

38. Zonificación preliminar de la dureza de los suelos y mayor potencial de licuación

Con base en la agrupación de las unidades geológicas superficiales, según criterios de tipo, consistencia y origen de las rocas y depósitos. Se indican, en primera aproximación, las durezas relativas esperables de los suelos en la ciudad. Con respecto a la Figura 20 (Macrozonificación de los terrenos de Cali), en ésta se diferencian los depósitos aluviales y de la llanura de inundación del río Cauca, atendiendo a su origen y composición y al nivel freático esperable, más superficial.

En razón de la heterogeneidad de las formaciones geológicas superficiales, a la intercalación de depósitos de diferentes orígenes y edades (por ejemplo, superposición de limos y arcillas acumulados por el río Cauca con depósitos de materiales más gruesos, generados por antiguas avenidas torrenciales de los ríos de la Cordillera), es esperable que localmente se encuentren condiciones diferentes a las señaladas, suelos más blandos o más duros que los de sus alrededores. En este sentido, la Figura es útil al aportar criterios físicos para orientar el crecimiento urbanístico, por un lado, y por el otro para orientar investigaciones detalladas que conduzcan a la microzonificación por comportamiento sísmico de los suelos y terrenos, así como para orientar los estudios geotécnicos puntuales que cada obra requiere.

Igual que en las demás, se recomienda utilizar ésta en comparación con otras Figuras y en particular con la de Formaciones Geológicas Superficiales (Fig. 9, ver en la explicación la columna “Estabilidad”), la de Macrozonificación de los terrenos de Cali (Fig. 20) y la de Hidrografía en la cual se han incluido drenajes enterrados por el proceso de expansión urbana (Fig. 7). En la zona de laderas la Fig. 24, el Modelo de pendientes del terreno, es útil en tanto ilustra sobre restricciones al uso urbanístico, particularmente en los suelos meteorizados.

Las convenciones S-1 (rocas y suelos duros), S-2 (suelos medianamente consolidados) y S-3 (suelos blandos) corresponden a los definidos en el Código Colombiano de Construcciones Sismoresistentes, vigente hasta cuando su nueva versión haga curso en el Congreso de la República. Estos valores han sido asignados cualitativamente, hasta cuando el proyecto de microzonificación sísmica de Cali aporte valores de mediciones de campo. En los Humedales se ha asignado S-3 (?), también en razón de evidencia empírica de daños por sismos recientes y de vibraciones inducidas en edificaciones, atribuibles a efecto local (de sitio), cuya explicación última aún debe ser objeto de investigaciones.

A los depósitos asociados a antiguos cauces se les ha asignado la convención S-4 para denotar que, en principio, deben ser muy blandos (generados en épocas muy recientes desde el punto de vista geológico, menos de 500 años) y que, debido a la presencia de estratos arenosos con niveles freáticos cercanos a la superficie, presentan un alto potencial de licuación, es decir, de comportarse momentáneamente como un líquido (cuando son fuertemente excitados por vibraciones sísmicas), perdiendo así la capacidad de soportar cargas como las de edificaciones.

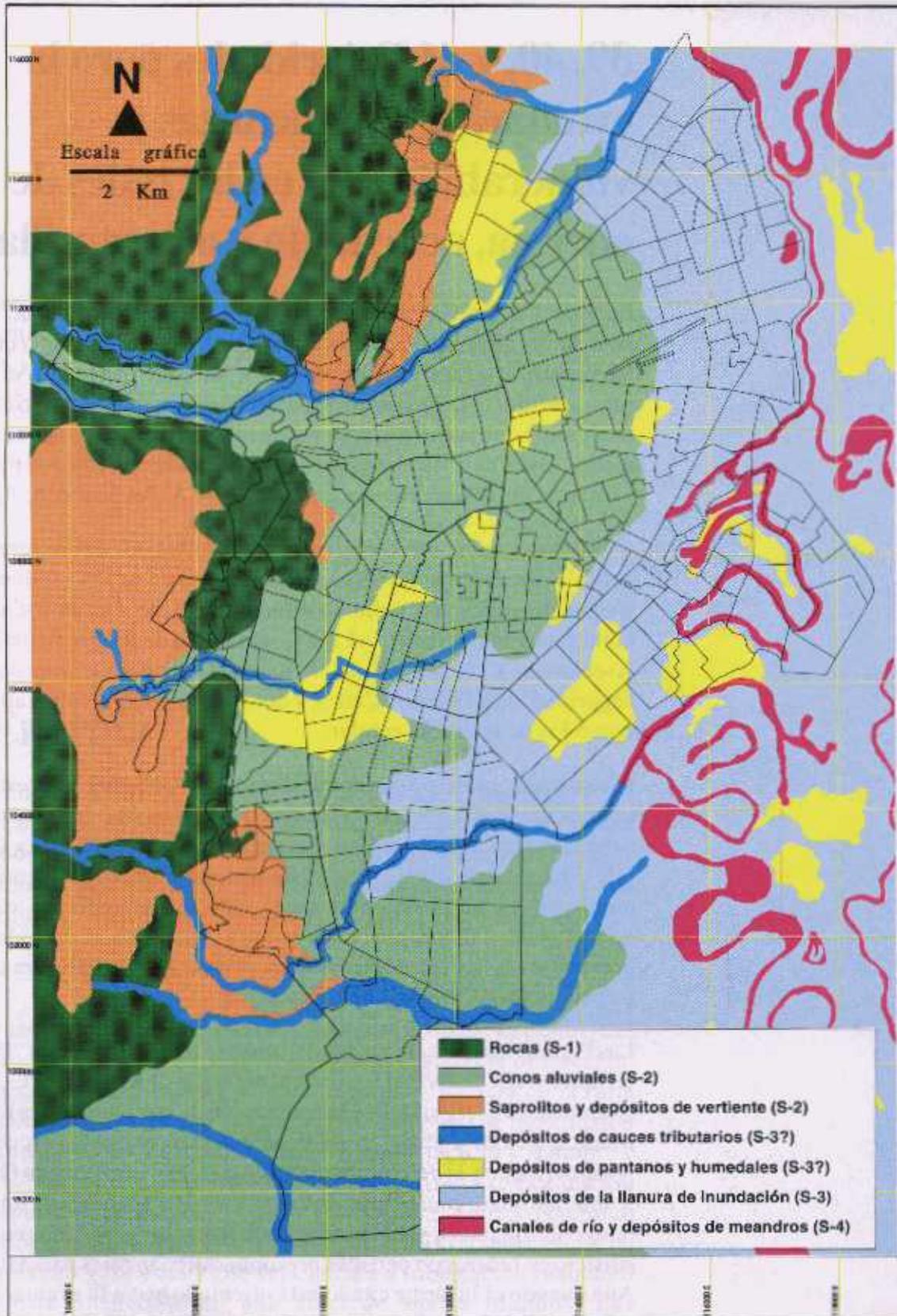


Figura 38. Zonificación preliminar de la dureza de los suelos y mayor potencial de licuación

39, 40, y 41 Prioridades para la evaluación de amenazas y vulnerabilidades en las redes de energía, acueducto y alcantarillado

En razón a que los sistemas y redes, tales como los de energía, acueducto, alcantarillado son esenciales (vitales), para una ciudad, se ha puesto especial énfasis en ellos. En este Atlas no se incluye información sobre los sistemas de telecomunicaciones, pero es preciso mencionar que las prioridades para evaluar y mitigar riesgos asociados a ellos están definidos y están siendo llevados a cabo por parte de la Gerencia de Telecomunicaciones de EMCALI. (Saucedo, 1996).

Si bien las comunicaciones telefónicas alámbricas todavía corresponden a un alto porcentaje del servicio, se dispone de relativa redundancia a través de redes de radio institucionales, de Organizaciones No Gubernamentales (p. ej. la Liga Colombiana de Radioaficionados y la Asociación Colombiana de la Banda Ciudadana) y privadas (de seguridad, de transportes, etc.), y de sistemas menos vulnerables, tales como los de telefonía celular.

Por su parte, la red de gas domiciliario para Cali (Fig. 16), está siendo emplazada contando con estudios previos sobre las amenazas de origen natural que la podrían afectar, incorporando factores de diseño que la hacen redundante y con sistemas automáticos de seguridad. Sin embargo, es necesario fortalecer anticipadamente las campañas conducentes a incorporar en la cultura ciudadana el uso adecuado y prevenciones cotidianas necesarias, como es necesario para todo tipo de productos de energía de uso masivo.

Las Figuras han sido adaptadas del informe final del OSSO al “Programa UNDRO/ACDI/DNPAD, para la Mitigación de Riesgos en Colombia” (Campos, 1993). Paralelo a la realización de ese estudio, las Empresas Municipales de Cali, y en particular las Gerencias de Acueducto y Alcantarillado y la de Telecomunicaciones, han conformado Grupos de Vulnerabilidad, encargados de evaluaciones y acciones de mitigación tales como estudios sobre potencial de licuación y de daños en plantas, edificios y redes, con partidas presupuestales anuales para tales fines. Aún cuando el Informe citado está orientado hacia la evaluación de la vulnerabilidad por efectos de un sismo intenso en Cali, la información producida es útil para la toma de medidas que refuerzan los sistemas

de líneas vitales por otros tipos de amenazas. La evaluación se realizó mediante el cruce de información en forma gráfica y analítica del inventario de la situación de ellas, con potenciales amenazas colaterales.

39. Energía

El sistema de energía tiene, frente a los de acueducto y de alcantarillado la ventaja de una mayor redundancia en las conexiones entre subestaciones, razón por la cual presenta una mayor flexibilidad funcional. En general los puntos más vulnerables son los sistemas de soporte de los equipos en las subestaciones.

Elementos principales

Aunque las centrales de generación de energía no están dentro del perímetro, sí juegan un papel primordial en el sistema de energía. Por lo tanto se precisa una evaluación de la influencia de la falla de cada una de las centrales y sus respectivos sistemas de transmisión a las subestaciones de Cali. Para las subestaciones Yumbo y Juanchito (fuera del perímetro urbano), es prioritaria su evaluación porque ambas están interconectadas al Sistema Eléctrico Nacional (Esmeralda), el cual cubre en algunas épocas un gran porcentaje de la demanda energética del Valle del Cauca. La subestación Juanchito además está localizada en una zona de suelos blandos. Las subestaciones Pance y Chipichape también son prioritarias porque reciben la energía directamente de las otras centrales generadoras.

Elementos de distribución

Para las subestaciones de distribución se repite la misma situación que para las principales, con la diferencia que el área afectada en caso de salir de funcionamiento, es menor. Se debe priorizar, entre otras, la subestación San Antonio ya que alimenta los circuitos de la Planta de Tratamiento del río Cali, del Hospital Universitario, del Centro Administrativo Municipal, entre otras instalaciones vitales.

40. Acueducto

La vulnerabilidad actual de los sistemas de acueducto, definida con base en fundamentos teóricos, está determinada por la falta de redundancia que se manifiesta en la configuración que condiciona la interrupción de su funcionamiento en la falla de cualquiera de sus componentes. Por otro lado, la ciudad no dispone de adecuadas reservas de agua para enfrentar períodos prolongados de suspensión del servicio

Elementos principales (Fuentes, bocatomas, conducciones, estaciones de bombeo de agua cruda).

Las amenazas sobre el sistema de acueducto son tanto locales como regionales. Un caso crítico serían grandes deslizamientos en las cuencas tributarias del río Cauca, por ejemplo generados por lluvias intensas y prolongadas como por sismos. Esta posibilidad ha sido ilustrada recientemente, durante el sismo y deslizamientos subsecuentes en la región de Páez (julio 6 de 1994). En esa ocasión los deslizamientos y consecuentes aportes de sedimentos ocurrieron sobre la cuenca del Magdalena. Sobre la cuenca del Cauca, también a raíz de sismos en 1826, ocurrieron enormes deslizamientos y flujos de lodo, aunque por aquella época la ciudad estaba retirada del río y se alimentaba exclusivamente de aguas locales.

Una falla en la bocatoma, en las conducciones o en el sistema de bombeo de agua cruda de cualquiera de las plantas, dejaría sin agua a gran parte de la ciudad (aproximadamente el 51% si es en la Planta Puerto Mallarino, 30% en la planta del río Cauca 19% en la Planta Río Cali). Los factores que pueden afectar la conducción de agua cruda son: fallas en los suelos que soportan bocatomas, tuberías y plantas y un apagón general que deje fuera de servicio las estaciones de bombeo.

Elementos de distribución (plantas de tratamiento, líneas principales de conducción).

Los factores de malfunción o salida de servicio dentro de las plantas de tratamiento pueden ser múltiples, lo cual amerita un análisis detallado de cada una. Los daños pueden ser inducidos por deficiencias de los suelos y fundaciones o por fallas mecánicas o estructurales en reactores y construcciones. Las prioridades se pueden establecer con base en el caudal de salida (Puerto Mallarino, Río Cauca, Río Cali) y dentro de éstas, según el estado de los diferentes elementos que las componen y según su relevancia en el funcionamiento general de la planta.

Una falla en una de las conducciones principales puede dejar hasta el 36% de la población sin agua, dependiendo del punto donde ocurra el daño y de la tubería afectada. Se consideran críticas las tuberías principales de la red baja (ver también Fig. 17), por los tipos de suelos entre los cuales están emplazadas, blandos, en algunos casos identificados como contracto-expansivos y con potencial de licuación y de cambios de rigidez, por ejemplo en las zonas de cruce de drenajes activos y antiguos.

En la red alta se consideran críticas las aducciones al Hospital Universitario y las tuberías del centro de la ciudad por su antigüedad.

Elementos de servicio

El sistema de válvulas es de poca confiabilidad y no permite, en algunos casos, que el sistema funcione parcialmente. Una vez resuelto este aspecto, mediante el proyecto de reposición de 350 válvulas con un horizonte de acción hasta el año 2005, la vulnerabilidad funcional será reducida en gran proporción.

Paralelamente, la vulnerabilidad del sistema también será reducida en la medida del reemplazo de tuberías de asbesto-cemento (63.47%, según datos de 1992) y las de hierro fundido (16.80%), los cuales han demostrado ser más vulnerables a los efectos sísmicos.

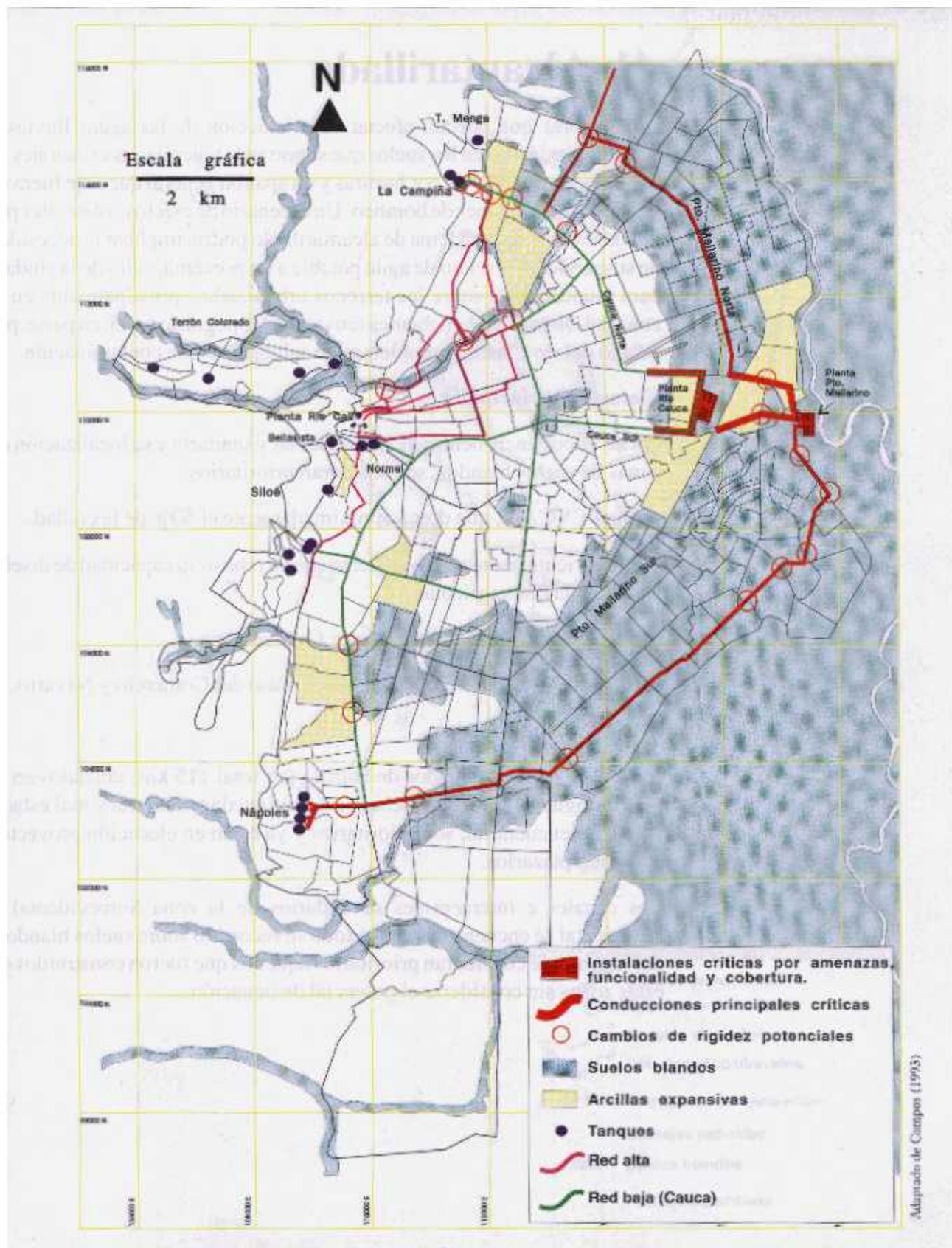


Figura 40. Prioridades para la evaluación de amenazas y vulnerabilidades en las redes de acueducto

41. Alcantarillado

Los factores que pueden afectar la conducción de las aguas lluvias y servidas son: fallas en los suelos que soportan la tubería y las estaciones de bombeo, obstrucciones por basuras y un apagón general que deje fuera de servicio las estaciones de bombeo. Un escenario de efectos colaterales por daños severos en el sistema de alcantarillado podría implicar la necesidad de suspender el servicio de agua potable a un porcentaje alto de la ciudad, para inundaciones sobre los terrenos urbanizados, principalmente en la zona del Distrito de Aguablanca (cuyo nivel topográfico está, en parte, por debajo del río Cauca) y problemas de salubridad y de contaminación.

Elementos principales

Por su importancia dentro de la red pluvial y sanitaria y su localización en zonas de suelos blandos, se consideran prioritarios:

- Canal CVC Sur, que drena aproximadamente el 50% de la ciudad.
- CVC Oriental, construido en tierra que ya rebosó su capacidad de diseño inicial, para fines agrícolas.
- El Colector Cauca y el interceptor Cañaveralejo.
- Estaciones de Bombeo Cañaveralejo, Paso del Comercio y Navarro.

Elementos secundarios

Los colectores combinados de ladrillo (en total 115 km) ubicados en la parte antigua de la ciudad, debido a su antigüedad, material y mal estado en que se encuentran, son prioritarios y ya están en ejecución proyectos para reemplazarlos.

Los canales e interceptores secundarios de la zona Suroccidental y Suroriental se encuentran en casi todo su recorrido sobre suelos blandos; por lo tanto, se consideran prioritarios aquellos que fueron construidos en estas zonas sin considerar el potencial de licuación.

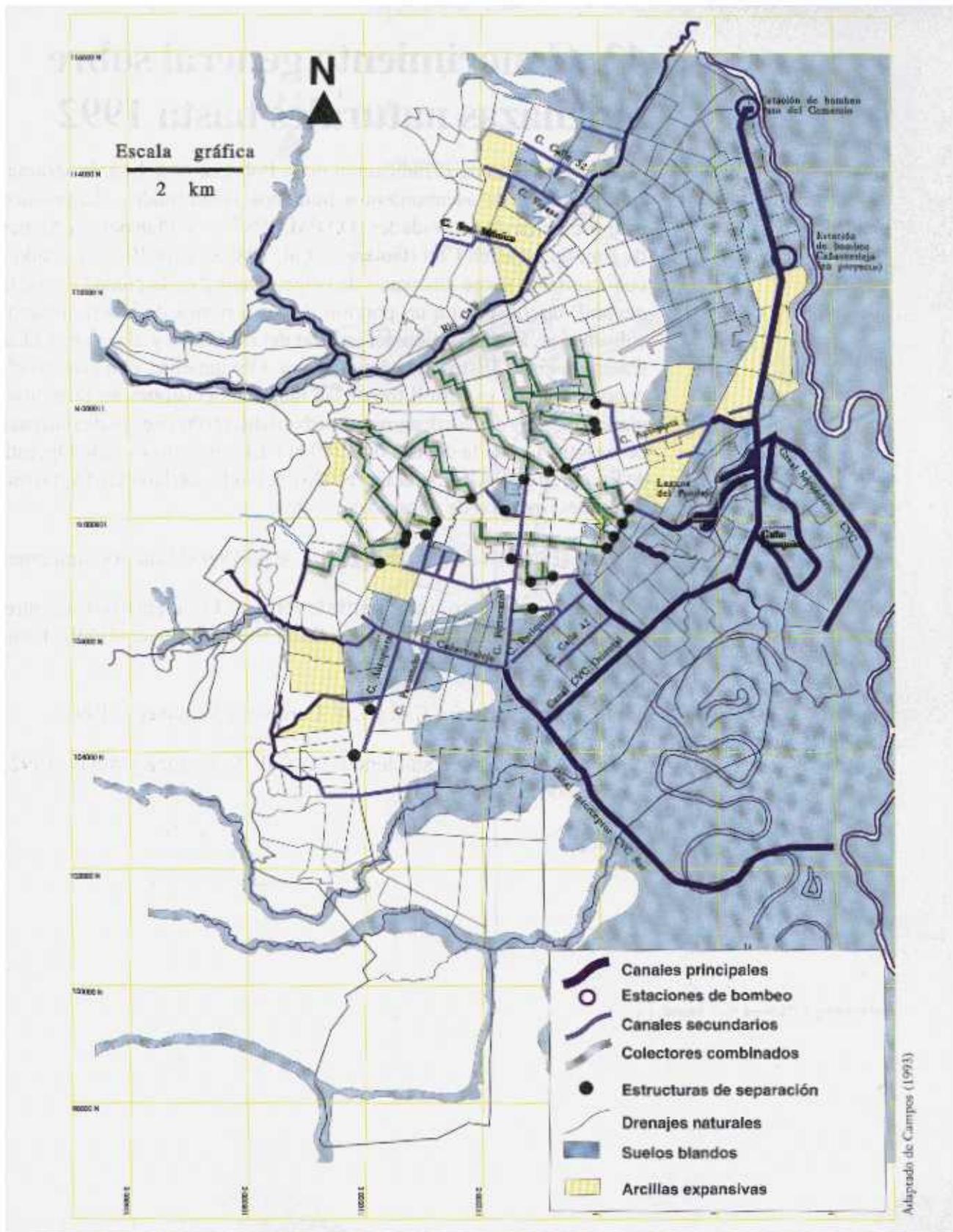


Figura 41. Prioridades para la evaluación de amenazas y vulnerabilidades en las redes de alcantarillado