

4.3.4 *Análisis de resultados*

En relación con las líneas vitales el riesgo puede considerarse, en forma general, como la probabilidad de no estar disponible para satisfacer unos niveles de funcionamiento y servicio mínimos establecidos. Este tipo de análisis considera un balance entre los costos de dar un aumento en la resistencia sísmica de las líneas vitales evaluadas, con los costos asociados de los daños esperados en cada sistema como consecuencia de un evento probable durante un tiempo de exposición definido. Esto permitiría a cada una de las empresas de servicios públicos establecer criterios de optimización que tengan en cuenta las consecuencias sociales debidas al daño en las líneas vitales y la seguridad para la sociedad.

Un análisis de esta naturaleza permite en algunos casos identificar componentes vulnerables de un sistema, requerimientos de seguridad y la formulación de planes de emergencia y contingencia para retornar en el menor tiempo posible a un nivel de funcionamiento o servicio aceptable. Además, es una herramienta para la evaluación de los requerimientos de rehabilitación e intervención de componentes que se identifiquen como críticos de cada sistema analizado.

Para el caso de Santafé de Bogotá, teniendo en cuenta la información disponible aportada por las diferentes empresas de servicios públicos involucradas, se desarrolló un modelo simplificado que permitiera relacionar de manera global, a nivel de escenarios potenciales, la probabilidad de falla o daño de los componentes principales de cada sistema con la intensidad de tres terremotos probables en la ciudad. En algunos casos se estimó en forma general, el nivel de vulnerabilidad sísmica estructural de componentes tales como las subestaciones eléctricas y las centrales telefónicas de manera independiente de los sismos específicos considerados y se hizo una revisión de la estadística de daños en los últimos años tanto de la red de acueducto como de la red de gas natural, lo cual permitió aportar información relativa a la vulnerabilidad inherente o intrínseca de los sistemas, como una correlación notable en el aumento de los daños durante los días siguientes a la ocurrencia del sismo de Tauramena, ocurrido el 19 de enero de 1995.

Es importante mencionar que el modelo de análisis se basó en una apreciación semicuantitativa, teniendo en cuenta aspectos cualitativos y relativos de calificación, como análisis estadísticos de daños propuestos a nivel internacional por grupos de expertos y observados durante terremotos pasados. Por lo tanto, no se diferenció si los componentes eran elementos enterrados o sobre la superficie, no obstante que en general se acepta que en caso de sismos los componentes que se encuentran sobre la superficie tienden a ser más vulnerables a los

efectos vibratorios causados por las fuertes sacudidas del suelo, mientras que los que se encuentran bajo la superficie tienden a ser vulnerables al desplazamiento permanente de la tierra causada por movimientos tectónicos (fallas), licuación o deslizamientos. Por lo tanto, este estudio debe considerarse como una evaluación indicativa del potencial de daños esperados en las líneas vitales de Santafé de Bogotá, que permite dimensionar la magnitud de los problemas potenciales que se tendrían para cada sismo de análisis. Por lo tanto, su utilización sirve fundamentalmente para establecer criterios generales de intervención de la vulnerabilidad de los diferentes componentes como la formulación de planes de respuesta, rehabilitación, costo y tiempo de recuperación del servicio en las diferentes zonas de la ciudad. Esto debe ser estimado y analizado por cada entidad de acuerdo con los escenarios de daños calculados, los cuales se describen a continuación:

- Ante el escenario hipotético de un sismo lejano que llegara con una aceleración del orden de 0.038g a nivel del basamento rocoso, se esperaría una amplificación importante de las ondas sísmicas en particular en las zonas de suelos blandos. Aunque este tipo de evento afectaría posiblemente a algunas edificaciones altas ubicadas particularmente en el norte de la ciudad, en general los daños o rupturas que se presentarían en las redes serían mínimos o despreciables. Este sismo causaría posiblemente algunas víctimas y un número importante de heridos, tal como se describe en el numeral relacionado con la vulnerabilidad de las edificaciones, pero dichas pérdidas serían motivadas fundamentalmente por la caída de elementos no estructurales de las edificaciones afectadas, las cuales podrían sufrir algunos incendios por averías en las instalaciones domiciliarias, particularmente de gas propano (GLP). Ante este sismo, posiblemente, la capacidad actual de las empresas de servicios para atender interrupciones sería suficiente para restablecer en forma inmediata su funcionamiento.
- En la eventualidad de la ocurrencia de un sismo moderado en la Falla Frontal de la Cordillera Oriental (cercano), que cause una aceleración del orden de 0.12g a nivel del basamento rocoso, el cual se considera podría ser un sismo con un período de retorno de 100 años, similar a los sismos que afectaron a la ciudad en 1785, 1827 y 1917, se esperaría una fuerte respuesta en la zona oriental de la ciudad cercana a los cerros, lo que afectaría notablemente segmentos de la red del acueducto localizados en las zonas de suelos rocosos y de piedemonte. No obstante, en la zona plana habría daños importantes en todos los sistemas de redes. La red del acueducto se estima podría tener en total, en los diferentes tipos de tubería, entre 300 y 350 rupturas, la red de gas natural entre 25 y 30 daños importantes y la

- La definición mediante un acto administrativo de las zonas identificadas en la microzonificación sísmica, con fines de reglamentación urbana y normativa sísmo resistente.
- La reducción de densificación de zonas urbanas, redefinición de tipos de estructura y número de pisos para edificaciones localizadas en áreas de alta susceptibilidad, reconocidas por la amenaza estimada de la microzonificación sísmica y de la vulnerabilidad de los elementos sometidos.
- La relocalización de elementos de vital importancia, como la infraestructura de servicios públicos, fundamental después de la manifestación del evento.
- La modificación del grado de vulnerabilidad de elementos que no pueden ser relocalizados, mejorando su resistencia a las solicitaciones que pueden esperarse del sismo probable en la zona, en especial de aquellos elementos usualmente denominados "tradicionales", los cuales han sido diseñados para soportar solamente cargas gravitacionales y que ofrecen un alto grado de vulnerabilidad.
- La definición estratégica de áreas de emergencia en las cuales se establecerán las viviendas temporales para alojar la población después del evento. Estas áreas corresponden normalmente a los espacios públicos de diversión y entretenimiento.

Estas políticas deben tenerse en cuenta en adición a las políticas convencionales de desarrollo urbano en regiones localizadas en áreas propensas, puesto que son parte fundamental del desarrollo económico y social de dichas regiones y su no consideración puede llegar a presentar resultados desastrosos. El no tener en cuenta las variables de riesgo sísmico urbano en la definición del "uso del suelo" podría llegar en un alto número de casos a aumentarlo, lo cual sería infortunado y podría llegar a calificarse como un acto de negligencia de los planificadores, administradores y encargados del manejo de la región

Además de las políticas de mitigación del riesgo que deben llevarse a cabo en la planificación urbana y regional existen otras medidas de predesastre y posdesastre que deben implementarse como parte de las actividades y programa de seguridad, con el fin de crear un marco adecuado y consistente que permita una flexible toma de decisiones para la efectiva e inmediata rehabilitación y revitalización de las actividades industriales, económicas y sociales de las zonas afectadas

4.4.1 Actividades predesastre

Fundamentalmente, a nivel de medidas predesastre, tal como se ha ilustrado en este documento debe llevarse a cabo una evaluación científica del riesgo sísmico par-

tiendo de la premisa irrefutable de que una región afectada por movimientos sísmicos fuertes en el pasado está expuesta a sufrir las consecuencias de la manifestación de innumerables sismos moderados y la alta probabilidad de la manifestación de un sismo de proporciones catastróficas. Es responsabilidad de las autoridades gubernamentales el promover que los planes maestros de desarrollo urbano incorporen criterios de seguridad sísmica, basados en la determinación de niveles económicamente justificados de riesgo sísmico aceptable, que asegure que el nivel de daño estimado permita el uso sin peligro de las edificaciones, los servicios públicos y otras estructuras de vital importancia ante la manifestación de un evento esperado (Cardona, 1986)

Una vez dado a conocer este estudio, las autoridades, los organismos de socorro y las entidades nacionales con anticipación, deben llevar a cabo un plan de mitigación del riesgo y de protección civil que cumpla los siguientes objetivos:

- Cuantificación de datos para la planificación urbana y preparación de planes de emergencia y contingencia que definan con anterioridad y de acuerdo con las características de los escenarios la actuación coordinada de los organismos operativos y de apoyo que garantice la máxima eficiencia en las etapas de búsqueda y rescate, atención médica, suministros, alojamiento y en general la asistencia de la zona afectada.
- Identificación de las zonas de atención médica y de las edificaciones claves de la ciudad; las Figuras 4.18 y 4.19, ilustran para el caso de Santafé de Bogotá las edificaciones de mayor importancia y los sitios de recreación, que en caso de un fuerte terremoto pueden ser utilizados para efectos de disponer de alojamiento temporal.
- Elaboración de programas de educación e información pública para la comunidad expuesta acerca del fenómeno y recomendaciones generales y domiciliares que permitan mitigar los efectos sobre la población y los bienes.
- Estimación de las pérdidas económicas directas e indirectas y los respectivos planes de ajuste, rehabilitación y asistencia para la reconstrucción y desarrollo de la región.

Este plan de mitigación del riesgo y de protección civil debe incluir básicamente las siguientes actividades.

- Elaboración de material para los medios de comunicación con el fin de realizar campañas de información pública acerca de los futuros eventos y recomendaciones de comportamiento

