

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Facultad de Ciencias

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y  
FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA

TESIS DOCTORAL

**Desarrollo, aplicación y validación de  
procedimientos y modelos para la evaluación  
de amenazas, vulnerabilidad y riesgo debidos a  
procesos geomorfológicos**

MEMORIA PRESENTADA POR

**Jaime Bonachea Pico**

PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR POR LA  
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

SANTANDER, JULIO 2006

# **ANEXOS**



## ANEXO I

### REVIEW OF LEGISLATION, RULES AND METHODS IN DIFFERENT COUNTRIES AND STUDY AREAS IN EUROPE

#### Introduction

A lack of prevention tools and a scarce control on the territory from the authorities can be claimed as a major factor that contributed to the high social costs of landslide events. The first task of the research will thus consist in an inventory of the national and regional laws, prescriptions and technical regulations, concerning the assessment and management of geological hazard, vulnerability and risk, which are now in use in the countries to which the study areas belong to. At the same time, an analysis of conceptual methods concerning hazard, vulnerability, value and related risk, available in current literature will be carried out, with special attention to GIS applications.

#### **Main objectives of WP1:**

##### 1. Inventory:

- of legislation and rules in European countries This inventory frame will contain these main topics: administrative information, legal provisions (law, enactment, rules), cartographic documents (scale, general title, date of publication, type of content, number of made up sheets, list of sheets, author, juridical or consultative document, public or non public consultation, editor, etc ...);
- of GIS techniques and multimedia tools for hazard-vulnerability-risks and economic valuation.

##### 2. The objectives of the review are:

- to compare studies and operations from one country to another;
- to choose or adapt a methodology and a representation applicable that participants can apply and which could be a common tool for European Union Countries.

#### **Deliverables:** the deliverables must contain:

1. Database for each country with inventory of legislation, risk maps and drafting methodology, in electronic format
2. Synthetic report with databases and localisation maps
3. In-depth review of GIS tools and strategies for spatial data analysis including multi-media and internet techniques for risk management. The review will be initially implemented as a prototype multimedia and made available as a published manuscript and on the web at the end of the project.

#### **Milestones:**

The time schedule for this inventory will be as follow:

1. Definition of a common list of items: 1 month;
2. Research of information by each partners in their own country. Prototype VFC tool for documenting risk legislation in Europe and for visualization of techniques for spatial data analysis in hazard zonation and risk management/perception: 5 months;
3. Analyse and synthesis of the results and report: 3 months.

#### **Progress status:**

The WP1 was finished in 2003.

**People involved:**

In each team, several people worked for this topic (cf. each national report); for the Spanish team: J. Bonachea & J. Remondo.

**End-user and links with research organizations and private companies:**

As the project mentioned in the deliverables the end-users are the different Alarm research teams. At the end of the project, the totality of the information collected until now and updated during the next years will be made available as a published manuscript and on the web.

**Results:**

In a first step, the French team proposed a pre-inquiry to obtain suggestions from the partners. The main topic of this inquiry was to collect laws, rules and methods used to assess and reduce hazard and risk in each country. In a second step, the reactions allowed to propose a modified version of the inquiry. The inquiry was structured in five parts:

1. Administrative information,
2. Legal provision,
3. Prevention,
4. Damage recovery and responsibility,
5. Information to the public.

The countries concerned by the inquiry are:

1. France,
2. Italy and the Autonomous Province of Bolzano,
3. Poland,
4. Portugal,
5. Spain and the Autonomous Basque Region.

On the basis of this form, each Alarm partner researched and collected the information in their own country and sent the fulfilled form and examples of hazard and risk maps to the WP1 coordinator (O. Maquaire) who prepared the synthesis.

A synoptic document has been prepared. It constitutes the basis of the Prototype Multimedia tool for documenting risk legislation in Europe and for visualization of techniques for spatial data analysis in hazard zonation and risk management/perception.

The document is structured along five tables organized as the example of Table 1. For each topic, the principle is to facilitate easily the comparison studies and operations from one country to another with a very short text inside the window. The reader has the possibility to obtain more information (text or/and graphic document) by clicking on the hypertext link (Ita01, for example).

It is clearly apparent that governments should reach a consensus on the acceptable level of risk, which in the end involves a political choice. This should be compatible with maintaining local and national economic development and with social demand for protection against each of the risks. There is no such thing as “zero risk” and governments may favour either assistance and indemnity or prevention as a means of dealing with the risk. In both cases there are considerable differences in the choice and in the acceptance of responsibility in the various countries of Europe and in the European Union in general. The degree of centralization and the expenditure undertaken vary widely; some countries prefer public action through the various administrative departments and others turn to insurance companies in the private sector (Maquaire, in press).

## 1. Administrative structure

In this chapter, a review of the different organisms in charge of natural risks in each country is proposed. If each country has its own administrative hierarchy, generally we can observe that the state (government) plays a major role to propose and adopt the national laws. Usually, the Ministry of Interior and/or the Ministry of Environment (*France*) and sometimes the Ministry of Internal Affairs (*Poland*) are in charge of coordinating preventive measures and after-disaster actions.

In *Italy*, the **Ministry of Interior** is also in charge of natural risk. But this function is now delegated to the newly established **Agency for Environmental Protection and Technical Services** (Decree Law 343/01), which is directed by a person designated by the Ministry of Interior. This Agency has replaced the previous **Department of Civil Protection** (founded in 1990 with the Decree of the Prime Minister 112/90), known as **National Service for Civil Protection** since 1992 (Law 225/92), year in which this institution has acquired the mandate for the forecasting and the prevention of natural disasters. The role of this Agency is also to coordinate the **Regional Services for Civil Protection** that, in turn, must themselves carry out actions to forecast risks (natural or human-induced), to prevent their occurrence and to provide first aid in case of disasters. Moreover, this Agency gives guidelines along which the Regional Services have to develop site specific emergency plans and analyse and zone hazards and risks. The Agency is also supported, along the technical line, by the **National Group for the Defence against Hydrogeological Disasters** (*Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche, GNDCI*) of the **National Research Council** and by the **Geological Service**, reorganised in 1988. Moreover, **National and Interregional Basin Authorities**, such as, for example, the ones for the Po and the Arno rivers, (instituted with the Law 183/89) have also the institutional role to identify, study and delineate high risk areas at high risk and to carry out landuse planning at the basin scale.

It is more or less the same case in the *Portugal* with the **Internal Administration Ministry – National Civil Protection Service (NCPS)**. This national service submits to the **National Civil Protection Commission** actions in the domain of civil protection. The NCPS promotes at a national level the plans of civil protection, addresses opinion about emergency civil protection, and supports activities in all domains of development of civil protection (such as the cooperation with national and international organizations of civil protection, or the development of educational actions). Another important task of the NCPS is a surveying task by promoting the inventory of natural or technological events; inspecting the resources and means of civil protection, structuring the national alert system, which integrates all specialized services and assures the information to population. It also assure the establishment of a civil protection situation centre that follows the constant evolution of national situation.

In *Spain*, the administrative structure consists of autonomous regions. Therefore, if what we are presenting is in general true for the entire country, it refers specifically to the Basque Country where the Alarm test site is located. The disaster prevention system is very hierarchical. It starts at the municipal level. If this administrative level cannot face the disaster then the autonomous region will manage it. In case the last cannot, the state deals with it. Within the Ministry of the Interior/home office (*Ministerio del Interior*), the **Civil Defence Office** (*Dirección General de Protección Civil*) coordinates all the organizations (army, fire brigades, hospitals, red cross, etc.) in case of the disaster cannot be managed by Autonomous Regions. They also provide information to the public.

In each country, several administrative services are linked to the national level. Their role is to execute the central directives, orders and instructions and verify their correct application. This **regional or provincial level** has an important role, particularly in Italy and in Spain with the autonomous province or region. In *Italy*, the Regions and the Autonomous Provinces of Bolzano and Trento participate in the organization and fulfilment of the Civil Protection activities. In particular, in the Autonomous Province of Bolzano (where the Italian test site is located) the **Office**

**for Civil and Fire Protection** (Section 26.3) acts as the Regional Services mentioned above and must prepare emergency plans shared with the **Municipality Committee for Civil Protection**. This office is directly controlled by the **Provincial Council** and it is supported, along the technical line, by the **Geological Service** (Section 11) and by the **Office for Mountain Basins and Hydraulic Works** (Section 30). These two latter sections have now the task to define hydrogeological risk zoning plans to be used also in land use planning (in accomplishment to national and provincial laws).

In *Portugal*, for the Açores and Madeira Regional, in spite of their own legislation, the role of the **Civil Protection Regional Service** is in most cases similar. Its role is to inform, train, plan, coordinate and control civil protection under the Article 3. specified in Civil Protection Law. In *Spain*, the **Emergency Office** (*Dirección de Atención de Emergencias*) of the Autonomous Region, that belongs to the **Regional Interior Department** of the Basque Government, provides emergency plans for all municipalities. These plans consist only in management systems in case of disaster. They manage the disaster if the disaster affect several municipalities or if the municipality cannot face it. In *Poland*, the **Department of Environmental Protection** and the **Department of Crisis Management, People Protection and Civil Defence** are in charge of coordinating preventive measures and after-disaster actions at the Province level.

**Table 1.** Administrative information. Organism in charge of natural risk (prevention, information, ...).

	France	Italy and Autonomous Province of Bolzano	Poland	Portugal	Spain ad Basque Government (autonomous region).
State (Ministry of)	Interior & Environment (Fra01)	Interior >1970 Agency (Ita01)	Environment Internal Affairs and Administration (Pol01)	Government; Republic Assemblage; Internal Administration Ministry – National Civil Protection Service (NCPS) (Por01)	Interior/ Home Office (Spa01)
Region or Province		Autonomous Provinces of Bolzano & Trento (Office for Civil and Fire Protection) (Ita02)	Wojewodztwo: Dept of Environmental Protection of the Provincial Office Dept of Crisis Management, People Protection and Civil Defence (Pol02)	Regional Civil Protection Service of Açores and Madeira most cases similar and articulated with national service role (Por02)	Autonomous region (Emergency Office) (Spa02)
Department, District, County	Prefect organized, the preventive cartography, information & rescue, after-disaster actions (Fra02)	No	Powiat: Dept of People Affairs and Crisis Management, Dept of Environment Protection of the District Office (Pol03)	Department delegations of NCPS execute all directives, orders and instructions of NCPS (Por03)	Diputación (Province) No (Spa03)
Municipality, shire	Mayor in charge of information, preventive measures, assistance and after-disaster actions (Fra03)	Municipality Committee for Civil Protection Mayor is local authority for Civil Protection (Ita03)	Gmina Municipality Office - in charge of coordinating preventive measures and after-disaster actions (Pol04)	Municipality Civil Protection Services (MCPS) (Por04)	Mayor manage the risk, coordinates & mobilises the services (Spa04)

	France	Italy and Autonomous Province of Bolzano	Poland	Portugal	Spain ad Basque Government (autonomous region).
Local organism, private agency, association	Subcontractors for research & technical matters (Fra04)	Subcontractors for research & technical matters (Ita04)	Rescue and specialised services (Pol05)	Civil protection agents: National Fireman Service, Portuguese Red Croix, Military Forces... Technical and scientific institutes, privates or publics co-operate with NCPS (Por05)	No

In *France*, a specific administrative service exists at the Department level where the Prefect represents the centralised National level and the State. The Prefect, with the help of the **Committee on Risk Analysis and Preventive Information** (*Commission d'Analyse des Risques et de l'Information Préventive, CARIP*), inventories the municipalities subjected to natural or technological risks in a specific document (*Dossier Départemental des Risques Majeurs, DDRM*). He defines the priorities and nominates the administrative local service in charge of the prevention mapping. He is in charge of rescue and post-disaster actions. He gives to each Mayor a synthetic document concerning the risks on his municipality (**Synthetic Municipal Document**, *Dossier Communal Synthétique, DCS*).

Finally, at the lowest level, the **Municipalities** concentrate the most important role because the different local services are directly in contact with the population. In *France*, the Mayor informs the citizens by diffusing the **Synthetic Municipal Document** (*Dossier Communal Synthétique, DCS*). He is in charge of elaborating the **Municipal Information Document on Major Risks** (*Document d'Information Communal sur les Risques Majeurs, DICRIM*). He is also in charge of prescribing the measurements required to ensure security of the citizens (Municipal code). He manages the assistance in case of catastrophic events. The State intervenes only if the Mayor requests it. Concerning land planning, the mayor prepares the **Local Development Plan** (*Plan Local d'Urbanisme, formerly Plan d'Occupation des Sols, POS*). This document proposes conditions to prevent the foreseeable risks.

In *Italy*, each Municipality Council can nominate a **Local Committee for Civil Protection**. In any case, the Mayor is the local authority for civil protection. Municipalities must also have **Urban Development Plans** that account for land use restrictions set by regional authorities. In *Poland*, in the Gmina level, the **Municipality Office** is in charge of coordinating preventive measures and post-disaster actions. In *Portugal*, the **Local Civil Protection Services** of the municipalities must be well articulated with services at higher levels (department and national levels). In *Spain*, the Mayor coordinates the risk according to the specific **Emergency Plans** (*Plan of Dirección de Atención de Emergencias*) of the Basque Government. Local fire brigades, schools, public buildings, associations, local people, etc. can be mobilised if the Mayor requires it.

Generally, in all countries, for research and technical matters (such as monitoring, e.g.) the department and municipality organisms in charge of civil protection and of risk mapping can work with external experts (private or public) such as scientific institutes, universities, technical and specialized agencies, e.g. Those domains are: seismology, vulcanology, meteorology, sociology and hydrology.



## 2. Legal provision

This chapter aims at pointing out if a national legislation exists for the whole territory and if applied at regional or local level by a representative of the state, or, if local administrations are completely autonomous.

Indicate the laws existing at national level, and, if local rules exist, give contrasted examples to illustrate the diversity of regulation.

In all countries, a legislation exist for prevention (France, Italy, Poland, Spain), for compensation and damage recovery (France, Italy, Poland) and for information (France, Poland). The detail of the different laws, enactments, decrees, and acts for the different levels (National, Federal, Regional, Department, Local) can be found in each national table (see the synthetic multimedia document). The legislation is often very recent. The majority of the legal provision has been adopted in the middle of the 1980's or in the last decade. France has the oldest legislation (October 1935) with the **Plan of Flooding Surface** (*Plan de Surfaces Submersibles, PSS*). The first law dedicated to the compensation of victims and to the prevention is dated from July 1982 (**Risk Exposition Plan**, *Plan d'Exposition aux Risques, PER*).

In **Spain**, mass movements are not considered in the National laws, with exception in the Basque Autonomous Region (Decree Law 153/1997 for the implementation of the (**Civil Defence Plan**, *Plan de Protección Civil del País Vasco*). This plan describes the natural risks affecting the Basque Country (mass movements, floods, meteorological hazards, seismic hazard). At the National level, mass movements could nevertheless be indirectly included in the maps. The management of the natural risks is under the responsibility of the **Civil Defence**, which has a hierarchical structure:

- in case of a disaster event, the Local Administration (Municipality) is the first level taking decisions;
- if the Local level is not able to face it, the Regional Administration assumes the responsibility;
- and finally, if the Regional Administration is not able to face to this situation, the National Administration takes the decisions and coordinates the actions.

In the Basque Autonomous Region, the above cited **Civil Defence Plan** (*Plan de Protección Civil del País Vasco*) includes **Emergency Plans** (*Planes de Emergencia*) realized by the **Interior Department of the Basque Government** (*Departamento de Interior del Gobierno Vasco*). These plans are considered as laws and are approved by the Basque Parliament. They provide rules and protocols in order to face any type of disaster or public calamity. Any municipality over 20,000 inhabitants must have a specific Emergency Plan. Since 1998, all the 73 municipalities with more than 20,000 inhabitants and almost all the municipalities with more than 5,000 inhabitants have produced the plans. The municipalities of Deva, Elgoibar and Eibar (located in the Spanish test site) have their plans aproved by the parliament; on the contrary the municipality of Mendaro do not, nor is making any land use planning policy. These plans are more or less factual and do not refer to any particular type of hazard; they include an inventory of the resources available, and how to deal with.

## 2.1. List of legal provisions: France

Type of regulation and date (law, enactment, rule,...). Eventually, give the historic and succession of these different legislation and provisions.

N°	Name of legal provision (1)	Date	Title and objectives (2)	Level (3)
1	Law-Decree	October 1935	PSS: Plan de Surfaces submersibles (Plan of flooding surface)	National
2	<i>Town planning code</i> <i>Urbanism code</i> <b>(code de l'Urbanisme)</b>	1955  1967	Article R. 111-3: Perimeter of the risk (délimitation d'un périmètre de risque) Article R. 111-2: control of the permission of construction "Porter à connaissance" in the framework of the elaboration or modification of the POS (Plan d'Occupation des Sols), "Projet d'Intérêt Général, PIG),	National
3	<b>Law N° 82-600</b>	13 July 1982	Law about: - <b>compensation</b> of victims in case of catastrophic events, - <b>prevention</b> : <b>PER</b> (Risk Exposition Plan / Plan d'Exposition aux Risques)	National
4	<i>Decree of application</i> N° 82-706	10 August 1982	- <b>compensation</b>	National
5	<i>Decree of application</i> N° 84-328 <b>(Article 5)</b>	3 May 1984	- <b>PER</b>	National
6	<i>Law N°87-565</i> Information (Article 21) Prevention (Articles 40-1 to 40-7)	22 July 1987	Organisation of the civil protection, Protection of the forest against fires, Prevention of the major risks (PER)	National
7	Decree of application N°90-918	11 October 1990	Information of the communes about exposed risks by the State (DCS: Dossier Communal Synthétique/ Synthetic Communal File)	National
8	Circulaire (Ministres de l'Intérieur et l'Environnement) N°93-	13 December 1993	Risks and Preventive Information Committee (commission d'analyse des risques et de l'information préventive - CARIP) near the Prefect	National
9	Circulaire (Ministre de l'Environnement) N°94-56	19 July 1994	Relance de la cartographie réglementaire des risques naturels prévisibles	National
10	Law N°95-101 (modify law 22 July 1987)	02 February 1995	Reinforcement of environment protection Prevention of the major risks (PPR)	National
11	Decree of application N°95-1089	05 October 1995	PPR replace all previous prevention documents	National

(1) law, enactment, rule

(2) prevention, compensation, information : one, or two of them, or all

(3) national, federal, regional, local

## 2.2. List of legal provisions: Italy

N°	Name of legal provision (1)	Date	Title and objectives (2)	Level (3)
1	L.	18/05/89	L.183/89 Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo (Prevention, Information)	National
2	D.P.C.M.	23/3/90	D.P.C.M. 23/3/90 Atto di indirizzo e coordinamento ai fini della elaborazione e della adozione degli schemi previsionali e programmatici di cui all'art. 31 della legge 18 maggio 1989, n. 183, recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo. (Prevention, Information)	National
3	D.P.R.	7/1/92	D.P.R. 7/1/92 "Atto di indirizzo e coordinamento per determinare i criteri di integrazione e di coordinamento tra le attività conoscitive dello Stato, delle Autorità di bacino e delle Regioni per la redazione dei piani di bacino di cui alla legge 18 maggio 1989 n. 183, recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo". (G.U. - s.g. - n. 8 dell'11 gennaio 1992). (Prevention)	National
4	L.	24/2/92	L.225/92 Istituzione del servizio nazionale della protezione civile. (Prevention, Information)	National
5	D.M.L.P.	14/2/97	D.M.L.P. 14/2/97 Direttive tecniche per l'individuazione e la perimetrazione da parte delle Regioni delle aree a rischio idrogeologico. (Prevention, Information)	National
6	L.P.	11/8/97	L.P. 13/97 Legge urbanistica provinciale. (Prevention)	Provincial
7	D.L.	11/6/98	D.L. 180/98 Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania. (Prevention, Information & Compensation)	National
8	L.	3/8/98	L.267/98 Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180, recante misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania. (Prevention, Information & Compensation)	National
9	D.P.C.M.	29/9/98	D.P.C.M. 29/9/98 Atto d'indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del D.L.11/6/98 n.180. (Prevention)	National
10	D.L.	7/9/01	D.L. 343/01 Disposizioni urgenti per assicurare il Coordinamento operativo delle strutture preposte alle attività di protezione civile. (Organization)	National

L.= Legge (Law);

D.L. = Decreto Legge (Law Decree);

D.P.R.= Decreto presidente della Repubblica (Decree of the President of Republic);

D.P.C.M.= Decreto Presidente Consiglio dei Ministri (Decree of the Prime Minister);

D.M.L.P.= Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici (Decree of the Ministry of Public Works);

L.P. = Legge Provinciale (Provincial Law).

### 2.3. List of legal provisions: Poland

Nº	Name of legal provision (1)	Date	Title and objectives (2)	Level (3)
1	Act	2002	Act about natural disaster	National
2	Act	2001	Geological and mining act.	National
3	Decree	1997	Ministry Decree about setting houses and buildings	National
4	Act	2001	Act about water ways and water management	National
5	Act	1977	Act about territory planning	National
6	Act	1997	Act about implementation of specific solutions related to <b>mitigation</b> of flood effect In 1997	National
7	Act	2002	Act about implementation of specific solutions related to <b>mitigation</b> of flood effect In 2001	National
8	Act	2001	Municipality Council Act about local territory planning in Gorlice Municipality **	Local
9	Act	1990	Act about <b>insurance</b> procedures	National
10	Decree	1997	Decree about general conditions of compulsory <b>insurance</b>	National

\*\* Analogous acts exist for some other municipalities – it is a compulsory legal act to be verified every 10 years  
The legal documents marked in grey are independent provisions. The legal documents marked in violet have been developed as a response to a particular disaster situation and have become the fundamentals for mitigation actions in the future. The legal documents marked in green are historically ordered and the decree is supplementary document refining the act about insurance and compensation.

### 2.4. List of legal provisions: Portugal

Nº	Name of legal provision (1)	Date	Title and objectives (2)	Level (3)
1	Law n.º 113/91	29AGO1991	Civil Protection Basis Law (prevention; information)	national
2	Law-Enactment n.º 203/93	03JUN 1993	National Civil Protection Service Organic Law (prevention; information)	national
3	Law-Enactment n.º 231/86	14AGO 1986	Creates in the National Civil Protection Service the “Special Emergency Account”(compensation)	national
4	Regional Law-Enactment n.º 7/99/A	19MAR 1999	Define the Organic Law of the Açores Regional Civil Protection Service (prevention; information)	regional
5	Law-Enactment n.º 222/93	18JUN 1993	Establish the constitution, competencies and function of the Civil Protection Operational Emergency Centres (prevention; information)	nacional, regional, federal, local
6	Law-Regulation n.º 20/93	13JUL 1993	Establish the relation between the National Civil Protection Service and the Scientific and Technical Institutes and Organisms (prevention; information)	nacional, regional, federal, local

(1) law, enactment, rule

(2) prevention, compensation, information : one, or two of them, or all

(3) national, federal, regional, local

## 2.5. List of legal provisions: Spain

Nº	Name of legal provision (1)	Date	Title and objectives (2)	Level (3)
1	Ley 2/1985 (Law)	Jan., 21, 1985	Ley sobre protección Civil (Civil Defence Law). Prevention, civil defence and assistance in case of disasters	National
2	Real Decreto 407/1992 (Decree Law)	Apr., 24, 1992	Norma básica de planificación de protección civil (Civil defence rule). Only for volcanic, seismic and flooding hazards. Demands hazard, vulnerability and risk analysis for Land-use planning	National
3	Ley 1/1996 (Law)	Apr., 3, 1996	Ley de Gestión de Emergencias (Law of Management of Emergencies) The aim is to face any type of catastrophe or public calamity that is caused in the Basque Country.	Regional
4	Decreto 153/1997 (Decree Law)	Jun., 24, 1997	Plan de Protección Civil del País Vasco, LABI (Civil Defence Plan for the Basque Country) It describes the natural risks which affect to the Basque Country: (mass movements, Floods, Climatic, Seismic)	Regional
5	Ley Básica Estatal 6/1998 (Law)	Apr., 13, 1998	Ley sobre regimen del suelo y valoraciones (land-use planning). It says that hazard areas cannot be built.	National
6	Rule	Jun., 8, 1999	Plan Especial de Emergencias ante el Riesgo de Inundaciones de la CAPV (Special plan of Emergencies for flooding risks in Basque Country). Inside of this plan a list of points or zones with landslide risk is shown.	Regional

(1) law, enactment, rule

(2) prevention, compensation, information: one, or two of them, or all

(3) national, federal, regional, local

It is clearly apparent that governments should reach a consensus on the acceptable level of risk, which in the end involves a political choice. This should be compatible with maintaining local and national economic development and with social demand for protection against each of the risks. There is no such thing as “zero risk” and governments may favour either assistance and indemnity or prevention as a means of dealing with the risk. In both cases there are considerable differences in the choice and in the acceptance of responsibility in the various countries of Europe and in the European Union in general. The degree of centralization and the expenditure undertaken vary widely; some countries prefer public action through the various administrative departments and others turn to insurance companies in the private sector.

## 3. The prevention of natural risks

The prevention can also be ensured by regulations and in particular by mapping risk zones. Prevention may be implicitly included in local building regulations and may be mapped using historic data on hazards. For this prevention, regulations exist mainly in France and in Italy.

### 3.1 Legal aspects

In *Italy*, the delineation of areas subject to hydrogeological risks has been regulated since 1998 by the law (DM 180/1998, converted in L 267/1998) and the decree (DPCM 29/9/1998). They were assessed after the “Sarno-Quindici” mudflow disaster that claimed several lives near Naples. These juridical documents proposes some basic guidelines for a common working methodology to be adopted by all the Italian authorities involved in hydrogeological risk assessment (Panizza *et al.*, 2002).

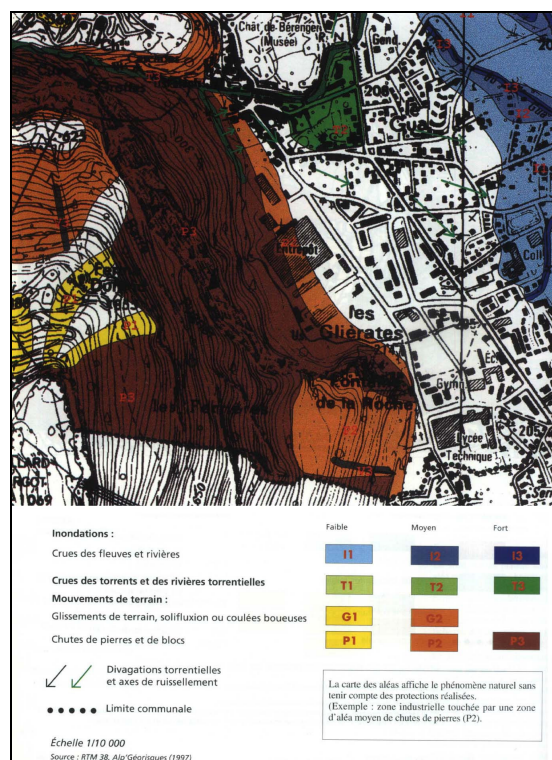
In *France*, the pioneer in the field of preventive mapping for over twenty years, the National level can define the area exposed to risks and can either forbidden building, or authorize building under specific conditions. The National level drafts the design of the **Prevention Plans** (*Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles, PPR*), for the foreseeable risks since February 1995 (Law 95-101 and Decree 95-1089). This law has replaced the older various documents (*PPS, PER, etc.*) (Maquaire, *in press*).

No appropriate legislation exist in **Poland** and in **Portugal**. In **Poland**, there are only recommendations for prevention by the way of the 1/50000 geological map on which landslides are located, of the detailed geology and management map of Poland (1/50000) on which landslides are also located, altogether with the suitable areas for buildings (without any restriction and with restrictions), and of the flood extent map.

**Portugal** exhibits the same case, with no appropriated legislation but only thematic cartography documents under the responsibility of public institutes. In **Spain**, if the laws exist, the document do not, especially because the laws do not impose systematically the establishment of these maps. Nevertheless some hazard and risk maps exist and were established under the initiative of Regions, Provinces or Municipalities. At these date, the existing maps, mainly produced by the Province level (*Diputación*), have been poorly considered. In fact, they consist in a local political initiative, because the Province has no responsibility in case of disaster.

The overall documents are realized under the responsibility of a Regional or Local technical services:

- in **France** the work is coordinated by the Prefect who nominates a specific service (the so-called *Service Instructeur*) in charge of the creation. The specific service can be the **Division of Equipment** (*Direction Départementale de l'Équipement*) or the **Division of Agriculture** (*Direction Départementale de l'Agriculture* or *Restauration des Terrain en Montagne, RTM* in mountainous areas), with the help of public or private scientific agencies;
- in **Italy**, the work is carried out by the Civil Protection, the Basin Authorities, the Geological Services with the help of the Universities, the National Research Council and private agencies;
- in **Poland**, the work is performed by the Municipality and the administration board;
- in **Portugal**, the work is under the responsibility of public institutes (for the thematic mapping);
- in **Spain**, the wok is performed by private companies or universities under the supervision of the Province administrative services.



**Figure 1.** Hazard map of Sassenage (Department of Isère, France). This map shows different hazard and their extension without work protection. Some buildings could be touched in case of catastrophic events (example of the building “entrepôt”) (In: Plans de Prévention des Risques naturels, PPR (1999).

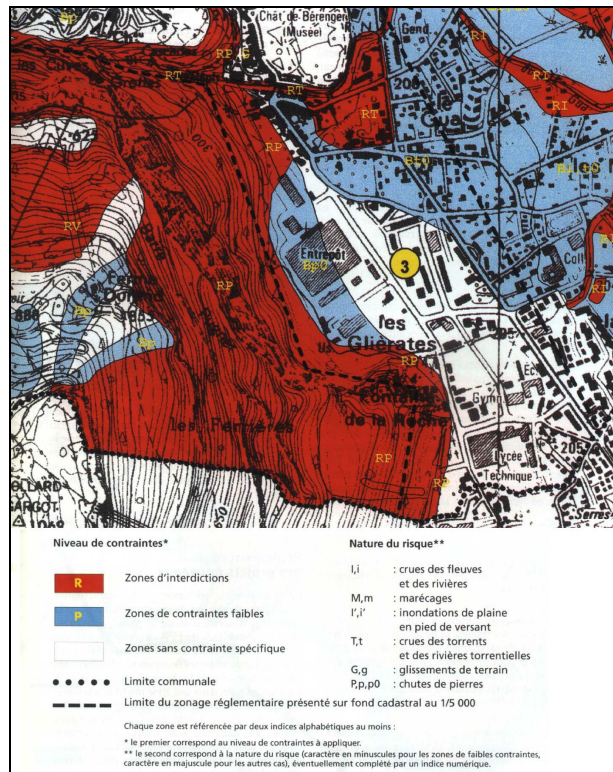


Figure 2. Map of lawful project of zoning taking account of protection works in Sassenage (Department of Isère). In case of protection work the building "entrepôt" will be protect of rockfall. (In: Plans de Prévention des Risques naturels, PPR (1999).

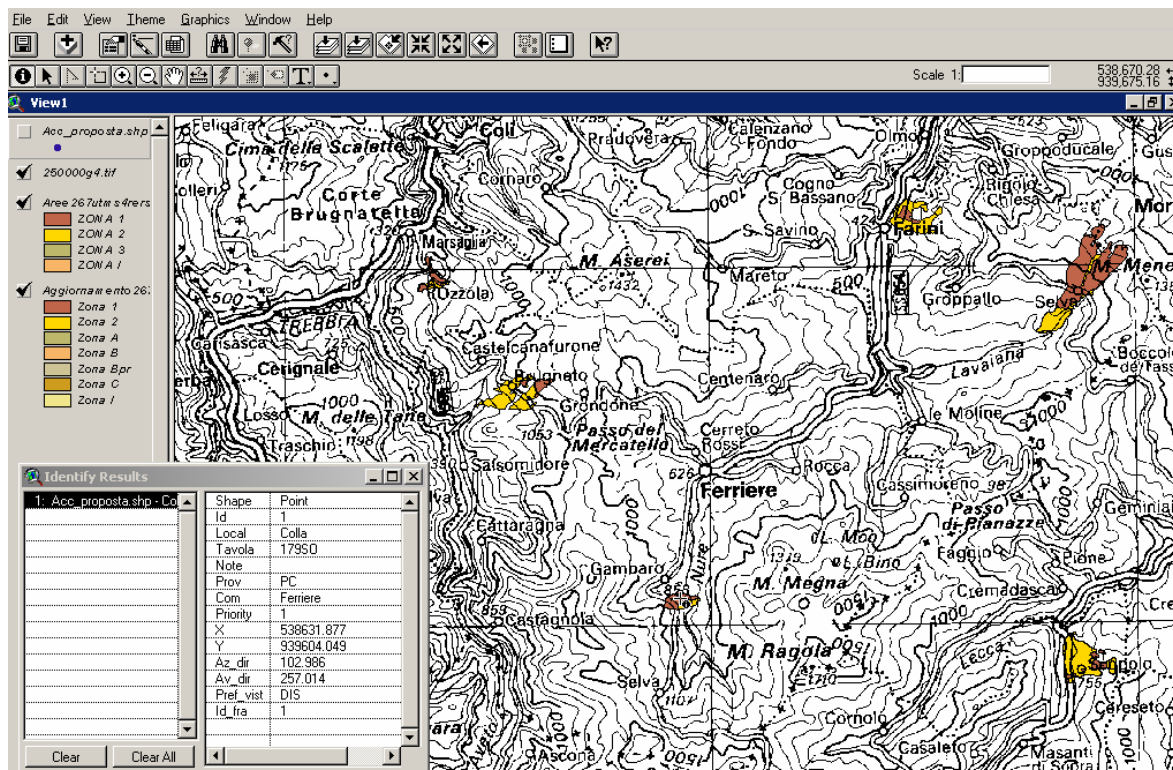


Figure 3. Landslide hazard map in Italy.

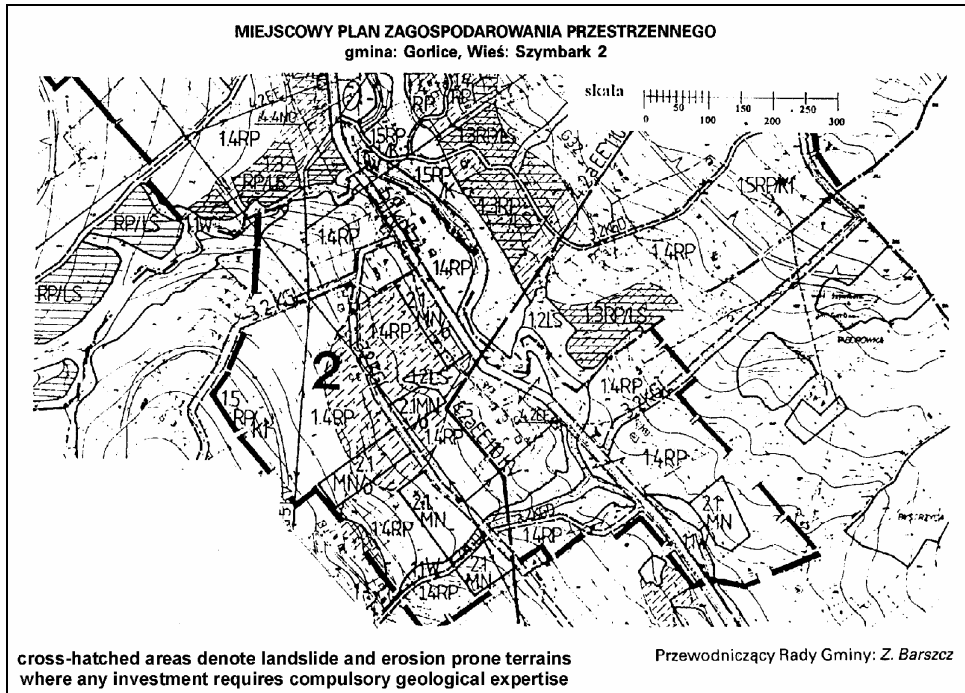


Figure 3. Landslide hazard map in Poland.

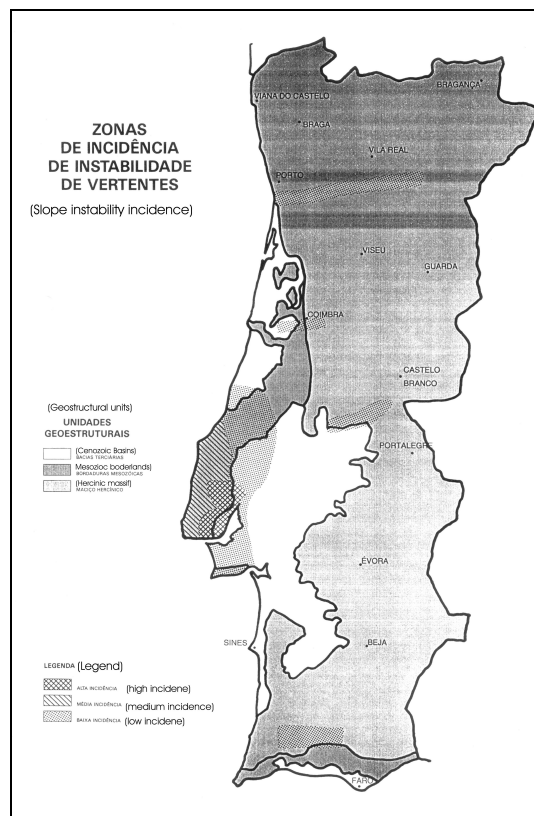


Figure 5. Landslide hazard map in Portugal.



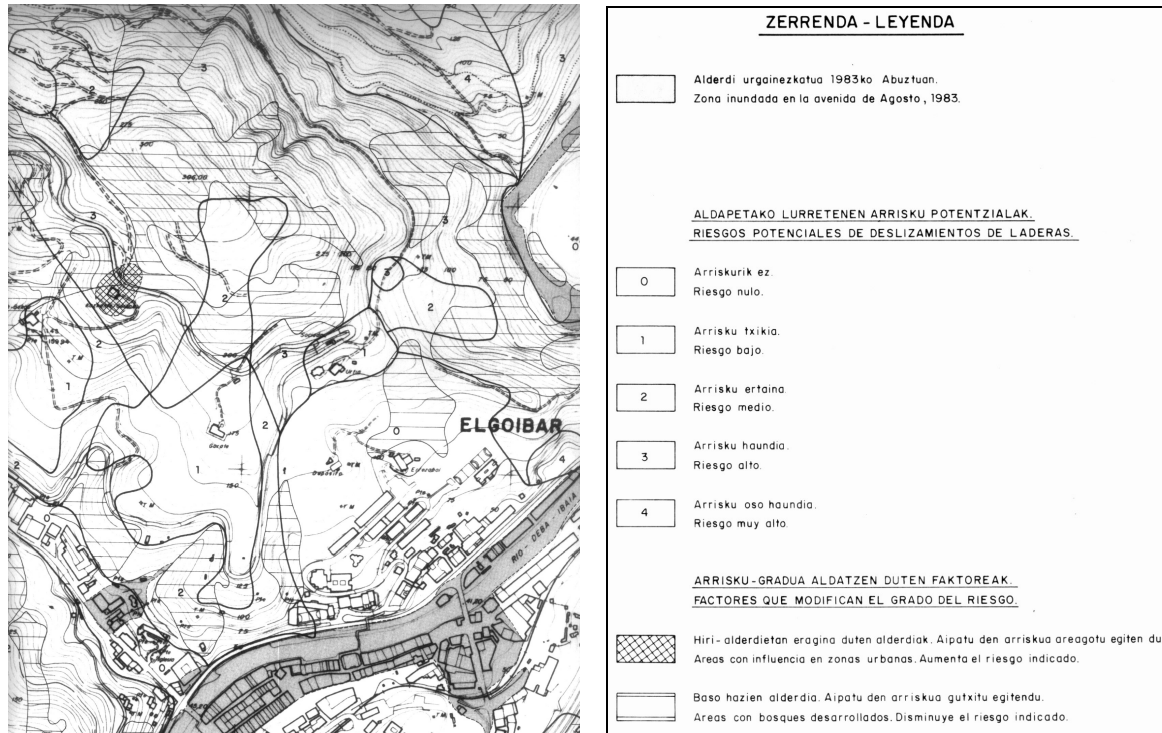


Figure 4. Landslide hazard map and legend existing in the Bajo Deva area (Spain).

Generally the cartographic documents, when existing, have a legal and juridical power. They are public and can easily be consulted by the people. In **Portugal**, the documents have a legal power but not a juridical power. The produced documents are only general and informative.

	France	Italy	Poland	Portugal	Spain
Regulation	Law nº7 and decree nº8	D.P.C.M. 29/9/98 nº9	?	There is no appropriate legislation	Laws but not cartographic documents (Spa06)
Responsible of the realisation of the document	The Prefect and specifically by administrative departmental service (Fra05)	Civil protection, Basin Authorities, Geological Services. (Ita05)	municipality administration board	Only thematic cartography documents under responsibility of public institutes (Por06)	Regions, Provinces or Municipalities. Political initiative (Diputación) (Province) (Spa07)
Cartographic document is: - a juridical and legal document - a consultative (informative) document - public or non public	Yes Yes Public	Yes Yes Public	(Pol06) Yes ? Public	This type of thematic cartography document is legal but not juridical. The few very general documents produced are only informative.	No ? Non public
Territory covered by the document:	Communal limits or risk basin limited by natural boundaries	Basin, provincial and communal.	Municipality (Gmina)	National	Municipalities (all of them) In the case of

	France	Italy	Poland	Portugal	Spain
	(partly of several communes)				Guipúzcoa
Mono-risk or multi-risk	mono-risk but sometimes multi-risks	mono-risk but sometimes multi-risks	multi-risks		multi-risks
Different hazards	Landslides, Floods, earthquakes, snow avalanches	Landslides, floods, snow avalanches	Landslides & floods		?
Map scale	topographic map 1/10 000 (in rural zone) 1/ 5 000 in urban (cadastral documents with parcels <1/5 000)	Larger than 1/25 000 (1/5 000 is suggested, when possible)	1/10 000 1/5 000	1:1 000 000	1/5 000
<b>Technical documents:</b> geomorphological map, geotechnical map, exposed elements hazard zonation map, vulnerability zonation map, risk zonation map, susceptibility map, historic map, synthetic document	Geomorphological Exposed elements, Hazard zonation, Risk zonation, Synthetic document	Geomorphological, Exposed elements, Hazard zonation, Risk zonation	Geotechnical map,  Maps of spatial management and landscape planning show the terrains of the potential hazards without gradation of hazard and risk synthetic document (Pol07)	No	NO, just a risk map and explanatory text (method, data, graphs, etc.).  Risk zonation
<b>Terms</b>				No	
<b>Natural risk</b> (Unesco nomenclature) used in law text and documents:	Susceptibility Hazard Specific risk And sometimes Total Risk	Specific risk	Hazard	No	The meaning is close to total risk according to UNESCO, but not the same Total risk ?
<b>Return Period</b> (or Frequency) <b>class(es)</b> for hazard levels	Yes, human scale or Centenal Return Period	Yes only for floods 1: 20-50 years, 2: 100-200 years, 3: 300-500 years	Yes for floods (Pol08)	No	No for mass movements
<b>Intensity class(es)</b> for hazard levels	I1: low (faible) I2: medium (moyenne) I3: high (forte) I4: major (majeur)	No	No	No	No
<b>Hazard class(es)</b>	A1: low (faible) A2: medium (moyenne) A3: high (forte) A4: major (majeur)	No	No	No	No
<b>Susceptibility class(es)</b>		No	No	No	No
<b>Risk class(es)</b>	<b>White:</b> all is authorized <b>Blue:</b> construction under conditions <b>Red:</b> no construction (Fra06)	R1 (moderate); R2 (medium); R3 (high); R4 (very high) (Ita06)	No	No	No
<b>Extract of document</b>	6 documents (filexx)	2 documents (filexx)	2 documents (filexx)	1 document (filexx)	2 documents (filexx)
Documents taken into account in territory planning	The P.P.R. impose to other document (like P.O.S.: management	Yes	is obligatory, unfortunately the practice in many	No	Not really, but somehow are considered (not

	France	Italy	Poland	Portugal	Spain
	and landscape planning) since 13 December 2000 the PLU (Plan Local d'Urbanisme / Urban Local Plan)		cases does not used to coincide with official requirements (Pol09)		systematically).

### 3.2 Scale of analysis and produced documents

The area covered by the documents corresponds to the municipality boundaries or to a “basin of risk” limited by natural boundaries and covering several municipalities. Sometimes, such as in Italy the mapping concerns the Province territory. In *France*, the **PPR** are elaborated for the most exposed municipalities. The priority municipalities are chosen according to the recent or historic events, the *Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM)* and on information provided by inter-ministerial decrees establishing the state of natural disaster. The hierarchy of communes is also defined on the basin of risk concept and on the technical and financial resources that can be mobilised. For the most part, these documents are mono-risk (France, Italy) but sometimes they are multi-risks and associates landslides, floods, snow avalanches and earthquakes.

In *France*, the **PPR** comprises several graphic documents drawn on a 1/10,000 scale in rural areas (topographic map) and on a 1/5,000 scale (or sometimes lower) in urban areas (cadastral documents with the land parcels). The documents are (1) the information map of natural event, (2) the geomorphological map, (3) the hazard map, (4) the exposed elements, (5) the stakes and vulnerability map and finally, (6) the PPR delineation plan. The area is subdivided in three zones easily identifiable by a color (Maquaire, in press):

- in the white area, all is authorized. The area does not exhibit any particular restriction;
- in the blue area, the construction is authorized under specific conditions (risk reduction, mitigation, drainage, protection, survey, e.g.). The specific conditions can correspond to ordinary or extraordinary maintenance of buildings, the implementation of adapted infrastructures (a detailed geotechnical study is needed) or specific building codes, etc.;
- in the red, no construction is possible. The actual construction cannot be modified.

In *Italy*, the hydrogeological risk is delineated at medium to large scales (1/25000 to 1/5000). The task is devoted to regional authorities that define guidelines and involve research institutions and private experts. Standardisation rules regard essentially the subdivision of four risk classes that range from R4 (very high) to R1 (very weak). Associated constraints affect land use limitation and land management. Risk zones are determined on the basis of potential damages to (1) people (casualties: R4; injuries: R3), (2) infrastructures and buildings (destruction: R4; functional damages: R3; minor damages: R2), (3) services and socio-economic activities (destruction: R4; functional damages: R3), (4) environmental assets (total loss: R4; relevant damages: R3; minor damages: R2) (Panizza *et al.*, 2002):

- R1 and R2 do not imply any particular restriction;
- R3 allows any intervention for risk reduction, demolition, ordinary maintenance of buildings, construction of strategic infrastructures (only if correlated with adequate detailed studies) etc.;
- R4 allows any intervention for risk reduction, demolition of buildings, extraordinary maintenance of buildings, construction under specific building codes.

In each country, the terms used in the laws correspond rarely to the Unesco nomenclature (Varnes, 1984) except for the concept of *Specific Risk* like in Italy, *Return Period*, *Frequency Classes* (the human scale or a centennial return period) and *Intensity Classes* (low, medium, high, major) like in France. The term hazard is also used in Poland.

Once the cartographic documents exist, they are taken into account in land use planning. Or instance, in **France**, the **PPR** imposes to the other documents (like the *Plan Local d'Urbanisme, PLU*). It is the same case in **Poland** but unfortunately the practice in many cases does not coincide with official requirements. Nevertheless, after the flood of 1997 that has also triggered catastrophic landslides, the attitude of the administrations has changed, together with the perception of risk.

Actually, computer techniques are sometimes used to realize the document in France, Italy and Poland. They are never used in Portugal and in Spain. Generally, a vector GIS-software is used like ArcInfo or ArcView only for geo-referencing information or updating the documents. They are never used to analyse in-depth the catastrophic event (simulations, triggering parameters, e.g.) or to perform spatial analyses.

Computer techniques	France	Italy	Poland	Portugal	Spain
Are computer techniques used to realize the document ?	Sometimes	Sometimes	Sometimes	Never	No, they are in paper format
With which GIS software ?	ArcInfo/ArcView (Vector)	ArcInfo/ArcView (Vector)	(Vector)	Not applicable	No
For cartography to geo-reference information	Yes	Yes	Yes	Not applicable	No
Analyse (simulation, calculate parameters of triggering...)	No	No	No	No	No
Carrying out spatial analyses ?	No	No	No	No	No

#### 4. Damage recovery and responsibility

Regulation exists in **Poland** (law 1990, decree 1997) and in **France** since 1982 (law 82-600) for the compensation of victims in case of catastrophic events. In **Italy**, the Government issues specific laws (Law 267/98 of 1998) only in case of catastrophic event. **Portugal** and **Spain** have no regulation. Insurances exclude any natural disasters. In many cases, it is not possible to subscribe a voluntary insurance that includes natural hazards.

##### 4.1 "State of natural disaster"

Usually it is the State (Government) which declares the "*state of natural disaster*" after consultation of technical reports and experts. In **France**, the government asks an Inter-Ministry Commission to give its opinion on the exceptional character of the event (intensity, duration, damages, ...). In case the event is exceptional, a **Decree CatNat** is signed by the French Prime Minister for the concerned municipalities. In **Poland**, the Government Cabinet can announce the "*state of natural disaster*" either on its own resolution or on the resolution of the Major of Province. The duration is 30 days, but the period can be extended for specific circumstances. **Portugal** does not use the term "*natural disaster*" but "*public calamity*". The declaration of "*public calamity*" is a legal Ministry Council Resolution. Such situation exists only when a severe event occurs which happens in "delimited areas" and is able to cause large damages and eventually victims. The "public calamity" situation need the establishment of exceptional measures for an undetermined period of time to provide the return to normal life. The State can also declare (by law) the situation of "*Site State*" or "*Emergency State*". In both cases these declarations can come pre-or post the declaration of "*public calamity*" situation. In **Spain**, the national Government

according to the range of damages (damages must be very large) can declare the “*state of natural disaster*”. Autonomous regions can also declare this state using their own budgets, but it is unusual.

#### 4.2 Management of the help (insurance situation) in each country

On a legal standpoint, the insurance is obligatory in **France** and in **Poland**, but only voluntary in **Italy** and **Portugal** for individual people, house holders, companies or municipalities, etc. , and for floods, landslide, mudflow, earthquake and avalanche. In **Spain** if the “*state of natural disaster*” does not exist there is no damage recovery. Nevertheless, in some cases, if one has a vehicle and a natural event destroys it, the *National Insurance Consortium* could pay the damages. In **France**, the government determines the fixed amount of the “*natural disaster*” insurance. Since September 1999, the price is 12 % (before 9 %) of the amount of the insurance contract “*Full-risk*” or “*Loss of Exploitation*”. Damages to the habitation (robbery, fire, ...) and to the vehicle are included in the insurance contract. At the opposite, in **Poland**, the insurance rates differ either between the insuring companies, and between the regions in which the properties are located. In **Portugal**, the price is most variable and is fixed by the *Portuguese Insurance Institute*. The insurance is only obligatory for the fires assuming the market cost of the buildings as capital. Natural risk is not included in the insurance contract and one has to subscribe “*Special conditions*”. The index used to establish the price of the insurance is actualised all tree months by the *Portuguese Insurance Institute*.

Once the situation is recognized as a “*natural disaster*” the victims are compensated by private insurance companies, as in **France**, in accordance with the law of 13 July 1982. Based on the principle of solidarity, it is compulsory to insure natural disasters, even in areas where the risk is low or absent. The list of municipalities declared threatened is published in the **Republic Official Journal** (*Journal Officiel*). Then the role of the public authorities finishes. People must declare damages to their insurers within a delay of 10 days. The follow-up of claims, expert opinions and indemnities are settled directly between the people and the insurance companies.

In the other states where no legal insurance rules exist, the government has a public reserve for monetary assistance to minimise the effects of the catastrophic events. But it is evident that this public reserve can not cover the totality of the damages in the affected areas. In **Portugal**, a public reserve for monetary assistance exist. The priority is to help the poorer or the families affected by individual victims. Some percentages of “Totobola” and “Totoloto” games (2 % and 1.5 % respectively) are dedicated to prevention and repair of public calamity situations, and more than 2 % of hitch games to fireman associations. There is also the possibility to engage an exceptional monetary assistance to cover the damages in local administration infrastructures and equipment. Sometimes, such as in **France**, in case of particularly strong and important natural disaster, the state can give an exceptional financial support to help rapidly people (waiting for their reimbursement by the insurances) or to engage the repairing of works.

The financial help is managed directly by the State (**Poland, Spain**), by the Ministry of Finances (**France, Italy**) or by the National Civil Protection Service (**Portugal**). This help covers temporary accommodation costs, recovery costs, social indemnity, specialised works and technical support for repairing damaged constructions, etc. In **Portugal**, for amounts less than 100,000 €, the payment can be done by the *National Civil Protection Service* and for higher amounts by the *Internal Administration Ministry*. In case of Local Administration, the victims must fulfil some candidatures to the Ministry of Planning and Territory Administration. The selection will take in account the potential urgency of the help, the type of activities and other important factors. The participation of the State in financial assistance to public local organisms and fireman associations can not exceed 55% of total costs. In the other hand the elements that can be insured (ex. houses, life).can not be object of public monetary assistance.

### 4.3 Responsibility in case of “natural disaster”

In **France**, if goods and persons were allowed to set in risk zones, responsibility behaves to whom has given the permission or whom has not followed the legislation in case of catastrophic event. In **Italy** the responsibility behaves also to whom has given the permission, but only if specific regulation at higher level exists. In both countries Civil Responsibility can be pursued for civil damages, and Penal Responsibility in case of deaths or injuries. In **Poland**, legal regulations is still in progress. An individual judicial prosecution is the only way to engaged the parties. The individual or corporate body can accuse an expert and can start judicial prosecution against him. Sanctions can be taken if the appropriate expertise was given.

In **Portugal**, the legal system does not define risk zones. But some restrictions exist at all level especially for soil use. Two fundamental instruments of soil use regulation are applied (the *National Agriculture Reserve, RAN*, and the *National Ecological Reserve, REN*). Only individual persons (technicians or politics) which allowed the occupation of restricted zones considered in these documents may respond for juridical responsibility. In most cases they could be only incriminated if it is proved that they act with intention. Local Administration is always interdependent with their individuals, but they can personally be sanctioned. All members of the administration can respond in juridical way.

## 5. Information to the public

Information to the public related to natural hazard is compulsory in **France** and in **Poland**. Since 2002, in **Poland**, the Cabinet declaration is announced by TVs and Radios. In **France**, the public can be informed on the basis of the following legislation:

- Law 87-565 22/07/1987, relative to the **Civil Security Organisation, Forest Protection and Major Risks Prevention, Art. 21**: “*the Citizens are entitled to have information on the major risks to which they are subjected in certain zones of the territory and on the related safeguard measures*”;
- Decree n°90-918 11/10/1990, relative to the obligation of the Municipalities to inform their inhabitants.

Information is given by several tools:

- the **Synthetic Municipal Document** (*Dossier Communal Synthétique, DCS*): this document is given by the Prefect to the Mayor, and is available for consultation in the City Council. It integrates information implemented in the PPR;
- the **Municipal Information Document on Major Risks** (*Document d'Information Communal sur les Risques Majeurs, DICRIM*): this document is elaborated by the Mayor and is also available for consultation in the City Council. The document contains safeguard measures;
- the **Prevention Plan on Natural Risks** (*Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles, PPR*);
- the **Primnet website** (<http://www.prim.net>). The website gives the definition of each natural hazard, information about risks, and for each commune, the list of “catastrophic events”.

In **Spain**, the public is informed by the **Civil Defence Services** (local, regional, or national level) or by the **Emergency Office** (*Dirección de Atención de Emergencias*) in the Basque Country. Nevertheless, as no specific information about natural hazard exist, the services can only inform about how to act in case of disaster in general (flood, earthquake, storm, etc.). There is no specific information for landslides.

## 6. Conclusions

Large differences exist between countries in the way to deal with and live with natural hazard, for prevention (mapping, etc ...) and for indemnity (principle of solidarity principle with compulsory insurance for each people, or State intervention).

In the five studied countries, only France (since 1982) and Italy (since 1998) have engaged a juridical prevention mapping. But mapping is a slow process. On the 17,000 French Municipalities threatened (wholly or partly) by a major risk, only more or less 2,000 are covered by a PPR in 2002. The main reason arises from the little attention paid locally (in the city councils) regarding the restrictive aspect of this mapping, which can prohibit building projects in high risk zones (red zones). Also mapping is a delicate exercise and realism must be highlighted. It should be possible to delineate the risk zone, reasonably and objectively, with an updated knowledge, without extending unnecessarily the prohibited zone (to cover an improbable hazard) by over-anxiety, or on the contrary reducing the risk zone due to social and economic pressure and thereby putting the local population unnecessarily at risk. But often it is simply a question of assessment which can easily be corrected after an event which exceeds the specified limits (either in intensity or in extent).

Therefore mapping methodologies are still to improve for the definition of the hazard level, for assessing the vulnerability (structural, but also functional and social) and therefore the risk level, and for delineating the zone. In this direction, the research initiated in the Alarm project should ameliorate, by using GIS techniques, the production of reliable and quickly elaborated documents.

## References

- Maquaire, O. (in press), Geomorphic hazards and natural risks, *In: The Physical Geography of Western Europe*, Eduard A. Koster, (ed.), Oxford University Press, chapter 21, 15000 words and 22 figures.
- Panizza, M., Corsini, A., Marchetti, M., Pasuto, A., Silvano, S., Soldati, M. (2002) Landslide risk mapping in Italy : an example of pilot study for a municipality of South Tyrol. *Meeting on "Natural risks and National development in Europe"*, 22-25 October, Paris (France), pp. 25-28.
- Silvano, S., Pasuto, A., Galanti, E. (2002), The management of geological-hydrological risks. *Meeting on "Natural risks and National Development in Europe"*, 22-25 October, Paris (France), pp. 48-50.

## ANEXO II

### SISTEMA DE METADATOS PARA LA ZONA DEL BAJO DEVA CREADO PARA EL PROYECTO ALARM

#### Descripción del Proyecto/Colección de datos

- **Nombre:** Zona del Bajo Deva (Guipúzcoa, España).
- **Objetivo:** Base de datos del proyecto europeo ALARM (*Assessment of Landslide Risk and Mitigation in Mountain Areas*).
- **Página web:** <http://ivm9.ivm.vu.nl/alarm/>

#### Organismo y contacto:

##### *Organismo*

- **Nombre:** Universidad de Cantabria - Departamento de Ciencias de la Tierra y Física de la Materia Condensada.
- **Acrónimo:** UNICAN.
- **Dirección:** Citimac, Facultad de Ciencias, Av. Los Castros s/n.
- **Código Postal:** 39005.
- **Ciudad:** Santander.
- **País:** España.
- **Teléfono:** +34-942201513
- **Fax:** +34-942201402
- **E-mail:**
- **Página web:** <http://www.unican.es>

##### *Contacto*

- **Persona de contacto:** Jaime Bonachea
- **Función:** Investigador
- **Teléfono:** +34-942201512
- **E-mail:** [jaimе.bonachea@unican.es](mailto:jaimе.bonachea@unican.es)
- **Dirección:** Citimac, Facultad de Ciencias, Av. Los Castros s/n. C.P. 39005, Santander, España.

##### *Información de la georreferencia:*

- **Nombre geográfico del área de estudio:** Cuenca del Bajo Deva.
- **Extensión geográfica:** UTM 30 T; MinX: 540854; MinY: 4779306; MáxX: 559840; MáxY: 4795612.

##### *Sistema de referencia espacial directo*

- **Sistema de coordenadas:** Universal Transversal Mercator.
- **Proyección del mapa:** UTM, Elipsoide Internacional.
- **Datum geodésico:** Datum European 1950.
- **Elipsoide:** Hayford, 1924.
- **Otros detalles:**

##### *Sistema de referencia espacial indirecto*

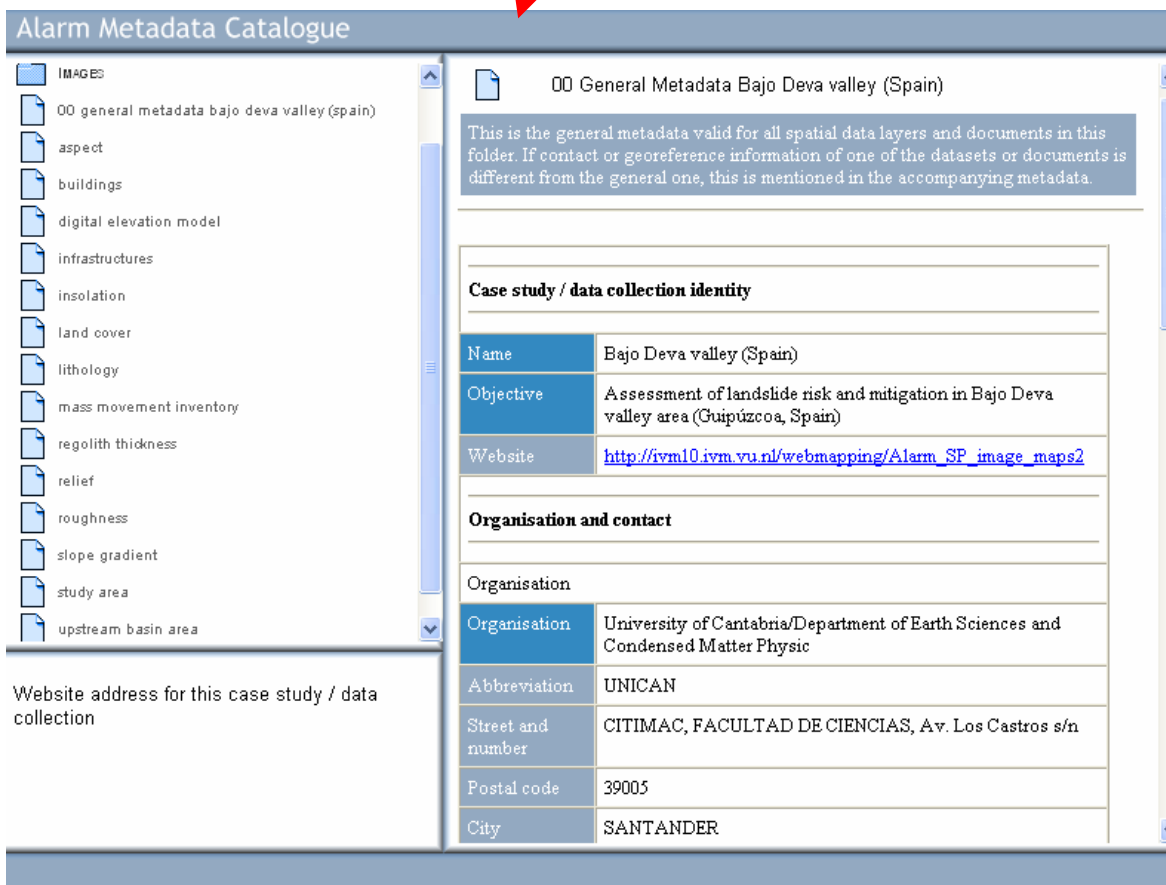
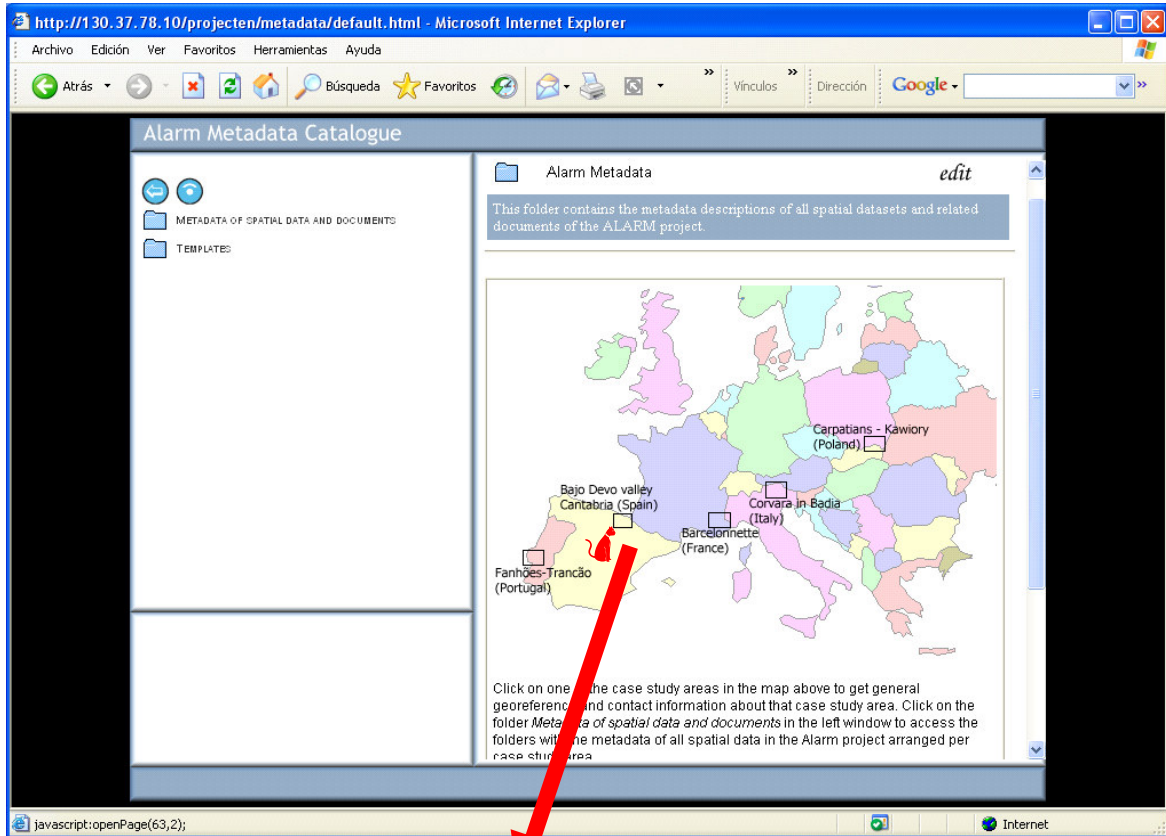
- **Otros sistemas de referencia:** Municipios de Deva, Eibar, Elgoibar y Mendaro.
- **Fecha de creación de la referencia:** 1 de Diciembre de 2001 a 30 de Noviembre de 2004.

##### *Ejemplos de datos o imágenes*

- **Página web:** <http://ivm10.ivm.vu.nl/alarm/Riskmaps/riskmaps.asp>



DISEÑO DEL SISTEMA DE METADATOS VIA INTERNET



Ejemplo del catálogo de metadatos del proyecto ALARM para la zona del Bajo Deva.

**Alarm Metadata Catalogue**

IMAGES

- 00 general metadata bajo deva valley (spain)
- aspect
- buildings
- digital elevation model
- infrastructures
- insolation
- land cover
- lithology
- mass movement inventory
- regolith thickness
- relief
- roughness
- slope gradient

The case study project that this data object is part of

Slope Gradient

---

**Object identity**

Name case study area	Bajo Deva valley (Spain)
Name	Slope Gradient
Acronym	PEND
Summary / definition	Topographical slope gradient can be defined as the existent angle between the surface of the terrain and the horizontal plane, expressed in degrees from 0 to 90°. It's a continuous quantitative variable that derives of the DEM.
Purpose	This variable represents the natural slope gradient of the hillside in the failure area. Slope gradient is much related with the appearance of failures, since it is the main geometric factor that appears in the stability analyses. The variable is directly related with the tangential and normal cut tensions in the superficial formation, and it also influences in the water distribution in the hillside (Skempton, 1953; Jones et to the., 1961; Colin-Rouse and Farhan, 1976; Moser and Hohensinn, 1983; Oyagi, 1984; Mulder, 1991). Comparative studies have been carried out under slopes with the same lithology and climatic conditions by several authors, to establish thresholds for stability slope (Skempton, 1953; Brand and Hudson, 1982; Crozier, 1984).
Dataset	SPA

Ejemplo del catálogo de metadatos para una de las capas incluida en la base de datos: pendientes.

http://ivm10.ivm.vu.nl - Case Study Fanhões-Trancão, Portugal - Microsoft Internet Explorer

**ALARM** Assessment of Landslide Risk and Mitigation in Mountain Areas

Find location Refresh map Change case study Virtual fieldtrip Virtual risk analysis  
 Hide/Show legend Zoom In

Case Study Fanhões-Trancão, Portugal

© Copyright 2001-2004 The ALARM Project

Disclaimer

- translational slides - Scenario 1979
- \*\*\*\*\* THEMATIC \*\*\*\*\*
- Roads
- Buildings
- Rivers
- Elevation contours
- Border study area
- Rotational landslides
- Transversal\_profiles
- Superficial deposits
- Land use
- Geomorphology

1. Trip 1: .....  
 2. Trip 2: .....  
 3. Trip 3: .....

Virtual fieldtrip 1: .....

Insert text .....

Map: 115522.79 , 212395.78 -- Image: 653 , 278 -- ScaleFactor: 8.52236135957186 Internet

Sistema de consulta de la información a través de Internet generada en el ámbito del proyecto ALARM. El área representada corresponde a la zona de estudio de Portugal, Fanhoes-Trancao.

## Colección de metadatos de las distintas capas utilizadas en los modelos

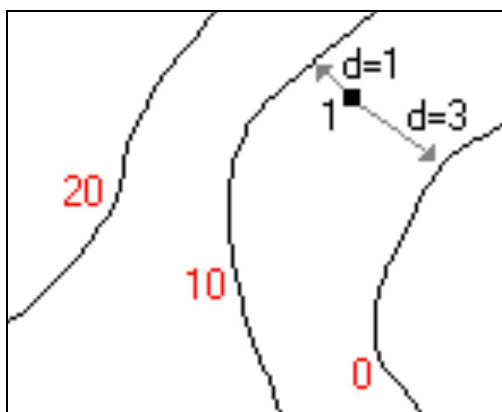
### MODELO DE DIGITAL DE ELEVACIONES

#### Identidad del modelo:

- **Título del área de estudio:** Cuenca del Bajo Deva (España).
- **Nombre:** Elevación.
- **Acrónimo:** MDE.
- **Descripción:** Modelo digital de elevaciones. Representa a la variable elevación expresada de forma discreta mediante las celdas o píxeles que forman la matriz del área de estudio. Es una variable continua medida en metros sobre el nivel medio del mar. Este modelo sirve de base para derivar todos los restantes modelos digitales matriciales.
- **Propósito:** Es la variable condicionante de la estabilidad del terreno a partir de la cual derivan otros modelos de terreno como son pendientes, orientaciones, concavidad-convexidad, etc.
- **Idioma:** Español (SPA).
- **Clase de datos:** Mapa.
- **Fecha de creación:**
- **Estatus:** Completo.
- **Fecha de creación de los metadatos:** Diciembre, 2004.
- **Última modificación de metadatos:** Diciembre, 2004.
- **Nombre del autor:** Jaime Bonachea.
- **Dirección del autor:** Citimac, Facultad de Ciencias, Av. Los Castros s/n. C.P. 39005, Santander, España.
- **Leyenda/codificación:** Valores numéricos con precisión de 5 metros.
- **Palabras clave:**

#### Calidad de los datos:

- **Linaje:** Se ha obtenido a partir de la información, en formato dxf (con cotas), existente en la página web de la Diputación Foral de Guipúzcoa (<http://b5m.gipuzkoa.net/>) con fecha 6 de febrero de 2004. Los distintos ficheros se han incorporado en Ilwis 3.2 y ArcGis 9.0, donde se ha creado un único fichero que incluye toda la zona de estudio y zonas externas. La equidistancia de las curvas de nivel es de 5 metros y las alturas oscilan entre 0 y 1025 metros. El Modelo Digital de Elevaciones se creó en Ilwis a través de la operación *Contour Interpolation* (Interpolación de segmentos) cuya georreferencia tiene un tamaño de píxel de 10 metros. Ilwis rasteriza las distintas curvas de nivel con el tamaño de píxel que se le ha dado; los valores de píxeles entre curvas de nivel son calculados teniendo en cuenta las distintas distancias hacia las isolinéas más cercanas. Ejemplo (ver ayuda de Ilwis):



Valor del píxel 1:  

$$((3 \cdot 10) + (1 \cdot 0)) / 4 = 7.5 \text{ metros}$$

- **Resolución:** Tamaño de píxel de 10 x 10 metros.

- **Cobertura horizontal:** ver información del proyecto.
- **Cobertura temporal:** ver información del proyecto.
- **Exactitud:** ver información del proyecto.
- **Consistencia lógica y temporal:** ver información del proyecto.

**Referencia espacial:**

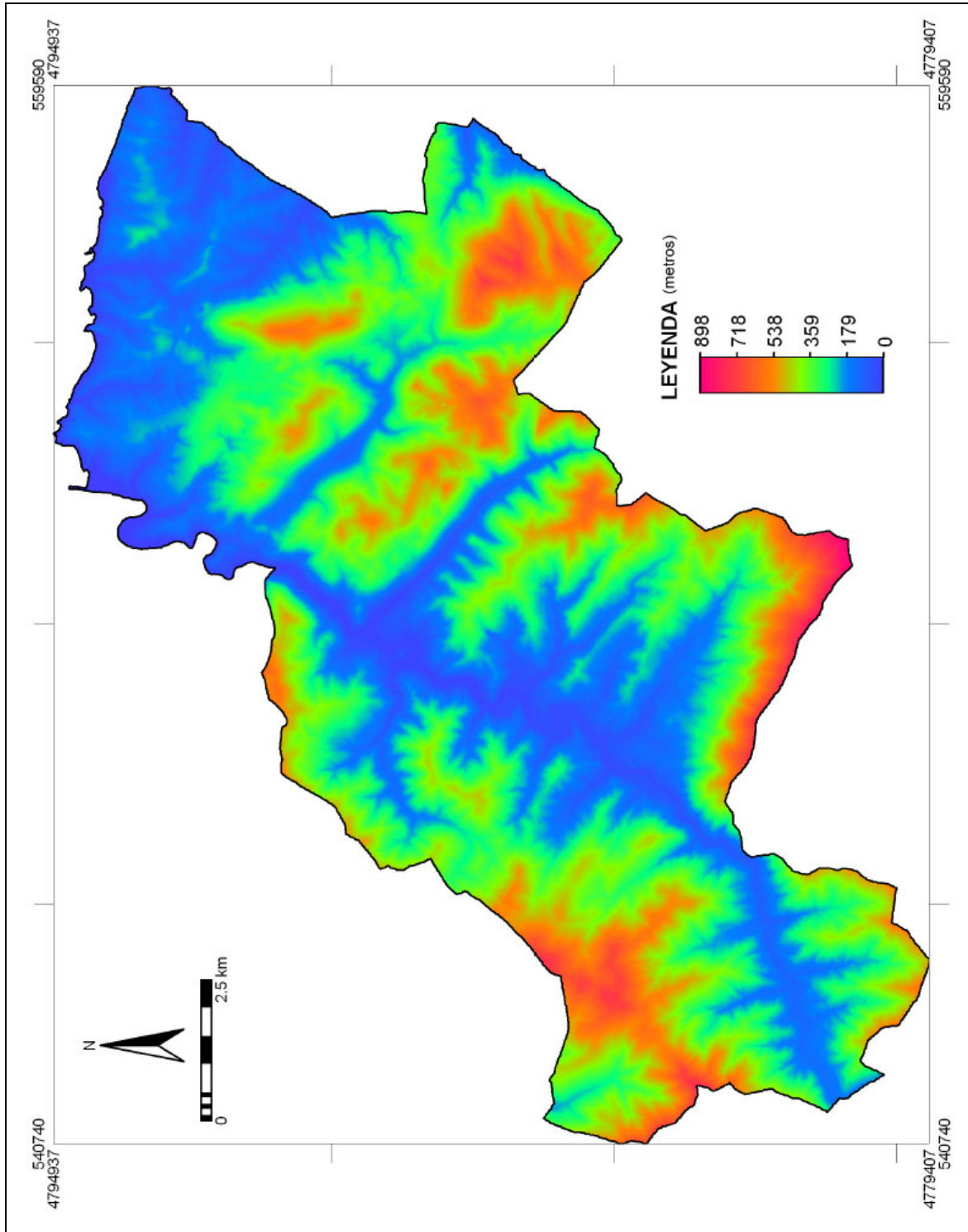
- **Coordenadas:** ver información del proyecto.
- **Escala:** 1:10,000.
- **Sistema de coordenadas/Proyección:** ver información del proyecto.

**Organización Espacial:**

- **Componente espacial:** formato Grid.
- **Formato y estructura de datos:** Ilwis (mp#), ASCII file, ArcGis (E00).

**Distribución:**

- **Restricciones de uso:** Contactar con el autor.
- **Acceso online (URL):** No.
- **Webmapping server (URL):** <http://ivm10.ivm.vu.nl/alarm/Riskmaps/riskmaps.asp>
- **Otra información relacionada:** Servicio de Información Territorial de Guipúzcoa, <http://b5m.gipuzkoa.net/>
- **Observaciones adicionales:**
- **Acceso al documento (URL):**



## **MODELO DIGITAL DE ORIENTACIONES**

### **Identidad del modelo:**

- **Título del área de estudio:** Cuenca del Bajo Deva (España).
- **Nombre:** Orientaciones.
- **Acrónimo:** ASPECT.
- **Descripción:** Es la variable orientación definida como la dirección de exposición de la ladera en un punto. Se calcula a partir del ángulo existente entre el norte geográfico y la proyección sobre el plano horizontal del vector normal a la superficie en un punto dado. Se trata de una variable derivada del MDE, cuantitativa, continua y con un rango de valores de 1° a 360°; el valor de -1 se utiliza para designar las celdas de pendiente 0° u orientación plana.
- **Propósito:** La orientación indica de manera indirecta la situación de una ladera en cuanto a su insolación y, por lo tanto, si una ladera se encuentra sometida a más o menos ciclos de humedad-sequedad. También se puede interpretar en términos de cantidad de vegetación (por ejemplo en zonas umbrías suele existir más bosque o matorral y una mayor estabilidad de la formación superficial por la presencia de raíces). Por otra parte, dependiendo de la dirección del avance de los frentes de lluvias, la orientación influirá en la cantidad y dirección de impacto de la lluvia durante los eventos de precipitación.
- **Idioma:** SPA (Español).
- **Clase de datos:** Grid.
- **Fecha de creación:**
- **Estatus:** Completo.
- **Fecha de creación de los metadatos:** Diciembre, 2004.
- **Última modificación de metadatos:** Diciembre, 2004.
- **Nombre del autor:** Jaime Bonachea.
- **Dirección del autor:** Citimac, Facultad de Ciencias, Av. Los Castros s/n. C.P. 39005, Santander, España.
- **Leyenda/codificación:** De 0° a 360°, o bien, puede ser reclasificado en las siguientes clases: 1-N, 2-NE, 3-E, 4-SE, 5-S, 6-SO, 7-O, 8-NO, 9-Horizontal.

22.5	Norte (N)
67.5	Noreste (NE)
112.5	Este (E)
157.5	Sureste (SE)
202.5	Sur (S)
247.5	Suroeste (SO)
292.5	Oeste (O)
337.5	Noroeste (NO)
361	Horizontal

- **Palabras clave:**

### **Calidad de los datos:**

- **Linaje:** Es una variable derivada del MDE, creada con Ilwis 3.2. Ilwis aplica al modelo digital de elevaciones dos filtros del propio sistema, que pueden modificarse (DX: calcula diferencias en altura en la dirección x; y DY: calcula diferencias en altura en la dirección y). Mediante esta fórmula:  $ASPECT = RADDEG(ATAN2(DX,DY) + PI)$ , se obtiene el mapa de orientaciones en grados. RADDEG convierte los radianes a grados; ATAN2 convierte a radianes el valor de dx y dy; PI es el número  $\pi = 3,1416$ .
- **Resolución:** Tamaño de píxel de 10 x 10 metros.

- **Cobertura horizontal:** ver información del proyecto.
- **Cobertura temporal:** ver información del proyecto.
- **Exactitud:** ver información del proyecto.
- **Consistencia lógica y temporal:** ver información del proyecto.

**Referencia espacial:**

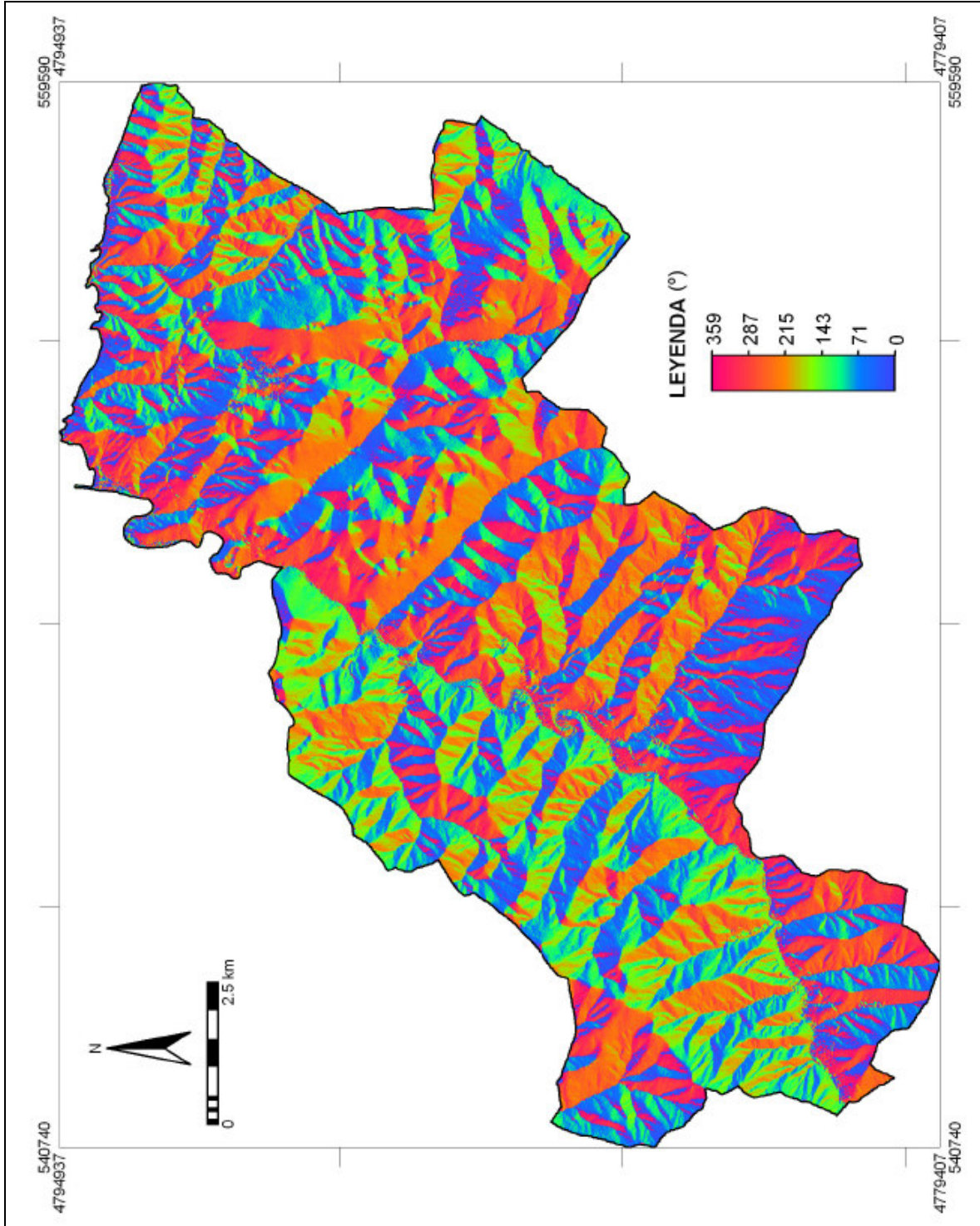
- **Coordenadas:** ver información del proyecto.
- **Escala:** 1:10,000.
- **Sistema de coordenadas/Proyección:** ver información del proyecto.

**Organización Espacial:**

- **Componente espacial:** Grid.
- **Formato y estructura de datos:** Ilwis (.mp#), Idrisi (.img), ASCII file, ArcGis (E00).

**Distribución:**

- **Restricciones de uso:** Contactar con el autor.
- **Acceso online (URL):** No.
- **Webmapping server (URL):** <http://ivm10.ivm.vu.nl/alarm/Riskmaps/riskmaps.asp>
- **Otra información relacionada:** Servicio de Información Territorial de Guipúzcoa, <http://b5m.gipuzkoa.net/>
- **Observaciones adicionales:**
- **Acceso al documento (URL):**





## **MODELO DIGITAL DE PENDIENTES**

### **Identidad del modelo:**

- **Título del área de estudio:** Cuenca del Bajo Deva (España).
- **Nombre:** Pendientes.
- **Acrónimo:** SLOPE.
- **Descripción:** Pendiente topográfica definida como el ángulo existente entre la superficie del terreno y la horizontal, expresada en grados de 0 a 90°. Es una variable continua cuantitativa que deriva del MDE.
- **Propósito:** Esta variable representa la pendiente natural de la ladera en la zona de ruptura. La pendiente está muy relacionada con la aparición de deslizamientos; prácticamente todos los análisis de estabilidad de laderas tienen en consideración este parámetro.
- **Idioma:** SPA (Español).
- **Clase de datos:** Grid.
- **Fecha de creación:**
- **Estatus:** Completo.
- **Fecha de creación de los metadatos:** Diciembre, 2004.
- **Última modificación de metadatos:** Diciembre, 2004.
- **Nombre del autor:** Jaime Bonachea.
- **Dirección del autor:** Citimac, Facultad de Ciencias, Av. Los Castros s/n. C.P. 39005, Santander, España.
- **Leyenda/codificación:** se expresa en grados sexagesimales de 0° a 90°.
- **Palabras clave:**

### **Calidad de los datos:**

- **Linaje:** Es una variable derivada del MDE, creada con Ilwis 3.2. Mediante esta fórmula:  $SLOPE\% = 100 * HYP (DX, DY) / PIXSIZE (MDE)$  se obtiene el mapa de pendientes en porcentajes; HYP es una función interna que devuelve el valor de la raíz cuadrada de la suma de dos valores elevados al cuadrado, es decir, la hipotenusa; Ilwis aplica al modelo digital de elevaciones dos filtros del propio sistema, que pueden modificarse (DX: calcula diferencias en altura en la dirección x; y DY: calcula diferencias en altura en la dirección y); PIXSIZE (MDE) es el valor del tamaño de píxel del MDE.  
El modelo de pendientes en porcentajes se convierte en grados utilizando la siguiente fórmula:  $SLOPE = RADDEG (ATAN (SLOPE\%/100))$ . ATAN es el arco tangente o ( $\tan^{-1}$ ); RADDEG convierte los radianes a grados.
- **Resolución:** Tamaño de píxel de 10 x 10 metros.
- **Cobertura horizontal:** ver información del proyecto.
- **Cobertura temporal:** ver información del proyecto.
- **Exactitud:** ver información del proyecto.
- **Consistencia lógica y temporal:** ver información del proyecto.

### **Referencia espacial:**

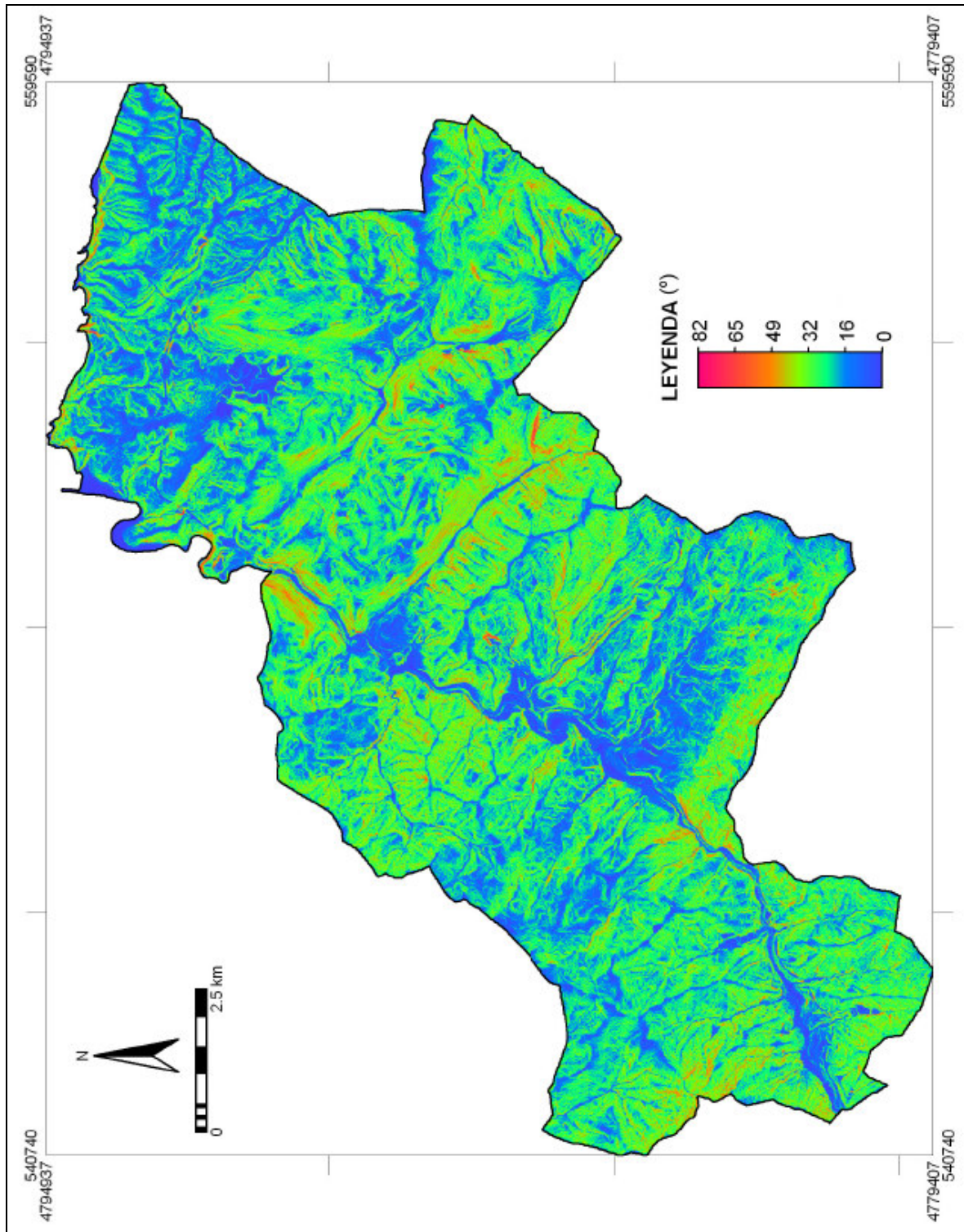
- **Coordenadas:** ver información del proyecto.
- **Escala:** 1:10,000.
- **Sistema de coordenadas/Proyección:** ver información del proyecto.

### **Organización Espacial:**

- **Componente espacial:** Grid.
- **Formato y estructura de datos:** Ilwis (.mp#), Idrisi (.img), ASCII file, ArcGis (E00).

### **Distribución:**

- **Restricciones de uso:** Contactar con el autor.
- **Acceso online (URL):** No.
- **Webmapping server (URL):** <http://ivm10.ivm.vu.nl/alarm/Riskmaps/riskmaps.asp>
- **Otra información relacionada:** Servicio de Información Territorial de Guipúzcoa, <http://b5m.gipuzkoa.net/>
- **Observaciones adicionales:**
- **Acceso al documento (URL):**



## *MODELO DE INSOLACION*

### Identidad del modelo:

- **Título del área de estudio:** Cuenca del Bajo Deva (España).
- **Nombre:** Insolación.
- **Acrónimo:** INSOL.
- **Descripción:** Este modelo da información sobre las condiciones microclimáticas. El modelo representa la radiación solar media, por hora, en la zona, para el día 21 de cada mes, desde el amanecer hasta la puesta de sol.
- **Propósito:** El modelo de insolación permite determinar aquellas zonas de solana, con menos horas de sol y más húmedas, que favorecen la aparición de movimientos. Está muy relacionada con la orientación de la ladera.
- **Idioma:** SPA (Español).
- **Clase de datos:**
- **Fecha de creación:**
- **Estatus:** Completo.
- **Fecha de creación de los metadatos:** Diciembre, 2004.
- **Última modificación de metadatos:** Diciembre, 2004.
- **Nombre del autor:** Jaime Bonachea.
- **Dirección del autor:** Citímac, Facultad de Ciencias, Av. Los Castros s/n. C.P. 39005, Santander, España.
- **Leyenda/codificación:** en valores de 0 (mínima insolación, color negro) a 255 (máxima insolación, color blanco).
- **Palabras clave:**

### Calidad de los datos:

- **Linaje:** El modelo de insolación relativa se ha calculado a partir del MDE y teniendo en cuenta una serie de parámetros que definen la trayectoria del Sol. La localización aparente del Sol se expresa en coordenadas esféricas: azimut (B) es el ángulo que forma la fuente de iluminación medido desde el norte a lo largo de un plano horizontal y altitud (A) o elevación angular de la fuente de iluminación sobre el horizonte medido en un plano vertical. Así, la insolación depende de: la latitud de la zona geográfica, que varía entre +/- 90° de polo norte a polo sur; la declinación solar, que varía a lo largo del año entre +/- 23° entre los solsticios de verano e invierno; el ángulo horario, que depende de la hora del día y varía entre 0° y 360°. Como interesa conocer las zonas que reciben mayor insolación, no la cantidad de insolación recibida por el terreno, desde Ilwis, se ha utilizado la siguiente fórmula:  

$$\frac{\cos(\text{DEGRAD}(A)) * \sin(\text{DEGRAD}(B)) * C + \cos(\text{DEGRAD}(A)) * \cos(\text{DEGRAD}(B)) * D + \sin(\text{DEGRAD}(A)) / \sqrt{(C * C) + (D * D) + 1} * \sqrt{\cos(\text{DEGRAD}(A)) * \sin(\text{DEGRAD}(B)) + \sqrt{\cos(\text{DEGRAD}(A)) * \cos(\text{DEGRAD}(B)) + \sin(\text{DEGRAD}(A))}}}{\sqrt{\Delta Zx^2 + \Delta Zy^2 + 1} * \sqrt{(\cos\beta * \text{Sen}\alpha)^2 + (\cos\beta * \text{Cos}\alpha)^2 + \text{Sen}\beta^2}}$$

Donde: A: es la altitud a la que se encuentra el sol; B: es el ángulo de azimut del sol; C: ZX corresponde a las diferencias de altura en la dirección X del MDE; D: ZY corresponde a las diferencias de altura en la dirección Y del MDE. La expresión utilizada es el resultado de la ecuación definida por Pickering, (1990) la cual considera que las iluminaciones oblicuas se calculan teniendo en cuenta el producto entre el vector unitario normal a la superficie y el vector de la fuente de iluminación con una elevación y dirección dadas.

$$\text{Cos}\theta = \frac{(\text{Cos}\beta * \text{Sen}\alpha * \Delta Zx + \text{Cos}\beta * \text{Cos}\alpha * \Delta Zy + \text{Sen}\beta)}{\sqrt{\Delta Zx^2 + \Delta Zy^2 + 1} * \sqrt{(\text{Cos}\beta * \text{Sen}\alpha)^2 + (\text{Cos}\beta * \text{Cos}\alpha)^2 + \text{Sen}\beta^2}}$$

Los valores A y B se han obtenido a partir del software desarrollado por el Departamento de Aplicaciones Astronómicas de los EE.UU. (<http://aa.usno.navy.mil/data/docs/AltAz.html>). Este software permite calcular la altura a la que se encuentra el Sol y su ángulo de azimut,

para una determinada posición geográfica del globo terráqueo, un determinado día del año y para diferentes horas del día. El Modelo final representa la insolación media mensual del año 2000.

- **Resolución:** Tamaño de píxel de 10 x 10 metros.
- **Cobertura horizontal:** ver información del proyecto.
- **Cobertura temporal:** ver información del proyecto.
- **Exactitud:** ver información del proyecto.
- **Consistencia lógica y temporal:** ver información del proyecto.

**Referencia espacial:**

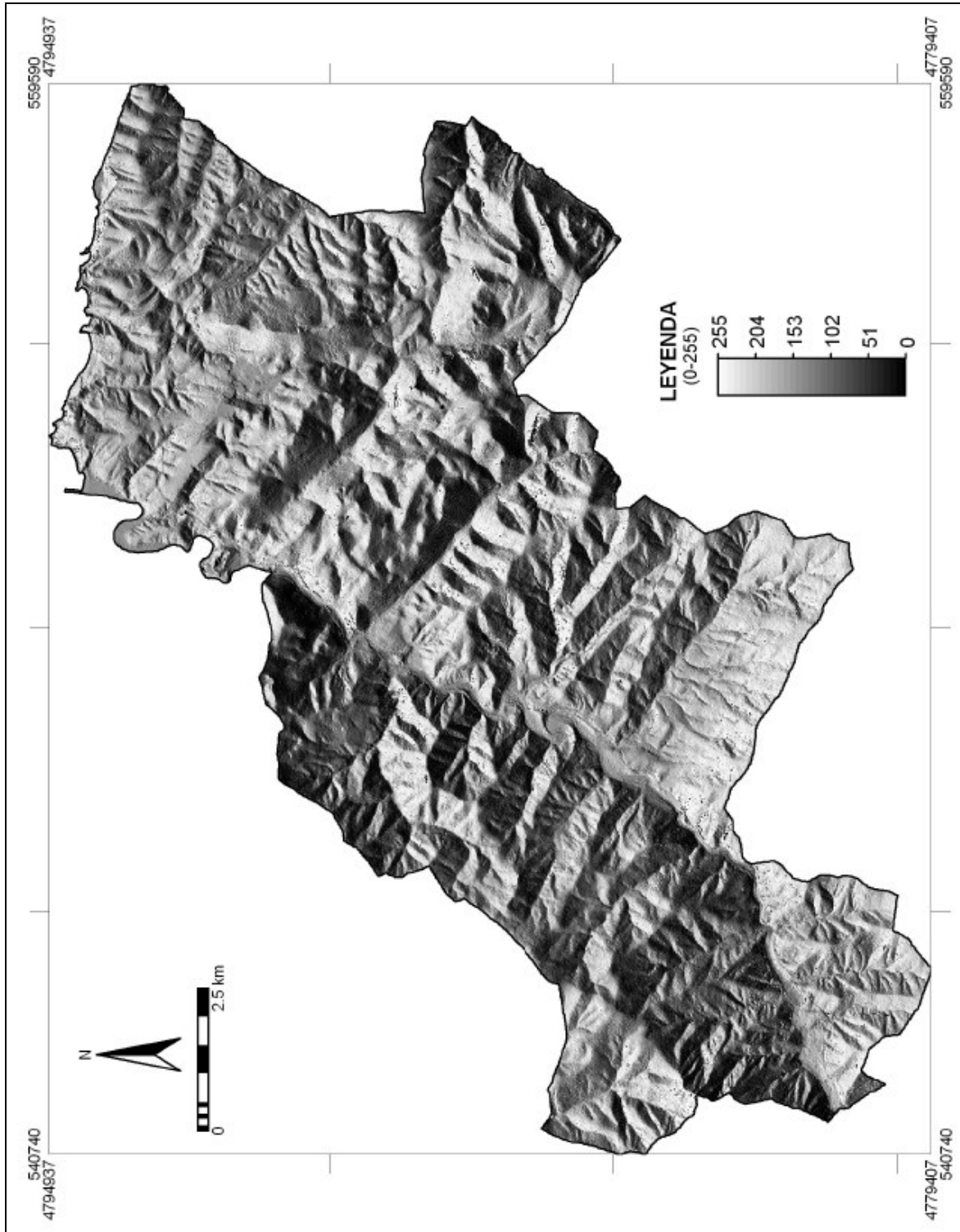
- **Coordenadas:** ver información del proyecto.
- **Escala:** 1:10,000.
- **Sistema de coordenadas/Proyección:** ver información del proyecto.

**Organización Espacial:**

- **Componente espacial:** Grid.
- **Formato y estructura de datos:** Ilwis (.mp#), Idrisi (.img), ASCII file, ArcGis (E00).

**Distribución:**

- **Restricciones de uso:** Contactar con el autor.
- **Acceso online (URL):** No.
- **Webmapping server (URL):** <http://ivm10.ivm.vu.nl/alarm/Riskmaps/riskmaps.asp>
- **Otra información relacionada:** Servicio de Información Territorial de Guipúzcoa, <http://b5m.gipuzkoa.net/>
- **Observaciones adicionales:**
- **Acceso al documento (URL):**



## **MODELO DE DISTANCIA A CAUCES**

### **Identidad del modelo:**

- **Título del área de estudio:** Cuenca del Bajo Deva (España).
- **Nombre:** Distancia a cauces.
- **Acrónimo:** DIST\_CAUCES.
- **Descripción:** variable continua obtenida a partir de aplicar un modelo de distancia a los ejes de los principales cauces fluviales. El mapa de cauces se obtuvo a través del Servicio de Información Territorial de Guipúzcoa.
- **Propósito:** Ver la influencia que tienen los cauces fluviales en la aparición de los deslizamientos. En esta zona los valles fluviales son generalmente estrechos y de fuertes pendientes, por lo tanto, en las proximidades de éstos debieran producirse movimientos de ladera.
- **Idioma:** SPA (Español).
- **Clase de datos:** Grid.
- **Fecha de creación:**
- **Estatus:** Completo.
- **Fecha de creación de los metadatos:** Diciembre, 2004.
- **Última modificación de metadatos:** Diciembre, 2004.
- **Nombre del autor:** Jaime Bonachea.
- **Dirección del autor:** Citimac, Facultad de Ciencias, Av. Los Castros s/n. C.P. 39005, Santander, España.
- **Leyenda/codificación:** valores que indican la distancia en metros al eje del cauce.
- **Palabras clave:**

### **Calidad de los datos:**

- **Linaje:** Se ha creado con Ilwis 3.2. El mapa de segmentos de cauces ha sido rasterizado a un tamaño de 10 x 10 metros. El modelo de distancias de cada píxel a sus píxeles vecinos se ha calculado utilizando una matriz 3x3, cuyos valores son los siguientes:

7	5	7
5	0	5
7	5	7

Los píxeles de origen toman el valor 0, mientras que el resto obtiene valores de distancias que pueden ser muy grandes.

La operación realizada es la siguiente:  $DIST\_CAUCES = MapDistance(CAUCES)$

Donde CAUCES es el mapa de segmentos de cauces rasterizado y DIST\_CAUCES el modelo obtenido.

- **Resolución:** Tamaño de píxel de 10 x 10 metros.
- **Cobertura horizontal:** ver información del proyecto.
- **Cobertura temporal:** ver información del proyecto.
- **Exactitud:** ver información del proyecto.
- **Consistencia lógica y temporal:** ver información del proyecto.

### **Referencia espacial:**

- **Coordenadas:** ver información del proyecto.
- **Escala:** 1:10,000.
- **Sistema de coordenadas/Proyección:** ver información del proyecto.

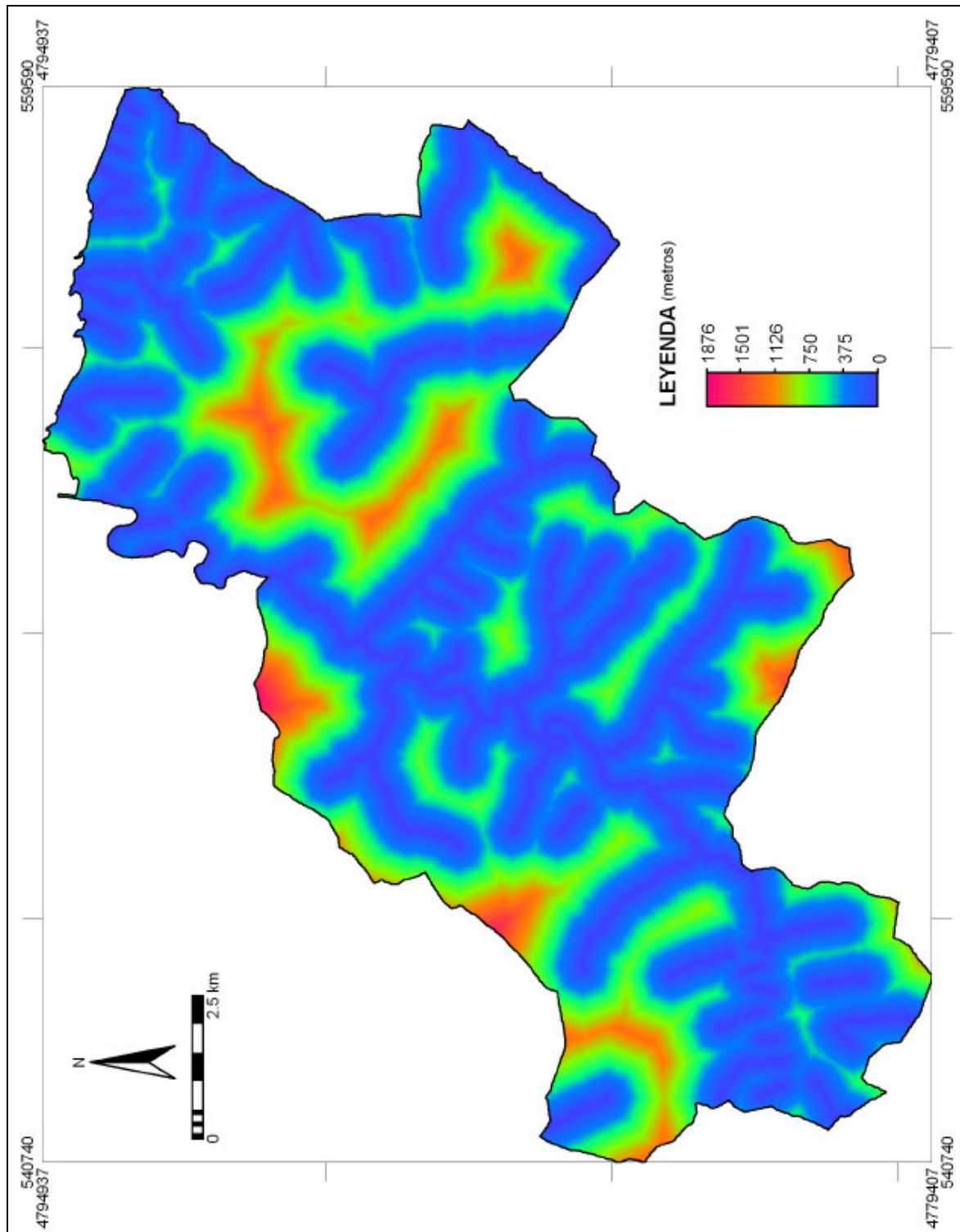
### **Organización Espacial:**

- **Componente espacial:** Grid.

- **Formato y estructura de datos:** Ilwis (.mp#), Idrisi (.img), ASCII file, ArcGis (E00).

**Distribución:**

- **Restricciones de uso:** Contactar con el autor.
- **Acceso online (URL):** No.
- **Webmapping server (URL):** <http://ivm10.ivm.vu.nl/alarm/Riskmaps/riskmaps.asp>
- **Otra información relacionada:** Servicio de Información Territorial de Guipúzcoa, <http://b5m.gipuzkoa.net/>
- **Observaciones adicionales:**
- **Acceso al documento (URL):**



## **MODELO DE DISTANCIA A FALLAS**

### **Identidad del modelo:**

- **Título del área de estudio:** Cuenca del Bajo Deva (España).
- **Nombre:** Distancia a fracturas o fallas.
- **Acrónimo:** DIST\_FALLAS.
- **Descripción:** variable continua obtenida a partir de aplicar un modelo de distancia a los ejes de las principales fracturas existentes en la zona. El mapa de fracturas se extrajo del
- **Propósito:** Ver la influencia que tienen las fallas en la aparición de los deslizamientos. Si éstas son activas, en sus proximidades los movimientos de ladera serán más frecuentes.
- **Idioma:** SPA (Español).
- **Clase de datos:** Grid.
- **Fecha de creación:**
- **Estatus:** Completo.
- **Fecha de creación de los metadatos:** Diciembre, 2004.
- **Última modificación de metadatos:** Diciembre, 2004.
- **Nombre del autor:** Jaime Bonachea.
- **Dirección del autor:** Citimac, Facultad de Ciencias, Av. Los Castros s/n. C.P. 39005, Santander, España.
- **Leyenda/codificación:** valores que indican la distancia en metros al eje de la fractura.
- **Palabras clave:**

### **Calidad de los datos:**

- **Linaje:** Su obtención es similar a la del modelo de distancia a cauces. El mapa de segmentos de fracturas ha sido rasterizado a un tamaño de 10 x 10 metros. El modelo de distancias de cada píxel a sus píxeles vecinos se ha calculado utilizando una matriz 3x3, cuyos valores son los siguientes:

7	5	7
5	0	5
7	5	7

Los píxeles de origen toman el valor 0, mientras que el resto obtiene valores de distancias que pueden ser muy grandes.

La operación realizada es la siguiente:  $DIST\_FALLAS = MapDistance(FALLAS)$

Donde FALLAS es el mapa de segmentos de fallas rasterizado y DIST\_FALLAS el modelo obtenido.

- **Resolución:** Tamaño de píxel de 10 x 10 metros.
- **Cobertura horizontal:** ver información del proyecto.
- **Cobertura temporal:** ver información del proyecto.
- **Exactitud:** ver información del proyecto.
- **Consistencia lógica y temporal:** ver información del proyecto.

### **Referencia espacial:**

- **Coordenadas:** ver información del proyecto.
- **Escala:** 1:10,000.
- **Sistema de coordenadas/Proyección:** ver información del proyecto.

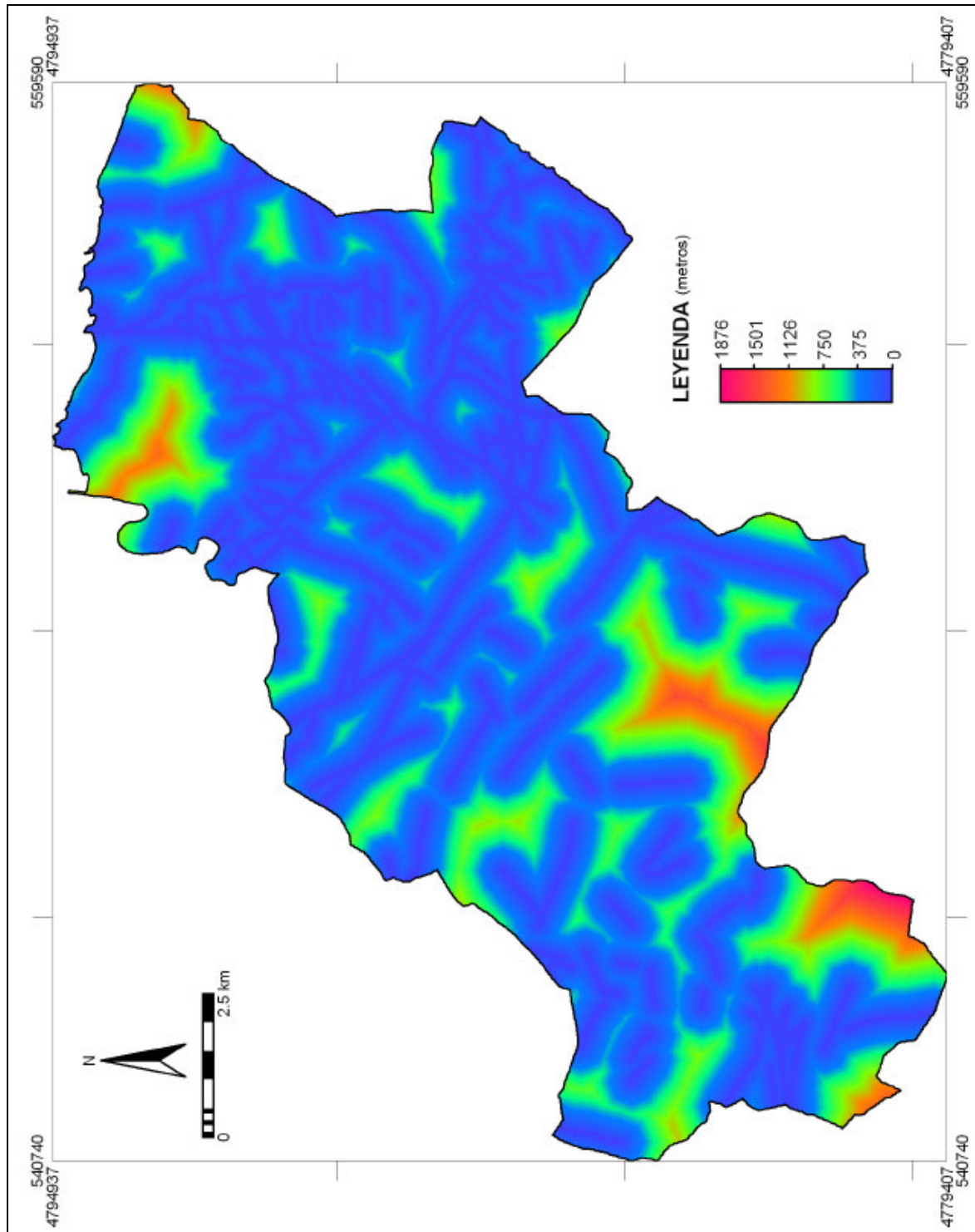
### **Organización Espacial:**

- **Componente espacial:** Grid.
- **Formato y estructura de datos:** Ilwis (.mp#), Idrisi (.img), ASCII file, ArcGis (E00).



**Distribución:**

- **Restricciones de uso:** Contactar con el autor.
- **Acceso online (URL):** No.
- **Webmapping server (URL):** <http://ivm10.ivm.vu.nl/alarm/Riskmaps/riskmaps.asp>
- **Otra información relacionada:** Ente Vasco de la Energía, <http://www.eve.es/>
- **Observaciones adicionales:**
- **Acceso al documento (URL):**



## **MAPA DE ESPESORES**

### **Identidad del modelo:**

- **Título del área de estudio:** Cuenca del Bajo Deva (España).
- **Nombre:** Espesor de regolito.
- **Acrónimo:** ESPESOR.
- **Descripción:** Se representan unidades que expresan el espesor más frecuente de la formación superficial existente en el área de cada unidad. Formación superficial se define como todos los sedimentos y rocas exógenas, poco o nada consolidadas, situados en la interfase litosfera-atmósfera, con o sin relación genética con el substrato y estrechamente asociadas a la evolución del relieve actual, del que son su expresión litológica y correlativa. Incluye tanto los depósitos superficiales como los regolitos de alteración.
- **Propósito:** El espesor de la formación superficial influye en la cantidad de agua que puede contener y en la magnitud de las presiones que pueden generarse. Asimismo, un gran espesor puede reducir el efecto estabilizador de las raíces. A igualdad de otras variables, un mayor espesor de la formación superficial favorece la inestabilidad, determinando la capacidad de almacenamiento de agua en el terreno (>transmisividad), alcanzándose mayores presiones de poros y aumentando el peso de la masa. Por el contrario, para que el terreno se sature, la cantidad de agua debe ser superior. El espesor de la formación superficial será además determinante para el desarrollo de la cobertera vegetal, condicionando el crecimiento en profundidad de las raíces de los árboles.
- **Idioma:** SPA (Español).
- **Clase de datos:** polígonos.
- **Fecha de creación:**
- **Estatus:** Completo.
- **Fecha de creación de los metadatos:** Diciembre, 2004.
- **Última modificación de metadatos:** Diciembre, 2004.
- **Nombre del autor:** Jaime Bonachea.
- **Dirección del autor:** Citimac, Facultad de Ciencias, Av. Los Castros s/n. C.P. 39005, Santander, España.
- **Leyenda/codificación:** 1: Roquedo; 2: 0-0,5 m de espesor; 3: 0,5-1 m de espesor; 4: 1-2 m de espesor; 5: 2-4 m de espesor; 6: > 4 m de espesor
- **Palabras clave:**

### **Calidad de los datos:**

- **Linaje:** La información deriva del mapa de formaciones superficiales incluido en el Estudio Geomorfológico de Guipúzcoa, elaborado a escala 1:25.000. Este mapa, originalmente en papel, fue digitalizado manualmente y corregido por el Servicio de Información Territorial del Departamento de Obras Hidráulicas y Urbanismo de la Diputación Foral de Guipúzcoa. Este último mapa ha sido revisado y mejorado mediante criterios de campo y fotointerpretación. Las modificaciones han consistido, además de la inclusión de alguna formación nueva o la modificación de algún espesor, en la adaptación de los segmentos de acuerdo con la base topográfica empleada en este proyecto y la ortofoto del 93.
- **Resolución:** Tamaño de píxel de 10 x 10 metros.
- **Cobertura horizontal:** ver información del proyecto.
- **Cobertura temporal:** ver información del proyecto.
- **Exactitud:** ver información del proyecto.
- **Consistencia lógica y temporal:** ver información del proyecto.

**Referencia espacial:**

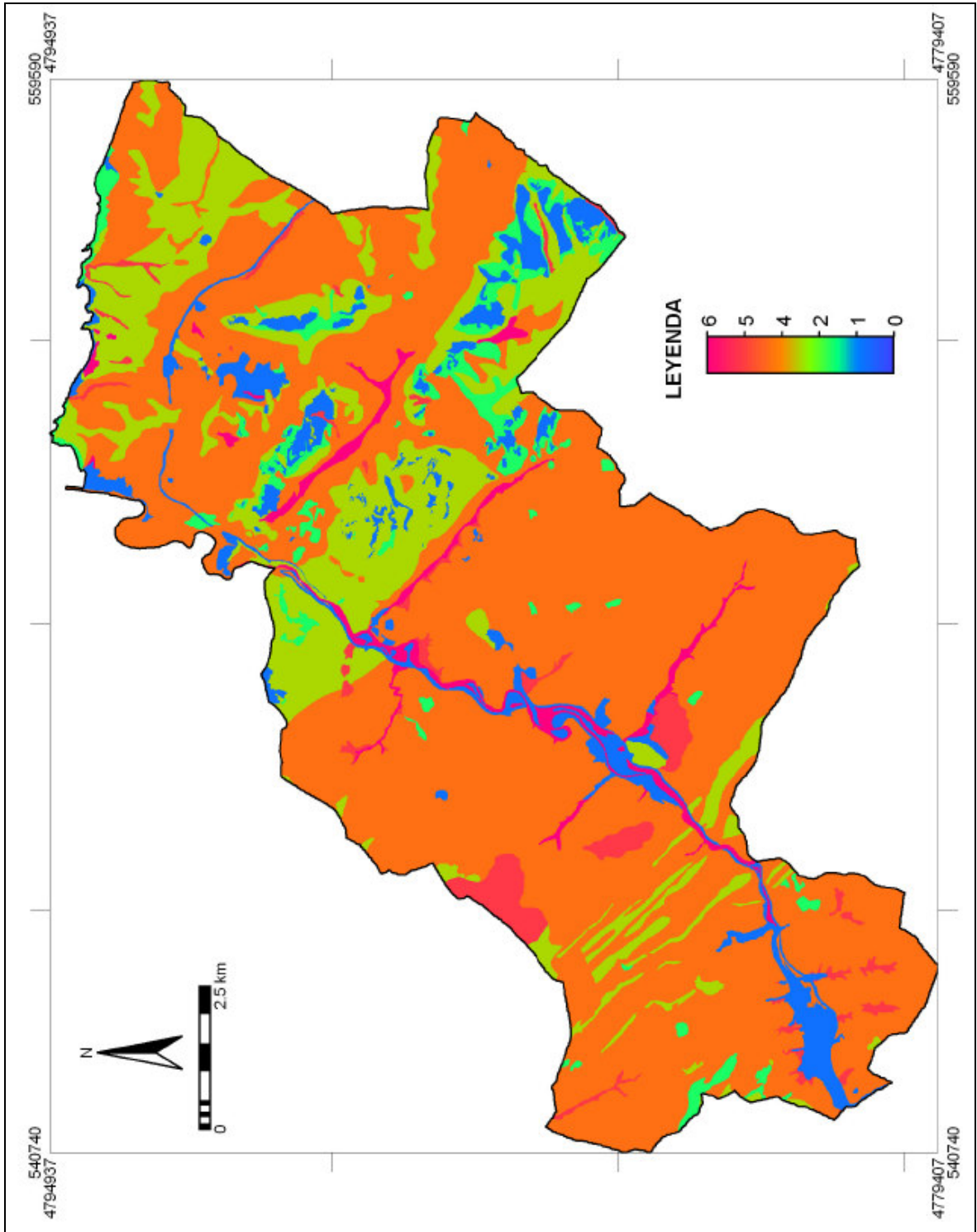
- **Coordenadas:** ver información del proyecto.
- **Escala:** 1:10,000.
- **Sistema de coordenadas/Proyección:** ver información del proyecto.

**Organización Espacial:**

- **Componente espacial:** topología completa.
- **Formato y estructura de datos:** Ilwis (.mp#, .mpp), ArcGis (.shp).

**Distribución:**

- **Restricciones de uso:** Contactar con el autor.
- **Acceso online (URL):** No.
- **Webmapping server (URL):** <http://ivm10.ivm.vu.nl/alarm/Riskmaps/riskmaps.asp>
- **Otra información relacionada:** Servicio de Información Territorial de Guipúzcoa, <http://b5m.gipuzkoa.net/>
- **Observaciones adicionales:**
- **Acceso al documento (URL):**



## *MAPA DE LITOLOGÍA*

### Identidad del modelo:

- **Título del área de estudio:** Cuenca del Bajo Deva (España).
- **Nombre:** Litología.
- **Acrónimo:** LITO.
- **Descripción:** Se representan las unidades litológicas de la zona.
- **Propósito:** La litología es uno de los principales factores condicionantes de la inestabilidad de laderas. Las litologías más blandas se meteorizan fácilmente y tienen mayor facilidad a deslizar. Esto se ve favorecido por la existencia de fracturas, composiciones minerales de fácil disolución, etc. La litología está ligada a la topografía.
- **Idioma:** SPA (Español).
- **Clase de datos:** polígonos.
- **Fecha de creación:**
- **Estatus:** Completo.
- **Fecha de creación de los metadatos:** Diciembre, 2004.
- **Última modificación de metadatos:** Diciembre, 2004.
- **Nombre del autor:** Jaime Bonachea.
- **Dirección del autor:** Citimac, Facultad de Ciencias, Av. Los Castros s/n. C.P. 39005, Santander, España.
- **Leyenda/codificación:** 1: Flysch detrítico calcáreo; 2: Flysch lutítico; 3: Calizas estratificadas; 4: Margocalizas; 5: Margas; 6: Areniscas y conglomerados; 7: Flysch arenoso; 8: Calizas masivas; 9: Lutitas calcáreas y margocalizas; 10: Calizas margosas; 11: Calcarenitas, margas y brechas calcáreas; 12: Flysch calcáreo 13: Rocas volcanoclásticas; 14: Rocas volcánicas en coladas; 15: Brechas poligénicas; 16: Brechas silíceas; 17: Gravas bien gradadas; 18: Gravas mal gradadas; 19: Gravas arcillosas; 20: Arenas bien gradadas; 21: Arenas mal gradadas; 22: Arenas limosas; 23: Arenas arcillosas; 24: Limos y arenas muy finas; 25: Arcillas plásticas; 26: Rellenos artificiales:
- **Palabras clave:**

### Calidad de los datos:

- **Linaje:** El mapa deriva del mapa geológico del Ente Vasco de la Energía y del mapa de formaciones superficiales incluido en el Estudio Geomorfológico de Guipúzcoa, ambos a escala 1:25.000. El mapa del EVE fue digitalizado manualmente por el Gobierno Vasco; el de formaciones superficiales fue también digitalizado manualmente y posteriormente revisado y corregido por la Diputación Foral de Guipúzcoa. Como, además, la base cartográfica era distinta en cada caso, ha sido necesario realizar las correcciones de adaptación a la base topográfica del estudio. Por último, con criterios de campo y de fotointerpretación se ha mejorado la cartografía original, para obtener un nivel de detalle acorde con la escala de este análisis.
- **Resolución:** Tamaño de píxel de 10 x 10 metros.
- **Cobertura horizontal:** ver información del proyecto.
- **Cobertura temporal:** ver información del proyecto.
- **Exactitud:** ver información del proyecto.
- **Consistencia lógica y temporal:** ver información del proyecto.

### Referencia espacial:

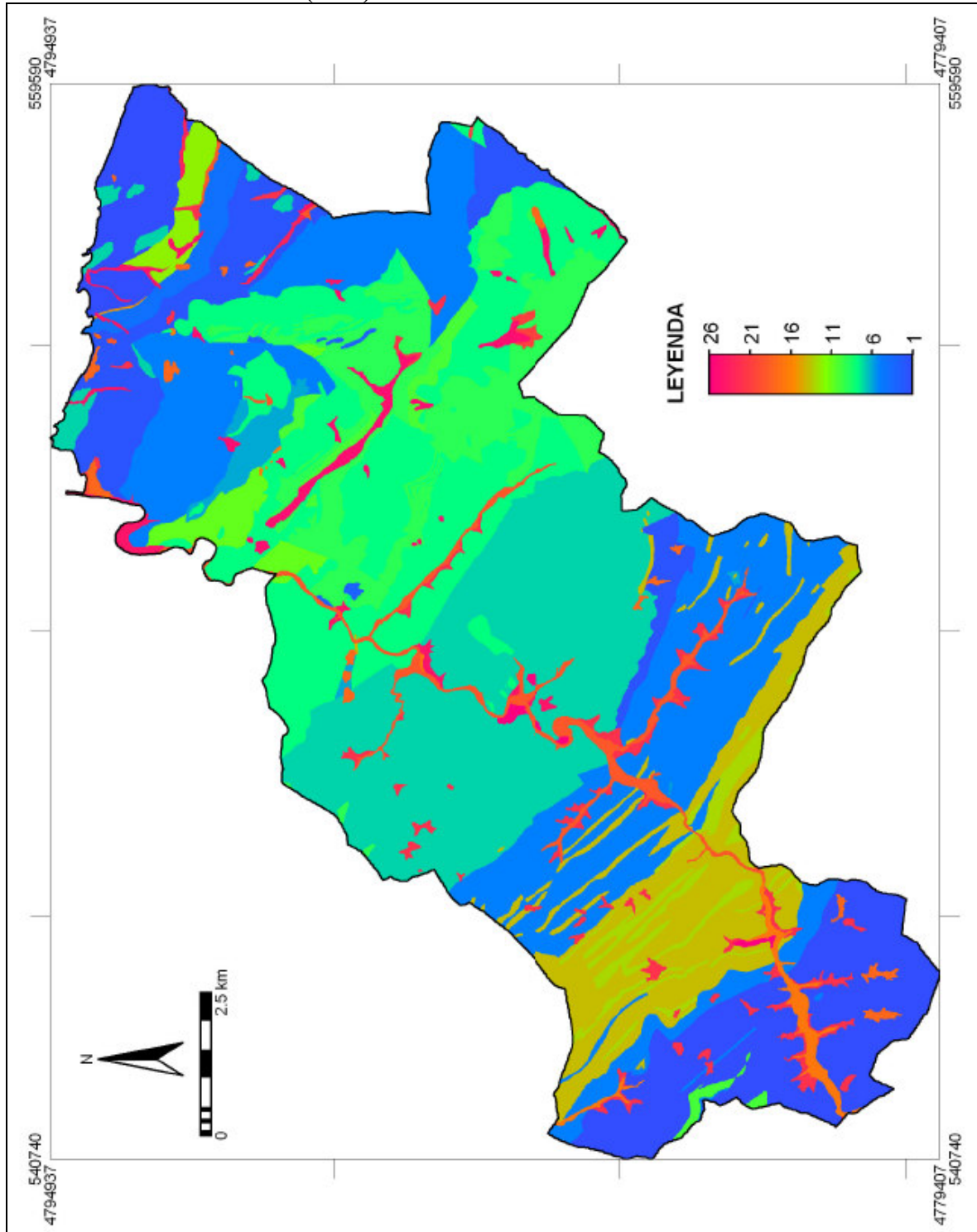
- **Coordenadas:** ver información del proyecto.
- **Escala:** 1:10,000.
- **Sistema de coordenadas/Proyección:** ver información del proyecto.

**Organización Espacial:**

- **Componente espacial:** topología completa.
- **Formato y estructura de datos:** Ilwis (.mp#, .mpp), ArcGis (.shp).

**Distribución:**

- **Restricciones de uso:** Contactar con el autor.
- **Acceso online (URL):** No.
- **Webmapping server (URL):**
- **Otra información relacionada:** Ente Vasco de la Energía, <http://www.eve.es/>
- **Observaciones adicionales:**
- **Acceso al documento (URL):**



## *MAPA DE USOS DEL SUELO*

### Identidad del modelo:

- **Título del área de estudio:** Cuenca del Bajo Deva (España).
- **Nombre:** Usos del suelo.
- **Acrónimo:** USOS.
- **Descripción:** Se representan las unidades que se caracterizan por un determinado uso del suelo.
- **Propósito:** Los distintos usos del suelo están relacionados directamente con la actividad humana. El tipo de cubierta vegetal se relaciona también con la litología, la altitud, pendientes, insolación, etc. Así mismo, la cubierta vegetal hace que la ladera deslice con menos facilidad. Se trata, por tanto, de un factor condicionante a los deslizamientos muy importante.
- **Idioma:** SPA (Español).
- **Clase de datos:** polígonos.
- **Fecha de creación:**
- **Estatus:** Completo.
- **Fecha de creación de los metadatos:** Diciembre, 2004.
- **Última modificación de metadatos:** Diciembre, 2004.
- **Nombre del autor:** Jaime Bonachea.
- **Dirección del autor:** Citímac, Facultad de Ciencias, Av. Los Castros s/n. C.P. 39005, Santander, España.
- **Leyenda/codificación:** 1: Agua; 2: Cantera; 3: Espinos; 4: Forestal arbolado; 5: Frutales y Viñedos; 6: Matorral; 7: Pastizal; 8: Prado; 9: Roquedo; 10: Urbano.
- **Palabras clave:**

### Calidad de los datos:

- **Linaje:** Este mapa está basado en el “inventario forestal de 1996 a escala 1:25.000” de la Diputación Foral de Guipúzcoa. Este inventario incluye, además de la información forestal, una cartografía muy precisa de todas las formaciones vegetales. Su digitalización se ha llevado a cabo usando la ortofoto digital del 93. Además, han sido incorporados en la clase 10 (urbano) las infraestructuras lineales y los edificios existentes en el año 2000.
- **Resolución:** Tamaño de píxel de 10 x 10 metros.
- **Cobertura horizontal:** ver información del proyecto.
- **Cobertura temporal:** ver información del proyecto.
- **Exactitud:** ver información del proyecto.
- **Consistencia lógica y temporal:** ver información del proyecto.

### Referencia espacial:

- **Coordenadas:** ver información del proyecto.
- **Escala:** 1:10,000.
- **Sistema de coordenadas/Proyección:** ver información del proyecto.

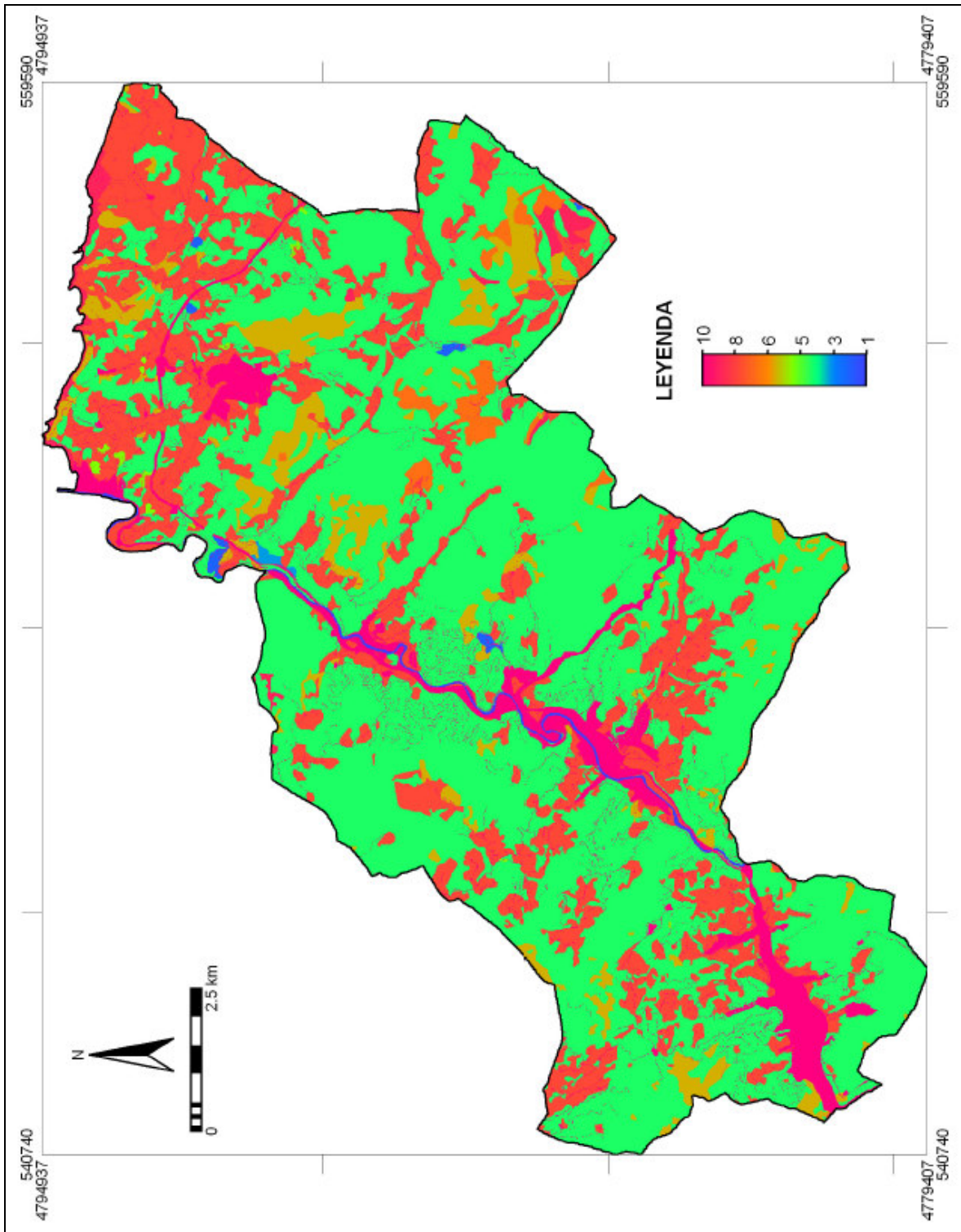
### Organización Espacial:

- **Componente espacial:** topología completa.
- **Formato y estructura de datos:** Ilwis (.mp#, .mpp), ArcGis (.shp).

### Distribución:

- **Restricciones de uso:** Contactar con el autor.
- **Acceso online (URL):** No.
- **Webmapping server (URL):** <http://ivm10.ivm.vu.nl/alarm/Riskmaps/riskmaps.asp>

- **Otra información relacionada:** Servicio de Información Territorial de Guipúzcoa, <http://b5m.gipuzkoa.net/>; Departamento de Hacienda de la Diputación Foral de Guipúzcoa; Departamento de infraestructuras de la Diputación Foral de Guipúzcoa.
- **Observaciones adicionales:**
- **Acceso al documento (URL):**





## **MAPA DE INFRAESTRUCTURAS**

### **Identidad del modelo:**

- **Título del área de estudio:** Cuenca del Bajo Deva (España).
- **Nombre:** Infraestructuras.
- **Acrónimo:** INFRA\_DEBA.
- **Descripción:** En este mapa están representadas las líneas centrales de las principales infraestructuras existentes en el área de estudio como son: autopista, carretera nacional, carreteras regionales y red ferroviaria.
- **Propósito:** Obtener un mapa de infraestructuras o elementos que son afectados por los deslizamientos, estimar su vulnerabilidad así como estimar el riesgo específico e indirecto producido por los deslizamientos.
- **Idioma:** SPA (Español).
- **Clase de datos:** Grid.
- **Fecha de creación:**
- **Estatus:** Completo.
- **Fecha de creación de los metadatos:** Diciembre, 2004.
- **Última modificación de metadatos:** Diciembre, 2004.
- **Nombre del autor:** Jaime Bonachea.
- **Dirección del autor:** Citimac, Facultad de Ciencias, Av. Los Castros s/n. C.P. 39005, Santander, España.
- **Leyenda/codificación:** el mapa lleva asociada una base de datos elaborada para este proyecto que incluye campos como tipo de vía, número de vehículos por tramo o sector, valor económico, pérdidas indirectas potenciales provocadas por los deslizamientos y vulnerabilidad.
- **Palabras clave:**

### **Calidad de los datos:**

- **Linaje:** La información de base, correspondiente al año 2000 y en formato segmentos, fue facilitada por el Departamento para la Ordenación y Promoción Territorial, en Enero de 2004, y fue posteriormente pasterizada en Ilwis. Dicha información se incluyó en el mapa de usos. En este mapa no se han representado las carreteras locales y caminos.
- **Resolución:** Tamaño de píxel de 10 x 10 metros.
- **Cobertura horizontal:** ver información del proyecto.
- **Cobertura temporal:** ver información del proyecto.
- **Exactitud:** ver información del proyecto.
- **Consistencia lógica y temporal:** ver información del proyecto.

### **Referencia espacial:**

- **Coordenadas:** ver información del proyecto.
- **Escala:** 1:10,000.
- **Sistema de coordenadas/Proyección:** ver información del proyecto.

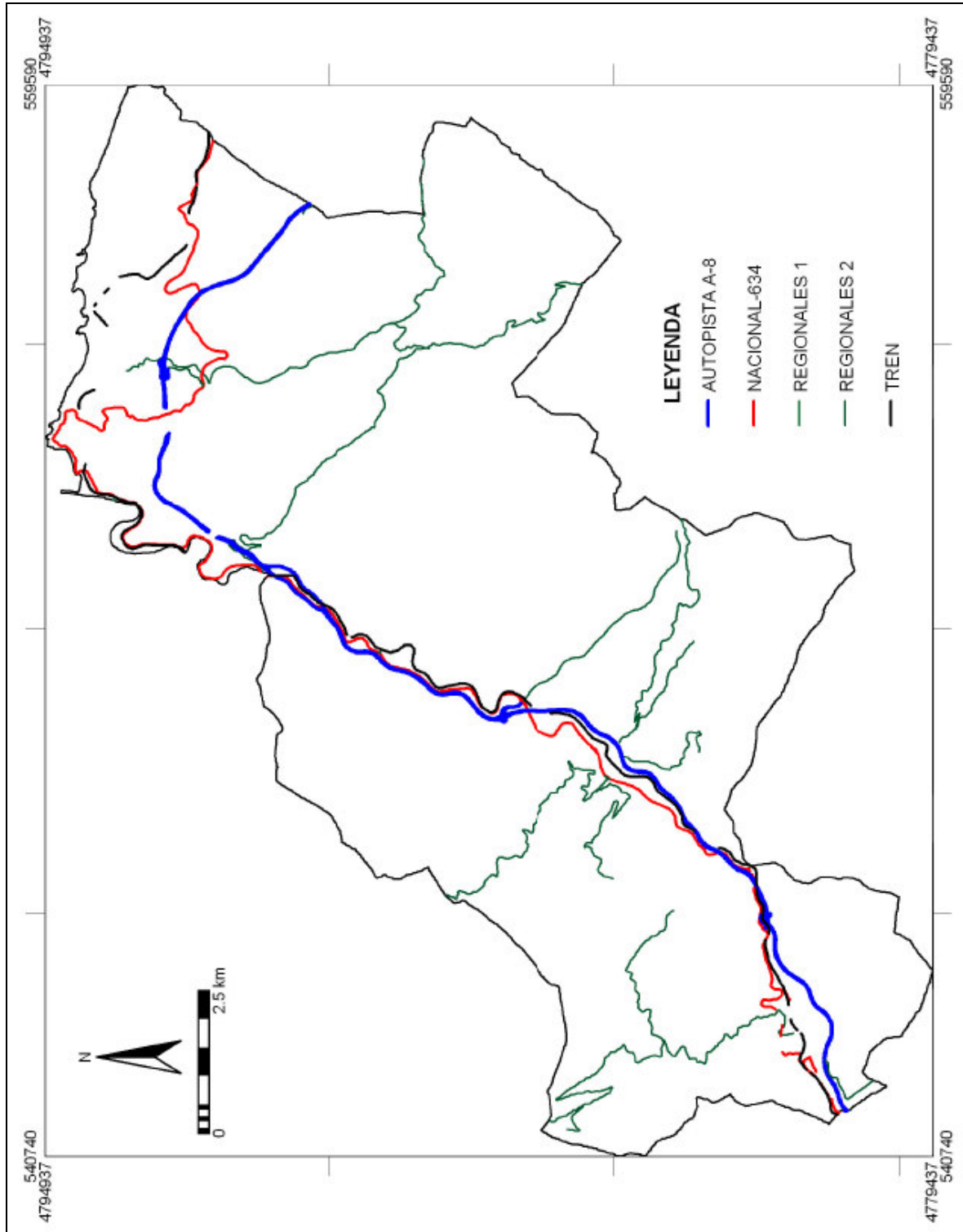
### **Organización Espacial:**

- **Componente espacial:** topología completa.
- **Formato y estructura de datos:** Ilwis (.mp#, .mps), ArcGis (.shp).

### **Distribución:**

- **Restricciones de uso:** Contactar con el autor.
- **Acceso online (URL):** No.
- **Webmapping server (URL):** <http://ivm10.ivm.vu.nl/alarm/Riskmaps/riskmaps.asp>

- **Otra información relacionada:** Servicio de Información Territorial de Guipúzcoa, <http://b5m.gipuzkoa.net/>; Departamento de Infraestructuras de la Diputación Foral de Guipúzcoa.
- **Observaciones adicionales:**
- **Acceso al documento (URL):**



## **MAPA DE EDIFICIOS**

### **Identidad del modelo:**

- **Título del área de estudio:** Cuenca del Bajo Deva (España).
- **Nombre:** Edificios.
- **Acrónimo:** BUILDINGS.
- **Descripción:** En este mapa están representados los polígonos de todos los edificios del área de estudio.
- **Propósito:** Obtener un mapa de edificios que son afectados por los deslizamientos, estimar su vulnerabilidad así como estimar el riesgo específico producido por los deslizamientos.
- **Idioma:** SPA (Español).
- **Clase de datos:** Polígonos.
- **Fecha de creación:**
- **Estatus:** Completo.
- **Fecha de creación de los metadatos:** Diciembre, 2004.
- **Última modificación de metadatos:** Diciembre, 2004.
- **Nombre del autor:** Jaime Bonachea.
- **Dirección del autor:** Citimac, Facultad de Ciencias, Av. Los Castros s/n. C.P. 39005, Santander, España.
- **Leyenda/codificación:** el mapa lleva asociada una base de datos elaborada para este proyecto que incluye campos como tipo de edificio, superficie, valor catastral, pérdidas ocasionadas por los deslizamientos y vulnerabilidad.
- **Palabras clave:**

### **Calidad de los datos:**

- **Linaje:** La información de base, en formato *dwg* correspondiente al año 2000, fue facilitada por el Departamento de Hacienda de la Diputación Foral de Guipúzcoa en Enero de 2004, y fue posteriormente adaptada a las necesidades del proyecto de trabajo. Dicha información fue tratada también en formato raster y se incluyó en el mapa de usos. Los edificios de superficie inferior a 100 m<sup>2</sup> no aparecen representados en el mapa raster, pero sí en el de polígonos.
- **Resolución:** Tamaño de píxel de 10 x 10 metros.
- **Cobertura horizontal:** ver información del proyecto.
- **Cobertura temporal:** ver información del proyecto.
- **Exactitud:** ver información del proyecto.
- **Consistencia lógica y temporal:** ver información del proyecto.

### **Referencia espacial:**

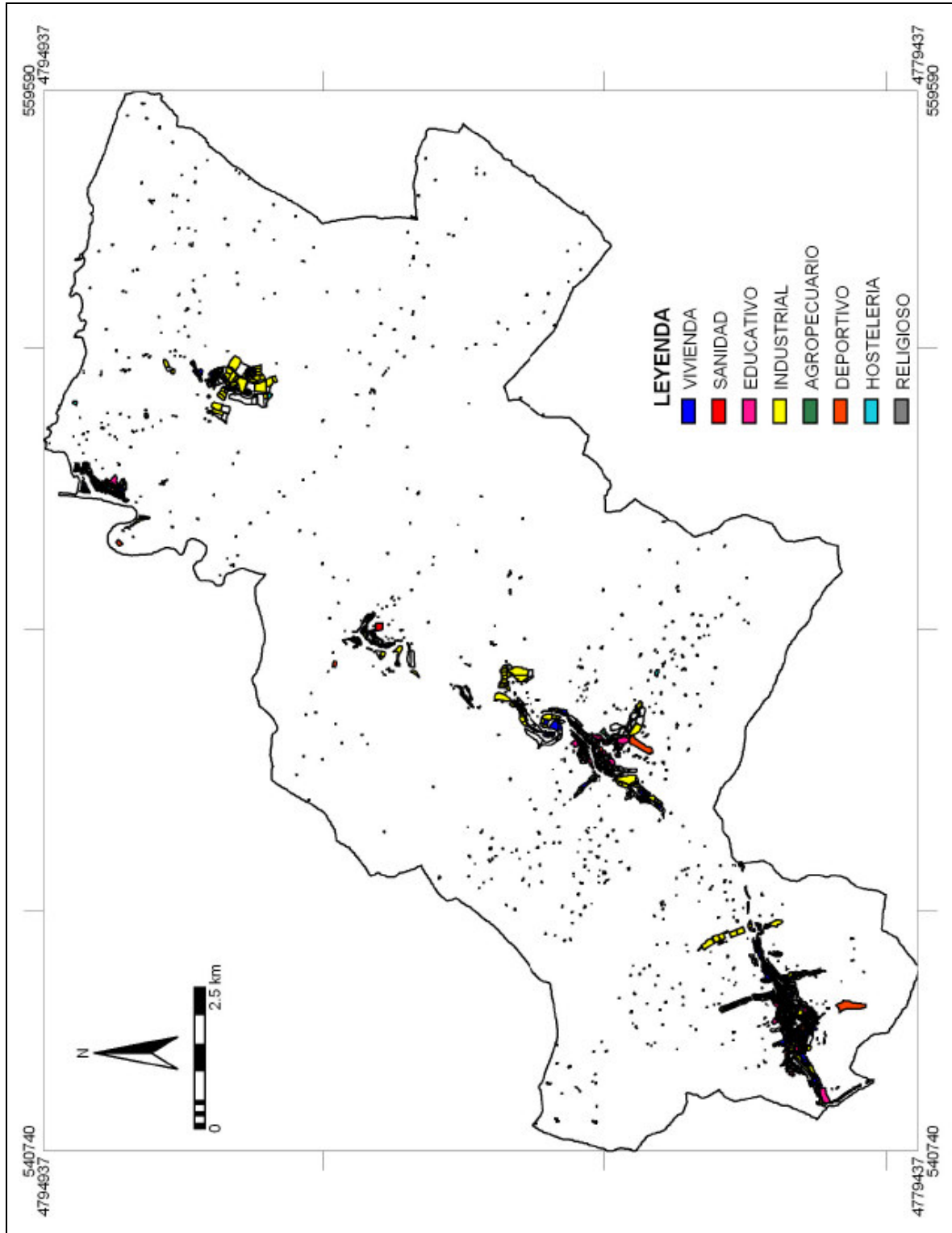
- **Coordenadas:** ver información del proyecto.
- **Escala:** 1:10,000.
- **Sistema de coordenadas/Proyección:** ver información del proyecto.

### **Organización Espacial:**

- **Componente espacial:** topología completa.
- **Formato y estructura de datos:** Ilwis (.mp#, .mpp), ArcGis (.shp).

### **Distribución:**

- **Restricciones de uso:** Contactar con el autor.
- **Acceso online (URL):** No.
- **Webmapping server (URL):** <http://ivm10.ivm.vu.nl/alarm/Riskmaps/riskmaps.asp>
- **Otra información relacionada:** Departamento de Hacienda de la Diputación Foral de Guipúzcoa; Servicio de Información Territorial de Guipúzcoa, <http://b5m.gipuzkoa.net/>.



## **DESLIZAMIENTOS PRE-1991**

### **Identidad del modelo:**

- **Título del área de estudio:** Cuenca del Bajo Deva (España).
- **Nombre:** Deslizamientos pre-1991.
- **Acrónimo:** DES\_1991.
- **Descripción:** Se muestran los puntos que representan el centroide (centro geométrico) de la zona de ruptura, o coronas, de los movimientos identificados en la fotografía aérea del vuelo de 1991 y en el campo. Se han cartografiado un total de 532 movimientos.
- **Propósito:** Elaboración de modelos de susceptibilidad y peligrosidad, y por tanto, de riesgo, a partir de series temporales de deslizamientos.
- **Idioma:** SPA (Español).
- **Clase de datos:** Puntos.
- **Fecha de creación:**
- **Estatus:** Completo.
- **Fecha de creación de los metadatos:** Diciembre, 2004.
- **Última modificación de metadatos:** Diciembre, 2004.
- **Nombre del autor:** Jaime Bonachea.
- **Dirección del autor:** Citimac, Facultad de Ciencias, Av. Los Castros s/n. C.P. 39005, Santander, España.
- **Leyenda/codificación:** Cada movimiento dispone de un identificador, en este caso desde 1 hasta 532.
- **Palabras clave:**

### **Calidad de los datos:**

- **Linaje:** La identificación de los movimientos se ha basado en la fotointerpretación de pares estereoscópicos correspondientes al vuelo de 1991 a escala 1:18,000 y su comparación con la foto aérea más antigua (1956); posteriormente, se hicieron comprobaciones en el campo que han supuesto el reconocimiento sobre el terreno de la práctica totalidad de los movimientos inventariados. Este inventario se realizó durante los años 1992-1993.
- **Resolución:** Tamaño de píxel de 10 x 10 metros.
- **Cobertura horizontal:** ver información del proyecto.
- **Cobertura temporal:** ver información del proyecto.
- **Exactitud:** ver información del proyecto.
- **Consistencia lógica y temporal:** ver información del proyecto.

### **Referencia espacial:**

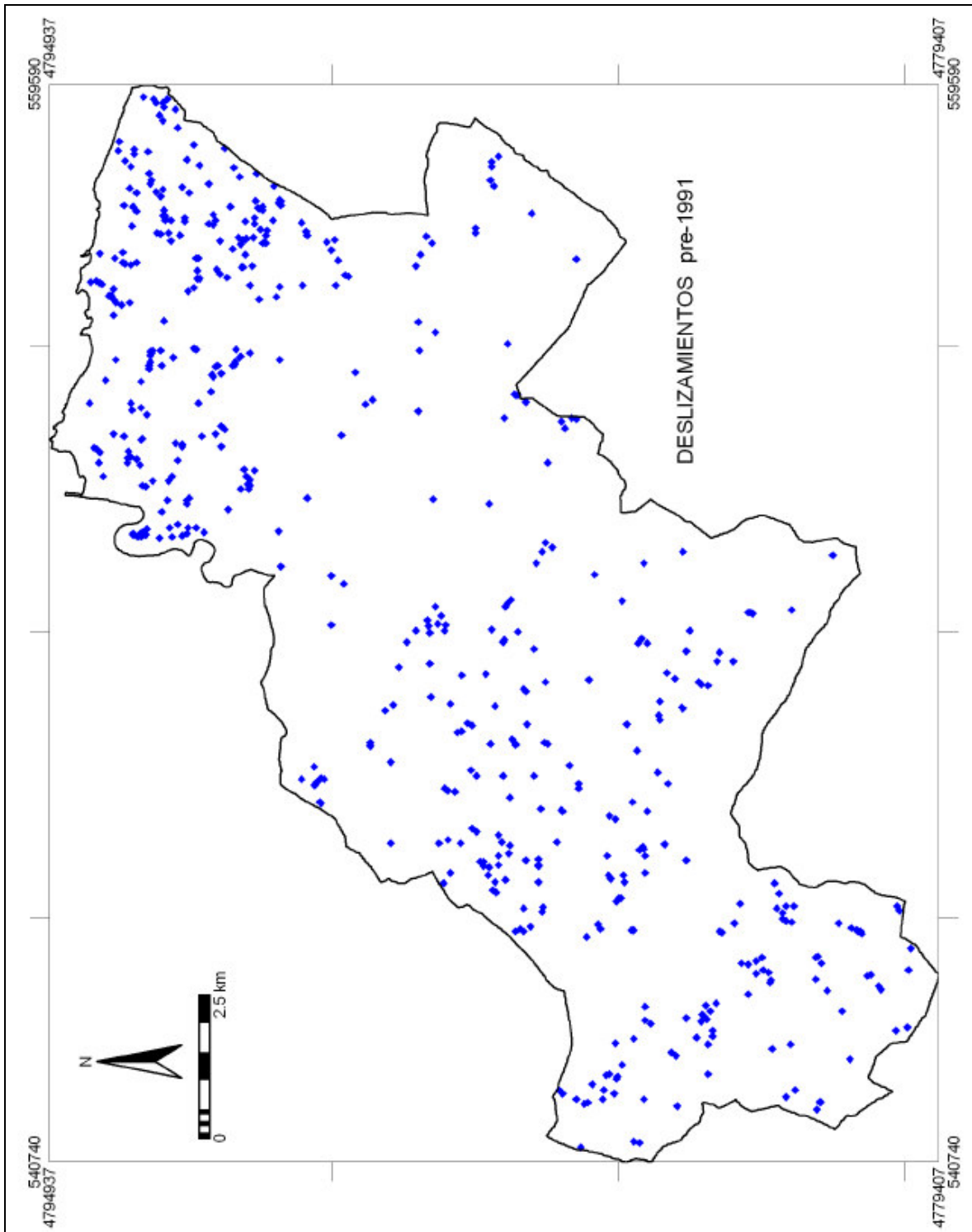
- **Coordenadas:** ver información del proyecto.
- **Escala:** 1:10,000.
- **Sistema de coordenadas/Proyección:** ver información del proyecto.

### **Organización Espacial:**

- **Componente espacial:** topología completa.
- **Formato y estructura de datos:** Ilwis (.mp#, .mpp), ArcGis (.shp).

### **Distribución:**

- **Restricciones de uso:** Contactar con el autor.
- **Acceso online (URL):** No.
- **Webmapping server (URL):** <http://ivm10.ivm.vu.nl/alarm/Riskmaps/riskmaps.asp>
- **Otra información relacionada:** Tesis de Juan Remondo (Remondo, 2001).
- **Observaciones adicionales:**
- **Acceso al documento (URL):**



## **DESLIZAMIENTOS 1991-1997**

### **Identidad del modelo:**

- **Título del área de estudio:** Cuenca del Bajo Deva (España).
- **Nombre:** Deslizamientos 1991-1997.
- **Acrónimo:** DES\_1997.
- **Descripción:** Se muestran los puntos que representan el centroide (centro geométrico) de la zona de ruptura, o coronas, de los movimientos identificados en la fotografía aérea del vuelo de 1997 y en el campo. Se han cartografiado un total de 907 movimientos.
- **Propósito:** Elaboración de modelos de susceptibilidad y peligrosidad, y por tanto, de riesgo, a partir de series temporales de deslizamientos.
- **Idioma:** SPA (Español).
- **Clase de datos:** Puntos.
- **Fecha de creación:**
- **Estatus:** Completo.
- **Fecha de creación de los metadatos:** Diciembre, 2004.
- **Última modificación de metadatos:** Diciembre, 2004.
- **Nombre del autor:** Jaime Bonachea.
- **Dirección del autor:** Citimac, Facultad de Ciencias, Av. Los Castros s/n. C.P. 39005, Santander, España.
- **Leyenda/codificación:** Cada movimiento dispone de un identificador, en este caso desde 1 hasta 907.
- **Palabras clave:**

### **Calidad de los datos:**

- **Linaje:** La identificación de los movimientos se ha basado en la fotointerpretación de pares estereoscópicos correspondientes al vuelo de 1997 a escala 1:18,000; los movimientos cartografiados fueron comparados con el inventario realizado con la foto aérea de 1991. También se hicieron comprobaciones en el campo que han supuesto el reconocimiento sobre el terreno de la práctica totalidad de los movimientos inventariados. Este inventario se realizó durante los años 1997-1998.
- **Resolución:** Tamaño de píxel de 10 x 10 metros.
- **Cobertura horizontal:** ver información del proyecto.
- **Cobertura temporal:** ver información del proyecto.
- **Exactitud:** ver información del proyecto.
- **Consistencia lógica y temporal:** ver información del proyecto.

### **Referencia espacial:**

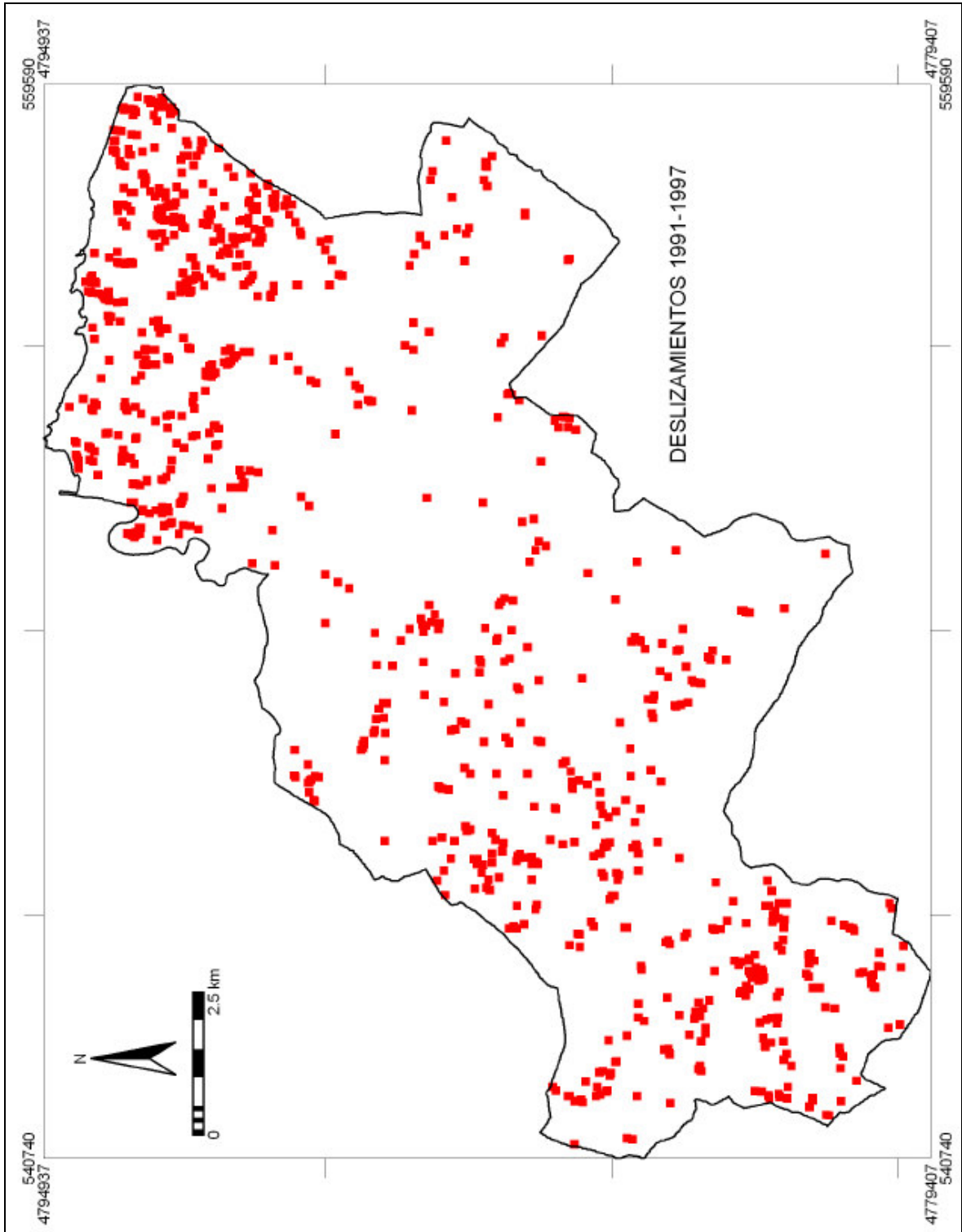
- **Coordenadas:** ver información del proyecto.
- **Escala:** 1:10,000.
- **Sistema de coordenadas/Proyección:** ver información del proyecto.

### **Organización Espacial:**

- **Componente espacial:** topología completa.
- **Formato y estructura de datos:** Ilwis (.mp#, .mpp), ArcGis (.shp).

### **Distribución:**

- **Restricciones de uso:** Contactar con el autor.
- **Acceso online (URL):** No.
- **Webmapping server (URL):** <http://ivm10.ivm.vu.nl/alarm/Riskmaps/riskmaps.asp>
- **Otra información relacionada:** Tesis de Juan Remondo (Remondo, 2001).
- **Observaciones adicionales:**
- **Acceso al documento (URL):**





## **DESLIZAMIENTOS 1997-2001**

### **Identidad del modelo:**

- **Título del área de estudio:** Cuenca del Bajo Deva (España).
- **Nombre:** Deslizamientos 1997-2001.
- **Acrónimo:** DES\_2001.
- **Descripción:** Se muestran los puntos que representan el centroide (centro geométrico) de la zona de ruptura, o coronas, de los movimientos identificados en la ortofoto de 2001 y en el campo. Se han cartografiado un total de 131 movimientos.
- **Propósito:** Elaboración de modelos de susceptibilidad y peligrosidad, y por tanto, de riesgo, a partir de series temporales de deslizamientos.
- **Idioma:** SPA (Español).
- **Clase de datos:** Puntos.
- **Fecha de creación:**
- **Estatus:** Completo.
- **Fecha de creación de los metadatos:** Diciembre, 2004.
- **Última modificación de metadatos:** Diciembre, 2004.
- **Nombre del autor:** Jaime Bonachea.
- **Dirección del autor:** Citimac, Facultad de Ciencias, Av. Los Castros s/n. C.P. 39005, Santander, España.
- **Leyenda/codificación:** Cada movimiento dispone de un identificador, en este caso desde 1 hasta 131.
- **Palabras clave:**

### **Calidad de los datos:**

- **Linaje:** La identificación de los movimientos se ha basado en la fotointerpretación de la ortofoto de Abril de 2001, con resolución de 22 x 22 centímetros; posteriormente, se hicieron comprobaciones sobre la fotografía aérea de 1997 y en el campo. Este inventario se realizó en los años 2004-2005.
- **Resolución:** Tamaño de píxel de 10 x 10 metros.
- **Cobertura horizontal:** ver información del proyecto.
- **Cobertura temporal:** ver información del proyecto.
- **Exactitud:** ver información del proyecto.
- **Consistencia lógica y temporal:** ver información del proyecto.

### **Referencia espacial:**

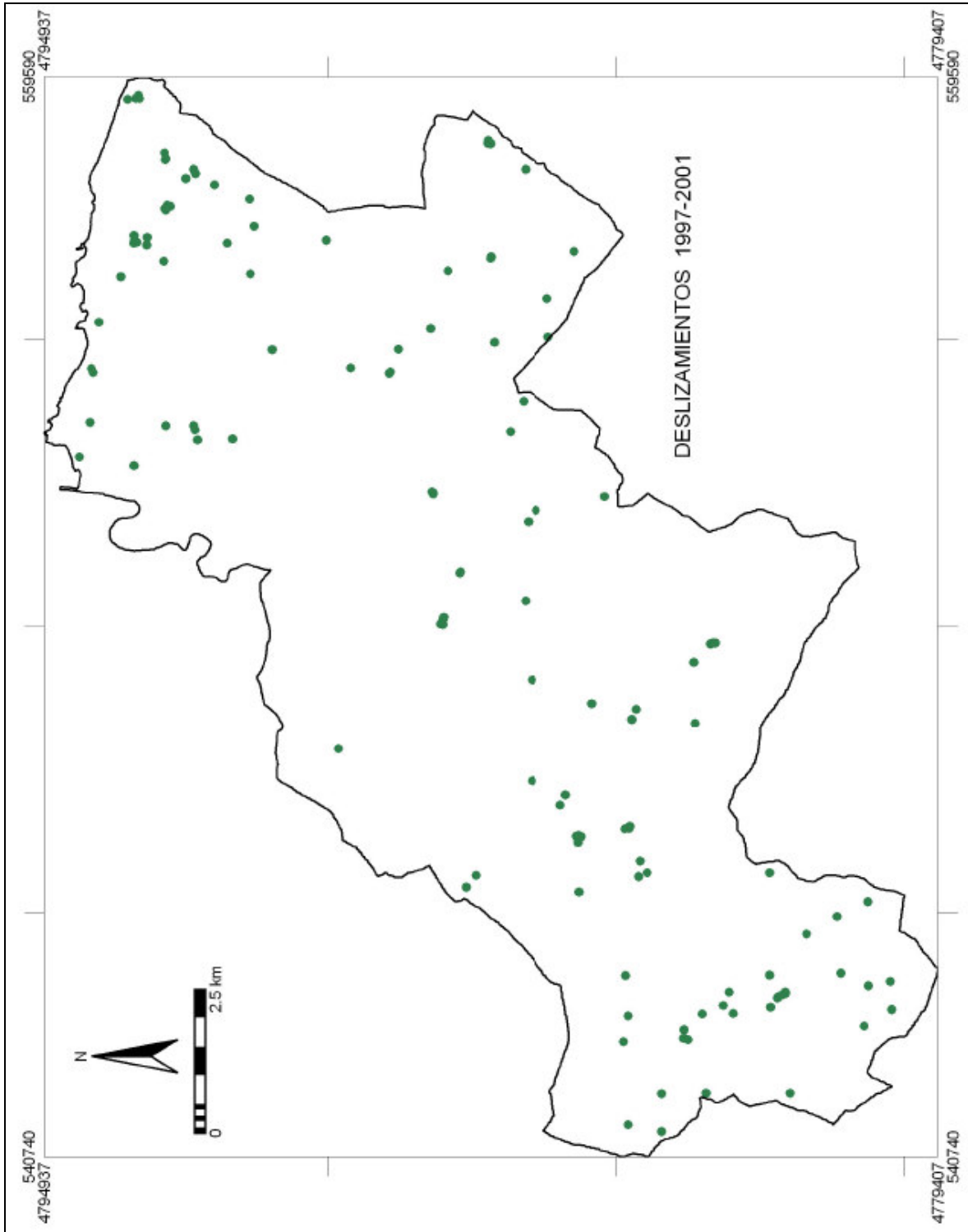
- **Coordenadas:** ver información del proyecto.
- **Escala:** 1:10,000.
- **Sistema de coordenadas/Proyección:** ver información del proyecto.

### **Organización Espacial:**

- **Componente espacial:** topología completa.
- **Formato y estructura de datos:** Ilwis (.mp#, .mpp), ArcGis (.shp).

### **Distribución:**

- **Restricciones de uso:** Contactar con el autor.
- **Acceso online (URL):** No.
- **Webmapping server (URL):** <http://ivm10.ivm.vu.nl/alarm/Riskmaps/riskmaps.asp>
- **Otra información relacionada:**
- **Observaciones adicionales:**
- **Acceso al documento (URL):**



## Colección de datos de los principales modelos obtenidos

### *MODELO DE SUSCEPTIBILIDAD A LOS DESLIZAMIENTOS*

#### Identidad del modelo:

- **Título del área de estudio:** Cuenca del Bajo Deva (España).
- **Nombre:** modelo de susceptibilidad
- **Acrónimo:** SUSCEPT.
- **Descripción:** Se muestra la zona de estudio reclasificada en valores de de 1 a 200; el valor 200 equivale a la máxima susceptibilidad a los deslizamientos y, el valor 1 representa la mínima. Cada valor representa el 0.5 % del área de estudio.
- **Propósito:** A partir de este modelo se elabora el modelo de peligrosidad.
- **Idioma:** SPA (Español).
- **Clase de datos:** Grid.
- **Fecha de creación:**
- **Estatus:** Completo.
- **Fecha de creación de los metadatos:** Diciembre, 2004.
- **Última modificación de metadatos:** Diciembre, 2004.
- **Nombre del autor:** Jaime Bonachea.
- **Dirección del autor:** Citimac, Facultad de Ciencias, Av. Los Castros s/n. C.P. 39005, Santander, España.
- **Leyenda/codificación:** Valores continuos de 1 a 200.
- **Palabras clave:**

#### Calidad de los datos:

- **Linaje:** Este modelo se ha obtenido a partir de la utilización de herramientas estadísticas (como las Funciones de Favorabilidad, FF) que permiten correlacionar los deslizamientos ocurridos en el pasado (en este caso se ha utilizado la serie de deslizamientos 1991-1997) con los factores que se ha considerado, condicionan su aparición (elevaciones, pendientes, orientaciones, litología, usos del suelo y espesor de regolito). Dicho modelo es el resultado de aplicar una técnica matemática “likelihood ratio método”. Los distintos análisis de relaciones estadísticas fueron realizadas con el software Spatial Prediction Modelling (SPM). Más detalles en el texto.
- **Resolución:** Tamaño de píxel de 10 x 10 metros.
- **Cobertura horizontal:** ver información del proyecto.
- **Cobertura temporal:** ver información del proyecto.
- **Exactitud:** ver información del proyecto.
- **Consistencia lógica y temporal:** ver información del proyecto.

#### Referencia espacial:

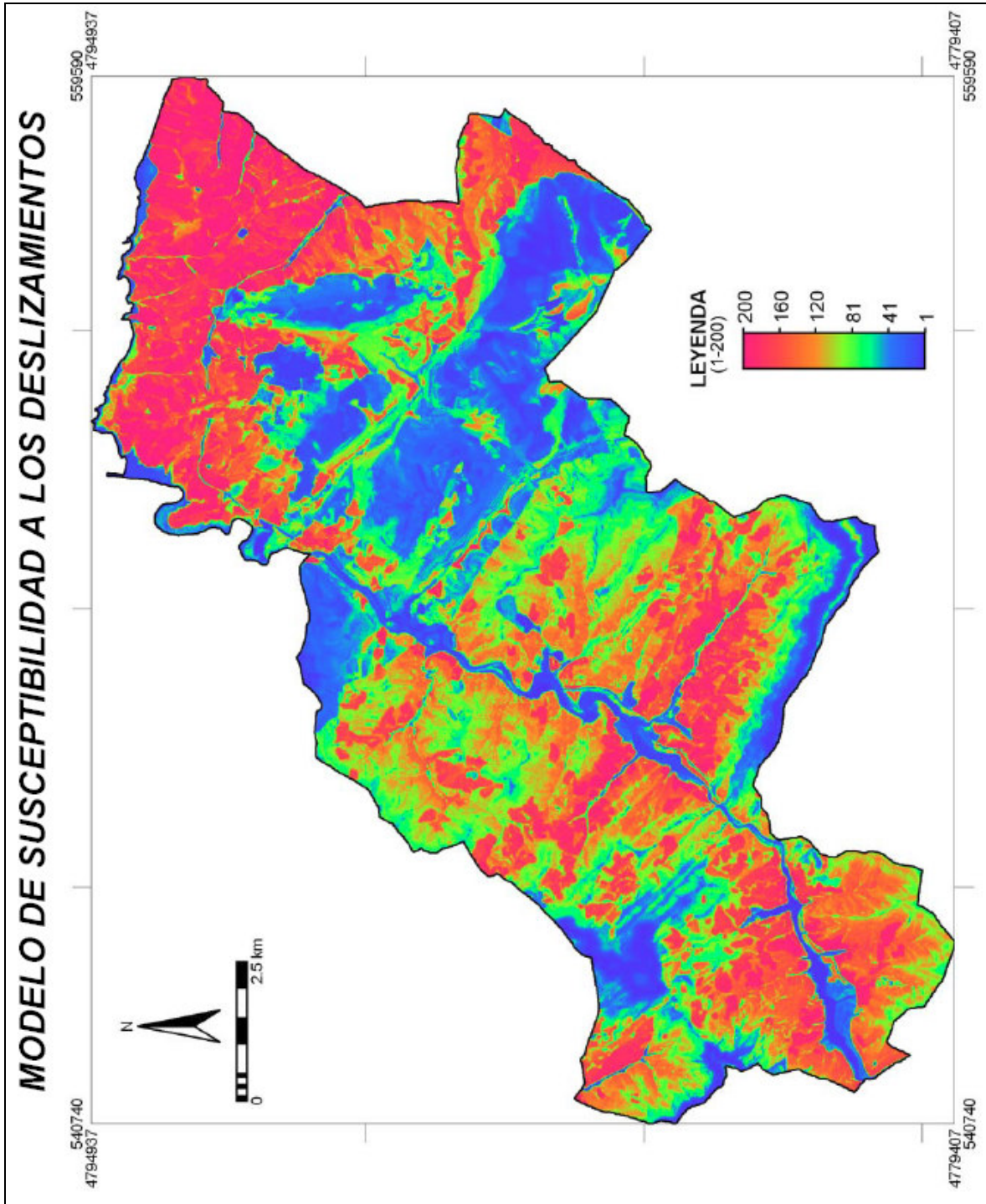
- **Coordenadas:** ver información del proyecto.
- **Escala:** 1:10,000.
- **Sistema de coordenadas/Proyección:** ver información del proyecto.

#### Organización Espacial:

- **Componente espacial:** topología completa.
- **Formato y estructura de datos:** Ilwis (.mp#), SPM (.img).

#### Distribución:

- **Restricciones de uso:** Contactar con el autor.
- **Acceso online (URL):** No.
- **Webmapping server (URL):** <http://ivm10.ivm.vu.nl/alarm/Riskmaps/riskmaps.asp>



## **MODELO DE PELIGROSIDAD DE DESLIZAMIENTOS**

### **Identidad del modelo:**

- **Título del área de estudio:** Cuenca del Bajo Deva (España).
- **Nombre:** modelo de peligrosidad (Escenario A, ver texto)
- **Acrónimo:** HAZARD\_A.
- **Descripción:** Se muestra la zona de estudio reclasificada en valores de probabilidad a deslizar en el futuro.
- **Propósito:** Este modelo es básico a la hora de elaborar los modelos de riesgo.
- **Idioma:** SPA (Español).
- **Clase de datos:** Grid.
- **Fecha de creación:**
- **Estatus:** Completo.
- **Fecha de creación de los metadatos:** Diciembre, 2004.
- **Última modificación de metadatos:** Diciembre, 2004.
- **Nombre del autor:** Jaime Bonachea.
- **Dirección del autor:** Citimac, Facultad de Ciencias, Av. Los Castros s/n. C.P. 39005, Santander, España.
- **Leyenda/codificación:** Valores de probabilidad de 0 % al 5.5 %. Probabilidad máxima en color rojo y probabilidad mínima en azul.
- **Palabras clave:**

### **Calidad de los datos:**

- **Linaje:** Este modelo se obtiene al transformar el modelo de susceptibilidad en probabilidad espacio-temporal, para ello se ha tenido en cuenta la frecuencia de deslizamientos en el área de estudio en el pasado. El modelo se genera teniendo en cuenta el escenario más conservador de comportamiento futuro o escenario A. La predicción es la probabilidad de que se produzcan deslizamientos en el periodo 2001-2045. Más detalles en el texto.
- **Resolución:** Tamaño de píxel de 10 x 10 metros.
- **Cobertura horizontal:** ver información del proyecto.
- **Cobertura temporal:** ver información del proyecto.
- **Exactitud:** ver información del proyecto.
- **Consistencia lógica y temporal:** ver información del proyecto.

### **Referencia espacial:**

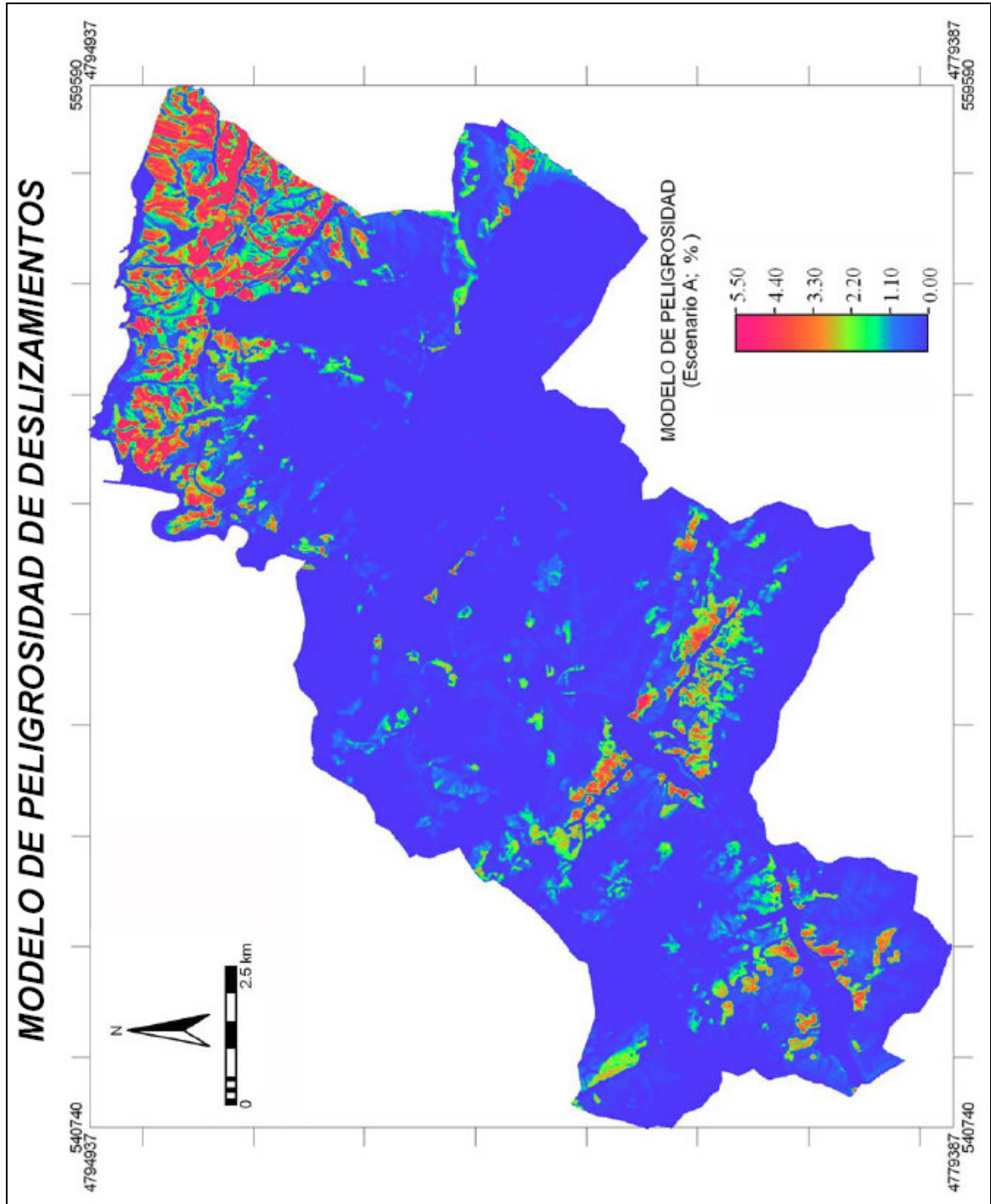
- **Coordenadas:** ver información del proyecto.
- **Escala:** 1:10,000.
- **Sistema de coordenadas/Proyección:** ver información del proyecto.

### **Organización Espacial:**

- **Componente espacial:** topología completa.
- **Formato y estructura de datos:** Ilwis (.mp#).

### **Distribución:**

- **Restricciones de uso:** Contactar con el autor.
- **Acceso online (URL):** No.
- **Webmapping server (URL):** <http://ivm10.ivm.vu.nl/alarm/Riskmaps/riskmaps.asp>
- **Otra información relacionada:**
- **Observaciones adicionales:**
- **Acceso al documento (URL):**



## **MODELO DE RIESGO ESPECÍFICO POR DESLIZAMIENTOS: INFRAESTRUCTURAS**

### **Identidad del modelo:**

- **Título del área de estudio:** Cuenca del Bajo Deva (España).
- **Nombre:** riesgo específico para infraestructuras (Escenario A, ver texto)
- **Acrónimo:** R<sub>INFRA</sub>.
- **Descripción:** Se muestra el riesgo (en €/píxel) que ocasionan los deslizamientos en las infraestructuras del área de estudio.
- **Propósito:** Obtener un modelo de riesgo por deslizamientos con significado cuantitativo. A partir de este modelo se estimará el modelo de riesgo directo.
- **Idioma:** SPA (Español).
- **Clase de datos:** Grid.
- **Fecha de creación:**
- **Estatus:** Completo.
- **Fecha de creación de los metadatos:** Diciembre, 2005.
- **Última modificación de metadatos:** Diciembre, 2005.
- **Nombre del autor:** Jaime Bonachea.
- **Dirección del autor:** Citimac, Facultad de Ciencias, Av. Los Castros s/n. C.P. 39005, Santander, España.
- **Leyenda/codificación:** Cada píxel de infraestructura muestra unas pérdidas en Euros. Se requiere visualizarlo en pantalla dado que la disparidad de valores es muy amplia.
- **Palabras clave:**

### **Calidad de los datos:**

- **Linaje:** Este modelo se obtiene multiplicando el modelo de peligrosidad con el mapa de valor de infraestructuras y con el modelo de vulnerabilidad de esos elementos. El modelo de peligrosidad utilizado es el obtenido para el escenario más conservador de comportamiento futuro o escenario A, en el periodo 2001-2045. Más detalles en el texto.
- **Resolución:** Tamaño de píxel de 10 x 10 metros.
- **Cobertura horizontal:** ver información del proyecto.
- **Cobertura temporal:** ver información del proyecto.
- **Exactitud:** ver información del proyecto.
- **Consistencia lógica y temporal:** ver información del proyecto.

### **Referencia espacial:**

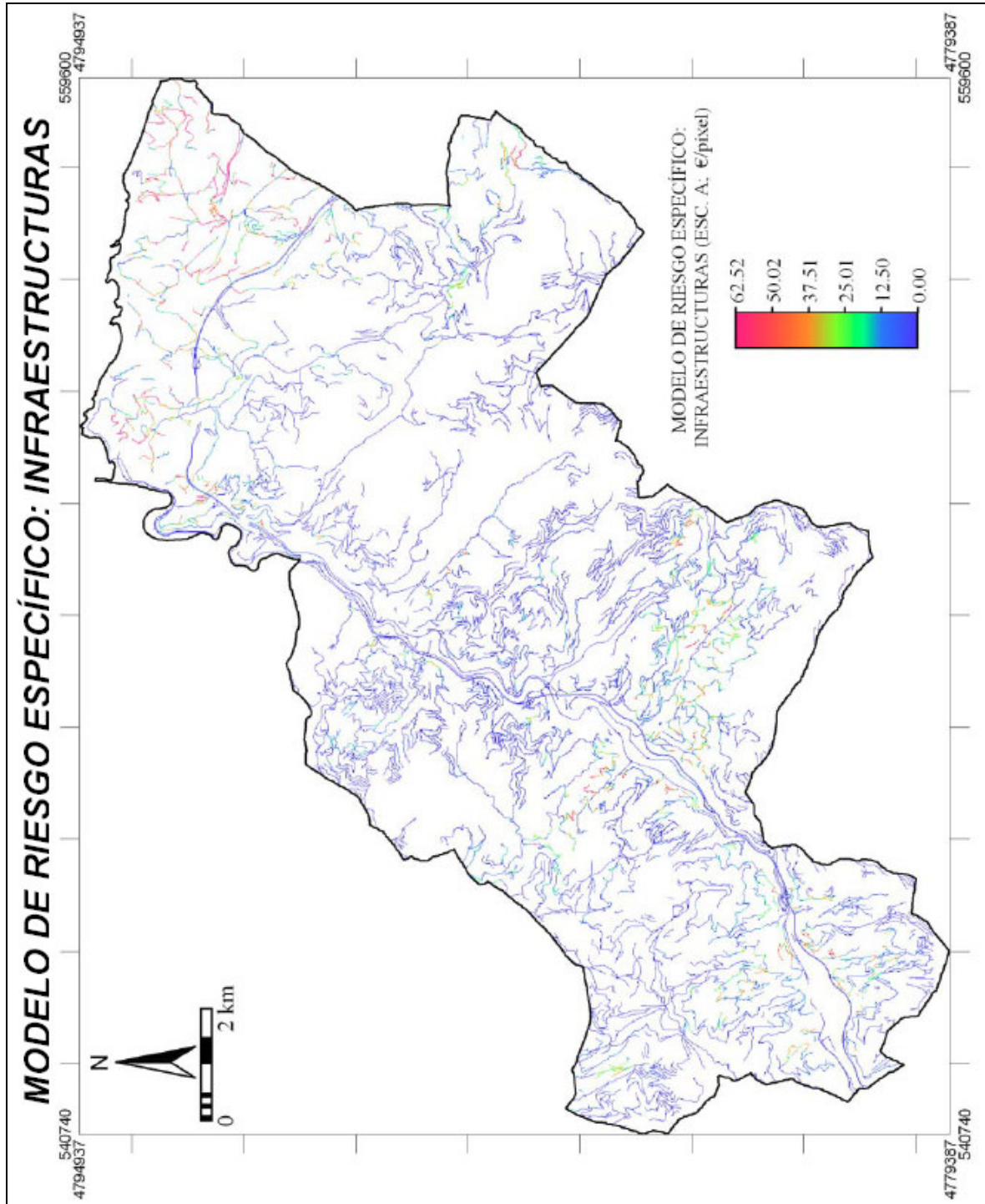
- **Coordenadas:** ver información del proyecto.
- **Escala:** 1:10,000.
- **Sistema de coordenadas/Proyección:** ver información del proyecto.

### **Organización Espacial:**

- **Componente espacial:** topología completa.
- **Formato y estructura de datos:** Ilwis (.mp#).

### **Distribución:**

- **Restricciones de uso:** Contactar con el autor.
- **Acceso online (URL):** No.
- **Webmapping server (URL):** <http://ivm10.ivm.vu.nl/alarm/Riskmaps/riskmaps.asp>
- **Otra información relacionada:**
- **Observaciones adicionales:**
- **Acceso al documento (URL):**





## **MODELO DE RIESGO ESPECÍFICO POR DESLIZAMIENTOS: EDIFICIOS**

### **Identidad del modelo:**

- **Título del área de estudio:** Cuenca del Bajo Deva (España).
- **Nombre:** riesgo específico para edificios (Escenario A, ver texto)
- **Acrónimo:** R<sub>EDIFICIOS</sub>.
- **Descripción:** Se muestra el riesgo (en €/píxel) que ocasionan los deslizamientos en los diferentes edificios del área de estudio.
- **Propósito:** Obtener un modelo de riesgo por deslizamientos con significado cuantitativo. A partir de este modelo se estimará el modelo de riesgo directo.
- **Idioma:** SPA (Español).
- **Clase de datos:** Grid.
- **Fecha de creación:**
- **Estatus:** Completo.
- **Fecha de creación de los metadatos:** Diciembre, 2005.
- **Última modificación de metadatos:** Diciembre, 2005.
- **Nombre del autor:** Jaime Bonachea.
- **Dirección del autor:** Citimac, Facultad de Ciencias, Av. Los Castros s/n. C.P. 39005, Santander, España.
- **Leyenda/codificación:** Cada píxel de edificio muestra unas pérdidas en Euros. Se requiere visualizarlo en pantalla dado que la disparidad de valores es muy amplia.
- **Palabras clave:**

### **Calidad de los datos:**

- **Linaje:** Este modelo se obtiene multiplicando el modelo de peligrosidad con el mapa de valor de edificios y con el modelo de vulnerabilidad de esos elementos. El modelo de peligrosidad utilizado es el obtenido para el escenario más conservador de comportamiento futuro o escenario A, en el periodo 2001-2045. Más detalles en el texto.
- **Resolución:** Tamaño de píxel de 10 x 10 metros.
- **Cobertura horizontal:** ver información del proyecto.
- **Cobertura temporal:** ver información del proyecto.
- **Exactitud:** ver información del proyecto.
- **Consistencia lógica y temporal:** ver información del proyecto.

### **Referencia espacial:**

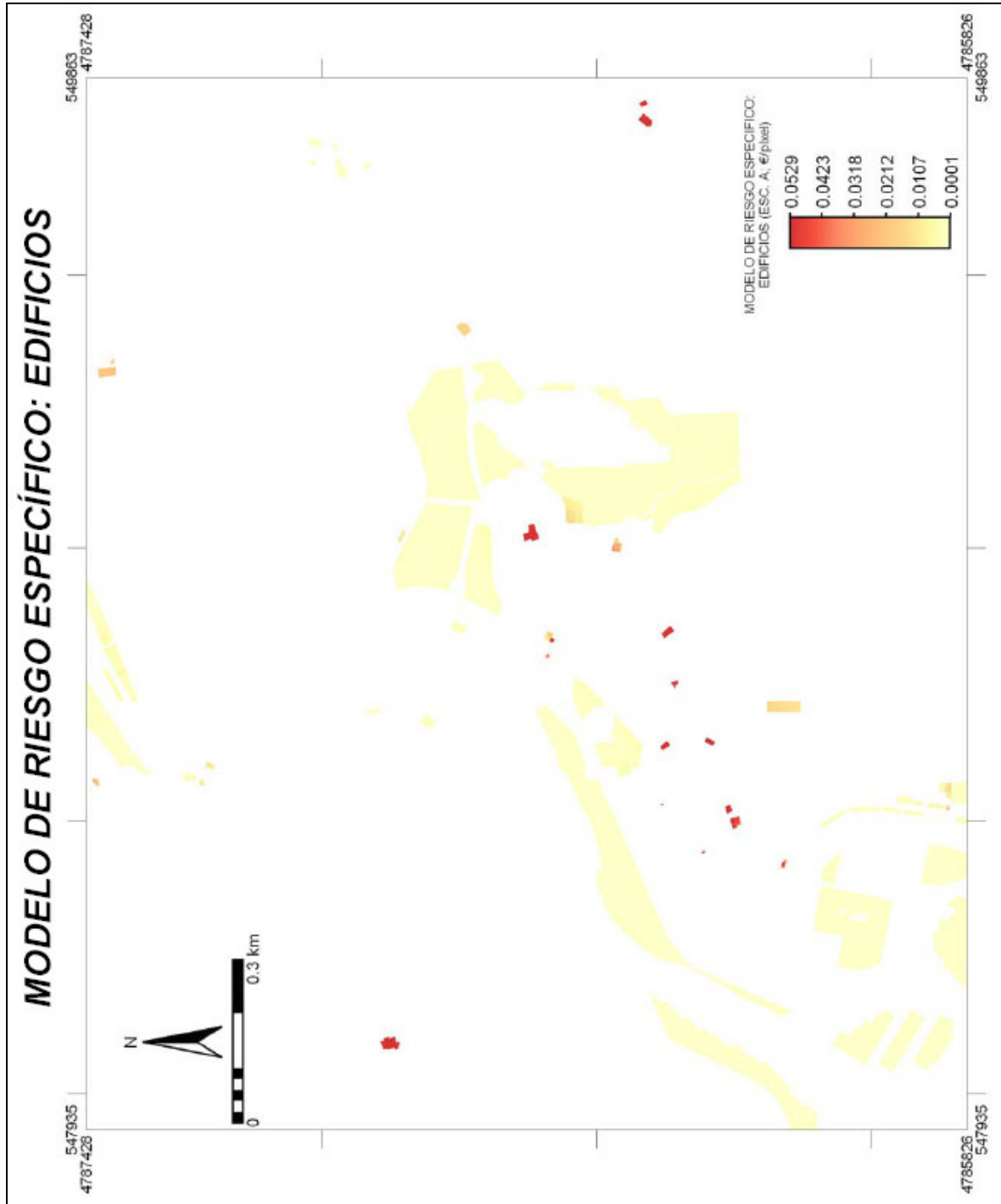
- **Coordenadas:** ver información del proyecto.
- **Escala:** 1:10,000.
- **Sistema de coordenadas/Proyección:** ver información del proyecto.

### **Organización Espacial:**

- **Componente espacial:** topología completa.
- **Formato y estructura de datos:** Ilwis (.mp#).

### **Distribución:**

- **Restricciones de uso:** Contactar con el autor.
- **Acceso online (URL):** No.
- **Webmapping server (URL):** <http://ivm10.ivm.vu.nl/alarm/Riskmaps/riskmaps.asp>
- **Otra información relacionada:**
- **Observaciones adicionales:**
- **Acceso al documento (URL):**



## **MODELO DE RIESGO ESPECÍFICO POR DESLIZAMIENTOS: USOS DEL SUELO**

### **Identidad del modelo:**

- **Título del área de estudio:** Cuenca del Bajo Deva (España).
- **Nombre:** riesgo específico para los usos del suelo (Escenario A, ver texto)
- **Acrónimo:** R<sub>USOS</sub>.
- **Descripción:** Se muestra el riesgo (en €/píxel) que ocasionan los deslizamientos en los diferentes tipos de usos del suelo del área de estudio.
- **Propósito:** Obtener un modelo de riesgo por deslizamientos con significado cuantitativo. A partir de este modelo se estimará el modelo de riesgo directo.
- **Idioma:** SPA (Español).
- **Clase de datos:** Grid.
- **Fecha de creación:**
- **Estatus:** Completo.
- **Fecha de creación de los metadatos:** Diciembre, 2005.
- **Última modificación de metadatos:** Diciembre, 2005.
- **Nombre del autor:** Jaime Bonachea.
- **Dirección del autor:** Citimac, Facultad de Ciencias, Av. Los Castros s/n. C.P. 39005, Santander, España.
- **Leyenda/codificación:** Cada píxel del área de estudio muestra unas pérdidas en Euros.
- **Palabras clave:**

### **Calidad de los datos:**

- **Linaje:** Este modelo se obtiene multiplicando el modelo de peligrosidad con el mapa de valor de usos del suelo y con el modelo de vulnerabilidad de esos elementos. El modelo de peligrosidad utilizado es el obtenido para el escenario más conservador de comportamiento futuro o escenario A, en el periodo 2001-2045. Más detalles en el texto.
- **Resolución:** Tamaño de píxel de 10 x 10 metros.
- **Cobertura horizontal:** ver información del proyecto.
- **Cobertura temporal:** ver información del proyecto.
- **Exactitud:** ver información del proyecto.
- **Consistencia lógica y temporal:** ver información del proyecto.

### **Referencia espacial:**

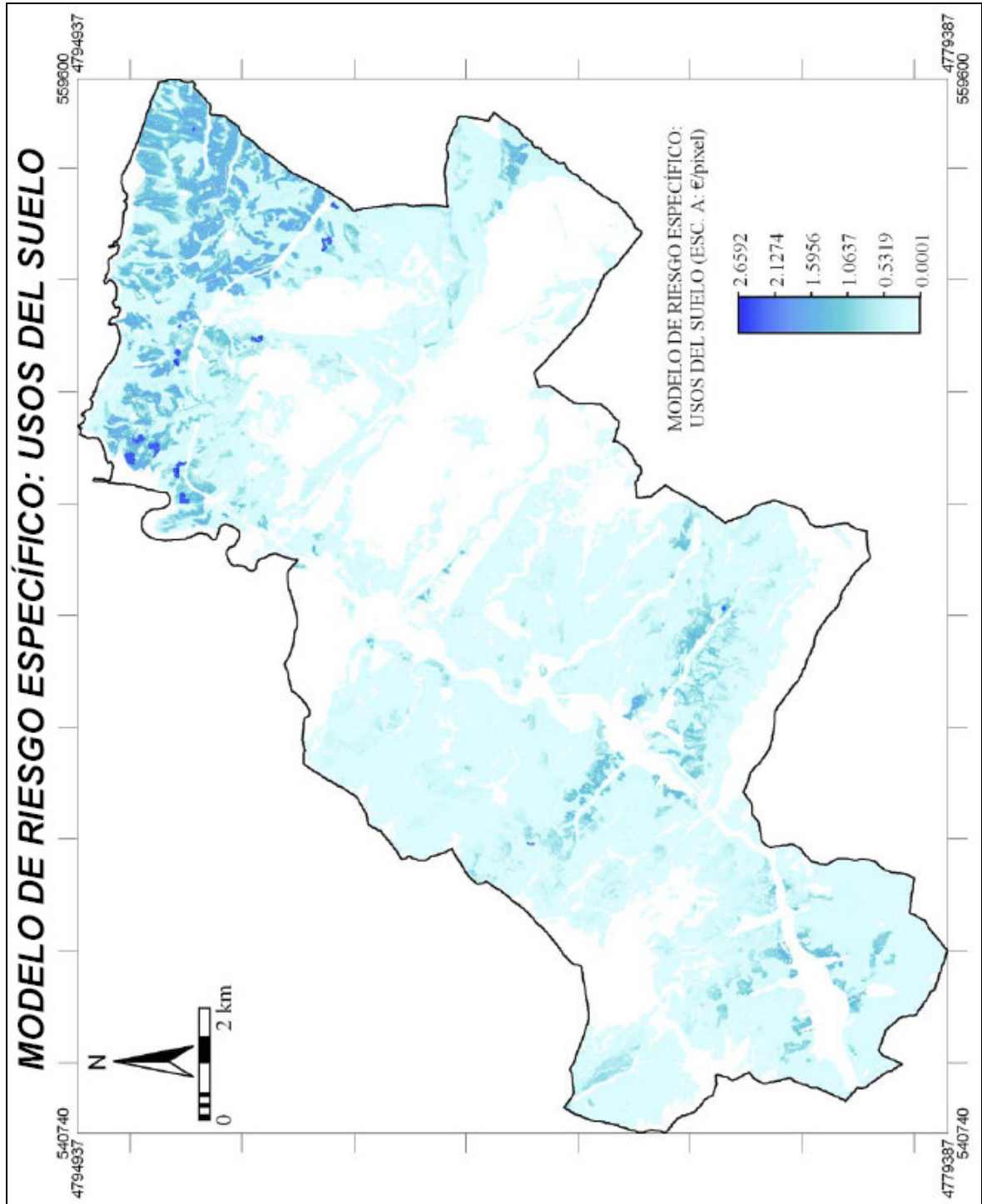
- **Coordenadas:** ver información del proyecto.
- **Escala:** 1:10,000.
- **Sistema de coordenadas/Proyección:** ver información del proyecto.

### **Organización Espacial:**

- **Componente espacial:** topología completa.
- **Formato y estructura de datos:** Ilwis (.mp#).

### **Distribución:**

- **Restricciones de uso:** Contactar con el autor.
- **Acceso online (URL):** No.
- **Webmapping server (URL):** <http://ivm10.ivm.vu.nl/alarm/Riskmaps/riskmaps.asp>
- **Otra información relacionada:**
- **Observaciones adicionales:**
- **Acceso al documento (URL):**



## **MODELO DE RIESGO DIRECTO POR DESLIZAMIENTOS**

### **Identidad del modelo:**

- **Título del área de estudio:** Cuenca del Bajo Deva (España).
- **Nombre:** riesgo directo (Escenario A, ver texto)
- **Acrónimo:** RD.
- **Descripción:** Se muestra el riesgo directo (en €/píxel) producido por los deslizamientos en el área de estudio.
- **Propósito:** Obtener un modelo de riesgo por deslizamientos con significado cuantitativo. A partir de este modelo se estimará el modelo de riesgo total.
- **Idioma:** SPA (Español).
- **Clase de datos:** Grid.
- **Fecha de creación:**
- **Estatus:** Completo.
- **Fecha de creación de los metadatos:** Diciembre, 2005.
- **Última modificación de metadatos:** Diciembre, 2005.
- **Nombre del autor:** Jaime Bonachea.
- **Dirección del autor:** Citimac, Facultad de Ciencias, Av. Los Castros s/n. C.P. 39005, Santander, España.
- **Leyenda/codificación:** Cada píxel del área de estudio muestra unas pérdidas en Euros.
- **Palabras clave:**

### **Calidad de los datos:**

- **Linaje:** Este modelo se obtiene por adición de los modelos de riesgo específico en infraestructuras, edificios y usos del suelo. El modelo de peligrosidad utilizado es el obtenido para el escenario más conservador de comportamiento futuro o escenario A, en el periodo 2001-2045. Más detalles en el texto.
- **Resolución:** Tamaño de píxel de 10 x 10 metros.
- **Cobertura horizontal:** ver información del proyecto.
- **Cobertura temporal:** ver información del proyecto.
- **Exactitud:** ver información del proyecto.
- **Consistencia lógica y temporal:** ver información del proyecto.

### **Referencia espacial:**

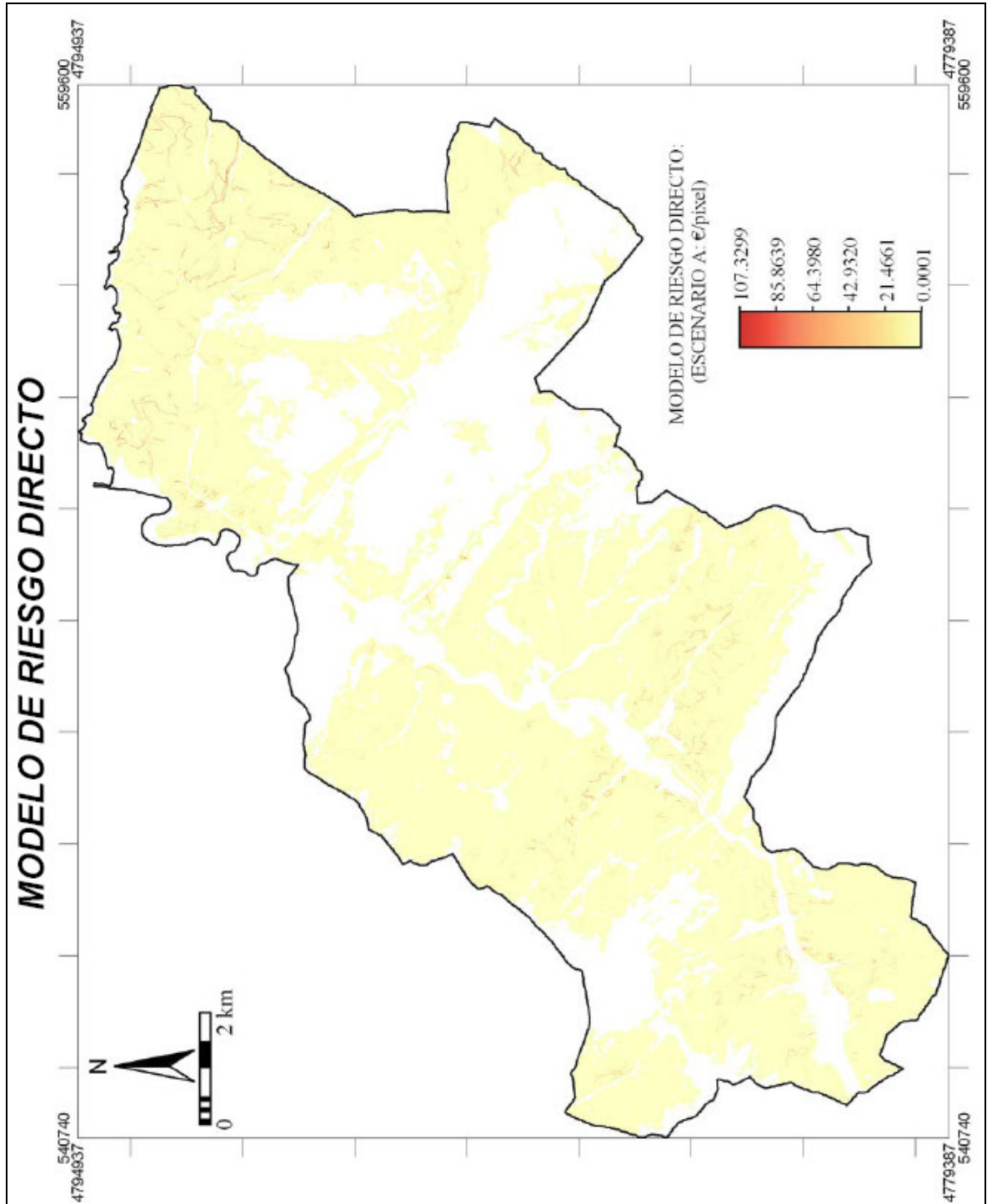
- **Coordenadas:** ver información del proyecto.
- **Escala:** 1:10,000.
- **Sistema de coordenadas/Proyección:** ver información del proyecto.

### **Organización Espacial:**

- **Componente espacial:** topología completa.
- **Formato y estructura de datos:** Ilwis (.mp#).

### **Distribución:**

- **Restricciones de uso:** Contactar con el autor.
- **Acceso online (URL):** No.
- **Webmapping server (URL):** <http://ivm10.ivm.vu.nl/alarm/Riskmaps/riskmaps.asp>
- **Otra información relacionada:**
- **Observaciones adicionales:**
- **Acceso al documento (URL):**



## **MODELO DE RIESGO INDIRECTO POR DESLIZAMIENTOS**

### **Identidad del modelo:**

- **Título del área de estudio:** Cuenca del Bajo Deva (España).
- **Nombre:** riesgo indirecto (Escenario A, ver texto)
- **Acrónimo:** RI.
- **Descripción:** Se muestra el riesgo indirecto (en €/píxel) producido por los deslizamientos en el área de estudio.
- **Propósito:** Obtener un modelo de riesgo por deslizamientos con significado cuantitativo. A partir de este modelo se estimará el modelo de riesgo total.
- **Idioma:** SPA (Español).
- **Clase de datos:** Grid.
- **Fecha de creación:**
- **Estatus:** Completo.
- **Fecha de creación de los metadatos:** Diciembre, 2005.
- **Última modificación de metadatos:** Diciembre, 2005.
- **Nombre del autor:** Jaime Bonachea.
- **Dirección del autor:** Citimac, Facultad de Ciencias, Av. Los Castros s/n. C.P. 39005, Santander, España.
- **Leyenda/codificación:** Cada píxel de infraestructura muestra unas pérdidas indirectas en Euros.
- **Palabras clave:**

### **Calidad de los datos:**

- **Linaje:** Este modelo se obtiene por multiplicación del modelo de peligrosidad y del modelo de pérdidas indirectas. El modelo de peligrosidad utilizado es el obtenido para el escenario más conservador de comportamiento futuro o escenario A, en el periodo 2001-2045. Más detalles en el texto.
- **Resolución:** Tamaño de píxel de 10 x 10 metros.
- **Cobertura horizontal:** ver información del proyecto.
- **Cobertura temporal:** ver información del proyecto.
- **Exactitud:** ver información del proyecto.
- **Consistencia lógica y temporal:** ver información del proyecto.

### **Referencia espacial:**

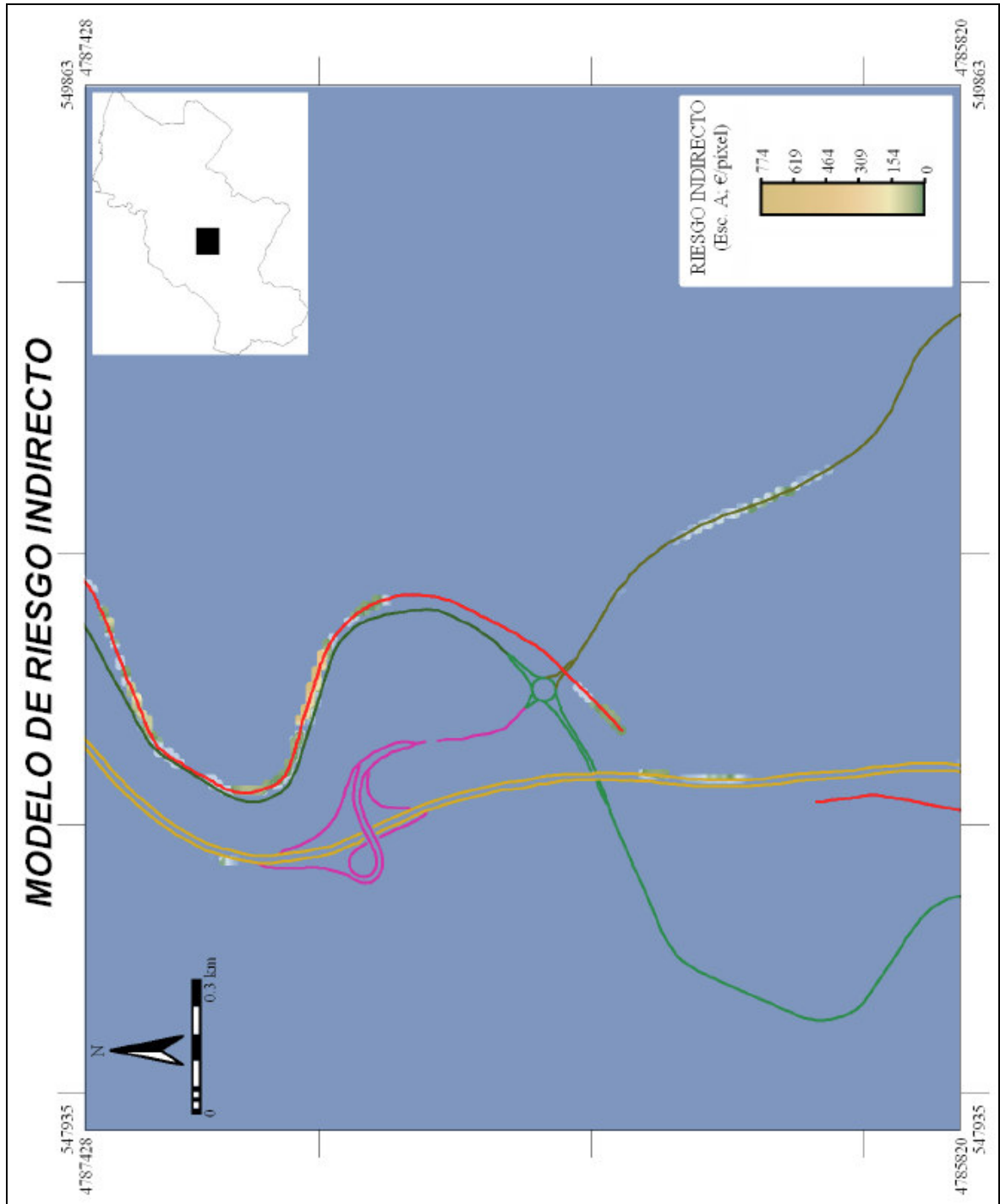
- **Coordenadas:** ver información del proyecto.
- **Escala:** 1:10,000.
- **Sistema de coordenadas/Proyección:** ver información del proyecto.

### **Organización Espacial:**

- **Componente espacial:** topología completa.
- **Formato y estructura de datos:** Ilwis (.mp#).

### **Distribución:**

- **Restricciones de uso:** Contactar con el autor.
- **Acceso online (URL):** No.
- **Webmapping server (URL):** <http://ivm10.ivm.vu.nl/alarm/Riskmaps/riskmaps.asp>
- **Otra información relacionada:**
- **Observaciones adicionales:**
- **Acceso al documento (URL):**





## **MODELO DE RIESGO TOTAL POR DESLIZAMIENTOS**

### **Identidad del modelo:**

- **Título del área de estudio:** Cuenca del Bajo Deva (España).
- **Nombre:** riesgo total (Escenario A, ver texto)
- **Acrónimo:** RT.
- **Descripción:** Se muestra el riesgo total (en €/píxel) producido por los deslizamientos en el área de estudio.
- **Propósito:** Obtener un modelo de riesgo por deslizamientos con significado cuantitativo.
- **Idioma:** SPA (Español).
- **Clase de datos:** Grid.
- **Fecha de creación:**
- **Estatus:** Completo.
- **Fecha de creación de los metadatos:** Diciembre, 2005.
- **Última modificación de metadatos:** Diciembre, 2005.
- **Nombre del autor:** Jaime Bonachea.
- **Dirección del autor:** Citimac, Facultad de Ciencias, Av. Los Castros s/n. C.P. 39005, Santander, España.
- **Leyenda/codificación:** Cada píxel del área de estudio muestra las pérdidas económicas totales (en Euros).
- **Palabras clave:**

### **Calidad de los datos:**

- **Linaje:** Este modelo se obtiene por la suma de los modelos de riesgo directo e indirecto. El modelo de peligrosidad utilizado es el obtenido para el escenario más conservador de comportamiento futuro o escenario A, en el periodo 2001-2045. Más detalles en el texto.
- **Resolución:** Tamaño de píxel de 10 x 10 metros.
- **Cobertura horizontal:** ver información del proyecto.
- **Cobertura temporal:** ver información del proyecto.
- **Exactitud:** ver información del proyecto.
- **Consistencia lógica y temporal:** ver información del proyecto.

### **Referencia espacial:**

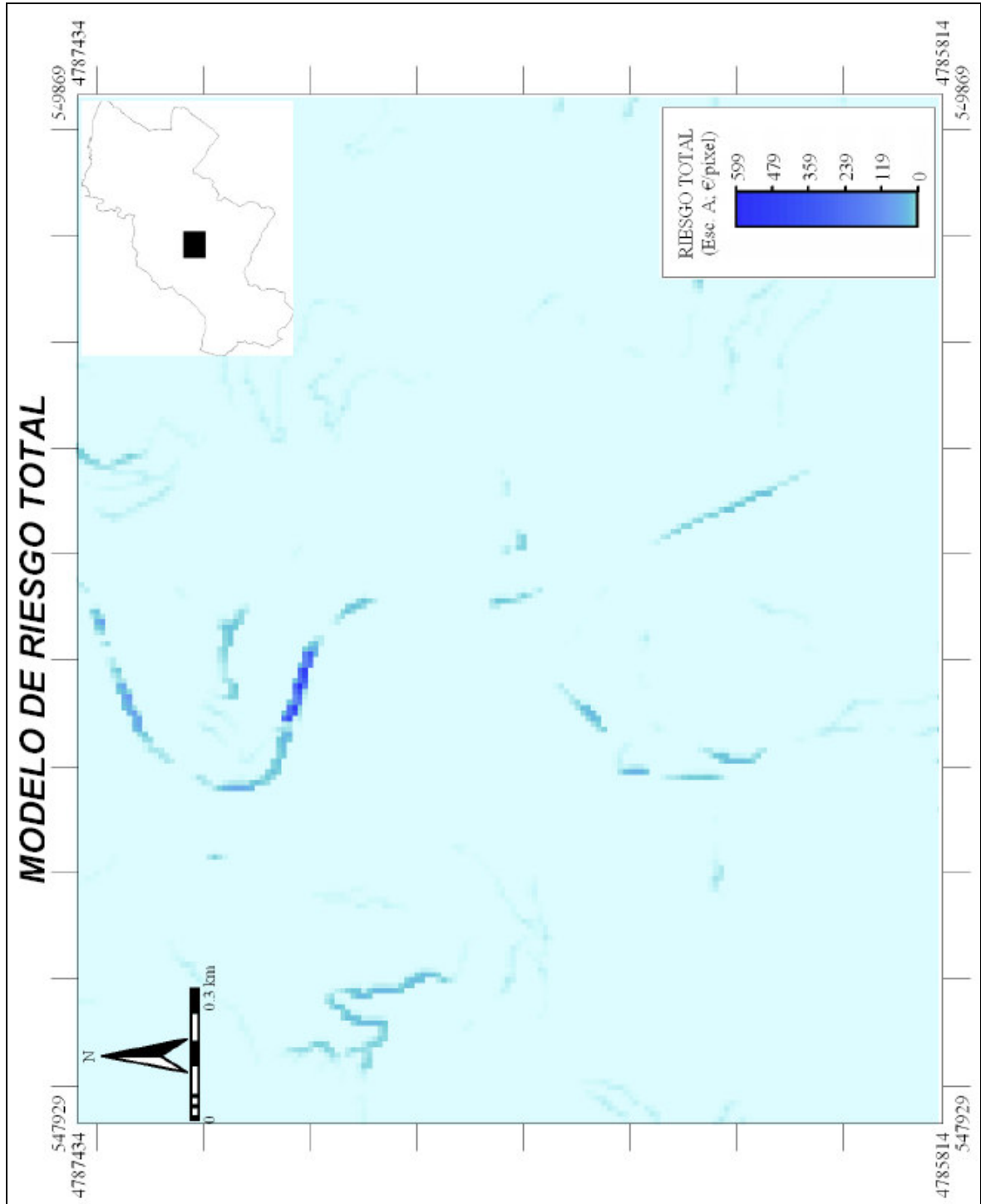
- **Coordenadas:** ver información del proyecto.
- **Escala:** 1:10,000.
- **Sistema de coordenadas/Proyección:** ver información del proyecto.

### **Organización Espacial:**

- **Componente espacial:** topología completa.
- **Formato y estructura de datos:** Ilwis (.mp#).

### **Distribución:**

- **Restricciones de uso:** Contactar con el autor.
- **Acceso online (URL):** No.
- **Webmapping server (URL):** <http://ivm10.ivm.vu.nl/alarm/Riskmaps/riskmaps.asp>
- **Otra información relacionada:**
- **Observaciones adicionales:**
- **Acceso al documento (URL):**





## INDICE

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	vii
<b>PRESENTACIÓN</b> .....	xi
<b>SUMMARY/RESUMEN</b> .....	xiii
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1 Problemática de los riesgos naturales .....	3
1.2 Consecuencias socio-económicas de los deslizamientos a nivel mundial .....	7
1.3 Consecuencias socio-económicas de los deslizamientos en España.....	19
1.4 Consideraciones finales .....	20
<b>2. ACCIONES DESARROLLADAS PARA LA GESTION-MITIGACION DE RIESGOS NATURALES</b> .....	23
2.1 Experiencias internacionales en la gestión de los riesgos naturales .....	30
2.2 Gestión de los riesgos naturales en Europa.....	31
2.2.1 Gestión de los riesgos naturales en España.....	36
2.3 Situación de las cartografías de riesgos en España .....	41
2.4 Consideraciones finales .....	43
<b>3. ANTECEDENTES SOBRE LA EVALUACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO POR DESLIZAMIENTOS</b> .....	45
3.1 Evaluación de la amenaza .....	50
3.1.1 Métodos de elaboración de cartografías de peligrosidad .....	52
3.1.1.1 Principales imitaciones de los métodos probabilísticos.....	53
3.2 Elementos expuestos.....	55
3.3 Vulnerabilidad.....	56
3.4 Riesgo .....	59
3.4.1 Evaluación del riesgo originado por distintos procesos.....	60
3.4.2 Evaluación del riesgo por deslizamientos.....	63
3.5 Consideraciones finales .....	76

<b>4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>77</b>
<b>5. HIPÓTESIS DE TRABAJO Y OBJETIVOS.....</b>	<b>83</b>
<b>6. METODOLOGÍA.....</b>	<b>89</b>
6.1 La expresión matemática del riesgo .....	92
6.2 Desarrollo de la metodología de trabajo .....	95
6.3 Descripción y selección del área de estudio.....	97
6.3.1 Justificación .....	97
6.3.2 Características generales.....	97
6.3.2.1 Marco geográfico .....	97
6.3.2.2 Marco climático .....	98
6.3.2.3 Marco geológico .....	99
6.3.2.4 Marco socioeconómico .....	100
6.4 Toma y preparación de datos .....	105
6.4.1 Datos relacionados con el análisis de la peligrosidad.....	106
6.4.1.1 Hipótesis de rotura.....	106
6.4.1.2 Series de deslizamientos .....	107
6.4.1.3 Factores condicionantes.....	109
6.4.1.3.1 Variables continuas .....	110
6.4.1.3.2 Variables categóricas.....	111
6.4.2 Datos relacionados con el análisis de los elementos expuestos.....	112
6.4.2.1 Infraestructuras .....	113
6.4.2.2 Edificios.....	115
6.4.2.3 Terrenos o usos del suelo.....	115
6.4.3 Datos relacionados con el análisis del valor y daños en los elementos expuestos.....	116
6.4.3.1 Datos relacionados con el análisis de pérdidas en la actividad económica.....	117
6.4.3.2 Datos relacionados con el análisis de pérdidas en la población.....	118
6.4.4 Representación gráfica de los elementos.....	118
6.5 Análisis de los datos.....	119
6.5.1 Estimación de la susceptibilidad y de la peligrosidad .....	119
6.5.1.1 Elaboración de los modelos de susceptibilidad .....	119
6.5.1.1.1 Funciones de Favorabilidad (FF) .....	121
6.5.1.1.1.1 FF interpretada como una relación de probabilidades .....	122
6.5.1.1.2 Obtención del modelo de susceptibilidad.....	125
6.5.1.1.3 Estrategias de validación/evaluación de resultados .....	127

6.5.1.1.3.1 Curvas de validación .....	129
6.5.1.2 Procedimiento semiautomático para elaborar modelos de susceptibilidad .....	130
6.5.1.3 Elaboración de modelos de peligrosidad o de probabilidad espacio-temporal ...	132
6.5.1.3.1 Escenarios propuestos en la evolución temporal de deslizamientos .....	132
6.5.2 Estimación de la vulnerabilidad .....	135
6.5.2.1 Estimación de la vulnerabilidad directa .....	135
6.5.2.2 Estimación de las pérdidas indirectas.....	136
6.5.3 Estimación del riesgo por deslizamientos.....	140
6.5.3.1 Estimación del riesgo directo .....	140
6.5.3.2 Estimación del riesgo indirecto .....	142
6.5.3.3 Estimación del riesgo total .....	142
<b>7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>143</b>
7.1 Resultados en relación con la susceptibilidad .....	145
7.1.1 Relación de los deslizamientos con los factores desencadenantes .....	146
7.1.2 Relación de los deslizamientos con los factores condicionantes .....	149
7.1.3 Modelos de susceptibilidad obtenidos: técnicas estadísticas y variables utilizadas ...	161
7.1.3.1 Validación de los modelos de susceptibilidad:	
fiabilidad y capacidad de predicción .....	168
7.2 Resultados en relación con la peligrosidad .....	173
7.2.1 Modelos de peligrosidad obtenidos .....	173
7.2.1.1 Frecuencia de deslizamientos .....	173
7.2.1.1.1 Escenarios de peligrosidad o de probabilidad espacio-temporal .....	173
7.2.1.1.1.1 Probabilidad a 50 años.....	175
7.2.1.1.1.2 Probabilidad a 10 años.....	179
7.2.1.1.2 Justificación de la determinación de tendencias, extrapolación	
y formulación de escenarios.....	182
7.3 Resultados en relación con los elementos expuestos .....	191
7.3.1 Infraestructuras.....	191
7.3.1.1 Estimación de daños potenciales .....	191
7.3.1.2 Estimación del valor del tipo de infraestructura .....	195
7.3.2 Edificios .....	195
7.3.2.1 Estimación de daños potenciales .....	195
7.3.2.2 Estimación del valor del edificio .....	196
7.3.3 Usos del suelo .....	196
7.3.3.1 Estimación de daños potenciales .....	196
7.3.3.2 Estimación del valor del tipo de uso del suelo .....	198

7.4 Resultados en relación con la vulnerabilidad .....	200
7.4.1 Vulnerabilidad directa o pérdidas directas .....	200
7.4.2 Vulnerabilidad indirecta o pérdidas indirectas .....	203
7.5 Resultados en relación con el riesgo .....	208
7.5.1 Modelos de riesgo específico .....	208
7.5.1.1 Modelos de riesgo específico para infraestructuras .....	208
7.5.1.2 Modelos de riesgo específico para edificios .....	211
7.5.1.3 Modelos de riesgo específico para usos del suelo .....	211
7.5.2 Modelos de riesgo directo .....	213
7.5.3 Modelos de riesgo indirecto .....	216
7.5.4 Modelos de riesgo total .....	219
7.5.5 Evaluación de los modelos de riesgo .....	222
7.6 Aplicación de los modelos probabilísticos a los procesos de disolución en evaporitas .....	225
7.6.1 Los procesos de disolución y hundimiento en evaporitas .....	226
7.6.2 Hipótesis de trabajo .....	226
7.6.3 Características del área de estudio .....	227
7.6.3.1 Marco geográfico .....	227
7.6.3.2 Marco geológico-geomorfológico .....	227
7.6.4 Toma y preparación de datos .....	229
7.6.4.1 Identificación y cartografía de dolinas .....	229
7.6.4.2 Identificación y cartografía de factores condicionantes .....	231
7.6.5 Análisis y elaboración de los modelos de susceptibilidad .....	232
7.6.5.1 Problemas planteados en la elaboración de los modelos de susceptibilidad .....	233
7.6.5.2 Obtención de modelos de susceptibilidad de dolinas .....	233
7.6.5.3 Evaluación de la capacidad predictiva de los modelos de susceptibilidad de dolinas .....	242
7.6.6 Consideraciones finales .....	243
7.7 Metadatos .....	244
<b>8. CONCLUSIONS/CONCLUSIONES .....</b>	<b>245</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>259</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>279</b>
Anexo I .....	281
Anexo II .....	301