

**VII Jornadas y IV Congreso Argentino de Ecología de Paisajes.
IV Foro Regional Ecovalle
Determinación del riesgo por inundación en el valle del río Limay; Tramo
Arroyito-Confluencia.**

Barra David Esteban¹; Orellano Giselle¹; Dufilho Ana Cecilia^{1,2}

¹ Facultad de Ciencias del Ambiente y la Salud. Universidad Nacional del Comahue, Buenos Aires 1400, Q8300 Neuquén

^{1,2} Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional del Comahue, Buenos Aires 1400, Q8300 Neuquén

Mail de contacto: daterra14deivid@gmail.com

RESUMEN

Las inundaciones son uno de los fenómenos naturales con mayores repercusiones socio-económicas a nivel mundial por su recurrencia. En el área de estudio se modificaron las dinámicas de los procesos de urbanización y usos del suelo a partir de la creación de los embalses aguas arriba de las ciudades. El presente estudio determinó el riesgo de inundación producido por una crecida del río Limay de 2300 m³/s para un período de recurrencia de 100 años, empleando un Sistema de Información Geográfico. Los resultados indican que de las 32000 ha de la planicie aluvial del río Limay, tramo Arroyito-Confluencia, existen 9500 ha que serían afectadas. Aproximadamente 1330 ha se han caracterizado como de vulnerabilidad media a alta y unas 1691 ha presentan un riesgo de inundación medio-alto a alto. Esto permite sugerir a las autoridades que, en el desarrollo urbano del valle, debe incluirse la planificación atendiendo a las crecidas.

Palabras claves: peligro, vulnerabilidad, SIG.

ABSTRACT

Floods are one of the natural phenomena with the greatest socio-economic repercussions worldwide due to their recurrence. In the study area, the dynamics of urbanization processes and land uses were modified from the creation of reservoirs upstream of cities. The present study determined the risk of flooding caused by a flood of the Limay River of 2300 m³/s for a recurrence period of 100 years, using a Geographic Information System. The results indicate that of the 32000 ha of the alluvial plain of the Limay river, Arroyito-Confluencia section, there are 9500 ha that would be affected. Approximately 1330 ha have been characterized as of medium to high vulnerability and about 1691 ha present a medium-high to high flood risk. This allows the authorities to suggest that, in the urban development of the valley, planning should be included in response to floods.

Keywords: hazard, vulnerability, GIS.

Introducción

Las inundaciones pueden tener diferentes orígenes y se manifiestan como la aparición de agua en lugares que habitualmente se

encuentran libres de ella. Las pérdidas por inundaciones son causadas por la interacción entre la peligrosidad (definida por su magnitud, duración, localización y momento de su ocurrencia) y las características de los elementos expuestos, que los hacen más o

menos susceptibles a ser dañados (EIRD, 2009).

Para mitigar los efectos negativos de las inundaciones, se pueden adoptar diversas medidas. En cualquier caso, la adopción de unas u otras, precisa como paso previo la realización de un análisis y evaluación del riesgo que supondría dicha inundación.

Los mapas de riesgo, como expresión espacial de las amenazas a las que se encuentra sometido un territorio, se configuran como una de las soluciones para armonizar las causas y consecuencias, y así poder plantear posibles soluciones a potenciales impactos (Díez Herrero y Pujadas, 2002). En este contexto la provincia de Neuquén cuenta con la ley N° 2713 sancionada en el año 2010 cuyo objetivo principal es incorporar el enfoque del riesgo a las políticas de planificación y desarrollo territorial.

En el presente trabajo se realizó un mapa de riesgo de inundación a partir de la elaboración de los mapas que componen las variables principales del mismo (peligrosidad y vulnerabilidad), ya que la superposición de ambos es lo que genera lo que se denomina cartografía del riesgo.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El área de estudio ocupa unas 32000 ha emplazadas en la llanura aluvial del valle del río Limay, en el tramo comprendido entre el embalse Arroyito y la confluencia de los ríos Limay y Neuquén. El 70 % de la población de la Provincia de Neuquén se concentra en el corredor Senillosa, Plottier y Neuquén (Dirección Provincial de Estadísticas y Censo de Neuquén, 2010). Este corredor se desarrolla en gran parte sobre el valle del río Limay. El clima es semiárido, con vegetación xerófila, y baja cobertura del suelo, adaptada a las escasas precipitaciones (FAO, 2015).

Metodología

El riesgo se puede expresar como una situación susceptible de causar daños como consecuencia de un suceso que ocurre en un medio vulnerable. Se obtiene de relacionar la peligrosidad con la vulnerabilidad de los elementos expuestos y la probabilidad de ocurrencia de dicho evento. Se puede definir como:

$$\text{Riesgo} = \text{Peligrosidad} \times \text{Vulnerabilidad}$$

Peligrosidad: Es la posibilidad de ocurrencia de fenómenos y/o procesos de origen natural o humano, que potencialmente pongan en peligro la vida y las condiciones de vida de las personas o su infraestructura.

Vulnerabilidad: Es la condición de susceptibilidad, fragilidad o grado de exposición de la estructura social, económica, institucional y/o de infraestructura de una región frente a un peligro.

Para el análisis, procesamiento y tratamiento de los datos de las distintas variables que componen el riesgo, se utilizó un Sistema de Información Geográfica (ArcGIS 10.3), los DEM (modelos de elevación digital del terreno) descargados del Instituto Geográfico Nacional de Argentina (IGN) y el polígono del área inundable para un periodo de retorno de 100 años, que representa un caudal de 2300 m³/s.

Para determinar la vulnerabilidad, se utilizaron datos de pobreza del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas (2010) y de la Dirección Provincial de Estadística y Censos de la provincia del Neuquén, junto con imágenes satelitales necesarias y páginas oficiales para datos adicionales.

La peligrosidad hídrica se definió por la profundidad del agua que alcanzaría la crecida de recurrencia 100 años, a partir de la base del lecho medio del río. Con el DEM se estimó la profundidad del agua y se la clasificó en 7 categorías de peligrosidad: nula, muy baja, baja, media, alta, muy alta y extrema.

Para el análisis de vulnerabilidad de los elementos expuestos, se realizó una zonificación

de los usos actuales del suelo (elementos expuestos), definiendo uso urbano de media y baja densidad, rural, natural y cauce del río actual en los cuales se analizó la vulnerabilidad utilizando la variable pobreza, mediante el método de las Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), que utiliza umbrales mínimos de bienestar universalmente aceptados. Estos datos NBI se asociaron a los diferentes usos del suelo dentro del área inundable, obteniendo la pobreza distribuida por unidad de superficie (pobreza por hectárea de uso de suelo). Luego se clasificó en las siguientes vulnerabilidades: nula, muy baja, baja, media y alta.

La determinación del riesgo se obtuvo cruzando la peligrosidad y la vulnerabilidad definiendo categorías de riesgo insignificante, bajo, medio, medio alto y alto.

Resultados y discusión

Para la recurrencia de 100 años se estimó que unas 9480 ha de la llanura aluvial del río Limay se verían afectadas con peligrosidades distribuidas según lo adoptado (tabla 1), cuyos valores positivos indican áreas no inundadas circundantes a la zona inundable (ver mapa de peligrosidad en anexo).

Tabla 1. Peligrosidad hídrica

Peligrosidad	Profund. del agua	Superficie	
	(m)	(ha)	(%)
Nula	>+2	1035	10.9
Muy baja	+2 - 0	1751	18.5
Baja	0 - 1	1383	14.6
Media	1 - 2	1344	14.2
Alta	2 - 4	2058	21.7
Muy alta	4 - 8	1651	17.4
Extrema	> 8	258	2.7
TOTAL		9480	100

De las cuales unas 5311 ha (56% del área afectada) está sujeta a una peligrosidad superior a la media, siendo la peligrosidad alta la más distribuida, dato relevante teniendo en cuenta que la mayor parte del área inundable pertenece al área natural (4629 ha, ver usos del suelo) por lo que el potencial de desarrollo

urbano es importante, si bien existe la ley (2713, enfoque del riesgo) dentro del área inundable existen asentamientos informales y excepciones al código de planeamiento urbano para algunas urbanizaciones (Barrios cerrados) cercanas al río, que modifican tanto la dinámica natural de la inundación, ya que pueden provocar nuevas áreas de peligro debido a la nivelación y compactación del suelo; y el límite entre lo rural y urbano.

Para los usos del suelo (exposición), del área total afectada, 178 ha corresponden al área urbana de baja densidad, 432 ha a la de media densidad, 2700 ha a la zona rural, 1637 ha al cauce actual del río y 4629 ha al área natural (sin desarrollo). La distribución general de la vulnerabilidad se presenta en la tabla 2, (ver mapa de vulnerabilidad en anexo).

Tabla 2. Vulnerabilidad

Vulnerabilidad	Superficie	
	(ha)	(%)
Nula	6198	65.4
Muy baja	447	4.7
Baja	1506	15.9
Media	1006	10.6
Alta	323	3.4
TOTAL	9480	100

La mayor parte del área presenta una vulnerabilidad nula a muy baja (Tabla 2), siendo la zona urbana de media densidad la que presenta la vulnerabilidad mayor, en este punto se debe recordar que dicha variable se analizó a través de las NBI (solo se analizó en áreas pobladas).

Finalmente, el riesgo de inundación (peligrosidad x vulnerabilidad) es insignificante en 6332 ha (68% del área total), bajo en 511 ha, medio 856 ha, medio alto en 905 ha y alto en 786 ha (ver mapa de riesgo en anexo), teniendo en cuenta que históricamente la dinámica en el proceso de urbanización se dio de forma espontánea (sin planificación) y se concentra actualmente en su mayoría en Neuquén capital, donde el avance urbano sobre lo rural genera un riesgo más dinámico y a su vez diferenciado en una misma área. En este contexto que se sanciona

la ley 2713 cuyo proceso continuo y sistemático tiene el fin de aumentar la seguridad de los asentamientos humanos y proteger el medio ambiente.

Conclusiones

De este estudio se desprende la necesidad de planificar el desarrollo urbano en la planicie del valle a efecto de minimizar el riesgo debido a inundaciones y contribuye a cumplimentar con la ley N° 2713 del año 2010 de la provincia de Neuquén, cuyo objetivo es incorporar el enfoque de riesgo en las políticas de planificación y desarrollo territorial a fin de crear poblaciones as resilientes a las inundaciones.

Bibliografía:

Díez Herrero, A., & Pujadas Ferrer, J. (2002). *Mapas de riesgos de inundaciones. Riesgos Naturales* (Primera edición, Capítulo 4, Páginas 997-1012 ed.). Madrid, España: Editorial Ariel.

Dirección Provincial de Estadísticas y Censo de Neuquén. (2010). <https://www.estadisticaneuquen.gob.ar/>. Obtenido de Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010 Recuperado el 10 de 7 de 2018

EIRD . (2009). *Informe de evaluación global sobre la reducción del riesgo de desastres. Naciones Unidas*. Ginebra.

F.A.O (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (Marzo de 2015). *Aspectos Físicos: Suelo, Clima y Agua, Provincia de Neuquén*. Recuperado el 26 de 7 de 2018.

Anexo

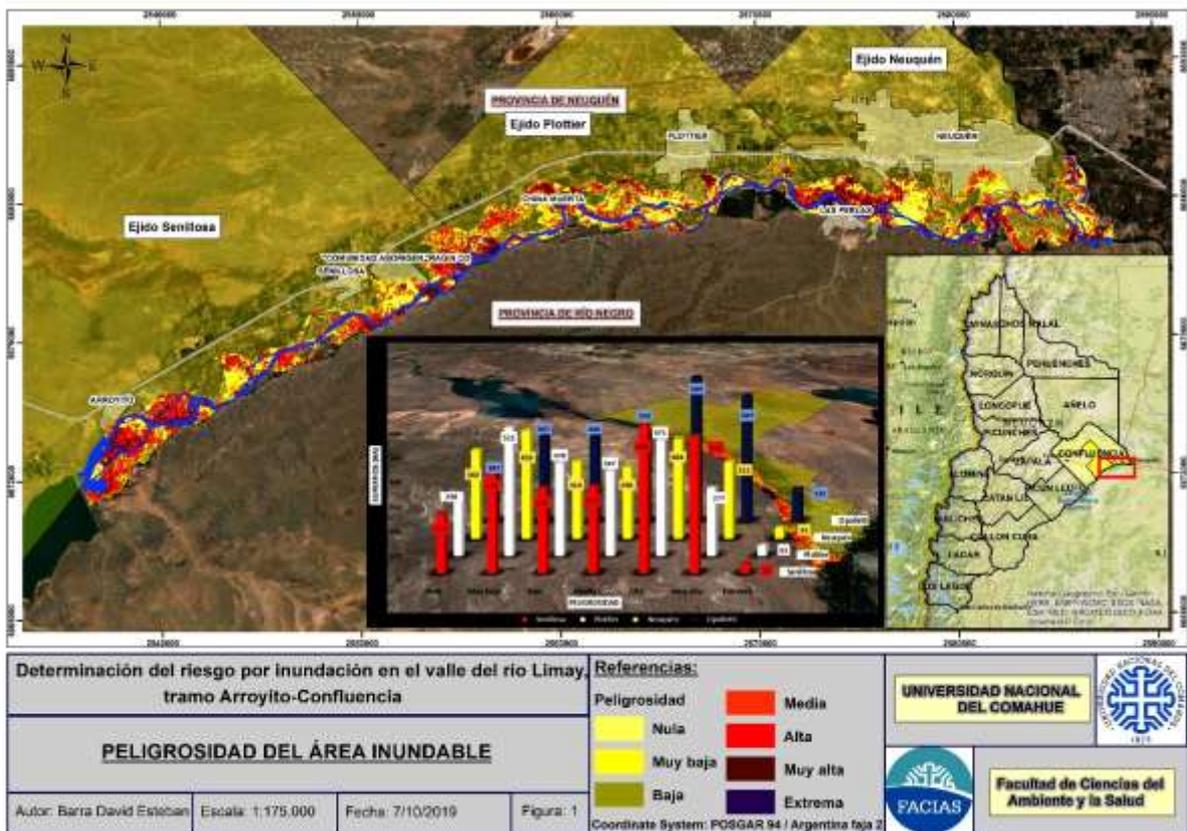


Figura 1: Distribución de la peligrosidad en el área inundable.

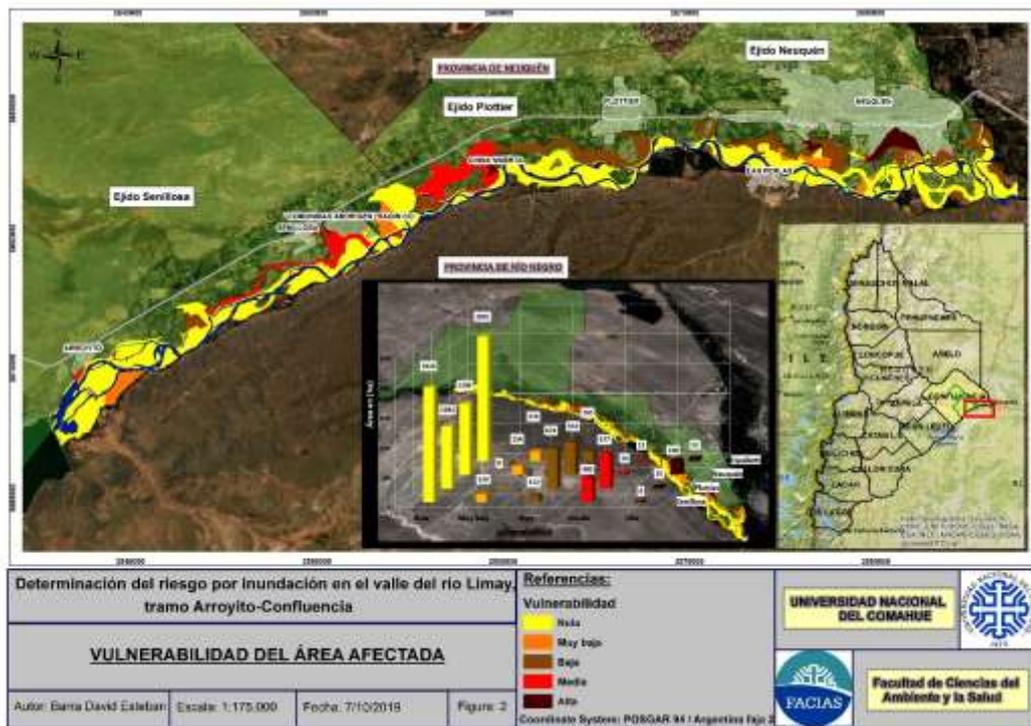


Figura 2. Distribución de la vulnerabilidad en el área inundable.

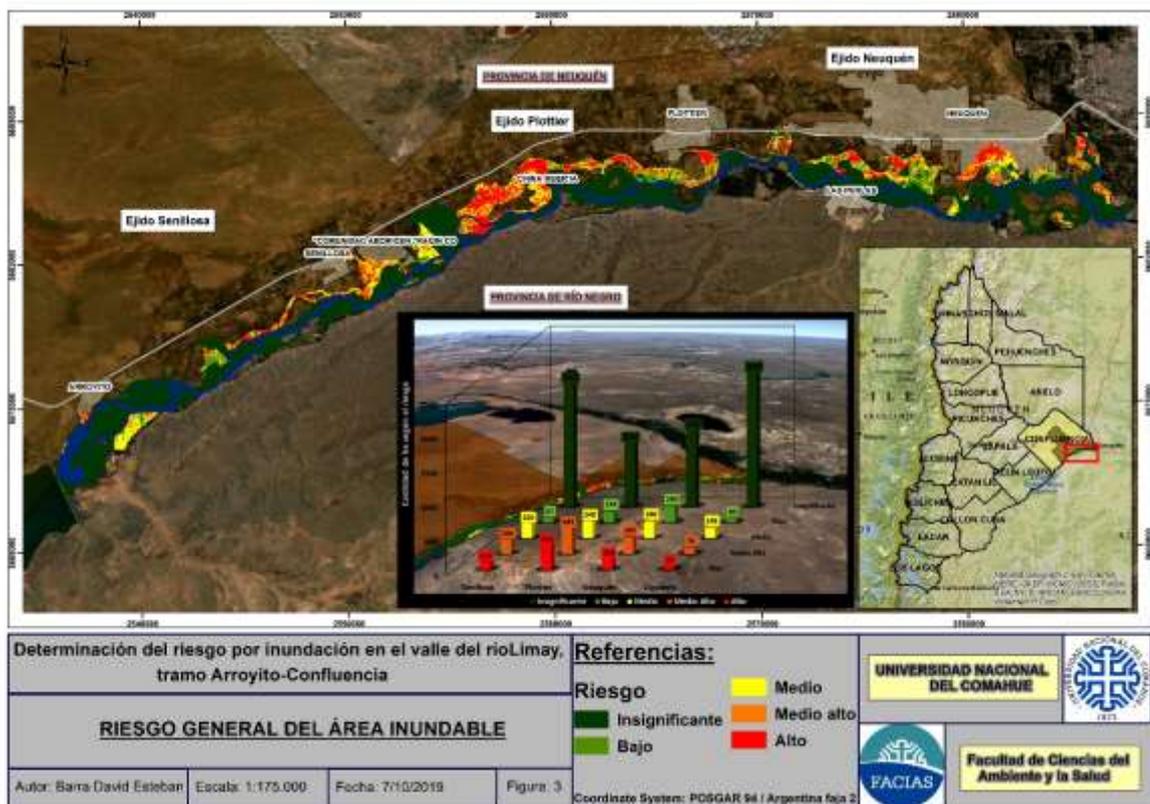


Figura 3. Distribución del riesgo en el área inundable.