

RELIEVE, MORFOGENESIS, ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y RIESGOS, EL CASO DE TILCARA (JUJUY, REPUBLICA ARGENTINA)

RIVELLI, Felipe R.¹; ZELARAYAN, Ana L.²

¹. Universidad Nacional de Salta. Facultad de Ciencias Naturales. Cátedra de Geomorfología (Geología) aluvionamiento@gmail.com

². Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Agropecuaria Salta. Grupo Recursos Naturales

RESUMEN

El crecimiento demográfico de Tilcara y la industria hotelera en auge han generado una demanda creciente de espacio físico. A raíz de esto, se habilitaron territorios con grandes limitaciones naturales, que son intrínsecas del espacio geográfico a su morfogénesis, y a la dinámica de los ríos que lo enmarcan. Surge entonces la inquietud en querer de alguna manera razonable y cuantitativa estimar el riesgo que implica la ocupación espacial, lo que se concreta a través de un Indicador.

De acuerdo a esto, la zonificación indica que hay una coincidencia marcada entre las áreas de expansión urbanística y el mayor riesgo natural.

Palabras clave: Relieve - Indicador - Riesgo - Ordenamiento territorial.

RELIEVE, MORPHOGENESIS, TERRITORIAL AND RISKS, IF TILCARA (JUJUY, ARGENTINA REPUBLIC)

ABSTRACT

Tilcara population growth and booming hotel industry have generated an increasing demand for physical space. Because of that, territories with great natural limitations that are specific to their geographical space morphogenesis, and the dynamics of rivers were set up. This moved this investigation group to stablish somehow an indicator to quantify the real risk. Finally, zonification indicates a marked coincidence between the areas of urban expansion and the most important natural risk.

Keywords: Relief - Indicator - Risk - Land use planning.

Introducción

La configuración del espacio en un territorio está relacionada a la combinación compleja del ambiente y sus características, la organización social, las relaciones comerciales y culturales con el exterior y la presión demográfica.

El resultado final es entonces, un modo particular de aprovechamiento del territorio, que se manifiesta en determinados patrones de ocupación del espacio

Tilcara está ubicada en las cercanías del Pucará homónimo (hacia el norte), el que es registro de asentamientos humanos de hace más de 500 años. Cuando llegaron los europeos en el siglo XVI, era una de las regiones (dentro del noroeste argentino) más densamente pobladas (Sica *et al.* 2006).

Desde entonces, la zona de Tilcara es uno de los puntos de desarrollo demográfico más importante en la Quebrada de Humahuaca, con una tendencia creciente mayor en los últimos años, duplicando casi la cantidad de habitantes desde 1991 a 2001.

La vocación agrícola- ganadera de la población condicionó el uso de la tierra, favoreciendo el asentamiento en las zonas de mayor fertilidad, disponibilidad de agua y facilidad para el comercio por la cercanía a las vías de acceso. Este patrón que se mantenía culturalmente desde la época prehispánica, experimentó modificaciones según nuevas oportunidades financieras, lo que se tradujo en un cambio para el uso de la tierra.

El auge de la actividad turística, convierte a Tilcara en un núcleo receptor importante de turismo, alcanzando el rol de centro para la estadia y veraneo regional. Esto, se traduce en una cada vez mayor demanda de espacio físico destinado a nuevos emprendimientos destinado fundamentalmente a dichas actividades.

Lo antes expuesto, impulsó el crecimiento y expansión del poblado original, hacia zonas donde las limitantes naturales son importantes, asociadas a la dinámica fluvial de los cursos que rodean el poblado, y al relieve sobre el que se desarrolla el pueblo. Por esa razón, se diseñó el IRI (indicador de riesgo), que relacionado al estudio más detallado de las geoformas que caracterizan al lugar, dando pautas para el Ordenamiento territorial de este espacio.

Generalidades

Ubicación del área de estudio

Emplazado a 84 km de la capital jujeña, el pueblo de San Francisco de Tilcara es cabecera del departamento homónimo ubicado en la región central de la Quebrada de Humahuaca.

Se encuentra a 2.461 m.s.n.m. a la vera del río Grande con coordenadas centrales aproximadas de 23° 34' latitud Sur, 65° 23' longitud Oeste.

Se accede desde Salta mediante la Ruta Nacional N° 9, Panamericana J. B. Alberdi, hacia el norte, vía de comunicación que recorre la Quebrada de Humahuaca conjuntamente con el río Grande, comunicando en su recorrido la totalidad de los pueblos emplazados a lo largo de la misma (Figura 1).

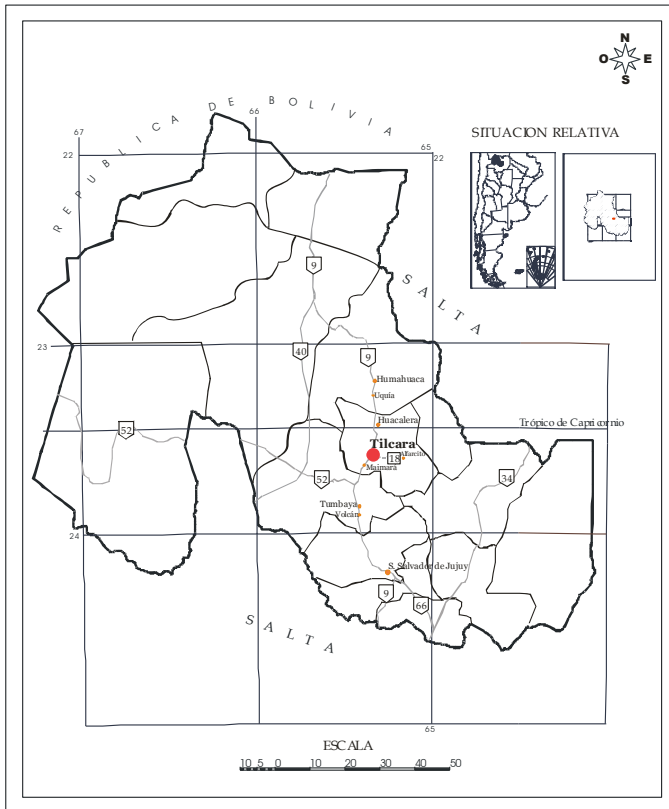


Figura 1. Ubicación del área de trabajo

Población

Según el último Censo Nacional, Tilcara cuenta con 4.358 habitantes (con respecto a los 2.976 habitantes de 1991), siendo esta una de las razones por las que el pueblo registra un crecimiento demográfico sostenido, que demanda espacios nuevos para ocupación edilicia.

En la Figura 2 se muestra la expansión edilicia que se dio en los últimos años. Las flechas reflejan lo que se podría denominar ejes de expansión urbana, hacia el norte, sur y oeste respectivamente.

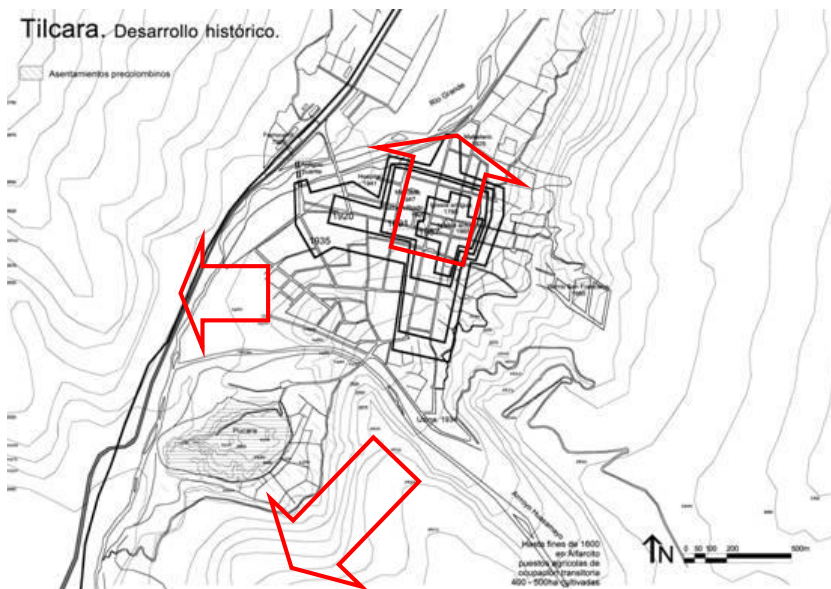


Figura 2 Resumen desarrollo histórico del pueblo.

Fuente: Martiarena et. Al., 1996 (modificado Ana Zelarayán 2016).

Si bien es cierto que en la gráfica no se muestra lo que sucede hacia el este, conformado por un relieve montañoso correspondiente a las Sierras de Tilcara, el asentamiento gradual y continuado de viviendas es importante y constituye un verdadero desierto dadas las características topográficas de la zona y los riesgos a los que se exponen las viviendas emplazadas en el mismo.

Por otro lado, en busca de algún patrón de expansión u ocupación, debido a la importancia socio-económica que reviste el turismo, se han considerado, por zonas en el ejido urbano, los emprendimientos relacionados con esta actividad. Así surgió como resultado lo que se muestra en la Figura 3.

En concordancia a lo que se visualiza con la urbanización, los emprendimientos turísticos se sitúan preferentemente en la zona norte, sur y centro del poblado.

Metodología

A efectos de comprender el problema que afecta a la localidad de Tilcara, con respecto al emplazamiento de las viviendas y edificios destinados a la actividad hotelera, se hizo un análisis detallado de los planos catastrales, apoyado todo ello en reconocimientos y relevamientos en el terreno para ubicar in situ donde se encontraban las diferentes

construcciones y de esa forma, determinar la relación existente entre las mismas y las áreas de riesgo en función de la morfogénesis que caracteriza el lugar.

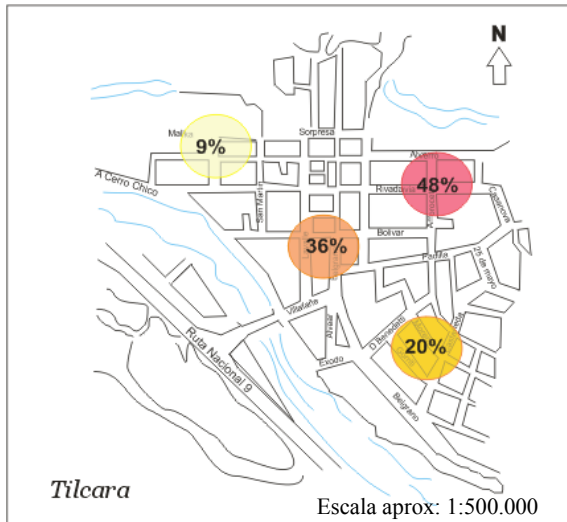


Figura 3 Ubicación de los emprendimientos turísticos en Tilcara (porcentajes, 2016).

Por teledetección y análisis de imágenes satelitales de distintos años se evaluó el comportamiento de los ríos Grande y Huasamayo, que constituyen los agentes de peligrosidad más importantes.

También con igual método se analizó el emplazamiento este del pueblo.

Por otro lado, se desarrolló un indicador de riesgo, determinando los factores que lo componen, sus escalas y se calculó este para el pueblo, lo que derivó en una zonificación del mismo.

Morfogénesis del área de estudio

Para un estudio detallado de todo lo relacionado con los riesgos naturales y en este caso de carácter geomorfológico, a los que se encuentra expuesta Tilcara, es de fundamental importancia hacer un análisis detallado de lo referido a los diferentes procesos morfogénéticos que inciden en la evolución y modificación del relieve correspondiente a la zona de estudio.

Tilcara está emplazada en el cono aluvial correspondiente al río Huasamayo, formado por la acumulación sistemática de materiales aportados por dicho fluvio o bien sucesivos flujos densos generando así un clásico cono mixto.

Sin lugar a dudas la localidad de Tilcara se encuentra en un lugar inapropiado donde jamás se debería haber emplazado atento a la dinámica de los diferentes ríos con los cuales se encuentra asociada, Grande, Huichaijra, Huasamayo y por sobre todas las cosas, en la desembocadura de este último, donde se encuentra el cono mixto de origen fluvio gravitacional.

Tilcara y sus alrededores se caracterizan por un clima árido donde los cambios diarios, durante todo el año de la temperatura, favorecen la meteorización física dando lugar al accionar continuo del termoclastismo responsable de desagregar las rocas y a causa de ello generación de material suelto que facilita el accionar de la morfogénesis fluvial y gravitacional, en este caso de los flujos densos o coladas de barro.

La morfogénesis fluvial es importante sobre todo con el río Grande en primer lugar y de forma directa ya que constituye un factor importante en el modelado del relieve debido sobre todo, al aluvionamiento, que si bien es cierto lo caracteriza en la mayor parte de su recorrido, en el área de Tilcara resulta ser crítico este fenómeno, debido a la incidencia del Huasamayo con lo cual la tasa de acreción vertical es mayor y más rápida, incrementando de esa manera el riesgo de inundación para Tilcara.

El fenómeno del aluvionamiento que afecta a la mayor parte de los ríos de la región y a la totalidad de los emplazados en la Quebrada de Humahuaca, se traduce en el aumento sistemático de cota de los cauces debido a la incapacidad generalizada para transportar la carga que reciben, superior a la capacidad de transporte, problema agravado por el aporte de los procesos gravitacionales.

Al aumentar la cota de los cauces por acumulación sistemática de carga, los ríos en el período de lluvia cuando incrementan sus caudales desbordan con facilidad inundando los terrenos situados en ambas márgenes, lo cual ocurre en el caso de Tilcara lo que quedó debidamente documentado con lo ocurrido en febrero de 2016.

En el caso de los ríos Huasamayo y Huichaijra, ambos tributarios del Grande, la situación es más compleja debido al riesgo que los dos implican en forma separada y a la vez por la incidencia que tienen en el comportamiento morfodinámico del Grande, al cual afectan cuando crecen y como consecuencia de ello el colector principal es cerrado por completo generándose de esa forma un nivel de base temporal, provocando la depositación de una mayor cantidad de sedimentos agravando así el problema del aluvionamiento y a la vez la posible generación de flujos densos por ruptura del cierre, lo que conforma un riesgo alto para la localidad de Maimará, emplazada aguas abajo de Tilcara.

El cierre del río Grande como consecuencia del material acumulado en su cauce por materiales que desplazan los flujos densos a lo largo del Huasamayo, resulta frecuente durante el verano, dando lugar en algunos casos a la formación de un lago temporario y a la vez la inundación y corte de un tramo de la Ruta Nacional N° 9, impidiendo el acceso a Tilcara, con lo que ello implica.



Figuras 4, 5 y 6. Perfiles topográficos de transectas desde el Huasamayo al norte, este y sur respectivamente. Denótese la diferencia de cotas entre el pueblo y los afluentes en las cercanías.

Con respecto al capítulo de los procesos gravitacionales y su incidencia en la morfogénesis de la zona estudiada, se puede sintetizar diciendo que en el caso específico del Huasamayo los flujos densos o coladas de barro (también llamados volcanes por los lugareños), tiene muchísima importancia no solo desde el punto de vista morfogenético, atento a la masa de detritos que desplazan y los cambios o modificaciones que eso genera en el relieve, sino también desde el punto de vista de los riesgos naturales debido a la cada vez mayor amenaza que significa todo esto para la localidad de Tilcara.

Como consecuencia del aumento de cota en el cauce del Huasamayo, cada vez más alto con respecto al nivel de los terrenos sobre los cuales se construyeron las viviendas de Tilcara (Figuras 4, 5, 6), a lo largo de ambas márgenes y a la vez el emplazamiento descontrolado de casas cada vez más cerca del canal artificial de descarga, construido mediante el empleo de maquinaria pesada, todo esto se traduce en una situación de alto riesgo totalmente ignorada y sin un tratamiento adecuado por parte de los responsables.

Aguas abajo del lugar donde desemboca el río Huasamayo lo hace el Huichaijra, el que no obstante encontrarse distante de Tilcara y con un marcado desnivel, los flujos densos que suelen desplazarse con frecuencia a lo largo de su cauce conforman un riesgo indirecto atento a la incidencia que tiene en el colector principal al cual en muchas oportunidades le impide un normal escurrimiento como consecuencia del cierre que le provoca la acumulación de los sedimentos desplazados por dicho proceso gravitacional.

En síntesis, los flujos densos en forma directa o bien indirectamente por lo que implican e incidencia que tienen sobre el río Grande constituyen un verdadero riesgo para la localidad de Tilcara.

Indicador de riesgo

En base al análisis de las imágenes y por lo observado a campo, se determina un indicador de riesgo que recoja lo descrito de estos procesos y pueda traducirlo en un riesgo cuantificado.

La ONU (Ayala-Carcedo F., 1993) define al riesgo como el producto de la probabilidad de ocurrencia de una amenaza o peligro natural (peligrosidad), por la vulnerabilidad en tanto por uno y la exposición.

$$R_1 = V_1 \times E_1 \times P_1$$

Dónde:

R_1 = riesgo: número de consecuencias indeseadas/número de individuos expuestos.

V_1 = Vulnerabilidad.

E_1 = Exposición.

P_1 = Peligrosidad.

Para definir la fórmula del *Indicador de Riesgo (IRI)* se estableció una escala creciente de importancia desde 0 a 3 (siendo 0 el valor correspondiente al escenario más estable o de menor riesgo y 3 el que representa la situación de mayor valor).

Frente a la necesidad de unificar los valores para los criterios asumidos en cada uno de los índices componentes del indicador, se normalizaron los datos en una escala adimensional de 0 a 1. El mismo rango se aplica a las variables tomadas como parámetros válidos a fin de definir *vulnerabilidad, exposición y peligrosidad*.

Lo antes expuesto permite compatibilizar valores para poder proceder a un examen global y la fórmula del indicador se establece de la siguiente manera:

$$IRI = \sum_{i=1}^n iRi$$

IRI= indicador de Riesgo

iRi= índices de vulnerabilidad, exposición y peligrosidad

De acuerdo al resultado de la fórmula, el valor se analiza a través de una escala cuanti – cualitativa, dividida en tres segmentos equivalentes para asegurar que el valor obtenido tenga la misma probabilidad en cualquiera de ellos:

- Riesgo bajo: de 0 a 1
- Riesgo medio: de 1 a 2
- Riesgo alto: de 2 a 3

Cálculo de los índices

Peligrosidad

Se analizan los procesos de remoción en masa, en este caso flujos densos, registrados durante un período de 132 años, lo que se puede considerar como un lapso de tiempo importante, en consecuencia se toma como variable válida la *frecuencia* de los fenómenos. Cabe destacar, que a veces los registros hacen referencia a inundaciones, consecuencia secundaria y transitoria en los fluvios analizados, debida al accionar de los procesos gravitacionales mencionados que provocan cierres temporarios en el río Grande.

En otros casos se corroboró en el terreno lo sucedido en el pasado, mediante el análisis de los depósitos terrazados (Figura 6), observables en las llanuras aluviales o bien en aquellos espacios correspondientes a lo que fueron terrenos productivos (Figura 7), inutilizados como consecuencia del material abandonado por los flujos densos.

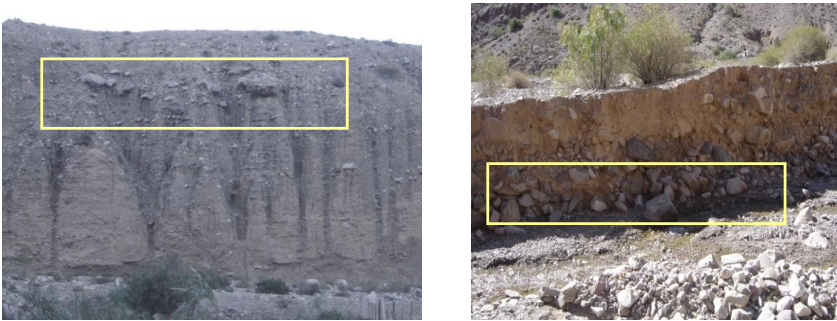


Figura 6 Depósitos de terraza del río Huasamayo. Se observan niveles de material con mayor granulometría, correspondientes acumulaciones generadas por flujos densos.



Figura 7. Evidencias claras de la acumulación del material sobre terrenos productivos.

Tabla 1: Registro histórico de inundaciones y flujos densos

Año	Zona afectada – Río relacionado
1867	Calle Rivadavia – Huasamayo
1880	Huasamayo
1880	Huasamayo
1909	Huasamayo
1921	Pueblo
1931	Pucará
1952	Pueblo Nuevo
1959	Huasamayo y Grande
1971	Pueblo
1977	Huasamayo
1978	Huasamayo
1979	Huasamayo
1980	Huasamayo
1981	Pueblo
1984	Pueblo Nuevo – Huasamayo
1985	Pueblo
1986	Huasamayo
1987	Huasamayo
1988	Huasamayo
1989	Pueblo
1990	Chicapa – Huichaijra
1999	Vialidad – Grande
2016	TILCARA - Grande- Huasamayo

Fuente: Reformado Rivelli- Zelarayan (2016)

Se agrega a la frecuencia un *factor a*: de apreciación técnica. El mismo recoge información relacionada con la Geología, Geomorfología y el proceso de acreción visible.

Por último, la peligrosidad se ve potenciada con la ubicación, por lo que se agrega un factor específico referido a la misma, de esa manera la fórmula del indicador queda expresada.

$$iRI_p = (f + a) \times Fu$$

f = Frecuencia. N° eventos / serie de años

a = Apreciación técnica

Fu = Factor de ubicación. Según zonificación del área

Vulnerabilidad

Siendo la capacidad de sobrevivir o recuperarse a un fenómeno de alta peligrosidad, se han tomado para este parámetro dos variables relacionadas indirectamente a la posibilidad de respuesta a un evento que supera la normalidad. Esta decisión se sustenta ante la falta de datos sustantivos y confiables en relación directa con la vulnerabilidad como tal.

Remitiéndonos a la definición, se asocia lo siguiente:

- Protección: puede estar representada por una obra de infraestructura con el fin de proteger los posibles receptores del efecto de un proceso de remoción en masa, entiéndase población. Para esta variable se consideró la sistematización y obras de protección asociadas al punto de análisis. De acuerdo a sus características técnicas y la eficacia de la medida, se estableció un valor relativo de eficacia en una escala uniformada.



Figura 8. Vista de la nueva defensa y la antigua en el río Grande.

- Evacuación o escape: se consideran como representación de esta variable las vías de acceso que serían ante una eventualidad, posibles sendas de escape o evacuación. Las mismas son clasificadas en una escala relativa según las características de la infraestructura y su disponibilidad ante una eventualidad ambiental.

Cabe destacar en este caso que una de las particularidades frecuentes en el área, es que las vías de acceso suelen ser los mismos cauces de los arroyos, ya que la mayor parte del año permanece sin agua. Por esta razón se analizaron las que funcionan como tales y en forma correcta, diferenciándolas de aquellas que en realidad son lechos según lo expresado, utilizados durante el período de estiaje para el desplazamiento de peatones y vehículos.



Figura 9. Viviendas emplazadas entre las obras de corrección del torrente.

En lo que a obras de protección se refiere, se analizaron las diferentes clases de defensas existentes y su estado:

1. Terraplenes de material removido desde los cauces
2. Defensas rígidas (colapsadas en su mayor parte, por ineficacia de este sistema de protección)
3. Defensas flexibles mediante la construcción de gaviones (colapsados, defectuosos técnicamente, o bien hechos)
4. Ausencia de defensas

$$iRI_v = d \times a$$

d= defensas

a= vías de acceso

Exposición

Hace referencia a la relación existente entre la ocupación del espacio físico y la peligrosidad asociada a este.

Para este caso se zonificó la ocupación urbana de Tilcara: el área central consolidada, las zonas de transición periurbanas y la expansión desde Villa Florida hasta el Bordo de Sococha (2.8 km del acceso a Tilcara, hacia el norte).

La zonificación se hizo considerando los siguientes criterios:

a) Relación o posible grado de afección de los flujos densos, o efectos secundarios asociados a estos como ser inundaciones, basando el juicio en reconocimiento de campo, entrevista a informantes calificados locales y a investigadores de trayectoria en la zona.

b) Áreas delimitadas por la planificación urbana de Tilcara para la expansión urbanística.

Resultados y discusión

Según el análisis de los índices planteados para el indicador, el área de estudio dio como resultado una zonificación, con un porcentaje estimado de riesgo ambiental asociado a procesos de remoción en masa.

Tilcara se divide entonces en seis zonas, para las cuales fue calculado cada uno de los índices (iRi) y el indicador de riesgo (IRI).

Tabla 2: IRI de la zonificación de Tilcara

ZONA 1	
iRip	0,9984
iRiv	0,4
iRie	0,9
IRI	2,2984

ZONA 4	
iRip	0,5005
iRiv	0,36
iRie	0,7
IRI	1,5605

ZONA 2	
iRip	0,624
iRiv	0,3
iRie	0,6
IRI	1,524

ZONA 5	
iRip	0,143
iRiv	0,8
iRie	0,2
IRI	1,143

ZONA 3	
iRip	0,288
iRiv	0,42
iRie	0,45
IRI	1,158

ZONA 6	
iRip	0,35
iRiv	1
iRie	0,5
IRI	1,85

Según lo antes expuesto, la zonificación se analiza en:

- Riesgo bajo: de 0 a 1
- Riesgo medio: de 1 a 2
- Riesgo alto: de 2 a 3

Riesgo bajo: Si el valor del IRI se encuentra entre el rango asignado, este riesgo se traduce en un muy bajo porcentaje de episodios que se puedan relacionar al área, buenas vías de acceso o evacuación; y una exposición mínima. La zonificación pensada para Tilcara favorece estas zonas.

Riesgo medio: La probabilidad en la recurrencia de eventos de remoción en masa va desde 14% a 62% e una serie anual de 132 años. Las estructuras analizadas (vías de acceso y defensas) son poco apropiadas, aunque presentes en su mayoría. La zonificación urbanística pensada para Tilcara es medianamente favorable para estas zonas.

Riesgo alto: Hay un 90% de probabilidades de afección por un proceso de remoción en masa. Las vías de acceso y defensas no son suficientes ante eventualidades ambientales. La zonificación urbanística de Tilcara desfavorece estas zonas para la expansión. Es poco recomendable técnicamente.

Tabla 3: Resumen de valores de IRI por zona

Zona	IRI	Riesgo
1	2.30	ALTO
2	1.52	MEDIO
3	1.16	MEDIO
4	1.56	MEDIO
5	1.14	MEDIO
6	1.85	MEDIO

En la mayoría de las zonas establecidas, los riesgos son medios, salvo en la zona 1 que clasifica como alto por su importante peligrosidad, debido a una alta exposición. El área de cada zona puede ubicarse en el mapa siguiente (Figura 10).

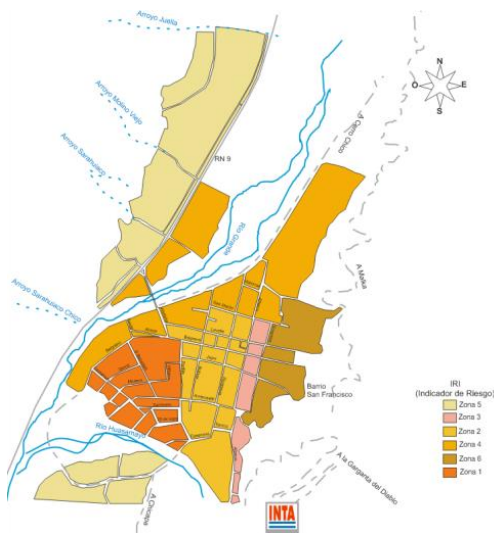


Figura 10. Mapa de zonificación de Tilcara según IRI

Conclusiones

Puede considerarse que el área de Tilcara, como cabecera de departamento, y en relación a los fenómenos de remoción en masa, presenta un riesgo alto, con algunos sectores, más reducidos donde es menor.

El crecimiento vertiginoso del pueblo de Tilcara y sus ejes de expansión no consideran fenómenos de inundación, escurrimiento concentrado, ni procesos gravitacionales, por lo que el emplazamiento de viviendas en lugares inadecuados es constante.

El IRI expresa con los datos disponibles, la situación en la que se encuentra el área, con un análisis de la situación actual en el terreno y su traducción cuantificada.

En Tilcara, prácticamente es imposible, encontrar zonas con riesgo bajo o nulo, debido a las características ambientales (geología, morfogénesis, condiciones climáticas) y es por ello que en función del análisis realizado con respecto a la expansión urbana del ejido, y de las nuevas habilitaciones para la industria hotelera, el crecimiento se produce en zonas de mayor probabilidad de riesgo, que puede ser minimizado en al menos uno de sus factores, la vulnerabilidad.

Tanto las obras de control en los ríos como la infraestructura de comunicación, son parámetros deficitarios.

La falta de inversiones en infraestructura y de mantenimiento o la mala programación técnica de las obras, acarrearán un efecto sinérgico negativo a la hora de los acontecimientos extraordinarios.

En síntesis, se hace necesario y urgente la implementación de un Plan de Ordenamiento Ambiental para la ciudad, donde claramente se establezcan, en base a este tipo de estudios y/u otros complementarios, ordenanzas que reglamenten una zonificación que permita la expansión de la ciudad, pero en áreas que sean lo más seguras posibles, que no signifiquen una fragmentación del paisaje y que fundamentalmente responda a las aspiraciones y deseos de los habitantes del lugar.

Con la información obtenida se comprobó que la localidad de Tilcara, con el desarrollo y patrón de expansión actual se encuentra expuesta en situación preocupante.

Bibliografía

- ABIODUN, Y., HARDOY, J. et al. (1987). *Repensando la Ciudad del Tercer Mundo*. Grupo ed. Latinoamericano.
- AGUILERA N., R. AMENGUAL, SEGGIARO R. (1997). *Estudio geológico de la cuenca del río Huasamayo, provincia de Jujuy*. Consejo de Investigaciones. Universidad Nacional de Salta.

- Anuario hidrológico de la República Argentina 1997/ 1998
- AYALA- CARCEDO J., J. OLCINA CANTOS. (2002). Riesgos naturales. Ed. Ariel Ciencia. Barcelona, España. p 365- 445.
- AZAREVICH M., R. DEUS, NOVARA M., M ARMELLA. (1998). Flujos densos en el río Huasamayo, Tilcara. 6º Reunión Argentina de Estudiantes de Geología. Actas 161- 168. La Plata, Argentina
- BERGESIO, LILIANA y MONTIAL, JORGE. (2008). Patrimonialización de la Quebrada de Humahuaca: identidad, turismo y después. FHyCS-UNJu. Presentado en el Encuentro Pre-Alas 2008 – UNNE, Corrientes, Argentina.
- CASTRO, HORTENSIA. (2005). Desastres y vulnerabilidades en la Quebrada de Humahuaca (Jujuy, Argentina). Técnica Administrativa, Buenos Aires – Vol. 04 N° 22. <http://www.cyta.com.ar>
- CHALABE S. et. al. (2006). Proyecto PNUD ARG 05 / G 42 Informes Temáticos. EcoComerciales
- COROMINAS, J. Y ALONSO, E. (1984). Inestabilidad de laderas en el Pirineo Catalán. Tipología y causas. Jornadas sobre Inestabilidad de Laderas en el Pirineo. Universidad Politécnica de Barcelona: C-1-C.53
- MARMOL L. A. (2006). Introducción al Manejo de Cuencas Hidrográficas y Corrección de Torrentes. Universidad Nacional de Salta. 304 pago.
- TARRAGÓ, M. N. (2000). Chacras y pukara. Desarrollos sociales tardíos. In Nueva Historia Argentina. Tomo: Los pueblos originarios y la conquista. Cap. VII, pp. 257-300. Sudamericana. Barcelona.
- UNESCO. (2002). Quebrada de Humahuaca. Un itinerario cultural de 10.000 años. Propuesta para la inscripción a la lista de Patrimonio Mundial de la UNESCO. Jujuy. Argentina.

