

PLAN PARA INCORPORAR EL RIESGO SISMICO A LOS PLANES DE USO DEL TERRENO*

*Hernán González
César González
Leonel Rosales*

RESUMEN

Este artículo es parte de una tesis de maestría sobre riesgo sísmico. Analiza para el caso de Puerto Rico los contenidos del modelo de intervención, la zonificación sísmica, el impacto sísmico y la mitigación de daños a estructuras existentes. Todo ello se relaciona con los planes de uso del terreno y los reglamentos de zonificación necesarios.

SUMMARY

This article is taken from a master thesis concerning seismic risk in Puerto Rico. An analysis is made of the contents of the intervention model, seismic zoning, the seismic impact, and the mitigation of the damage done to existing structures. All, are important elements of land use plans and vital zoning regulations.

* Tesis de posgrado presentada en la Escuela Graduada en Planificación, Puerto Rico. (Capítulo VI).

RESUME

Cet article est un extrait d'une thèse de maîtrise qui porte sur les risques séismiques. Ici sont analysés dans le cas de Porto Rico, le système d'intervention, la zonification selon le risque séismique, l'impact possible des séismes et l'évaluation des dégâts potentiels pour les structures. Ceci en vue de formuler, en fonction des risques seismiques, les plans d'occupation des sols ainsi que leurs réglementations.

A. Introducción

Hasta recientemente el fenómeno sísmico no se consideraba como un factor importante en la planificación y reglamentación del uso del terreno.

Analizando las políticas, instrumentos y criterios utilizados por la Junta de Planificación en los Planes de Usos del Terreno, encontramos que el fenómeno sísmico no es considerado como un elemento a tomar en cuenta al momento de planificar el uso del terreno. Anteriormente se ha mencionado lo importante y válido que es planificar el uso del terreno en áreas con vulnerabilidad sísmica tomando en consideración este criterio.

Sin embargo, es importante señalar que en lo relacionado con el diseño y construcción de estructuras, la Junta de Planificación mediante el Reglamento de Edificación introduce en el año 1954 por primera vez el análisis antisísmico para el diseño de toda estructura que se construya en Puerto Rico. Aunque anterior a esta fecha no se incluía este criterio antisísmico a las estructuras, se venían diseñando estructuras para resistir vientos huracanados. Esta medida le proveía cierta resistencia a las estructuras que puedan ser afectadas por un terremoto.

Para el año 1967 la Junta de Planificación, con el asesoramiento de un grupo de peritos en la sismorresistencia de estructuras del Colegio de Ingenieros, Arquitectos y Agrimensores, revisó una vez más el Reglamento de Edificación para actualizarlo de acuerdo con los adelantos de conocimientos y técnicas en el campo del diseño de estructuras sismorresistentes.

A partir de 1975 se está llevando a cabo una nueva revisión y modificación de este Reglamento para incorporar los nuevos adelantos, que como se ha manifestado, año tras año se descubren nuevas formas a nivel conceptual y técnico para trabajar con el fenómeno sísmico.

Los asesores de la Junta de Planificación y la Administración de Reglamentos y Permisos, que a su vez son distinguidos miembros del Colegio de Ingenieros y Agrimensores, realizan la revisión del Reglamento de Edificación para incluir otros criterios de diseño tales como: La sismorresistencia de la estructura y el subsuelo donde se ubica la estructura.

También se incorpora el criterio de brindar mayor seguridad a las estructuras de gran importancia, tales como las centrales de electricidad, las estructu-

ras donde se ubican las facilidades críticas, las redes vitales y los lugares donde se concentra la población, como por ejemplo, las escuelas y edificios públicos.

Es importante señalar que el problema de áreas con susceptibilidad sísmica no puede verse solo desde una perspectiva, el de la sismorresistencia de la estructura. También hay que tomar en consideración criterios desde el punto de vista de la planificación de usos de terrenos. Se debe tomar en cuenta parámetros tales como la densidad, ocupación y uso en áreas con vulnerabilidad sísmica. En la actualidad existen los instrumentos y una metodología apropiada para poder intervenir con el problema y que están siendo utilizados con éxito en otras partes del mundo.

Si bien es cierto que en la actualidad en Puerto Rico se está interviniendo con el aspecto estructural con respecto a los fenómenos sísmicos mediante los diseños antisísmicos, esto no significa que se diseña a prueba de un terremoto. Se diseña para resistir las fuerzas producidas por un terremoto probable y se trata, como lo dice el Ing. Capacete¹, de que aunque ocurran daños estructurales se pueda evitar el colapso de la estructura.

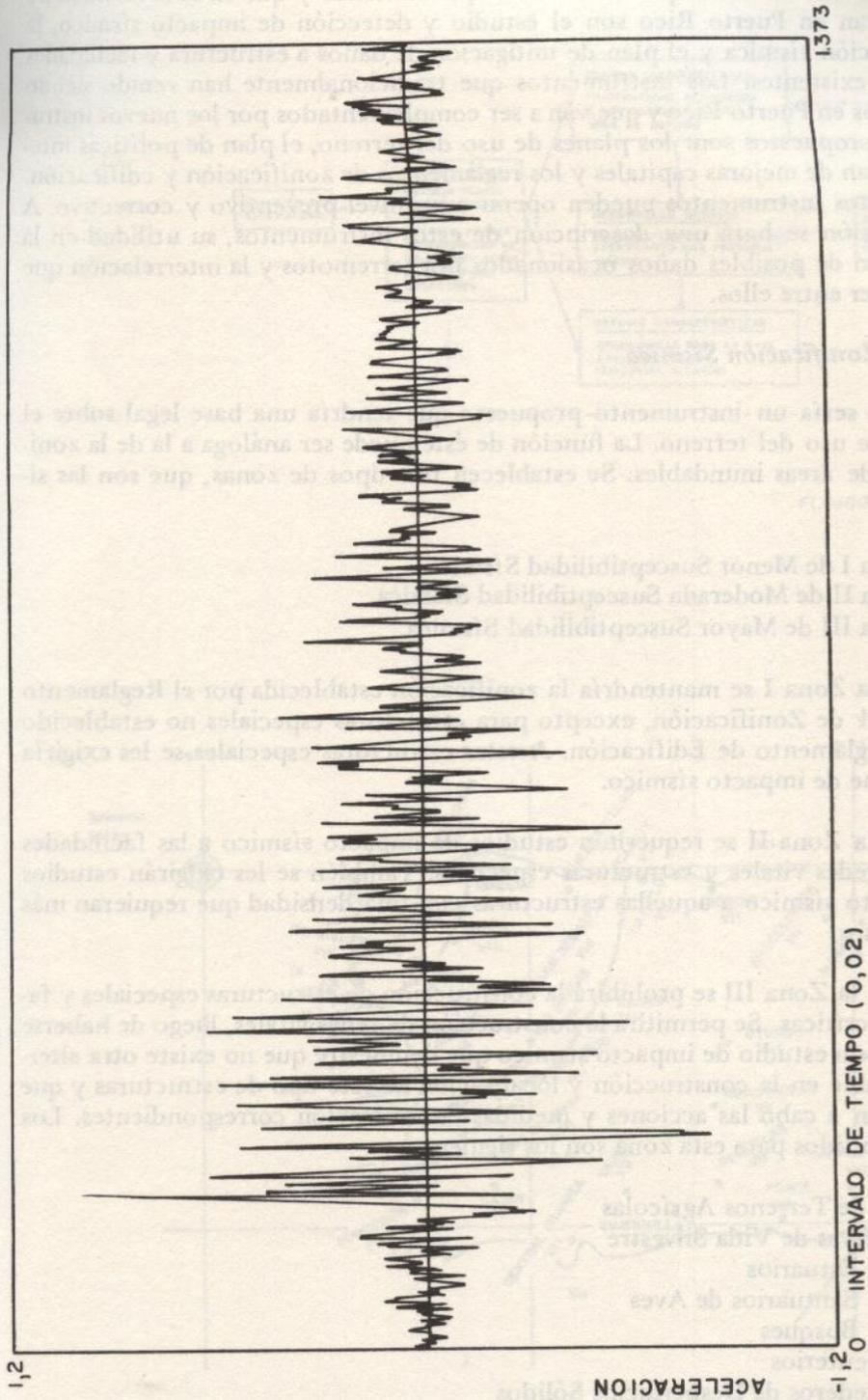
A medida que la información y la tecnología relacionada con los fenómenos sísmicos se ha desarrollado, se ha podido intervenir más eficazmente con el problema. En este capítulo se analizará la forma de intervenir en áreas que presentan susceptibilidad a los fenómenos sísmicos, así como los criterios, instrumentos, acciones y medidas que se utilizan para intervenir con el problema.

B. Descripción del Modelo de Intervención

Una vez que existe evidencia que señala la susceptibilidad sísmica de un área específica, el Estado se ve en la necesidad de intervenir. De esta forma el Estado cumple con dos de sus roles importantes: velar por la seguridad de las personas, propiedades y el de promotor del desarrollo socioeconómico. Las pérdidas de vida y propiedades, así como interrupciones de actividades socioeconómicas que son imprescindibles para el buen funcionamiento de la sociedad, pueden ser un obstáculo para el desarrollo socioeconómico.

El estudio de comportamiento de vulnerabilidad sísmica de las áreas nos demuestra que el espacio no es isotrópico, que el fenómeno sísmico se comporta en diferentes áreas geográficas de distinto modo de acuerdo con las características del subsuelo y las estructuras que se ubican en estas áreas. Una vez conocido el comportamiento y la vulnerabilidad de las áreas, así como el tomar en cuenta los efectos y la criticabilidad de los posibles daños, el Estado debe prestar atención principal y prioritaria: primero, a los usos que son esenciales para el funcionamiento de una sociedad, y segundo, a los usos intensos donde existe una alta densidad y alta ocupación.

Es de gran importancia establecer una estrategia que incorpore el criterio de susceptibilidad sísmica en la planificación del uso del terreno de forma que pueda ser implementada por el sector público y a la vez efectiva en la mitigación de posibles daños.



REPRESENTACIÓN ONDA SÍSMICA

Los instrumentos que deben ser implementados y que en la actualidad no se utilizan en Puerto Rico son el estudio y detección de impacto sísmico, la zonificación sísmica y el plan de mitigación de daños a estructura y facilidades críticas existentes. Los instrumentos que tradicionalmente han venido siendo utilizados en Puerto Rico y que van a ser complementados por los nuevos instrumentos propuestos son: los planes de uso del terreno, el plan de políticas integrales, plan de mejoras capitales y los reglamentos de zonificación y edificación. Todos estos instrumentos pueden operar a un nivel preventivo y correctivo. A continuación se hará una descripción de estos instrumentos, su utilidad en la mitigación de posibles daños ocasionados por terremotos y la interrelación que debe haber entre ellos.

1. *La Zonificación Sísmica*

Este sería un instrumento propuesto que tendría una base legal sobre el control de uso del terreno. La función de éste puede ser análoga a la de la zonificación de áreas inundables. Se establecen tres tipos de zonas, que son las siguientes:

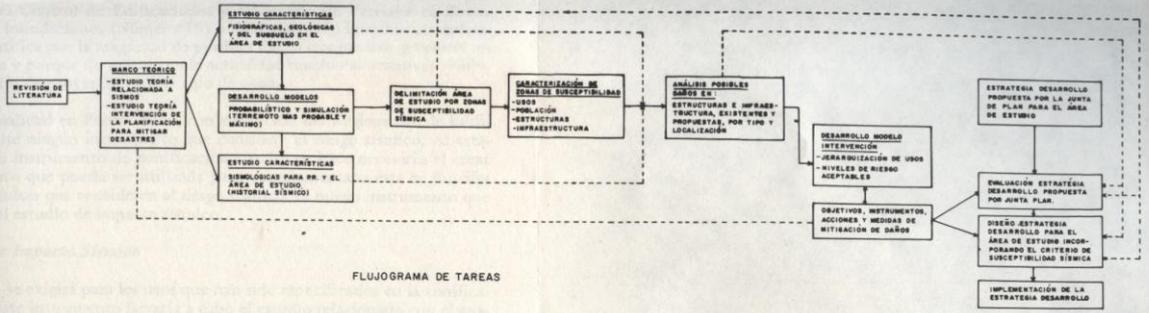
- Zona I de Menor Susceptibilidad Sísmica.
- Zona II de Moderada Susceptibilidad Sísmica.
- Zona III de Mayor Susceptibilidad Sísmica.

En la Zona I se mantendría la zonificación establecida por el Reglamento Número 4 de Zonificación, excepto para estructuras especiales no establecido por el Reglamento de Edificación. A estas estructuras especiales se les exigiría un informe de impacto sísmico.

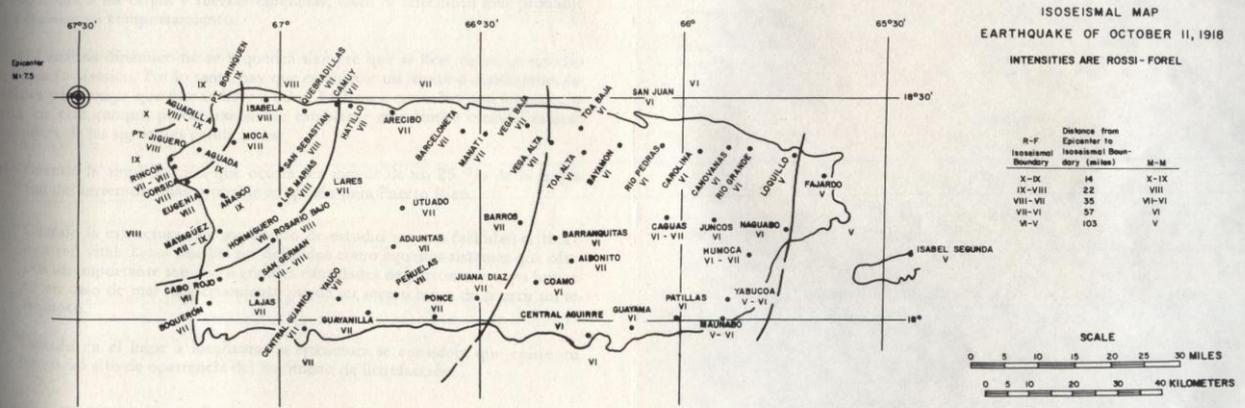
En la Zona II se requerirán estudios de impacto sísmico a las facilidades críticas, redes vitales y estructuras especiales. También se les exigirán estudios de impacto sísmico a aquellas estructuras con una densidad que requieran más de dos pisos.

Para la Zona III se prohibirá la construcción de estructuras especiales y facilidades críticas. Se permitirá la construcción de redes vitales, luego de haberse realizado un estudio de impacto sísmico que demuestre que no existe otra alternativa viable en la construcción y localización de este tipo de estructuras y que se llevarán a cabo las acciones y medidas de mitigación correspondientes. Los usos permitidos para esta zona son los siguientes:

- (a) Uso de Terrenos Agrícolas
- (b) Reservas de Vida Silvestre
 - 1. Estuarios
 - 2. Santuarios de Aves
 - 3. Bosques
- (c) Cementerios
- (d) Vertederos de Desperdicios Sólidos
- (e) Garages de Chatarras
- (f) Usos de recreación activa y pasiva de baja densidad y ocupación (preferiblemente donde no ocurra actividad de espectadores).



FLUJOGRAMA DE TAREAS



ISOSEISMAL MAP
EARTHQUAKE OF OCTOBER 11, 1918
INTENSITIES ARE ROSSI-FOREL

R-F	Distance from Epicenter to Isoseismal Boundary (miles)	M-M
X-IX	14	X-IX
IX-VIII	22	VIII
VIII-VI	35	VI-VI
VI-VI	57	VI
M-V	103	V



MAPA ISOSISMICO
SISMO OCT. 11, 1918
FUENTE: A.F.F., PSAR, NORCO-NP-1, 1975

Es de gran importancia señalar que para las zonas II y III, moderada y mayor susceptibilidad respectivamente, el instrumento de zonificación sísmica deberá prevalecer sobre el Reglamento de Zonificación (Número 4) y el Reglamento Sobre el Control de Edificaciones y Desarrollo de Terrenos en Zonas Susceptibles a Inundaciones (Número 13) o cualquier otro instrumento aplicable. Esto se justifica por la magnitud de posibles daños que puedan generarse en estas dos zonas y porque no existen en la actualidad muchas alternativas viables para el desarrollo de proyectos en este tipo de zona.

En la actualidad en Puerto Rico, con excepción del Reglamento de Edificación, no existe ningún instrumento que considere el riesgo sísmico. Al establecer el nuevo instrumento de zonificación sísmica se hace necesario el crear otro instrumento que pueda ser utilizada para complementar a ésta en función de casos y consultas que consideren el riesgo sísmico. El nuevo instrumento que se propone es el estudio de impacto sísmico.

2. *Estudio de Impacto Sísmico*

El mismo se exigirá para los usos que han sido especificados en la zonificación sísmica. Este instrumento llevaría a cabo el estudio relacionado con el análisis geológico y el análisis del suelo con el fin de determinar la magnitud de los fenómenos de amplificación y licuefacción. Una vez realizados estos análisis se procede a hacer un análisis dinámico de las estructuras a localizarse en el sitio. Por análisis dinámico de la estructura se entiende el someter los elementos de la estructura a las cargas y fuerzas esperadas, dado el terremoto más probable para conocer su comportamiento.

El análisis dinámico no se requerirá siempre que se lleve como un estudio de impacto sísmico. Por lo tanto, hay que establecer un límite o condiciones especiales para exigir que éste se lleve a cabo. En base a consultas con los especialistas en este campo, parece razonable establecer este límite cuando existan cualquiera de las siguientes condiciones:

- (a) Cuando la amplificación que ocurra sea mayor de un 25 % de la amplitud del terremoto más probable adoptado para Puerto Rico.
- (b) Cuando la estructura que sea objeto de estudio sea una facilidad crítica o una red vital. Estos pueden ser definidos como aquellos sistemas que ofrecen un importante servicio a grandes cantidades de personas y cuyo impacto en caso de mal funcionamiento puede ser severo luego de ocurrir un terremoto.
- (c) Cuando en el lugar a localizarse la estructura se considera que existe un potencial alto de ocurrencia del fenómeno de licuefacción.

El instrumento de estudio de impacto sísmico puede ser utilizado para entrelazar los parámetros del suelo y la estructura con la ocupación e importancia del uso.

3. *Plan de Mitigación de Daños a Estructuras y Facilidades Existentes*

Los instrumentos propuestos antes mencionados intervienen primordialmente con el desarrollo de suelos y la construcción futura de estructuras. Estos no son instrumentos efectivos para intervenir con estructuras y desarrollos ya existentes. Por lo tanto, se propone la implementación de un Plan de Mitigación de Daños a Estructuras y Facilidades Existentes. Para poder llevar a cabo el mismo es preciso realizar estudios más específicos. Esto se haría con el fin de determinar cuál ha de ser el comportamiento individual de cada estructura, en caso de ocurrir el terremoto más probable, en áreas con concentración de estructuras de un riesgo mayor a posibles daños superiores de los niveles aceptables. Las medidas que pueden tomarse con estas estructuras pueden ser:

- (a) Fortalecimiento estructural.
- (b) Cambio a usos menos críticos o intensos.
- (c) Demolición de estructuras no rehabilitables.
- (d) Desarrollo de sistemas de seguros para cubrir posibles daños.

Este plan puede ser implementado y financiado a través del Programa de Mejoras Capitales. Dicho instrumento estaría dirigido a las estructuras existentes que presenten un alto grado de nivel de vulnerabilidad, así como a los diferentes sistemas de infraestructura existentes que presenten condiciones similares.

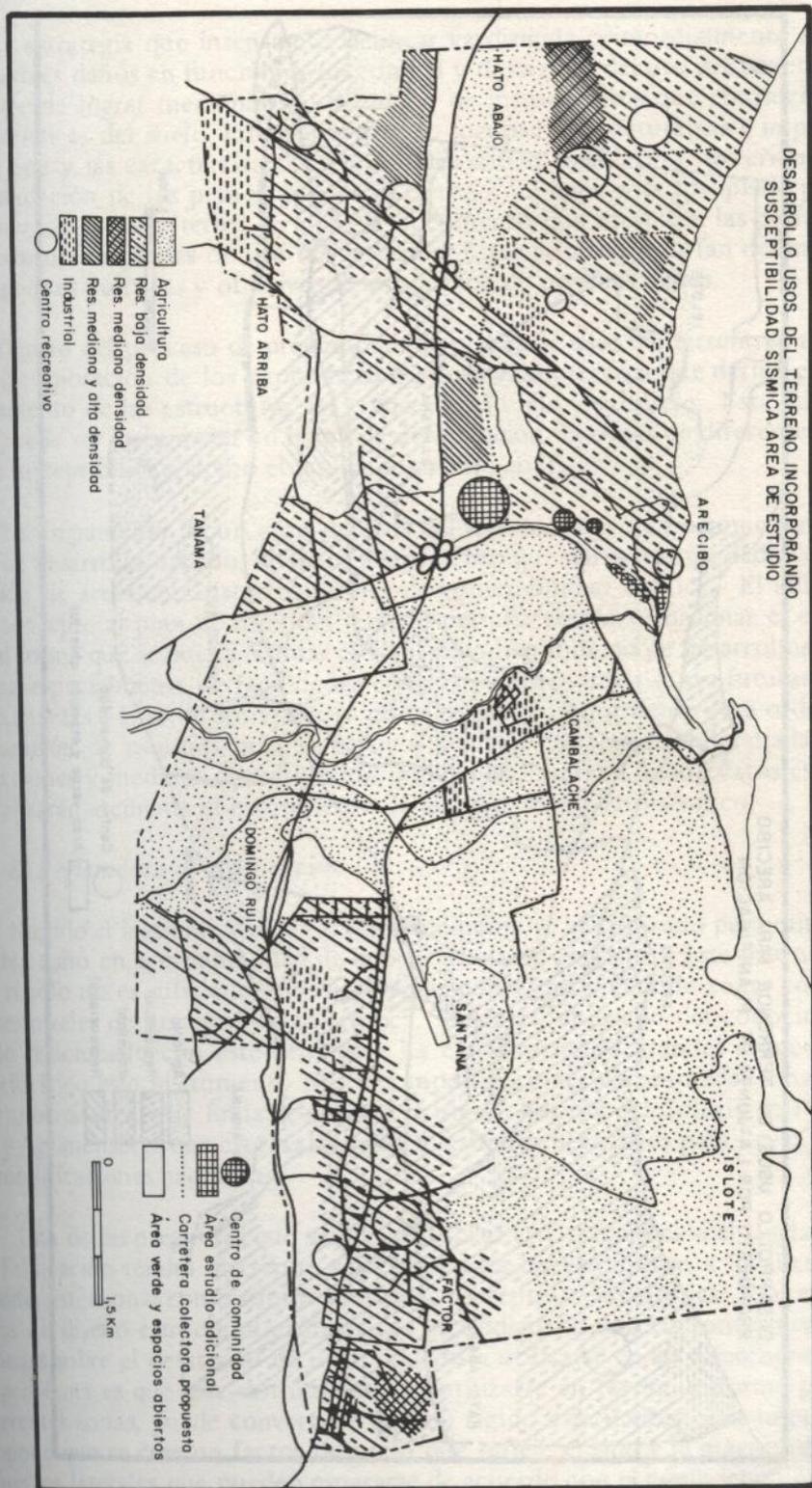
En el caso de estructuras existentes, este plan provee para que se puedan desarrollar otros elementos, tales como la concesión de préstamos a bajo interés para la rehabilitación de estructuras. También se pueden ofrecer incentivos mediante algún tipo de exención contributiva a personas que realicen obras de rehabilitación en estructuras vulnerables.

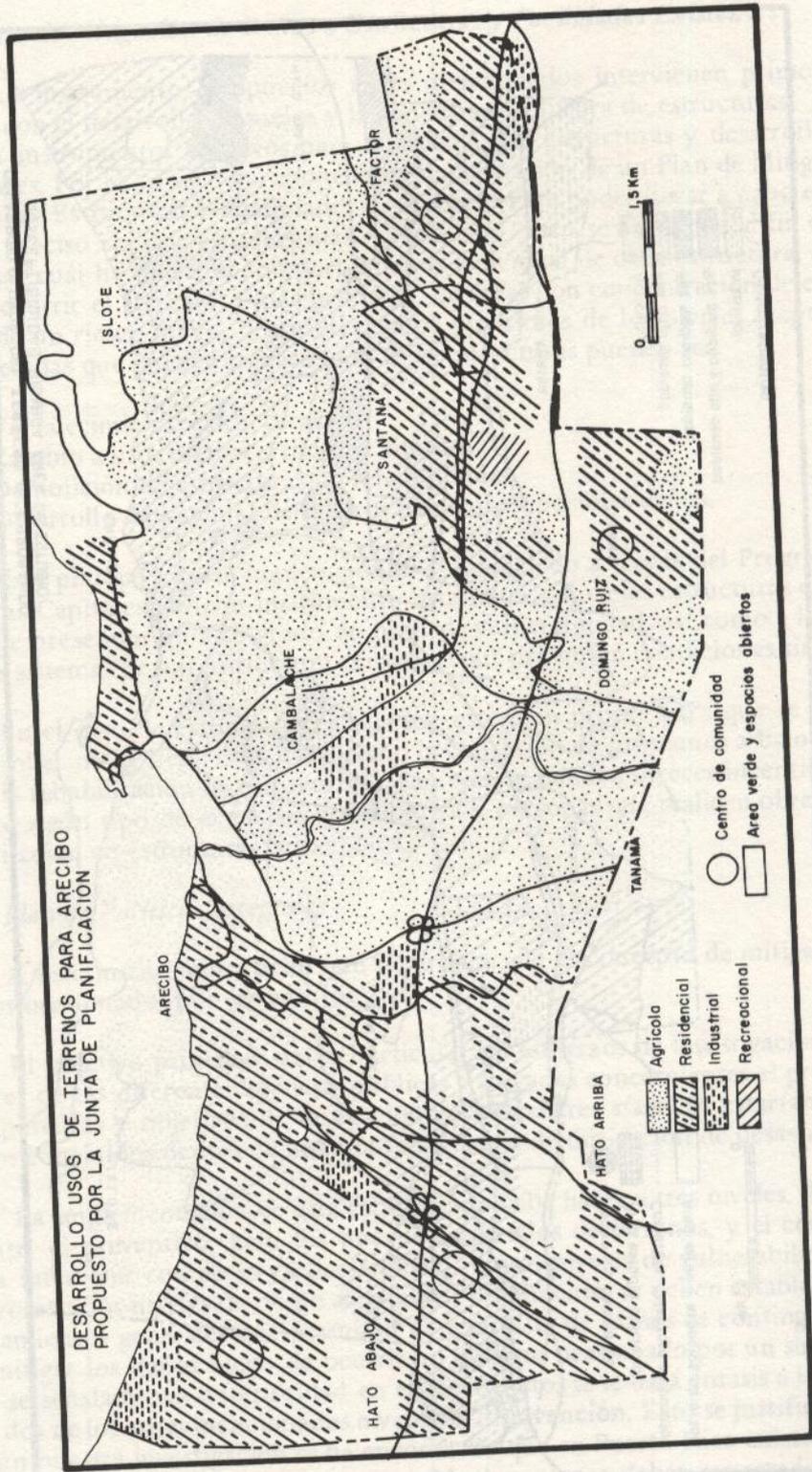
4. *Plan de Políticas Integrales*

A este instrumento tiene que incorporársele el concepto de mitigación de daños ocasionados por terremotos.

El objetivo principal sería el articular los esfuerzos de investigación de desastres de las diferentes agencias públicas y privadas concernientes al problema. Las políticas y objetivos de mitigación para desastres sísmicos estarían enmarcados e incluidos dentro de una política general de mitigación de desastres.

La implementación de esta estrategia se debe hacer a tres niveles. Primeramente, el preventivo, para los nuevos desarrollos de terrenos, y el correctivo, para intervenir con áreas ya desarrolladas cuyos niveles de vulnerabilidad sean mayores a los niveles de riesgo aceptable. Finalmente, se deben establecer unos lineamientos generales que permitan el desarrollo de planes de contingencia para mitigar los daños luego de ocurrir un desastre ocasionado por un sismo. Como se señalara con anterioridad en este proyecto, se le dará énfasis a los primeros dos de los antes mencionados niveles de intervención. Esto se justifica ya que según nuestra investigación se ha encontrado que en Puerto Rico existen ya planes de contingencia para terremotos. Muchos planes deben ser estudiados cuidadosamente con el fin de conocer a ciencia cierta la efectividad de los mismos.





5. *Planes de Usos del Terreno*

La estrategia que intentamos delinear va dirigida primordialmente a mitigar posibles daños en función de un control y desarrollo del uso del terreno. Esto se puede lograr mediante la utilización de instrumentos que consideren las características del suelo, intensidad del uso (ocupación), naturaleza e importancia de éste y las características estructurales deben establecer estos criterios en la formulación de los planes de uso del terreno. El lugar más apropiado para la adopción de estos criterios sería en el documento que establece las políticas y objetivos de los planes de uso del terreno. Estos criterios estarían delimitados en diferentes políticas y objetivos de mitigación de posibles daños.

Dentro del proceso de preparación de planes de usos del terreno se requiere la incorporación de los parámetros e información técnica que define el comportamiento de las estructuras así como el del suelo y subsuelo. Esta información puede ser incluida en un mapa de delimitación de zonas de diferentes niveles de susceptibilidad, como el que se desarrolló aquí.

La preparación de un plan de usos del terreno, separado o como parte del plan de desarrollo urbano, sería un instrumento que daría legitimidad a la zonificación de áreas con distintos niveles de vulnerabilidad sísmica. El adicionar este concepto al plan de usos del terreno permite señalar y ordenar el espacio de tal forma que se pueda evaluar el nivel de vulnerabilidad de desarrollos de terrenos, especialmente de facilidades críticas y redes vitales tanto futuras como las existentes. Esta información se podría usar posteriormente para ordenar la preparación de estudios más específicos a fin de conocer más detalladamente las acciones y medidas de mitigación que deben llevarse a cabo. Estos estudios se realizarán mediante el instrumento de estudio de impacto sísmico.

6. *El Reglamento de Edificación*

Ha sido el instrumento que tradicionalmente se ha utilizado para mitigar el posible daño en la eventualidad de la ocurrencia de un sismo. Este instrumento por sí solo no es suficiente para intervenir con el problema de zonas con diferentes niveles de susceptibilidad sísmica. Además, el estado del conocimiento en lo relacionado con este problema ha experimentado grandes avances. En Puerto Rico este instrumento necesita modificaciones encaminadas a hacer de éste uno más efectivo. En la actualidad existe un Comité del Colegio de Ingenieros y Agrimensores que está realizando los estudios necesarios para llevar a cabo las modificaciones necesarias.

Una de las preguntas que surgen al realizar este trabajo es si el Reglamento de Edificación tendrá diferentes requisitos para las estructuras a localizarse en las diferentes zonas con distintos niveles de susceptibilidad sísmica. Los especialistas de diseño estructural estiman que el Código de tipo uniforme tiene más ventajas sobre el desarrollo de unos códigos a utilizarse en las diferentes zonas. El problema es que este instrumento, de utilizarse en forma uniforme para las diferentes zonas, puede convertirse en uno rígido e inflexible. Por lo tanto, se propone que se cree un factor de suelo que refleje el tipo y la magnitud de los esfuerzos laterales que pueden esperarse de acuerdo con el comportamiento del

suelo donde se ubique una estructura. Esta medida evitaría el tener que someter a todas las estructuras para las condiciones más adversas y de esta forma aumentar grandemente los costos de construcción a todas las estructuras por igual. Como es bien sabido, existen áreas con características en el suelo que hacen de estas zonas una de menor susceptibilidad sísmica. Por esto no sería lo más aconsejable forzar el aumento de los costos de construcción en este tipo de zonas de la misma forma en que pueden aumentar en zonas de mayor susceptibilidad sísmica. Esto se debe a que en zonas más críticas la construcción de estructuras puede requerir mayores elementos de seguridad y generarse por lo tanto unos gastos de construcción más altos.

7. *Reglamento de Zonificación*

Condiciones Generales

Como señaláramos en el instrumento propuesto de la zonificación sísmica, el actual Reglamento de Zonificación puede ser utilizado en aquellas zonas de menor susceptibilidad sísmica, en donde aplicaría el actual reglamento, siempre y cuando que el instrumento de zonificación sísmica no especifique lo contrario.

Todos estos instrumentos tienen como principal objetivo complementar acciones y medidas de mitigación de posibles daños para el caso de ocurrir el terremoto más probable para Puerto Rico. Las acciones y medidas son de tipos preventivo y correctivo.

Aunque la planificación sísmica no se usa actualmente en Puerto Rico, existe la metodología y técnicas para intervenir en ellas, como hemos visto. Es importante señalar que existen algunas limitaciones, tales como la cuantificación de daños en vida y propiedad, por la dificultad que ésta tiene ya que depende de una serie de factores impredecibles como lo son: tiempo, lugar, hora, intensidad y ausencia en este momento de una técnica precisa para predecir sismos.

Lo que se ha venido realizando en otras partes del mundo a falta de esta información es que el costo de oportunidad del terreno y la predicción de pérdidas en vida y propiedad se ha sustituido por una política de intervención en áreas susceptibles a terremotos. El objetivo general es garantizar la seguridad y protección de vidas y propiedad.

Luego de haber investigado los efectos y criticabilidad de los daños, se hace necesario un orden para protección de los usos más importantes y de mayor ocupación. De esta forma se puede lograr la mitigación de los daños en los mismos. Por lo tanto, se propone una jerarquización de riesgos aceptables que considere los siguientes parámetros:

- La importancia del uso.
- Ocupación.
- Densidad.

- Disfuncionalidad como consecuencia de la interrupción de un servicio.
- Los distintos niveles de susceptibilidad sísmica de las zonas.

Se puede apreciar cuáles son los niveles de riesgo aceptable para los diferentes usos y el costo adicional requerido para brindarle mayor seguridad a las estructuras. La importancia de establecer los riesgos aceptables es que se puede lograr mediante la planificación del uso del terreno establecer los usos que deben tener un riesgo más bajo en áreas más seguras en términos de susceptibilidad sísmica. Por el contrario, se puede planificar para lograr localizar usos que aceptan un riesgo mayor en áreas de moderada o mayor susceptibilidad sísmica.

A nivel teórico se plantea que esta jerarquización se tiene que llevar a cabo de acuerdo con la susceptibilidad sísmica de las distintas zonas. Para esto Briggs y Gilchrist² desarrollan la siguiente metodología y premisas que se deben considerar en la planificación de zonas con susceptibilidad sísmica.

1. Historial sísmico y localización de fallas.
Mecánica de suelos.
Frecuencia, localización y magnitud de las actividades sísmicas.
2. La estructura geológica del suelo y la topografía del terreno.
3. Diseño estructural.
4. Estimar el terremoto de diseño más probable para estructuras cuyo colapso sería crítico por las consecuencias directas e indirectas sobre la sociedad.
Ejemplo: la destrucción de una planta termonuclear o una represa de alto volumen.

C. Sistema Recomendado de Zonificación Sísmica

Con base en esta metodología se ha recomendado la zonificación sísmica. Como se señalara en la descripción de este instrumento ésta básicamente delimita tres tipos de zonas que definimos a continuación.

- Zona de Mayor Susceptibilidad Sísmica III

Donde se identifica una zona de fallas o una zona que por las condiciones del subsuelo profundo formado en el período cuaternario, con rocas poco consistentes. También zonas con potencialidad para la licuefacción, hacen de la zona la más crítica en un terremoto. Dado el aumento de las aceleraciones en el subsuelo se recomiendan para estas zonas las siguientes actividades:

- Zonas agrícolas.
- Tierras de reserva.
- Recreación y práctica de deportes poco densos.

- Zona de Moderada Susceptibilidad Sísmica II

Donde funciona como un área de amortiguamiento. Las aceleraciones por el subsuelo, que es medianamente profundo entre 30 a 75 pies, saturado y de poco drenaje, son mayores que en suelo rocoso o firme, haciendo de la zona

una de un riesgo sustancial. Las actividades o usos que se recomiendan para esta zona son:

- Actividades de baja densidad.
- Vivienda sencilla.
- Industria y comercio livianos.
- Talleres.
- Almacenes y lugares de servicio público de poca densidad.
- *Zona de Menor Susceptibilidad Sísmica I*

Es una zona fuera de las fallas, en donde el subsuelo rocoso aflora casi a nivel del suelo, o que el subsuelo está formado por rocas compactadas y donde el nivel de aceleración es el menor, alrededor de 0.05 g. Para esta zona se recomiendan los siguientes usos:

- Residencial de alta densidad.
- Apartamentos y hoteles.
- Facilidades educativas, de salud, de emergencias, y seguridad.
- Centros gubernamentales e infraestructura básica.
- Puentes, aeropuertos, puertos, intersecciones de autopistas.
- Centros de recreación, comercio y de industria de mayor ocupación.

D. La Estrategia y los Criterios de Intervención

Los instrumentos y medidas de mitigación analizados en este modelo tienen que estar enmarcados en una estrategia de intervención. Dicha estrategia tendría como propósito brindarle dirección a los instrumentos antes expuestos, de tal forma que se garantice una seguridad razonable a los residentes de áreas con susceptibilidad sísmica y, por otro lado, una maximización del uso del terreno. La estrategia debe ser implementada a dos niveles de intervención. Primeramente a nivel preventivo, teniendo como objetivo:

Guiar el desarrollo de estructuras e infraestructuras futuras de acuerdo con la susceptibilidad sísmica de las distintas zonas. Esto estaría basado en los criterios siguientes:

1. La zonificación de zonas con distintos niveles de susceptibilidad sísmica.
2. Ubicación de los usos del terreno y de las redes vitales de acuerdo con la susceptibilidad sísmica de las zonas.

La segunda estrategia es a nivel correctivo y está dirigida a intervenir con las estructuras y redes vitales existentes.

Fomentar acciones y medidas de mitigación de daños en aquellas estructuras e infraestructuras que por sus métodos de construcción, ubicación en zonas de moderada o mayor susceptibilidad sísmica y por los materiales utilizados para su construcción, se detecten como las más propensas a su-

1. Darle prioridad a aquellas estructuras localizadas en los diferentes sectores del área de estudio que reflejen, en base al estudio de posibles daños, una mayor susceptibilidad sísmica.
2. Tomar en consideración aquellos componentes críticos de las redes vitales en base al estudio de posibles daños que reflejen vulnerabilidad a los terremotos.

En base al análisis de la teoría de intervención usada en otros países en relación con el rol de la planificación del uso del terreno en áreas que presentan problemas de susceptibilidad sísmica y por lo limitado de la intervención en lo referente con el fenómeno, se evidencia la necesidad de intervenir en este problema a nivel de planificación estratégica. Esto permitiría establecer una serie de políticas que estarían dirigidas a complementar las políticas utilizadas en la actualidad en la planificación del uso del terreno. De esta forma se podría lograr un ordenamiento físico espacial que podría garantizar una mayor seguridad a residentes de áreas vulnerables y, por consecuencia, minimizar las probabilidades de pérdida de vida y propiedad en caso de ocurrir un terremoto.

NOTAS

1. José Luis Capacete. **Los terremotos en Puerto Rico**. Mimeografiado. CIAA. 1978.
2. Garry B. Briggs y John Gilchrist. **The Earth and Land Use Planning**. Duxbury Press. 1977. University of California.