

APLICACION DE SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA EN LA DETERMINACION DE AREAS VULNERABLES A RIESGOS NATURALES

Ing. Carmen E. Eustaquio Villanueva

**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL
PROYECTO : SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA - GEODECI
Calle 1 y 21 Urb. Corpac - Ofic.301, Lima 27 - Perú.
Telf:413277 anexo 121, Fax: 0051-14-413349**

INTRODUCCION

En los últimos años se ha comenzado a desarrollar en numerosos países toda una serie de procedimientos automáticos destinados a la recopilación, almacenamiento, análisis y presentación de datos referenciados geográficamente, con el fin principal de satisfacer las necesidades de información y análisis generadas fundamentalmente para el proceso de toma de decisiones en **planeamiento territorial**, de gestión del espacio urbano y de los recursos físicos.

En la actualidad se han realizado diversos estudios específicos y multidisciplinarios relacionados con los desastres naturales que ocurren en el Perú. Es decir, determinar áreas que involucren la vulnerabilidad a riesgos naturales, cuyos métodos de trabajo y análisis están referidos a aplicar la microzonificación en el planeamiento físico de ciudades y el impacto socio-económico de los desastres.

Por ello, el presente estudio constituye una metodología sobre **SIG**, aplicado en el Distrito de Comas - Lima Metropolitana, con el fin de integrar información multidisciplinaria, que aplique técnicas y métodos científicos apropiados en la obtención, procesamiento, análisis y modelamiento de datos, el cual se desarrolló bajo el Convenio de Cooperación Técnico Científico entre el Instituto Nacional de Defensa Civil -Universidad Nacional Mayor de San Marcos, E.A.P. Ingeniería Geográfica.

Esto nos permitirá adquirir los conocimientos necesarios sobre los análisis de riesgos de manera conveniente y óptima, así como la ubicación de la infraestructura física y social que corresponda a áreas vulnerables, a fin de evaluar los posibles daños, el impacto poblacional ocasionado por los desastres naturales, etc, teniendo al **SIG** como una herramienta fundamental para la toma de decisiones y para la formulación de planes y estrategias para la prevención y atención de desastres naturales.

El **Sistema de Información Geográfica** podrá aplicarse asimismo, para el manejo de riesgos en los diferentes niveles de la planificación del desarrollo. A nivel local, se utilizará para facilitar el proceso en la **toma de decisiones**, para la organización territorial y determinar estrategias específicas de mitigación.

GENERALIDADES

La planificación y el manejo de la infraestructura física son elementos críticos en los medios urbanos, convirtiéndose con el tiempo en un proceso complejo desde el punto de vista de manejar gran cantidad de información. Teniéndose en cuenta las decisiones a tomarse sobre el acondicionamiento integral del territorio entonces existe la necesidad de estudios y levantamientos exhaustivos basados en información detallada.

Por tanto, la información requerida debe ser más que una simple recolección de datos, teniéndose en cuenta que en el análisis de datos, los requerimientos deben estar de acuerdo a las instituciones que manejen información. A través de este proceso, en cualquier tarea de planificación se tiene la necesidad de establecer mecanismos que puedan convertir estos datos en información, teniendo en cuenta el uso de las **técnicas de modelamiento** de datos, y considerando todas las **variables** que puedan influir en los objetivos establecidos por el sistema, en el que se realizan las combinaciones necesarias para la **toma de decisiones**.

El fundamento conceptual de estos sistemas simples o complejos, es el mismo en el que se apoyan los métodos **convencionales** en la elaboración de la **cartografía**. El **documento cartográfico** ha sido siempre un instrumento básico a la hora de la concepción de ideas, del **análisis** y de la comunicación de conceptos; del cual han hecho uso todas las ciencias y técnicas que se ocupan de los **problemas espaciales**.

En la actualidad y para los fines señalados, la necesidad de manejar simultáneamente gran cantidad de datos de diversas tipologías, así como la rápida evolución de las características de algunos de éstos, hace que la **cartografía convencional** resulte insuficiente, orientándose los esfuerzos e investigaciones a sistemas integrados y automatizados de almacenamiento de datos geográficos, análisis matemáticos de los mismos y presentación de los resultados, tanto en forma alfanumérica como gráfica, constituyendo los denominados **Sistemas de Información Geográfica**.

Se intenta emprender la mitigación de riesgos naturales mediante estudios de planificación del desarrollo. Sin embargo, pueden existir los conocimientos y los datos básicos en forma de mapas, documentos y estadísticas, pero a menudo falta un **enfoque sistemático espacial**. La cantidad de información necesaria para el manejo de riesgos naturales, especialmente dentro de la planificación del desarrollo integrado, sobrepasa la capacidad de los métodos manuales y por lo tanto es imprescindible el uso de técnicas automatizadas, como el **Sistema de Información Geográfica**.

Por ello, los **Sistemas de Información Geográfica** desempeñará un papel importante en este proceso actuando como una herramienta para recolectar, organizar, analizar y presentar datos, y servirá como medio sistemático para recolectar varias capas temáticas de información sobre una unidad del espacio geográfico denominado unidades homogéneas de análisis.

Las perspectivas de la aplicación de los **Sistemas de Información Geográfica**, son prácticamente ilimitadas y en la actualidad se están incorporando a diversos campos; tal es así, que mediante este estudio se busca establecer una metodología aplicativa, siendo imprescindible modificar las formas y estructuras actuales de generar información y de planificar el desarrollo, tanto a nivel regional o local. En este caso, determinando las áreas de vulnerabilidad física al riesgo sísmico así como su incidencia e impacto hacia la población, a fin de proponer las medidas preventivas pertinentes.

ANTECEDENTES

La Vulnerabilidad Sísmica en Lima Metropolitana

Lima está ubicada en la costa del Pacífico donde entran en contacto dos placas tectónicas, la Placa de Nazca y la Placa Americana. El movimiento de la Placa de Nazca empujando debajo de la Placa Americana causa una descarga considerable de energía sísmica en el área.

La vulnerabilidad de la ciudad y sus habitantes también varían de acuerdo a la ubicación dentro del entorno de la capital, siendo una interrelación compleja de varios factores que intervienen para configurar la vulnerabilidad sísmica relacionados a los aspectos del comportamiento del suelo.

En las zonas marginales donde se encuentran ubicados los **pueblos jóvenes**, la **vulnerabilidad sísmica es más alta**. Por cuanto muchas viviendas son de material noble y por lo general no se toma en cuenta **criterios antisísmicos** en los diseños. Además, muchos **asentamientos están ubicados en vertientes o en suelos inestables**.

Los Desastres Naturales y los SIG

En los últimos años en los medios de investigación y planificación se está desarrollando y generalizando el uso del término **Sistema de Información Geográfica (SIG)** como denominación de base de datos georeferencial que ejecuta actividades de manipulación, automatización y procesamiento de información espacial.

Esta continúa innovación en el campo de la informática y en el manejo espacial de los datos, constituye el principal factor de la aceptabilidad de esta metodología, que ha ido incorporando avances en cuanto a nuevas formas de manipulación y análisis de la información necesaria y acorde con la aplicación.

La información a ser incluida en un SIG para el manejo de riesgos, estará determinado de acuerdo al nivel de aplicación y de su utilización: como evaluaciones de amenazas, evaluaciones de vulnerabilidad, preparación y respuestas a desastres o actividades de auxilio y reconstrucción después de un desastre.

El presente estudio tiene importancia práctica, en el sentido de aplicar el SIG en **ámbitos urbanos para la determinación de áreas de vulnerabilidad al riesgo sísmico**, considerando las condiciones de vida de la población (niveles socio-economicos), disponibilidad de vivienda. De igual manera, se tomará en cuenta la vulnerabilidad

física, en la cual se involucran los diferentes factores que intervienen en la estructura y el comportamiento de los suelos, llegándose a **identificar las áreas críticas**, para su acción inmediata, así como determinándose la cuantificación del impacto que pueda ocasionar tal riesgo hacia la población, estableciendo medidas para minimizar los efectos destructivos y por consiguiente reducir su magnitud.

Objetivos

Generales.-

Aplicar el Sistema de Información Geográfica Automatizado en la determinación de áreas de vulnerabilidad por riesgos, a fin de proponer las medidas de prevención y mitigación correspondientes, mediante el diseño de modelos cartográficos digitales de múltiple propósito.

Específicos.-

- Microzonificación del distrito de Comas según grados o niveles de vulnerabilidad sísmica y la identificación de áreas críticas.
- A través de los **modelos cartográficos**, facilitar el proceso de toma de decisiones con respecto a la **organización y ordenamiento del territorio del distrito**, de acuerdo a los niveles de riesgos, impacto e incidencia en la población e infraestructura física.

DESCRIPCION Y LOCALIZACION GEOGRAFICA

El ámbito de estudio contiene todas las características esenciales del desarrollo urbano y corresponde al Cono Norte de Lima Metropolitana, específicamente al Distrito de Comas, el interés e importancia está dado por el proceso del crecimiento urbano que tiene como resultado un área totalmente caótica con una mínima capacidad de respuesta por parte de los órganos de control que tienen su quehacer en el desarrollo urbano, donde el **INDECI** como órgano encargado de la prevención de desastres está desplegando esfuerzos cumpliendo su rol promotor de la protección y seguridad de la población.

La **ocupación** de las diferentes zonas geográficas del **distrito de COMAS** presenta ciertos casos de riesgos naturales, con una presencia activa en los rápidos cambios demográficos, degradación ambiental y la deficiencia de infraestructura adecuada para la **mitigación de riesgos**; donde además la población tendrá un rol clave en la reducción de la vulnerabilidad evitando mayores consecuencias.

Los **problemas** que puedan presentarse en el **distrito de COMAS**, constituye una realidad que es necesario conocer a través de este estudio. Para el efecto, se proyectará con el apoyo de los **modelos cartográficos digitales** las alternativas de solución adecuadas utilizando las herramientas que la tecnología moderna ofrece

El área de estudio está situado en el Departamento de Lima, provincia del mismo nombre y en el cono norte de la zona metropolitana; donde el Distrito de Comas (La Libertad) tiene una superficie aproximada de 48.75 Km²., el cual equivale al 94.1 % del ámbito de estudio (51.81 Km²).

Geográficamente está comprendido entre las siguientes coordenadas:
Meridianos 77° 25' 00" y 77° 04' 16", de Longitud Oeste de Greenwich.
Paralelos 11° 53' 00" y 11° 58' 20", de Latitud Sur.

Políticamente está limitado por los siguientes distritos:

- Por el Norte, con el distrito de Carabayllo y Puente Piedra.
- Por el Sur, con el distrito de Independencia.
- Por el Este, con el distrito de San Juan de Lurigancho.
- Por el Oeste, con el distrito de Los Olivos.

MATERIALES

A.- Recubrimiento Cartográfico

Se recopilaron Planos Urbanos, Mapas Topográficos, Planos Topográficos, Mapas Temáticos con escalas compatibles al ámbito de estudio.

B.- Recubrimiento Aerofotográfico

Se utilizaron fotografías aéreas a escalas 1/30,000 y 1/4,000.

C.- Recubrimiento Satelital

Los archivos digitales fueron Imágenes Spot Pancromáticos del Perú y de Lima Metropolitana.

SOFTWARE

A.- Principal: SIG PC ARC/INFO

B.- Complementarios: SIG ILWIS, SIG IDRISI

METODOLOGIA

La información pasa a una evaluación en variables y parámetros para que el análisis de los modelos que se apoyen con las técnicas que el SIG proporciona para ésta metodología se desarrollen bajo los objetivos deseados.

Fase de Pre-Campo

a) Preparación para la adquisición de información

En esta fase se llegó a recopilar la información necesaria de diversas instituciones para la construcción y desarrollo de los modelos cartográficos de aplicación, utilizando la tecnología SIG, por ello fue necesario definir los parámetros y variables concluyentes para la conformación de la base de datos geográficos, del área de estudio con carácter de múltiple propósitos.

Cabe mencionar que se revisaron los estudios y aplicaciones desde el punto de vista metodológico, los mecanismos de procesos así como la obtención de sus productos.

Por este motivo, en la construcción de esta aplicación SIG fue necesario priorizar los estudios referentes a Lima Metropolitana, ya que dependerá exclusivamente de la información que se pueda obtener, para ello se clasificó en cuatro fases, necesarias para analizar y realizar el presente estudio de acuerdo a la información con la respectiva verificación de campo.

Fase de Campo

Esta fase involucra diferentes procesos el cual nos permite realizar la metodología del SIG, tal es así que en dicha metodología necesariamente se complementa con el trabajo de campo, para ciertos elementos geográficos, así como generar información a diversos niveles de detalle, es decir, elaborar cartografía ambiental necesaria y consistente.

Para realizar esta fase se efectuó primeramente un reconocimiento de la zona de estudio para ello se consideraron diferentes puntos de interés e importancia, esto se explica debido a que necesitamos establecer mecanismos necesarios para identificar, definir y deducir características de los fenómenos urbanos que son registrados en las aerofotografías así mismo para realizar los chequeos tradicionales de información, verificación y ajuste etc.

Para tal efecto se programaron diversas visitas a la zona con el fin de compatibilizar la información recopilada, así como las características prioritarias para la cartografía ambiental elaborada (Geología, Pendientes, Geomorfología, etc.)

Fase Final - Sistema de Información Geográfica

1. Preparación para la Captura de Datos Geográficos

Se consideraron los siguientes procesos:

a) Proceso de Homogeinización de Información

Se compatibilizó la información provenientes de todas las fuentes, esto supone, la congruencia de datos con el fin de tener la compilación cartográfica, estableciendo la base de datos de este estudio SIG.

b) Proceso de Acondicionamiento cartográfico

Esta fase involucró en preparar la información recopilada, por lo cual era necesario preparar cartografía tales como: Mapa base, mapa de pendientes, mapa geológico-litológico, mapa geomorfológico, zonificación tectónica estructural, mapa isosistas, entre otros.

- Elaboración del Mapa de Unidades homogéneas de Análisis

Este proceso consistió en la superposición de la cartografía ambiental generados a este nivel, los cuales han sido ajustados a la base cartográfica, el que dispone de la referencia geográfica estableciéndose las relaciones geométricas y precisas para su posterior integración. Fue necesario realizar este proceso en forma automática ya que presentaban los patrones de homogeneización para cada capa temática ingresada y su respectiva correlación con los demás mapas temáticos.

De este modo se llegó a integrar cada elemento de la cartografía ambiental correspondiente; referidos al comportamiento del suelo, donde las variables del medio físico son los siguientes:

- Unidades Litoestratigráficas - Litología
- Unidades Geomorfológicas
- Zonas de Intensidades (Isosistas)
- Zonificación Tectónica Estructural
- Pendiente
- Tipos de Suelos

Las características físicas ambientales y socioeconómicas más saltantes que tipifican el carácter del área y que tienen relación con el objetivo del estudio se estableció mediante un diagnóstico físico-ambiental el cual conforma la base de datos.

- Tipificación de Vivienda
- Impacto Poblacional
- Equipamiento Urbano
- Infraestructura Crítica
- Vías de Comunicación
- Servicios Básicos
- Microzonas de Desarrollo
- Zona Comercial, Industrial, Agrícola

MODELAMIENTO CARTOGRAFICO

Como resultado de la integración ambiental y de acuerdo a la ponderación se obtuvo las siguientes áreas:

Descripción	Area (ha)	%
Alta Vulnerabilidad	704.14	13.60
Moderada Vulnerabilidad	2 174.12	41.96
Baja Vulnerabilidad	2 303.07	44.44

Como consecuencia del modelo cartográfico, se obtuvo una distribución superficial de los niveles de vulnerabilidad considerados en el análisis, ésta última etapa, consistió en señalar las áreas vulnerables desde el punto de vista del medio físico/comportamiento del suelo, y con ello llevar a cabo la transformación de uso y recomendaciones con el modelo cartográfico.

Areas críticas-impacto e incidencia de niveles de vulnerabilidad en la Población:

La información obtenida mediante los modelos cartográficos de los niveles de vulnerabilidad del área geográfica esto se estima bajo un análisis del riesgo que ocasionaría hacia la población, por el cual, se hizo una estimación sobre la población involucrada ante un riesgo sísmico cuantificándose la población afectada en los niveles de vulnerabilidad.

	Hab./miles	%
Manzanas con población en zonas de Alta Vulnerabilidad	113,857	29.55
Manzanas con población en zonas de Moderada Vulnerabilidad	32,723	8.50
Manzanas con población en zonas de Baja Vulnerabilidad	238,690	61.95