

EFFECTS OF URBANIZATION ON GROUNDWATER SYSTEMS

*J. N. Krothe, B. Garcia-Fresca, and J. M. Sharp, Jr.
Jackson School of Geosciences – Department of Geological Sciences [C1100]
The University of Texas, Austin, TX 78712-1101 USA*

Abstract. Urbanization has dramatic effects on groundwater systems with ramifications for water management. Effects include groundwater overexploitation, increased runoff, altered recharge, highly altered permeabilities, and water-quality degradation. Urban areas are similar to karstic settings with internal drainage (storm sewers), intermittent streams (paved drainage ways), and a permeability structure dominated by fractures, conduits, and caves (buried utility trenches, abandoned pipes, and tunnels). Overexploitation effects include aquifer depletion, subsidence, and deterioration of natural areas and water quality. Yet many cities underutilize groundwater. Urbanization impacts recharge rates, stream flows, and evapotranspiration. Leaky water mains and sewage systems, along with urban irrigation, can increase recharge despite “impervious” cover. Utility system leakage rates range from ~8% to >60%. Construction, deterioration, and abandonment of utility systems create interconnected networks in the shallow subsurface with highly contrasting permeabilities. Increases in permeability within the utility systems are documented up to 10 orders of magnitude greater than the natural materials, although 2 to 4 orders are more common. Numerical simulations demonstrate that complex contaminant plume geometries occur because of changes in the hydraulic gradient and altered permeability structures. Prediction of groundwater flow and contaminant transport is difficult; and remediation in such systems can be problematic.

Resumen. El desarrollo urbano ejerce efectos dramáticos sobre las aguas subterráneas, con ramificaciones importantes en la gestión del recurso. Dichos efectos incluyen el incremento de las extracciones, la escorrentía superficial, la recarga, la alteración de la permeabilidad y el declive de la calidad. Las áreas urbanas son similares a los sistemas kársticos ya que presentan conductos (redes de distribución y alcantarillado), cauces superficiales intermitentes (pavimentos) y una permeabilidad controlada por fracturas, conductos y cuevas (red eléctrica, telefónica, tuberías abandonadas, etc.). Las consecuencias de la sobreexplotación incluyen el agotamiento del recurso, subsidencia y deterioro de áreas naturales y calidad del agua. Algunas ciudades subutilizan las aguas subterráneas. El desarrollo urbano también altera las tasas de recarga, cursos superficiales y la evapotranspiración. Los escapes de agua desde la red de abastecimiento y saneamiento, así como el riego urbano pueden producir aumentos en la recarga, a pesar de las superficies “impermeables”. Dichos escapes representan un ~8% a >60%. La construcción, deterioro y abandono de estructuras crea una red subterránea somera con permeabilidades contrastadas. Documentamos incrementos en la permeabilidad de hasta 10 órdenes de magnitud, mayormente entre 2 y 4 órdenes. Simulaciones numéricas demuestran que dichas alteraciones en la permeabilidad resultan en plumas de contaminación de geometrías complejas. Esto dificulta la previsión de la velocidad y dirección de flujo, así como el transporte de contaminantes, lo cual complica la evaluación y recuperación.

Keywords: urban groundwater, groundwater budget, recharge, solute transport, water management, urbanization