

Sísmica, sino que debe conocer por lo menos los efectos de microzona que causan y el tipo de daños provocados por dichos fenómenos.

Quizás a esta nueva especialidad, que incluye además conocimientos sobre planificación urbana y regional para la mitigación de desastres, podría denominarse: Ingeniería en Desastres.

En la metodología presentada se han incluido los fenómenos más frecuentes y destructivos en Latinoamérica y el Caribe, pero como puede comprenderse, lo primero que debe hacer el coordinador o jefe de proyecto, es efectuar un estudio preliminar para determinar qué fenómenos son importantes para su zona en estudio y qué debe incluir en el programa de investigación.

Otra labor que debe efectuar al iniciar los trabajos es un inventario de los datos disponibles, determinar cuáles con los faltantes y con qué precisión deben ser producidos. Por ejemplo, para estudios de inundaciones y drenajes, a qué distancias deben estar separadas las curvas de nivel.

### 3.2 METODOS SIMPLIFICADOS DE MICROZONIFICACION PARA EL PLANEAMIENTO URBANO

Si los objetivos de los estudios de microzonificación son claramente definidos y se conocen los alcances de su aplicación, los estudios de microzonificación pueden ser simplificados.

En el transcurso de los últimos 12 años se desarrollaron y aplicaron en el Perú 2 métodos simplificados de microzonificación con fines de planificación urbana para la mitigación de desastres. El primero se aplica a centros urbanos pequeños, que tienen menos de 10,000 habitantes, y el segundo para ciudades con decenas de miles a centenares de miles de habitantes.

Cuando ocurrió el terremoto de febrero de 1979 en Arequipa, ocasión en que, excepto la ciudad de Arequipa, las poblaciones afectadas tenían menos de 10,000 habitantes, el autor consideró que era buena ocasión para verificar las conclusiones concernientes a la influencia de las condiciones locales en la distribución de daños,

obtenidos de las investigaciones previas en los terremotos de 1970 y 1974. También para desarrollar un método simple y de bajo costo que, por prescindir de instrumentos sofisticados, pueda ser usado por personal no especializado y de poca experiencia y ser aplicado de manera extensiva en las pequeñas y medianas poblaciones del Perú, país castigado por varios tipos de catástrofes naturales.

Durante los trabajos de campo que duraron un año y que fueron efectuados con la participación de 5 egresados de la Facultad de Ingeniería Civil de la UNI que cumplían su servicio civil de graduados SECIGRA, se pudo ratificar que las condiciones naturales de sitio influyen de manera determinante en la distribución de daños. La humedad del suelo incrementa el grado de severidad de las sacudidas sísmicas; esto es particularmente cierto en suelos de grano fino. Las construcciones en pendientes tienden a sufrir mayores daños que en terrenos planos, pero cuando el suelo es rocoso los daños no se incrementan con respecto a terrenos planos de características similares.

La experiencia del terremoto de Arequipa de 1979, sirvió para desarrollar un método simplificado de microzonificación para ser aplicado en la expansión de pequeñas poblaciones. Informaciones más detalladas de las investigaciones efectuadas en Arequipa se pueden encontrar en las Refs. 7 y 9. Estas poblaciones pequeñas son en general compactas, y las áreas de expansión son los terrenos que las rodean. La metodología consiste en los siguientes pasos:

Delimitación del área de estudio alrededor del centro poblado en estudio. Esto obviamente disminuye la dimensión del problema por estudiar. El criterio para delimitar el área es, que los servicios de la ciudad (escuelas, mercados, recreación, etc.) deben ser utilizados diariamente sin que los pobladores tengan que realizar grandes esfuerzos para trasladarse. En las pequeñas poblaciones por ejemplo, donde los niños van a pie a sus escuelas, la distancia máxima debe ser unos 2 kms.

División del área de estudio en sectores de similares características en cuanto a propiedades de suelo, topografía, amenaza de fenómenos naturales violentos, tenencia, etc.

**Calificación de cada área utilizando criterios simples de determinar, como: características de suelo, capacidad portante, granulometría, grado de humedad, etc.; topografía, siendo preferible los terrenos planos a los terrenos con pendiente. Son mejores los de tipo rocoso y denso que los suelos blandos, húmedos. Se descalifican los sectores amenazados por inundaciones, fallas de suelos, como deslizamientos, asentamientos, licuación, etc. De los resultados de esta parte se puede estimar los costos de cimentación de las edificaciones, factor que también se considera.**

**Factibilidad y costo estimado de dotar al sector de los servicios esenciales, sobre todo de agua, desagüe y transporte, y también energía y comunicaciones.**

**Selección de los sectores más seguros y económicos de desarrollar sobre los cuales se recomienda que crezca la población.**

**Los sectores de mayores peligros debe ser utilizados para parques, estadios, avenidas y otros usos adecuados.**

**Cuando se trata de ciudades de tamaño medio, al estar más expandidas que las anteriores, pueden dejar áreas libres importantes entre sus urbanizaciones, ya que cuentan con transporte urbano y las opciones para expansión son también mayores.**

**En este caso, también con la finalidad de disminuir costos de los estudios, se identifican las posibles áreas de expansión, que puede numerarse, y cada una de ellas es calificada considerando factores físicos, legales, económicos y sociales.**

**Entre los factores físicos se consideran: topografía, características de suelos, seguridad frente a desastres naturales, accesibilidad, factibilidad de servicios. En el aspecto legal, la tenencia de la tierra es el factor a considerar. En el factor económico se consideran los costos de habilitación urbana y los costos estimados de las edificaciones. En el factor social, el uso social del espacio y la demanda. Se puede orientar y dirigirse así a la población al uso del mejor emplazamiento.**

Después de un estudio de alternativas se seleccionan las áreas de expansión, dándose prioridad a los que tienen las mejores condiciones en el momento que concluyan las investigaciones.

#### **4. APLICACION DE LA MICROZONIFICACION AL PLANTEAMIENTO URBANO PARA LA MITIGACION DE DESASTRES**

Después del terremoto que afectó el Perú el 31 de mayo de 1970, donde se pudo notar claramente los efectos de microzona, en Chimbote y Huaraz, se efectuaron los estudios de microzonificación con la finalidad de planificar su reconstrucción.

*Chimbote:* Efectuado por la Misión Japonesa presidida por el Dr. R. Morimoto y su contraparte peruana en 1970 (22).

El planeamiento de la reconstrucción de Chimbote en base a los estudios mencionados, se hizo con la colaboración del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. El "Plan Chimbote" estaba constituido por personal multidisciplinario y multinacional.

La planificación de la reconstrucción y los planes de desarrollo a mediano y largo plazo fueron muy minuciosos y completos. Lamentablemente, por diversos factores, esos planes no se implementaron completamente (23). Sin embargo, desde el punto de vista de mitigación de desastres, las disposiciones fueron correctas, y entre otras medidas, la amplia zona pantanosa que existía alrededor de la ciudad fue declarada no apta para el desarrollo urbano en el mapa de microzonificación y eso fue respetado en el Plan Chimbote. En ese lugar se desarrollaba la urbanización (colonia) Villa María Baja, donde las viviendas de albañilería de 1 y 2 pisos sufrieron 90% de daños, tanto por la violencia de las vibraciones como por licuación y asentamientos del suelo. En las otras zonas de Chimbote, similar tipo de construcción sufrió menos del 30% de daños.

En 1983, debido al fenómeno de "El Niño", todos los valles de la costa Norte del Perú se inundaron, incluyendo en el que se ubica la ciudad de Chimbote. En esa ocasión, la parte baja pantanosa, peligrosa desde el punto de vista sísmico, se inundó, pero no causó daños, porque no se permitió que se volviera a construir en ese lugar.

Puede decirse que este es un ejemplo de éxito en la aplicación de la microzonificación a la planificación urbana para la mitigación de desastres.

**Huaraz.-** La contraparte peruana constituida por los autores de la Ref. 5 efectuaron la microzonificación de Huaraz en 1971 y asesoraron la preparación del programa de reconstrucción de dicha ciudad. Por falta de terrenos amplios en la sierra, la ciudad se reconstruyó en el mismo lugar, pero en los sectores donde las ondas sísmicas se amplificaron más, causando mayores daños que en lugares adyacentes, las construcciones fueron reforzadas, consistiendo esto en columna y vigas de amarre en las viviendas de mampostería, y la adición de muros de concreto armado en edificios de este material.

### **Otras Aplicaciones**

**Cerro de Pasco.-** Los estudios de microzonificación efectuados por los autores de la Ref. 5 por encargo del Ministerio de Vivienda y Construcción en 1977, hicieron que se desechara un lugar plano y extenso, lecho de un antiguo lago, como área de expansión para la ciudad minera de Cerro de Pasco, por ser pantanoso. La necesidad se creó, porque parte de dicha ciudad, desplazada por la explotación minera de tajo abierto, debía de ser trasladada a otro lugar.

**Nueva Ciudad Constitución.-** La nueva Ciudad Constitución fue fundada por el Presidente Arq. Fernando Belaunde Terry en la Selva Alta del Perú en 1984. La ciudad se planificó en base a los estudios de microzonificación auspiciado por HABITAT Centro de Naciones Unidas por los Asentamientos Humanos (12).

Estudios geotécnicos y de dinámica de suelos realizados indicaron que no había diferencia apreciable entre los diferentes sectores estudiados. Más bien el mapa de microzonificación quedó definido por los límites de inundación del río Palcazú, los surcos de erosión de pequeños cursos de agua y la accidentada topografía, que fueron declarados inaptos para uso urbano.

**Costas de Lima Metropolitana.-** Con los auspicios de UNDRO (11 y 13) y luego USAID/OFDA se estudiaron los 100 km de costas de Lima Metropolitana, donde en los próximos años se asentarán cientos de miles de nuevos habitantes.

Con la finalidad de orientar los asentamientos hacia zonas seguras, se determinaron los límites de inundación por tsunamis.

Para Punta Negra, pequeña localidad situada a 40 kms. al Sur de Lima se confeccionó un mapa de microzonificación donde los tsunamis y flujo de barro fueron los factores más importantes que se consideraron, y luego se preparó un mapa para el uso del suelo (24).

### **Investigaciones en Progreso**

Dentro del programa de investigaciones iniciado en enero de 1989, para la nueva región Grau, cuyos resultados parciales se reportan en la Ref. 20, se están efectuando los estudios de microzonificación y se están preparando los lineamientos para la planificación urbana para la mitigación de desastres de las siguientes ciudades: Piura, Tumbes, Talara, ciudades importantes con problemas de seguridad física y que están creciendo rápidamente.

Por Huancabamba, una ciudad de menos de 10,000 habitantes que se está deslizando pendiente abajo, lo que está causando diversos problemas a las viviendas y líneas vitales, se están efectuando los estudios de microzonificación. Se ha localizado una zona de expansión plana y segura, y se están diseñando canales de drenaje en la parte alta para intersectar los flujos de agua en las temporadas de lluvias que agravan los problemas de deslizamientos.

Por problemas de espacio no se puede incluir en este trabajo la planificación del desarrollo económico y social de la región Grau en función de la mitigación de desastres.

## **5. COMENTARIOS SOBRE MICROZONIFICACION Y SU APLICACION A LA PLANIFICACION URBANA. LECCIONES APRENDIDAS**

El proceso de planificación urbana de una ciudad importante es complicada y de alto costo, y en la mayoría de los casos no es posible realizarlo inmediatamente después que se han concluido los estudios de microzonificación. Por esta razón la estrategia utilizada para ciudades importantes ha consistido en dar lineamientos

generales para la planificación urbana y algunas recomendaciones para que los estudios de microzonificación beneficien a los pobladores en el menor plazo posible.

En caso de poblaciones relativamente pequeñas como Huancabamba, el problema no es complicado, el costo para realizar la planificación urbana no es alto, y en el futuro previsible la municipalidad no contará con los fondos necesarios para ejecutar dichos estudios. Por eso, para dicha ciudad los estudios incluyen soluciones en cuanto al uso del suelo para la mitigación de desastres y se ha efectuado el diseño urbano para la zona de expansión.

Por otra parte, el planeamiento urbano y regional son procesos bien establecidos, aún en países en desarrollo; sin embargo, cuando ocurren fenómenos naturales violentos, las pérdidas, tanto humanas como materiales resultan ser cuantiosas. Revisando de manera crítica esos procesos, pueden encontrarse las razones de las fallas u omisiones que provocan tales pérdidas.

En primer lugar, el concepto de microzonificación y su aplicación para la prevención y desastres es relativamente nuevo y están en proceso de difusión.

Por otra, en la tarea de recolectar información básica necesaria para efectuar el planeamiento físico, el planificador obtiene muchas veces información incompleta y/o confusa sobre las "condiciones naturales de sitio", la que debería incluir las características y los efectos de los desastres naturales que puedan afectar el área en estudio. Ello puede llevar al planificador, si no posee formación respecto a los efectos de los fenómenos naturales violentos y la forma de minimizarlos, a desechar o reducir la importancia de los estudios de Microzonificación.

Los especialistas que estudian las ciencias de la tierra, como sismólogos, geólogos, hidrólogos, hidráulicos, especialista en mecánica y dinámica de suelos; o los que utilizan los resultados como ingenieros estructurales, sismorresistentes, etc., han estado trabajando en algunos casos de manera descoordinada, y en otros, sus informes no han sido claros para los otros especialistas, ni tampoco para el planificador. Por ejemplo, no es raro encontrar informes geológicos llenos de palabras científicas y con una porción importante de su contenido irrevelante o innecesario para los fines de planificación y para los otros especialistas.

Por las razones expuestas la coordinación de estudios de microzonificación/proceso de planeamiento urbano para la mitigación de desastres, debe ser efectuada por una persona con conocimientos amplios que abarcan varias disciplinas y todos los miembros del equipo multidisciplinario deben esforzarse para comunicar sus resultados de la manera más simple y práctica posible, y mejor si lo hacen en forma de gráficos.

## 6. NORMAS DE CONSTRUCCIONES PARA LA MITIGACION INTEGRADA DE DESASTRES

En base a los estudios efectuados y en curso, se ha preparado un proyecto de normas integradas para la región Grau, con el principal objetivo de mitigar los efectos de los desastres más frecuentes y comunes que la afectan. Se incluye a continuación un resumen de dicho documento, citado parcialmente en la Ref. 19.

Los desastres considerados son: terremotos, inundaciones, tsunamis y temporales tropicales, remoción de masas: erosión y disposición de suelos y fallas de suelo.

El proyecto de normas tiene dos partes principales, la primera, que se refiere a las restricciones con respecto a la ubicación de las edificaciones y otras obras de ingeniería, incluyendo los casos en que deben efectuarse estudios de microzonificación; y la segunda, a la resistencia que deben tener las obras frente a la fuerza de la gravedad y las cargas que generan los desastres naturales más frecuentes y destructivos de la región. Como las solicitaciones sísmicas superan a las otras, se está recomendando que se continúen usando las Normas Sismorresistentes vigentes, y no requiere de mayores comentarios.

A continuación se incluyen las porciones más relevantes de la primera parte:

Las edificaciones y otras obras de ingeniería se ubicarán preferentemente en terrenos de buena capacidad portante, de grano grueso, compacto, con la menor humedad posible. Mejor, si se puede cimentar sobre rocas estables, no intemperizadas. Si se construye sobre suelos de granos finos, se deberá tener en cuenta el efecto que tiene el agua sobre los mismos en época de lluvias.



El área no debe estar expuesta a inundaciones, avalanchas, deslizamientos, flujo de barro, ni fallas de suelo. Además, la cimentación de las obras debe tener un costo razonable.

Por las razones expuestas no se construirán edificaciones y otras obras:

En áreas de deposición de materiales que bajen por los ríos y quebradas. Evitándose sobre todo, las áreas cercanas a la boca de salida de cañones estrechos que drenan cuencas extensas y de gran pendiente.

Zonas bajas con respecto a áreas vecinas, que puedan inundarse, en especial en la orilla de los ríos que drenan cuencas de gran extensión y lagos naturales o artificiales cuyo nivel puede crecer rápidamente en época de lluvias intensas.

Al pie de terrenos que por sus características y pendientes puedan deslizarse, asumiendo que el suelo se sature en época de lluvia o puedan fallar por acción sísmica.

Al borde de barrancos que puedan fallar desliziéndose cuesta abajo.

Donde la capacidad portante del suelo sea inferior a 0.8 kg/cm<sup>2</sup>. a menos que sea imprescindible, en cuyo caso se tomarán las medidas técnicas necesarias.

Sobre suelos expandibles o colapsibles.

En zonas de inundación de tsunamis y tormentas tropicales

A mediano y largo plazo, las cuencas que drenan sus aguas hacia zonas pobladas o terrenos valiosos, deben ser tratadas con obras de defensa para evitar el avance de las cárcavas y la rápida erosión de las montañas, cuyos materiales se depositan en las partes bajas colmatando el cauce de los ríos propiciando inundaciones.

También a mediano y largo plazo, se deben tomar acciones para recuperar la cobertura de las montañas, cuya deforestación es una de las causas más importantes de deslizamiento y el aumento de la severidad de las inundaciones en la región.

Por otra parte, se efectuarán estudios de microzonificación para la expansión urbana de las ciudades más importantes de la región. Esto permitirá además verificar su vulnerabilidad frente a los desastres naturales que la amenazan.

También se efectuarán estudios de microzonificación en los centros urbanos que tienen un rápido crecimiento y en aquellos que la política de planificación para la región, las harán crecer de manera acelerada en los próximos años.

Se requieren estudios de microzonificación para optimizar la localización de los emplazamientos de las obras importantes que se proyecten, como centrales hidroeléctricas, presas, puentes, etc.

Los sectores de menor peligro se utilizarán para áreas urbanas y sobre ellos se ubicarán también las instalaciones que son importantes para la economía de la comunidad y las obras de ingeniería.

Los sectores de mayores peligros se dedicarán para recreación, zonas de cultivo y otros usos compatibles.

Para proyectar carreteras y sobre todo canales de irrigación, se plantearán varias alternativas de trazo, pero en cada uno de ellos se evitarán en lo posible las formaciones geológicas inestables. Se estudiará con especial cuidado el cruce con quebradas.

Estudiadas y analizadas cada una de las alternativas se efectuará el diseño definitivo de la alternativa más económica y segura.

Las obras de ingeniería se ubicarán de acuerdo a estudios de microzonificación que se efectúen en la zona de su emplazamiento.

## 7. COMENTARIOS FINALES

Los terremotos que afectaron Lima en 1932, 1940 y 1966 habían mostrado claros efectos de microzona. Por eso, cuando ocurrió el terremoto del 31 de mayo de 1970, en la primera visita a la zona macrosísmica, se prestó especial atención a la ocurrencia de dicho efecto. Se detectó que en Chimbote y Huaraz, quizás por ser las más extendidas, los efectos de microzona habían sido claros y que dichas ciudades habían quedado destrozadas. Por eso, se decidió que dichas ciudades deberían ser reconstruidas basadas en estudios de microzonificación.

Durante los últimos 20 años, se han desarrollado más de 100 tesis de grado, la mayoría de Ingeniería Civil en la UNI, que han permitido un desarrollo sistemático de métodos y técnicas de microzonificación y su aplicación al planeamiento urbano y regional para la mitigación de desastres. Estas tesis fueron auspiciadas por Defensa Civil, CONCYTEC, JICA, PETROPERU y otras instituciones.

También han contribuido a este desarrollo, trabajos de consultoría efectuados por la UNDRO, OEA, HABITAT, USAID y UNCRD y entidades oficiales y privadas del Perú.

De esta manera, se ha tratado de reconciliar al hombre y sus obras de ingeniería, con la madre naturaleza, buscando su mejor ubicación y procurando llenar los requerimientos que ella nos exige a través de enseñanzas que dejan los desastres.

Los resultados que se presentan en este trabajo, son pues consecuencia de trabajo en equipo, apoyado por numerosas instituciones y personas. A todas ellas el autor desea expresar su agradecimiento.

## REFERENCIAS

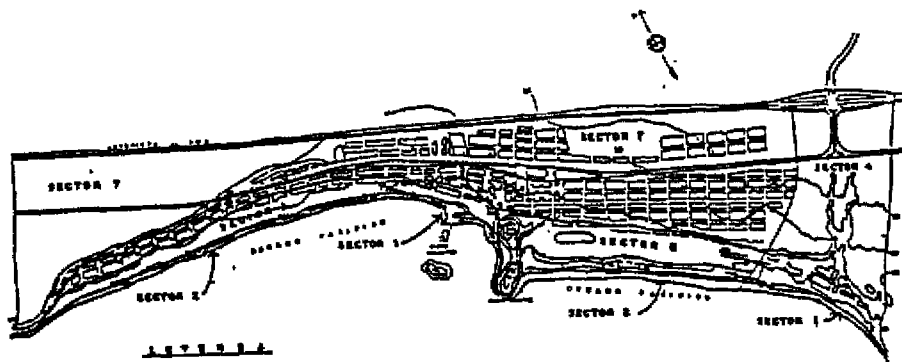
1. ALVA J., ISHIYAMA Y., FUKUMOTO S., KUMAGAI Y., KUROIWA J., y TORRES R. (1990) "El Terremoto de Loma Prieta (San Francisco) del 17 de octubre de 1989". Vol. de 64 pgs. Pub. No. 01-90-CISMID/FIC-UNI. Lima.
2. CASTRO LEONEL (1984) "Efectos de las lluvias torrenciales de 1983 en las obras de ingeniería civil en Paita, Talara, Marcona y Tumbes". Tesis de Ing. Civil. 1 Vol. Fac. de Ing. Civil. UNI. Lima.
3. DEZA E., JAEN H. y KUROIWA J. (1979) "Investigación of the Peruvian Earthquake of octover 3, 1974 and Seismic Protection Studies of the Lima Metropolitan Area", Memorias VI Conferencia Mundial de Ingeniería Sísmica, Vol. 1, Nueva Delhi, India.
4. GIESECKE A., ARZOLA P., FERNANDEZ B., GONZALEZ O., HALL M. , PODESTA B., RODRIGUEZ A. y SARRIA A. (1989) "Riesgo Volcánico, Evaluación y Mitigación en América Latina. Aspectos Sociales, Institucionales y Científicos". Vol. de 298 pgs. CEPRESIS. Lima.
5. KUROIWA J., DEZA E. y JAEN H. (1973) "Investigación of the Peruvian Earthquakes of may 31 1970", Memorias V. Conferencia Mundial de Ingeniería Sísmica, Vol. 1 pp. 447-456, Roma, Italia.
6. KUROIWA J., DEZA E., JAEN H. y KOGAN J. (1978) "Microzonation Methods and Techniques used in Peru", Memorias II Conferencia Internacional de Microzonificación Sísmica, Vol. 1 pp341-352, San Francisco, California.
7. KUROIWA J., BELTRAN S., ORIHUELA P., RODRIGUEZ C. y TOVAR O. (1980), "Microzonificación Sísmica Aplicada al Planeamiento Urbano de las Zonas Afectadas por el Sismo de Arequipa del 16 de febrero de 1979", Forum Arequipa Año 2000, Arequipa.
8. KUROIWA J., (1981) "Studies on the Prevention of Earthquake Disasters and their Application in Urban Planning in Peru", 25 pgs. Reunión de Expertos Ad Hoc convocada por Naciones Unidas. Nairobi, Kenya.

9. KUROIWA J., (1982a) "Simplified Microzonation Method for Urban Planning" Memorias III Conferencia Internacional de Microzonificación Sísmica, Vol. II, pp 753-764. Seattle, Washington.
10. KUROIWA J., DELGADO A., GARCIA C. y LAGOS M. (1982b) "Los Tsunamis, las Obras Civiles, el Planeamiento Urbano y la Protección de la Población", Ponencias del Cuarto Congreso Nacional de Ingeniería Civil, 30 pgs. Chiclayo.
11. KUROIWA J., (1983) "Tsunamis, Sus Efectos sobre las Costas de Lima Metropolitana" Vol. 91 pgs. Trabajo auspiciado por UNDRO. Ginebra.
12. KUROIWA J. y KOGAN J. (1984a) "Estudios de Microzonificación para la Nueva Ciudad Constitución", Informe Especial para HABITAT y el Gobierno del Perú. Nairobi y Lima.
13. KUROIWA J., ALEGRE E., SMIRNOFF V. y KOGAN J., (1984b) "Urban Planning for Disaster Prevention in the Coastal Area of Metropolitan Lima". Memorias VIII Conf. Mundial de Ingeniería Sísmica Vol. VII, pp 801-808, San Francisco, C.A.
14. KUROIWA J., (1986a) "Physical Planning for Multi-Hazard Mitigation". Memorias del Simposio Internacional sobre Riesgos Naturales y Provocados por el Hombre", pp. 805-816, Reidel Pub. Co. Holland, Rimouski, Quebec, Canadá.
15. KUROIWA J., (1986b) "Planning and Management Regional Development for Earthquake Disaster Mitigation" Seminario Internacional sobre Planeamiento del Desarrollo Regional para la Prevención de Desastres, organizado por el UNCRD, Nagoya. Shizuoka y Tokio.
16. KUROIWA J., (1987a) "Evaluación de los Riesgos Naturales en la Región del Trifinio" Informe Especial para el Proyecto Trifinio y el Departamento de Desarrollo Regional de la Organización de Estados Americanos OEA, 75 pgs., Guatemala.

17. **KUROIWA J., (1987b) "Recomendaciones (Normas) Integradas para la Mitigación de Desastres Naturales en la Región del Trifinio y sus Comentarios". Informe Especial para el Proyecto Trifinio y el Depto. de Desarrollo Regional de la Organización de Estados Americanos OEA, 31 pgs., Guatemala.**
18. **KUROIWA K., KOGA L., (LIMA) PREUSS J. y PREUSS R., (Seattle, Wa) (1989) "Plan de Preparación para Tsunamis". Investigación coordinada por Defensa Civil del Perú, 3 volúmenes. Auspiciado por USAID/OFDA, Lima & Seattle.**
19. **KUROIWA J., KUMAGAIA Y. y SATO J. (1990a) "El Desarrollo Económico y Social de la Región Grau y los Desastres Naturales Base para el Plan Nacional para su Prevención y Mitigación", Mem. VIII Cong. Nac. de Ing. Civil, 11 pags. Piura.**
20. **KUROIWA J., (1990b) "Disaster Prevention and Mitigation in the Social and Economic Development of the New Grau Region. The Basis for a National Plan for Peru". IDNDR international Conference 1990, Japan 8, Pags. Yokohama & Hiroshima.**
21. **LAMA RAFAEL (1984), "Efectos de las lluvias torrenciales de 1983 en las obras de ingeniería en Piura, Sullana y áreas agrícolas aledañas". Tesis de Ing. Civil 1 Vol. Fac. de Ing. Civil, UNI. Lima.**
22. **MORIMOTO R., KOISUMI Y., MATSUDA T, and Hakuno N. (1971), "Seismic Microzoning of Chimbote Area, Peru" OTCA. Agencia de Cooperación Técnica de Ultramar. Gob. del Japón.**
23. **SOLIS CESAR (1990), Ex-Jefe del "Plan Chimbote", comunicación personal.**
24. **TOLEDO MONICA (1988), "Planteamiento Urbano para la Mitigación de Desastres en el Distrito de Punta Negra", Tesis de Bachiller, 2 Vol. Fac. de Arquitectura UNI. Lima.**

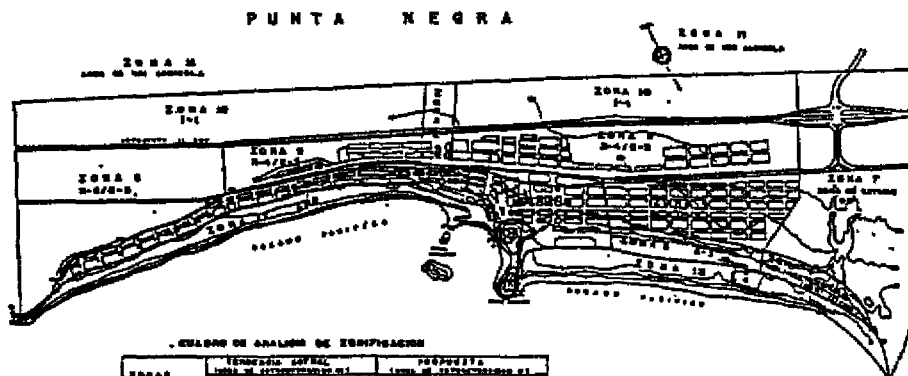
25. VIZCARRA MARTIN (1986), "Microzonificación Sísmica de Moquegua aplicada al Planteamiento Urbano para la Mitigación de Desastres Naturales empleado el Método Simplificado" Tesis de Ing. Civil, 2 Vol. FIC. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima.

(1) Profesor de Ingeniería Civil e Ing. Sísmica, Jefe del Depto. de Relaciones Internacionales del CISMID. Fac. de Ing. Civil, Univ. Nac. de Ingeniería. Apartado 1301 LIMA 100-PERU



- LEYENDA**
- SECTOR 1 : AREA DE BAJO COSTO CON TIENDAS Y MERCADO.
  - SECTOR 2 : AREA DE BAJO COSTO CON TIENDAS.
  - SECTOR 3 : AREA DE BAJO COSTO CON TIENDAS.
  - SECTOR 4 : AREA DE BAJO COSTO CON TIENDAS.
  - SECTOR 5 : AREA DE BAJO COSTO CON TIENDAS.
  - SECTOR 6 : AREA DE BUNA POLICENTRICA.
  - SECTOR 7 : AREA DE BAJO COSTO.

Fig. No. 1.- Mapa de Microzonificación de Punta Negra, Lima-Perú.



- CUADRO DE ANALISIS DE EDIFICACIONES

ZONAS	TIPOLOGIA SOCIAL		PROPÓSITO	
	AREA DE INTERACCION DE LA COMUNIDAD	TIPOLOGIA SOCIAL	TIPOLOGIA SOCIAL	PROPÓSITO
ZONA 1	100 hab./ha.	100 hab./ha.	100 hab./ha.	100 hab./ha.
ZONA 2	100 hab./ha.	100 hab./ha.	100 hab./ha.	100 hab./ha.
ZONA 3	100 hab./ha.	100 hab./ha.	100 hab./ha.	100 hab./ha.
ZONA 4	100 hab./ha.	100 hab./ha.	100 hab./ha.	100 hab./ha.
ZONA 5	100 hab./ha.	100 hab./ha.	100 hab./ha.	100 hab./ha.
ZONA 6	100 hab./ha.	100 hab./ha.	100 hab./ha.	100 hab./ha.
ZONA 7	100 hab./ha.	100 hab./ha.	100 hab./ha.	100 hab./ha.
ZONA 8	100 hab./ha.	100 hab./ha.	100 hab./ha.	100 hab./ha.
ZONA 9	100 hab./ha.	100 hab./ha.	100 hab./ha.	100 hab./ha.
ZONA 10	100 hab./ha.	100 hab./ha.	100 hab./ha.	100 hab./ha.
ZONA 11	100 hab./ha.	100 hab./ha.	100 hab./ha.	100 hab./ha.
ZONA 12	100 hab./ha.	100 hab./ha.	100 hab./ha.	100 hab./ha.

Fig. No. 2.- Mapa de Zonificación y Uso del Sol para Punta Negra, Lima-Perú.