

G4: Damage Assessment

Group members:

Dr. Miguel Estrada
Dr. Saburoh Midorikawa
Dr. Masashi Matsuoka
Dr. Hiroyuki Miura
Dr. Yoshihisa Maruyama
Dr. Wen Liu
Mr. Luis Quiroz
Mr. Shun Mito
Dr. Jorge Pacheco
Dr. Jenny Taira
Mr. Miguel Miranda

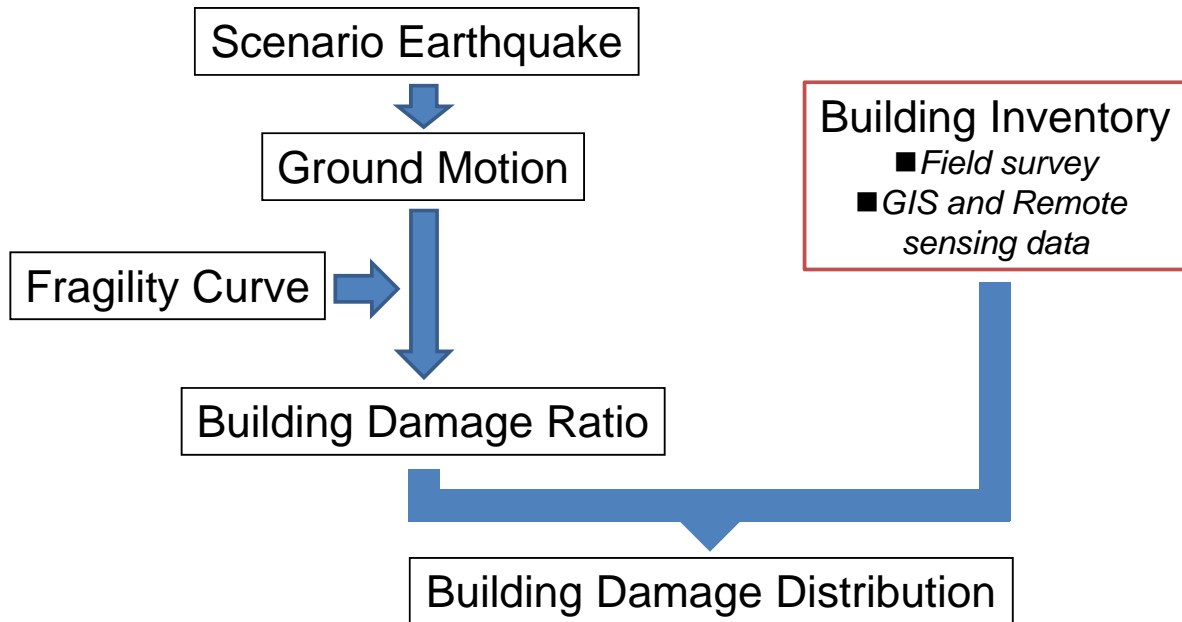
G4 Objectives

Works in FY2013

- Geo-spatial dataset construction from satellite imagery (PRISM, Landsat, IKONOS, WV-2, etc.)
- **Building inventory construction and vulnerability assessment using spatial information such as satellite image and census data**
- **Building damage estimation for scenario earthquake based on inventory data**
- Development of damage detection methodologies using remotely sensed data

Damage Assessment of Scenario Earthquake

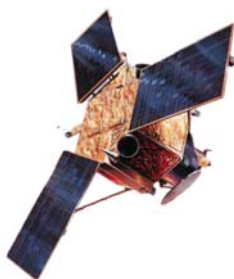
Flow of Building Damage Assessment
(Tokyo Tech., Chiba Univ. and CISMID)



Automatic Location of Vulnerable Areas: Fuentes de Información

- imágenes IKONOS

El satélite IKONOS es un satélite de alta resolución operado por GEOEYE. Sus capacidades incluyen la captura multispectral de 3.2 metros, en la región visible e infrarrojo cercano (NIR) así como 0.82 metros de resolución pancromática a nadir. Sus aplicaciones permiten obtener aplicaciones en el ámbito del planeamiento urbano y manejo de infraestructura; también son útiles en aplicaciones de agricultura, recursos forestales y medio ambiente. Ver Cuadro N° 2.



IKONOS (Características técnicas)		
Sensor	Pancromático	Multiespectral
Resolución espacial	0,82 m/píxel (nadir) 1,0 m/píxel (26° off-nadir)	3,2 m/píxel (nadir) 4 m/píxel (26° off-nadir)
Resolución espectral (nm)	526 - 929	445 - 516 BLUE 506 - 595 GREEN 632 - 698 RED 757 - 853 NEAR IR
Resolución radiométrica	8 ó 11 bits/píxel	
Precisión	15,0 m CE90	
Ancho de barrido (Swath Width)	11,3 Km (nadir), 13,8 Km (26° off-nadir)	
Off-NADIR	Por encima de los 60°	
Tamaño de escena	Definido por el usuario. Pedido mínimo 49 Km ² de archivo y 100 Km ² de programación.	
Pares estéreo	Sí	
Revisita	Aproximadamente 3 días (2,9 días a 1 m de resolución, 1,5 días a 1,5 m de resolución)	
Programable	Sí	
Altitud	681 Km	
Formato de entrega	GeoTIFF (estéreo-pares disponibles en TIFF y GeoTIFF)	
Lanzamiento	24 Septiembre 1999	

Automatic Location of Vulnerable Areas: Fuentes de Información

- imágenes **WORLDVIEW-2**

El satélite WorldView-2, lanzado en octubre del 2009, es el primer satélite comercial de alta resolución con 8-bandas multispectrales. Opera a una altitud de 770km. WorldView-2 provee imágenes pancromáticas de 46 cm de resolución y 1.85 m de resolución multispectral. WorldView-2 tiene un promedio de revisita de 1.1 días y es capaz de capturar hasta 780.000km² de imágenes de 8-Bandas diarios, mejorando enormemente las capacidades multispectrales de DigitalGlobe, capturando imágenes más rápido y confiablemente. WorldView-2 expande sustancialmente los productos ofrecidos por DigitalGlobe. Ver Gráfico N° 1 y N° 2.

WORLDVIEW-2 SATELLITE SENSOR CHARACTERISTICS	
Launch Date	October 8, 2009
Launch Vehicle	Delta 7920 (9 strap-ons)
Launch Site	Vandenberg Air Force Base
Orbit Altitude	770 kilometers
Orbit Type	Sun synchronous, 10:30 am (LT) descending Node
Orbit Period	100 minutes; 7.25 year mission life, including all consumables and degradables (e.g., propellant)
Spacecraft Size, Mass, & Power	4.3 meters (14 feet) tall x 2.5 meters (8 feet) across, 7.1 meters (23 feet) across the deployed solar arrays; 2800 kilograms (6200 pounds); 3.2 kW solar array, 100 Ahr battery
Sensor Bands	Panchromatic 8 Multispectral (4 standard colors: red, blue, green, near-IR), 4 new colors: red edge, coastal, yellow, near-IR2
Sensor Resolution GSD	Ground Sample Distance Panchromatic: 0.46 meters GSD at Nadir, 0.52 meters GSD at 20° Off-Nadir Multispectral: 1.8 meters GSD at Nadir, 2.4 meters GSD at 20° Off-Nadir (note that imagery must be resampled to 0.5 meters for non-US Government customers)

Gráfico N° 1.-Características técnicas de las imágenes WORLDVIEW-2

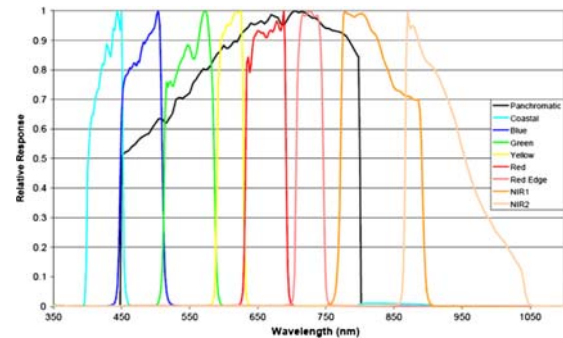
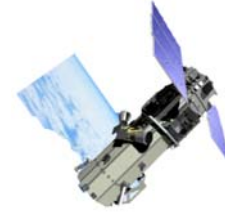


Gráfico N° 2.-Características espectrales de las imágenes WORLDVIEW-2

Automatic Location of Vulnerable Areas: Fuentes de Información

- **DSM ALOS PRISM**

El satélite ALOS (Satélite Avanzado de Observación de la Tierra) fue puesto en órbita el 24 de enero de 2006 por la Agencia de Exploración Aeroespacial del Japón (JAXA). Este satélite, con un peso aproximado de 4 toneladas, se encuentra en una órbita a 700 km sobre la superficie de la Tierra y cuenta con tres sensores independientes denominados: PRISM, AVNIR-2 y PALSAR.

El sensor PRISM (Panchromatic Remote-sensing Instrument for Stereo Mapping) cuyas siglas en inglés significan: Instrumento Pancromático de Percepción Remota para mapeo Estereoscópico, está compuesto de 3 telescopios (Nadir, Backward y Forward). Estos telescopios permiten la obtención de escenas traslapadas entre sí con lo que se logra la generación de la estereoscopia o tercera dimensión. Es gracias a esta característica que se logran obtener a su vez Modelos Digitales de Superficie (MDS) de alta precisión gracias a la resolución de sus imágenes pancromáticas (blanco y negro) de 2.5 m. Las escenas PRISM tienen una cobertura de 35x35 km. Ver Gráfico N° 3.

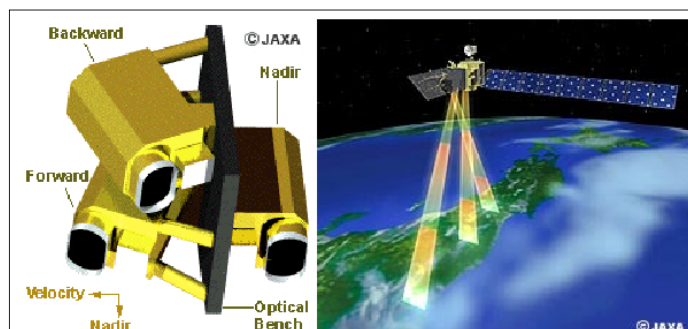


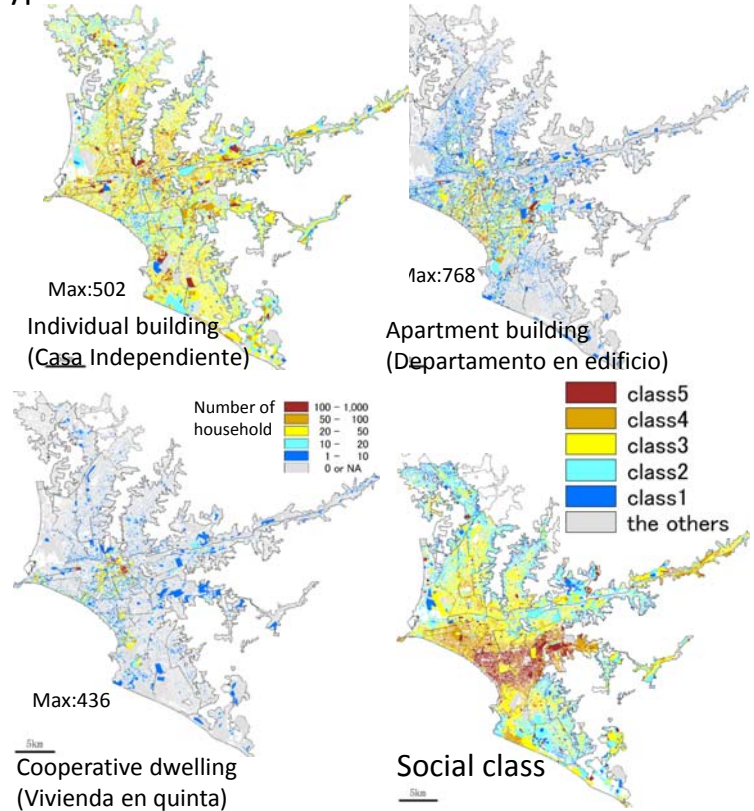
Gráfico N° 3.- Sensor estereoscópico PRISM del satélite ALOS. Los tres telescopios: Nadir, Forward y Backward permiten la obtención de modelos estereoscópicos (3D) de alta resolución. (Fuente: JAXA).

INEI Census Data (Lima)

Building Use Type

- Detached house (Casa independiente)
- Apartment building (Departamento en edificio)
- Cooperative dwelling (Vivienda en quinta)
- Cooperative dwelling (Vivienda en casa de vecindad: callejón, solar o corralón)
- Small house (Choza o cabaña)
- Temporary house (Vivienda improvisada)
- Nonresidential building (Local no destinado para habitación humana)
- Other (Otro tipo)

Number of Households for Different Building Use Type and Social Class for Each Block



Building Use Type

- Detached house (Casa independiente)
- Apartment building (Departamento en edificio)
- Cooperative dwelling (Vivienda en quinta)
- Cooperative dwelling (Vivienda en casa de vecindad: callejón, solar o corralón)
- Small house (Choza o cabaña)
- Temporary house (Vivienda improvisada)
- Nonresidential building (Local no destinado para habitación humana)
- Other (Otro tipo)

To evaluate seismic performance of building, we need information on building construction type, not building use type.



Convert

Building Construction Type

- A: Adobe etc. (Low-rise)
- M1: Non-engineered masonry (Low-rise)
- M2: Reinforced or confined masonry with flexible slabs (Low-rise)
- M3: Reinforced or confined masonry with rigid slabs (Low-rise)
- M4: Reinforced or confined masonry with rigid slabs (Mid-rise)
- M5: Reinforced concrete frames (Mid-rise)
- M6: Reinforced concrete frames (High-rise)

INEI Census Data



Social Class 1 ~ 5 (Low ~ high)
 Whole Lima (75000 blocks)
 (2007)

Field Survey Data

- Number of buildings, Stories, Household, and Use type

Lima 8 districts (50 block)
 (2010 ~ 2013)

CISMID Field Survey Data

- Building Stories, Structure, Use type of typical block.

Stories: 16F
 Structure: RC
 Use: Apartment

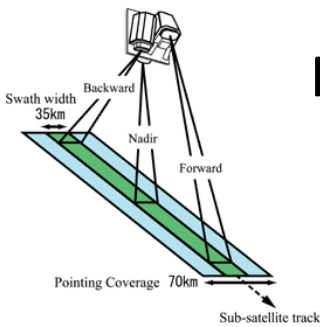
Lima 11 districts (5500 blocks)
 (2007 ~)

Satellite Data

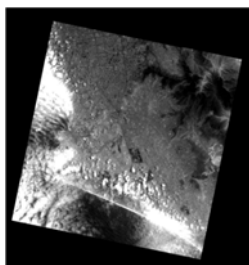
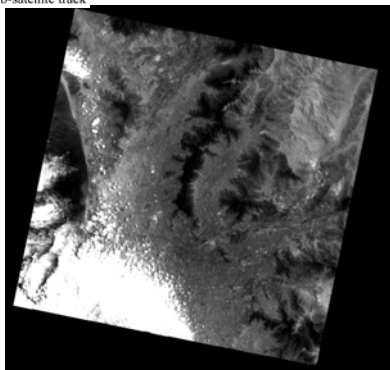
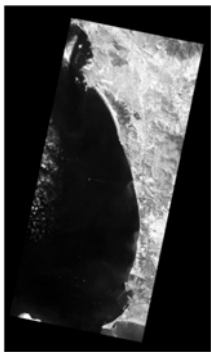
- Digital surface model (DSM) by Stereo images to estimate building height

Estimated Height (m) + Block = Estimated Height of block

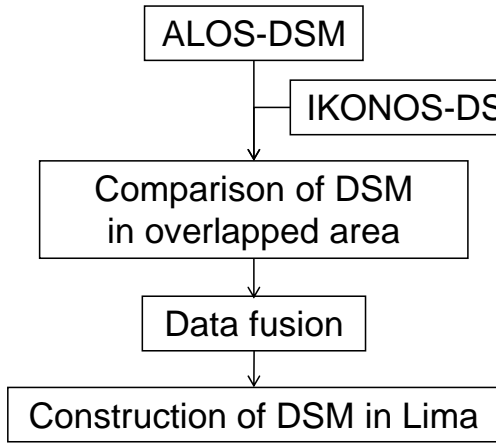
whole Lima (66000 blocks)
 (2006 ~ 2008)



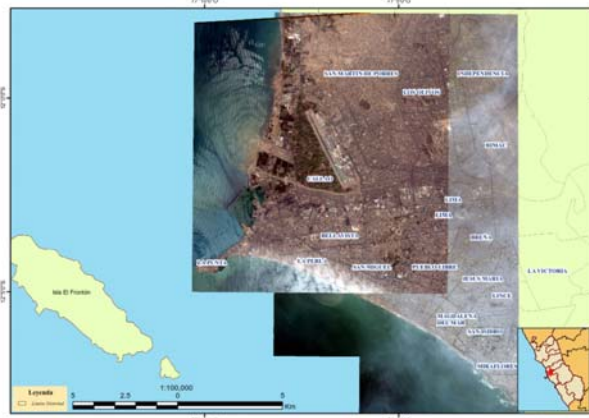
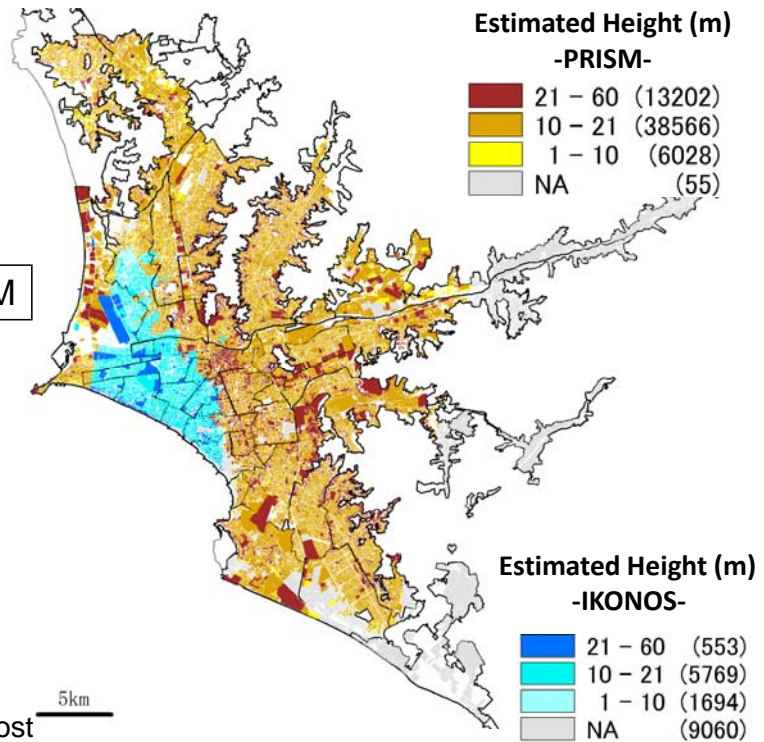
PRISM and IKONOS Images for DSM Construction



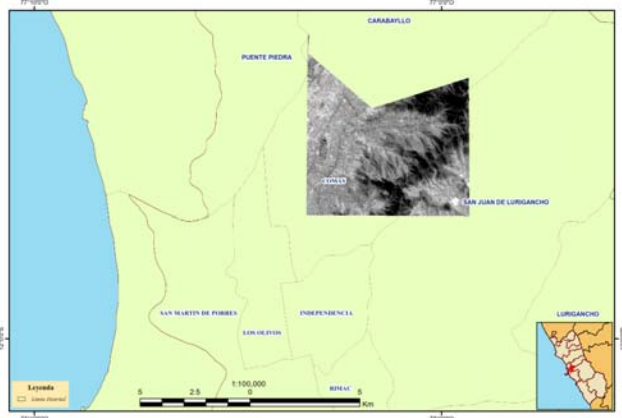
Merge DSM by PRISM and IKONOS



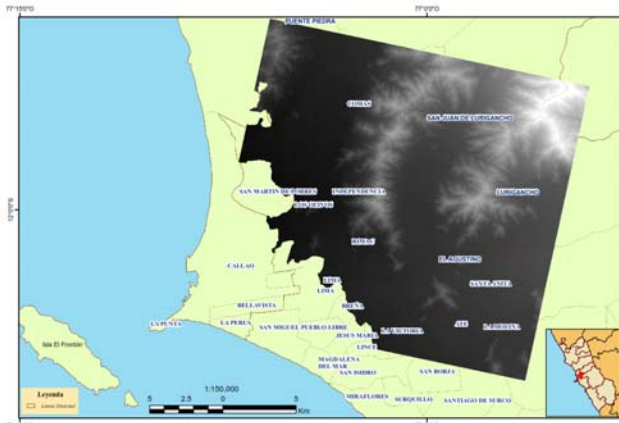
Although cloud-cover area is still remained in some parts, DSM in almost all Lima has been obtained.



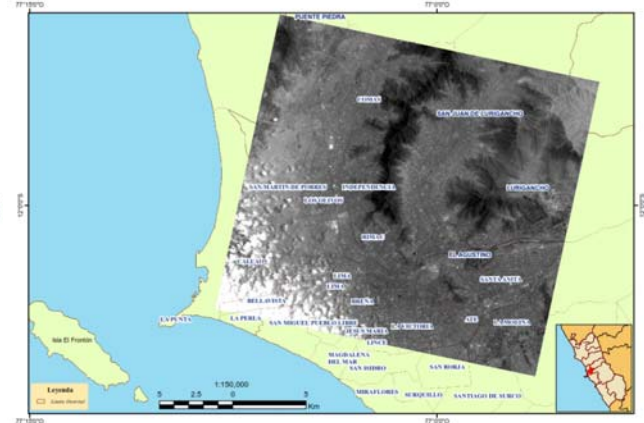
Cobertura de imágenes IKONOS



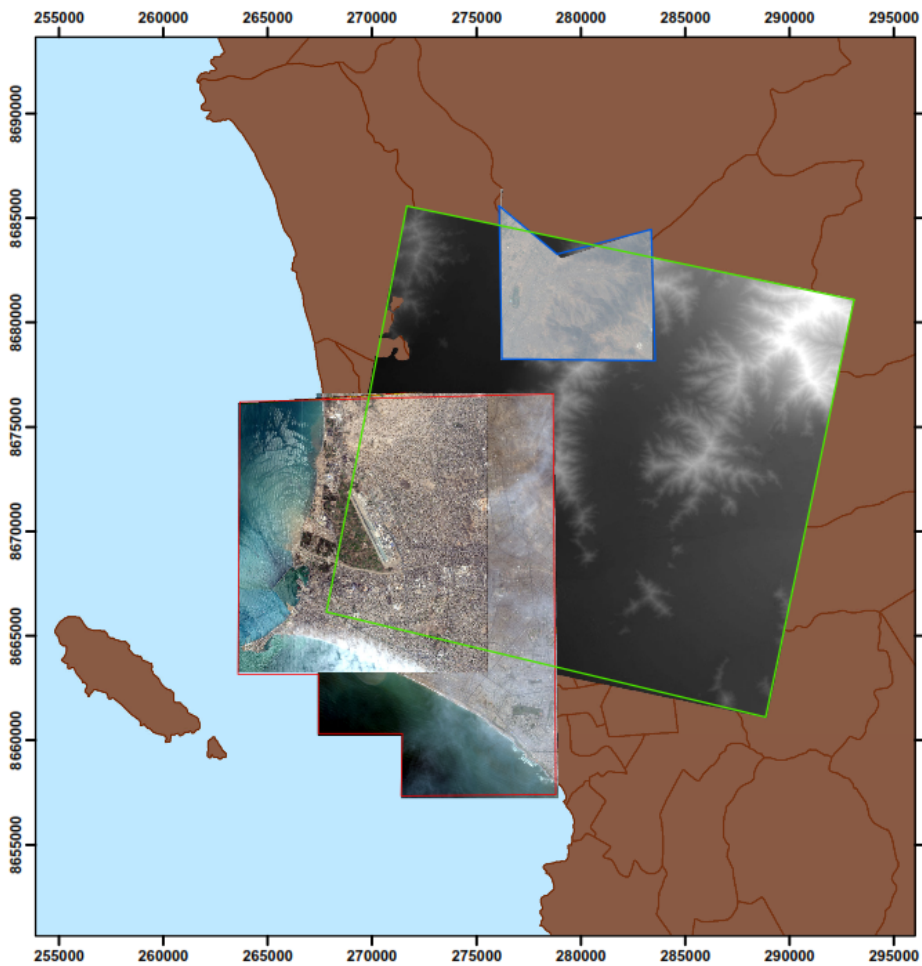
Cobertura de imagen WORLDVIEW-2



Cobertura de DSM ALOS



Cobertura de imagen ALOS PRISM



ESTUDIO: "EVALUACIÓN DE ZONAS VULNERABLES A RIESGO SÍSMICO EN LA CIUDAD DE LIMA UTILIZANDO IMÁGENES DE SATELITE"

PERÚ - LIMA
Comas, San Juan de Lurigancho, Carabayllo

MAPA GENERAL

DIAGRAMA DE LOCALIZACIÓN

Escala 1:250,000

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN LOCAL
UTM Zona 18S Datum WGS-84

Leyenda

- Limite Distrital
- Cobertura Imagenes IKONOS
- Cobertura Imagenes WORLDVIEW-2
- Cobertura DSM ALOS PRISM

MARCO DE TRABAJO

Mapa producido el 12 de Febrero del 2014
© CONIDA 2014
www.conida.gob.pe

Image Correction: Procedimientos Realizados

- Corrección Geométrica**

Se realizó la ortorrectificación de las imágenes en modo estéreo utilizando para ello sus datos orbitales RPC, así como información vectorial del área de Lima a nivel de manzanas como de referencia de posición y datos altimétricos del GDEM de ASTER. *Ver Gráfico N° 3.*

Como resultado se obtuvo los siguientes productos: ortoimágenes en modo pancromático y multiespectral, anáglifos y DSM. Las ortoimágenes en modo pancromático y multiespectrales se fusionaron para crear imágenes pansharpened.

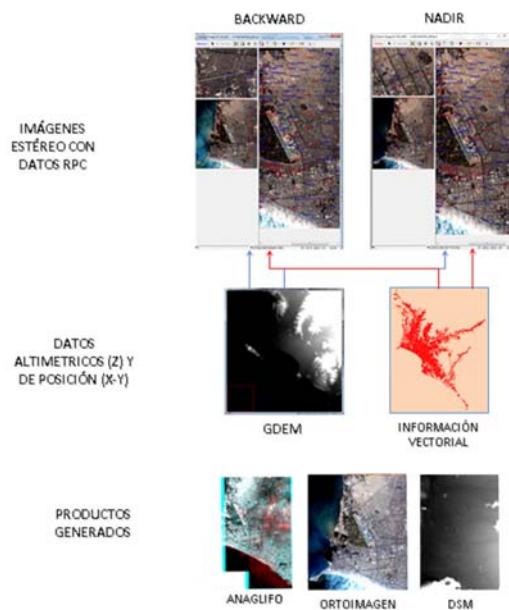


Gráfico N° 3.- Esquema de corrección geométrica de las imágenes IKONOS.

Procedimientos Realizados: Lot Border Detection

- FILTROS PARA LA DETECCIÓN DE BORDES**

Se realizó pruebas con filtros espaciales para la detección de bordes de las manzanas y lotes en la imagen WorldView-2 que cubre el distrito de Comas y San Juan de Lurigancho.

Se aplicó el filtro ROBERTS con una ventana de 2x2, para luego realizar una clasificación mediante valores umbrales logrando la detección preliminar de las viviendas asentadas en las laderas.

El filtro Roberts realiza una medición de gradiente espacial simple y rápida de calcular una imagen en 2-D. Por lo tanto, pone de manifiesto las regiones de alta frecuencia espacial que a menudo corresponden a los bordes. En teoría, el filtro consta de un par de 2×2 kernels de convolución como se muestra en la *Figura 1*.

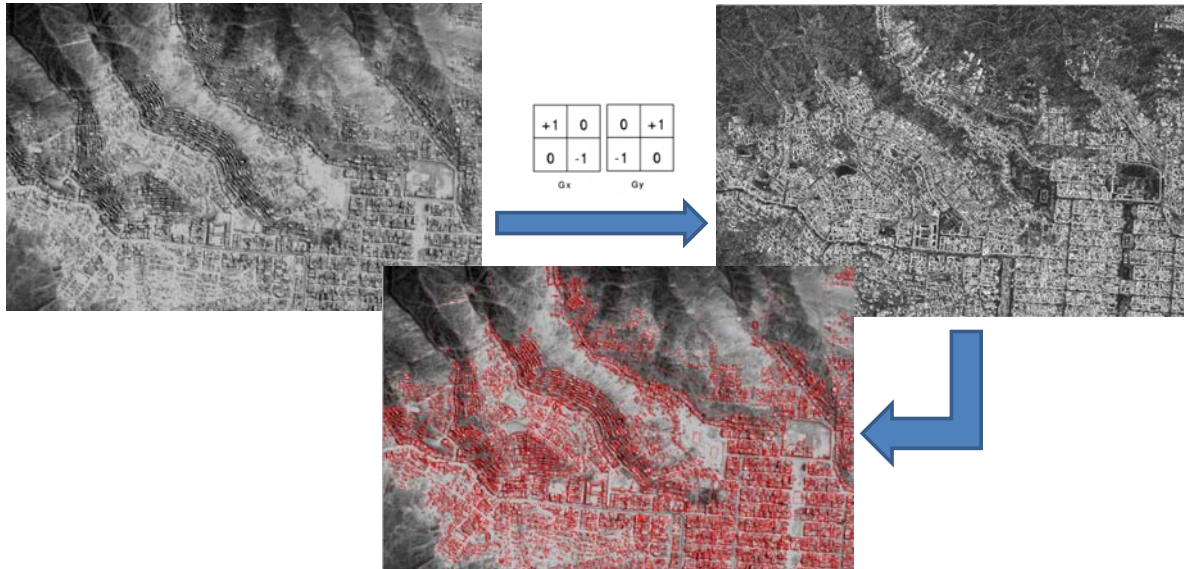


Gráfico N° 1.- Aplicación de filtro ROBERTS para la detección de bordes. (imagen Worldview-2)

- Análisis**

Procedimientos Realizados: Lot Border Detection

Las ondas sísmicas se amplifican según el tipo de suelo, por ejemplo en los suelos compuestos por sedimentos blandos amplificarán las vibraciones con respecto a suelos con sustrato de roca sólida, a ello hay que integrar la información de pendiente (en porcentaje o grados) sobre el cual están construidas las viviendas, la humedad de acuerdo al nivel freático, entre otros indicadores. Los datos de teledetección nos han permitido generar información de crecimiento urbano informal. mediante la aplicación de filtros a la imagen Worldview-2, el porcentaje de pendiente se obtuvo del DSM de ALOS PRISM, así mismo la vectorización de la capa de viviendas nos permitirá integrar atributos como asistencia técnica en la construcción, tipo de material, nivel socioeconómico, etc.

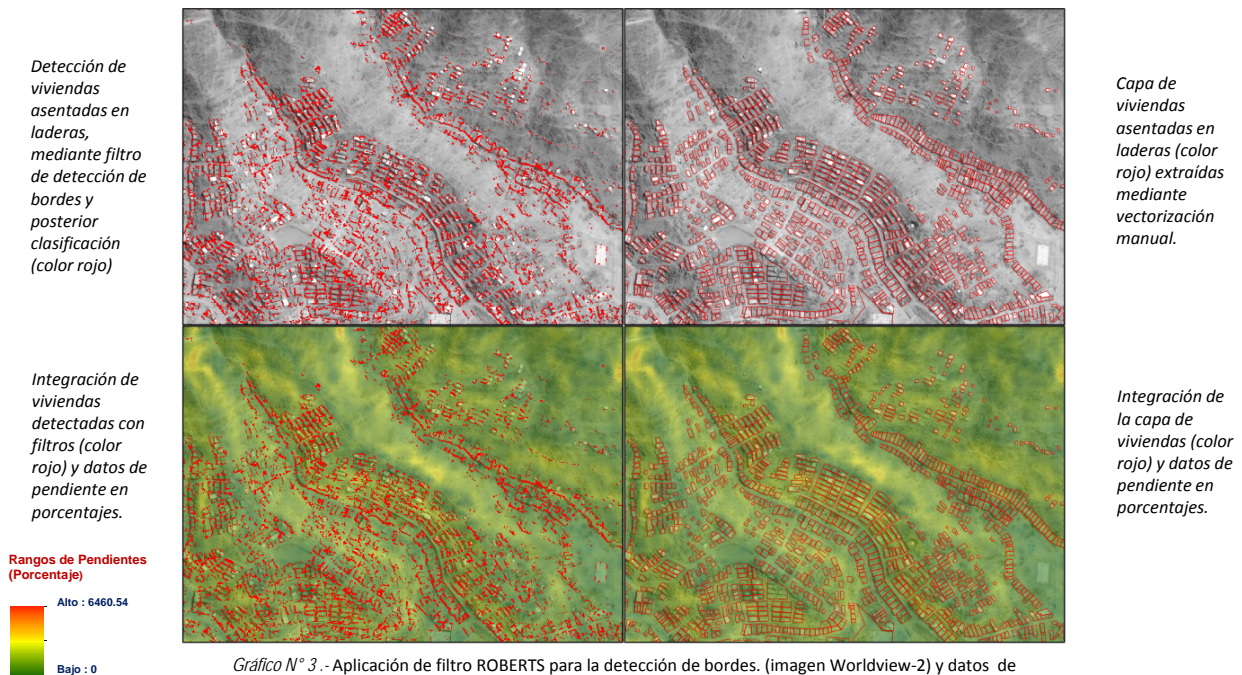


Gráfico N° 3.- Aplicación de filtro ROBERTS para la detección de bordes. (imagen Worldview-2) y datos de pendientes generados a partir del DSM de ALOS

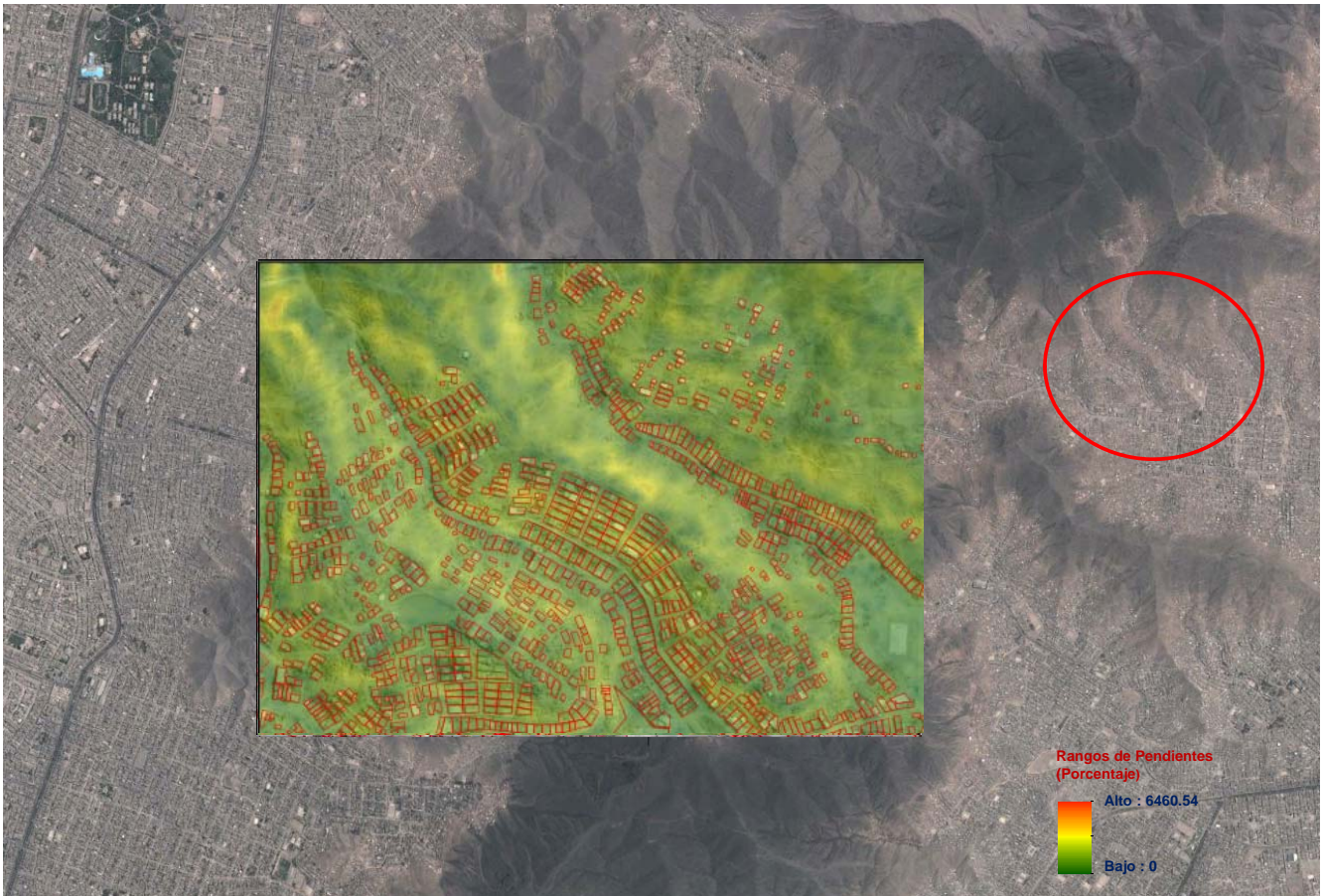
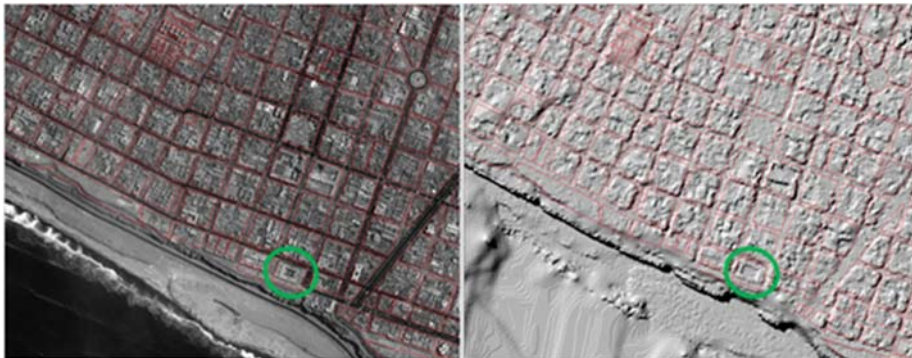


Gráfico N° 3 .- Detección de viviendas asentadas en zona de laderas utilizando filtros de detección de bordes y datos de pendientes en porcentajes.

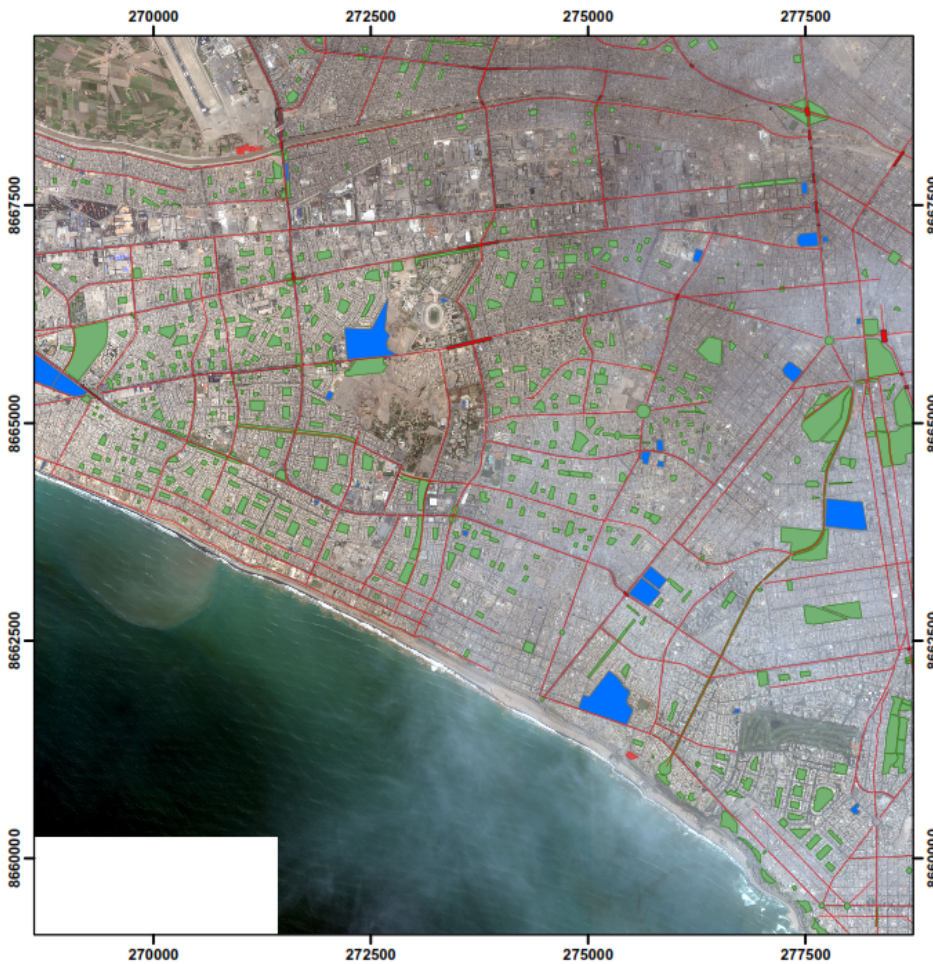
Modelos Digital de Superficie - MDS

Se generó dos MDS's de acuerdo a las respectivas coberturas y modos espectrales en base a las imágenes Ikonos.

No se ha desarrollado modelos de pendientes con los DEM generados con las imágenes Ikonos en vista que ambas coberturas presentan nubosidad en la zona litoral y neblina en el margen este de las coberturas de la imágenes Ikonos, así como también el terreno es cuasi plano.



Comparación de una imagen Ikonos en la banda pancromática con respecto al modelo de relieve generado desde el MDS obtenido partir de la corrección de la imagen Ikonos. Obsérvese el nivel de detalle en la edificación dentro del círculo de color verde.



ESTUDIO: "EVALUACIÓN DE ZONAS VULNERABLES A RIESGO SÍSMICO EN LA CIUDAD DE LIMA UTILIZANDO IMÁGENES DE SATELITE"

PRODUCTO: 004-2014

PERÚ - LIMA
Comas, San Juan de Lurigancho, Carabayllo

MAPA GENERAL

DIAGRAMA DE LOCALIZACIÓN

Escala 1:60,000

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN LOCAL
UTM Zona 18S Datum WGS-84

DATOS FUENTE
Imagen IKONOS

Leyenda

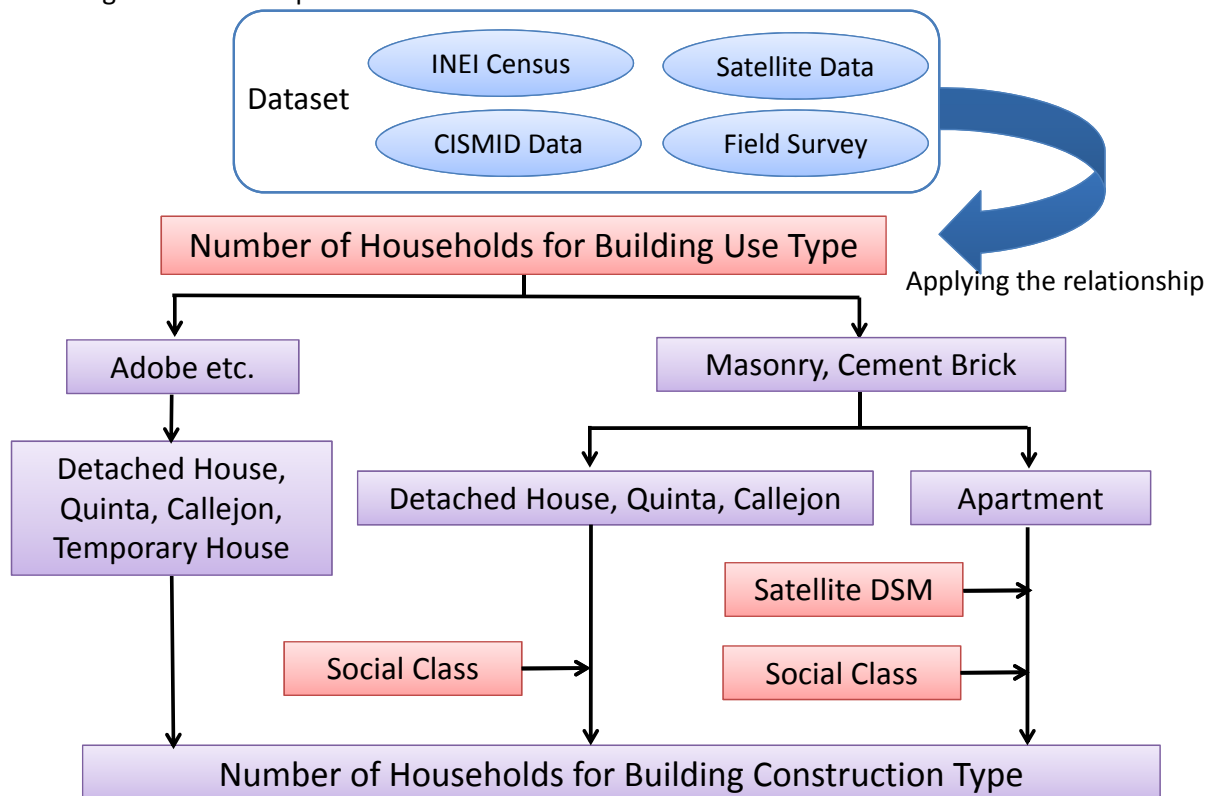
- Áreas de atención de heridos
- Vías
- Lotes - Manzanas
- Refugios de damnificados
- Puentes
- Áreas Vulnerables

MARCO DE TRABAJO

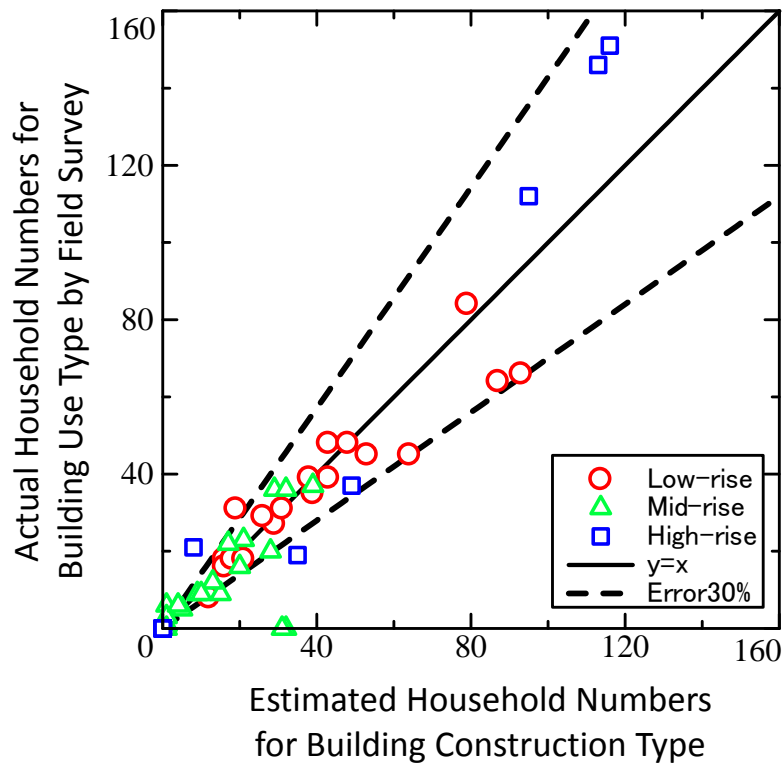
Mapa producido el 12 de Febrero del 2014
© CONIDA 2014
www.conida.gob.pe

Estimation of Household Numbers for Building Construction Type based on Geospatial Dataset

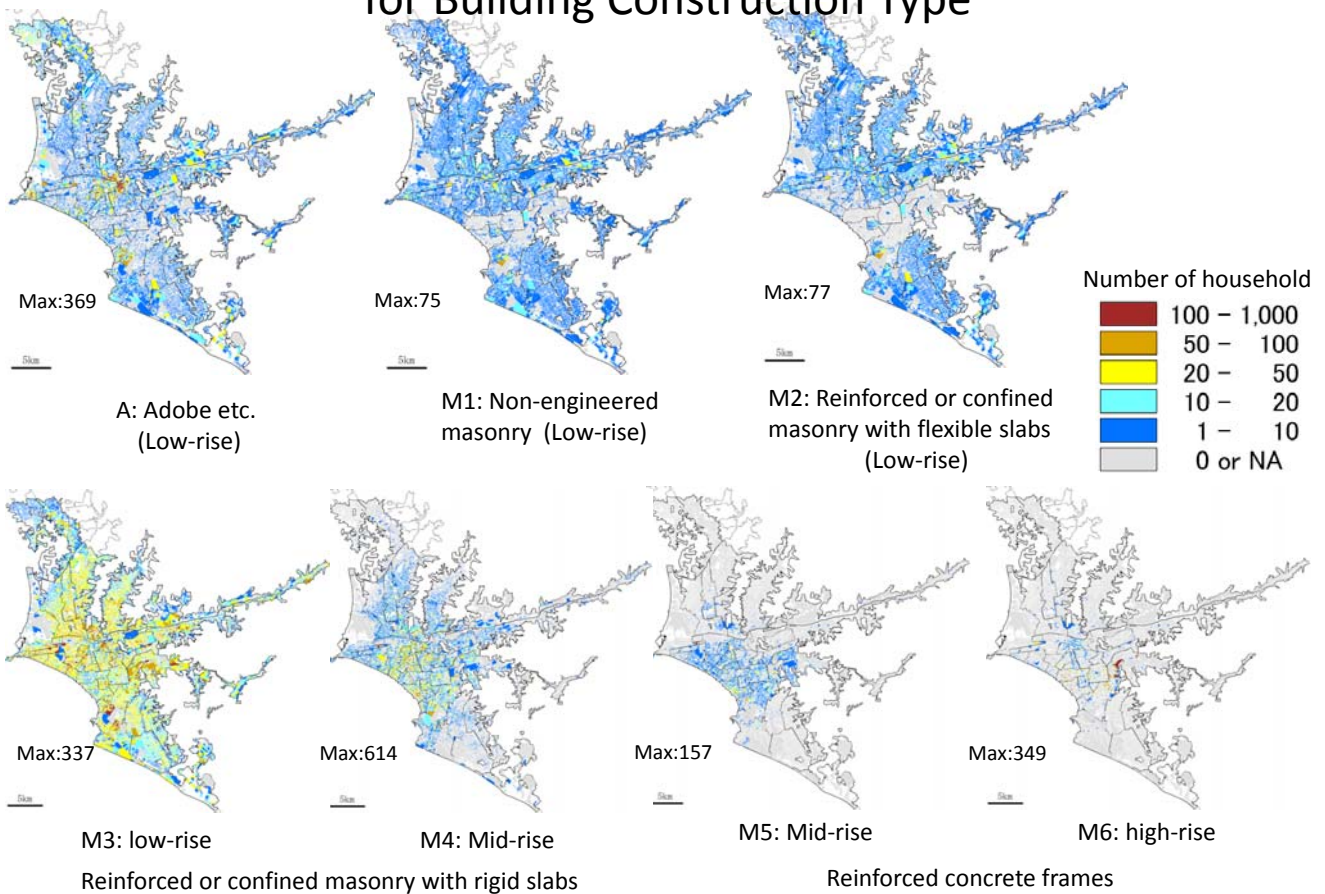
Examining the relationship



Estimation Validation



Distribution of Estimated Household Numbers for Building Construction Type



Distribution of Vulnerable Buildings

Total number of households in Lima: 1,840,000

- Adobe etc: 290,000 (A)
- Low earthquake-resistant masonry: 370,000 (M1+M2)
- High earthquake-resistant masonry: 1,100,000 (M3+M4)
- RC building: 80,000 (M5+M6)

Building Construction Type

A
Adobe etc.
(Low-rise)

M2
Reinforced or confined masonry with flexible slabs (Low-rise)

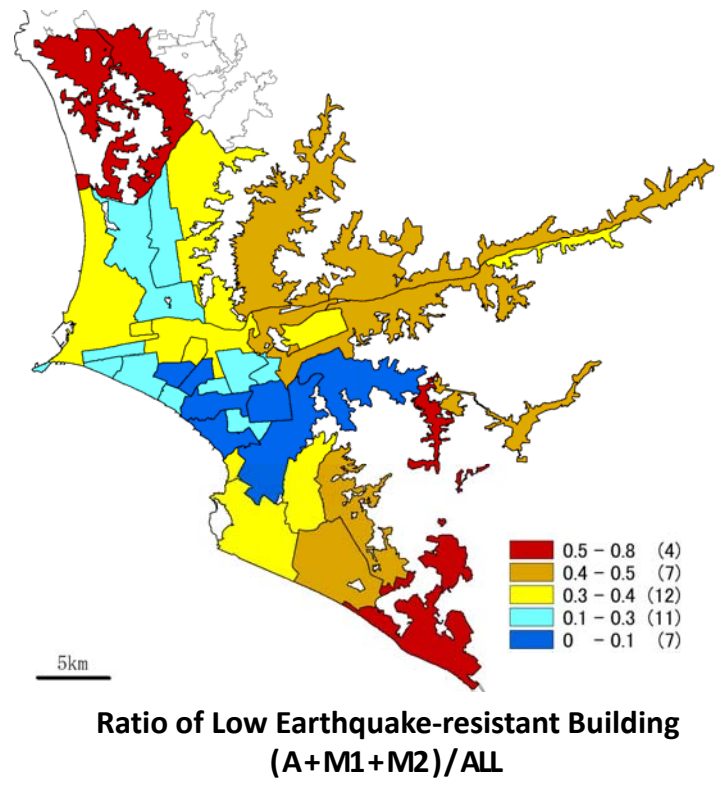
M1
Non-engineered masonry (Low-rise)

M3
Reinforced or confined masonry with rigid slabs (Low-rise)

M4
Reinforced or confined masonry with rigid slabs (Mid-rise)

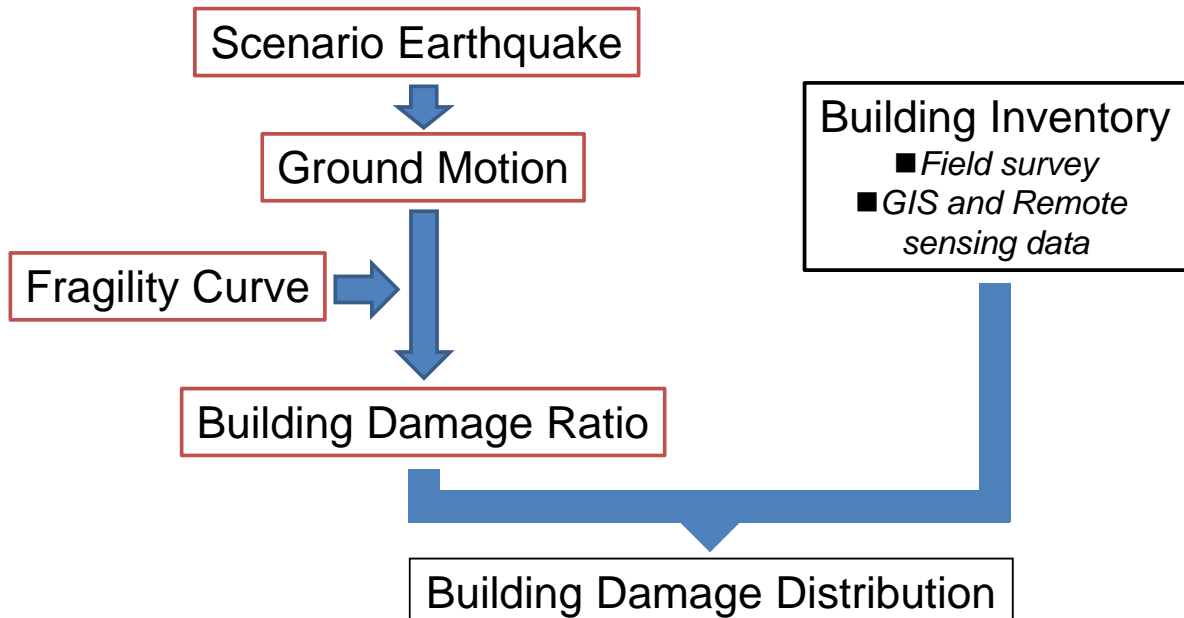
M5
Reinforced concrete frames (Mid-rise)

M6
Reinforced concrete frames (High-rise)



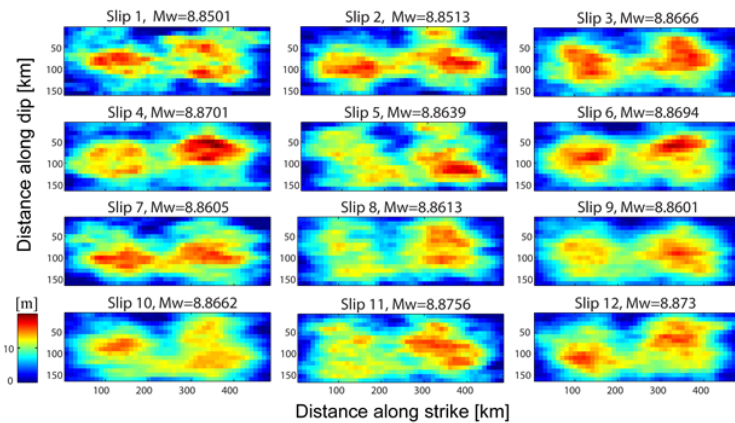
Damage Assessment of Scenario Earthquake

Flow of Building Damage Assessment
(Tokyo Tech., Chiba Univ. and CISMID)

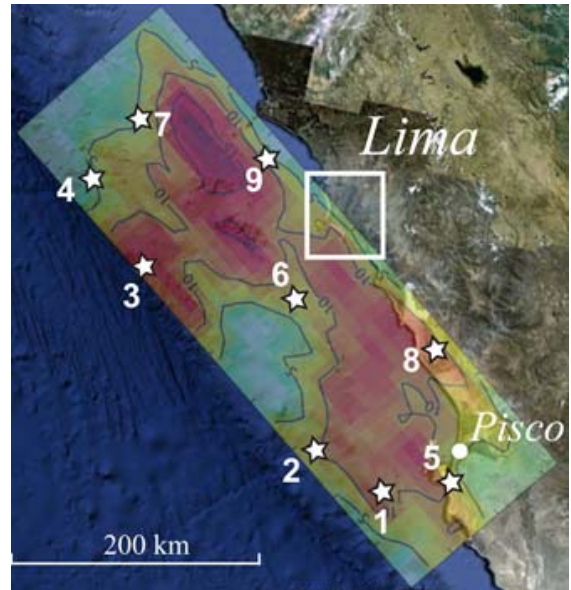


Scenario Earthquake

Mw 8.9 Gigantic Earthquake



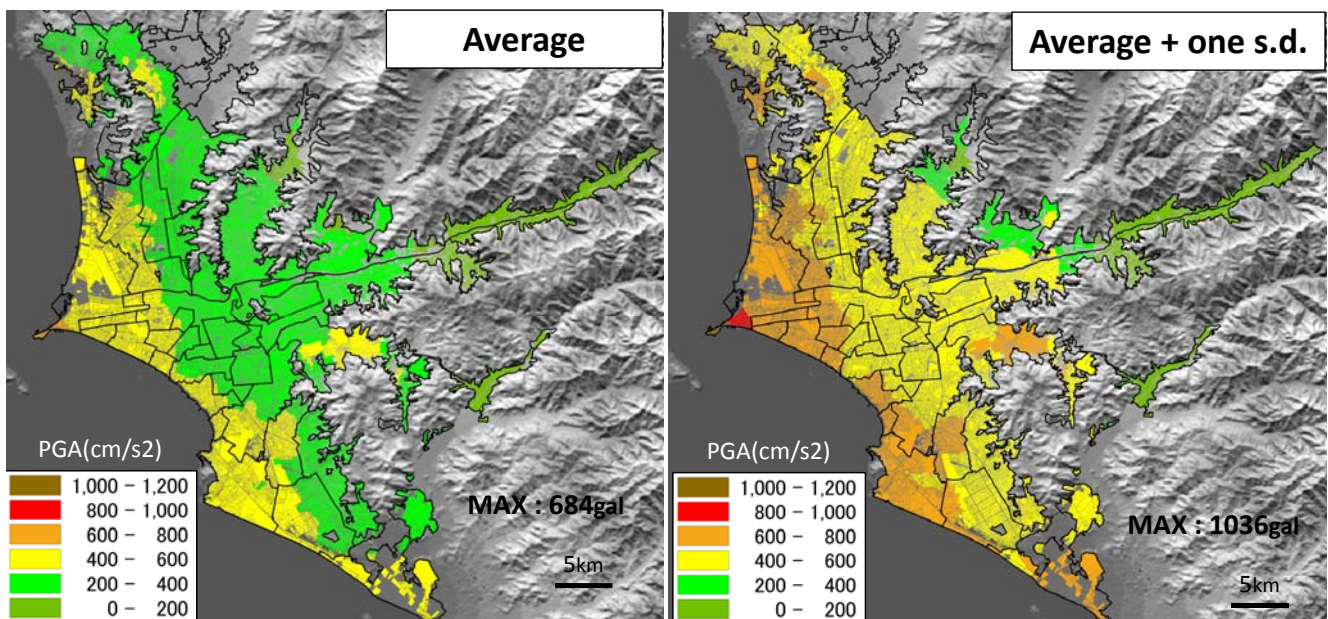
12 broadband slip models



9 possible starting points considering of rupture for each slip model

Pulido (2013) estimated PGA maps of 108 (12 x 9) scenario earthquakes, their average, and standard deviation

Ground Motion (PGA Map)



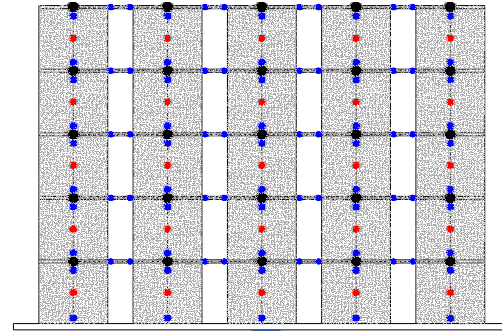
Development of fragility function for RC buildings

1998 – 2003

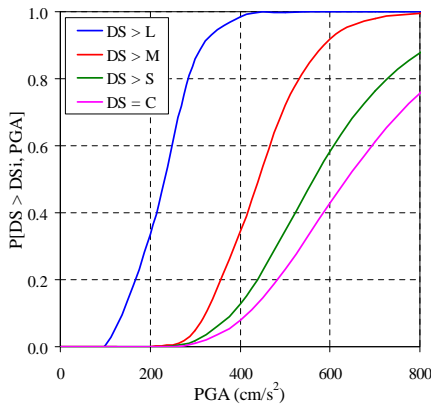


(c)

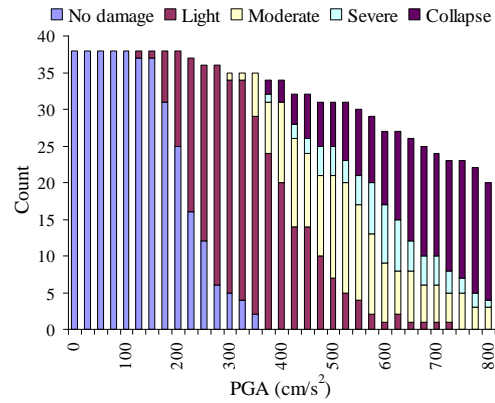
Numerical model



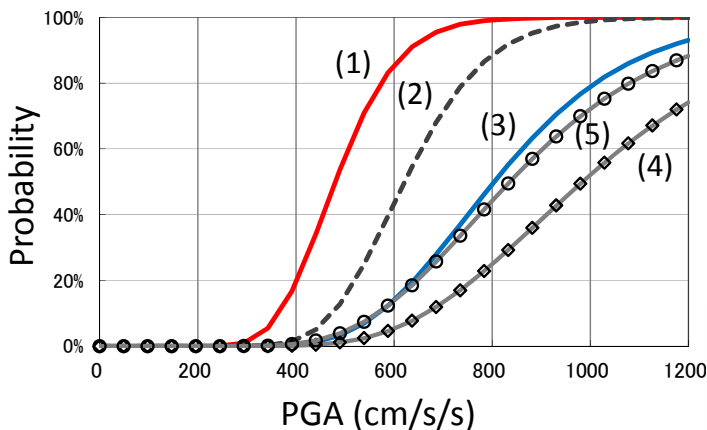
Fragility function



Number of occurrences of each damage state



Fragility Curve (Serious Damage)



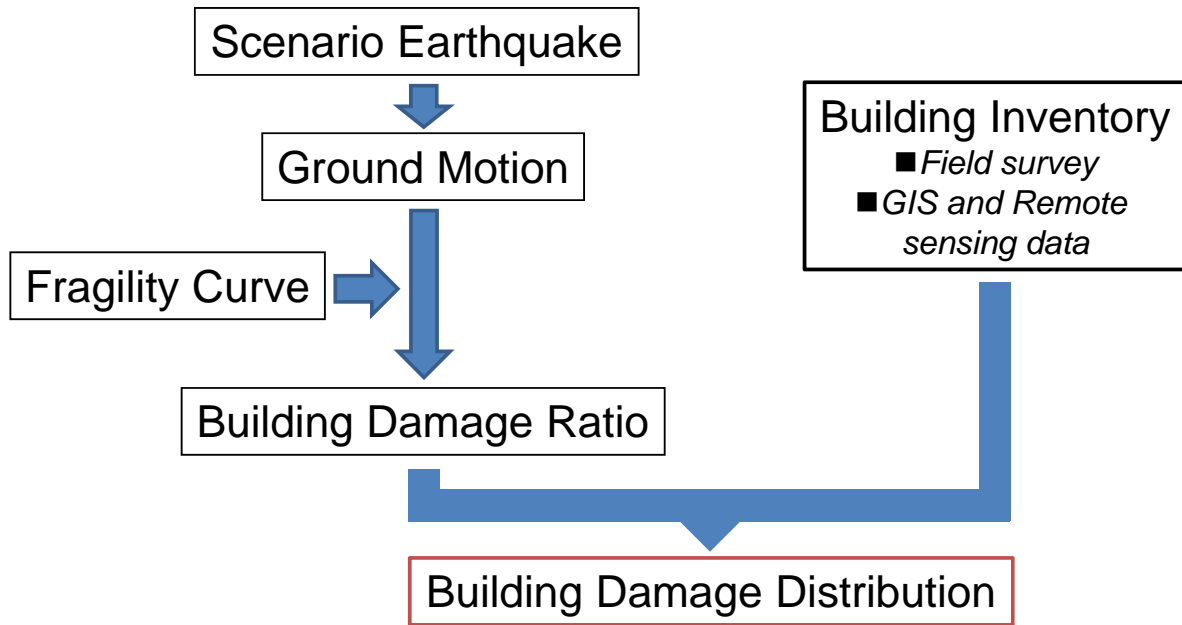
(1) & (3): Matsuzaki et al(2013)
 (4) & (5): Quiroz and Maruyama (2014)
 (2): Estimated from (1)&(3)

- (1) Adobe etc. (A)
- - - (2) Low quake-resistant masonry (M1+M2)
- (3) High quake-resistant masonry (M3+M4)
- ◇— (4) RC mid-rise building (M5)
- (5) RC high-rise building (M6)

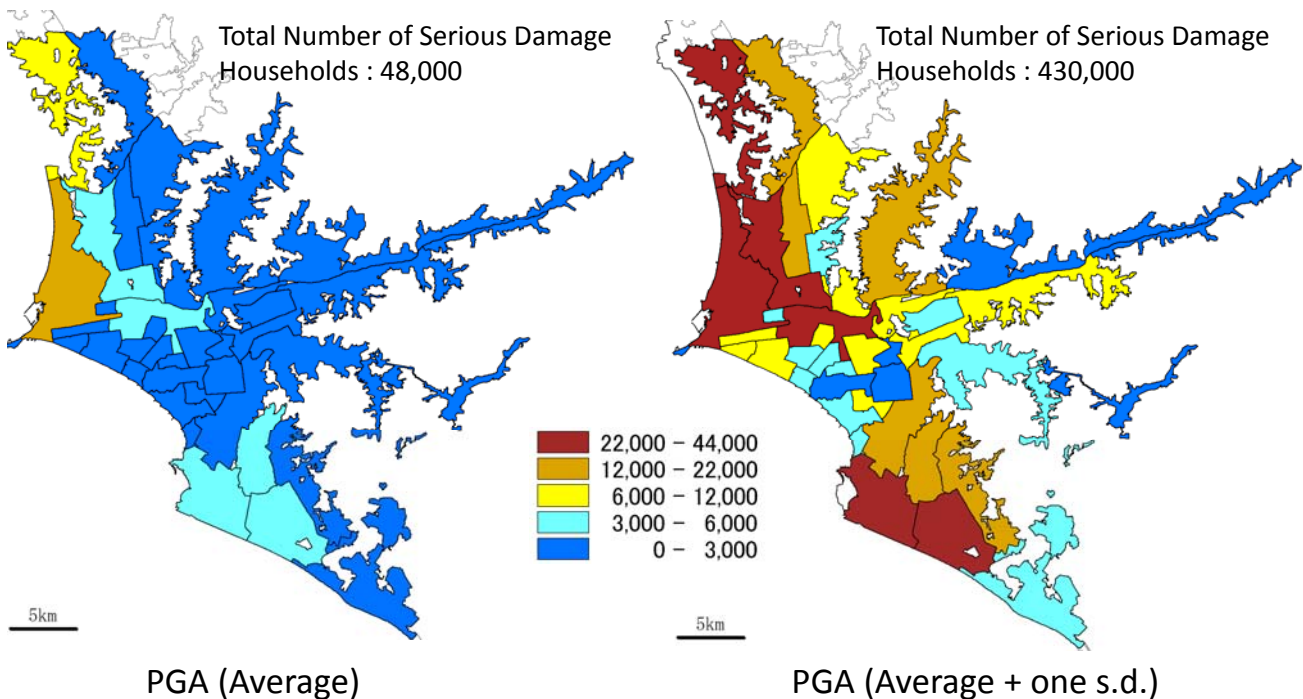
Grade	Classification of visual interpretation: By EMS1998		Classification of field survey: By CISMID
	G1	Grade1	Fall of small pieces only
G2	Grade2	Moderate non-structural damage	LEVE (Slight damage)
G3	Grade3	Large cracks, non-structural damage	SEVERO (moderately-Severe)
G4	Grade4	Serious failure of walls, partial failure of roofs and floors	GRAVE (Serious)
G5	Grade5	Total collapse	

Damage Assessment of Scenario Earthquake

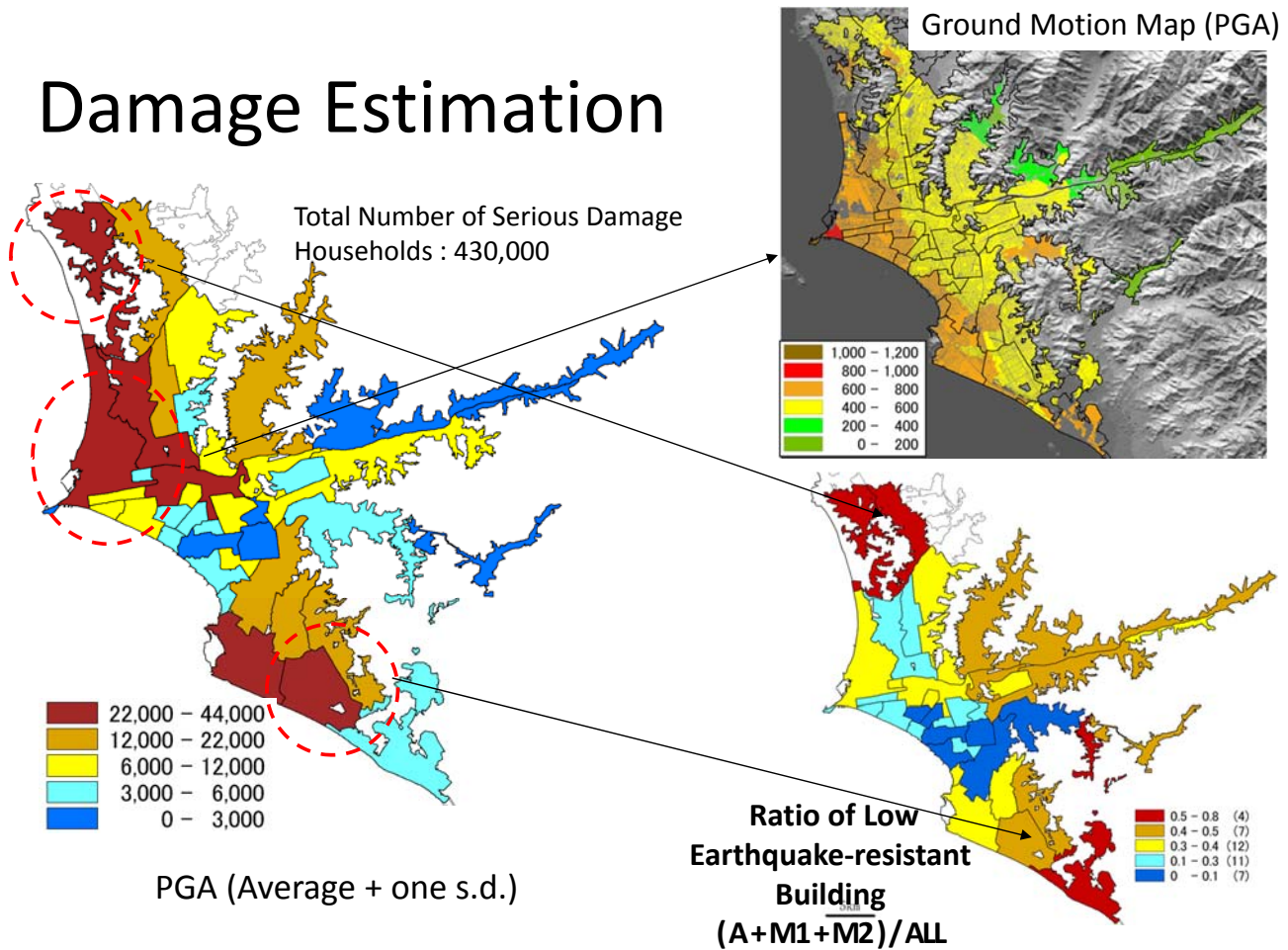
Flow of Building Damage Assessment
(Tokyo Tech., Chiba Univ. and CISMID)



Damage Estimation



Damage Estimation



Effect of Seismic Retrofit

Case 1



Adobe etc. (A)
290,000 Households

retrofitting



Non-engineered masonry (M1) or Reinforced or confined masonry with flexible slabs (M2)

Case 2



Adobe etc. (A)



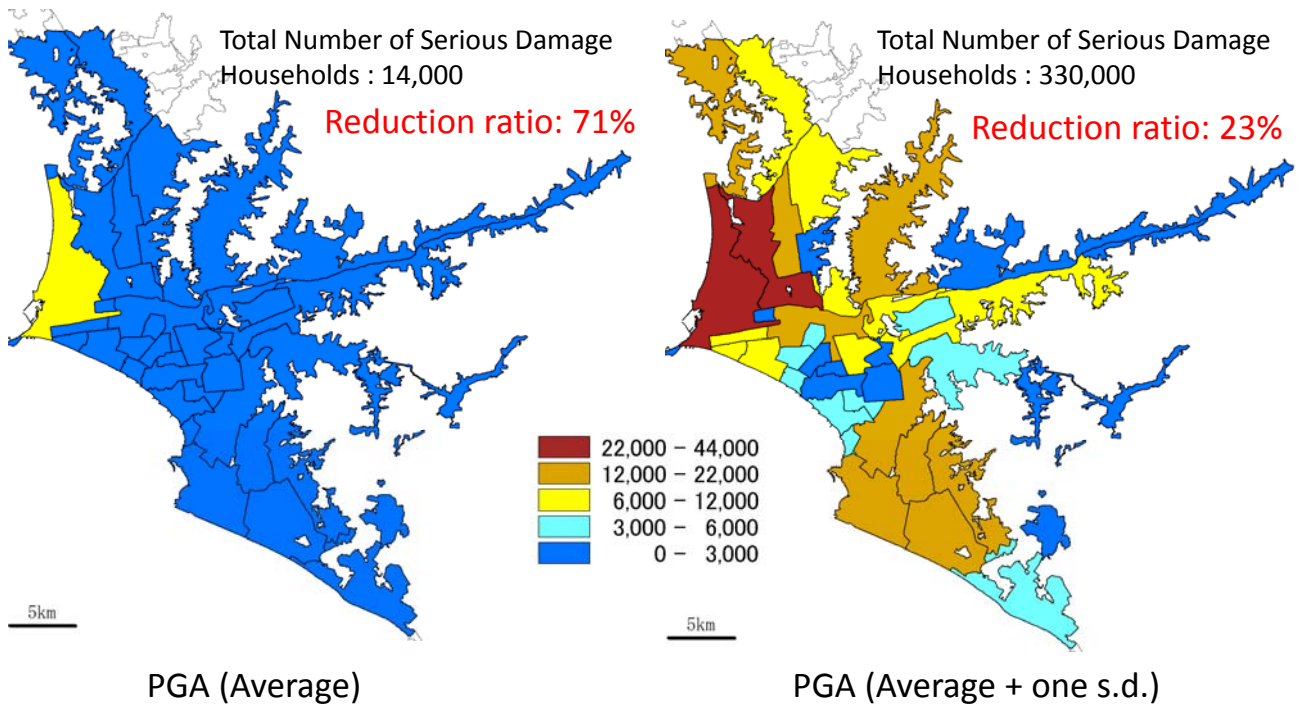
Non-engineered masonry (M1) or Reinforced or confined masonry with flexible slabs (M2)

560,000 Households
retrofitting

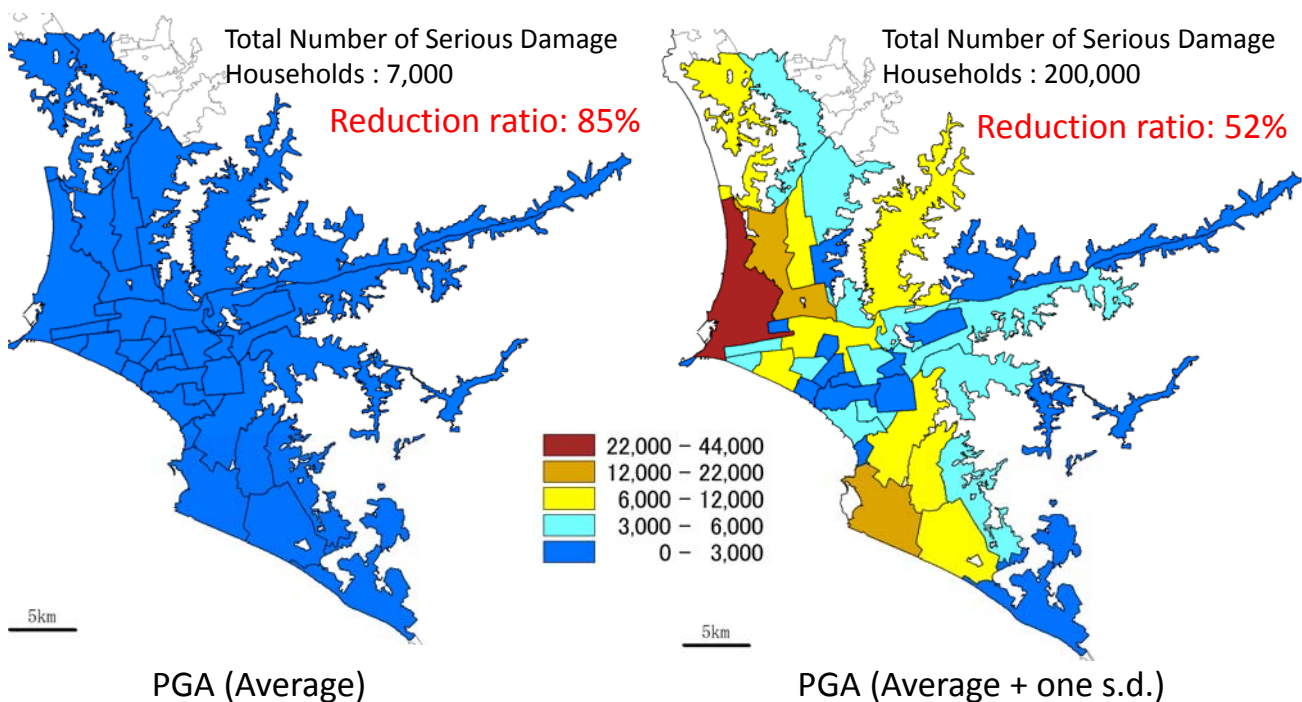


Reinforced or confined masonry with rigid slabs (M3, M4)

Damage Estimation - after retrofitting (Case 1) -



Damage Estimation - after retrofitting (Case 2) -



Human Resources Development



Field Survey in Lima



Field Survey in Tacna



Training of Geoinformatics



Schedule for 2012-2014

Geo-Spatial Database

Date	Topic	Organization
Aug. 2012 and Jan. Aug. 2013	Field survey in Lima	Tokyo Tech., CISMID
Aug. 2013	Development of building inventory (Lima)	Tokyo Tech., CISMID
May 2014	Development of building inventory (Tacna)	Tokyo Tech., CISMID

Damage Detection using Remote Sensing

Date	Topic	Organization
Mar. 2013	Development of damage detection method	Tokyo Tech., Chiba Univ., CISMID
Aug. 2013	Training for technology sharing	Tokyo Tech., CISMID, CONIDA

Damage Assessment of Scenario Earthquake

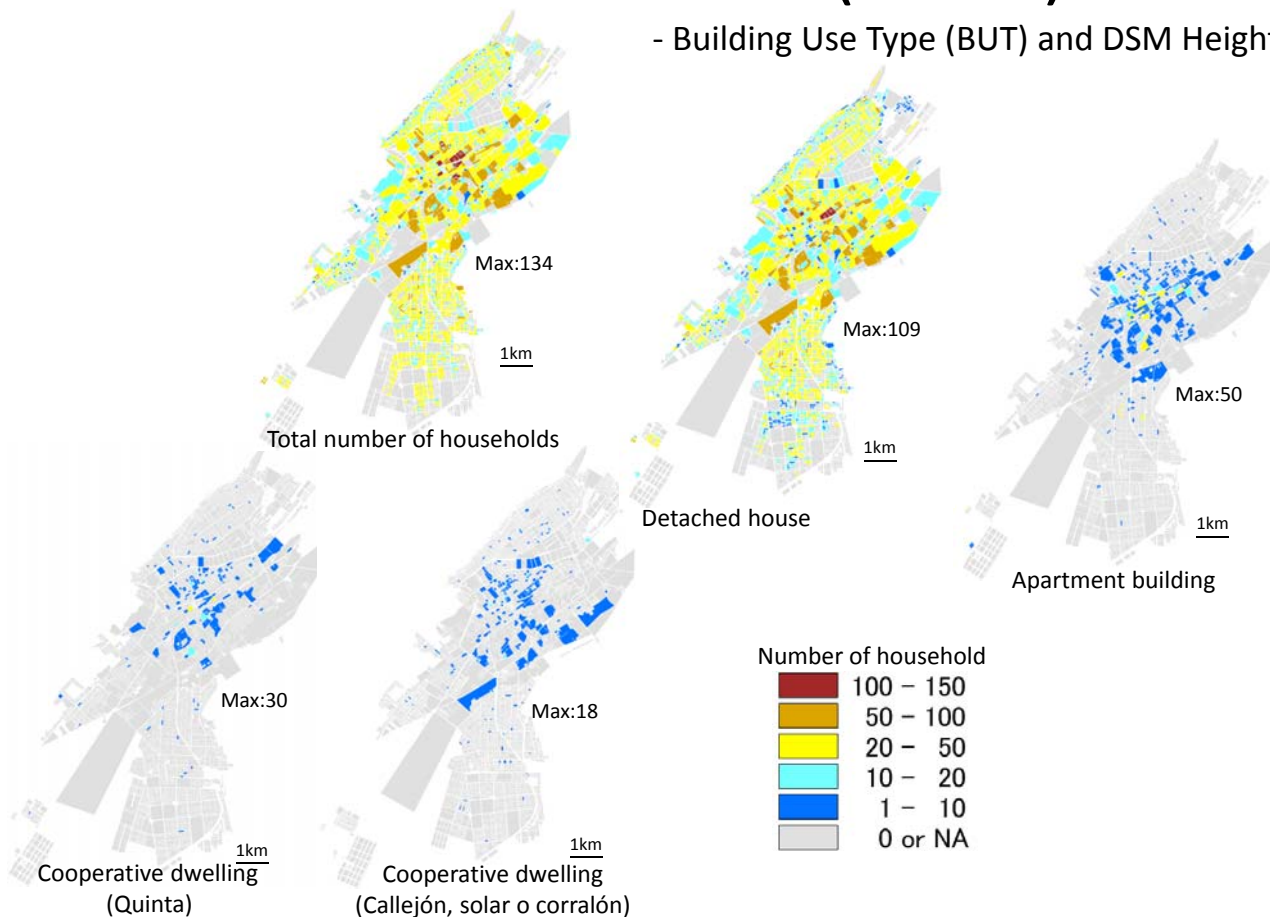
Date	Topic	Organization
Dec. 2013	Damage Assessment (Lima)	Tokyo Tech., CISMID
Aug. 2014	Damage Assessment (Tacna)	Tokyo Tech., CISMID

Future Activities: Damage Assessment (Tacna)

- We gathered GIS data such as INEI census, satellite data, and generated DSM from PRISM images.
- We carried out the field survey for buildings in Tacna.
- The building inventory development and damage assessment will be conducted according to the procedure that we used in Lima.
- PGA map for scenario earthquake ?

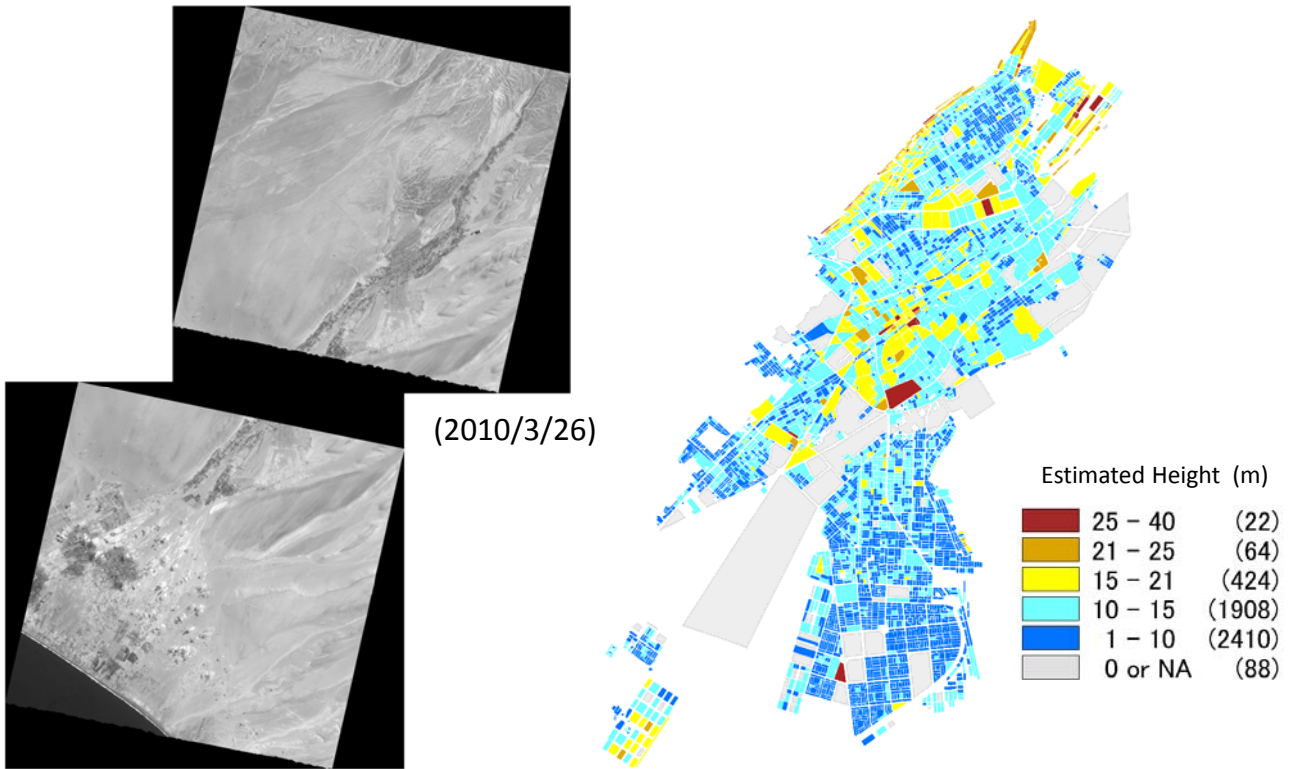
INEI Census Data (Tacna)

- Building Use Type (BUT) and DSM Height -



Satellite Data (Tacna)

- PRISM Image and Estimated Height -



Field Survey (Tacna)

