la región del mundo de la cual se trate, es importante conocer cuál es el panorama a escala local: cuál es la situación de la población, cuáles son las amenazas más relevantes, cómo puede el cambio climático impactar sobre dichas amenazas, cuál es el riesgo esperado para la población. Además, si consideramos la cercanía de los Municipios a vecinos e instituciones y el hecho de que tienen una intervención directa en el territorio, éstos juegan un rol fundamental a la hora de desarrollar acciones climáticas.

Los Planes Locales de Acción Climática (PLAC) tienen como objetivo sistematizar las acciones

de mitigación y de adaptación al cambio climático que los gobiernos locales vienen desarrollando o pretenden implementar. Una de las componentes del PLAC consiste en realizar un diagnóstico sobre la situación de vulnerabilidad de la población local, determinar las amenazas y riesgos más relevantes que deben enfrentar los Municipios y, a partir de ello, establecer acciones y estrategias de adaptación para prevenir o reducir los posibles impactos en el contexto del cambio climático. Además, los PLAC son una herramienta útil para la planificación del territorio y uso del suelo en el ámbito local. Durante la elaboración de los PLAC se requiere la interacción de diversos sectores del Municipio (salud, desarrollo social, planeamiento territorial, medio ambiente, obras públicas, entre otros) y se favorece la toma de conciencia de la situación local frente al cambio climático.

Por otro lado, es importante conocer cuál es la tendencia de cambio y cómo podrían variar en un futuro cercano algunas variables meteorológicas. Algunas de las amenazas que impactan sobre la vida de la población en el presente podrían agravarse si las condiciones climáticas cambian en determinado sentido, y esto debe ser considerado a la hora de elaborar estrategias de adaptación. En la actualidad, se encuentran a disposición numerosos modelos climáticos que brindan la posibilidad de evaluar tendencias climáticas a escala local.

En primera instancia, para elaborar el PLAC y evaluar los riesgos a los que está expuesta la población local se requiere conocer la vulnerabilidad social actual y el grado de amenaza (inundaciones, incendios, etc) a los que está expuesta la población en distintas zonas de la ciudad. Sin embargo, en la mayoría de los casos, la falta de información actualizada sobre las condiciones sociales y el medio ambiente hace que la determinación de la vulnerabilidad y el grado de amenaza sea dificultosa y se deba recurrir a



fuentes de información desactualizadas (Censo de Población de 2010, por ejemplo). En muchos casos no se cuenta con un registro histórico de eventos extremos (tormentas, inundaciones, incendios, etc) o del grado de peligrosidad de los eventos (perdidas económicas, de infraestructura, etc).

Los Municipios considerados en este estudio presentaron en general una vulnerabilidad media y alta, principalmente debido a condiciones económicas desfavorables. En el caso de Sauce Viejo, además, se observaron condiciones habitacionales muy desfavorables. Para los tres municipios las inundaciones por desborde del río local constituyen una de las amenazas principales. Además, en Valle Hermoso se observó que los incendios también constituyen una amenaza importante. En los tres sitios considerados las amenazas ponen en riesgo los recursos hídricos (calidad de agua de consumo, disponibilidad de agua para consumo, energía y actividades productivas), la infraestructura urbana (rutas y caminos, edificios públicos, viviendas particulares, escuelas, hospitales, etc) y las actividades económicas locales (ganadería, agricultura, turismo, entre otras). En particular, las amenazas y proyecciones climáticas esperadas (incremento de la temperatura y torrencialidad de lluvias) afectarían la actividad productiva en San Antonio de Areco, lo cual podría perjudicar a otros sectores a nivel nacional dado que este Municipio se encuentra en una de las áreas agrícolas

más importantes del país. Esto, sumado a que el anegamiento de rutas y caminos pondría en riesgo el transporte de alimentos, tendría un efecto adverso en la seguridad alimentaria de la población. Por otro lado, el incremento de la temperatura y de los períodos de sequía en Valle Hermoso incrementaría el riesgo de incendios, pudiendo causar grandes pérdidas económicas (por daño a la infraestructura), pérdida de vidas humanas y de biodiversidad, reducción del turismo (principal actividad económica). En el caso de Sauce Viejo, los cambios climáticos proyectados (incremento de la temperatura y la duración de las olas de calor; y reducción del número de días con heladas) podrían empeorar las condiciones habitacionales de la población e impactar sobre las principales actividades económicas del área, la agricultura y ganadería.

Se plantea la necesidad de que los Municipios generen información actualizada sobre la población y el medio ambiente local. Es importante que se realicen estudios periódicos sobre las condiciones de los recursos hídricos del área, la infraestructura urbana, las condiciones habitacionales de la población, entre otros. Además, es importante que los Municipios consideren los posibles cambios en el clima a la hora de planificar el territorio y elaborar o evaluar proyectos nuevos. Para ello es necesario que se realice una capacitación continua del personal a cargo de las distintas áreas (salud, planificación, medio ambiente, etc).



Bibliografía

- [1] Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático- IPCC. Cambio Climático 2014: Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad. Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático- IPCC. Suiza, 2014. Disponible en: https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/ar5_wgII_spm_es.pdf
- [2] Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático. 'Cambio Climático en Argentina; Tendencias y Proyecciones' (Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera). Buenos Aires, 2014. Disponible en: http://3cn.cima.fcen.uba.ar/3cn_informe.php
- [3] Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático – IPCC. Informe especial sobre la gestión de los riesgos de fenómenos meteorológicos extremos y desastres para mejorar la adaptación al cambio climático. Resumen para responsables de políticas. Suiza, 2012. Disponible en: https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srex/IPCC_SREX_ES_web.pdf
- [4] Natenzon C.E. Vulnerabilidad Social, Amenaza y Riesgo frente al Cambio Climático. Tercera Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Buenos Aires, 2015.
- [5] Renda E. Manual para la elaboración de mapas de riesgo. 1a Ed ilustrada. Programa Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD, Argentina, Ministerio de Seguridad de la Nación. Buenos Aires, 2017.
- [6] Estrella M. y Saalisma N. Ecosystem-based disaster risk reduction (Eco-DRR): An overview. In: Renaud F.G., Sudmeier-Rieux, K., Estrella, M. (eds). The role of ecosystems in disaster risk reduction. UNU Press, Tokyo, 2013.
- [7] Pekel J.F., Cottam A., Gorelick N., Belward A.S. 2016. High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes. Nature 540, 418-422.



Autor/a

Lara Sofía Della Ceca. Licenciada en Biología (orientación en Ecología) y Doctora en Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de La Plata. En Marzo de 2018, obtiene el título de Máster en Aplicaciones Espaciales de Alerta y Respuesta Temprana a Emergencias de la Universidad Nacional de Córdoba y la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE). Durante el desarrollo de la Maestría realiza numerosos cursos sobre procesamiento y análisis de imágenes satelitales (ópticas y de radar de apertura sintética), desarrollo de mapas de riesgo, desarrollo de mapas temáticos, uso de Sistemas de Información Geográfica aplicados a áreas urbanas, eventos de inundación, cambios de uso del suelo, evaluación de recursos naturales, entre otras aplicaciones. Además, desde 2008 ha participado activamente en distintos proyectos de investigación, en numerosos congresos tanto nacionales como internacionales y publicado numerosos artículos científicos y de divulgación.

Responsable

Fundación Friedrich Ebert
Marcelo T. de Alvear 883 | Piso 4° C1058AAK
Buenos Aires - Argentina

Equipo editorial
Christian Sassone | Ildefonso Pereyra
christian.sassone@fes.org.ar

Tel. Fax: +54 11 4312-4296

www.fes-argentina.org

ISBN: 978-987-4439-16-1

Friedrich Ebert Stiftung

La Fundación Friedrich Ebert es una institución alemana sin fines de lucro creada en 1925. Debe su nombre a Friedrich Ebert, el primer presidente elegido democráticamente, y está comprometida con el ideario de la democracia social. Realiza actividades en Alemania y en el exterior a través de programas de formación política y cooperación internacional. La FES tiene 18 oficinas en América Latina y organiza actividades en Cuba, Haití y Paraguay, que cuentan con la asistencia de las representaciones en los países vecinos.

El uso comercial de todos los materiales editados y publicados por la Friedrich-Ebert-Stiftung (FES) está prohibido sin previa autorización escrita de la FES. Las opiniones expresadas en esta publicación no representan necesariamente los puntos de vista de la Friedrich-Ebert-Stiftung.

ISBN 978-987-4439-16-1

