ESCUELA DE DOCTORADO
INTERNACIONAL DE LA USC

RODOLFO JAIME FERNANDO
SALAZAR MARTÍNEZ

Tesis doctoral

UN NUEVO MODELO DE ADMINISTRACIÓN DE TIERRAS PARA LA ORDENACIÓN DEL TERRITORIO FRENTE A LAS AMENAZAS DE ORIGEN NATURAL

Santiago de Compostela, 2024

Programa de doctorado en Desarrollo Regional e Integración Económica

ESCOLA DE DOUTORAMENTO INTERNACIONAL DA USC

TESIS DOCTORAL

UN NUEVO MODELO DE ADMINISTRACIÓN DE TIERRAS PARA LA ORDENACIÓN DEL TERRITORIO FRENTE A LAS AMENAZAS DE ORIGEN NATURAL

Autor

Rodolfo Jaime Fernando Salazar Martínez

Director: Rubén Camilo Lois González

Tutor: Rubén Camilo Lois González

PROGRAMA DE DOCTORADO EN DESARROLLO REGIONAL E INTEGRACIÓN ECONÓMICA SANTIAGO DE COMPOSTELA

Agradecimiento y dedicatoria

Agradezco a todas las personas e instituciones, familiares, compañeros y amigos que han sido un pilar fundamental de apoyo tanto en aspectos personales como académicos.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE por darme las facilidades para optar por una investigación que es prioritaria para el desarrollo territorial del Ecuador bajo el amparo del Convenio de Cooperación con la Universidad de Santiago de Compostela con quienes se formó la Red de Investigación en Gestión del Territorio y Tecnologías de la Información Geoespacial RIGTIG.

A la Universidad de Santiago de Compostela por acoger e iniciar la investigación de los temas territoriales en Ecuador junto con el Laboratorio do Territorio del Campus Lugo en el que hice la parte inicial de mi investigación en el Programa Gestión Sostenible de la Tierra y el Territorio donde conocí a grandes investigadores y amigos encabezados por Rafael Crecente+ y David Miranda a quienes también llega mi agradecimiento; posteriormente,

Un agradecimiento especial también para Melchor Fernández Fernández, Director del Programa de Desarrollo Regional e Integración Económica por la apertura para culminar mis estudios y para Rubén Camilo Lois, mi tutor, por la paciencia y guía permanente para lograr este propósito. Con ellos, hago extensivo mi agradecimiento a todo el personal de apoyo.

A la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia y Tecnología SENESCYT, que por medio del Programa de Becas de Cuarto Nivel para Doctorado de Profesores Universitarios me permitió financiar mis estancias de investigación en Lugo y la facultad ITC de la Universidad de Twente de los Países Bajos.

Al Instituto Geográfico Militar de Ecuador IGM por brindarme todo el apoyo para la obtención de la geoinformación requerida en sus instalaciones o por medio de la Infraestructura de Datos Geoespaciales del Ecuador IEDGE, administrada por el Consejo Nacional de Geoinformática CONAGE.

A mis compañeros del Grupo de Investigación Geoespacial del Departamento de Ciencias de la Tierra y de la Construcción de la ESPE por el apoyo, impulso y acompañarme en la publicación y presentación de los avances de mi tesis en diferentes congresos, conferencias y revistas.

A mis padres, Luis+ y Manuelita, quienes han sido fundamentales en inculcarme los valores necesarios para afrontar retos y cumplir obligaciones a pesar de las posibles situaciones negativas que se pueden presentar en el camino; mis hermanos César, Hernán, Ramiro, Luis y Ricardo que, siendo menores, siempre me impulsaron a ser su guía abriendo caminos donde no existían.

A mi esposa Adriana y mis hijos Adrián y Carim; Raquel y Rubén; Iván y Paola que han sabido apoyarme con su amor incondicional y para quienes va este esfuerzo.

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Gracias a todos con quienes estoy de viaje en este momento de vida terrenal por el planeta, por compartir momentos inolvidables y por ser una constante fuente de energía, risas y buenos recuerdos.

Finalmente y sobre todo, mi agradecimiento a Dios quien siempre ha guiado mis pasos, ha puesto lo que he necesitado en el momento oportuno y en quien confío.

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Resumen

La planificación del desarrollo y de la ordenación del territorio, que se conoce como ordenamiento territorial son obligatorias, vinculantes, participativas y concurrentes para todos los niveles político-administrativos: provinciales, cantonales y parroquiales rurales; de acuerdo con la normativa de Ecuador, que se ha considerado como estudio de caso. Esta normativa ha causado problemas de calidad porque se ha dado prioridad al cumplimiento de una obligación que debe actualizarse cada período electoral; esta premura ha llevado a realizar consultorías muy superficiales e inconsistentes, que escasamente han trabajado con la ciudadanía para la elaboración de los planes. Tampoco ha existido coordinación entre los niveles de planificación en los espacios geográficos debido a que, desde el inicio, los límites político-administrativos tienen escasa relación con el entorno físico ambiental.

Por otro lado, este espacio geográfico, por encontrarse en al denominado "Cinturón de Fuego del Pacífico", se ve amenazado por innumerables fenómenos naturales entre los que sobresalen las inundaciones, los terremotos, los deslizamientos de tierra, la actividad volcánica y la sequía. La legislación ecuatoriana también asigna la responsabilidad de la gestión del riesgo a los cantones, concurrentemente con las provincias y parroquias rurales; bajo la coordinación con una secretaría de nivel nacional. Los estudios no se realizan con un concepto integrador y, en consecuencia, los planes de gestión del riesgo difieren al pasar el límite administrativo del cantón, a pesar de que la amenaza es la misma. La inclusión de la planificación de la gestión del riesgo en el ordenamiento territorial y la planificación del uso de la tierra es escasa e históricamente se han producido desastres, cuya recuperación ha tomado largos años y ha sido muy costosa.

Con estos antecedentes, es necesario plantear el concepto de gestión del riesgo de desastres. Para el efecto, desde el punto de vista geoespacial se ha estudiado la posibilidad de incluir nuevos conceptos que permitan administrar eficientemente el territorio. Uno de ellos es la norma ISO 19152, moderno estándar de catastro, que pretende normalizar la cobertura total del territorio en términos de los derechos (establecidos en el catastro tradicional), de las restricciones y de las responsabilidades de los predios en el caso del presente estudio, frente a las múltiples amenazas de origen natural que son determinantes para la zonificación resiliente de los espacios geográficos mediante el reconocimiento de la tenencia, el valor y el uso de la tierra; la difusión de esta geoinformación se establece mediante infraestructuras de datos espaciales orientadas a facilitar la adecuada toma de decisiones para la administración del territorio.

La pregunta de investigación se establece para comprender ¿cómo se emplea la heterogénea geoinformación adquirida y dispersa, generada por las instituciones nacionales encargadas de la gestión del riesgo y los catastros municipales localizados en espacios geográficos expuestos a múltiples amenazas naturales, para crear un nuevo modelo territorial que reduzca la vulnerabilidad, independientemente de los límites jurisdiccionales, sirva como un elemento imprescindible para la toma de decisiones en la administración del territorio?. En el territorio ecuatoriano se ha considerado la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas y, dentro de ella, del Valle de los Chillos, que incluye la conurbación entre las ciudades de Quito y Sangolquí como área de estudio; por su condición geográfica, socioeconómica, productiva y

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

estratégica en la que los municipios no han podido gestionar integradamente el territorio y el riesgo que ha generado desastre por las diversas amenazas naturales.

El modelado de la multi-amenaza, vulnerabilidad y riesgo como parte del modelado del territorio se considera indispensable especialmente en espacios geográficos expuestos. El uso de las nuevas tecnologías geoespaciales en sensores remotos, sistemas de información geográfica y modelos de variables complejas facilita el análisis y estimación del riesgo, permitiendo zonificar de mejor manera los espacios para la adecuada planificación del uso de la tierra, considerada como el principal insumo para la ordenación y gestión del territorio. La difusión de los resultados merece un sistema de comunicación y distribución de la información generada para la administración del territorio y la gestión del riesgo en términos de una infraestructura de datos. Este proceso requiere el soporte de un modelo de datos estandarizado e integrado de los espacios rurales y urbanos fundamentado en la norma ISO 19152 que optimice, a escala predial, el proceso de adopción de las medidas de prevención y reducción del riesgo en una cuenca hidrográfica, asignando junto con los derechos, las correspondientes restricciones y responsabilidades para el adecuado uso de la tierra.

Durante el desarrollo de esta tesis se produjeron algunos eventos que permitieron comprobar la propuesta en cuanto a la posibilidad de gestionar el riesgo de desastres en el nivel predial, de modo que las restricciones y responsabilidades se transfieran a las personas que son responsables de las diferentes formas de tenencia de los espacios geográficos y, las infraestructuras vulnerables expuestas al riesgo. Estos eventos, algunos fuera del área inicial del estudio, impulsaron a generar el análisis de todo el territorio ecuatoriano y específicamente el análisis de un gran deslizamiento de tierra en el cantón Alausí, en el que se pudo aplicar la metodología propuesta y obtener uno de los resultados deseados: una ficha catastral con los atributos tradicionales del catastro a la que se añadió los resultados del análisis del riesgo con las posibles restricciones y responsabilidades de acuerdo con la categorización de la vulnerabilidad.

Para la redacción de la tesis se desarrollan a continuación cinco capítulos en los que luego de la definición del problema y preguntas de investigación, se revisa los conceptos de amenaza natural, vulnerabilidad, riesgo, planificación del uso de la tierra y administración del territorio; se relaciona los conceptos actualizados de catastro, gestión del riesgo, reducción del riesgo de desastres en el marco de la gobernanza del riesgo y la gobernanza del territorio; se analiza los múltiples riesgos de origen natural en la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas estableciendo las condiciones para la definición de una metodología que permita realizar el modelado integrado de las variables estudiadas; se revisa la institucionalidad y los marcos conceptual y legal de los procesos de administración del territorio a escala local y su relación con los diferentes niveles de administración; se analiza la administración del territorio con base en la norma ISO 19152 para definir el modelo de integración de la gestión del riesgo, en el modelo conceptual para la creación de una IDE de riesgos partiendo del nivel local; y, finalmente se presentan unas conclusiones y recomendaciones de la investigación.

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Lista de abreviaturas

COE:	Comité de Operaciones de Emergencias
CONAGE:	Consejo Nacional de Geoinformática
COOTAD:	Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomías y Descentralización
COPFP:	Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas
DMQ:	Distrito Metropolitano de Quito
DRM:	Disaster Risk Management
ESPE:	Universidad de las Fuerzas Armadas
ESRI:	Environmental Systems Research Institute
FAO:	Food and Agriculture Organization
FELA:	Framework for Effective Land Administration
FFPLA:	Fit for Purpose Land Administration
GAD:	Gobierno Autónomo Descentralizado
GIZ:	Agencia de Cooperación Alemana
GPS:	Global Positioning System
IG-EPN:	Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional
IGM:	Instituto Geográfico Militar
INAMHI:	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
INEC:	Instituto Nacional de Estadística y Censos
INIGEMM:	Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico
INOCAR:	Instituto Oceanográfico de la Armada
INSPIRE:	Infrastructure for Spatial Information in the European Community
LADM:	Land Administration Domain Model
LAN:	Land Area Network
LOOTUGS:	Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del Suelo
MAG:	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MAGAP:	Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca
MDAT:	Modelo del Dominio de la Administración del Territorio
MIDUVI:	Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda
MTOP:	Ministerio de Transporte y Obras Públicas
ODS:	Objetivos del Desarrollo Sostenible
OGC:	Open GIS Consortium
ONU:	Organización de las Naciones Unidas
OT:	Ordenamiento Territorial
PDOT:	Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial
RRD:	Reducción del Riesgo de Desastres
SAT:	Sistemas de Administración de Tierras
SENAGUA:	Secretaría Nacional del Agua
SENPLADES:	Secretaría Nacional de Planificación del Estado
SGR:	Secretaría de Gestión de Riesgos
SMCE:	Spatial Multi Criteria Evaluation
SNGR:	Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos
SNGRE:	Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias
SNI:	Sistema Nacional de Información
SNP:	Secretaría Nacional de Planificación
SOT:	Superintendencia de Ordenamiento Territorial

UEC DE SANTIAGO

STDM:	Social Tenure Domain Model
TIC:	Tecnologías de la Información y de la Comunicación
UML:	Unified Markup Language
WAN:	Wide Area Network
XML:	Extensible Markup Language

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 1
1.1 ALCANCE 3
1.1.1 Alcance espacial 3
1.1.2 Alcance conceptual 4
1.2 ESTRUCTURA DE LA TESIS 5
2 OBJETIVOS 7
2.1 OBJETIVO GENERAL 7
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 7
2.2.1 Determinar los procesos actuales de la gestión del riesgo que intervienen en el estudio de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo en las diferentes instituciones y niveles de la administración, comparados con los nuevos conceptos de la Gobernanza del Riesgo. 7
2.2.2 Determinar la ubicación, clasificación y zonificación de la múltiple amenaza natural y el riesgo en la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas. 8
2.2.3 Determinar los procesos actuales de la administración del territorio, el catastro y la planificación del uso de la tierra comparados con los nuevos conceptos de la Gobernanza del Territorio. 8
2.2.4 Establecer el proceso integrador que facilite el modelado de la información de amenaza, vulnerabilidad y riesgo asociadas con los predios utilizando los conceptos del LADM. 8
2.2.5 Definir las características del modelo apropiado para la generación de una IDE que permita la integración y difusión de la información sobre multi amenaza, vulnerabilidad y riesgo a nivel predial, así como los escenarios para la toma de decisiones. 8
3 METODOLOGÍA 9
3.1 EL ANÁLISIS DEL RIESGO POR MÚLTIPLES AMENAZAS 9
3.1.1 La definición de los procesos de la gobernanza del riesgo 9
3.1.2 La determinación del riesgo en la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas 14
3.1.3 El establecimiento de la administración del territorio a escala local 16
3.1.4 La integración del riesgo en la administración del territorio 18
3.2 LA DEFINICIÓN DEL CONCEPTO DE UNA IDE 22
3.3 LOS PROCESOS DE LA GOBERNANZA DEL RIESGO 23
3.3.1 Gestión del riesgo 24
3.3.2 Gestión del riesgo de desastres 28
3.3.3 Reducción del riesgo de desastres 29
3.4 LOS PROCESOS DE LA GOBERNANZA DEL TERRITORIO 31
3.4.1 La Administración del Territorio 31
3.4.2 La Planificación del Uso de la Tierra 34
3.4.3 El Ordenamiento Territorial (OT) 36
3.5 LA CUENCA HIDROGRÁFICA PARA EL ANÁLISIS DEL RIESGO A ESCALA REGIONAL 45
3.6 CONCLUSIONES DE LA METODOLOGÍA 48

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

4 RESULTADOS 49
4.1 EL ANÁLISIS DEL RIESGO POR MÚLTIPLES AMENAZAS EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ESMERALDAS 49
4.1.1 Los datos geoespaciales en la evaluación de las amenazas y la vulnerabilidad 56
4.1.2 Evaluación de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo 57
4.2 LOS NIVELES DE RIESGO INTERPRETADOS COMO RESTRICCIONES Y RESPONSABILIDADES EN EL NUEVO MODELO DE ADMINISTRACIÓN DEL TERRITORIO 70
4.3 LOS PROCESOS DE CATASTRO Y LA ADMINISTRACIÓN DEL TERRITORIO A ESCALA LOCAL 79
4.4 LOS PROCESOS DE LA PLANIFICACIÓN DEL USO DE LA TIERRA 85
4.5 LAS CONDICIONES PARA LA INTEGRACIÓN DE LOS PROCESOS 94
4.6 EL MODELO DE ADMINISTRACIÓN DEL TERRITORIO COMO INSTRUMENTO INTEGRADOR DE LA GESTIÓN DEL RIESGO 103
4.6.1 AT_Participante, actor o interesado 106
4.6.2 AT_Derecho (Derecho - D) 106
4.6.3 AT_Derecho (Restricción - Rt) 106
4.6.4 AT_Derecho (Responsabilidad - Rp) 106
4.6.5 AT_Unidad Administrativa Básica (UABásica) 106
4.6.6 AT_Fuente Administrativa 107
4.6.7 AT_Relación Requerida UABásica 107
4.6.8 Entidades externas al sistema 107
4.7 LA ADAPTACIÓN DE LA NORMA ISO 19152 LADM PARA LA INTEGRACIÓN DE LA GESTIÓN DEL RIESGO EN LA ADMINISTRACIÓN DEL TERRITORIO 108
4.7.1 Los objetivos que se persigue con el MDAT 110
4.7.1.1 Establecer un modelo de datos 110
4.7.1.2 Apoyar el desarrollo de aplicaciones computacionales para la administración del territorio 110
4.7.1.3 Facilitar el intercambio de datos con otros sistemas relacionados con la administración del territorio 111
4.7.2 Los impactos y las condiciones que suponen los requerimientos del modelo MDAT 111
4.7.2.1 La cobertura total de los derechos de la tierra y el re/conocimiento de todos los tipos de tenencia formal e informal 111
4.7.2.2 La cobertura total de los demandantes de derecho al uso de la tierra (sujetos, personas o participantes) 112
4.7.2.3 La cobertura total de las unidades espaciales 112
4.7.2.4 El registro de unidades administrativas básicas 112
4.7.2.5 El registro de los métodos de adquisición de datos 112
4.7.2.6 El registro de un conjunto completo de documentos de fuentes de datos auténticos o documentos certificados 113
4.7.2.7 La transparencia 113
4.7.2.8 El registro de datos históricos 113

4.7.2.9 El registro en diferentes organizaciones 113
4.7.2.10 El mantenimiento de los datos en la fuente bajo el concepto de una IDE 114
4.7.2.11 El uso de estándares existentes 114
4.7.2.12 El registro de los sistemas de referencia utilizados 114
4.7.2.13 Las claves o identificadores únicos 114
4.7.2.14 La calidad de los datos y procesos 114
4.7.3 El modelo MDAT 115
4.7.3.1 Paquete Participante (Sujeto) 115
4.7.3.2 Paquete Administrativo (Derecho/DRR) 116
4.7.3.3 Paquete Unidad Espacial (Objeto) 116
4.7.3.4 Sistema de Referencia Espacial, SRE 117
4.7.3.5 Ortofotos, imágenes satelitales, datos lidar y modelos de elevación 117
4.7.3.6 Topografía y/o planimetría 117
4.7.3.7 Geología, información geotécnica y de suelos 118
4.7.3.8 Registro de las tuberías y cables especialmente vitales y peligrosos 118
4.7.3.9 Registro de la dirección domiciliaria incluyendo los códigos postales 118
4.7.3.10 Registro de los edificios por medio de su geometría (2D/3D) y sus atributos 118
4.7.3.11 Registro de personas naturales 118
4.7.3.12 Registro de personas no naturales o jurídicas, compañías, instituciones 118
4.7.3.13 Registro de áreas contaminadas 119
4.7.3.14 Registro de patrimonio, historia cultural, monumentos 119
4.7.3.15 Registro de aviones y barcos 119
4.7.3.16 Registro de predios en riesgo 119
4.7.4 Las restricciones y responsabilidades del territorio en el MDAT 119
4.7.5 Impacto del establecimiento del MDAT 122
4.8 LAS INFRAESTRUCTURAS DE DATOS ESPACIALES EN LA GESTIÓN DEL RIESGO 123
4.8.1 Conceptos de las infraestructuras de datos espaciales en la gestión del riesgo como parte de la administración del territorio 123
4.8.2 La institucionalidad de las infraestructuras de datos en el ecuador 130
4.8.2.1 Partes interesadas en la administración del territorio y la gestión de riesgos 132
4.8.2.2 Infraestructuras de información 133
4.8.2.3 Objetos en riesgo 133
4.8.2.4 Riesgo 133
4.9 ESTADO DE DESARROLLO INSTITUCIONAL DE LAS ORGANIZACIONES INVOLUCRADAS EN LA IDE PROPUESTA 133
4.9.1 Recurso Humano 134
4.9.2 Recurso Técnico 134
4.9.3 Recurso Datos e Información 135

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

4.9.4 Recurso Organizacional 135

4.10 LA NECESIDAD DE UN CAMBIO INSTITUCIONAL Y ORGANIZACIONAL PARA LA ADMINISTRACIÓN DEL TERRITORIO Y LA GESTIÓN DEL RIESGO EN ECUADOR POR MEDIO DE UNA IDE 138

4.10.1 Los cambios requeridos en la administración del territorio para el Ecuador 140

4.10.2 Los cambios requeridos para la adaptación de la gestión del riesgo en la administración del territorio 143

4.10.3 El modelo de IDE para la adaptación de la gestión del riesgo en la administración del territorio 144

4.10.4 Estudio de caso para la implementación del modelo de administración del territorio integrado con la gestión del riesgo. 145

4.11 CONCLUSIONES DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.....158

5 CONCLUSIONES 160

Bibliografía..... 165

Índice de láminas 175

Índice de tablas 178

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

1 INTRODUCCIÓN

El concepto de ordenación del territorio en los países iberoamericanos se ha tratado de consolidar como un instrumento útil para la planificación eficiente del territorio. En algunos casos, el territorio no ha sido administrado de forma adecuada, permitiendo, por ejemplo, que territorios con vocación agrícola terminen siendo grandes conglomerados urbanos.

De acuerdo con Parejo (2003) citado por Sanabria (2014) (Sanabria Pérez, 2014), el modelo español de ordenación del territorio tiene como principios la lucha contra los desequilibrios territoriales, la conexión con la planificación económica y la articulación con otras funciones públicas, entre las que destacan la relativa al urbanismo y al medio ambiente. Continúa su apreciación indicando que la Constitución Española delega las competencias exclusivas sobre ordenación del territorio y urbanismo en las Comunidades Autónomas, pero el Estado se reserva potestades de carácter general a nivel nacional, que condicionan las decisiones autonómicas. Como referencia, cita, que el territorio español está organizado en municipios, 50 provincias, 17 comunidades autónomas y dos ciudades autonómicas.

En la experiencia española, de acuerdo con Parejo, la ordenación del territorio es concebida en una forma que permita hacer compatibles los intereses públicos del desarrollo económico y de la mejora de la calidad de vida entre las diferentes entidades territoriales. Se crean las figuras del Plan Nacional de Ordenación y de los Planes Directores Territoriales de Coordinación encontrando orientadas al desarrollo regionalizando el planeamiento urbanístico, regulando el régimen urbanístico del derecho de propiedad inmobiliaria (técnica denominada equidistribución) y de valoración del suelo. En estos aspectos, tienen una estrecha relación con el catastro tradicional.

Para Domingo Gómez Orea (Gómez Orea, 2003), la ordenación del territorio es "un concepto muy complejo con tres facetas complementarias: *el análisis territorial*, o interpretación de la estructura y funcionamiento del sistema territorial (medio físico, asentamientos humanos e infraestructuras), *la planificación territorial*, o diseño del modelo territorial hacia el futuro y curso de acción para conseguirlo y *la gestión territorial* o conducción del sistema". Establece que, en la actualidad, la ordenación del territorio se considera una "disciplina técnica, aunque incorpora elementos sociales, que se aplica de forma multi e interdisciplinar, a la consecución de dos objetivos básicos: *la corrección de desequilibrios territoriales* y la *localización espacial de las actividades humanas*".

En síntesis, Gómez Orea identifica que la ordenación del territorio es una disciplina técnica que necesita la descripción del medio físico caracterizado o diagnosticado en su relación con sus habitantes, la visión prospectiva y definición de escenarios de mediano y largo plazo para la planificación futura y, la administración efectiva del territorio para que se cumplan los objetivos orientados a la óptima localización de las actividades humanas con su entorno.

En el Ecuador, de acuerdo con su Constitución de 2008 (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008), Título V. Organización Territorial del Estado, se establece la existencia de "*regiones, provincias, cantones y parroquias rurales. Por razones de conservación ambiental, étnico culturales o de población podrán constituirse regímenes especiales. Los distritos metropolitanos autónomos, la provincia de Galápagos y las circunscripciones territoriales indígenas y pluriculturales serán regímenes especiales*". Estos niveles de organización son

USC DE COMPOSTELA

denominados con el término genérico de Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD). En la actualidad (2020) según los datos de la Secretaría nacional de Planificación y Desarrollo, no se han organizado regiones, existen 24 provincias, 221 cantones (incluido el Distrito Metropolitano de Quito, DMQ) y 757 parroquias rurales.

Para alcanzar los objetivos de la ordenación del territorio en el Ecuador se han generado algunas metodologías que finalmente decantaron en la publicación de varios documentos de consulta, denominados "Guía para la Formulación/Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT)", para los diferentes niveles de administración o GAD. El concepto genérico de los PDOT para los niveles provincial cantonal y parroquial rural (*Guía para la Formulación/Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) Provincial*, 2019), (*Guía para la Formulación/Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) Cantonal*, 2019), (*Guía para la Formulación/Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) Parroquial*, 2019) establece que:

- Son instrumentos de planificación fundamentales para la gestión territorial de los GAD.
- Orientan y determinan las acciones e intervenciones del sector público y privado en el nivel local y su cumplimiento promueve el desarrollo sostenible.
- Se circunscriben en la totalidad del territorio, incluyendo las áreas urbanas y rurales.
- Parten del conocimiento y análisis de las características de cada territorio, de los intereses y necesidades de su población.
- Integran las dinámicas económicas, sociales, ambientales, culturales y políticas que se presentan en cada nivel, en especial, las vinculadas a la articulación de lo urbano y lo rural. El riesgo frente a las amenazas naturales se considera parte de la dinámica ambiental.
- Establecen mecanismos de articulación coordinados en los que participan los GAD de los niveles provincial, municipal y/o metropolitano, los parroquiales rurales y otros de régimen especial.

En el ámbito de la Gestión del Riesgo en el Ecuador, el Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE), antigua Secretaría de Estado, ha publicado los "Lineamientos para incluir la gestión del riesgo de desastres en el PDOT" (*Lineamientos para incluir la gestión del riesgo de desastres en el PDOT*, 2019) con el objetivo de incentivar su inclusión en la planificación territorial, debido a la importancia del impacto que han tenido las múltiples amenazas de origen natural en el territorio nacional. Históricamente, el país está expuesto a amenazas naturales cíclicas como las inundaciones estacionales, amenazas sísmicas y volcánicas por encontrarse en el llamado Cinturón de Fuego del Pacífico, así como eventuales debido a los cambios repentinos de clima entre los que destacan deslizamientos de tierra, incendios forestales y sequías.

El COPFP (*Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas*, 2010) establece que es necesario desarrollar una Estrategia Territorial Nacional como instrumento complementario del Plan Nacional de Desarrollo cuyos contenidos mínimos son: Diagnóstico, Propuesta y Modelo de Gestión. Define también que "Los planes de ordenamiento territorial son los instrumentos de la planificación del desarrollo que tienen por objeto el ordenar, compatibilizar y armonizar las decisiones estratégicas de desarrollo respecto de los asentamientos humanos, las actividades económico-productivas y el manejo de los recursos naturales en función de las cualidades territoriales, a través de la definición de lineamientos para la materialización del

modelo territorial de largo plazo, establecido por el nivel de gobierno respectivo." Por este motivo, se incluye el desarrollo y el ordenamiento territorial en un solo documento, los PDOT

Este estudio brinda un soporte innovador centrado en las deficiencias de la administración del territorio frente a las amenazas naturales y su relación con el uso de la tierra. La innovación, en el aspecto técnico de la elaboración de los PDOT, está en el uso del Land Administration Domain Modelo (LADM) como elemento integrador de la ordenación del territorio frente a las amenazas naturales por su concepto que incorpora las relaciones de las personas y el territorio en términos de derechos, restricciones, responsabilidades, usos y valor.

El LADM (International Organization for Standardization, ISO, 2012), considera el registro de los objetos de la tierra (objetos espaciales) y del territorio (objetos legales) incluyendo el agua, la superficie terrestre y los elementos que se encuentra sobre y bajo ellas. Este modelo conceptual está conformado por: actores (personas y organizaciones); unidades administrativas básicas, derechos, responsabilidades y restricciones (relaciones de la tierra con las personas); objetos legales (predios); objetos espaciales (topografía, construcciones, redes de servicios y otros temas sectoriales asociados a los predios) y representaciones espaciales (geometría y topología). Por su concepto normalizador, el LADM provee una terminología básica que, facilita su combinación coherente con diferentes fuentes de geo información como la información de riesgos, ambiente, entre otros.

1.1 ALCANCE

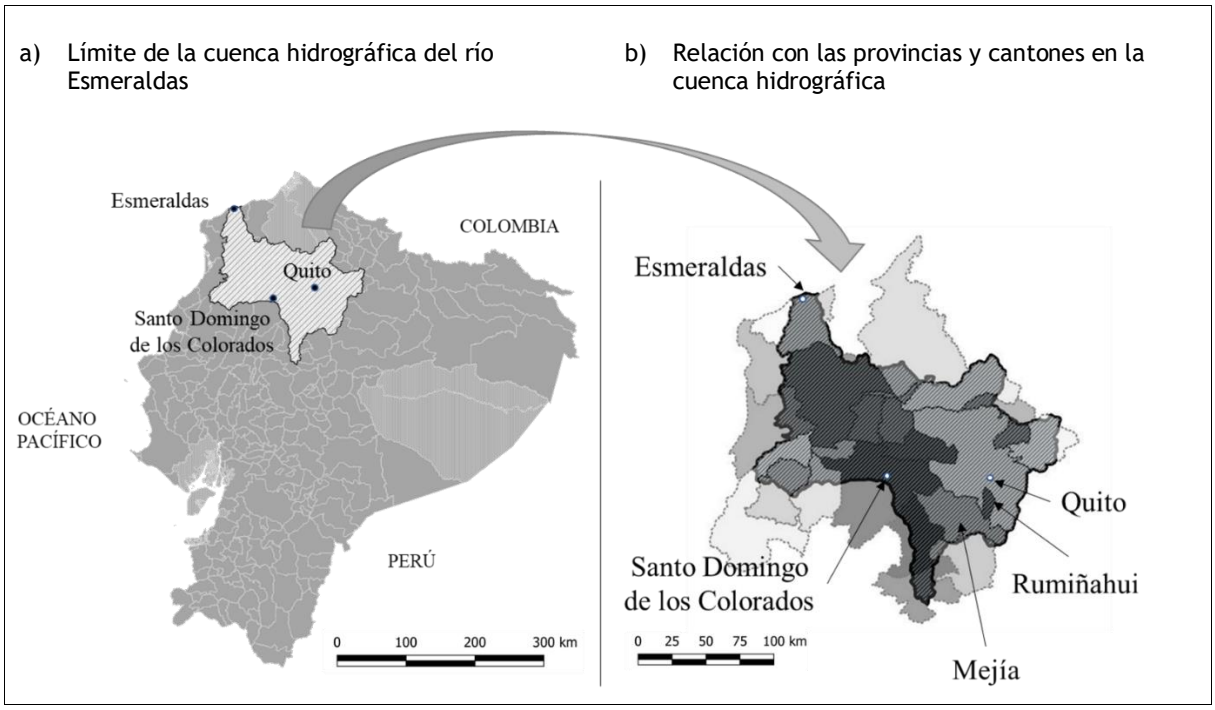
1.1.1 Alcance espacial

Para el estudio se considera la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas por su condición biofísica, cultural, social, económica, productiva, y estratégica donde los municipios no han podido gestionar integradamente el territorio y el riesgo frente a las amenazas naturales. En esta cuenca se encuentra la conurbación de las ciudades Quito - Sangolquí - Machachi, pertenecientes a tres municipios que tienen modelos de catastro y gestión territorial diferentes.

La población que posee o vive en predios ubicados en estos sectores tiene peligros semejantes. Sin embargo, el registro se realiza en sistemas catastrales diferentes, tienen PDOT que dependen del municipio al que pertenecen y tienen un desconocimiento o conocimiento disperso del peligro dependiendo del grado de detalle e importancia que brinda el municipio respectivo. Los actuales modelos de planificación del uso del suelo, ordenamiento territorial y gestión del riesgo en el ámbito municipal son diferentes en cada jurisdicción y se hacen separadamente. Por otro lado, los estudios y la gestión del riesgo se realizan en el nivel nacional, con la academia y el Comité de Operaciones de Emergencias (COE) aunque mantienen un nivel descentralizado municipal con los COE municipales.

En la Lám. 1 se muestra a) el límite de la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas con relación al Ecuador continental, b) el límite de la cuenca en relación con los límites de las provincias y cantones. Se puede observar la falta de coincidencia entre los límites de las provincias con los límites de las cuencas hidrográficas que han sido elaborados por la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA). Esta inconsistencia limítrofe se debe a la histórica visión político-administrativa que ha considerado escasamente los aspectos biofísicos y ambientales, priorizando los demográficos y políticos. En la cuenca mencionada interviene parcial y administrativamente 6 provincias y 23 cantones o municipios.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA



Lám. 1. Inconsistencias entre los límites de las provincias y de los cantones con los de la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas. Fuente: autor

1.1.2 Alcance conceptual

Para este estudio, es necesario determinar la diferencia entre tierra y territorio con la finalidad de comprender el significado del término anglosajón Land, en el contexto del LADM que se ha utilizado.

En las guías elaboradas para la preparación de los PDOT, se define la tierra como el "*espacio físico natural*", en el que a lo largo de la historia se ha asentado el ser humano; es decir, se refiere al componente biofísico "*que corresponde al recurso natural sobre el cual se asienta la población y sus actividades*".

El concepto de territorio tiene muchas connotaciones. En términos generales, el territorio se ha definido como el espacio físico natural (tierra) que en su relación con sus habitantes posee límites de carácter legal o no, reconocidos o no, dentro de los que se realizan las diversas actividades humanas. Se dice también del espacio geográfico atribuido a un ser individual o entidad colectiva (Zoido y Grupo ADUAR (España), 2000). Por tanto, si el término Land dentro del LADM se refiere a administración, límites y relaciones entre la tierra y las personas, se está refiriendo a un modelo territorial o de un territorio.

El concepto de Catastro 2014 propuesto por van der Molen (2003) citado por Enemark et al. (Enemark et al., 2005) sigue vigente en el concepto del LADM y establece la necesidad de un sistema moderno y actualizado de información del territorio que contenga el registro de la totalidad de los predios de una jurisdicción junto con los intereses sobre la tierra, que incluyen, entre otros: los tipos de tenencia como derechos, restricciones y responsabilidades, su valor y su uso. Debe responder a la preguntas "cómo", "qué", "quien", "cuándo", "dónde" se originan esas tenencias, usos, valor y el desarrollo propuestos (de Zeeuw et al., 2020).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Este nuevo modelo LADM coincide con el concepto de catastro multipropósito y puede ser utilizado tanto para los tradicionales finalidades legales y fiscales como para el apoyo a la gestión del territorio y la planificación del uso de la tierra, facilitando el desarrollo sustentable, el mejoramiento ambiental, la gestión ambiental y de recursos entre otros, o como en el caso de la presente investigación, la gestión del riesgo. Estos sistemas se pueden desarrollar hoy bajo el concepto de Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) a fin de que se "permita compartir, intercambiar, combinar, analizar y acceder a los datos geográficos de forma estándar e interoperable" según Bernabé-Poveda y López-Vázquez (2012) (Bernabé y López, 2012).

A partir del año 2016, se han presentado los nuevos conceptos de Fit for Purpose Land Administration (FFPLA) (Enemark et al., 2016) (Todorovski et al., 2017) y Framework for Effective Land Administration (FELA) (*Framework for Effective Land Administration*, 2020) que actualizan el concepto de LADM estableciendo que los sistemas de administración del territorio deben ser adecuados y apropiados al propósito, interoperables y sostenibles, flexibles e inclusivos y capaces de acelerar los esfuerzos para documentar, registrar y reconocer todas las formas de relación de las personas con la tierra.

1.2 ESTRUCTURA DE LA TESIS

En el primer capítulo se reflexiona e introduce la necesidad de generar el conocimiento necesario para la estandarización de los conceptos de amenaza natural, vulnerabilidad, riesgo, planificación del uso de la tierra, administración del territorio que en el área de estudio son desconocidos además de dispersos y, por tanto, no han sido aplicados. Se describe la necesidad de conocer a detalle los riesgos asociados a las amenazas naturales del área de estudio y la ventaja de planificar el uso de la tierra con la incorporación de los resultados de estos análisis. Se proporciona la idea central de la posibilidad de incorporar el LADM como elemento integrador de la gestión del riesgo para la administración del territorio y se describen las condiciones iniciales para la selección del área de estudio. Se establece el alcance espacial y conceptual de la investigación.

En el segundo capítulo se presentan los objetivos, general y específicos que conducen la investigación y el logro de los resultados utilizando los conceptos actualizados de catastro, gestión del riesgo, reducción del riesgo de desastres y planificación del uso de la tierra en el marco de la gobernanza del riesgo y la gobernanza del territorio. En estos objetivos se plantea revisar la relación actual de los procesos de planificación del uso del suelo con el ordenamiento territorial y se establecen las características que justifican el estudio de la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas para finalmente determinar el concepto de una IDE propuesta para la gestión del riesgo integrada con la administración del territorio

En el tercer capítulo, en la metodología propuesta se revisa los marcos conceptual y legal de los procesos de administración del territorio a escala local y su relación con los diferentes niveles de administración en al ámbito ecuatoriano. En este contexto, el proceso que orienta el ordenamiento territorial es comparado con los lineamientos exigidos para la gestión del riesgo a fin de determinar la forma en que se pueden integrar los procesos de la administración del territorio, la planificación del uso de la tierra y la gestión del riesgo por medio del LADM. Se definen las condiciones en las que acoplan para cada predio las restricciones y responsabilidades de uso por riesgo en un proceso integrado que considera dos niveles de interacción para los ámbitos rural y urbano.

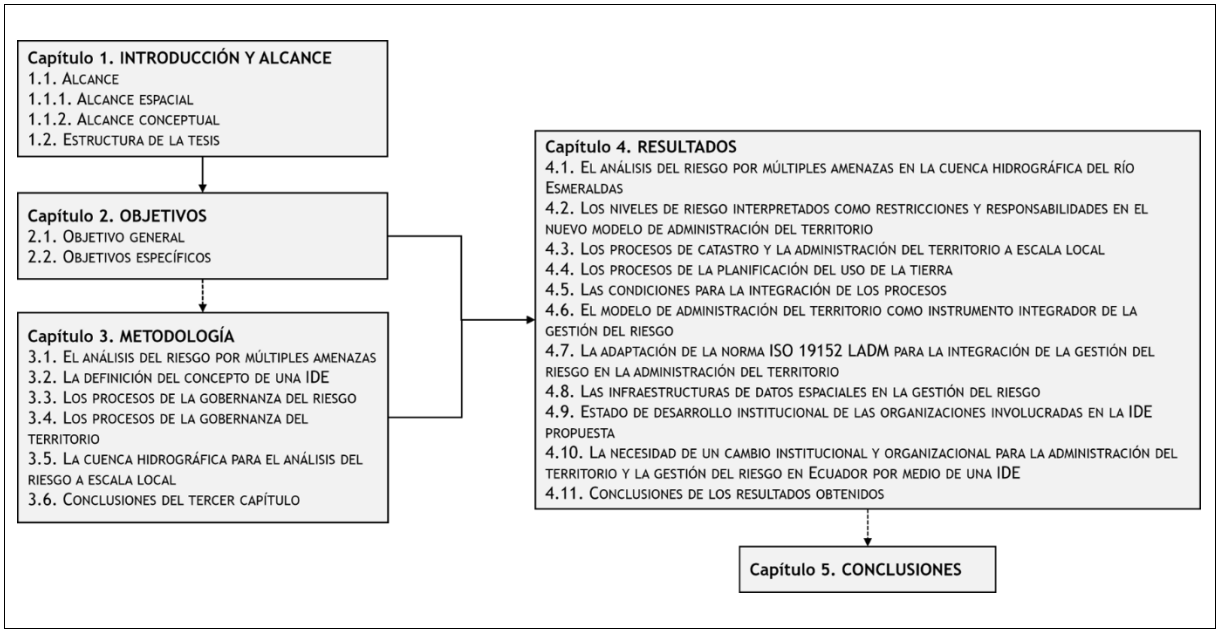
En el cuarto capítulo de resultados, se presentan los estudios de los múltiples riesgos de origen natural en la cuenca hidrográfica escogida como área de estudio y se establecen las condiciones para la definición del modelado integrado de las variables correspondientes a las

USC DE COMPOSTELA

amenazas de origen natural, la vulnerabilidad y el riesgo con la administración del territorio. Estos resultados de análisis del riesgo en áreas urbanas y rurales son los que se integran posteriormente al estándar de administración del territorio propuesto en el nivel predial, constituyéndose en un insumo para la planificación del uso del suelo y la gobernanza del riesgo a escala local y regional. Para validar la metodología se hace una extrapolación de los análisis del riesgo a todo el territorio nacional y se comparan los resultados con los efectos de los últimos eventos. El LADM como instrumento integrador es analizado en este cuarto capítulo para definir la forma en que puede adaptarse para incorporar los resultados de los estudios realizados para la gestión del riesgo en los múltiples niveles de la administración. Esta integración se analiza y compara con la propuesta de la directiva INSPIRE relacionada con el uso de la tierra a fin de proponer la forma en que se trata la vulnerabilidad en términos de restricciones y responsabilidades frente al riesgo. En este ejercicio de adaptación se presentan ejemplos de la incorporación de restricciones y responsabilidades a nivel predial. Establecidos los modelos de estandarización e integración de procesos, se propone el modelo conceptual para la creación de una IDE partiendo de la situación institucional actual del nivel local que contiene la información de mayor resolución. Esta IDE puede constituirse en el inicio de una infraestructura nacional de datos geoespaciales que mediante la estandarización del modelo de catastro municipal constituya el Sistema Nacional de Catastro Integrado Geo Referenciado de Hábitat y Vivienda establecido por Decreto Ejecutivo (Sistema Nacional de Catastro Integrado Geo Referenciado de Hábitat y Vivienda, 2011) e incorpore la información del riesgo facilitando la toma de decisiones en la elaboración de los planes de desarrollo, ordenamiento territorial y gestión del riesgo.

En el capítulo quinto se recopilan las principales conclusiones de los resultados del estudio, se emiten algunas recomendaciones y se hace un resumen de la tesis desarrollada.

El esquema que resume los capítulos en los que se ha escrito la tesis se encuentra en la Lám. 2.



Lám. 2. Estructura de la tesis. Fuente: autor

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

2 OBJETIVOS

A pesar de la existencia de normativa suficiente, en el Ecuador específicamente, no se ha establecido un modelo estándar para la creación de procesos y sistemas que permitan la administración del territorio de manera eficiente; en el caso específico, mediante la inclusión del riesgo por múltiples amenazas en los PDOT.

En este contexto, es necesario conocer ¿cuál puede ser el modelo estandarizado que integre la existente heterogénea y dispersa información sobre la administración del territorio y el riesgo para que sirva como instrumento en la toma de decisiones de los GAD, independientemente de los límites jurisdiccionales? Para el efecto, este estudio se resume en las siguientes hipótesis que dan sentido a los objetivos de la tesis:

- El LADM facilita la administración integrada del territorio en términos de las relaciones de la tierra con las personas a nivel predial, estableciendo los derechos, que actualmente están considerados como parte de los modelos distintos de catastro municipal tradicional para las áreas urbanas y rurales.
- El LADM facilita la incorporación de las restricciones y responsabilidades de uso de la tierra a nivel predial en respuesta al riesgo frente a las múltiples amenazas naturales determinadas mediante una zonificación espacial.
- La administración de la tenencia en forma de derechos y del uso de la tierra como restricciones y responsabilidades, facilita la transparencia y difusión de la información del riesgo frente a la amenaza natural a nivel predial.
- El modelado de una infraestructura de datos espaciales del territorio y las amenazas naturales orienta la toma de decisiones para la ordenación del territorio.

2.1 OBJETIVO GENERAL

Establecer el modelo para la inclusión de los conceptos y procesos de la gestión del territorio y la gestión del riesgo, en la administración del territorio utilizado el LADM a fin de que se facilite la planificación del uso de la tierra y la elaboración de los PDOT que son instrumentos fundamentales de la gestión municipal según la normativa ecuatoriana. La cuenca hidrográfica del río Esmeraldas se ha escogido como zona de estudio.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

2.2.1 Determinar los procesos actuales de la gestión del riesgo que intervienen en el estudio de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo en las diferentes instituciones y niveles de la administración, comparados con los nuevos conceptos de la Gobernanza del Riesgo.

Estudiando los procesos actuales de la gestión del riesgo y su integración en la planificación territorial tanto en las instituciones del Estado como en los GAD municipales para identificar los nudos críticos de los procesos considerando los conceptos nuevos de gobernanza del territorio y gobernanza del riesgo con los que se los pretende modernizar.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

2.2.2 Determinar la ubicación, clasificación y zonificación de la múltiple amenaza natural y el riesgo en la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas.

Caracterizando la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas, una de las más afectadas por las amenazas de origen natural, mediante el análisis histórico de las afectaciones por los desastres ocurridos en los componentes físico ambiental, de asentamientos humanos y económico productivo, que deben ser considerados en la planificación del ordenamiento territorial.

2.2.3 Determinar los procesos actuales de la administración del territorio, el catastro y la planificación del uso de la tierra comparados con los nuevos conceptos de la Gobernanza del Territorio.

Analizando, bajo los principios de la gobernanza del territorio, las diferencias de los procesos de catastro, ordenamiento territorial y planificación del uso de la tierra, en los diferentes niveles de planificación y los múltiples actores que intervienen, comparándolos con los nuevos conceptos de administración del territorio.

2.2.4 Establecer el proceso integrador que facilite el modelado de la información de amenaza, vulnerabilidad y riesgo asociadas con los predios utilizando los conceptos del LADM.

Modelando nuevos procesos integradores que permitan una administración del territorio desde el punto de vista regional que es donde se producen los diferentes fenómenos naturales que posteriormente se convierten en amenaza, generando vulnerabilidad y riesgo a nivel predial.

2.2.5 Definir las características del modelo apropiado para la generación de una IDE que permita la integración y difusión de la información sobre multi amenaza, vulnerabilidad y riesgo a nivel predial, así como los escenarios para la toma de decisiones.

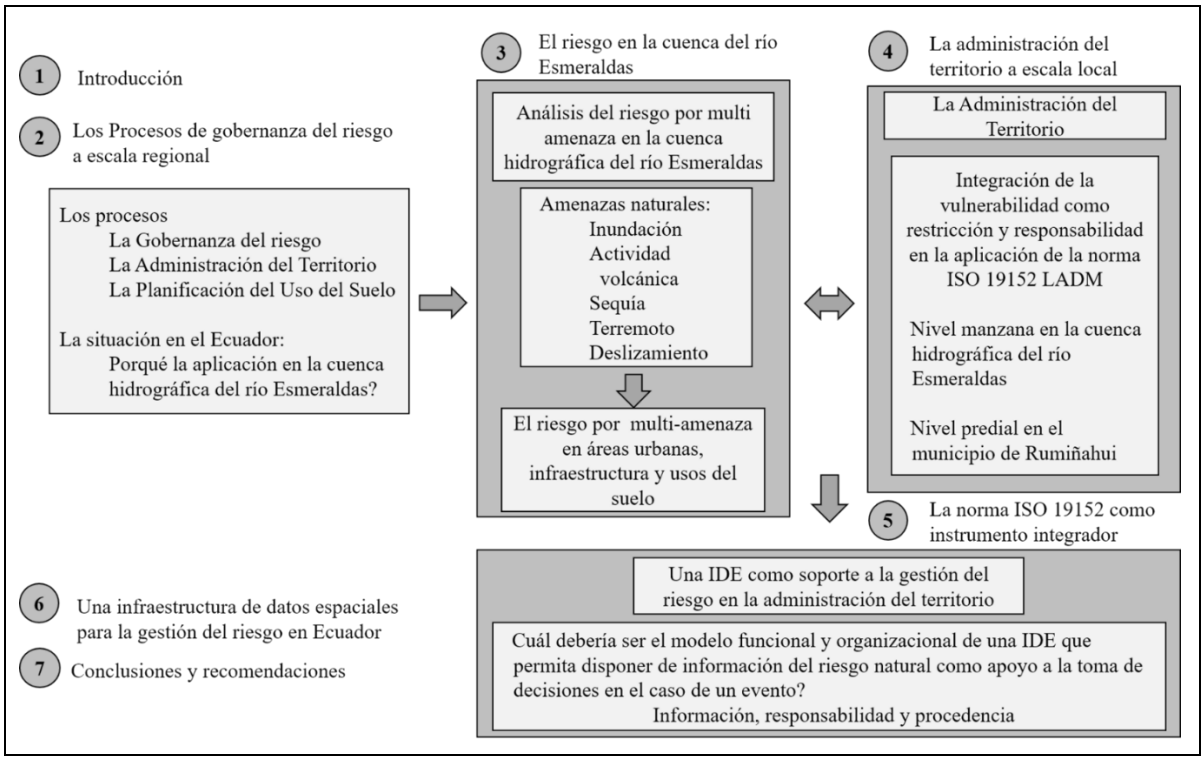
Por tratarse de un sistema integrado, la estandarización de la geoinformación que se utiliza en los procesos integradores de administración del territorio y riesgo, se crea un modelo conceptual con base en la norma ISO 19152 como elemento integrador de tenencia, valor, uso y desarrollo de la tierra en los municipios, incorporando las restricciones y responsabilidades de los predios de acuerdo con el estudio de riesgo originado por las múltiples amenazas de origen natural.

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

3 METODOLOGÍA

Para la definición de la metodología se han revisado múltiples investigaciones desarrolladas en los campos del territorio y del riesgo.

En la Lám. 3 se presenta el marco metodológico planteado, por medio de un esquema de relaciones multinivel entre los procesos y los actores, en el que se hace referencia también a la distribución de los capítulos que se desarrollan en la presente investigación para la solución del problema propuesto. A continuación, se presenta el detalle de la metodología.



Lám. 3. Marco metodológico. Fuente: autor

3.1 EL ANÁLISIS DEL RIESGO POR MÚLTIPLES AMENAZAS

3.1.1 La definición de los procesos de la gobernanza del riesgo

El ciclo de la gestión del riesgo de desastres considera las fases antes, durante y después de un evento catastrófico. Cuando sucede un evento, la definición de la necesidad de información que requieren los tomadores de decisiones frente a la **e**mergencia debe dar respuesta a los diferentes puntos de vista y requerimientos de los especialistas (Cutter, 2003).

Los encargados de la respuesta inmediata, responsables de atender a la emergencia, habitualmente son miembros operativos de la gestión del riesgo, que pertenecen a la policía, bomberos, médicos y militares que están poco o nada familiarizados con el uso de geoinformación, dificultando la localización, identificación y el requerimiento preciso de los datos que necesitan. En la Tabla 1 se hace un resumen de esta diferencia de necesidades de información de acuerdo con los diversos puntos de vista de los actores.

USC UNIVERSIDADE DE COMPOSTELA

Tabla 1. Relación entre los puntos de vista del usuario y la respuesta del técnico informático, respecto de la información geoespacial (adaptado de Cutter, 2003)

Preguntas del responsable de la emergencia		Respuesta que debe dar el especialista
1	¿Los datos que se necesitan sobre el evento dónde están y quién los tiene?	Un sistema y una plataforma informática para la adquisición, integración y distribución de la información geográfica.
2	¿Qué elementos están en riesgo, cuáles son las características que deben analizarse y dónde están?	Análisis espacial del riesgo, incertidumbre, vulnerabilidad, probabilidad y localización de eventos. Sistemas de evaluación multicriterio y de soporte a la toma de decisiones.
3	¿Existe una aplicación a la que se pueda preguntar y responda dónde conseguir la información sobre riesgo?	Un geoportal que permita la visualización de los metadatos y la geoinformación de los procesos físicos y humanos en varias disciplinas.
4	¿Puede un dispositivo personal de los actores conectarse con el de los que tienen la información?	Interoperabilidad, posibilidad de acceso a los datos mediante una IDE

Entre otros sistemas analizados, en la provincia de Sichuan, China, ya se propuso un sistema de gestión de la información basado en SIGWeb (Sistema de Información Geográfico en la Web) para ofrecer a las autoridades y comunidad científica, una herramienta de evaluación de los riesgos por deslizamientos, gestión de emergencias, planificación y desarrollo del uso del suelo, alerta temprana y mejoramiento de la preparación ciudadana frente a las amenazas naturales a través del Internet (Huang et al., 2013).

En el estudio de Aubrecht et al. (2013) ya se elaboraron modelos de información geoespacial multi-nivel (Aubrecht et al., 2013) partiendo desde las escalas regionales hasta las locales incluyendo el funcionamiento urbano con datos de alta resolución y la variación espacio temporal de aspectos que sirven como un inventario de las personas y sus intereses (catastro) involucrados en las áreas relacionadas con los desastres.

Las amenazas naturales, vulnerabilidad y riesgo para la República de Georgia (Varazanashvili et al., 2012), fueron evaluadas mediante la generación en primer lugar, de una base de datos relacional para colectar la información disponible; posteriormente elaborando mapas de los diferentes tipos de amenaza basados en la evaluación de su magnitud y frecuencia; y, en tercer lugar, evaluando las pérdidas económicas históricas de cada tipo de amenaza (sequías, huracanes, granizadas, heladas, inundaciones y terremotos), para presentarlas en términos monetarios. Finalmente se desarrolló un modelo del cálculo total de la vulnerabilidad para cada tipo de amenaza. La relación entre pérdidas económicas, exposición física y magnitud para cada tipo de amenaza fue investigada y finalmente se elaboraron mapas de riesgos y de pérdidas económicas máximas.

En los aspectos del riesgo frente a las amenazas naturales se han realizados varios estudios que han finalizado en proyectos aplicados. Un sistema de apoyo en línea para la evaluación de la vulnerabilidad frente a las amenazas naturales, basado en los actores (Coletti et al., 2012) ya fue desarrollado integrando los recursos de información geoespacial en un ambiente informático en línea, con el objetivo de comparar y discutir la percepción del riesgo sobre eventos pasados; se desarrolló un sistema de soporte, con estudios de caso, integrando las bases de datos públicas disponibles.

Varios estudios y experiencias expuestas por Mitchell (2009) han demostrado que una tenencia legítima de la tierra asociada al conocimiento de los peligros naturales a los que está expuesta motiva y permite a las personas poseedoras de dichos derechos, llevar a cabo acciones de prevención y mitigación ante los potenciales desastres (Mitchell, 2009).

USC DE COMPOSTELA

Como ejemplo de la falta de legitimidad de tenencia, después del terremoto de magnitud 7.6 ocurrido en Nepal el 25 de abril de 2015, se reveló que un tercio de las víctimas no tuvo acceso a subsidios por falta de títulos sobre la tierra debido a que no todos los derechos o títulos estaban registrados en sus sistemas de catastro (Unger, Chhatkuli, et al., 2019). Este hecho retrasó los procesos de recuperación y reconstrucción. Igual experiencia, que será tratada en capítulos siguientes, se tuvo en Ecuador luego del terremoto de 6.8 grados de magnitud ocurrido el 16 de abril de 2016.

La vulnerabilidad de la región andina frente a la ocurrencia de desastres naturales ha propiciado que organizaciones multinacionales propongan a los países involucrados los elementos básicos para la caracterización de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo en su relación con el territorio a fin de facilitar la articulación de la ordenación del territorio con la gestión de riesgos de desastres.

Estos avances se encuentran en documentos como "Incorporando la gestión del riesgo de desastres en la planificación y gestión territorial: "Guía Técnica para la Interpretación y Aplicación del Análisis de Amenazas y Riesgos" (Rubiano Vargas y Ramírez Cortés, 2009) y "Metodología para incorporar Cambio Climático y Gestión del Riesgo de Desastres en procesos de Ordenamiento Territorial" de la serie de Manuales de Capacitación de la Agencia de Cooperación Alemana (GIZ) en Arce (2013).

En la actualidad, la humanidad enfrenta una creciente posibilidad de que se incrementen los desastres naturales inusuales y extremos como consecuencia del cambio climático y el calentamiento global. En consecuencia, es necesario desarrollar metodologías para predecir los eventos y riesgos que enfrentarán las futuras sociedades formulando medidas y estrategias de adaptación y evaluación de las influencias de los desastres en la infraestructura existente, especialmente donde se concentran áreas residenciales.

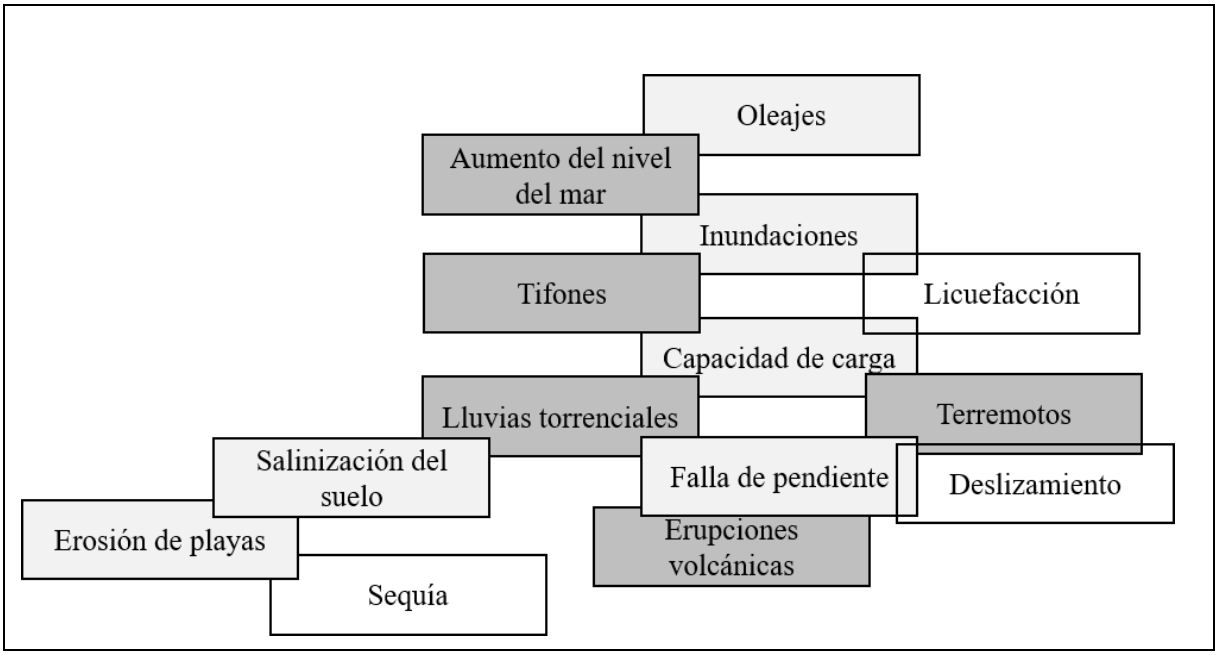
La probabilidad de ocurrencia de un desastre amenaza directamente a la sociedad y afecta los principales objetivos de desarrollo como la salud, la seguridad, la producción de alimentos, la cantidad y calidad del agua, entre otros (van Westen y Damen, 2013). En este sentido, muchos procesos naturales se vuelven peligrosos para diversas áreas de la actividad humana y para los ecosistemas valiosos.

La gravedad de un desastre se determina por el tamaño y la ubicación del peligro, así como por la vulnerabilidad de la sociedad y el nivel de preparación de las personas que se asientan en esas áreas y su adaptación a las circunstancias cambiantes. En consecuencia, los desastres se ven como inevitables y causados por factores naturales externos agravados por la dinámica de la actividad humana.

Como ejemplo están los desastres denominados compuestos que se manifiestan en factores relacionados con el agua y el suelo o con las condiciones del terreno y los movimientos telúricos (Yasuhara et al., 2011). En ciertas regiones coexisten varias amenazas naturales, de acuerdo con la representación de la Lám. 4.

Frente a las amenazas, el análisis probabilístico conduce a una mejor estimación del riesgo y los posibles daños que puede causar en caso de que se produzca un desastre. En conjunto con las dimensiones espacial y temporal de la geoinformación que representa los cambios tanto de las amenazas como de sus factores influyentes, se puede modelar el probable desarrollo del riesgo en el futuro cercano y mejorar su ubicación.

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA



Lám. 4. Desastres causados por sobreposición de eventos de múltiples amenazas y calentamiento global. Adaptado de Yasuhara et al. (2011)

El análisis del riesgo está bien establecido; internacionalmente se lo reconoce como el proceso más importante de la gestión de riesgo y se lo realiza mediante el modelado espacial y temporal de los factores ambientales. Se combinan diversas áreas del conocimiento como la geofísica para los estudios sobre la corteza terrestre tales como el efecto de la geología estructural, las propiedades materiales en los patrones sísmicos y la propagación de olas; el efecto del cambio climático para el análisis de la magnitud de la frecuencia de los riesgos climáticos e hidrológicos y, la variabilidad espacial de los eventos extremos en relación con los desastres, especialmente en las zonas tropicales.

En los últimos años se han desarrollado, perfeccionado y valorado instrumentos de evaluación del riesgo centrados en las zonas urbanas, principalmente en el contexto de los daños violentos y directos producidos a las personas, las viviendas y la infraestructura. Sin embargo, la evaluación del riesgo rural, en el contexto de una dinámica regional supone una combinación diferente de peligros potenciales causantes de daños en la degradación de la tierra a largo plazo o los peligros relacionados con la sequía que pueden convertirse en tendencias irreversibles. El riesgo rural está fuertemente ligado a la agricultura y la seguridad alimentaria.

Cuando el resultado de un evento catastrófico es la pérdida de ganado o la disminución de la cosecha se siente inmediatamente; sin embargo, los aspectos a largo plazo como la pérdida de las funciones de los ecosistemas se consideran muy poco debido a que los métodos de adaptación a esa dinámica territorial específica y los métodos de la apreciación de su valor económico generan criterios de vulnerabilidad muy diferentes.

Si bien las técnicas para mitigar los efectos de los desastres en las zonas rurales son bien conocidas como las de conservación del suelo y del agua que se han desarrollado durante décadas, la falta de cuantificación de las consecuencias económicas hace muy difícil un análisis costo-beneficio.

La adopción a gran escala de medidas de conservación y mitigación sigue siendo problemática y la incorporación del análisis de riesgos en la planificación del uso de la tierra

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

para que pueda desempeñar un papel más importante en el desarrollo requiere un nuevo enfoque.

Aquí cabe la hipótesis de concebir un proceso integrado por un modelo de administración del territorio que agrupe a los gestores del riesgo y planificadores del uso de la tierra tanto para el ejercicio de la toma de decisiones como para el establecimiento de las prioridades de desarrollo equilibrado, seguro y sostenible para la tierra y el territorio.

En el ámbito de la gestión del riesgo, la experiencia del tsunami de Japón ocurrido el 11 de marzo de 2011 permitió a Day y Fearnley (2015), evaluar la eficiencia de las estrategias de mitigación permanentes y reactivas que preparadas con anterioridad, frente al comportamiento que tuvieron, Tabla 2.

Tabla 2. Experiencias del tsunami de Japón de 2011, según Day y Fearnley (2015)

Estrategia de mitigación	Categoría de la estrategia	Efectividad
Obras de ingeniería: construcción de barreras y compuertas para detener el tsunami	Permanente: compuertas cerradas en respuesta a la alerta de tsunami	Las barreras diseñadas para proteger los poblados frente a tsunamis moderados colapsaron y fueron sobrepasadas por olas que superaron la altura permitida por los diseños de construcción
Plantación de árboles en la costa como barreras de atenuación del Tsunami	Permanente	Los árboles fueron sacados de raíz incrementando los daños por escombros
Restricción de desarrollo en la zona de inundación basada en la experiencia de tsunamis históricos y sus huellas en el terreno	Permanente	Alta efectividad por la reubicación de las poblaciones fuera del área afectada por el tsunami de 1896 (aunque no se tuvo la misma efectividad en todas las áreas)
Evacuación en atención a los mensajes originados como respuesta rápida al sistema instrumental de alerta temprana	Reactiva: la infraestructura para el monitoreo y comunicación permanente conforma subsistemas tecnológicos	Alerta temprana inicial con datos incompletos subestimando el tamaño del tsunami, se informa que no sobrepasará las barreras. En algunas áreas pocas personas recibieron el mensaje debido a los daños del sistema de comunicaciones y energía eléctrica como resultado del terremoto previo.
Evacuación en respuesta a la alerta temprana local: alerta propia al sentir el temblor y/o al mirar la aproximación de las olas	Reactiva: infraestructura de alerta temprana permanente formando subsistemas tecnológicos	Efectiva en muchos lugares con experiencia en tsunamis; excepción para los casos en que las personas se sentían muy seguras por las barreras anti-tsunami o fueron evacuadas a refugios que se inundaron. Algunas personas no evacuaron porque las barreras no permitieron ver la llegada de las olas y otras evidencias porque llegaron sólo hasta los límites señalados en los mapas de evacuación que fueron superados. En algunos casos la alerta temprana fue activada por personas que trabajaban en las zonas de peligro y murieron en el evento.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Asignación de refugios en edificios altos para evacuación vertical en las zonas de inundación a fin de disminuir los tiempos de evacuación	**Permanente**	**Los edificios se evaluaron para la protección frente a tsunamis moderados de acuerdo con la evaluación de riesgos. Fueron completamente inundados constituyéndose en trampas para las personas albergadas**

Las estrategias de mitigación se clasificaron en permanentes y reactivas, considerando el momento en el que la estrategia se aplica y la capacidad de adaptación de la respuesta a la información difundida en tiempo real o casi real. Como resultado, la eficacia de cada estrategia de mitigación depende en gran medida del estado actual del conocimiento del peligro para discriminar y seleccionar una sobre la otra (Day y Fearnley, 2015); su adopción, ya en la realidad, puede resultar inconsistente por la posibilidad de que se obtenga consecuencias catastróficas si no se fundamenta en un buen análisis de las características del peligro que promueve su adopción.

De la Tabla 2 se concluye que la "*Restricción de desarrollo en la zona de inundación basada en la experiencia"* condujo a una "*Alta efectividad por la reubicación de las poblaciones fuera del área afectada"*. En consecuencia, la planificación del territorio es efectiva como medida de mitigación, cuando es bien planteada considerando la exposición frente a una amenaza con base a la experiencia de desastres históricos.

El sistema de comunicación de un desastre es un conjunto de interacciones, entre transmisores, mensajes y receptores, que tiene la responsabilidad de definir las características de la información esencial y oportuna para que los comunicadores de la administración pública pueden gestionar efectivamente sus actividades y los afectados puedan adaptarse a las amenazas.

Precisamente a estos potenciales afectados en el nivel predial se pretende llegar integrando la información catastral con la del riesgo mediante la asignación de las restricciones y responsabilidades correspondientes de acuerdo con el concepto de LADM, afinando de esta manera, también los procesos de comunicación. En la fase de preparación, los sujetos asociados a los predios son identificados mediante los sistemas de administración de tierras actualizados, que permiten el uso de su información para que la preparación de los planes de capacitación sea específica a los potenciales afectados.

La difusión de la información sobre amenaza, vulnerabilidad y riesgo conlleva la ejecución de actividades previas como la determinación de eventos asociados y debe derivarse de modelos adoptados para la implementación de nuevas infraestructuras que distribuyan la información tanto de los estudios y planes así como las recomendaciones y buenas prácticas obtenidas en todas las fases de la gestión del riesgo como en la planificación estratégica a escala local, entendida como la ordenación del territorio (Geiß y Taubenböck, 2013).

Para la definición de los procesos actuales de la gestión de riesgos correspondientes a la multi amenaza, vulnerabilidad y riesgo que se encuentran en los planes de ordenamiento territorial en las diferentes instituciones y niveles de la administración, se emplea las "Opciones Estratégicas en el Diseño de un Enfoque de Planificación de Mitigación" (Berke y Smith, 2009) que se han publicado en Building Safer Communities. Risk Governance, Spatial Planning, and Responses to Natural Hazards, Fra Paleo, Urbano (2009).

3.1.2 La determinación del riesgo en la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas

La definición de la extensión espacial de las amenazas y vulnerabilidad de la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas se realizó utilizando la geoinformación disponible descargada

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

del Sistema Nacional de Información (SNI) que mantiene los datos fundamentales o cartografía básica, así como los datos referenciales o cartografía temática[1].

Los mapas utilizados corresponden a las diferentes amenazas naturales, la organización territorial, los componentes biofísicos, los usos del suelo y las principales obras de infraestructura, Tabla 3. Esta información está en formato de coberturas shapefile[2] y ha sido producida en varios años en el rango de escalas desde 1:250.000 a 1:50.000 (escalas nacional y regional). Para la información territorial a escala local de los Municipios de Quito, Rumiñahui y Mejía la información está en escala 1:1.000 hasta 1:5.000.

Tabla 3. Coberturas utilizadas en el análisis de la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas

Cobertura de datos fundamentales	**Fuente**
Red hidrográfica, curvas de nivel, límites político-administrativos	Instituto Geográfico Militar (IGM)
Cuencas hidrográficas, agua potable	Secretaría nacional del Agua (SENAGUA)
División y codificación censal desde provincia hasta nivel manzana urbana	Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)
Zonas de planificación	Secretaría Nacional de Planificación del Estado (SENPLADES)
Amenazas	**Fuente**
Volcánica, intensidad sísmica	Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (IG-EPN)
Inundación, deslizamientos	Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca (MAGAP)
Sequía	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE
Elementos expuestos	**Fuente**
Red vial, poblados, energía (petróleo, electricidad),	Instituto Geográfico Militar (IGM)
Vías del estado	Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP)
Cobertura y uso del suelo	MAGAP
Centros educativos	Ministerio de Educación y Cultura
Predios y usos del suelo	Municipios de Quito, Rumiñahui y Mejía

Examinada la disponibilidad de la geo-información de riesgos se consideró para el análisis las amenazas por inundación, actividad volcánica, sequía, terremoto y deslizamiento, debido al grado de afectación que han causado en el período del que se obtuvieron los datos (2002 a 2020). De las amenazas seleccionadas se tienen datos cuantitativos históricos de los desastres ocurridos y los mapas correspondientes.

Se han obtenido los datos registrados en las bases de datos EM-DAT[3] y DESINVENTAR[4] respecto de los desastres naturales ocurridos en el Ecuador en el período

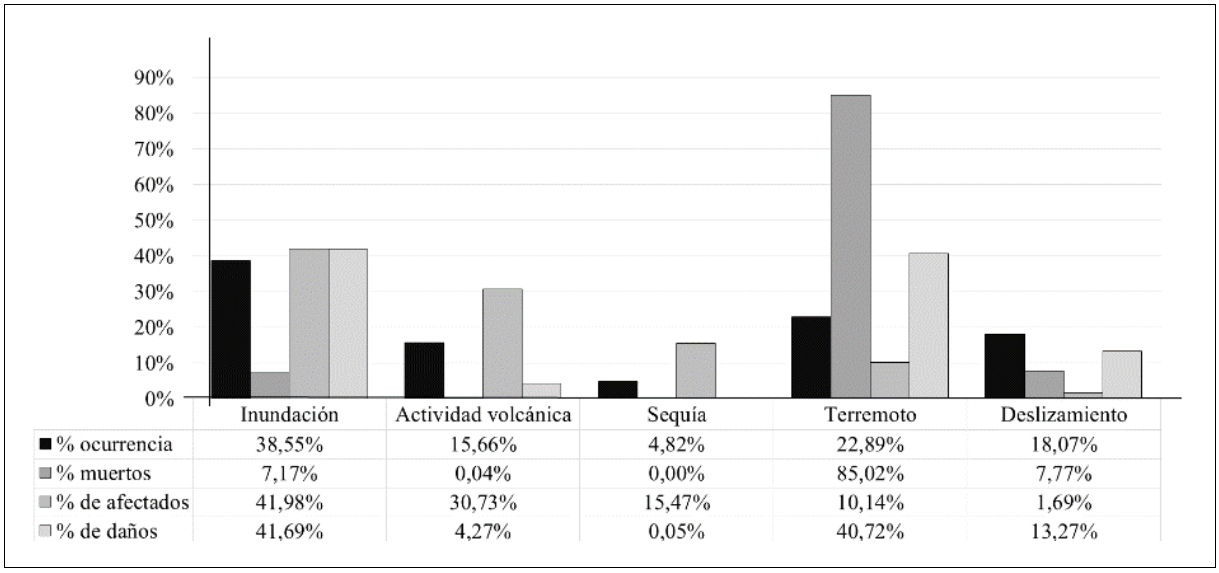
[1] *"DATOS GEOGRÁFICOS MARCO. CLASIFICACIÓN", CONAGE, SENPLADES, 5 de julio del 2010, Resolución Técnica No. 1401 07/2010*

[2] *Shapefile o .shp es el formato de los archivos informáticos tipo vector de la empresa ESRI (Environmental Systems Research Institute)*

[3] *EMDAT. The International Disaster Database. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. https://emdat.be/*

1964 a 2020 y se han calculado los porcentajes de afectación individualizados por amenaza respecto del total de la afectación producida por los desastres históricos, Lám. 5. Estos porcentajes se calcularon respecto de las muertes, daños y ocurrencia, así como el número de afectados que incluye a los heridos y sin techo. Con estos datos se puede conocer a priori los desastres que han sido más recurrentes y han provocado las mayores consecuencias negativas en el territorio ecuatoriano.

Las inundaciones han sido los eventos de mayor ocurrencia, afectaciones y daños causados; sin embargo, es importante considerar que el número de muertos es menor comparado con el causado por los terremotos. Esta situación permite deducir que los habitantes han aprendido a vivir con las inundaciones debido a que su ubicación y los períodos en que ocurren son muy conocidos; situación opuesta a la de los terremotos.



	Inundación	Actividad volcánica	Sequía	Terremoto	Deslizamiento
% ocurrencia	38,55%	15,66%	4,82%	22,89%	18,07%
% muertos	7,17%	0,04%	0,00%	85,02%	7,77%
% de afectados	41,98%	30,73%	15,47%	10,14%	1,69%
% de daños	41,69%	4,27%	0,05%	40,72%	13,27%

Lám. 5. Porcentaje de afectación promedio de los desastres en el período 1964 – 2020 calculados de las bases de datos EM-DAT y DesInventar

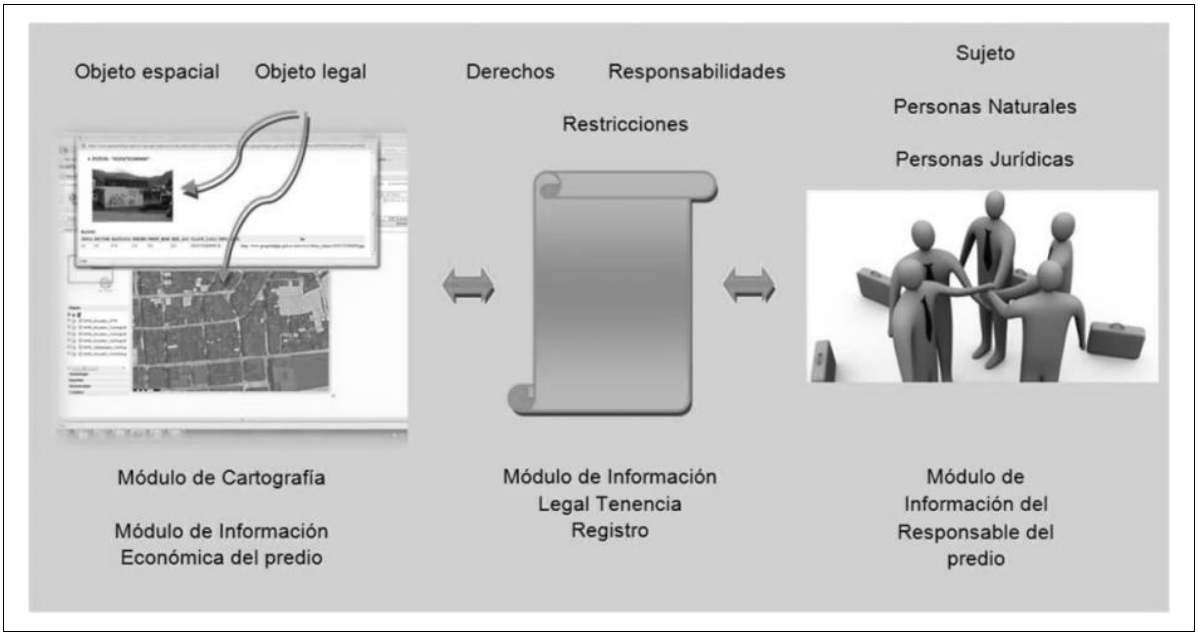
La localización del conjunto de eventos se da principalmente en la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas.

3.1.3 El establecimiento de la administración del territorio a escala local

La definición de administración del territorio ha evolucionado desde la década de 1990 hasta llegar al concepto actual propuesto por Williamson et al. (2010), que la determina como el proceso que registra y difunde la información sobre la propiedad, valor y uso de la tierra (I. P. Williamson, 2010); y como lo establecen Ali y Zevenbergen (2013), es un instrumento eficaz para la implementación de políticas mediante la determinación de la forma en que se asignan los recursos y los beneficios asociados (Ali y Zevenbergen, 2013).

La administración del territorio en el modelo LADM recoge los conceptos de Catastro 2014 que fomenta el registro y la descripción de las características propias de cada predio (objeto) como son su superficie y sus límites, junto con sus derechos (derechos, restricciones y responsabilidades), que a su vez están asociados e identificados por medio del nombre, descripción legal, dirección del propietario o titular (sujeto), Lám. 6.

[4] *United Nations Disaster Risk Reduction. DesInventar Sendai. Sendai Framework for Disaster Risk Reduction. https://www.desinventar.net/*



Lám. 6. Relación de las entidades principales objeto-derechos-sujeto del concepto LADM (adaptado de Catastro 2014). Fuente: autor

Al mismo tiempo permite registrar, describir y asociarse con las características físicas de otras características del territorio como la topografía, el tipo de suelo, los recursos naturales, la infraestructura física, las carreteras, las redes de servicios públicos, los riesgos a los que están expuestos o el medio ambiente en el que se encuentran, entre otros aspectos.

Por otro lado, en el modelo de catastro tradicional que utilizan los municipios ecuatorianos se registra la tenencia por propiedad, por posesión y por derechos reales. Sin embargo, el nuevo modelo de administración del territorio (Lemmen, 2012) precisa que se necesita considerar adicionalmente las restricciones y las responsabilidades de acuerdo con los análisis de otros dominios, como el riesgo.

Este nuevo modelo de catastro de acuerdo con LADM permite que la integración y estandarización para la incorporación del riesgo en la planificación del uso de la tierra como parte de los planes de ordenación del territorio sean homogéneos, en este caso, dentro de la cuenca hidrográfica, aunque sean elaborados por organizaciones y municipios diferentes. Los espacios geográficos se conocen en el LADM como "*unidades administrativas básicas*", que, en el caso de este estudio, corresponden a los municipios de Quito, Rumiñahui y Mejía.

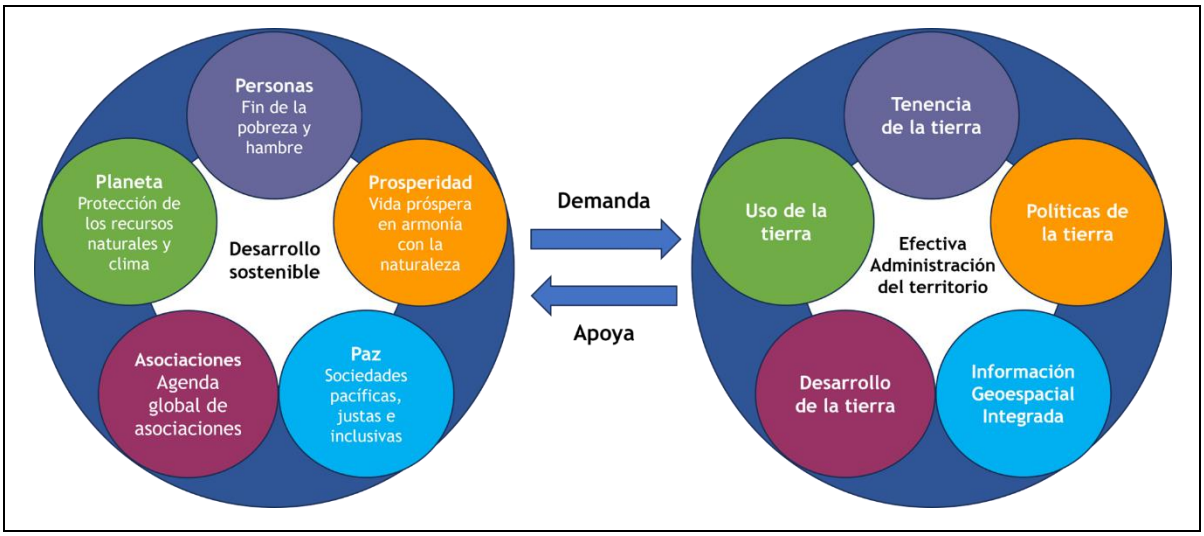
En los catastros multifinalitarios tradicionales, el objeto legal o predio es generalmente representado en la cartografía catastral por medio de la geometría de sus linderos y edificaciones e incluye la información acerca de su superficie, de modo que registre la ubicación del predio. Esta entidad se representa por medio de objetos espaciales que muestran la relación con su entorno geográfico, entre otros, mediante los modelos de elevación, la red hidrográfica, la red vial, la toponimia, los límites internos e internacionales, los códigos postales, las redes de servicios.

La información del uso del suelo y de los peligros a los que están expuestos debido a las múltiples amenazas naturales y antrópicas es externa a los municipios porque es proporcionada por las instituciones nacionales o empresas consultoras y se considera complementaria a la del catastro multifinalitario. Esta información que caracteriza al objeto legal y su entorno es utilizada entre otros aspectos para la valoración de la tierra y de la construcción de los predios, permitiendo el cálculo de los impuestos prediales municipales.

La información legal del predio contiene los datos de los derechos de acuerdo con el tipo de tenencia, la historia de dominio, la información del registro de la propiedad. Sin embargo, en la actualidad no se registran ni consideran las responsabilidades y restricciones establecidas para los diferentes usos del suelo determinados por otros dominios.

El sujeto, participante o responsable del objeto legal o predio es registrado con los mínimos atributos que permiten su identificación, nombre, número de cédula de identidad o pasaporte y la dirección de su domicilio. Responde por los derechos, restricciones y responsabilidades que le han sido legalmente otorgadas a los predios y está constituido por las personas o grupos de personas naturales y jurídicas, así como por las organizaciones a quienes está asignada temporal o permanentemente una parte del territorio por efectos de uso de la tierra.

Estos nuevos conceptos en los temas territoriales y de desarrollo permanentemente generan actualizaciones adecuadas a la época, a las tecnologías y a las necesidades de la población. En la Lám. 7, tomada de How Geospatial Surveying Is Driving Land Administration (Lemmen, 2020) se hace un resumen de estas modernas aproximaciones que expresan con claridad la relación entre los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) y la administración del territorio.



Lám. 7. Desarrollo sostenible y administración del territorio. Fuente: (Framework for Effective Land Administration, 2020)

Se establece que la integración de la información geoespacial relacionada con el territorio en sus aspectos de desarrollo, uso, política, tenencia, y valor sustenta las sociedades inclusivas, la asociación y participación, la protección de los recursos naturales y el clima, la disminución de la pobreza y el hambre, la seguridad, dignidad y equidad, alcanzando la prosperidad de la vida humana en armonía con la naturaleza.

El LADM de acuerdo con Lemmen et al. (2020) se encuentra avanzando a su segunda edición, que incluirá entre otros, los módulos de valoración, representaciones fiscales, planificación espacial y zonificación con sus respectivos flujos de trabajo y manuales de aplicación.

3.1.4 La integración del riesgo en la administración del territorio

En la administración del territorio, el problema prioritario a resolver es la seguridad de la tenencia social debido a que las personas pobres suelen tener una tenencia informal y sus

viviendas están generalmente ubicadas en áreas riesgosas y no planificadas, por tanto, son las más vulnerables a los desastres naturales. En consecuencia, para implementar los procesos de administración del territorio y planificación del uso del suelo en los que se definan restricciones y responsabilidades del uso del suelo, es imprescindible integrar los conceptos y resultados de los procesos de la gestión del riesgo de desastres, la gestión del medio ambiente y de la tenencia de la tierra (UN-HABITAT, 2010) cuya información generalmente se obtiene de los procesos del catastro tradicional y de las instituciones especializadas.

En la corteza del sistema tierra se producen los procesos naturales de la actividad geofísica y se desarrollan las condiciones meteorológicas extremas que producen entre otros, exceso o escasez de agua. Paralelamente, en el sistema territorio, el incremento de la urbanización en zonas expuestas a riesgos, así como una creciente explotación de los recursos naturales y la producción de alimentos, son factores que pueden aumentar el desastre (Bernabé y López, 2012).

La solución ideal para el estudio de estos dos sistemas complejos, tierra y territorio, es la combinación tanto del análisis de los peligros mediante la comprensión de sus procesos, como la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo de la sociedad, pronosticando la variabilidad de los peligros naturales y su efecto dañino directo e indirecto en el espacio y el tiempo en el ámbito predial.

El modelado de la multi amenaza natural, vulnerabilidad y riesgo en conjunto con el modelado de la administración del territorio se considera indispensable especialmente en los espacios geográficos expuestos. El uso de las nuevas tecnologías en sensores remotos y sistemas de información geográfica facilita el análisis y estimación del riesgo permitiendo zonificar de mejor manera los espacios geográficos, con la finalidad de mejorar el proceso de la planificación del uso de la tierra como parte principal de la ordenación del territorio.

Este nuevo enfoque requiere el soporte de un modelo de datos estandarizado e integrado de los espacios rurales y urbanos. En este contexto, la materialización del concepto de LADM se advierte como la oportunidad para optimizar el proceso de adopción de las medidas de reducción del riesgo a escala predial.

Desde la década de 2010, estudios como “Innovative land use planning for natural Hazard risk reduction: A consequence-driven approach from New Zealand” (Saunders y Kilvington, 2016) y “Using land administration for land risk management” (K. E. Potts, 2013), ya incorporan al riesgo dentro de la planificación territorial, permitiendo realizar una mejor toma de decisiones generando e implementando prácticas y estrategias efectivas para alcanzar el desarrollo de comunidades resilientes, especialmente en lugares expuestos a múltiples amenazas naturales.

Siguiendo la Agenda para el Desarrollo Sostenible 2030 y en concordancia con el Marco para la Reducción del Riesgo de Desastres de Sendai, se está desarrollando el modelo Land Administration – Disaster Risk Management (LA-DRM) (Unger, Bennett, et al., 2019) en el que se establecen las relaciones entre los dos dominios mediante la identificación de las fuerzas globales del cambio (personas, territorio, desastres) y los precursores del riesgo de desastres (vulnerabilidad, exposición y riesgo).

Sin embargo, pese a estas iniciativas puntuales a nivel mundial, regional y local, en muchos países, entre los que se incluye Ecuador, aún no se cuenta con información estructurada ni verdaderos estudios que permitan generar procesos integrados y metodologías para lograr una planificación territorial capaz de afrontar los riesgos que históricamente se han convertido en desastres naturales.

USC DE COMPOSTELA

Los encargados de la administración del territorio relacionan al hombre con la tierra únicamente en términos de derechos, restricciones y responsabilidades de uso y usufructo.

Los encargados de la gobernanza del riesgo ven esa relación como la ubicación segura de las personas en un territorio frente a las amenazas de origen natural o de otra índole. Por su parte, los encargados de la planificación del uso de la tierra ven esa relación como la identificación de la ubicación correcta de las actividades que el hombre desarrolla respecto de los espacios de territorio que controla.

Esta dinámica regional territorial obliga a mantener información actualizada en todos los niveles de administración, en atención a la demanda de un permanente ajuste entre los instrumentos que definen la planificación del uso de la tierra, las medidas adoptadas para hacerla viable y la realidad que refleja las modificaciones constantes debidas a los acontecimientos diarios y la actividad de las personas en su territorio. La visión futura cambia y en un proceso cíclico se diseña modelos que por las influencias políticas, sociales, económicas, tecnológicas y legales son condicionados en todas las escalas de planificación.

Las causas relacionadas con los agentes iniciadores de un desastre, el cambio climático y el cambio en el uso de la tierra juegan un papel tan importante como la determinación de los efectos, la respuesta, la mitigación y la adaptación. Es necesario cooperar con otras disciplinas, entre las que se encuentran las que estudian los recursos hídricos, los recursos naturales, la seguridad alimentaria, la planificación urbana, la gobernanza y la administración del territorio entre otros, como se resume en la Lám. 8.

	Desastres violentos	***Degradación de la tierra***
Estudio de las causas	**Amenazas** Deslizamientos Inundaciones Terremotos Actividad volcánica	**Amenazas** Desertificación Erosión Cambio climático Cambios en el uso del suelo
Estudio de los efectos	**Análisis del riesgo** Vulnerabilidad Urbanización Riesgo directo Riesgo indirecto	**Análisis del riesgo** Efectos en el área de influencia Efectos en el área de interés Riesgo rural Seguridad alimentaria
Estudio de las respuestas	**Mitigación del desastre** Evaluación de daños Planificación Adaptación Mitigación Protección Alerta temprana	**Gestión sustentable de la tierra** Conservación del suelo y agua Adaptación Alerta temprana
	Gestión Sostenible de la Tierra y el Territorio	

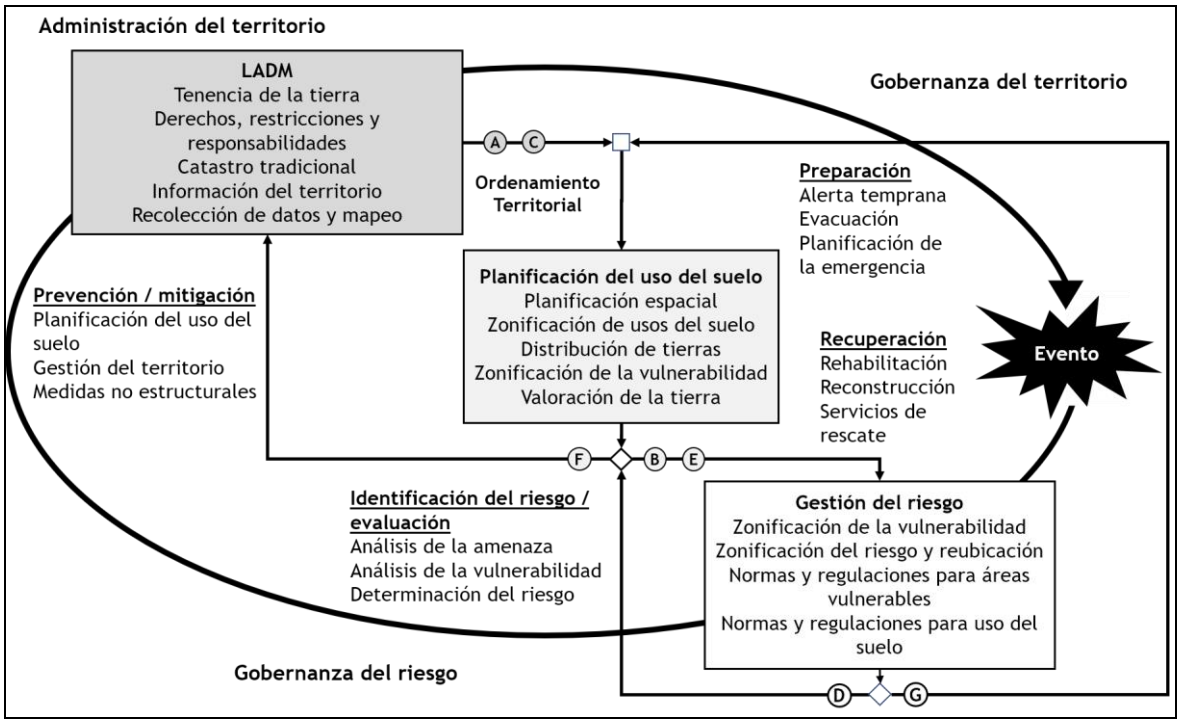
Lám. 8. Marco referencial de la gestión de riesgo de desastres. Adaptado de Faculty of Geo-information Science and Earth Observation (ITC, 2013)

La integración de conceptos y metodologías para el análisis del riesgo por múltiples amenazas y la propuesta de un sistema de administración del territorio bajo el concepto de LADM en la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas tomada como estudio de caso, propone: 1) la selección, validación, estructuración y estandarización de la información sobre múltiples amenazas y riesgos obtenida por sensores remotos y sistemas de información geográfica

dispersos en diferentes organizaciones; 2) la conceptualización de una base de datos para la generación y difusión de modelos y simulaciones de múltiples amenazas, vulnerabilidad y riesgo; y, 3) la determinación y clasificación de las áreas de influencia e interés expuestas a las múltiples amenazas, vulnerabilidad y riesgo en asociación con los predios.

El concepto empleado en la investigación denominada 4D-Earth[5] desarrollada por la Facultad ITC, Universidad de Twente, que estudia entre otros temas los procesos subsuperficiales y sus manifestaciones superficiales, los daños y recuperación post desastre, los riesgos de las cambiantes multiamenazas, los procesos hidrometeorológicos de peligro, el monitoreo y resiliencia del impacto de las amenazas, se ha utilizado para el modelado de la solución de los problemas sociales y ambientales relacionados con la gestión del riesgo de desastres.

Combinando los conocimientos e información geoespacial relevante sobre la superficie terrestre y los procesos de la multi amenaza natural en un único componente se ha analizado la afectación por el cambio climático, cambio del uso de la tierra y cambio socioeconómico; el riesgo y la vulnerabilidad; el desarrollo de escenarios prospectivos; la evaluación del riesgo y las medidas de reducción del riesgo; integrando los procesos de gestión del riesgo con los de administración del territorio usando el LADM, Lám. 9.



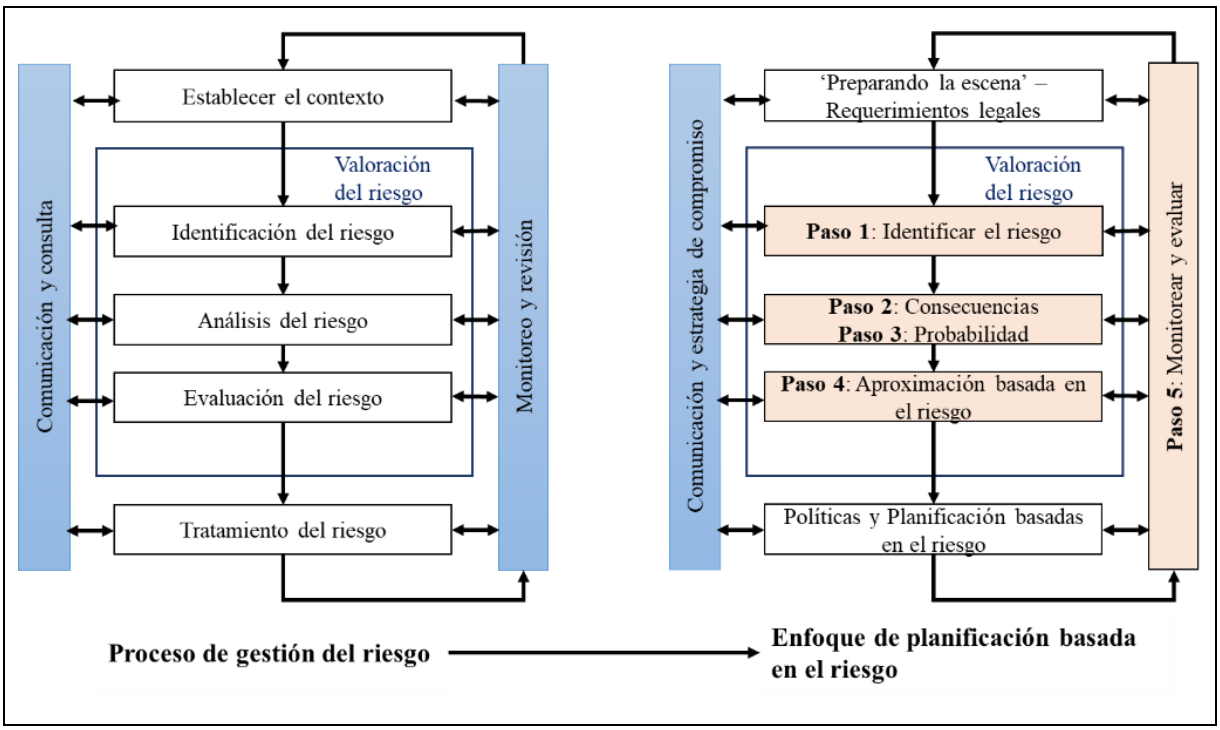
Lám. 9. Integración de la administración del territorio, la planificación del uso del suelo y la gestión del riesgo. Adaptado de Mitchell (2009)

En este esquema, los conceptos de gobernanza del territorio, gobernanza del riesgo y administración del territorio se integran con los procesos de la gestión del riesgo de desastres (Mitchell, 2009) por medio de la estandarización en el LADM, que enlaza el catastro tradicional con la planificación del uso del suelo y la gestión del riesgo en el nivel operativo.

[5] *ITC, University of Twente, 4D research group. Changes Project, 2012.*

Las interacciones entre procesos se representan por las letras A hasta la G y serán detalladas en el capítulo 5.

El enfoque de Planificación Basada en el Riesgo desarrollado en Nueva Zelanda (Saunders y Kilvington, 2016) presenta una herramienta para la evaluación de los efectos que podría ocasionar un evento natural adverso, con la finalidad de garantizar que las consecuencias económicas, ambientales, sociales y culturales puedan ser exploradas y cuantificadas, facilitando la toma de decisiones en la planificación del territorio mediante la determinación y evaluación de los riesgos ocasionados por los peligros naturales a nivel predial, Lám. 10.



Lám. 10. Proceso de gestión del riesgo AS/NZS ISO 31000:2009 (izquierda). Proceso del enfoque de planificación basada en el riesgo (derecha). Adaptado de AS/NZS ISO 31000:2009

Los cinco pasos de este proceso de gestión del riesgo: 1) identificación del riesgo, 2) determinación de las consecuencias del riesgo, 3) determinación de la probabilidad del riesgo, 4) definición de una aproximación a la planificación basada en el riesgo, 5) monitoreo y evaluación junto con la comunicación, se relacionan y coinciden con los procesos del enfoque de la planificación descritos en el documento "Risk Management - Principles and guidelines" publicado por Standards Australia (AN/NZS, 2004)). Esta metodología, presentada en la Lám. 8, tiene como principal finalidad generar una planificación territorial inclusiva para disminuir los posibles efectos catastróficos sobre la población y la propiedad.

3.2 LA DEFINICIÓN DEL CONCEPTO DE UNA IDE

El nuevo concepto de catastro expresado en el LADM es un modelo de datos que permite la creación de una IDE para el almacenamiento, consulta y distribución de la información predial con los riegos asociados, garantizando al gobierno y a la población el acceso generalizado y transparente. Esta información necesaria para la gobernanza del riesgo, la planificación del uso de la tierra y la administración del territorio no debe ser necesariamente procesada y mantenida en una sola base de datos.

De acuerdo con las características y fundamentos conceptuales para el desarrollo de la Infraestructura para la Información Espacial de la Unión Europea (INSPIRE), denominada en inglés como la Infrastructure for Spatial Information in the European Community (IDE EUROPA, 2007), se requiere que cada conjunto temático de datos y sus metadatos se lo obtenga solamente una vez y se lo conserve en la organización que pueda mantenerlo actualizado y estandarizado efectiva y eficientemente para que sea combinado con la información espacial afín que provenga de otras fuentes, usuarios y aplicaciones a diferentes niveles y escalas.

Es necesario, por tanto, contar con sistemas ágiles, asequibles, dinámicos y actualizados de geoinformación, en el entorno de una IDE, para que puedan ser utilizados por la diversidad de usuarios mediante interfaces intuitivos que difundan la información para personas no expertas logrando que la toma de decisiones sea rápida, eficiente, eficaz y coherente durante todo el ciclo de la gestión del riesgo de desastres desde la prevención, el análisis de la amenaza, el análisis de la vulnerabilidad y la determinación del riesgo, hasta luego de ocurrido un desastre, calculando las pérdidas y actualizando permanentemente la planificación y el uso de la tierra.

Respecto de la toma de decisiones multinivel, el conocimiento de la información territorial y el diagnóstico de la evolución de su administración, entre otros, favorece el diseño y análisis de políticas públicas fundamentadas en escenarios de desarrollo regional, que compensen el desarrollo urbano con el que se plantean los programas locales en la actualidad.

Es necesario el modelado del proceso para el desarrollo de un sistema de administración territorial a nivel predial, como base para la toma de decisiones, integrando el modelo de análisis del riesgo por multi amenaza propuesto con el sistema de administración del territorio en una IDE, aprovechando las ventajas de estandarización del LADM que permite la generación de los conocidos geoportales.

3.3 LOS PROCESOS DE LA GOBERNANZA DEL RIESGO

El concepto de la gestión del riesgo escala al de gobernanza del riesgo, cuando incorpora la estructura institucional y política que guía y restringe las acciones de la sociedad y el Estado (Renn y Klinke, 2015) En u.na escala regional, la gobernanza del riesgo se considera un proceso político fundamental para el desarrollo humano encaminado, entre otros aspectos, a la creación de un entorno de vida sostenible (UNECE, 2005).

La gobernanza del riesgo, en el ámbito de la toma de decisiones, se aplica eficazmente cuando los procesos que se ejecutan en las oficinas encargadas de la planificación del territorio logran cumplir, por consenso, los objetivos establecidos para la reducción del riesgo de desastres incorporando, entre otros, los intereses políticos, sociales, económicos, culturales y biofísicos (*Guía para la Formulación/Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) Cantonal*, 2019).

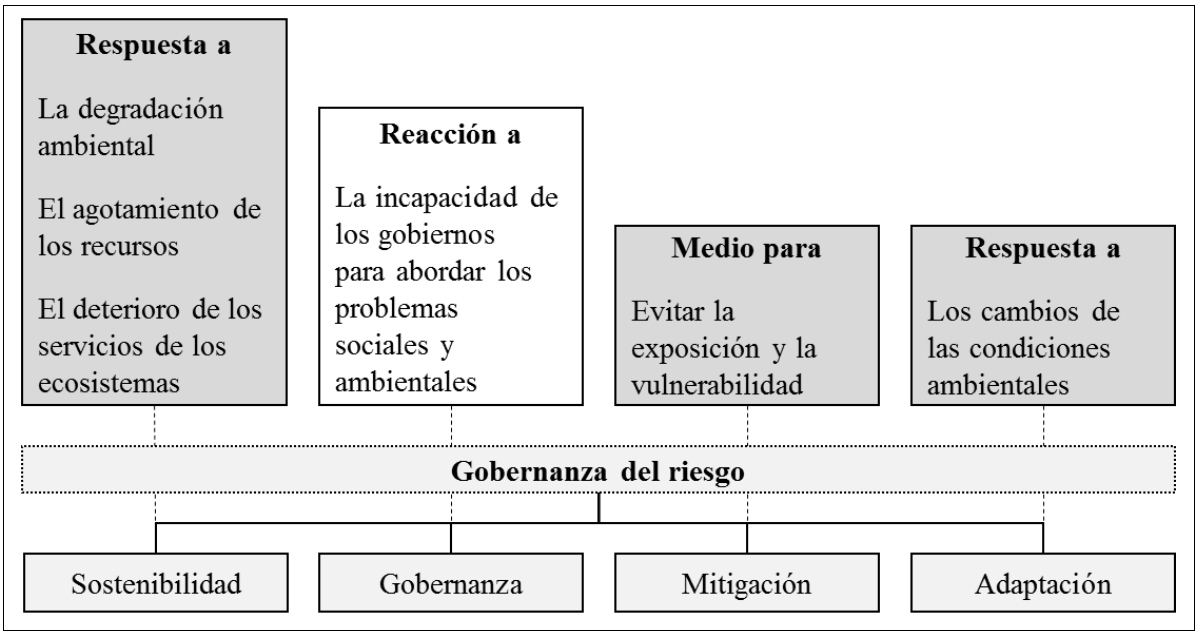
Los gobiernos locales necesitan aprovechar el resultado de los trabajos desarrollados previamente por las instituciones sectoriales nacionales, los gobiernos de todos los niveles de administración, la empresa privada, la academia y las experiencias de la ciudadanía o del exterior. De esta manera pueden desarrollar instrumentos legales orientados a lograr el aumento de los recursos humanos, financieros y técnicos necesarios para el estudio, diseño e implementación de acciones concretas orientadas a la reducción de su vulnerabilidad y la mejora de su adaptación al riesgo de desastres (Renn y Klinke, 2015).

La gobernanza del riesgo también se relaciona con las condiciones ambientales del territorio que se deterioran continuamente por la falta de capacidad de la sociedad y las autoridades para monitorear y hacer cumplir las normas y regulaciones instituidas

USC DE COMPOSTELA

especialmente para el control del uso de la tierra, incrementando la vulnerabilidad tanto de las personas como de los bienes y del Estado.

De este hecho se deducen cuatro pilares que requieren la mayor atención para la gobernanza del riesgo (Fra Paleo, 2015a): la sostenibilidad, la gobernanza, la mitigación y la adaptación, Lám. 11. Bajo este concepto, los aspectos físicos estudiados para caracterizar y gestionar el riesgo no son la única preocupación de la gobernanza del riesgo debido a la naturaleza de las interacciones humanas y sistemas políticos que intervienen para su gestión.



Lám. 11. Los pilares de la Gobernanza del Riesgo, adaptado de Fra Paleo, 2015

El mayor componente de estos pilares corresponde a los procesos propios de la prevención y mitigación del riesgo e incentivan la obtención de un equilibrio en la relación de la tierra con las personas que la habitan, que es asimilable a los conceptos de la administración del territorio o de la gestión sostenible de la tierra y el territorio. La tierra aquí se concibe como el recurso natural físico y el territorio, por su parte, incluye el componente social de su relación con las personas y la sociedad. Este concepto es especialmente importante en las áreas en las que el riesgo es inminente por la presencia concurrente de múltiples amenazas naturales.

Los nuevos conocimientos que se desarrollan permanentemente describen una relación directa de la gobernanza del riesgo con los conceptos de administración del territorio, ordenamiento territorial y planificación del uso de la tierra, así como con los objetivos del desarrollo sostenible. Es posible entender esta relación mediante la sistematización, análisis y adaptación de los procesos que se ejecutan en la gobernanza del riesgo, que se encuentran descritos, entre otros, en la Terminología sobre la Reducción del Riesgo de Desastres (UNISDR, 2009) publicado por La Organización de las Naciones Unidas (ONU).

3.3.1 Gestión del riesgo

El riesgo tiene diferentes significados y el concepto más aceptado lo describe como la probabilidad de que se produzca algún evento potencialmente dañino, es decir, el resultado de la combinación de la probabilidad y las consecuencias. La definición más conocida es Riesgo = Amenaza x Vulnerabilidad (Etkin, 2009) o como lo indican van Westen et al. en su

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

metodología para el análisis del riesgo (van Westen y Damen, 2013), Riesgo = Amenaza x Vulnerabilidad x Cantidad (de elementos expuestos).

El riesgo es en definitiva, el resultado de la combinación de múltiples amenazas, las condiciones de vulnerabilidad de los sistemas sociales y ecosistemas, y la incapacidad demostrada por las medidas adoptadas para la reducción de las posibles consecuencias negativas generalmente medidas por el valor social o el valor económico de las pérdidas (van Westen y Damen, 2013).

De acuerdo con Renn y Krinkle en Fra Paleo (2015) (Renn y Klinke, 2015), el conocimiento del riesgo tiene tres características: *complejidad* por la dificultad de identificar y cuantificar las relaciones entre una cantidad de posibilidades y efectos; *incertidumbre científica* por el casi nulo o limitado conocimiento de datos e información que dificulta calcular efectivamente a probabilidad y posibles efectos de un evento; y, *ambigüedad sociopolítica* por la ambivalencia de las corrientes de pensamiento e interpretación del mismo fenómeno.

En consecuencia, a pesar de la clara importancia de la percepción del riesgo, las personas que se encuentran en una comunidad vulnerable tienen poca la capacidad para estimarlo, especialmente cuando no han tenido experiencias propias recientes o cuando sobreestiman las soluciones técnicas de mitigación estructural que se han construido con anterioridad para disminuir o impedir los efectos de una potencial amenaza (percepción de seguridad).

Algunos factores, descritos en la Tabla 4, contribuyen a identificar la percepción del riesgo en sus aspectos subjetivos y cualitativos difíciles de evaluar, cuando no se cuenta con datos históricos documentados que permitan diferenciar la importancia de los factores que son utilizados para el establecimiento de la vulnerabilidad dentro del proceso del análisis de los riesgos (Etkin, 2009).

Tabla 4. Factores que contribuyen a la percepción del riesgo adaptado de Etkin, 2009

Factores	Descripción
Alcance limitado de las alternativas de solución presentadas, conocidas o aceptadas	Desconocimiento de la legislación y de las características del entorno cultural y ambiental de la comunidad
Percepción errónea de los riesgos	Creencia de que los desastres tienen patrones cíclicos y no aleatorios; el significado del período de retorno es malentendido
	Negación o subestimación del impacto de grandes eventos pasados
	Fatalismo e inseguridad de la tenencia de la tierra conducen a la falta de estímulo para la ejecución de acciones preventivas
	Incomprensión de las consecuencias causadas por eventos aislados y ocasionales
	Exceso de confianza en las obras y tareas de mitigación estructural
Negación de la incertidumbre	Creencia de que el riesgo es un problema concreto conocido y puede ser gestionado
Orientación de la crisis	Énfasis en la planificación de las acciones de respuesta a la emergencia más que en la planificación de la mitigación y la prevención

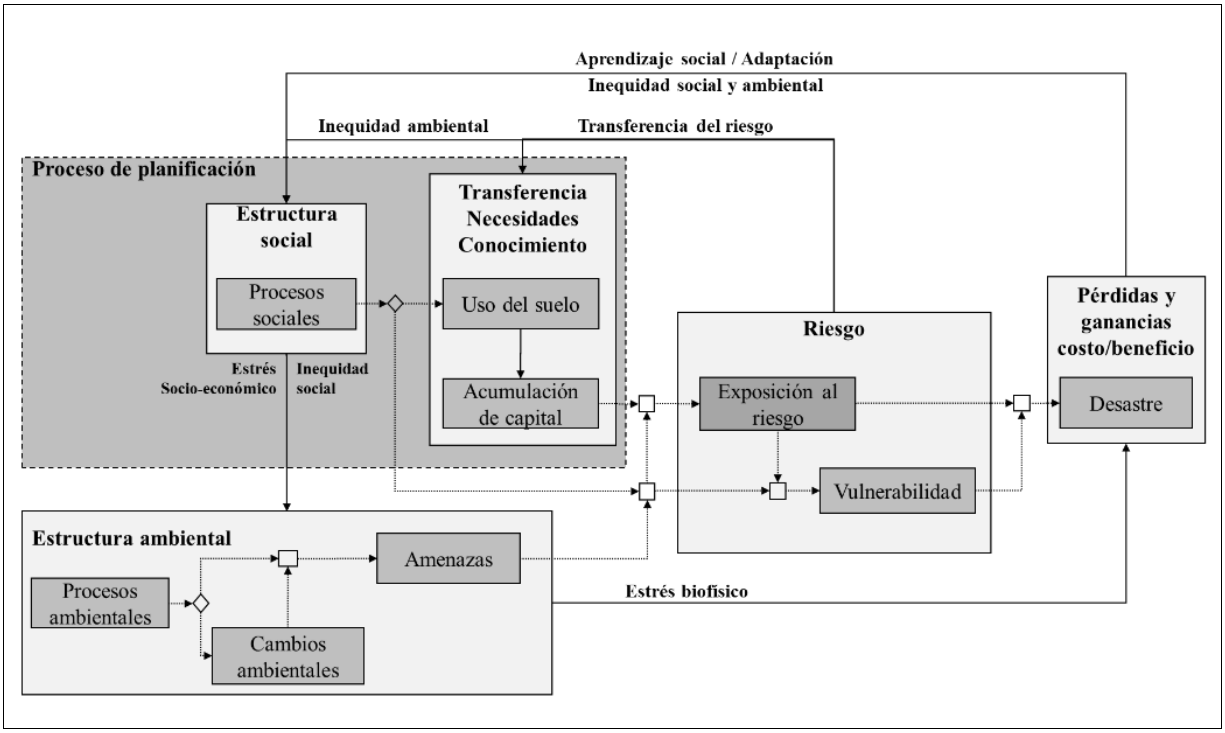
Estos factores son muy importantes cuando se pretende realizar una evaluación participativa del riesgo en circunstancias en las que no se dispone de suficiente capacidad para interactuar o transferir los resultados de los análisis y estudios científicos hacia una población en riesgo. Si la ocurrencia de los eventos es periódica, como en el caso de las inundaciones estacionarias o los largos períodos eruptivos de los volcanes, esta percepción hace que la sociedad se

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

acostumbre y adapte al riesgo, incrementando la vulnerabilidad frente a un evento que pueda producirse fuera de los patrones conocidos.

De acuerdo con Fra Paleo en On Exposure to Natural Hazards: Revising a Negleted Primal Action (Fra Paleo, 2009), el concepto de exposición al riesgo es considerado multiamenaza, multiescala y multinivel, debido a la diversidad de magnitudes, dimensiones, orígenes o lugares en los que se producen. Dicha exposición se ubica en el componente social de un sistema socio-ecológico en el que la acumulación del riesgo en las comunidades y la sociedad se debe a varias causas como la creciente exposición inducida por tratar de brindar satisfacción a las necesidades básicas o requerimientos específicos. Causas destacables son la transferencia de la exposición, el tipo de desarrollo de las sociedades y el pobre conocimiento del riesgo.

En este sentido, la exposición se entiende de tres maneras: 1) como la causa principal del riesgo, 2) como el factor desencadenante de un desastre y, 3) como la señal clara del fracaso de una planificación acorde con las condiciones ambientales locales. Estos conceptos, examinados desde el punto de vista de procesos de un sistema socio-ecológico en la secuencia acción-reacción o causa-efecto, se resumen en la Lám. 12.



Lám. 12. Sistema socio-ecológico del riesgo. Adaptado de Fra Paleo, 2009

Cada vez que se produce un evento, la estructura social se verá influenciada por los efectos del desastre, por el grado de conocimiento y adaptación al riesgo y por las inequidades ambientales y sociales existentes. Esta "nueva" estructura social causa estrés en el medio ambiente que en combinación con las múltiples amenazas latentes y las acciones tomadas por la "nueva" planificación del uso de la tierra, crea nuevos escenarios de exposición al riesgo actualizando la vulnerabilidad que se establece por los daños probables de un elemento expuesto respecto a la intensidad de las amenazas.

En este sentido se puede hablar de un proceso de administración (aspecto social) del territorio (aspecto ambiental), que se establece para la adaptación de la comunidad frente al

USC DE COMPOSTELA

riesgo mediante el aprendizaje social y la disminución de las inequidades, a fin de evitar las pérdidas ambientales, sociales y económicas que causa un desastre.

La experiencia plantea que los conceptos de riesgo e incertidumbre deben ser entendidos en un contexto individual para cada una de las múltiples amenazas. El término riesgo, comúnmente entendido como el impacto que pudiera causar la ocurrencia de un evento, provoca una percepción diferente para las personas que se encuentran sea en áreas rurales o urbanas y se distorsione si existen obras de mitigación estructural que se han construido para proteger dichas áreas frente a cada amenaza en particular.

Para determinar el nivel territorial que demanda el mayor esfuerzo para la mejora de los procesos de obtención, gestión, divulgación y uso de la información en la gestión del riesgo por múltiples amenazas, se ha adaptado la metodología desarrollada por Sayers et al. (2002) (Sayers et al., 2002), a la realidad ecuatoriana, Tabla 5. Esta metodología evalúa el desempeño de la defensa frente al riesgo en los diferentes niveles territoriales durante los procesos de la fase de preparación.

Tabla 5. Metodología para la evaluación de los diferentes niveles territoriales de defensa para la gestión del riesgo en el Ecuador adaptada de Sayers, P. et al. (2002)

Nivel de defensa	Información que proporciona	Información que genera	Ítem de evaluación
Nacional	Evaluación de los riesgos para la vida, el ambiente, la economía Priorización del gasto Planificación regional Planificación de la alerta temprana	Tipo de defensa Condición física Capacidad de servicio Mapas de susceptibilidad Datos socio económicos, agrícolas y de transporte Mapas del uso del suelo	Determinación de la probabilidad de fallas en las medidas de mitigación y evaluación Determinación del tipo de dependencia de las medidas de mitigación Determinación de la extensión del peligro
Regional (provincial)	Planificación estratégica de las medidas de mitigación frente a la amenaza Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) Provinciales Gestión de mantenimiento del conocimiento	Estado funcional de las medidas de mitigación Propuesta de mejora para las medidas de mitigación Cartografía del área amenazada Datos socio económicos	Probabilidad de fallos de las medidas de mitigación de acuerdo con análisis reales Análisis de la confiabilidad de las medidas de mitigación Modelación de escenarios por múltiples amenazas
Local	PDOT Municipal o Cantonal Esquema de evaluación y optimización de la planificación del riesgo	Parámetros para la descripción de la efectividad de las medidas de mitigación Series de tiempo para diferentes condiciones de intensidad	Análisis de la confiabilidad del sistema de gestión del riesgo basado en simulación Simulación del modelo de análisis por múltiples amenazas

Los resultados reflejan que la mayor demanda de trabajo para la defensa corresponde al nivel nacional. En el nivel local la demanda es menor a pesar de que es el territorio más afectado cuando se produce un desastre. Por otro lado, en el caso ecuatoriano, la falta del nivel regional y la escasa responsabilidad del nivel provincial inciden en la inadecuada coordinación de la

USC DE SANTIAGO

defensa frente al riesgo; sumada a la autonomía del nivel cantonal que dispersa la planificación con programas y planes diferentes.

La evaluación de los planes de mitigación y de mejora de los municipios y provincias evidencia la descoordinación entre niveles en la elaboración de los PDOT y de uso de la tierra, así como en la ejecución de los procesos de evaluación del riesgo, planificación de la emergencia y la capacitación de los ciudadanos. Conforme la legislación ecuatoriana, los Planes de gestión del Riesgo son parte de los PDOT a nivel municipal o cantonal.

Los niveles territoriales no están estructurados eficientemente para la gestión local del riesgo y la generación de la información es dependiente del nivel nacional que dispone de los recursos humanos, materiales y económicos adecuados. La incertidumbre aumenta cuando se realiza la evaluación de las múltiples amenazas que se dan exclusivamente en el nivel local, sin considerar los eventos anómalos catastróficos más frecuentes que generalmente se dan a gran escala en los niveles nacional y regional

Entre los eventos anómalos, que por la incertidumbre aparentemente se perciben como menos severos por su periodicidad, están las inundaciones anuales asociadas a las condiciones climáticas especiales como el Fenómeno de El Niño, cuya inadecuada percepción causa permanente daño a la sociedad a pesar de que está familiarizada con sus efectos a nivel local.

Aunque el riesgo está siempre presente, los desastres a futuro son inciertos. Las personas pueden aceptar una cierta condición de riesgo subjetiva y estimada para su salud, seguridad y otras necesidades, a cambio de los beneficios que esperan recibir por las actividades que se realicen para establecer áreas que las consideren seguras.

Este concepto es importante cuando se planifica la mitigación estructural mediante la construcción de infraestructura como presas y diques para la contención de inundaciones, por ejemplo. Efectivamente, en las áreas en las que los ciudadanos perciben y se acostumbran a una significativa reducción del riesgo por un largo tiempo, puede ocurrir un evento extremo repentino que supere los estándares debido al expansivo desarrollo de las zonas consideradas seguras, produciéndose un resultado peor e inesperado; un ejemplo es la destrucción de Nueva Orleans por el Huracán Katrina (Etkin, 2009).

Cuando una amenaza se activa y el riesgo se convierte en una realidad, por las condiciones de vulnerabilidad, sobreviene un desastre de diferente magnitud, cuyos impactos pueden incluir la pérdida de vidas, lesiones, enfermedades y otros efectos negativos para el bienestar humano y social como daños a la propiedad, destrucción de bienes, pérdida de servicios básicos, desórdenes sociales y económicos, así como degradación ambiental (van Westen y Damen, 2013).

En este escenario, un desastre se convierte en una perturbación grave del desarrollo de la comunidad a causa de los grandes impactos y pérdidas que exceden su capacidad para enfrentarlos utilizando sus propios recursos. En todo caso, la documentación del registro de estos desastres históricos puede utilizarse como una aproximación para la estimación empírica del riesgo (Etkin, 2009).

3.3.2 Gestión del riesgo de desastres

Inicialmente es un proceso de planificación formal utilizado para identificar el riesgo, estimar su impacto potencial y desarrollar estrategias para gestionarlo y supervisarlo en el tiempo, con la finalidad de minimizar o evitar un desastre. Estas estrategias incluyen procesos de aceptación, evasión, reducción y transferencia del riesgo.

La mitigación es parte de un proceso más amplio de la gestión del riesgo de desastres y se refiere a las acciones estructurales y no estructurales específicas tomadas con anterioridad o a

USC DE COMPOSTELA

las medidas adoptadas para reducir el riesgo de un impacto potencial que produzca un desastre. El concepto de prevención se relaciona con las acciones emprendidas para evitar totalmente el daño potencial de las amenazas y se considera parte del proceso de mitigación (Etkin, 2009).

Dada su complejidad multinivel, el proceso de gestión del riesgo de desastres requiere el soporte de herramientas basadas en sistemas computacionales organizados bajo el concepto de Infraestructuras de Datos Espaciales IDE para gestionar un inventario de los datos y metadatos dispersos que contienen el conocimiento histórico y documentado del riesgo. Estas infraestructuras apoyan a la estandarización, integración y divulgación de los métodos y resultados utilizados para la evaluación de las amenazas y el riesgo en todos los niveles de administración y a la definición de las estrategias para la reducción de la incertidumbre de los datos, modelos, predicciones y consideraciones relacionadas con el análisis del riesgo.

Al tratarse de sistemas computacionales de arquitectura abierta, sus interfaces pueden difundir y hacer pública la información del riesgo en los diferentes niveles de gobierno, la ciudadanía y el conjunto de investigadores y tomadores de decisiones, en un formato apropiado (Bernabé & López, 2012). La adopción de esta tecnología requiere drásticos cambios organizacionales y funcionales en todos los niveles, así como la construcción de capacidades para la adaptación de la sociedad en su conjunto.

La gestión del riesgo de desastres tiene un espíritu amplio y es el proceso sistemático de implementación de directivas administrativas, organizaciones y capacidades operacionales para crear estrategias, políticas y habilidades adecuadas para afrontar y disminuir los impactos adversos de las amenazas y la posibilidad de un desastre (UNISDR, 2009). También se considera un proceso específico ideado para evitar, disminuir o transferir los efectos negativos de las amenazas naturales por medio de los procesos de prevención, mitigación y preparación. Su característica prospectiva pretende evitar a futuro el desarrollo de nuevos o mayores riesgos de desastre actualizando las políticas ineficientes de reducción de riesgos.

3.3.3 Reducción del riesgo de desastres

La reducción del riesgo de desastres se refiere al proceso diseñado para reducir los riesgos mediante esfuerzos sistemáticos desarrollados para analizar y gestionar los factores causales de los desastres. Incluye la reducción de la exposición a los peligros, la disminución de la vulnerabilidad de las personas, propiedades, sistemas sociales y ecosistemas, así como la preparación ante eventos adversos (United Nations International Strategy for Disaster Reduction, UNISDR, 2011).

Su enfoque se encuadra en el Marco de Acción de Hyogo (EIRD, 2005) para los años 2005-2015 definido en la Conferencia Mundial sobre la Reducción de los Desastres, cuyo resultado para los próximos diez años pretende: "La reducción considerable de las pérdidas ocasionadas por los desastres, tanto las de vidas como las de bienes sociales, económicos y ambientales de las comunidades y los países", a partir del establecimiento de las condiciones que aseguren el incremento de la resiliencia de las naciones y las comunidades ante los desastres.

La reducción sustancial de las pérdidas ocurridas por desastres en las vidas y los bienes sociales, económicos y ambientales de las comunidades y los países se impulsa mediante las acciones de mejora de la gobernanza, el conocimiento, la concienciación, la prevención, la resistencia - resiliencia, y la respuesta – recuperación (Fra Paleo, 2015a).

Para lograrlo, es necesario integrar todos los procesos de prevención, mitigación, preparación y reducción de la vulnerabilidad establecidos para la gestión del riesgo, con las políticas de desarrollo sostenible. Incrementando las capacidades locales de las instituciones

USC DE COMPOSTELA

para la creación de los mecanismos de resistencia, incorporando programas de preparación frente a la emergencia, respuesta, recuperación y reconstrucción de las comunidades afectadas (UNISDR, 2009).

La vulnerabilidad tiene muchos conceptos dependiendo del contexto y la situación analizada. La definición más simple se refiere al potencial de pérdidas como consecuencia de la exposición o proximidad al peligro, la sensibilidad o la valoración de las pérdidas potenciales debido a la exposición, y la capacidad adaptativa para ajustarse a los peligros y sus potenciales impactos (Frazier et al., 2009). Otro concepto define que la vulnerabilidad se compone de las características o cualidades pre-evento inherentes a los sistemas sociales que crean el potencial de peligro, relacionando la exposición de los elementos en riesgo con la sensibilidad o el grado en que pueden ser afectados (Cutter et al., 2008).

La evaluación participativa de la vulnerabilidad debe sustentarse en un sistema de información que, integrando la información sobre amenazas y vulnerabilidad de los eventos históricos en un entorno en línea, permita la comparación y la discusión sobre la percepción del riesgo (Coletti et al., 2012). De este modo, el modelado y la evaluación de los planes de gestión del riesgo se desarrollan con el aporte participativo del conocimiento científico y de la percepción de la población.

Este enfoque se facilita con la creación de geoportales como el realizado en China para la difusión de la información de deslizamientos a consecuencia de terremoto de Wenchuan y del riesgo a la sociedad, a las políticas y a la comunidad científica (Huang et al., 2013). Mediante este proceso, el objetivo de la evaluación participativa del riesgo se logra con la planificación eficiente del uso de la tierra considerada como un recurso limitado y escaso, la preparación de un sistema de alerta temprana eficiente y la permanente capacitación ciudadana.

Resiliencia es la capacidad de resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de los efectos de un desastre de manera oportuna y eficiente, siendo a menudo una respuesta reactiva (Lei et al., 2014). En los sistemas sociales se refiere también a la capacidad para responder y recuperarse de los desastres e incluye todas las condiciones establecidas previamente para absorber los impactos y hacer frente a un evento; comprende también los procesos de adaptación posteriores que facilitan la necesidad de reorganizar, cambiar y aprender en respuesta a una amenaza (Renn & Klinke, 2015).

La resiliencia se caracteriza por dos cualidades de desempeño: en funciones de prevención, actualización y mantenimiento durante los períodos en los que no hay crisis y en funciones de flexibilidad adaptativa para la respuesta durante los desastres (Cutter et al., 2008). Este concepto se puede aplicar a la infraestructura, instituciones, organizaciones, sistemas sociales o sistemas económicos.

Las comunidades resilientes a los desastres limitan las inversiones inmobiliarias en áreas peligrosas, mantienen la calidad del medio ambiente natural y prevén la recuperación frente a los desastres. Generalmente son más sostenibles que otras que no toman medidas para reducir su exposición frente a los riesgos naturales porque cuentan con la planificación adecuada para la resiliencia con objetivos ambientales, económicos y sociales que apoyan la sostenibilidad.

Son capaces de recuperarse después de un desastre porque han incorporado los procesos adecuados para la mitigación de riesgos y las medidas de preparación para reducir la magnitud, el alcance y la duración de las interrupciones asociadas con un desastre. La velocidad a la que restablecen la infraestructura como los servicios de energía, agua y alcantarillado, reabren escuelas y negocios y reparan viviendas es un indicador importante de una comunidad resiliente (Berke & Smith, 2009).

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

3.4 LOS PROCESOS DE LA GOBERNANZA DEL TERRITORIO

La gobernanza del territorio se puede definir como "las normas, procesos y estructuras a través de las cuales se adoptan decisiones relativas al acceso a la tierra y su uso, la manera en la que se ejecutan e imponen las decisiones, y la forma con la que se gestionan intereses contrapuestos relativos a la tierra." (Palmer et al., 2009). Se recalca que territorio se considera la tierra con su relación a las personas.

Este concepto considera las instituciones formales e informales e incluye las estructuras del Estado, los tribunales, los ministerios, los promotores inmobiliarios y los municipios que generalmente tienen las competencias directas sobre la administración del territorio; cubre el marco legal y normativo en el que se incluyen las prácticas tradicionales que rigen las transacciones, la herencia y la resolución de disputas.

La gobernanza del territorio es importante en todas las escalas espaciales, desde una comunidad hasta un país. Estos espacios geográficos se relacionan con los múltiples objetivos de desarrollo y bienestar de la sociedad, incorporando la gran variedad de intereses de las personas sobre la tierra que oscilan entre la supervivencia básica y el enriquecimiento personal. Se producen con frecuencia disputas por el acceso y utilización de la tierra y sus recursos empezando por las familias, los vecinos, los agricultores y los ganaderos, los habitantes de los asentamientos informales, las comunidades indígenas, las empresas mineras y los grupos ambientalistas.

Los conflictos se acentúan cuando las personas se desplazan y abandonan sus territorios debido a la violencia, las catástrofes naturales, el cambio climático y la variabilidad del clima. Es probable que la búsqueda de nuevas tierras para su reasentamiento obligue a la disputa con comunidades previamente asentadas o a la reubicación en áreas inadecuadas por falta de recursos (Palmer et al., 2009).

En resumen, para una buena gobernanza del territorio se requiere tomar en cuenta todos los procesos relacionados con el uso de la tierra, el suministro de infraestructuras, servicios básicos, redes viales públicas y de comunicaciones, el desarrollo económico y la evaluación de los impactos ambientales. También es indispensable considerar la reducción del riesgo en ciertas áreas amenazadas debido a que su efecto influye en la tenencia, el valor, el uso, el desarrollo, la toma de decisiones sobre el acceso a la tierra y el establecimiento de derechos, restricciones y responsabilidades asociados.

3.4.1 La Administración del Territorio

La administración del territorio es un nuevo concepto que agrupa los procesos de catastro y registro para garantizar la gestión adecuada de los derechos, restricciones y responsabilidades relacionadas con la propiedad, el valor, el uso de la tierra, los recursos naturales, el ambiente, el riesgo, entre otros aspectos.

Los procesos interactúan proporcionando la información necesaria para la emisión de políticas y se facilitan si se cuenta con infraestructuras de datos catastrales y topográficos adecuadas (I. P. Williamson, 2010), entendiéndose por ellos la caracterización del territorio en sus componentes biofísico, económico, sociocultural, asentamientos humanos, movilidad, energía y conectividad, principalmente (*Guía para la Formulación/Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) Cantonal*, 2019).

Este nuevo concepto comprende, entre otros aspectos relacionados con el territorio, la tenencia para asegurar y facilitar la transferencia de los derechos y la explotación de los recursos naturales; el valor para el cálculo monetario de las transacciones de las propiedades y los impuestos; el uso adecuado del suelo para optimizar la gestión de los recursos naturales, la planificación del uso de la tierra, el ordenamiento territorial y el desarrollo mediante la

USC DE COMPOSTELA

ubicación segura frente a las amenazas naturales de los asentamientos humanos, los servicios públicos, la infraestructura y todos los usos productivos de la tierra.

Para implementar los procesos de administración del territorio y de planificación del uso de la tierra es importante incorporar los conceptos de riesgo de desastres y de tenencia de la tierra (United Nations Human Settlements Programme, 2010). En la actualidad, utilizando la información generada para los procesos del catastro multifinalitario (ahora multipropósito) tradicional, se puede identificar las áreas en riesgo y las áreas ideales para la reubicación que se considerarán en la preparación de las alternativas para la reducción del riesgo.

En este modelo tradicional de catastro se registra la tenencia por propiedad, por posesión y por derechos reales; sin embargo, en el propuesto nuevo modelo de administración del territorio (Lemmen, 2012), se requiere considerar adicional a los derechos, las restricciones y las responsabilidades que puedan surgir de acuerdo con los análisis de otros dominios diferentes al estrictamente catastral, como es el caso del dominio del riesgo.

La administración del territorio definida desde la década de 1990 como el proceso que determina, registra y difunde la información sobre la propiedad, valor y uso de la tierra (I. P. Williamson, 2010) es un instrumento eficaz para la implementación de políticas mediante la determinación de la forma en que se asignarán los recursos y los beneficios asociados para quienes tienen alguna relación con la tierra (Ali & Zevenbergen, 2013).

La gran cantidad de datos y el detalle de la información que aporta un sistema de administración del territorio puede utilizarse en apoyo del desarrollo sostenible por medio de la creación de acuerdos institucionales y marcos legales, la optimización de procesos, la adopción de estándares, así como el diseño de sistemas de gestión y difusión de la información.

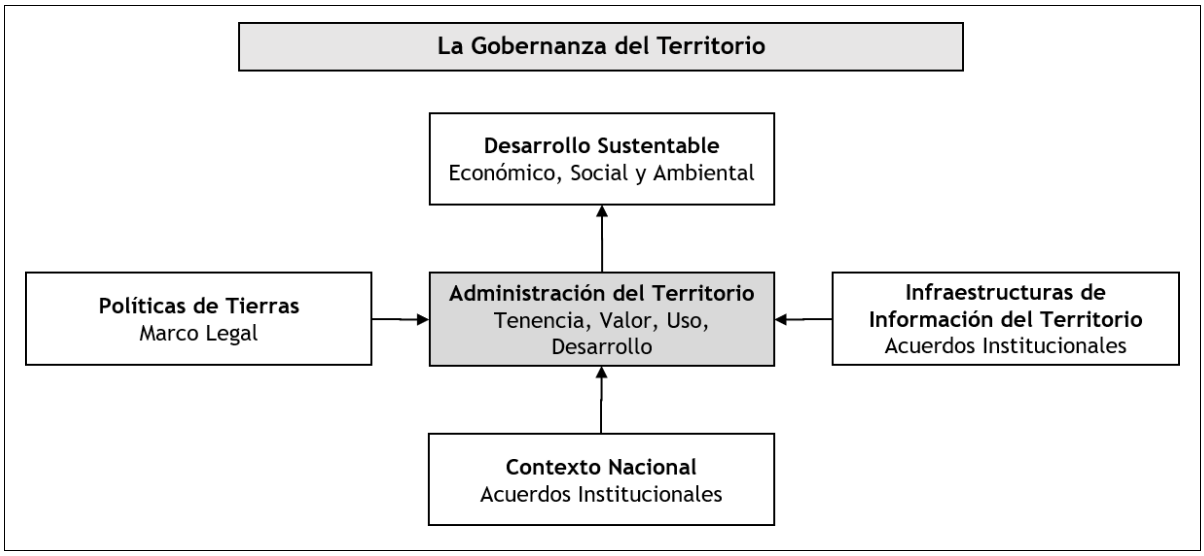
El concepto de desarrollo sostenible estimula la demanda de información completa sobre las condiciones ambientales, sociales, económicas y de gobernanza, combinada con datos de la tierra, entre los que se puede citar los riesgos frente a las amenazas naturales. En este entorno, los conceptos y procesos de la administración del territorio establecidos legalmente tienen correspondencia con los de una IDE gestionada al más alto nivel del gobierno con información local y disponible para toda la comunidad (Bennett et al., 2013).

En el ámbito del territorio, el concepto de gobernanza es más amplio que el de administración y abarca todas las actividades relacionadas con el cumplimiento de los objetivos políticos para alcanzar el desarrollo sostenible, Lám. 13. Requiere destrezas interdisciplinarias que incluyen las ciencias técnicas, naturales y sociales; tiene que ver con las políticas y derechos, propiedad, economía, control del uso de la tierra, regulación, monitoreo, implementación y desarrollo. En definitiva, la gobernanza del territorio tiene estrecha relación con la toma de decisiones basadas en sistemas eficientes de información compartida, multisistémica (temáticas relativas al territorio, ej.: la amenaza natural), multiescala (local/nacional) y multinivel (sectorial, ej.: interministerial).

Los esfuerzos que realizan las organizaciones e instituciones para reducir la pobreza y la desigualdad social pueden contribuir a disminuir la vulnerabilidad proporcionando oportunidades de desarrollo sostenible especialmente en las zonas urbanas mayormente pobladas, mediante la aplicación de un eficiente proceso de administración del territorio, asegurando el registro y la tenencia de la tierra.

Este proceso es el punto de partida para reducir la vulnerabilidad de las personas frente a los desastres naturales mejorando su capacidad para la toma de decisiones y para el desarrollo de políticas, entre las que se incluyen las lecciones aprendidas de los desastres anteriores y se establecen las opciones de reasentamiento dentro de una planificación del uso de la tierra consultada y acordada con la comunidad (Mitchell, 2009).

USC DE COMPOSTELA



Lám. 13. La administración del territorio en el marco de la gobernanza. Adaptado de Williamson, 2009

El proceso de administración del territorio establecido en el modelo LADM, fomenta el registro y la descripción de las características propias de cada predio (objeto) junto con sus derechos (derechos, restricciones y responsabilidades), que a su vez están asociados por la identificación de quien posee algún tipo de tenencia (sujeto), como se explicó en el Capítulo 1, Lám. 5.

En la administración del territorio, el problema prioritario por resolver es la seguridad de la tenencia social debido a que personas pobres suelen tener una tenencia informal y sus viviendas están generalmente ubicadas en áreas riesgosas y no planificadas, por tanto, son las más vulnerables a los desastres naturales.

En consecuencia, para implementar los procesos de administración del territorio y planificación del uso de la tierra en los que se definen restricciones y responsabilidades, es imprescindible integrar los conceptos y resultados de los procesos de la gestión del riesgo de desastres, la gestión del medio ambiente y de la tenencia de la tierra (United Nations Human Settlements Programme, 2010), (Lemmen, 2012), cuya información generalmente se obtiene de los procesos del catastro tradicional y de las instituciones sectoriales especializadas.

En los catastros multifinalitarios o multipropósito tradicionales, el objeto legal o predio es generalmente representado cartográficamente por medio de la geometría de sus linderos y edificaciones e incluye la información acerca de su superficie, de modo que registre la ubicación del predio. Esta entidad se representa por medio de objetos espaciales que muestran la relación con su entorno geográfico, entre otros, mediante los modelos de elevación, la red hidrográfica, la red vial, la toponimia, los límites internos e internacionales, los códigos postales, las redes de servicios, considerados elementos topográficos.

La información del uso de la tierra y de los peligros a los que están expuestos debido a las múltiples amenazas naturales y antrópicas es externa al sistema catastral porque es proporcionada por las instituciones nacionales y se considera complementaria a la del catastro multifinalitario. Esta información que caracteriza al objeto legal y su entorno es utilizada entre otros aspectos para la valoración de la tierra y de la construcción de los predios, permitiendo el cálculo de los impuestos prediales municipales.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

La información legal del predio contiene los datos de los derechos de acuerdo con el tipo de tenencia, la historia de dominio, la información del registro de la propiedad. Sin embargo, en la actualidad no se registran ni consideran las responsabilidades y restricciones establecidas para los diferentes usos de la tierra determinados por otros dominios entre los que se encuentra el riesgo.

El sujeto, participante o responsable del objeto legal o predio es registrado con los mínimos atributos que permiten su identificación, entre los que se encuentran su nombre, número de cédula de identidad o pasaporte y la dirección de su domicilio. Este componente responde por los derechos, restricciones y responsabilidades que le han sido legalmente impuestas. Está constituido también por las personas o grupos de personas naturales y jurídicas, así como por las organizaciones a quienes está asignada temporal o permanentemente una parte del territorio por efectos de uso de explotación minera, forestal, de conservación ambiental, uso tribal o comunitario, entre otros.

La combinación de la información territorial del proceso de zonificación como resultado del análisis combinado de los riesgos con la del catastro multifinalitario facilita a las autoridades locales la identificación de la vulnerabilidad de cada predio y al sujeto correspondiente. De este modo, la adopción de la estructura de datos del LADM: objetos-derechos-sujetos utilizando la misma información que actualmente se obtiene en los sistemas catastrales es adecuada para incorporar la información sobre las condiciones de vulnerabilidad de cada predio frente a las múltiples amenazas.

3.4.2 La Planificación del Uso de la Tierra

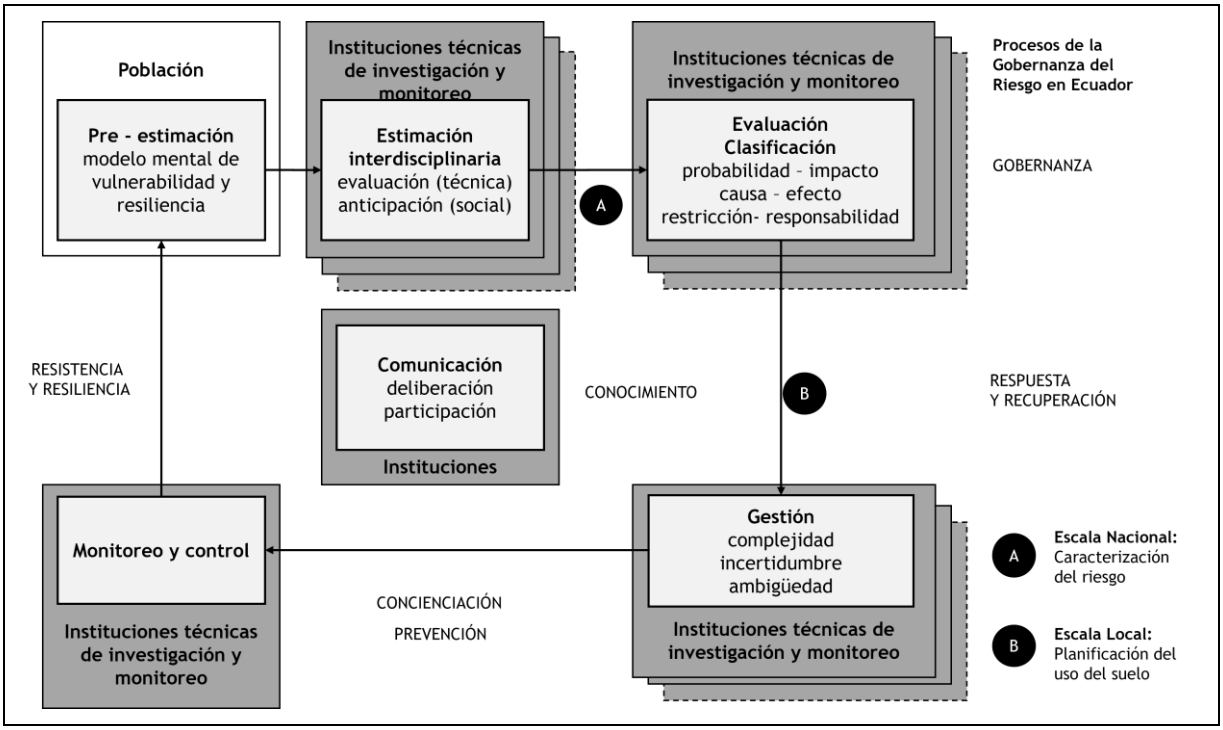
Es un proceso de responsabilidad pública estatal propuesto para predecir futuros desarrollos del territorio, mediante programas, planes y actividades, que incluyen el proceso de zonificación para definir las zonas en riesgo debido a múltiples amenazas, así como para optimizar la ubicación de las áreas consideradas ideales para los diferentes usos urbanos y rurales, y dentro de ellos, los usos residenciales, comerciales, industriales y recreativos; de conservación, agrícolas, entre otros.

En este sentido, la planificación del uso de la tierra es un proceso práctico elaborado junto con la comunidad, que incluye la generación de conocimiento y conciencia en las personas respecto de los desastres naturales, el mejoramiento de los planes de emergencia para la evacuación en caso de producirse un desastre, la reubicación y el reasentamiento de las personas y bienes, y la difusión de la información generada para reducir las pérdidas potenciales, creando comunidades más resilientes (Berke y Smith, 2009).

La planificación del uso de la tierra se considera en el nivel estratégico porque define las regulaciones de zonificación de la tierra considerando los recursos técnicos y humanos, los presupuestos y los programas necesarios para construir el futuro deseable durante un largo período de tiempo. Se integra con los procesos de gobernanza del riesgo mediante los resultados de la caracterización de la amenaza, vulnerabilidad y exposición determinados por las instituciones encargadas de preparar la información sobre la percepción de las personas y las comunidades, la información histórica de los desastres ocurridos, así como los ejercicios de modelamiento y análisis del riesgo en los diferentes niveles de decisión.

Esta caracterización del riesgo (A) en la Lám. 14, representada generalmente por la zonificación de los diferentes niveles de riesgo permite determinar las causas, las probabilidades y las consecuencias que pudiera producir el desencadenamiento de un evento desastroso y aporta a la planificación del uso de la tierra (B), minimizando la complejidad, incertidumbre y ambigüedad propias de la evaluación del riesgo.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA



Lám. 14. La planificación del uso de la tierra en la gobernanza del riesgo en el caso ecuatoriano. Adaptado de Renn y Klinke, 2015

Las comunidades más vulnerables son las que menos consideran el proceso de planificación del uso de la tierra para prevenir o evitar las pérdidas potenciales a causa del aumento de los riesgos debido a que no han integrado las medidas de mitigación en sus planes locales de desarrollo (Berke y Smith, 2009) o no exigen ni controlan su cumplimiento. El análisis espacial como parte de la planificación del uso de la tierra en la prevención y mitigación de desastres es una mejor solución de prevención frente a abordar únicamente los procesos reactivos de preparación y respuesta frente a la emergencia (Etkin, 2009).

La experiencia de los desastres históricos demuestra que un ineficiente desarrollo del territorio por la mala planificación del uso de la tierra, la urbanización descontrolada, el crecimiento caótico de la población y el uso de suelos inadecuados para el desarrollo y la construcción de edificaciones e infraestructura aumenta el riesgo de desastres, contribuyendo a incrementar los daños a las personas y los bienes.

La gestión de los desastres que pueden tener u origen natural tiene más que ver con la gente que con la tierra (Roy et al., 2013). En consecuencia, la mala administración del territorio de los gobiernos locales se hace evidente especialmente por la falta de incentivos adecuados para el desarrollo de los programas orientados a la planificación de la mitigación del riesgo (Berke y Smith, 2009), que se ven superados por el énfasis del catastro tradicional y planificación del desarrollo hacia el tema tributario y generación de obra pública visible.

De acuerdo con Sánchez (2009) (Sánchez, 2009a), las organizaciones locales encargadas de la planificación son resistentes al cambio y por lo general tienen recursos humanos, técnicos y económicos limitados con poca capacidad y tiempo para la investigación y creación de escenarios propios a escala local. Es imprescindible, por tanto, que los gobiernos locales consigan la colaboración de los institutos de investigación y las universidades que se encuentran en la escala nacional o regional, para el apoyo a la reducción de la incertidumbre en la identificación de los impactos y los riesgos mediante la realización de estudios científicos, interpretados y adaptados a sus condiciones particulares (Sánchez, 2009a).

Berke y Smith (2009) establecen una paradoja en la planificación del uso de la tierra al evidenciar que los gobiernos locales tienen las mayores deficiencias para adoptar prácticas de mitigación a pesar de que las pérdidas por desastres se producen justamente dentro de su área de su influencia. Esta deficiencia de orden político generalmente se debe a que la construcción de obras de mitigación no siempre es visible en el corto plazo del desempeño de las autoridades electas. Los planificadores del uso de la tierra interpretan por su parte, que la mitigación de riesgos no está bajo su perfil sino el de los planificadores de la emergencia, que paralelamente tienen limitaciones para la planificación del uso de la tierra.

Los administradores locales, por otro lado, piensan que el gobierno del nivel superior cubrirá sus necesidades para minimizar el riesgo y recuperarse del desastre evitando gastar sus limitados recursos en actividades de mitigación (Berke y Smith, 2009).

La investigación pretende que la información proporcionada por el nuevo modelo bajo los conceptos del LADM en la escala local, incorpore en el componente de derechos, las restricciones y responsabilidades derivadas de las condiciones de vulnerabilidad de los predios obtenidas del análisis realizado en la cuenca hidrográfica. Este proceso puede administrarse en términos de una IDE que supone la modernización de los servicios y procesos de mejora de la eficiencia y efectividad de la distribución y difusión de la información.

Dada la cantidad, calidad y sensibilidad de la información que contiene este modelo distribuido de datos pertenecientes a municipios distintos, se establecen unos requisitos informáticos de seguridad mínimos para su funcionamiento, Tabla 6. Esta información se ha obtenido evaluando la experiencia obtenida de los modelos desarrollados para elaboración de los catastros multifinalitarios y PDOT que se están realizando en los municipios del Ecuador.

Tabla 6. Requisitos informáticos mínimos para la creación de una IDE Catastrales de los municipios ecuatorianos

Registro de los usuarios internos (municipales) del sistema con sus permisos de acceso.
Protección de información sensible: personal, judicial, valor, etc., que se entregará previo un proceso.
Permisos de acceso para el mantenimiento y actualización de los módulos de derechos, deberes y restricciones sobre los predios.
Registro para el acceso en línea y entrega de certificaciones de información catastral y territorial.
Registro para la búsqueda de información catastral gráfica (mapas) y alfanumérica (atributos).
Registro para el acceso a otros servicios Web para intercambio de información intergubernamental, mediante los estándares ISO, OGC
Posibilidad de impresión de la información cartográfica y legal del predio.
Posibilidad de enlace e integración de la información catastral y territorial en otros ambientes externos.

3.4.3 El Ordenamiento Territorial (OT)

En el Ecuador, según lo establece la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del Suelo (LOOTUGS) (Asamblea Nacional del Ecuador, 2016), el OT, obligatorio para todos los niveles de gobierno, es el "proceso y resultado de organizar espacial y funcionalmente las actividades y recursos en el territorio, para viabilizar la aplicación y concreción de políticas públicas democráticas y participativas, y facilitar el logro de los objetivos de desarrollo.". Tiene por objeto la utilización racional y sostenible de los recursos del territorio, la protección del patrimonio natural y cultural, y la regulación de las

intervenciones en el territorio proponiendo e implementando normas para la formulación y ejecución de las políticas públicas.

El Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) (Ministerio de Coordinación de la Política y Gobiernos Autónomos Descentralizados, 2011) precisa que el OT es el conjunto de políticas participativas de los GAD. Permite su gestión y desarrollo territorial apropiados mediante la planificación autonómica que parte de lo local a lo regional en la interacción de planes que posibiliten la construcción de un proyecto nacional. Tiene como objetivo alcanzar un adecuado bienestar para la población en donde prime la conservación del ambiente para las futuras generaciones promoviendo el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes, amparado en los principios de la función social y ambiental de la tierra, y la prevalencia del interés general sobre el particular.

Este mismo código establece que la planificación del OT en todos los niveles regional, provincial y parroquial deberá contemplar entre otros aspectos, el estudio y evaluación de riesgos de desastres. Subraya que la competencia de organización, control y uso de la tierra es exclusiva de los gobiernos municipales, diferenciándole de la competencia de OT que es concurrente entre todos los niveles de gobierno. Regula además el mandato constitucional de la conformación de mancomunidades entre gobiernos autónomos descentralizados del mismo nivel y consorcios entre niveles de gobierno distintos, para favorecer la integración sobre temas y acciones específicas de interés común.

El COPFP (Ministerio de Finanzas, 2010) establece que los planes de desarrollo que dictan las directrices principales de los GAD respecto de las decisiones estratégicas del territorio deben tener una visión de largo plazo e implementarse a través del ejercicio de sus competencias. También aclara que los planes de OT son los instrumentos para ordenar, compatibilizar y armonizar las decisiones estratégicas respecto de los asentamientos humanos, las actividades económico-productivas y el manejo de los recursos naturales en función de las cualidades territoriales.

El Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), que tiene el mandato legal de publicar la División Político-Administrativa de la República del Ecuador establece que al año 2013, el país cuenta con 24 provincias, 221 cantones (municipios), 405 parroquias urbanas y 778 parroquias rurales.

La Constitución de la República del Ecuador de 2008 (Asamblea Nacional Constituyente, 2008) y el COOTAD establecen que la organización territorial del Estado se administra por medio de los consejos regionales, consejos provinciales, concejos metropolitanos, concejos municipales y juntas parroquiales rurales, a los que se denomina en forma genérica como GAD.

En la actualidad no se han constituido regiones a partir de las provincias que deseen impulsar su propio proyecto de integración para propiciar la existencia de un nivel intermedio de gobierno, "que posibilite contar con un Estado fuerte y policéntrico" de acuerdo con lo establecido en la Constitución. Esta escala territorial regional pretende potenciar los procesos de desarrollo local mejorando los niveles de planificación y articulación entre escalas a fin de lograr un "mayor equilibrio territorial", procurando "el equilibrio interregional, la afinidad histórica y cultural, la complementariedad ecológica y el manejo integrado de cuencas" [6].

[6] "Artículo 14.- Regiones. - La región es la circunscripción territorial conformada por las provincias que se constituyan como tal, de acuerdo con el procedimiento y requisitos previstos en la Constitución, este Código y su estatuto de autonomía.

Artículo 15.- Conformación. -Dos o más provincias con continuidad territorial, superficie regional mayor a veinte mil kilómetros cuadrados y un número de habitantes que en su conjunto sea superior al cinco por ciento (5%) de la población nacional, formarán regiones, de acuerdo con la Constitución y la ley. Para la conformación de regiones se requerirá y

Esta compleja organización territorial del Estado, sumada a la descentralización de los procesos de la gestión de riesgos y el control del uso de la tierra como parte de la planificación del OT en el nivel municipal, dificulta la estandarización de conceptos y propuestas, así como el desarrollo de soluciones comunes como la de crear modelos nacionales para la ejecución del catastro, la planificación del uso de la tierra y la gestión del riesgo.

Como resultado, los planes de OT y los sistemas catastrales presentan diferencias entre municipios vecinos por el ejercicio de su autonomía y responsabilidad exclusiva. Para solucionar este inconveniente en el nivel nacional, la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES), que en la actualidad se ha transformado en Secretaría Nacional de Planificación (SNP) ha desarrollado una guía metodológica en la que recomienda los "Lineamientos y directrices para la planificación y el ordenamiento territorial" para todos los niveles de gobierno.

Estos lineamientos para la elaboración y control del OT obedecen a políticas dictadas desde el nivel nacional, no siempre han logrado buenos resultados y se han incrementado los conflictos especialmente en las comunidades que son desalojadas o impedidas de ejercer sus actividades vitales en el nivel local.

En el desarrollo de un modelo de OT colaborativo de una cuenca hidrográfica (FAO, Food and Agriculture Organization, 2009) que incorpora la gestión de los recursos naturales, los medios de subsistencia locales, la cultura y la gobernanza, se requiere procesos de negociación que garanticen la inclusión de las restricciones y responsabilidades asociadas al uso de la tierra a fin de lograr el equilibrio y la sostenibilidad entre las partes altas y bajas.

En la Constitución de la República también se establece que el Estado "protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad.". Para el efecto se creó la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SGR), hoy Servicio Nacional de Riesgos y Emergencias (SGRE).

---

garantizará obligatoriamente que exista equilibrio interregional, afinidad histórica y cultural, complementariedad ecológica y manejo integrado de cuencas, en los términos establecidos en la Constitución, y que el territorio de la región a conformarse no supere el veinte por ciento del total del territorio nacional. Se crearán incentivos económicos y de otra índole para que las provincias se integren en regiones

Artículo 54.- Funciones. - Son funciones del gobierno autónomo descentralizado municipal, las siguientes:
…..
o) Regular y controlar las construcciones en la circunscripción cantonal, con especial atención a las normas de control y prevención de riesgos y desastres.
…..
Artículo 140.- Ejercicio de la competencia de gestión de riesgos. La gestión de riesgos que incluye las acciones de prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia, para enfrentar todas las amenazas de origen natural o antrópico que afecten al cantón se gestionarán de manera concurrente y de forma articulada con las políticas y los planes emitidos por el organismo nacional responsable, de acuerdo con la Constitución y la ley.

Artículo 466.- Atribuciones en el ordenamiento territorial. - Corresponde exclusivamente a los gobiernos municipales y metropolitanos el control sobre el uso y ocupación del suelo en el territorio del cantón, por lo cual los planes y políticas de ordenamiento territorial de este nivel racionalizarán las intervenciones en el territorio de todos los gobiernos autónomos descentralizados.
……
El plan de ordenamiento territorial deberá contemplar estudios parciales para la conservación y ordenamiento de ciudades o zonas de ciudad de gran valor artístico e histórico, protección del paisaje urbano, de protección ambiental y agrícola, económica, ejes viales y estudio y evaluación de riesgos de desastres."

Para su funcionamiento, el SGRE ha creado un sistema nacional descentralizado formado por las unidades de gestión de riesgo de todas las instituciones públicas y privadas en los ámbitos local, regional y nacional. Este sistema tiene como funciones principales la identificación de los riesgos existentes y potenciales, la generación del acceso y difusión de la información, el fortalecimiento de las capacidades institucionales y ciudadanas, y la coordinación interinstitucional para la reducción de las vulnerabilidades. De este modo se pretende cubrir los procesos de prevención, mitigación, atención y recuperación frente a los efectos negativos derivados de desastres o emergencias.

El SGRE se organiza en las subsecretarías de: 1) gestión de la información y análisis de riesgos; 2) de reducción de riesgos; 3) de preparación y respuesta ante eventos adversos; 4) de monitoreo de eventos adversos, y 5) de coordinaciones zonales. En cada coordinación zonal se replica la misma organización a la que se añaden las acciones de fortalecimiento y desarrollo de capacidades y monitoreo y respuesta. Para facilitar su labor tiene los comités de gestión de riegos como una plataforma interinstitucional que reúne a las autoridades de las entidades del ejecutivo central, de los GAD y de otros actores de los niveles nacional, provincial y cantonal, para coordinar las acciones tendientes a la reducción de riesgos, a la respuesta en situaciones de emergencia y desastre, y a la recuperación.

Dada esta compleja situación organizacional, se ha utilizado el marco referencial que propone las dimensiones, componentes y criterios para la evaluación de la gobernanza del riesgo (Fra Paleo, 2015c), para conocer el grado de desarrollo del país al respecto. La valoración de las dimensiones de este marco se obtuvo de la revisión de la legislación actual y de los planes de OT de los municipios de la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas publicados a 2014, estableciendo una tabla de valor para la calificación de cumplimiento desde muy alto (5), alto (4), medio (3), bajo (2) y nulo (1).

El marco se desarrolló analizando las siete dimensiones del primer nivel del marco DCC (Dimensiones-Componentes-Criterios) propuesto por Fra Paleo, 2015 para la evaluación de la gobernanza del riesgo. Los criterios son específicos y accesibles a quienes realicen evaluaciones y se organizan en: análisis del riesgo, planificación del riesgo, reducción del riesgo, preparación para emergencias, respuesta a emergencias y recuperación ante desastres.

Estas dimensiones se han obtenido de las propuestas orientadas a concretar la gobernanza del riesgo, entre las que se encuentran: las fases del ciclo de desastres, el ciclo de respuesta a emergencias, el ciclo de riesgo de desastres, el ciclo de amenazas y el ciclo de gestión de desastres, entre otras; integradas con dimensiones establecidas por la política pública orientadas a la reducción del riesgo, la mitigación y la adaptación

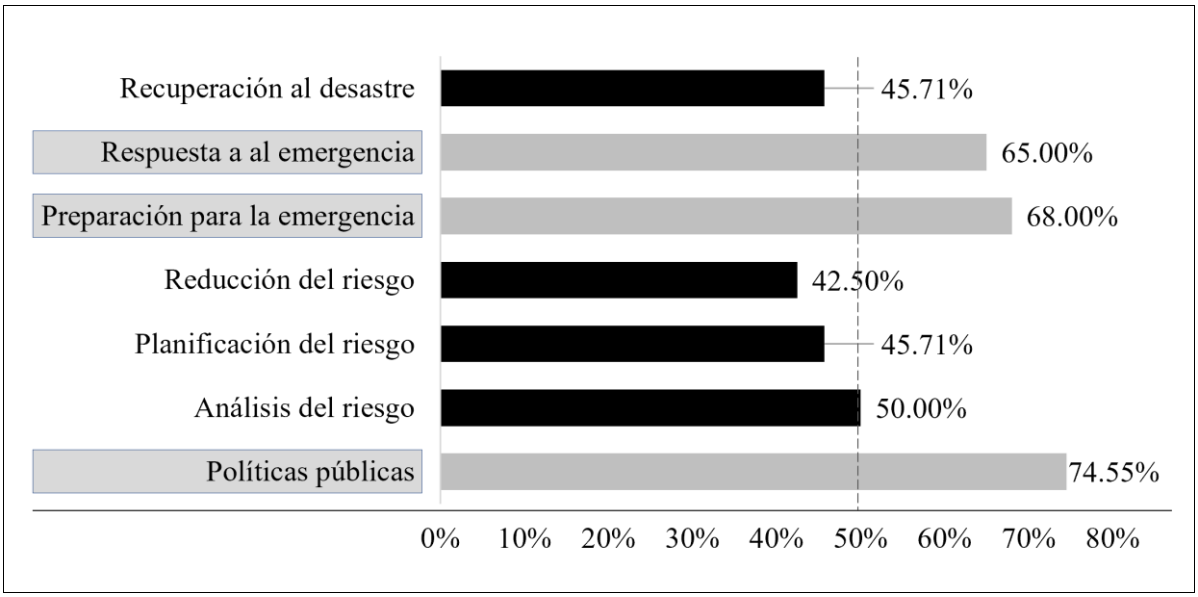
Los resultados, Lám. 15, reflejan que los procesos relacionados con las medidas que deben tomarse antes de un desastre: reducción del riesgo (42.5%), planificación del riesgo (45.71%), análisis del riesgo (50%); así como la recuperación al desastre (45.71%), no alcanzan la media (55.92%) de calificación en la evaluación y por tanto son los que necesitan mayor atención.

En el proceso de la recuperación tampoco está legislada la cobertura de seguros para riesgos y se evidencia que la planificación de la contingencia de los servicios básicos y el análisis de la vulnerabilidad son las actividades más descuidadas en el análisis y la planificación del riesgo.

Esta situación ha motivado la toma de medidas económicas de remediación urgentes no previstas como el incremento temporal de impuestos para solucionar las necesidades de la reconstrucción luego del terremoto de 16 de abril de 2016. También es la causa de las permanentes ayudas solidarias de la sociedad civil que trata de aliviar los efectos de un desastre, como se ha evidenciado en otros desastres como el aluvión en el sector de La Gasca,

USC DE COMPOSTELA

en Quito, el 31 de enero de 2022. Situación similar se ha experimentado en la reacción frente a la pandemia por COVID19 que ha afectado mundialmente desde 2020.



Lám. 15. La evaluación de la gobernanza de riesgo en Ecuador de acuerdo con el marco de referencia propuesto por Fra Paleo (2015)

Las coordinaciones zonales del SGRE, en el caso ecuatoriano, son responsables de la integración de los complejos procesos interinstitucionales que se ejecutan en los diferentes niveles de planificación que coexisten con dispares grados de conocimiento y experiencias. Intervienen áreas de conocimiento tan diversas como sociología, geografía, psicología, defensa civil y administración pública, cuyo desarrollo y estudios apoyados por diversos desarrollos tecnológicos influyen en la gestión del riesgo de desastres. Este hecho ha provocado que sus ciclos de estudio y terminología sean difíciles de entender y aplicar para la sociedad en su conjunto (Coetzee y van Niekerk, 2012).

De acuerdo con Day y Fearnley (2015) , tanto en el momento de adopción de estrategias de mitigación clasificadas como permanentes (bastante antes del evento), reactivas (en respuesta a la caracterización en el momento del evento) o anticipadas (estudios previos al evento); así como en el momento de la adaptabilidad a las diferentes categorías de los eventos peligrosos, el grado de utilización de los conocimientos que producen las instituciones especializadas del sistema global de gestión del riesgo (Day y Fearnley, 2015) puede interferir negativamente reduciendo la eficacia del proceso en su conjunto.

Aplicado este concepto a la situación del Ecuador, Tabla 7, las estrategias de mitigación que predominan se pueden clasificar como reactivas, con excepción de las tareas que realizan las instituciones de carácter científico que mantienen una actividad permanente. Estos resultados son compatibles con los de la evaluación de la gobernanza del riesgo que encontró debilidades en los procesos correspondientes a las fases anteriores y posteriores a los eventos.

Para solucionar estas dificultades se recomienda el enfoque de procesos con el propósito de agrupar tanto los componentes individuales como las relaciones entre las diferentes organizaciones que pertenecen a los sistemas de la gestión del riesgo. En este contexto, la propuesta gestión integrada del riesgo a escala regional en una cuenca hidrográfica resuelve en parte la complejidad de la gestión multinivel, las diferencias de percepción e incertidumbre

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

y la disparidad de metodologías de la administración del territorio y gestión del riesgo multiescala, multiamenaza y multisectorial en los municipios que en ella se encuentran.

Tabla 7. Clasificación de las estrategias de mitigación por la importancia relativa de los diferentes aspectos del conocimiento de los eventos peligrosos (Adaptada de Day y Fearnley, 2015)

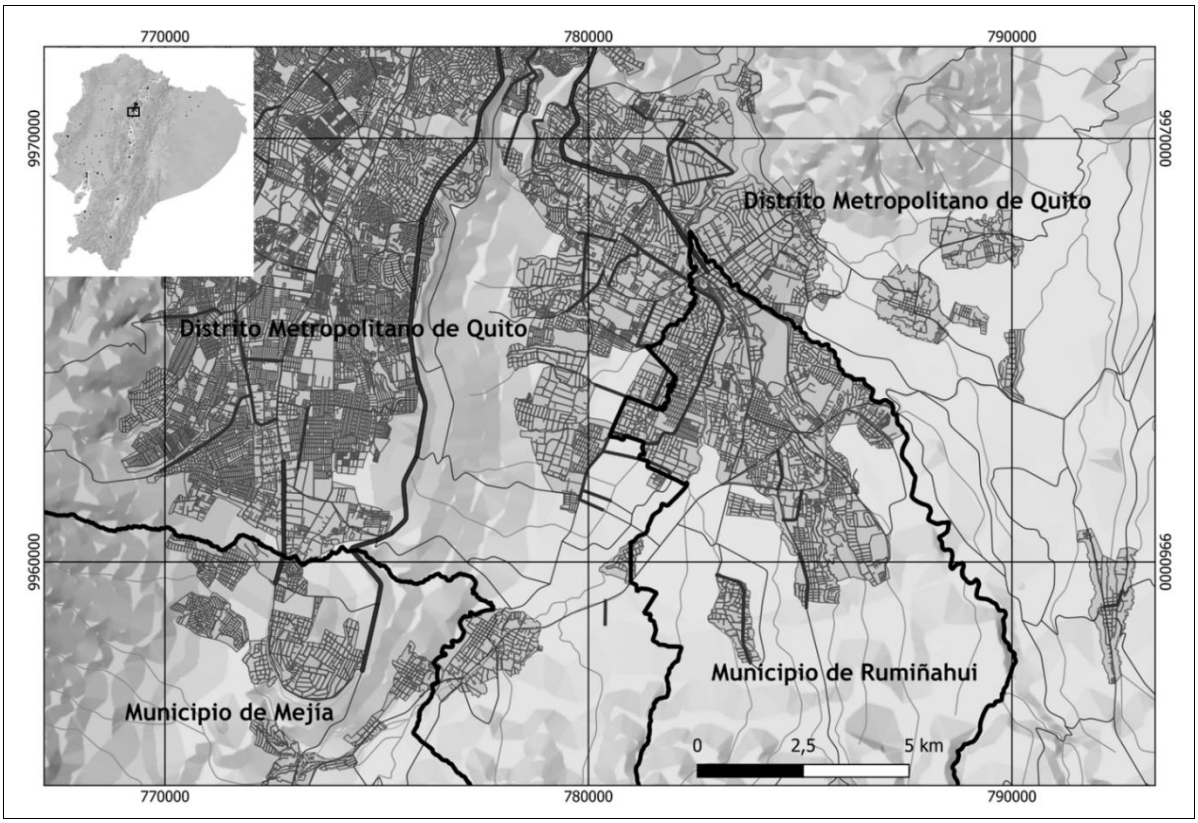
		Estrategia de mitigación		
		Permanente	**Reactiva**	**Anticipada**
Momento de la ejecución de las acciones para la implementación de una estrategia frente a los eventos peligrosos		Bastante antes de los eventos	Respuesta de localización y caracterización de los eventos	Detección e interpretación histórica de los precursores de los eventos
Adaptabilidad de las acciones de mitigación para la caracterización individual de los eventos peligrosos en la gobernanza del riesgo				
Tarea clave de la ciencia en el estudio de los eventos peligrosos	Conocimiento de la distribución espacial, frecuencia y magnitud	X	X	X
	Conocimiento de los mecanismos y precursores	X	X	X
	Rápida detección, cuantificación y comunicación del evento peligroso		X	
	Información precisa de la alerta temprana sin falsas alarmas		X	

El enfoque regional de la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas pretende la homologación del análisis del riesgo en áreas densamente pobladas especialmente cuando se tienen grandes asentamientos conurbanos expuestos a múltiples amenazas y localizados entre los límites de varios municipios. Este es el caso de los Municipios del Distrito Metropolitano de Quito, Mejía y Rumiñahui, Lám. 16, que necesitan el análisis a detalle para que pueda ser utilizado en la planificación del uso de la tierra y el OT.

En estos casos se justifica la administración del territorio como proceso integrador adoptando el modelo LADM como soporte para la gestión del riesgo a escala predial, debido a que este proceso establece áreas en las que se requiere asignar restricciones y responsabilidades para el uso de la tierra, de conformidad con el nivel de vulnerabilidad a las múltiples amenazas naturales, independientemente de la jurisdicción a la que pertenecen.

Si todos los municipios colindantes dentro de la cuenca hidrográfica considerada en un nivel regional utilizan el mismo modelo, al retirar sus límites político-administrativos, se obtiene un modelo de datos continuo, homogéneo y estandarizado. De este modo, la administración del territorio a escala local se hace complementaria, facilitando la integración eficiente del análisis del riesgo por múltiples amenazas, asociando además en el módulo de derechos, las restricciones y responsabilidades obtenidas a partir del análisis de la vulnerabilidad.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

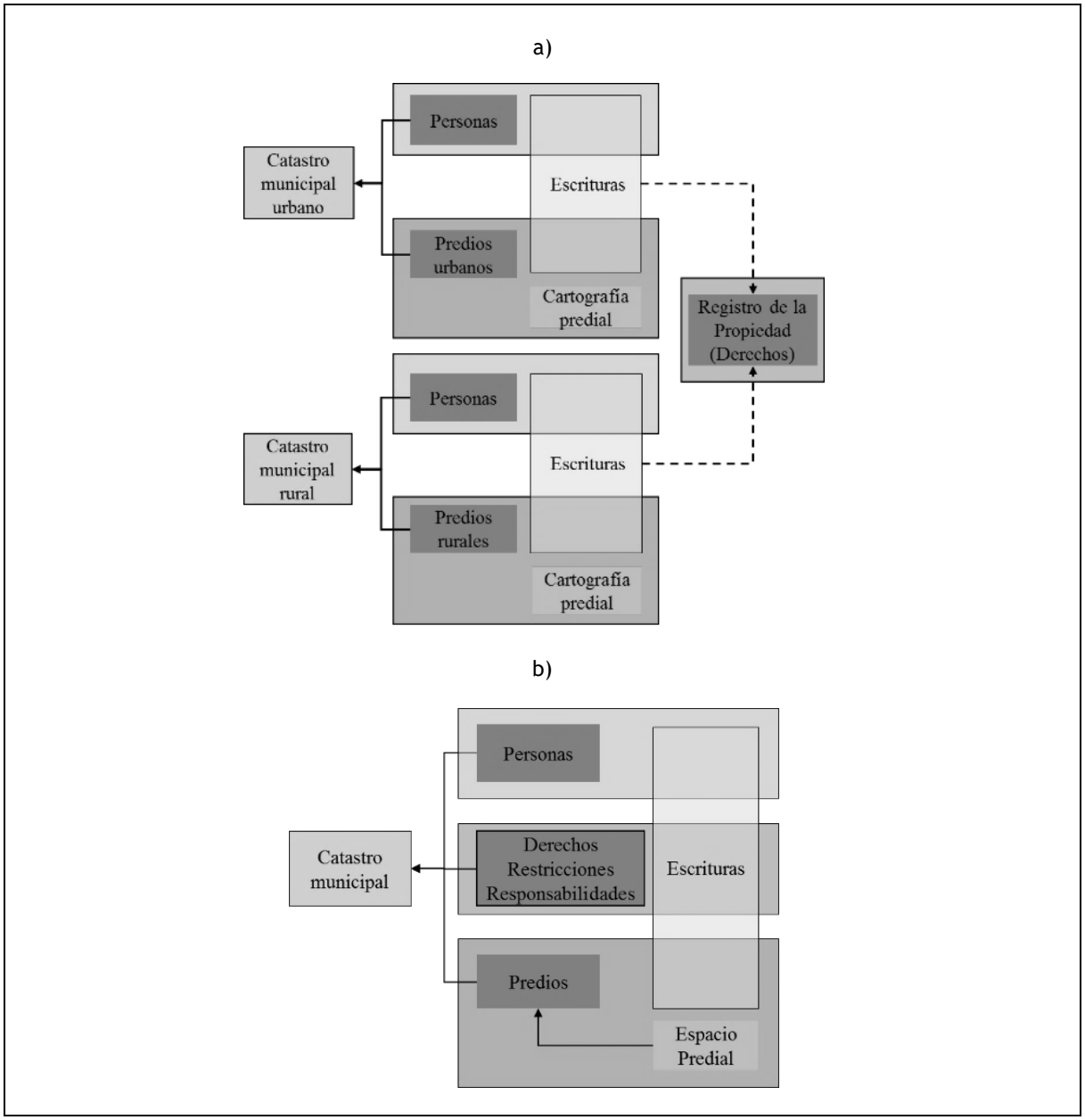


Lám. 16. Conurbaciones formadas entre los municipios de Quito-Rumiñahui y Quito-Mejía que están bajo múltiples amenazas naturales. Fuente: autor

Para posibilitar la adopción del proceso de administración del territorio en el ámbito municipal con base en el concepto del LADM se requiere inicialmente integrar en un solo sistema los catastros de las áreas urbanas y rurales junto con la información legal de los registros de la propiedad que actualmente se encuentran en sistemas y lugares diferentes (Lám. 17a).

El nuevo modelo integra los tres componentes: predios (objetos), derechos y personas (sujetos) en un solo esquema (Lám. 17b). De esta manera, se moderniza el modelo de catastro actual orientado al cobro de impuestos, incluyendo entre las personas y los predios, los derechos restricciones y responsabilidades por medio de un módulo de registro de la propiedad (derechos) o intereses de las personas con los predios (tenencia).

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA



Lám. 17. Modelo de: a) sistema catastral actual; y b) sistema catastral propuesto. Adaptado de Salazar y Fra Paleo, 2014

Por otro lado, el COOTAD, en el apartado en el que se refiere a la gestión del riesgo establece que es responsabilidad municipal la inclusión de las acciones necesarias para intervenir eficientemente durante las fases de prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia frente a todas las amenazas de origen natural o antrópico que afecten al cantón o municipio.

Esta gestión será concurrente y articulada con las políticas y los planes emitidos por el SGRE. Los GAD municipales adoptarán obligatoriamente normas técnicas para la prevención y gestión de riesgos, como los sísmicos, con el propósito de proteger las personas, colectividades y la naturaleza. También son responsables de los servicios de prevención, protección, socorro y extinción en el caso de incendios.

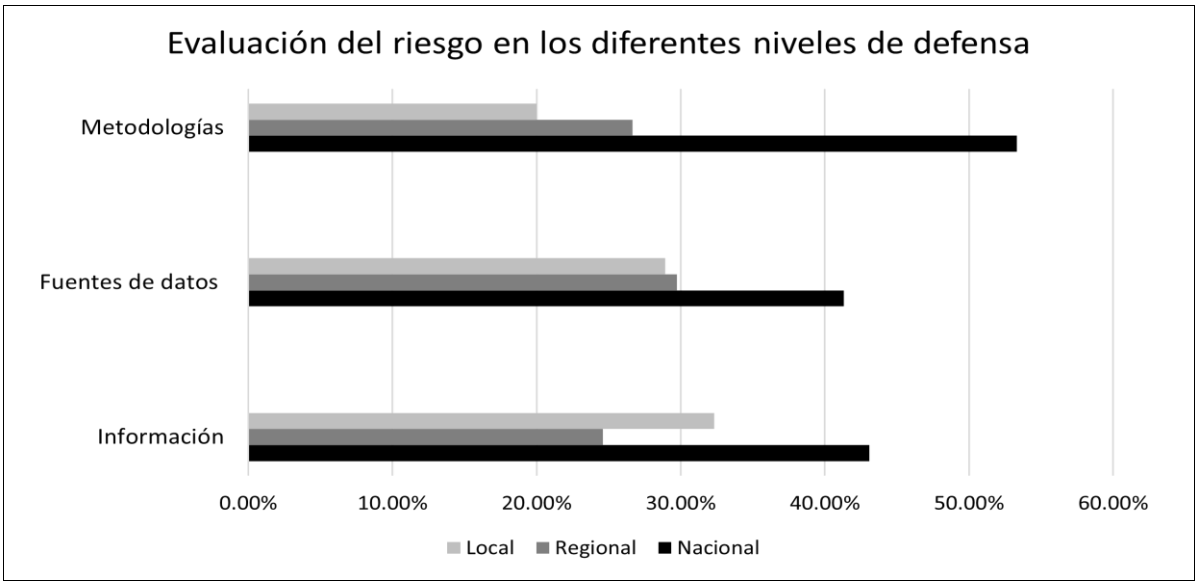
USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Como parte del sistema de gestión de riesgos, los estudios sobre las amenazas y riesgo son realizados por las entidades oficiales encargadas de la investigación y el monitoreo: el IG-EPN para los fenómenos sísmicos y volcánicos, el Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR) para los fenómenos oceánico atmosféricos, tsunamis, marejadas, oleajes etc., el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) para los fenómenos hidrometeorológicos y climáticos; el Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico (INIGEMM) para los fenómenos de movimientos de masas (deslizamientos, hundimientos, derrumbes, etc.).

También apoyan al SGRE, como procesos externos, otras universidades, escuelas politécnicas, centros de investigación regionales, e internacionales entre los que se encuentra la Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE) que realiza modelamientos de los componentes relacionados con el riesgo mediante el aprovechamiento de los estudios que se desarrollan en las áreas de conocimiento de las Tecnologías de la Información Geoespacial, Dinámica Regional y Amenaza y Riesgo, integradas en el Centro de Investigación para la Evaluación, Gestión de Riesgos y Cambio Climático (CERAM) que se encuentra en formación.

Por otro lado, se ha revisado también los documentos utilizados en los procesos adoptados para la evaluación de riesgos en los diferentes niveles de planificación de acuerdo con en el modelo para la gestión de la defensa frente a la amenaza de inundaciones (Sayers et al., 2002) aplicado en el Reino Unido.

Con el modelo, que contempla los niveles de defensa alto, medio y bajo correspondientes a la calidad de información disponible a nivel local, regional y nacional en los componentes de metodologías disponibles, fuentes de datos y decisiones para informar, se ha evaluado la situación actual en el Ecuador, Lám. 18, que presenta un desequilibrio en la actuación de los niveles de administración si se considera como elementos de análisis la localización de las fuentes de información, el porcentaje de contribución mediante la generación de datos y el desarrollo de metodologías.



Lám. 18. Evaluación de la gestión de la defensa en los diferentes niveles. Adaptada de Sayers et al. 2002

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

En este análisis se advierte una marcada influencia y dependencia del nivel nacional, que

además de los lineamientos políticos y normativa, que son su responsabilidad, provee las metodologías y gran parte de la información del riesgo; por el contrario, se advierte una menor influencia, participación y desarrollo del nivel local que se centra en la obtención de información y fuente de datos a pesar de que, para la elaboración de los planes de desarrollo y OT que son de su competencia, debe realizar el análisis de riesgos.

La estandarización de la información a un nivel regional es necesaria para mejorar el conocimiento del territorio optimizando la gobernanza del riesgo de los municipios de la región, independientemente de sus límites político-administrativos (Salazar y Fra Paleo, 2014). Esta información puede complementarse con la generada a mayor resolución espacial por las instituciones que intervienen en la gestión del riesgo a escala local, los mapas catastrales, los planes de desarrollo y los planes de OT disponibles en los municipios, minimizando la complejidad de la interacción multinivel que existe entre los diferentes organismos de la gestión del riesgo (Fra Paleo, 2009), (Aubrecht et al., 2013), (Calderón y Frey, 2015).

En el Ecuador las cuencas hidrográficas, en las que se encuentran los diferentes niveles de planificación, por su condición de país andino están expuestas a riesgos por múltiples amenazas, no sólo a consecuencia de procesos naturales sino por las decisiones humanas y construcciones inadecuadas que cambian sus dimensiones.

Las principales amenazas encontradas están en un amplio rango desde las naturales entre las que se encuentran inundaciones, terremotos, deslizamientos, erupciones volcánicas y tsunamis, hasta otras derivadas de la actividad humana, como la deforestación, derrames de petróleo, minería o la construcción de infraestructuras en espacios geográficos inadecuados que desestabilizan laderas, por ejemplo.

En forma paralela, las ciudades crecen descontroladamente sin considerar completamente el planeamiento propuesto por las autoridades, invadiendo áreas naturales protegidas, áreas productivas y áreas de peligro, incrementando la vulnerabilidad de la sociedad y del ambiente, especialmente de los ecosistemas frágiles.

Los procesos de toma de decisiones actualmente no tienen una adecuada participación ciudadana y no consideran el riesgo de forma adecuada e integrada en la planificación del uso de la tierra y la protección ambiental. En consecuencia, al producirse un evento, los ciudadanos y la sociedad en general reaccionan inadecuadamente sufriendo pérdidas humanas y económicas que no han sido previstas ni cuantificadas.

Las provincias y los municipios en forma general no disponen de información propia, detallada y completa sobre amenazas y riesgo, por lo que se ven obligados a utilizar la información disponible a escala nacional. La falta de la escala de administración regional para la integración del análisis del riesgo supone la idea de utilizar la cuenca hidrográfica para definir una línea base de estudio aprovechando la información nacional pública disponible en el sistema nacional de información de la SENPLADES, actualizada al año 2014.

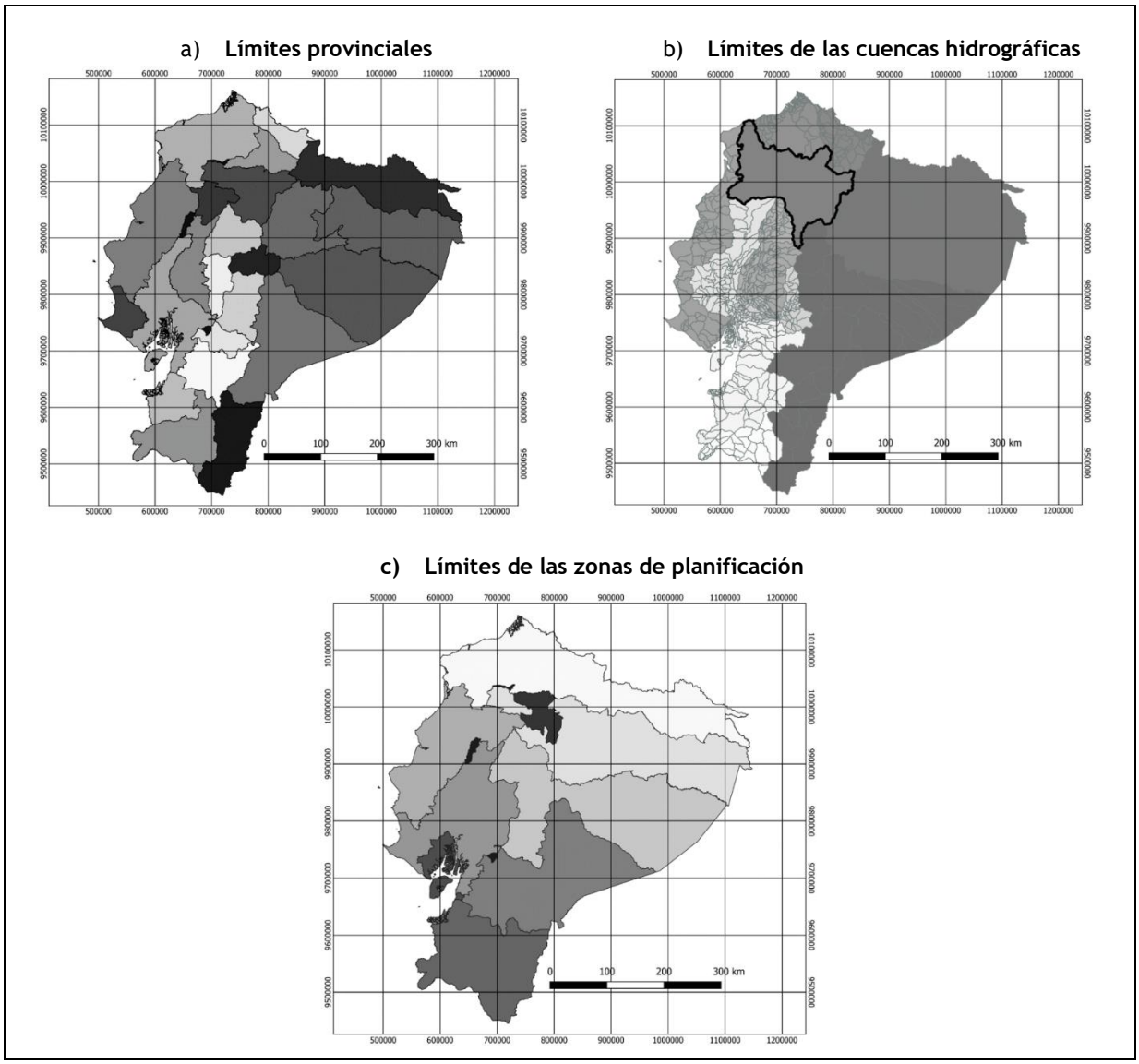
3.5 LA CUENCA HIDROGRÁFICA PARA EL ANÁLISIS DEL RIESGO A ESCALA REGIONAL

Las cuencas hidrográficas son los espacios geográficos de desagüe por gravedad de las aguas que proceden de las lluvias o nieve que al derretirse desembocan principalmente en un río, un mar, un estuario, un lago o un humedal. El agua, debido a la gran variedad de gradientes de altitud recorre desde las tierras altas hasta las bajas formando diversas franjas de vegetación y ecosistemas en los que en muchos casos interviene la actividad humana configurando un modelo de OT que debería estar orientado, en el mejor de los casos, a garantizar la utilización sostenible de los recursos de la cuenca (FAO, Food and Agriculture Organization, 2009).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Como se ha dicho, una marcada inconsistencia que requiere ser superada para lograr una eficiente administración del territorio ecuatoriano como proceso integrador es la carencia de un nivel de administración regional que dificulta la planificación concurrente del OT a nivel local porque no se han creado gobiernos autónomos descentralizados regionales para el manejo integrado de cuencas hidrográficas, conforme lo establecido en la Constitución y la LOOTUGS.

En la Lám. 19 se muestra (a) los límites de las provincias del Ecuador continental, que constitucionalmente pueden unirse para formar regiones, (b) los límites de las cuencas hidrográficas de las vertientes Amazónica y del Océano Pacífico en la que se destaca la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas y (c) las zonas de planificación que ha creado la SENPLADES ante la falta del nivel regional que debe establecerse a partir de la unión voluntaria de provincias.



Lám. 19. Inconsistencias entre los límites a) de las provincias, b) de las cuencas hidrográficas y c) de las zonas de planificación. Fuente: autor

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

El estudio para la definición de dichas zonas de planificación analizó las potencialidades, limitaciones y amenazas territoriales en el nivel provincial y trató de cumplir los requisitos planteados en la constitución en lo que se refiere a la consideración de los componentes biofísico, económico, socio cultural, de movilidad, energía y conectividad, de asentamientos humanos y político institucional.

Se puede observar la falta de coincidencia entre los límites de las provincias y las zonas de planificación con los límites de las cuencas hidrográficas que han sido elaborados por la SENAGUA. Esta inconsistencia limítrofe se debe al histórico proceso de la definición de los límites de los GAD que se han definido con una visión político-administrativa que ha considerado pobremente los aspectos biofísicos y ambientales, priorizando los demográficos.

Un porcentaje importante de los límites internos de los GAD se define por el cauce de los ríos principales dividiendo las cuencas hidrográficas y haciendo muy difícil su pretendido manejo integrado. Si no se estudian las condiciones técnicas ideales para presentar soluciones que permitan combinar sectorialmente los intereses de las provincias, municipios y parroquias rurales, la gestión integrada del riesgo en una cuenca hidrográfica se hace cada vez más compleja.

Un instrumento legal que permite este tipo de soluciones conjuntas es la creación de mancomunidades que consisten en la posibilidad de asociaciones legales de los GAD con una finalidad específica, en este caso la gestión del riesgo conjunta, en la que se compartan los estudios, intereses, soluciones, planificaciones, medios y recursos.

Un análisis inicial del riesgo por múltiples amenazas se realizó en la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas ubicada al noroeste del Ecuador continental entre la cordillera de los Andes al este, hasta el océano Pacífico al oeste, Lám. 1 del capítulo 1, que históricamente ha sido afectada por múltiples desastres naturales causados principalmente por terremotos, inundaciones, deslizamientos de tierra, sequía y actividad volcánica.

Tiene variada cobertura vegetal y extensos usos de la tierra, destacando los bosques y pastos naturales, los pastos cultivados, los cultivos de exportación y una variedad de zonas urbanas. Está atravesada por tuberías para el transporte de petróleo y agua, líneas de electricidad y de telecomunicaciones del sistema eléctrico nacional interconectado y vías de comunicación terrestre.

Las principales ciudades dentro de la cuenca son Quito con 2.239.191 habitantes, Santo Domingo de los Colorados con 368.013 habitantes y Esmeraldas con 189.504 habitantes (INEC, 2010). Tiene una superficie aproximada de 21.663 kilómetros cuadrados y es una de las áreas más expuestas a múltiples amenazas incluyendo la amenaza de tsunamis que se concentra también en las playas de las microcuencas de los esteros costeros**.**

La información de ocurrencia, afectación, pérdida de vidas humanas, y daños en términos monetarios se ha obtenido de la base de datos EM-DAT (Guha-Sapir et al., 2016), que registra los desastres ocurridos en los países donde se han dado las circunstancias concurrentes que ocasionaron más de tres personas fallecidas, produjeron más de cien personas afectadas, se hubiere declarado el estado de emergencia y se hubiere solicitado asistencia internacional. En este sentido, los datos utilizados son parciales y no registran otros eventos de magnitud considerable.

La información registrada en la base de datos EM-DAT se ha obtenido entre los años 1900 y 2019 para todo el Ecuador y permite conocer que los desastres naturales causantes de la mayor cantidad de pérdidas humanas y económicas han sido las inundaciones, los terremotos, los movimientos en masa en todas sus manifestaciones y los eventos volcánicos. Otra fuente de información ha sido la base de datos DESINVENTAR que detalla los eventos producidos entre 1970 y 2019.

USC COMPOSTELA

Se han producido inundaciones históricas y periódicas en los ríos principales San Pedro, Santa Clara, Guayllabamba y Toachi de la red hidrográfica del río Esmeraldas, y movimientos en masa como deslizamientos continuos en los relieves escarpados a lo largo de sus cauces, especialmente en los sectores de montaña. La amenaza volcánica se asocia con la probabilidad de activación de los volcanes Ninahuilca, Pululahua, Quilotoa, Antisana, Cayambe, Cotopaxi, Guagua Pichincha, Imbabura y Cuicocha que a pesar de no encontrase completamente dentro de la cuenca la afectan directamente como es el caso de la reactivación de la actividad eruptiva del volcán Cotopaxi desde agosto de 2015. La actividad tectónica es continua y se evidencia con el último terremoto de magnitud que se produjo el 16 de abril de 2016 frente a las costas de Muisne.

3.6 CONCLUSIONES DE LA METODOLOGÍA

Pese a la existencia de abundante y suficiente legislación para la administración adecuada del territorio que incluye la planificación del uso de la tierra y la gestión de riesgos en Ecuador como parte de la elaboración de los PDOT, en la práctica hay una seria deficiencia en su aplicación a escala municipal por la falta de capacidades locales y la dependencia de la escala nacional. Se puede estimar la falta de una escala intermedia que pueda estandarizar e integrar los procesos que se desarrollan en estos distantes niveles.

Los procesos especializados de la gestión de riesgos se desarrollan a escala nacional a pesar de que el estudio y evaluación de riesgos de desastres para la elaboración de los PDOT es una responsabilidad municipal.

A escala provincial no se han desarrollado sistemas eficientes de administración del territorio que permitan la gestión y el manejo integrado de las cuencas hidrográficas para una potencial creación de la faltante escala regional.

La definición de los límites político-administrativos de las escalas provincial y cantonal no coincide con los límites de las cuencas hidrográficas y ante la falta de la escala regional se han creado zonas de planificación con base en los límites provinciales.

A escala local tampoco existen sistemas de administración del territorio basados en el propuesto LADM y se continúa desarrollando modelos orientados a los catastros multifinalitarios o multipropósito tradicionales con fines exclusivamente geométricos, legales y fiscales impositivos.

El presente estudio ha examinado los procesos de la gestión del riesgo en escala regional para la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas, debido a que es una de las áreas más vulnerables a múltiples amenazas naturales. También ha servido para reflexionar y comprobar la necesidad de la creación de un nivel intermedio que estandarice, simplifique e integre los procesos de la planificación del uso de la tierra y del catastro con los procesos de la gestión del riesgo que son competencias exclusivas de la administración del territorio de los municipios.

A priori es fácil comprender que, si se considera el manejo integrado de cuencas para la organización territorial con la creación de las regiones, se necesitará redefinir los límites provinciales, cantonales y parroquiales, propuesta que de realizarse provocará grandes resistencias desde el punto de vista social, político y económico a pesar de que en el aspecto ambiental se obtendría un impacto positivo.

Para el efecto, es imprescindible la incorporación de los conceptos de gobernanza del territorio y la gobernanza del riesgo que puedan ser cristalizados mediante el empleo de un modelo de administración del territorio con base en la norma ISO 19152 LADM que permita la integración de la gestión de las escalas regional y local.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

4 RESULTADOS

4.1 EL ANÁLISIS DEL RIESGO POR MÚLTIPLES AMENAZAS EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ESMERALDAS

El análisis del riesgo con un enfoque de múltiples amenazas se vuelve un requisito indispensable para la adecuada planificación de los usos de la tierra y la administración del territorio de los municipios que se encuentran ubicados en zonas potencialmente expuestas a las amenazas de origen natural. En el caso de la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas, el análisis del riesgo establece la probabilidad de pérdida de algunos elementos expuestos y la localización de áreas vulnerables que requieren un tratamiento especial en la planificación.

Los desastres originados por amenazas de origen natural se producen como consecuencia de la interacción de varios procesos de aceleración de las fuerzas de la naturaleza que interactúan a su vez con los procesos desarrollados por los sistemas humanos en su relación con la tierra como los cambios en los usos de la tierra, la urbanización o la construcción de infraestructuras (Cutter, 2003), que se consideran demostraciones del desarrollo. Los principales desastres acontecidos en el Ecuador son terremotos, inundaciones, sequías, deslizamientos de tierra, actividad volcánica, tsunamis, entre otros.

Tanto las amenazas, como estas crecientes interacciones humanas pueden ser cartografiadas para localizar y evaluar adecuadamente los peligros naturales y el riesgo para las personas y otros elementos expuestos. Sin embargo, la evaluación de la vulnerabilidad es una cuestión extremadamente difícil de abordar cuantitativamente (Etkin, 2009) y para este estudio, se refiere a la relación entre los daños históricos producidos y registrados, frente a la intensidad de las amenazas (van Westen y Damen, 2013) representadas en los mapas elaborados por las instituciones responsables del sistema de gestión del riesgo.

Para la evaluación del riesgo se analizó e interpretó los datos históricos de los daños, muertes, afectaciones y ocurrencia de los desastres ocurridos en el Ecuador el período 1964 – 2021 recogidos por la base de datos (The International Disasters Database, EM-DAT) (Guha-Sapir et al., 2016), utilizando la metodología de evaluación multicriterio (Spatial Multi Criteria Evaluation - SMCE), creada por Cees van Westen en 1997 y adaptada por J. Looijen en 2016. El software ILWIS desarrollado por el ITC, Facultad de la Universidad de Twente, Países Bajos, es el soporte para la SMCE.

La información cartográfica de libre acceso correspondientes a las amenazas de origen natural y los desastres analizados se descargó del geoportal de la SNI que difunde la geoinformación elaborada y proporcionada por las distintas instituciones nacionales. Los formatos de la información son shapefile (shp) del Environmental Systems Research Institute (ESRI) para los archivos de vectores y ERDAS IMAGINE File Format (IMG) para los archivos de imagen.

El proceso de análisis del riesgo de la cuenca hidrográfica plantea responder a las preguntas ¿cuáles son las manzanas urbanas y las áreas rurales adyacentes -consideradas como potenciales áreas de desarrollo- que están en zonas en las que se requiere considerar restricciones y responsabilidades frente a las múltiples amenazas, obtenidas de la vulnerabilidad de los elementos expuestos?

Por la disponibilidad de información, el estudio se ha desarrollado, en primer lugar, en la cuenca hidrográfica de río Esmeraldas a una escala regional intermedia de administración del

USC UNIVERSIDADE

territorio, con la finalidad de minimizar la compleja gobernanza del riesgo en los municipios que forman parte de la cuenca, determinando una continuidad de la vulnerabilidad tanto para las áreas urbanas y rurales, así como como para sus principales elementos expuestos.

Posteriormente a escala local, en el Distrito Metropolitano de Quito, el municipio de Rumiñahui y el municipio de Esmeraldas se ha analizado la vulnerabilidad 1) para la definición de restricciones y responsabilidades frente al riesgo en el ámbito predial y, 2) para el cálculo de las probables pérdidas económicas por predio y totales.

Para una buena gobernanza del riesgo en las zonas urbanas y rurales expuestas a múltiples peligros se requiere información local de mayor detalle y de ser posible en tiempo real, que ubique los elementos y personas expuestas permanente y temporalmente (Cutter, 2003) debido a su alta movilidad que sigue patrones discontinuos (Fra Paleo, 2009), como es el caso de turistas, ciudadanos sin hogar, trabajadores indocumentados, trabajadores temporales, y clientes de comercios en diferentes tiempos del día y de la semana (van Westen y Damen, 2013).

Esta información es muy difícil de obtener y requiere un gran esfuerzo interinstitucional de intercambio permanente de datos en las fases de preparación de la gestión del riesgo de desastres de los municipios (Cutter, 2003), para la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo, así como para orientar las tareas de planificación de la evacuación y estimación de la ubicación de las zonas de refugio temporal y de las necesidades de cuidado médico masivo, como lo expresa Cutter (2003).

Considerando el marco referencial de la vulnerabilidad (Stern y Fineberg, 1996), la mayor carga de trabajo en el análisis del riesgo corresponde a la participación de los actores locales del área considerada de influencia, debido a que están en la capacidad de tomar las decisiones formulando reglamentaciones legales, sociales y económicas sobre la organización de su territorio.

Por su parte, los actores regionales y nacionales analizan el área considerada de interés, en la que no tienen jurisdicción para la toma de decisiones. Estas instituciones advierten de forma general acerca de los peligros, las perturbaciones en las condiciones ambientales, las amenazas naturales, las tensiones, los factores de estrés social y ambiental, así como algunas características de los elementos expuestos a cada amenaza, dando una idea generalizada de la vulnerabilidad local.

La cooperación e integración de los municipios que intervienen en la cuenca hidrográfica es imprescindible para la gestión del riesgo de desastres. Se requiere, por lo menos, la estandarización e interoperabilidad de los sistemas catastrales, especialmente en algunos casos que presentan conurbaciones en áreas continuas de tejido urbano y desarrollo potencial que pertenecen a municipios diferentes. El problema se complica porque los municipios tienen sistemas de catastro separados y modelos de datos diferentes para sus áreas urbanas y rurales, imposibilitando la integración y gestión conjunta de la planificación del uso de la tierra y la gestión del riesgo ante eventos naturales.

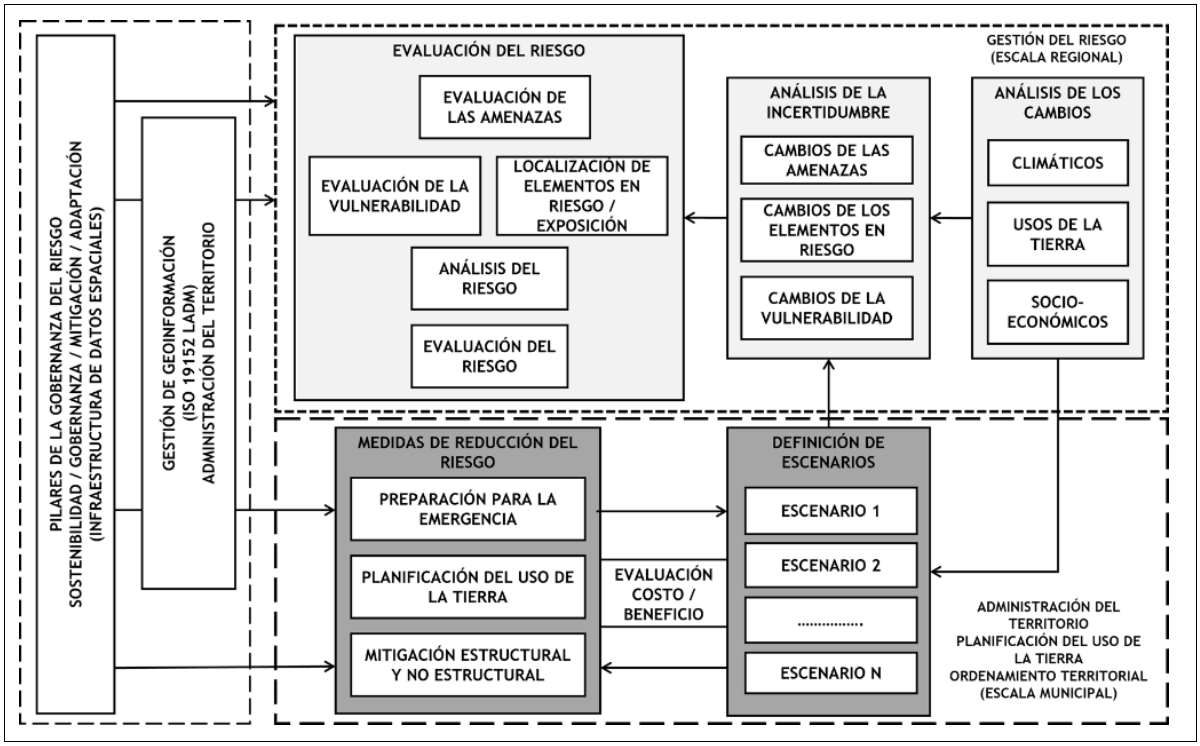
La necesidad de la estandarización de los sistemas catastrales para la administración del territorio y la inclusión de la gestión del riesgo a nivel local plantea considerar el concepto del LADM para asignar las restricciones y responsabilidades que un predio pudiera tener respecto del riesgo. Como en todo sistema catastral, los sujetos o participantes son las personas naturales o jurídicas que tienen alguna relación de tenencia con los objetos, predios o unidades espaciales que cubren totalmente la superficie de una unidad administrativa que representa a un municipio. En el estudio de caso, para la asignación de los atributos de restricciones y responsabilidades en la entidad de los derechos se utilizó la reclasificación de los mapas de la vulnerabilidad.

USC DE COMPOSTELA

Para el análisis del riesgo, conceptualmente se revisó el documento de presentación de la red "Changing Hydro-meteorological Risks – as Analyzed by a New Generation of European Scientists. Funded by the European Community's 7th Framework Programme FP7/2007-2013 under Grant Agreement No. 263953" (CHANGES), que propuso su investigación con la finalidad de comprender las afectaciones en los patrones espaciales de los riesgos hidro-meteorológicos y los riesgos asociados a los cambios globales, en los ámbitos ambiental, climático y socioeconómico en Europa. El objetivo final del proyecto fue definir una metodología para su evaluación y modelado, a fin de incorporarlos en las estrategias de gestión sostenible de riesgos, enfocándose en la planificación espacial, la preparación para las emergencias y la comunicación de los riesgos.

En forma paralela, el programa de investigación 4D Earth propuesto por la facultad ITC de la Universidad de Twente, Países bajos (Faculty of Geo-Information Science and Earth Observation, 2016), tiene como objetivo encaminar la solución de los problemas sociales y ambientales relacionados con la gestión del riesgo de desastres, combinando los conocimientos e información geográfica relevante sobre la superficie terrestre y los procesos geológicos en un único componente.

Los resultados de estas dos investigaciones han servido para desarrollar un marco metodológico innovador en la gestión de la amenaza y el riesgo, Lám. 20, combinando herramientas de modelado espacial para la evaluación probabilística del riesgo originado tanto por los cambios en los escenarios de las múltiples amenazas y los elementos expuestos. Esta metodología ha servido para definir la integración con el LADM.



Lám. 20. Relación de un sistema de gestión del riesgo y su integración con LADM. Adaptado de 4D Earth (Faculty of Geo-Information Science and Earth Observation, 2016)

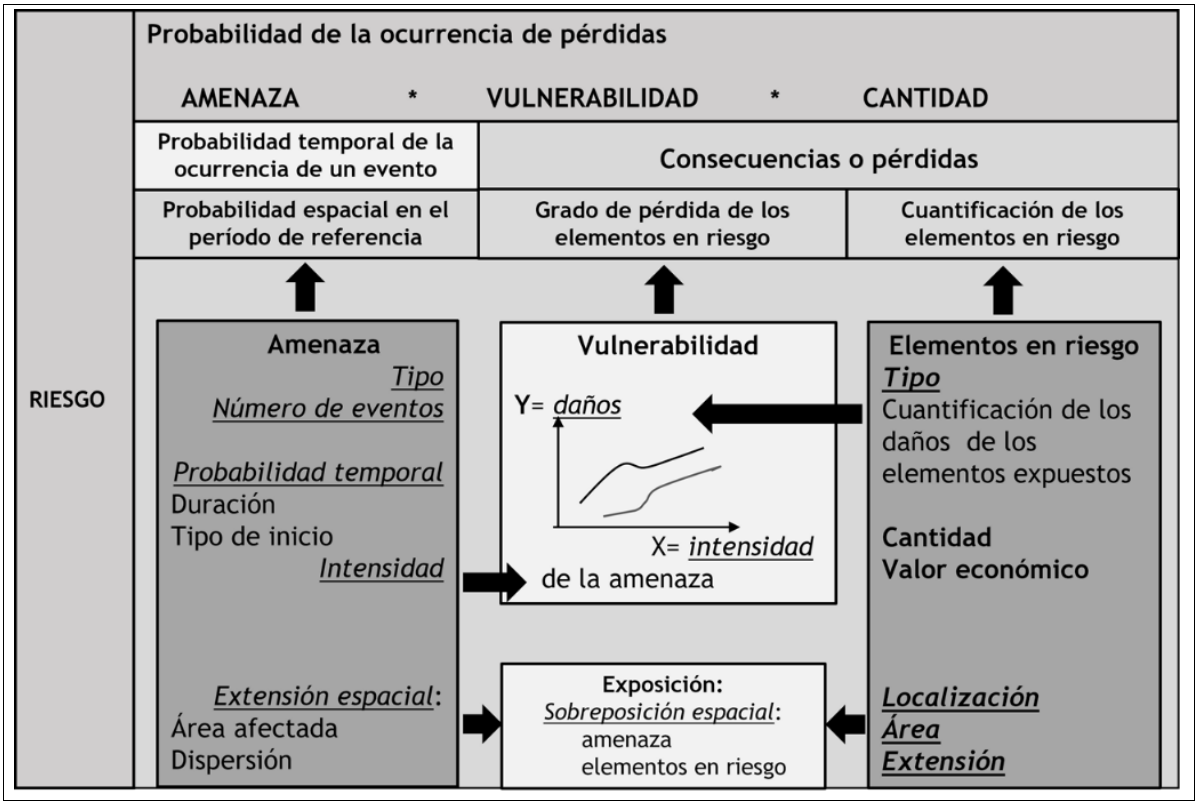
Esta metodología incluye las estrategias adoptadas para la gestión del riesgo, la administración del territorio y el ordenamiento territorial que se integran con la finalidad de

mejorar el conocimiento del territorio y su vulnerabilidad frente al riesgo creando conciencia en la población y los tomadores de decisiones acerca de la importancia de la planificación del uso de la tierra.

Inicia con la evaluación de los cuatro pilares de la gobernanza del riesgo: sostenibilidad, gobernanza, mitigación y adaptación. Luego se revisa la geoinformación pública disponible, a escala regional, sobre el riesgo y la administración del territorio en los cantones de la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas, y se realiza la evaluación del riesgo.

Para este proceso de la evaluación del riesgo se ha utilizado la SMCE que ha sido probada exitosamente en el proyecto National Scale Multi-Hazard Risk Assessment realizado en Georgia (van Westen y Damen, 2013). Esta metodología propone el análisis integrado de varios tipos de amenaza y de elementos expuestos que, partiendo de la información de eventos pasados, permite generar los mapas de exposición y de vulnerabilidad.

En la SMCE se concibe el riesgo como la probabilidad de las consecuencias negativas o pérdidas esperadas (muertes, lesiones, destrucción de bienes y medios de subsistencia, actividad económica alterada o daños en el medio ambiente). Se considera también el riesgo como el resultado de las interacciones entre las amenazas naturales existentes en el sistema ambiental y la dinámica humana del sistema social que condicionan la vulnerabilidad (van Westen y Damen, 2013).



Lám. 21. Concepto de riesgo utilizado para la SMCE. Adaptado de van Westen y Damen, 2013

El concepto de riesgo utilizado en la SMCE, para este estudio, Lám. 21, integra la amenaza natural cuantificada por su probabilidad temporal de ocurrencia, intensidad y extensión espacial, con la vulnerabilidad obtenida por la combinación de los daños sufridos respecto de la intensidad de los eventos y con las consecuencias de los impactos o la cantidad de las pérdidas esperadas en los elementos expuestos. Para la cuantificación del grado de

participación de cada amenaza se analizó la información de los desastres históricos ocurridos en el Ecuador disponibles en la base de batos EM_DAT, en cuanto a la ocurrencia al número de eventos por año, el número de muertes, el número de afectados (que para el análisis se consideró la sumatoria de heridos, afectados y sin vivienda) y los daños expresados en miles de dólares americanos.

A partir de estos datos se obtuvo los porcentajes de afectación por tipo de desastre, que se consideraron como los potenciales grados de participación de cada amenaza, que se utilizaron posteriormente como pesos en la evaluación multicriterio. Mediante la combinación del análisis de esta información histórica asociada con los mapas que definen la extensión espacial por desastre, se seleccionó las principales amenazas para en el análisis del riesgo.

Se obtuvo como resultado el mapa de riesgo por múltiples amenazas de origen natural de la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas que representa un primer escenario homogéneo a escala regional. Este mapa, combinado en la escala local con la información del catastro adaptada al modelo y los conceptos del LADM, permite la localización rápida de los predios que se encuentran en las áreas consideradas en condiciones de restricción y responsabilidad frente al riesgo. De esta forma, el modelo estandariza los procesos de gestión del riesgo, planificación del uso de la tierra y administración del territorio en los municipios de la cuenca, mejorando y actualizando integradamente los planes de desarrollo y ordenamiento territorial, la planificación de la mitigación, la capacitación y la preparación para la emergencia, enfocados directamente a los sujetos relacionados con los predios afectados.

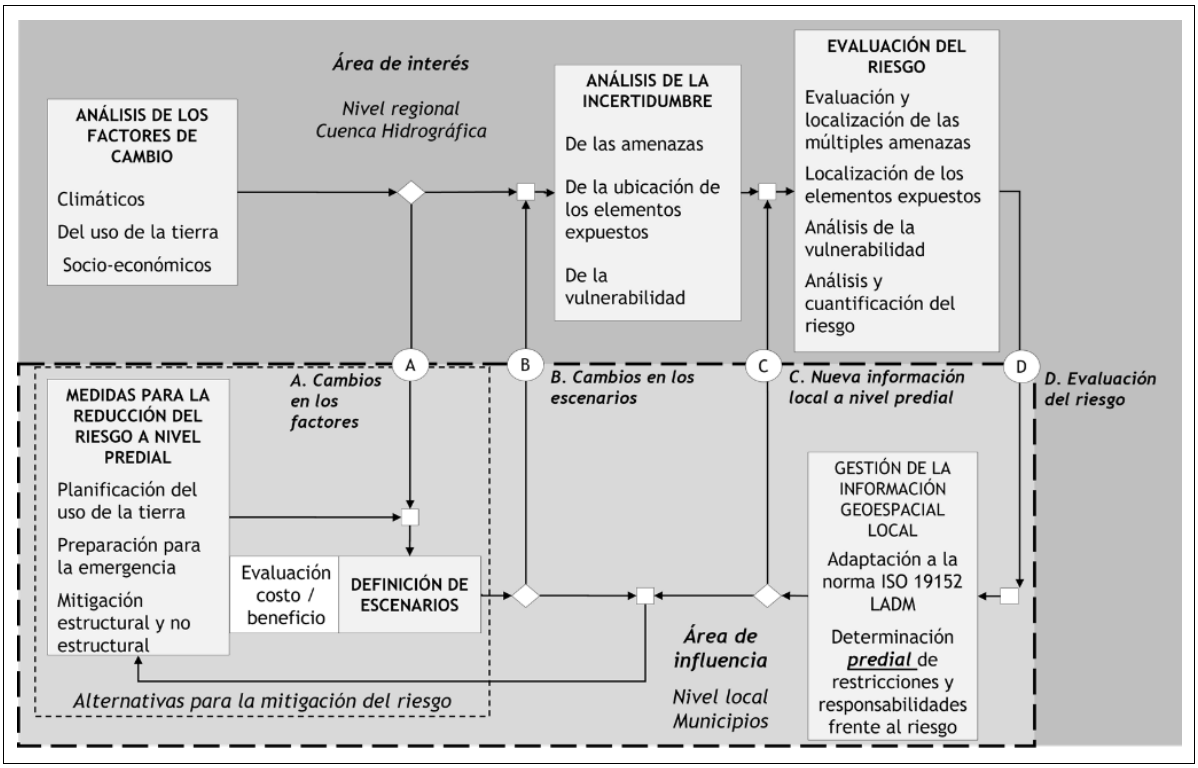
Para esta investigación, la estimación de las pérdidas potenciales de un hipotético escenario E0 se ha considerado como elementos en riesgo, la situación, ubicación y características de las poblaciones, vías, centros de salud, centros educativos, vivienda y diferentes usos del suelo a la fecha en que se obtuvieron los datos. Si este escenario es considerado en la planificación municipal, las alternativas consecutivas que se propongan para la mitigación del riesgo incidirán en nuevas propuestas de planificación de la respuesta ante la emergencia generando sucesivamente nuevos escenarios futuros (E1, E2, …. En).

Comparando iterativamente los nuevos niveles de riesgo calculados por escenario a partir de cada alternativa propuesta, se puede escoger la mejor opción en términos sociales, ambientales y financieros. Estas alternativas de acuerdo con la metodología propuesta pueden agruparse conforme a cuatro situaciones que van desde no hacer nada continuando con la situación actual; la construcción de obras de ingeniería como muros de contención, áreas de dispersión, reforzamiento de construcciones, etc.; la adopción de soluciones ecológicas (ecoDRR[7]) como reforestación de áreas de protección, bioingeniería, etc.; hasta la reubicación de los elementos vulnerables.

El esquema propuesto en la Lám. 22 revela las acciones e interacciones de los procesos de la gestión del riesgo y la administración del territorio que se realizan en diferentes niveles de decisión, físicamente localizadas en diferentes jurisdicciones territoriales, a las que se ha denominado áreas de influencia y de interés.

El área de influencia está en la escala local y representa los procesos que puede controlar y por ley debe ejecutar un municipio; el área de interés, en cambio, representa el área fuera del municipio donde se encuentran los procesos e intereses que pueden afectar en su desenvolvimiento, como es el caso de las instituciones que legislan, coordinan y realizan los estudios respecto del riesgo, los municipios vecinos y otros niveles de gobierno como las provincias, zonas de planificación y eventualmente las regiones que se pudieran formar.

[7] ecoDRR es el "ecosystem approach to Disaster Risk Reduction": enfoque ecosistémico para la reducción del riesgo de desastres. En [18]



Lám. 22. Procesos de la integración de la gestión del riesgo a escala regional con la administración del territorio a escala local. Fuente: autor

Las interacciones A, B, C y D representan el intercambio de información multi-nivel que relaciona el área de interés regional con el área de influencia local de los municipios donde se pueden tomar las acciones legales con respecto a la gestión del riesgo. Representan la circulación de la información respecto de las variaciones en los escenarios que iterativamente generan nuevos mapas de riesgo y de planificación de acuerdo con las nuevas situaciones previstas o imprevistas causadas por factores como los cambios: climático, del uso de la tierra y socio económico, así como las medidas adaptadas para la reducción del riesgo.

Estos escenarios probables pretenden disminuir la incertidumbre futura existente entre los diferentes niveles de amenaza, vulnerabilidad y riesgo que pueden variar en el transcurso del tiempo debido a intervenciones planificadas o espontáneas, especialmente en los usos de la tierra, que afectan a los predios, las personas, las obras de infraestructura y las redes de servicios asociadas.

En este proceso cíclico, se pretende que las instituciones relacionadas con la gestión del riesgo proporcionen la información respecto de los cambios de la amenaza, el análisis de la incertidumbre y la sucesiva nueva evaluación del riesgo. Al mismo tiempo, reciben la información de los escenarios propuestos, actualizados con las medidas de reducción del riesgo y la información a nivel predial de los elementos expuestos de acuerdo con la última evaluación realizada.

La forma ideal de intercambio, actualización y distribución de la información generada con el modelo propuesto se orienta a la organización de una IDE que integre los procesos de riesgos y catastro con nodos localizados en los municipios de la cuenca hidrográfica. Otros nodos se encuentran en los niveles nacional y zonal, y posteriormente en las regiones como futuro nivel de administración territorial. De este modo, se logra integrar la información

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

multinivel para la gestión del riesgo con la administración del territorio en un solo proceso. Este esquema se detalla en el siguiente capítulo 4.

La determinación del porcentaje de pérdidas probables de población y vivienda en la cuenca se realizó a partir de los datos obtenidos en los sectores rurales y las manzanas urbanas de los municipios, de acuerdo con la Zonificación y Censo de Población y Vivienda (INEC, 2010). Para la aplicación de las responsabilidades y restricciones frente al riesgo en el ámbito predial y el cálculo de las probables pérdidas económicas totales y por predio se utilizó la información catastral parcial en la conurbación que forman el DMQ y el municipio de Rumiñahui que contiene los datos de superficie y avalúo catastral compuesto por la sumatoria del valor del terreno y el valor de la construcción, establecidos por el método de costo de reposición[8] a la fecha del cálculo.

En forma paralela se realizó un ejercicio de validación de la metodología aplicada y de los resultados del análisis del riesgo por múltiples amenazas en la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas aprovechando los datos de las afectaciones reales ocurridas a las personas y viviendas que se encontraban en las áreas urbanas de las poblaciones afectadas por el terremoto de intensidad 6.8 en la escala de Richter ocurrido en la costa ecuatoriana el 16 de abril de 2016 y otros eventos posteriores registrados en la base de datos de DESINVENTAR.

En esta verificación se aplicó la misma metodología, criterios, variables y pesos utilizados en el análisis de SMCE de la cuenca para obtener el mapa de vulnerabilidad del territorio continental ecuatoriano. De esta manera se han definido las áreas que se encuentran en términos de restricción y responsabilidad frente al riesgo y se las ha comparado con los informes oficiales, fotografía aérea y cartografía preparados por las instituciones del sistema de gestión de riesgo.

La definición de la extensión espacial de las amenazas y vulnerabilidad de la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas se realizó utilizando la geo-información disponible descargada del SNI que comprende los datos fundamentales o cartografía básica, así como la cartografía temática y los datos referenciales.

Los mapas utilizados corresponden a las diferentes amenazas de origen natural, la organización territorial, los componentes biofísicos, los usos de la tierra y las principales obras de infraestructura, Tabla 8. Esta información está en formato de coberturas shapefile[9] y ha sido producida entre los años 2002 y 2013 en el rango de escalas desde 1:250.000 a 1:50.000 (escalas nacional y regional); el catastro está en escala 1:1.000 (escala local).

Tabla 8. Coberturas utilizadas en el análisis del riesgo de la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas

Amenazas	Fuente
Volcánica, intensidad sísmica	IG-EPN (Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional)
Inundación, deslizamientos	MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca)
Susceptibilidad a sequía	Sistema de Información Pública Agropecuaria MAGAP-IEE

[8] El costo de reposición se calcula mediante los costos comerciales al momento de compra del terreno y de la construcción del lugar en el que se está ejecutando el levantamiento de la información del catastro.

[9] Shapefile o .shp es el formato de los archivos informáticos tipo vector de la empresa ESRI (Environmental Systems Research Institute)

Mapa Base	Fuente
Red hidrográfica, curvas de nivel, límites político- administrativos	IGM (Instituto Geográfico Militar)
Cuencas hidrográficas, agua potable	SENAGUA (Secretaría Nacional del Agua)
División y codificación censal desde provincia hasta nivel manzana urbana	INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos)
Zonas de planificación	SENPLADES
Elementos expuestos	**Fuente**
Red vial, poblados, energía (petróleo, electricidad)	IGM (Instituto Geográfico Militar)
Vías del estado	MTOP (Ministerio de Transporte y Obras Públicas)
Cobertura y uso del suelo	MAG (Ministerio de Agricultura)
Centros educativos	MINEDUCA (Ministerio de Educación y cultura)
Centros de salud	MINSALUD (Ministerio de Salud)
Unidades Constructivas	Geoportal DMQ
Lotes	Geoportal DMQ
Plan de Uso y Ocupación del Suelo	Geoportal DMQ
Límite Político Administrativo	Geoportal DMQ
Predios, propietarios, superficies y valor de la tierra y la construcción	Catastro del Municipio de Rumiñahui

En el Ecuador, la SNI sin aplicar el concepto de IDE, ha recopilado y puesto a disposición del público y las entidades gubernamentales un repositorio al que se accede por medio de la página de Internet de la SENPLADES. Este nodo contiene la información o permite el acceso a las organizaciones e instituciones encargadas de los estudios de las amenazas naturales y la geo-información fundamental y temática a nivel nacional.

4.1.1 Los datos geoespaciales en la evaluación de las amenazas y la vulnerabilidad

Para lograr el eficiente desarrollo y fortalecimiento de las capacidades locales frente al impacto del rápido crecimiento de las ciudades y su vulnerabilidad frente a las amenazas, es imprescindible la integración, transferencia tecnológica e intercambio de las experiencias documentadas en los estudios de múltiples disciplinas que se encuentran dispersos y no son comprensibles para la comunidad.

La información necesaria para la preparación de las actividades previas a un evento se obtiene generalmente de la monitorización de las amenazas, del análisis de la vulnerabilidad y del riesgo que se deben detallar en la planificación estratégica del territorio a escala local . La actualización y divulgación permanente puede hacerse por medio del uso eficiente de las tecnologías de la información, la comunicación, los sistemas de información geográfica y las IDE que conceptualmente permiten la distribución y difusión de la geo-información.

Para el conocimiento de la amenaza, vulnerabilidad y riesgos, la transparencia de su difusión por medio de un geoportal especializado, como se describe en el WebGIS-based information management system desarrollado en Wenchuan, mencionado en el capítulo 1,

USC DE COMPOSTELA

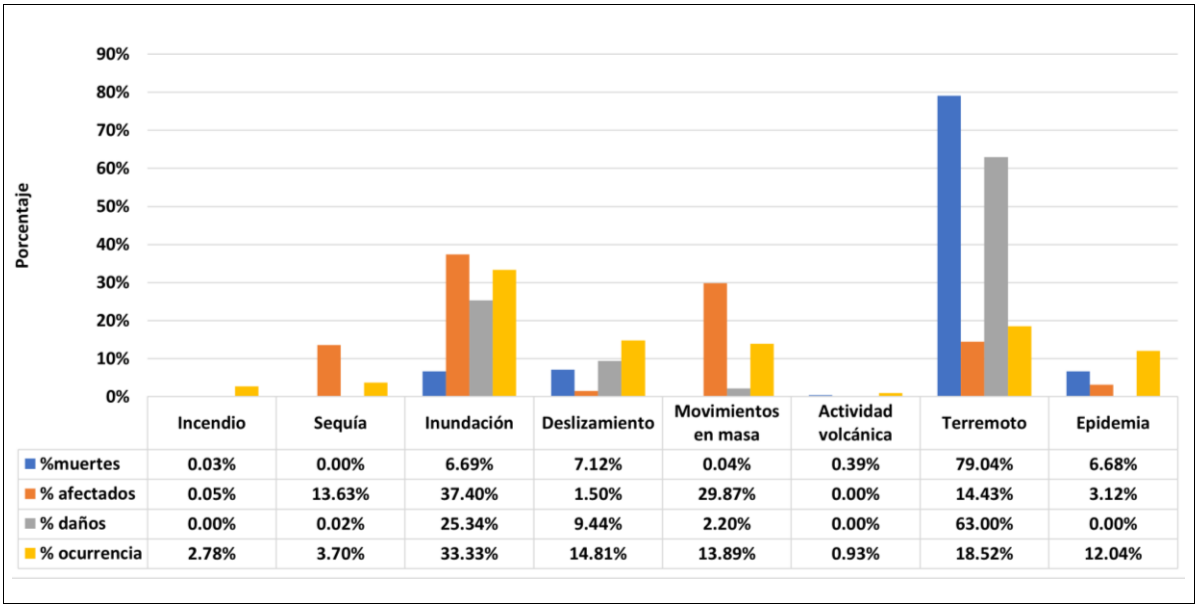
permite una fácil localización y acceso a los últimos datos generados responsablemente por la diversidad de actores sin necesidad de estar en contacto con ellos ni transformarlos (Bernabé, M.A.; López C., 2012). Se ahorran cuantiosos recursos económicos, tiempo y esfuerzo, evitando la duplicación de los costos asociados a su generación y mantenimiento.

La compleja gestión de la información de las diferentes organizaciones involucradas, así como su actualización debe hacerse colaborativamente, en especial para su distribución a los organismos de respuesta a la emergencia. Algunos ejemplos de esta información son la red vial, edificaciones, hospitales, estaciones de bomberos, redes de servicios, centros médicos, áreas de desastre, rutas cerradas, puntos de control, áreas de incendio entre otras.

En el análisis de las IDE como herramientas de la gestión territorial (Sarmiento et al., 2011) se establece que para adecuar las funciones territoriales en el ordenamiento territorial, adicionalmente son necesarios datos relativos a la propiedad, valor y uso de la tierra y de sus recursos asociados, como una forma de información de partida rigurosa y actualizada que proviene de los sistemas catastrales que están en la escala local.

4.1.2 Evaluación de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo

A partir del análisis de los datos registrados en la EM-DAT respecto de los desastres naturales ocurridos en el Ecuador en el período 1964 a 2021 se han calculado los porcentajes de afectación individualizados por amenaza respecto del total de la afectación producida por los desastres históricos, Lám. 23. Estos porcentajes se calcularon respecto de las muertes, daños y ocurrencia, así como el número de afectados que incluye a los heridos y sin techo. Con estos datos se puede conocer a priori los desastres que han sido más recurrentes y han provocado las mayores consecuencias negativas en el territorio ecuatoriano.



	Incendio	Sequía	Inundación	Deslizamiento	Movimientos en masa	Actividad volcánica	Terremoto	Epidemia
%muertes	0.03%	0.00%	6.69%	7.12%	0.04%	0.39%	79.04%	6.68%
% afectados	0.05%	13.63%	37.40%	1.50%	29.87%	0.00%	14.43%	3.12%
% daños	0.00%	0.02%	25.34%	9.44%	2.20%	0.00%	63.00%	0.00%
% ocurrencia	2.78%	3.70%	33.33%	14.81%	13.89%	0.93%	18.52%	12.04%

Lám. 23. Desastres por número de muertes, afectados, daños y ocurrencia 1964 – 2021. Fuente: autor

Las inundaciones han sido los eventos de mayor ocurrencia, afectaciones y daños causados; sin embargo, es importante considerar que el número de muertos es menor comparado con el causado por los terremotos. Esta situación permite deducir que los habitantes han aprendido a vivir con las inundaciones debido a que su ubicación y los períodos en que ocurren son muy conocidos; situación opuesta a la de los terremotos.

USC DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Examinada la disponibilidad de la geo-información de riesgos se determinó considerar para el análisis del riesgo múltiple, las amenazas por inundación, actividad volcánica, sequía, terremoto y deslizamiento, debido al grado de afectación que han causado en el período del que se obtuvieron los datos. De este modo, de las amenazas seleccionadas se tienen datos cuantitativos históricos de los desastres ocurridos y los mapas correspondientes, que son necesarios para la aplicación de la SMCE.

No se consideró las amenazas de incendio y epidemia por su baja incidencia en el contexto nacional (se exceptúa la pandemia de COVID19 por tener características muy particulares en el contexto nacional y territorial, obedeciendo su influencia a otros factores específicos de tipo social especialmente y sea tratado en otras publicaciones al respecto).

Además de otros aspectos como la construcción inadecuada de los edificios, la incertidumbre de la localización precisa y del tiempo de la ocurrencia de un terremoto han causado un gran número de muertes, múltiples daños y afectaciones. Esta situación induce a pensar en la falta de preparación ante este tipo de eventos que si bien son imprevisibles pueden presentarse muy a menudo por la localización del país en una zona altamente sísmica.

La actividad volcánica ha producido daños y muertes en menor grado, así como afectaciones representativas que reflejan también una cierta adaptación a este proceso por el conocimiento de la ubicación de la amenaza que permite el monitoreo y seguimiento continuo de su desarrollo. La sequía no ha tenido mayor impacto, aunque su potencial afectación es previsible especialmente como una de las causas de incendios cuya magnitud, a pesar de estar en continuo crecimiento, no se ha monitoreado exhaustivamente.

Uno de los aportes del uso de la herramienta SMCE es minimizar la complejidad de la integración de las afectaciones que pueden presentarse debido a la potencial coexistencia de múltiples amenazas en una misma extensión espacial. Ha sido desarrollada para que sea aplicada en casos en los que se requiere integrar mediante algoritmos de SIG, la información geoespacial obtenida por múltiples actores con diferentes criterios físicos, ecológicos, sociales y económicos.

Este análisis espacial integra los mapas de las amenazas de una determinada área en formato ráster, considerándolos como los "criterios", y organiza un árbol que los agrupa, estandariza y pesa conforme su grado de participación. El resultado final del procesamiento es un conjunto de mapas individuales por amenaza denominados índice o compuestos que indican hasta qué punto se cumplen o no los criterios establecidos y un mapa que integra todos los criterios utilizados.

En el proceso de la SMCE, inicialmente se necesita definir el problema que se quiere solucionar. En este caso consiste en determinar el riesgo combinado por las múltiples amenazas. Para la evaluación se utiliza los mapas ráster agrupados en dominios comunes que corresponden a volcánicos, hídricos y tectónicos.

Los mapas de las amenazas individuales se consideraron como los factores que intervienen en cada grupo o criterio de evaluación. En este caso los que corresponden al grupo volcánico son los factores lahar[10] y flujo piroclástico[11]; al grupo hídrico, los factores inundación y sequía; y al grupo tectónico, los factores de movimientos en masa y sísmico.

Para la estandarización de los valores de intensidad de los mapas, Tabla 9, se transformaron los valores cualitativos de los atributos propios e individuales de cada mapa

[10] Según The Encyclopedia of Volcanoes (Second Edition) un lahar es considerado una mezcla de agua con los depósitos de materiales volcánicos fragmentarios y otros sedimentos no consolidados en las laderas de los volcanes, que puede resultar en flujos que viajan por las laderas y los canales de los ríos a alta velocidad, constituyéndose entre los peligros volcánicos más peligrosos, sobre todo porque su velocidad puede superar los 100 km/h.

[11] La misma Enciclopedia The Encyclopedia of Volcanoes (Second Edition), define al flujo piroclástico como una corriente de partículas de alta densidad y concentración que provienen de una erupción volcánica.

que corresponden a la forma en que los calificaron las instituciones. Los valores de intensidad se transformaron en un rango entre 7 y 1, correspondiente a muy alta, alta, media, baja y nula con el valor de 7 para la mayor intensidad de amenaza y 1 para la nula intensidad de amenaza. Para el caso de sequía, la intensidad se ha medido en 7 escalas, desde 13 a 1.

Tabla 9. Estandarización de los valores de intensidad en los mapas de amenaza natural

Grupo	Amenaza Criterio/mapa/año	Descripción del atributo en el mapa		Valor del atributo
		Tipo	Probabilidad	Intensidad
Climatológicos	**Sequía** **Mapa de sequía 2015**	Índice de susceptibilidad por sequías	% de susceptibilidad	de 13 a 1
Hidrológicos	**Inundación** **Mapa de inundación 2015**	Zonas inundadas Permanentemente	Muy alta	5
		Zonas propensas a inundaciones	Alta	3
		Zonas inundadas temporalmente	Baja	1
	Movimientos en masa **Mapa de movimientos en Masa 2011**	Susceptibilidad	Alta	7
		Susceptibilidad	Moderada	5
		Susceptibilidad	Mediana	3
		Susceptibilidad	Baja	1
Geofísicos	**Peligro volcánico** **Mapa de peligro volcánico 2011**	LHMY lahares mayores	Alta	5
		LHMN lahares menores	Media	3
		LHMN lahares menores	Baja	1
		FPMY flujos piroclásticos mayores	Alta	5
		FPMD Flujos piroclásticos medio nivel	Media	3
		FPMN Flujos piroclásticos menor nivel	Baja	1
		Ceniza mayor nivel	Alta	7
		Ceniza Menor nivel	Media	5
	Terremoto **Mapa de intensidad sísmica 2011**	IV	Muy alta	7
		III	Alta	5
		II	Media	3
		I	Baja	1

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Un paso adicional que requiere la SMCE es la definición del método de estandarización de todos los mapas de las amenazas en un mismo rango entre 1 y 0 de acuerdo con sus valores de intensidad normalizados. Para este proceso en general, la aplicación utiliza los métodos a los que denomina "beneficio" (mientras más alto es el valor de intensidad tiende a 1 y es mejor), costo (mientras más alto es el valor de la intensidad tiende a 0 y es peor) y la combinación costo/beneficio cuando la afectación mayor o menor es igual de importante.

Para cada uno de estos métodos de estandarización es posible utilizar las funciones de cálculo "máximo" (utilizando los valores absolutos más altos de la intensidad), por intervalo (utilizando un rango de valores entre los que la intensidad tiene mayor efecto), por objetivo (utilizando valores específicos conocidos en los que la intensidad actúa más), convexo y cóncavo para el cálculo con fórmulas no lineales cuando se conoce perfectamente el comportamiento de la amenaza.

Por la calidad de los datos disponibles que está en la escala nacional, definida entre 1:1´000.000 y 1:250.000, para la SMCE se estandarizó todos los mapas por el método "beneficio" con la función "máximo", para representar que, por cada amenaza individual, mientras mayor es su intensidad, más contribuye a la múltiple amenaza y el valor estandarizado tiende al valor de 1, caso contrario, a menor contribución de la amenaza individual, tiende a 0.

La asignación de los pesos para los criterios o grupos de amenazas y los factores espaciales se realizó utilizando los valores promedio de los porcentajes relativos de afectados, daños, ocurrencia y muertos de los diferentes tipos de desastres históricos registrados en la EM-DAT, considerados como amenazas potenciales. El resumen por criterio y factor se describe en la Tabla 10.

Tabla 10. Pesos de los criterios y factores utilizados en la evaluación multicriterio

Impacto causado	Criterios (grupos de amenazas)	Porcentaje de afectación	Factores (amenazas)	Pesos (porcentaje de afectación)
Muertes	Climatológico	00.00%	Sequía	00.00%
	Hidrológico	15.23%	Inundación	7.17%
			Movimientos en masa	8.06%
	Geofísico	84.77%	Actividad volcánica lahar	0.02%
			Actividad volcánica flujo piroclástico	0.01%
			Actividad volcánica ceniza Mayor nivel	0.00%
			Actividad volcánica ceniza menor nivel	0.01%
			Terremoto	84.73%
Afectados	Climatológico	14.08%	Sequía	14.08%
	Hidrológico	40.17%	Inundación	38.62%
			Movimientos en masa	1.55%
	Geofísico	45.75%	Actividad volcánica lahar	16.06%
			Actividad volcánica flujo piroclástico	8.35%
			Actividad volcánica ceniza Mayor nivel	1.94%
			Actividad volcánica ceniza menor nivel	4.50%
			Terremoto	14.90%
Daños	Climatológico	0.02%	Sequía	0.02%
	Hidrológico	34.78%	Inundación	25.34%
			Movimientos en masa	9.44%

USC SANTIAGO COMPOSTELA

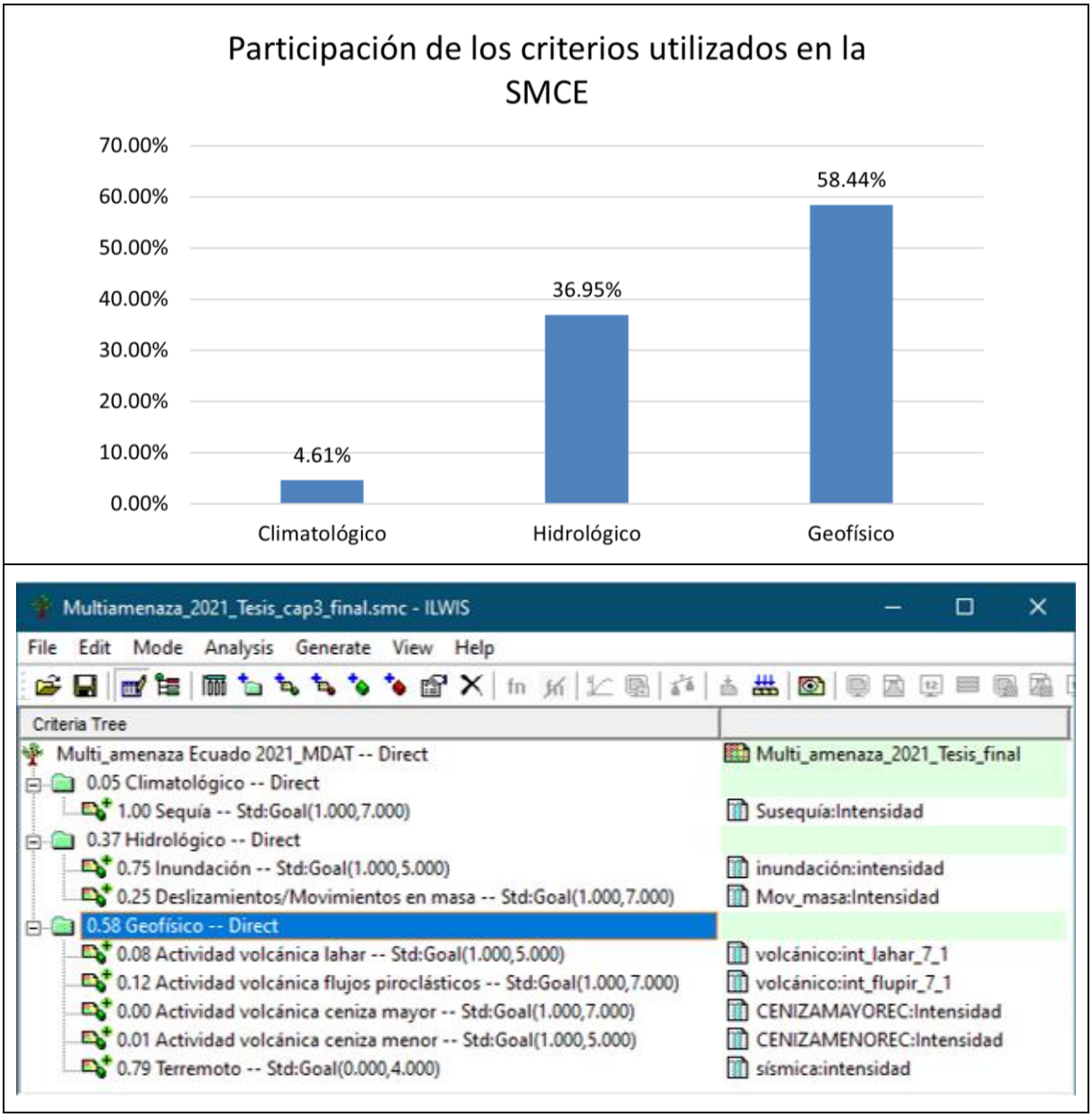
	Geofísico	65.20%	Actividad volcánica lahar	1.14%
			Actividad volcánica flujo piroclástico	0.60%
			Actividad volcánica ceniza Mayor nivel	0.14%
			Actividad volcánica ceniza menor nivel	0.32%
			Terremoto	63.00%
Ocurrencia	Climatológico	4.35%	Sequía	4.35%
	Hidrológico	57.61%	Inundación	39.13%
			Movimientos en masa	18.48%
	Geofísico	38.04%	Actividad volcánica lahar	8.49%
			Actividad volcánica flujo piroclástico	4.41%
			Actividad volcánica ceniza Mayor nivel	1.03%
			Actividad volcánica ceniza menor nivel	2.38%
			Terremoto	21.74%

La participación ponderada de cada uno de los criterios (agrupados sus respectivos factores) se aprecia en la Lám. 24. Se aprecia que la mayor incidencia se origina en los eventos de tipo geofísico con el 58.44%, seguidos por los de tipo hidrológico con el 36.95% y finalmente los climatológicos con el 4.61%.

Dentro de cada uno de los criterios, el análisis de los factores evidencia la importancia que tienen los terremotos que alcanzan el 84,73 % de los muertos y el 63.00% de daños causados respecto de todas las amenazas analizadas; así como destacan las inundaciones con el 38.62% de afectados y el 25.34% de daños causados en los desastres ocurridos en el territorio ecuatoriano. Luego siguen las afectaciones por los deslizamientos que generalmente son consecuencia de los anteriores. De estos porcentajes obtenidos del análisis de las afectaciones individuales se establecen los pesos que se utilizan en el cálculo de la SMCE.

Para el caso específico de los factores lahar y flujo piroclástico dentro del grupo actividad volcánica, que no disponen de datos cuantitativos individuales por estar agrupados dentro de un mismo mapa, la SMCE utilizado prevé otra variedad de métodos. En la clasificación ordenada, se responde subjetivamente con la ayuda de un experto o la experiencia, a preguntas sobre la situación relativa de afectación en diferentes situaciones a las que el algoritmo asigna posteriormente un valor matemático. Aplicado este método, los pesos calculados para los factores del grupo actividad volcánica fueron, lahar (66.7%) y flujo piroclástico (33.3%).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

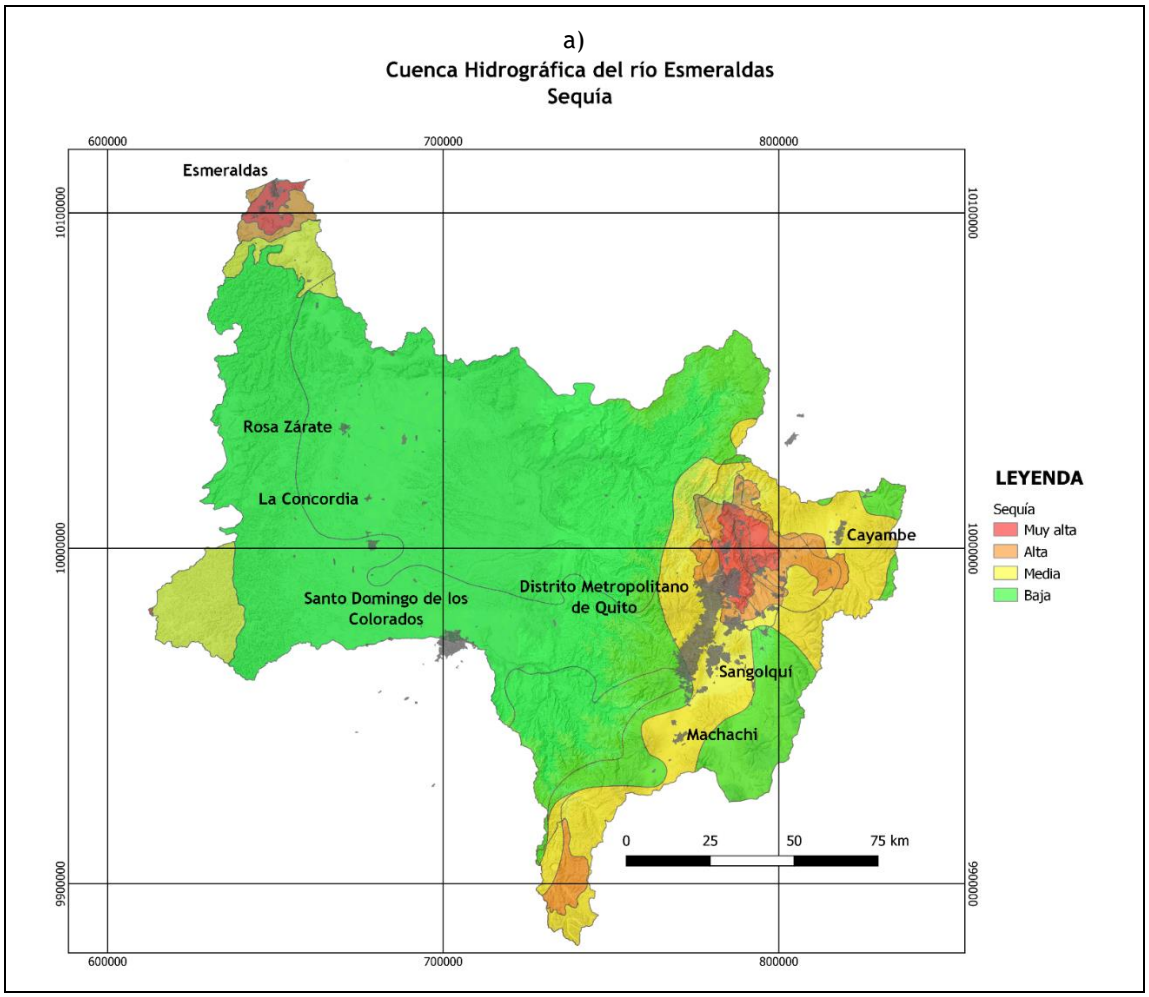


Lám. 24. Participación de los criterios utilizados en la SMCE. Fuente: autor

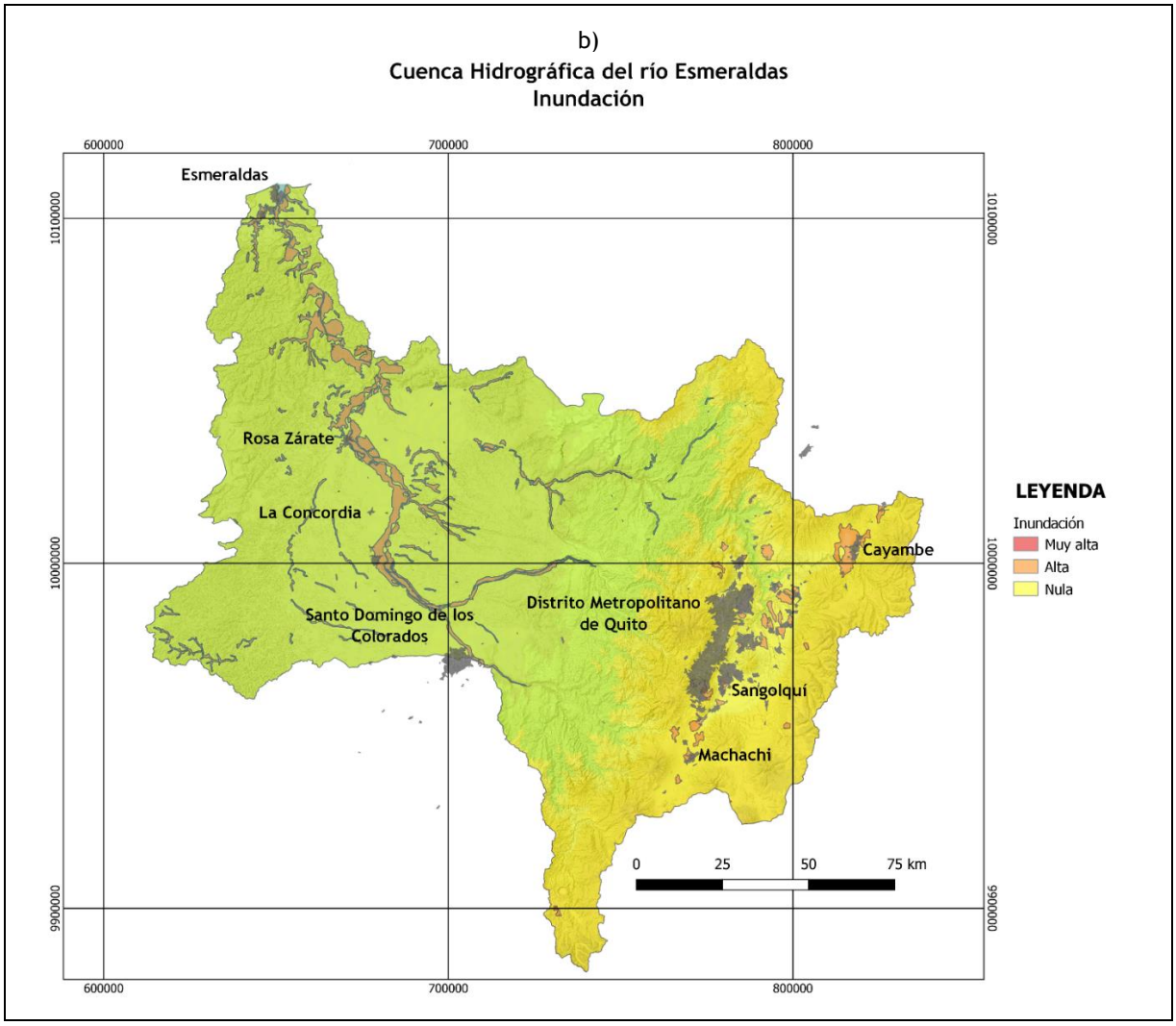
Como resultado del proceso de estandarización y asignación de pesos se obtiene los mapas individuales de las amenazas y el mapa integrado de múltiples amenazas reclasificados por el grado de intensidad entre 0 y 1 para cada uno de los píxeles del mapa resultante. Los impactos o daños clasificados en cinco niveles de la gestión del riesgo (rojo, naranja, amarillo, verde, azul), se reclasifican en una escala de cinco valores que va desde muy alto (1.00-0.80), alto (0.80-0.60), medio (0.60-0.40), bajo (0.40-0.20) y nulo (0.20-0.00).

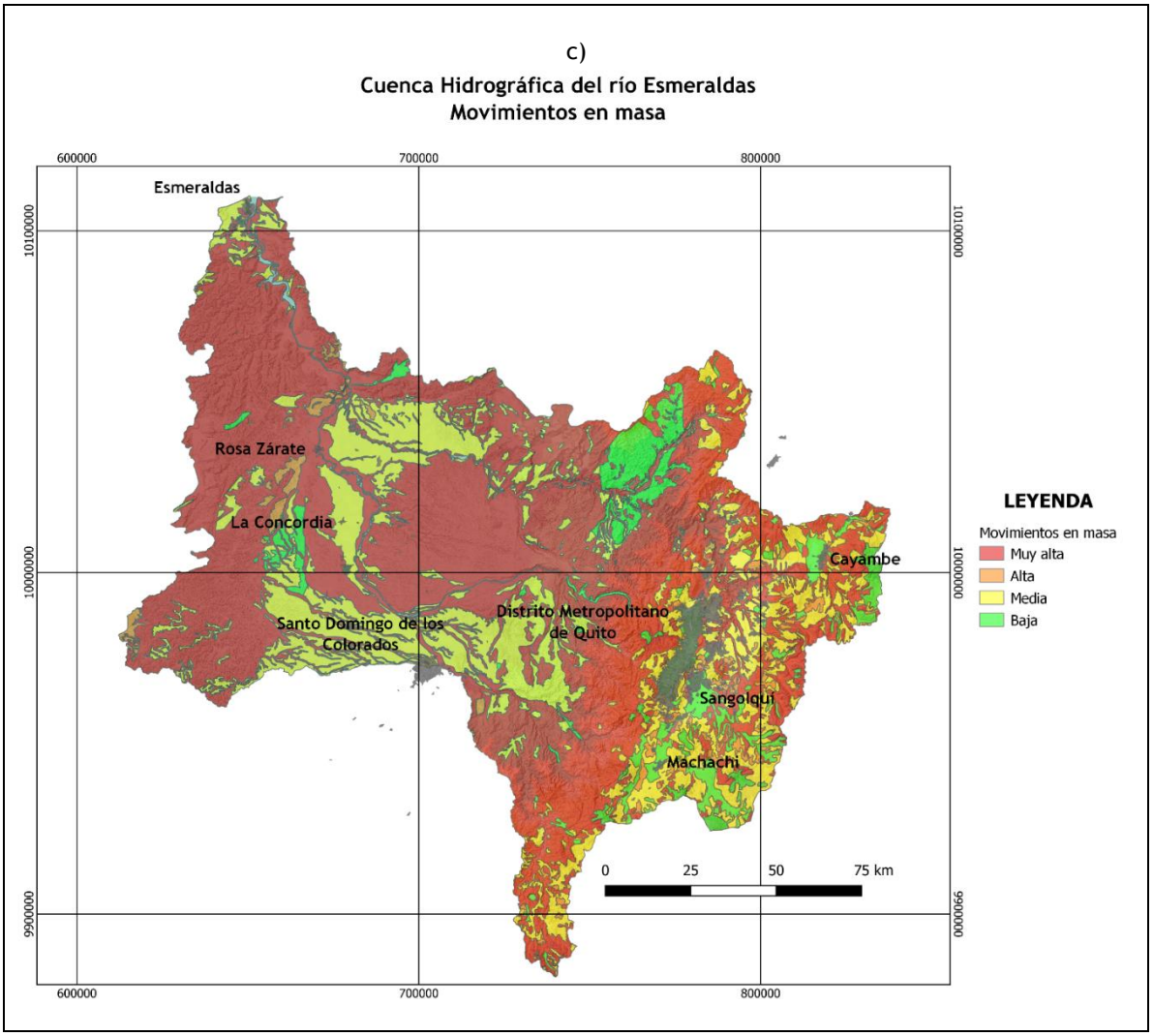
Los mapas individualizados obtenidos por cada amenaza, Lám. 25; a) sequía, b) inundación, c) movimientos en masa, d) peligro volcánico-lahar, e) peligro volcánico-flujo piroclástico, f) peligro volcánico-ceniza mayor nivel, g) intensidad sísmica; y el mapa de las múltiples amenazas, Lám. 26, tienen el objetivo de localizar en su extensión espacial los datos de las afectaciones de los desastres ocurridos históricamente que no cuentan con información cartográfica, integrándolos con los mapas de las amenazas que por su parte tienen los datos de

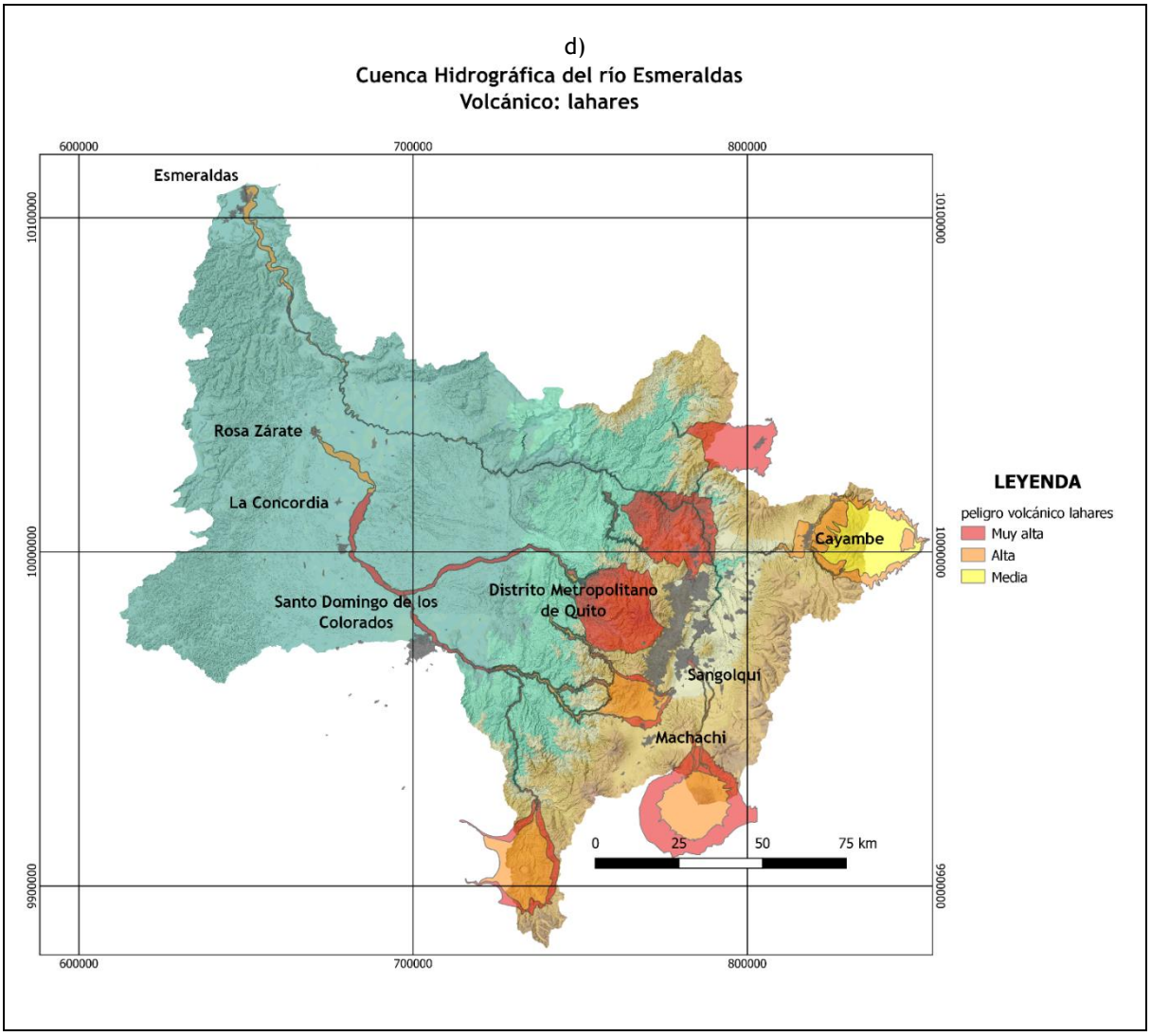
intensidad determinados por las instituciones encargadas del análisis de las amenazas individuales, pero no tienen información de los daños que han causado.

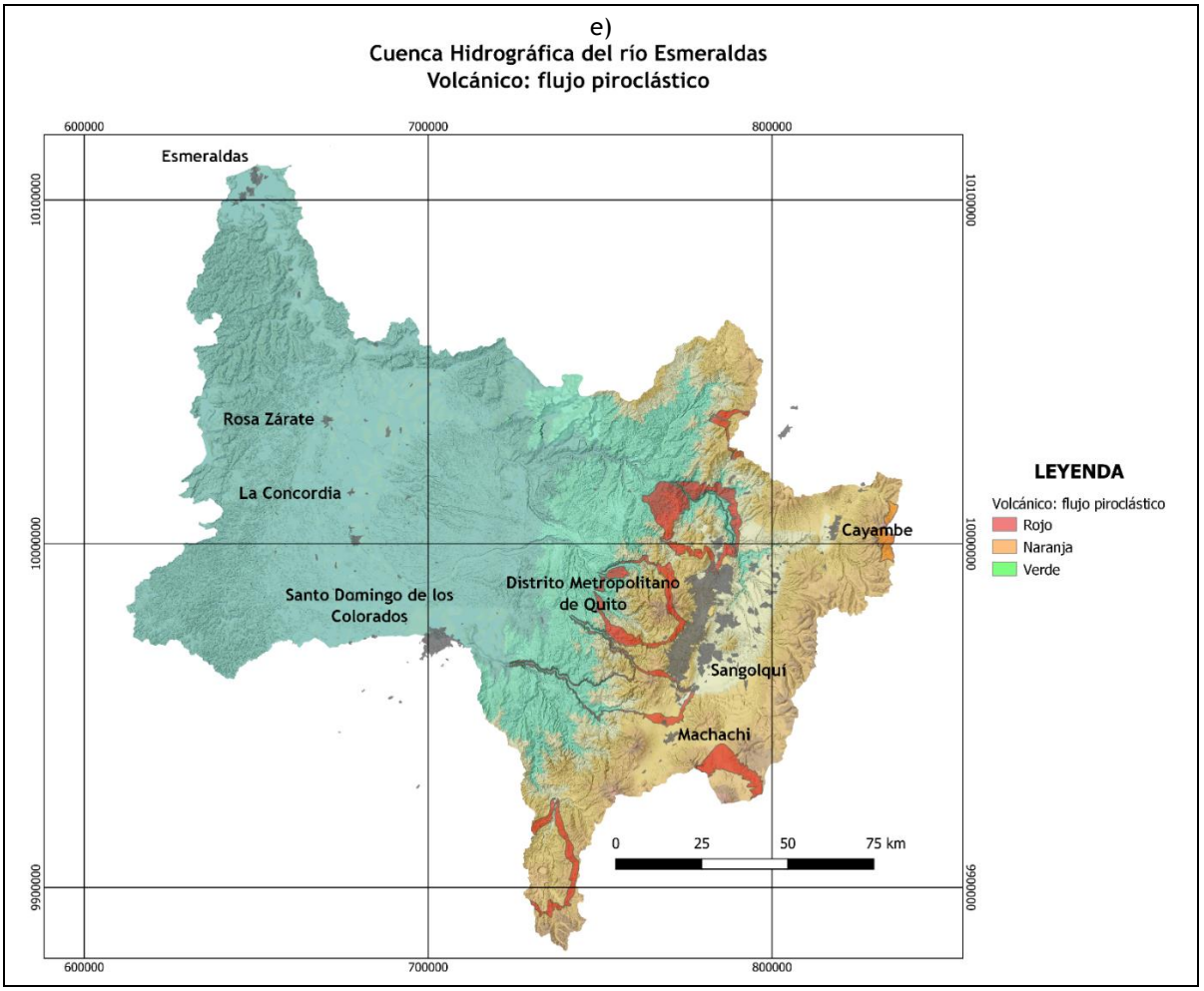


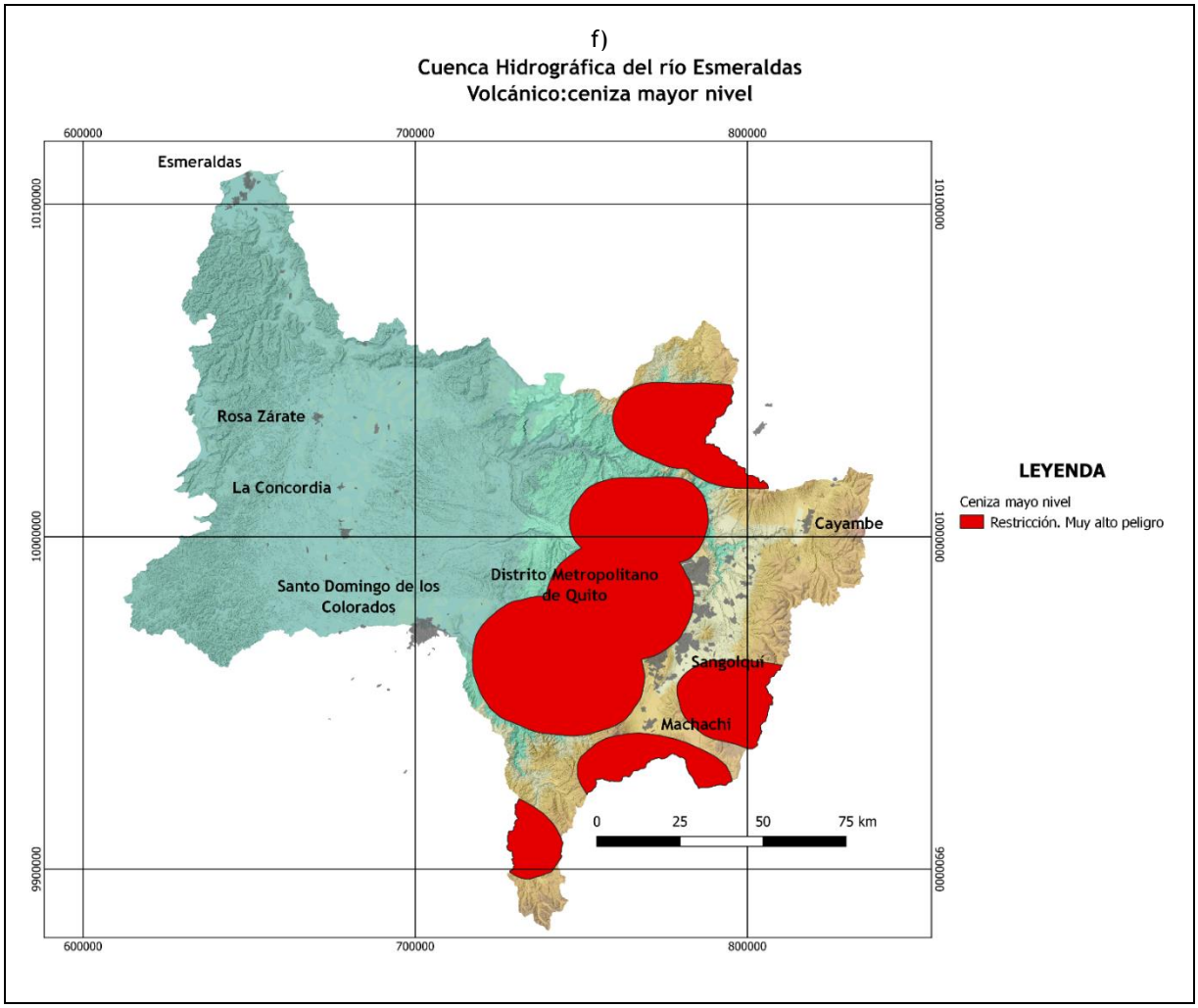
USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

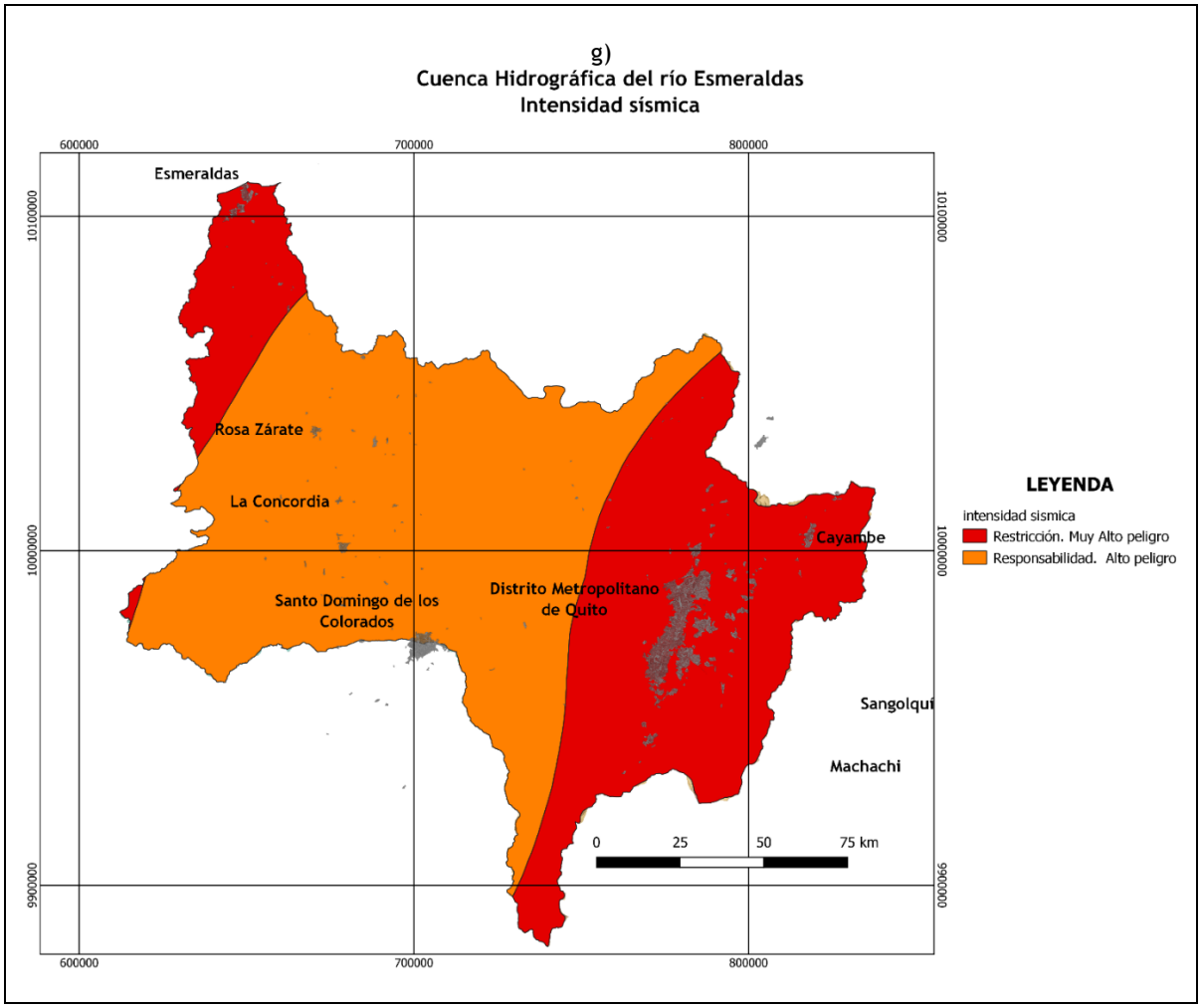

b)
Cuenca Hidrográfica del río Esmeraldas
Inundación
600000
700000
800000
10100000
10000000
9900000
Esmeraldas
Rosa Zárate
La Concordia
Santo Domingo de los Colorados
Distrito Metropolitano de Quito
Cayambe
Sangolquí
Machachi
0
25
50
75 km
LEYENDA
Inundación
Muy alta
Alta
Nula


c)
Cuenca Hidrográfica del río Esmeraldas
Movimientos en masa
600000
700000
800000
10100000
10000000
9900000
Esmeraldas
Rosa Zárate
La Concordia
Santo Domingo de los Colorados
Distrito Metropolitano de Quito
Cayambe
Sangolquí
Machachi
0
25
50
75 km
LEYENDA
Movimientos en masa
Muy alta
Alta
Media
Baja


d)
Cuenca Hidrográfica del río Esmeraldas
Volcánico: lahares
600000
700000
800000
10100000
10000000
9900000
Esmeraldas
Rosa Zárate
La Concordia
Santo Domingo de los Colorados
Distrito Metropolitano de Quito
Cayambe
Sangolquí
Machachi
0
25
50
75 km
LEYENDA
peligro volcánico lahares
Muy alta
Alta
Media

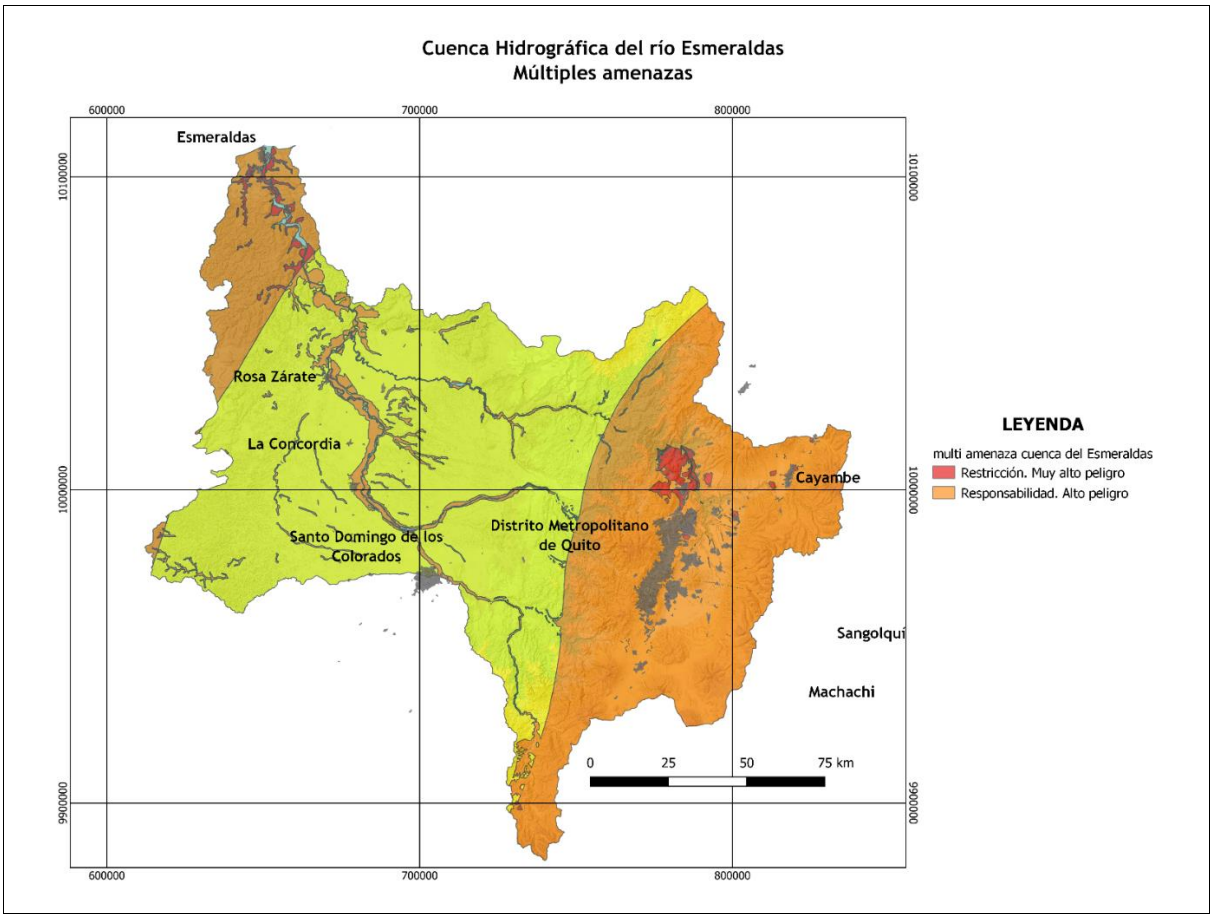

e)
Cuenca Hidrográfica del río Esmeraldas
Volcánico: flujo piroclástico
600000
700000
800000
10100000
10000000
9900000
Esmeraldas
Rosa Zárate
La Concordia
Santo Domingo de los Colorados
Distrito Metropolitano de Quito
Cayambe
Sangolquí
Machachi
0
25
50
75 km
LEYENDA
Volcánico: flujo piroclástico
Rojo
Naranja
Verde


f)
Cuenca Hidrográfica del río Esmeraldas
Volcánico:ceniza mayor nivel
600000
700000
800000
10100000
10000000
9900000
Esmeraldas
Rosa Zárate
La Concordia
Santo Domingo de los Colorados
Distrito Metropolitano de Quito
Cayambe
Sangolquí
Machachi
0
25
50
75 km
LEYENDA
Ceniza mayo nivel
Restricción. Muy alto peligro



Lám. 25. Mapas estandarizados de cada una de las amenazas utilizadas en la SMCE: a) Sequía, b) Inundación, c) Movimientos en masa, d) Volcánico: lahares, e) Volcánico: flujo piroclástico, f) Volcánico: ceniza mayor nivel, g) Intensidad sísmica. Fuente: autor

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA



Lám. 26. Mapa estandarizado de las múltiples amenazas, como resultado de la SMCE. Fuente: autor

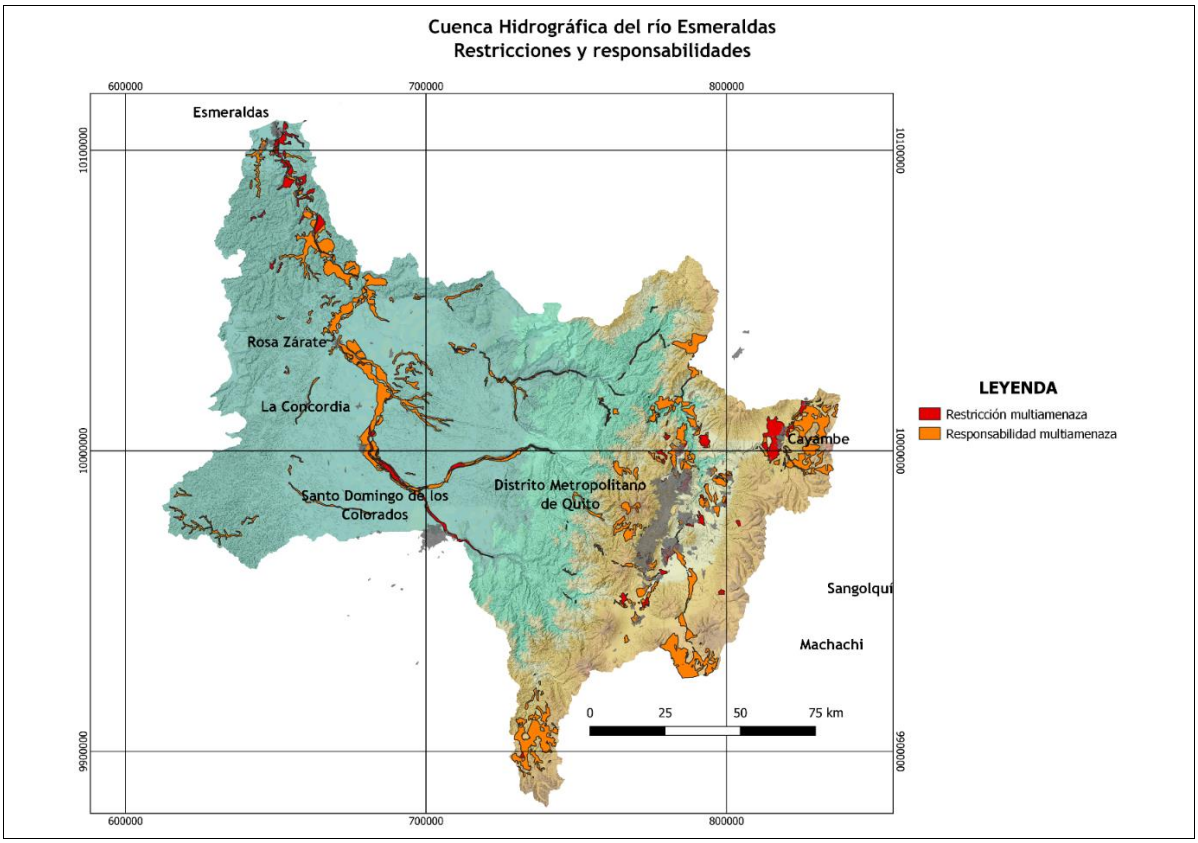
En la metodología utilizada, la vulnerabilidad se ha concebido como una función de daños e intensidad; en ese sentido, los mapas obtenidos pueden ser considerados como mapas de vulnerabilidad frente a las amenazas individuales y frente a las múltiples amenazas.

4.2 LOS NIVELES DE RIESGO INTERPRETADOS COMO RESTRICCIONES Y RESPONSABILIDADES EN EL NUEVO MODELO DE ADMINISTRACIÓN DEL TERRITORIO

Posteriormente, para obtener un mapa en términos compatibles a los conceptos del LADM, se volvió a reclasificar los atributos de los niveles de vulnerabilidad "muy alto" y "alto" en nuevos atributos correspondientes a las áreas "en restricción" (nivel muy alto) y "en responsabilidad" (nivel alto). El concepto de restricción significa que no se debería tener ningún tipo de elemento expuesto en esa área y el concepto responsabilidad significa que se debe realizar estudios más exhaustivos para la localización de asentamientos humanos o infraestructuras de obras civiles.

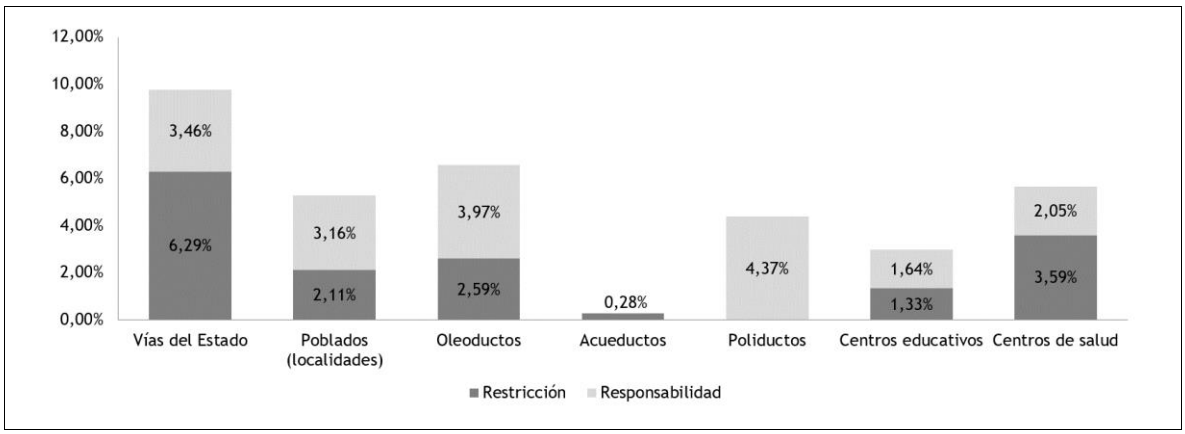
El mapa final de múltiples amenazas reclasificado en términos de LADM, Lám. 27, fue posteriormente utilizado para el análisis del riesgo de los elementos expuestos, de los diferentes usos del suelo, de las manzanas de las áreas pobladas y de los predios del cantón Rumiñahui y Quito. Estos resultados unificados a la escala regional requieren posteriores estudios de mayor detalle para la elaboración de los planes de desarrollo, ordenamiento territorial y uso del suelo de los municipios de la cuenca.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA



Lám. 27. Áreas en restricción y en responsabilidad dentro de la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas Fuente: auto

Mediante la sobreposición espacial del mapa reclasificado de vulnerabilidad, con cada uno de los mapas existentes de los elementos expuestos que se han considerado como ejemplo para el estudio: vías del Estado, poblados, oleoductos, acueductos, centros educativos y centros de salud, se determinó la fracción proporcional en porcentaje de los elementos en restricción y en responsabilidad frente al riesgo respecto del total de la cuenca, Lám. 28. La vulnerabilidad se refiere a porcentaje de kilómetros para las vías, oleoductos y acueductos; número de poblados, centros educativos y centros de salud respecto del total de la cuenca.



Lám. 28. Porcentaje de elementos expuestos reclasificados en términos de restricción y responsabilidad respecto del total dentro de la cuenca. Fuente: autor

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

El mayor riesgo se prevé en las vías del estado (6,29%), centros de salud (3,59%), oleoductos (2,59%), poblados (2,11%), centros educativos (1,33%) y acueductos (0,28%) que se encuentran en áreas en restricción frente a las múltiples amenazas. Interpretado desde otro punto de vista, estos elementos expuestos no deberían estar en la ubicación actual. Los otros porcentajes representan los porcentajes en menor riesgo, que se pueden considerar como en responsabilidad; significa que se deben tomar acciones especiales para evitar su afectación.

La importancia del análisis de esta información en la escala regional evidencia la realidad actual (a la fecha de la geoinformación), escenario E0, en el que algunos elementos expuestos ya están físicamente asentados en áreas en restricción, por consiguiente, al estar en estas áreas de muy alta vulnerabilidad, tienen al más alto riesgo de ser afectados por alguna o varias de las múltiples amenazas.

Esta primera aproximación regional sirve como elemento de partida para nuevos y detallados análisis de riesgo por múltiples amenazas que necesitan ser tomados en cuenta en el proceso de la elaboración de los planes de uso de la tierra, de desarrollo y de ordenamiento territorial, garantizando la gestión sostenible de la tierra y el territorio. Se posibilita, además, el análisis preliminar de posibles alternativas para la reducción del riesgo como la reubicación, rezonificación, construcción de obras de infraestructura, soluciones ecológicas y otras que se deben incorporar en los planes de mitigación estructural y no estructural.

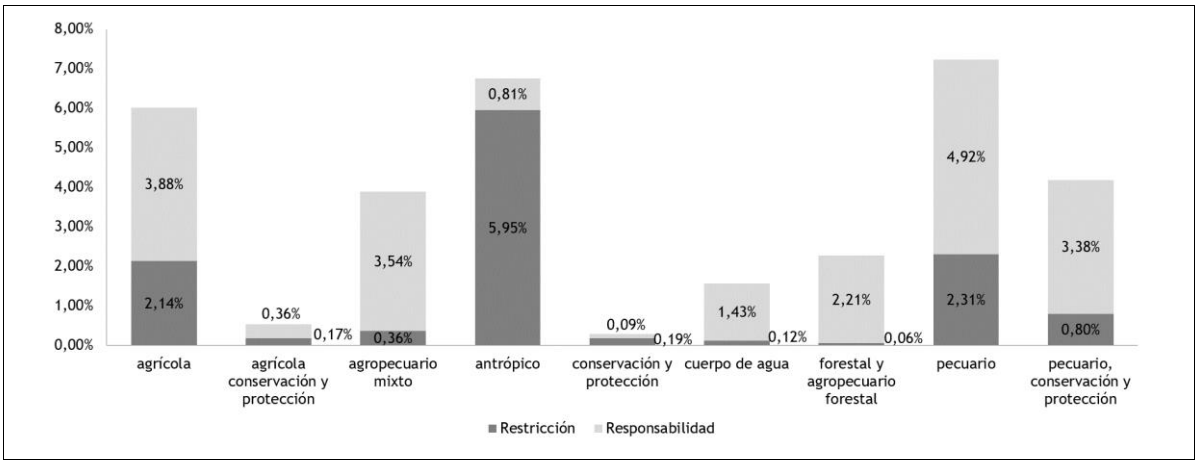
Se repitió el mismo proceso de intersección de los mapas de vulnerabilidad reclasificados en restricción y responsabilidad para conocer el riesgo al que están expuestos los diferentes usos de la tierra, obteniéndose los resultados en porcentaje detallados en la Lám. 29. El porcentaje es calculado sobre el total de la cuenca. Se determinó que los usos sujetos a restricción son los antrópicos, coincidiendo con el resultado del análisis de los elementos expuestos que principalmente son obras de infraestructura.

Otros usos también vulnerables encontrados en áreas de restricción, ubicados en áreas de muy alta vulnerabilidad son parte de los agropecuarios que también tienen una fuerte carga de intervención antrópica. Estos usos tienen un gran impacto económico para el desarrollo local y abarcan algunos productos de exportación como el banano y el cacao. Sin embargo, también en responsabilidad, con alta vulnerabilidad existen usos agropecuarios mixtos y agroforestales.

Es importante tomar en cuenta, desde el punto de vista de la sostenibilidad, que las áreas que están en usos considerados como de conservación y protección y cuerpos de agua, son las que menos riesgo tienen. Se puede inferir que son las que más se han adaptado a los procesos del sistema tierra en el que se producen las amenazas natrales. Por otro lado, con la intervención del hombre, se aumenta la vulnerabilidad de las áreas de usos especialmente productivos.

Esta zonificación de la vulnerabilidad de los usos del suelo a escala regional es esencial para orientar los planes de desarrollo y ordenamiento territorial de los municipios de la cuenca, permitiendo que los actores locales estén en capacidad de evaluar directamente las condiciones del riesgo de los ciudadanos con quienes colaborativamente debe generar un nuevo modelo de administración de su territorio y de mejora de la gobernanza del riesgo.

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA



Lám. 29. Porcentaje de usos del suelo reclasificados en términos de restricción y responsabilidad respecto del total dentro de la cuenca. Fuente: autor

La coincidencia de la vulnerabilidad muy alta de los usos de suelo antrópicos con la de varios de los elementos expuestos revela la existencia de población, infraestructura crítica y vivienda localizada en zonas de riesgo frente a múltiples amenazas. En este análisis no se establece el evento individual que puede causar las mayores pérdidas ni el tiempo en el que sucederá. El objetivo ha sido zonificar espacialmente las áreas que necesitan un tratamiento especial y emergente en la planificación tanto del uso del suelo como de la emergencia frente al riesgo.

Analizando numéricamente los porcentajes, un aspecto importante es que la proporción de la afectación considerada en términos de áreas en restricción para los usos antrópicos es aproximadamente de ocho a uno, respecto de las áreas que requieren la aplicación de responsabilidades. En estas áreas de usos antrópicos son necesarias medidas de mitigación más radicales como la reubicación.

Como una muestra se ha analizado la información censal de población y vivienda de 2010 en el que se encuentran las manzanas de los municipios. El resultado de la exposición de la población y vivienda que están en riesgo muy alto por encontrarse en las manzanas consideradas como de restricción se resume en la Tabla 11. Las manzanas en restricción están solamente en siete de los veinte y tres cantones de la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas.

Tabla 11. Viviendas y población por municipio dentro de la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas que se encuentran en áreas de restricción respecto del total

Municipio	Viviendas (% del total del Municipio)	Población (% del total del Municipio)
Esmeraldas	11.510 (3.40%)	38.486 (22.51%)
Cayambe	3.819 (23.68%)	12.106 (23.83%)
Cotacachi	174 (20.07%)	358 (16.47%)
Quinindé	1.251 (7.23%)	4.171 (6.87%)
Distrito Metropolitano de Quito	39.720 (5.25%)	115.737 (5.20%)
Mejía	974 (5.40%)	3.017 (5.03%)
Rumiñahui	349 (1.27%)	1.018 (1.18%)
Total en riesgo	**57.797 (6.53%)**	**174.893 (6.58%)**

USC DE COMPOSTELA

En otro aspecto importante del análisis del riesgo, los municipios de Esmeraldas, Cayambe y Cotacachi tienen la mayor vulnerabilidad frente a las múltiples amenazas en un promedio de

22.38% de potencial afectación tanto a las viviendas como a la población. Estos municipios son los que más prioridad deben dar a la gestión del riesgo integrándola en la planificación del uso del suelo y por tanto en la planificación de su desarrollo y ordenamiento territorial a escala local.

Sin embargo, en los municipios de Quinindé, Distrito Metropolitano de Quito, Mejía y Rumiñahui, un promedio de cinco viviendas y cinco personas de cada cien están en riesgo frente a las amenazas consideradas. Este valor alto también induce a implantar múltiples acciones de mejora en sus procesos de mitigación frente al riesgo y planificación para la emergencia.

Considerando los valores presentados por el INEC del Ecuador en su documento Encuesta Nacional de Edificaciones ENED para 2020 a continuación en la Tabla 12 se detalla las pérdidas potenciales a las que están expuestos los municipios afectados, descritos anteriormente en la Tabla 11.

Tabla 12. Pérdida potencial en dólares de Estados Unidos de América por Municipio por ubicación en áreas de Restricción

Municipio	Viviendas	Promedio de m2 de construcción por Municipio en dólares americanos ($)	Costo por m2 promedio por Municipio en dólares americanos ($)	Pérdida potencial en dólares de Estados Unidos de América por Municipio por ubicación en áreas de Restricción en dólares americanos ($)
Esmeraldas	11.510	112	338	435.722.560
Cayambe	3.819	153	323	188.731.161
Cotacachi	174	132	282	6.476.976
Quinindé	1.251	112	338	47.357.856
Distrito Metropolitano de Quito	39.720	153	323	1.962.922.680
Mejía	974	153	323	48.134.106
Rumiñahui	349	153	323	17.247.231
Total en riesgo	**57.448**			**2.706.592.570**

En el Distrito Metropolitano de Quito se encuentra la mayor vulnerabilidad para las personas con un total de 115.737 (66% de las personas en restricción de la cuenca) por tanto, en la misma medida asumirá el mayor peso del costo de una potencial reubicación. Si se considera la reubicación hacia áreas planificadas para el desarrollo urbano de las ciudades, su costo se asimilará al de reposición o de construcción de la vivienda, cuyos valores se calculan en el catastro tradicional con fines impositivos.

Para el análisis en términos de LADM, la aplicación de los resultados obtenidos por la SMCE a escala local se realizó utilizando los datos catastrales del municipio de Rumiñahui. Se obtuvo la localización de los predios urbanos que se encuentran en áreas de restricción, cuya muestra se representa en la Lám. 30. En estos predios es necesario realizar mayores esfuerzos para la adopción de las medidas de mitigación frente al riesgo. Se advierte que son construcciones consolidadas de urbanizaciones antiguas muy cercanas a los ríos del sector que no cumplen con la normativa establecida para el retiro de las construcciones a partir de los cauces y orillas de ríos y quebradas.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Lám. 30. Muestra de los predios en restricción en el municipio de Rumiñahui con los edificios construidos sin cumplir la normativa. Fuente: autor

Con la información catastral también ha sido posible calcular, para el caso del Municipio de Rumiñahui, a partir de los avalúos realizados por el método de "costo de reposición", las pérdidas económicas potenciales en el caso de que un desastre afecte totalmente estos predios ubicados en área de restricción o para una eventual reubicación en nuevas áreas urbanas que ya cuentan con todos los servicios y accesos. Los avalúos consideran los valores de la tierra y de las construcciones asentadas en el predio. El valor catastral de los predios afectado es de $17.331.444,00, valor muy similar a los $17.247.231,00 obtenidos en la Tabla 12, calculados a partir de la información del INEC, cuya variación es del -0.49%.

En el caso del cálculo de los costos que demanda la decisión de adoptar el escenario más idóneo, pero a la vez más costoso, la reubicación, se debe considerar todos los rubros desde el inicio de las actividades de lotización para cada caso, en el supuesto de que las nuevas ubicaciones sugeridas no cuenten con ningún tipo de infraestructura previamente construida.

Como referencia se han examinado algunos trabajos académicos en el área de análisis de costos de los elementos en riesgo considerados en áreas en restricción como las vías (Brazales, 2016), en las que se ha considerado el promedio del costo por kilómetro de construcción. También se ha analizado el costo de la reubicación completa de poblaciones en riesgo considerando los valores presentados por Rodríguez et al., 2016 que incluye los costos para la construcción de una urbanización con todos los servicios básicos en función de la población. Otro rubro considerado es el costo de la construcción de oleoductos, con base en la información obtenida del análisis de costos realizado por Masrour y Torres, 2009. Tabla 13.

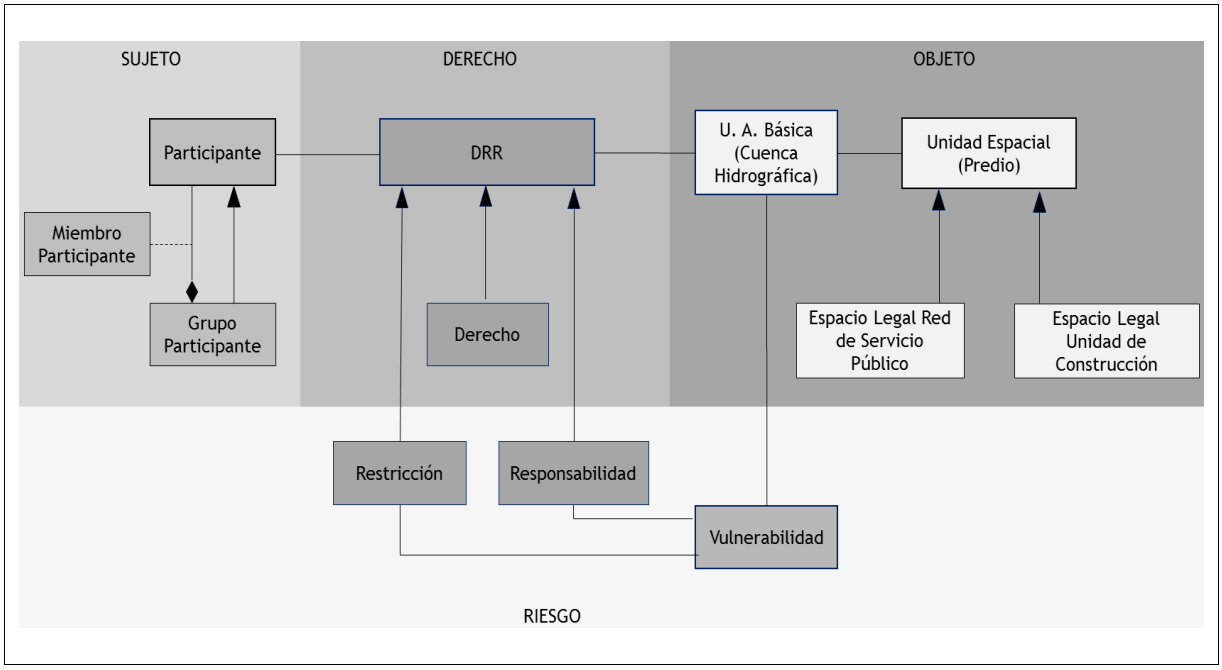
Tabla 13. Costos referenciales para la reubicación de los principales elementos localizados en áreas en restricción dentro de la cuenca

	Cantidad	Costo de reubicación en dólares americanos $
Vías del Estado	57.15 km	$ 7.260.390,09
Poblaciones	174.893 habitantes	$ 2.052.587.255,65
Oleoductos	7.81 km	$ 32.766.287,53
	Total	**$ 2.092.613.933,27**

USC UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Una vez que se ha realizado el análisis del riesgo, se han definido las áreas de vulnerabilidad muy alta y alta en términos de restricción y responsabilidad y se ha valorado el riesgo considerando la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas como unidad administrativa básica. Esta unidad administrativa básica de riesgo es necesario integrarla en un solo sistema, con la información con los predios que se encuentra en la unidad administrativa básica del catastro de los municipios, Lám. 31. Esta integración se estudiará a detalle en el Capítulo 4.

Se aprecia que el LADM tiene tres entidades: Sujeto, Derecho y Objeto. El *Sujeto* contiene a los participantes o las personas naturales o jurídicas que tienen algún interés en un *Objeto* (predio y/o construcción), mediante una relación que se establece en la entidad *Derecho*. Sin embargo, para integrar el riesgo en este sistema, se necesita que se incorporen las responsabilidades y restricciones de acuerdo con los estudios de la gestión del riego realizados.

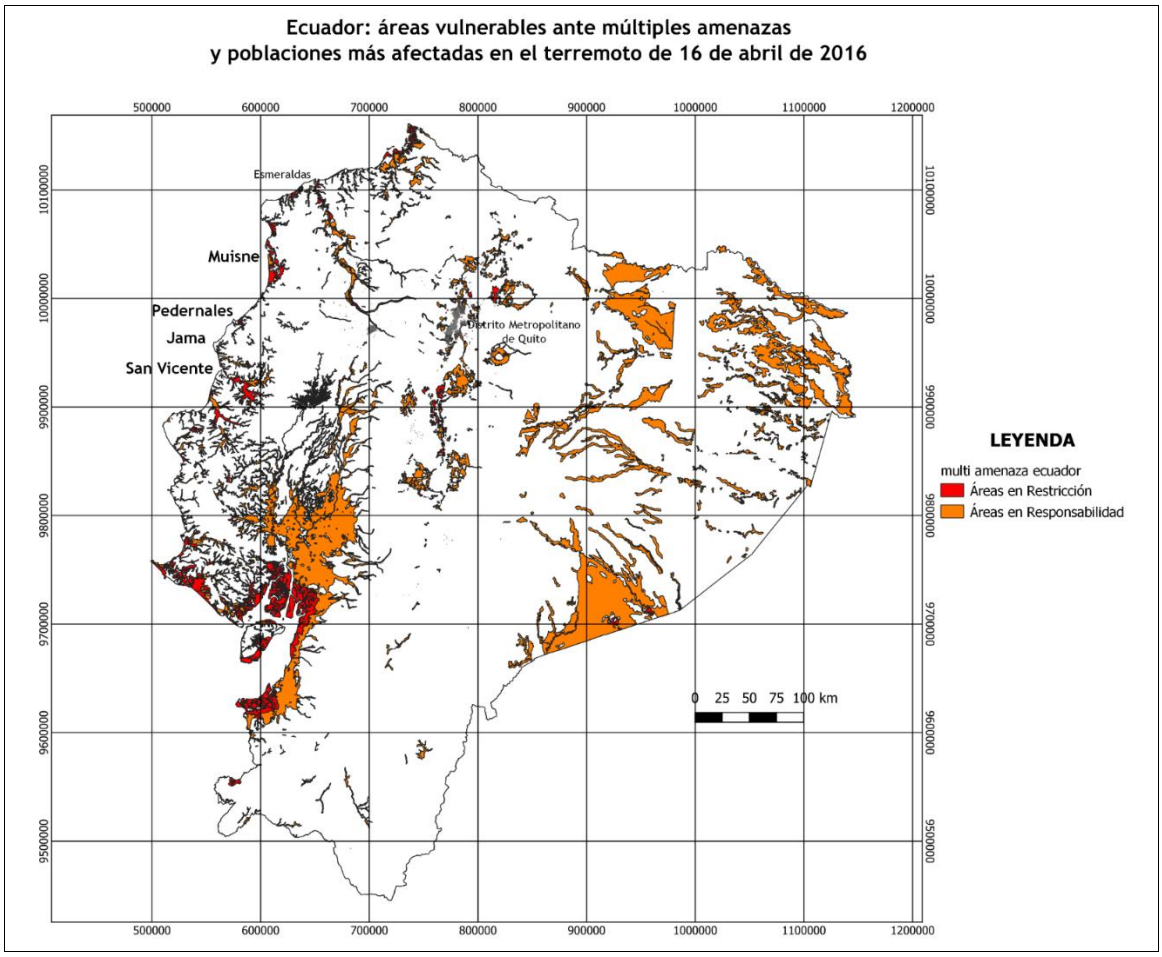


Lám. 31. Integración de la información del análisis del riesgo en términos de restricción y responsabilidad con el catastro, mediante el LADM. Fuente: autor

Con el propósito de validar la metodología aplicada para la localización de las áreas vulnerables a las múltiples amenazas en la cuenca hidrográfica se aprovechó la información de la ubicación de las afectaciones ocasionadas por el terremoto de 6.8 grados en la escala de Richter ocurrido en la costa ecuatoriana el 16 de abril de 2016.

En primer lugar, se obtuvo el mapa de vulnerabilidad del Ecuador en términos de restricciones y responsabilidades aplicando la SMCE con la misma serie de mapas, criterios, factores y pesos para todo el territorio continental ecuatoriano, Lám. 32. A esta cobertura se sobrepuso las manzanas urbanas (INEC, 2010) y las fotografías aéreas de rápida respuesta post-evento de las áreas más afectadas por el terremoto tomadas por el IGM. La selección de las poblaciones para la validación se hizo a partir de dos criterios: el primero, que estén entre las más afectadas en términos de vidas humanas y edificios destruidos y el segundo, que tengan fotografías aéreas de rápida respuesta.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA



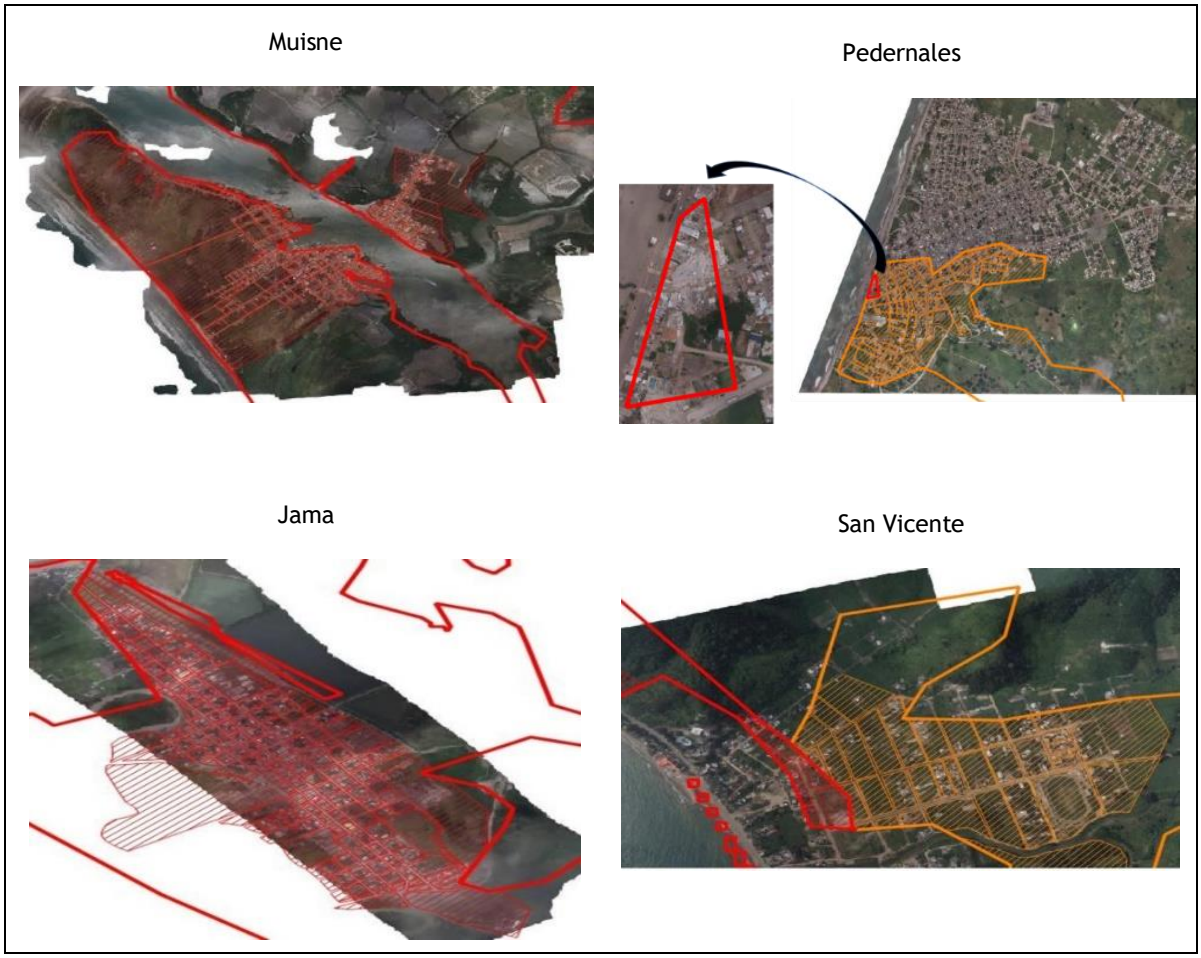
Lám. 32. Áreas vulnerables en el territorio continental ecuatoriano y poblaciones más afectadas por el terremoto. Fuente: autor

Se seleccionaron las poblaciones de Muisne, Pedernales, Jama y San Vicente que, aunque están localizadas fuera de la cuenca son ideales para determinar el porcentaje de la superficie urbana afectada en coincidencia con las áreas establecidas como en restricción y de responsabilidad frente al riesgo obtenidas del mapa de vulnerabilidad obtenido al ejecutar la SMCE.

La sobreposición de los mapas y las fotografías aéreas tiene una correspondencia promedio del 69.51% para la ubicación de las áreas afectadas de las cuatro poblaciones conforme a los siguientes porcentajes: Muisne 100%, Pedernales 28.61%, Jama 100% y San Vicente 49.41%, Lám. 33.

Los límites de las áreas vulnerables se destacan en rojo para las áreas en restricción y en naranja para las áreas en responsabilidad. Es importante considerar que el análisis es solamente posicional y ha sido realizado únicamente para conocer la coincidencia de las áreas determinadas por la SMCE con las que fueron afectadas por el terremoto. Es importante tomar en cuenta que el porcentaje de participación del factor terremoto en la SMCE utilizado en los cálculos es del 46.02% respecto de las cinco amenazas consideradas.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA



Lám. 33. Comparación de los resultados de la SMCE en las áreas urbanas post terremoto. Fuente: autor

Los resultados son aceptables si se considera entre otros aspectos, que el análisis de vulnerabilidad con la SMCE se ha realizado en la escala nacional utilizando cartografía elaborada a escalas entre 1:250.000 y 1:1.000.000, mientras que las fotografías aéreas están en escala aproximada 1:5.000. Se puede deducir entonces, que el análisis del riesgo por múltiples amenazas a escala regional en la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas es satisfactorio para la localización general de las áreas en las que los municipios requieren realizar el análisis del riesgo con mayor detalle a escala local, a fin de que lo incorporen en sus planes de uso del suelo, ordenamiento territorial y administración del territorio.

En conclusión, la gestión del riesgo por amenazas naturales en el Ecuador se realiza en dos contextos claramente definidos: el nivel local, municipal o de influencia, en la que las autoridades tienen la posibilidad de actuar de forma autónoma, planificar y ejecutar las medidas de prevención y mitigación (a pesar de que se ha observado que no incluyen la gestión del riesgo en sus planes de desarrollo y ordenamiento territorial). El otro contexto es el área regional o de interés, que corresponde a la de los niveles superiores de administración territorial del Estado, donde se encuentran los organismos encargados de la gestión del riesgo y la academia.

La compleja relación y coordinación entre los actores de estas dos áreas se ha tratado de solucionar analizando el riesgo natural de una cuenca hidrográfica (considerada como una unidad administrativa básica para el riesgo), en la que están inmersos varios niveles de

USC DE COMPOSTELA

administración con puntos de vista, información, estudios y emprendimientos diversos frente al riesgo. Esta cobertura regional a nivel de cuenca pretende ser el área de interacción que contiene la información estandarizada y homogénea del riesgo para que sea utilizada en los municipios involucrados.

Con la información catastral a nivel local y adoptando el modelo LADM en el que se admite la incorporación de restricciones y responsabilidades para los predios frente a los resultados del análisis en un dominio específico, que en este caso es el riesgo por amenazas naturales, es posible cuantificar económicamente las probables pérdidas en la infraestructura de los predios que se encuentran en las áreas de restricción y responsabilidad.

La falta de información completa y normalizada para la evaluación de la vulnerabilidad frente a las múltiples amenazas en los municipios de la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas justificó el uso de la metodología de SMCE con el objetivo de generar mapas regionales estandarizados de amenazas naturales y riesgos a partir de los estudios individuales y dispersos que originalmente han sido elaborados por diferentes organizaciones, con diversidad de criterios y en diferentes niveles de planificación.

Mediante la integración de la totalidad de la geoinformación disponible para la gestión del riesgo, la planificación del uso de la tierra y la administración del territorio en un único modelo estandarizado de datos es posible establecer un sistema para estructurar, seleccionar, distribuir y difundir la información asociada a los predios expuestos a la amenaza mediante una IDE.

Una IDE de información catastral y de riesgo se considera como el soporte que expone los elementos necesarios para la simulación de eventos en ejercicios de mando y control que apoyen la capacitación y entrenamiento para la toma de decisiones de los gestores del riesgo y planificadores del uso de la tierra.

La integración de los predios de las áreas rurales y urbanas en un único modelo común, junto con las variables necesarias para la elaboración de los planes de uso de la tierra, de desarrollo y de ordenamiento territorial, permite administrar el territorio por medio de los derechos, responsabilidades y restricciones que dichos objetos catastrales pueden tener frente a determinados intereses como el ambiental o el de riesgo.

La localización específica de los objetos (predios) y personas (sujetos) vulnerables, expuestos a múltiples amenazas se ha podido interpretar bajo los conceptos del LADM mejorando el modelo de los sistemas catastrales tradicionales a fin de incluir, en el módulo de derechos, las restricciones y responsabilidades frente al riesgo. Estos resultados, replicados localmente al mayor detalle pueden usarse para ajustar los planes de capacitación frente a la emergencia y preparar estudios exhaustivos del riesgo en las áreas más vulnerables en el nivel local, con la participación ciudadana interesada.

4.3 LOS PROCESOS DE CATASTRO Y LA ADMINISTRACIÓN DEL TERRITORIO A ESCALA LOCAL

La Constitución de la República de Ecuador y el COOTAD establecen para todos los GAD cantonales, entre otras responsabilidades, la obligación exclusiva de la elaboración de los PDOT, la planificación integral del uso de la tierra, la formación y administración de los catastros inmobiliarios. Estos instrumentos promueven el OT equilibrado y equitativo integrando y articulando las actividades socioculturales, administrativas, económicas y de gobernanza necesarias para el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes.

La formulación de los PDOT se realiza con base en los lineamientos preparados por la Secretaría de Planificación del Estado (SENPLADES, 2015) que orientan la regulación de los usos de la tierra considerando su potencial económico, sus capacidades ecológicas y la ubicación de las grandes obras de infraestructura. El diagnóstico inicial determina las

USC DE COMPOSTELA

potencialidades, limitaciones y amenazas territoriales que servirán de base para la preparación de escenarios prospectivos.

El Sistema Nacional de Catastro Integrado Geo Referenciado de Hábitat y Vivienda (Decreto 688. Creación del Sistema Nacional de Catastro Integrado Geo Referenciado de Hábitat y Vivienda, 2011) fue creado mediante Decreto Ejecutivo 688 con el objetivo de registrar en una base de datos integral e integrada los catastros urbanos y rurales del país como una herramienta para la formulación de políticas de desarrollo urbano. Pese a la aprobación del modelo inicial de gestión del sistema empleando los conceptos de administración del territorio y la LADM 19152, en el año 2012, no ha sido implementado hasta el momento.

Se destaca que este sistema es un instrumento público de acceso libre a los ciudadanos y el gobierno nacional para la toma de decisiones en apoyo a la solución de los problemas territoriales. Tiene como objetivo la difusión de información relacionada con el uso potencial de la tierra, la gobernanza del riesgo, el ordenamiento del territorio, el aseguramiento de la tenencia mediante la legalización, registro y certificación de la propiedad y el control del mercado de tierras e inmobiliario a través de la valoración normalizada, justa y transparente.

En el ámbito internacional, la encuesta realizada para la Conferencia Anual del Banco Mundial sobre Tierra y Pobreza (Todorovski et al., 2018) y en la Evaluación de la Administración del Territorio en el Ecuador con Base en el Enfoque Adecuado al Propósito (Todorovski et al., 2021) se establece que el porcentaje de cobertura del catastro en el país es del 75% en áreas urbanas y el 25% en rurales; con la consideración adicional de que se mantienen en dos sistemas separados. Para las áreas urbanas se registran los predios como tierra y construcción junto con sus bienes y servicios; mientras que, para las áreas rurales, se registran las superficies productivas y otros usos rurales, especialmente de conservación. En un sistema separado del catastral, la legalidad de la tenencia en su componente de posesión se mantiene en el proceso de registro de la propiedad que, según la nueva legislación, debe integrarse a los municipios; sin que se haya podido cumplir este mandato en su totalidad.

Para el estudio e integración del componente riesgo en la gobernanza del territorio se ha considerado, en la escala regional, una cuenca hidrográfica, en este caso la del río Esmeraldas, con el objetivo de evidenciar la responsabilidad compartida por los diferentes niveles de administración. Esta consideración se fundamenta en que la ejecución de los PDOT en la actualidad tiene dos omisiones: no han considerado eficientemente los riesgos potenciales a causa de las múltiples amenazas naturales y no disponen de sistemas estandarizados de administración del territorio a escala local (Todorovski et al., 2021).

En el ámbito del catastro, la adopción de la norma ISO 19152 LADM como base del estándar de catastro para los municipios de la cuenca hidrográfica relaciona los predios u objetos espaciales con los sujetos o responsables de esa tierra o terreno, mediante el registro de sus derechos. Con esta base, es posible la incorporación de la información que consta en el registro de la propiedad a los catastros de los municipios, superando una de las falencias encontradas.

En el modelo catastral propuesto, las amenazas y en consecuencia la vulnerabilidad y los riesgos a los que está expuesto un predio, es posible registrarlos mediante restricciones y responsabilidades que, además de los derechos, deben ser asumidas por las personas naturales o jurídicas propietarias, residentes, usuarias, usufructuarias, arrendatarias y en otros tipos de tenencia.

En este modelo estandarizado de catastro se deja de lado los límites de las jurisdicciones administrativas que forman parte de la cuenca hidrográfica, permitiendo la gestión integrada de la información necesaria para la elaboración de los PDOT, incluyendo eficientemente la

USC DE COMPOSTELA

gestión del riesgo y de la emergencia en un nivel superior y sin distinción de los modelos actuales de catastro urbano y rural de los municipios.

La preparación de una gran base de datos actualizada permanentemente a nivel municipal facilita la determinación de potencialidades, limitaciones y peligros de cada uno los componentes del sistema de planificación. En el ámbito de la gestión del riesgo, que consta dentro del componente biofísico, esta base de geoinformación puede utilizarse para el diseño y desarrollo de sistemas de prevención y capacitación dirigidos específicamente a los potenciales afectados ubicados a nivel predial conforme las condiciones de amenaza, vulnerabilidad y riesgo. De esta manera, la planificación se integra en el ciclo de la gestión del riesgo de desastres, como posteriormente se apreciará en la Lám. 34.

El contenido semiológico de los conceptos tierra, territorio, predio, parcela, catastro, registro, uso de la tierra y otros, difiere entre culturas haciendo substancial la traducción y adaptación de las normas internacionales a las circunstancias de cada territorio. Este proceso es especialmente importante cuando se pretende introducir los conceptos en localidades que no tienen sistemas automatizados de información catastral para el registro la tierra, o cuando se pretende generar una normativa nacional para su administración.

En el presente capítulo se utiliza el conocimiento de varios conceptos que permitan su posterior adaptación al nuevo entorno computacional del sistema propuesto en la ISO 19152, que trata las entidades consideradas fundamentales para la gestión eficiente de un sistema de administración de tierras como los paquetes básicos.

Al adoptar el concepto LADM, es necesario analizar los diferentes significados que tiene el término anglosajón “Land” en la cultura latina/ecuatoriana para conocer si su traducción se refiere al concepto de “tierra” o al de “territorio”, coincidiendo en que el término “Administration” se refiere a la administración, “Domain” a dominio y “Model” a modelo.

En este ámbito, el término “tierra” involucra todos los procesos del sistema terrestre definidos por los aspectos físicos de un espacio geográfico como el campo, la chacra, el predio, la parcela, el lote o la finca en la que se desenvuelve una persona como individuo o en comunidad. En términos del Decreto 688, corresponde al concepto de “hábitat”.

El territorio, además de su espacio físico, representa “el lugar donde vivían y viven los antiguos, donde están enterrados los ancestros, donde habitan los dioses que protegen a la comunidad, donde están los bienes que brinda la naturaleza y que se los usa tradicionalmente” (Dam, 2008). El territorio es un “hábitat” que refleja el lugar de condiciones favorables para la vida según lo describe la Real Academia Española de la Lengua. De igual manera se evidencia el concepto de territorio propuesto por los pueblos indígenas de Pastaza, Ecuador que definen el “Sumak Kawsay” como la “vida armónica” a diferencia de “buen vivir” (Constitución de la república del Ecuador, 2008) como consta en la Constitución de 2008. Para este grupo, el territorio:

> *“Es el espacio de vida común en el que existe y se desarrolla nuestra cultura, nuestro gobierno, nuestras relaciones familiares comunitarias e intercomunitarias, nuestra economía, en donde existen nuestros recursos naturales; es el espacio donde siempre hemos vivido, donde vivimos y donde siempre viviremos. El territorio involucra el Jahua Pacha (el espacio cósmico), el Kai Pacha (la superficie de la tierra con todo lo que contiene) y el Uku Pacha (las entrañas de la tierra)”* (Viteri, Leonardo, s. f.)

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Este concepto es totalmente coincidente con el propuesto por el modelo de administración del Territorio LADM en ISO 119152 que cubre la superficie terrestre y lo que está sobre y bajo ella como lo describe Lemmen en su artículo The Land Administration Domain Model:

> *"covers basic information related to components of land administration (including water and elements above and below the earth's Surface)"* (Lemmen et al., 2015)

Por otro lado, los sujetos demandantes de la tierra son las personas, las organizaciones, los pueblos indígenas, los campesinos, los con y sin tierra, los productores rurales, el sector privado, las instituciones, la sociedad civil, entre otros actores involucrados o participantes del territorio en que viven o interactúan estableciendo una identidad común. El territorio no es sólo un espacio geográfico administrativo sino el conjunto de espacios que comparten iniciativas y poseen características culturales, lingüísticas o de desarrollo afines (Cenerini, 2012) que influyen en las dinámicas territoriales y sus interrelaciones como producto de un proceso de construcción social (Schejtman y Berdegué, 2004).

En su conjunto, la tierra y los sujetos, personas, actores o participantes son el núcleo esencial del conocimiento, el uso eficiente, el cuidado y la valorización de los recursos endógenos de los territorios. En la actualidad, la gestión, administración, consumo o uso de la tierra se hace generalmente priorizando el aspecto económico desde el punto de vista urbanístico, del acaparamiento o de la especulación por plusvalía.

Como lo conceptúa la actividad que desarrolla el Laboratorio do Territorio del Campus Terra de la Universidad de Santiago de Compostela, el desarrollo territorial sostenible - razonable y sustentable - tolerable en el tiempo está condicionado en gran medida por la capacidad de cooperar y aprovechar las sinergias existentes entre los diferentes actores y distintas escalas de planificación para esbozar nuevos paradigmas de gestión y distribución de los recursos territoriales.

Un sistema de información de tierras actualizado, con base en los predios y que contiene un registro de todos los intereses sobre la tierra (International Federation of Surveyors, FIG, 1995) puede emplearse y en la actualidad asimilarse, al de un catastro multifinalitario. El catastro, en el contexto iberoamericano se define como el sistema de información básica del territorio necesario para fortalecer el desarrollo social, la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos y el fortalecimiento institucional de los países (Declaración del Catastro en Iberoamérica, 2006).

En el deseo de que todos los territorios de sus miembros se encuentren incorporados, el catastro iberoamericano establece que la unidad básica del catastro es la parcela o predio con su código asignado, único y estable que la identifique de forma precisa facilitando el tratamiento y la difusión de su información. Su descripción y la del resto de objetos catastrales debe tener la precisión necesaria para cada caso. Los edificios existentes describirán su naturaleza rural o urbana, su superficie, sus linderos, su valor y sus derechos y restricciones legales asociados. Finalmente plantea que la información inscrita en los Catastros y en los Registros de la Propiedad ha de estar adecuadamente coordinada y conectada (Declaración del Catastro en Iberoamérica, 2006).

El artículo 100 de la LOOTUGS (Asamblea Nacional del Ecuador, 2016) determina que el Catastro Nacional Integrado Georreferenciado: "Es un sistema de información territorial generada por los Gobiernos Autónomos Descentralizados municipales y metropolitanos, y las instituciones que generan información relacionada con catastros y ordenamiento territorial, multifinalitario y consolidado a través de una base de datos nacional, que registrará en forma

programática, ordenada y periódica, la información sobre los bienes inmuebles urbanos y rurales existentes en su circunscripción territorial".

En este mismo artículo 100 de la LOOTUGS, en lo que se refiere a la creación de una IDE nacional dice: "La información generada para el catastro deberá ser utilizada como insumo principal para los procesos de planificación y ordenamiento territorial de los Gobiernos Autónomos Descentralizados municipales y metropolitanos, y alimentará el Sistema Nacional de Información."

La Norma Técnica para Formación, Actualización y Mantenimiento del Catastro Urbano y Rural y su Valoración (NORMA TÉCNICA PARA FORMACIÓN, ACTUALIZACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL CATASTRO URBANO Y RURAL Y SU VALORACIÓN., 2020), concibe que además de registro de los datos catastrales básicos y sus aspectos económicos, jurídicos y físicos tradicionales, "se podrá integrar con parámetros ambientales y sociales del inmueble que aportarán como insumo valioso no sólo para efectos tributarios, sino sobre todo para efectos de planificación y toma de decisiones en el territorio, es decir, diversas aplicaciones y propósitos dentro de la gestión municipal, gubernamental y de demás instituciones públicas o privadas dando como resultado su carácter de multifinalitario".

En la misma norma se establece que el Componente Temático del Catastro "Corresponde a información y bases de datos en las que constan datos cartográficos y alfanuméricos correspondientes a los aspectos temáticos específicos como son: infraestructura, medio físico natural, medio ambiente, áreas protegidas y el comportamiento urbano - rural, social, entre otros. Esta información es generada y administrada en el ámbito de sus competencias por los diferentes niveles de gobierno y las instituciones públicas que la integran. Interactúa continuamente con los Datos Básicos Catastrales en la toma de decisiones, dando así razón de ser al Catastro Inmobiliario Multifinalitario. Este componente es de apoyo y no necesariamente atribuido a cada predio."

El Predio es el "*Área de terreno individual o múltiple, o más concretamente un volumen de espacio individual o múltiple, sujeto a derechos reales de propiedad o a relaciones de posesión de la tierra. Incluye tierra y construcciones*."

Por otro lado, en el contexto internacional, la propuesta de definición de Catastro 2014 (Kaufmann y Steudler, 1998) contiene seis declaraciones que para su eficiente y efectivo desarrollo promueven:

- La evidencia de la situación legal completa del territorio que incluya el derecho público y sus excepciones asegurando la exactitud mediante la verificación de los límites antes de su publicación en un registro oficial.
- La definición de nuevas responsabilidades integradas a los procesos de catastro, notarías y registros de la propiedad evitando la duplicidad de autoridad e información causantes del incremento de costos y tasas.
- La generación de geoinformación estandarizada a diferentes escalas junto con sus registros alfanuméricos que pueden presentarse en varios formatos a partir de un mismo modelo de datos.
- El establecimiento de un catastro moderno que cuente con un modelo estandarizado de datos básicos que permita resolver los problemas de población, medio ambiente y uso razonable de la tierra en interacción con otros modelos (como es el caso de la gestión del riesgo).
- La generación de sistemas catastrales que puede ser privatizados, manteniendo al sector público en las funciones de supervisión y control mediante procedimientos que garanticen la seguridad legal del sistema de registro.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

- La recuperación parcial de los costos de operación e inversión por medio de los usuarios, introduciéndose un mecanismo de control que considere los costos y beneficios reales separando las tasas para pagar el costo del sistema y los impuestos.

En este nuevo modelo de catastro, para determinar las demandas de un sujeto sobre un predio es necesario registrar los derechos correspondientes (derechos, responsabilidades o restricciones) junto con la información del legítimo demandante. De este modo se asocia la información del registro de escrituras o títulos de propiedad al registro del territorio.

Siguiendo el principio de independencia legal, los objetos territoriales legales amparados por procesos de adjudicación definidos sectorialmente por leyes específicas deben organizarse en capas independientes. La documentación de las diferentes categorías de estos objetos territoriales se registra en un sistema de referencia común.

Una imagen mental que relaciona lo urbano con las ciudades y lo rural con el campo es el concepto utilizado para establecer sus fronteras. Este concepto varía entre países y dentro de ellos. En la legislación española y ecuatoriana se establece que el suelo urbano se define en función de su accesibilidad a saneamiento, abastecimiento, electricidad y acceso rodado, entre otras propias del planeamiento de cada municipio (Reyes et al., 2008).

En el Ecuador no se evidencia a la fecha de este estudio ninguna implementación real del modelo de administración territorial fundamentado en los conceptos de catastro 2014 considerados en la ISO 19152 ni una relación directa o indirecta entre el predio registrado con sus responsabilidades y restricciones, respecto de la planificación del desarrollo, la conservación del ambiente o la gestión del riesgo. A continuación, en la Tabla 14 se resume las principales relaciones de los objetos territoriales con sus demandantes legítimos (sujetos).

Tabla 14. Relación entre objetos territoriales legales y sus demandantes legales

Categoría de los objetos territoriales legales	Demandantes legítimos
Concesiones para la explotación de recursos naturales no renovables	Compañías adjudicadas
Derechos territoriales colectivos / No derechos	Cooperativas, colectivos /asentamientos informales
Protección del recurso agua	Sociedad (institución) (Secretaría Nacional del Agua)
Derechos tradicionales	Pueblos, comunidades, nacionalidades
Protección del medio ambiente	Sociedad (institución) (Ministerio del Ambiente)
Planificación del uso de la tierra	Sociedad (institución/organización) (GAD cantonales)
Propiedad territorial (predios)	Propietarios privados (GAD cantonales)
Topografía, modelo del terreno	Sociedad (institución) (IGM, Empresa privada)
Recursos naturales	Sociedad (institución) (Ministerios, Empresa privada)
Objetos territoriales naturales	Sociedad (institución/organización) (Estado, Empresa privada)
Elementos en riesgo	Sociedad (institución/organización) (SNGRE, GAD cantonales)

En resumen, la situación de la administración del territorio en Ecuador a pesar de contar con una norma técnica de catastro continúa con serias falencias, siendo la principal la falta de un modelo que estandarice los conceptos y establezca una metodología para que los interesados o demandantes legítimos, en especial los municipios, puedan desarrollar sus catastros independiente y autonómicamente, de manera que al juntarse puedan conformar el sistema nacional de catastro integrado georreferenciado de hábitat y vivienda.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Otra falencia se evidencia en la orientación de la norma hacia la obtención de información para la ejecución de catastros inmobiliarios con una tendencia al catastro fiscal para el cobro de tributos, dejando de lado otros componentes, que a pesar de estar definidos y pueden ser utilizados en el avalúo de la tierra y de la construcción, no se consideran para la elaboración de los planes de OT, como es el caso de los elementos en riesgo frente a las múltiples amenazas.

4.4 LOS PROCESOS DE LA PLANIFICACIÓN DEL USO DE LA TIERRA

La planificación del uso de la tierra se considera un proceso político establecido para legalizar el escenario razonablemente preferido para un territorio, considerando entre otros, los usos que deben estar restringidos o requieren la definición de responsabilidades de acuerdo con su grado de vulnerabilidad. Tiene la obligación de armonizar los diferentes usos de la tierra con las necesidades concurrentes y complementarias de las escalas nacional, regional y local, formulando instrumentos legales y administrativos para regular la intensidad de cada uso (Jha, 2010).

Las herramientas de la planificación del uso de la tierra incluyendo la zonificación, los reglamentos establecidos para la subdivisión del territorio, los códigos de la construcción y la financiación pública que incentiva el uso del capital para limitar el nivel de exposición a los peligros antes de que ocurra un evento deben aplicarse con la participación ciudadana practicando herramientas como la mediación y la negociación (Berke y Smith, 2009).

La complejidad de la planificación del uso de la tierra aumenta a causa de los continuos cambios de las relaciones entre las características propias de un territorio y su dinámica de usos. De mismo modo, la diversidad de niveles de administración y de jurisdicciones en las escalas nacional, regional, local o temática aumentan la complejidad debido a la disparidad de criterios, estudios y políticas derivadas de múltiples actores y autoridades con ideas diversas que pueden promover diferentes modelos de uso de la tierra según sus intereses particulares (FAO, 2013).

El proceso de zonificación y asignación de tierras subdivide un territorio delimitando los usos y construcciones permitidos o prohibidos para reducir los potenciales conflictos de uso o para reducir el riesgo de desastres. El producto de este proceso generalmente es la creación de un mapa de zonificación y la redacción de las políticas y normativas que impongan las restricciones y responsabilidades legales en ciertos lugares, que específicamente serán los predios sensibles.

El papel de la planificación urbana, como parte de la planificación del uso de la tierra en la construcción de estrategias de adaptación a los impactos potenciales de los riesgos, necesita nuevos enfoques multidimensionales que orienten el crecimiento urbano, la transformación de las zonas rurales en las zonas urbanas y la respuesta social. Es también importante el estudio de los cambios en el uso de la tierra de las áreas rurales de transición que sin ser completamente urbanas cumplen funciones clave para el desarrollo urbano.

En los territorios, el suministro de alimentos, energía, agua, materiales de construcción; la prestación de servicios ecológicos como corredores de vida silvestre, microclimas, protección contra las inundaciones, servicios recreativos, que se encuentran generalmente en áreas cercanas a las urbanas, sufren las mismas consecuencias de las zonas urbanas como la contaminación, la presión urbanística, los cambios en el uso de la tierra, la degradación de los recursos naturales, entre otros. (Sánchez, 2009b).

Entonces, el proceso de planificación del uso de la tierra involucra la toma pública e integral de decisiones. Se requiere que exista coordinación y armonía en la definición y certificación de la tenencia tanto como del valor, utilizando la zonificación con el objetivo de

USC DE COMPOSTELA

conjugar los intereses públicos, comunitarios y privados sobre un territorio de condiciones homogéneas.

Se depende también de la información del catastro y registro de la propiedad para vincular las regulaciones que sean necesarias exponiendo geográficamente la totalidad de la legalidad de la división del territorio y proporcionando información específica de las condiciones requeridas para un buen ejercicio de gobernanza (UNECE, 2005).

En el presente estudio, se ha considerado la gestión del riesgo de desastres abordando los conceptos de vulnerabilidad y riesgo de una cuenca hidrográfica en una escala regional. En la escala local, utilizando la norma ISO 19152 LADM para el establecimiento del sistema catastral en todos los municipios, se puede integrar la información obtenida de los procesos de análisis del riesgo, interpretando los niveles de vulnerabilidad como restricciones y responsabilidades asignadas a nivel de predio.

Este enfoque significa que los municipios pueden seleccionar los predios que según el análisis se encuentran bajo riesgo por amenazas naturales, con alta probabilidad de que se conviertan en un desastre, a fin de que mejoren la planificación del uso de la tierra de manera segura y concentren las actividades en todas las fases de reducción del riesgo de desastres.

Este nuevo modelo de administración del territorio permite en el sistema orientado a procesos, la descripción de cada entidad / predio (objeto) a partir del conocimiento de las características físicas de la tierra como su topografía, su tipología de uso, sus recursos naturales, sus infraestructuras, sus redes de movilidad, energía y conectividad, y sus riesgos, como principales aspectos.

La integración de la información proporcionada por un catastro multifinalitario en el proceso de zonificación frente al peligro facilita a las autoridades locales la identificación de cada predio afectado con la correspondiente entidad participante (sujeto) relacionada. Incluyendo los procesos completos de tenencia y valoración de la tierra, la autoridad local puede implementar las acciones legales relacionadas con los (derechos) derechos, restricciones y responsabilidades de uso de la tierra en zonas sujetas a potenciales desastres.

Los diferentes grados de vulnerabilidad que determinan la asignación de restricciones y responsabilidades frente al riesgo a cada uno de los predios tienen muchos significados dependiendo del contexto y la situación. Se considera el potencial de pérdidas como una consecuencia de la exposición (proximidad al peligro de un objeto), sensibilidad (grado de pérdida potencial debido a la exposición) y capacidad adaptativa (capacidad de ajustarse a los peligros y los impactos) (Frazier et al., 2009). Otro concepto considera la vulnerabilidad como un evento previo cuyas características inherentes están representadas por las cualidades de los sistemas sociales que generan el potencial de daños en función de la exposición y de la sensibilidad (Cutter et al., 2008).

Por lo expresado, un concepto importante para una eficiente administración del territorio en el nivel predial es el de *resiliencia*, considerada como la capacidad de los sistemas sociales (en este caso la relación sujetos-derechos-predios) para responder y recuperarse de los desastres, incluyendo las condiciones para absorber los impactos y hacer frente a un evento, así como los procesos adaptativos posteriores que facilitan la capacidad de reorganizarse, cambiar y aprender en respuesta a un peligro.

La Conferencia Mundial de Hyogo sobre Reducción de Desastres celebrada en 2005 en Kobe, Japón, identificó la necesidad de construir comunidades resilientes integrando los procesos de prevención, mitigación, preparación y reducción de la vulnerabilidad en las políticas de desarrollo sostenible (EIRD, 2005). Se lo hace aumentando la capacidad local (de las instituciones y mecanismos de gestión) para crear resistencia a los peligros, e

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

incorporando procesos para la reducción del riesgo en el diseño y ejecución de programas de preparación, respuesta, recuperación y reconstrucción en las comunidades afectadas.

Las comunidades resistentes a los desastres, de acuerdo con Berke y Smith (2009) (Berke & Smith, 2009) son capaces de resistir el impacto, organizarse para recuperarse de las consecuencias del desastre y aprender de la experiencia. En estas comunidades se limitan las inversiones inmobiliarias en áreas peligrosas, se mantiene la calidad del ambiente natural y se prevé la recuperación de los desastres potenciales. De esta manera son más sostenibles que las que no toman medidas para reducir su exposición a los peligros naturales, debido a que su planificación está orientada a la resiliencia fundamentada en objetivos ambientales, económicos y sociales.

En conclusión, una comunidad resiliente es capaz de volver o mejorar respecto de la situación previa a la ocurrencia de un desastre porque ha incorporado procesos para la mitigación de los riesgos y ha adoptado medidas de preparación para reducir la magnitud, el alcance y la duración de las interrupciones asociadas con el potencial desastre. En este caso, la velocidad a la que una comunidad es capaz de restablecer la infraestructura básica como los servicios de energía, agua y alcantarillado, reabrir escuelas y negocios y reparar viviendas es un indicador importante de una comunidad resiliente.

La planificación del OT en el Ecuador se realiza siguiendo la guía que recomienda el estudio de los componentes biofísico, socio-cultural, económico, de asentamientos humanos, de movilidad, energía y conectividad, político institucional y participación ciudadana (SENPLADES, 2015). Sin embargo, en esta guía, la identificación y caracterización de las amenazas naturales, peligros, riesgo y vulnerabilidad, se establece únicamente para dos de los componentes y de manera muy superficial, Tabla 15.

Tabla 15. El tratamiento de la amenaza, riesgo y vulnerabilidad en la guía para la elaboración de los planes de Ordenamiento Territorial del Ecuador

Componente	Identificación y caracterización	Producto
Biofísico	Delimitación de las áreas expuestas a amenazas de origen natural	Mapa de riesgos
	Obtención de una tabla histórica de las emergencias pasadas con la identificación de las áreas afectadas, el nivel de afectación e impactos al ambiente	Tabla histórica de emergencias
Asentamientos Humanos	Amenazas en zonas urbanas y rurales: población e infraestructura expuesta y grado de vulnerabilidad	Mapa de exposición y vulnerabilidad
	Zonas esenciales que deben ser fortalecidas	Mapa de zonificación
	Infraestructura prioritaria para la atención de posibles emergencias o desastres (áreas seguras en asentamientos concentrados)	Reporte
	Preidentificación de acciones o proyectos de mitigación para la reducción de riesgos existentes (recurrentes e históricos)	Reporte
	Análisis del conocimiento y percepción del riesgo en la comunidad	Reporte

Para el diagnóstico de la situación del agua dentro del análisis del componente biofísico, se requiere la delimitación de cuencas hidrográficas y cuerpos de agua a fin de establecer la demanda actual y futura para el consumo humano en los centros poblados, conocer los

USC
UNIVERSIDADE DE COMPOSTELA

factores de riesgo para su mantenimiento e identificar las amenazas asociadas a los sistemas hídricos, entre los que sobresalen las inundaciones periódicas o la desertificación. Para este análisis se ha elaborado una matriz que resalta la escasa importancia que se da a las competencias, temáticas e indicadores previstos para la elaboración de su diagnóstico, Tabla 16.

Tabla 16. Resultados del estudio del riesgo según las competencias y temáticas

Nivel de Gobierno	Competencia	Temáticas	Indicadores de referencia utilizados
Municipal	Gestión del riesgo	Prevención y mitigación de riesgos	Proporción de viviendas construidas en sitios expuestos a riesgo
		Integración del riesgo en la planificación del uso de la tierra	Asentamientos humanos ubicados en áreas expuestas a desastres

En resumen, para lograr una adecuada administración del territorio que propicie y asegure la tenencia de la tierra en el nivel predial, considerado en el componente de diagnóstico de los asentamientos humanos que se establece en los PDOT. Es necesaria también la integración del riesgo en cada uno de los usos de la tierra incorporando varios procesos que requieren una cantidad importante de interacciones con la gestión y reducción del riesgo de desastres, cuyo estudio corresponde al diagnóstico del componente biofísico.

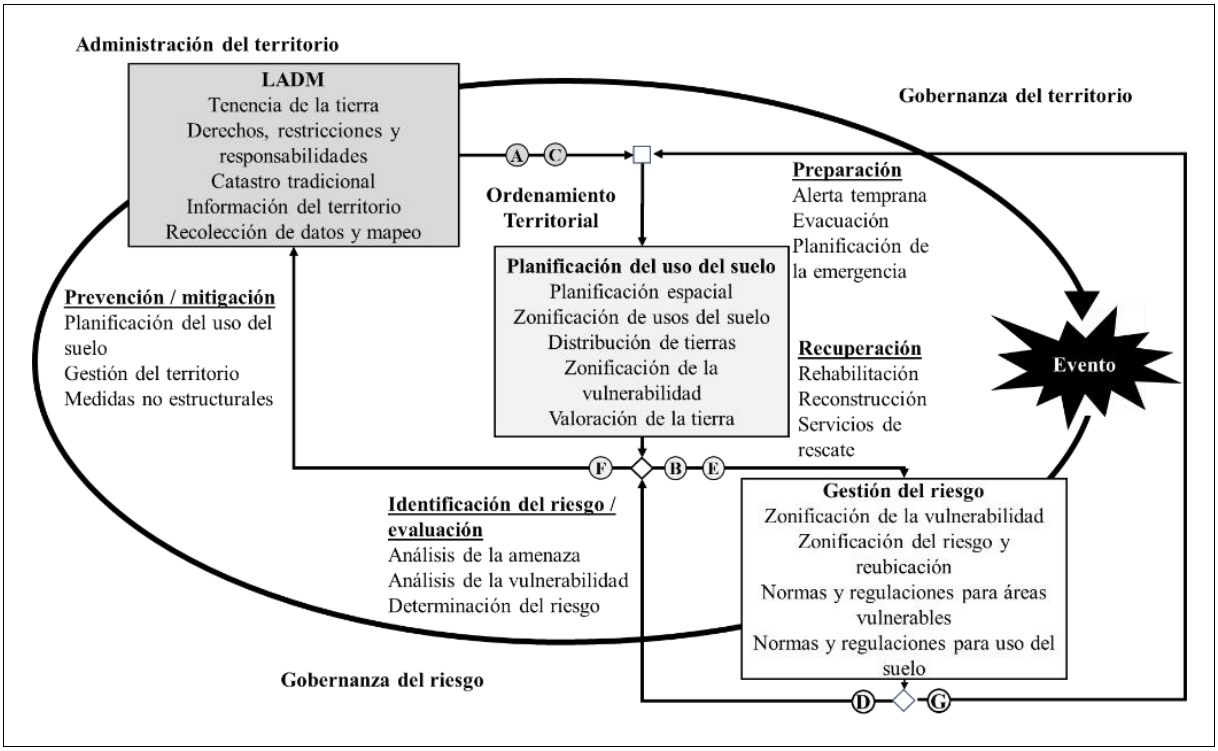
La tenencia como componente de la administración del territorio para la gobernanza de la tierra es un proceso necesario para la reducción de riesgos de desastres mediante la determinación de los predios vulnerables y la preparación de la comunidad expuesta. Estos predios insertados en la cartografía de riesgo permiten la visualización individual de los escenarios que definen, con anterioridad, las actuaciones requeridas por parte de los ciudadanos durante las fases de emergencia y evacuación. En los mismos escenarios, la información de las edificaciones asociadas a los predios es útil para el mejoramiento del diseño de estándares de construcción formulando normas para la infraestructura requerida especialmente en los procesos de mitigación estructural y reasentamiento.

Para la reducción de los inevitables conflictos de uso de la tierra con el riesgo de desastres en determinadas áreas, se debe incluir la planificación del uso de la tierra como parte de proceso de mitigación, con el objetivo de mejorar la administración en la asignación de las tierras para prevenir las consecuencias humanas y materiales de los desastres mediante una buena gestión del riesgo. La asociación de restricciones y responsabilidades, junto con los derechos sobre la tierra puede contribuir en todas las fases de la gestión y reducción del riesgo de desastres, desde la preparación, recuperación, identificación y evaluación de riesgos hasta la prevención y mitigación (Mitchell, 2009), desarrollando estándares y normativa específica para los predios vulnerables a las múltiples amenazas naturales.

El análisis de los continuos desastres naturales, de acuerdo con Mitchel (2009), proporciona lecciones que facilitan una visión general de los procesos del marco típico de la gestión del riesgo de desastres que incluyen la recuperación, la evaluación de riesgos, la prevención, la mitigación y la preparación. Se concluye que cada una de estos procesos ofrece oportunidades para mejorar la administración del territorio como base para reducir la vulnerabilidad.

Con base a esta propuesta, el esquema de integración de los procesos de la planificación del uso de la tierra, la administración del territorio y la gestión del riesgo se muestra en la Lám. 34. Con las letras A (información del catastro tradicional multifinalitario), B (información de la planificación del uso de la tierra), C (información de la administración del

territorio en el LADM), D (información del riesgo), E (información del uso actual de la tierra), F (información predial en LADM) y G (información de la vulnerabilidad y exposición que puede estar en un sistema diferente), se han identificado las interacciones entre los procesos.



Lám. 34. Los procesos de la administración del territorio, la planificación del uso de la tierra y la gestión del riesgo en las fases de la RRD. Adaptado de Mitchel, 2009.

Se representa la circulación de la información recibida (de entrada) y entregada (de salida) para cada uno de los procesos durante las fases de la reducción del riesgo de desastres (RRD): prevención y mitigación, preparación, recuperación luego de producido un evento e identificación y nueva determinación del riesgo. Este esquema pretende que las gobernanzas del territorio y del riesgo se planteen desde la óptica de administración del territorio y sean la herramienta fundamental para la planificación del OT.

De la experiencia obtenida en los últimos eventos en el Ecuador, antes de que se produzca un evento se precisa tomar decisiones y planificar las acciones que se ejecutarán en la fase de recuperación, considerando prioritariamente: 1) la población que se verá afectada por desplazamiento, reubicación o reasentamiento; 2) la posible reconstrucción y demolición de inmuebles dañados; 3) los sitios para la disposición de residuos y su reciclaje; 4) la recuperación de la energía eléctrica, el agua, las líneas de comunicación, los servicios básicos y el transporte y, 5) la tierra que será utilizada para el cultivo y seguridad alimentaria.

Estas consideraciones gestionadas mediante un proceso de planificación participativa maximizan la resiliencia, si se adoptan y crean nuevas leyes y reglamentos de mejora para las buenas prácticas sociales, de vivienda, de tenencia de la tierra, de uso de la tierra y de agricultura sostenible.

La escasa coordinación entre las autoridades e instituciones que se evidencia en el modelo ecuatoriano tiende a aumentar la magnitud y la gravedad de la emergencia frente a los desastres naturales. En este contexto, una de las tareas más importantes de la planificación del

uso de la tierra es la coordinación de las instituciones y actores de la gestión del riesgo que tienen sus intereses específicos en niveles y ambientes separados.

La planificación del uso de la tierra opera en una organización diferente a la de los responsables de la gestión del riesgo de desastres y hay poca coordinación entre ellos. Se sobreponen responsabilidades, orientaciones y presupuestos y muchas veces existe competencia o desconocimiento mutuo con respecto a diferentes responsabilidades en el territorio para funciones como transporte, medio ambiente, agricultura, residencia, comercio, militar, parques. En consecuencia, hay poca correlación para la definición de prioridades en el desarrollo del territorio.

Las opciones, dimensiones y aspectos clave del diseño de una planificación orientada a la mitigación se han adaptado de las de las orientaciones encontradas en el documento Opciones Estratégicas en el Diseño de un Enfoque de Planificación de Mitigación según Berke y Smith, 2009, Tabla 17.

Tabla 17. El diseño de un plan de mitigación, adaptado de Berke y Smith, 2009

<table>
<tr><th>Criterios de evaluación</th><th>Dimensiones</th><th>Aspectos clave</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Creación de capacidades locales para la planificación</td><td rowspan="2">Dimensiones técnicas, administrativas, fiscales y políticas</td><td>Mantenimiento de personal capacitado para administrar programas, políticas y planes a lo largo del tiempo</td></tr>
<tr><td>Creación de capacidades mediante la planificación participativa de la comunidad en la evaluación de riesgos para desarrollar un enfoque basado en el conocimiento local</td></tr>
<tr><td rowspan="15">Creación de un plan de mitigación seleccionado por la comunidad</td><td colspan="2">Niveles de planificación asociados con la vulnerabilidad y la sostenibilidad, el tipo de peligros y la viabilidad de las soluciones de políticas de mitigación</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Primer nivel</td><td>Plan integral de mitigación centrado en las amenazas (integrado con otros planes)</td></tr>
<tr><td>Separación del plan individual por peligros (cuando la amenaza de un peligro es extremadamente alta)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Segundo nivel</td><td>Plan integral de riesgos enfocado en las fases del ciclo de RRD (prevención, preparación, recuperación, evaluación)</td></tr>
<tr><td>Planes estratégicos individuales que incluyen las propuestas de mitigación cuando una comunidad no tiene un plan de uso de la tierra</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Tercer nivel</td><td>Concentración en áreas específicas expuestas al riesgo</td></tr>
<tr><td>Enfoque comunitario</td></tr>
<tr><td>Evaluación de un solo peligro</td></tr>
<tr><td>Evaluación de la totalidad de los peligros (múltiples amenazas)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Principios de calidad basados en dos dimensiones conceptuales</td></tr>
<tr><td rowspan="6">El plan interno considera contenido y formato de los componentes clave de un futuro plan de uso de la tierra</td><td>Identificación y visión de los problemas y necesidades de la comunidad, activos, tendencias, visión futura de la resiliencia</td></tr>
<tr><td>Metas: valores comunitarios que expresan los usos futuros y los patrones de desarrollo deseados</td></tr>
<tr><td>Base de datos: condición actual y futura, evaluación de la vulnerabilidad</td></tr>
<tr><td>Políticas: principios que guían la toma de decisiones públicas y privadas sobre el uso de la tierra</td></tr>
<tr><td>Implementación: compromisos para llevar a cabo las políticas</td></tr>
<tr><td>Seguimiento y evaluación: cambios positivos en las condiciones de la comunidad</td></tr>
</table>

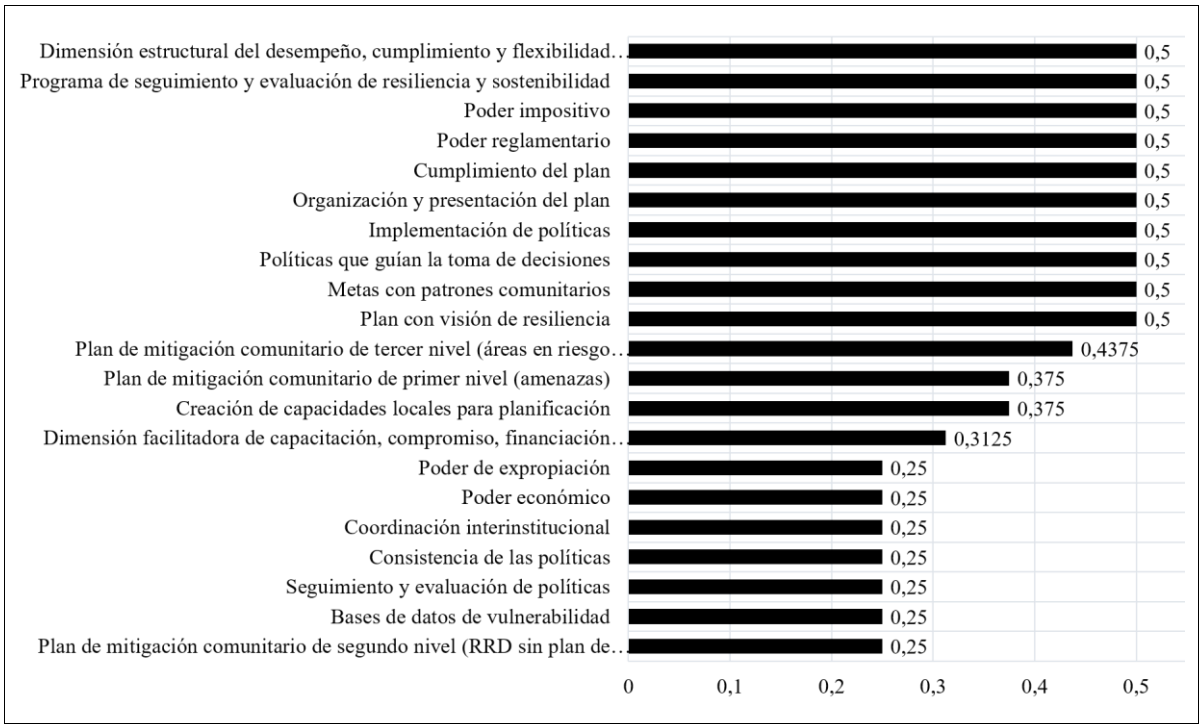
USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

		Consistencia interna: los temas, la visión, los objetivos, las políticas y la implementación se refuerzan mutuamente
	El plan externo refleja los valores de las partes interesadas y el contexto local para asegurar el uso y la influencia del plan	Organización y presentación: tabla de contenidos, referencias cruzadas, documentos visuales y documentales claros
		Coordinación interinstitucional: coordinación vertical, coordinación horizontal
		Cumplimiento: coherencia con los mandatos del plan
Desarrollo de una estrategia para implementar el plan utilizando los cuatro poderes de gobierno (es posible combinarlos)	Poder reglamentario	Para dirigir y gestionar el desarrollo urbano a fin de lograr patrones de uso de la tierra orientados a la mitigación de la amenaza (zonificación, regulación de la subdivisión, códigos de la construcción, imitación del crecimiento urbano)
	Poder económico	Para controlar el gasto público del logro de los objetivos (financiamiento para la construcción de infraestructura o ejecutar las restricciones)
	Poder impositivo	Para apoyar a los programas comunitarios (infraestructura, construcción, mitigación)
	Poder de expropiación	Para obtener el control sobre los territorios que están en peligro
Creación de un programa de seguimiento y evaluación	Para rastrear el logro de las metas de resiliencia y sostenibilidad de la comunidad, evaluando el desempeño de las políticas del plan y los esfuerzos de implementación. Para apoyar a la rendición de cuentas y la transparencia de los planes.	
Diseño de programas regionales y estatales de planificación de la mitigación	Los mandatos regionales y nacionales para la planificación de la mitigación local pueden crear grupos de interés de acuerdo con las iniciativas de reducción del riesgo prestando atención a las dimensiones del contenido y formato local	
	Dimensión estructural	Nivel de claridad en las metas, políticas y estándares de desempeño
		Fortaleza de las medidas coercitivas para lograr el cumplimiento
		Grado de flexibilidad en los requisitos de los procedimientos para la preparación de los planes, procedimientos de enmienda y actualización
	Dimensión facilitadora	Capacitación técnica local, asistencia técnica, capacitación del personal y desarrollo de bases de datos
		Construcción de compromisos locales, fomento de la participación local y negociación significativa
		Financiación para la preparación y pruebas del plan
		Uso de la coerción autorizada por mandato

El papel de los gobiernos locales en la planificación de la mitigación para la creación de asentamientos humanos resilientes es muy importante. Las decisiones tomadas debido a políticas públicas incompletas incentivan el desarrollo en lugares peligrosos que plantean serios problemas para la planificación eficaz del uso de la tierra en la mitigación frente a las amenazas locales. Por el contrario, las comunidades sostenibles minimizan la exposición a los peligros y aumentan la resiliencia cuando se enfrentan con decisión al peligro.

Utilizando los criterios establecidos en los párrafos anteriores, se realizó la evaluación de los planes de OT de los municipios que se encuentran en la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas, encontrándose que ninguno cumple más allá del 50% en los indicadores, Lám. 35. Se ha considerado la escala de cumplimiento en muy alto (7), alto (5), Medio (3), Bajo (1) y Nulo (0) para luego transformar los valores a porcentaje, considerando el cumplimiento muy alto como el 100%.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA



Lám. 35. Evaluación de la situación de la planificación de la mitigación en los municipios de la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas. Fuente: autor

La evaluación demuestra que las mayores debilidades (25%) se concentran en el poco espacio y capacidad que tienen los gobiernos locales para realizar un plan de mitigación orientado a la RRD por su escaso poder económico y de coordinación interinstitucional. Es difícil también rastrear el cumplimiento de las metas de resiliencia y sostenibilidad de la comunidad evaluando el desempeño de las políticas y los esfuerzos de implementación de la planificación.

Como resultado, los planes intermedios e incompletos de mitigación y la creación de capacidades locales bordean en 40%. Sin embargo, en el nivel nacional existe información sectorial, legislación, planificación y poder de ejecución, aunque tampoco alcanzan una valoración aceptable (50,00%). Estos resultados demuestran la falta de interacción entre niveles.

Los niveles de planificación del uso de la tierra en la actualidad dependen de las instituciones públicas localizadas en las escalas nacional, provincial y local. Los resultados de la gestión del riesgo pueden incluirse en el proceso de planificación definiendo y zonificando la naturaleza y el nivel de los riesgos se encuentra en la escala nacional.

En consecuencia, la conformidad de la interacción entre los niveles se vuelve obligatoria, lo que significa que la planificación del uso de la tierra se establezca inicialmente en un nivel intermedio regional, como es el caso la cuenca hidrográfica, localizando y delimitando con mayor precisión las zonas de riesgo.

En este modelo de planificación del uso de la tierra, los derechos deben ser coordinados en conjunto con una política de tenencia, para evitar conflictos y disminuir la vulnerabilidad al riesgo, considerando las restricciones y responsabilidades legales sobre las áreas peligrosas identificadas participativamente, evitando cualquier derecho de uso o propiedad. La concesión legal de derechos debería analizarse exhaustivamente en áreas restringidas.

El proceso previo de zonificación puede ser utilizado para la reducción del riesgo de desastres prohibiendo ciertos usos y construcciones dentro de las zonas de riesgo y es un

USC UNIVERSIDAD DE SANTIAGO

método que facilita la interpretación del concepto de vulnerabilidad en términos de restricciones y responsabilidades en toda área expuesta a los peligros.

Este proceso también puede ser utilizado por una comunidad para reducir su vulnerabilidad respecto de otros dominios como la deforestación, la erosión, la urbanización incontrolada, la desviación de los cursos de agua, así como la construcción de edificios en el área potencialmente peligrosa.

La zonificación apoya la aplicación de normas de construcción para cada tipo de edificio que debe ser construido bajo estándares específicos adoptados para asegurar su solidez, resistencia a desastres naturales y seguridad de las personas.

Incorporando consideraciones legales, el proceso de zonificación sirve para hacer cumplir las restricciones y responsabilidades del uso de una propiedad; no significa que el Estado tome en custodia una propiedad privada, sino que, al permanecer en manos del propietario legal, está obligado a respetar las restricciones y responsabilidades relacionadas con el uso de la tierra. Se puede tratar de una prohibición de hacer algo (restricción), como en el caso de querer construir una residencia en una zona de inundación, o la obligación de actuar bajo ciertos parámetros (responsabilidad), como en el caso de traslado a una nueva ubicación después de un cierto período de tiempo.

Las restricciones relacionadas con las áreas vulnerables y en riesgo que se adopten como resultado de la zonificación podrían limitar el uso de los derechos sobre la tierra con regulaciones coercitivas; estableciendo en los documentos de propiedad la obligación de respetar las restricciones de uso de la tierra o pasar al dominio del Estado. Por lo tanto, dentro de administración del territorio, el proceso de evaluación de riesgos representa una extensión espacial de las zonas en riesgo asociadas con el conjunto de normas relativas al uso de la tierra y la construcción.

De acuerdo con Mitchel (2009) (Mitchell, 2009), la tenencia de la tierra proporciona seguridad económica para el propietario mientras que la adecuada gestión de riesgo proporciona protección contra los peligros naturales. En las áreas rurales especialmente agrícolas, los propietarios necesitan encontrar maneras de vivir con la amenaza y estar preparados para responder cuando ocurra el desastre reconstruyendo sus hogares y medios de subsistencia después del evento. En consecuencia, para una buena gobernanza del territorio, la seguridad de tenencia es un factor importante para la reconstrucción y restitución después de un desastre natural, por lo que debe ser considerado como un elemento de la vulnerabilidad de las comunidades.

Se sugiere que los datos de la propiedad se combinen con los de las amenazas naturales para identificar las estructuras y áreas vulnerables, con el fin de preparar la información indispensable para la mitigación del riesgo, como la evaluación de la vulnerabilidad y la estimación de pérdidas. Esta información incrementa su efectividad con la creación de sitios web para la difusión de la información de los peligros en el entorno de una IDE orientada a la comunidad para que apoye, mediante recomendaciones integrales y costo efectivas, a la elaboración de los planes y ordenanzas locales de uso de la tierra.

En esta perspectiva, la intención de esta parte del estudio es integrar en un esquema de procesos, la planificación del uso de la tierra con la gestión del riesgo a escala regional para que proporcionen un mecanismo de prevención o minimización del desarrollo en las áreas peligrosas.

De esta manera, los gobiernos locales pueden usar sus capacidades e información de sus sistemas de catastro o administración de tierras para identificar aquellas áreas sujetas a daños por peligros y trabajar para mantener su desarrollo adecuado.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

4.5 LAS CONDICIONES PARA LA INTEGRACIÓN DE LOS PROCESOS

El modelo de administración del territorio, conforme a los planteamientos establecidos en el concepto de Catastro 2014 y los parámetros detallados por Lemmen, van Oosterom y Bennet (2015) (Lemmen et al., 2015) se refiere al registro del territorio, incluida el agua, los derechos, responsabilidades y restricciones que lo afectan, los actores que intervienen en su ocupación y desarrollo junto con los componentes geométricos. Estos registros contienen principalmente datos geoespaciales, legales y administrativos de los participantes, personas, comunidades, organizaciones; de las unidades espaciales, predios, objetos inmuebles; de las mediciones, contorno, dimensiones, posición, particularidades, topografía; y de las características de otros objetos espaciales que conforman un territorio con su geometría y topología, como es el caso de las áreas y elementos expuestos a riesgos por múltiples amenazas naturales.

El nuevo modelo propuesto admite posibles interacciones internas y externas en las jurisdicciones territoriales debido a que contiene procedimientos para el trabajo en ambientes distribuidos. Este es el caso de los catastros municipales, que sugieren el desarrollo de sistemas de administración del territorio orientados a la creación de las IDE. En el ámbito de las ciencias de la computación el modelo detalla las entidades que lo componen y algunas de las posibles relaciones con otros temas fuera de su dominio, como es el caso del riesgo, permitiendo la adecuada gestión de calidad; el uso de estándares contribuye a evitar la duplicidad detectando inconsistencias entre los datos obtenidos por diferentes organizaciones en las diferentes escalas.

Uno de los objetivos que persigue el modelo de administración del territorio que han sido acogidos en la norma ISO 19152, lo establece como un modelo de datos compartido, útil, práctico, lo más simple posible. En esencia, puede ser la base para que lo implementen los países que se plantean la creación o actualización de sus sistemas catastrales, mediante la generación de una normativa orientada a la reforma de los procesos tradicionales, integrando la información de los registros de propiedad, a fin de optimizar la administración del territorio.

Este desarrollo propio del nivel local apuntala a los municipios “que muchas veces son asesorados erróneamente por países con catastros establecidos desde tiempos remotos, con otras condiciones sociales, legales y económicas, o por empresas privadas que velan por sus propios intereses” (Velasco, 2008). Otro objetivo importante es facilitar el intercambio de geoinformación con otros sistemas necesarios para la administración del territorio que se encuentran en fuentes externas creadas por diferentes organizaciones sectoriales.

La conceptualización de este modelo que permite el reconocimiento de las prácticas y procedimientos individuales de las jurisdicciones pretende estandarizar el núcleo de todos los sistemas catastrales existentes facilitando el intercambio de la información por medio del empleo de las tecnologías como el Internet, las bases de datos geoespaciales, los estándares de modelado, los sistemas de información geográficos abiertos, así como la demanda de nuevos servicios, el desarrollo de la administración gubernamental electrónica, la protección del ambiente, el desarrollo sostenible, la integración y protección de datos públicos y privados (Velasco, 2008), la gobernanza del riesgo, entre otros aspectos.

Una especialización o generalización del LADM que puede aplicarse inicialmente es el Social Tenure Domain Model (STDM) conceptualizado como un modelo en el dominio de la tenencia social, que propone un marco referencial para la integración de los componentes espaciales y no espaciales de los sistemas de administración territorial. Generalmente, la descripción de las relaciones no convencionales existentes entre las personas y la tierra, que representan las necesidades de las comunidades, como en el caso de los asentamientos

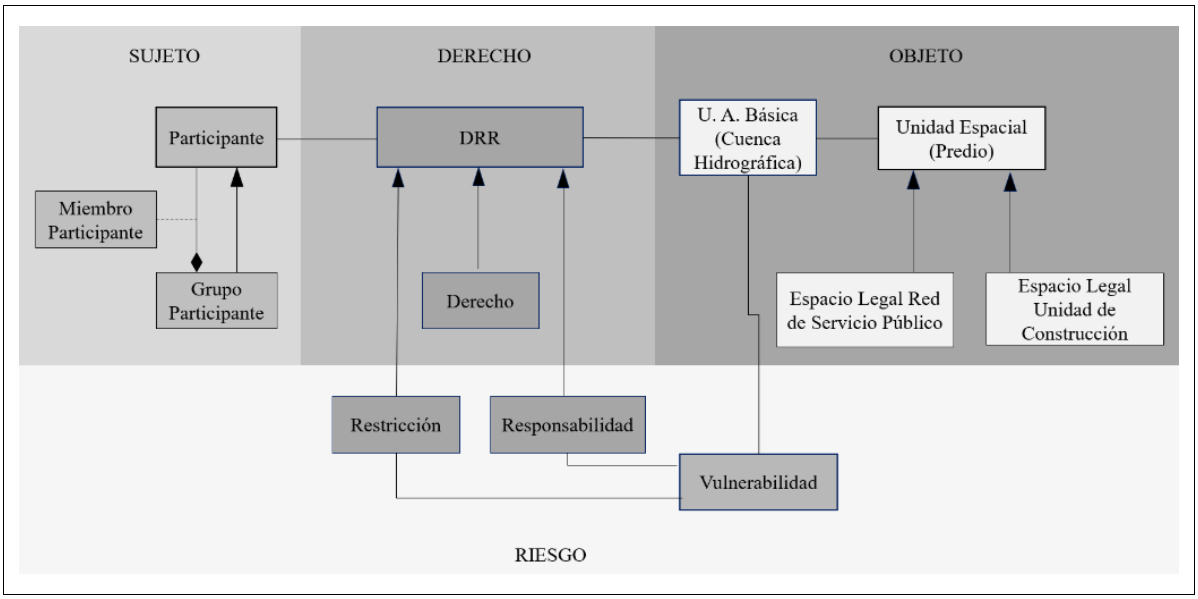
USC DE COMPOSTELA

informales así como en las tierras ancestrales, no son reconocidas en un registro tradicional (Lemmen, 2010).

En resumen, los principales impactos propuestos al adoptar los conceptos de administración del territorio respecto de la tenencia de la tierra, la calidad y transparencia de los datos, los estándares de información geográfica y los sistemas de referencia son:

- El registro de la integridad de los derechos de la tierra y re/conocimiento de todos los tipos de tenencia formal e informal, así como sus demandantes (sujetos, personas o participantes);
- El registro de las unidades espaciales o predios (objetos espaciales), las unidades administrativas básicas (unidades de propiedad básica), los métodos de adquisición de datos (conjunto de las diferentes formas de relevamiento predial y representación de objetos espaciales), y de las fuentes de datos auténticos (documentos certificables equiparados con el registro de la propiedad);
- La transparencia (datos certificados);
- El registro de datos históricos (mantenimiento de la correlación histórica equiparada con el registro de la propiedad) de diferentes organizaciones (sistema distribuido);
- El mantenimiento de los datos en la fuente (concepto de IDE);
- El permanente uso de estándares internacionales existentes (principalmente de la serie ISO 19xxx y el Open GIS Consortium, OGC);
- El registro de las claves prediales mediante identificadores únicos;
- El aseguramiento de la calidad (de los datos y procesos).

Para la comprensión del concepto y la implementación del LADM, la trilogía de las entidades Sujetos – Derecho – Objetos, se representa en un diagrama de clases de tres paquetes que describen las entidades principales: Participante (sujeto), Derechos (DRR) y Unidad Espacial (objeto) conforme la Lám. 36, en la que se representa una primera aproximación del modelo inicial, al que se añadirá la relación que contiene las entidades correspondientes al dominio externo riesgo.



Lám. 36. Entidades fundamentales del modelo LADM que se pueden relacionar con las entidades del dominio riesgo. Fuente: autor.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

La entidad Participante es una especialización de una entidad superior denominada Grupo Participante y considera también una clase de asociación opcional como Miembro Participante. El Participante es una persona u organización que tiene alguna responsabilidad en la transacción de algún derecho (derecho, responsabilidad o restricción) sobre la tierra; una organización puede ser entre otros, una compañía, un municipio, el estado o una comunidad religiosa. Un "grupo de participantes" lo forman los participantes que representan una entidad, y un "miembro participante" es un integrante registrado e identificado como parte de un grupo de participantes. Este paquete brinda información y documenta a todo participante que tiene alguna acción de derecho sobre un predio.

El modelo considera incluir un paquete intermedio denominado paquete Administrativo que tiene una clase abstracta DRR, que a su vez se relaciona con una Unidad Administrativa Básica, para representar sus tres subclases concretas Derecho, Restricción y Responsabilidad.

Un derecho es una acción o conjunto de acciones legales que un participante puede tener dentro del sistema como derecho de propiedad, derecho de tenencia, posesión efectiva, derecho tradicional o derecho informal; también puede ser un derecho de uso del suelo, pudiendo sobreponerse o estar en desacuerdo con la realidad. Una restricción es una normativa que representa la privación para hacer algo como la prohibición de construir en un radio definido desde una gasolinera o una servidumbre; una hipoteca (que es una restricción ya establecida y conocida), definida por la clase Hipoteca, se considera una restricción del derecho de venta de la propiedad, por ejemplo. Una responsabilidad es una obligación formal o informal de hacer algo como la responsabilidad del mantenimiento de un canal o la de limpieza de las alcantarillas.

La Unidad Administrativa Básica es también una entidad administrativa que tiene cero o más unidades espaciales (predios) a los que se asocian uno o más derechos únicos y homogéneos como pueden ser los derechos de propiedad o de uso, restricciones o responsabilidades; un ejemplo de unidad administrativa básica es una propiedad con dos unidades espaciales (departamento y área de estacionamiento). Esta unidad administrativa básica puede hacer el rol de participante cuando tiene los derechos de servidumbre sobre otra, usualmente una unidad espacial vecina, y también puede relacionarse con otras unidades administrativas básicas.

Si se considera una cuenca hidrográfica como unidad administrativa básica, contendrá todos los predios que se encuentran en ella, sin considerar los límites político-administrativos. En el catastro tradicional, la unidad administrativa básica es el municipio y contendrá los predios correspondientes a su jurisdicción.

La entidad Unidad Espacial tiene una Relación Requerida (obligatoria) con un Espacio Legal (predio) en el que están las Redes de Servicio Público, las Unidades de Construcción. Esta unidad también puede relacionarse con un Nivel de dominio diferente al sistema. Una unidad espacial puede representarse como texto ("desde este árbol hasta este río"), mediante un punto, múltiples puntos, una línea, múltiples líneas, un área simple o múltiples áreas de tierra (o agua) o, más detalladamente por un volumen o volúmenes de espacio en tres dimensiones (3D).

En el modelo propuesto, las unidades espaciales están estructuradas de modo que soporten la creación y gestión de las unidades administrativas básicas como en el caso de un grupo de unidades espaciales que puede configurar una zona administrativa (manzana, sector, cantón, municipalidad, departamento, provincia o país) o un área de planificación o el área del análisis del riesgo que en este caso corresponde a una cuenca hidrográfica.

Un nivel es un conjunto de unidades espaciales con coherencia geométrica y/o topológica que incorpora las entidades de un dominio específico externo al catastro, como el caso del

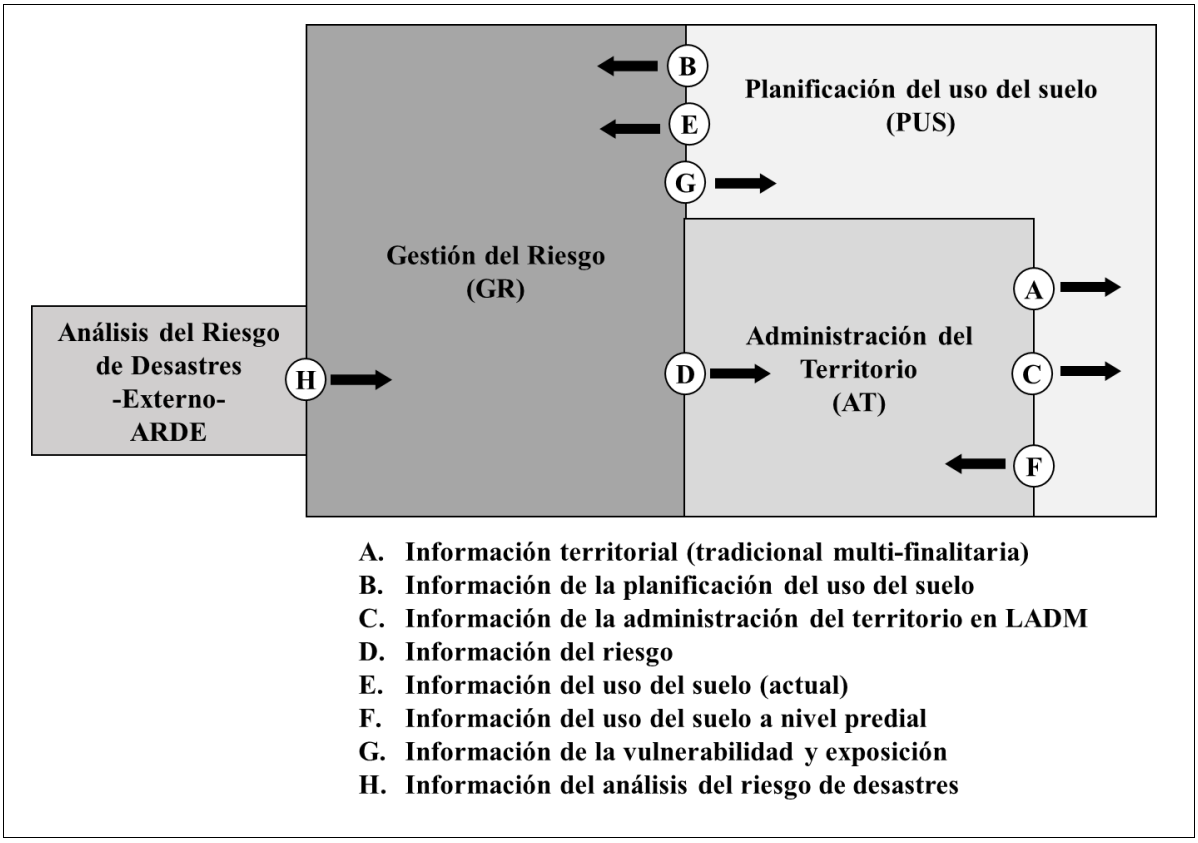
USC COMPOSTELA

riesgo. La versatilidad que brinda el hecho de que el modelo de administración del territorio esté dividido en paquetes o entidades permite que su desarrollo se pueda realizar de manera relativamente independiente y facilite su relación con otros paquetes que están fuera de su dominio propio.

Para el caso de la relación con el dominio de la gestión del riesgo, la entidad Participantes puede incluir las organizaciones de gestión del riesgo o a las personas a cargo de los predios. En la entidad de los derechos asigna las restricciones para los espacios geográficos más vulnerables a fin de evitar consecuencias negativas futuras como es el caso de la prohibición de la construcción; de igual manera pueden incluirse las responsabilidades para evitar las posibles consecuencias de un desastre, como es el caso del cumplimiento de normativas.

Con la idea de la implementación de este modelo, la representación de la integración de procesos proporciona una metodología clara para que los diferentes procesos de la gestión de riesgo y la planificación del uso de la tierra se relacionen teniendo al modelo de administración del territorio como elemento integrador, Lám. 37.

En el primer nivel de interacciones para la escala local, el Análisis de Riesgo de Desastres se considera un proceso externo (ARDE) debido a que es proporcionado por procesos institucionales localizados fuera de la gestión de riesgos a escala local, como es el caso en Ecuador. Cada proceso se compone de subprocesos que interactúan en consecuencia, recibiendo, procesando y proporcionando información, que serán representados en un segundo nivel de interacciones.

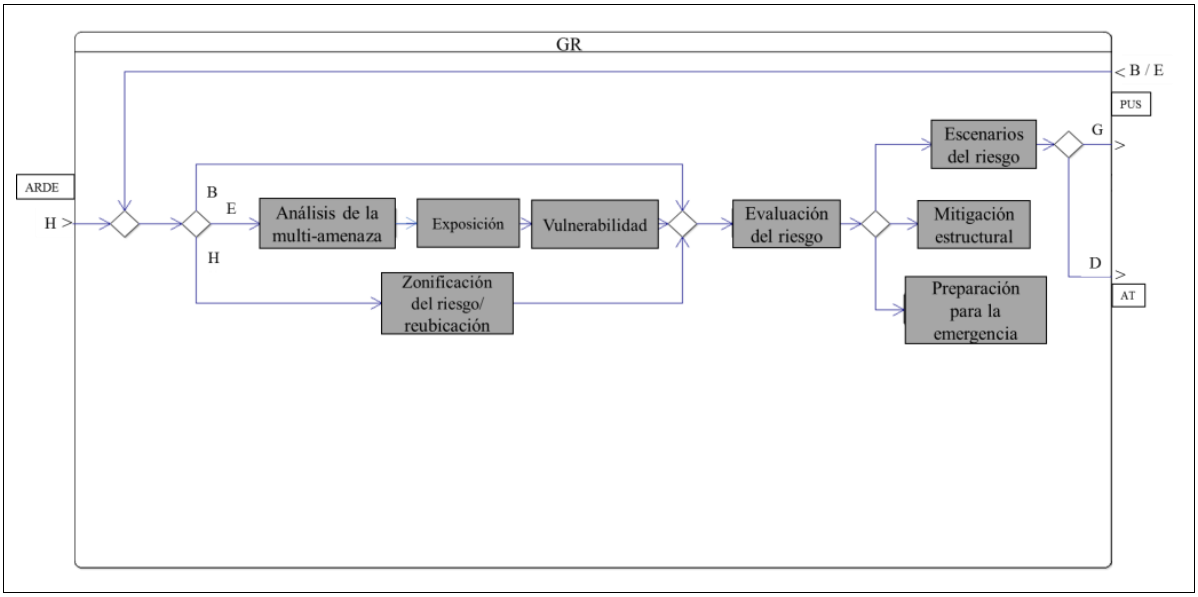


Lám. 37. Primer nivel de procesos. Interacciones entre la Gestión del Riesgo, la Planificación del Uso de la Tierra, la Administración del Territorio y las organizaciones externas de Análisis del Riesgo de Desastres. Fuente: autor.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

En este proceso integrado, el proceso de la gestión del riesgo (GR) utiliza la información de análisis de riesgo de desastres proporcionada por organizaciones externas (ARDE) en la escala nacional, y la transforma en información sobre vulnerabilidad, exposición y riesgo, combinándola con la información existente en el proceso de planificación del uso de la tierra (PUS), que se produce utilizando la información catastral y territorial a escala local en el proceso de administración del territorio (AT) desarrollado bajo el estándar ISO 19152 LADM.

Los subprocesos considerados para la gestión del riesgo (GR) en el segundo nivel, Lám. 38, son el análisis de las múltiples amenazas, la determinación de la exposición, el análisis de la vulnerabilidad, la zonificación de las áreas en riesgo y las posibles áreas seguras para la evacuación, el desarrollo o potencial reubicación, la evaluación del riesgo, la definición de los escenarios de riesgo, la preparación de las propuestas para la mitigación y la preparación para la emergencia.



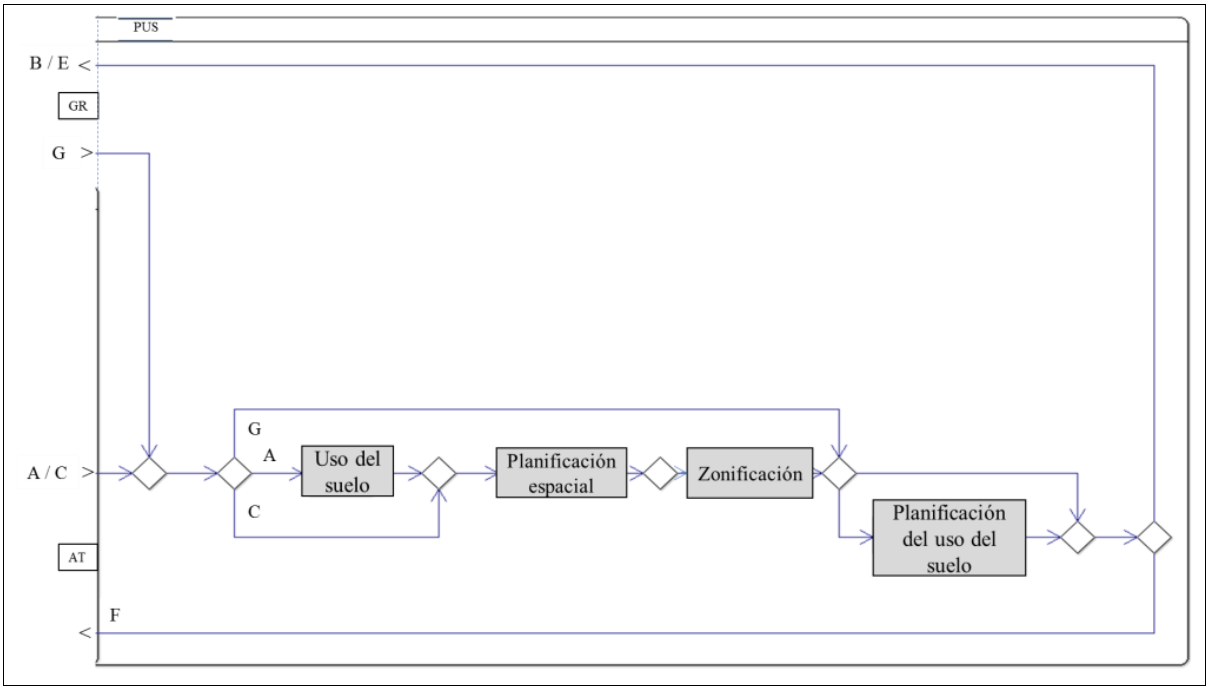
Lám. 38. Segundo nivel de procesos GR. El proceso de GR y su interacción con los procesos de PUS (B/E, G), AT (D) y ARDE (H). Fuente: autor

La información de entrada y salida del proceso es la misma que se ha identificado como interacciones en el primer nivel (B, E, G, D y H). Para la evaluación del riesgo mediante el análisis de la multiamenaza, exposición, vulnerabilidad y zonificación se utiliza la información de la planificación del uso de la tierra (B), del uso actual de la tierra (E) y del análisis del riesgo de desastres realizado y compartido por las instituciones externas al sistema (H). Esta evaluación en el nivel local define los escenarios de riesgo y sirve para la elaboración de los planes de mitigación estructural / no estructural y de los planes de emergencia a escala local.

La ventaja de este modelo de planificación del riesgo se sustenta en que permite llegar al nivel de detalle predial utilizando conceptos de la administración del territorio. De este modo es posible conocer al mismo tiempo en la entidad Participantes, a los sujetos que están obligados a cumplir las restricciones y responsabilidades frente a la mitigación del riesgo de sus predios asociados. La información de salida de este proceso (H) se utiliza por un lado en el subproceso de planificación del uso de la tierra y por otro en el subproceso de administración del territorio.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

El proceso de planificación del uso del suelo (PUS) define los usos razonables y seguros de la tierra, no solamente del suelo, que se utilizan en la planificación espacial detallada para la zonificación de los planes de OT y la nueva planificación del uso de la tierra orientada al desarrollo a escala predial, Lám. 39.



Lám. 39. Segundo nivel de procesos PUS. El subproceso de PUS relacionado con la GR (B/E, G) y la AT (A, C, F). Fuente: autor

Los insumos que utiliza este proceso son los datos catastrales (A) y de administración del territorio (C), así como la información de la vulnerabilidad y la exposición (G). Los productos de este proceso son la información para la planificación espacial (B) y la información del uso actual de la tierra (E) que se entregan al proceso de GR; y la información de las unidades prediales (F) restructuradas bajo el concepto del LADM que se entregan al proceso de AT.El proceso de AT en el modelo se considera el proceso integrador, Lám. 40. Está compuesto por los subprocesos propios del catastro tradicional como el censo predial, la generación de información relativa al inventario y el valor de la tierra y la construcción.

Se incluyen los subprocesos que no generan geoinformación, pero proponen políticas territoriales como la de asignación de tierras o de tenencia; también se encargan de la definición de estándares para los procesos de administración del territorio como el de reestructuración de la información catastral en términos de la norma ISO 19152 LADM. A este proceso de AT, ingresa la información de vulnerabilidad (D) derivada del proceso de la GR junto con la información de la planificación del uso de la tierra (F) del proceso de PUS.

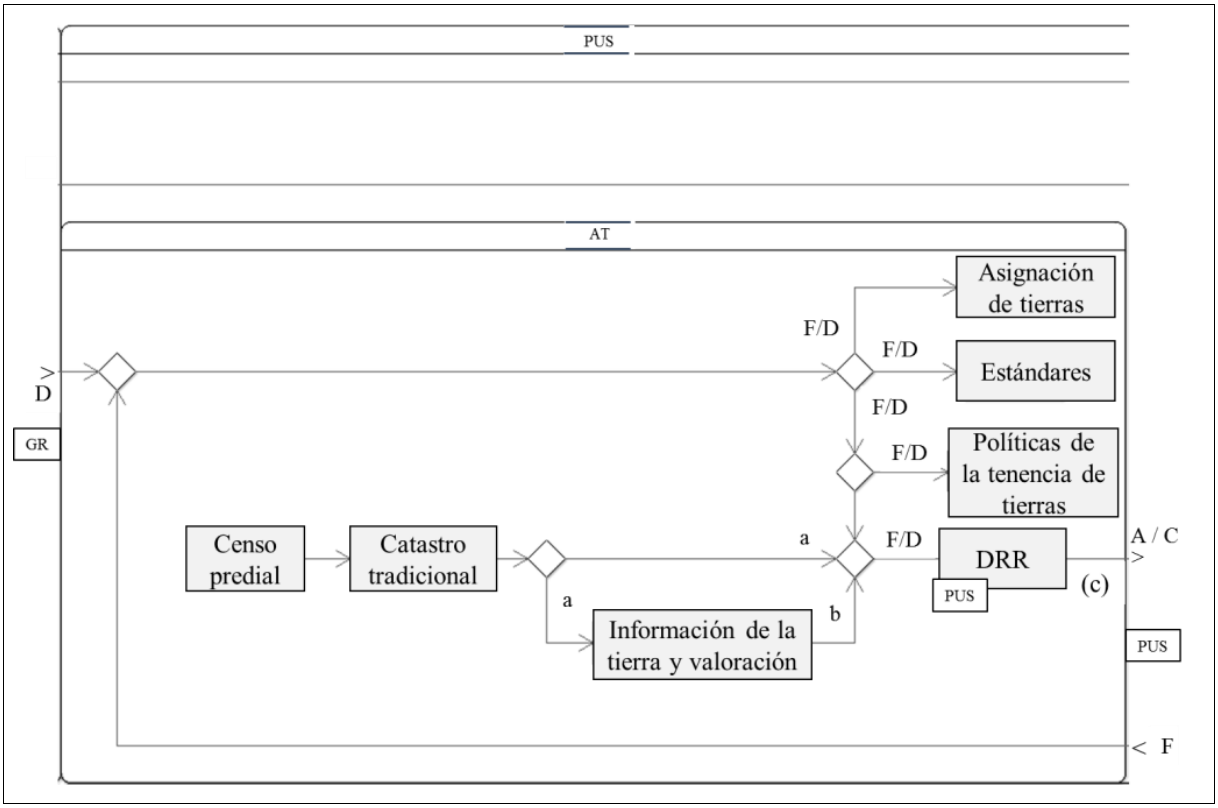
En el subproceso DRR esta información ingresada se transforma y se asocia al paquete objetos/unidades espaciales como las restricciones y responsabilidades de los predios de acuerdo con los niveles de riesgo. De este modo, para el modelo de administración del territorio, el subproceso DRR también integra la información de derechos del catastro tradicional y la de los sujetos.

El proceso de AT proporciona finalmente al proceso de PUS, la información correspondiente a las partes involucradas o sujetos y los derechos tradicionales (A) junto con

USC DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

las restricciones y responsabilidades de los predios (C) de acuerdo con el nuevo marco conceptual catastral en términos del modelo LADM.

Otras salidas de este proceso integrado corresponden a la información necesaria para la zonificación de una posible asignación de tierras como tarea de mitigación, la definición de estándares y normativa para el uso de la información, el uso de la tierra y la organización del territorio mediante la generación y despacho de políticas de tenencia de tierras. En cuanto a las construcciones que se permitan en los predios, también se establecen las normas de la construcción.



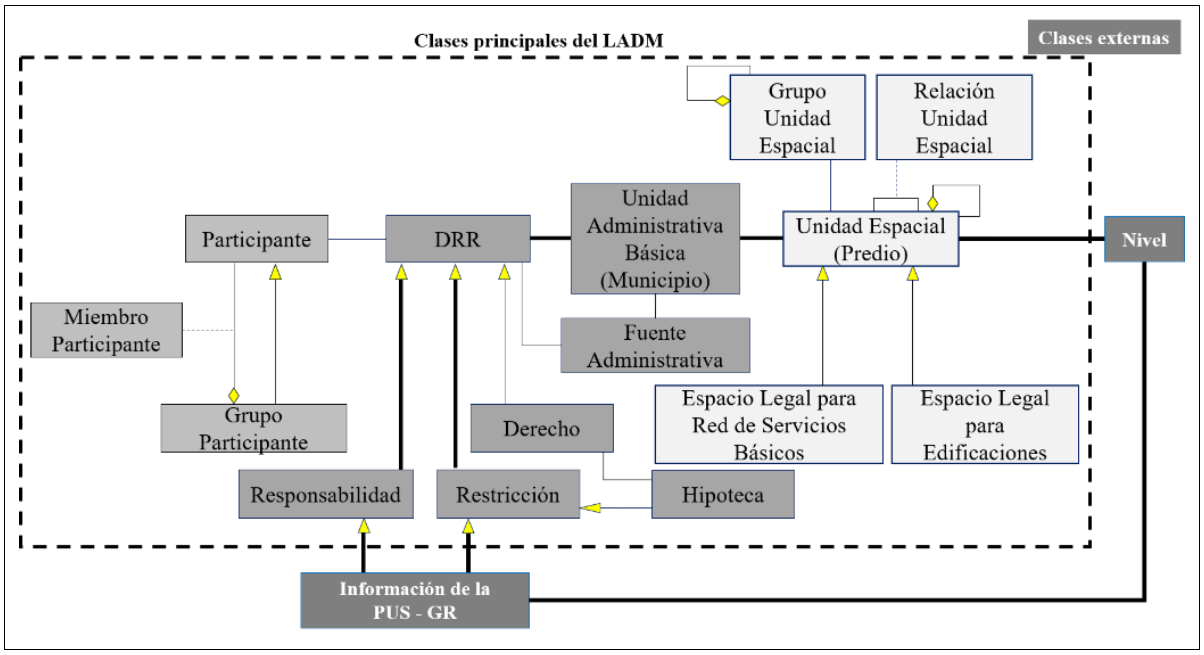
Lám. 40. Segundo nivel de procesos AT. El subproceso DRR del proceso AT integra la información de la GR (D) y de la planificación del uso de la tierra (F) en términos de LADM (A/C). Fuente: autor

Con los procesos definidos, se realizó una primera aproximación del diagrama de entidades que se van a utilizar en el nuevo modelo integrado que incorpora las restricciones y responsabilidades derivadas de la gestión del riesgo, Lám. 41. Para este desarrollo se utilizó las especificaciones establecidas en el Anexo K de la ISO 19152 que proporciona las directrices para la construcción de clases pertenecientes a dominios externos a la administración del territorio, como son las del dominio del riesgo.

En este caso, un predio forma parte de un municipio al que se considera una UAB. Al mismo tiempo, ese predio pertenece a una cuenca hidrográfica representada por un nivel del dominio externo en el que se encuentran las restricciones y responsabilidades frente al riesgo que se incorporan a la entidad de los derechos (la información de salida de los procesos de PUS y GR es la información de entrada al proceso AT).

La clase DRR representa los derechos, restricciones y responsabilidades en el predio representado por una Unidad Espacial que puede contener otros elementos u objetos espaciales como edificios e instalaciones de redes de servicios básicos incorporados en

espacios legales pertenecientes a los predios, que heredan las condiciones determinadas frente al dominio externo, en este caso el riesgo.



Lám. 41. Integración de la información de un dominio externo al LADM. Nivel externo (Procesos PUS y/o GR). Fuente: autor

La innovación mediante el uso del modelo de administración del territorio se justifica cuando en una jurisdicción, en este caso un municipio, la ejecución de los procesos de GR, PUS y AT carecen de estándares y no están integrados. Esta solución cobra importancia especialmente en países que, como el Ecuador, consideran escasamente el análisis de riesgos a escala local en los procesos de planificación, y el proceso de catastro no se concibe como un sistema de administración de tierras que integra la tenencia, el valor y el uso de la tierra.

La situación empeora debido a que los procesos son ejecutados por diferentes organizaciones y en diferentes niveles de toma de decisiones gubernamentales. La administración bajo la figura de procesos permite gestionar la información de entrada y salida que generalmente se encuentra aislada, en un proceso único con un modelo de datos estandarizado, aunque las tareas sean ejecutadas por diferentes organizaciones y en diferentes lugares, de acuerdo con uno de los objetivos de la creación de una IDE.

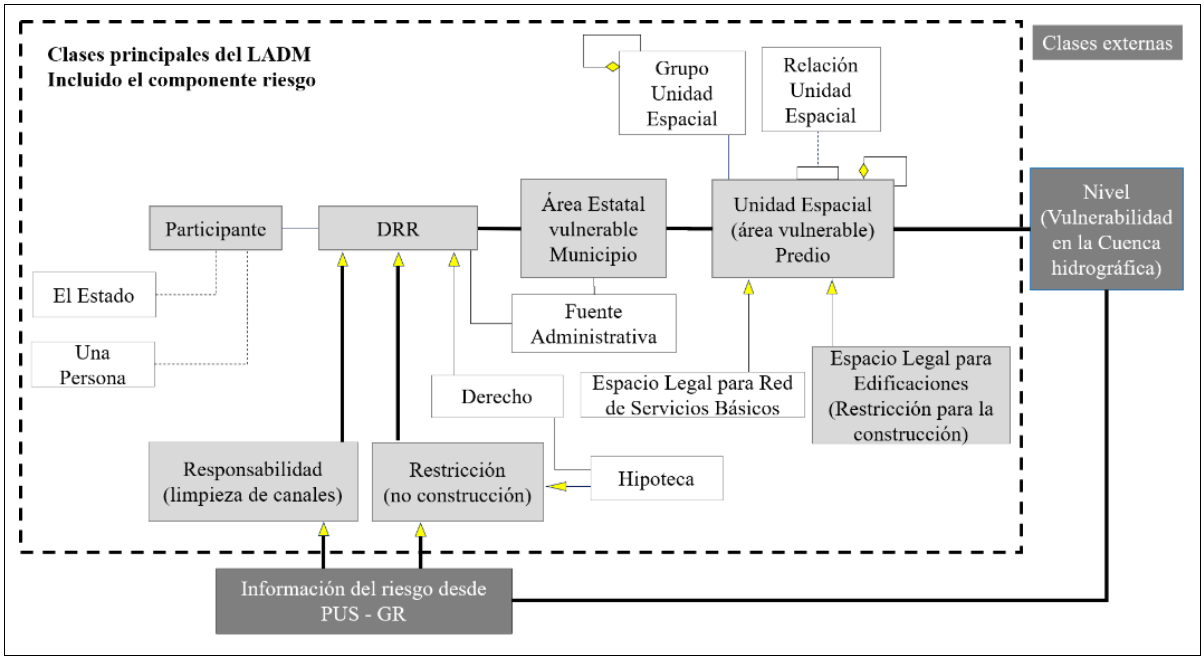
La integración de las unidades espaciales que se encuentran en condición de restricción y responsabilidad se ilustra en la Lám. 42, en la que se resalta la contribución de los procesos externos de la PUS y la GR tratados a nivel predial según el modelo de administración del territorio. Las partes involucradas son las organizaciones del Estado que tiene derechos, restricciones y responsabilidades sobre una zona vulnerable que está en una unidad espacial de una cuenca hidrográfica considerada como una Unidad Administrativa Básica de Riesgos (UABr).

Tradicionalmente este modelo en el ámbito inmobiliario ya se aplica para el caso de los predios/personas que tienen derechos por la adquisición de un bien, pero al mismo tiempo una entidad externa, como es el caso de una entidad financiera, le ha asignado una posible restricción de venta por una condición hipotecaria. Se establecen derechos, pero también restricciones.

USC
DE SANTIAGO
DE COMPOSTELA

En el predio del ejemplo propuesto en la Lám. 42 también se le ha asignado una restricción (de impedimento de construcción) y una responsabilidad (de mantenimiento y limpieza de canales), proporcionadas por la clase externa o nivel que representa la capa de vulnerabilidad de la cuenca hidrográfica obtenida del proceso de GR.

Se propone que los dos valores más altos de la vulnerabilidad, clasificada en cinco niveles se integran al proceso de PUS estableciendo la correspondientes restricciones y responsabilidades a los predios. De este modo se ha logrado integrar, utilizando la norma ISO 19152 LADM, el proceso de administración del territorio con los procesos de planificación del uso de la tierra y de gestión del riesgo, así como los resultados de los estudios sobre el riesgo que se originen en otros niveles de la administración local.



Lám. 42. Ejemplo de la integración de las restricciones y responsabilidades frente al riesgo natural en los derechos de un predio, empleando el LADM. Fuente: autor

La administración del territorio de este modo adquiere la robustez necesaria para convertirse en el instrumento orientador de la planificación del uso de la tierra y en consecuencia de la preparación de los planes de OT si se incluye bajo el mismo modelo todos los condicionantes de los componentes biofísico, sociocultural, de asentamientos humanos, económico, de movilidad, energía y conectividad y político institucional de cualquier espacio geográfico.

En conclusión, en el Ecuador el análisis del riesgo por amenazas naturales es un proceso externo a los procesos de planificación territorial, ejecutado por algunas organizaciones estatales, universidades e institutos de investigación.

La planificación del uso de la tierra y el catastro desarrollado principalmente para fines fiscales de tributación, son típicos procesos municipales, mientras que los derechos de la tierra se encuentran tradicionalmente en un organismo de registro de propiedad autónomo.

En el momento del desarrollo de esta investigación, en el Ecuador no existe un estándar para el modelo de datos de catastro (solamente está publicada la Norma de Catastro orientada a la obtención de información mas no a la generación de un sistema estandarizado nacional), ocasionando que los municipios tengan diferentes sistemas catastrales amparados en la autonomía municipal.

USC DE COMPOSTELA

En este contexto, la idea de trabajar en una cuenca hidrográfica a escala regional intenta la estandarización de un grupo de municipios por medio del desarrollo de una nueva metodología, procesos y un modelo de datos común, con la finalidad de homogeneizar, como ejemplo, la planificación del uso de la tierra y la administración del territorio mediante una gestión eficiente del riesgo.

El OT es un objetivo nacional. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos desarrollados en los últimos años, no se ha podido obtener productos o planes concretos y no se ha logrado avanzar en la administración del territorio con un estándar que cree y organice el sistema nacional de catastros como aporte al inventario, planificación y uso eficiente del territorio a escala predial.

Los limitados presupuestos de los municipios han ocasionado la falta de capacidades locales adecuadas para abordar la complejidad de las relaciones de los sistemas físico, ambiental y económico con el riesgo frente a las múltiples amenazas, en este caso de origen natural.

Los municipios han hecho esfuerzos aislados para administrar su territorio sin contar con el diagnóstico del modelo territorial actual ni el modelo territorial futuro a escala nacional que sirvan para orientar, mantener la coherencia y homogeneizar con mínimos criterios la elaboración de las estrategias y planes de desarrollo en los que se incluya la variable riesgo.

Por el contrario, el nivel central ha delegado la responsabilidad de la planificación del OT directamente a los GAD sin una capacitación y dirección adecuadas. En consecuencia, se han desarrollado los planes sin la participación ciudadana por el enfoque de "arriba para abajo" que no ha suscitado el debate entre los niveles de administración.

El uso del concepto y la flexibilidad de un modelo de administración del territorio bajo la norma ISO 19152 LADM brinda la oportunidad de generar un proceso integrador que permite utilizar la información de la gestión del riesgo preparada a escala regional, en este caso de una cuenca hidrográfica, junto con la información de la planificación del uso de la tierra y de los catastros con el objetivo de generar un consensuado modelo de administración del territorio preparado a escala local.

Esta integración de procesos no implica la creación de organizaciones nuevas o paralelas para la ejecución centralizada. El hecho de utilizar un estándar permite adoptar el concepto de una IDE en la que cada uno de los actores y responsables de los procesos y subprocesos actúen de forma independiente pero a la vez integrada, de modo que la generación, actualización y divulgación de la información del riesgo, de la planificación del uso de la tierra y de la administración del territorio sea transparente en todos los niveles estatales y privados evitando su uso indebido y la duplicidad de los costos que implica su gestión en forma separada y no estandarizada .

4.6 EL MODELO DE ADMINISTRACIÓN DEL TERRITORIO COMO INSTRUMENTO INTEGRADOR DE LA GESTIÓN DEL RIESGO

La norma ISO 19152 LADM está conceptualmente ideada para la creación de sistemas de administración de tierras bajo un moderno modelo de datos catastrales, como una alternativa a los sistemas existentes. Su alcance se acentúa en el campo de los derechos, restricciones y responsabilidades que se relacionan con un territorio (tierra o agua) cuyos límites están representados por sus componentes geométricos.

Establece la base para el desarrollo y mejora de los sistemas de administración de tierras haciéndolos efectivos y eficientes para que, con base a una estandarización al interior de un país o entre países vecinos puedan comunicarse mediante el uso de un lenguaje común y compartido.

Otro objetivo de la norma es la creación de servicios de información estandarizados en un contexto nacional o internacional en los que la semántica del dominio de la administración del territorio sea compartida y permita las adaptaciones necesarias fundamentadas en el concepto de Catastro 2014 (Kaufmann & Steudler, 1998). Uno de sus principios vigentes establece que los sistemas serán lo más simples posible y sus aspectos geoespaciales seguirán los modelos conceptuales (Comité ISO/TC 211, 2013) del Comité ISO/TC 211 (2013) [12] .

En el Ecuador, históricamente los municipios han desarrollado sus propios sistemas de catastro para cubrir las necesidades de cobro de impuestos prediales y tasas, y en algunos casos el registro de títulos o escrituras. Estos catastros de orientación fiscal y los registros de la propiedad generalmente se encuentran en sistemas separados. Los modelos tienen una amplia gama de particularidades, llegando a ser centralizados, descentralizados, precisos, aproximados, fiscales, legales o multifinalitarios. Por falta de estandarización no pueden comunicarse entre sí al pasar los límites de las jurisdicciones en los que se han implementado.

Sin embargo, vistos desde una escala superior, regional, todos los municipios tratan de registrar las mismas relaciones de las personas con la tierra, respecto de sus derechos de propiedad o uso, diseñando y desarrollando sus sistemas conforme los avances de las TIC. Estos sistemas para la administración del territorio pretenden mantener actualizadas las relaciones de la tierra con las personas e intercambiar, registrar y difundir dicha información.

La tenencia de la tierra es el mecanismo por el que se definen las relaciones sociales sobre un espacio de territorio, sujetas de registro. En un aspecto más amplio, la tenencia no solo se refiere al derecho de propiedad, sino que incluye todo tipo de relación de la tierra con los habitantes, incluyendo la formalidad o la informalidad, como las invasiones o los asentamientos informales. Por lo tanto, los sistemas de administración de tierras no se limitan a gestionar información geográfica sino las relaciones entre las personas y la tierra.

Debido a que la administración del territorio comprende una gran cantidad de información dinámica que requiere procesos de actualización y mantenimiento continuos, es ideal que se apoye en el uso de las TIC para garantizar un eficiente desempeño respecto de las continuas y cambiantes demandas de los usuarios. Por este motivo, las organizaciones están adoptando rápidamente en diferentes grados, los desarrollos tecnológicos como el Internet, las bases de datos, el modelamiento de estándares, los sistemas abiertos, los sistemas de información geográfica, el gobierno electrónico, la transmisión electrónica de datos y la integración de datos públicos en sistemas informáticos.

La modelación es una herramienta básica que facilita el desarrollo de sistemas y la reingeniería de procesos facilitando su comunicación. En este contexto, definir claramente el modelo conceptual que define la necesidad de los actores y el modelo lógico que define el tipo y relaciones entre los datos, son imprescindibles para la definición del modelo físico en el

[12] El alcance del Comité ISO/TC 211 es la normalización en el campo de la información geográfica digital. Y sus trabajos tratan de establecer un conjunto estructurado de normas para la gestión adecuada de información relativa a objetos o fenómenos que tienen asociada directa o indirectamente una localización en relación con la Tierra. Dichas normas pueden especificar, para el caso de la información geográfica, los métodos, herramientas y servicios para la gestión de datos (incluyendo su definición y descripción), así como para la obtención, procesamiento, análisis, acceso, presentación y transferencia de dichos datos en formato digital o electrónico entre distintos usuarios, sistemas y ubicaciones. Estas tareas relacionarán las normas apropiadas de tecnologías de la información y datos cuando sea posible, y proporcionarán un marco de trabajo para el desarrollo de aplicaciones específicas del sector utilizando datos geográficos.
Los objetivos generales del Comité ISO/TC 211 son:
• Incrementar la comprensión y el uso de la información geográfica.
• Incrementar la disponibilidad, acceso, integración e intercambio de la información geográfica.
• Promover el uso eficiente, eficaz y económico de la información geográfica digital y de los sistemas de hardware y software relacionados.
• Contribuir a un enfoque unificado para solucionar los problemas ecológicos y humanitarios globales.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

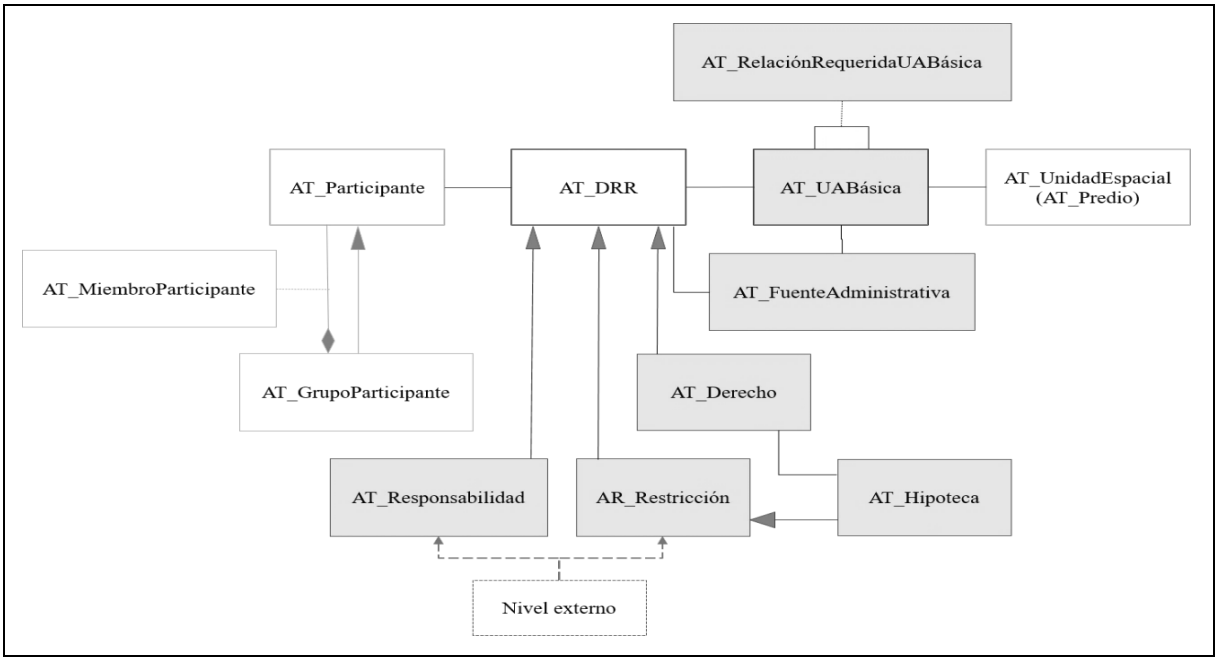
que la estandarización es una necesidad para la construcción de un sistema para la administración del territorio.

La norma ISO 19152 es un modelo genérico del dominio de la administración del territorio para el ámbito del catastro, que requiere estar asociado con otros dominios, atributos, operadores y clases adicionales, de acuerdo con las necesidades, requerimientos y características de la jurisdicción en la que se pretenda implantar. Estos datos externos a la tenencia y derechos del territorio como los datos y características de los participantes, del uso y valor de la tierra, de las redes de servicios públicos, de los datos del ambiente o del riesgo, están fuera del dominio del LADM.

Para este estudio, la norma ISO 19152 LADM se ha traducido como el Modelo del Dominio de la Administración del Territorio (MDAT) desarrollado conforme los planteamientos de Catastro 2014. Sus registros contienen principalmente los datos de los participantes, personas, comunidades, organizaciones; de las unidades espaciales y legales, predios, objetos inmuebles con sus mediciones, contorno, dimensiones, posición, particularidades, topografía; de los derechos, restricciones y responsabilidades y de otros objetos que conforman un territorio con su geometría y topología.

El modelo admite la interacción entre unidades administrativas debido a que contiene procedimientos para el trabajo en ambientes computacionales distribuidos como es el caso de los catastros municipales a los que aporta con el establecimiento de normativas para el desarrollo de sistemas de administración de tierras como parte una IDE.

Con el objetivo de conocer el modelo que va a ser descrito se presenta, en la Lám. 43, las entidades principales bajo el concepto del LADM y la relación con un nivel externo como puede ser la exposición al riesgo. En este caso, para mejor comprensión se ha realizado una traducción de la terminología del inglés al castellano. A continuación se presenta las definiciones básicas de las entidades involucradas en este nuevo modelo de administración de tierras (Lemmen et al., 2015).



Lám. 43. Modelo LADM traducido al MDAT. Adaptado de LADM ISO 19152

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

4.6.1 AT_Participante, actor o interesado

Es una persona u organización que realiza transacciones respecto de los derechos de la tierra. No es necesario el registro individual de todos los miembros de una entidad participante cuando pertenece o es un miembro de un grupo. Una organización representada por un delegado puede ser una compañía, un municipio, el estado, una tribu, una cooperativa o una comunidad y es considerada como participante.

4.6.2 AT_Derecho (Derecho - D)

Es una potestad formal o informal para poseer o hacer algo. El estándar considera los derechos reales y los derechos personales. Los derechos reales se ejecutan sobre las unidades espaciales UE (propiedad, usufructo) y los derechos personales se refieren a los que son propios de los participantes (derecho de pesca, de pastoreo, de uso). Los derechos pueden sobreponerse o estar en conflicto (con el uso, por ejemplo). Entre otros, los derechos que pueden registrarse son los de propiedad, de alquiler, de posesión, de tenencia, de costumbre o tradición (consuetudinario), indígena o informal.

4.6.3 AT_Derecho (Restricción - Rt)

Es la obligación formal o informal de abstenerse de hacer algo. Entre las restricciones pueden estar el impedimento de construcción a una cierta distancia de una estación de servicio de expendio de combustibles, la servidumbre o la hipoteca sobre la propiedad. El impedimento de asentamientos humanos o de construcción en áreas de muy alta vulnerabilidad o riesgo pueden tratarse como restricciones.

4.6.4 AT_Derecho (Responsabilidad - Rp)

Es una obligación formal o informal de hacer algo. La responsabilidad de la limpieza de una cuneta, la limpieza de la nieve o la basura del frente de una casa, la remoción del hielo de los techos de las edificaciones, el mantenimiento de un monumento, son algunos ejemplos. Algunas de estas responsabilidades también pueden considerarse frente al riesgo como la responsabilidad de preparación para la emergencia.

4.6.5 AT_Unidad Administrativa Básica (UABásica)

Es la entidad administrativa que contiene al registro legal o registro simple de los derechos formales, informales, tradicionales, u otra relación de tenencia. Se compone de una o más unidades espaciales (UE) a las que se asocian, como una sola entidad, uno o varios derechos únicos y homogéneos, responsabilidades o restricciones incluidas en la administración del territorio.

Una UAB debe tener un identificador único y puede tener el rol de participante cuando tiene derechos, como en el caso de una servidumbre. Existe la posibilidad de que una unidad administrativa básica no tenga una UE, en el caso en que mantenga un registro, pero físicamente no conste en el catastro.

Los derechos, restricciones y responsabilidades de los predios pueden asociarse con sus UAB y cada una de ellas con su propia UE. Este es el caso de un condominio con dos UE (un departamento y un estacionamiento); una huerta con una UE (terreno); una servidumbre con una UE (un camino con derecho de vía); un área de consolidación, o un derecho de uso con varios sujetos de derecho y objetos restringidos como en el caso de una prohibición para la construcción en predios que se encuentran en áreas en riesgo.

En el Ecuador, la información para la administración del territorio es determinada, registrada y difundida bajo las figuras de catastro y registro de la propiedad. Estas dos instituciones que generalmente están separadas pueden unificarse en una sola organización

estatal. La unificación con un buen esquema de procesos no requiere obligatoriamente una unión física de las organizaciones si se utilizan las TICs y los conceptos de una IDE que permiten la creación de "organizaciones virtuales".

4.6.6 AT_Fuente Administrativa

Representa el origen de los datos descriptivos de la entidad denominada ***Derechos (DRR)***, que contiene los derechos, restricciones y responsabilidades; así como la entidad ***Unidad Administrativa Básica*** considerada (espacio geográfico en el que se da la relación de administración del territorio). La ***Fuente Administrativa*** se refiere a un elemento que describe una entidad (persona), una transacción (escritura, título), una decisión legal de un poseedor de derechos, restricciones y responsabilidades sobre un predio y las especificaciones con las que fueron obtenidos los datos.

4.6.7 AT_Relación Requerida UABásica

Se concibe como la asociación explícita y obligatoria entre UAB o UE que se establece debido a ciertas condiciones específicas. Se relaciona con la asociación de los aspectos legales, datos históricos, geometría precisa, imprecisa o inexistente pero que requiere ser registrada obligatoriamente.

4.6.8 Entidades externas al sistema

Entre otras, estas entidades son las que se relacionan con el sistema, aunque no forman parte de él:

- Un Nivel
  Es un conjunto de UE con coherencia geométrica, topológica o temática; en el caso de esta investigación, representa al dominio del riesgo originado por amenazas de origen natural. La información de los niveles puede establecerse por medio de las UE del catastro urbano, del catastro rural o del riesgo asignadas a diferentes UAB. Por ejemplo, una relación asociada con el registro de los derechos, otra con los que tienen restricciones y responsabilidades, otra con los derechos informales, otra con los derechos tradicionales.

  Para el caso presente, en el dominio del riesgo, se propone definir niveles para las UE que están en vulnerabilidad muy alta y alta respecto de las múltiples amenazas, interpretadas o reclasificadas en forma de restricciones y responsabilidades a los predios.
- Una Fuente Espacial
  Es un documento que se refiere al origen de la representación espacial de una o más unidades espaciales. Puede ser desde un croquis de levantamiento de campo, una ortofoto, hasta una imagen de satélite con las evidencias de la ubicación de los límites obtenidos en el campo.
- Un Grupo de Unidades Espaciales
  Representa cualquier número de UE que no necesariamente deben ser continuas. Las unidades espaciales se juntan para formar zonas administrativas como una parroquia, un cantón, una municipalidad, una provincia, o un país, de acuerdo con su división territorial. En el caso ecuatoriano, las provincias pueden formar las regiones que se constituirían en un grupo de unidades espaciales.
- Una Red de Servicios
  Representa el espacio legal necesario para localizar, mantener y reparar las redes de servicios como los cables o las tuberías de agua potable, etc.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Con estos conceptos, la creación de un modelo básico que reconozca las prácticas y procedimientos individuales de cada jurisdicción pretende estandarizar los sistemas catastrales existentes facilitando el intercambio de la información entre sistemas diseñados conforme a los rápidos desarrollos de la tecnología, el gobierno electrónico, la protección del ambiente, el desarrollo sostenible, la integración/protección de los datos públicos/privados (Velasco, 2008) y la gobernanza del riesgo, entre otros.

Por su amplitud, es recomendable que la aplicación del modelo LADM ISO 19152 se complemente con otras normas previamente establecidas en el ámbito de la geoinformación, como:

- ISO 19115 Metadata (Metadatos)
- ISO 19113 Quality principles (principios de calidad)
- ISO 19107 Spatial schema (esquema espacial)
- ISO 19108 Temporal schema (esquema temporal)
- ISO 19109 Rules for application schema (reglas para la aplicación de esquemas)
- ISO 19136 GML - Geography Markup Language (Lenguaje de Marcado Geográfico)
- OGC Implementation Specification Geography Markup Language (GML 3.0)
- OGC Implementation Specification Web Feature Service (WFS)
- OGC Implementation Specification Catalog Interface (CAT))

Finalmente, un **perfil** representa al conjunto o subconjunto de uno o más estándares básicos del modelo de administración del territorio que va a ser adoptado para una UAB. Identifica las clases, subclases, atributos y parámetros necesarios para cumplir la función de estandarizar el modelo. Este concepto, cuando el estándar es general y la UAB es todo el territorio, puede definirse como el perfil nacional.

4.7 LA ADAPTACIÓN DE LA NORMA ISO 19152 LADM PARA LA INTEGRACIÓN DE LA GESTIÓN DEL RIESGO EN LA ADMINISTRACIÓN DEL TERRITORIO

Considerando la orientación del modelo a la creación de una IDE, los elementos, adaptados de los anexos de la iniciativa INSPIRE[13], en la Tabla 18 proporcionan, una idea de la relación de los usos del suelo con las restricciones y responsabilidades que se pueden registrar en el modelo LADM junto con los derechos.

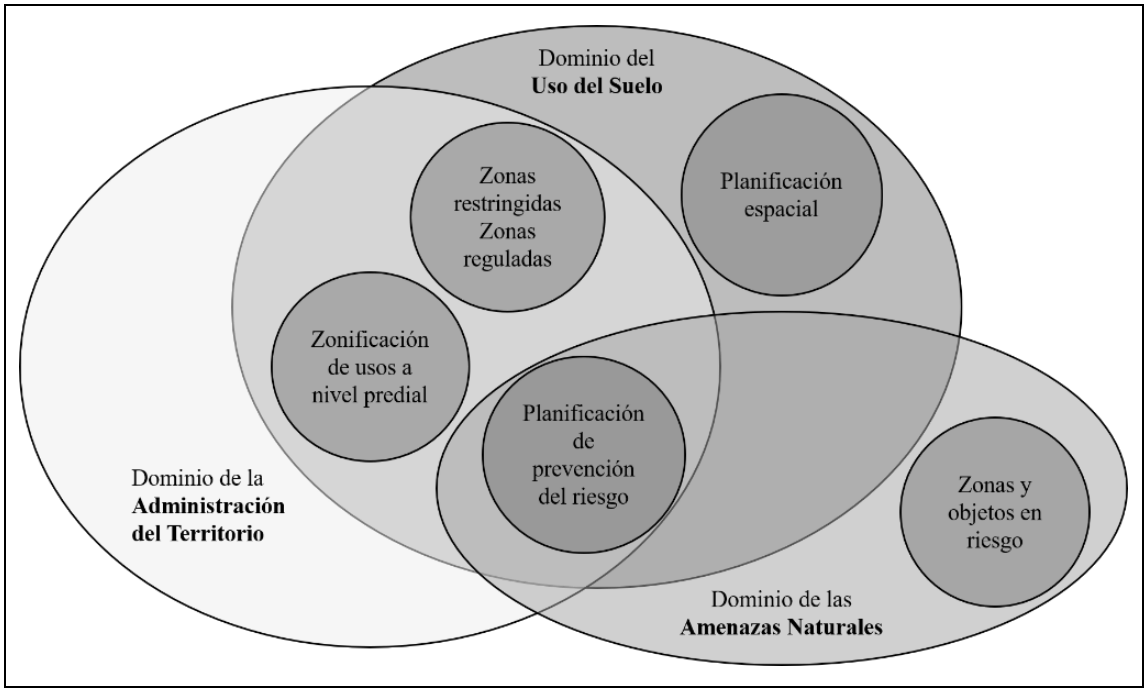
Tabla 18. Coberturas comunes de INSPIRE y el LADM

Elementos de Anexo III de INSPIRE Cobertura y uso de la tierra	Elementos de los DRR de LADM ISO 19152
Zonas en Riesgo	Restricción de uso
Regiones Biogeográficas	Restricción de uso
Hábitats y Biotopos	Restricción de uso
Distribución de Especies	Restricción de uso
Recursos Energéticos	Restricción de uso
Recursos Minerales	Restricción de uso
Instalaciones de Agricultura y Acuacultura	Restricción de uso
Regiones marinas	Restricción de uso
Uso del suelo	Responsabilidad de producción
Seguridad y Salud Humanas	Responsabilidad de cuidado

[13] Norma para la Infraestructura Europea de Datos Espaciales, INSPIRE

Servicios Gubernamentales y Públicos	Responsabilidad de cuidado
Instalaciones de Monitoreo ambiental	Responsabilidad de protección
Instalaciones de Producción e Industria	Responsabilidad de producción
Características Geográfico-Atmosféricas	Responsabilidad de protección
Características Geográfico-Oceanográficas	Responsabilidad de cuidado

La comparación de la información necesaria para la elaboración de la IDE europea contenida en los Anexos de la Directiva INSPIRE, Lám. 44, permite determinar que los elementos necesarios para la planificación del uso de la tierra coinciden en un 45% con los componentes propuestos por la SENPLADES en sus lineamientos para la preparación de los planes de OT y los planes de desarrollo en los diferentes niveles de administración del Estado.



Lám. 44. Relación del dominio del uso del suelo, administración del territorio y amenazas de origen natural. Adaptado de D2.8.III.4 INSPIRE Data Specification on Land Use – Technical Guidelines

Los elementos detallados por INSIPIRE comparados con los utilizados en el Ecuador coinciden en el dominio del uso del suelo. Sin embargo, se demuestra una escasa incorporación del dominio de las amenazas de origen natural y una muy incipiente participación en el desarrollo del dominio de la administración del territorio debido a que se considera escasamente las restricciones y responsabilidades previstas en el LADM, que son indispensables en la planificación para la prevención del riesgo.

Este porcentaje de coincidencia es importante porque permite justificar que la creación de una IDE para la estandarización y difusión de la información sobre el territorio y el riesgo en el Ecuador es necesaria y se adapta a las tendencias mundiales de gestión de la geoinformación. La fuente de información territorial de mayor resolución y nivel de detalle corresponde a la información local que se produce para los catastros de los municipios y la de riesgos se genera en el nivel regional, que para el caso de este estudio ha sido una cuenca hidrográfica.

Como se explicó anteriormente, la flexibilidad de la norma ISO 19152 está en que puede combinarse con otros dominios relacionados con el territorio. Para el estudio se ha realizado una aproximación al modelo utilizando un predio que mantiene su tradicional relación de propiedad respecto de la tenencia registrada en el catastro y que al mismo tiempo puede relacionarse con las restricciones y responsabilidades que se asignen conforme los estudios sobre el riesgo de origen natural realizados por las organizaciones correspondientes de la gestión del riesgo.

Dado el contexto anglosajón de sus términos y tomando en cuenta las definiciones propuestas en el artículo "The Land Administration Domain Model" escrito por Lemmen at al. (2015), la norma ISO 19152 se ha traducido, interpretado y adaptado los conceptos de tierra, territorio, predio, parcela, catastro, registro, uso del suelo y otros. Estos términos, que difieren entre culturas, se han acoplado a las necesidades del estudio considerando que se los pretende introducir en localidades que no tienen la tradición de sistemas automatizados de información catastral y se pretende generar una normativa nacional.

La definición de un sistema de información de tierras actualizado, con base en los predios, que tiene asociado un registro de intereses en la tierra (I. Williamson et al., 2010), puede emplearse y en la actualidad asimilarse a la definición del catastro iberoamericano, cuya propuesta lo define como "el sistema de información básica del territorio, necesario para fortalecer el desarrollo social, la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos y el fortalecimiento institucional de los países"; se desea que todos los países lo adopten y se encuentren incorporados (Comité Permanente sobre el Catastro en Iberoamérica, 2006).

En esta misma definición del catastro iberoamericano se establece que la unidad básica es el predio al que se asigna un código único y estable que lo identifique de forma precisa facilitando el tratamiento y la difusión de su información. Se propone que su representación y la del resto de objetos catastrales requiere precisión y que los datos de los objetos asociados, incluidos las edificaciones sean descritos según su uso rural o urbano, su superficie, sus linderos, su valor, sus derechos, sus restricciones y sus responsabilidades legales. Establece también que la información inscrita en los Catastros y en los Registros de la Propiedad esté adecuadamente coordinada y conectada.

4.7.1 Los objetivos que se persigue con el MDAT

4.7.1.1 Establecer un modelo de datos

El modelo pretende ser útil, práctico y lo más simple posible para que pueda ser compartido y sirva de guía en las jurisdicciones que se plantean la creación y/o normativa de nuevos sistemas catastrales, la reforma de los procesos institucionales del catastro nacional; así como la integración del catastro con los registros de propiedad y demás procesos de la administración del territorio.

4.7.1.2 Apoyar el desarrollo de aplicaciones computacionales para la administración del territorio

Como núcleo fundamental, el modelo de datos considera elementos flexibles para su eficiente y efectivo desarrollo utilizando una arquitectura dirigida a modelos. Incluye la posibilidad de conversión automática de las distintas versiones desde el primer modelo hasta su implementación final, permitiendo añadir las particularidades locales al modelo conceptual del perfil nacional.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

4.7.1.3 Facilitar el intercambio de datos con otros sistemas relacionados con la administración del territorio

Mediante el intercambio con fuentes de información externas creadas por diferentes organizaciones sectoriales y nacionales como los catastros de jurisdicciones vecinas, registros de la propiedad, zonas de planificación, gestión del riesgo, gestión ambiental, o incluso con datos de otros países.

El desarrollo del modelo en el lenguaje unificado Unified Markup Language UML, que es directamente transformable al lenguaje Extensible Markup Language XML (Lenguaje de Marcado Extensible) es beneficioso debido a que es fácilmente entendido por los programadores y desarrolladores de sistemas. Esta estructura se convierte en una herramienta fundamental para la comprensión de las relaciones y estructuras del modelo catastral (Velasco, 2008) y para cubrir todos los aspectos comunes que se establecen en el marco conceptual estandarizado que define el MDAT.

Este estándar pretende aproximar los contenidos teóricos de la definición y publicación de políticas de tierras con los procesos de la administración del territorio partiendo de información compatible y oportuna. En este contexto, el MDAT debería ser adaptado a los requerimientos locales, aceptado por la comunidad y ampliamente difundido. Es necesario identificar y determinar su impacto detallando las diversas condiciones que se deberían incorporar con respecto de la tradicional forma de registro de los objetos catastrales y legales en los sistemas existentes.

En la actualidad, el concepto de Fit for Purpose (FFP) Land Administration, (Enemark et al., 2016) que puede traducirse como la administración del territorio orientada al propósito pretende abrir la posibilidad de crear sistemas que contengan el mínimo número de entidades y atributos utilizables por la mayoría de actores, a fin de que se reduzcan los costos de producción y se pueda contar con una cobertura completa de todos los sujetos, derechos y objetos de la jurisdicción involucrada.

4.7.2 Los impactos y las condiciones que suponen los requerimientos del modelo MDAT

De acuerdo con Lemmen et al. (2015) (Lemmen et al., 2015), las variaciones de los conceptos de tenencia, calidad, transparencia, estándares de información geográfica y sistemas de referencia obligan inicialmente a establecer y aclarar los siguientes aspectos, condiciones, expectativas y supuestos que se notarán cuando se implemente este nuevo sistema:

4.7.2.1 La cobertura total de los derechos de la tierra y el re/conocimiento de todos los tipos de tenencia formal e informal

Se requiere un modelo lo suficientemente flexible para reconocer las distintas relaciones de los participantes con la tierra o tipo de tenencia, dependiendo de su tradición, cultura y religión, expresado en términos de personas que tienen alguna relación de tenencia social con las unidades espaciales.

Se agrupa en un mismo ambiente informático los objetos y los sujetos junto con los derechos (tipo de tenencia) sobre la tierra. Estos derechos pueden ser entre otros, de propiedad formal, de vivienda compartida, de propiedad horizontal, de usufructo, de posesión efectiva, de arrendamiento, de estado, de tenencia social (por ocupación, posesión, informalidad, derechos tradicionales y costumbres, asentamientos indígenas) y registro de los que no tienen acceso a la tierra. La tenencia puede variar de acuerdo con la zona. En el modelo es posible el registro de sobreposiciones, reclamos, desacuerdos y situaciones conflictivas.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

4.7.2.2 La cobertura total de los demandantes de derecho al uso de la tierra (sujetos, personas o participantes)

Los participantes pueden ser personas, grupos de personas o personas no naturales que tengan una identidad única. Una persona no natural puede ser una tribu, una familia, una villa, una compañía, una municipalidad, el estado, una cooperativa, un asentamiento informal, una comunidad religiosa, entre otros. Esta lista se adapta a cada situación local y a las necesidades de la comunidad. Una persona puede tener y compartir un derecho como en el caso de un matrimonio, una posesión comunal o los derechos y acciones.

4.7.2.3 La cobertura total de las unidades espaciales

Mediante la representación de una amplia gama de unidades espaciales que comparten una clara identificación común de espacios de territorio (o agua, por ejemplo, el ambiente marino que tiene los derechos del mar) sobre los que se aplican relaciones específicas de derecho y tenencia social. Esta idea de cobertura total permite la posibilidad de representar los objetos espaciales de múltiples maneras como texto ("desde el árbol A al río B"), como un croquis, como un punto simple como un conjunto de líneas, como una superficie o como un volumen en 3D, dependiendo las características de la información del catastro tradicional.

4.7.2.4 El registro de unidades administrativas básicas

Representa la agrupación de unidades espaciales que tienen los mismos derechos (DRtRp) dentro de la combinación del triplete Objetos - Derechos - Sujetos. Tienen un identificador único de la relación, precisando que todos los tripletes de una misma unidad administrativa básica vienen del mismo identificador. Pueden jugar el rol de sujeto cuando poseen una o más unidades espaciales (en el catastro tradicional, un municipio se comporta como una unidad administrativa básica que contiene todas las unidades espaciales o predios).

4.7.2.5 El registro de los métodos de adquisición de datos

Se refiere al conjunto de las diferentes formas de obtención de información o relevamiento predial y de la representación de los objetos espaciales. Pueden representarse por los bordes que constituyen límites o linderos de polígonos vinculados al triplete Objetos - Derechos - Sujetos.

El relevamiento predial supone la identificación de los límites por sus coordenadas en fotografías, imágenes, cartas topográficas, planos o mediante el uso de receptores satelitales GPS. En todos los casos, la representación de la realidad de la situación legal (objetos legales) debe distinguirse de la realidad física (objetos espaciales). Estos límites que constan en la tradicional cartografía catastral se dibujan directamente en el terreno para tener la seguridad del registro. Dependiendo de la situación, es posible tener registros de datos diferentes de los mismos derechos sobre la tierra.

Una tribu o comunidad indígena puede identificarse por su jefe o representante legal. Las unidades espaciales formales pueden referirse al registro de propiedad incluyendo el propietario y los límites obtenidos de un relevamiento predial preciso. La relación de la tenencia social con las unidades espaciales puede representarse por puntos recolectados con instrumentos GPS dibujados en documentos base obtenidos de varias fuentes como ortofotos o la web.

Las unidades espaciales en las áreas de mayor valor de las ciudades son predios urbanos convencionales delimitados usualmente con gran precisión. Las unidades espaciales de las áreas residenciales pueden obtenerse de fotografías aéreas o estaciones totales, radar, video, u otros sensores. La descripción mediante una grabación de voz puede también ser posible. La

USC DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

calidad de los datos debe mejorarse periódica y paulatinamente hacia un estado posterior de desarrollo (nuevas versiones del sistema).

La identificación e información del participante (sujeto) en principio no es una responsabilidad directa del catastro ni del registro de la propiedad, pero sí es relevante en un proceso de administración del territorio. Puede utilizarse la identificación biométrica o de códigos informáticos (barras, QR) que está cada vez más disponible como en el caso de la emisión de pasaportes y visas de ingreso a los países. Los documentos de identificación se actualizan cada vez que se produzcan transacciones o cambios; y se pueden relacionar, en ciertos casos, entre una huella dactilar a un punto (coordenadas).

4.7.2.6 El registro de un conjunto completo de documentos de fuentes de datos auténticos o documentos certificados

Toda la información administrativa de los conjuntos de datos espaciales y trabajos técnicos, así como sus actualizaciones debe estar documentada. Hay que considerar que la actualización de los datos de una fuente puede requerir la actualización de los datos de otra fuente de datos. La información publicada debe ser certificada.

4.7.2.7 La transparencia

Los nombres de las personas responsables de cada transacción forman parte del conjunto de datos (relevadores de campo, tecnólogos en catastro, registradores de la propiedad, notarios, etc.) para su posterior seguimiento y deben ser registrados como participantes. Todos los reajustes de los datos deben mantener sus historiales por lo que es importante documentar las actualizaciones y los sujetos que las realizan.

4.7.2.8 El registro de datos históricos

En algún momento se puede necesitar una versión histórica, aunque por experiencia se conoce que la organización responsable, los desarrolladores de los sistemas distribuidos o los usuarios no estén interesados en este atributo de los objetos. Los sistemas catastrales diseñados con base en escrituras requieren siempre un mantenimiento histórico. Los sistemas con base en títulos no necesariamente requieren un mantenimiento histórico.

4.7.2.9 El registro en diferentes organizaciones

En conformidad con la recomendación de FIG (1999) que alienta el intercambio de información relacionada con la tierra, el territorio y la propiedad entre las diferentes agencias nacionales responsables de su gestión y la ciudadanía, mediante un sistema de información distribuido. Aunque el acceso a los datos, su recolección, custodia y actualización debe realizarse en el ámbito local, la infraestructura de información territorial se reconoce como un servicio nacional uniforme para compartir los datos inclusive entre países. Concepto de IDE.

Varios datos específicos de la información territorial pueden producirse y mantenerse en diferentes organizaciones y en muchos sitios. El territorio donde actúen estas organizaciones puede ser completamente diferente. El MDAT es concebido para la implementación de conjuntos de sistemas de geoinformación distribuidos que incluyen procesos de mantenimiento (transacciones en derechos sobre la tierra, establecimiento de nuevos derechos, restricciones y responsabilidades) y difusión.

La difusión parcial o total de los estos datos que se encuentran en sistemas distribuidos implica la implementación de una IDE, en cuyo caso, para la integración de la información específica generada por varias organizaciones puede trabajar el sector público o el privado. Estas organizaciones dependen entre sí, siendo forzadas a la apertura de sus sistemas y al intercambio de datos conforme la normativa del Estado. El desarrollo de nuevos productos

orientados al encadenamiento de datos, digitalización y nuevas tecnologías de almacenamiento en la nube o Big data está encaminando a la desaparición del concepto de productos físicos.

4.7.2.10 El mantenimiento de los datos en la fuente bajo el concepto de una IDE

Actualmente todos los datos espaciales y temáticos pueden almacenarse en sistemas distribuidos gestores de bases de datos. Los sistemas informáticos permiten múltiples combinaciones entre sus componentes, aplicaciones y servicios, minimizando el intercambio de copias físicas entre organizaciones. Los productos informáticos provenientes de diferentes fuentes requieren eficientes protocolos de estandarización para que puedan compartirse y difundirse evitando la redundancia.

4.7.2.11 El uso de estándares existentes

El MDAT promueve el uso de capas de información espacial asociadas con tablas no espaciales. Su configuración debe ser flexible y la geometría respaldada en los estándares ISO y OGC creados para la geometría y topología. La independencia legal que subraya el concepto de Catastro 2014 debe permitir relaciones expresas entre diferentes temas territoriales en los que su sobreposición en muchos casos es evidente y puede causar conflictos cuando se aplique los derechos, responsabilidades y restricciones al territorio.

4.7.2.12 El registro de los sistemas de referencia utilizados

Se debe prever la adaptación de los sistemas de localización de los objetos a los cambios tecnológicos futuros que se desarrollen debido al mejoramiento de las redes geodésicas, sistemas de referencia y sistemas de coordenadas, siempre y cuando se los considere componentes esenciales en los sistemas catastrales y se los utilice para los trabajos de topografía o el tratamiento de imágenes, dependiendo de los requerimientos, costos y tiempos. Es necesario documentar y evidenciar todos los trabajos realizados en campo.

4.7.2.13 Las claves o identificadores únicos

Un componente clave en los sistemas de administración de tierras (SAT) que se generen por el MDAT es el identificador de la unidad espacial, clave catastral o número predial único, que será el vínculo entre el predio y toda la información asociada para facilitar el ingreso e intercambio de datos. Existe la posibilidad de que se puedan cambiar y actualizar los identificadores durante la fase de relevamiento.

Las claves deben ser únicas por lo que es necesario que alguna autoridad las defina y provea oficialmente. Su uso debe permitir asociar los predios únicos con una variedad de dominios como son los de zonas (de la planificación espacial, por ejemplo), áreas (como aquéllas que están sujetas a restricciones y responsabilidades frente al riesgo), nombres (de los sujetos), derechos, restricciones, impuestos, hipotecas, uso del suelo, relevamiento y documentación histórica (del registro de la propiedad).

4.7.2.14 La calidad de los datos y procesos

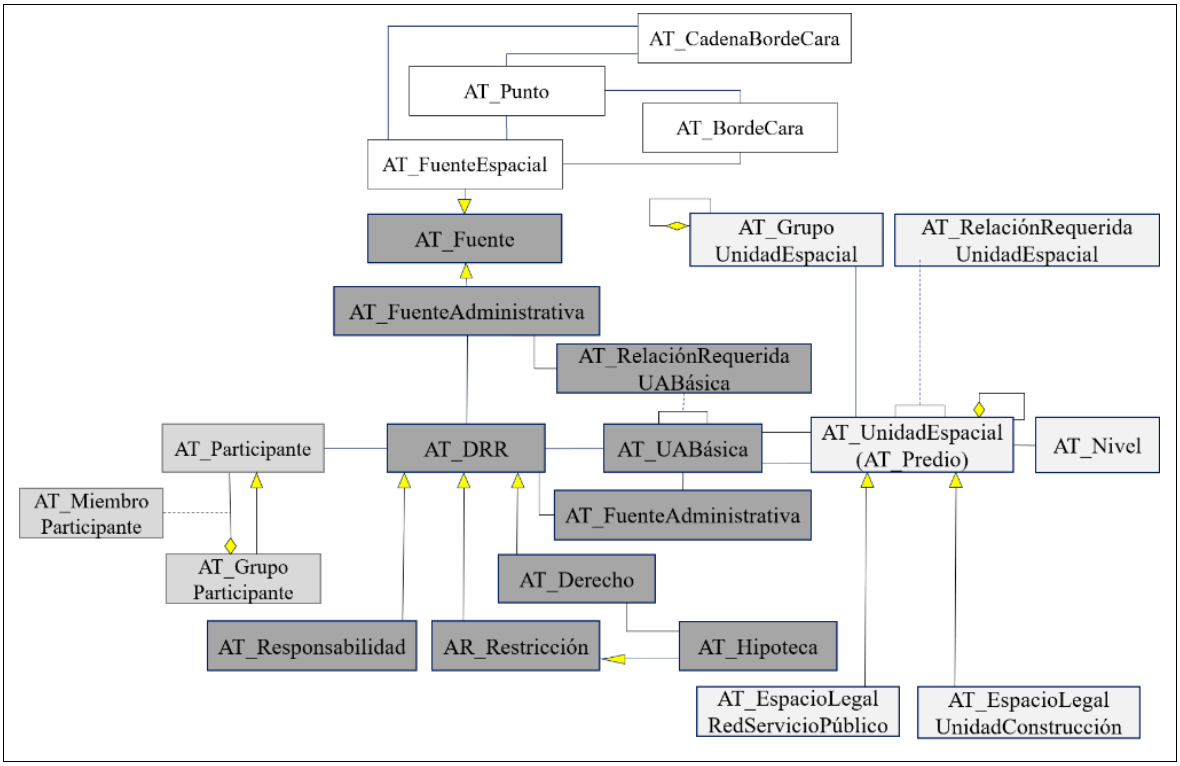
Los usuarios de la información catastral necesitan claridad, simplicidad y velocidad en el proceso de registro, difusión y obtención de la información. La información debe ser tan completa como sea posible, confiable, oportuna y de fácil acceso. Es importante la consistencia lógica entre los datos espaciales y legales, siendo imprescindible que la topología esté integrada con la geometría y otros atributos. El sistema debe estar listo para mantener siempre la información actualizada.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

La calidad de los datos espaciales puede mejorarse en etapas posteriores del desarrollo de un SAT y debe estar documentada en cada una de las versiones que desarrolle el sistema. Las descripciones de calidad y metadatos relacionadas al dato original son importantes para definir los productos resultantes de la combinación de datos de diferentes fuentes a fin de brindar garantía y seguridad de la información. Para estandarizar el modelo, que puede considerarse como la norma nacional de catastro, se necesita versiones genéricas y el etiquetado de calidad en todos los contenidos del MDAT.

4.7.3 El modelo MDAT

De conformidad con los conceptos detallados anteriormente para la comprensión y la implementación del MDAT, a continuación, se amplía y detalla la representación del diagrama básico de clases de sus tres paquetes principales: Participante, Administrativo y Unidad Espacial, conforme la Lám. 45. Para la traducción se ha adoptado el término AT para referirse al proceso de Administración del Territorio que en el contexto inglés se refiere a LA (Land Administration). Los nombres de los paquetes y sus clases son los propuestos para el diseño del modelo que se puede implementar en el sistema.



Lám. 45. Paquetes fundamentales del modelo MDAT. Adaptado de Lemmen, 2012

A continuación, se describen los paquetes, entidades o módulos principales de MDAT.

4.7.3.1 Paquete Participante (Sujeto)

Su principal clase es:

- AT_Participante y es una especialización de la clase AT_GrupoParticipante.

Se considera también una clase de asociación opcional que puede ser un AT_MiembroParticipante. Participante es una persona natural o una organización que tiene

alguna responsabilidad en la transacción de algún derecho (DRR). Una organización puede ser una compañía, un municipio, una organización del estado o una comunidad religiosa, entre otros. Un "grupo de participantes" lo forman cualquier número de participantes que representan una entidad diferenciada. Un "miembro participante" es un participante individual registrado e identificado como integrante de un grupo de participantes.

Este paquete brinda información y documentación de cualquier miembro que tiene alguna acción de derecho sobre un predio. En esencia, los datos asociados a este paquete se pueden encontrar en bases de datos externas como el registro civil para las personas naturales.

4.7.3.2 Paquete Administrativo (Derecho/DRR)

Tiene:

- Una clase abstracta AT_DRR en la que se agrupan las tres subclases concretas (AT_Derecho, AT_Restricción, AT_Responsabilidad)
- Una clase de relación AT_UABásica (Unidad Administrativa Básica).

Un derecho es una acción, actividad o conjunto de acciones que un participante puede realizar dentro del sistema o usando un recurso asociado. Ejemplos del término derecho dentro del sistema son: propiedad, posesión efectiva, tenencia social, tradicional o informal; un derecho puede ser un derecho de uso. Los derechos pueden sobreponerse o estar en desacuerdo con la realidad y pueden ser aceptados legalmente o no.

Una restricción es una normativa estatal o no estatal de abstinencia para hacer algo, por ejemplo, no construir en un radio de 200 m de una gasolinera, o una servidumbre; una hipoteca (clase AT_Hipoteca) se considera una restricción del derecho de propiedad hasta que se haya finalizado el pago. Una responsabilidad es una obligación formal o informal de hacer algo, por ejemplo, la responsabilidad del mantenimiento de un canal o de no taponar las alcantarillas.

Una unidad administrativa básica (AT_UABásica) es una entidad administrativa que tiene cero o más unidades espaciales (predios) a los que se asocian uno o más derechos únicos y homogéneos como pueden ser los derechos de propiedad o de uso, responsabilidades o restricciones.

4.7.3.3 Paquete Unidad Espacial (Objeto)

Se refiere a las clases:

- AT_UnidadEspacial (predio)
- AT_GrupoUnidadEspacial
- AT_Nivel
- AT_EspacioLegalRedServicioPúblico
- AT_EspacioLegalUnidadConstrucción
- AT_RelaciónRequeridaUnidadEspacial.

Una unidad espacial puede representarse como texto ("desde este árbol hasta este río"), mediante un punto, múltiples puntos, una línea, múltiples líneas, un área simple o múltiples áreas de tierra (o agua) o, más detalladamente por un volumen o volúmenes de espacio en tres dimensiones (3D). Las áreas simples son el caso general y las áreas múltiples la excepción.

En el modelo, las unidades espaciales están estructuradas de modo que soporten la creación y gestión de las unidades administrativas básicas. Un grupo de unidades espaciales puede configurar una unidad administrativa básica (zona, cantón, municipalidad,

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

departamento, provincia, país o área de planificación). Un nivel (AT_Nivel) es un conjunto de unidades espaciales con coherencia geométrica y/o topológica.

El paquete AT_UnidadEspacial tiene un subpaquete Relevamiento y Representación Gráfica en el que se encuentran las subclases AT_FuenteEspacial (de la clase abstracta AT_Fuente) y las clases AT_Punto, AT_CadenaBordeCara y AT_BordeCara, que se relacionan con la subclase AT_FuenteAdministrativa de la clase abstracta AT_Fuente. Los puntos se pueden adquirir en el campo por métodos topográficos tradicionales o a partir de imágenes. Un relevamiento se documenta por medio de varias fuentes espaciales y de un conjunto de medidas con observaciones de puntos (distancias, rumbos, etc.) que son atributos de AT_Fuente Espacial. Los puntos individuales son instancias de la clase AT_Punto que está asociada a AT_Fuente Espacial.

Las representaciones 2D o 3D de las unidades espaciales usan las cadenas de borde de las caras (los bordes en 2D son parte de las caras verticales que forman el exterior de una unidad espacial) y los bordes de cara (usados en la representación 3D de una cara de una unidad espacial). Las coordenadas se obtienen de puntos obtenidos por geodesia satelital u otros métodos terrestres.

Todas estas clases son hereditarias de la clase ObjetoVersionado que, aunque no está representada en los diagramas, se refiere a las versiones de la calidad y atributos utilizados para la gestión histórica de las versiones del sistema. Las fuentes administrativas y espaciales se modelan empezando por una clase abstracta AT_Fuente que tiene dos subclases AT_FuenteAdministrativa y AT_FuenteEspacial.

El hecho de que el modelo esté dividido en paquetes permite que su desarrollo se pueda realizar de manera relativamente independiente y que sea factible relacionarlo con otros paquetes que están fuera del dominio propio del MDAT, como es el caso de la gobernanza del riesgo o el medio ambiente. A continuación, se describen algunos paquetes que están relacionados o pueden relacionarse con el MDAT.

4.7.3.4 Sistema de Referencia Espacial, SRE

Su implementación es parte de un sistema catastral convencional y puede admitir sistemas de referencia locales. Es fundamental para la calidad de los datos catastrales espaciales y en el MDAT se puede introducir por medio de un atributo conforme la ISO 19111 (Información geográfica. Sistemas de referencia espaciales por coordenadas). Un ejemplo puede expresarse en las siguientes clases para el MG (Modelo Geométrico): MG_Punto en AT_Punto, AT_UnidadEspacial y AT_GrupoUnidadEspacial; MG_Curva en AT_BordeCara; y MG_Superficie en AT_BordeCara.

4.7.3.5 Ortofotos, imágenes satelitales, datos lidar y modelos de elevación

Los límites catastrales (considerados como bordes en el modelo) pueden dibujarse tanto sobre las ortofotos como sobre las imágenes satelitales. La fuente de las imágenes puede describirse en los atributos de las clases AT_FuenteEspacial y CD_Element (CD: Calidad del Dato) del AT_ObjetoVersionado. Las imágenes se incorporan en el MDAT por medio de LA_FuenteEspacial.

4.7.3.6 Topografía y/o planimetría

Este paquete por sí solo es un dominio debido a que sus productos, entre los que se encuentran la cartografía (base de datos) topográfica y planimétrica están fuera del MDAT, pero pueden usarse para la definición de los límites catastrales y su mantenimiento o actualización. Los datos topográficos cuando se trata de la evidencia de campo también pueden considerarse una fuente espacial.

USC DE SANTIAGO

4.7.3.7 Geología, información geotécnica y de suelos

Es importante para la gestión de la minería y el uso del suelo (ej.: agricultura), siendo dominios externos en sí mismos. El MDAT admite atributos obtenidos de procesos de recolección de datos temáticos como los geológicos, de suelos, etc., en cuyo caso se puede considerar la relación del MDAT con la minería, por ejemplo, incluyendo a las concesiones y compañías de exploración/explotación como participantes.

4.7.3.8 Registro de las tuberías y cables especialmente vitales y peligrosos

El registro de cables y tuberías se hace en el atributo externo denominado extRedServicioPúblico que está asociado a la entidad AT_EspacioLegalRedServicioPúblico que es una subclase de la clase AT_UnidadEspacial. El MDAT se ha desarrollado para gestionar espacios legales en 3D e incluye la posibilidad de registro del acceso a los servicios básicos que usualmente están bajo la superficie como restricciones en los derechos de otros participantes; este es el caso, entre otros, de las tuberías enterradas bajo la superficie, los derechos de vía, afectaciones y servidumbres.

Es importante reconocer que el espacio legal que rodea a un cable de una red de servicios o una tubería no necesariamente coincide con el espacio físico de la red; los servicios pueden ser visibles como las antenas que deben tener línea de vista entre ellas. Para todas las redes de servicios, la representación de la distribución del espacio en 3D es muy importante como en el caso del acceso a los aeropuertos.

4.7.3.9 Registro de la dirección domiciliaria incluyendo los códigos postales

Los estándares para las direcciones están en la ISO 19160. Estas direcciones domiciliarias en el MDAT se refieren a las direcciones de las unidades espaciales (ubicación de los "objetos") aunque por supuesto, los participantes también pueden tener direcciones (direcciones domiciliarias de los "sujetos"). Las direcciones y otros atributos de los participantes están disponibles por medio del atributo externo extParticipante, en referencia a las personas naturales o a las compañías.

4.7.3.10 Registro de los edificios por medio de su geometría (2D/3D) y sus atributos

La información debe actualizarse progresiva y estructuradamente desde sus representaciones 2D a 3D, utilizando los estándares ISO 19152 (LADM) y 19156 (Observaciones y Medidas). También es necesario el desarrollo de normas para el registro de la infraestructura que construye la ingeniería civil, mediante el estándar LandXML (alineado con LADM) para el uso de la información catastral en 3D como en el caso de los edificios sobre y bajo la superficie. En los casos de las construcciones como túneles, puentes y redes de servicios, la sobreposición de objetos es importante desde el punto de vista legal y espacial.

4.7.3.11 Registro de personas naturales

Los datos legítimos de la población, considerados como atributos, se relacionan con el registro de los participantes: nombre, fecha de nacimiento, dirección, sexo, etc., que generalmente se encuentran en un registro civil o padrón.

4.7.3.12 Registro de personas no naturales o jurídicas, compañías, instituciones

Atributos similares que los de las personas naturales en sus respectivos registros como el mercantil, ministerial, clero, militar, etc.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

4.7.3.13 Registro de áreas contaminadas

Es necesario para determinar las responsabilidades de las consecuencias de la contaminación o las restricciones y responsabilidades que pueden relacionarse con el MDAT. El dominio de este registro puede ser un desarrollo futuro. Algo similar puede ser válido para los niveles de energía de edificios, registro minero, etc.

4.7.3.14 Registro de patrimonio, historia cultural, monumentos

Puede incluirse utilizando atributos locales definidos para cada propósito. De igual manera se puede registrar las restricciones y responsabilidades que se propongan para la gestión de estos objetos legales.

4.7.3.15 Registro de aviones y barcos

Hay que distinguirlos entre muebles e inmuebles; sin embargo, se incluyen porque pueden corresponder a una hipoteca y estar utilizados en un espacio geográfico temporal o permanente como un canal de agua.

4.7.3.16 Registro de predios en riesgo

En la relación con el MDAT, incluyendo como participantes a las organizaciones asociadas con la gobernanza y gestión del riesgo, es necesario registrar las restricciones de acceso a esos espacios para evitar consecuencias futuras, como es el caso de la prohibición de la construcción. Es posible incluir en el modelo las responsabilidades que se prevé incluir de acuerdo con las posibles consecuencias de un desastre. El desarrollo del modelo de este dominio correspondiente al registro de las áreas en riesgo puede ser un desarrollo futuro para las áreas de las jurisdicciones involucradas.

4.7.4 Las restricciones y responsabilidades del territorio en el MDAT

El MDAT establece las bases para la implementación eficiente y funcional de sistemas que ha sido ideados para ambientes computacionales distribuidos. Algunas opciones todavía pueden ser comprobadas mediante la ejecución de proyectos piloto, considerando que el modelo apunta a la protección de los derechos sobre la tierra promovidos por UN-Hábitat. El desarrollo futuro del STDM como una particularidad del LADM representa una solución genérica para la construcción de sistemas de administración de tierras flexibles. A partir de las características de esta funcionalidad nace la oportunidad de traducir y adaptar la construcción de un MDAT para la solución de la gestión del riesgo en la administración del territorio y la tenencia de tierras.

A continuación, se presenta un modelamiento conceptual de la relación del MDAT con los procesos de la gestión del riesgo, tomando como ejemplo algunos ejemplos de casos documentados en los casos del Anexo C de la norma ISO 19152 en los que se aplica su flexibilidad y funcionalidad.

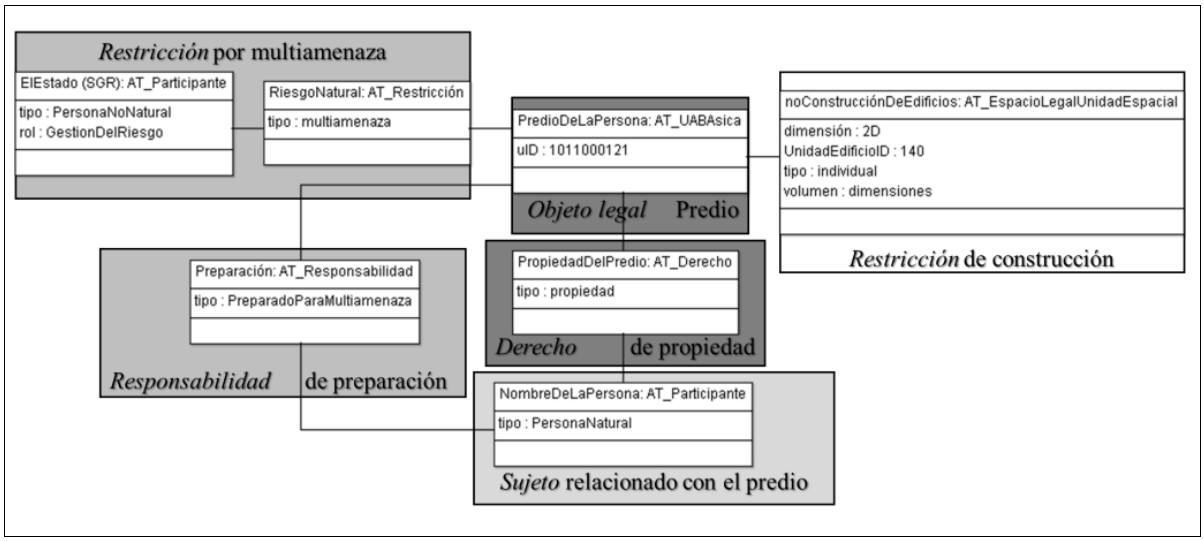
Se han adaptado tres casos: 1) una restricción de uso del suelo que se representa en el caso 9; 2) una responsabilidad de informar la situación de impedimento de construcción en un lote que tiene un predio, previa la ejecución de una transferencia, representada en el caso 22; y 3) una restricción de una parte de un predio en la que no se puede construir por una condición de seguridad, que se representa en el caso 23.

En todos los casos, la relación se realiza en la unidad administrativa básica a la que pertenece el predio al que se asocian los derechos, restricciones y responsabilidades, que también se asocian con un participante. De igual manera el Estado, como participante y por medio de su organización encargada de la gestión del riesgo es la entidad que asigna las restricciones y responsabilidades de acuerdo con sus estudios de vulnerabilidad. En los

ejemplos detallados a continuación se ha omitido los posibles atributos de las entidades para facilitar la interpretación.

En el primer ejemplo se aprecia que una unidad administrativa básica representada por una unidad espacial o predio tiene una asociación de derecho de propiedad con una persona natural como participante. Tiene una restricción por riesgo multiamenaza que ha sido establecida por un miembro participante de la gestión del riesgo que se transfiere como una restricción para la construcción de edificios. Al mismo tiempo, para el propietario se establece una responsabilidad de estar preparado para el riesgo por multiamenaza (adaptado del caso Anexo 9), Lám. 46.

En este ejemplo sencillo se aprecia la interacción entre dos entidades diferentes integradas en un mismo modelo. La restricción y la responsabilidad por multiamenaza asignadas al predio son consecuencia de la información que llega de un dominio externo diferente al MDAT. Debido a que en un predio existe la posibilidad de realizar construcciones, la restricción lo impide. Si no existieran las restricciones y responsabilidades, el modelo sería el del tradicional catastro sujeto – derecho – objeto.

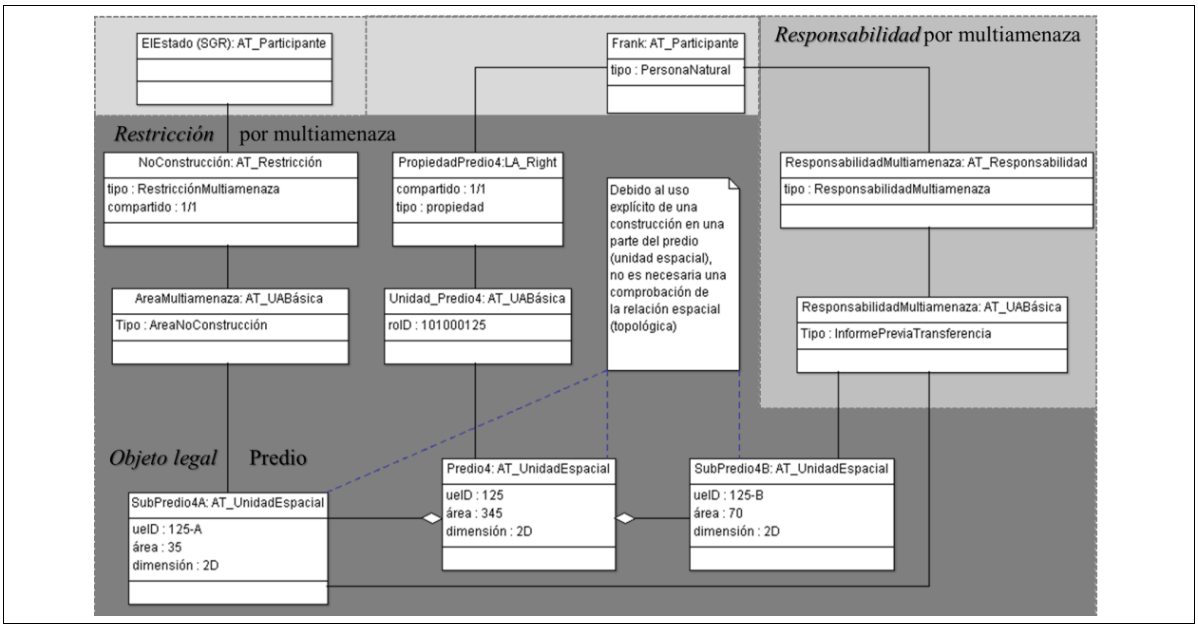


Lám. 46. Restricción para la construcción de edificios en un predio y responsabilidad de preparación frente al riesgo asignada al participante. Fuente: autor

El segundo ejemplo, Lám. 47, se refiere a un derecho de uso que establece una restricción para la construcción en solamente una parte del predio y responsabilidad de informar en caso de hacer una transferencia de parte o todo el predio, a otro participante distinto, (adaptado del caso Anexo 22).

Solamente una parte (lote o subpredio 4A) del predio que tiene como derecho de propiedad un participante está sujeto a una restricción para la construcción de acuerdo con la condición proporcionada por un participante del Estado que puede ser la SGR. Este predio también se asocia con una responsabilidad de informar las condiciones de esa restricción cuando el participante que tiene el derecho de propiedad realice una transacción, entre las que se encuentra la compra/venta.

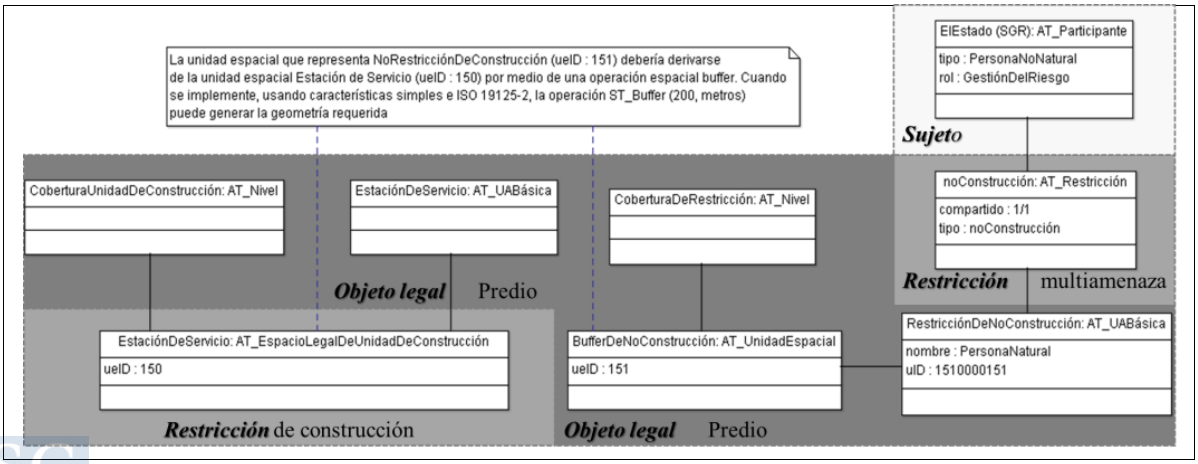
USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA



Lám. 47. Restricción para la construcción por multiriesgo en parte o todo el predio y responsabilidad de informar de una transferencia. Fuente: autor

En el tercer ejemplo, Lám. 48, se representa la restricción de un área en la que no se puede construir en un radio de 200 m debido a la notificación de una legislación superior que autoriza el uso específico del predio en este caso como estación de servicio. Es necesario hacer una operación espacial de zona (buffer) para definir la asociación de esta unidad espacial (predio) con su correspondiente unidad administrativa básica que al mismo tiempo tiene un propietario con derecho de propiedad (adaptado del caso Anexo 23).

La legislación (como fuente externa, perteneciente a un dominio diferente al del LADM) establece la prohibición de construir a una determinada distancia de una estación de servicio. El área que se crea con la operación buffer se representa en un nivel, en el que se puede hacer constar a todos los predios que tienen esta condición. Los objetos que ya estén construidos sobre o bajo esta área asumen también la condición de restricción. Para la gestión del riesgo, estos objetos pueden ser considerados dentro de un plan de reubicación como medida de prevención.



Lám. 48. Restricción de área en la que no se puede construir. Fuente: autor

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Con la información y ejemplos de los anexos de la ISO 19152 LADM es posible adaptar nuevos elementos necesarios para la administración del territorio hasta configurar el perfil nacional que tendrá todas las particularidades de acuerdo con su legislación, condiciones técnicas, económicas, sociales y políticas. En el caso de este estudio se ha tratado algunos ejemplos con los elementos de la gestión del riesgo para que sean integrados en un solo sistema.

4.7.5 Impacto del establecimiento del MDAT

El mayor impacto del MDAT se establece a partir del reconocimiento del LADM como un estándar ISO, cuya aplicación ofrece la posibilidad de estructurar, organizar y representar en una única base de datos los predios y las personas en su relación con el territorio. Esta integración permite tener una herramienta para la administración del territorio incorporando para el análisis, a todos los componentes necesarios en un mismo ambiente estandarizado.

El MDAT está diseñado para apoyar las demandas de la sociedad que se manifiestan en las políticas estatales y está construido para cubrir una serie continua de derechos de la tierra.

La administración del territorio bajo el modelo MDAT asegura el registro y asociación de los datos relacionados con los participantes; los derechos, responsabilidades, restricciones de los predios y las unidades administrativas básicas; los datos de las unidades espaciales, el relevamiento de información y la topología/geometría. Los conjuntos de datos de estos componentes se representan en paquetes que pueden ser desarrollados en lenguaje computacional UML y diagramas de clase.

Todos los datos de la administración territorial se documentan en fuentes de documentos auténticos y verificables que son la base para la gestión institucional confiable. El uso de información territorial certificada sirve de sustento para la seguridad de la tenencia, la ejecución de transacciones y el establecimiento de nuevos derechos, responsabilidades y restricciones sobre la tierra respecto de otros dominios que gestionan el territorio entre los que se encuentra el riesgo.

El MDAT tiene la capacidad de:

- Apoyar el desarrollo progresivo de nuevos catastros integrados con los registros de la propiedad, incluyendo la parte geográfica y cartográfica con los requerimientos específicos de los municipios.
- Apoyar la integración organizacional como en el caso de los registros de la propiedad y oficinas de catastros que generalmente están separados.
- Apoyar la conformidad y estandarización de las bases de datos redundantes y la reducción de la duplicidad de datos que existe en la actualidad, fomentando la creación de una IDE.
- Apoyar en la elaboración de los planes de desarrollo y OT integrándose con otros paquetes de datos desarrollados según el diagnóstico de los sistemas y las variables utilizadas en la elaboración de la planificación o en otros sectores importantes como las gestiones del riesgo o del ambiente.

El MDAT una vez implementado necesita mantenimiento continuo o puede desactualizarse, incumplir su objetivo y desaparecer. Esto significa que el uso de los estándares y la información proporcionada deben ser monitoreados continuamente (ej.: número de descargas).

Es necesario profundizar investigación complementaria a MDAT, integrándola con otros estándares de geoinformación (ej.: para juntar espacios legales a su contraparte física

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

representada en cityGML, landXML, BIM/IFC) para la incorporación de otros dominios en la administración territorial, como es el caso de la gestión del riesgo.

4.8 LAS INFRAESTRUCTURAS DE DATOS ESPACIALES EN LA GESTIÓN DEL RIESGO

El riesgo y sus consecuencias tienen una naturaleza espacial cuya geolocalización o ubicación específica es necesaria para gestionar de manera precisa la planificación de la mitigación o la prevención, como parte de la gestión del riesgo de desastres. En la planificación territorial, la información precisa sobre la tierra y las relaciones de las personas con los territorios se registra parcialmente en los actuales sistemas catastrales municipales. En paralelo, la geoinformación relacionada con los componentes físico ambiental, sociocultural, económico productivo, de asentamientos humanos y político institucional necesarios para la planificación del ordenamiento territorial en el Ecuador (Secretaría Nacional de Planificación, 2023) se gestiona en las organizaciones relacionadas en los ámbitos sectorial y nacional.

En este contexto, el establecimiento de nuevos sistemas catastrales evolucionados a sistemas de administración de tierras, adoptando la norma ISO 19152 LADM, adquiere mayor importancia para mejorar la capacidad de la toma integrada de decisiones en la administración del territorio. Adicionalmente, su integración con otros sistemas de información como los empleados para las gestiones del riesgo, ambiental, de seguridad, entre otras, que han sido desarrollados en los diferentes niveles de administración del estado, es una prioridad.

La creación de una IDE para la gestión integrada del territorio y del riesgo habilita que los niveles de gobierno, la empresa, los ciudadanos y la sociedad dispongan de la información detallada, estandarizada y actualizada producida por las partes interesadas en los sistemas de administración de tierras, junto con información consistente sobre el riesgo para la tierra y la propiedad. La necesidad de esta propuesta ha sido probada parcialmente en los recientes y continuos eventos causados por las múltiples amenazas naturales en el Ecuador.

Uno de los objetivos de esta investigación es evaluar la estructura de un marco de referencia que permita incluir el análisis del riesgo por múltiples amenazas en la planificación del uso de la tierra a nivel predial en el entorno de una IDE; por lo que se requiere comprender los conceptos y las relaciones de la gestión de la geoinformación para la administración del territorio en el entorno de la gestión del riesgo (Salazar et al., 2022).

4.8.1 Conceptos de las infraestructuras de datos espaciales en la gestión del riesgo como parte de la administración del territorio

La relación entre el riesgo y la administración del territorio es de suma importancia y se origina por la necesidad de que la sociedad mantenga un proceso que administre, valide y certifique todos los derechos, restricciones y responsabilidades relacionados con la tierra. A medida que se obtiene, actualiza y mantiene permanentemente la información sobre el riesgo, es posible incorporarla a los sistemas de administración de tierras (Salazar et al., 2022), mediante la inclusión de más variables que dependen de las necesidades de los sitios de implementación o de los enfoques que se les quiera dar a los sistemas catastrales, incluyendo la gestión del territorio, su mejora, resolución de conflictos y asignación de tierras (Augustinus et al., 2006).

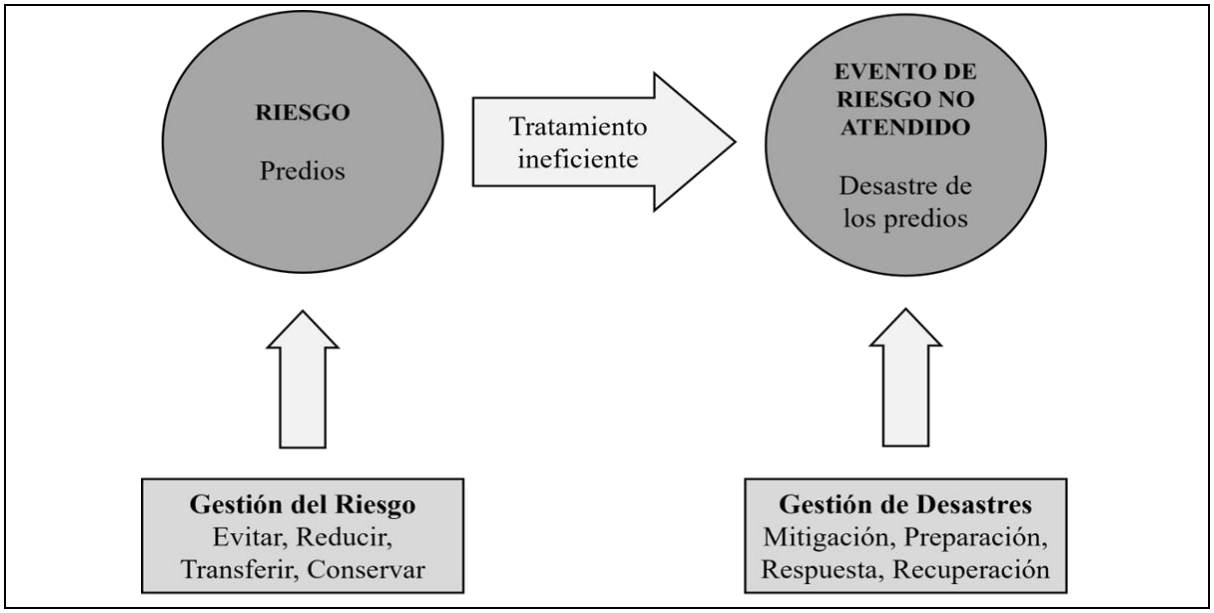
Los sistemas de administración de tierras, en gran parte basados en los modelos de los sistemas catastrales tradicionales del siglo XIX, han encontrado dificultades para adaptarse a la realidad actual. A diferencia de los derechos, restricciones y responsabilidades tradicionales que están definidos parcialmente respecto de la tenencia y valor, la incorporación de restricciones y responsabilidades frente a los riesgos o los usos de la tierra es desconocida o no está registrada. Como resultado, a menudo los riesgos se tienen escasamente en cuenta en

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

la planificación, reflejándose en la falta de difusión y acceso a esta información por parte de los interesados.

Recientemente se ha prestado mayor atención a la importancia de comprender, identificar y gestionar los riesgos debido al incremento de los desastres en el mundo. Se justifica entonces, la necesidad de poseer información oportuna y precisa sobre la tierra, la tenencia y el riesgo por medio de modernos sistemas de información de tierras capaces de proporcionarla determinando la naturaleza y ubicación de la propiedad amenazada. De esta manera se define un nuevo rol para los sistemas de administración de tierras como apoyo a la recopilación y difusión de información a mayor detalle en el nivel municipal.

Se evidencia la necesidad de información sobre la propiedad y el riesgo. La gestión del riesgo se centra en comprenderlo y tomar las medidas para identificarlo, analizarlo, evaluarlo, tratarlo, monitorearlo y revisarlo a fin de evitar que se convierta en un desastre. La gestión de desastres, aunque similar, tiene un enfoque en los aspectos de mitigación, preparación, respuesta y recuperación ante un evento causado por el riesgo no atendido. El requisito común de información consistente sobre el riesgo es la relación entre las dos gestiones.



Lám. 49. Relación entre la Gestión del Riesgo y la Gestión de Desastres. Adaptado de Sanabria, 2014

Con base en la información disponible, la gestión del riesgo puede implementar acciones respecto de las cuatro opciones para tratar el riesgo: evitar el riesgo, reducir el riesgo, transferir el riesgo o conservar el riesgo (K. Potts et al., 2012). Si este tratamiento del riesgo falla o es ineficaz y, como resultado ocurre un evento a gran escala, se inician los procesos de gestión de desastres, Lám. 49.

Una gestión del riesgo implementada efectivamente motivará que nunca ocurra o se minimice al máximo un evento de desastre. El acceso a la geoinformación relevante sobre los riesgos puede aumentar sustancialmente la efectividad de la selección del tratamiento más adecuado. La capacidad para que esta información se difunda a las partes interesadas depende de la coordinación y el intercambio dentro de un mismo entorno conceptual, lógico y físico.

La efectiva selección del tratamiento del riesgo está determinada en gran medida por la cantidad y calidad de información disponible para la toma de decisiones y la consiguiente reducción de la probabilidad de un desastre a gran escala. Igual consideración es válida para el

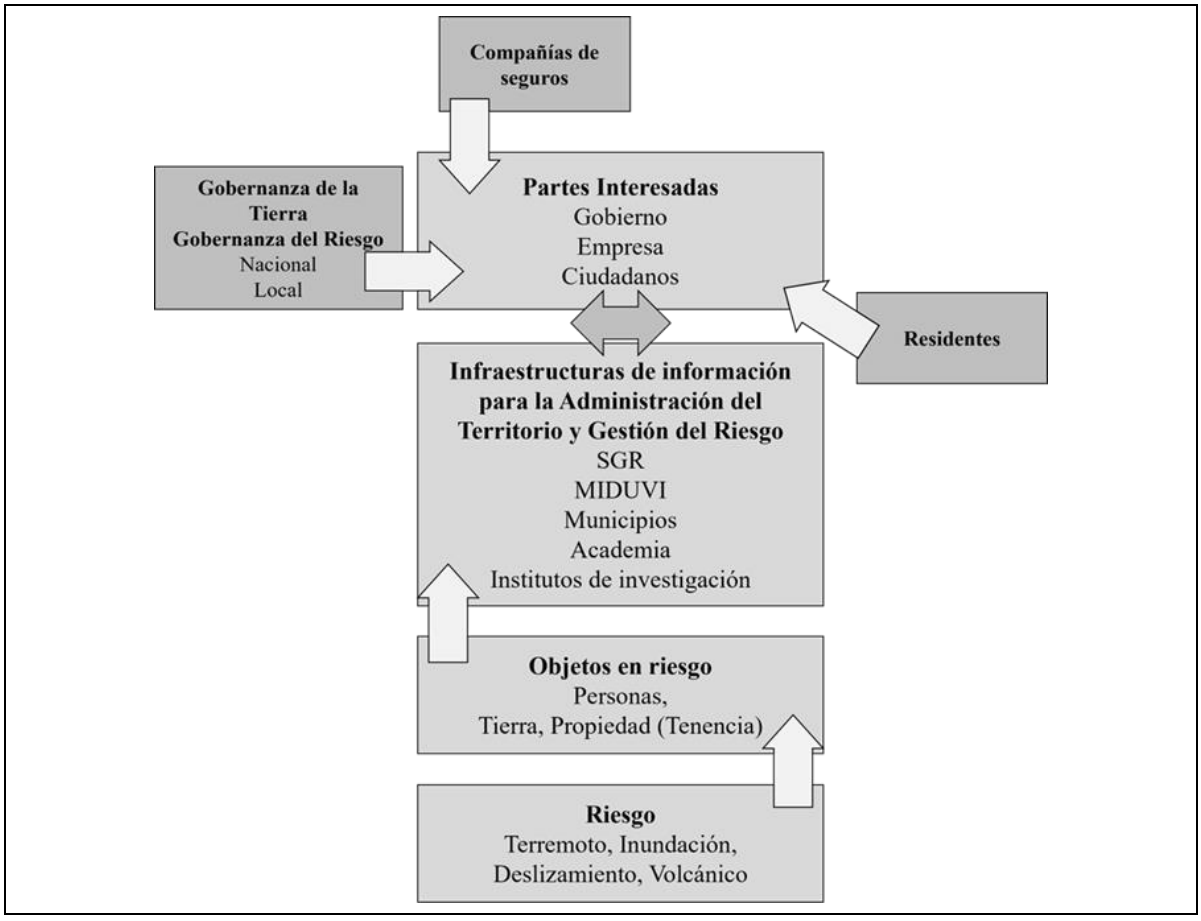
USC DE COMPOSTELA

caso de una efectiva gestión de desastres en las fases de mitigación, preparación y respuesta efectivas. Luego de la evaluación de la gestión de la geoinformación de las partes interesadas se puede proponer soluciones para resolver los problemas de la accesibilidad.

El contexto para la administración integrada del territorio se ha desarrollado a partir de la investigación realizada para obtener una respuesta al problema recurrente de la falta de una infraestructura que facilite la coordinación, la estandarización, el intercambio, la integración y la difusión de información consistente sobre el territorio (Todorovski et al., 2021) y el riesgo en el Ecuador mediante la creación de una IDE. La disponibilidad de información confiable, precisa y oportuna para la toma de decisiones es indispensable.

Los resultados de la investigación demuestran que la capacidad actual de los niveles de gobierno, la empresa y los ciudadanos para gestionar los riesgos de la tierra y la propiedad es limitada. Los problemas asociados con la coordinación, el intercambio, la integración y la difusión de información se agravan por la presencia de sistemas de administración de tierras (catastros municipales tradicionales) no estandarizados y obsoletos.

El análisis de la propuesta de creación de una IDE para la gestión del riesgo en el caso ecuatoriano, de acuerdo con el modelo propuesto por Potts et al. (2012) (K. Potts et al., 2012), ha considerado cuatro agrupaciones diferentes de entidades: los riesgos, los objetos en riesgo, las infraestructuras que gestionan la información territorial y las partes interesadas, Lám. 50; la explicación de los resultados obtenidos para cada grupo se detalla a continuación.



Lám. 50. Modelo operacional del marco referencial del riesgo. Adaptado de la propuesta de Potts et al., 2012

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

El grupo Riesgo, contiene la información que describe la naturaleza de los diferentes tipos de amenazas que pueden llegar a ser un riesgo afectando a la tierra y el territorio (predios). Algunos ejemplos son las inundaciones, los deslizamientos de tierra, el aumento del nivel del mar, los terremotos, las tormentas, las erupciones volcánicas. Todos estos riesgos, si se llegan a convertir en eventos de desastre, afectarán de alguna manera la tierra y los predios.

El grupo Objetos en riesgo, representa el reconocimiento de que un riesgo particular afecta la tierra y los predios que están relacionados con una persona o sujeto con la que tiene una conexión. Si no existe una relación entre la persona y el riesgo, entonces no se puede crear ningún objeto de riesgo. De manera similar, si existe una relación entre una persona y un riesgo, pero no se la ha reconocido, no se creará el objeto de riesgo.

En el grupo Infraestructuras de información, están todas las capas que generan y almacenan información sobre la tierra y los predios. Incluye información sobre derechos, restricciones, responsabilidades sobre la tierra. Esta información es esencial para todas las partes interesadas debido a que las decisiones sobre la tenencia, el valor, el uso y el desarrollo de la tierra se toman con base en esta información disponible.

El grupo Partes interesadas, representa a todos los sujetos que tienen algún interés en la gestión de los riesgos para la tierra y los predios. Dentro de esta capa, las partes interesadas reúnen la información requerida para implementar una efectiva gestión del riesgo en todos los niveles.

Para obtener de modo dinámico la información de las capas inferiores y superiores del marco de referencia debe existir una infraestructura segura. De este modo, la información de todos los niveles puede difundirse a las partes interesadas. La información sobre el riesgo que reciben de los estratos inferiores se puede utilizar también para informar las decisiones sobre su tratamiento, lo que puede originar problemas multinivel.

En el contexto de este modelo conceptual, el grupo de las infraestructuras de información representa un entorno coordinado donde se han establecido acuerdos para permitir el intercambio de información. De este modo, la información de los niveles inferiores se puede difundir fácilmente para que todos los interesados en la gestión del riesgo tengan acceso. En este marco, el sistema de administración de tierras actúa como el núcleo que integra todas las demás infraestructuras de información entre las que se encuentra el riesgo.

Esta infraestructura integradora se configura como una IDE para apoyo a la gestión del riesgo dentro de un modelo de administración del territorio que recopila, registra y difunde la información sobre la tenencia, el valor, el uso y el desarrollo de la tierra. Por lo tanto, la incorporación de información de restricciones y responsabilidades frente a la vulnerabilidad de los predios está también dentro del alcance de la función integradora de la IDE.

Con este modelo conceptual de IDE propuesto, al descubrir un gran riesgo que puede afectar a muchos intereses (varios predios vulnerables de varios municipios diferentes, por ejemplo), se posibilita que la población esté más informada y preparada mediante el acceso a información valiosa al momento de intentar realizar alguna transacción sobre un predio. Si los ciudadanos son capaces de conocer la existencia de riesgo a nivel predial y de comprender su situación, los procesos de gestión del riesgo pueden realizarse de manera más efectiva y la toma de decisiones más inteligente.

Sobre la base de este enfoque, una parte interesada puede ingresar al sistema una dirección real o un código catastral de interés y buscar todos los riesgos que afecten a ese predio dentro del sistema. Con el sistema habilitado espacialmente, se posibilita efectuar consultas más complejas, permitiendo conocer otros aspectos específicos de la tierra y el territorio como la planificación del uso de la tierra y su desarrollo. Si la idea se extiende aún

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

más, existe la posibilidad de incluir datos de fuentes múltiples y restringir la búsqueda a personas autorizadas de acuerdo con la sensibilidad de la información.

Con estos antecedentes, revisadas las múltiples definiciones que se han propuesto, el concepto de IDE adoptado en este documento corresponde a la combinación de las definiciones proporcionadas por Bernabé M.A. y López C. (2012) y Groot et al. (2000), que la describen como el conjunto de mecanismos legales, organizacionales, tecnológicos, económicos y humanos que facilitan mediante protocolos estandarizados, el acceso a la geoinformación con el máximo aprovechamiento de las TIC.

Idealmente, las IDE están en condiciones de permitir a un usuario común o a un gestor de geoinformación la localización y acceso a los datos más actualizados generados en cada uno de los sectores, sin la necesidad de transformarlos (Bernabé & López, 2012). Y, de acuerdo con Groot et al. (2000), una IDE promueve su uso para garantizar que la inversión en la recopilación y gestión de información espacial se realice en la fuente a fin de que proporcione en todo momento un conjunto de datos en constante actualización, disponible y utilizable

Por otro lado, la introducción del concepto de administración del territorio en el contexto de una IDE involucra no solo la información de la tierra en su componente físico sino la de sus relaciones con los sujetos que interaccionan con ella. Esta administración del territorio que se convierte en regional integra, entonces, los sistemas de administración de tierras de los municipios, para que en un solo ambiente puedan ejercer sus responsabilidades de planificación del uso de la tierra a nivel predial en todos sus componentes tanto de las áreas rurales como de las urbanas.

Para este modelo, todo espacio de tierra se asume como un elemento fijo o inmueble que puede ser analizado, representado y clasificado a su vez de muchas formas, de acuerdo con los diversos modelos conceptuales muchas veces difíciles de abordar debido a su compleja dinámica y comportamiento como, es el caso todo espacio de tierra frente a un riesgo. En paralelo, las instituciones en el transcurso del tiempo han desarrollado diferentes modelos de la tierra y el territorio conforme las percepciones conceptuales utilizadas para diferentes estudios especializados, generando gran cantidad de información geoespacial temática.

Bajo los principios de gobernanza de la tierra, a la administración del territorio le interesa solucionar, entre otros aspectos, la demanda de seguridad de la tenencia de la tierra respecto de los derechos, así como la incorporación de las restricciones y responsabilidades que se deriven hacia los sujetos de acuerdo con las normas establecidas para cada predio. Estas restricciones y responsabilidades pueden derivarse de las diversas clasificaciones de uso de la tierra que se consideren: urbana, rural, agrícola, ganadera, de expansión urbana, de conservación, así como de su ubicación respecto del riesgo.

La difusión de esta gran cantidad de geoinformación necesita una gestión transparente y un eficiente intercambio de datos que se encuentran dispersos en varias instituciones y organizaciones. Para lograr este objetivo se requiere una importante coordinación inicial del gobierno central que incluya la participación amplia de los involucrados, y el establecimiento de estándares que permitan la interoperabilidad de los datos.

Este estudio ha considerado la multiamenaza como elemento generador de restricciones y responsabilidades de uso de la tierra a nivel predial en función de su vulnerabilidad. Estos datos integrados en una IDE son muy importantes para la toma de decisiones en todas las fases de la gestión del riesgo y la gestión de desastres.

En la fase de prevención, las autoridades locales pueden 1) conocer anticipadamente, por cada tipo de evento, la potencial afectación a los predios expuestos y por tanto los elementos físicos y personas vulnerables para preparar planes y programas de información, capacitación y diseño de métodos de alerta temprana más focalizados; 2) orientar la planificación del

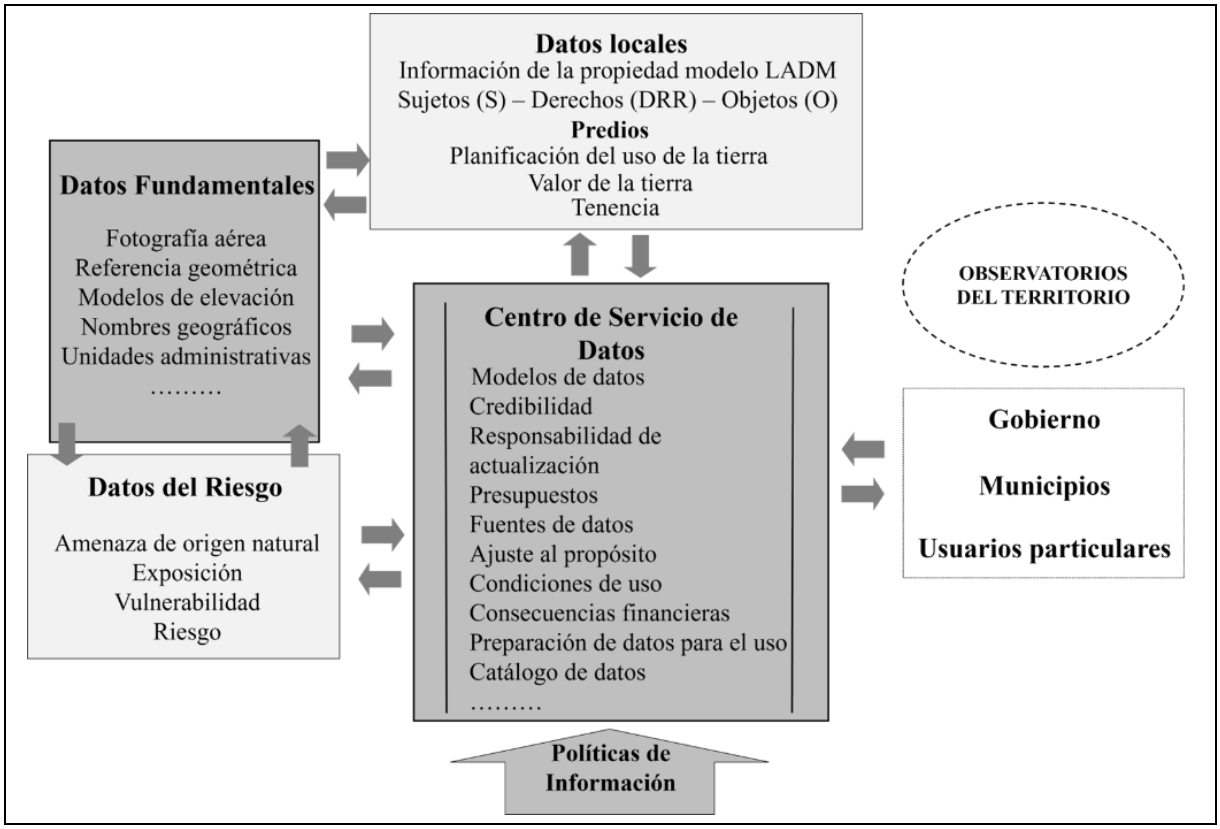
USC
DE COMPOSTELA

desarrollo futuro evitando la exposición de los predios al peligro; y 3) realizar las obras de mitigación necesarias en cada caso.

Durante el evento, este sistema de difusión e intercambio de información de amenaza, vulnerabilidad y riesgo rápidamente puede delinear los daños potenciales a las personas y los predios que pueden verse afectados. Complementado con información entiempo real, esta infraestructura de datos facilita la adecuada orientación de los esfuerzos de los organismos encargados en las actividades de búsqueda, rescate y socorro.

Finalmente, después del evento se puede actualizar cada sistema de la infraestructura de datos con los resultados de los análisis, nuevas experiencias e información validada por cada uno de los actores respecto de los efectos reales causados por el desastre y el valor estimado de la pérdida. Entre otros aspectos, se facilita el análisis de la situación legal de la tenencia para diseñar futuros procesos de reubicación o restablecimiento de los derechos sobre la tierra que han sido afectados.

Con el establecimiento del concepto de una IDE se puede integrar virtualmente en un ambiente computacional descentralizado, la información del territorio con la del riesgo, Lám. 51, evitando que sea almacenada en una sola base de datos y procesada de forma centralizada. La gestión y difusión de toda esta gran cantidad de información se hace por medio de un centro de servicio de datos que puede materializarse como un geoportal de acceso libre por medio del internet.



Lám. 51. La información geoespacial integrada para la gestión del riesgo en una IDE. Adaptado de Groot et al., 2000

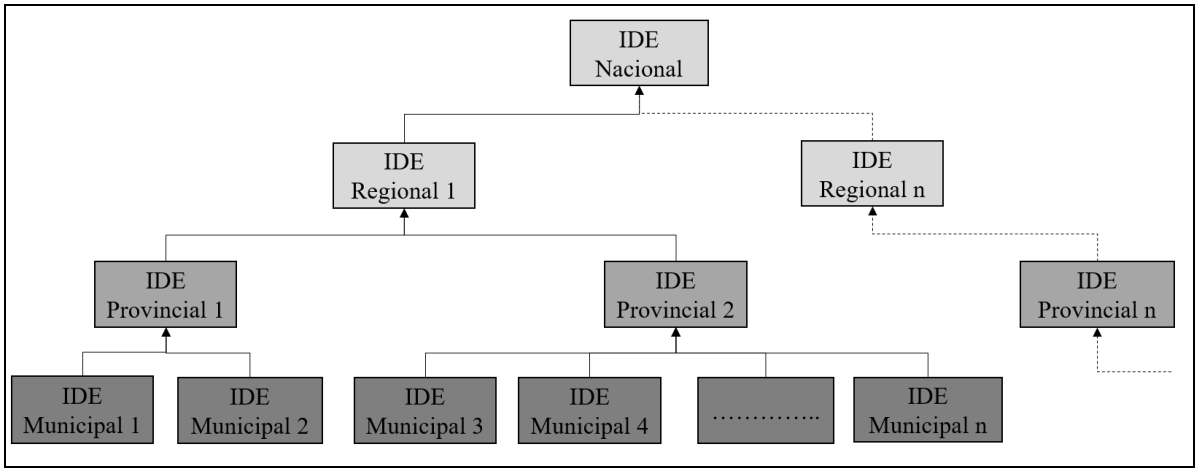
De acuerdo con Bernabé et al. (2012) y, con base en los principios adoptados por la Directiva INSPIRE, una IDE debe tener las siguientes condiciones:

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

- Que los datos se obtengan solamente una vez, se conserven y se actualicen en la organización específica en la que puedan ser mantenidos más eficientemente. Datos en la fuente.
- Que se facilite la combinación de información espacial generada en diferentes fuentes. Estandarización.
- Que la información obtenida a diferentes niveles/escalas se comparta procurando que la información más detallada se utilice para estudios más profundos a nivel local. Calidad de datos.
- Que se difunda la información geoespacial necesaria para alcanzar el buen gobierno en todos los niveles. Jerarquía.
- Que se facilite la búsqueda de información de acuerdo con su disponibilidad, su potencialidad de uso y sus condiciones de adquisición. Transparencia.

La difusión de la información territorial integrando el riesgo y la planificación del uso de la tierra debe permitir que las organizaciones involucradas en la administración del territorio y la gestión del riesgo trabajen directamente en el ámbito predial. De este modo se acata el criterio establecido en el concepto de catastro propuesto en la Declaración de Bogor de marzo de 1996 (Kaufmann & Steudler, 1998), que incentiva el desarrollo de sistemas catastrales simples, eficaces y adaptables a las poblaciones, que proporcionen el acceso a la información de la seguridad de tenencia formando parte de una IDE.

Se ha identificado una importante relación jerárquica entre la administración territorial local y los niveles político-administrativos que intervienen en la implementación de una IDE. Esta jerarquización se asimila a la formación de una "pirámide de bloques" (Rajabifard et al., 2000) que comienza en el nivel local, avanzando al provincial, regional y nacional, Lám. 52. Cada una de estas infraestructuras de datos crea un entorno conveniente para la integración de una variedad de productores y usuarios que demandan el acceso y la posibilidad de recuperar conjuntos de datos completos y consistentes de una manera fácil y segura utilizando la tecnología de una manera rentable.

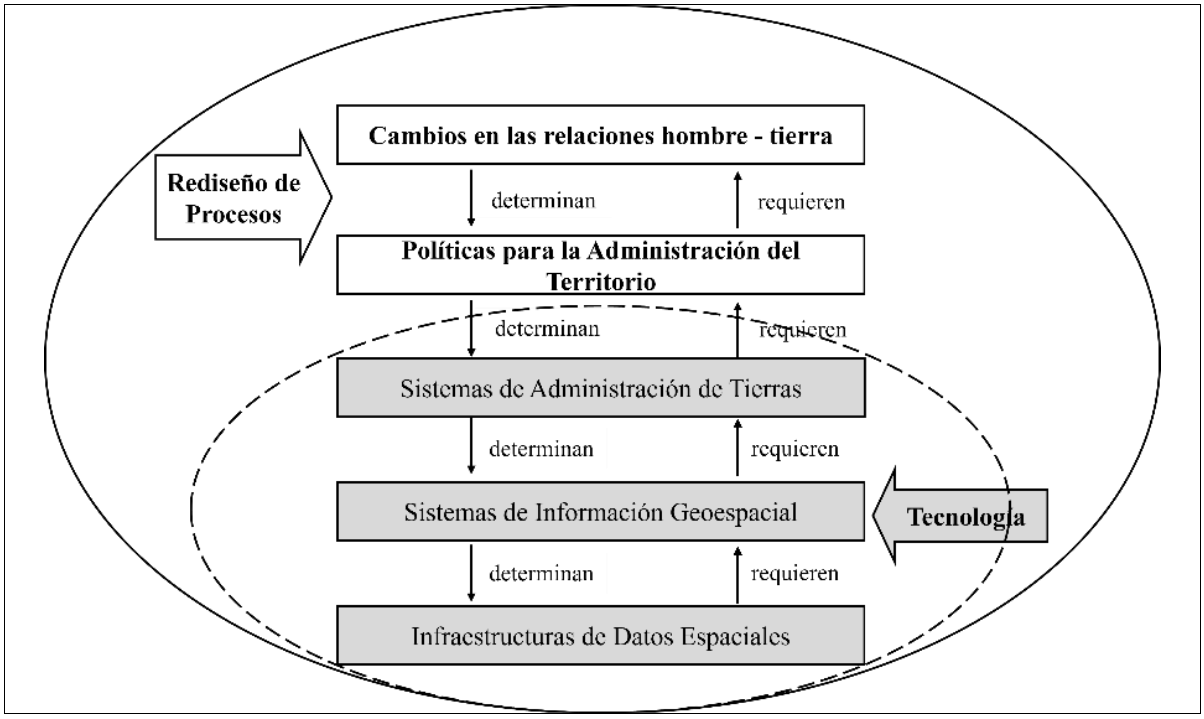


Lám. 52. La "pirámide de bloques" de una IDE. Adaptado de Rajabifard et al., 2000

La creación de una IDE en el ámbito municipal para la eficiente administración de su territorio integra la información local de la planificación del uso de la tierra con la información de la gestión del riesgo que generalmente se elabora a nivel nacional.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Para cubrir las necesidades de información en la toma de decisiones, a menudo se requiere soluciones de impacto como la reingeniería de los procesos y de los componentes de los sistemas involucrados en la administración del territorio (I. P. Williamson, 2010) como se muestra en la Lám. 53.



Lám. 53. Desarrollo de estrategias de información geoespacial para lograr el rediseño de procesos: Fuente: Autor

El desarrollo de las IDE locales por medio del establecimiento de estándares, el monitoreo del aumento de la producción de datos y el uso de la información con el objetivo de apoyar el desarrollo sostenible es un aspecto importante para la gobernanza del territorio. Para su creación se requiere establecer un marco institucional, organizacional, legal, económico y tecnológico coherente y dinámico. Esta tarea necesita establecer acuerdos mínimos y continuos entre las diferentes partes interesadas de los niveles e instituciones del gobierno, el sector privado y diversos sectores de la comunidad.

4.8.2 La institucionalidad de las infraestructuras de datos en el ecuador

En los últimos años han sucedido una serie de desastres debido a la activación de múltiples amenazas de origen natural que han causado daños a los diferentes usos de la tierra, la propiedad y las personas. Se incluyen varios eventos a gran escala que han causado devastación, interrupción y muertes, así como eventos a pequeña escala que crean desorden a nivel local.

Con el fin de gestionar estos desastres, la SGR publica periódicamente en su geoportal, información espacial y no espacial de los eventos sucedidos a nivel nacional, provincial y cantonal. No se incluye información sobre la tierra y la propiedad ni se mapea detalladamente la información del riesgo. La capacidad de encontrar rápidamente la ubicación de las personas y los predios afectados que se encuentran en el área de un potencial desastre y de la información de su zonificación respecto del uso del suelo es fundamental en todas las fases de la gestión de riesgos y la gestión de desastres. La información de la tierra debe ser fácilmente

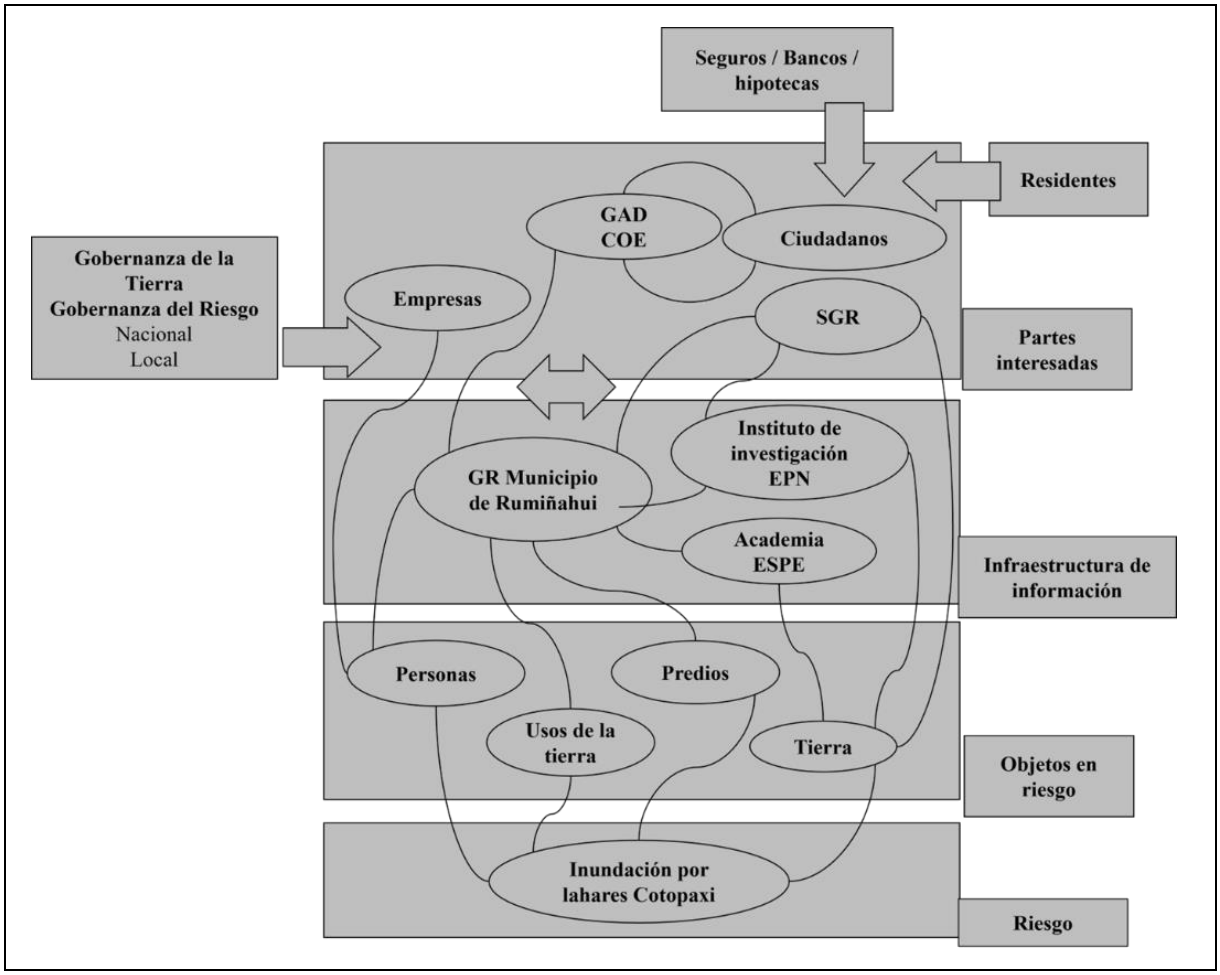
accesible. Por el momento, esta información no se publica en el portal. Ejemplos de estos eventos, de acuerdo con los informes de la SGR, 2016-2023 (Secretaría de Gestión de Riesgos, s. f.), incluyen, Tabla 19.

Tabla 19. Eventos de riesgo en el Ecuador desde 2016 - 2023

Evento	Ubicación	Fecha
Terremoto y sismo 13 eventos de magnitud entre 4.6 MLv a 7.8 MLv	Municipios de la costa: Esmeraldas, Manabí, Guayas, El Oro Municipios de la sierra: Pichincha, Loja, Carchi Municipios amazónicos	Entre 2016 y 2023
Incendio forestal 6 eventos	Municipios de la costa-sur Municipios de la sierra	Entre 2016 y 2023
Inundación, oleajes y lluvias torrenciales 12 eventos	Municipios de la costa Municipios de la sierra Municipios amazónicos	Entre 2017 y 2023
Actividad volcánica 3 eventos	Municipios de las Galápagos Municipios de la sierra Municipios amazónicos	Entre 2018 y 2023 (Volcán Cotopaxi en actividad)
Deslizamientos, hundimientos y socavamientos 7 eventos	Municipios de la Sierra Municipios Amazónicos	Entre 2020 y 2023

Para hacer la propuesta del desarrollo de una IDE orientada a la gestión del riesgo y la administración del territorio en el Ecuador se han adaptado las entidades nacionales involucradas en los cuatro grupos del marco referencial del riesgo, adaptado de Potts et al. (2012). El estudio piloto parte de la información de inundación por lahares como el riesgo activo actual ante la posible erupción del volcán Cotopaxi con el que se ha determinado la situación de los objetos en riesgo de una parte de los municipios de Rumiñahui y Quito (Ushiña Huera & Salazar Martínez, 2019), la infraestructura de información sobre la tierra y la propiedad y las partes interesadas en los diferentes niveles de administración del Estado, Lám. 54.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA



Lám. 54. El marco del riesgo aplicado a las inundaciones por lahares en el cantón Rumiñahui. Fuente: Autor

A continuación, se hace una descripción de las partes interesadas, las infraestructuras de información, los objetos en riesgo y los riesgos considerados para el evento analizado.

4.8.2.1 Partes interesadas en la administración del territorio y la gestión de riesgos

En el contexto de los desastres previstos en los Municipios de Quito y Rumiñahui se identificaron cuatro grupos principales de partes interesadas en la gestión de riesgos:

- El gobierno que participa en gran medida coordinando las organizaciones por medio de la SGR.
- Los GAD en todos los niveles y los municipios con sus planes de contingencia y sus COE.
- Las empresas que se refieren principalmente a los bancos y las compañías de seguros que han aceptado el riesgo y han financiado planes de vivienda y obras importantes en el sector.
- Los ciudadanos en general, que en su conjunto serían los más afectados por el desastre. Un gran número de ellos ha implementado poco o ningún esfuerzo para la gestión del riesgo.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

4.8.2.2 Infraestructuras de información

- El IG-EPN proporciona información y advertencias sobre la actividad volcánica basadas en actividad sísmica, posible caída de ceniza, flujos piroclásticos o flujo de lahares. Esta información se pone a disposición del público de forma gratuita a través de su sitio web (Home - Instituto Geofísico - EPN (igepn.edu.ec) durante el desastre en todas las fases.
- Departamentos de Planificación y Catastro de los municipios de Quito y Rumiñahui almacenan toda la información para la administración de tierras relacionada con infraestructura y servicios, datos catastrales e información topográfica. Incluye imágenes aéreas de la potencial extensión de la inundación por lahares, mapas antes y después del evento y de otros desastres, modelado y análisis de SIG, e imágenes satelitales.
- La academia proporciona información y estudios mediante publicaciones y proyectos de investigación sobre las posibles áreas de inundación, informes detallados de inundaciones históricas, proyecciones sobre potenciales pérdidas (Rodríguez et al., 2017). Apoya con información para los planes de emergencia y simulacros de evacuación; así como la posibilidad de ejecutar obras de mitigación.

4.8.2.3 Objetos en riesgo

Proporcionados por la academia a través de sus investigaciones sobre los objetos expuestos: predios e infraestructura potencialmente inundados y destruidos (Ushiña Huera & Salazar Martínez, 2019), (Rodríguez et al., 2017). Esta información es permanentemente compartida con los municipios de Quito y Rumiñahui.

4.8.2.4 Riesgo

La SGR junto con la academia también proporcionan mapas de los niveles y áreas de inundación, mapas de máxima inundación e informes de la fuente de inundaciones que incluyen ríos, arroyos, corrientes terrestres definidas.

4.9 ESTADO DE DESARROLLO INSTITUCIONAL DE LAS ORGANIZACIONES INVOLUCRADAS EN LA IDE PROPUESTA

Las organizaciones involucradas en el análisis del desarrollo de la IDE para la gestión del riesgo en el Ecuador se pueden ver en la Tabla 20 que resume la responsabilidad correspondiente y el rol que cumplen como parte de la administración del territorio integrada con la gestión del riesgo. Las organizaciones propuestas se agrupan en 1) las de orden político encargadas de los procesos de normatividad, 2) las usuarias que utilizan la información para la toma de decisiones, 3) los organismos especializados en la gestión del riesgo y 4) los municipios en sus diversos dominios y sectores de responsabilidad como la tenencia, e valor, la planificación del uso de la tierra y su desarrollo.

Tabla 20. Organizaciones principales que intervienen en la IDE propuesta

Organización	Responsabilidad de la organización
SNP	Encargada de la organización y funcionamiento del Sistema Nacional de Información
SOT	Superintendencia de ordenamiento territorial, coordina el uso de los suelos a nivel nacional
MIDUVI	Ministerio rector del Sistema Nacional de Catastro Integrado Georreferenciado de Hábitat y Vivienda

USC UNIVERSIDADE DE COMPOSTELA

MUNICIPIOS	Catastro inmobiliario, ordenamiento territorial, uso de la tierra, gestión del riesgo
REGISTROS DE LA PROPIEDAD	Registro de escrituras y títulos de propiedad
MAE	Gestión Ambiental que asegure el manejo sostenible de los recursos naturales estratégicos
MAG/SIGTIERRAS	Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica: registro, planificación, administración, uso y seguridad de tenencia de la tierra
SGR	Se encarga de identificar, analizar, prevenir y mitigar riesgos para enfrentar y manejar eventos de desastre; recuperar y reconstruir las condiciones sociales, económicas y ambientales afectadas por eventuales emergencias o desastres

Para establecer el grado del desarrollo y usabilidad de los sistemas de información geoespacial disponibles en las organizaciones involucradas que los utilizan para recolectar, almacenar, analizar, recuperar y visualizar la información de la tierra y los riesgos, se ha adaptado el modelo de cuatro dimensiones propuesto por Traub (2009) que se refiere al estado de desarrollo de uso de los SIG, en el que se encuentran: 1) los recursos humanos, 2) los recursos técnicos, 3) los recursos de información y, 4) los recursos organizacionales en un momento determinado (Dr. Karl-Peter Traub, s. f.). Este conocimiento es importante para establecer el punto de partida y definir los pasos o fases que se requieren para la implementación de la IDE.

En el modelo de Traub (2009), el grado de desarrollo se incrementa en la medida en que cada una de las dimensiones mejora equilibradamente respecto a la otra. Si las cuatro dimensiones se desarrollan a un ritmo similar o en paralelo, la IDE tiene más probabilidades de mantenerse; por el contrario, si una organización aún no ha alcanzado el primer nivel de una o más de las cuatro dimensiones, no se recomienda el establecimiento inmediato de la IDE sin realizar previamente una fase preparatoria de capacitación.

Las cuatro dimensiones analizadas, con sus variables y estado de desarrollo son:

4.9.1 Recurso Humano

Considera las variables capacitación, habilidades y experiencia de las personas involucradas en la gestión de geoinformación. Se consideran los siguientes posibles estados de desarrollo desde el más básico al más avanzado:

- Familiarización: el concepto de una IDE es conocido y entendido.
- Operación: se utiliza software para modelar las aplicaciones y se realizan funciones de análisis espacial que son conocidas solamente por el personal técnico.
- Mantenimiento: los sistemas pueden ser mantenidos por las personas de la organización sin necesidad de soporte externo.
- Análisis: las personas pueden realizar análisis críticos, modelos más complejos e interpretación de datos geoespaciales en todos los ámbitos.
- Modelos: los escenarios y modelos del mundo real generados pueden desarrollarse y se utilizan para el apoyo a la toma de decisiones.
- Desarrollo: los técnicos pueden crear nuevas aplicaciones mediante programación y/o software propio.

4.9.2 Recurso Técnico

Se refiere al equipo, software, oficinas e infraestructura tecnológica implementados con un buen esquema financiero de respaldo que permita su continuidad y actualización. Se consideran los siguientes estados del recurso técnico con que se gestiona la información:

- Analógico: las operaciones se realizan manualmente y en papel.
- Asistido por ordenador: la información gráfica análoga o manual se transforma a un diseño asistido por computador y los atributos se mantienen en tablas separadas.
- Operaciones en estaciones individuales con software y sistemas de base de datos separados: la parte gráfica está en un SIG y los atributos en tablas externas.
- Operaciones en estaciones individuales que utilizan eficientemente los SIG integrados en sistemas de base de datos y sirven para realizar aplicaciones especializadas.
- Redes de área local (LAN): varios usuarios comparten información en un ambiente cliente/servidor con una base de datos centralizada.
- Estaciones de trabajo (Workstation): utilizan plataformas independientes para hacer operaciones y análisis integrados.
- Redes de banda ancha (WAN- Internet): varias oficinas están interconectadas en los diferentes niveles municipales, provinciales, nacionales y sectoriales para el intercambio libre de datos.

4.9.3 Recurso Datos e Información

Se refiere a la calidad y cobertura de la información (datos correctos en el momento adecuado), que da respuesta a las preguntas más importantes de los usuarios de una IDE. La información puede ser del tipo:

- Manuscritos sin validación: no tienen las características cartográficas básicas, carecen de sistemas de coordenadas y escala; es difícil o imposible su conversión.
- Mapas sin validación: analógicos, con contenido, precisión y exactitud no validados.
- Mapas digitales con cobertura parcial: la geo información básica y temática está disponible solamente para ciertas áreas.
- Mapas digitales con cobertura tolerable: la geoinformación básica o fundamental tiene cobertura total y la temática, cobertura parcial.
- Mapas digitales a escalas operacionales: la geoinformación topográfica y temática está disponible a una variedad de escalas.
- Mapas digitales actualizados: la geoinformación fundamental y temática es actualizada regularmente en la fuente por medio de los productores.

4.9.4 Recurso Organizacional

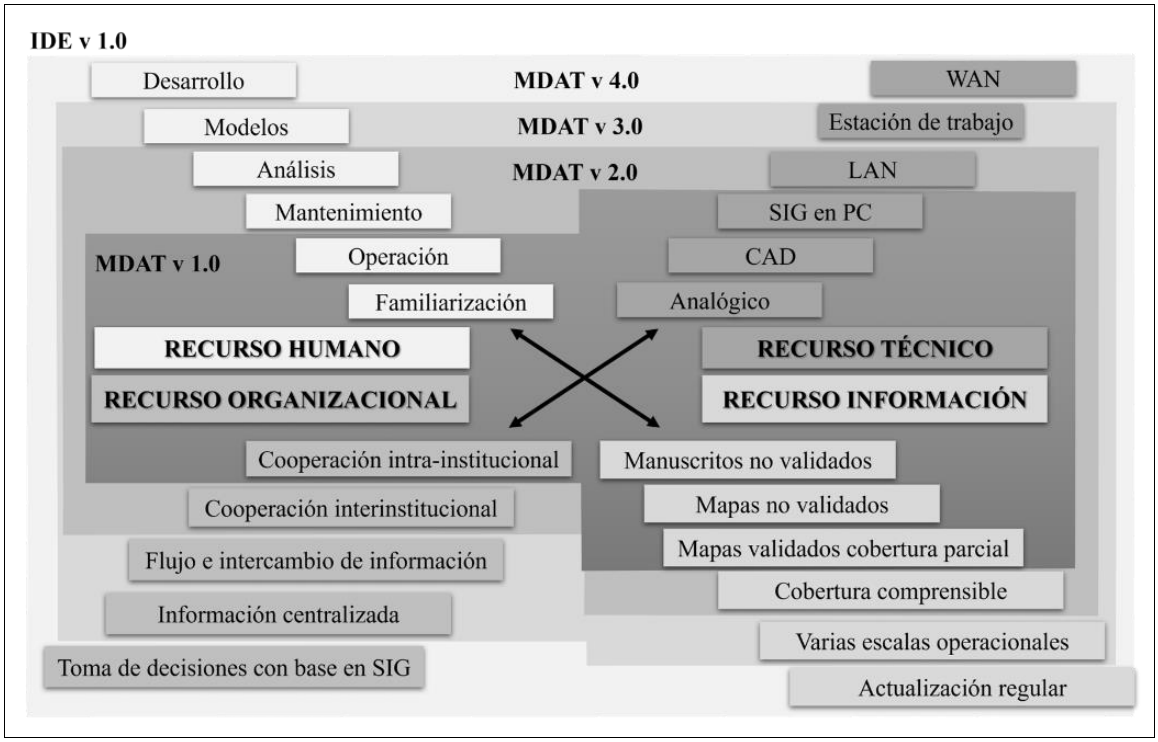
Se refiere a la existencia de buenas prácticas, redes de investigación e intercambio de información y marco organizacional adecuados. A menudo se enfocan más los problemas en los aspectos técnicos antes que en los problemas institucionales y administrativos. Las organizaciones no están conscientes o no están preparadas para aceptar que la implementación de nuevos procesos requiere ajustes en varios campos, particularmente en la gestión de la información. Se dan luchas de poder que inciden en la falta de voluntad para cooperar y compartir información. En este caso, los estados en los que se puede considerar a las organizaciones son:

- Estado de cooperación intrainstitucional: en el que las diferentes secciones dentro de una institución cooperan regularmente mediante enlaces internos para el intercambio de datos.
- Estado de cooperación interinstitucional: en el que diferentes instituciones interactúan y cooperan entre sí sobre la base de un proyecto común mediante enlaces externos.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

- Estado de Flujo e intercambio regular de información: cuando existen acuerdos para crear un procedimiento de intercambio sistémico y regular de geoinformación interinstitucional.
- Estado de Información centralizada: cuando la institución de acogida tiene el mandato legal de centralizar todos los datos.
- Estado de Toma de decisiones basada en una IDE: cuando los tomadores de decisiones dentro de las instituciones basan sus decisiones en los productos obtenidos de la IDE luego de acuerdos interinstitucionales.

Los resultados de la aplicación del modelo de Traub a la situación ecuatoriana obtenidos de la encuesta realizada para la evaluación de la administración de tierras en Ecuador basada en el enfoque adecuado para el propósito (Todorovski et al., 2021), se presentan esquemáticamente en la Lám. 55, en la que se plantea el desarrollo versionado de la IDE para la administración del territorio y gestión del riesgo en sus diferentes fases.



Lám. 55. Desarrollo de una IDE de acuerdo con el desarrollo de los SIG en los municipios ecuatorianos. Adaptado de Traub, s.f.

Primera, creando un modelo MDAT v1.0 (MDAT es el perfil ecuatoriano denominado Modelo del Dominio de la Administración del Territorio), mediante la integración de todos los recursos de los interesados, llegando a un estado en el que estas organizaciones operen con geoinformación e interactúen interinstitucionalmente manteniendo una comprensible cobertura. En este estado y versión se establece el primer estándar de administración del territorio para los municipios y aún no es posible crear una IDE v1.0 en todo su potencial por la diferencia de estado de desarrollo de las organizaciones involucradas.

Segunda, en una versión MDAT v2.0, las organizaciones generadoras de información del riesgo y los municipios pueden alcanzar un estado en el que realicen análisis en SIG y

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

compartan cierta información por medio de redes LAN alcanzando acuerdos en el entorno inicial de una IDE.

En un tercer momento, en una versión MDAT v3.0, se podrá trabajar de forma interorganizacional con estaciones conectadas a redes WAN y datos estandarizados en el entorno del nuevo modelo de administración del territorio integrado con la información del riesgo. En este estado ya se puede crear una verdadera IDE interoperable.

Posteriormente, en una cuarta fase se puede llegar a una hipotética versión MDAT v4.0 en la que todos los municipios tendrán estándares y niveles de desarrollo que permitan realizar transacciones e intercambiar información por medio de Internet. Se tendrá una IDE v1.0 que facilite el intercambio de información de la administración del territorio y la gestión del riesgo al mayor detalle. Las posteriores actualizaciones mantendrán la infraestructura de información desde el nivel local.

Aprovechando el desarrollo actual de las TIC, la formación de la IDE que integre las bases de datos geoespaciales de la administración del territorio y de la gestión del riesgo es una red interinstitucional distribuida accesible a través de un geoportal gestionado para el conjunto de actores. Este servicio como un portal único puede brindar el acceso a información variada y homogénea de mayor resolución desarrollada en la escala local para todas las partes interesadas en el territorio ecuatoriano.

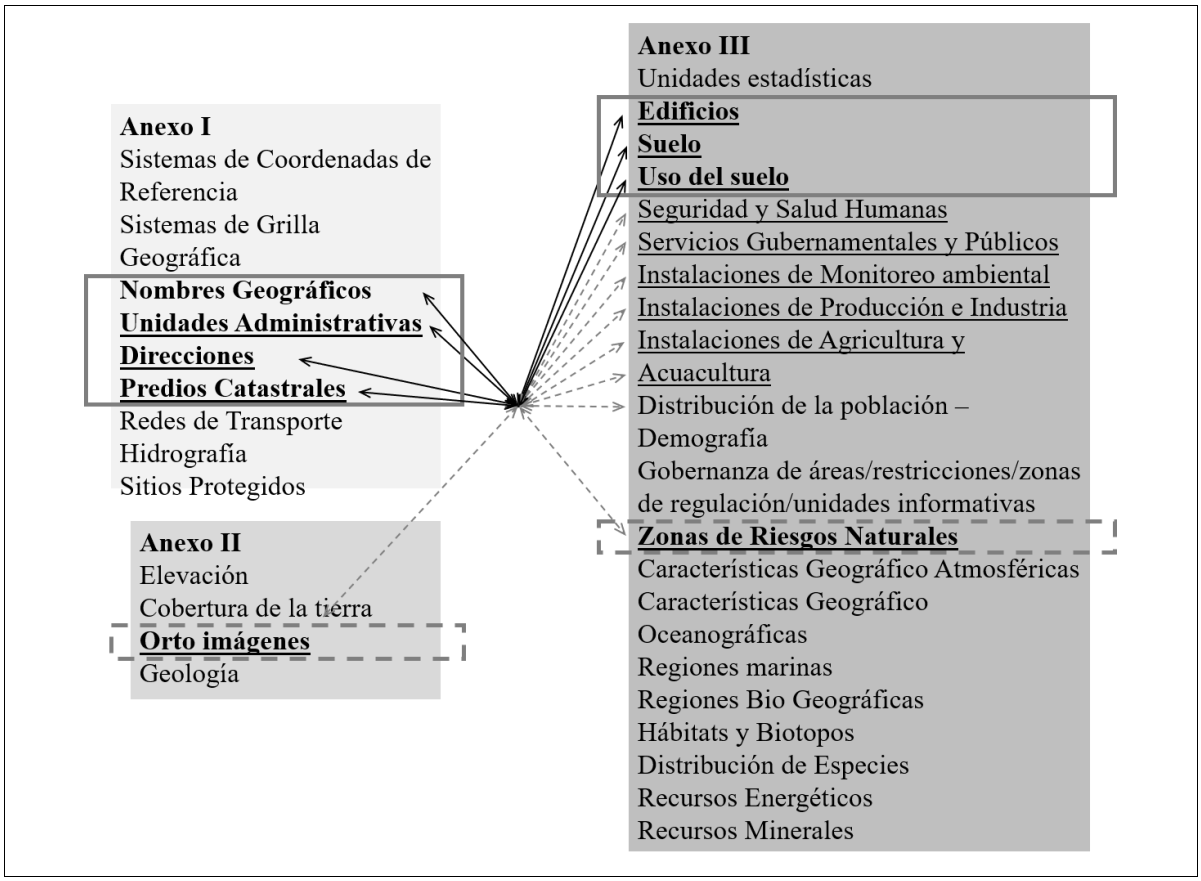
Para entender el proceso de desarrollo de la creación de una IDE, en el caso del recurso de datos e información, se realizó un ejercicio adicional de comparación, Lám. 56, entre la información que consta en los Anexos de la directiva INSPIRE y los requerimientos de la norma ISO 19152 LADM propuesta por Amalia Velasco (2012) (Amalia Velasco, 2012) en su artículo "La estandarización del Catastro y las Infraestructuras de Datos Espaciales. El ejemplo español".

Con la finalidad de conocer la situación ecuatoriana, se ha comparado los elementos comunes considerados para la administración del territorio en Europa con los empleados en los catastros tradicionales en los municipios del Ecuador y se observa una correspondencia de apenas el 20% (flechas de línea continua en la Lám. 56) con respecto a los que figuran en los anexos I, II y III de la Directiva INSPIRE. Entre otras, la zonificación del riesgo (flecha de línea entrecortada en la Lám. 56), no consta en los modelos de catastro de los municipios de Ecuador. Esta debilidad es importante porque se demuestra que existe una deficiencia en la administración del territorio integrada con la gestión del riesgo.

También se demuestra que la información fundamental o básica si considera los ítems más importantes en la modelación del territorio bajo el concepto de una IDE (esta gestión de la geoinformación en el Ecuador está regida por el CONAGE[14], (Secretaría Nacional de Planificación, 2015)). Las entidades correspondientes a nombres geográficos, unidades administrativas, direcciones y predios catastrales (Anexo I); ortoimágenes (Anexo II); edificios, suelo y uso del suelo (Anexo III) presentan semejanzas entre lo definido por la Directiva INSPIRE con la ISO 19152 LADM.

[14] El CONAGE es el "… ente encargado de gestionar la IDE nacional con la finalidad de disponer la información territorial y estadística, normalizada y estandarizada, garantizando la interoperabilidad mediante la utilización de plataformas tecnológicas, apoyado por un equipo multidisciplinario."
Y sus objetivos son: "1) Garantizar la producción ordenada de información espacial; 2) Facilitar el acceso y uso de la información geoespacial; 3) Implementar instrumentos de gestión, bases de datos compartidas (nodos) y otros que permitan el intercambio, acceso, uso y actualización permanente de la información geoespacial."

USC DE COMPOSTELA



Lám. 56. Relación de los elementos de la norma ISO 19152 LADM con los elementos de la Directiva INSPIRE. Adaptado de Velasco, 2012

Se puede concluir también que adoptando el modelo para la administración de tierras establecido por la norma ISO 19152 LADM a nivel municipal, es posible establecer los fundamentos para la creación de una infraestructura de datos cuya fuente se mantiene en el nivel local, a la que se integran otros elementos temáticos importantes para la administración del territorio y la gestión del riesgo que se elaboran en las entidades del nivel sectorial nacional, la academia, la empresa privada y otros niveles de administración del Estado..

Estandarizando los modelos de administración de tierras e integrándolos con los modelos de la gestión del riesgo, se cumplen las pautas expedidas por el concepto de Catastro 2014 (Kaufmann y Steudler, 1998), para la administración del territorio, bajo el concepto de una IDE, que reconoce los procesos de registro y difusión de la información sobre la propiedad, el valor, el uso de la tierra y sus recursos; incluyendo la determinación y adquisición de derechos, así como las responsabilidades y restricciones frente al riego. En el caso de Ecuador, estos procesos se realizan en el nivel municipal.

4.10. LA NECESIDAD DE UN CAMBIO INSTITUCIONAL Y ORGANIZACIONAL PARA LA ADMINISTRACIÓN DEL TERRITORIO Y LA GESTIÓN DEL RIESGO EN ECUADOR POR MEDIO DE UNA IDE

Adoptando y adaptando el modelo propuesto por Traub, las fases de desarrollo de una IDE para la gestión del riesgo consideran la adaptación de los interesados a los cambios relacionados con: 1) modernización tecnológica, 2) renovación de la estructura organizacional que soporte la adopción de la tecnología mediante una nueva estructura de procesos, 3)

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

actualización y definición de una nueva cultura organizacional y, 4) alcance de la madurez por la experiencia en la implementación de nuevas infraestructuras y reformulación del proceso.

Cada fase supone el desarrollo gradual en el tiempo por medio de varios pasos que se siguen en forma ordenada de acuerdo con el detalle de la Tabla 21. No se ha llegado a determinar el tiempo de implementación del cambio institucional y organizacional propuesto porque depende de una decisión política que no ha sido enunciada en el Ecuador.

Tabla 21. Fases del desarrollo de una IDE como solución a la integración de la administración del territorio y la gestión del riesgo en Ecuador

	Fase			
Paso	**Primera: Modernización tecnológica**	**Segunda: Renovación de la de la estructura organizacional**	**Tercera: Actualización de la cultura organizacional**	**Cuarta: Madurez y reformulación del proceso**
1	Establecimiento del modelo inicial	Inicio de los cambios organizacionales graduales	Aceptación de la nueva estructura, cambios y modelo de gestión de la geoinformación por parte de las partes involucradas	Desarrollo de proyectos con los nuevos modelos y estructura adoptados
2	Definición de las áreas de estudio e implementación	Construcción de la nueva estructura organizacional definiendo y reforzando las responsabilidades propias	Adopción del nuevo modelo de producción de geoinformación organizacional orientado a la IDE	Reformulación y mejora de los enlaces y relaciones dentro de la IDE
3	Definición del modelo nacional de administración del territorio y de la gestión del riesgo (catálogo de objetos de administración del territorio y del riesgo)	Definición de las relaciones de la geoinformación integrada de administración del territorio y del riesgo en el entorno de la IDE	Producción y operación bajo el nuevo modelo y sistema organizacional	Gestión, mantenimiento y actualización de la nueva información generada en la fuente de cada infraestructura
4	Adopción del modelo inter- organizacional en todos los niveles del Estado	Desarrollo de los primeros modelos y estándares integrados de datos y metadatos en el nuevo entorno organizacional	Uso interno y distribución diferenciada de la información en el entorno de una IDE	Uso de la IDE para el apoyo a la toma de decisiones de la administración del territorio y la gestión del riesgo
5	Definición de la información pública que va a ser difundida por la IDE	Adopción del estándar de datos y metadatos común para la IDE	Uso de la IDE en todos los niveles	Establecimiento de procesos de evaluación y mejora
6	Producción de las primeras propuestas del sistema orientado a la toma de decisiones	Producción del primer grupo de datos espaciales por medio de la IDE	Desarrollo de nuevas aplicaciones en la IDE	Desarrollo de un nuevo modelo de IDE

USC

Luego de creada la IDE en su primera versión se requiere actualizaciones permanentes en la fuente conforme la adopción de los modelos y acuerdos que se definan gradualmente para

lograr que los municipios menos desarrollados lleguen al nivel del grupo superior, considerando la nueva versión del modelo de administración de tierras cuya referencia siempre será la del nivel superior. Este tema se desarrolla a continuación.

4.10.1 Los cambios requeridos en la administración del territorio para el Ecuador

Debido a la descentralización de la gestión del territorio a nivel municipal, es necesario que la creación del Sistema Nacional de Catastro Integrado Geo Referenciado de Hábitat y Vivienda bajo rectoría del MIDUVI adopte el concepto de un sistema de administración de tierras descentralizado, siguiendo la norma ISO 19152 LADM bajo la definición de un perfil que estandarice los catastros a nivel nacional.

Este nuevo modelo que registra la tenencia, valor, uso y desarrollo de los predios, tiene la capacidad de integrar diversa información temática sectorial relevante sobre el territorio que permanentemente es producida en las diferentes instituciones y organizaciones del Estado. En el sistema de administración de tierras los espacios geográficos sectoriales, entre los que están los riesgos, son tratados como unidades administrativas básicas. Todo este sistema de geoinformación orientado a la administración del territorio y gestión del riesgo se convierte, de este modo, en el nodo más importante de la IDE para el suministro progresivo de información local detallada.

Para realizar los cambios institucionales y organizacionales orientados al propósito de creación de esta IDE existen muchos procedimientos, pasos, técnicas, metodologías y herramientas que se puede emplear en algunas de las organizaciones participantes:

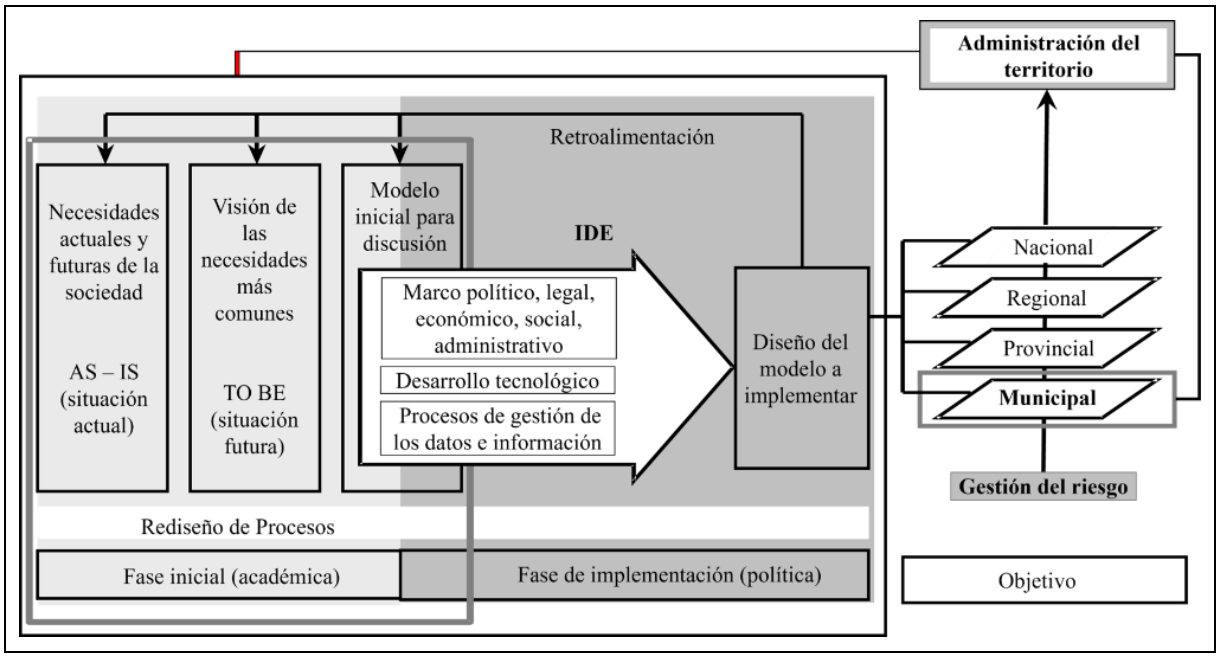
- Creación de nuevas organizaciones con nuevos modelos de gestión, mediante reingeniería, mejora continua, enfoques incrementales y técnicas de reestructuración de procesos.
- Definición de una nueva visión, misión y objetivos mediante la identificación, implementación y rediseño de procesos; comprensión, medición y mejora de los procesos existentes, generando una nueva cultura organizacional orientada a mejorar, implementar, administrar, mantener y controlar el cambio
- Identificación de la deficiencia en el uso de las capacidades de las TIC que permitan la mejora, diseño y construcción de prototipos de nuevos procesos para proporcionar los resultados requeridos.

Del análisis realizado, la propuesta para el Ecuador requiere cambios organizacionales considerando el impulso que se ha dado a varios aspectos entre los que sobresale el recurso técnico. Se han desarrollado algunos esfuerzos aislados por parte de las universidades y algunas organizaciones especialmente privadas que han introducido las TIC en un buen nivel. A nivel nacional, algunas instituciones y universidades tienen la tecnología para gestionar la geoinformación mediante el uso de los SIG, cartografía digital e información geoespacial; sin embargo, el uso de estas capacidades en los municipios es muy dispar y solo el 20% de ellos utiliza esta tecnología (Todorovski et al., 2021).

Para el ámbito organizacional nacional, en la Lám. 57 se muestra los cambios necesarios para lograr la relación integrada multinivel que posibilita el desarrollo de una IDE orientada a la administración del territorio vinculando los procesos técnicos y de gestión en varios niveles de la toma de decisiones. Debido a que la administración del territorio es una responsabilidad municipal, los estudios en este nivel generan un diagnóstico de la situación actual.

Luego del análisis correspondiente se obtiene un modelo de escenario futuro que es propuesto para la discusión y análisis respecto del marco político, administrativo, legal, económico, tecnológico, económico y social en el que se desenvuelve el municipio en

determinado tiempo y espacio. De este proceso se obtiene el modelo territorial para su implementación.



Lám. 57. Administración del territorio y gestión del riesgo multinivel integrada en el contexto de una IDE. Fuente: Autor

En la descripción del concepto de administración del territorio que integra la gestión del riesgo es imprescindible que transversalmente, como parte del componente físico ambiental para la planificación del desarrollo, se incorpore la información estandarizada sobre amenaza, vulnerabilidad y riesgo, para que utilizada en la planificación del uso de la tierra a nivel predial y difundida por medio del servicio de la IDE.

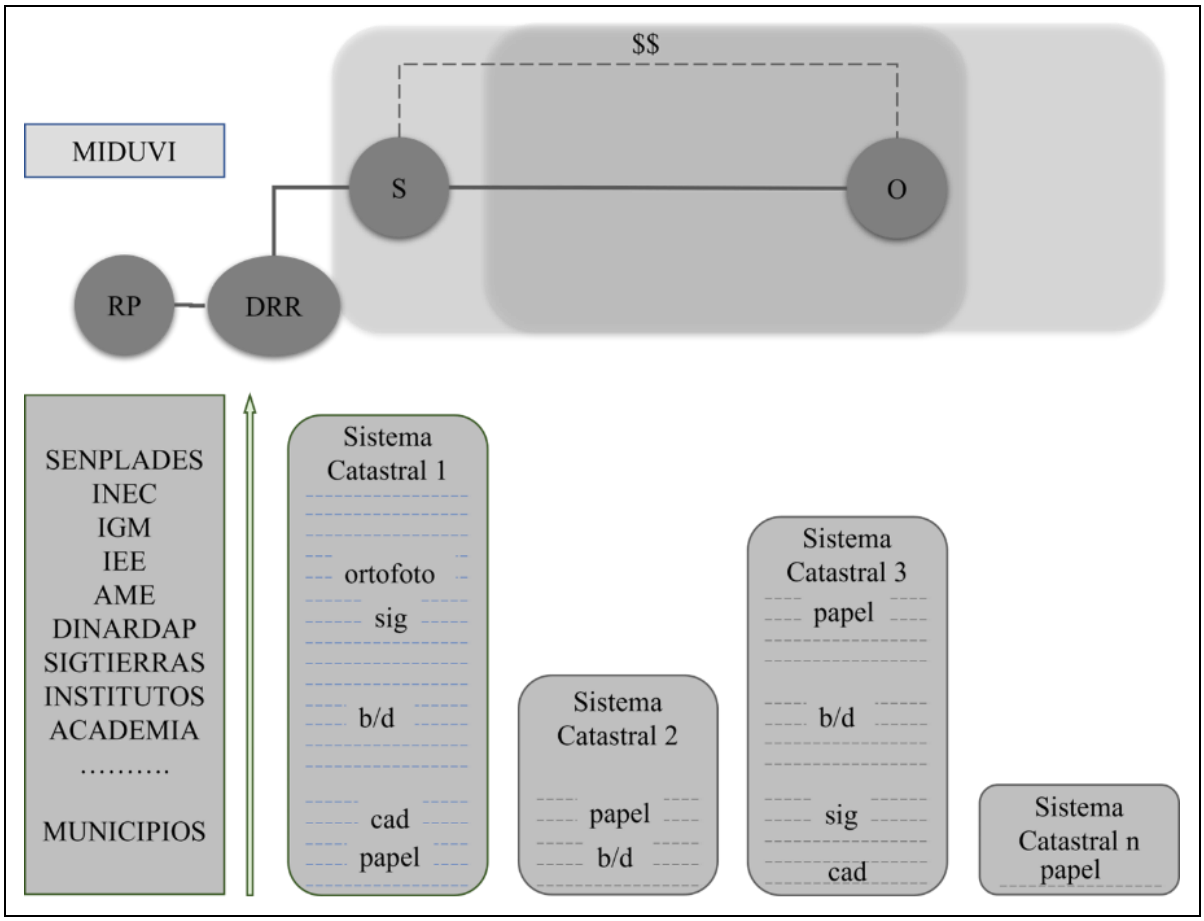
De este modo, los objetivos de la IDE para la administración del territorio que incluya la gestión del riesgo se orientan a proporcionar definiciones comunes y estándares para la obtención, almacenamiento, procesamiento y difusión de la información catastral y de la gestión del riesgo que actualmente no están normalizadas y se encuentran dispersas en varios niveles de la administración. Con esta primera acción se facilita la comprensión, el uso efectivo y la automatización de la información estandarizada, mejorando el intercambio de datos, resolviendo las discrepancias de los diferentes sistemas de registro y, finamente minimizando la duplicación de información.

Partiendo de que la propuesta base de la IDE es un sistema efectivo de administración de tierras, es necesario unificar inicialmente el dispar desarrollo de los diferentes modelos de catastro de los municipios. En algunos sistemas catastrales el componente cartográfico es escaso, se trata solamente de documentos analógicos de referencia y no se adapta a las necesidades reales debido a su antigüedad y a que el modelo ha sido desarrollado para fines fiscales y jurídicos.

Otros municipios mantienen catastros inmobiliarios urbanos en diferentes grados de desarrollo y no han participado en la elaboración del catastro de las áreas rurales. Con la finalidad de comprender los sistemas catastrales actuales, en la Lám. 58 se representa la situación en la que se registran solamente los sujetos (S) con los predios u objetos (O),

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

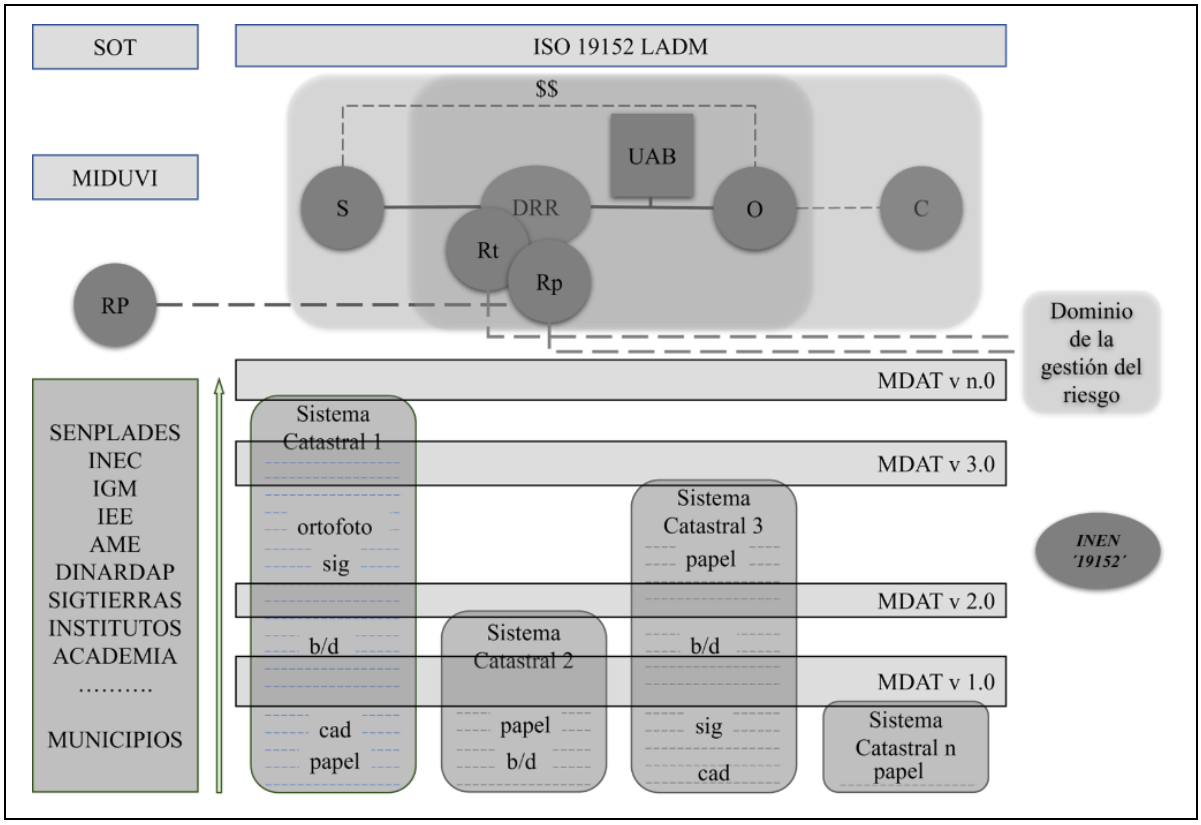
dejando el registro de la propiedad (RP) en un sistema diferente y separado, que lo mantiene la institución donde se registran los derechos.



Lám. 58. Desarrollo de los sistemas catastrales actuales. Fuente: Autor

En el nuevo modelo de administración de tierras conforme la norma ISO 19152 LADM, se incorpora el nuevo componente de los derechos (DRR), las restricciones y responsabilidades que se establecen en los estudios realizados por diferentes dominios como la gestión del riesgo, cuya información puede estar en unidades administrativas básicas (UAB) diferentes. Por medio de los objetos (O), estas restricciones y responsabilidades se transfieren a las construcciones (C) asentadas sobre los predios, Lám. 59.

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA



Lám. 59. Nuevo modelo catastral según la norma ISO 19152 LADM para la administración del territorio que integra la gestión del riesgo. Fuente: Autor

Se plantea que la estandarización de los modelos catastrales MDAT de los municipios del país sea propuesta y aprobada por el MIDUVI como organismo rector de los catastros y se desarrolle por versiones conforme se incrementen las diversas capacidades locales. El perfil nacional, fundamentado en la norma ISO 19152 LADM debe ser expedida por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) como una norma nacional de cumplimiento obligatorio (Se propone "INEN 19152").

En un primer momento, los municipios más desarrollados entregarán al sistema nacional menos información de la que tienen en sus bases de datos y los menos desarrollados mejorarán su información catastral. Las organizaciones de la gestión del riesgo también participan inicialmente con la información que han generado sobre la base de los estudios de las múltiples amenazas naturales y posteriormente se incluyen en el modelo de desarrollo propuesto.

4.10.2 Los cambios requeridos para la adaptación de la gestión del riesgo en la administración del territorio

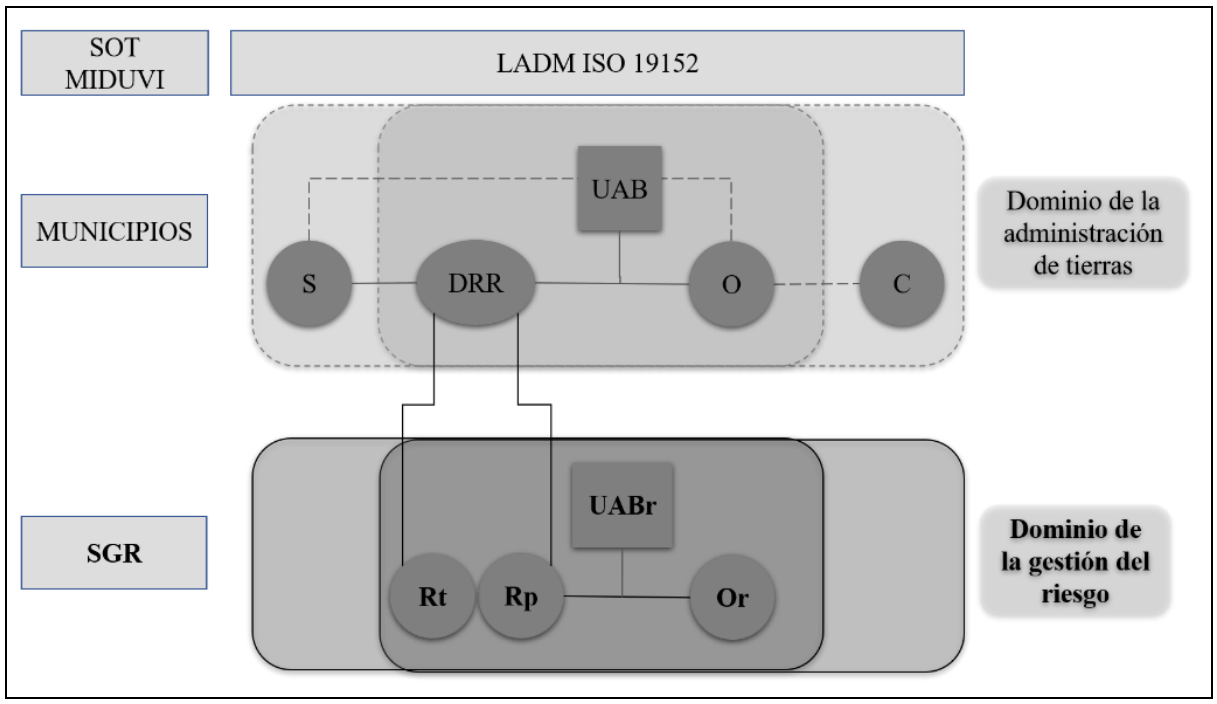
A continuación, en la Lám. 60 se propone la estandarización de la información del riesgo utilizando el modelo ISO 19152 LADM al que se han realizado las siguientes adaptaciones:

- La UAB se cambia a UABr que corresponde al área geográfica o unidad administrativa básica (puede ser una cuenca hidrográfica) en la que están los objetos del riesgo (Or). No es necesariamente la misma de la jurisdicción en la que se encuentran los objetos de la administración del territorio (UAB).
- Del análisis del riesgo, a cada objeto en riesgo (Or) se asigna las Restricciones (Rt) y Responsabilidades (Rp), que son transferidas a la entidad derechos (DRR) del

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

dominio de administración de tierras, que a la vez las transfiere a sus construcciones (C) y sujetos (S).

En el nivel municipal, la creación e implementación de este estándar es el inicio para el establecimiento de la primera versión de una IDE para la administración del territorio y la gestión del riesgo. De este modo, se permite el acceso en línea a los datos relacionados con la tenencia de la tierra para entornos urbanos y rurales y a la información generada para la gestión del riesgo. Esta información, complementada con la de otros dominios como el ambiente, será muy importante para la toma de decisiones en la planificación del uso del suelo y la elaboración de los planes de desarrollo y ordenamiento territorial.



Lám. 60. Desarrollo del estándar ecuatoriano de catastro basado en la norma ISO 19152 LADM que integra las restricciones y responsabilidades en el dominio de la gestión del riesgo. Fuente: Autor

4.10.3 El modelo de IDE para la adaptación de la gestión del riesgo en la administración del territorio

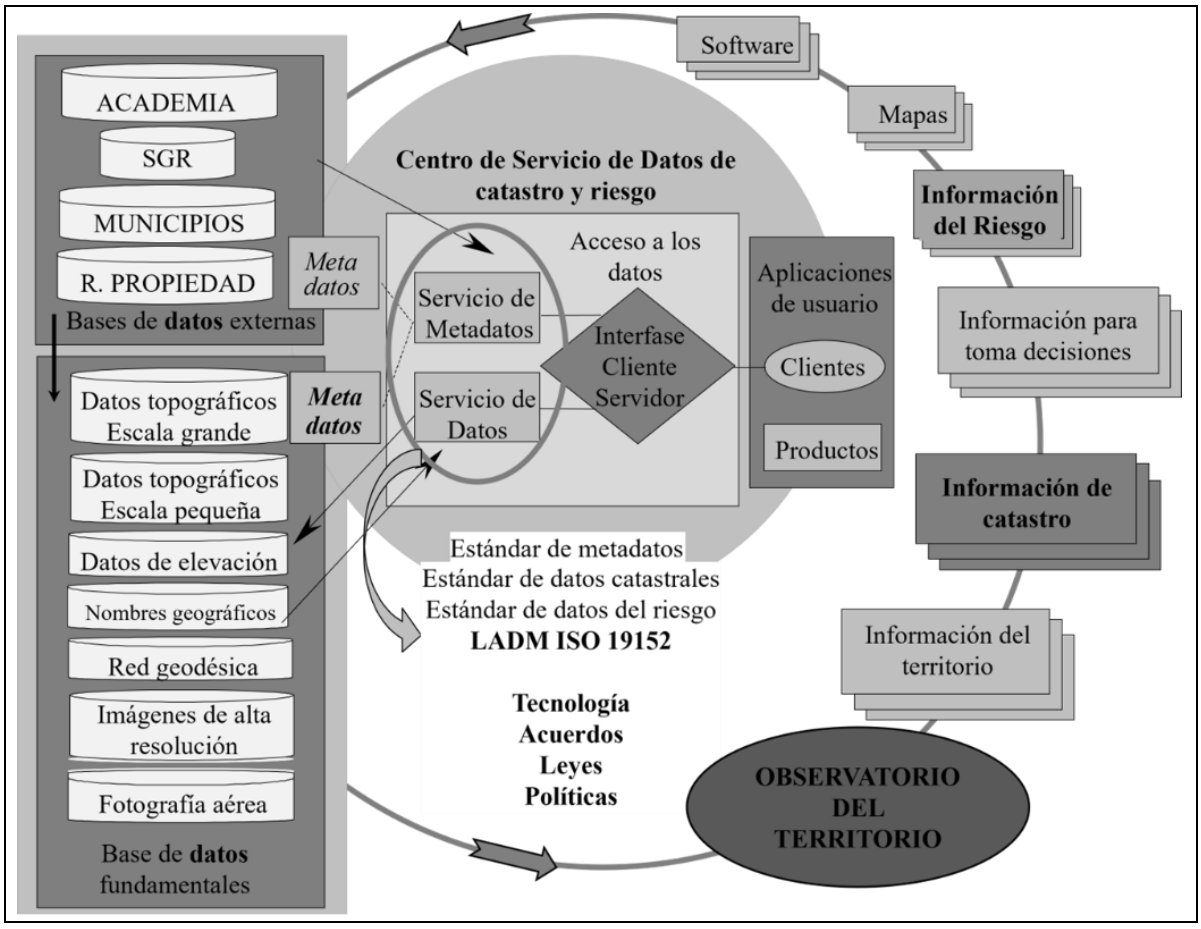
Como componente principal de la IDE para la administración de tierras y gestión del riesgo se requiere la creación e implementación de un Centro de Servicios de Datos y metadatos mediante la integración progresiva y continua de las bases de datos geoespaciales que disponen de una variedad de objetos espaciales y atributos conforme sus dominios, Lám. 61.

Este Centro de Servicio de Datos se encarga de la definición de modelos y estándares, el establecimiento de las necesidades de actualización, condiciones de uso y catálogos para la distribución de información territorial mediante la difusión de las bases de metadatos y datos por medio de un geoportal. Administrativamente gestiona los presupuestos y realiza las coordinaciones interinstitucionales para el funcionamiento de la IDE.

Las políticas, dirección de la infraestructura y la gestión de la información se derivan de un consejo integrado por todas las organizaciones participantes. Inicialmente, para el contexto

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

catastral: SOT, MIDUVI, Municipios; para la gestión del riesgo: SGR, IG-EPN, Academia y, para el contexto nacional: SNP, IGM y otros productores de geoinformación.



Lám. 61. El modelo de la IDE nacional para la administración del territorio y la gestión del riesgo. Adaptada de Groot e ITC, 2000

La academia puede ocupar al mismo tiempo el rol de usuaria y productora de información bajo el concepto de Observatorio del Territorio, realizando permanentes investigaciones respecto del desarrollo de los PDOT de las diferentes jurisdicciones, generando modelos de las complejas relaciones tierra – hombre para que puedan ser utilizadas por los tomadores de decisiones en los diferentes niveles. Entre otros temas, investigando la dinámica de las amenazas de origen natural y el riesgo de desastres, los recursos naturales, el ambiente y su contaminación y el desarrollo sostenible tanto de las áreas rurales como de las urbanas.

4.10.4 Estudio de caso para la implementación del modelo de administración del territorio integrado con la gestión del riesgo.

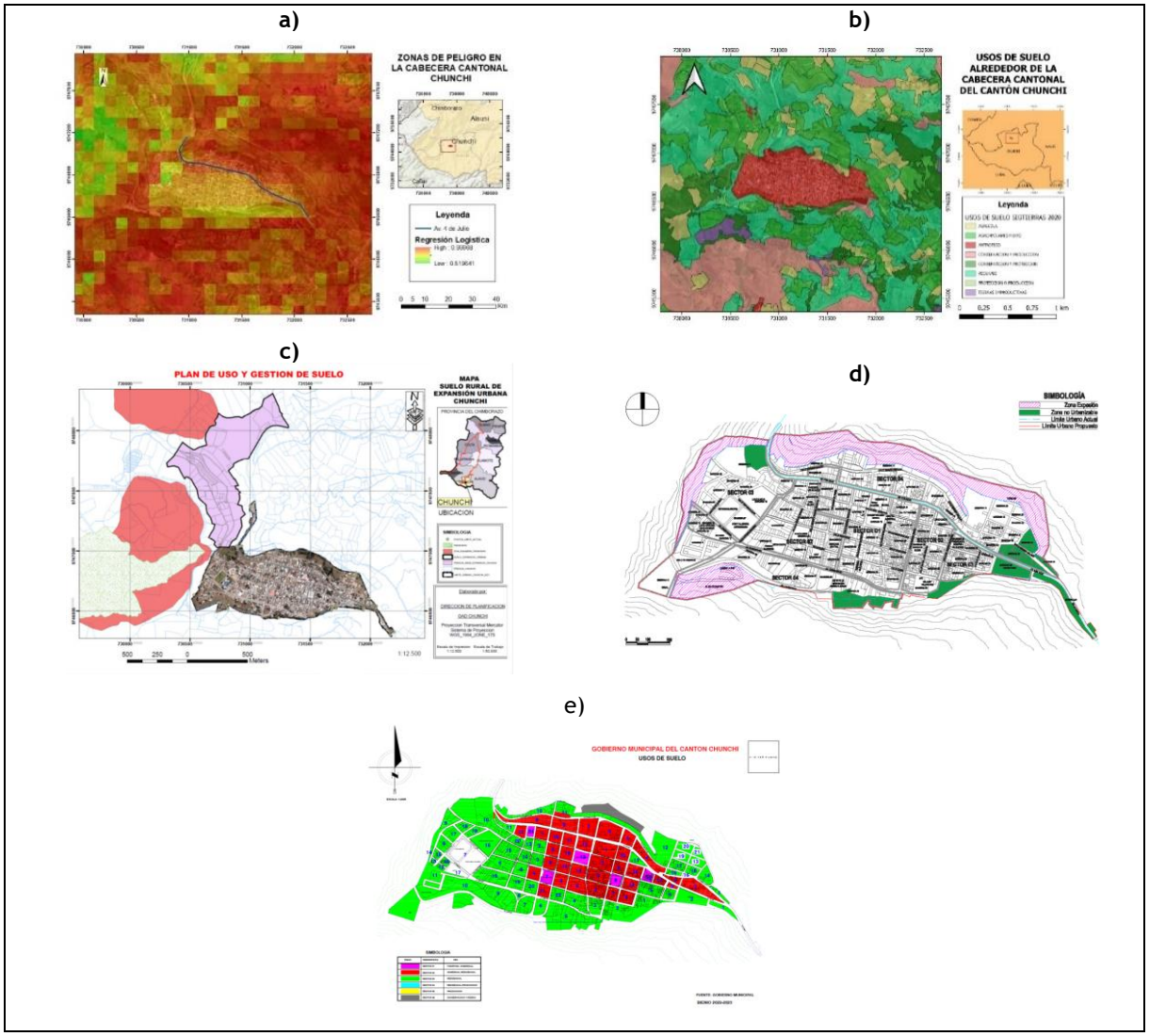
Al momento se continúan realizando investigaciones para la adaptación del modelo ISO 19152 LADM en la administración del territorio y la gestión del riesgo utilizando el software STDM como integrador. Se ha obtenido buenos resultados parciales.

Uno de ellos se refiere al estudio por publicarse, realizado por Bolaños y Montalvo (2023) en la ciudad de Chunchi a partir de que en febrero de 2021 ocurrió un macro deslizamiento que represó el río Picay generando un flujo de lodo que causó daños a lo largo de la zona del deslizamiento en la ciudad y represamientos en el río Chanchán.

USC DE COMPOSTELA

Las potenciales zonas de peligro de deslizamientos se obtuvieron del modelo de regresión logística del trabajo de titulación de Cabascango e Iguago (2022) (Cabascango,Daniela y Iguago, Mayra, 2022). Para la cobertura del modelo se consideró a la totalidad de la parroquia Chunchi por la alta concentración de asentamientos humanos, además de que se sitúa en las zonas clasificadas con peligro alto y muy alto.

El uso de la tierra en la cabecera cantonal y las áreas de expansión urbana de sus alrededores es primordialmente antrópico, agropecuario y de conservación. En los predios urbanos se ha considerado los clasificados como de uso residencial y comercial mientras que, para los predios rurales, se ha analizado los predios colindantes con el área urbana considerados como potenciales sitios de expansión urbana por la cercanía a las redes de servicios básicos, transporte, infraestructura y vialidad, Lám. 62.



Lám. 62. Modelos de los aspectos considerados: a) zonas de peligro de deslizamiento, b) usos de la tierra, c) zonas de expansión urbana, d) usos de la tierra del área urbana y e) predios urbanos y rurales. Adoptado de Cabascango e Iguago, 2022

Respecto de la información catastral, solamente se modelaron los componentes que proveen información básica del predio (objeto), persona (sujeto) e infraestructura (construcciones); así

USC
DE SANTIAGO
DE COMPOSTELA

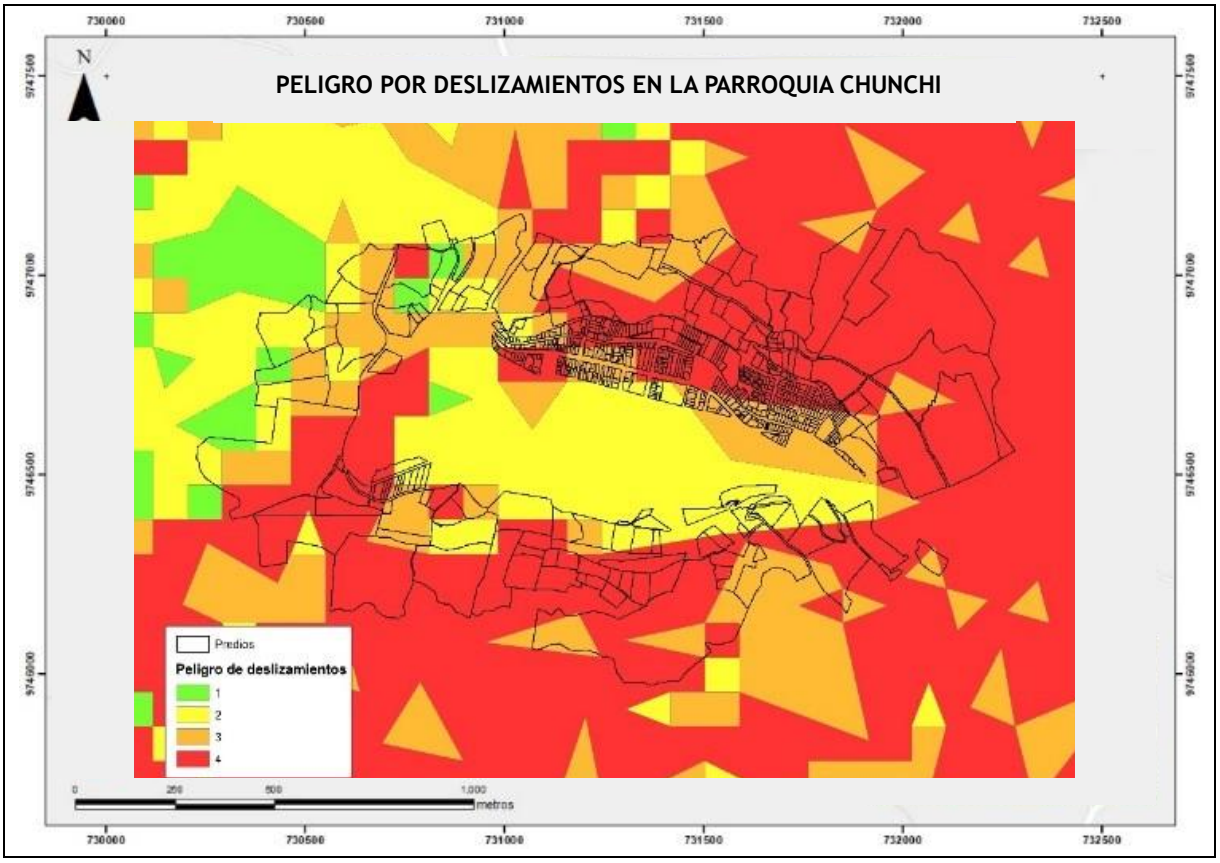
como el componente temático de la gestión del riego determinado por la vulnerabilidad físico estructural y el peligro de deslizamientos. Esta información se visualiza en la Tabla 22.

Tabla 22. Componentes catastrales considerados

Componente económico	Valor • Valor del suelo • Valor de las construcciones (si fuese el caso) • Valor total del predio (suelo y construcciones)
Componente Físico	Predio Datos Comunes a los Predios Urbanos y Rurales • Clave catastral • Dirección (eje principal y secundario) • Área gráfica del predio
	Construcción • Número de pisos del bloque • Estado de construcción • Año de construcción • Área construida • Elementos constructivos (estructura, paredes) Topografía del sitio
Componente Jurídico	Sujetos • Datos del Ocupante (propietario, posesionario) • Propietario (persona natural o jurídica) • Persona Jurídica (pública, privada, razón social, RUC / Identificación) • Persona Natural (documento de identificación, apellidos y nombres)
Componente Temático	Usos Gestión del riesgo • Información de vulnerabilidad física de las construcciones frente a deslizamientos y peligro de deslizamientos

Para la obtención del Índice de Peligro de Deslizamientos se realizó una reclasificación de los valores de probabilidad en una escala de 1 (peligro bajo), 2 (peligro medio), 3 (peligro alto) y 4 (peligro muy alto). La información al encontrarse en formato ráster tuvo que ser convertida a formato vectorial para poder relacionarla con la información catastral y darle un valor de peligro a cada predio; Lám. 63.

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA



Lám. 63. Índice de peligro por deslizamientos. Tomado de Cabascango e Iguago (2022)

Las entidades, clases y atributos de la información catastral del modelo de Chunchi se migraron a los de la norma ISO 19152: Partes, Administrativo y Unidad Espacial; también se utilizó la Representación y Topografía. Individualmente a estas entidades se asigna los atributos, de acuerdo con el detalle de la Tabla 23.

Tabla 23. Entidades, clases y atributos de la información catastral de Chunchi adaptados a ISO 1912 LADM

Paquetes	Clases	Atributos	
Party	LA_Party	Apellidos	
		Nombre	
		Cédula/RUC	
Spatial Unit	LA_SpatialUnitGroup	Clave catastral	
	LA_SpatialUnit	Número de predio	
		Cantón	Chunchi
		Sector	
		Dirección	
		Área predio	
		Área construcción	
		Avalúo terreno	
		Avalúo construcción	
		Avalúo total	

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

		Clasificación del suelo	Urbano
			Rural
	LA_LegalSpaceBuildingUnit	Presencia (o no) de construcción	
Administrative	LA_BAUnit	Unidad administrativa básica	
	LA_Right	Tipo de tenencia	Propietario
	LA_Restriction	Vulnerabilidad físico estructural	Sistema estructural
			Material de paredes
			Número de pisos
			Estado de conservación
			Año de construcción
			Topografía del sitio
		Peligro deslizamientos	
	LA_Responsibility	Recomendaciones al peligro y a la vulnerabilidad física	

Para la integración de la información del catastro con la de vulnerabilidad físico estructural y peligro de deslizamiento se utilizó el complemento STDM del software libre QGIS. Se crearon y establecieron las entidades y clases descritas en la Tabla 22 con sus atributos; a los que se añadieron nuevos elementos para la ejecución del modelo, Tabla 24. La clave catastral es el elemento común en cada clase para el enlace de las diferentes relaciones del modelo.

En la entidad de peligro, para diferenciar los elementos de las clases se ha utilizado la escala denominada "*semaforización*" por la coincidencia de colores. Rojo para mayor peligro, amarillo para un peligro medio y verde para ningún peligro. Todos aplicados a los predios modelados en el STDM.

Tabla 24. Clases y elementos creados en STDM con sus respectivas descripciones

Clases		**Elementos**	
Persona	Persona u organización que desempeña un rol	Clave catastral	Número de identificación único del predio.
		Cédula RUC	Número de identificación único del propietario.
		Apellidos	Apellidos del propietario.
		Nombres	Nombres del propietario.
		Tipo de tenencia	Tipo de tenencia del propietario (legal, ilegal, administrativa).
Predio	Área simple o múltiple de tierra	Clave catastral	Número de identificación único del predio.
		Número de predio	Número de designado para identificar el predio.
		Cantón	Unidad administrativa definida por el cantón al que pertenece el predio.
		Sector	Sector (determinado por el PUGS para urbano y por SIGTIERRAS para rural) en el que se ubica el predio.
		Dirección	Ubicación de las calles principales y secundarias donde se encuentra el predio.
		Área de predio	Área del predio calculada en base al polígono graficado.
		Área de construcción	Área de la construcción determinada por la emisión

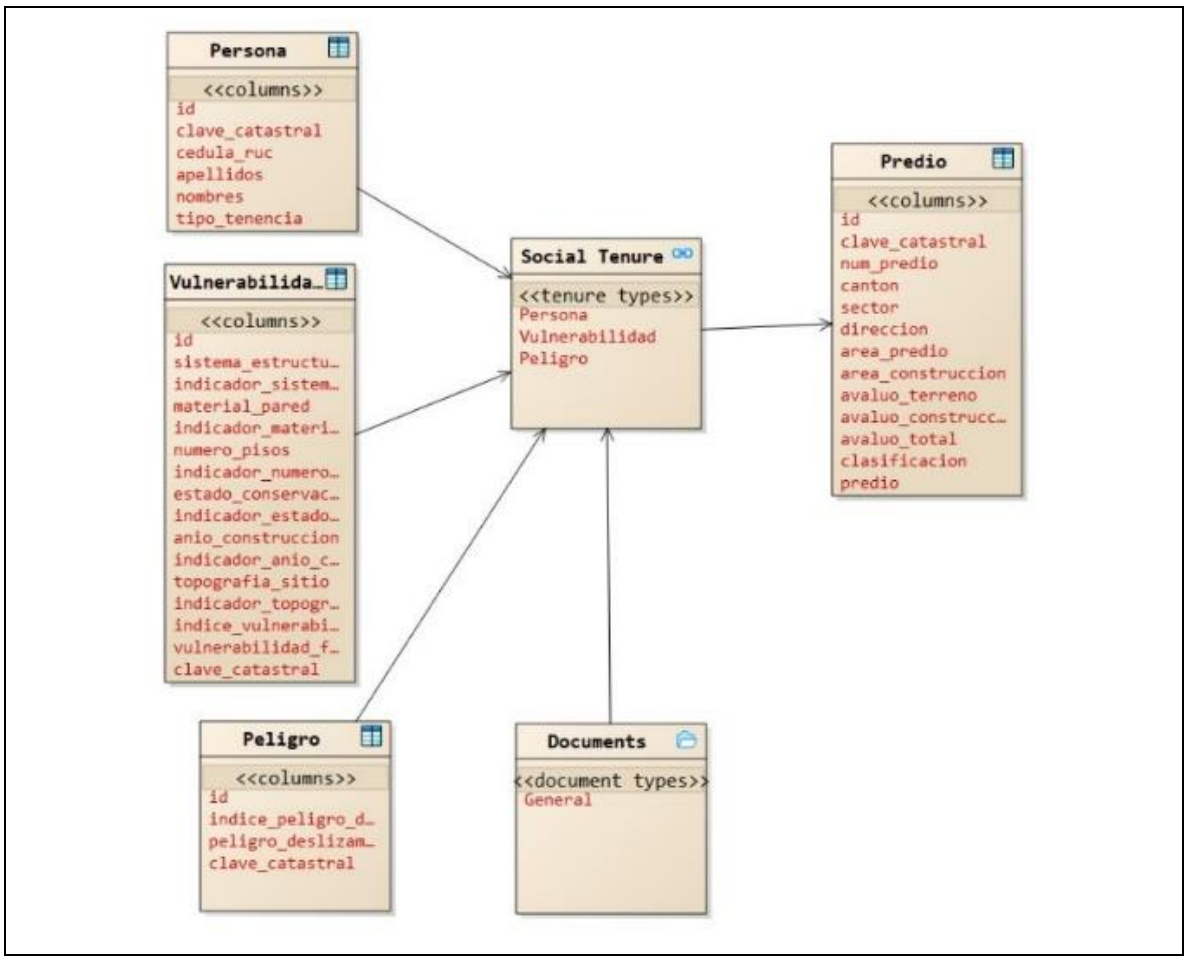
USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

			predial del año 2019 realizada por el GAD cantonal de Chunchi.
		Avalúo de terreno	Valor económico determinado para el terreno en base al valor del metro cuadrado para el cantón.
		Avalúo de construcción	Valor económico determinado para las construcciones en base a su infraestructura, materiales y adicionales constructivos.
		Avalúo total	Valor económico determinado para el predio tomando en cuenta el valor del terreno y de la construcción (en caso de tenerla).
		Clasificación	Clasificación principal del suelo según el PUGS.
		Predio	Representación gráfica a escala del predio, mediante polígonos y multipolígonos.
Vulnerabilidad físico estructural	Asociada con el material, su calidad y el tipo de estructura que tienen las infraestructuras, y a su vez con sus deficiencias para asimilar el impacto de los deslizamientos	Sistema estructural	Describe la tipología estructural predominante en la edificación.
		Indicador de sistema estructural	Indicador numérico de vulnerabilidad para la variable Sistema estructural
		Material de pared	Describe el material predominante utilizado en las paredes divisorias de la edificación.
		Indicador de material de pared	Indicador numérico de vulnerabilidad para la variable Material de pared.
		Número de pisos	La altura incide en el comportamiento de algunas amenazas.
		Indicador de número de pisos	Indicador numérico de vulnerabilidad para la variable Número de pisos.
		Estado de conservación	El grado de deterioro influye en la vulnerabilidad de la edificación.
		Indicador estado de conservación	Indicador numérico de vulnerabilidad para la variable Estado de conservación.
		Año de construcción	La edad y brinda una idea de la posible aplicación de criterios de defensa contra la amenaza.
		Indicador de año de construcción	Indicador numérico de vulnerabilidad para la variable Año de construcción.
		Topografía del sitio	Indica posibles debilidades a partir de la forma de la superficie de la tierra.
		Indicador de topografía del sitio	Indicador numérico de vulnerabilidad para la variable Topografía del sitio.
		Índice de vulnerabilidad	Suma ponderada del valor de cada variable, dependiendo del grado de importancia que

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

			estas tengan dentro del comportamiento global de la edificación.
		Vulnerabilidad física	Semaforización del índice de vulnerabilidad física.
		Clave catastral	Número de identificación único del predio.
Peligro	Zonas de peligro por deslizamientos basados en un Modelo de Regresión Logística	Índice de peligro de deslizamientos	Índice de peligro de deslizamiento obtenido del modelo de Regresión Logística.
		Peligro de deslizamientos	Semaforización del índice de peligro de deslizamiento.
		Clave catastral	Número de identificación único del predio.

A continuación, en la Lám. 64 se muestra una representación general del perfil en la que se aprecian las relaciones entre las distintas entidades con sus respectivos elementos o columnas. Se aprecia una nueva entidad con el nombre "Documents", que el programa crea por defecto automáticamente para almacenar, si fuera el caso, fotografías, planos, informes y varios tipos de documentos de soporte o respaldo.

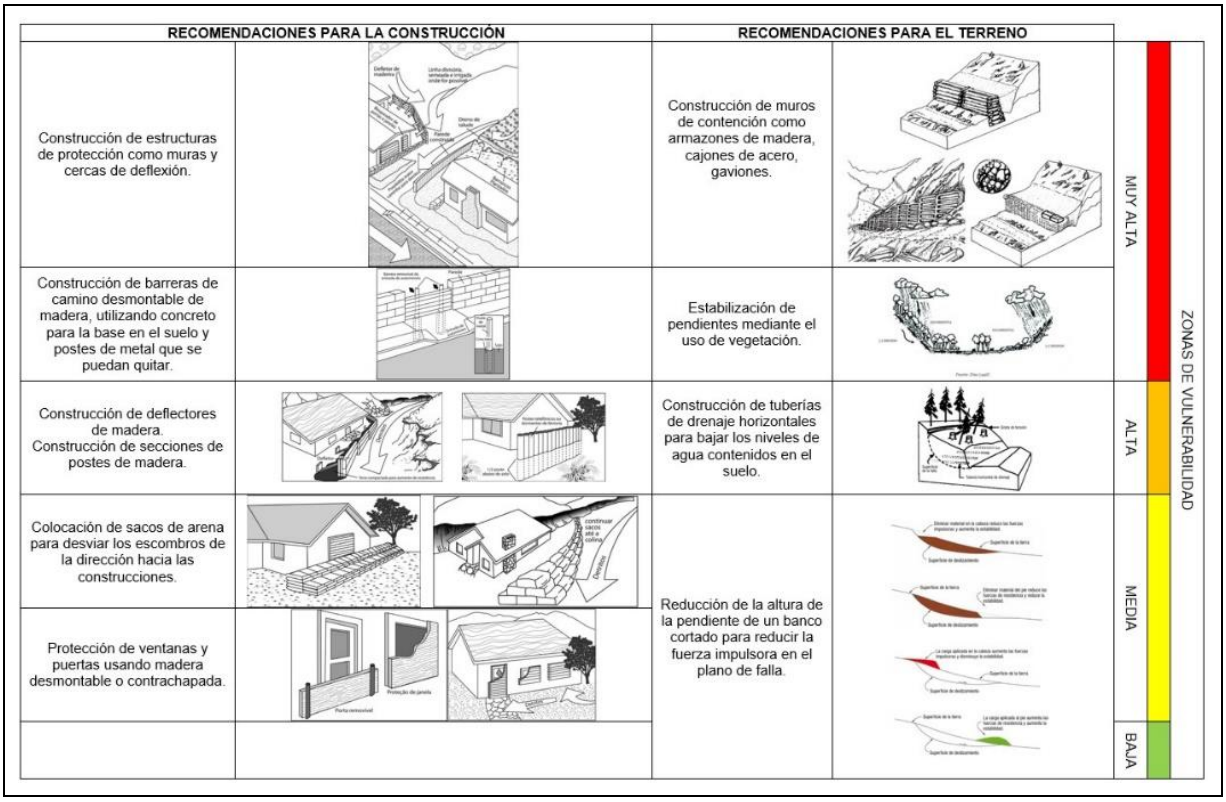


Lám. 64. Representación del perfil creado en STDM con sus respectivas entidades. Fuente: Autor

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Después de ejecutar el perfil en el software, se importa los datos de los 652 predios del catastro proporcionados para el estudio y los datos de la vulnerabilidad y riesgo tanto en formato tipo texto (.csv) como en formato SIG (.shp) para la información gráfica. A continuación, se establecen las relaciones de tenencia social con cada una de las entidades, incluyendo las de la gestión del riesgo.

La determinación de recomendaciones para el tratamiento de la vulnerabilidad utilizó el Manual de derrumbes: Una guía para entender todo sobre los derrumbes, desarrollado por el Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS por sus siglas en inglés) (Highland y Bobrowsky, s. f.), donde se muestran nociones y guías para la mitigación mediante acciones específicas. En la Lám. 65 se presenta el detalle de las acciones recomendadas para los distintos niveles de vulnerabilidad.



Lám. 65. Recomendaciones consideradas para la vulnerabilidad físico estructural frente a deslizamientos. Tomado de Highland y Bobrowsky, s. f.

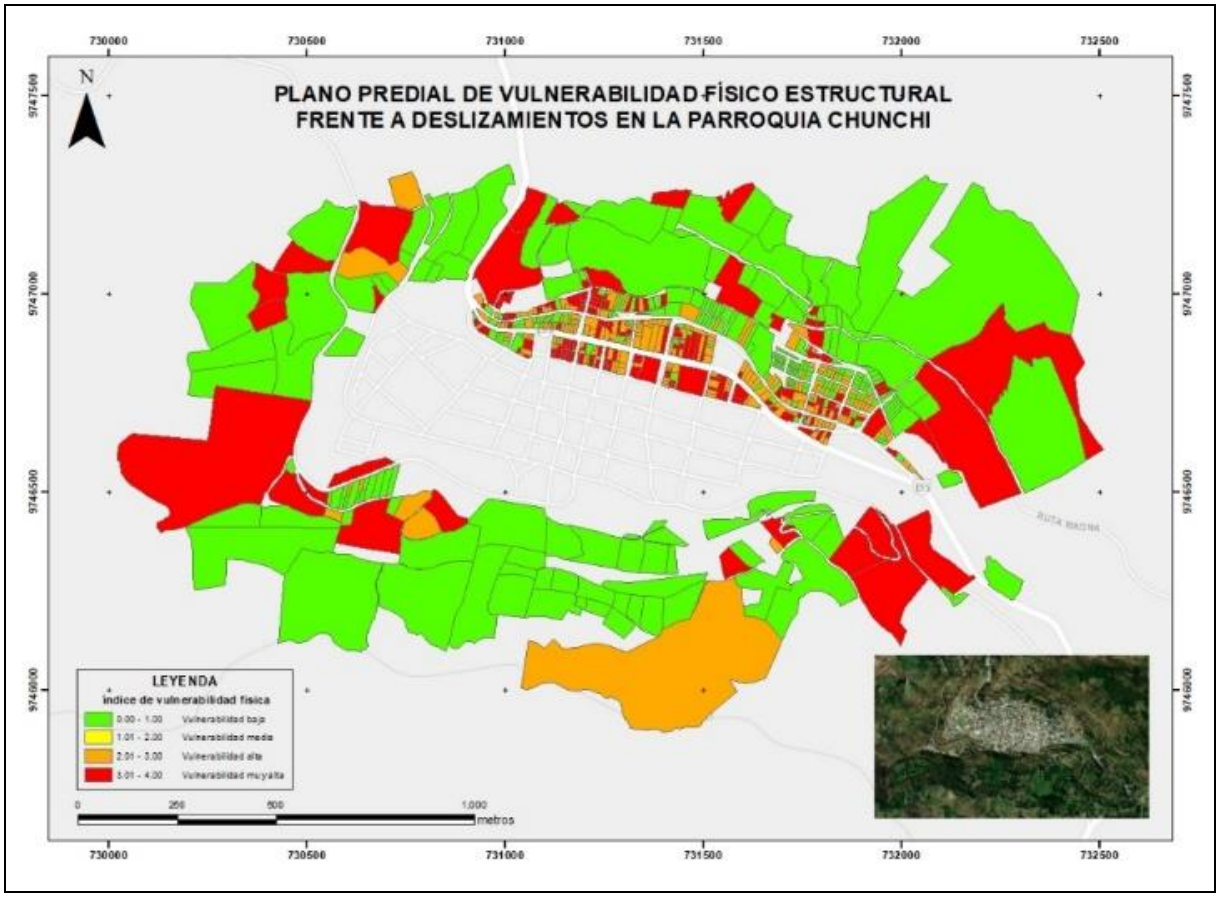
Para las áreas sin ocupación, generalmente de uso rural, se hacen las siguientes recomendaciones, de acuerdo con (Olga Lozano, 2008) Lám. 66.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

RECOMENDACIONES PARA ÁREAS SIN OCUPACIÓN	
Prohibido su uso con fines de expansión urbana Se recomienda utilizarlos como zonas recreativas, etc.	*MUY ALTO*
Pueden ser empleados para expansión urbana de baja densidad, sin permitir la construcción de equipamientos urbanos importantes Se deben emplear materiales y sistemas constructivos adecuados.	*ALTO*
Suelos aptos para expansión urbana	*MEDIO*
Suelos ideales para expansión urbana y localización de equipamientos urbanos importantes	*BAJO*

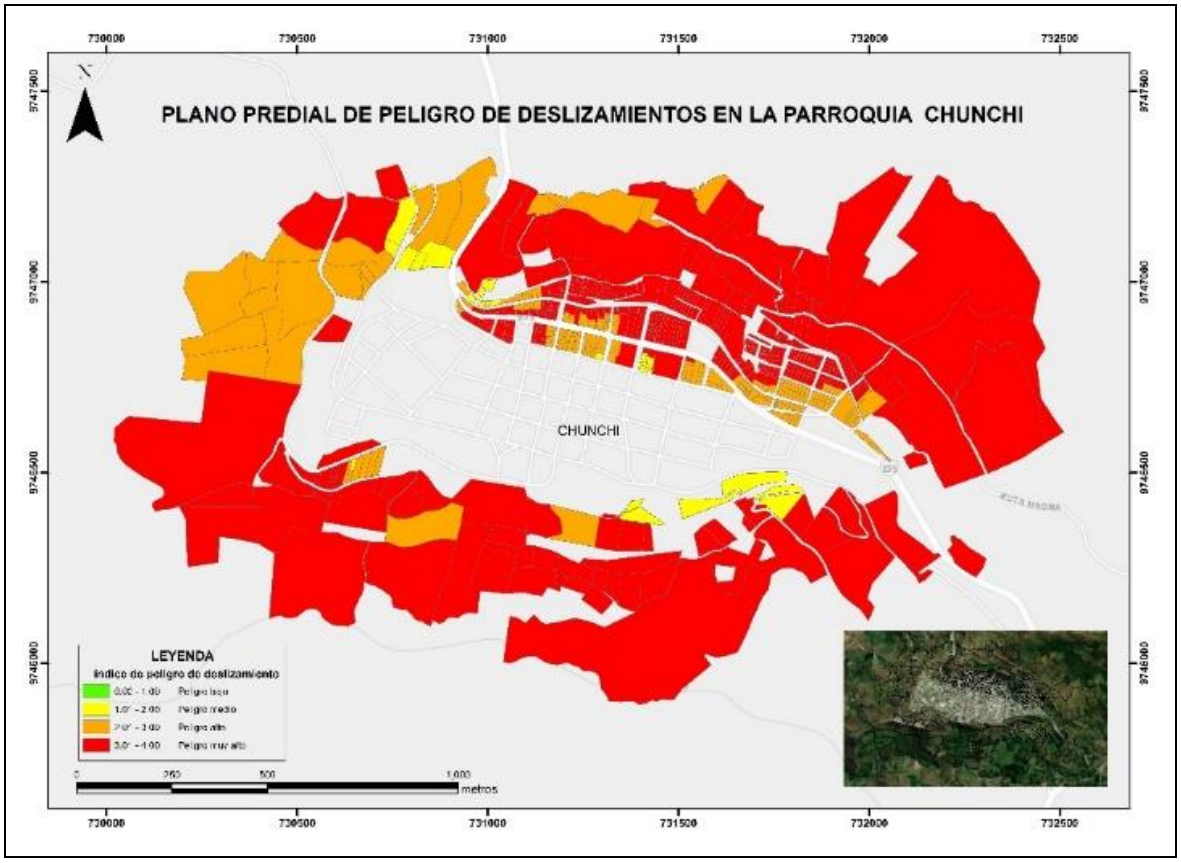
Lám. 66. Recomendaciones consideradas para la vulnerabilidad físico estructural frente a deslizamientos en áreas sin ocupación. Tomado de la metodología de Predes, Olga Lozano, 2008

Finalmente, se calculó en índice de vulnerabilidad físico estructural para todos los predios que presentan una clasificación de vulnerabilidad más alta o baja de sus construcciones frente a los deslizamientos. De ese modo y para una correcta interpretación de este valor numérico, se asignó a cada predio correspondiente la representación mediante su respectiva semaforización, Lám. 67.



Lám. 67. Modelo de vulnerabilidad físico estructural ante deslizamientos. Fuente: Autor

Al añadir la información catastral de los predios, se obtiene el modelo predial de peligro por deslizamientos. Lám. 68.



Lám. 68. Modelo predial de peligro por deslizamientos. Fuente: Autor

Con esta información modelada en el STDM, se generó una nueva ficha catastral que consta de ocho partes: datos del propietario, datos del predio, datos del lote global, avalúo catastral, mapa de ubicación, vulnerabilidad físico estructural del predio frente a deslizamientos, índice de vulnerabilidad, índice de peligro, recomendaciones y notas referentes al documento, como se aprecia en la Lám. 69.

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

FICHA CATASTRAL INFORMATIVA PREDIAL
CANTÓN CHUNCHI

DATOS DEL PROPIETARIO

Cédula o RUC:	0601380934
Apellidos:	CHIRIBOGA BARRERA
Nombres:	SALVADOR ARCESIO

MAPA DE UBICACIÓN

DATOS DEL PREDIO

Clave catastral:	060550010411014000	
Número de predio:	10	
Área del predio:	749.64	m2
Área de construcción:	270.80	m2

DATOS DEL LOTE GLOBAL

Clasificación:	URBANO
Cantón:	CHUNCHI
Sector:	4
Dirección:	CALLE PUBLICA Y CAMINO PUBLICO (BERMEO

AVALÚO CATASTRAL

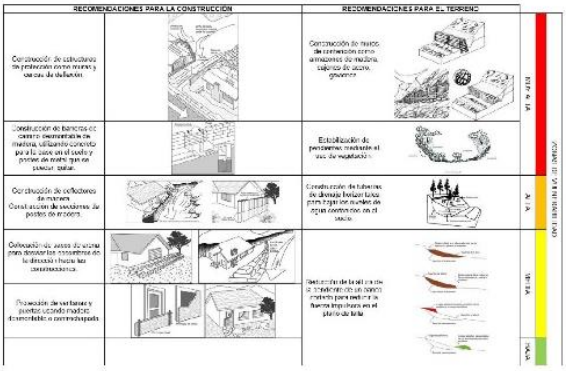
Avalúo del terreno:	$	33147.29
Avalúo de la construcción:	$	49920.98
Avalúo total:	$	83068.27

VULNERABILIDAD FÍSICA DEL PREDIO FRENTE A DESLIZAMIENTOS

Variable		Indicador
Sistema Estructural:	Hormigón armado	3
Material de pared:	Bloque	3
Número de pisos:	2	3
Año de construcción:	1991-2020	1
Estado de conservación:	Regular	3
Topografía del sitio:	Escarpe positivo o negativo	4

Índice de vulnerabilidad física: (1) 2.95 **Índice de peligro:** (2) 4

RECOMENDACIONES



(3)

Categoría	Valor	Convención
Bajo	0-1	
Medio	1-2	
Alto	2-3	
Muy Alto	3-4	

RECOMENDACIONES PARA ÁREAS SIN OCUPACIÓN		
Prohibido su uso con fines de expansión urbana Se recomienda utilizarlos como zonas recreativas, etc.	MUY ALTO	ZONAS DE PELIGRO
Pueden ser empleados para expansión urbana de baja densidad, sin permitir la construcción de equipamientos urbanos importantes Se deben emplear materiales y sistemas constructivos adecuados.	ALTO	
Suelos aptos para expansión urbana	MEDIO	
Suelos ideales para expansión urbana y localización de equipamientos urbanos importantes	BAJO	

NOTAS:
(1) El índice de vulnerabilidad física está calculado mediante una suma ponderada de los indicadores de vulnerabilidad física.
(2) El índice de peligro fue obtenido del modelo de regresión logística realizado por (Cabascango & Iguago, 2022)
(3) La semaforización corresponde tanto al índice de vulnerabilidad física (1) como al índice de peligro (2)

USC UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Lám. 69. Ficha catastral predial con la información del riego por deslizamientos. Fuente: Autor

Realizando una ampliación a la parte inferior de la ficha, sección RECOMENDACIONES, Lám. 64, se aprecia la información del riesgo que se ha incluido en el sistema de administración de tierras para el predio escogido. La clave numérica de los grados de vulnerabilidad física en cuatro colores y rangos con su descripción respectiva define el índice de peligro para cada predio.

En el caso del ejemplo el predio seleccionado, Lám. 70, tiene un índice de peligro con un valor de 4 correspondiente al color rojo, cuyas recomendaciones, según el caso son:

Para áreas construidas: "Construcción de estructuras de protección como muros y cercas de deflexión; Construcción de barreras de camino desmontable de madera, utilizando concreto para la base del suelo y postes de metal que se pueda quitar"

Para el terreno: "Construcción de muros de contención como armazones de madera, cajones de acero, gaviones; Estabilización de pendientes mediante el uso de vegetación"

Para áreas sin ocupación: "Prohibido su uso para expansión urbana, se recomienda utilizarlo como zonas recreativas, etc."

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Categoria	Valor	Convención
Bajo	0-1	
Medio	1-2	
Alto	2-3	
Muy Alto	3-4	

RECOMENDACIONES PARA ÁREAS SIN OCUPACIÓN		
Prohibido su uso con fines de expansión urbana Se recomienda utilizarlos como zonas recreativas, etc.	MUY ALTO	ZONAS DE PELIGRO
Pueden ser empleados para expansión urbana de baja densidad, sin permitir la construcción de equipamientos urbanos importantes Se deben emplear materiales y sistemas constructivos adecuados.	ALTO	
Suelos aptos para expansión urbana	MEDIO	
Suelos ideales para expansión urbana y localización de equipamientos urbanos importantes	BAJO	

Lám. 70. Ficha catastral predial con la información del riego por deslizamientos. Fuente: Autor

En el sistema desarrollado se aprecia que es posible, en un solo sistema de administración de tierras, integrar la geoinformación relacionada con el riesgo con la del catastro fiscal tradicional. El mismo ejercicio se puede hacer con la integración de otros dominios como el

USC DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

ambiental, la conservación, que como se aprecia, pueden proponer restricciones y responsabilidades a los predios según el caso.

Si se adopta este modelo como una norma nacional y es implantado en todos los municipios del país, en el tema de la amenaza de origen natural y el riesgo, mediante los acuerdos legales, tecnológicos, económicos, entre otros, es posible crear una Infraestructura de Datos Espaciales para a Gestión del Riesgo.

4.11 CONCLUSIONES DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Las decisiones que se puedan tomar para la gestión sostenible de la tierra y el territorio suelen ser tan efectivas como la calidad de información disponible para su análisis. Los actuales sistemas de catastro multipropósito, los nuevos sistemas de administración de tierras integrados con los sistemas para la gestión del riesgo son tan eficientes como la naturaleza de la información de entrada, la efectividad de los procesos y la calidad de los productos que proporcionan para la toma de decisiones.

Generalmente esta geoinformación se obtiene con fines sectoriales específicos y puede no ser interoperable con otra, que ha sido elaborada para otro propósito y por un productor diferente. Para el caso de la geoinformación tanto de los catastros multipropósito como de la gestión del riesgo y sus bases de datos, la precisión, la actualización, la interoperabilidad, la difusión interna y externa son imprescindibles para la toma de decisiones del gobierno y los ciudadanos.

La evaluación de la estructura de un marco de referencia que permita incluir la información del análisis del riesgo por múltiples amenazas en la administración del territorio a nivel predial en el entorno de una IDE requiere comprender los conceptos y las relaciones de la gestión de la geoinformación del territorio y del riesgo

Los principales problemas en la situación ecuatoriana son, entre otros, la falta de un concepto homogéneo de administración del territorio y la falta de un modelo gestión de geoinformación clara y simple sobre la tierra. En resumen, falta de modelos estandarizados que generen la geoinformación necesaria y la sitúen a disposición de los tomadores de decisiones. La dificultad de concretar acuerdos políticos, legales, económicos, humanos y tecnológicos entre las organizaciones que gestionan la geoinformación es una de las causas.

Esta situación actual, de ausencia de un catastro estandarizado a nivel municipal, es una oportunidad para desarrollar el nuevo sistema nacional de catastro integrado para las áreas urbanas y rurales incorporando a las organizaciones involucradas en una IDE en la que se definan claramente sus límites y responsabilidades conforme sus mandatos y marco legal vigente. La adopción de la norma ISO 19152 LADM se constituye en la clave de este desarrollo.

El marco institucional y organizacional actual está en capacidad de proporcionar parcialmente información fundamental relevante relacionada con la administración del territorio: red geodésica, fotografía aérea, imágenes satelitales, información topográfica y temática de recursos naturales, del riesgo y del uso de la tierra, así como registros de tenencia.

En principio, dada la heterogeneidad de los sistemas catastrales actuales, en la primera versión del nuevo modelo del sistema de administración de tierras, no es factible unificar los modelos de los sistemas catastrales urbanos y rurales existentes. Este es un proceso que necesita ser implementado por etapas en cada uno de los campos de desarrollo de una IDE. En la solución propuesta, el intercambio de información catastral existente en diferentes estándares y modelos se realiza incrementalmente por versiones.

El nuevo modelo estandarizado mediante la ISO 19152 LADM y construido como una IDE resuelve el problema del intercambio e integración de la información catastral y es una

USC UNIVERSIDADE DE COMPOSTELA

solución para el registro de los predios junto con sus derechos en un sistema nacional homogéneo. En este modelo es posible asociar las restricciones y responsabilidades definidas en el dominio de la gestión del riesgo de acuerdo con la vulnerabilidad determinada en los estudios específicos.

De esta manera, la asociación de la información de amenaza, riesgo y vulnerabilidad, de uso del suelo y otras relacionadas con los predios se puede hacer a través de una IDE. En este sentido, se amplía el concepto de gestión de tierras, gestión del territorio y catastro hacia el de administración del territorio.

El enfoque para la implementación de la IDE en forma de bloques o modularmente incluye la mejora técnica continua de cada una de las instituciones gubernamentales, las organizaciones nacionales y del proceso de descentralización, con el apoyo técnico y fiscal del gobierno central y un conjunto claro de reglas establecidas por el CONAGE.

Paralelamente, es necesario diseñar y desarrollar un programa de capacitación intensivo para aumentar el conocimiento de la importancia de la administración efectiva del territorio, de las IDE y los sistemas de la gestión del riesgo para crearlos siguiendo el mismo modelo ISO 19152 LADM.

La definición de la UAB para la gestión del riesgo en apoyo a una buena gobernanza de la tierra y el riesgo y el desarrollo económico en todos los niveles de la toma de decisiones es imprescindible. En este estudio se propone que la UAB para la gestión del riesgo sea la cuenca hidrográfica.

Los nuevos y continuos avances para la implementación de las comunicaciones, el almacenamiento masivo en la nube o la adopción de la tecnología de Big Data pueden considerarse como nuevos problemas de investigación para la implementación de una IDE. El diseño e implementación de servidores locales con el nuevo modelo y contenido de los datos catastrales, así como de interfaces de usuario y la implementación del centro de servicio de intercambio de información son algunos de estos modelos.

La integración de la información de las múltiples amenazas, riesgo y vulnerabilidad en países como el Ecuador, que no tienen tradición de planificación del uso del suelo, es indispensable para la administración del territorio con la finalidad de evitar la exposición de elementos o predios en riesgo a fin de minimizar la afectación en caso de llega al riesgo del desastre.

La difusión de información territorial demanda un sistema de comunicación y distribución en forma de una IDE que se utilice para una adecuada planificación, así como para la toma de decisiones en la elaboración participativa de los planes de ordenamiento territorial y el análisis del riesgo multiamenaza integrado en la planificación del uso del suelo.

Probado el modelo conceptual, motivo de esta investigación, se concluye que si existe un esfuerzo nacional, guiado por las instituciones rectoras de la gestión de la geoinformación en el Ecuador: CONAGE, MIDUVI, SGR para la adopción de este modelo de administración de tierras como una norma nacional y es implantado en todos los municipios del país, mediante los acuerdos legales, tecnológicos, económicos, sociales, entre otros, es posible crear una Infraestructura de Datos Espaciales para a Gestión del Riesgo.

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

5 CONCLUSIONES

Pese a que históricamente la humanidad ha sido afectada por desastres ocasionados por la activación de las múltiples amenazas de origen natural a las que está expuesta y a pesar de la existencia de abundante legislación orientada a alcanzar una buena gobernanza del territorio y del riesgo, en la práctica se observa serias deficiencias en su aplicación.

El presente estudio ha examinado los procesos de la gestión del riesgo en la escala regional analizando la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas en Ecuador, debido a que es una de las áreas más vulnerables a múltiples amenazas naturales. También ha servido para reflexionar y comprobar la necesidad de la creación de un nivel territorial intermedio que estandarice, simplifique e integre los procesos de la planificación del uso de la tierra y del catastro con los procesos de la gestión del riesgo que son competencias exclusivas de los municipios.

Se ha revisado los conceptos de gobernanza del territorio y del riesgo para estudiar el grado de implementación de los modelos de administración del territorio existentes con la finalidad de proponer la adopción de un nuevo modelo con base en la norma ISO 19152 LADM. Se han establecido las condiciones actuales que viabilicen la posibilidad de la integración de la geoinformación de la gestión del territorio y del riesgo de las escalas nacional, regional y local en un solo modelo.

La gestión del riesgo por amenazas naturales en el Ecuador se realiza en dos contextos espaciales: 1) el nivel local, municipal o de influencia en el que la autoridad tiene la posibilidad de actuar de forma autónoma, planificar, tomar decisiones, y ejecutar las medidas de prevención y mitigación; 2) el nivel nacional, provincial o de interés, donde se encuentran los organismos encargados de la gestión del riesgo y la academia.

Esta compleja relación y coordinación entre los dos contextos espaciales para la gestión del riesgo se ha analizado en una cuenca hidrográfica, en la que están inmersos varios niveles de administración con puntos de vista, información, estudios y modelos dispares. La cobertura regional a nivel de cuenca hidrográfica, como área de interacción, contiene la información estandarizada y homogénea del riesgo para que sea utilizada por los municipios involucrados.

La evaluación de la vulnerabilidad frente a las múltiples amenazas en los municipios de la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas se realizó utilizando la metodología de evaluación espacial multicriterio con el objetivo de generar un modelo regional estandarizado del riesgo a partir de los estudios individuales y dispersos que originalmente han sido elaborados por diferentes organizaciones, con diversidad de criterios y en diferentes niveles de planificación.

Utilizando la información catastral generada a nivel local y adoptando el nuevo modelo de administración de tierras LADM, se incorporan restricciones y responsabilidades para los predios, establecidas como consecuencia de los resultados del análisis del riesgo por amenazas naturales facilitando la cuantificación de las probables pérdidas en los predios involucrados.

La integración de los predios de las áreas rurales y urbanas en un único modelo común, junto con las variables necesarias para la elaboración de los planes de uso de la tierra, de desarrollo y de ordenamiento territorial permite administrar el territorio y gestionar el riesgo por medio de responsabilidades y restricciones frente a la vulnerabilidad establecida.

En el Ecuador, la planificación del uso de la tierra y el catastro desarrollado

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

principalmente para fines fiscales de tributación, son típicos procesos municipales, mientras que los derechos de la tierra se encuentran tradicionalmente en un organismo de registro de propiedad autónomo.

La localización específica de los objetos (predios) y personas (sujetos) vulnerables expuestos a múltiples amenazas se ha realizado bajo el nuevo modelo de administración de tierras LADM, logrando introducir un nuevo concepto a los sistemas catastrales tradicionales incluyendo las restricciones y responsabilidades frente al riesgo.

En el momento del desarrollo de esta investigación, en el Ecuador no existe un estándar para el modelo de datos de catastro debido a que solamente está publicada una Norma de Catastro orientada a la obtención de información y no a la generación de un sistema nacional estandarizado, ocasionando que los municipios tengan diferentes sistemas catastrales amparados en la autonomía municipal.

En este contexto, la idea de trabajar en una cuenca hidrográfica a escala regional intenta la estandarización de un grupo de municipios por medio del desarrollo de una nueva metodología, procesos y el establecimiento de un modelo de datos común, con la finalidad de homogeneizar, como ejemplo, la planificación del uso de la tierra y la administración del territorio mediante una gestión eficiente del riesgo.

El ordenamiento territorial es un objetivo nacional. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos desarrollados en los últimos años, no se ha podido obtener productos o planes concretos y no se ha logrado avanzar en la definición y uso de un modelo para la administración del territorio con un estándar que cree y organice el sistema nacional de catastros como aporte al inventario, planificación y uso eficiente del territorio a escala predial.

El nivel central ha delegado la responsabilidad de la planificación del ordenamiento territorial directamente a los gobiernos autónomos descentralizados provinciales, cantonales y parroquiales rurales sin una capacitación y dirección adecuadas. En consecuencia, se han desarrollado los planes sin la participación ciudadana por el enfoque de “arriba para abajo” que no ha suscitado el debate e intercambio entre los niveles de administración.

El uso del concepto y la flexibilidad de un modelo de administración del territorio bajo la norma ISO 19152 LADM brinda la oportunidad de generar un proceso integrador que facilite utilizar la información de la gestión del riesgo preparada a escala regional, en este caso de una cuenca hidrográfica, junto con la información de la planificación del uso de la tierra y de los catastros con el objetivo de generar un consensuado modelo de administración del territorio preparado a escala local.

Esta integración de procesos para la administración del territorio y la gestión del riesgo no implica la creación de organizaciones nuevas o paralelas para la ejecución centralizada. El hecho de utilizar un estándar permite adoptar el concepto de una infraestructura de datos espaciales en la que cada uno de los actores y responsables de los procesos y subprocesos actúen de forma independiente, pero a la vez integrada.

De este modo, la generación, actualización y divulgación de la información del riesgo, de la planificación del uso de la tierra y de la administración del territorio en la fuente, municipio, se vuelve transparente para todos los niveles estatales y privados evitando su uso indebido y la duplicidad de los costos que implica su gestión en forma separada y no estandarizada.

Dado el contexto anglosajón de su origen, la norma ISO 19152 LADM se ha traducido, interpretado y adaptado a los conceptos de tierra, territorio, predio, parcela, catastro, registro, uso del suelo y otros. Estos términos, que difieren entre culturas, se han acoplado a las necesidades del estudio considerando que se los pretende introducir en localidades que no tienen la tradición de sistemas automatizados de información catastral y se pretende generar

USC DE COMPOSTELA

una normativa nacional. El término empleado ha sido Modelo en el Dominio de la Administración de Tierras MDAT.

El MDAT pretende ser útil, práctico y lo más simple posible para que pueda ser compartido y sirva de guía en las jurisdicciones que se plantean la creación y/o normativa de nuevos sistemas catastrales, la reforma de los procesos institucionales del catastro nacional; así como la integración del catastro con los registros de propiedad y demás procesos de la administración del territorio.

En este sentido, se ha comprobado que el MDAT facilita la administración integrada del territorio en términos de las relaciones de la tierra con las personas a nivel predial, estableciendo los derechos, que actualmente están considerados en modelos distintos y separados para las áreas urbanas y rurales.

Como núcleo fundamental, el modelo de datos considera elementos flexibles para su eficiente y efectivo desarrollo utilizando una arquitectura dirigida a modelos. Incluye la posibilidad de conversión automática de las distintas versiones desde el primer modelo hasta su implementación final, permitiendo añadir las particularidades locales al modelo conceptual del perfil nacional.

En la actualidad, el concepto de administración del territorio orientada al propósito pretende abrir la posibilidad de crear sistemas que contengan el mínimo número de entidades y atributos que puedan ser utilizados por la mayoría de los actores a fin de que se reduzcan los costos de producción y se pueda contar con una cobertura completa de todos los sujetos, derechos y objetos de la jurisdicción involucrada.

El MDAT está diseñado para apoyar las demandas de la sociedad que se manifiestan en las políticas estatales y está construido para cubrir una serie continua de derechos de la tierra. Todos los datos se documentan en fuentes auténticas y verificables que son la base para la gestión institucional confiable. Se comprobó que es posible integrar los diversos tipos de tenencia con el uso de la tierra en forma de restricciones y responsabilidades.

El uso de información territorial certificada sirve de sustento para la seguridad de la tenencia, la ejecución de transacciones y el establecimiento de nuevos derechos, responsabilidades y restricciones sobre la tierra respecto de otros dominios que gestionan el territorio entre los que se encuentra el riesgo. En el modelo, es posible asignar junto con la información de tenencia, las restricciones y responsabilidades que tiene un predio a causa de su vulnerabilidad frente a múltiples amenazas de tipo natural.

El MDAT una vez implementado necesita mantenimiento continuo o puede desactualizarse, incumplir su objetivo y desaparecer. Esto significa que el uso de los estándares y la información proporcionada deben ser monitoreados continuamente. Las decisiones que se puedan tomar para la gestión sostenible de la tierra y el territorio suelen ser tan efectivas como la calidad de información disponible para su análisis.

Los actuales sistemas de catastro multipropósito, los nuevos sistemas de administración de tierras integrados con los sistemas para la gestión del riesgo son tan eficientes como la naturaleza de la información de entrada, la efectividad de los procesos y la calidad de los productos que proporcionan para la toma de decisiones.

La geoinformación que se obtiene con fines sectoriales específicos puede no ser interoperable con otra, que ha sido elaborada para otro propósito y por un productor diferente. Para el caso de la geoinformación tanto de los catastros multipropósito como de la gestión del riesgo y sus bases de datos, la precisión, la actualización, la interoperabilidad, la difusión interna y externa son imprescindibles para la toma de decisiones del gobierno y los ciudadanos.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

La evaluación de la estructura de un marco de referencia que permita incluir la información del análisis del riesgo por múltiples amenazas en la administración del territorio a nivel predial en el entorno de una infraestructura de datos espaciales requiere comprender los conceptos y las relaciones de la gestión de la geoinformación del territorio y del riesgo

Los principales problemas en la situación ecuatoriana son, entre otros, la falta de un concepto homogéneo de administración del territorio y la falta de un modelo gestión de geoinformación clara y simple sobre la tierra. En resumen, falta de modelos estandarizados que generen la geoinformación necesaria y la sitúen a disposición de los tomadores de decisiones. La dificultad de concretar acuerdos políticos, legales, económicos, humanos y tecnológicos entre las organizaciones que gestionan la geoinformación es una de las causas.

Esta situación actual, de ausencia de un catastro estandarizado a nivel municipal, es una oportunidad para desarrollar el nuevo sistema nacional de catastro integrado para las áreas urbanas y rurales incorporando a las organizaciones involucradas en una infraestructura de datos espaciales en la que se definan claramente sus límites y responsabilidades conforme sus mandatos y marco legal vigente. La adopción de la norma ISO 19152 LADM constituye la clave de este desarrollo.

El marco institucional y organizacional actual está en capacidad de proporcionar parcialmente información fundamental relevante relacionada con la administración del territorio: red geodésica, fotografía aérea, imágenes satelitales, información topográfica y temática de recursos naturales, del riesgo y del uso de la tierra, así como registros de tenencia.

En principio, dada la heterogeneidad de los sistemas catastrales actuales, en la primera versión del nuevo modelo del sistema de administración de tierras, no es factible unificar los modelos de los sistemas catastrales urbanos y rurales existentes. Este es un proceso que necesita ser implementado por etapas en cada uno de los campos de desarrollo de una infraestructura de datos espaciales. En la solución propuesta, el intercambio de información catastral existente en diferentes estándares y modelos se realiza incrementalmente por versiones.

El nuevo modelo estandarizado mediante la ISO 19152 LADM y construido como una infraestructura de datos espaciales resuelve el problema del intercambio e integración de la información catastral y es una solución para el registro de los predios junto con sus derechos en un sistema nacional homogéneo. En este modelo es posible asociar las restricciones y responsabilidades definidas en el dominio de la gestión del riesgo de acuerdo con la vulnerabilidad determinada en los estudios específicos, con la finalidad de orientar la toma de decisiones para la ordenación del territorio.

De esta manera, la asociación de la información de amenaza, riesgo y vulnerabilidad, de uso del suelo y otras relacionadas con los predios se puede hacer a través de una infraestructura de datos espaciales. En este sentido, se amplía el concepto de gestión de tierras, gestión del territorio y catastro hacia el de administración del territorio.

El enfoque para la implementación de la infraestructura de datos espaciales en forma de bloques o modularmente incluye la mejora técnica continua de cada una de las instituciones gubernamentales, las organizaciones nacionales y del proceso de descentralización, con el apoyo técnico y fiscal del gobierno central y un conjunto claro de reglas establecidas por el Consejo Nacional de Geoinformática.

Paralelamente, es necesario diseñar y desarrollar un programa de capacitación intensivo para aumentar el conocimiento de la importancia de la administración efectiva del territorio, de las infraestructuras de datos espaciales y los sistemas de la gestión del riesgo para crearlos siguiendo el mismo modelo ISO 19152 LADM.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

La definición de una Unidad Administrativa Básica para la gestión del riesgo en apoyo a una buena gobernanza de la tierra y el riesgo y el desarrollo económico en todos los niveles de la toma de decisiones es imprescindible. En este estudio se propone que la unidad administrativa básica para la gestión del riesgo sea la cuenca hidrográfica.

Los nuevos y continuos avances para la implementación de las comunicaciones, el almacenamiento masivo en la nube o la adopción de la tecnología de Big Data pueden considerarse como nuevos problemas de investigación para la implementación de una infraestructura de datos espaciales. El diseño e implementación de servidores locales con el nuevo modelo y contenido de los datos catastrales, así como de interfaces de usuario y la implementación del centro de servicio de intercambio de información son algunos de estos modelos.

La integración de la información de las múltiples amenazas, riesgo y vulnerabilidad en países como el Ecuador, que no tienen tradición de planificación del uso de la tierra es indispensable para la administración del territorio, con la finalidad de evitar la exposición de elementos o predios en riesgo a fin de minimizar la afectación en caso de llegar al riesgo del desastre.

La difusión de información territorial demanda un sistema de comunicación y distribución en forma de una infraestructura de datos espaciales que se utilice para una adecuada planificación, así como para la toma de decisiones en la elaboración participativa de los planes de ordenamiento territorial y el análisis del riesgo multiamenaza integrado en la planificación del uso de la tierra.

Probado el modelo conceptual, motivo de esta investigación, se concluye que se necesita un esfuerzo nacional, guiado por las instituciones rectoras de la gestión de la geoinformación en el Ecuador: Consejo Nacional de Geoinformática, Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda y Secretaría de Gestión de Riesgos para la adopción de este modelo de administración de tierras como una norma nacional. Este modelo, implantado en todos los municipios del país mediante los acuerdos legales, tecnológicos, económicos, sociales, es la base para la creación de una infraestructura de datos espaciales para a gestión del riesgo.

Finalmente, estas iniciativas generan la posibilidad de crear infraestructuras de datos espaciales en los países americanos, empezando por la implantación en municipios fronterizos con la finalidad de administrar eficientemente los territorios mediante a toma de decisiones conjuntas basados en sistemas comunes y estandarizados de administración de tierras.

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Bibliografía

Ali, Z., & Zevenbergen, J. A. (2013). Developing a framework to apply total quality management concepts to land administration: (The case of Islamic Republic of Pakistan).

Amalia Velasco. (2012). La estandarización del Catastro y las Infraestructuras de Datos Espaciales. El ejemplo Español (Dirección General de Catastro).

AN/NZS. (2004). Risk management – Principles and Guidelines. Standards Australia/Standards New Zealand.

Asamblea Nacional Constituyente. (2008). CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR. Asamblea Nacional del Ecuador.

Asamblea Nacional del Ecuador. (2008). CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR. Asamblea Nacional del Ecuador.

Asamblea Nacional del Ecuador. (2016). LEY ORGANICA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL USO Y GESTIÓN DEL SUELO. Asamblea Nacional del Ecuador.

Aubrecht, C., Özceylan, D., Steinnocher, K., & Freire, S. (2013). Multi-level geospatial modeling of human exposure patterns and vulnerability indicators. Natural Hazards, 68(1), 147-163. https://doi.org/10.1007/s11069-012-0389-9

Augustinus, C., Lemmen, C., & Oosterom, P. V. (2006). Social Tenure Domain Model Requirements from the Perspective of Pro-Poor Land Management.

Bennett, R., Tambuwala, N., Rajabifard, A., Wallace, J., & Williamson, I. (2013). On recognizing land administration as critical, public good infrastructure. Land Use Policy, 30(1), 84-93. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2012.02.004

Berke, P., & Smith, G. (2009). Hazard Mitigation, Planning, and Disaster Resiliency: Challenges and Strategic Choices for the 21st Century. En Building Safer Communities. Risk Governance, Spatial Planning, and Responses to Natural Hazards (Fra Paleo, Urbano, pp. 1-20). IOS Press BV.

Bernabé, M., & López, C. (2012). Fundamentos de las infraestructuras de datos espaciales (IDE). UPM Press.

Brazales, D. (2016). Estimación del costo de construcción por kilómetro de vía, considerando las variables propias de cada región [PUCE]. http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/11071

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Cabascango,Daniela & Iguago, Mayra. (2022). Estimación de la susceptibilidad a deslizamientos en el área de los ríos Guasuntos, Picay y Chanchan, provincia del Chimborazo, utilizando técnicas geoespaciales, como insumo para los PDOT de los cantones.

Calderón, D., & Frey, K. (2015, mayo). La Gestión y Gobernanza del Riesgo de Desastres Naturales en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Colombia. Grupo Temático: GT11: Mudanças climáticas: políticas e governança para a adaptação e redução das vulnerabilidades.

Cenerini, C. (2012). Una visión del tema de la tierra y el territorio orientada hacia los pueblos indígenas: Un enfoque posible. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO.

Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas. (2010). Asamblea Nacional del Ecuador. https://www.finanzas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/CODIGO_PLANIFICACION_FINAZAS.pdf

Coetzee, C., & van Niekerk, D. (2012). Tracking the evolution of the disaster management cycle: A general system theory approach. Journal of Disaster Risk Studies, 4 (1)(54), 1-9. https://doi.org/dx.doi.org/10.4102/jamba.v4i1.54

Coletti, A., Howe, P. D., Yarnal, B., & Wood, N. J. (2012). A support system for assessing local vulnerability to weather and climate. Natural Hazards, 65, 999-1008. https://doi.org/10.1007/s11069-012-0366-3

Comité ISO/TC 211. (2013). Guía de Normas. Instituto Panamericano de Geografía e Historia, IPGH.

Comité Permanente sobre el Catastro en Iberoamérica. (2006, mayo 12). Declaración del Catastro en Iberoamérica.

Constitución de la república del Ecuador (2008).

Cutter, S. L. (2003). GI science, disasters, and emergency management. Transactions in GIS, 7(4), 439-446.

Cutter, S. L., Barnes, L., Berry, M., Burton, C., Evans, E., Tate, E., & Webb, J. (2008). A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. Global Environmental Change, 18(4), 598-606. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2008.07.013

Dam, C. van. (2008). Tierra, territorio y derechos de los pueblos indígenas, campesinos y pequeños productores de Salta. Ministerio de Economía y Producción, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, Dirección de Desarrollo Agropecuario, PROINDER.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Day, S., & Fearnley, C. (2015). A classification of mitigation strategies for natural hazards: Implications for the understanding of interactions between mitigation strategies. Natural Hazards, 79(2), 1219-1238. https://doi.org/10.1007/s11069-015-1899-z

DE EUROPA, C. (2007). DIRECTIVA 2007/2/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 14 de marzo de 2007 por la que se establece una infraestructura de información espacial en la Comunidad Europea (Inspire).

de Zeeuw, K., Benn, T., Unger, E.-M., Bennett, R., & Teo, C. (2020). Global policy transfer for land administration and disaster risk management. Land Use Policy, 99, 104834.

Declaración del Catastro en Iberoamérica (2006).

Decreto 688. Creación del Sistema Nacional de Catastro Integrado Geo Referenciado de Hábitat y Vivienda, Pub. L. No. Decreto 688, 3 (2011).

Dr. Karl-Peter Traub. (s. f.). Geospatial World. Recuperado 22 de julio de 2023, de https://www.geospatialworld.net/article/the-four-dimensions-of-gis/

EIRD. (2005). Marco de Acción de Hyogo para 2005-2015: Aumento de la resiliencia de las naciones y las comunidades ante los desastres. Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, EIRD.

Enemark, S., McLaren, R., & Lemmen, C. (2016). FIT-FOR-PURPOSE LAND ADMNISTRATION (HS/033/16E; SECURING LAND AND PROPERTY RIGHTS FOR ALL). United Nations Human Settlements Programme.

Enemark, S., Williamson, I., & Wallace, J. (2005). Building modern land administration systems in developed economies. Journal of Spatial Science, 50(2), 51-68.

Etkin, D. (2009). Patterns of Risk: Spatial Planning as a Strategy for the Mitigation of Risk from Natural Hazards. En 2009 (Fra Paleo, Urbano, pp. 44-60). IOS Press BV.

Faculty of Geo-Information Science and Earth Observation. (2016). 4D-EARTH Research Theme. University of Twente. https://www.itc.nl/4D-EARTH

FAO. (2013). Participatory Land Use Planning Workshop Proceedings (PLUP). Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO.

FAO, Food and Agriculture Organization. (2009). ¿Por qué invertir en ordenación de las cuencas hidrográficas? (V). FAO.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Fra Paleo, U. (2009). On Exposure to Natural Hazards: Revising a Negleted Primal Action. En Building Safer Communities. Risk Governance, Spatial Planning and Responses to Natural Hazards (Fra Paleo, Urbano, pp. 67-87). IOS Press BV.

Fra Paleo, U. (2015a). Introduction. En Risk Governance. The Articulation of Hazard, Politics and Ecology (pp. 1-17). Springer Netherlands. http://dx.doi.org/10.1007/978-94-017-9328-5_2

Fra Paleo, U. (2015b). Introduction. En Risk Governance. The Articulation of Hazard, Politics and Ecology (Fra Paleo, Urbano, pp. 1-16). IOS Press BV.

Fra Paleo, U. (2015c). Structure, Process and Agency in the Evaluation of Risk Governance. En Risk Governance. The Articulation of Hazard, Politics and Ecology (Fra Paleo, Urbano, pp. 237-273). IOS Press BV.

Framework for Effective Land Administration. (2020). The United Nations Committee of Experts on Global Geospatial Information Management (UNGGIM). http://ggim.un.org/UN-EG-LAM/

Frazier, T., Wood, N., & Yarnal, B. (2009). A Framework for Using GIS an Stakeholder Input to Assess Vulnerability to Coastal Hazards: A Case Study from Sarasota County, Florida. En Building Safer Communities. Risk Governance, Spatial Planning, and Responses to Natural Hazards (Fra Paleo, Urbano, pp. 226-245). IOS Press BV.

Geib_Springer_Taubenbock_Remote sensing contributing.pdf. (s. f.).

Geiß, C., & Taubenböck, H. (2013). Remote sensing contributing to assess earthquake risk: From a literature review towards a roadmap. Natural Hazards, 68(1), 7-48. https://doi.org/10.1007/s11069-012-0322-2

Gómez Orea, D. (2003). LA ORDENACIÓN TERRITORIAL: CARÁCTER, ALCANCE Y CONTENIDO. 17.

Guha-Sapir, D., Below, R., & Hoyois, Ph. (2016). EM-DAT: The CRED/OFDA International Disaster Database. Université Catholique de Louvain – Brussels – Belgium. http://www.emdat.be/database

Guía para la Formulación/Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) Cantonal. (2019). Secretaría Técnica Planifica Ecuador. https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/08/GUIA-CANTONAL-FINAL-.pdf

Guía para la Formulación/Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) Parroquial. (2019). Secretaría Técnica Planifica Ecuador. https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/08/GUIA-PARROQUIAL-FINAL.pdf

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Guía para la Formulación/Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) Provincial. (2019). Secretaría Técnica Planifica Ecuador. https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/08/GUIA-PROVINCIAL-FINAL.pdf

Highland, L. M., & Bobrowsky, P. (s. f.). Manual de derrumbes: Una guía para entender todo sobre los derrumbes.

Huang, R., Huang, J., Ju, N., He, C., & Li, W. (2013). WebGIS-based information management system for landslides triggered by Wenchuan earthquake. Natural Hazards, 65(3), 1507-1517. https://doi.org/10.1007/s11069-012-0424-x

INEC. (2010). Censo Nacional de Población y Vivienda. Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos, INEC.

International Federation of Surveyors, FIG. (1995). FIG Statement on the Cadastre. FIG Publication, 11.

International Organization for Standardization, ISO. (2012). International Standard ISO 19152. International Organization for Standardization, ISO.

Jha, A. K. (2010). Safer Homes, Stronger Communities: A Handbook for Reconstructing After Natural Disasters. The World Bank. https://doi.org/10.1596/978-0-8213-8045-1

Kaufmann, J., & Steudler, D. (1998). Catastro 2014. Una visión para un sistema catastral futuro. FIG.

Lei, Y., Wang, J., Yue, Y., Zhou, H., & Yin, W. (2014). Rethinking the relationships of vulnerability, resilience, and adaptation from a disaster risk perspective. Natural Hazards, 70(1), 609-627. https://doi.org/10.1007/s11069-013-0831-7

Lemmen, C. (2010). The Social Tenure Domain Model. A Pro-Poor Land Tool. The International Federation of Surveyors (FIG).

Lemmen, C. (2012). A domain model for land administration [Technische Universiteit Delft]. http://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:ad121496-2477-4491-b5af-905ef6cbe97c

Lemmen, C. (2020). How Geospatial Surveying Is Driving Land Administration. GIM International.

Lemmen, C., Oosterom, P. van, & Bennett, R. (2015). The Land Administration Domain Model. Land Use Policy, 49, 535-545.

Lineamientos para incluir la gestión del riesgo de desastres en el PDOT. (2019). Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias. https://sni.gob.ec/documents/10180/3830914/gestionriesgo/664a56d6-7e33-4308-9cf7-66e7976a48d8

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Ministerio de Coordinación de la Política y Gobiernos Autónomos Descentralizados. (2011). CÓDIGO ORGÁNICO DE ORGANIZACIÓN TERRITORIAL AUTONOMÍA Y DESCENTRALIZACIÓN. Asamblea Nacional del Ecuador.

Ministerio de Finanzas. (2010). CÓDIGO ORGÁNICO DE PLANIFICACIÓN Y FINANZAS PÚBLICAS. Asamblea Nacional del Ecuador.

Mitchell, D. (2009, mayo). Reducing Vulnerability to Natural Disasters in the Asia Pacific through Improved Land Administration and Management. Spatial Information for Climate Change Monitoring and Other Natural Disasters Management. FIG Working Week 2009, Eilat, Israel.

NORMA TÉCNICA PARA FORMACIÓN, ACTUALIZACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL CATASTRO URBANO Y RURAL Y SU VALORACIÓN., Pub. L. No. Acuerdo Ministerial 017-20 (2020).

Olga Lozano. (2008). Metodología para el análisis de Vulnerabilidad y Riesgo ante inundaciones y Sismos, de las edificaciones en centros urbanos.

Palmer, D., Fricska, S., & Wehrmann, B. (2009). Hacia una mejor Gobernanza de la Tierra. UN-HABITAT. http://mirror.unhabitat.org/pmss/listItemDetails.aspx?publicationID=3216

Potts, K. E. (2013). Using land administration for land risk management [PhD Thesis]. Citeseer.

Potts, K., Rajabifard, A., Bennett, R., & Williamson, I. (2012). Spatially enabled risk management: Models, cases, validation.

Rajabifard, A., Williamson, I. P., Holland, P., & Johnstone, G. (2000). From Local to Global SDI initiatives: A pyramid of building blocks. 12.

Renn, O., & Klinke, A. (2015). Risk Governance and Resilience: New Approaches to Cope with Uncertainty and Ambiguity. En U. Fra.Paleo (Ed.), Risk Governance: The Articulation of Hazard, Politics and Ecology (pp. 19-41). Springer Netherlands. http://dx.doi.org/10.1007/978-94-017-9328-5_2

Reyes, F., Miranda, D., & Crecente, R. (2008). La evolución de los sistemas catastrales. Revista de la Red de Expertos Iberoamericanos en Catastro, 17-22.

Rodríguez, F., Toulkeridis, T., Sandoval, W., Padilla, O., & Mato, F. (2017). Economic risk assessment of Cotopaxi volcano, Ecuador, in case of a future lahar emplacement. Natural Hazards, 85(1), 605-618. https://doi.org/10.1007/s11069-016-2589-1

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Roy, F., Ferland, Y., & Lakrikba, E. M. (2013, mayo). Land use planning for reducing natural disaster risk and damages. Land Administration, Natural Disaster and Climate Change - 6693. FIG Working Week 2013, Albuja, Nigeria.

Rubiano Vargas, D. M., & Ramírez Cortés, F. (2009). Incorporando la gestión del riesgo de desastres en la planificación y gestión territorial: Guía técnica para la interpretación y aplicación del análisis de amenazas y riesgos. Comunidad Andina.

Salazar, R., & Fra Paleo, U. (2014). Análisis del riesgo multi-amenaza en el ordenamiento territorial de una cuenca hidrográfica. Revista Geoespacial, 11, 30-46.

Salazar, R., Ushiña, D., & Quinga, Y. (2022). Land Systems, Natural Hazards, and Risks. How a Unique Geospatial Model Integrates Multi-natural Hazard Risks into the Land Administration System. En T. Guarda, F. Portela, & M. F. Augusto (Eds.), Advanced Research in Technologies, Information, Innovation and Sustainability (Vol. 1676, pp. 112-124). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-20316-9_9

Sanabria Pérez, S. (2014). La ordenación del territorio: Origen y significado. Terra, 30, 13-32.

Sánchez, R. (2009a). Vulnerability and Adaptation to Climate Change in Urban Areas. A Role for Urban Planning. En Building Safer Communities. Risk Governance, Spatial Planning, and Response to Natural Hazards (Fra PAleo, Urbano, pp. 105-124). IOS Press BV.

Sánchez, R. (2009b). Vulnerability and Adaptation to Climate Change in Urban Areas. A Role for Urban Planning. En Building Safer Communities. Risk Governance, Spatial Planning, and Response to Natural Hazards (Fra Paleo, Urbano, pp. 105-124). IOS Press BV.

Sarmiento, D., Miranda, D., & Crecente, R. (2011). Análisis de las infraestructuras de datos espaciales como herramientas de gestión territorial. En Las reservas de la biosfera como estrategia territorial de sostenibilidad (R. Crecente&U. Fra Paleo, pp. 297-313). Servizo de Publicacións e Intercambio Científico. Universidad de Santiago de Compostela.

Saunders, W. S. A., & Kilvington, M. (2016). Innovative land use planning for natural hazard risk reduction: A consequence-driven approach from New Zealand. International Journal of Disaster Risk Reduction, 18, 244-255. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2016.07.002

Sayers, P., Hall, J., & Meadowcroft, I. (2002). Towards risk-based flood hazard management in the UK. Proceedings of the Institute of Civil Engineers, 36-42.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Schejtman, A., & Berdegué, J. A. (2004). RIMISP: Desarrollo territorial rural. Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural, RIMISP.

Secretaría de Gestión de Riesgos. (s. f.). Informes de Situación (SitRep) por emergencias y desastres en Ecuador [2016 – 2023]. Recuperado 20 de septiembre de 2023, de https://www.gestionderiesgos.gob.ec/informes-de-situacion-actual-por-eventos-adversos-ecuador/

Secretaría Nacional de Planificación. (2015). Infraestructura Ecuatoriana de Datos Geoespaciales. https://iedg.sni.gob.ec/conage/

Secretaría Nacional de Planificación. (2023). Guía para la formulación/actualización de Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial—PDOT. SNP.

SENPLADES. (2015). Guía metodológica para la elaboración de Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de los Gobiernos Autónomos Descentralizados. SENPLADES, Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo.

Sistema Nacional de Catastro Integrado Geo Referenciado de Hábitat y Vivienda, 688 Decreto (2011).

Stern, P. C., & Fineberg, H. V. (1996). Understanding risk: Informing decisions in a democratic society. National Academies Press.

Todorovski, D., Salazar, R., & Jacome, G. (2021). Assessment of Land Administration in Ecuador Based on the Fit-for-Purpose Approach. Land, 10(8), 862. https://doi.org/10.3390/land10080862

Todorovski, D., Salazar, R., Jacome, G., Bermeo, A., Orellana, E., Zambrano, F., Teran, A. P., & Mejia, R. (2018). Land administration in Ecuador; Current situation and opportunities with adoption of fit-for-purpose land administration approach. Annual World Bank Conference on Land and Poverty 2018: Proceedings: Land Governance in an Interconnected World.

Todorovski, D., Salazar, R., Jacome, G., Bermeo, A., Teran, A., Orellana, E., Zambrano, F., & Mejia, R. (2017). INTRODUCING FIT-FOR-PURPOSE LAND ADMINISTRATION APPROACH IN ECUADOR. Conferencia y Reunión Anual Comisión 7 FIG, 7.

UNECE. (2005). Social and Economic Benefits of Good Land Administration. HM Land Registry, London.

Unger, E.-M., Bennett, R., Lemmen, C. H. J., Zevenbergen, J. A., Dijkstra, P., & de Zeeuw, C. (2019). LADM based models for sustainable development: LA-DRM for disaster prone areas and communities (an example for SDG 1 and SDG 13). 8th Land Administration Domain Model Workshop 2019.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Unger, E.-M., Chhatkuli, R. R., Antonio, D., Lemmen, C., Zevenbergen, J. A., Bennett, R., & Dijkstra, P. (2019). CREATING RESILIENCE TO NATURAL DISASTERS THROUGH FIT-FOR-PURPOSE LAND ADMINISTRATION IN NEPAL.

UN-HABITAT. (2010). Land and natural disasters: Guidance for practitioners (D. Fitzpatrick, United Nations Human Settlements Programme, & Global Land Tool Network, Eds.; United Nations Human Settlements Programme, UN-HABITAT). UN HABITAT.

UNISDR. (2009). Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres. Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas, UNISDR.

United Nations Human Settlements Programme. (2010). Land and natural disasters: Guidance for practitioners (Global Land Tool Network, Ed.). UN HABITAT.

United Nations International Strategy for Disaster Reduction, UNISDR. (2011). United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR). https://archive-ouverte.unige.ch/unige:77440/ATTACHMENT01

Ushiña Huera, D. P., & Salazar Martínez, R. J. F. (2019). APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE ADMINISTRACIÓN TERRITORIAL EN LA GESTIÓN DE RIESGOS NATURALES. CASO, VALLE DE LOS CHILLOS - ECUADOR. Revista Geoespacial, 16(2), 33. https://doi.org/10.24133/geoespacial.v16i2.1493

van Westen, C., & Damen, M. (2013). Exercise Book. National Scale Multi-hazard Risk Assessment, with an Example of Georgia (UNU-DRM Centre for Spatial Analysis and Disaster Risk Management). University Twente, Faculty of Geo-Information Science and Earth Observation (ITC).

Varazanashvili, O., Tsereteli, N., Amiranashvili, A., Tsereteli, E., Elizbarashvili, E., Dolidze, J., Qaldani, L., Saluqvadze, M., Adamia, S., Arevadze, N., & Gventcadze, A. (2012). Vulnerability, hazards and multiple risk assessment for Georgia. Natural Hazards, 64(3), 2021-2056. https://doi.org/10.1007/s11069-012-0374-3

Velasco, A. (2008). Proyecto de norma ISO TC 211 19152 sobre el modelo catastral. Revista de la Red de Expertos Iberoamericanos en Catastro, 3, 12-16.

Viteri, Leonardo. (s. f.). Proyecto de autonomía del Pueblo Kichwa de Pastaza: Región Amazónica Ecuatoriana. En Pueblos Indígenas, Estado y democracia (CLACSO, pp. 349-356).

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Williamson, I., Enemark, S., Wallace, J., & Rajabifard, A. (2010). Land administration for sustainable development. TS 3A-Land Governance for Sustainable Develoment.

Williamson, I. P. (Ed.). (2010). Land administration for sustainable development (1st ed). ESRI Press Academic ; Distributed to the trade in North America [by] Ingram Publisher Services.

Yasuhara, K., Komine, H., Yokoki, H., Suzuki, T., Mimura, N., Tamura, M., & Chen, G. (2011). Effects of climate change on coastal disasters: New methodologies and recent results. Sustainability Science, 6(2), 219-232. https://doi.org/10.1007/s11625-011-0127-3

Zoido, F. & Grupo ADUAR (España). (2000). Diccionario de geografía urbana: Urbanismo y ordenamiento del territorio. Editorial Ariel.

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Índice de láminas

Lám. 1. Inconsistencias entre los límites de las provincias y de los cantones con los de la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas. Fuente: autor 4
Lám. 2. Estructura de la tesis. Fuente: autor 6
Lám. 3. Marco metodológico. Fuente: autor 9
Lám. 4. Desastres causados por sobreposición de eventos de múltiples amenazas y calentamiento global. Adaptado de Yasuhara et al. (2011) 12
Lám. 5. Porcentaje de afectación promedio de los desastres en el período 1964 – 2020 calculados de las bases de datos EM-DAT y DesInventar 16
Lám. 6. Relación de las entidades principales objeto-derechos-sujeto del concepto LADM (adaptado de Catastro 2014). Fuente: autor 17
Lám. 7. Desarrollo sostenible y administración del territorio. Fuente: (Framework for Effective Land Administration, 2020) 18
Lám. 8. Marco referencial de la gestión de riesgo de desastres. Adaptado de Faculty of Geo-information Science and Earth Observation (ITC, 2013) 20
Lám. 9. Integración de la administración del territorio, la planificación del uso del suelo y la gestión del riesgo. Adaptado de Mitchell (2009) 21
Lám. 10. Proceso de gestión del riesgo AS/NZS ISO 31000:2009 (izquierda). Proceso del enfoque de planificación basada en el riesgo (derecha). Adaptado de AS/NZS ISO 31000:2009 22
Lám. 11. Los pilares de la Gobernanza del Riesgo, adaptado de Fra Paleo, 2015 24
Lám. 12. Sistema socio-ecológico del riesgo. Adaptado de Fra Paleo, 2009 26
Lám. 13. La administración del territorio en el marco de la gobernanza. Adaptado de Williamson, 2009 33
Lám. 14. La planificación del uso de la tierra en la gobernanza del riesgo en el caso ecuatoriano. Adaptado de Renn y Klinke, 2015 35
Lám. 15. La evaluación de la gobernanza de riesgo en Ecuador de acuerdo con el marco de referencia propuesto por Fra Paleo (2015) 40
Lám. 16. Conurbaciones formadas entre los municipios de Quito-Rumiñahui y Quito-Mejía que están bajo múltiples amenazas naturales. Fuente: autor 42
Lám. 17. Modelo de: a) sistema catastral actual; y b) sistema catastral propuesto. Adaptado de Salazar y Fra Paleo, 2014 43
Lám. 18. Evaluación de la gestión de la defensa en los diferentes niveles. Adaptada de Sayers et al. 2002 44
Lám. 19. Inconsistencias entre los límites a) de las provincias, b) de las cuencas hidrográficas y c) de las zonas de planificación. Fuente: autor 46
Lám. 20. Relación de un sistema de gestión del riesgo y su integración con LADM. Adaptado de 4D Earth (Faculty of Geo-Information Science and Earth Observation, 2016) 51
Lám. 21. Concepto de riesgo utilizado para la SMCE. Adaptado de van Westen y Damen, 2013 52
Lám. 22. Procesos de la integración de la gestión del riesgo a escala regional con la administración del territorio a escala local. Fuente: autor 54
Lám. 23. Desastres por número de muertes, afectados, daños y ocurrencia 1964 – 2021. Fuente: autor 57
Lám. 24. Participación de los criterios utilizados en la SMCE. Fuente: autor 62
Lám. 25. Mapas estandarizados de cada una de las amenazas utilizadas en la SMCE: a) Sequía, ... 69

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Lám. 26. Mapa estandarizado de las múltiples amenazas, como resultado de la SMCE. Fuente: autor 70
Lám. 27. Áreas en restricción y en responsabilidad dentro de la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas Fuente: auto 71
Lám. 28. Porcentaje de elementos expuestos reclasificados en términos de restricción y responsabilidad respecto del total dentro de la cuenca. Fuente: autor 71
Lám. 29. Porcentaje de usos del suelo reclasificados en términos de restricción y responsabilidad respecto del total dentro de la cuenca. Fuente: autor 73
Lám. 30. Muestra de los predios en restricción en el municipio de Rumiñahui con los edificios construidos sin cumplir la normativa. Fuente: autor 75
Lám. 31. Integración de la información del análisis del riesgo en términos de restricción y responsabilidad con el catastro, mediante el LADM. Fuente: autor 76
Lám. 32. Áreas vulnerables en el territorio continental ecuatoriano y poblaciones más afectadas por el terremoto. Fuente: autor..... 77
Lám. 33. Comparación de los resultados de la SMCE en las áreas urbanas post terremoto. Fuente: autor..... 78
Lám. 34. Los procesos de la administración del territorio, la planificación del uso de la tierra y la gestión del riesgo en las fases de la RRD. Adaptado de Mitchel, 2009. 89
Lám. 35. Evaluación de la situación de la planificación de la mitigación en los municipios de la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas. Fuente: autor..... 92
Lám. 36. Entidades fundamentales del modelo LADM que se pueden relacionar con las entidades del dominio riesgo. Fuente: autor. 95
Lám. 37. Primer nivel de procesos. Interacciones entre la Gestión del Riesgo, la Planificación del Uso de la Tierra, la Administración del Territorio y las organizaciones externas de Análisis del Riesgo de Desastres. Fuente: autor. 97
Lám. 38. Segundo nivel de procesos GR. El proceso de GR y su interacción con los procesos de PUS (B/E, G), AT (D) y ARDE (H). Fuente: autor..... 98
Lám. 39. Segundo nivel de procesos PUS. El subproceso de PUS relacionado con la GR (B/E, G) y la AT (A, C, F). Fuente: autor..... 99
Lám. 40. Segundo nivel de procesos AT. El subproceso DRR del proceso AT integra la información de la GR (D) y de la planificación del uso de la tierra (F) en términos de LADM (A/C). Fuente: autor 100
Lám. 41. Integración de la información de un dominio externo al LADM. Nivel externo (Procesos PUS y/o GR). Fuente: autor 101
Lám. 42. Ejemplo de la integración de las restricciones y responsabilidades frente al riesgo natural en los derechos de un predio, empleando el LADM. Fuente: autor 102
Lám. 43. Modelo LADM traducido al MDAT. Adaptado de LADM ISO 19152 105
Lám. 44. Relación del dominio del uso del suelo, administración del territorio y amenazas de origen natural. Adaptado de D2.8.III.4 INSPIRE Data Specification on Land Use – Technical Guidelines 109
Lám. 45. Paquetes fundamentales del modelo MDAT. Adaptado de Lemmen, 2012 115
Lám. 46. Restricción para la construcción de edificios en un predio y responsabilidad de preparación frente al riesgo asignada al participante. Fuente: autor 120
Lám. 47. Restricción para la construcción por multiriesgo en parte o todo el predio y responsabilidad de informar de una transferencia. Fuente: autor..... 121
Lám. 48. Restricción de área en la que no se puede construir. Fuente: autor 121
Lám. 49. Relación entre la Gestión del Riesgo y la Gestión de Desastres. Adaptado de Sanabria, 2014..... 124

UDC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Lám. 50. Modelo operacional del marco referencial del riesgo. Adaptado de la propuesta de Potts et al., 2012 125
Lám. 51. La información geoespacial integrada para la gestión del riesgo en una IDE. Adaptado de Groot et al., 2000 128
Lám. 52. La "pirámide de bloques" de una IDE. Adaptado de Rajabifard et al., 2000 129
Lám. 53. Desarrollo de estrategias de información geoespacial para lograr el rediseño de procesos: Fuente: Autor 130
Lám. 54. El marco del riesgo aplicado a las inundaciones por lahares en el cantón Rumiñahui. Fuente: Autor 132
Lám. 55. Desarrollo de una IDE de acuerdo con el desarrollo de los SIG en los municipios ecuatorianos. Adaptado de Traub, s.f. 136
Lám. 56. Relación de los elementos de la norma ISO 19152 LADM con los elementos de la Directiva INSPIRE. Adaptado de Velasco, 2012 138
Lám. 57. Administración del territorio y gestión del riesgo multinivel integrada en el contexto de una IDE. Fuente: Autor 141
Lám. 58. Desarrollo de los sistemas catastrales actuales. Fuente: Autor 142
Lám. 59. Nuevo modelo catastral según la norma ISO 19152 LADM para la administración del territorio que integra la gestión del riesgo. Fuente: Autor 143
Lám. 60. Desarrollo del estándar ecuatoriano de catastro basado en la norma ISO 19152 LADM que integra las restricciones y responsabilidades en el dominio de la gestión del riesgo. Fuente: Autor 144
Lám. 61. El modelo de la IDE nacional para la administración del territorio y la gestión del riesgo. Adaptada de Groot e ITC, 2000 145
Lám. 62. Modelos de los aspectos considerados: a) zonas de peligro de deslizamiento, b) usos de la tierra, c) zonas de expansión urbana, d) usos de la tierra del área urbana y e) predios urbanos y rurales. Adoptado de Cabascango e Iguago, 2022 146
Lám. 63. Índice de peligro por deslizamientos. Tomado de Cabascango e Iguago (2022) ... 148
Lám. 64. Representación del perfil creado en STDM con sus respectivas entidades. Fuente: Autor 151
Lám. 65. Recomendaciones consideradas para la vulnerabilidad físico estructural frente a deslizamientos. Tomado de Highland y Bobrowsky, s. f. 152
Lám. 66. Recomendaciones consideradas para la vulnerabilidad físico estructural frente a deslizamientos en áreas sin ocupación. Tomado de la metodología de Predes, Olga Lozano, 2008 153
Lám. 67. Modelo de vulnerabilidad físico estructural ante deslizamientos. Fuente: Autor... 153
Lám. 68. Modelo predial de peligro por deslizamientos. Fuente: Autor 154
Lám. 69. Ficha catastral predial con la información del riego por deslizamientos. Fuente: Autor 155
Lám. 70. Ficha catastral predial con la información del riego por deslizamientos. Fuente: Autor 157

USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Índice de tablas

Tabla 1. Relación entre los puntos de vista del usuario y la respuesta del técnico informático, respecto de la información geoespacial (adaptado de Cutter, 2003) 10
Tabla 2. Experiencias del tsunami de Japón de 2011, según Day y Fearnley (2015)..... 13
Tabla 3. Coberturas utilizadas en el análisis de la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas 15
Tabla 4. Factores que contribuyen a la percepción del riesgo adaptado de Etkin, 2009 25
Tabla 5. Metodología para la evaluación de los diferentes niveles territoriales de defensa para la gestión del riesgo en el Ecuador adaptada de Sayers, P. et al. (2002)..... 27
Tabla 6. Requisitos informáticos mínimos para la creación de una IDE Catastrales de los municipios ecuatorianos 36
Tabla 7. Clasificación de las estrategias de mitigación por la importancia relativa de los diferentes aspectos del conocimiento de los eventos peligrosos (Adaptada de Day y Fearnley, 2015)..... 41
Tabla 8. Coberturas utilizadas en el análisis del riesgo de la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas 55
Tabla 9. Estandarización de los valores de intensidad en los mapas de amenaza natural 59
Tabla 10. Pesos de los criterios y factores utilizados en la evaluación multicriterio 60
Tabla 11. Viviendas y población por municipio dentro de la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas que se encuentran en áreas de restricción respecto del total 73
Tabla 12. Pérdida potencial en dólares de Estados Unidos de América por Municipio por ubicación en áreas de Restricción..... 74
Tabla 13. Costos referenciales para la reubicación de los principales elementos localizados en áreas en restricción dentro de la cuenca 75
Tabla 14. Relación entre objetos territoriales legales y sus demandantes legales..... 84
Tabla 15. El tratamiento de la amenaza, riesgo y vulnerabilidad en la guía para la elaboración de los planes de Ordenamiento Territorial del Ecuador 87
Tabla 16. Resultados del estudio del riesgo según las competencias y temáticas..... 88
Tabla 17. El diseño de un plan de mitigación, adaptado de Berke y Smith, 2009 90
Tabla 18. Coberturas comunes de INSPIRE y el LADM 108
Tabla 19. Eventos de riesgo en el Ecuador desde 2016 - 2023..... 131
Tabla 20. Organizaciones principales que intervienen en la IDE propuesta..... 133
Tabla 21. Fases del desarrollo de una IDE como solución a la integración de la administración del territorio y la gestión del riesgo en Ecuador..... 139
Tabla 22. Componentes catastrales considerados..... 147
Tabla 23. Entidades, clases y atributos de la información catastral de Chunchi adaptados a ISO 1912 LADM..... 148
Tabla 24. Clases y elementos creados en STDM con sus respectivas descripciones 149

USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

USC
UNIVERSIDADE
DE SANTIAGO
DE COMPOSTELA

CAMPUS
TERRA

La planeación y ordenación del territorio son obligaciones de todos los niveles político-administrativos en un país amenazado por eventos catastróficos como inundaciones, terremotos, deslizamientos de tierra, actividad volcánica y sequía. La gestión del riesgo de desastres incluyendo los conceptos integradores de la norma ISO 19152 registra los predios expuestos a las múltiples amenazas en términos de derechos, restricciones y responsabilidades, facilitando la reducción de la vulnerabilidad, indispensable para la toma de decisiones en la administración del territorio. Este modelo orientado a la creación de una infraestructura de datos espaciales de riesgos empieza en el nivel local, optimizando la adopción de medidas de prevención y reducción del riesgo.