CONSIDERACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA PLANIFICACIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN DE INUNDACIONES EN LA REGIÓN HÚMEDA ARGENTINA

Julio Cardini, Mauro Campos, Noelia Legal, Maribel Garea, Tamara Faya y Raúl Cáceres

Serman & Asoc. S.A., Pico 1641 CABA, Argentina. (54-11) 4703-2420
E-mail: cardini@serman.com.ar

Introducción

Durante el último siglo el Sudeste de América del Sur ha experimentado importantes cambios en su régimen de precipitación, y las tendencias se han intensificado en los últimos 30 a 40 años debido a los cambios en la circulación atmosférica y probablemente también por el cambio de uso de suelo. En muchos casos el comportamiento hidro-climático ha sido basado en el análisis de series de 20 a 40 años de datos hidrológicos, hecho que puede introducir tendenciosidad en el análisis de la variabilidad climática y el cambio climático.

El objetivo del presente análisis es poner de manifiesto la influencia que podría tener en la precipitación los escenarios de cambio climático que se utilizan para estimar los futuros cambios que se podrían experimentar en el presente siglo, teniendo en cuenta la contribución de los seres humanos al calentamiento global, y la influencia que estos cambios podrían tener en las inundaciones que afectan áreas urbanas, así como en la efectividad de las medidas que se adoptan para mitigarlas. Se evalúan en particular las cuencas de los ríos Luján y Areco.

Materiales y métodos

Para el presente estudio se empleó información provista por el informe "Cambio climático en Argentina; tendencias y proyecciones" elaborado por el Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA, 2015), como contribución al Proyecto Tercera Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), de la Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (SAyDS), con el objeto de presentar una evaluación de las tendencias del clima del pasado reciente (desde la segunda mitad del siglo XX) y una proyección del clima futuro (siglo XXI) de la Argentina.

Los índices extremos relacionados con la precipitación que fueron usados para el presente estudio son la precipitación diaria máxima del año y la precipitación máxima anual de 5 días consecutivos. Los escenarios climáticos del siglo XXI fueron calculados sobre dos horizontes temporales: clima futuro cercano (2015-2039), de interés para las políticas de adaptación (y en nuestro caso aplicable al diseño de obras de control de inundaciones), y clima futuro lejano (2075-2099), que se considera de carácter informativo sobre el largo plazo.

Los resultados de los Modelos Globales de Circulación (MCG) del un conjunto de escenarios climáticos conocido como CMIP5 se basan en escenarios representativos de trayectorias de concentración (sigla en inglés, RCP). Estos escenarios de concentración se distinguen por el forzamiento radiactivo en watts por metro cuadrado al que llegan en el año 2100. Se elaboraron escenarios climáticos de dos escenarios RCP 4.5 y 8.5. El primero corresponde a emisiones moderadas y el escenario RCP8.5 al caso en que las emisiones continuarán creciendo con las tendencias actuales hasta fin de siglo, es decir, el mismo es más conservativo en cuanto a la predicción de los impactos del efecto invernadero. En el caso de la Provincia de Buenos Aires (región Húmeda), los MCG considerados para realizar los promedios generales de precipitación son: CCSM4 (NCAR, Estados Unidos, resolución 0,9º lat. x 1,25º long.), CMCC-CM (Centro Euro-Mediterraneo per I Cambiamenti Climatici, Italia, resolución 0,75º x 0,75º) y NorESMI-M (Norwegian Climate Centre, Noruega, resolución 1,8º x 2,5º), mientras que el modelo MRI-CGCM3 (Meteorological Research Institute, Japón, resolución 1,1º x 1,2º) fue considerado pero luego no utilizado en los promedios generales.

El Informe del CIMA indica que como resultado del cambio climático habría una tendencia en toda la región hacia mayores valores de la precipitación anual acumulada en eventos de precipitación intensa. Para la zona que abarca las Cuencas de los ríos Areco y Luján, el incremento de precipitación máxima anual en el escenario de emisiones moderadas RCP 4.5, es del orden de 4 a 6 mm en el futuro cercano y de 8 a 12 mm en el futuro lejano. Para el escenario de emisiones conservativo RCP 8.5, los valores son de 12 a 16 mm para el futuro cercano, y de 20 a 24 mm para el futuro lejano. El CIMA desarrolló una base de datos que incluye los datos de precipitación y temperatura del clima del pasado reciente (1961-2010) y del clima futuro (2015-2039, 2075-2099) simulados por los modelos climáticos que fueron seleccionados en el proceso de validación. Los datos simulados están disponibles en un reticulado geo-referenciado de 0.5º de latitud y longitud de resolución. Se proveen los datos promedio del ensamble multi-modelo como de cada uno de los modelos individuales. En el marco de los estudios realizados para las cuencas de los ríos Areco y Luján, se realizó un análisis de las precipitaciones máximas anuales históricas y de los pronósticos para el futuro cercano y lejano (índices de precipitaciones diarias máximas anuales (Rx1day) y acumuladas de 5 días (Rx5day), para el escenario de emisiones más desfavorable RCP 8.5., basado en estos datos grillados.

Por ejemplo, para la cuenca de Areco, se utilizaron los puntos de grilla más cercanos, a los que se asociaron los nombres de las localidades más cercanas: Capitán Sarmiento, Salto y Suipacha.

Para el mediano plazo (futuro cercano) los incrementos de la precipitación máxima diaria son del orden del 10% al 27% (modelos CCSM4, CMCC-CM y NorESM1-M), resultando el máximo incremento para el modelo CCSM4 en Suipacha y Capitán Sarmiento. En cambio se verifica un decrecimiento de hasta el 6% para el modelo MRI-CGCM3. Las tendencias son más moderadas para la precipitación acumulada en 5 días, alcanzando un máximo del 20% en el caso de Capitán Sarmiento. En el largo plazo (futuro lejano), todos los indicadores muestran incrementos del orden del 13% (MRI-CGCM3) al 38% (CCSM4) para la precipitación diaria y del 23% al 29% para la acumulada de 5 días. Para estimar factores de corrección de las precipitaciones debido al cambio climático, se analizaron las tendencias de crecimiento considerando el peor escenario (RCP 8.5). Los gráficos para Salto de precipitaciones acumuladas en 1 y 5 días, se presentan como ejemplo en las Figuras 1 y 2.

Resultados

Si bien es posible que se sobreestime el incremento de las lluvias extremas, pues se consideró el escenario más conservativo de emisiones (RCP 8.5), se adoptó un incremento de la precipitación máxima diaria de 2 mm/década, que se adiciona a la precipitación diaria máxima estimada para la recurrencia de diseño de 50 años.

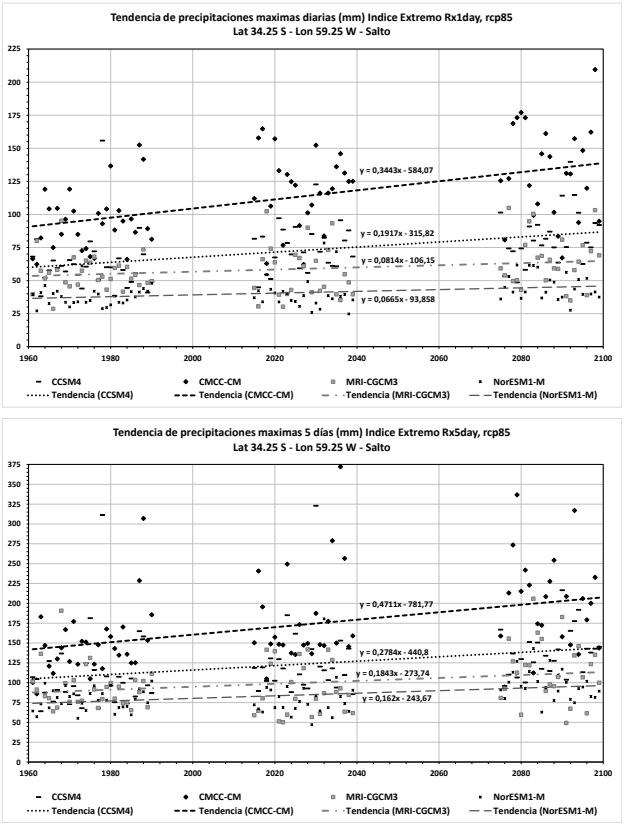

Figura 1.- Tendencia de precipitaciones acumuladas en 1 y 5 días.

En cuanto a la precipitación acumulada de 5 días, se adoptó un valor de incremento de 3 mm/década. Considerando que un horizonte de proyecto razonable para las obras a ser proyectadas sería el año 2050, el incremento en las precipitaciones es de 12 mm para el máximo diario, y de 18 mm para el máximo acumulado de 5 días. Estos valores están en el rango de las estimaciones regionales del CIMA (2015) y se adoptaron para recurrencia 50 años. En cuanto a la variabilidad de la precipitación, se puede apreciar en la Tabla 1 que la misma se incrementa para algunos de los modelos analizados, siendo motivo de investigación analizar la forma de incluir este efecto en las estimaciones de precipitación.

Tabla 1.- Ejemplo de variación de precipitación Rx1day para Salto.

Período	Indicador	CCSM4	CMCC-CM	MRI-CGCM3	NorESM1-M
Histórico 1960-2010	Media	62,2	93,9	55,8	37,8
	Desvío St.	21,5	22,8	12,9	6,9
Fut. Cercano 2015-2039	Media	74,9	118,4	55,9	40,2
	Desvío St.	17,4	27,8	20,0	12,4
Fut. Lejano 2075-2099	Media	83,1	132,2	65,6	45,5
	Desvío St.	20,6	35,7	19,9	9,6

Variaciones respecto al período Histórico (incrementos %).

Período	Indicador	CCSM4	CMCC-CM	MRI-CGCM3	NorESM1-M
Fut. Cercano 2015-2039	Media	20%	26%	0%	6%
	Desvío St.	-19%	22%	55%	80%
Fut. Lejano 2075-2099	Media	33%	41%	18%	20%
	Desvío St.	-4%	57%	55%	39%

Con esta información, se generaron los hidrogramas de aporte de las subcuencas a los ríos Luján y Areco, empleando los modelos hidrológicos MIKE SHE (distribuido) y HEC-HMS.

El impacto del cambio climático en los caudales del río Areco fue un incremento del orden del 15% al 20% para recurrencia de 50 años, y superior al 30% para recurrencia 2 años. Con estos hidrogramas, se estudió el impacto de las obras de mitigación de inundaciones del Plan de Manejo Hídrico del río Areco (Serman & Asociados, 2017), canalizaciones y áreas de retención transitoria de excedentes hídricos, para escenarios de inundación con recurrencias de 2 a 100 años, con y sin el efecto del Cambio Climático. Para el Plan Maestro Integral de Obras de Regulación y Saneamiento del río Luján (Serman & Asociados, 2015), la planificación de las obras se realizó considerando el escenario de precipitaciones con Cambio Climático.

En las Figuras 2 y 3 se presentan las áreas inundadas con recurrencia 100 años en inmediaciones de San Antonio de Areco, sin y con el efecto del Cambio Climático. Debido a la morfología de la planicie inundable, las mayores diferencias no se visualizan en la extensión del área, sino en la profundidad máxima del agua.

Figura 2.- Áreas inundadas sin Cambio Climático situación sin Obras.

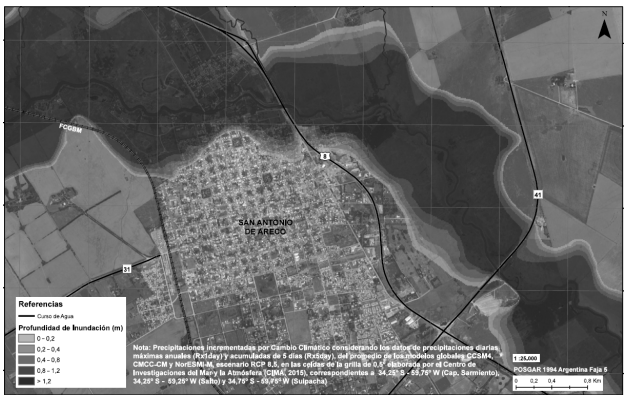

Figura 3.- Áreas inundadas con Cambio Climático situación sin Obras.

Conclusiones

Se ha desarrollado una metodología para estimar la influencia del Cambio Climático en las precipitaciones extremas de cuencas de la Región Húmeda de Argentina, la cual resulta de utilidad para evaluar el impacto de medidas de mitigación de inundaciones, considerando la adaptación al Cambio Climático.

Referencias bibliográficas

Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA) (2015). Cambio climático en Argentina; tendencias y proyecciones.

Serman & Asociados S.A. (2015). Estudio plan integral y proyecto Obras de Regulación y Saneamiento río Luján.

Serman & Asociados S.A. (2017). Complementación y actualización del Plan de Manejo Hídrico del río Areco – 2012. BID.