

Riesgos en Sierras Chicas ante los cambios de uso del suelo

Dra. Alicia Barchuk

INTRODUCCIÓN

El tema de riesgo en Sierras Chicas se encuadra en un proyecto de investigación SECYT-UNC *Efectos de los cambios de cobertura y uso de la tierra en cuencas hídricas en la provincia de Córdoba: impactos y riesgos socio-ambientales*, realizado en 2014-2015.

Como parte de este estudio, se analiza la cuenca del Río Ceballos como unidad funcional y/o como unidad de funcionamiento hídrico (de más de 200 Km²). Se trabaja en colaboración con las comunidades buscando que el conocimiento llegue a estas.

Los cambios de usos del suelo -y sus efectos pérdida de cobertura, transformación de los ecosistemas- son consecuencia de los usos urbanos, agropecuarios, mineros, siendo estos uno de los principales factores de degradación del planeta, de producción de desastres ambientales, y del cambio climático mediante acumulación de anhídrido carbónico en la atmósfera, entre otros.

Mediante dicho estudio se propone cumplir los siguientes objetivos:

OBJETIVO GENERAL

- Analizar los impactos y riesgos ambientales de los Cambios de Cobertura y Usos de la Tierra (CCyUT), las fuerzas impulsoras de los cambios, las tendencias de los CCyUT, en cuencas hídricas de la provincia de Córdoba, como base para un ordenamiento territorial participativo.

Objetivos específicos

- Analizar los CCyUT en la cuenca de Río Ceballos.
- Establecer las áreas con riesgos de inundación. Establecer un mapa de riesgo de inundación
- Estudiar el impacto de las inundaciones ocurridas en la cuenca del Río Ceballos el día 15 de febrero de 2015, teniendo en cuenta otras situaciones de desastre, como la ocurrida el 13 de febrero de 2014.



tecYt
taller de estudios de la ciudad y el territorio
INVIHAB

Charla - debate
Riesgos ambientales ante cambio de uso del suelo en Sierras Chicas

03 Julio aula T2
18 hs. faud
Ciudad Universitaria

Disertante:
Dra. Ing. Alicia Barchuk

auspicia Urbanismo 1A y Urbanismo 2A

UNC Universidad Nacional de Córdoba
FAUD Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño Industrial
INVIHAB Instituto de Investigación de vivienda y hábitat
TECYT Taller de estudios de la ciudad y el territorio

ALGUNOS CONCEPTOS BÁSICOS:

A los fines de comprender la complejidad del caso analizado se presentan algunos conceptos básicos, para conocer su incidencia en el desarrollo de las variables que se toman para definir el riesgo.

Vegetación

La vegetación es un elemento fundamental del ecosistema, ya que ejerce un fuerte control sobre las variables hidrológicas. La pérdida de cobertura vegetal desencadena consecuencias imprevisibles para ese ecosistema, especialmente el sistema montañoso serrano (Sierras Chicas). Es el elemento que ayuda a minimizar los riesgos ambientales y va a permitir producir servicios ecosistémicos. El acceso al agua, la biodiversidad, la posibilidad de tener acceso a alimentos sanos, de tener suelo, un paisaje agradable, sistemas sustentables en el tiempo, son parte de los servicios que nos brinda la vegetación. Uno de los componentes más importante son los bosques.

La vegetación ejerce fuerte control sobre las variables hidrológicas. Los cambios en la cobertura y uso del suelo afectan el equilibrio hidrológico, con consecuencias impredecibles, tales como:

- Impacto en el funcionamiento de los ecosistemas: pérdida de biodiversidad, destrucción de suelos, aumentos de escorrentía superficial y fugas de agua del sistema, pérdida de productividad primaria (ingreso de energía al sistema).

- Estas pérdidas contribuyen a :
o incrementar los riesgos ambientales
o reducir los servicios de los ecosistemas

El escurrimiento o la cantidad de agua que fluye depende de:

- Infiltración del suelo (el estado de humedad previo del suelo, la textura del suelo).

- Intensidad y duración de la precipitación.
- Pendiente y cobertura vegetal. A mayor pendiente, mayor será la energía disponible para el flujo de la corriente. A mayor follaje, mayor intercepción del agua.

- Peso añadido por el agua (corrientes de agua).

La estratificación -estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo-, la cobertura, la estacionalidad del área foliar y los sistemas radicales determinan la participación de la precipitación, mediante:

- almacenamiento de agua en el suelo,
- el drenaje profundo,
- el escurrimiento superficial,
- la llegada de agua a arroyos y aguas subterráneas,
- el flujo de evapotranspiración,
- la circulación a mesoescala y el clima regional

En conclusión, a mayor pendiente, mayor será la energía disponible para el flujo de la corriente. En la medida que más cobertura vegetal se tenga, existen más posibilidades que el agua se infiltre y menos posibilidades de que esta sea trasladada pendiente abajo.

Relieve

En este estudio, se muestra que las inundaciones van a ocurrir principalmente en el relieve de valle. Este se forma por dos

aportes: aluvional y coluvional. El aporte coluvional se forma por los materiales que vienen de la parte más alta de la montaña y que llegan por gravedad a las partes más bajas.

En tanto el aporte aluvional, es cuando todo el material puede ser transportado directamente por el agua, de esa manera van a ir quedando atrás los materiales más gruesos y van a llegar a la salida de la cuenca los materiales más finos.

En las zonas montañosas, en la medida que se pierde la cobertura, también se va produciendo un desgaste más rápido del sistema, lo que genera un proceso de relleno en la parte más baja de valles o depósitos, y fajas aluviales por las que en la actualidad corren los principales ríos y arroyos.

Depósitos

- Coluviales: materiales transportados por gravedad.

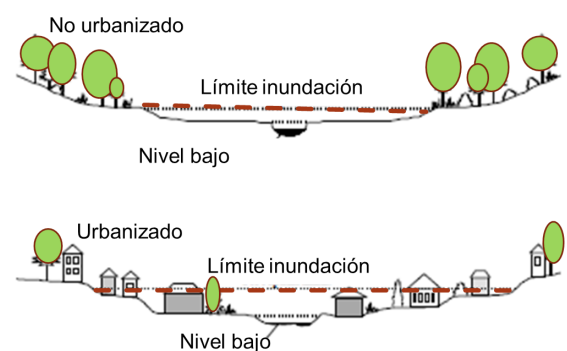
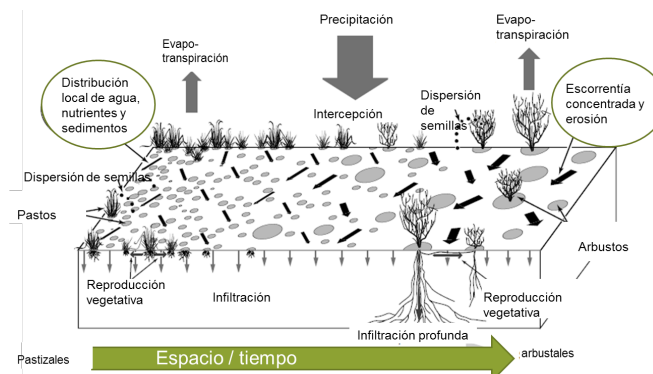
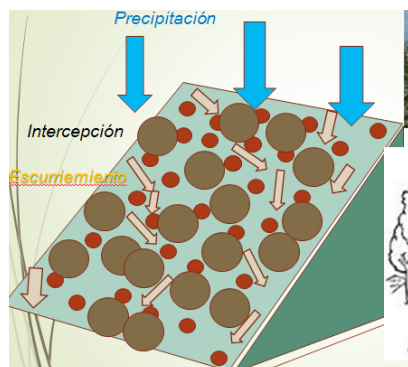
- Aluviales: materiales transportados y depositados por el agua (desde arcilla hasta las gravas gruesas, cantos y bloques).

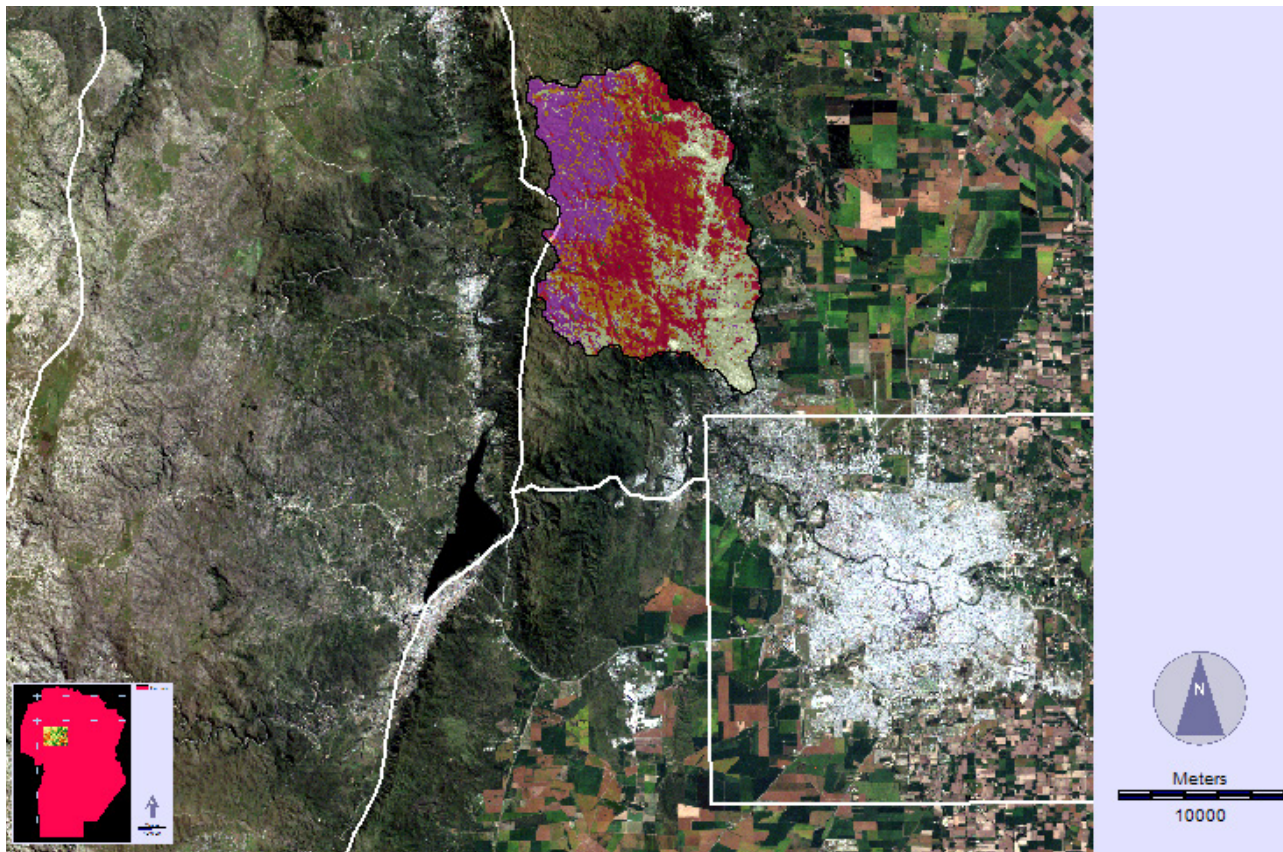
Urbanización

Generalmente, las zonas urbanas se van instalando al lado de los ríos, es una tendencia mundial. Esa tendencia va produciendo determinadas consecuencias, la principal es el aumento de la erosión a ambos lados del curso del río.

En un territorio no urbanizado, a ambos lados de un curso de agua hay vegetación, esto ocurre cuando el cauce principal, la mayor parte del tiempo es normal y siempre que no excedan las precipitaciones.

Al avanzar la urbanización a orillas de ese cauce, que todos ven como lugar donde pasa el agua normalmente, empiezan a acumularse las viviendas y se elimina la vegetación, dejando como primer consecuencia el suelo erosionado, el cauce se amplía, pasa mayor nivel de agua y, por lo tanto, el límite de inundación es mucho más alto.





EL CASO DE LA CUENCA DEL RÍO CEBALLOS

Para el estudio de la cuenca –un área de 200 km²– se emplea la siguiente metodología:

- Sistemas de Información Geográfica.
- Clasificación de Cobertura y Cambio de Uso.
- Delimitación de cuenca, determinación de parámetros de cuenca.
- Modelos multicriterio, en base a la teoría de la decisión.
- Validación a campo.

Se cuenta con geodatos: imágenes satelitales. Se emplean dos imágenes concatenadas Spot5 (10/07/2014), cuatro bandas de resolución de 10 m (convenio con CONAE) y una Imagen satelital Landsat5, 2006. Se cuenta con un Modelo Digital de Elevación (DEM), de donde se obtiene:

- Datos de altitud del terreno: pendiente, delimitación de la cuenca y de las subcuencas, red de drenaje.

El Modelo Multicriterio -basado en la teoría de la decisión- define cinco variables fundamentales, las que para su valoración emplean la teoría de la lógica de conjuntos difusos, los que se aplican combinados linealmente atribuyendo a cada variable un factor de ponderación (importancia relativa), mediante lo que se denomina método de combinación lineal ponderada.

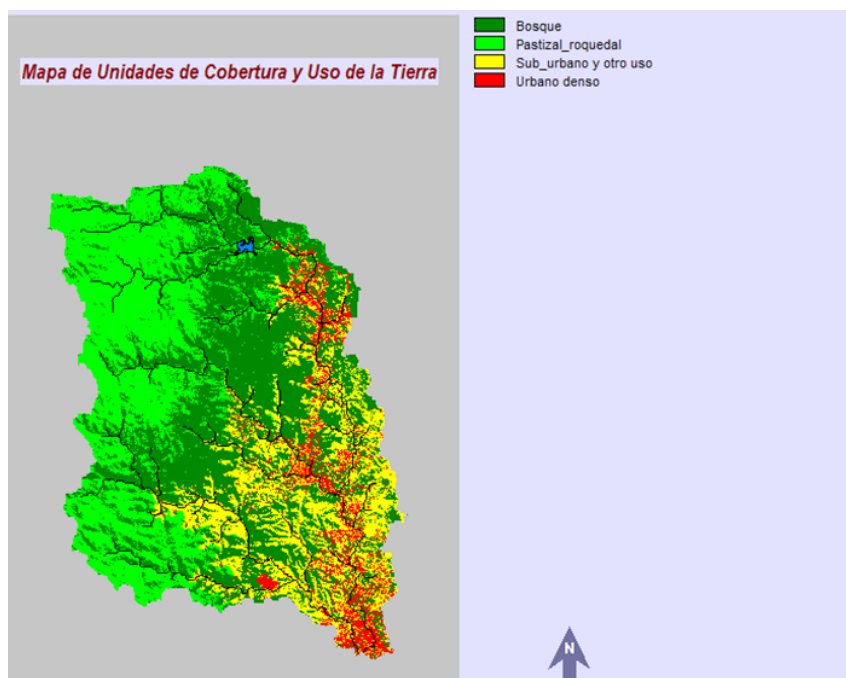
VARIABLES DEL MODELO DE MULTICRITERIO

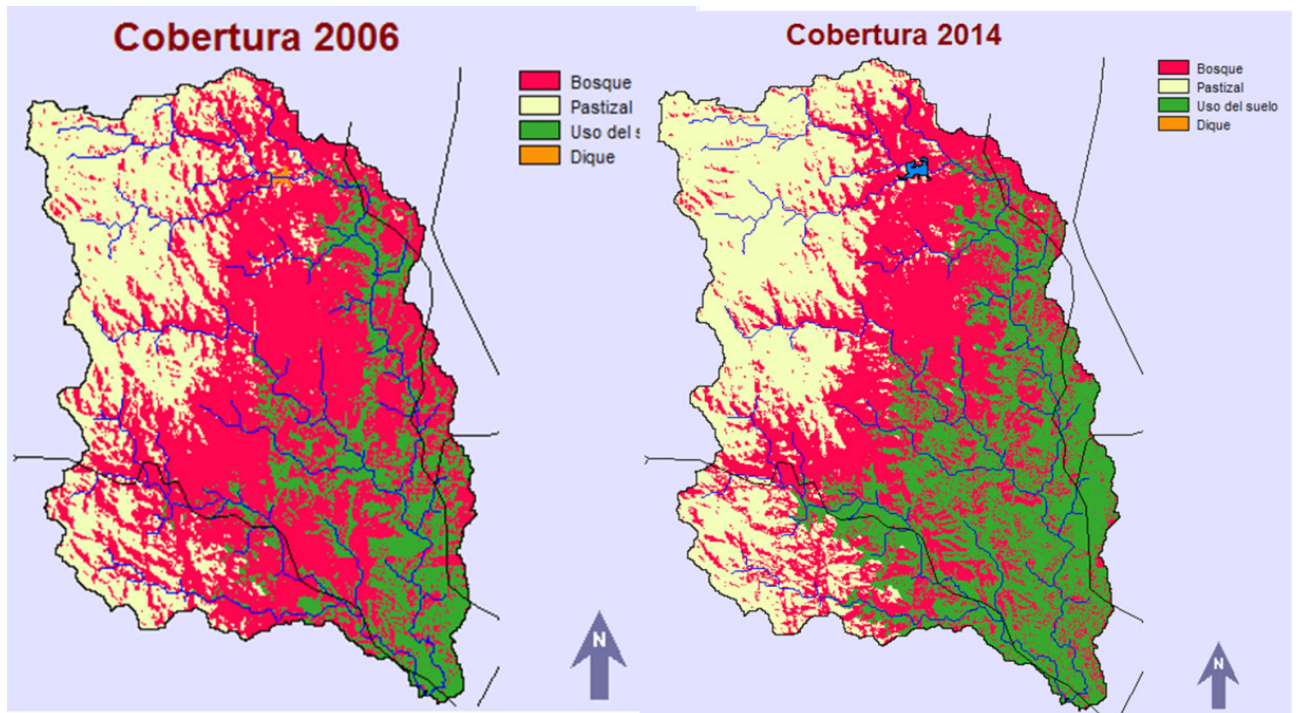
- Cobertura usos de la tierra
- Altitud
- Pendiente, zona de relleno de valles
- Ríos y arroyos
- Orden subcuencas, salida de agua de la cuenca

Además de la aplicación de este método, se verifica en campo mediante un mues-

treo a cinco días de ocurridas las inundaciones en la cuenca del Río Ceballos (día 15 de febrero de 2015), para su validación.

Para ello se recorre el terreno principalmente al Este de toda la cuenca de Río Ceballos. Se posicionan los sitios de muestreo con GPS (geoposicionador satelital). Se realiza el registro fotográfico de los daños en Villa Allende, Mendiola, Unquillo y Río Ceballos, y zona del dique La Quebrada. Se Digitalizan de los puntos de GPS mediante reconocimiento de los sitios en Google Earth.





En cada estación de muestreo se observan los daños: en puentes, vados, viviendas, rutas y caminos vecinales, casas anegadas, altura de huella de barro y restos vegetales en cercos y paredes de viviendas.

También se recurre a entrevistas no estructuradas a los pobladores.

1. La primera variable es la cobertura y uso de la tierra

Con este estudio se muestran los cambios de cobertura -mediante una comparación píxel a píxel- ocurridos en las unidades, entre dos momentos distintos 2006 y 2014.

En los mapas comparativos se observa un cambio neto de cobertura y uso de la tierra en el período 2006 -2014.

Cambio de cobertura y uso de la tierra 2006.

Entre 2006 y 2014 se pierden 3000 ha de bosque nativo, la superficie destinada a pastizal aumenta, al igual que la actividad agropecuaria y urbana. Más de 2000

ha cambian de uso mediante el avance de la urbanización, la actividad agropecuaria, la apertura de nuevos caminos, entre otros.

Grandes superficies se encuentran en un proceso de disección o fragmentación -alerta máxima de pérdida de bosque nativo-.

La provincia de Córdoba se caracteriza por una enorme proliferación de reservas hídricas y áreas protegidas en papeles; pero en la realidad no hay ninguna zona protegida para su conservación.

2. La segunda variable es la altitud.

Las alturas en las cuencas varían desde 1350 m a 500 m sobre nivel del mar. Así, Río Ceballos está a 750 m y Villa Allende a 530 m. Hay una diferencia de 220 m en 35 km.

Este modelo digital de altitud, permite definir no solamente las cuencas, sino también marcar la red de drenaje. Complementariamente se asigna a la variable subcuencas una función para el modelo de riesgo.

3. La tercera variable es la pendiente.

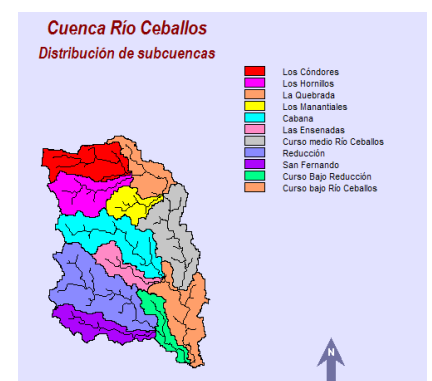
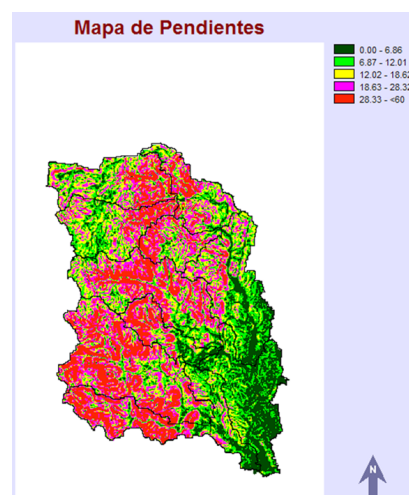
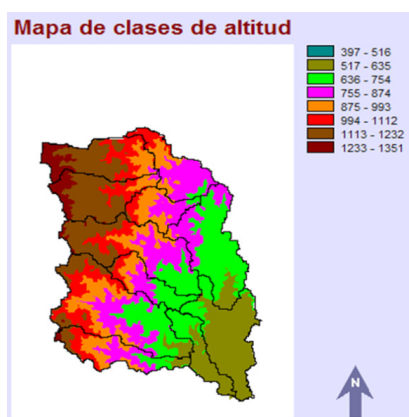
Para poder obtener la pendiente, en el sistema de información geográfica se toma en cuenta el mapa litogeomorfológico.

Se define entre 0% y 7% el área del valle fluvial. Esta se relaciona con la zona urbanizada. Al igual que el resto del mundo, se observa que prácticamente toda la zona al lado de los ríos está urbanizada. El 70% de la cuenca tiene pendientes superiores al 18%, lo que da idea de la fuerte energía gravitacional que puede alcanzar el desagote de la cuenca

4. Podemos subdividir a la cuenca en subcuencas.

Se analizan cada una de las once subcuencas para poder entender cuánto están aportando de agua al sistema.

Es necesario observar cómo participan las subcuencas en la llegada del agua y la salida. La única salida del agua de las once subcuencas es por la cuenca baja del Río Ceballos.



Se estudia el comportamiento de las subcuencas para calcular la cantidad de agua que va a llegar.

El denominador común es que todas esas subcuencas presentan baja cobertura de bosques (cobertura por debajo de 60%) y en su mayoría son cuencas muy pequeñas (muy sensibles a los eventos de lluvia intensos).

La literatura dice que cuencas muy pequeñas alargadas con pendiente y con baja cobertura, tienen mucha posibilidad de afluente intensa, que en general si está por debajo del 60% la cobertura, y tienen una alta susceptibilidad a perder agua por erosión, desagotan rápidamente, no tienen capacidad de retener agua.

Potencial de inundación en el siguiente orden (modelo matemático lineal decreciente):

5. La otra variable que participa en el modelo es la distribución de los arroyos y ríos

Este punto es muy importante a fin de analizar cada subcuenca. La distancia de márgenes de arroyos y río también se debe tener en cuenta (huellas de arena - restos de agua hasta 300 m de distancia a la orilla. En el modelo se consideraron valores entre 0 y 300 m para cada orilla.

Para todos los arroyos y para los cursos medios y bajos de Río Ceballos se define cuál es la superficie de cada una de las subcuencas y cómo está la cobertura de los bosques y cuento corresponde a la zona suburbana y urbana.

Finalmente, se juntan los cinco criterios con cada una de las funciones matemáticas que le corresponden y se hacen análisis estadístico de ponderación de cada

variable. Es decir, se asigna un peso a cada variable.

Peso de las variables en el modelo de multicriterio.

Modelo que se usó para el mapa multicriterio

En el mapa resultante se localizan las zonas con de riesgo de inundación

Puntos de muestreo:

Complementariamente, se toman puntos de muestreo in situ, a fin de reconstruir el recorrido del agua y los daños producidos (con GPS) y en Google Earth se digitalizan a fin de trasladarlo al SIG (en total se tomaron 101 puntos de muestreo):

- Río Ceballos 23 puntos
- Los Quebrachitos - Cabana 16 puntos
- Unquillo 25 puntos
- Mendiolaza 16 puntos
- Villa Allende 19 puntos

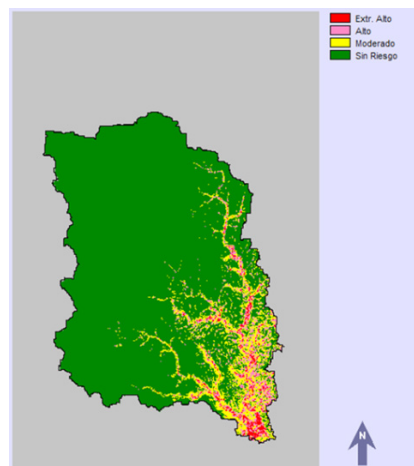
A modo de ejemplo se puede observar uno de los puntos relevados durante la pasada inundación en Sierras Chicas, en la ciudad de Río Ceballos. Las fotografías fueron tomadas en Av. San Martín, a 100 metros del puente amarillo. La destrucción fue infernal, se puede observar una casa colgada, restos de materiales arrastrados, un árbol gigante que fue derribado por la corriente.

Sub-Cuenca	Superf. Total	Bosque	%	Past roquedal	%	sub-urbano	%	Urbano	%
Curso bajo Río Ceballos	2194.4	639.6	29	0	0	976.02	44	578.8	27
Curso Bajo Reducción	910.4	339.4	37	0	0	440.3	48	130.8	15
San Fernando	1374.4	472.2	34	742.4	54	126.9	9	32.9	3
Reducción	3593.7	1623.86	45	1330.7	37	600.9	17	38.3	1
Curso Medio Río Ceballos	2474.5	1309.3	52	16.8	1	808.1	33	340.3	14
Las Ensenadas	975.3	638.8	65	99.4	10	198.3	20	38.9	5
Cabana	2694.4	1326.1	48	1054.1	39	248.7	10	65.6	3
Los Manantiales	935.02	685.1	72	192.4	21	33.4	4	24.1	3
La Quebrada	1298.7	859.5	66	265.5	20	80.5	6	93.6	8
Los Hornillos	1698.2	264.9	16	1433.3	84	0	0	0	0
Los Condores	1860.3	454.1	24	1406.2	76	0	0	0	0

Factor	Arroyos (p)	Altitud (a)	Pendiente (e)	Cobertura (c)	Sub-Cuencas (s)	Peso ($\Sigma = 1$)
Llanura fluvial(p)	(p/p) = 1/1	(p/a) = 1/1	(p/e) = 1/1	(p/c) = 1/1	(p/s) = 1/1	0.4286
Altitud (a)	(a/p) = 1/3	(a/a) = 1/1	(a/e) = 1/1	(a/c) = 1/1	(a/s) = 1/1	0.1429
Arroyos y ríos (e)	(e/p) = 1/3	(e/a) = 1/1	(e/e) = 1/1	(e/c) = 1/1	(e/s) = 1/1	0.1429
Subcuencas (s)	(s/p) = 1/3	(s/a) = 1/1	(s/e) = 1/1	(s/c) = 1/1	(s/s) = 1/1	0.1429
Cobertura (c)	(c/p) = 1/3	(c/a) = 1/1	(c/e) = 1/1	(c/c) = 1/1	(c/s) = 1/1	0.1429

- 1- Subcuenca baja Reducción, 2- Subcuenca baja del Río Ceballos, 3- Subcuenca Ensenada, 4- Subcuenca San Fernando, 5- Subcuenca media del Río Ceballos, 6- Subcuenca Reducción, 7- Subcuenca Cabana, 8- Subcuenca Manantiales, 9- Subcuenca La Quebrada, 10- Subcuenca Los Córdones y - Subcuenca Los Hornillos.

Categoría	Superficie (ha)
Extr. Alto	331.3
Alto	856.0
Medio	1760.2



CONCLUSIONES

Con esta investigación se documentó cómo la acción fluvial turbulenta junto al traslado de grandes cantidades de suelo, roca y material vegetal leñoso contribuyó a la destrucción de puentes, vados, barandas y casas construidas a las orillas. Los procesos erosivos intensos, las áreas anegadas e inundadas y el grado de destrucción material fueron pruebas contundentes del alto grado de acercamiento de las predicciones del modelo con los datos de la realidad.

Debido a la altísima proximidad del hábitat humano y de la infraestructura vial inmediata a las orillas del río y arroyos, se produjeron los mayores daños.

El impacto hidrológico que genera la degradación de los bosques comienza a estar documentado en el presente trabajo. Es decir, esta es una consecuencia inmediata de la pérdida de los bosques nativos. Los efectos de la deforestación sobre el régimen hidrológico son poco conocidos, no es sorprendente que las inundaciones recientes hayan estado relacionadas con el grado de deterioro de la cubierta vegetal.

El otro aspecto a tener en cuenta son las condiciones que tenemos para las próximas lluvias. La situación es cada vez peor, hay una mayor vulnerabilidad y si no tomamos consciencia, vamos a tener que lamentar más incidentes.

En Sierras Chicas hay algunas acciones que son urgentes, por ejemplo, desha-

bitar las zonas bajas cerca de las orillas, los recodos, que justamente son las que más contribuyeron al poder erosivo. Y también tener en cuenta las características que agravan las inundaciones: se trata de una zona de alta pendiente, la formas alargadas de sus cuencas, el tamaño pequeño de las mismas, el encuentro de arroyos y ríos, la escasa cobertura boscosa. Todo ese conjunto está contribuyendo a que en la próxima estación con lluvias intensas de corta duración, aumente muchísimo el riesgo.

Es urgente que caractericemos el grado y la intensidad de la erosión, la exclusión de la cobertura y la vulnerabilidad antes deslizamientos, en las Sierras Chicas.

En este sentido es importante tener en cuenta para el ordenamiento los objetivos y criterios de la Ley 26.331. Necesitamos ordenamiento territorial y regulación (control) para:

- Frenar la pérdida de los bosques y promover la recuperación de los bosques,
- Mejorar y mantener los procesos ecológicos y culturales en los bosques nativos.
- Garantizar los

SERVICIOS AMBIENTALES

- Fomentar las actividades de enriquecimiento, conservación, restauración mejoramiento

y manejo o producción sostenible de los bosques nativos.

“Todos tenemos derecho a un ambiente sano...”

Art. 41 de la Constitución Nacional Argentina

