





**Development Strategy** 



Monica Arcila Servicio Geológico Colombiano Geologist



Miguel Mora Servicio Geológico Colombiano

I+R Consultores en Ingeniería y Riegos

Seismic Risk Engineer



Hector Perez Servicio Geológico Colombiano Structural Engineer



















































Seismic risk in planning instruments



Universidad Militar NUEVA GRANADA

피도

Universidad Francisco de Paula Santander

National Development Plan (NDP) 2018-2022					
Objetive 1	Advance knowledge of current and future risk scenarios to guide decision-making in development planning.				
Strategy	The Colombian Geological Service (SGC) will formulate a National Seismic Risk Model				
Objetive 4	Guarantee effective disaster management and adapted and resilient reconstruction				
Strategy	The technical-scientific entities of the National Disaster Risk Management System will carry out hazard studies due to mass movement, flood, drought, forest fire, torrential flood, coastal erosion, volcanic, seismic and technological events on a relevant scale for the municipal level. ".				

National Disaster Risk Management Plan (NDRMP) 2021-2025					
Strategy 1.1	Probabilistic assessment of earthquake risk in 13 capital cities				
Strategy	Evaluate the possible socioeconomic losses that may be caused by earthquakes in capital cities with a high seismic threat, in order to have inputs to take financial protection measures.				



UNIVERSIDAD

EAFIT





ESCUELA COLOMBIANA

DE INGENIERÍA

5 JULIO GARAVITO





Universidad de Medellín

Α

VERSIDAD

NORTE

EAFI

los Andes

Facultad de Ingeniería

National seismic hazard model







DE INGENIERÍA

JULIO GARAVITO

The National Seismic Hazard Model of Colombia, MNAS (2018)



#### Peak ground acceleration at rock level (TR=475 years)



Universidad

GEM

90

5

50

6

9





National seismic hazard model





SERVICIO Consulta de la amenaza sísmica de Colombia El futuro es de todos CEOLÓGICO COLOMBIANO Sistema de Consulta de la Amenaza Sísmica de Colombia https://amenazasismica.sgc.gov.co/ Sistema de Consulta de la Amenaza Silunica de Colombia https://ameniatasin/rola.ngt.gov.ct/ 1950 (2018) "Modelo de Amenuzo Silomas de Colombia", Dirección de Geoamenazas - Servicio Geológico Colombiano - Fundación GEM, Bogotá, Colombian J Modelo de Amenaza Sismica de Colombia Colombia, como país situado en el área de influencia de actividad sismica, requiere deponer de un modelo de amenaza elomica que determinen de forma precisa la posibilidad de ocurrencia. de movimientos sismicos can capacidad de generar daños personales y materiales. A partir del Modelo de Amenozo sismica de Colondo se pueden estimar valores de interioridad esperada para diferentes periodos de retorito y periodos de vibración estructural que permiten no sólo diseñar edificaciones e inhaestructura rapaces de resiste la accón siumata. También permite generar información y productos para una gestión integral del riesgo sínimico, cuando sirven de base para la toma de decisiones en aspectos como ordenamiento territorial y planificación urbana de las poblaciones, la protección financiera y preparación para la respuesta al provien información para el análisis de escenarios de riesgo sistinco y considerar de manera integral los efectos. asociados. Hazard grid results reto 2703 de 2013) de evaluar y monitorear los procesos. geológicos que pueden constituir amenaza, establece el grupo interno de trabajo Plescituciones D-335 del 18 de agosto de (117) de Evoluación y inonitáreo de la actividad alamica baja la dirección de Geomenados desde dande se desarrolla el presente modelo en el marco del convenio de cooperación especial con a Fundación GEM, como parte de sus actividades de Cencca y Tecnologia. Este Modelo de Amenazo Slonico de Colombio se construyó a partir de una sintesia del mejor conocimiento científico sobre e ternática en el país y la región, donde el Servicio Geológico Colombiano durante los últimos años ha generado información actualizada y robusta que ser utiliza de manera directa e indirec en el presente modelo. Characteristics of the Garatas, araca. TA RICA ITA EICA seismic sources of the PARAMA FARAMA VENCZUELA. VENEZUELA. model GUIAN I CUADOR **ECUADOR** Modelo de fuentes sismogénicas Resultados de amenaza en roca Resultados de amenada en roca para centros poblades La definición de fuentes sismogénicas corresponde a Resultados del modelo probabilista de amenaza una caracterittación del territorio según el tamaño y signics nacional en roca, sobre una prita con un Resultados del modelo probabilista de amenaza frécuencia de los sismos que pueden generarse. Aqui espaciamiento de 0.1 grados láprox, 10 km2 sismica nacional en roca, para cada uno de los. se describe las georietrías de los ambientes tec... centros poblados definidos en el Marco-Geoestadistico Nacional (DANE). (amountaine) internation defenses Cick aguí para la búsqueda de resultados por centro Assisted by menals pobaldo. 101 Tel: 11, 2010 10/10/10/10/10/10/10/10 ESCUELA UNIVERSIDAD









































**Objective** – the collaborative creation of a seismic risk model for **residential buildings** that allows to estimate the potential consequences of a seismic event with regional impacts

Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería SERVICIO GEOLÓGICO

Intended use in DRM (at national level)

- Assessment of installed capacity for disaster response and preparedness
- Cost-benefit analysis of retrofitting strategies in support of policies for DRR
- $\checkmark$  Disaster risk financing and insurance
- Prioritization of vulnerable buildings for detailed analyses
- ✓ Risk communication and awareness



¿What is it?

IIVERSIDAD

EL NORTE

It's a tool that allows estimating the damages and losses that can be expected in the country before the occurrence of earthquakes.



#### Inputs of the national seismic risk model





**Objetives** 

Develop an exposure model

**Develop fragility functions** of structural typologies

Estimate expected damages and losses

UNIVERSIDAD

#### ¿what is exposed?

- Set assets location
- Identify main structural features
- Set the value (\$ | ) of the elements

¿How does it behave against earthquakes?

- Describe and document the main structural typologies
- Evaluate its seismic behavior through analytical models

¿How much can be the loss?

- Damage scenarios
- Collapse probability assessments for certain security levels
- Risk assessment



















Specific objectives

The specific objectives for development of the national seismic risk model are:

**Objetive 1**: Identification and entailment of local/territorial actors, institutions, research centers, that contribute to the development of the National Seismic Risk Model.

**Objetive 2**: Definition or selection of specific construction typologies to each region.

**Objetive 3**: Development of a unified national exposure model under uniform criteria.

**Objetive 4**: Development of a national model of seismic vulnerability of residential buildings under uniform criteria.





















Scope and limitations

- Geographic extension: National coverage (pilot cases)
- Unit of analysis for the exposure model: census block
- Exposed elements considered:
  - Buildings for residential use.
  - Governmental\*\*: Essential buildings and community service.
  - Infrastructure\*\* (bridges, dams, transmission lines, communications, etc.)

**Fragility analysis**: Use of analytical models. Ground motion will be expressed in terms of spectral accelerations.







Previous studies and existing information

Exposure model UNGRD-SGC 2016

GAR - Global Assessment Report

SARA - South American Risk Assessment

World Bank - CAPRA



#### **Site effects and Risk Scenarios Studies**

Bogotá Valle de Aburrá Pasto Popayán Palmira, Tuluá, Buga Mocoa

Cali

/ERSIDAD

NORTE

Pereira\*, Tunja\*, Villavicencio\*





ESCUELA

COLOMBIANA

DE INGENIERÍA

JULIO GARAVITO



# Medellín











Development of exposure models

## **Secondary information**



















Universidad





Asociación Colombiana

de Facultades de Ingeniería

(					)
Build material	Load resistant system	Story number	Roof	Occupation	Irregularities







SERVICIO GEOLÓGICO

COLOMBIANO



#### Development of fragility functions



**Prioritized building** typologies

















**Construction documents** B (architectural and structural)



#### Databases of building attributes and C mechanical properties of const. materials







0.036 Arteta et al. (2018) y Carrillo et al. (2019)



Universidad de

Universidad

de Medellín







DEL NORTE











ESCUELA

COLOMBIANA

DE INGENIERÍA

JULIO GARAVITO



iversidad Francis Paula Santand

#### Development of fragility functions



Identification of index buildings & design of archetypes

Development of platforms for nonlinear analyses using OpenSees







#### Development of fragility functions



Selection and scaling of hazard consistent ground motions



[Source: Arteta, Ceballos & Abuchar, 2022]

#### Seismic fragility and vulnerability functions G





#### **Fragility functions**

- Drift-based damage thresholds  $\checkmark$ selected from experimental tests and numerical simulations
- Building-to-building variability is  $\checkmark$ accounted for via 3 or more index/archetype buildings

#### **Vulnerability curves**

- Derived form simplified loss  $\checkmark$ assessments using storey-based loss functions [Ramirez y Miranda, 2009]
- Component fragility curves and  $\checkmark$ consequence functions from FEMA P-58 and other relevant literature

NUEVA GRANADA







ESCUELA













# Strategy



















#### **Strategy**

#### Scientific collaborative effort













#### Scientific collaborative effort





Universidad de La Sabana



비도 P도

Universidad Francisco de Paula Santande

Universidad Militar NUEVA GRANADA



Universidad de Medellín







DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO



















