

VULNERABILIDAD SISMICA DE LA CIUDAD DE MOQUEGUA

Bach. Rodolfo Moreno Llacza

1.0 INTRODUCCIÓN

El instituto nacional de defensa civil (INDECI), indica que el sismo del 23 de Junio ocasionó en el departamento de Moquegua la muerte de 22 personas, 277 heridos y 57467 damnificados, además de 4062 viviendas afectadas y 2738 destruidas.

El presente estudio esta enmarcado dentro del proyecto de microzonificación sísmica de la Ciudad de Moquegua el cual está auspiciada por el convenio CISMID-UNI-CONCYTEC, dicho estudio evalúa la vulnerabilidad y el riesgo sísmico utilizando la tecnología de Sistema de Información Geográfica (SIG), comprobándose que estas herramientas también son útiles para la microzonificación sísmica propiamente dicha.

El método adoptado para el análisis de vulnerabilidad sísmica esta basada principalmente en la metodología planteada por el ATC-36 (1994), el cual está enmarcada dentro de los métodos de evaluación de riesgo sísmico para daños inducidos por terremotos escenarios. En la Figura 1 se muestra un esquema de la metodología adoptada.

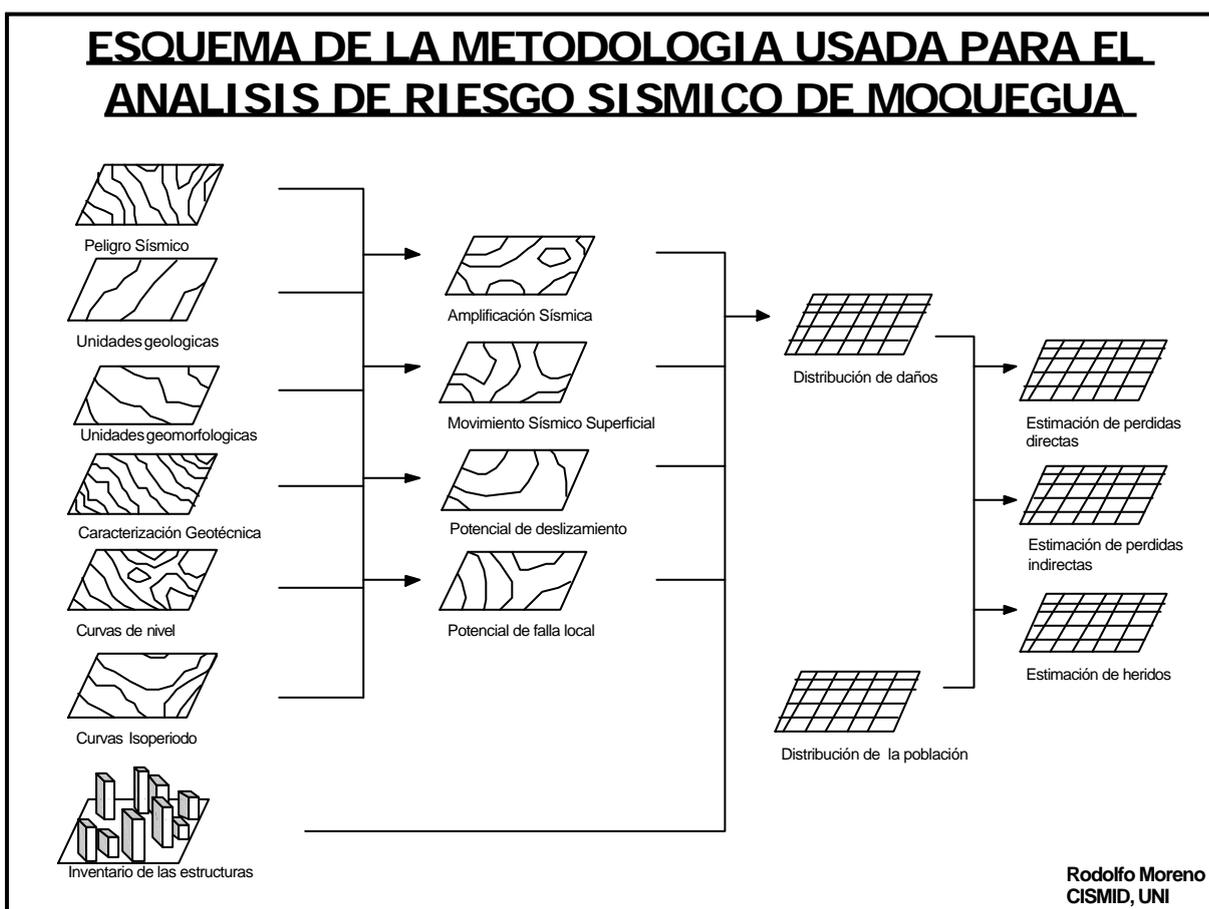


Figura 1

1.1 VENTAJAS DE LA METODOLOGIA

- La principal ventaja de este método es que se puede aplicar a cualquier Región (Distrito, Provincia, Ciudad capital) que tenga un catastro actualizado y sistematizado, lo cual no hace

necesario un gran despliegue de brigadistas, debido a que la principal fuente de información son los archivos digitales del catastro. A manera de comentario se sabe que las principales ciudades del Perú tienen este tipo de información ó están en proceso de sistematización.

- Por otra parte, la base gráfica georeferenciada necesaria para dicha evaluación, ha sido elaborada y actualizada por COFOPRI en la mayoría de las ciudades, en algunas de las cuales también han sido desarrolladas por los mismos gobiernos locales.
- Debido al uso de Sistemas de Información Geográfica los mapas resultantes son fáciles de comprender como también consultar, lo cual permite planificar y seguir lineamientos de mitigación de desastres. En consecuencia, esta es una información muy importante para las autoridades locales e instituciones relacionadas con el programa de prevención de desastres.
- Esta base de datos espacial es fácilmente actualizable, amoldándose así a la dinámica de la Ciudad.
- Además, sirve como base para la realización de otros estudios cuyos enfoques de riesgo son más detallados, pues como se sabe la gestión del riesgo sísmico es muy amplio, estando involucradas también otras variables como por ejemplo las sociales, económicas y culturales, además de las usadas en esta metodología

1.2 LIMITACIONES

- La información catastral por lo general no contiene todas las características estructurales que son necesarias para la evaluación de la vulnerabilidad, por ejemplo irregularidad vertical, piso blando, torsión, columnas cortas, entre otros.
- La información catastral puede no haber sido bien recolectada, debido a que el técnico catastral no tiene los conocimientos básicos de ingeniería y construcción.
- Contiene información muy pobre o escasa de la geología y geotecnia de la zona en estudio.

1.3 EQUIPO Y SOFTWARE NECESARIO

Son dos los grupos de programas usados en este estudio, en lo que respecta a software, el primero son herramientas SIG y la segunda es una herramienta que maneja datos.

La más universal definición de un SIG es: “Un sistema de cómputo compuesto de hardware, software, y procedimientos diseñados que soporta la captura, administración, manipulación, análisis, modelamiento y visualización de la información georeferenciada espacialmente para resolver problemas complejos de administración y planeamiento”, el esquema mostrado en la Figura 2 nos muestra el rol de esta herramienta en la gestión del riesgo.

Para la elección de las herramientas SIG se buscó un grupo de programas que permitan alcanzar los objetivos del estudio, así como que presenten características de robustez, portabilidad y una amplia aplicación a nivel nacional y mundial. Los productos ESRI (Environmental System Research Institute), líder mundial en tecnologías SIG nos ofrecen estas características. Estos programas son: ArcView 3.2, Spatial Analyst 1.0a y 3D Analyst 1.0, herramientas netamente orientadas a la manipulación y análisis de datos espaciales. Pero aún nos falta mencionar una herramienta que nos permita capturar información georeferenciada. Aunque el ArcView 3.2 tiene algunas opciones para captura y edición de datos espaciales éstas sin embargo son básicas, existiendo otras herramientas orientadas a este tipo de trabajo. El ArcCAD ó el propio ArcInfo, ambas también marcas registradas por ESRI, cumplen ese requisito. Sin embargo el AutoCAD puede suplir a estas herramientas con sus respectivas restricciones, y es este último el que se ha usado, debido a que toda la información recopilada estuvo en este formato.



Figura 2

Un sistema administrador de bases de datos SABD es una aplicación para crear bases de datos incluyendo su estructura lógica, física, y reglas de integridad. Existen varias SABD desde Access hasta Oracle. Access es un SABD de fácil acceso y ampliamente conocido, sin embargo tiene ciertas dificultades en cuanto a robustez. La robustez en una base de datos es muy importante para el objetivo que persigue esta tesis, debido a que el inventario de estructuras de una ciudad es amplio, y más aún debe amoldarse a la dinámica de crecimiento de las grandes urbes. Oracle es un SABD líder mundial en base de datos, que sobrepasa las exigencias del estudio, pero necesita un alto nivel de especialización para administrar esta base de datos, por lo que sería bueno implementarla en un futuro. Visual Fox Pro es una herramienta que sirve para administrar archivos planos (un archivo plano es un archivo de datos estructurado), y aún sin ser SABD cumple con las exigencias del proyecto pues es un programa medianamente robusto, un nivel medio de especialización y con una alta eficiencia, por lo que este último fue el elegido.

En lo referente a hardware, el equipamiento necesario es:

- Un computador con alta capacidad de memoria gráfica, almacenamiento de datos y velocidad del microprocesador.
- Un tablero digitalizador
- Un plotter
- Un scanner

2.0 PELIGRO SÍSMICO

La historia sísmica de la región sur occidental del Perú indica que la ciudad de Moquegua se encuentra en una zona de alta actividad sísmica, habiéndose registrado una serie de eventos de gran intensidad que han afectado considerablemente a esta ciudad siendo el último el ocurrido el 23 de Junio del 2001.

El peligro sísmico se evaluó aplicando la metodología desarrollada por A. Cornell (1968), metodología que fue modificada e implementada en el programa de computo RISK por R.

McGuire (1976). El cálculo del peligro sísmico se evalúa con la finalidad de predecir probabilísticamente las posibles aceleraciones, velocidades desplazamientos que podrían ocurrir en un lugar determinado considerando los datos de sismos pasados y características tectónicas asociadas a la actividad sísmica. El cálculo del riesgo sísmico desarrollada por McGuire fue implementada en el país por Casaverde y Vargas en 1980, los cuales utilizaron el catálogo sísmico del Instituto Geofísico del Perú IGP (1980). Mas tarde diferentes investigadores estuvieron actualizando dicho catálogo.

Para el caso de Moquegua se utilizó el catálogo sísmico actualizada hasta el año 2001 por Aguilar (2001) y las fuentes sísmicas de subducción y continentales propuestas por Castillo (1991).

Se utilizaron dos leyes de atenuación de aceleraciones, la primera propuesta por Casaverde y Vargas (1980), que ha sido empleada para las fuentes asociadas al mecanismo de subducción

$$A = 68.7 e^{0.8M_s} (R+25)^{-1.0}$$

Donde:

A = Aceleración en cm/s^2

M_s = Magnitud expresada en ondas de superficie

R = Distancia hipocentral en Kms.

La segunda ley de atenuación de aceleraciones utilizada es la propuesta por McGuire (1974) para la costa Oeste de los Estados Unidos y ha sido asociada a las fuentes continentales.

$$A = 472 \times 10^{0.28M_s} (R+25)^{-1.3}$$

Donde:

A = Aceleración en cm/s^2

M_s = Magnitud expresada en ondas de superficie

R = Distancia hipocentral en Kms.

Las coordenadas de los puntos analizados para la ciudad de Moquegua y sus resultados correspondientes se muestran el Tabla 1. La Figura 3 muestra la distribución de aceleraciones máximas esperadas en el área de estudio para un periodo de exposición sísmica de 50 años.

Coordenadas		Años Exp.	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)						
			Punto	30	50	100	200	400	475
-71.10	-17.40	1	144.43	180.79	245.34	315.29	403.46	426.27	532.52
-70.85	-17.40	2	141.80	176.84	238.75	306.86	391.04	413.36	513.97
-70.60	-17.40	3	139.06	172.86	232.37	298.68	378.46	400.88	497.77
-71.10	-17.15	4	140.95	175.50	236.44	303.70	385.96	408.21	505.96
-70.85	-17.15	5	138.38	171.72	230.28	295.83	373.88	395.93	490.04
-70.60	-17.15	6	135.88	168.14	224.63	288.97	363.79	384.87	475.43
-71.10	-16.90	7	137.52	170.46	228.24	293.21	369.83	391.44	483.85
-70.85	-16.90	8	135.30	167.22	223.01	286.79	360.27	380.95	470.25
-70.60	-16.90	9	132.93	163.86	217.77	280.51	351.05	370.86	457.52

Tabla 1. Resultado del análisis de peligro sísmico de Moquegua (aceleraciones en cm/s^2)

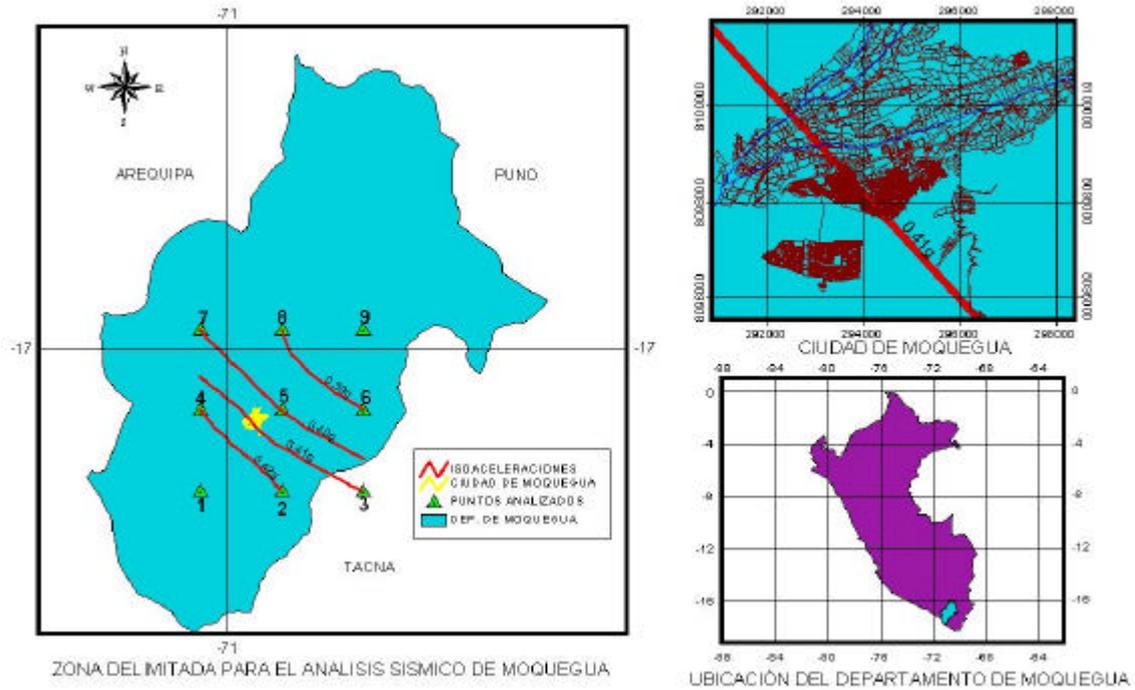


Figura 3. Peligro Sísmico de Moquegua para 50 años de exposición

2.1 MODELAMIENTO DE LOS EFECTOS DE SITIO

Los depósitos geológicos son bien conocidos por sus capacidades de modificar las características de movimiento sísmico e influenciar en la cantidad de daños a la infraestructura. Los efectos de sitio son definidos como amplificación del suelo, licuación, deslizamiento y falla local.

El principal efecto de sitio esperado en la ciudad de Moquegua es la amplificación sísmica, el que será calculado de acuerdo a la información de microtrepidaciones registradas en cada zona, actualmente en proceso (Figura 4). Esta información permite obtener los periodos de vibración natural del terreno, así como también, mediante las relaciones espectrales H/V, estimar la respuesta del perfil del suelo, conocida también como función de transferencia, a partir de la cual se puede obtener el valor de amplificación sísmica correspondiente. Como se puede ver en la Figura 4, la relación X/Z y Y/Z para un mismo punto de medición no son exactamente iguales, por lo cual se deberá realizar una correlación de esta información con los datos geotécnicos para finalmente obtener valores de amplificación sísmica para cada una de las zonas propuestas. De esta forma se estaría en la posibilidad de generar buffers o zonas de igual amplificación sísmica a través del uso de herramientas SIG.

Existe la posibilidad de que ocurra deslizamiento en las zonas de El Siglo y San Francisco debido principalmente a la fuerte pendiente, el cual está en el rango 20° a 30° como se muestra en la Figura 5, al tipo de suelo existente (arcilla limosa) y del grado de intemperismo que éstas presentan. El factor preponderante para la inestabilidad de estos taludes no es el movimiento sísmico si no más bien el intemperismo, producto de los: cambios climáticos y las lluvias esporádicas; lo cual es poco frecuente en Moquegua; ya este tipo de suelo pierde cohesión al contacto el agua y se va erosionando, por lo que no se tratará como un efecto sísmico colateral.

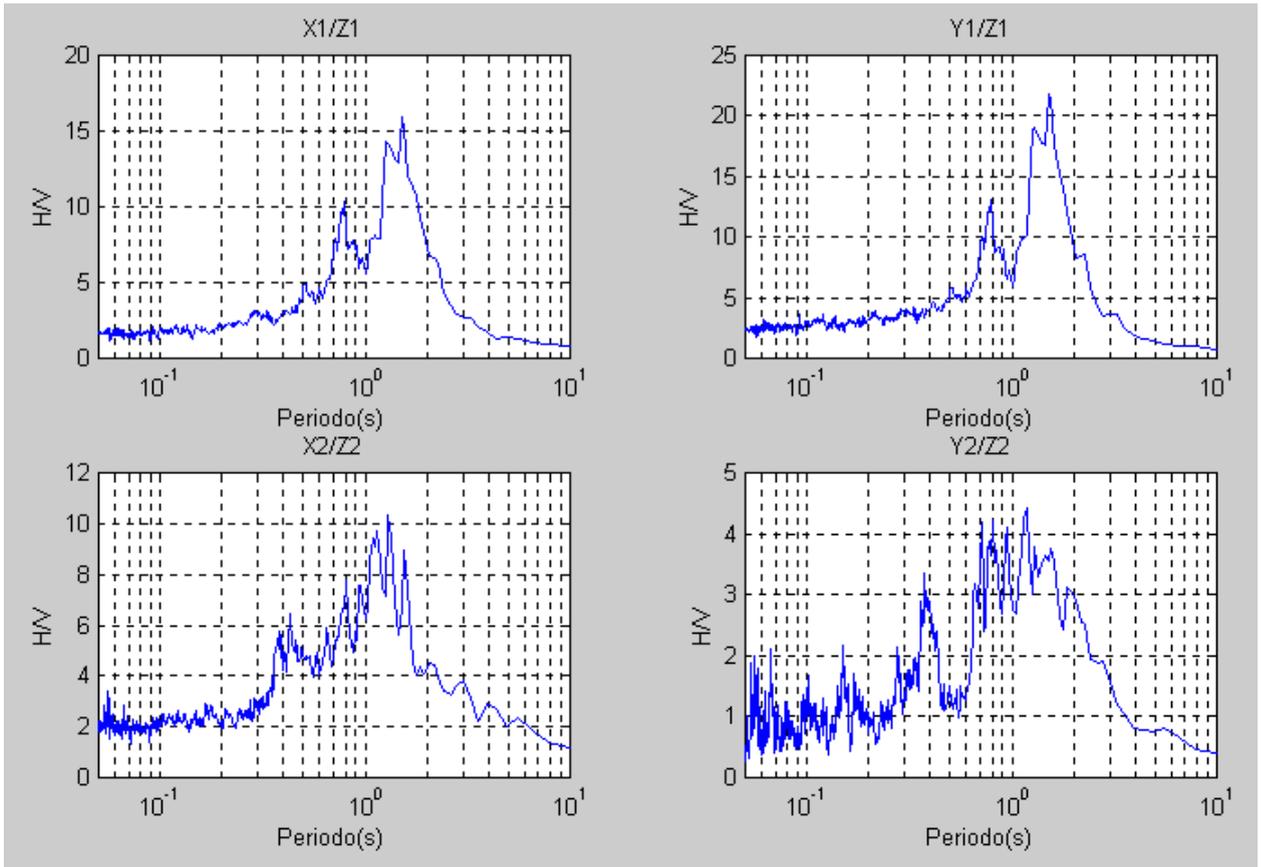


Figura 4. Relación H/V para la zona de Chen Chen

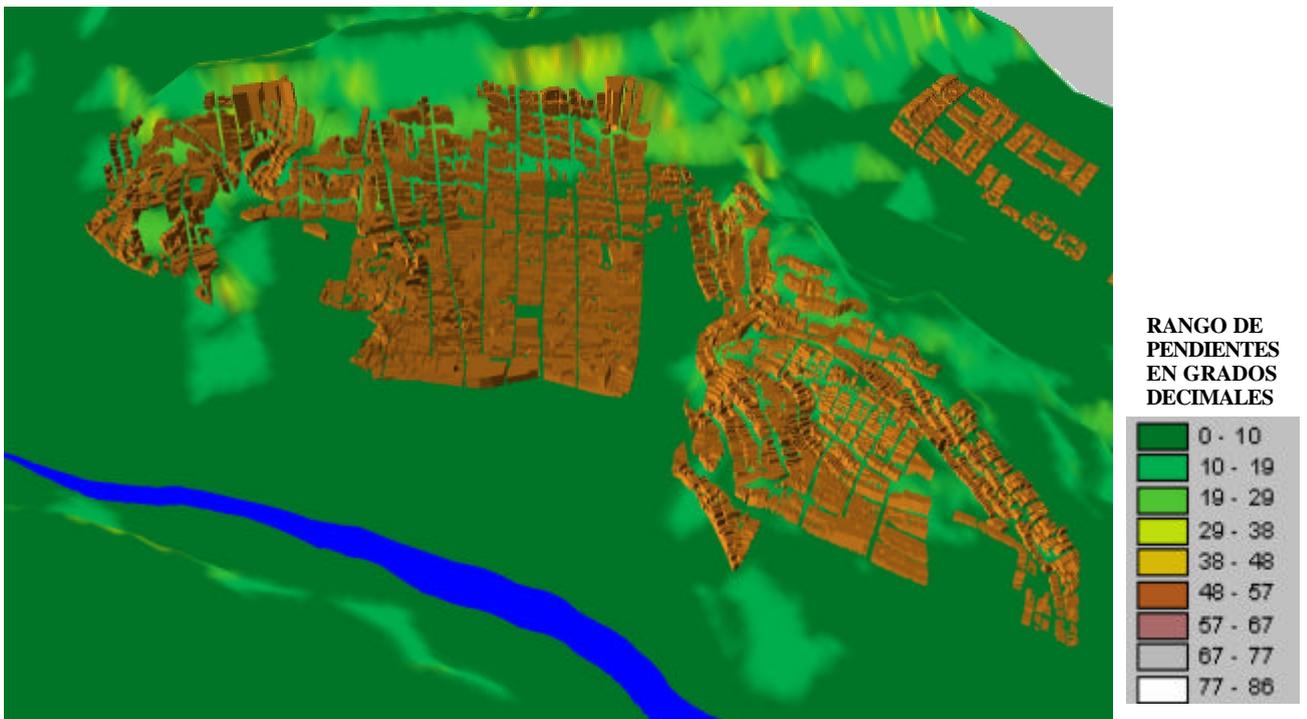


Figura 5. Zonas propensas a deslizamiento – Mariscal Nieto, El Siglo y San Francisco

3.0 DISTRIBUCIÓN DE DAÑO REGIONAL

Una vez que el peligro sísmico debido al movimiento del terreno y los efectos locales del sitio han sido adecuadamente caracterizados, el siguiente paso para el análisis sísmico regional es la estimación de daños para las diversas construcciones.

El desarrollo de un completo y detallado inventario de estructuras es típicamente el más crucial consumidor de tiempo y un caro componente de un análisis sísmico regional. La exactitud de la estimación regional de los daños y pérdidas es altamente dependiente de la exactitud del inventario de las edificaciones desarrollado para el área. Aunque la recolección de datos de edificación por edificación produciría el inventario más exacto, este método no es práctico para un estudio regional. Los métodos usados más ampliamente envuelven una consolidación de información contenida en diferentes bases de datos relacionados con el inventario de construcciones.

El desarrollo del inventario estructural típicamente envuelve cuatro partes principales:

- Identificación de la información requerida ó atributos de la Base de Datos
- Adquisición y revisión de las fuentes de datos aprovechables
- Desarrollo de esquemas de clasificación estructural de las edificaciones
- Integración y compilación del inventario completo

En lo referente a la recolección de información para desarrollar el inventario de estructuras, se contó con el apoyo de: La Municipalidad Provincial de Moquegua, que nos proporcionó información digitalizada del catastro de la ciudad, el cual incluye tablas y datos geográficos en formato de AutoCAD, El Consejo Nacional de Tasaciones CONATA que proporcionó información relacionada con la descripción de las edificaciones, El Instituto Catastral de Lima ICL que proporcionó información referente al uso de las edificaciones y Una empresa privada de Moquegua que nos proporcionó una base gráfica a nivel de lotes del Cercado de Moquegua. Toda esta información fue compilada para luego desarrollar una base de datos como se muestra en la Figura 6.

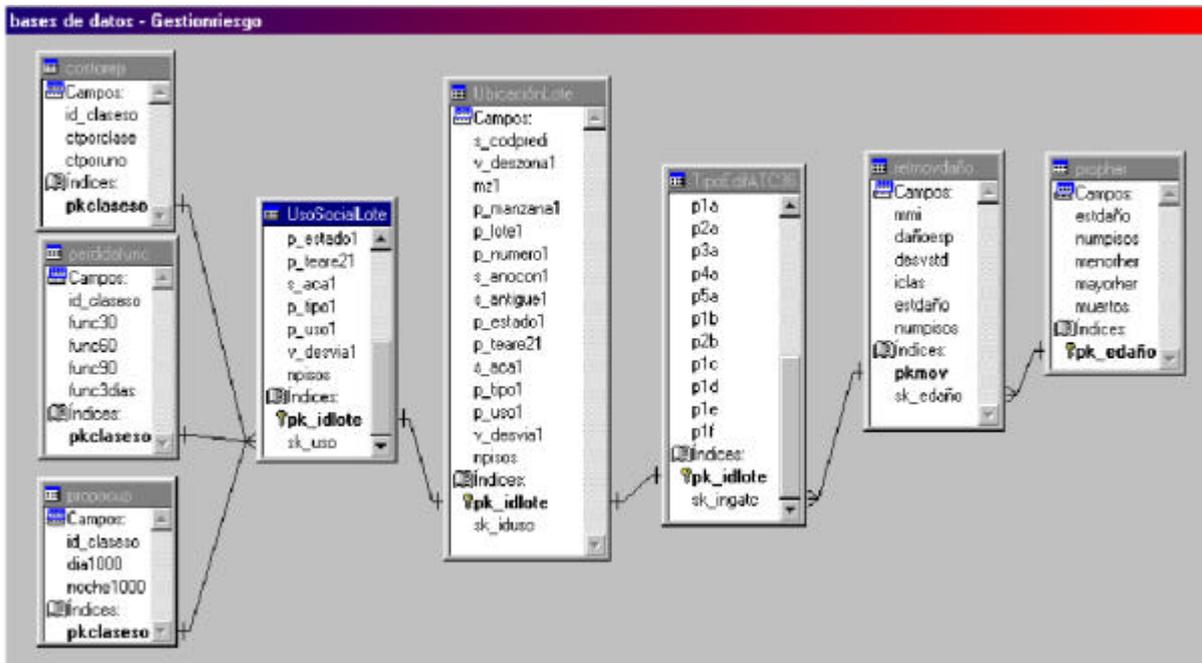


Figura 6. Base de datos desarrollada para el proyecto

Seguidamente se hicieron algunas verificaciones del catastro de la ciudad, debido a que esta información está actualizada hasta antes del sismo del 23 de Junio del 2001, comprobándose que las construcciones que soportaron el sismo del año pasado se adecuaban a la descripción mostrada en el catastro, y por otro lado las construcciones que no soportaron, han sido demolidas y en su lugar existen nuevas construcciones ó están en proceso de construcción. Como se sabe la mayor parte de edificaciones que colapsaron eran de adobe, y en la mayoría de los casos están siendo reemplazados por estructuras de mampostería confinada y en otros por no confinada.

En lo referente al desarrollo de esquemas de clasificación estructural, se han adaptado dos clasificaciones: la primera la del ATC-36(1994) y la segunda propuesta por Sauter (1978) debida principalmente a que estas clasificaciones ya tienen curvas de vulnerabilidad definida.

La Tabla 2 muestra una clasificación estructural de acuerdo a Sauter y a los diferentes tipos de edificaciones existentes en la Ciudad de Moquegua.

CLASES DE EDIFICACIONES	COD
Marcos de concreto reforzado con diseño sísmico	1
Marcos de concreto reforzado sin diseño sísmico	2
Estructuras a base de muros de corte con diseño sísmico	3
Mampostería reforzada con diseño sísmico	4
Mampostería sin reforzar sin diseño sísmico	5
Adobe	6
Provisional	7
Mampostería reforzada sin diseño sísmico	8

Tabla 2. Clasificación estructural de acuerdo a Sauter (1978)

El tipo de edificación llamado Provisional, no pertenece al tipo de edificaciones propuesta por Sauter, ésta es una modificación que fue adaptada por Barrón (1984) después de hacer una evaluación de vulnerabilidad sísmica de la Ciudad de Chimbote. Las construcciones con muros de madera o quincha, con techos de madera ó eternit son llamadas edificaciones provisionales.

La Tabla 3 muestra una clasificación estructural de acuerdo al ATC-36 y a los diferentes tipos de edificaciones existentes en la Ciudad de Moquegua.

CLASES DE EDIFICACIONES	COD
Marcos de Concreto	1
Marcos de Concreto con mampostería sin reforzar	2
Marcos de concreto con muros de corte	3
Mampostería reforzada con diafragma flexible	4
Mampostería sin reforzar	5
Adobe	6
Marcos livianos de madera	7

Tabla 3. Clasificación estructural de acuerdo al ATC-36 (1994)

El tipo de edificación llamado adobe, no pertenece al tipo de edificaciones propuesta por el ATC-36, ésta es una modificación que se está adaptando por hacer una comparación de las propiedades mecánicas de la mampostería reforzada y el adobe.

Es importante mencionar que de ambas clasificaciones solo de han elegido las más similares a las existentes en la Ciudad de Moquegua, pues el ATC-36 tiene 54 tipos mientras que Sauter propone 10 tipos.

La Tabla 4 muestra el factor de daño promedio para edificaciones de mampostería reforzada, con diseño sismorresistente, según la propuesta de SAUTER y la Tabla 5 muestra la esperanza de factor de daño propuesta por el ATC-36. La Figura 6 muestra una comparación de factor de daño para mampostería reforzada tanto la propuesta por Sauter como la propuesta por el ATC-36.

Intensidad MMI	% Factor de Daño Promedio
5	0
6	0.3
7	1.65
8	5.7
9	14.5
10	26

Tabla 4. Mampostería Reforzada con diseño sísmico, Sauter (1978)

Intensidad MMI	Esperanza del % Factor de Daño	Desv. Std. del % Factor de Daño
6	0.84	0.60
7	2.9	1.74
8	5.97	3.17
9	13.5	6.77
10	23.24	8.29
11	41.93	12.38
12	52.34	12.48

Tabla 5. Mampostería Reforzada con diafragma flexible, ATC-36 (1994)

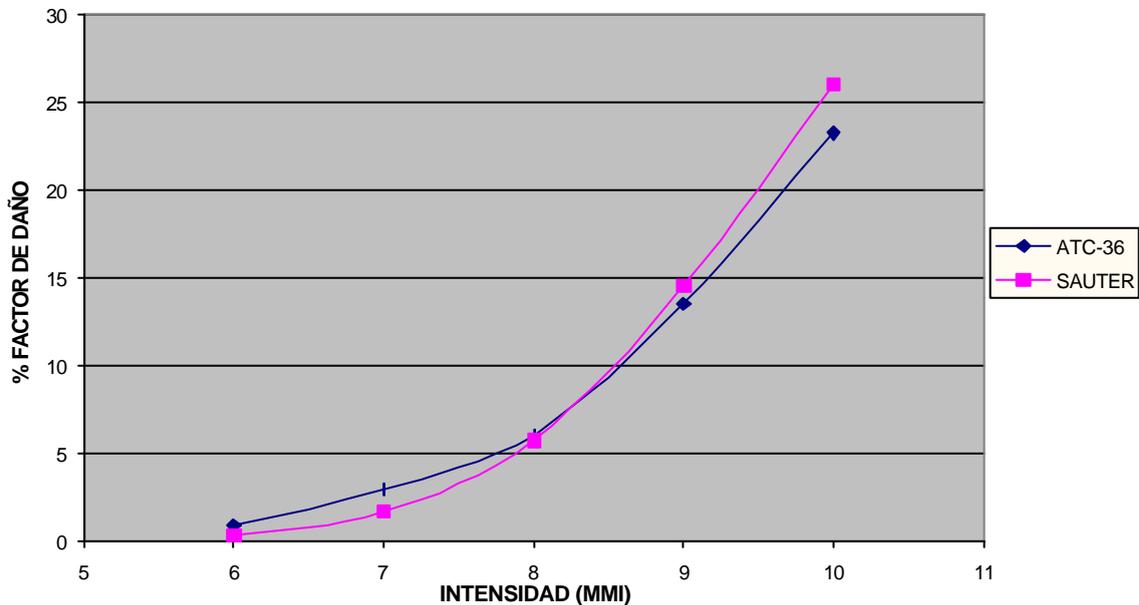


Figura 7. Comparación del % de factor daño para edificaciones de Mampostería Reforzada

El siguiente ejemplo asigna el tipo de construcción de acuerdo a la clasificación de Sauter
 IF (Muros y columnas = Albañilería confinada) AND (Techos = Losa Aligerada);
 AND (Año de Adquisición de Inf.>1999) AND (Año de Construcción <=1997)
 THEN (Tipo de edificación = Mampostería Reforzada sin Diseño Sísmico)

De la información proporcionada por la Municipalidad de Moquegua, el número de lotes existentes es 13766 entre lotes construidos y no construidos y existen 53 centros poblados. La Tabla 6 muestra la distribución parcial de los lotes y el porcentaje de avance de lotes georeferenciados en el entorno GIS respecto del total de predios. El trabajo de georeferenciación de los lotes dentro del entorno GIS es otro de los trabajos que consume gran cantidad de tiempo por lo que todavía no se puede presentar estadísticas totales.

CENTRO POBLADO	% DE LOTES
ENACE B SAN ANTONIO	8
PP.JJ EL SIGLO	5
PP.JJ MARISCAL NIETO	9
ENACE A SAN ANTONIO	13
PP.JJ SAN FRANCISCO	14
CERCADO	17
% DE AVANCE	66

Tabla 6. Distribución de los lotes al 66% de avance

En la Tabla 7 se muestra el número de estructuras de acuerdo a la clasificación de Sauter, en la Tabla 8 se muestra la clasificación de estas estructuras según el ATC-36 y en la Tabla 9 se indica el número de edificaciones según el número de pisos.

Tipo de edificación	# DE EDIF.
Marcos de concreto reforzado sin diseño sísmico	7
Mampostería reforzada con diafragma flexible	391
Mampostería sin reforzar sin diseño sísmico	190
Adobe	3909
Provisional	12
Mampostería reforzada sin diseño sísmico	2076
Lotes sin construir ó sin información	1679
TOTAL ANALIZADOS	8264

Tabla 7. Número de estructuras de acuerdo a Sauter (1978)

Tipo de edificación	# DE EDIF.
Marcos de concreto	7
Marcos de concreto con mampostería sin reforzar	15
Mampostería reforzada con diafragma flexible	2471
Mampostería sin reforzar	174
Adobe	3914
Marcos livianos de madera	12
Lotes sin construir ó sin información	1671
TOTAL ANALIZADOS	8264

Tabla 8. Número de estructuras de acuerdo al ATC-36

Tipo de edificación	# DE EDIF.
Edificaciones de un piso	6346
Edificaciones de dos pisos	708
Edificaciones de tres pisos	214
Edificaciones de cuatro pisos	16
Edificaciones de cinco pisos	5
Edificaciones de seis pisos	3
Lotes sin construir ó sin información	972
TOTAL ANALIZADOS	8264

Tabla 9. Número de estructuras de acuerdo al número de pisos

4.0 TRABAJOS FUTUROS

Es de suma importancia elaborar una matriz de probabilidad de daños adecuada a nuestras construcciones para poder realizar estimaciones más certeras del riesgo sísmico de nuestras ciudades. Por citar un ejemplo, el INGEOMINAS en convenio con la Universidad de los Andes (Colombia) y otras instituciones adaptaron la matriz de probabilidad de daños del ATC13 para la ciudad de Bogotá, y posteriormente se realizaron verificaciones utilizando metodologías más refinadas similares a las planteadas en HAZUS; técnica propuesta por RMS (Bendimerand 1999) para FEMA (1999). Se utilizó el modelo propuesto por Cardona y Hurtado (2000b), basado en la simulación estocástica del comportamiento de edificios de concreto armado, típicos para Colombia, utilizando el programa PROMENVIR de procesamiento en paralelo (Bonnet et al. 2001).

5.0 CONCLUSIONES

La tecnología de sistema de información geográfica ha confirmado sus ventajas sobre métodos clásicos para elaborar mapas y para realizar apropiadamente el análisis de peligro y riesgo sísmico.

De acuerdo al análisis del peligro sísmico de Moquegua se espera una aceleración pico de 0.41g para un periodo de exposición sísmica de 50 años y 0.51g para un periodo de exposición sísmica de 100 años a nivel del basamento rocoso.

Los efectos de sitio que serán analizados son la amplificación sísmica y deslizamiento, para lo cual se usarán la información: topográfica, geológica, geotécnica y de microtrepidaciones registradas en cada zona, estando esta última en la etapa de procesamiento.

Se ha elaborado una base de datos para los diferentes tipos de edificaciones existentes de la ciudad de Moquegua. La base grafica correspondientes a estos datos están siendo georeferenciados usando las herramientas SIG y actualmente esta en un 66% de avance.

Para la evaluación de daños de la ciudad de Moquegua se usarán: las curvas de vulnerabilidad propuesta por el ATC-36 y por Sauter adaptadas a las edificaciones de Moquegua, los sismos escenarios calculados anteriormente para 50 y 100 años de exposición sísmica y los efectos de sitio como son amplificación sísmica y deslizamiento.

En esta investigación se está realizando un análisis que pueda servir de base para proponer matrices o funciones de vulnerabilidad adecuadas a nuestros tipos de edificaciones más comunes usando el método Delphi.

6.0 REFERENCIAS

1. Rachel A. Davidson, **An Urban Earthquake Disaster Risk Index**, Stanford, California – 1997.
2. Stephanie A. King and Anne S. Kiremidjian, **Regional Seismic Hazard And Risk Analysis Through Geographic Information System**, Stanford, California – 1994.
3. Abel Ordóñez, **Tesis “Estudio de la Vulnerabilidad Sísmica de Huaraz”**, Lima – 1984.
4. Luis Fernando Lazares La Rosa, **Tesis “Estudio de la Vulnerabilidad Sísmica de las Edificaciones de los Departamentos de Moquegua y Tacna”**, Lima – 1994.
5. José F. Ríos, **Tesis “Estudio de Vulnerabilidad y Medidas de Prevención Sísmica en el Centro de Lima”**, Lima – 1984.
6. Centro de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres- Universidad Nacional de Ingeniería (CISMID- UNI), **Memorias del Primer Simposium Nacional de Prevención y Mitigación de Desastres Naturales**, 01 de Junio al 03 de Junio de 1987.
7. Allan Lavel, **Viviendo en Riesgo**, Colombia – 1994.
8. Max Salas Ferro, **Tesis “Evaluación de la Vulnerabilidad Estructural del Hospital Guillermo Almenara Irigoyen”**, Lima – 1997.
9. Hugo Barrón, **Tesis “Estudio de la Vulnerabilidad Sísmica de Chimbote”**, Lima – 1984.
10. Environmental Systems Research Institute, **Arc View GIS The Geographic Information System for Everyone**, USA – 1996.
11. Richard Forysth, **Sistemas Expertos**, Inglaterra – 1984.
12. Jhon Bisecas, **SQL El Lenguaje de las Bases de Datos Relacionales**, Madrid-1990.
13. ATC-21, **Rapid Visual Screening of Seismically Hazardous Buildings**, California – 1988
14. ATC-13, **Earthquake Damage Evaluation Data For California**, California – 1985
15. ATC-14, **Evaluating The Seismic Resistance Of Existing Buildings**, California - 1987
16. CONVENIO UNSA – INDECI, **Evaluación de peligros de la Ciudad de Moquegua**, Arequipa – 2001.
17. Vizcarra M.A., **Tesis UNI “Microzonificación Sísmica de Moquegua Aplicada al Planeamiento Urbano Para La Mitigación de Desastres Naturales Empleando El Método Simplificado”**, Lima – 1986.

18. INGEOMINAS, **Microzonificación Sísmica de Bogota**, Bogota – 1997
19. ACI Capitulo Peruano, **Normas Peruanas de Estructuras**, Lima – 1998
20. Julio Kuroiwa, **Reducción de Desastres**, Lima – 2002
21. ININVI, **Quincha Prefabricada**, Lima – 1987
22. Julio Kuroiwa, **Curso de Capacitación Para Capacitadores**, Lima – 1996
23. ININVI, **Adobe Norma E-080**, Lima – 1987
24. Guillermo Saber M., **Investigación Tecnológica Del Adobe** , Cusco – 1989
25. CISMID – UNI, **Diseño Sísmico De Construcciones De Adobe**, Lima - 1993