

SIGA

Sistema Integrado de Gestión Ambiental Municipal para mitigación y prevención de riesgos ambientales



MANUAL DE APLICACIÓN

Gabriela Fernández Larrosa
Geógrafa

Álvaro González Gervasio
Ingeniero Agrónomo

Ma. Noel Estrada Ortiz
Edición gráfica y Desarrollo Web



Secretariado de Manejo del Medio Ambiente para América Latina y el Caribe
Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo



El SIGA tiene como antecedente la investigación titulada “Generación de un Sistema de Información Geográfica y propuesta de Gestión Territorial para la cuenca del Arroyo Malvín, Departamento de Montevideo, Uruguay” (González et al., 2000). La misma fue realizada conjuntamente por un equipo de técnicos del Departamento de Desarrollo Ambiental de la Intendencia Municipal de Montevideo y de investigadores de la Facultad de Ciencias - Universidad de la República (Uruguay), con fondos del Programa de Pequeños Fondos Competitivos para la Investigación del SEMA/IDRC.

CAPÍTULO I	3
Reseña	3
¿Qué es el Sistema Integrado de Gestión Ambiental (SIGA)?.....	8
Aplicabilidad del SIGA a nivel municipal.....	11
Aplicabilidad del SIGA a nivel municipal.....	12
Bibliografía.....	14
CAPÍTULO II	15
Conceptos fundamentales	15
Bibliografía.....	24
CAPÍTULO III.....	25
Fases para el montaje del SIGA	25
Requerimientos previos.....	26
Búsqueda de información	27
Ingreso de la información básica	37
Fase preliminar	38
Fase de ingreso (Opción papel)	48
Fase de ingreso (Opción digital)	58
Procesamiento	72
Conclusiones finales	93
Bibliografía.....	93
ANEXOS	95
Glosario	95
Bibliografía Consultada	107
Enlaces.....	108
Nociones cartográficas.....	110

CAPÍTULO I

Reseña

La necesidad de prevenir y mitigar los efectos resultantes de la ocurrencia de desastres de origen natural y antrópico se ha convertido en uno de los temas prioritarios para diferentes agencias internacionales vinculadas con el manejo del medio ambiente y los recursos naturales.

Es así que el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), a través de la División de Alerta y Evaluación Temprana (DEWA) se ocupa de evaluar amenazas ambientales a efectos de facilitar el desarrollo de estrategias para la reducción de impactos, y promover el acceso por parte de los tomadores de decisión, a la información científica generada acerca del tema. Asimismo la sección desastre del programa APPEL (“Awareness and Preparedness for Emergencies on a Local Level”) colabora con las comunidades para la prevención, preparación y respuesta adecuada frente a accidentes y emergencias de origen tecnológico y/o natural.

Por su parte la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) presta asistencia mediante el desarrollo de métodos de evaluación de riesgos sobre la salud humana y el ambiente provocados por productos de la industria química considerados peligrosos.

El Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, IDRC promueve y mantiene diferentes líneas de

cooperación e investigación, con la visión de que la ciencia y la tecnología son instrumentos indispensables para el desarrollo. A nivel del IDRC el área de Manejo del Medio Ambiente y los Recursos Naturales comprende varias iniciativas relacionadas con el tema del uso sustentable del ambiente y los recursos, los conflictos socioambientales, las amenazas, la vulnerabilidad y el riesgo ambiental en la región de América Latina y el Caribe.

El Programa MINGA, iniciado en 1997, comprende varios proyectos en los que se abordan estos temas y se brinda apoyo a investigaciones tendientes a un manejo sustentable y equitativo en los ecosistemas de la región, centrándose en la utilización adecuada de la información y el fortalecimiento de los procesos participativos de toma de decisiones. Entre los proyectos de dicho programa que tratan los temas mencionados, cabe señalar: “Manejo comunitario de los recursos costeros en el Caribe” (1998), “Mejoramiento de la participación pública en el proceso de evaluación de impacto ambiental de la minería” (1999), “Tenencia, acceso y uso de la tierra, el agua y los recursos forestales en Bolivia” (1999), “El papel de los municipios en el manejo de las tierras comunitarias (ejidos)” (1999); “Conflictos socioambientales que afectan a los pueblos emberá y wounan (Panamá)” (1999), “Zonificación ecológica para el futuro de la Amazona colombiana” (2000); “Manejo de procesos ambientales a través de límites administrativos” (2001).

En los siguientes proyectos de MINGA se ha trabajado con cuencas hidrográficas: “Manejo de recursos en Ecuador (II)” (1998), centrado en la eficiencia del uso del agua en la cuenca de El Angel; “Taller hacia la implementación de un plan de manejo de los recursos naturales para la Laguna Pearl (Nicaragua)” (1999); Un estudio comparativo de cuencas: Andes – Himalaya” (2000)

El Proyecto “Mining Policy Research Initiative” (MPRI), iniciado en 1998, aborda el tema del impacto ambiental y social de la explotación minera, apoyando iniciativas de investigación tendientes a hacer de esta actividad un medio para el logro del desarrollo sustentable en la región. El MPRI actúa también coordinando las investigaciones sobre el tema minería, realizadas en el marco de otros proyectos financiados por IDRC.

Por su parte, el Programa “Ecosystem Approaches to Human Health” (Ecohealth) apoya investigaciones relacionadas sobre la relación salud - ecosistemas. Su idea central es que la mejora de la salud humana, la consecución del bienestar social y la sustentabilidad ecosistémica están íntimamente relacionados y alcanzables mediante adecuadas estrategias de manejo del ecosistema. El programa trabaja con amenazas originadas en la agricultura, la minería y el ambiente urbano.

En la región de América Latina y el Caribe, Ecohealth ha apoyado la realización de estudios sobre contaminación con mercurio en la Amazonia (Brasil), prevención del envenenamiento a causa del uso de pesticidas (Ecuador),

impacto sanitario de la minería (Ecuador), contaminación del aire en Ciudad de México, combate a la malaria (México), problemas de vivienda en La Habana (Cuba).

El Secretariado de Manejo del Medio Ambiente para América Latina y el Caribe (SEMA) es un secretariado internacional del IDRC, que actúa en lo relativo a problemas ambientales urbanos, promoviendo la investigación aplicada con énfasis en aproximaciones de base sistémica y participativas. En cumplimiento de su misión de fomentar una gestión ambiental sustentable en la región, el SEMA procura generar sinergias entre la investigación, la cooperación horizontal y una mayor disponibilidad de información relevante para apoyar la toma de decisiones en materia de gestión ambiental en las ciudades de América Latina y Caribe.

El continente latinoamericano ha sido y es escenario de **riesgos**¹ y **desastres** de diferente origen e intensidad, que a menudo se presentan en forma concatenada. Las situaciones que más han llamado la atención son aquellas que por su intensidad (terremotos, erupciones volcánicas, ciclones tropicales, tsunamis) provocan los mayores **daños** y **pérdidas**, y que se producen en las zonas de inestabilidad tectónica – como por ejemplo en los países andinos- y en las zonas húmedas tropicales del Caribe.

¹ Para la definición de las palabras destacadas, dirigirse al Capítulo II: Conceptos fundamentales

Como ejemplos de eventos que adquirieron características de tragedia, dado el nivel de daños y pérdidas provocado, mencionaremos:

el tsunami que destruyó 400.000 viviendas y provocó la muerte de más de 5.000 personas en Valdivia, Chile, en mayo de 1960;

el deslizamiento de tierras, precedido por un terremoto, que afectó a las ciudades de Yungay y Chimbote, Perú, el 31 de mayo de 1970 y tuvo como consecuencia la muerte de casi todos sus habitantes;

el terremoto que afectó parte del territorio mexicano el 19 de setiembre de 1985, ocasionando unas 10.000 muertes y provocando pérdidas evaluadas en U\$S 5.000 millones;

la erupción del Nevado del Ruiz, Colombia, acaecida el 13 de noviembre de 1985, que sepultó bajo un lahar los poblados de Armero y Chinchina, resultando en la muerte de 25.000 personas (Fuente: Correo de la Unesco, 1997)

Sin embargo, no se trata sólo de desastres de tal magnitud. Hay toda una gama de **amenazas** y **situaciones de vulnerabilidad** que afectan a nuestro continente. Algunas, al igual que las señaladas, se manifiestan de manera espectacular. Tal es el caso de las inundaciones estacionales en las cuencas altas de los ríos Paraná, Paraguay y Uruguay. Otras responden a procesos más lentos y por lo tanto menos perceptibles -pero no por ello menos destructivos- como sucede con la desertificación

en el Nordeste del Brasil y los procesos de erosión de suelos en las praderas de Argentina y Uruguay.

Debido a su situación socioeconómica –y en muchos casos a su condición étnica- amplios sectores de la población de América Latina y el Caribe se ven enfrentados, en su cotidianeidad, a situaciones generadoras de **vulnerabilidad** estructural. Son las llamadas “poblaciones vulnerables”. Asimismo, el patrón de crecimiento rápido y desordenado que caracteriza a la mayoría de las ciudades de la región, implica un incremento de la **amenaza tecnológica** para la población en su conjunto, independientemente de su nivel social y económico.



Fotos aéreas del poblado de Armero, Colombia
Fuente: Instituto Geográfico "Agustín Codazzi"
www.prevention2000.org/cat_nat/risques/mvtter/mvt_arm.htm



Armero, Colombia Fuente:
www.cv81pl.freemove.co.uk/colombia.htm

Los abordajes de esta problemática han evolucionado en el tiempo, pasándose desde una visión de los desastres como debidos exclusivamente a fenómenos naturales, a otra que parte de la interrelación entre factores del medio físico-natural y sociales, y maneja los conceptos de multicausalidad, multiescalaridad y concatenación de los fenómenos.



Fotos aéreas del poblado de Armero, Colombia (antes y después del flujo de barro) Fuente: Instituto Geográfico "Agustín Codazzi"
www.prevention2000.org/cat_nat/risques/mvtter/mvt_arm.htm

Aunque lentamente, este cambio de paradigma está permeando las instancias político-administrativas. Por ejemplo, en Colombia, tras la tragedia de Armero, en 1985, se generó una Oficina Nacional para la Prevención y Mitigación de Desastres. Asimismo en América Central, los esfuerzos realizados por instituciones y organismos nacionales e internacionales para la prevención de riesgos y desastres ambientales se han multiplicado tras la ocurrencia del Huracán Mitch, en 1998. En el año 2002 FEMICA (Federación de Municipalidades del Istmo Centroamericano) realizó un monitoreo en 27 municipios de la región, situados sobre la costa del Caribe, a efectos de conocer sus capacidades para la atención y reducción de riesgos ambientales.



Derrumbe enEl Salvador.
Fuente: [mitchnts1.cr.usgs.gov/
data/otheragency.html](http://mitchnts1.cr.usgs.gov/data/otheragency.html)

En el mismo sentido, se ha generado cartografía básica, que cubre la totalidad de los territorios nacionales, en la mayoría de los casos a escala 1:50.000, tal como surge del inventario realizado para CEPREDENAC en 1998- aunque hay también ejemplos de mapas de amenaza a escalas más detalladas, como es el caso del nivel cantonal en Costa Rica; se han relevado datos socioeconómicos a través de censos periódicos y

se han elaborado bases de datos sobre ocurrencia de eventos de desastre, como por ejemplo DESINVENTAR. A nivel académico hay una producción teórica significativa acerca de la concepción de riesgo y desastre y de su abordaje, así como propuestas de utilización de tecnologías geográficas con ese fin.

El mayor conocimiento de los escenarios actuales –los agentes, las causas y los factores vinculados a la ocurrencia de riesgos y desastres- es un requisito fundamental para la generación de estrategias orientadas a prevenir, manejar y mitigar riesgos y desastres ambientales en escenarios futuros.



Imagen SPOT
Fuente: www.spotimage.fr

Con independencia de las limitantes de carácter macro (a nivel institucional, social, económico) características de la región, creemos en la validez del aporte de la ciencia y la tecnología, como generadora de herramientas para la prevención y mitigación de riesgos ambientales. Dichas herramientas, puestas al servicio de la sociedad –y específicamente, de los sectores más vulnerables a este tipo de eventos- pueden ayudar a mejorar la situación a nivel local.

En este lineamiento, el Secretariado de Manejo de Medio Ambiente (SEMA) promueve la elaboración de este Manual de aplicación del Sistema Integrado de Gestión Ambiental Municipal (SIGA), que procura colaborar con la prevención

y mitigación de riesgos ambientales a nivel local, por medio de la identificación de áreas de riesgo.



Huracán ocurrido en Jamaica

Fuente: www.nautigalia.com/huracanes/index3.htm

¿Qué es el Sistema Integrado de Gestión Ambiental (SIGA)?

El primer antecedente del SIGA en Uruguay fue un estudio financiado por el SEMA, para la generación de un Sistema de Información Geográfica para el ordenamiento territorial de la cuenca del Arroyo Malvín en la ciudad de Montevideo, Uruguay, centrado en el manejo del agua y de los residuos sólidos (González et al., 2000). En este trabajo se recabaron y generaron datos que permitieron delimitar preliminarmente áreas de riesgo ambiental, en base a la consideración de tres variables físico-naturales y tres variables socio-económicas.

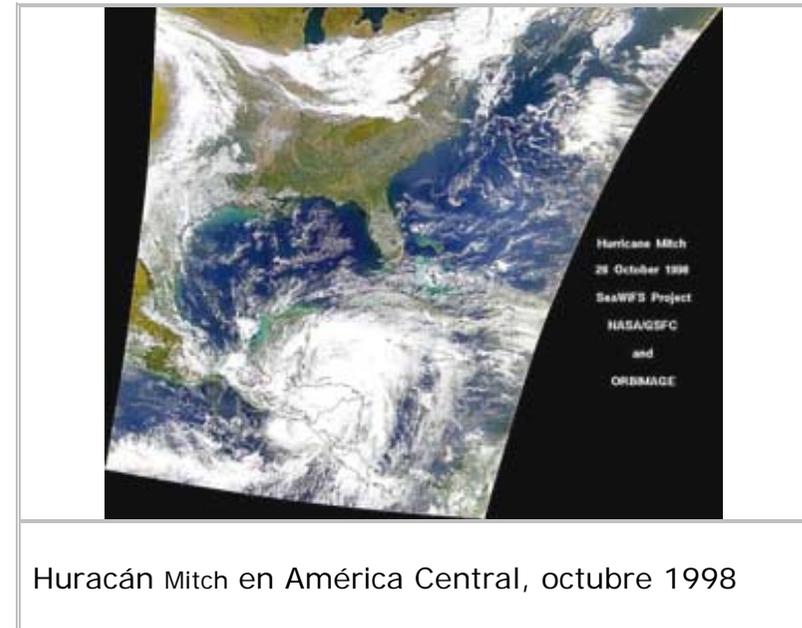
Posteriormente se realizó un trabajo de investigación como tesis de grado en Geografía, en el cual se profundiza en el análisis de un número mayor de variables para definir con mayor precisión áreas de riesgo ambiental en dicha cuenca, utilizando ambiente SIG (Fernández Larrosa, 2001).

Las condiciones de la referida cuenca son obviamente diferentes a las reinantes en otros contextos del continente latinoamericano, tanto en lo que refiere a las condiciones climáticas, como a los marcos geotectónico, geológico y orográfico, y a la realidad social. Sin embargo, a partir de sucesivas discusiones al presentarse ambas experiencias a nivel académico, municipal y en el ámbito del SEMA, se comenzó a evaluar la pertinencia de la metodología aplicada en dichos estudios, para la determinación de áreas de riesgo ambiental en los municipios de América Latina y el Caribe. En este proceso jugó un papel esencial el conocimiento del SEMA acerca las carencias de los

Municipios de la región para llevar adelante una adecuada gestión ambiental, en la que se incluye la gestión de riesgos.

El SIGA consiste básicamente en una herramienta metodológica para el manejo de información, de la que el Municipio debe disponer con la finalidad de generar planes y estrategias de prevención y mitigación de los impactos provocados por amenazas de origen natural y/o antrópico. El sistema propuesto es de relativa fácil creación y se adapta a diferentes condiciones en cuanto al nivel de conocimiento existente y a los recursos tecnológicos y humanos de que disponga cada Municipio.

Toma a la cuenca hídrica como unidad funcional y de manejo. La cuenca actúa como un sistema abierto, en el cual se dan interrelaciones entre los elementos componentes -pertenecientes al marco físico-natural (Geosistema físico) y a la sociedad (Geosistema socio-económico)- y el exterior a la misma. Dichas interrelaciones determinan el uso del suelo (Geosistema Uso del suelo), que, junto con las infraestructuras (Geosistema Líneas de vida), configuran el paisaje visible. El espacio geográfico de la cuenca está sujeto a modificaciones, debido a cambios en los elementos señalados y en sus interacciones, y también por la incidencia de factores externos (condicionantes climáticas y tectónicas) e internos (actividades económicas, características socio-culturales, aspectos institucionales) propiciadores de riesgo.



Huracán Mitch en América Central, octubre 1998

La cuenca hídrica es la unidad territorial más adecuada para la gestión ambiental -que incluye la gestión del riesgo- debido a que, conociéndose su estructura y su dinámica, es posible prever, manejar y mitigar en forma integral los impactos ambientales.

Si bien en la región esta perspectiva está tomando cada vez más fuerza a nivel académico y técnico, y existen experiencia piloto de ordenamiento territorial en base a cuencas hídricas (Dourojeanni, 1993; Dourojeanni y Jouravelev, 1999, FAO, 1994; OEA-CIDIAT, 1993), no es el enfoque con que se ha encarado el manejo ambiental. El SIGA es una propuesta en pro de fortalecer este proceso,

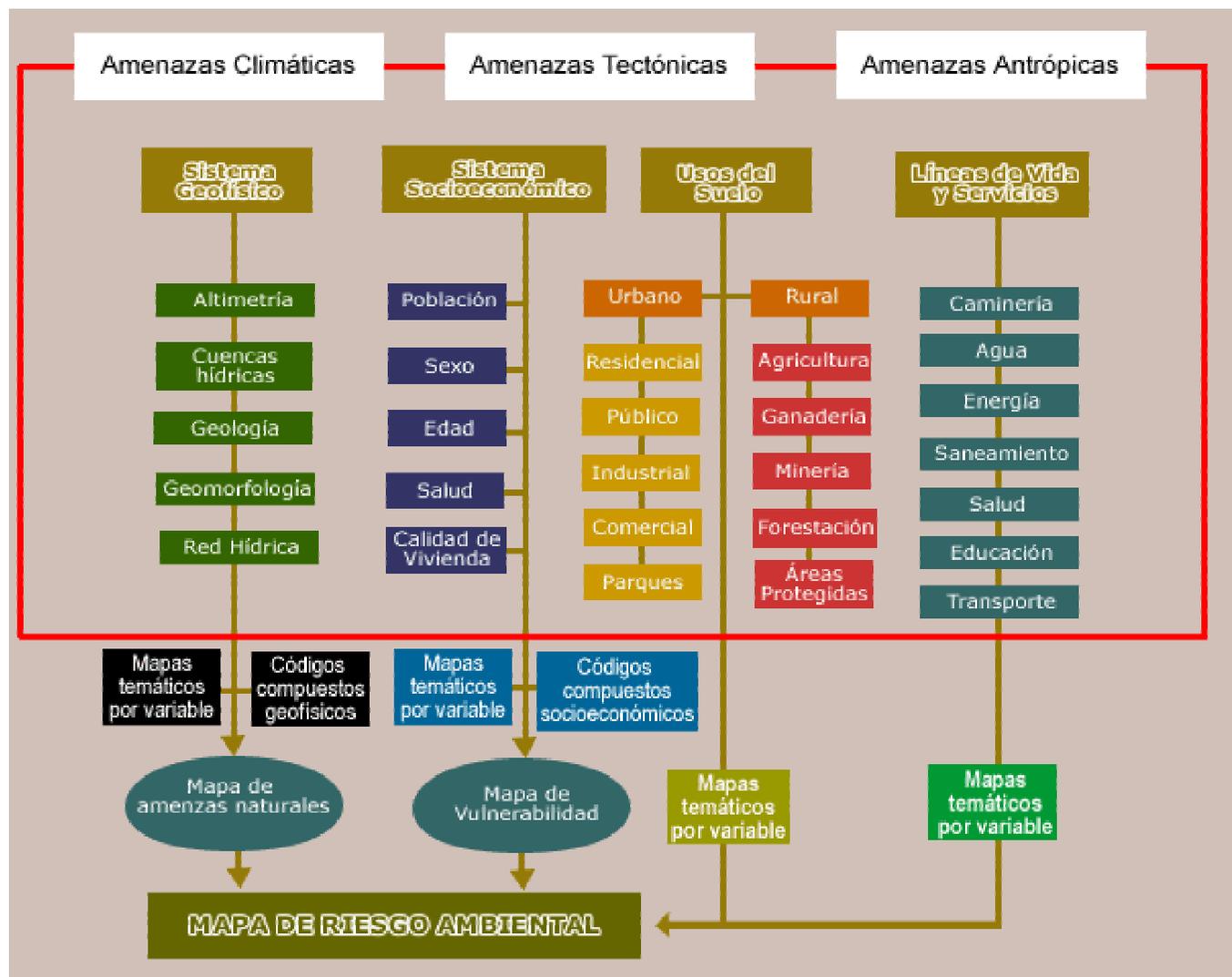
que brinda una herramienta metodológica para su aplicación por los propios Municipios.

Siendo los criterios de delimitación de los Municipios de carácter político-administrativo, pueden darse dos situaciones: que el entero territorio de un Municipio esté incluido en una cuenca hídrica, o que el mismo comprenda parcialmente dos o más cuencas. En el capítulo Fases para el Montaje, se explica cómo se opera en ambos casos a efectos de generar el SIGA.

Otra característica del SIGA es que trabaja con un importante número de variables seleccionadas del marco físico-natural, socio-económicas, de uso del suelo y la infraestructura (líneas de vida y servicios disponibles). Estas variables se combinan para determinar niveles de amenaza y vulnerabilidad, frente a fenómenos de origen climático, tectónico y/o antrópicos, considerados en este sistema como variables independientes.

La lógica del sistema radica en considerar que el riesgo ambiental de una zona resulta de la combinación de los aspectos anteriormente mencionados, y es localizable, por lo que puede tener una expresión cartográfica.

El resultado o síntesis final es un mapa de riesgo ambiental, donde se diferencian zonas por el nivel de riesgo ambiental a una o más amenazas. Subrayamos que los mapas son elementos fundamentales para el análisis espacial a escala detallada, ya que representan en forma sintética, información que sirve de base para la formulación de políticas de gestión del riesgo y la toma de decisiones.



Aplicabilidad del SIGA a nivel municipal

Nivel local: El gobierno local se expresa territorialmente en una unidad administrativa denominada Municipio o Comuna.

El riesgo tiene expresión a diferentes escalas geográficas. Aunque sus orígenes se encuentren a otra escala, es a nivel local donde éste se manifiesta de manera más clara – y en algunos casos más dolorosa- y donde resulta más factible y práctico dimensionar los problemas del riesgo, coordinar y actuar.

De hecho, cuando el Huracán Mitch, fueron los Municipios afectados en Honduras y Nicaragua quienes debieron afrontar directamente el problema y buscar soluciones. Una situación similar se vive en ocasión de las inundaciones de mayor impacto y frecuencia en el las regiones del Nordeste y de la Pampa en Argentina, que afectan a centros urbanos de la mayor importancia, incluida el área metropolitana de Buenos Aires. Otro ejemplo son los desmoronamientos producidos en el Municipio de Belo Horizonte, Brasil, como consecuencia de las intensas precipitaciones, que afectan a la población de los asentamientos marginales o "favelas".

Sin embargo, por imprescindible que sea, la mejor acción no es la que se da luego de este tipo de eventos, sino anteriormente a ellos. Así como antes la estrategia frente a los desastres consistía primordialmente en la respuesta humanitaria post-impacto, actualmente el énfasis se pone en la reducción del riesgo y su gestión. El apoyo al nivel

municipal, en tareas de evaluación de riesgo y la preparación de planes para la reducción de riesgo como parte de la gestión ambiental, todavía necesita desarrollarse con mayor intensidad.

En este sentido, el SIGA está pensado para diagnosticar, evaluar y prever los efectos que potencialmente puede generar un desastre ambiental, y es también útil para generar una adecuada respuesta post-evento e instrumentar medidas de mitigación.

En América Latina y el Caribe existen más de 15.000 Municipios o Comunas, lo que revela una fragmentación del espacio en unidades administrativas de tamaño relativamente pequeño. Escalas geográficas entre 1:50.000 y 1:10.000 –en un orden creciente de detalle-, que son adecuadas para representar el área de dichos Municipios, permiten captar en sus verdaderas dimensiones y características la vulnerabilidad, la amenaza y el riesgo.

Paralelamente las unidades administrativas a escala municipal están afectadas generalmente por falta de recursos económicos, lo que dificulta su acceso al nivel de desarrollo tecnológico que se ha alcanzado a nivel nacional. Teniendo en cuenta estas realidades a nivel de la región, el SIGA fue concebido para trabajar a la escala geográfica y económica municipal.

Descentralización: La descentralización política y administrativa es un elemento clave para el afianzamiento democrático y el logro de la equidad social y territorial en

el continente. Es así, que entre las propuestas presentadas por el Sistema de Integración Centroamericano en la Cumbre Consultiva de Estocolmo (1999) figuraba el fortalecimiento de la institucionalidad para la gestión, tanto a nivel de los organismos regionales y nacionales que tienen a su cargo la gestión del riesgo, como de las comunidades afectadas, incrementando su capacidad de respuesta.

Sin embargo, no se ha dado una descentralización real, a partir de la cual los gobiernos municipales puedan cumplir sus funciones en los ámbitos económico, social y ambiental. A lo que debe agregarse que, en muchos casos, por su localización deben enfrentarse a amenazas de origen climático y/o tectónico.

Una efectiva descentralización requiere, entre otras condiciones, que los Municipios cuentan con los medios técnicos adecuados para la gestión de sus respectivos territorios. Por ello consideramos que poner a disposición de los gobiernos locales, una herramienta que permita la gestión del riesgo, significa colaborar en forma concreta, desde la ciencia y la tecnología, a ese esfuerzo descentralizador.

Montaje y funcionamiento: En América Latina se han creado diversos instrumentos descriptivos, analíticos y evaluativos para enfrentar situaciones de riesgo ambiental. No obstante, existe una falta de metodologías que nos acerquen más a la evaluación de riesgo con un enfoque integrador. A pesar de los avances señalados hacia un

cambio de paradigma, la visión dominante sigue siendo la del desastre "natural".

A su vez hemos detectado problemas con la calidad y compatibilidad de la cartografía, desactualización de la información, diferentes coberturas y disponibilidad de la información sobre variables sociales. Por otra parte existen pocos antecedentes en la literatura respecto del enfoque analítico del espacio geográfico en cuanto a la vulnerabilidad.

Frente a estos inconvenientes, la herramienta del SIGA presenta las siguientes ventajas:

requiere datos que son relativamente factibles de generar y coleccionar en la región, o bien ya están disponibles;

- tiene un costo de implementación bajo;
- permite integrar una variedad de datos significativos para la determinación del riesgo ambiental;
- se adapta a una diversidad de condiciones en cuanto a nivel de conocimientos y tecnología disponibles;
- es aplicable a diferentes contextos geográficos;
- hace posible una actualización de la información rápida y de bajo costo (si se trabaja en ambiente SIG).

Algunas preguntas previas a la creación del SIGA:

- 1) ¿Cuáles son las amenazas de origen natural y/o social permanentes o más frecuentes en el área de acción o cercanías de mi Municipio? ¿Qué grado de intensidad revisten?
- 2) ¿Las mismas se manifiestan en forma aislada o concatenada?

- 3) ¿Qué grupos sociales (edad, sexo, nivel económico, etc.) y localidades (barrios de una ciudad, pueblos, aldeas, villas, etc.) resultan afectados?
- 4) ¿Qué territorios e infraestructuras (caminería, red eléctrica, saneamiento, etc.) son dañados cuando se materializa(n) dicha(s) amenaza(s)?
- 5) ¿Con qué recursos (humanos, económicos, técnicos) cuenta actualmente mi Municipio para enfrentar eventos?
- 6) ¿Cómo se organiza mi Municipio frente a dichos eventos? ¿Normalmente se coordina con Municipios vecinos o con otros niveles de la administración (por ejemplo: Ministerios)?
- 7) ¿Existe coordinación con organizaciones sociales locales? En ese caso, ¿cómo se da?
- 8) ¿A qué información debo acceder según la(s) amenaza(s) indicada(s)? Por ejemplo, si se trata de inundaciones: registro de precipitaciones, características del suelo, uso del suelo, registro de eventos similares, número de damnificados y afectados, percepción del riesgo por la población potencialmente afectada, etc.
- 9) ¿Cómo y dónde puedo obtener esa información? De ser necesario, ¿puede generarla mi Municipio? ¿De qué manera?

Bibliografía

- DOUROJEANNI A.** Procedimientos de gestión para el desarrollo sustentable (aplicados a microrregiones y cuencas), Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social, Documento 89/05/Rev.1 Serie ensayos: 1993,
- DOUROJEANNI A. Y JOURAVLED A.** Gestión de cuencas y ríos vinculados con centros urbanos, Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social. Documento 1948/Dic., 1999.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)- 2º Congreso Latinoamericano sobre Manejo de Cuencas Hidrográficas, Redes de Cooperación Técnica en Manejo de Cuencas Hidrográficas, Carta Circular N° 23, Diciembre 1994.**
- Programa Interamericano OEA-CIDIAT,** Informe del Seminario Taller interamericano sobre: Manejo integrado de cuencas hidrográficas. Organización de los Estados Americanos, Departamento de desarrollo regional y medio ambiente, Valparaíso, 1993.
- ROCHA J. Sales Mariano da-** Manual de manejo integrado de bacías Hidrográficas, Universidad Federal de Santa María, Ed. UFSM, Santa María, Brasil, 1991.
- Secretaría de Estado para las Políticas del Agua y el Medio-** Guía para la elaboración de estudios del medio de físico. Contenido y metodología, Serie Monografías, Secretaria de Estado para las Políticas del Agua y el Medio Ambiente, Ministerio de Obras Públicas y Transporte, España, 1991.

CAPÍTULO II

Conceptos fundamentales

El objetivo de este capítulo es presentar una lista de términos que sirva a los usuarios del Manual –en especial los planificadores y tomadores de decisiones- para aclarar algunos conceptos claves utilizados en el mismo y brindar elementos para la discusión. La lista fue elaborada a partir de la consulta de fuentes especializadas en el tema de prevención y mitigación de riesgo (Lavell, 1991; Herzer y Gurevich, 1996; Cutter, 1997; Sanahuja Rodríguez, 1999; Lavell and Cardona, 2000; Cardona, 2001), cuya nómina completa figura al final de la sección. Debemos aclarar que no se pretende realizar definiciones de los términos elegidos, sino brindar conceptos que ayuden al diseño del SIGA, en cada situación concreta de aplicación.

Amenaza (Peligro). Factor de riesgo derivado de la probabilidad de que un fenómeno de posibles consecuencias negativas, se produzca en un determinado tiempo y lugar. No existe amenaza sin vulnerabilidad.

Tradicionalmente se clasifica a las amenazas en: naturales, antrópicas y socio-naturales.

Las **amenazas naturales** tienen su origen en la dinámica propia de la corteza terrestre, de la atmósfera y de la biota (ejemplos: terremotos, erupciones volcánicas, huracanes, tsunamis, lluvias torrenciales, epidemias).



Las **amenazas antrópicas** son atribuibles a la acción humana directa sobre elementos de la naturaleza y/o de la sociedad (ejemplos: vertimiento de residuos sólidos o efluentes, que provoca contaminación del agua; liberación de partículas contaminantes al aire, que ocasiona enfermedades respiratorias; muertes por la guerra).

Las **amenazas socio-naturales** se expresan a través de fenómenos de la naturaleza, pero en su ocurrencia o intensidad interviene la acción humana (ejemplos: inundaciones por degradación de riberas, incremento de la escorrentía por urbanización, déficit de agua potable debido a la contaminación de acuíferos).

Si bien esta clasificación es válida para reconocer su origen, hay que tener en cuenta que generalmente las amenazas no se presentan en forma separada. Por ejemplo: lluvias torrenciales por causas climáticas pueden provocar inundaciones, las que a su vez pueden dañar o destruir instalaciones de centros de salud, afectando a la población. Por lo tanto puede concebirse la amenaza como un continuo de interacciones entre los sistemas físico, social y tecnológico (Ver **Multiamenaza**).

Daño. Expresión concreta del riesgo, que se manifiesta en un deterioro de tipo físico y/o funcional en la infraestructura (viviendas, red vial, red de saneamiento, etc.). El daño puede ser recuperable.



Degradación ambiental. Reducción paulatina o repentina de la funcionalidad, la productividad y la calidad de los atributos del ambiente. Procesos como la erosión del suelo,

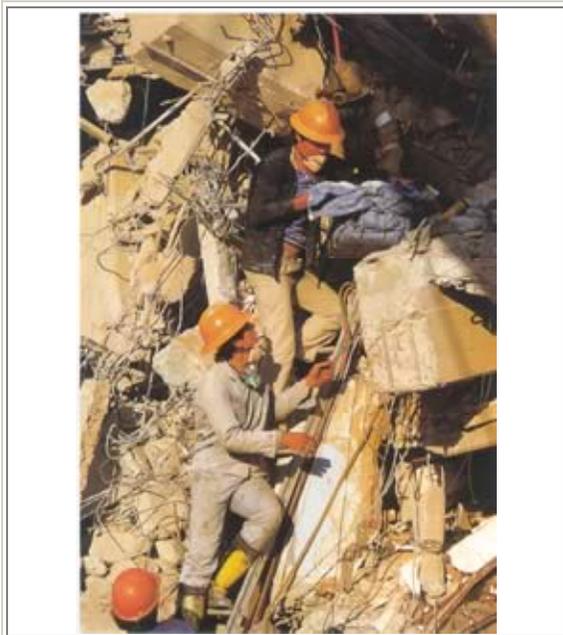
la contaminación de los cursos de agua y la pérdida de la biodiversidad, llevan a la degradación ambiental.

Desastre. Situación dada por la correlación entre la ocurrencia de determinados fenómenos de origen natural, social o tecnológico y ciertas condiciones socioeconómicas y físicas que generan vulnerabilidad. El desastre es la materialización del riesgo. Significa un impacto y un determinado nivel de daños y pérdidas, que la comunidad afectada no puede absorber y superar con sus propios recursos. El adjetivo "natural" aplicado a los desastres es inadecuado, ya que siempre existe un componente social.

Hay eventos detonantes de desastres vinculados al marco climatológico (ejemplo: inundaciones), orográfico (ejemplo: deslizamientos) y geotectónico (ejemplo: terremotos), o bien de origen social (ejemplo: accidentes tecnológicos).

Estos eventos se diferencian también según su ocurrencia, periodicidad de incidencia en daños y pérdidas.

Por ejemplo, en América Central, las inundaciones y los deslizamientos son de alta ocurrencia, periodicidad regular y mediana incidencia en daños y pérdidas. En cambio, los terremotos son de baja ocurrencia, periodicidad irregular y alta incidencia en daños y pérdidas.



Terremoto en Ciudad de México, 1985
Fuente: Correo de la Unesco, 1997

Muchos desastres pasan inadvertidos, pero su efecto acumulativo puede generar desastres mayores. Las condiciones en que viven las poblaciones marginadas en América Latina son de desastre cotidiano.

La manifestación del desastre es diferencial a la interna de la sociedad, siendo generalmente la población pobre la más afectada, tanto por su mayor nivel de exposición, como por su mayor dificultad para recuperarse. Asimismo un desastre puede darse a diferentes escalas (regional,

nacional, local, familiar, individual) que se vinculan entre sí.

En una concepción de gestión del riesgo de carácter anticipatorio, el desastre es concebido como un proceso – sobre el que es posible actuar en su génesis y desarrollo– en lugar de como un producto, donde se puede intervenir sólo una vez ocurrido. De manera que un desastre puede ser considerado como una manifestación extrema de la degradación ambiental, que a su vez la potencia.



Inundaciones Chimalhuacan en 1998
www.jornada.unam.mx/1998/oct98/981002/chimalhuacan.jpg.
Foto: María Luisa Severinos

Fenómeno natural. Manifestación de la naturaleza como resultado de su funcionamiento interno. No todos los fenómenos naturales son generadores de desastres.

Gestión ambiental. Modalidad de intervención sobre el territorio, instrumentada o impulsada desde el ámbito administrativo – generalmente por los municipios- a efectos de prevenir, solucionar y/o mitigar problemas ambientales. Implica acciones coordinadas de gobierno, administración y planificación.

Gestión del riesgo. Conjunto de acciones tendientes a generar capacidad en los actores sociales y las instituciones para identificar y gestionar propuestas de intervención con el fin prevenir, manejar y reducir el riesgo, como también para atender la emergencia y la reconstrucción ante la ocurrencia de desastres.

La gestión o manejo del riesgo debe tender a reducir los factores de fragilidad, deficiencia o limitación, y estimular las fortalezas y capacidades de la comunidad frente a la amenaza.

Comprende acciones en tres etapas: pre-, durante y post-desastre. Tradicionalmente ha prevalecido una visión compensatoria, que se dirige a solucionar problemas ya existentes debido a un manejo ambiental inadecuado, con actividades de mitigación, reconstrucción y asistencia. Más recientemente, gana espacio una tendencia a adoptar una perspectiva anticipatoria, que considera el manejo del riesgo como un elemento componente del manejo del medio ambiente.



Inundaciones en Apure, Venezuela, 2001.
Fuente: www.2001.com.ve

Indicador ambiental. Variable o conjunto de variables al que se le asigna socialmente un significado, con el fin de proporcionar información sobre un atributo del medio ambiente (agua, aire, suelo, biodiversidad, calidad de vida, etc.). El indicador ambiental refleja de forma sintética una preocupación vinculada con el medio ambiente y debe utilizado en el proceso de toma de decisiones. Su confección se realiza en base a datos científicos, y con información sobre la percepción social del entorno.

Medio ambiente. Conjunto formado por los elementos materiales -naturales, modificados y artificiales- que constituyen el entorno físico de la sociedad humana, y los

aspectos culturales que determinan su interpretación y manejo. El medio ambiente humano es una construcción social e histórica, a diferencia del hábitat del resto de los seres vivos.

Medio ambiente urbano. El conjunto de las diferentes relaciones establecidas entre la sociedad y el medio físico, construido o hecho artificial, que tiene lugar en un espacio territorial acotado llamado "ciudad". Implica considerar aspectos físicos (ejemplo: uso de la tierra), sociales (ejemplo: procesos y actores productores y reproductores de ese medio), económicos (ejemplo: acceso diferencial al espacio y los recursos naturales) y culturales (ejemplo: variedad de significados y símbolos culturales)._

Constituye el espacio geográfico más complejo, dada la diversidad de elementos naturales y transformados, agentes sociales y relaciones que comprende. Debido a ello la gestión de riesgo urbano es de alta complejidad.

Multiamenaza. Presencia simultánea de diferentes amenazas, como es característico en el istmo centroamericano, dadas las características climáticas, geológicas y topográficas del medio físico-biológico, y la estructura social existente.

Multicausalidad. Existencia de diversas causas que actúan conjuntamente para la generación de riesgo ambiental. Las mismas pueden ser de variado origen (Ver **amenaza, vulnerabilidad**).

Multiescalaridad Articulación de diferentes tiempos históricos y distintas escalas geográficas, como forma de interpretar y comprender mejor una situación de riesgo. La multiescalaridad temporal implica considerar tiempos lejanos y cercanos al presente, así como las distintas velocidades a que se dan los fenómenos naturales y los sociales, sea entre sí como dentro de cada grupo. Por ejemplo: los diferentes procesos naturales (atmosféricos, geomorfológicos, geológicos, edáficos) y sociales (uso y ocupación del suelo) que generan las condiciones por las cuales en un momento dado se produce un deslizamiento en una ladera.

La multiescalaridad geográfica considera los niveles local, regional y global, que participan en la génesis y manifestación de un riesgo. Por ejemplo: el calentamiento global está vinculado a un aumento de la temperatura media del Planeta, que provoca el ascenso del nivel del mar y de la humedad atmosférica, lo que provoca a nivel local periodos anómalos de sequías e inundaciones.



Terremoto en San Agustín, El Salvador, 2001.
Fuente: Fotografías de Paolo Luers

Ocurrencia y relajación. Modelo de interpretación de los orígenes de la vulnerabilidad. La misma se genera a tres niveles: **global**, por causas de fondo, como las estructuras socioeconómicas; por **presiones dinámicas**, como el incremento excesivo de población; **local**, por condiciones de inseguridad en la localidad o región motivadas, por ejemplo, por la pobreza. Las medidas de prevención y mitigación están destinadas a relajar o alivianar la presión desde lo global hacia lo local, interviniendo en cada nivel.

Pérdida. Expresión concreta del riesgo, cuando se da la desaparición o muerte de personas y hacienda, y la destrucción de viviendas e infraestructura de diferente tipo. Las pérdidas son siempre irrecuperables.

Periodicidad. Ritmo de ocurrencia de un evento en el tiempo.

Resiliencia. Capacidad de un sistema para absorber y recuperarse de cambios traumáticos o perturbaciones. En el caso de un desastre, se refiere a las características de una persona, grupo o región desde el punto de vista de su capacidad para anticipar, sobrevivir, resistir y recuperarse del impacto provocado por el mismo.

Riesgo. Probabilidad de que ocurra un desastre. Se presenta como el resultado de la coexistencia de la amenaza (factor externo), y la vulnerabilidad (factor interno) en un momento dado y en un espacio determinado. Por ello se dice que el riesgo es función de la amenaza y la vulnerabilidad.

El riesgo es una condición latente u oculta. Implica una situación de crisis potencial. Cuando se manifiesta –en caso de ocurrencia de un desastre- lo hace bajo forma de daños y pérdidas de tipo económico, social y ecológico. El riesgo es imputable, dado que es posible identificar sus causas, factores y agentes.

Hay una valoración individual y social del riesgo, que depende de las percepciones, motivaciones y actitudes individuales y colectivas, que a veces no coincide con la visión científico-técnica. Dicha valoración varía en el tiempo, de un lugar a otro y de una cultura a otra. Es fundamental tenerla en cuenta para la gestión del riesgo.

Sistema de Información Geográfica. Conjunto de herramientas, que permiten reunir, introducir en la computadora, almacenar, recuperar, transformar y cartografiar datos del medio físico-natural y de la sociedad que habita un determinado territorio. La capacidad de este instrumento permite: mejorar los procesos de manejo de datos, disminuir la duplicación y redundancia de datos y procedimientos, incrementar el acceso a la información para la planificación territorial y la toma de decisiones, e introducir la componente espacial en el análisis, la evaluación y presentación de la información.



La Rioja. Argentina. Fuente: National Geographic N° 12

Vulnerabilidad. Desde una visión pasiva, es la condición en virtud de la cual una población está o queda expuesta frente a una amenaza. Está asociada a la idea de exposición y susceptibilidad. En una visión activa, hace referencia a la capacidad de una comunidad para recuperarse de los efectos de un desastre (resiliencia). Enmarcada en el proceso del desarrollo, la vulnerabilidad ha sido considerada como un déficit de desarrollo y resultante de una carencia de acceso a recursos. No existe vulnerabilidad sin amenaza. Existen varias dimensiones de vulnerabilidad:

- Vulnerabilidad ambiental se relaciona con prácticas insustentables en la utilización del territorio y de los recursos naturales, como consecuencia de las cuales una comunidad influye negativamente sobre su propia resiliencia y la del ecosistema que ocupa. La degradación ambiental incrementa la vulnerabilidad ambiental. Por ejemplo: una agricultura no conservacionista del suelo, que provoca un aumento de los niveles de erosión, promoviendo la colmatación de los cauces e incrementando la amenaza de inundaciones.

Vulnerabilidad física, tiene que ver con la ubicación física de los asentamientos humanos, la infraestructura vial y las líneas de vida (electricidad, saneamiento, agua) y con las calidades o condiciones técnicas de los materiales de la vivienda. Por ejemplo: ubicación de poblados en zonas inundables o de deslizamientos.

▪ Vulnerabilidad social, dada por determinadas características sociodemográficas (edad, género, acceso a recursos fuera del mercado). Por ejemplo: una comunidad con alto índice de población infantil y de adultos mayores es más vulnerable.

▪ Vulnerabilidad económica, se refiere a la ausencia de recursos de los miembros de una comunidad para procurarse condiciones de seguridad (asentamientos, vivienda) y a la incorrecta utilización de los recursos disponibles para la gestión del riesgo.

▪ Vulnerabilidad institucional, determinada por la concurrencia de factores negativos para una adecuada gestión del riesgo. Por ejemplo: burocracia, corrupción, permeabilidad a la influencia de lobbies en la formulación y ejecución de políticas, óptica asistencialista frente a los desastres, falta de políticas de ordenamiento ambiental del territorio.

▪ Vulnerabilidad cultural, está dada por el conjunto de relaciones, comportamientos, conocimientos, creencias, que coloca a las personas y las comunidades en condiciones de inferioridad frente a una amenaza. Por ejemplo: una visión del mundo pasiva y fatalista, al igual que un desconocimiento de las causas y efecto de los desastres, incrementa la vulnerabilidad.

La vulnerabilidad de una localidad o región en un momento determinado está dada por la conjunción de estos

componentes, cuya importancia varía de un lugar y de un período a otro. En el mundo anglosajón se la conoce como “vulnerabilidad del lugar” (place vulnerability). Hay interpretaciones de que la vulnerabilidad se genera a diferentes niveles interconectados (ver **Ocurrencia y relajación**)

Si uno o varios tipos de vulnerabilidad afectan a un porcentaje significativo de la población, su expresión es persistente o recurrente en el tiempo, y se producen encadenamientos entre diversos tipos de vulnerabilidad (un tipo de vulnerabilidad conduce a otra, o amplifica sus efectos), se habla de la existencia de una vulnerabilidad estructural.

A pesar del relativo carácter de permanencia de la vulnerabilidad estructural, no se trata de una condición intrínseca e inmutable, sino de un estado de cosas, sobre el que es posible incidir.

Dado que la disminución de la vulnerabilidad requiere actuar no solamente sobre sus manifestaciones, sino también sobre sus causas próximas y remotas, es importante realizar el análisis de los componentes de la vulnerabilidad y la síntesis de su manifestación en cada caso particular.



Inundación en Nicaragua.
Fuente: www.ineter.gob.ni

Vulnerable. Susceptible de sufrir daño y/o pérdida y tener dificultad o incapacidad para recuperarse de ello. Aplicado a una población, este concepto incluye variables tales como: edad, género, etnia, nivel educativo, acceso a servicios de salud, calidad de vivienda. La condición de vulnerable se define en cada caso particular, según los objetivos propuestos por la Unidad de Gestión de Información.

Para ampliar información, consultar:

<http://www.desenredando.org/public/libros/index.html>

Riesgo ambiental (Lavell, 1994,1999)

Riesgo sísmico, Vulnerabilidad (Tesis de Cardona,2001)

En los siguientes sitios web pueden consultarse glosarios generados por organismos internacionales y agencias gubernamentales en relación con el tema amenazas, vulnerabilidad y riesgos:

www.cepis.ops-oms.org/bvsade/cd/e/publicaciones/Guiarespuesta/Glosario.pdf

www.sphereproject.org/spanish/capacit/mod4/mat.htm

www.defensacivil.gov.co/SITIO/Documentos/glosacol.DOC

www.monografias.com/trabajos13/guerravs/guerravs.shtml

www.proteccioncivil.org/asociacion/aigoglosario.htm

www.dgpad.gov.co/entidad/Planlec.doc

www.cruzrojacolombiana.org/pdf/socorrional/Decreto%20093%20de%201998.pdf

www.udep.edu.pe/rupsur/pdf/ponencia-franco.pdf

www.crcol.org.co

www.crid.desastres.net/crid/PDF/Docs.%20PDF/M%F3dulos%20DMTP/Mitigacion_de_desastres_DMTP.pdf

www.dei.inf.uc3m.es/arce/glosario/glosararce_u.htm

www.unisdr.org/unisdr/glossaire.htm

Bibliografía

CARDONA, O. D. La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo. Una crítica y una revisión necesaria para la gestión, CEDERI-Universidad de los Andes, Santafé de Bogotá, 2001

CUTTER Susan et al., Handbook for Conducting a GIS-Based Hazards Assessment at the County Level, Hazard Research Lab, Department of Geography, University of South Carolina , 1997.

HERZER,H. y GUREVICH, R., Degradación y desastres. Parecidos y diferentes: tres casos para pensar y algunas dudas para plantear

<http://www.desenredando.org/public/libros/index.html>

LAVELL, A., Prevention and Mitigation of Disasters in Central America and Panama, Paper presented to the International Symposium on Geophysical Hazard in Developing Countries and their Environmental Impacts, August 4-9, 1991, Perugia, Italy.

LAVELL, A and CARDONA, O., Considerations on the Economic, Social, Political and Institutional Context and Challenges for Integrated Risk and Disaster Management in Latin America , 2000.

<http://www.desenredando.org>

SANAHUJA RODRIGUEZ, H., El daño y la evaluación del riesgo en América Central, Tesis de Postgrado, Maestría en Geografía, Universidad de Costa Rica, 1999

VARGAS, O., Determinación de riesgos naturales mediante SIG y teledetección. *En: RICALDI, V. et al.* (eds), Investigaciones sobre los riesgos geológicos en ciudades de América Latina, AGID Geoscience. Series N° 21. 1994

CAPÍTULO III

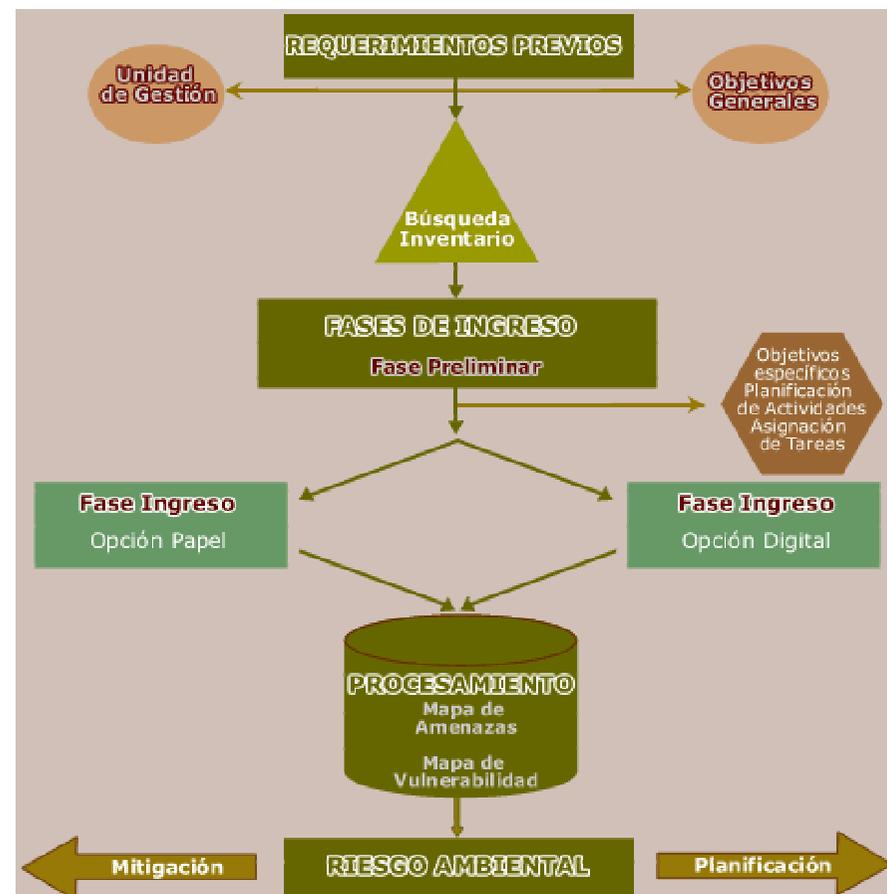
Fases para el montaje del SIGA

En este capítulo se explican los pasos requeridos para el montaje del Sistema Integrado de Gestión Ambiental²:

Requerimientos previos	<ul style="list-style-type: none"> Conocer organigrama municipal Crear Unidad de Gestión de Información Definir Objetivos Definir variables a considerar Considerar dificultades a resolver
Búsqueda información básica	<ul style="list-style-type: none"> De origen municipal De origen en el gobierno central De origen científico y social Evaluación de información inventariada Identificadores topológicos³ de la información disponible
Fases de Ingreso	<ul style="list-style-type: none"> Fase preliminar Fase ingreso opción papel Fase ingreso opción digital
Procesamiento	<ul style="list-style-type: none"> Elaboración de cartografía temática de amenazas naturales Elaboración de Indicadores por atributo Generación del mapa de riesgo ambiental Conclusiones finales

² Ver el esquema de montaje del SIGA.

³ Se recomienda el uso del glosario



Requerimientos previos

Conocer el organigrama municipal

Es imprescindible conocer la estructura organizativa del Municipio, a efectos de identificar -en caso de que existan- aquellos servicios vinculados con la gestión ambiental, en general, y/o la gestión del riesgo en particular.

Un segundo paso consiste en conocer el estado real de dicha oficina, en cuanto a competencias, recursos humanos y técnicos disponibles, experiencia y nivel de coordinación con otras dependencias del propio Municipio y externas al mismo.

Crear Unidad de Gestión de Información (UGI)

La Unidad de Gestión de Información estará constituida por técnicos y administradores vinculados a cada área temática municipal, concejales, representantes de la sociedad civil.

La misma tiene por cometidos: a) Reunir la información requerida y procesarla con la finalidad de elaborar el SIGA para el Municipio correspondiente. b) Mantener actualizado el sistema. c) Definir Objetivos generales del SIGA. d) Establecer contactos con instancias a otros niveles de gobierno (otros Municipios, Ministerios, Direcciones) y con actores sociales (ONGs, sector académico) para acceder a la información necesaria para el cumplimiento de los cometidos a) y b). e) Asesorar al gobierno municipal a su requerimiento en temas directamente vinculados con amenazas, vulnerabilidad y riesgos ambientales, así como

en la confección de planes de ordenamiento ambiental del territorio.

Cabe señalar que la UGI propuesta no tiene poder de decisión ni actúa como comité de Emergencia o similar en situaciones de crisis.

Definir objetivos generales

Los objetivos generales de aplicación de la metodología **SIGA** deben ser establecidos por la UGI para cada Municipio, teniendo en cuenta el carácter de la(s) amenaza(s) y la población vulnerable potencialmente afectada.

Habrà de tenerse en cuenta que es posible definir objetivos a corto, mediano y largo plazo, y que es necesario establecer metas vinculadas a cada objetivo, con la finalidad de monitorear la marcha del proceso.

Definir variables a considerar

Las variables a considerar dependerán del binomio amenaza - vulnerabilidad implicado en cada situación particular. Deberán elegirse aquellas variables que, en un número limitado, mejor lo definan.

Por ejemplo: los fenómenos hidrometeorológicos son los de mayor importancia en la región, en lo que se refiere a frecuencia, intensidad, daños y pérdidas. Si se tratara de inundaciones por tormentas severas, las variables imprescindibles a tener en cuenta para caracterizar la amenaza son: intensidad y frecuencia de precipitaciones,

régimen hídrico, geomorfología, pendientes y tipos de suelo. Por su parte, la vulnerabilidad está dada por variables tales como: localización de la población, grupos de edades, género, calidad de vivienda y acceso a servicios básicos.

Considerar dificultades a resolver

Dichas dificultades pueden ser de carácter extrínseco e intrínseco. Las primeras son de muy variado origen:

- a nivel **político**, si no hay voluntad a nivel de los tomadores de decisiones -sea de carácter nacional o municipal- para implementar el SIGA;
- a nivel **administrativo**, en caso de que no exista suficiente coordinación entre oficinas municipales vinculadas al tema ambiental;
- a nivel **técnico**, si se carece de los recursos humanos indispensables;
- a nivel **económico**, si no se asignan un presupuesto mínimo para generar y poner en funcionamiento el SIGA.

Las dificultades intrínsecas se relacionan con la propia metodología **SIGA**, en cuya implementación deberá asegurarse el vencer obstáculos tales como:

- el tiempo necesario para el ingreso manual de información;
- la incompatibilidad de escalas en la cartografía disponible, en el caso del ingreso manual;
- la elección del software adecuado, teniendo en cuenta los costos de acceso, su capacidad de gestionar información y el nivel de capacitación de los operadores.

Búsqueda de información⁴

Los objetivos de esta fase son recabar, recopilar y evaluar la información básica existente, que permita crear y alimentar el SIGA. La información puede provenir de variados orígenes, presentarse bajo diversas formas (tablas de datos, mapas, normativa legal) y tener diferentes edades y calidades. Es por esta razón que en este capítulo haremos mención de las principales dificultades iniciales para la ejecución del **SIGA**, a las que se enfrentarán los técnicos.

Información de origen municipal

Los Municipios cuentan con una cartografía básica, que puede estar en formato papel o digital. Normalmente dicha información puede tener origen en otros organismos estatales o haber sido elaborada por la propia institución. Para el caso de tener diferentes tipos de mapas (**escalas, proyecciones, origen**), se deberá tomar la cartografía oficial construida por el Instituto Geográfico del país correspondiente (ejemplos: INETER, Nicaragua; Servicio Geográfico Militar, Uruguay).

La Unidad de Gestión deberá realizar un inventario de la información en cuanto a cartografía y bases de datos disponibles en la institución. Para ello es imprescindible conocer el origen de la información (**metadatos**) y sus **atributos**.

⁴ Para aclarar algunos términos técnicos que se manejan en este capítulo, aconsejamos consultar el Glosario.

En caso de no existir inventarios de metadatos, la Unidad de Gestión tendrá que crearlos. Existen varios modelos a nivel internacional para la construcción de metadatos, como por ejemplo los presentados en: www.clearinghouse.com.uy

El siguiente cuadro muestra el tipo de **información cartográfica y alfanumérica** que es dable encontrar a nivel municipal. Los nombres atribuidos a cada Unidad son genéricos. La denominación específica de cada una dependerá de cada Municipio.

Organización Municipal	Tipo de información	Datos disponibles
Unidad asuntos urbanos Fraccionamiento urbano Áreas de desarrollo Limpieza	Bases de datos (DBase, Excel, Access)	Propietarios Tamaño de predios Cantidad de residuos
	Cartografía (papel, digital) Escala	Estructura urbana Caminería Localización de obras municipales
Unidad asuntos rurales Tenencia del suelo Acceso al agua para riego y consumo Caminería rural, transitabilidad, conservación	Bases de datos (DBase, Excel, Access). Cartografía (papel, digital) Escala	Caminería, conservación Riego, acceso al agua Tenencia del suelo Usos del Suelo Uso de agrotóxicos
Unidad catastral Registro de tierras Registro de propiedad Nuevos fraccionamientos	Bases de datos (Dbase, Excel, Access, etc.) Cartografía (papel, digital) Escala	Propietarios Tamaño de predios Tipo de tenencia Usos de los predios
Unidad de transporte Recorridos, frecuencias Registro de compañías Registro de vehículos	Bases de datos (Dbase, Excel, Access) Cartografía (papel, digital) Escala	Calles y recorridos Cambios de recorridos Registro de vehículos y propietarios Usos de los predios
Unidad división salud Policlínicas Usuarios Localización	Bases de datos (Dbase, Excel, Access, etc.) Cartografía (papel, digital) Escala	Usuarios, edades, consultas Infraestructura médica Equipamiento

La UGI debe recabar y concentrar la información útil para la creación del SIGA, que se encuentre en cada servicio municipal.

Otra cuestión fundamental es la de la escala en la que se presenta la cartografía disponible.

Dada la superficie media de los Municipios en América Latina y el Caribe, las escalas de trabajo adecuadas para analizar la problemática del riesgo ambiental a nivel municipal, se ubican en el entorno de 1/50.000 a 1/10.000, por el nivel de detalle de la información.

A su vez, por la diversidad de funciones que cumplen, los Municipios manejan cartografía de escalas mayores a 1/10.000. (1/5.000, 1/1.000), como por ejemplo, para el diseño de fraccionamientos urbanos, amezanamientos y permisos de construcción.

Posteriormente esta información cartográfica a diferentes escalas y sus correspondientes bases de datos deben ser inventariadas. Seguidamente presentamos un ejemplo de inventario cartográfico temático. Nótese los posibles formatos de ingreso de la información, así como las diferentes escalas implicadas:

Cartografía	Formato	Escala de la cartografía	Sistema de coordenadas	Coberturas digitales
Infraestructura urbana	papel digital	1/ 50.000 1/20.000 1/10.000	Geográfica (latitud/longitud) Cartográfica (X/Y)	polígono ^{5***} líneas
Registro catastral (urbano/rural)	papel digital	1/10.000 1/5.000 1/1.000	Geográfica (latitud/longitud) Cartográfica (X/Y) Nomenclatura (calles)	polígono *** líneas
Infraestructura rural	papel digital	1/50.000 1/10.000	Geográfica (latitud/longitud) Cartográfica (X/Y)	polígono *** líneas
Red de saneamiento urbano	papel digital	1/25.000 1/10.000 1/5.000 1/1.000	Geográfica (latitud/longitud) Cartográfica (X/Y)	polígono *** líneas
Red transporte urbano	papel digital	1/10.000 1/5.000 1/1.000	Geográfica (latitud/longitud) Cartográfica (X/Y)	líneas
Servicios Públicos (Gobierno central y Municipal)	papel digital	1/10.000	Geográfica (latitud/longitud) Cartográfica (X/Y)	puntos

⁵ *** - Se recomienda este tipo de cobertura cuando se vaya a realizar la digitalización de la información existente en papel.

Información de origen en el gobierno central

A nivel nacional los Ministerios, Direcciones y Servicios han generado cartografía y bases de datos para sus cometidos específicos. Si bien esta información es de variadas escalas, raramente supera el detalle de 1/50.000, a excepción de aquella generada por los Institutos de estadística y censos.

Cabe señalar que, a escala nacional, los datos se refieren a unidades territoriales amplias -por ejemplo,

departamentos- lo que no permite utilizarlos a escala municipal. Por ejemplo: la producción anual de trigo en un determinado departamento, no es un dato ubicable espacialmente para un Municipio del mismo. Por lo tanto, no podrá ser utilizado con el fin de evaluar daños por una inundación que haya afectado a dicho Municipio.

En los cuadros de la páginas siguientes se muestra el tipo de información que generalmente está disponible a ese nivel. A vía de ejemplo, se indica el sitio web correspondiente para el caso de Uruguay:

Ministerios		
	Tipo de información	Datos disponibles
Ganadería y Agricultura www.mgap.gub.uy www.mgap.gub.uy/Diea/	Bases de datos: Censos agropecuarios Cartografía: formato papel y digital; escala nacional y departamental	Tipos de suelo Sistemas de tenencia Áreas cultivadas Áreas forestadas Áreas boscosas Existencias de ganado
Industria www.miem.gub.uy	Bases de datos: Censos industriales	Tipo de industria Insumos utilizados Emisión de efluentes y gases Producción de residuos sólidos
Transporte y Obras Públicas www.mtop.gub.uy	Bases de datos: características de la caminería Cartografía: formato papel y digital; escala nacional y departamental	Flujo de vehículos Estado de conservación de rutas y caminos Personal de mantenimiento Localización de áreas de extracción
Medio Ambiente y Recursos Naturales www.mvotma.gub.uy	Bases de datos: Permisos de habilitación industrial Cartografía: formato papel y digital; escala nacional y departamental	Emisión de efluentes y gases Producción de residuos sólidos Áreas silvestres protegidas

Direcciones/ Servicios/ Institutos		
	Tipo de información	Datos disponibles
Estadística y Censos http://www.ine.gub.uy	Bases de datos: variables demográficas y socioeconómicas Cartografía: formato papel y digital; escala nacional, departamental, localidad, sección, segmento, zona	Población Ocupación Edad Nivel educativo Cobertura de salud Vivienda
Meteorología http://www.meteorologia.com.uy http://www.armada.gub.uy/dimat/sohma/otrains.htm	Bases de datos: variables meteorológicas Cartografía: formato papel; escala nacional	Temperatura Precipitaciones Heladas Tormentas Ciclonés Advertencia meteorológica
Hidrografía www.fagro.edu.uy	Bases de datos: variables hidrológicas	Niveles hidrológicos Advertencia hidrológica
Catastro www.catastro.gub.uy	Bases de datos: registros de propiedad Cartografía catastral	Tamaño de predios Tenencia Bienes inmuebles
Geográfico http://www.ejercito.mil.uy/cal/sgm/index.htm	Bases de datos: puntos geodésicos y cotas altimétricas Cartografía: formato papel y digital; cartografía oficial a escala nacional Registro de imágenes aéreas y satelitales, con cobertura total o parcial del país	Niveles topográficos Redes hídricas Infraestructura urbana Infraestructura vial
Geología y Minería www.dinamige.gub.uy	Bases de datos: registros de prospección, explotación y concesiones Cartografía: geológica y minera	Formaciones geológicas Perfiles geológicos Yacimientos declarados Acuíferos
Fotográfico http://www.ejercito.mil.uy/cal/sgm/index.htm	Registro de imágenes aéreas y satelitales, con cobertura total o parcial	Registro fotográfico según la escala, año, tipo de vuelo (vertical, oblicua), cobertura

La Unidad de Gestión deberá evaluar la pertinencia de la información disponible a escala nacional, e incluir en su inventario la que considere relevante al momento de recabar la información.

Información de origen científico y social

Los centros de investigación de carácter público (por ejemplo: Universidades, Institutos de Investigación Agropecuaria) o privado (como ser: Universidades, asociaciones civiles) producen información (cartografía, bases de datos, atributos de variables) sobre diferentes temas, vinculados con el riesgo ambiental. Se trata generalmente de estudios de caso, de carácter por lo tanto específico para una localidad o una zona concretas.

Organizaciones no gubernamentales -sociales y/o ambientalistas- producen eventualmente información, sobre temas puntuales relacionados con el riesgo ambiental, la cual puede tenerse en cuenta.

También en este caso la UGI deberá seleccionar los materiales que considere adecuados para la elaboración del SIGA. Más allá de ello, es recomendable que dicha Unidad esté en contacto con la comunidad científica de sus respectivos países.

Evaluación de información inventariada

Al realizar el inventario de la información, es necesario aclarar si está o no disponible, y el costo eventual para acceder a la misma. En algunos casos, los obstáculos respecto del acceso a la información oficial pueden superarse a través una real cooperación interinstitucional.

Los Ministerios, las Direcciones y los Institutos oficiales generalmente realizan un control de calidad de la información que generan y difunden. De ahí que el proceso

-a veces engorroso y demandante de tiempo- que emprenderá la UGI para conseguir esa información, es una etapa previa fundamental para asegurar la confiabilidad de los datos que han de ingresarse al **SIGA**.

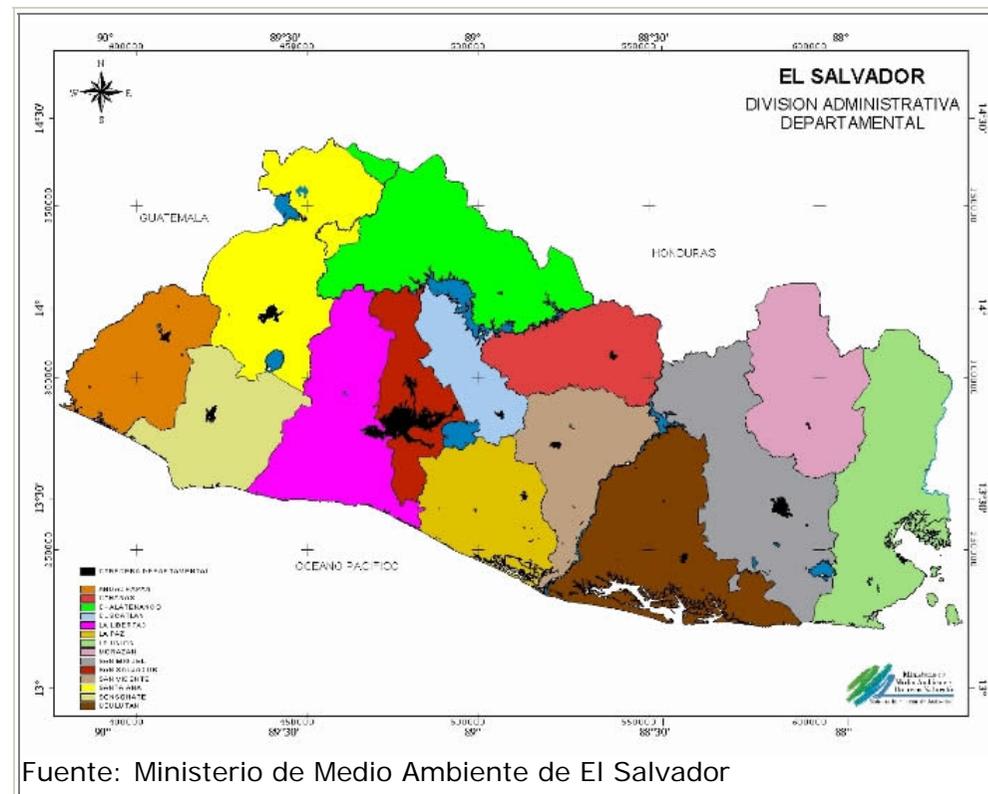
Respecto de la información generada por centros de investigación públicos y privados, además de su utilidad directa, cuando se refiere a áreas donde se dan amenazas y vulnerabilidades, es valiosa en cuanto a la posible aplicabilidad de las metodologías adoptadas.

En el caso de las ONGs, dado que no se trata de instituciones académicas, es imprescindible evaluar previamente la calidad de la misma. Ésta dependerá de la experiencia del equipo de investigación encargado del trabajo, de las fuentes utilizadas y de los objetivos que la organización persigue.

Identificadores topológicos de la información disponible⁶
 La información recabada se refiere a objetos (caminos, calles, áreas cultivadas, áreas silvestres, viviendas, hogares, etc.) que deben ser identificados según su localización. De ahí la necesidad de que toda **base de datos** contenga identificadores topológicos. Los mismos están compuestos por números o combinación de números y letras.

A modo de ejemplo se presentan los códigos utilizados para la identificación de diferentes unidades administrativas en El Salvador, desde la categoría país a la de cantón:

Países	Código de Países
Belice	1
Guatemala	2
El Salvador	3
Honduras	4
Nicaragua	5
Costa Rica	6
Panamá	7

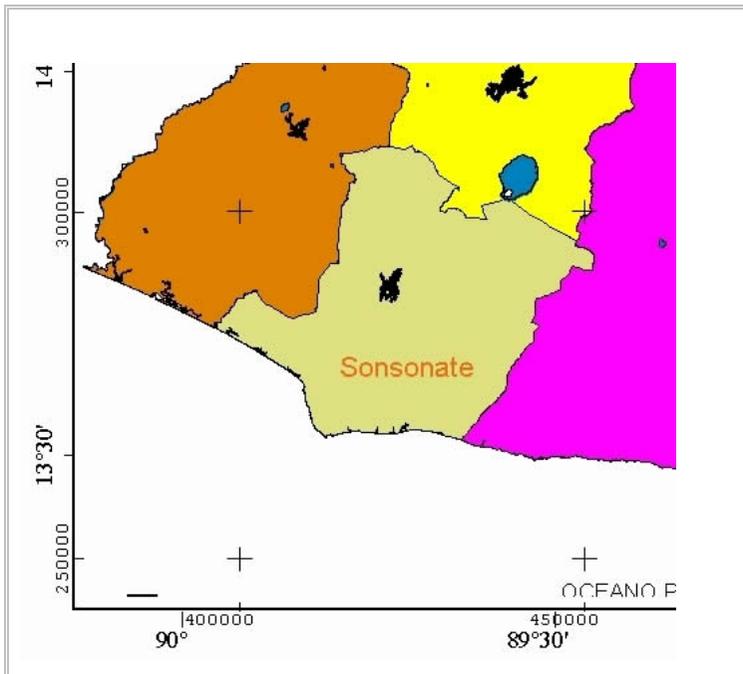


⁶ Para este tema se recomienda visitar las siguientes páginas web: www.serna.gob.hn/siniageo/INDE.htm, www.ine.gub.uy, www.diea.gub.uy www.dinamige.gub.uy

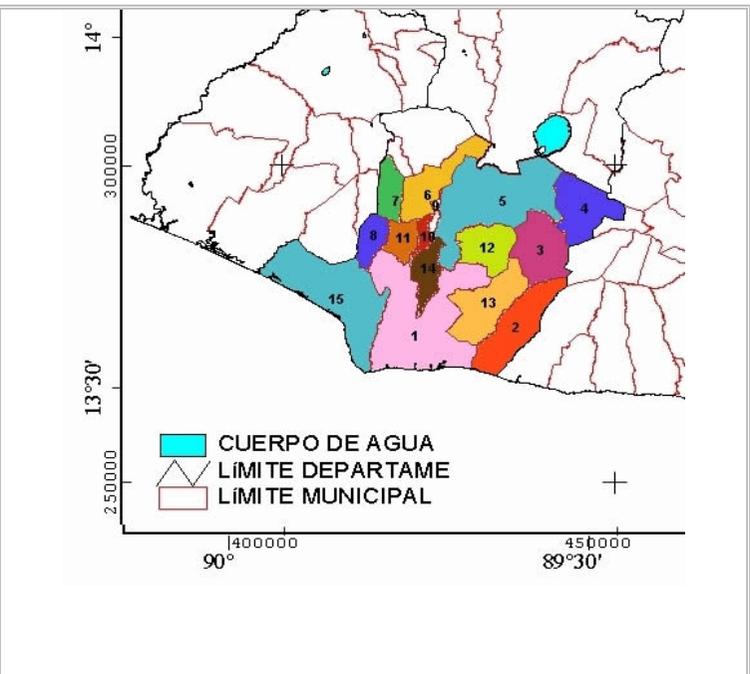
País (Lat./Log.-Coord. cartográficas X;Y)								Límite Nacional (Cobertura Universal)		
Provincia/Departamento				Provincia/Departamento				Unidades municipales		Límite Provincial (Unid. administrativas)
01				02				03		
Municipio	Mun.			Mun.		Mun.				Límite Municipal (Unid. municipales)
01-001	01-002			02-001		02-002				
Canton	Cant.	Cant.	Cant.	Cant.	Cant.	Cant.	Cant.			Límite cantonal (Unid. cantonales)
-001-001	-001-002	-002-001	-002-002							

Ejemplo:

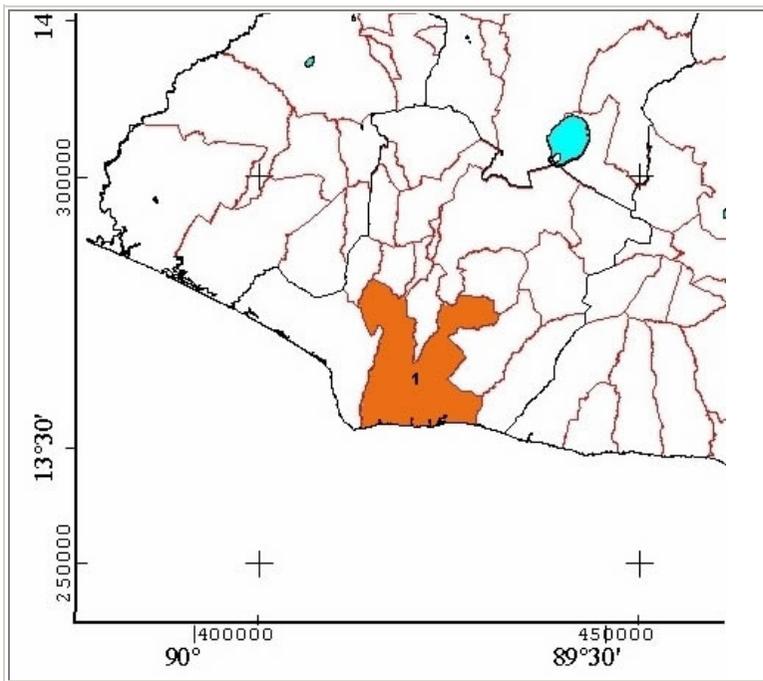
País	El Salvador (Cod_país 3)	
Departamento	Sonsonate	Cod_Dep 12
Municipios	1 a 15	Cod_Mun 12-001 Cod_Mun 12-015
Cantones	1 a 9	Cod_Cant 12-001-001



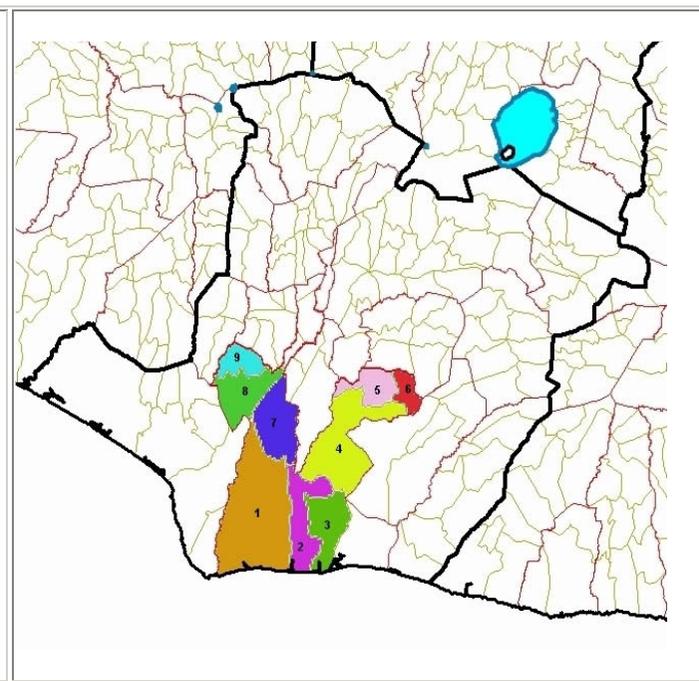
Código departamental- (12)
 Fuente: Ministerio de Medio Ambiente de El Salvador



Código municipal (12-015)
 Fuente: Ministerio de Medio Ambiente de El Salvador



Mapa 4- Código municipal (12-001)
 Fuente: Ministerio de Medio Ambiente de El Salvador



Mapa 5- Código Cantonal (12-001-001)
 Fuente: Ministerio de Medio Ambiente de El Salvador

Generalmente los códigos de las divisiones administrativas son comunes a los diferentes organismos estatales. En cambio, cuando las instituciones generan su propia información, a escala más detallada, aparecen dos grandes tipos de problemas. Uno, es que el mismo objeto -por ejemplo, una calle- tenga distinto identificador, según el organismo que lo designa:

	Identificador Estadística Censos	y	Identificador Municipal
Calle Principal	10198725		567ab

En este caso, la UGI deberá evaluar y optar por uno u otro, según la posibilidad de acceder al código y el formato en que éste se encuentra.

La otra dificultad importante es que las áreas definidas y codificadas no coincidan totalmente. Por ejemplo, en Uruguay, el Instituto Nacional de Estadística divide los departamentos en Secciones Censales, en tanto la Dirección de Estadísticas Agropecuarias los divide en Secciones Policiales. Los límites de ambos tipos de Secciones no son los mismos, y además éstas tienen identificadores diferentes.

En el momento de unir espacialmente las bases de datos, las unidades no coinciden. Entonces deberán

aplicarse métodos de corrección estadísticos, de ponderación de la(s) variable(s) de interés, fotointerpretación y recurrir al chequeo de terreno. Este tipo de problemas es más fácil de corregir utilizando las **herramientas SIG**.

Ingreso de la información básica

Este Capítulo presenta las etapas a seguir para ingresar la información al SIGA. En el ingreso se consideran dos fases: una etapa preliminar, en la que se ajusta la información a ingresar, según los objetivos específicos del SIGA, de los que dependen las variables a utilizar, y una fase de ingreso, donde se explica el procedimiento de entrada de la información, en dos opciones: formato papel o digital.

Esquemáticamente, el procedimiento es el siguiente:

Fase preliminar	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Determinación de los objetivos específicos del SIGA en función del binomio amenaza-vulnerabilidad ▪ Planificación de actividades ▪ Elaboración del inventario ▪ Organización de las tareas de ingreso al sistema ▪ Determinación de la escala cartográfica adecuada ▪ Construcción de bases de datos y corrección de identificadores topológicos ▪ Elección de la herramienta ▪ Elección de variables 	
Fase de ingreso	
<p>Opción papel:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Elaboración de cartografía tradicional ▪ Cartografía básica 	<p>Opción digital:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Elaboración de cartografía digital ▪ Cartografía básica ▪ Mapas temáticos

Fase preliminar

Determinación de los objetivos específicos del SIGA en función del binomio amenaza-vulnerabilidad.

Las situaciones de riesgo que pueden darse en el territorio de un Municipio son variadas. En las mismas es posible identificar una amenaza principal. Sin embargo, raramente los fenómenos que significan una amenaza, se presentan en forma aislada. Por el contrario, éstos se dan concatenados. Así, por ejemplo, una tormenta severa provocará inundaciones, entre otras consecuencias, que afectarán especialmente a las poblaciones ubicadas sobre las planicies de inundación o las laderas susceptibles de desmoronarse.

De modo que los objetivos específicos del SIGA se formularán de acuerdo con la(s) amenaza(s) y la vulnerabilidad que sea necesario considerar.

Este es un paso fundamental en el SIGA, ya que los objetivos específicos que se formule la Unidad de Gestión, determinarán las variables a ser tenidas en cuenta para ingresar al sistema. Y relacionado con ello, el tiempo que requerirá dicha tarea y la eficiencia del mismo como herramienta de gestión ambiental.

Planificación de actividades

Deberá realizarse un cronograma de actividades, que sea realista, en cuanto a que tenga en cuenta las limitantes en materia de recursos, información, personal, etc. que deberán enfrentarse, y a la vez considere las urgencias y las prioridades de las situaciones que generan riesgo ambiental.

Elaboración del inventario

Como se señaló, inventario de la información sobre las variables que contendrá el SIGA, dependerá de los objetivos específicos. El mismo debe ser lo más exhaustivo posible. Debe incluir la localización (Ministerio, Servicio, ONG, etc.) de la información y la disponibilidad de la misma (costo, formato, tiempo).

Puede ocurrir que no se disponga de toda la información necesaria para la construcción del SIGA. Por ejemplo: Un determinado Municipio comprende un área urbana y un área rural. El censo agropecuario del país ofrece información sobre las actividades productivas a nivel provincial o departamental, pero esa información no es adecuada para la escala municipal, para determinar áreas de uso del suelo. Por lo tanto será necesario generarla mediante fotointerpretación y el correspondiente chequeo de campo.

Para asegurar la calidad de la información a ser ingresada, debe contarse con los metadatos de la misma.

Organización de las tareas de ingreso al sistema

Comprende: determinar las tareas concretas a realizar y que figuran en el cronograma; designar el personal responsable; saber con qué infraestructura y medios se cuenta.

Determinación de la escala cartográfica adecuada

Considerando la superficie del territorio de los Municipios o Comunas en la región, la escala de detalle adecuada está en el entorno de 1:50.000 a 1:10.000. Hay información relevante -por ejemplo: formaciones geológicas, grupos de suelo, asociaciones vegetales, áreas de cultivos- que generalmente se encuentra a escalas que comprenden territorios mayores a los de un Municipio (1:100.000, 1:1.000.000). Por lo tanto es imprescindible realizar un trabajo de ampliación del detalle, llevando toda la cartografía a una escala única, que estará en el rango 1:50.000 - 1:10.000.

Para realizar dicho cambio de escala pueden tomarse básicamente dos caminos. Cuando las variables a introducir -por ejemplo, la geología- son más homogéneas en el espacio, es aceptable hacer una ampliación a partir de la cartografía preexistente. En cambio, en el caso que las variables presenten una mayor discontinuidad espacial -como ser, las áreas cultivadas- es necesario generar la información, mediante técnicas como fotointerpretación, cuestionarios y/o chequeo de campo. En definitiva, estas opciones competen a la Unidad de Gestión.

Construcción de bases de datos y corrección de identificadores topológicos.

Puede trabajarse con datos tomados de otras fuentes (secundarios) y/o elaborarse los propios datos (primarios). El primer caso corresponde generalmente a datos socio-económicos. Los mismos están generalmente disponibles en bases digitales (Excel, D-Base, Access). Las mismas están construidas normalmente en forma de planillas que tienen filas y columnas. En las filas figura un elemento espacial que se caracteriza por su correspondiente identificador

topológico (ej.: 01100050200013), en tanto las columnas corresponden a los valores o las cualidades del atributo. El siguiente ejemplo corresponde a la variable "hacinamiento" y ha sido tomado del Instituto Nacional de Estadística de Uruguay. En las columnas puede observarse los valores que toma la variable: (ver tabla)

ZONA	HASTA_2	2_A_3	3_A_4	4_A_5	N
0110005020013	7	1	0	1	1
0110005020014	5	6	3	2	2
0110006020001	61	3	1	1	1
0110006020002	55	12	0	2	2
0110006020003	54	8	3	1	1
0110006020004	40	10	1	1	1
0110006020005	18	1	0	0	0
0110006020006	53	6	0	0	0
0110006020007	38	2	0	0	0
0110006020008	47	9	4	1	1
0110006020009	22	1	0	0	0
0110006020010	37	10	5	0	0
0110008020001	75	12	1	0	0
0110008020002	60	8	2	0	0
0110008020003	2	1	0	0	0
0110008020004	0	0	0	0	0
0110008020005	0	0	0	0	0
0110008020006	42	2	0	0	0
0110008020007	46	4	2	0	0

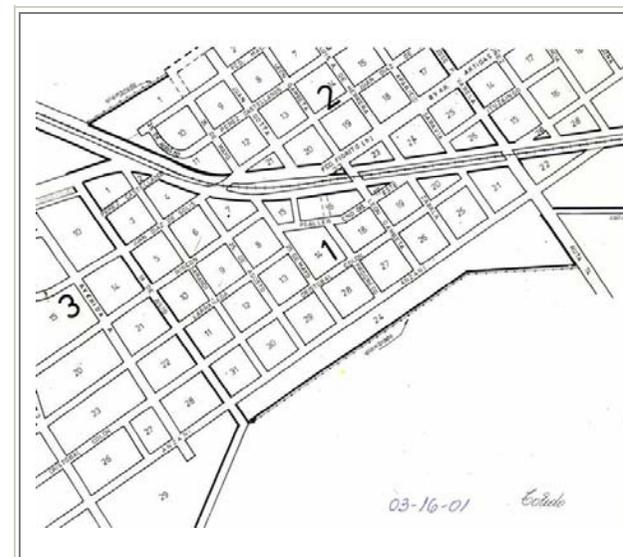
Tabla Base de datos obtenida del Instituto Nacional de Estadística- Uruguay- Censo 1996

IMPORTANTE: Se recomienda que para trabajar con datos socioeconómicos, la información solicitada al organismo, tenga la estructura básica (filas, columnas) y que el nivel de agregación sea mínimo.

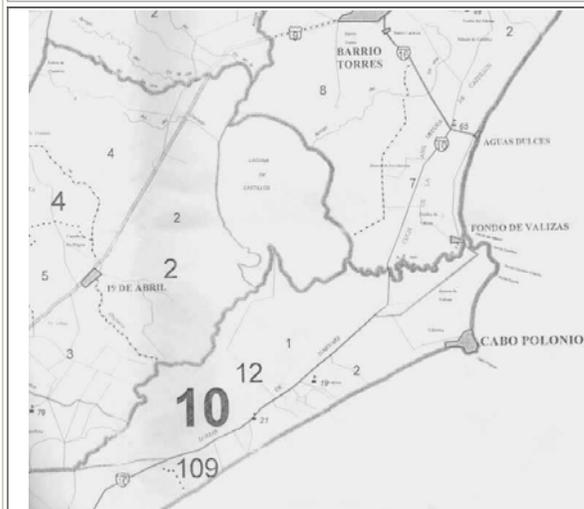
Es necesario que siempre que se cuente con una base de datos, exista la correspondiente cartografía que permita reconocer espacialmente la variable considerada. Cuando se ingrese al SIGA la información de las bases de datos, se debe tener en cuenta que dicha representación gráfica puede estar en papel o en formato digital. El manejo de la información para ambos casos, será tratado en el ítem Fase de ingreso.

IMPORTANTE: Se recomienda que para trabajar con datos socioeconómicos, la información solicitada al organismo, tenga la estructura básica (filas, columnas) y que el nivel de agregación sea mínimo.

Es necesario que siempre que se cuente con una base de datos, exista la correspondiente cartografía que permita reconocer espacialmente la variable considerada. Cuando se ingrese al SIGA la información de las bases de datos, se debe tener en cuenta que dicha representación gráfica puede estar en papel o en formato digital. El manejo de la información para ambos casos, será tratado en el ítem Fase de ingreso



Cartografía tradicional (INE-Uruguay)



Cartografía digital (INE-Uruguay)

En caso de que la información no exista o se encuentre a una escala inadecuada, deben generarse datos primarios. Estas bases de datos se construyen a partir de información obtenida por la combinación de varias técnicas: fotointerpretación, chequeos de terreno, encuestas, etc.

En el siguiente ejemplo se trabaja con la variable Geología con sus respectivos atributos, en el caso hipotético de un Municipio, que se divide en tres grandes unidades geológicas, según su tipo de roca y origen.

ID_geológico	Nombre de la variable	Atributos (permeabilidad)	Atributo numérico	tipos de roca	Código numérico rocas
101	roca ígnea intrusiva	impermeable	1	granito	1
10201	roca metamórfica	impermeable	1	esquistos	3
10202	roca metamórfica marina	permeable	2	calizas	4
103	roca sedimentaria eólica	permeable	2	areniscas	5

Una vez que se han determinado las áreas en que la variable está representada, a cada una de ellas hay que asignarle un identificador topológico. Como se señaló en el ítem Identificadores topológicos de la información disponible, las opciones son: elegir de entre los indicadores existentes, el más adecuado para los objetivos específicos del SIGA, o bien generar un nuevo identificador.

En el caso presentado en el cuadro, el identificador topológico (ID_geológico) se compone de un determinado número de dígitos, que indican la localización, el tipo y el origen de la roca. Cuanto más discriminado esté el ítem del atributo, mayor será el número de dígitos a utilizar. Debe tenerse la precaución de no utilizar los mismos dígitos para diferentes categorías. En este caso, 10201 corresponde a "roca metamórfica" y 10202 a "roca metamórfica marina".

Elección de la herramienta

Teniendo en cuenta los objetivos específicos planteados y los recursos disponibles, la Unidad de Gestión deberá optar entre una metodología tradicional, basada en cartografía papel, y otra que utiliza cartografía digital, en ambientes SIG.

La primera opción es de menor costo monetario en el inicio, pero implica una alta inversión de tiempo (horas/hombre) y está más limitada en cuanto a sus posibilidades de generar y actualizar información.

La segunda implica una inversión previa en equipos (hardware y software, escáner) y en formación del personal, así como tener en cuenta los costos de salida (ploteo, impresión, redes de información). La ventaja de la

opción digital es que, una vez ingresada la información, el manejo y la actualización de la misma son más rápidos, permitiendo un mayor nivel de análisis, por el número de variables con el que se puede trabajar.

En América Latina y el Caribe, los gobiernos han invertido en el cambio tecnológico hacia la automatización de la información, al menos a nivel nacional. En cambio, la situación a nivel municipal es heterogénea y, en algunos casos, lejana de ese proceso de cambio tecnológico. Sin embargo, la actual tendencia es a una expansión en el uso de softwares de tipo SIG, lo que indudablemente implica ventajas comparativas frente al método tradicional.

En general, los softwares de SIG existentes son de carácter comercial. Algunas Universidades y centros de investigación han creado software de acceso libre en Internet -como el caso del SPRING- o de bajo costo, para el uso académico, como IDRISI. Información específica sobre algunos de los SIGs más usados está disponible en:

SPRING	http://www.dpi.inpe.br/spring/
IDRISI	www.clarklabs.org/home.asp www.clarku.edu/departments/geography
ARC-View / ARC-Info / ARC-Explorer	www.esri.com
ERDAS	www.erdas.com

La elección del software a utilizar será decisión de la UGI, ya que cualquiera de ellos puede realizar las operaciones propuestas en el **SIGA**.

No obstante, cabe señalar que el SIG por si mismo no soluciona ningún problema, puesto que su utilidad depende del conocimiento de los técnicos encargados. De modo que la opción en formato papel, propuesta por el **SIGA**, no es descartable, dado que puede significar una etapa previa de elaboración de información para la futura implementación de un SIG a escala municipal.

Elección de variables

Las variables a ingresar al **SIGA** dependerán de los objetivos específicos que se haya fijado la UGI. En este punto, conviene recordar que el **SIGA** se basa en el cruce de cuatro componentes: geosistemas físico, geosistema socio-económico, geosistema Uso del suelo y Sistema de Líneas de Vida y Servicios. Por lo tanto en todos los casos deben considerarse variables pertenecientes a los cuatro sistemas mencionados.

En cuadro se presentan los insumos necesarios para elaborar algunos de los mapas temáticos y sus respectivas bases de datos:

Geosistema físico

Insumos (fuentes variadas)	Productos cartográficos	Bases de datos
Cartas topográficas (escala 1/100.000 a 25.000), con curvas de nivel.	Cartas temáticas Niveles altimétricos Cuencas Hídricas Pendientes Red Hídrica	Para cada nivel hipsométrico: Características de las cuencas hídricas Extensión y estado de conservación
Geológicas ⁷ (1/1.000.000, 1/500.000, 1/250.000, 1/100.000)	Formaciones geológicas Propiedades texturales (permeabilidad, tenacidad) Mapas de riesgo sísmico Vulcanismo	Base de datos con perforaciones geológicas Profundidad de los niveles hídricos subterráneos
Geomorfología (escala 1/50.000, 1/20.000)	Unidades de paisaje Procesos y agentes geomorfológicos Mapas de riesgo por movimiento de masas	Base de datos granulométricos
Edafología (escala 1/100.000 a 1/20.000)	Unidades de suelos Aptitud de uso	Propiedades físico químicas Producción predial Censos agropecuarios Tendencias
Hidrografía superficial y subterránea	Jerarquización hídrica Infraestructura hídrica. Redes de canales Localización de pozos	Calidad de agua Profundidad de napas Registro de caudal
Climatología	Isoyetas anuales, estacionales Isotermas anuales, estacionales	Bases de datos climáticos
Fitogeográficos	Coberturas vegetales .Estados de conservación	Registros de biodiversidad

⁷ Ver anexo de mapas

Geosistema socio-económico

Variables - (fuente: Censo)	Productos cartográficos	Bases
N° de población por sexo	Distribución de población por sexo.	Registro de población por sección, segmento, zona.
N° personas por grupos de edad	Distribución de población por grupos de edad. Distribución de población infantil / adultos mayores.	Registro de población por sección, segmento, zona.
N° de hijos por mujer	Distribución de número de hijos por mujer.	Registro de natalidad y de mortalidad infantil.
Cobertura de salud - por servicio por grupos de edades	Distribución de la población según cobertura sanitaria. Distribución de la población por grupos de edades según cobertura sanitaria.	Registro de centros de salud y asistencia.
Calidad de vivienda - por tipos de material de construcción - por hogares en condición de hacinamiento	Distribución de vivienda por calidad de material de construcción. Distribución de vivienda por nivel de hacinamiento.	Tipología de la calidad de vivienda.

Geosistema Uso del suelo

Variables	Productos cartográficos	Bases de datos
(fuentes: imágenes satelitales, fotográficas aéreas, salidas de terreno)		
Áreas urbanas (Mapa 16)		
Residencial		Registro catastral
Público		Registros de efluentes (domésticos, industriales)
Industrial	Mapa de uso del suelo urbano	Registros de empresas (comerciales e industriales)
Comercial	Mapa de localización industrial	Registros actividad por rama comercial e industrial
Espacios verdes	Mapa de localización de áreas verdes	
Sin uso		
No determinado		
Áreas rurales		
Agricultura	Mapa de uso del suelo rural	Registro catastral
Ganadería	Mapa de aptitud de uso del suelo	Registros de efluentes (domésticos, industriales)
Mixto	Mapa de localización de cultivos	Registros de empresas (comerciales e industriales)
Forestación		Registros actividad por rama comercial e industrial
Industrial	Mapa de localización de explotaciones mineras	Bases de tipos de suelos, descripción y perfiles edáficos.
Minería		
Áreas protegidas	Mapas de Áreas Protegidas	
Sin Uso		

Sistema de Líneas de Vida y Servicios

VARIABLES (Fuente: organismos públicos y privados)	Cartografía temática	Bases de datos
Caminería Transporte Comunicaciones	Red vial Mapa de flujos de transporte pasajeros Mapa flujos de transporte de carga Estructura Urbana	Tipología vial Tipología urbana Registro de empresas de transporte de pasajeros y cargas
Agua potable Luz eléctrica Saneamiento Disposición de residuos	Localización de redes (agua, luz, saneamiento, recolección)	Registro de cañerías, suministros, usuarios, volúmenes de residuos
Salud Educación Seguridad	Localización de centros (salud, educación, seguridad)	Registros de accesibilidad e infraestructura en salud, educación, seguridad

Fase de ingreso (Opción papel)

En este capítulo se presentan los pasos para ingresar información al **SIGA** utilizando una metodología tradicional, basado en el uso de papel y trazados. Como se ha señalado, la misma presenta limitantes, pero puede llegar a constituir la única opción viable para Municipios que carecen todavía de tecnología SIG.

La elaboración de cartografía tradicional no se descarta aun existiendo el soporte técnico, ya que es especialmente útil cuando la información se debe crear. Es una fase complementaria en la elaboración cartográfica de las variables físicas. Después de ser chequeada, dicha cartografía será transformada a formato digital.

Listado de materiales

Previamente al inicio del trabajo, el equipo deberá asegurarse contar con los materiales básicos necesarios.

Materiales	<ul style="list-style-type: none">▪ cartas topográficas▪ fotografías aéreas▪ papel de calco estable▪ transparencias▪ colores▪ tramas▪ tiralíneas▪ útiles de geometría▪ estereoscopio (de bolsillo y/o espejos)▪ cámara clara▪ mesa de dibujo
------------	--

Confección de cartografía básica

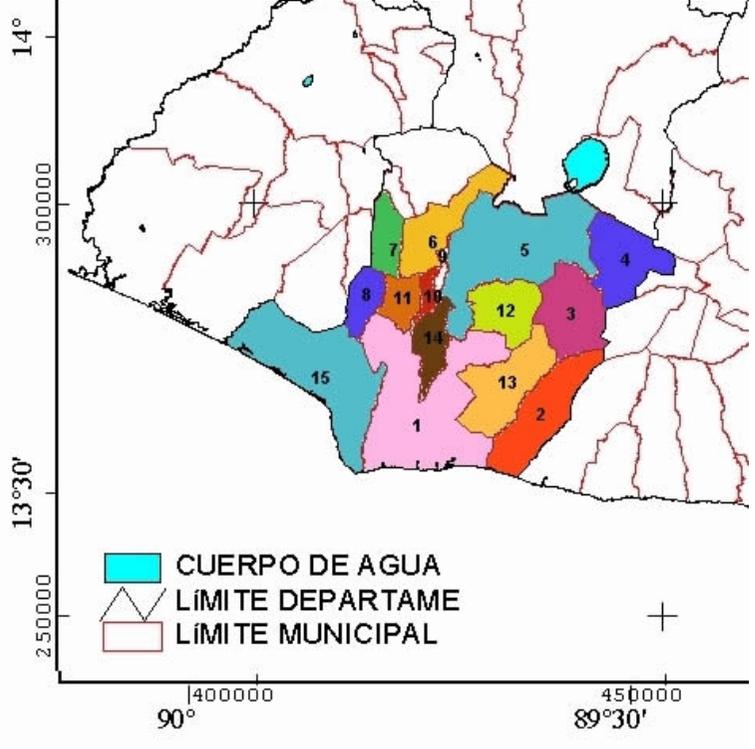
Como hemos señalado, las variables con las que se trabajará -y los mapas correspondientes- dependerán del par amenaza(s)-vulnerabilidad(es) que se deba abordar, según el Municipio. Por ejemplo: eventos de inundación-población de bajos recursos localizada en la ribera; en este caso es necesario trabajar con mapas de curvas de nivel, registros de precipitaciones y caudales y mapa de la localización de población potencialmente afectada.

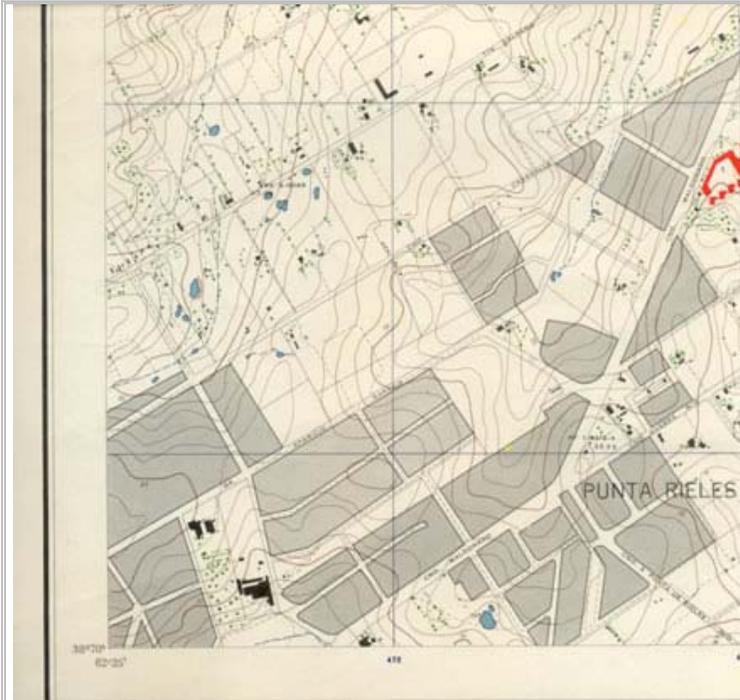
En el **SIGA** se utiliza una serie de mapas básicos, cuya elaboración se explica en los párrafos siguientes. El cruce o procesamiento de esta información cartográfica permitirá luego obtener como producto una cartografía de riesgo ambiental, donde se considera la interrelación entre los geosistemas propuestos.

IMPORTANTE: Debe recordarse que es imprescindible para que la confección del SIGA sea correcta, que la base cartográfica sea la oficial, ya que ésta cumple con las normas internacionales de calidad; tiene definido el **sistema de proyecciones**, el **geoide** de referencia, el **datum** del país, y el **sistema de coordenadas** (geográficas y/o cartográficas).⁸ datum geodésico.

En el siguiente cuadro se muestra el procedimiento para confeccionar los respectivos mapas básicos.

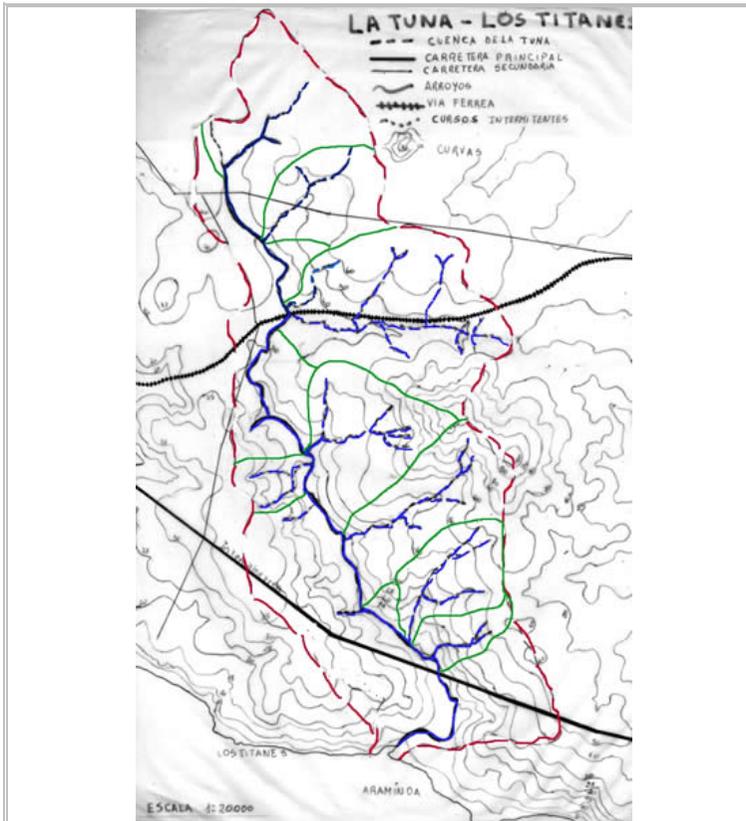
⁸ En este punto conviene dirigirse al Anexo "Nociones de cartografía"

Mapas básicos	Confección
 <p>Mapa que muestra los límites departamentales (línea roja) y municipales (línea negra) de un municipio. El territorio está dividido en 15 zonas numeradas y coloreadas: 1 (rosa), 2 (rojo), 3 (púrpura), 4 (azul), 5 (verde), 6 (amarillo), 7 (naranja), 8 (verde), 9 (naranja), 10 (rojo), 11 (naranja), 12 (verde), 13 (naranja), 14 (rojo), 15 (verde). Un cuerpo de agua está representado en azul. El mapa incluye un sistema de coordenadas con latitud (13°30' y 14°) y longitud (90° y 89°30'). Una leyenda indica: CUERPO DE AGUA (azul), LIMITE DEPARTAME (línea roja), LIMITE MUNICIPAL (línea negra). Una escala gráfica y/o numérica y una orientación (cruz) también están presentes.</p>	<p>Se calca el límite político-administrativo, a partir de la carta topográfica oficial a 1/50.000 ó 1/25.000, según la superficie municipal</p> <p>Se copia el sistema de coordenadas cartográficas y/o geográficas</p> <p>Se dibuja la escala gráfica y/o numérica</p> <p>Se señala la orientación</p> <p>Se crean las referencias ó leyendas respectivas</p> <p>IMPORTANTE: El resto de la cartografía básica y temática tendrá como límite, el que figura en este mapa.</p>
<p>Límites del Municipio Fuente: Ministerio de Medio Ambiente de El Salvador</p>	



Curvas de nivel. Fuente: IMM-Uruguay

- Se calcan las curvas de nivel de la carta topográfica oficial
- Se copia el sistema de coordenadas cartográficas y/o geográficas
- Se dibuja la escala gráfica y/o numérica
- Se señala la orientación
- Se crean las referencias ó leyendas



Cuenca hídricas.
Fuente: Fernández, 1997

Se traza el límite de cuenca tomando como referencia los niveles topográficos más elevados, y las nacientes de los cursos hídricos.

Las divisorias de agua (niveles altimétricos más elevados), pueden también reconocerse mediante fotointerpretación.

Los pasos anteriores son análogos para discriminar subcuencas en cursos de menor orden.

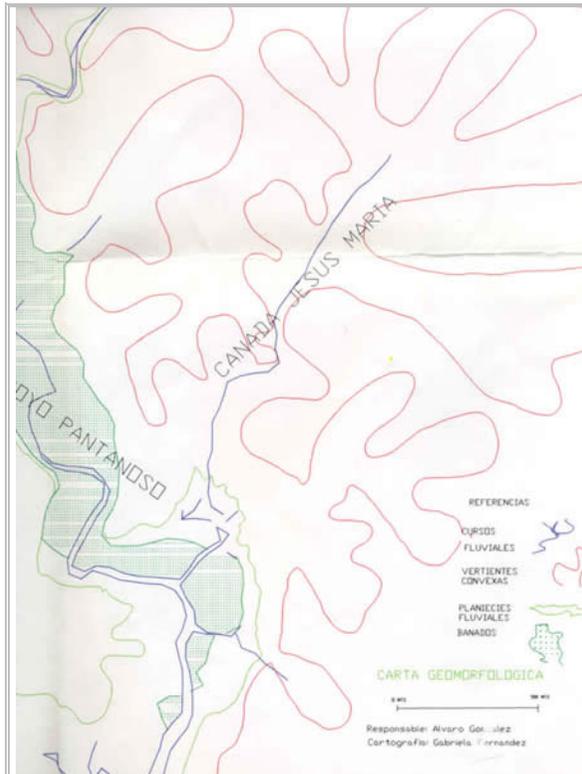
Se copia el sistema de coordenadas cartográficas y/o geográficas.

Se dibuja la escala gráfica y/o numérica

Se señala la orientación

Se crean las referencias ó leyendas

IMPORTANTE. Dado que la herramienta SIGA toma como unidad gestión ambiental la cuenca hídrica, la correcta confección de este mapa resulta fundamental.



Unidades geomorfológicas
Fuente: Fernández, 1991

Para confeccionar este mapa es necesario contar con la carta topográfica y las fotos aéreas en pares estereoscópicos (escala 1/20.000 a 1/5.000)
Se fotointerpreta para detectar las unidades geomorfológicas:

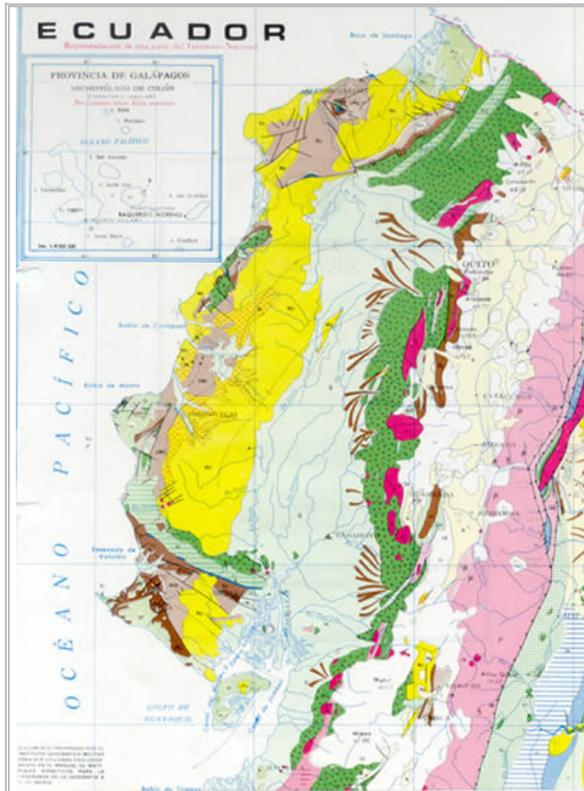
- Planicies
- vertientes cóncavas
- vertientes convexas

Se copia el sistema de coordenadas cartográficas y/o geográficas

Se dibuja la escala gráfica y/o numérica

Se señala la orientación

Se crean las referencias ó leyendas



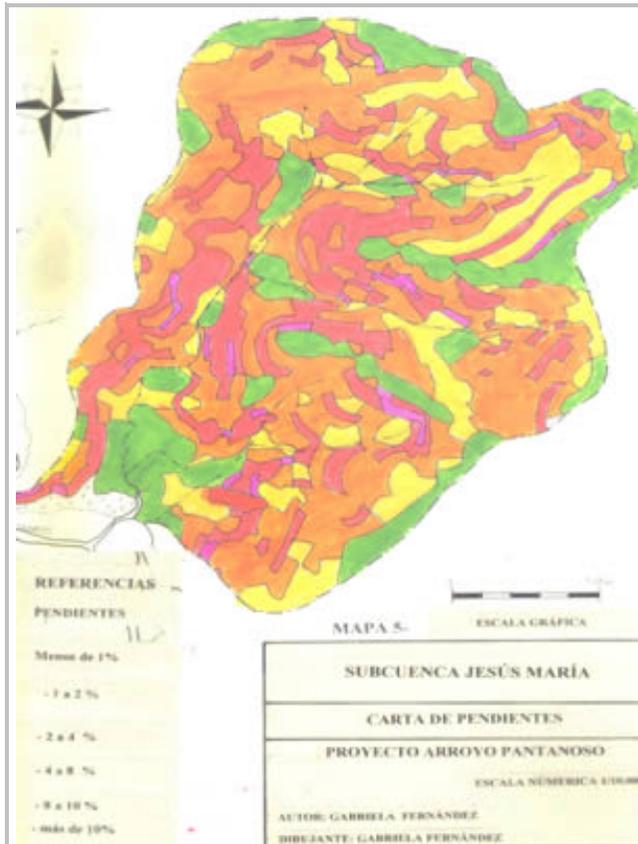
Unidades geológicas.
Fuente: CEPEIGE- Ecuador

Se parte de la carta geológica 1/100.000, que debe ser ampliada llevar la escala municipal.
Se copia el sistema de coordenadas cartográficas y/o geográficas.

Se dibuja la escala gráfica y/o numérica.

Se señala la orientación.

Se crean las referencias ó leyendas
Se recomienda en este caso, que posteriormente se ajuste la misma con trabajos geológicos de mayor detalle



Mapa de pendientes. Fuente: Fernández,1991

Para confeccionar este mapa es necesario contar con la carta topográfica y las fotos aéreas en pares estereoscópicos (escala 1/20.000 a 1/5.000).

Se trabaja a partir de la carta topográfica para calcular las pendientes entre curvas de nivel
 Se copia el sistema de coordenadas cartográficas y/o geográficas.

Se dibuja la escala gráfica y/o numérica.
 Se señala la orientación.
 Se crean las referencias ó leyendas.



Mapa de pendientes. Fuente: Fernández, 1991

Un Municipio comprende generalmente un área urbana y una rural. Por lo tanto, se distinguen dos patrones de distribución diferentes: medio urbano y medio rural.

En el medio urbano, interesa indicar: trama urbana, edificios públicos y privados, tipo de viviendas y uso productivo.

En el medio rural, se señalará: caminería, distribución predial, uso productivo y áreas naturales.

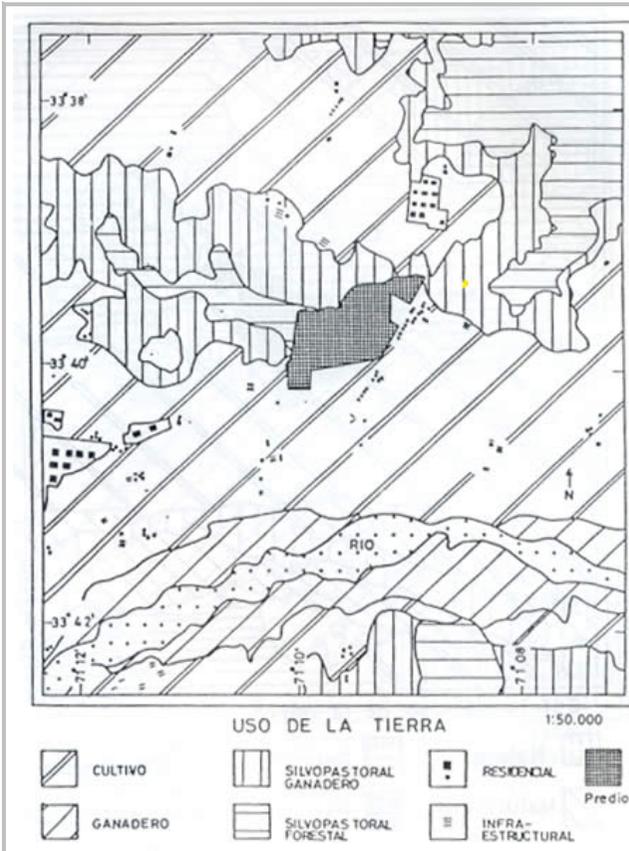
En ambos casos se trabaja con cartas topográficas, fotos aéreas recientes y chequeo de campo o cuestionario.

Se copia el sistema de coordenadas cartográficas y/o geográficas

Se dibuja la escala gráfica y/o numérica. Debe tenerse en cuenta que a nivel urbano es necesario trabajar con escalas más detalladas (1:25.000 a 1:5.000).

Se señala la orientación.

Se crean las referencias ó leyendas



Uso del suelo rural Fuente: Gasto et al. 1993

(viene de la página anterior)
 Se señala la orientación.
 Se crean las referencias ó leyendas



Variables socioeconómicas. Toledo- Uruguay. Fuente: INE, 1985

Se utiliza la cartografía de base confeccionada por los Institutos de Estadística de cada país.

Las unidades territoriales están predeterminadas, y su denominación y superficie varían de un país a otro.

Cada una de esas unidades espaciales tiene un indicador topológico, que va a permitir confeccionar manualmente el mapa temático de la variable que se desee. Por ejemplo: número de habitantes, número de hogares, relación hogares/vivienda, nivel educativo, etc.

Para trabajar con este mapa de base, se debe calcar o fotocopiar el mismo tantas veces como variables se desee analizar espacialmente.

Fase de ingreso (Opción digital)

A continuación se explican los pasos a seguir para ingresar información al **SIGA** cuando se trabaja en ambientes SIG. Esta tecnología facilita el ingreso y la actualización de la información que se maneja en el **SIGA**.

IMPORTANTE: Para esta opción es imprescindible contar con personal especializado en manejo de software de cartografía automática (**CAD**) y/o Sistemas de información Geográfica.

Los pasos que comprende esta fase son:

- Escaneo de fotos aéreas y mapas en papel
- Georreferenciación
- Digitalización de fotos aéreas y mapas
- Clasificación de imágenes satelitales
- Confección de bases de datos
- Creación de coberturas (digitalización, elaboración)

Listado de materiales

Deberá disponerse de los siguientes materiales:

- computadora de mínimo 128 RAM, 20 giga de Disco. Monitor color 14" con acelerador gráfico.
- softwares SIG (SPRING, ArcView, etc.)
- softwares de procesamiento de imágenes (Photostudio, Corel, etc.)

Escaneo de fotos aéreas y mapas en papel

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG), permiten agrupar información de variadas características (bases de datos, imágenes, mapas). En el caso de materiales cartográficos y las fotos aéreas deben ser transformadas a formato **raster** o digital para poder ser ingresadas a estos ambientes. En estos casos, se recomienda escanear las fotos aéreas y los mapas papel, con una **resolución** de 150 a 300 ppp (puntos por pulgada), y guardar la imagen obtenida en un archivo de formato JPG ó TIFF (no comprimido). Estos formatos son reconocidos generalmente por los SIG, lo que facilita su posterior manejo.

Cabe señalar que esta operación se puede realizar con los escaner comunes de mesa.

Georreferenciación

El proceso de georreferenciación se basa en localizar a través de coordenadas cartográficas o geográficas, la información existente en bases de datos y/o en el terreno. El procedimiento puede hacerse en terreno, utilizando una carta topográfica y/o un **GPS** de precisión que permita localizar exactamente una **entidad** (fábrica, falla geológica, etc.), o bien en gabinete a través de herramientas SIG, que georreferencian en pantalla, uniendo la nueva información a una cartografía preexistente.

NO OLVIDAR. Es necesario proceder con cuidado al utilizar un GPS, ya que el mismo debe estar calibrado, y utilizar el mismo sistema de proyecciones de la cartografía oficial.



Arroyo Pantanoso, Montevideo, Uruguay. 1998.
(escala original 1/40.000. Fuerza Aérea
Uruguay)

Digitalización de fotos aéreas y mapas

Es el método de para capturar datos en formato vectorial. Es una etapa muy importante del proceso, que requiere tener en cuenta los objetivos específicos del **SIGA** y, vinculado con ellos, qué coberturas se necesitan, para qué se van a usar y cómo se va a proceder a la digitalización. La digitalización se puede realizar por dos caminos:

1- A través del ingreso cartográfico por tabla digitalizadora, utilizando software de cartografía automatizada (CAD), ó
2- mediante la digitalización en pantalla utilizando herramientas SIG, para lo que se necesita contar con las extensiones de manejo de imágenes y geoprocesamiento.

En el caso de usar una tabla digitalizadora, se debe referenciar el mapa al sistema de coordenadas geográficas o planas que se esté utilizando. Los programas CAD convencionales habilitan esta función al iniciar la digitalización.

Se recomienda, tanto para la digitalización en pantalla como mediante tabla, ir creando coberturas separadas (red hídrica, caminería, infraestructura, etc.) y utilizando las entidades gráficas (puntos, líneas, polígonos), que mejor se adecuen al posterior manejo de la información.

Entidad gráfica	presentación del elemento	Ejemplo
punto	como un punto	escuela, fábrica, hospital
línea, polilínea	lineal	cursos agua, tendido eléctrico
polígono	como un área	cuencas, sectores censales

ATENCIÓN. Cuando se trabaja con fotos aéreas debe tenerse en cuenta que el único punto de la foto en el que no hay deformación de la imagen es el centro de la misma, dado que la foto es una **proyección** de perspectiva central. Por lo tanto lo ideal sería utilizar ortofotos. Éstas deben ser confeccionadas especialmente a través de métodos **fotogramétricos**, por lo que tienen un mayor costo y en ocasiones no es posible conseguirlas.

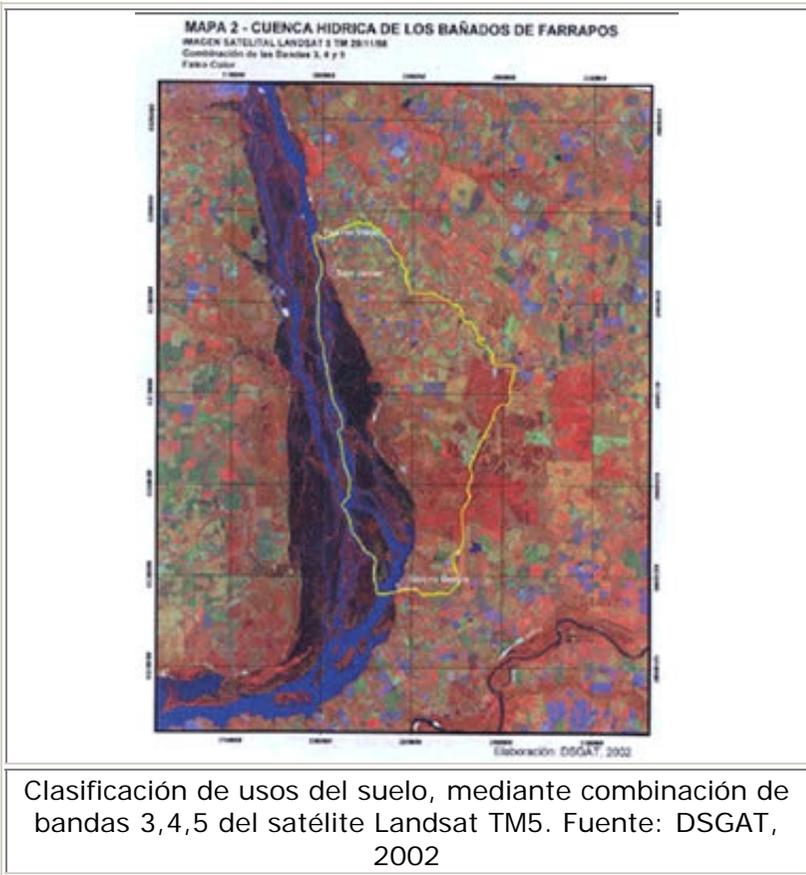
La digitalización debe hacerse prolijamente, no dejando polígonos sin cerrar, ni líneas superpuestas. Conviene recordar que corregir estos inconvenientes insume más tiempo que la digitalización propiamente dicha.

PRECAUCIÓN. Al momento de guardar la información, la misma debe hacerse en un formato compatible con el SIG al cual se va a volcar posteriormente (ejemplo: DWG a DXF).

Clasificación de imágenes satelitales

Se basa en combinar diferentes bandas del espectro electromagnético para resaltar peculiaridades de la superficie del suelo, lo que permite discriminar diferencias de contenido de humedad, vegetación, usos productivos, fallas, etc.

A estos efectos, las imágenes satelitales más accesibles a nivel comercial son las captadas por los satélites **SPOT** y **LANDSAT**, con resolución de **píxel** de 10 metros y 30 metros respectivamente.



Clasificación de usos del suelo, mediante combinación de bandas 3,4,5 del satélite Landsat TM5. Fuente: DSGAT, 2002

Dados el costo de la imagen en soporte magnético y los requerimientos de equipo y personal especializado, su uso se justifica en Municipios con amplias áreas rurales, donde sea necesario determinar coberturas vegetales (tipos de cultivo, variación de asociaciones vegetales) e inferir usos del suelo.

Una alternativa a la clasificación, es valerse de la imagen satelital impresa, lo que permite chequear información en el terreno, utilizándola como si fuera una **fotografía aérea**.



Imagen Landsat- Imagen izquierda color verdadero, Imagen derecha en falso color Fuente: www.teledet.com.uy
Confección de bases de datos

Cuando se trabaja en ambientes SIG, a medida que se digitalizan las entidades gráficas se genera al interior del sistema un archivo en forma de Base de Datos (DBASE), un archivo del dibujo (SHAPE) y un archivo que une a los anteriores (SHX).

Si la captura se realiza con software tipo CAD, no se crean estos archivos y por lo tanto cuando se procede a ingresar la información al SIG, hay que importarlos como archivos CAD y realizar la conversión al sistema.

Si la captura se realiza con software tipo CAD, no se crean estos archivos y por lo tanto cuando se procede a ingresar la información al SIG, hay que importarlos como archivos CAD y realizar la conversión al sistema.

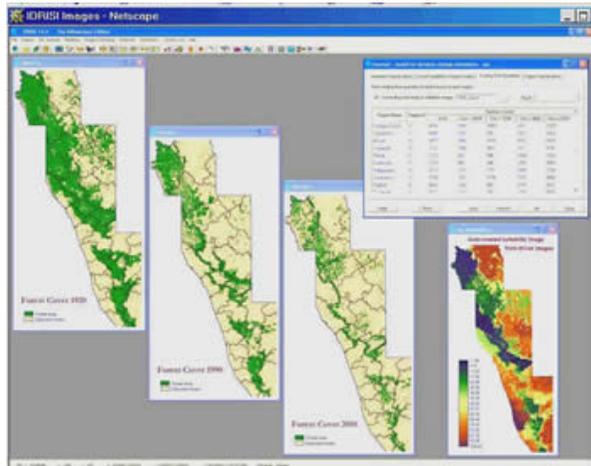
Si la captura se realiza con software tipo CAD, no se crean estos archivos y por lo tanto cuando se procede a ingresar la información al SIG, hay que importarlos como archivos CAD y realizar la conversión al sistema.

Las bases de datos se crean automáticamente, generando un campo identificador (ID_XXX), el cual debe rellenarse con los identificadores correspondientes. En el ejemplo anterior se observa una tabla DBASE, generada en Arcview. En la primera columna figura el identificador por zona censal (manzana), en tanto el resto de las columnas corresponden a tipos de materiales de construcción.

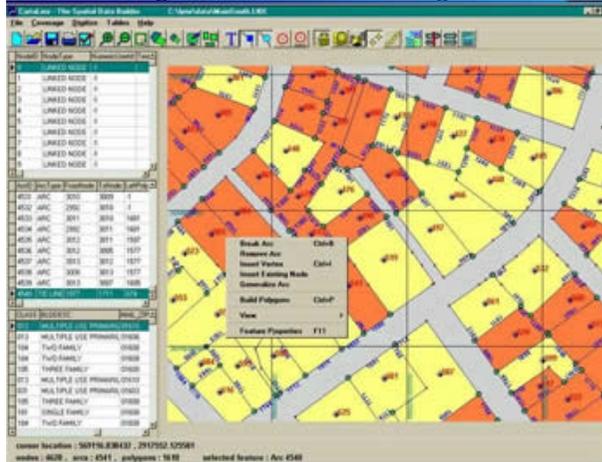
A partir de cada una de estas columnas puede generarse nuevas coberturas, tal como se muestra en los ejemplos siguientes. En el primer caso se trata de coberturas de tapiz vegetal, generados utilizando IDRISI. En el segundo, donde también se utilizó IDRISI, pueden verse coberturas de predios urbanos para la realización de mapa catastral.

Sig. id	Material1	Material2	Material3	Material4	Constr1	Constr2
279001	41	4	0	0	0	0
420001	42	0	2	0	0	0
000004	26	21	0	0	0	0
130006	22	10	0	0	1	0
130004	24	6	0	0	0	0
110013	307	0	0	0	0	0
000002	57	6	0	0	0	0
130005	22	5	0	0	0	0
000008	24	34	0	0	0	1
210002	36	10	0	0	0	0
000002	33	14	0	0	0	0
210002	16	6	0	0	0	0
130009	22	7	0	0	0	0
107002	121	7	0	0	1	0
120006	49	6	0	0	0	0
210001	22	6	0	0	0	0
000007	21	11	0	0	3	0
110003	79	30	0	0	2	0
110002	49	13	0	0	4	0
130006	16	3	1	0	0	0
130003	23	2	0	0	0	0
110001	15	4	0	0	1	0
210006	29	3	0	0	2	0
000001	47	7	0	0	0	0
107007	23	11	0	0	2	0
420004	295	1	0	0	0	0
210005	15	0	0	0	0	0
000006	22	11	0	0	1	0

Ejemplo de Base de Datos DBASE.
Fuente: Fernández, 2001



Coberturas generadas con el Programa IDRISI



Cobertura generada en IDRISI- Carpeta catastral con la estructura predial en un medio urbano

Creación de coberturas

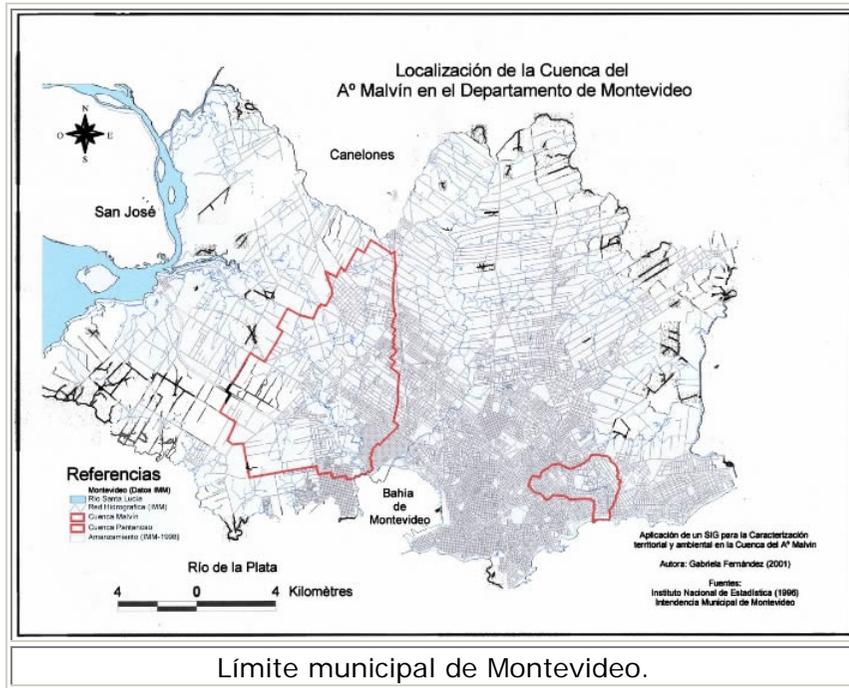
En cartografía digital se trabaja con coberturas, cada una de las cuales representa un mapa temático. La totalidad de los mapas temáticos están unidos en un mismo sistema de coordenadas. Esto permite superponerlos en pantalla, cruzándolos (uniones, intersecciones, extracciones) para generar nuevas coberturas.

El procedimiento es el siguiente:

En esta etapa se necesita uno o más operadores CAD.

- Se digitaliza el límite político-administrativo o se ingresa al sistema de coberturas obtenidas de los organismos oficiales (cobertura universal).
- A partir de la cobertura universal, se construirá el resto de las coberturas con las que se va a trabajar. Se copia dicha cobertura universal y se edita de acuerdo con el tema que se desea representar (por ejemplo: límites cantonales, curvas de nivel, hidrografía).
- Se guardan una por una las coberturas que se van confeccionando, dándoles un nombre (por ejemplo: cantones.shp). Recuérdese que el SIG va generando la estructura de las respectivas bases de datos y archivos de conexión gráfica.

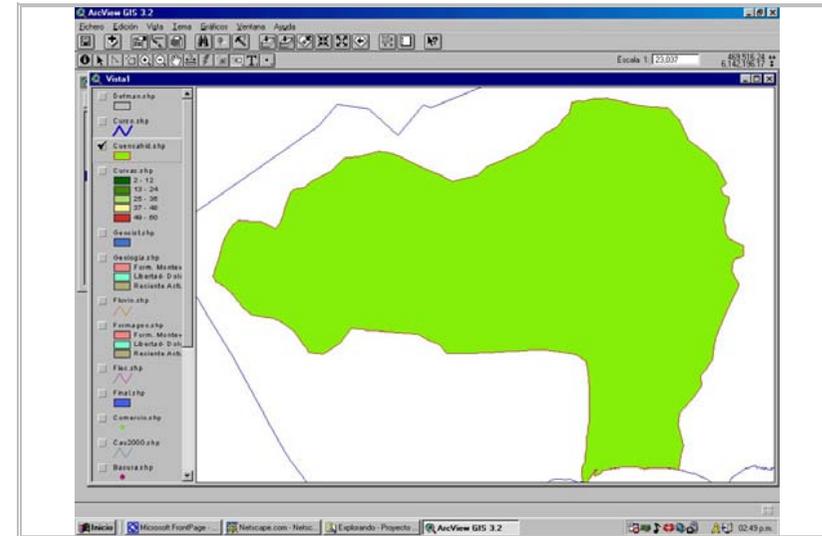
A continuación se presentan las coberturas básicas a ser ingresadas. La primera de ellas es la cobertura universal del Municipio de Montevideo, Uruguay. Las siguientes corresponden a una de las cuencas de dicho Municipio:



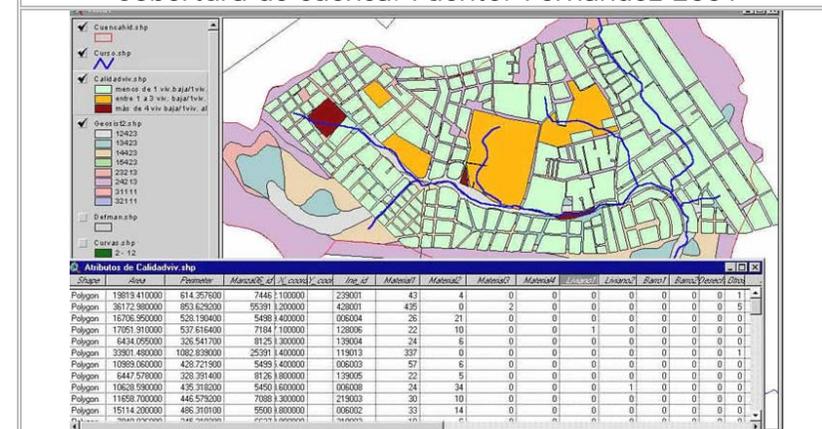
Límite municipal de Montevideo.

Tabla asociada a la cartografía digital, las columnas contienen los atributos del municipio:

Shape	ID_cobertura	superficie (m ²)	perímetro (m)	Población
Polygono	12	8247	123654	55.000



Cobertura de cuenca. Fuente: Fernández 2001



Infraestructura urbana
Coberturas poligonales para crear la infraestructura urbana. Fuente: Fernández, 2001

Infraestructura Urbana

Esta cobertura contiene polígonos definidos por la estructura urbana. Cada polígono tiene un identificador propio, el cual permite asociarlo con bases de datos creados por otros organismos, como por ejemplo: los datos de población recabada en el Censo de población.

Se puede aumentar el detalle de la información, si se lo subdivide según la estructura predial, esta información es generada por los las oficinas catastrales. La información catastral puede ser urbana o rural.

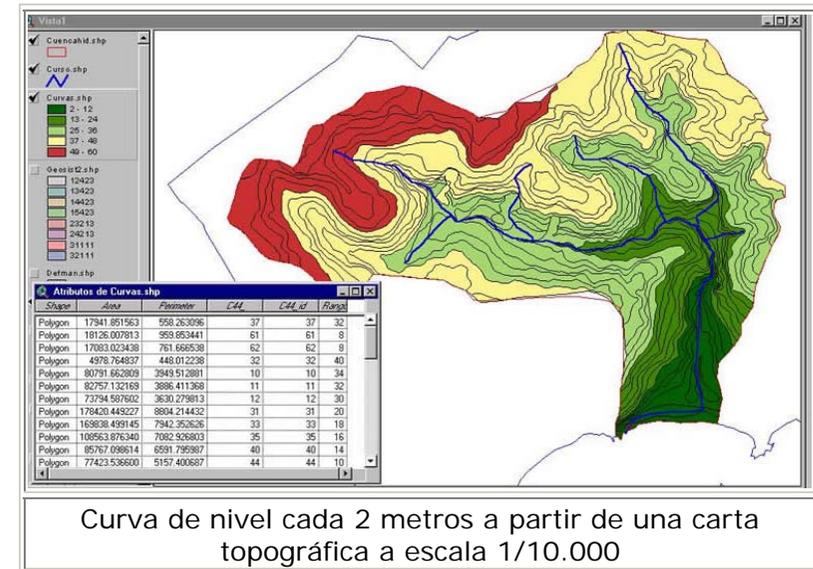
Esta cobertura permite, cuando el sistema este funcionando realizar consultas sobre la condición social de la población.

Curvas de nivel

Para digitalizar las curvas de nivel es recomendable digitalizar creando polígonos en lugar de líneas. De esta manera podrá posteriormente realizar modelos digitales o realizar cartas de pendientes.

La base de datos se le agrega la columna rango ó cota y allí se escribe el valor numérico inferior de la curva de nivel.

Al terminar la digitalización se pueden agrupar niveles de cota y crear mapas hipsométricos. En el ejemplo se agruparon las cotas cada 10 metros y se le asignan colores a la salida en pantalla ó gráfica.



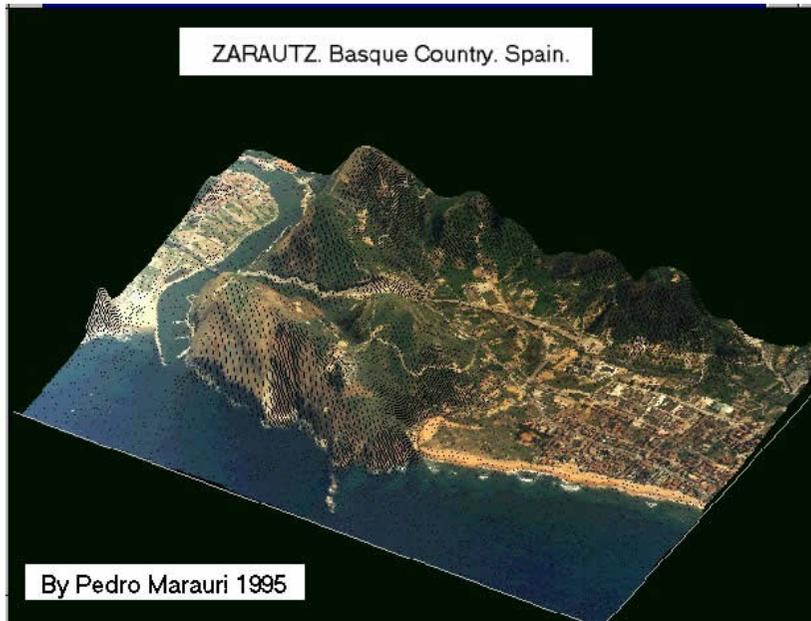
Curva de nivel cada 2 metros a partir de una carta topográfica a escala 1/10.000

Modelo digital de terreno (MDT)

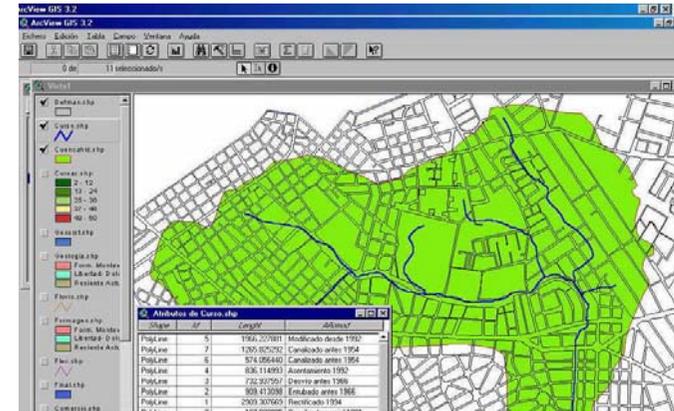
Los modelos digitales de terreno se construyen partiendo de la interpolación de puntos del terreno o de una grilla de puntos confeccionada a partir de curvas de nivel.

Con estos modelos se construyen cartas de pendientes.

Esta cobertura permite calcular la variación de la pendiente del terreno, como desarrollar modelos hidrológicos.



Modelo construido con el sistema IDRISI. Fuente: IDRISI



Red hídrica- Cobertura realizada con polilíneas. Fuente: Fernández, 2001

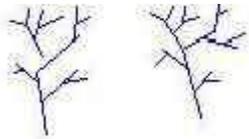
Red Hídrica

Para construir esta cobertura es necesario contar con la carta topográfica oficial del Municipio.

Para digitalizar la red hídrica es preciso saber para que se va a utilizar posteriormente. Esto determina como se realiza el ingreso de la cobertura.

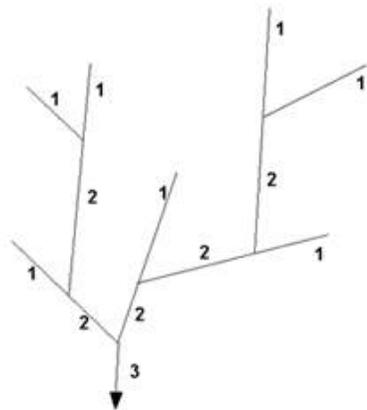
Previo a la digitalización se debe estudiar la forma de las redes hídricas. En el caso de realizar una jerarquización siguiendo los criterios propuestos por Horton o Strahler se debe decidir previamente.

Precaución- Las polylíneas deben quedar unidas gráficamente.



Incorrecto Correcto

- Cuando se pretenda trabajar en forma detallada con la red hídrica se recomienda ingresar los cursos según el orden jerárquico (nacientes a desembocadura).
- Cada orden se ingresa por separado y presenta un identificador por orden.
- Esta tarea facilita trabajar posteriormente con subcuencas e ingresar información específica a cada tramo del curso



Criterio de jerarquización

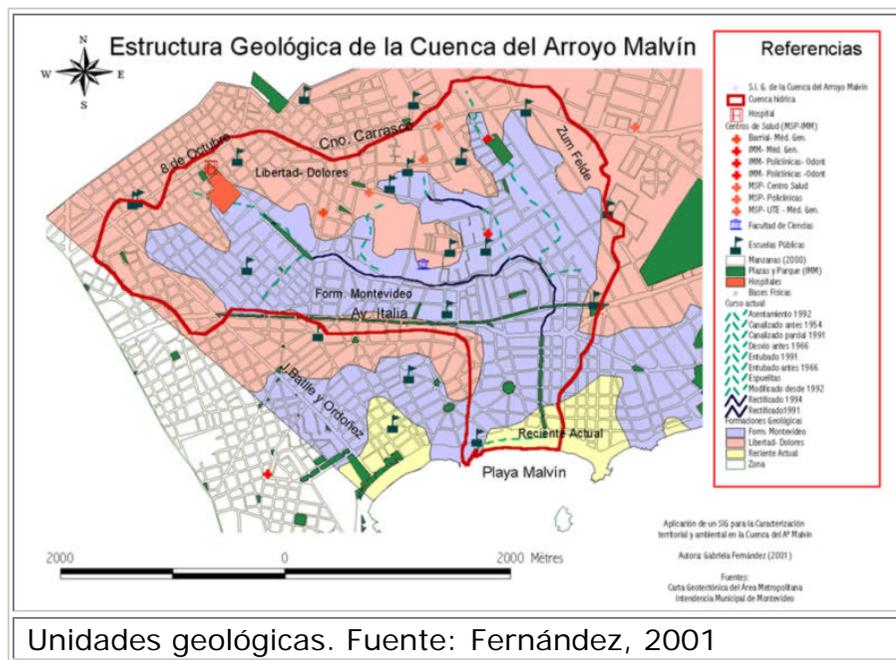
Cobertura geológica

La carta geológica permite tener un las características geológicas del municipio. Generalmente estas cartas se han confeccionado a escalas de menor detalle (1/250.00, 1/100.000).

Para este caso se recomienda su ingreso a pesar que la misma no se ajuste exactamente a la realidad municipal.

Los límites de las formaciones son tentativos y para ajustarlos es necesario una descripción geológica a escala 1/25.000, pero dicho trabajo lo debe realizar un especialista.

A la tabla de datos se le pueden agregar campos con información geológica como: tipos de rocas, permeabilidad, fallas geológicas, vulcanismos en el área.



Unidades geológicas. Fuente: Fernández, 2001

Unidades geomorfológicas

Esta cobertura es muy importante para determinar áreas de amenaza de inundaciones o movimientos de masa. Por lo cual se recomienda especial atención al momento de su elaboración.

Para determinar las unidades geomorfológicas se proceda a realizar la fotointerpretación del área, mediante fotos aéreas a escala 1/20.000, 1/40.000. Para lo cual es importante conocer la fecha del vuelo.

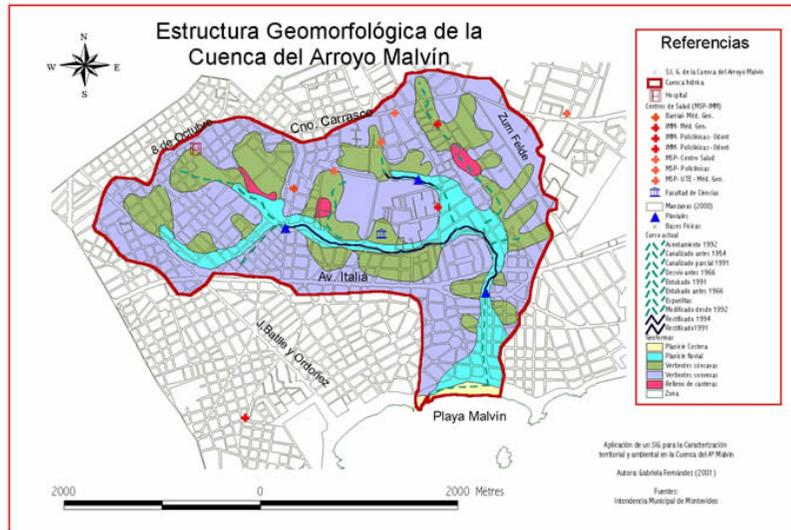
Luego se pasa la información obtenida a un mapa papel y luego se ingresa al SIG.

Para fotointerpretar adecuadamente se separa, en primer término en unidades discretas de mayor a menor jerarquía, considerando:

- Forma del relieve: Se delimitan grandes unidades geomorfológicas. Se separan las terrazas aluviales (planicies de inundación y lechos fluviales) del resto del paisaje. Se separan geofomas de alta energía (vertientes)
- Energía del relieve. Se procede posteriormente a separar unidades según su aspecto morfogenético (concauidades, convexidades, meandros, depresiones, deltas, conos de deyección, piedemontes, taludes de terraza, mesetas de terrazas, etc.)

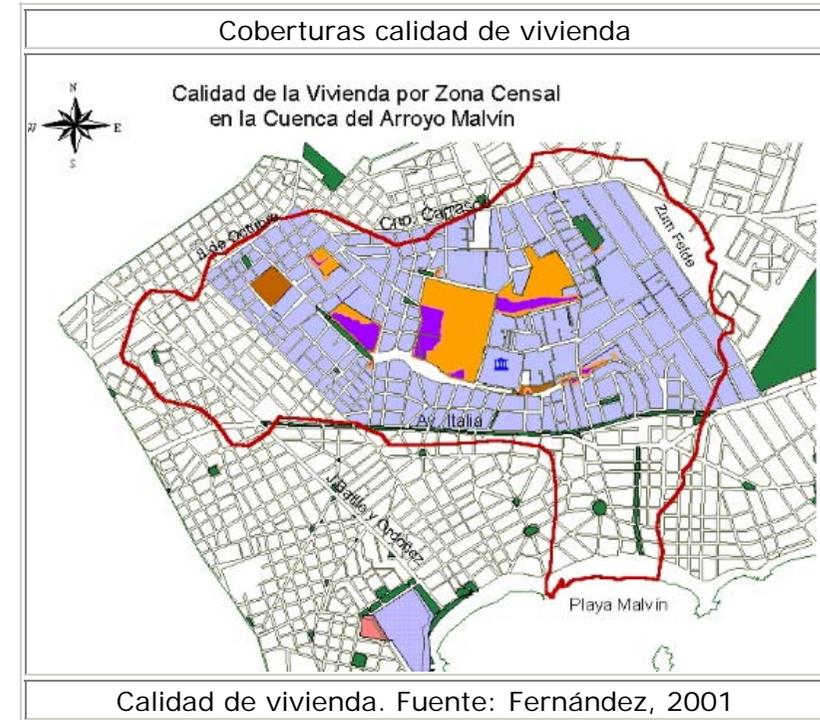
Extraído de Clasificación de Ecorregiones y determinación de Sitio. - Gastó, Cosio y Panario, 1993.

Unidades geomorfológicas

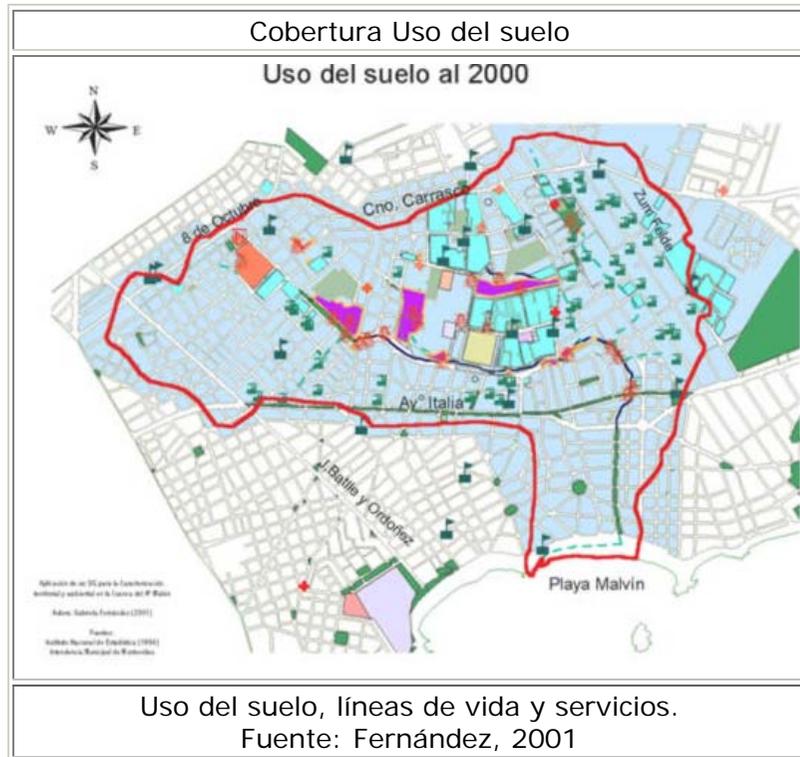


Geomorfología. Fuente: Fernández, 2001

Para el Geosistema Socio_económico:



Para el Geosistema Uso del suelo:



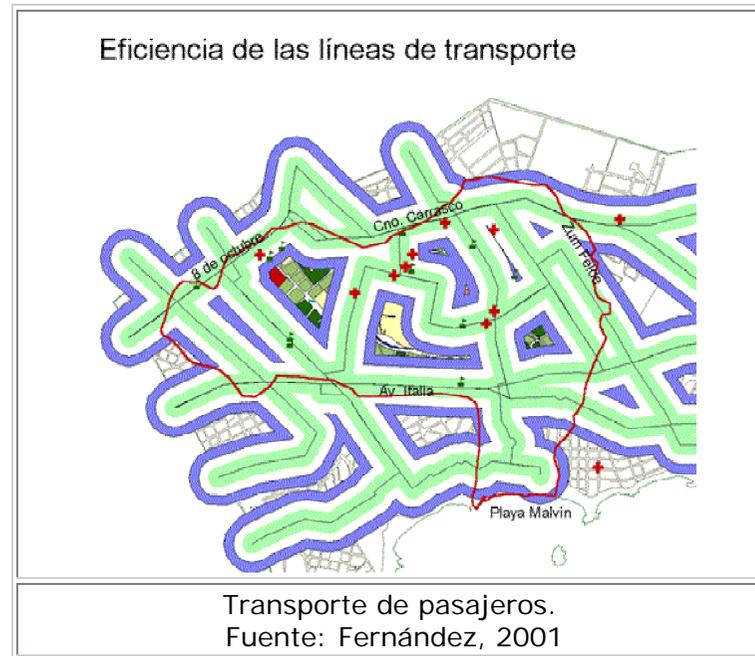
Previo a la creación de esta cobertura, se delimitarían las categorías de uso, por ejemplo suelo urbano, suelo rural y al interior de las mismas, subcategorías de uso (residencial, comercial, industrial).

Si se cuenta con la información se puede elaborar cartas temáticas con la localización industrial según la rama de actividad, como el tipo de actividad agrícola e insumos que utilizan.

IMPORTANTE Es una de las coberturas más dinámica, por lo que es necesario prever su actualización.

Para la confección de esta cobertura es necesario contar con fotos aéreas actualizadas, con los datos de localización de industrias y con la información de terreno que permita chequear la realidad.

Para el Geosistema de Servicios y Líneas de vida:



municipio con mayores riesgos de salud por la falta de estos servicios básicos y en caso de eventos de desastres naturales poder planificar planes de contingencia.

Conclusiones previas

La fase de ingreso es la que consume mayor tiempo, recursos y dedicación de personal. Pero posteriormente asegura los mejores resultados del sistema. Es prioritario considerar la fase de actualización para que el esfuerzo económico no se pierda por desactualización de la información.

Esta cobertura se genera partiendo de la información existente sobre las redes de distribución de servicios básicos (agua potable, saneamiento, luz eléctrica, transporte), cada una de estas variables pueden estar agrupadas en categoría.

La importancia de esta cobertura, radica en la posibilidad de reconocer rápidamente cuales son las áreas del

Procesamiento

Esta sección presenta el procedimiento para procesar la información ingresada al SIGA en los pasos precedentes. Como se ha indicado, se toma a la cuenca hídrica como unidad ambiental. Se consideran la(s) amenaza(s) que deberá enfrentar el respectivo Municipio y la vulnerabilidad de la población potencialmente afectada, atribuyéndoles códigos a las variables que las definen. Con esos datos se van confeccionando mapas de riesgo y de vulnerabilidad. El proceso culmina con la generación de un mapa de riesgo ambiental.

Esquemáticamente el procesamiento comprende:

- Elaboración de cartografía temática de amenazas naturales
- Elaboración de Indicadores por atributo
- Atributos geofísicos.
- Atributos Socio-económico.
- Atributo de Uso del Suelo.
- Atributo de Línea de Vida y Servicios
- Generación del mapa de riesgo ambiental
- Conclusiones finales

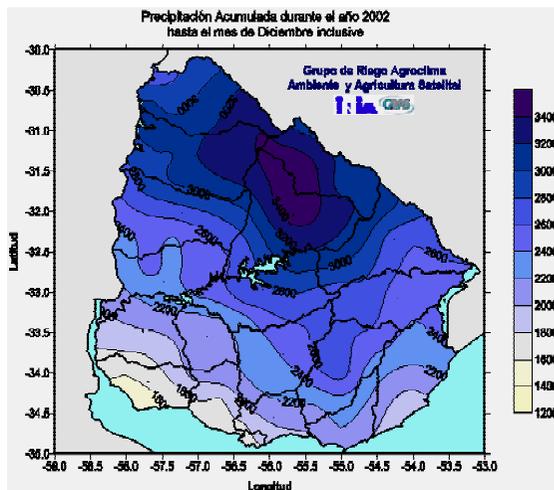
Elaboración de mapas de amenazas naturales

Las amenazas de origen climático (tormentas severas, huracanes, tornados, sequías) y/o tectónico (terremotos, tsunamis, vulcanismos) pueden afectar al territorio del Municipio debido a la localización del mismo. La ocurrencia de estos fenómenos es inevitable. Por lo tanto, a efectos de gestionar el riesgo, deben conocerse sus características.

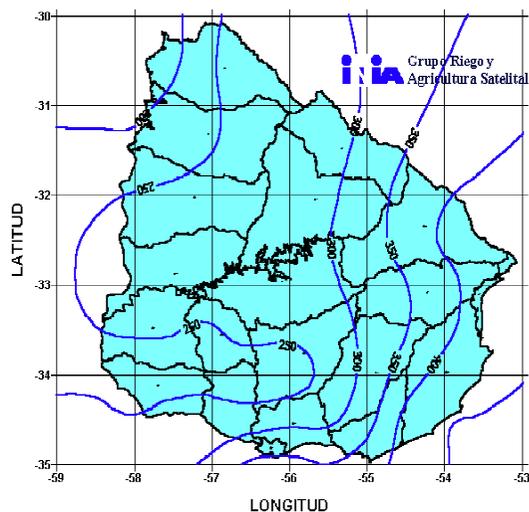
Eventos climáticos significativos (tormentas severas, huracanes, tornados, sequías)

El clima es el comportamiento de los fenómenos atmosféricos en un período de 30 años, a nivel estadístico (promedio, moda, frecuencia). Para el estudio del comportamiento atmosférico existen estaciones redes meteorológicas que captan la información, la cual es posteriormente procesada.

Los fenómenos meteorológicos se producen con una determinada frecuencia, como por ejemplo los períodos de lluvias estacionales. De manera que mediante series históricas se pueden predecir los eventos normales y los anómalos, a escala regional y nacional.

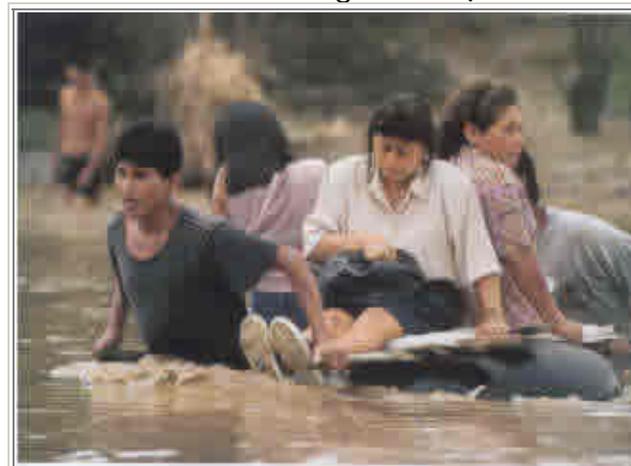


Precipitación acumulada durante el año 2002- Uruguay. Fuente: INIA



Precipitaciones acumuladas del trimestre Junio-Julio-Agosto(invierno). Fuente: INIA, 1997

A escala municipal, además de estos fenómenos regionales, para la determinación de amenazas deben ser tenidos en cuenta eventos locales, tales como días de niebla en la costa o lluvias orográficas (mesoclimas).



Inundaciones en Perú en 1998. Fuente: National Geographic, Vol.4 N°3

Por lo tanto es importante que los Municipios conozcan las variaciones de los elementos climáticos, y construyan sus mapas de isoyetas(anuales, estacionales), isotermas (media, máxima, mínima). Asimismo es imprescindible determinar la ocurrencia de fenómenos climáticos ligados a amenazas (huracanes, tormentas severas, sequías, tornados). En estos casos se debe recurrir a la información de las estaciones meteorológicas que abarquen la superficie municipal.

Los siguientes son ejemplos de datos meteorológicos con los que se debe contar para el **SIGA**

Serie climatológica de temperatura para las estaciones meteorológicas de Carrasco y Prado (Montevideo- Uruguay). Fuente: DNM, 2001

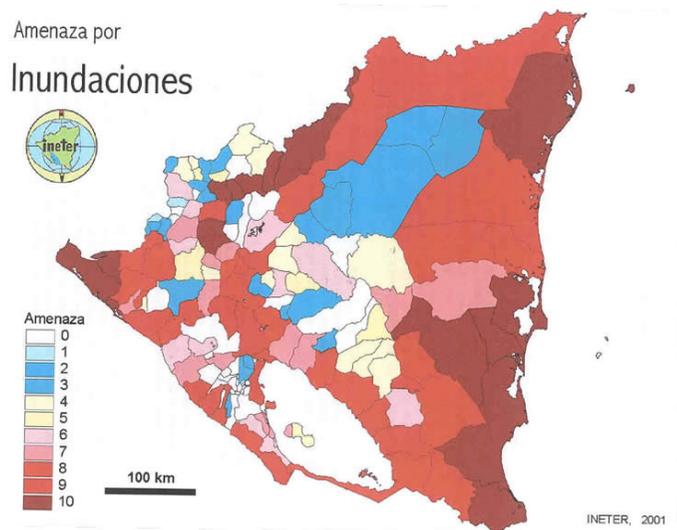
Estación	Total	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Carrasco (TMED)	16,6	22,7	22,3	20,5	17,2	13,9	11	10,7	11,7	13,4	16	18,3	21,3
Prado (TMED)	16,7	23	22,5	20,6	17,2	14	11,1	10,9	11,7	13,4	16	18,6	21,1
Carrasco (TXM)	21,1	27,9	27,0	25	21,7	18,5	15	15	16	17,6	20,3	22,8	26,1
Prado(TXM)	21,4	28,4	27,5	25,5	22	18,6	15,1	15	16,2	18	20,5	23,7	26,5
Carrasco (TNM)	12,1	17,8	17,8	16,1	12,6	9,6	7	6,8	7,3	8,7	11,2	13,5	16,5
Prado(TNM)	12,4	18	17,9	16,2	12,9	10,2	7,7	7,2	7,8	9,1	11,5	14,2	16,3

Series climatológicas de precipitaciones en las estaciones de Carrasco, Prado y Melilla (Montevideo- Uruguay). Fuente: DNM/DIEA. 2001

Estación	Total	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Carrasco (61-90)	1098,0	91,6	91,6	105,9	87,4	89,9	78,9	89,3	91,5	93,2	107	93,8	77,6
Prado (61-90)	1101,2	86,8	102	104,6	85,5	89	83,1	86,4	88,2	93,9	109	89,3	84,4
Melilla (61-90)	1045,1	83,7	95,2	100,1	77,2	85,6	76	85,6	85,5	88,9	101	90,3	76,4

Otras fuentes de información son bases de datos, como DESINVENTAR y DESCONSULTAR, donde se registran patrones territoriales y temporales de desastres.⁹

A continuación se presenta un ejemplo de zonificación de la amenaza de inundaciones en los Municipios de Nicaragua. Para construirlo se tomaron en cuenta los registros de variables tales como: topografía, geología, pendientes, red hídrica y régimen de lluvias. A partir de la combinación de dichas variables se obtuvieron diez categorías de amenaza, que van de nula (valor 0) a muy alta (valor 10).

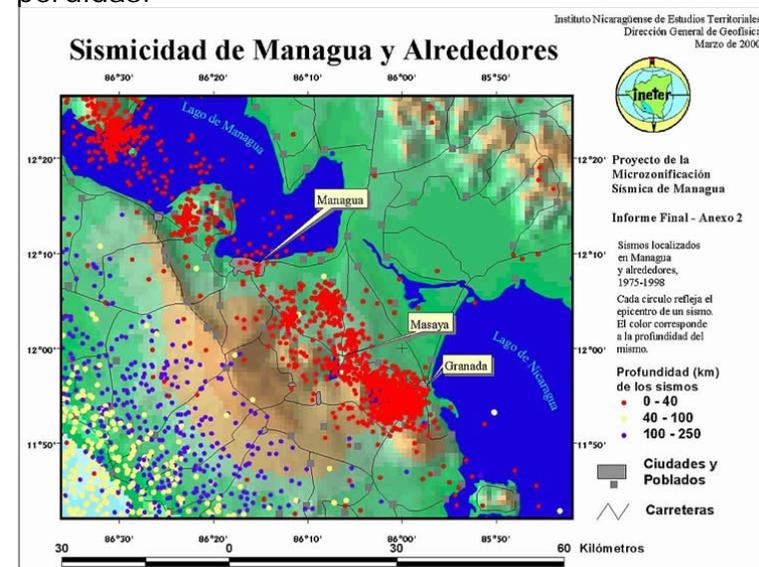


Niveles de amenaza por inundación, en Nicaragua. Fuente: INETER, 2001

⁹ Ver la página web: [http://: www.desenredando.org](http://www.desenredando.org)

Eventos sísmicos (sismos, terremotos, tsunamis)

La localización de los eventos sísmicos en el territorio se documenta en bases de datos, donde se ubican epicentros, profundidades, intensidades y frecuencias. Estos mapas son elaborados por los Institutos Geológicos a escalas nacionales, los cuales deben ingresarse al **SIGA**. Los niveles de daños generalmente están registrados en las oficinas gubernamentales relacionadas a manejo de emergencia y desastres. Es importante destacar que a nivel de América Central, existen registros históricos en la base DESINVENTAR, donde figuran la localización de eventos pasados, su intensidad, recurrencia y nivel de daños y pérdidas.



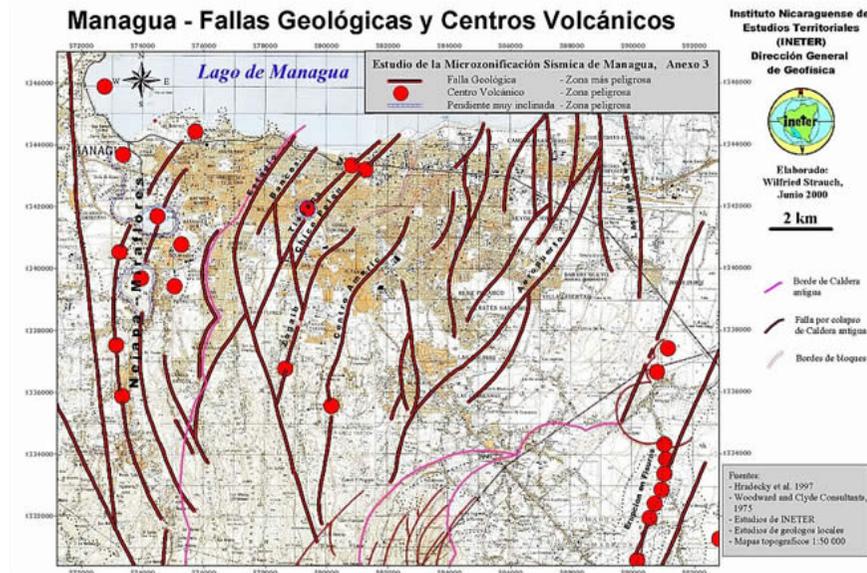
Mapas Sísmicos en Nicaragua. Fuente: INETER, 2001

Eventos volcánicos (erupción, emisión de cenizas volcánicas)

En los países con este tipo de fenómenos, se monitorea continuamente el estado de los volcanes y existen programas de alerta a la población potencialmente afectada. También en este caso, la información se maneja por oficinas gubernamentales a escala nacional.



Volcán Guagua Pichincha, emisión de cenizas en 1999. Fuente. CEPEIGE



Fallas y Volcanes en Nicaragua. Fuente: INETER, 2001

Seguidamente se explica el procedimiento para la confección de indicadores por atributo:

Elaboración de Indicadores por atributo

	Indicadores	Producto Cartográfico
Fase de procesamiento	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Código de indicadores por atributo ▪ Código de indicadores geofísicos ▪ Código de indicadores de amenaza natural ▪ Cruce entre mapas temáticos y las bases de datos socio-económicas ▪ Código de indicadores de vulnerabilidad ▪ Código de uso del suelo ▪ Código de líneas de vida y servicios 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cruce entre mapas temáticos geofísicos ▪ Generación del mapa de amenazas naturales (hidrometeorológica, vulcanismo, terremotos). ▪ Generación del mapa de amenazas naturales (hidrometeorológica, vulcanismo, terremotos). ▪ Cruce entre mapas temáticos socio-económicos. ▪ Generación del mapa de vulnerabilidad. ▪ Mapa de uso del suelo ▪ Mapa de líneas de vida y servicios
	Código de indicadores de riesgo ambiental	Generación de mapas de riesgo ambiental

El primer paso es el cruce entre mapas temáticos geofísicos. Para esta operación se utiliza la cartografía básica geofísica ya ingresada al sistema.

El siguiente paso consiste en asignar códigos a los atributos de cada variable. Consideraremos variables para los siguientes sistemas:

- Geofísico, para la determinación de amenazas
- Socioeconómico, para la determinación de vulnerabilidad
- Usos del suelo
- Líneas de vida y servicios
- Atributos del Sistema Geofísico
- Elaboración de códigos por variable

Se toman cinco variables: altimetría, cuencas, geología, geomorfología y red hídrica, consideradas fundamentales para caracterizar el sistema geofísico.

A continuación se presentan las tablas que corresponden a cada una de ellas, y a partir de las cuales se construirán los respectivos mapas. Los datos que figuran en estas tablas son a vía de ejemplo. Nótese que a medida que se consideran más atributos para cada clase, se va agregando un dígito en la construcción del código:

Topográfico

Id_Topográfico: Identificador topológico

Cota (metros de altura): Niveles de altura obtenidos del terreno

Piso altimétrico: Agrupamiento de datos de cotas

Atributo: Condición relevante del atributo

Cod_altitud: se ordena de mayor a menor

Id_Topogr	Cota (metros)	Piso altimétrico	Atributo	Cod_Alt
14	100	100-500	bajo	1
23	500	501-1000	medio	2
35	1000	1001-2000	alto	3
396	2000	2001-3000	muy alto	4

Cuenca

Id_cuenca: Código topológico

Nombre: Nomenclatura real o creada para cada cuenca delimitada

Cod_cuenca: Numeración asignada a cada cuenca.

Id_cuenca	Nombre	Cod_cuenca
100	cuenca A1	1
200	cuenca A2	2
300	cuenca A3	3

Geología

Id_geol: Código topológico.

Formaciones: Nomenclatura real de cada formación

Cod_geol: Numeración asignada a cada formación

Tipo rocas: Nombre de las rocas

Cod_rocas: Numeración asignada en función de la dureza

Tectónica: Propiedades del material

Cod_tect: Numeración asignada en función de las propiedades

Atributo: Estabilidad

Cod_atrib: Numeración asignada en función de la estabilidad

Id_geol	Formaciones	Cod_geol	tipos rocas	Cod_roc	Téctonica	Cod_tec	Atributo	Codatrib_geol
1000	precámbrica	1	granito	10	falla inactiva	100	estable	1000
1001	mesozoica	2	caliza	25	falla inactiva	250	estable	2500
1002	cenozoica	3	riolita	38	falla activa	381	inestable	3811

Geomorfológico

Id_geom: Código topológico

Geoforma: Nomenclatura real de cada geoforma

Cod_GM: Numeración asignada a cada geoforma

geoformas menores: propiedades de las geoformas

Cod_gm: Numeración asignada en función de la geoforma

Atributo: frente a la amenaza

Cod_atrib: Numeración asignada

Id_geom	Geoforma mayor	Cod_GM	Geoforma menor	Cod_gm	atributo	Codatrib_geom
2000	planicie	1	planicie fluvial	11	inundable	111
2001	vertientes	2	cono deyección	23	deslizable	233
2002	montano	3	glacis	35	avalancha	355

Red hídrica **Id_red**: Código topológico

Jerarquía: Jerarquización por Stralher

Cod_Jer: Numeración asignada a cada orden

caudal: propiedades del caudal (permanente o intermitente)

Cod_cau: Numeración asignada en función del caudal

Atributo: en función del comportamiento frente a la amenaza de precipitaciones abundantes

Cod_atrib: Numeración asignada

Id_red	Jerarquía	Cod_Jer	caudal	Cod_cau	Atrib	CodAtrb_red
3000	1° Orden	1	intermitente	11	torrencial	113
3001	2° Orden	2	permanente	22	vertiente	221
3002	3° Orden	3	permanente	32	planicie	325

Elaboración de códigos Indicadores Geofísico

Para crear los códigos indicadores se procede al cruce de los atributos (intercepción de coberturas) formándose un mosaico.

A- Este mosaico, a nivel gráfico se origina al superponer e interceptar las coberturas, dando como resultado la subdivisión de los polígonos.

B- Las tablas se cruzan automáticamente (operación en DBase, Excel, SIG) en forma matricial (cruce de filas x columnas). Como resultado de la operación (multiplicación) cada nivel matricial tiene un código compuesto:

Cod_Alt	1	2	3	4
Cod_cuenca				
1	11	12	13	0
2	21	22	23	24
3	31	32	0	0

¿Cómo se lee este resultado? Cada cuenca se extiende a lo largo de cuatro pisos altimétricos.

Como ejemplo se trabajará solo con una cuenca (**Cuenca 2**), cruzándose los atributos topografía y geología:

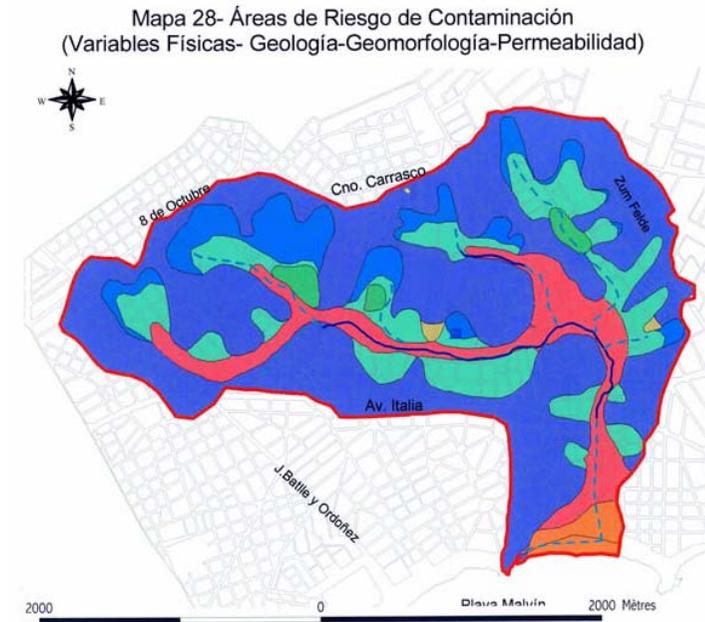
Codatrib_geol		1000	2500	3811
Sub+altimetri		estable	estable	inestable
21	bajo	211000	0	0
22	medio	221000	222500	223811
23	alto	231000	0	233811
24	muy alto	241000	0	243811

IMPORTANTE Cada celda de la tabla tiene un valor producto del cruce. Cuando el valor es cero (0) significa que la formación geológica no está presente en ese nivel. A medida que adicionamos variables se aplicará la misma metodología.

Del cruce de las cinco variables para la cuenca, se obtiene la siguiente tabla de resultados, acompañada del correspondiente mapa:

Cob_alt +cuenca	Cod_geol	Cod_geom	Cod_red	Cod_geofisico
21 22 23 24	1000	111	113	211000111113
	2500	233	221	222500233221
	3811	0	221	2338111000221
	3811	355	325	243811355325

Un ejemplo del mapa resultante, es el que se presenta a continuación:



Elaboración de mapas de amenazas naturales

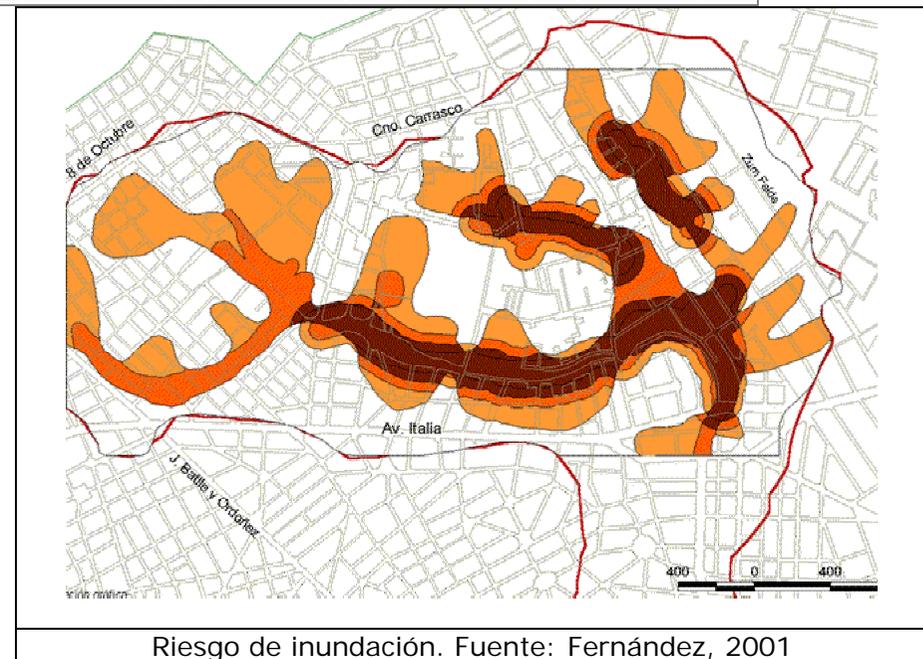
En este paso se combina la tabla obtenida anteriormente (sistema Geofísico) con la probabilidad de ocurrencia de la(s) amenaza(s) de origen natural, a que está sujeto el Municipio. Se obtendrá una nueva tabla, de características como la siguiente:

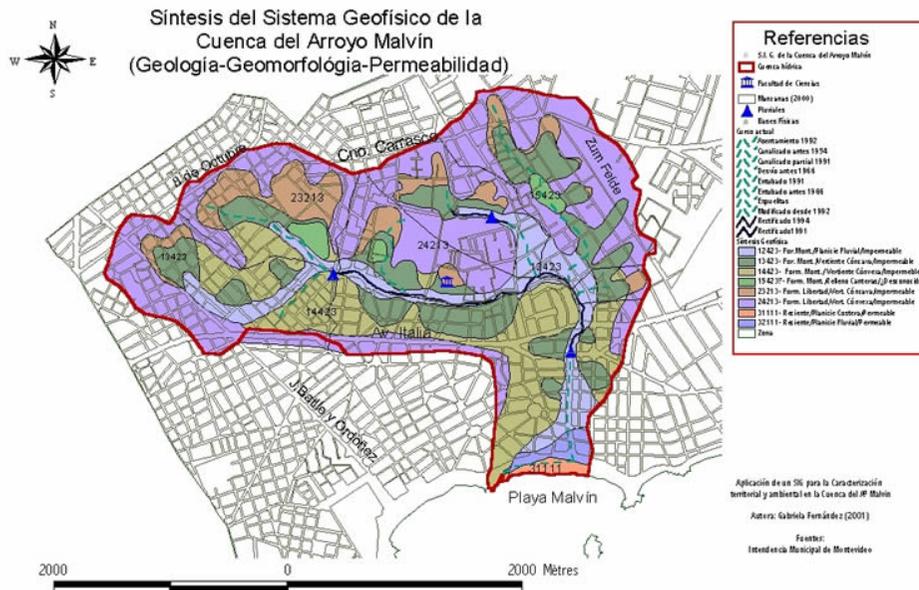
Cob_alt +subcuenca	Cod_geol	Cod_geom	Cod_red	Cod_geofisico	Probabilidad Inundación	Probabilidad deslizamiento	Probabilidad Tectónica	Probabilidad Vulcanismo				
21	1000	111	113	2110001111113	alta	3	baja	1	baja	1	baja	1
22	2500	233	221	222500233221	moderada	2	alta	3	baja	1	baja	1
23	3811	0	221	2338111000221	baja	1	alta	3	alta	3	alta	3
24	3811	355	325	243811355325	baja	1	alta	3	alta	3	alta	3

La probabilidad de ocurrencia de cada evento será determinada por la Unidad de Gestión, ya que depende de la localización del Municipio y de los registros existentes. Los criterios a utilizar son: hipotético o inductivo, si se tienen en cuenta las características del escenario posible frente al marco geofísico existente, o bien deductivo o histórico, si se han identificado los patrones históricos de ocurrencia del evento.

A cada categoría se le asigna un código numérico, según la probabilidad de ocurrencia del fenómeno.

El mapa siguiente es un ejemplo del producto obtenible, en el caso de una amenaza de inundación de un curso contaminado:





Mapa de amenaza por inundación y contaminación.
Fuente: Fernández, 2001

IMPORTANTE. En el ejemplo anterior se ha supuesto que el territorio del Municipio comprende tres cuencas hídricas. El razonamiento y la metodología presentados son igualmente válidos si toda el área del Municipio estuviera incluida en una sola cuenca hídrica. En ese caso, en lugar de cuencas se considerarán subcuencas.

Atributos del Sistema Socio-económico

Elaboración de códigos por variable

Se toman las variables: población (número de habitantes), sexo, edad, cobertura de salud y calidad de la vivienda. La fuente de datos es el censo de población y vivienda, considerando la menor unidad territorial utilizada (zona censal).

IMPORTANTE: Para determinar el atributo se toma como referencia el valor de la media de la variable correspondiente en el Municipio y a partir de ella se establece un rango.

Población

Id_zona	Población	superficie (m2)	densidad (p/s)	atributo	cod_dens
1562	156	10.000	156/10.000	medio	2
2398	26	5.000	26/5.000	alto	3
498	800	100.000	800/100.000	bajo	1

Sexo

Id_zona	Pobl.	Masc.	Fem.	índice de masculinidad	atributo	cod_sex
1562	156	80	76	80/76	medio	2
2398	26	6	20	6/20	bajo	1
498	800	500	300	500/300	alto	3

Edad

Id_zona	población	0-14	15-64	65 y más	atributo niños	cod_inf	atributo adultos mayores	cod_AM
1562	156	32	68	56	medio	2	alto	3
2398	26	5	12	11	bajo	1	medio	2
498	800	220	520	60	alto	3	bajo	1

Cobertura de salud

Id_zona	población	sin cobertura	con cobertura	índice de no cobertura	atributo	cod_sal
1562	156	10	146	10/146	bajo	1
2398	26	16	10	16/10	medio	2
498	800	600	200	600/200	alto	3

Calidad de vivienda

Id_zona	viviendas	materiales pesados	materiales livianos	índice cal. viv.	atributo	cod_viv
1562	58	50	8	8/50	bajo	1
2398	8	2	6	6/2	alto	3
498	142	40	102	102/40	alto	3

Elaboración de códigos Indicadores de vulnerabilidad

Los indicadores se obtienen por la cuantificación de las dimensiones de un concepto, en este caso de la vulnerabilidad. Debido a que la vulnerabilidad tiene varias dimensiones, y a que es necesario encontrar para cada

variable una magnitud medible que la represente, la elaboración de un indicador de vulnerabilidad puede resultar compleja desde el punto de vista de la conceptualización.

En cambio, es una tarea aritmética sencilla, que requiere solamente establecer una escala numérica para las variables de cada dimensión (por ejemplo: 3-alto, 2-medio, 1-bajo) y luego sumar los valores. Debe tenerse la precaución de conservar una lógica en la atribución de valores, cuidando que aquellos más altos, o más bajos, correspondan siempre con una situación considerada positiva o negativa.

Por ejemplo: en un caso determinado se han identificado las variables "acceso a saneamiento" (vulnerabilidad física) y "nivel de ingresos" (vulnerabilidad social). Para medir la primera variable se tomará el porcentaje de hogares conectados a la red de saneamiento y se establecerá una clasificación, correspondiendo el valor 3 a la categoría "porcentaje de conexión alto".

Para medir la segunda se utilizarán franjas de ingreso, haciendo que el valor 3 corresponda a "nivel de ingreso alto". De ese modo, el mayor valor agregado (6) corresponderá a una situación considerada como mejor. Si, en cambio, para evaluar la vulnerabilidad social se tomara "índice de pobreza", al asignar valores deberá cuidarse de no atribuir el valor 3 a la situación "índice de pobreza alto", ya que se desvirtuaría la lógica de construcción del indicador.

Las clases a utilizarse pueden ser tomadas de las estadísticas oficiales o bien ser establecidas por la propia Unidad de Gestión. Con el fortalecimiento de la idea de participación en la gestión municipal, se ha dado un desarrollo incipiente de construcción de indicadores de sustentabilidad ambiental a nivel local, en un proceso donde intervienen los miembros de la comunidad.

Si bien se trata de un procedimiento relativamente largo y complejo, su adopción para la construcción de indicadores de vulnerabilidad es una posibilidad que el Municipio deberá evaluar, dado que puede colaborar, entre otras cosas, a la generación de un mayor nivel de compromiso a nivel social para la prevención y mitigación de riesgos ambientales.

Para construir el índice de vulnerabilidad no existe un número de variables predeterminado. Se recomienda utilizar un número suficiente y manejable de variables significativas a los efectos de la(s) amenaza(s) a enfrentar. Como resultado de este proceso se obtiene un código de vulnerabilidad analítico y uno de vulnerabilidad agregado, tal como se presenta en el cuadro siguiente, que ilustra una situación hipotética.

El código de vulnerabilidad analítico permite identificar las variables que más contribuyen a la vulnerabilidad, en tanto el código agregado da una visión general. En este último caso, al realizar el análisis correspondiente, deberá tenerse en cuenta que una misma cifra final puede estar reflejando situaciones muy diferentes respecto de la incidencia de las

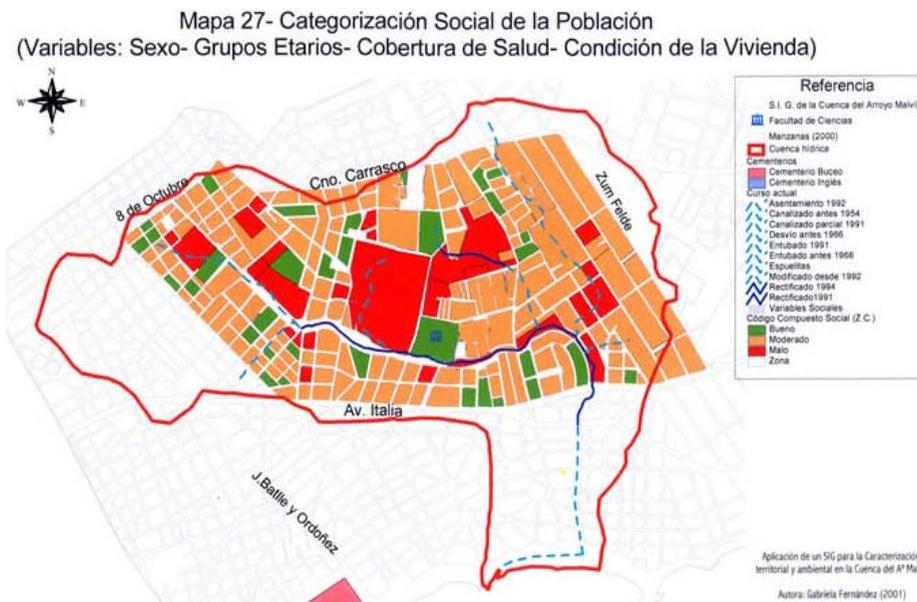
variables participantes. La Unidad de Gestión puede utilizar ambos índices, en función de los objetivos específicos del **SIGA** y de los criterios de intervención sobre las variables socioeconómicas.

Una posibilidad que implica mayor complejidad de análisis, consiste en generar un código ponderado de vulnerabilidad, donde a cada variable se le asigna un peso determinado en la generación de la vulnerabilidad. Ello requiere de un buen conocimiento de las dimensiones consideradas y su interrelación. Si esto sucede, los indicadores ponderados ofrecen una idea más cabal de la situación de la vulnerabilidad en un Municipio determinado.

Una vez que se han calculado los valores del índice de vulnerabilidad para cada unidad territorial (zona censal, manzana, etc.), se obtendrá un mapa análogo al que se presenta a continuación.

En este caso particular, la categorización social de la población se tomó como referencia de la vulnerabilidad.

Id_zona	cod_dens	cod_sex	cod_inf	cod_AM	cod_sa	cod_viv	cod_vul analítico	cod_vul agregado	nivel
1562	2	2	2	3	1	1	222311	11	bajo
2398	3	1	1	2	2	3	311223	12	medio
498	1	3	3	1	3	3	133133	14	alto



Mapa de población infantil. Fuente: Fernández, 2001

En resumen, el procedimiento general a seguir se compone de los siguientes pasos:

- * Elección de las dimensiones implicadas en la vulnerabilidad (social, física, cultural, etc.)
- * Elección de las variables relacionadas con dichas dimensiones (por ejemplo: una alta población de niños y adultos mayores significa una mayor vulnerabilidad social)
- * Elección de índices para cuantificar dichas variables (por ejemplo: porcentaje de niños y adultos mayores respecto de la población total)
- * Confección de clases para cada variable según categorías (baja, media y alta) y atribución de un número a cada clase. Por ejemplo: 1-baja, 2-media, 3-alta.
- * Generación del índice de vulnerabilidad analítico y/o agregado.
- * Mapeo de la vulnerabilidad.

Atributos de Usos del suelo

Las categorías que se proponen para tipificar el uso del suelo a nivel urbano son: residencial, público, industrial, comercial, espacios verdes, sin uso y uso no determinado.

Para el nivel rural se considera: ganadería, agricultura, mixto, forestal, industrial, minero, áreas protegidas, sin uso y uso no determinado.

Cabe señalar, sin embargo, que en ambos casos esta tipología puede ampliarse, de acuerdo con las características específicas de cada Municipio.

Para la asignación de códigos se utiliza la nomenclatura binaria: presencia (1) - ausencia (0).

Resultará un cuadro de caracterización de usos del suelo, de características similares al siguiente :

Id_suelos	Urbano							codUrb	Rural									cob_rur
	res	pub	ind	com	ev	s/u	N		agr	gan	mix	For	ind	min	AP	s/u	N	
5001	1	0	1	1	0	0	0	1011000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	000000000
5002	1	1	1	1	0	0	0	1111000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	000000000
2034	1	0	1	0	1	0	0	1010100	1	1	1	0	1	0	0	0	0	111010000
257	1	0	0	0	0	0	0	1000000	0	0	0	0	0	0	1	0	0	000000100

El producto cartográfico serán mapas de uso de suelo, de características semejantes a los ya mostrados.

Atributos de Líneas de vida y servicios

Las líneas de vida a considerar son: caminería, agua, energía eléctrica y saneamiento. La denominación de los tipos dentro de cada categoría puede variar según el país o la región. En todos los casos se incluye el estado de la línea correspondiente.

Se confeccionarán tablas del tipo siguiente:

Caminería

Id_caminería	tipo	Cod_cam	Estado	
100	ruta nacional	10	bueno	3
125	ruta dep	12	malo	1
136	camino		bueno	3
25	senda		regular	2
101	camino		malo	1

Agua

Id_agua	acceso	cod_acce	calidad servicio	
200	cañería	20	malo	1
201	pozo	30	bueno	3

Energía eléctrica

Id_elec	tipo	Cod_luz	Estado	
300	electrica	301	regular	2
301	farol	526	bueno	3

Saneamiento

Id_saneamiento	tipo	Cod_saneam	Estado	
100	red	357	bueno	3
101	pozo	159	regular	2

En cuanto a los servicios, el **SIGA** tiene en cuenta los tres siguientes: salud, educación y transporte. También en este caso la tipología puede ser variada. Se considera la calidad de la infraestructura para cada uno de ellos:

Id_ser	tipo		infraestructura	
25	salud	hospital policlínica dispensario	buena	3
			regular	2
			mala	1
1980	educación	primaria secundaria terciario	buena	3
			regular	2
			mala	1
35847	transporte	pasajeros	

La información que brinda la componente del sistema referida a líneas de vida y servicios es de suma importancia para que la Unidad de Gestión conozca la infraestructura con la que se cuenta en caso de ocurrencia de una amenaza, así como el nivel de daño que dicha infraestructura puede sufrir en esa eventualidad.

Generación del mapa de riesgo ambiental

Una vez que se dispone de la información sobre amenazas, vulnerabilidades, usos de suelo y líneas de vida y servicios, se está en condiciones de elaborar el mapa de riesgo ambiental. El mismo constituye una síntesis de la situación ambiental del territorio del Municipio frente a una amenaza determinada. Es a partir de este mapa síntesis que la autoridad municipal tomará decisiones de carácter administrativo y político en relación con la gestión del riesgo.

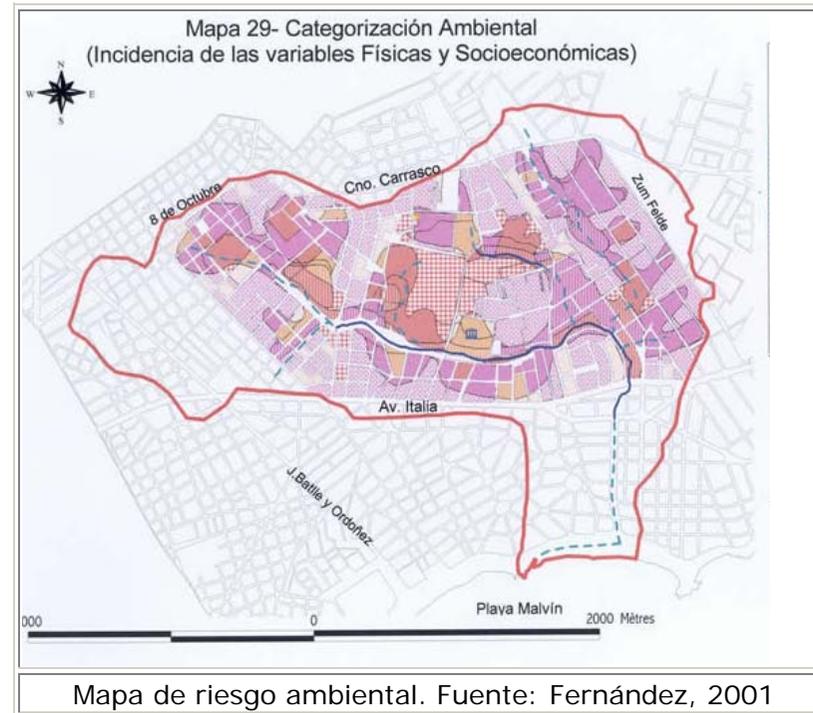
El riesgo potencial se determina a partir de la combinación de amenaza y vulnerabilidad. En el ejemplo que se muestra en la tabla siguiente, se toma como amenaza la

inundación, aunque la lógica y el procedimiento a seguir son análogos para otro tipo de amenazas.

Por su parte, el riesgo real resulta de combinar el riesgo potencial con el uso del suelo y la existencia y estado de líneas de vida y servicios. En este caso hipotético se consideran tres tipos de uso del suelo (agrícola, ganadero y residencial), dos líneas de vida (caminería y agua) y un servicio (salud). Dada la diversidad del espacio geográfico en los Municipios, aquí las posibilidades son muy diversas. En suma, la determinación del nivel de riesgo real y potencial requiere que la Unidad de Gestión conozca detalladamente las características estructurales y funcionales de su Municipio, y se plantee una discusión en profundidad, teniendo en cuenta dicha complejidad.

ID	Sub cuenca	Cod_geofísico	Probabilidad Inundación		Id_zona	cod_vul analítico			riesgo potencial	Cod_usos	líneas y Servicios		
											c	s	a
1001	2	211000111113	3	alta	1562	222311	1	baja	alta-baja	agricultura	0	0	0
503	2	222500233221	2	media	2398	311223	1	baja	media-baja	ganadería	1	0	0
3519	2	2338111000221	1	baja	498	133133	3	alta	baja-alta	residencial	1	1	1

El mapa síntesis final o mapa de riesgo ambiental, que la Unidad de Gestión obtendrá, será de características análogas al siguiente:



Según las características de su Municipio y el tipo de amenaza(s) a enfrentar, la Unidad de Gestión realizará la clasificación de las áreas de riesgo ambiental más adecuada a sus necesidades. En algunos casos convendrá trabajar con una clasificación restringida (por ejemplo: riesgo alto, medio, bajo o nulo), en cambio en otros será mejor tener una gama más amplia de clases, que incluso se puede numerar (por ejemplo: 0-riesgo nulo, 10- riesgo muy alto).

Algunas preguntas que el SIGA puede responder:

- 1) ¿Cuáles son las zonas de mi Municipio que tienen mayor riesgo frente a una inundación?
- 2) ¿Qué población (número, características socioeconómicas, etc.) se encuentran en esas zonas de riesgo?

3) ¿Cuáles son los sectores sociales más vulnerables en esas zonas?
¿Dónde se localizan específicamente?

4) ¿Cuáles son las líneas de vida y servicios factibles de ser afectados?

5) ¿Cuáles son y donde se localizan las industrias potencialmente contaminantes?

6) ¿Qué tipo de efluentes vierten a los cursos? ¿Cuál es el área pasible de ser alcanzada por dicha fuente de contaminación?

7) ¿A qué sector de población afecta? ¿Dónde se localiza? ¿Durante cuánto tiempo está expuesta? ¿Se manifiesta a nivel de salud?

Conclusiones finales

Debe tenerse en cuenta que para el funcionamiento del SIGA es fundamental que la base de datos se actualice permanentemente. Es responsabilidad de la Unidad de Gestión planificar esta tarea, en especial en lo que respecta a aquellas variables más dinámicas (Sistemas Socio-económico, Usos del Suelo y Líneas de Vida y servicios).

A su vez, dado que el **SIGA** es una herramienta flexible, la Unidad de Gestión de cada Municipio podrá introducirle las modificaciones que considere importantes en cuanto a la información necesaria para el manejo del riesgos ambientales.

A su vez, teniendo en cuenta que el territorio del Municipio donde se aplique el SIGA puede abarcar más de una cuenca hídrica y, como consecuencia, compartir con Municipios vecinos el área de una o más cuencas hídricas, es recomendable que la Unidad de Gestión coordine actividades con otras Unidades de Gestión -en caso que existan- o con las oficinas encargados del manejo territorial y ambiental en dichos Municipios linderos.

Por último, recordemos que el **SIGA** no sustituye la imprescindible discusión de la problemática a nivel de los tomadores de decisiones. Constituye un insumo para dicha discusión, de la que deben resultar políticas de prevención y mitigación de riesgos ambientales, en el marco de una planificación territorial y ambiental del territorio.

Bibliografía

- BOSQUE SENDRA J.**, Sistemas de Información Geográfica, Ediciones RIALP, S.A. 1992
- Dirección Nacional de Minería y Geología- Uruguay**, Elementos del ciclo hidrológico. Memoria explicativa carta hidrogeológica Escala 1: 2.000.000, Ministerio de Industria y Energía, 1986
- Dirección Nacional de Minería y Geología - Uruguay**.- Memoria explicativa carta geológica Escala 1: 500.000, Ministerio de Industria y Energía, 1986
- Instituto de Estructuras y Transporte** – Uruguay, Carta Geotécnica. Región Metropolitana de Montevideo. Escala 1:100.000. Facultad de Ingeniería, 1997
- Instituto Nacional de Estadística** – Uruguay, VII Censo General de Población, III de Hogares y V de Viviendas. Total del País, 1996
- Instituto Nacional de Estadística** – Uruguay, VII Censo General de Población, III de Hogares y V de Viviendas, Montevideo, 1996
- Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca**- Uruguay, Carta de reconocimiento de Suelos de Montevideo -Canelones. 1978.
- PELEGRINO A., GONZALEZ CRAVINO G. (Coord)**- Atlas Demográfico del Uruguay. Indicadores sociodemográficos y de carencias básicas. Programa de población. Unidad Multidisciplinaria, Facultad de Ciencias Sociales/UdelaR. Cooperación técnica. Oficina de Planeamiento y Presupuesto. BID. Ed. Fin de Siglo., 1995.
- SEYHAN (1975)**- *En*: Guía para la elaboración de estudios del medio de físico. Contenido y metodología. Serie Monografías. Secretaría de Estado para las Políticas del Agua y el Medio Ambiente. Ministerio de Obras Públicas y Transporte – España, 1991.
- STRALER A. (1945)**- *En*: Guía para la elaboración de estudios del medio de físico. Contenido y metodología. Serie Monografías. Secretaria de Estado para las Políticas del Agua y el Medio Ambiente. Ministerio de Obras Públicas y Transporte – España, 1991
- VELEZQUEZ G.A et al.** - Calidad de Vida Urbana. Aportes para su estudio en Latinoamérica./Centro de Investigaciones. Facultad de Ciencias Humanas / Facultad de Ciencias del Centro de la Provincia de Buenos Aires. 1999.
- WAY (1978)**- *En*: Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Secretaria de Estado para las Políticas del Agua y el Medio. Serie Monografías, España, 1991

ANEXOS

Glosario

A.

Acimut: Angulo medido en el sentido de las agujas del reloj a partir del Norte, su valor está comprendido entre 0 y 400 Grados Centesimales. Se denomina Rumbo si se mide con respecto al Norte Magnético, mientras que se emplea el término Acimut Geográfico si se mide con respecto al Norte Geográfico.

Actualización Cartográfica: Proceso de revisión y modificación de la información gráfica y temática, con el fin de que la cartografía recoja los cambios habidos en el tiempo en el territorio que representa.

Altitud: Distancia medida verticalmente desde un punto a la superficie de nivel de referencia que constituye el origen de las altitudes de los mapas topográficos de un país. En el caso de España las altitudes vienen referidas al nivel medio del mar en Alicante.

Altitud Normal: Es la longitud medida sobre la normal al elipsoide desde este a un punto sobre la superficie terrestre.

ARC/INFO: Software de Sistemas de Información Geográfica desarrollado por el Environmental Research Institute Systems (ESRI).

ASCII: Siglas de American Standard Code Information Interchange (Código Estadounidense Unificado para Intercambio de información). ASCII es el código de 8 bits que se emplea en la mayoría de los microprocesadores y periféricos.

Atributo: es la propiedad o característica de las entidades de una base de datos. Ejemplo de atributos son: el nombre, el sexo, la fecha de examen, la extensión, etc.

Atributo Gráfico: Dato alfanumérico que caracteriza a una entidad gráfica (punto, línea, polígono) generalmente con características sobre el estilo en el que se representa esa entidad , tal como color, ancho, trama, etc.

B.

Base de Datos Alfanumérica: Conjunto de datos organizado e interrelacionado escrito sobre un soporte legible por un ordenador. Una base de datos suele estar formada por una o varias tablas, cada una de las cuales está organizada en registros (filas) y campos (columnas). Una base de datos está indexada cuando existe uno o varios ficheros con las direcciones de los identificadores de las entidades que hay en dicha base de datos; la indexación se organiza en forma similar a un índice de un libro.

Base de Datos Geográficos: Es una representación o modelo de la realidad territorial. Contiene datos sobre posición, atributos descriptivos, relaciones espaciales y tiempo de las entidades geográficas, las cuales son representadas mediante el uso de puntos, líneas, polígonos, volúmenes o también por medio de celdas.

Brújula: Instrumento constituido por una aguja magnética que se orienta señalando la dirección del polo norte magnético terrestre.

C.

CAD: (Computer Assisted Design). Sistema de diseño y dibujo con PC

Cartografía: Ciencia que tiene por objeto la realización de mapas, y comprende el conjunto de estudios y técnicas que intervienen en su establecimiento.

Cartografía Automatizada_ (Cartografía digital): Proceso de elaboración de cartografía mediante software informático de edición y maquetación.

Catastro: Censo Descriptivo o estadística gráfica de las fincas rústicas y urbanas. Tiene por objeto, según la ley del 23 de Marzo de 1906, la determinación de la propiedad territorial, es decir, el inventario más o menos detallado de la riqueza de una comarca o nación, cuyo fin primordial es que sirva para el equitativo reparto del impuesto territorial. Desde el punto de vista del topógrafo, en el catastro se presenta una cartografía básica de enorme aplicación y siempre como referencia válida para cualquier actuación cartográfica.

Cobertura (Layer): Organización topológica de entidades de un SIG, que representa un tema. Pueden ver coberturas de puntos, líneas o polígonos. Una cobertura genera un mapa temático. (ver Base de datos)

Corrección Geométrica: Ajuste de la geometría de una imagen digital para su escalado, rotación, y corrección de otras distorsiones espaciales. También se puede considerar como la eliminación de los errores geométricos de una imagen, de tal manera que esté de acuerdo con un determinado sistema de coordenadas. Esto implica la creación de una nueva imagen digital por remuestreo de la imagen original.

Cota: Cifra que representa la altitud de un punto con respecto a la superficie de nivel de referencia.

Cuadrícula UTM: Retícula trazada en proyección transversa de Mercator entre los 80 grados de latitud Norte y los 80 grados de latitud Sur. El elipsoide de referencia terrestre se divide en 60 husos iguales, de 6 grados de longitud, asimismo cada huso queda dividido en 20 áreas de 6 grados de longitud por 8 grados de latitud, que se denomina zonas. Cada zona se denota con letras mayúsculas desde la C hasta la X inclusive (excluidas las letras CH,I,LL,Ñ,O), empezando en el paralelo 80 grados Sur y terminando en el paralelo 80 grados Norte. La superficie cubierta por la cuadrícula se divide en cuadrados de 100 Km de lado. Estos cuadrados se designan por dos letras, que indican la columna y la fila, de manera que, dentro de un área de 18 grados de longitud, por 17 grados de latitud, no se repita la denominación de un cuadrado. El tercer grado de referencia lo proporciona la cuadrícula de 1 km, trazada dentro de cada cuadrado de 100 km. El origen para cada huso está a 500 km al oeste del meridiano central del huso, y en ordenadas se le da al Ecuador un valor de 10000 km para los puntos situados en el hemisferio Sur y 0 para los puntos situados sobre él.

D.

Datum: Punto Fundamental del terreno, determinado por observación astronómica, con el que se enlazan los extremos de la base del primer triángulo de una cadena de triangulación y que sirve de origen a todas las coordenadas geográficas de la red.

Datum Geodésico: Conjunto de parámetros que determinan la forma y dimensiones del elipsoide de referencia.

Digitalización: Captura de datos gráficos en técnica vectorial, de imágenes en técnica raster y da datos alfanuméricos.

E.

Efemérides: Conjunto de parámetros que describen las órbitas de los satélites, recalculados, con sus variaciones, sobre las órbitas predeterminadas y programadas en los sistemas de navegación de los satélites

Elipsoide de Hayford: Elipsoide de revolución definido por los parámetros:

$a=6378388$ $b=6356911.946$ Aplanamiento=1:297

Elipsoide de Referencia: Superficie formada por la revolución de una elipse alrededor de su eje menor y usado como dato de comparación en levantamientos geodésicos del globo terrestre. Es la figura matemática que más se aproxima al Geoide, siendo sencilla de definir matemáticamente.

Entidad: Es el objeto personal, cosa o animal sobre el cual se recoge un dato. Por ejemplo: municipio, viviendas, caminería.

Entidad Gráfica: Entidad de la base de datos de un sistema gráfico que contiene las coordenadas de su forma (punto, línea, polígono)

Escala: Es la razón entre la distancia cartográfica o fotográfica y la distancia real en el terreno. Se expresa en forma de fracción (1/25.000) o en forma de razón (1: 25.000). Ejemplo: 1 cm sobre el mapa representa 25.000 cm (250 m) en el terreno.

Estereoscopio: Instrumento compuesto por dos lentes montadas a una distancia equivalente a la de los ojos, utilizado para obtener la visión en tres dimensiones del terreno, a partir de un par de fotografías de la misma zona, tomadas desde dos ángulos distintos con zona de superposición.

F.

Fichero DXF: Formato de fichero de diseño para la creación de entidades en distintos Sistemas de Información Geográfica, CAD y CAE.

Formato: Estructura de un fichero que posibilita su reconocimiento por un programa o un periféricos

Fotografía Aérea: Instantánea de las superficie terrestre o de cualquier otro cuerpo celeste tomada verticalmente o con un ángulo determinado desde un avión u otro vehículo espacial.

Fotografía Multiespectral: Fotografía tomada con una cámara multiespectral o con un ensamblaje de varias cámaras con distintos filtros para cubrir distintas porciones del espectro visible y de la región infrarroja cercana.

Fotogrametría: Conjunto de métodos y operaciones que permiten la confección de mapas topográficos y planos a partir de fotos aéreas o terrestres.

Fotogrametría aérea: También denominada aerofotogrametría, utiliza fotografías aéreas. La cobertura fotográfica de un territorio se realiza mediante tomas verticales, utilizando una escala de clisés que varía con la altura de vuelo y la distancia focal de la cámara.

Fotogrametría Digital: Fotogrametría que utiliza como datos de entrada, las fotografías aéreas previamente transformadas a formato digital, reconstruyendo asimismo el modelo espacial de forma numérica y digital. En este caso, los conceptos de tratamiento de imágenes digitales usados en teledetección cobran gran importancia.

Fotointerpretación: Interpretación de la superficie del terreno a partir de fotogramas.

Fotomapa: Mapa realizado mediante la adición de información marginal, datos descriptivos y un sistema de referencia a una fotografía o conjunto de fotografías.

G.

Geodesia: Ciencia que tiene por objeto el estudio y la determinación de la forma, dimensiones y campo de la gravedad de la Tierra y de los cuerpos celestes cercanos a ella. Previamente a la realización del mapa topográfico de un país, son necesarios los trabajos de Geodesia. Permite obtener datos para fijar con exactitud los puntos de control de la triangulación y la nivelación.

Geoide: Es la superficie de nivel, equipotencial en el campo de la gravedad, que adopta la forma de esferoide irregular tridimensional. Debido a que depende de la distribución de masas en el interior de la Tierra, es imposible de representar matemáticamente. Para ello se utiliza el elipsoide de referencia que más se le aproxime o ajuste. Es coincidente con la superficie del agua en reposo de los océanos, extendida virtualmente por debajo de los continentes, de manera que la dirección de las líneas de plomada crucen perpendicularmente esta superficie en todos sus puntos.

Georreferenciación: Proceso por el cual se le asigna coordenadas a una entidad de la base de datos alfanumérica o bien se asocia un dato a una entidad ya referenciada geográficamente.

GPS: Global Positioning System, sistema de posicionamiento con satélites, que desde sus orígenes en 1973 ha supuesto una revolución frente a las técnicas utilizadas en Geodesia Clásica. La precisión inicial prevista en un principio, de orden métrico, era la necesaria para la finalidad que tuvo en un principio de Navegación en Tiempo Real, pero pronto se puso de manifiesto la posibilidad de sus aplicaciones en Geodesia, al permitir conocer la posición del observador con precisiones similares a las de los métodos clásicos, mediante el post-procesado de datos, siendo en la actualidad un instrumento capaz de satisfacer demandas dentro de los campos de la Geodinámica y la Geofísica. La idea básica del sistema es la medida de distancias entre el receptor y al menos cuatro satélites de la constelación NAVSTAR, de manera que la primera operación es conocer la posición del satélite en una época determinada por medio de los parámetros orbitales radiodifundidos en el Mensaje de Navegación. De esta manera, y mediante el tratamiento de los observables GPS, que consisten en medidas de fase, tiempo y pseudodistancias, se puede conocer la posición en post-proceso de la antena del receptor, que vendrán dadas en el sistema de referencia WGS 84, por lo que habrá que realizar una transformación de este sistema al sistema de referencia local que se precise.

Greenwich: Observatorio astronómico al SE de Londres por el que pasa el meridiano de 0 grados ó de origen de medición de las longitudes E ó W de todo el mundo.

H.

Huso: Sección de un globo limitado por dos meridianos o círculos máximos, el volumen esférico correspondiente se llama cuña. En la proyección UTM cada huso viene determinado por dos meridianos separados por una longitud de 6 grados sexagesimales. y dos paralelos de latitud 80 grados N y S.

Huso Horario: Porción de la superficie terrestre limitada por dos meridianos separados por 15 grados de longitud. La Tierra está dividida en 24 husos horarios.

I.

Imagen Binaria: Imagen tratada con el fin de recoger en cada píxel tan sólo dos valores radiométricos (0 ó 1).

Imagen Digital: Caracterización discreta de una escena formada por elementos multivaluados llamados píxeles, como tal puede estar formada por un conjunto de bandas, en cuyo caso se conoce como imagen digital multiespectral.

J-K.

L.

Landsat: Serie de satélites construida por NASA, dedicados específicamente a la detección de recursos naturales.

Latitud: Angulo medido sobre un arco de meridiano, que hay entre un punto de la superficie terrestre y el Ecuador.

Longitud: Distancia angular, medida sobre un arco de paralelo, que hay entre un punto de la superficie terrestre y un meridiano tomado como base u origen.

M.

Meridiano: Círculo máximo de la Tierra o de la esfera celeste que pasa por los polos. Queda definido por la intersección del plano del meridiano con la esfera, todos los puntos que pertenezcan al mismo meridiano vienen caracterizados por tener la misma hora local.

Meridiano de Greenwich: Meridiano origen que pasa por el Observatorio Real de Greenwich, e indica los 0 grados de longitud a partir de los cuales se mide la longitud de todos los meridianos.

Metadato: Es un documento que describe el contenido, calidad, condición y otras características de un dato (geoespacial). En esencia, los metadatos intentan responder a las preguntas: quién, qué, cuándo, dónde, porqué y cómo, sobre cada una de las facetas relativas a los datos que se documentan. Para compartir la información de los metadatos en línea y disponerlos a público, es necesario que el formato de los metadatos sigan un estándar.

Mitigación: Conjunto de acciones necesarias y coordinadas entre las autoridades municipales y nacionales y diversos actores sociales (ONGs, académicos, educadores) a efectos de aliviar las consecuencias provocadas por la ocurrencia de amenazas que, en situaciones de vulnerabilidad, hayan provocado daños o desastres. La mitigación corresponde a una etapa post-evento, y condiciona la vulnerabilidad de la sociedad y el territorio para enfrentar una amenaza posterior.

N.

Navegador GPS: Receptor GPS de baja precisión que permite obtener posicionamientos absolutos en tiempo real de manera rápida. Utiliza como observables las pseudodistancias medidas sobre código C/A. La precisión a esperar puede variar desde los 50 m, hasta tener una incertidumbre superior a los 100 metros en el caso de estar la Disponibilidad Selectiva activada.

Norte Geográfico: Es el señalado por la meridiana geográfica.

Norte Magnético: Es el indicado por el Polo Norte magnético. Los polos magnéticos no son extremos de un diámetro terrestre y cambian constantemente de posición según una serie de leyes físicas.

O.

Ocurrencia. Frecuencia acumulada total de registros para cada categoría de evento de desastre.

Ortofoto: Imagen fotográfica del terreno con el mismo valor cartográfico que un plano, que ha sido sometida a un proceso de rectificación diferencial que permite realizar la puesta en escala y nivelación de las unidades geométricas que lo componen.

Ortoproyección: Método riguroso de obtención de fotomapas. Corrige el error debido a la inclinación del eje de toma y relieve del terreno en pequeñas unidades geométricas de la fotografía original, de manera que las fotografías perfectamente ensambladas, resultan una imagen fotográfica métrica del terreno.

P.

Pañoleta: Plano del término Municipal elaborado por el IGN a escala 1:25.000, en el que están delimitados los polígonos que lo integran.

Píxel: Unidad mínima o elemental percibida en una imagen digital, sobre la que se registra la radiación procedente del área del campo de visión instantáneo (IFOV). También se denomina así a la unidad mínima de información que se puede identificar en una imagen Raster.

Polígono: Entidad básica de un SIG que permite representar un área determinada.

Polígono raster: Entidad básica de un SIG en formato raster, que permite representar un área mediante celdillas de un GRID; un polígono se genera asociando un código a un conjunto de celdillas. Cada polígono tiene un registro en la base de datos

Polígono vectorial: Entidad básica de un SIG en formato vectorial, que consiste en asociación de un conjunto de arcos que encierran un recinto y un punto interior que sirve de puntero a la base de datos (centroide o indentificador).

Prevención: Conjunto de acciones necesarias y coordinadas entre las autoridades municipales y nacionales y diversos actores sociales (ONGs, académicos, educadores) a efectos de evitar o disminuir los daños y las pérdidas esperables por la existencia de amenazas de origen natural y/o antrópico. Las medidas de prevención corresponden a una concepción de gestión del riesgo de carácter anticipatorio y se toman en un momento pre-evento del proceso.

Proyección cilíndrica: Proyección en la que la Tierra se proyecta sobre un cilindro secante o tangente a la esfera, cuyo eje de revolución es un diámetro de la Tierra. Los meridianos y paralelos son líneas rectas que se cortan en ángulo recto.

Proyección Universal Transversa de Mercator: Proyección cilíndrica conforme en la que el cilindro es tangente al elipsoide a lo largo de un meridiano tomado como origen, y el eje del cilindro está sobre el Ecuador. Esta proyección divide a la Tierra en 60 husos de 6 grados sexagesimales de longitud cada uno, numerados a partir del antemeridiano de Greenwich.

P.

Periodicidad. Ritmo de ocurrencia de un evento en el tiempo.

Puntos de Apoyo: Puntos en el terreno levantados por topografía que sirven de base para la orientación absoluta en la restitución fotogramétrica, y para efectuar un tratamiento geométrico o georreferenciación de los datos en teledetección.

R.

Radar: Sistema activo de microondas que emite una haz energético sobre la superficie terrestre para luego recoger su reflexión sobre ella.

Raster: Conjunto de datos distribuidos en celdas y estructurados en filas y columnas. El valor de cada celda representa el atributo del elemento.

Rectificación: Conjunto de técnicas destinadas a eliminar errores en los datos, debe utilizarse para corregir distorsiones en las fotografías aéreas, imágenes de satélite o errores en mapas analógicos.

Red Geodésica: Conjunto de puntos denominados vértices, materializados físicamente sobre el terreno, entre los cuales se han realizado observaciones geodésicas, con el fin de determinar su precisión tanto en términos absolutos como relativos. Una red Geodésica es la estructura que sostiene a toda la cartografía de un territorio.

Resolución: Medida de la nitidez con que puede definirse una imagen en una pantalla de visualización o en una salida de impresión. Normalmente se expresa en puntos por pulgada (dpi/ppp) para impresoras y en píxeles para monitores.

S.

Sistema de Información Geográfica: Es el conjunto formado por Hardware, Software y procedimientos para capturar, manejar, manipular, analizar y representar datos georreferenciados, con el objetivo de resolver problemas de gestión y planificación.

SPOT: Satélite de observación de la Tierra, desarrollado por el CNES francés, en colaboración con Bélgica y Suecia.

T.

Teledetección: Técnica mediante la cual se obtiene información sobre la superficie de la Tierra, a través del análisis de los datos adquiridos por un sensor o dispositivo situado a cierta distancia, apoyándose en medidas de energía electromagnética reflejadas o emitidas por la superficie terrestre.

Topológico: Identificador utilizado para designar objetos en el espacio geográfico, que tiene propiedades espaciales tales como: vecindad, pertenecía, distancia y dirección.

Triangulación: Conjunto de operaciones que tienen por objeto fijar sobre la superficie que se quiere cartografiar, la posición de los puntos claves que forman una red de coordenadas geográficas en un mapa.

Trilateración: Triangulación observada basada en la medida de los lados de los triángulos en lugar de los ángulos para determinar la posición.

U.

V -W.

WGS-84: Designa el Sistema Coordinado materializado y diseminado por la agencia norteamericana National Imagery and Mapping Agency (NIMA). El origen de este Sistema de Referencia se remonta a la era Doppler, aunque en la actualidad está basado prácticamente en observaciones GPS. La solución más reciente es el denominado WGS84 versión G873, época 1997.0. Donde la letra "G" denota que la solución solo contiene observaciones GPS. El número 873 hace referencia a la semana GPS en que las efemérides precisas calculadas por NIMA se distribuyeron por vez primera al público en este nuevo sistema coordinado (0h UTC, Septiembre 29, 1996). Las efemérides incluidas en el mensaje radiado por los satélites GPS, se

expresan también en este marco de referencia desde el 29 de Enero de 1997. Hasta entonces se había utilizado el sistema WGS84 (G730) definido de forma similar.

Y-Z.

Zoom: Capacidad de aumentar o reducir el tamaño de la figura visualizada en la pantalla

Bibliografía Consultada

- CUTTER Susan et al.**, Handbook for Conducting a GIS-Based Hazards Assessment at the County Level, Hazard Research Lab, Department of Geography, University of South Carolina
- CHALAVE, S. Y CHAYLE, W.** Zonificación de los riesgos en barrio Los Perales, Jujuy, Argentina. En: RICALDI, V. et al. (Eds.), Investigaciones sobre los riesgos geológicos en ciudades de América Latina, AGID Geoscience. Series N° 21. 1994
- CHORLEY, R. y HAGGETT, P.**, Modelos Físicos e de informação em Geografia. Coordenação Editorial. 1975
- DE LUCA, P. y FELIZIANI, P.** Confección de cartografía temática inherente a la estabilidad de los terrenos: una propuesta metodológica y su aplicación. En: RICALDI, V. et al. (Eds.), Investigaciones sobre los riesgos geológicos en ciudades de América Latina, AGID Geoscience. Series N° 21. 1994
- FERNÁNDEZ LARROSA Gabriela**, Aplicación de un Sistema de Información Geográfica (SIG) para la caracterización de aspectos ambientales y territoriales en la cuenca del Arroyo Malvín, Departamento de Geografía - Facultad de Ciencias, Montevideo, 2001.
- GALVÉZ COSSIO, L.** Evaluación del peligro de inundaciones de la ciudad de Cajamarca y su expansión urbana. En: RICALDI, V. et al. (eds), Investigaciones sobre los riesgos geológicos en ciudades de América Latina, AGID Geoscience. Series N° 21. 1994
- GARCÍA FERRANDO et al. (comp.)**, El análisis de la realidad social. Métodos y técnicas de investigación, Alianza Editorial, Madrid, 1984.
- GASTÓ Juan et al.**, Clasificación de ecorregiones y determinación de Sitio y Condición. Manual de aplicación a municipios y predios rurales, REPAAN, Santiago de Chile, 1993.
- GONZÁLEZ GERVASIO Álvaro et al.**, Generación de un Sistema de Información Geográfica y propuesta de gestión territorial para la cuenca del Arroyo Malvín, Facultad de Ciencias - IMM - SEMA, Montevideo, 2000.
- HERZER, H. y GUREVICH, R.**, Degradación y desastres. Parecidos y diferentes: tres casos para pensar y algunas dudas para plantear. <http://www.desenredando.org/public/libros/1996/cer/html/8cap5.htm>.
- LAVELL, A.**, Prevention and Mitigation of Disasters in Central America and Panama , Paper presented to the International Symposium on Geophysical Hazard in Developing Countries and their Environmental Impacts, August 4-9, 1991 , Perugia , Italy .
- LAVELL, A and CARDONA, O.**, Considerations on the Economic, Social, Political and Institutional Context and Challenges for Integrated Risk and Disaster Management in Latin America , 2000 <http://www.desenredando.org>
- Organización de Estados Americanos (OEA)**, Reducción de la vulnerabilidad a inundaciones en cuencas hidrográficas, Informe final del Seminario-Taller Interamericano, Foz do Iguacu, Brasil, 29/11-1/12/1995.
- SANAHUJA RODRIGUEZ, H.**, El daño y la evaluación del riesgo en América Central, Tesis de Postgrado, Maestría en Geografía, Universidad de Costa Rica, 1999
- SUVIRES, G.**, Geomorfología y riesgos existentes en las áreas circunvecinas al Cerro Baldía. San Juan. Argentina., En: RICALDI, V. et al. (eds), Investigaciones sobre los riesgos geológicos en ciudades de América Latina, AGID Geoscience. Series N° 21. 1994
- STRANDBERG, C.**, Manual de Fotografía Aérea. Ed. Omega. 1975
- VARGAS, O.**, Determinación de riesgos naturales mediante SIG y teledetección. En: RICALDI, V. et al. (Eds.), Investigaciones sobre los riesgos geológicos en ciudades de América Latina, AGID Geoscience. Series N° 21. 199

Enlaces

INFORMACIÓN GENERAL

[Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina](#)

[Hazard Research Lab, Department of Geography, University of South Carolina](#)

[Estrategia Internacional par la Reducción de Desastres
CIAT](#)

[Servicio Nacional de Estudios Territoriales de El Salvador](#)

[Fondo Nacional de Estudios Ambientales de El Salvador](#)

[Centro de Recursos para el Desarrollo Sostenible de los Asentamientos Humanos en Centroamérica](#)

[Centro Regional de Información en Desastres \(CRID\)](#)

[Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias de Costa Rica](#)

[Centro de Coordinación para la Prevención de Desastres Naturales en Centroamérica \(CEPREDENAC\)](#)

[Federación de Municipalidades del Istmo Centromericano \(FEMICA\)](#)

[Centro de Investigaciones Geocientíficas \(CIGEO \)](#)

[Centro Panamericano de Estudios e Investigaciones Geográficas](#)

[Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales - FLACSO](#)

[Observatorio Sismológico del Sur Occidente, Universidad del Valle, Colombia](#)

Página de discusión sobre desastres: <http://www.disasters-info.net>

Revista internacional de desastre natural, accidentes e infraestructura civil

Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)

División de Alerta y Evaluación Temprana (DEWA)

<http://www.unep.org/dewa/index.asp>

Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente(PNUMA)

Sección Desastres del Programa APELL ("Awareness and Preparedness for Emergencies on a Local Level")

<http://www.uneptie.org/pc/apell/disasters.html>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE)

<http://www.ocde.org/home/>

Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo(IDRC)

<http://www.idrc.ca>

ESTUDIOS DE CASO

Asunción, Paraguay

Ceará, Brasil

Centro América

Nociones cartográficas

El mapa es la representación sobre una superficie plana, a una escala determinada, de los rasgos físicos (naturales y artificiales) de una parte, o de la totalidad de la superficie terrestre, por la inclusión de símbolos y con una orientación indicada. (Strandberg, C. 1975).

La elaboración de la cartografía de precisión está a cargo de los Institutos o Servicios Geográficos Nacionales. Estos centros generan mapas nacionales, regionales y de ciudades, los mismos están vinculados por un único Sistema de Proyección y el mismo Sistema de Coordenadas.

¿Por qué la elección de único Sistema de Proyecciones?

Como se establece en la definición de Mapa, el mismo, es una representación de una superficie curva sobre un plano, por lo tanto es necesario definir criterios para la proyección de los puntos de la superficie terrestre al plano.

Por otra parte, la forma de la Tierra se aproxima a una esfera, achatada en los polos y abultada cerca del Ecuador. Una aproximación de la forma terrestre se logra de hacer girar una superficie un ***Elipsoide de revolución***, con las medidas del eje mayor y menor de la Tierra.

Muchas han sido hasta ahora los intentos realizados para calcular las dimensiones del Elipsoide de revolución que más se aproxime a la forma real de la Tierra.

En general cada país acoge un ***Elipsoide de Referencia***, como figura de dimensiones y orientación fijas con respecto a la Tierra y cuya superficie puede ser utilizada como superficie de referencia para trabajos topográficos.

Estrategias de proyecciones... Superficies y "Fuentes de luz"

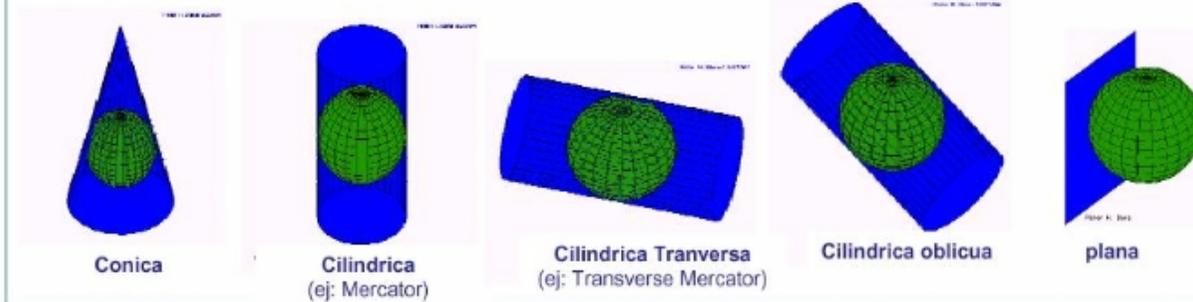
Para imaginar como se proyecta la Tierra sobre una superficie plana, puede pensarse en un haz de luz que atraviesa el globo y proyecta (de la misma manera que lo hace un proyector) la superficie terrestre sobre una superficie plana (la pantalla sobre la cual incide el proyector). De esta manera,

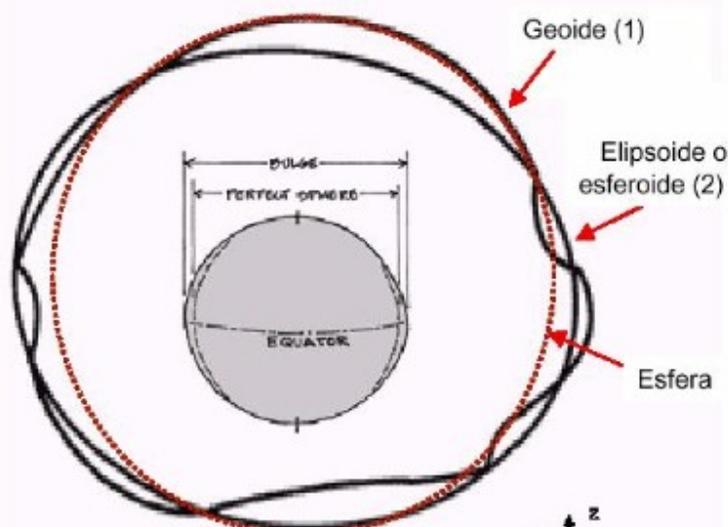
- Se pueden elegir diferentes superficies para ser proyectadas
- Es posible orientar las superficies de diferentes maneras sobre la superficie plana
- Es factible colocar la 'fuente de luz' en distintos lugares.

Tipos de proyecciones en funcion de la figura geometrica a partir de la cual se generan

Las 3 figuras mas conocidas son el cilindro, el cono y el plano. En funcion de ellas se definen las proyecciones de mapa dentro de 3 grupos: **cilindricas**, **conicas**, y **planas** o **azimuthales**.

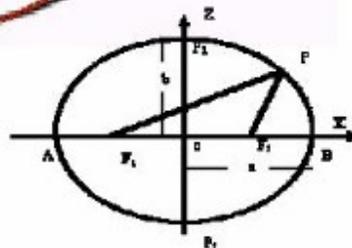
El tipo de proyeccion a ser usada dependera de la propiedad principal deseada y de la region a ser mapeada.





Representación esquemática exagerada de la diferencia entre **geoide** y **elipsoide**

Para cada **proyeccion** debe definirse un **elipsoide**!



- La Tierra es un cuerpo geométrico irregular denominado **geoide**. El geoide es la superficie definida por el nivel de los océanos y su continuación a través de los continentes por canales imaginarios que los cortan. El problema de determinar la forma de la Tierra consiste en expresar matemáticamente la figura del **geoide**. Esto se logra por medio de la suma de varios términos, llamados armónicos, que contribuyen en proporciones diversas a conformar la figura del geoide.
- Debido a estas irregularidades de la **Tierra** suelen utilizarse *modelos* de la forma de la Tierra denominados **esferoides** o **elipsoides de referencia**. Se trata de una esfera achatada por los polos resultado de la revolución de una elipse. El achatamiento del esferoide se define mediante un coeficiente como

$$f = (a - b) / a$$

donde a y b son las longitudes del eje mayor y menor respectivamente. El achatamiento real es aproximadamente de 1/300. Alterando los valores de estos coeficientes se obtienen diferentes esferoides. La razón de tener diferentes esferoides es que cada uno se ajusta especialmente bien a la forma del geoide en diferentes partes de la Tierra

Las dimensiones del Elipsoide de referencia, se han ajustado a lo largo de los años con los cambios tecnológicos, en la actualidad con el uso de la información satelital ha permitido mejorar la precisión de las medidas del planeta.

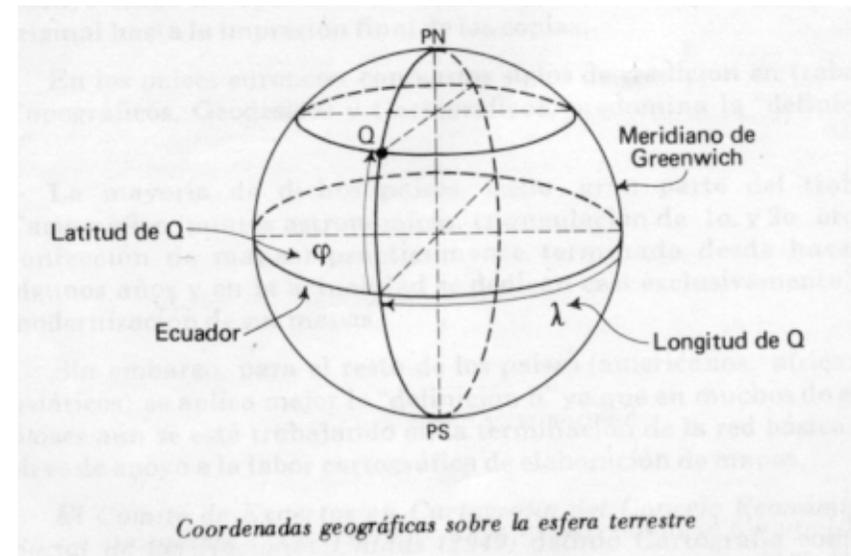
Elipsoide de referencia

Nombre	Año	Semi eje mayor (a)	Achatamiento
Bessel	1841	6.377.397	1/299
Clarke	1866	6.378.206	1/295
Hayford	1910	6.378.388	1/297
Internacional	1924	6.378.388	1/297
Krassowsky	1940	6.378.245	1/298
Hough	1956	6.378.270	1/287
WGS84	1984	6.378.137	1/298

Sistema de coordenadas geográficas

Es un sistema de coordenadas esféricas para describir las posiciones de los puntos sobre la tierra. La latitud y la longitud permiten definir la posición de un punto sobre la esfera terrestre a partir del **Meridiano de Greenwich** y el plano ecuatorial. Tomando como eje del sistema de Coordenadas, el eje de rotación de la Tierra se define el plano ecuatorial como plano perpendicular en su punto medio. Los círculos máximos que pasan por los polos se llaman "meridianos" y los círculos paralelos al plano del Ecuador "paralelos".

La longitud de un punto se mide sobre el ecuador de 0° a 180° hacia el Este y el Oeste a partir del meridiano de Greenwich y la latitud se mide sobre los círculos máximos de 0° a 90° hacia el Norte y Sur.



Coordenadas planas o cartográficas

Sistema de coordenadas en un plano horizontal utilizado para describir la posición de puntos con respecto a un origen arbitrario por la intersección de dos distancias perpendiculares entre sí. Las dos líneas de referencia que pasan por el origen y forman un ángulo recto entre sí se denominan ejes de coordenadas X (abscisas), Y (ordenadas).

Un sistema de coordenadas cartográficas se utiliza en áreas de extensión lo suficientemente limitadas como para que los errores introducidos por la sustitución de la superficie

curvada de la tierra por un plano, entren en los límites de exactitud requerida.

Cada país elige el sistema de coordenadas planas, donde se especifica cual es el Meridiano Central ó de Contacto, es donde se intercepta el meridiano con el plano de proyección, que determina el Datum.

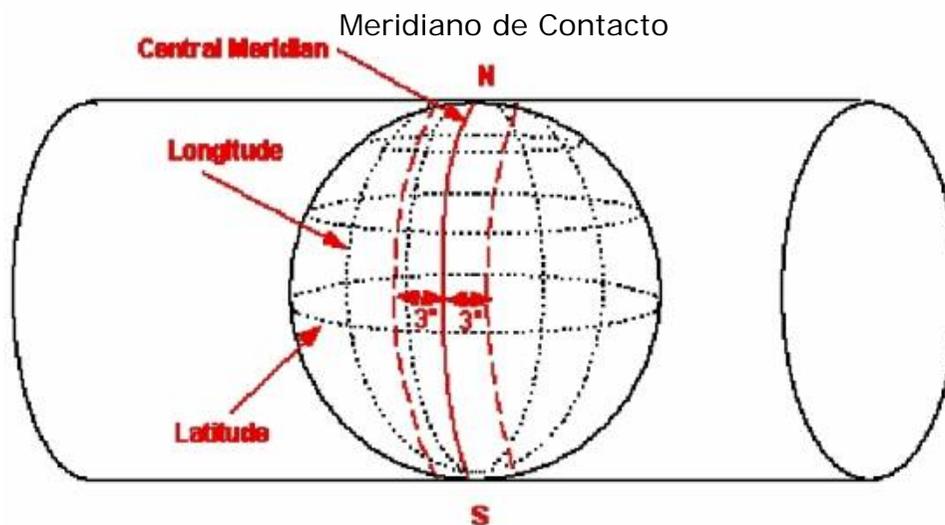
Datum

El conjunto de:

- * un elipsoide
- * un punto llamado "Fundamental" en el que el elipsoide y la tierra son tangentes
- * un *azimuth* o dirección de referencia que define el Norte
- * la distancia entre geoide y elipsoide en el origen

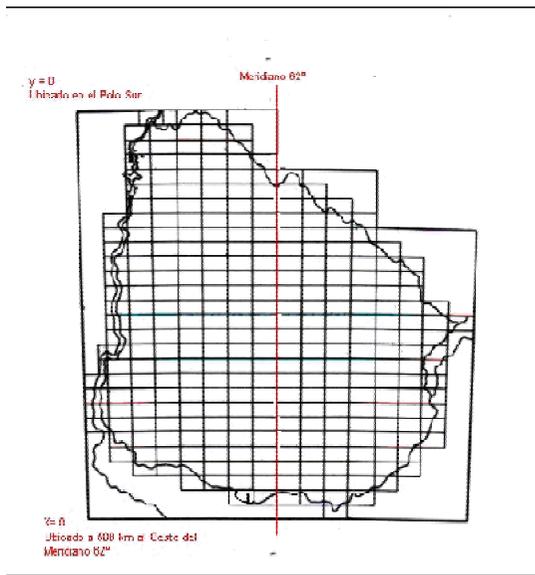
Para cada proyección debe definirse un datum!

define un datum. Establecer cual es el datum de un sistema de coordenadas es tarea de los servicios nacionales de geodesia. Como un elipsoide es necesario para definir el datum, el datum elegido al usar una proyección debe ser consistente con el elipsoide. Ejemplos de datum son NAD27, NAD83, WGS84, International 1909, Campo Inchauspe (para Argentina por ejemplo), etc.



Datos del sistema de referencia cartográfico

El Geoide utilizado en el Uruguay, se origina de la revolución del Elipsoide Internacional de Haydford (calculado en 1924) y para la representación de la porción del elipsoide correspondiente al territorio del uruguayo, en un plano, se utiliza el sistema de proyección "Conforme Gauss-Krüggen", y toma como meridiano de contacto, el ubicado a 62° centesimales al oeste del Meridiano de Greenwich, que atraviesa el centro del Uruguay.



Sistema de coordenadas planas. Fuente: SGM, Uruguay. 1988

El sistema de coordenadas rectangulares o cartográficas tiene como origen de coordenadas para el eje horizontal ($X = 0$) el meridiano localizado a 500 km del meridiano de contacto 62^G centesimales y por el Polo Sur ($Y = 0$), "Sistema Yacaré", del cual parte el sistema planimétrico del país, mientras que el Datum Vertical ($Z = 0$) se localiza en el nivel medio de mareas del Puerto de Montevideo (0 Warthon- Decreto de mayo de 1949) como cota 0 del sistema altimétrico de nuestro país.

Coordenadas planas (en metros)		
X = 0	500 km al Oeste del meridiano de contacto 62°	Datum Horizontal "Yacaré"
Y = 0	Polo Sur	
Z = 0	Puerto de Montevideo	Datum Vertical

Clasificación de Mapas en función de la escala

Los mapas se clasifican según la escala en tres grupos, según el nivel de detalle que brinda la cartografía:

- Escala grande Escala > 1: 20.000
- Escala media 1: 100.000 < Escala < 1: 20.000
- Escala pequeña Escala < 1: 100.000

Mapa	Clasificación de Escala 1/E	Escala Pequeña	Escala Media	Escala Grande
	Intervalo de Escala	1/E < 1:100.000	1:100.000 < 1/E < 1.20.000	1/E > 1:20.000
	Aplicado a:	De reconocimiento	Semidetallado	Detallado
Fotografías Aéreas	Fotogrametría Ingeniería civil Geología Suelos	1:100.000 a 1:60.000 1:80.000 a 1:40.000 1:100.000 a 1:50.000 1:70.000 a 1:30.000	1:60.000 a 1:20.000 1:40.000 a 1:15.000 1:60.000 a 1:25.000 1:30.000 a 1:15.000	1:20.000 a 1:5.000 1:15.000 a 1:2.000 1:35.000 a 1:10.000 1:20.000 a 1:10.000

Movimientos de masa

Análisis de Riesgos

Dirección de Prevención y Atención de Emergencias,
Bogotá.

Información preparada por: Doris Suaza

Revisión: Javier Pava, Richard Alberto Vargas, Dulfay
Patricia Ortiz.



Barrio Las Colinas, Localidad Rafael Uribe Uribe

En Colombia existen condiciones que favorecen la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa como la abrupta topografía de las cordilleras, la actividad sísmica,

su ubicación en la zona tropical y los altos valores de precipitación.

En Bogotá los fenómenos de remoción en masa se presentan a lo largo de los cerros orientales, del sur, de Suba y sus respectivas franjas de piedemonte (Localidades de Usaquén, Chapinero, Santa Fe, San Cristóbal, Rafael Uribe Uribe, Usme, Ciudad Bolívar y Suba).

En principio estos fenómenos tienen una causa natural, ya que muchas de las laderas que conforman los cerros de Bogotá tienen una predisposición a la generación de deslizamientos; a esto se sumo la intervención de los ceros por medio de explotación de canteras y la adecuación de terrenos para la construcción de vivienda (legal e ilegal) sin el cumplimiento de los mínimos requisitos técnicos.

En Bogotá se tienen diversos sectores sometidos a fenómenos de remoción en masa. Estos fenómenos se presentan con diferentes grados de actividad: desde los que han destruido viviendas e infraestructura de servicios públicos hasta aquellos en los que la amenaza potencial ha sido identificada por medio de estudios.

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Los deslizamientos son los eventos con mayor recurrencia en Bogotá y se presentan en las Localidades Usaquén, Chapinero, Santafe, San Cristóbal, Usme, Suba y Ciudad Bolívar; Estos pueden generarse como efecto colateral por sismos e inundaciones. A continuación se puede observar la

representación gráfica de los eventos de remoción en masa que se han registrado en el periodo de 1996 al 2001.

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE EVENTOS POTENCIALES (REGISTRO 1996 - 2001) POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA - BOGOTÁ D.C.



Históricamente Bogotá a sufrido diversos eventos de deslizamientos, la gran mayoría de carácter puntual (Ver Mapa histórico y Estudio histórico , y algunos con un alto cubrimiento espacial como:

La Carbonera, con un área de influencia de 13 hectáreas y que involucra los barrios San Antonio del Mirador, Santo Domingo, La Carbonera, Santa Helena, Santa Viviana y Santa Viviana Sector Vista Hermosa. En este sector se presentan un deslizamiento compuesto retrogresivo.

Estudios:

Estudio Geotécnico, evaluación de alternativas de mitigación y diseños detallados de las obras recomendadas para estabilizar la cuenca de la quebrada la Carbonera, Localidad de Ciudad Bolívar.



La Carbonera.



Montebello

Montebello, con un área de afectación de 9 hectáreas y que involucra los barrios Granada Sur, Montebello, Padua y Urbanización San Luis. En este sector los estudios identifican varios procesos de inestabilidad en el área, de tipo regional y unos deslizamientos locales, para esta zona se adelantaron las obras tendientes a la estabilización de los problemas locales y se contrato un monitoreo del movimiento regional.



Montebello

Estudios:

- Zonificación de Riesgos por Inestabilidad del Terreno para diferentes Localidades en la Ciudad de Santa Fe de Bogotá.
- INGENIERÍA E HIDROSITEMAS LTDA., 1997.
- INGENIERÍA Y GEOTÉCNIA LTDA., 1997
- GEOINGENIERIA LTDA. 1999-2000.
- Instrumentación y Monitoreo Urbanización San Luis, GEOINGENIERIA LTDA. 1999-2000

2001-2002. Cerro del Diamante, con un área de influencia de 20 hectáreas y que involucra los barrios Cerros del Diamante, Espinos, Rincón del Porvenir, San Rafael y El Rodeo. En este sector se presenta un deslizamiento planar en roca.

Estudios:-Estudio geotécnico, evaluación de alternativas de medidas de mitigación y diseños detallados de las obras recomendadas para estabilizar la zona comprendida entre las quebradas Santo Domingo y Santa Rita, barrio El

Espino", Consorcio Civiles Ltda. - Hidroconsulta Ltda., 1998.

-Diseño, Instalación y Monitoreo para Zonas Inestables en el Barrio El Espino - Ciudad Bolívar, período comprendido entre Junio de 2000 y Febrero de 2001, Geotécnia y Cimentaciones Ltda.

-El FOPAE suscribió el Convenio de Cooperación No. 076/2002, con INGEOMINAS para realizar el Estudio de evaluación de amenaza por deslizamiento para los barrios El Espino y El Cerro del Diamante, a partir de los resultados de la instalación y monitoreo de instrumentación geotécnica, el cual contempla una duración de 12 meses y tiene fecha de inicio el 12 de marzo de 2002.

QUE SON LOS FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA?

Los movimientos de remoción en masa se refieren al movimiento repentino de los materiales terrestres en descendencia.

En Bogotá de acuerdo a las características de los movimientos que se presentan se ha adoptado la clasificación de VARNES 2000. Dentro de los cuales tenemos:

Caídas

Representa la disgregación rápida de un volumen de material litológico a lo largo de una superficie, en caída libre. Por lo general.

Desprendimientos:

Disgregación de suelo o roca fracturada y existe un descenso súbito con fragmentación de material a lo largo de una ladera de fuerte pendiente.

Desplomes:

Disgregación generalmente de roca, que forma en la base un depósito caótico de material grueso.

Flujos

Son movimientos de material litológico de textura fina y gruesa que se desplazan a lo largo de una superficie

- Flujos de lodo
- Flujos de tierra
- Flujo de detritos
- Flujo de Escombros.



Reptación

Consiste en movimientos muy lentos o extremadamente lentos del suelo subsuperficial sin una superficie de falla definida. Generalmente el movimiento del terreno es de

pocos centímetros al año y afecta grandes áreas del terreno.



Barrio Ramajal, Localidad de San Cristobal

Deslizamientos

Son movimientos caracterizados por desarrollar una o varias superficies de ruptura, una zona de desplazamiento y una zona de acumulación de material desplazado bien definidas. De acuerdo al mecanismo y forma de ruptura se clasifican:

- *Deslizamiento Rotacional:* Superficie de ruptura es circular o semicircular y cóncava hacia arriba.
- *Deslizamiento Planar:* Cuando la superficie de ruptura sigue un plano de discontinuidad litológica.
- *Deslizamiento Translacional:* Movimientos en los cuales la superficie de ruptura coincide con un plano estructural.



Barrio Santa Helena, Localidad Ciudad Bolívar

Volcamientos

Son movimientos producidos sobre una ladera o talud, debidos a colapso de material rocoso por una heterogeneidad litológica y estructural. El movimiento se produce por acción de la gravedad y por rotación hacia delante de un material rocoso alrededor de un punto de giro localizado en su parte inferior.



Otros tipos de movimientos, que se han estudiado en Bogotá por considerarse de importancia son:

Hundimientos o Subsistencia

Son movimientos del terreno con desplazamientos subverticales, lentos y progresivos, se manifiesta como una depresión topográfica sin ruptura aparente.



Erosión

Los fenómenos asociados con la pérdida de suelo por origen eólico e hídrico, dependen de la susceptibilidad que tenga el área en términos de su geología, pendiente, uso del suelo, actividades antrópicas y cobertura vegetal. Abarca la separación, el transporte y la sedimentación de los suelos.

- Laminar
- Surcos
- Carcavas



Sector La Fiscala, Localidad Usme

CONDICIONES QUE FAVORECEN LOS FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

En general, el mecanismo disparador de los movimientos en masa esta asociado con la realización de cortes en terreno natural inestable sin la debida protección geotécnica, así como el desprendimiento y la caída de bloques asociados a escarpes con pendientes superiores a los 35°. Otros factores que pueden dinamizar los movimientos en masa, incluyen por ejemplo, la actividad sísmica, la saturación del suelo por fluidos y la incidencia de procesos erosivos. Las siguientes condiciones de un sitio son un indicador de una amenaza de deslizamiento: Áreas abajo de pendientes empinadas o en relieves topográficos altos.

- Áreas donde el material rocoso presenta grietas o fractura.

- Planos de roca orientados en paralelo con la pendiente prevaleciente.
- Áreas donde los suelos superficiales están compuestos de material suelto o pobremente compactado.
- Áreas donde los suelos recaudan grandes cantidades de agua.
- Áreas con vegetación mínima para enraizar y fijarla al suelo.

Cuanto más factores de estos se apliquen a un sitio específico, mayores serán las posibilidades de que el sitio experimente deslizamientos.

Las intervenciones antrópicas que pueden contribuir a generar riesgo de deslizamientos en áreas susceptibles a los fenómenos de remoción en masa son:

- Cortes en el terreno como de carreteras, cortes para construcción de casas, que crean masas inestables de material sin apoyo, generando pendientes negativas.
- Construcción de muros sin posibilidad para drenaje. El agua del suelo retenida detrás de los muros incrementa la presión en los poros y el peso en el material retenido, desestabiliza la masa retenida.
- Remover plantas de raíces profundas desestabiliza el suelo en una ladera e incrementa el potencial de deslizamiento.
- El mal manejo de aguas superficiales o subsuperficiales en las laderas a través de la irrigación, o votando las aguas residuales sobre ellos.

- Rellenos en zonas de pendientes y con una pobre compactación.

Análisis de Riesgos Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, Bogotá. Información preparada por: Doris Suaza

Revisión: Javier Pava, Richard Alberto Vargas, Dulfay Patricia Ortiz

Geomorfología - Generación de información geomorfológica a través de la fotointerpretación de fotos aéreas (escala 1/20.000 a 1/40.000)

Erosión		Transporte	Deposición		
Método de erosión		Método	Causa de la deposición	Naturaleza de los depósitos	
Movimientos Masivos	Corrimientos Deslizamientos Avalanchas Desplazamientos Desprendimientos	Canchales Cicatrices de despegue	Corrimientos Desprendimientos Avalanchas Deslizamientos Flujo plásticos Reptación	Disminución de pendiente Obstrucción al movimiento Pérdida de agua	Conos de talud Mantos de talud Glaciares rocosos Coladas de barro Berrocal
Aguas Superficiales	corrosión corrosión efecto hidráulico	valles fluviales pediment penillanuras terrazas fluviales wadís (en desiertos) marmitas de gigantes pilancones	suspensión disolución saltación rodaje empuje y arrastre	disminución de velocidad disminución de pendiente disminución de volumen cambios de canal barreras de circulación	conos aluviales barras rellenos de cauce terrazas aluviales deltas levées depósitos de llanura aluvial
Viento	deflacción corrosión abrasión impacto	colinas decapitadas rocas con oquedades rocas en seta o mesa cantos eolizados barniz del desierto reg (desierto pedregoso)	saltación suspensión rodaje	pérdida de velocidad acumulación de partículas pesadas lluvia	loess cenizas volcánicas y polvo volcánico dunas (barjan, longitudinales, transversales, seif, parabólicas).

Erosión		Transporte	Deposición		
Método de erosión	Formas de erosión	Método	Causa de la deposición	Naturaleza del los depósitos	
Glaciación	extracción (aranque) abrasión	estrías y acanaladuras drumlins superficies pulidas marcas en media luna valles en U espolones truncados calles colgados circos fiordos collados crestas picos	suspensión arrastre transporte superficial empuje	fusión del hielo rotura del hielo en el océano	morreras (lateral, terminal, de receso, central, de fondo) eskers kames terrazas kame depositos fluvioglaciales varvas bloques erráticos
Aguas Subterráneas	solución	cuevas dolinas topografía kartica	en solución (como en aguas corrientes superficiales)	precipitación debida a 1. evaporación 2. perdida de acidez 3. reacciones químicas pérdida de velocidad	terrazas de surgencia estalagmitas y estalagmitas cementación de sedimentos (relleno de cavidades y venillas reemplazo (troncos petrificados)

Resumen de los agentes geomorfológicos que actúan sobre los continetes. De Edgar W. Spencer, Basic Concept of Physical Geology

Bibliografía

Strandberg, C. 1975. Manual de fotografía Aérea. ed. Omega. Barcelona. España.