



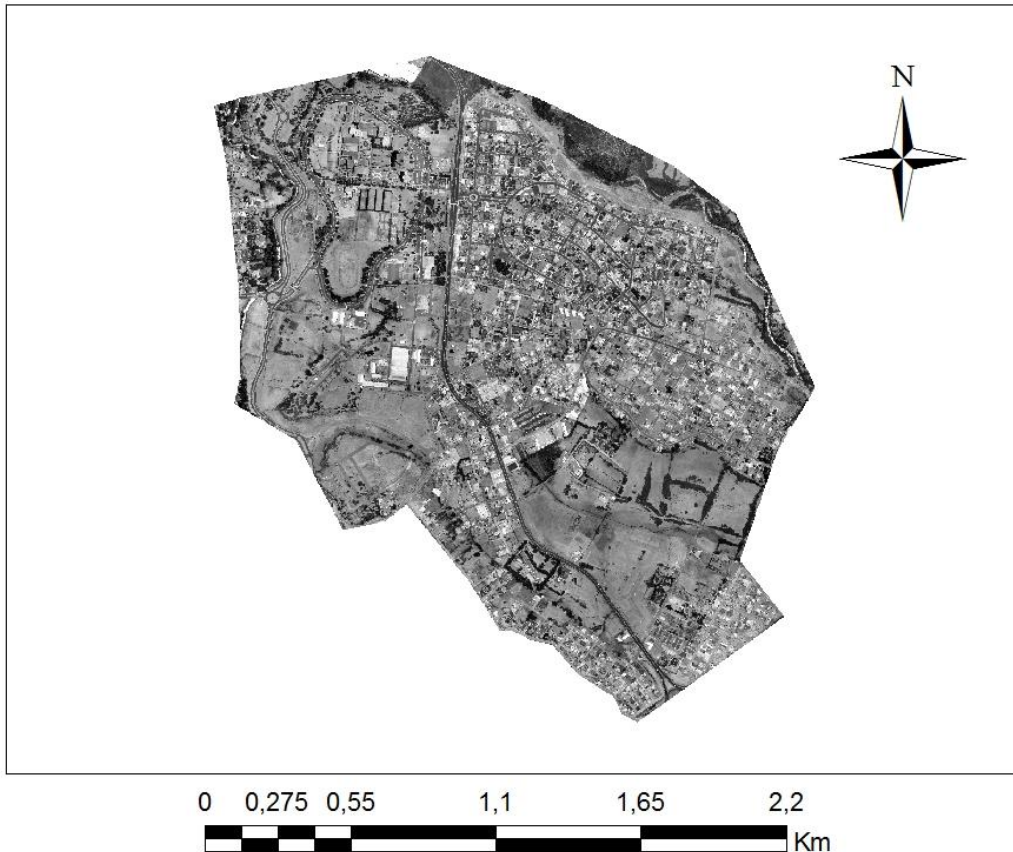
DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE SOSTENIBLE PARA LA GESTIÓN DE AGUA LLUVIA EN EL VALLE DE LOS CHILLOS

Facultad de Ciencias Naturales y Ambientales

Autor: Alejandro Hernán Flores Vega

Director: Ph.D. Miguel Martínez-Fresneda.

INTRODUCCIÓN



- El presente estudio es un proyecto enfocado a realizar una correcta gestión del agua lluvia y de escorrentía por medio de un sistema de drenaje alterno, con el fin de evitar inundaciones.
- Sangolquí: 55 km² de superficie, San Pedro de Taboada, San Rafael y Sangolquí. 2500 msnm y 75080 habitantes, según censo 2010. (Gobierno de Pichincha, 2002).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- Una de las problemáticas más graves son las inundaciones (Fernández & Buss, 2016).
- Las fuertes lluvias y el consecuente aumento de la infraestructura urbana impulsan a que se den estos siniestros que producen graves pérdidas.
- En el Ecuador, la gestión del agua de escorrentía se da mediante el alcantarillado.



Fuente. El Telégrafo (2017). marzo, Milagro.



Fuente. El Diario (2017). febrero, Manta.

OBJETIVOS

- Proponer una combinación adecuada de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) mediante el uso y análisis de los datos meteorológicos y topográficos de la parroquia urbana Sangolquí para conocer los meses con mayor cantidad de lluvias así como las zonas sumidero del sector, y realizar una apropiada gestión de agua lluvia.
 - Obtener las sub-cuencas hidrográficas y las zonas sumidero por medio del DEM.
 - Conocer los meses con mayores lluvias por medio del estudio del INAMHI.
 - Seleccionar la combinación de SUDS que se ajuste a las necesidades del sector.

METODOLOGÍA

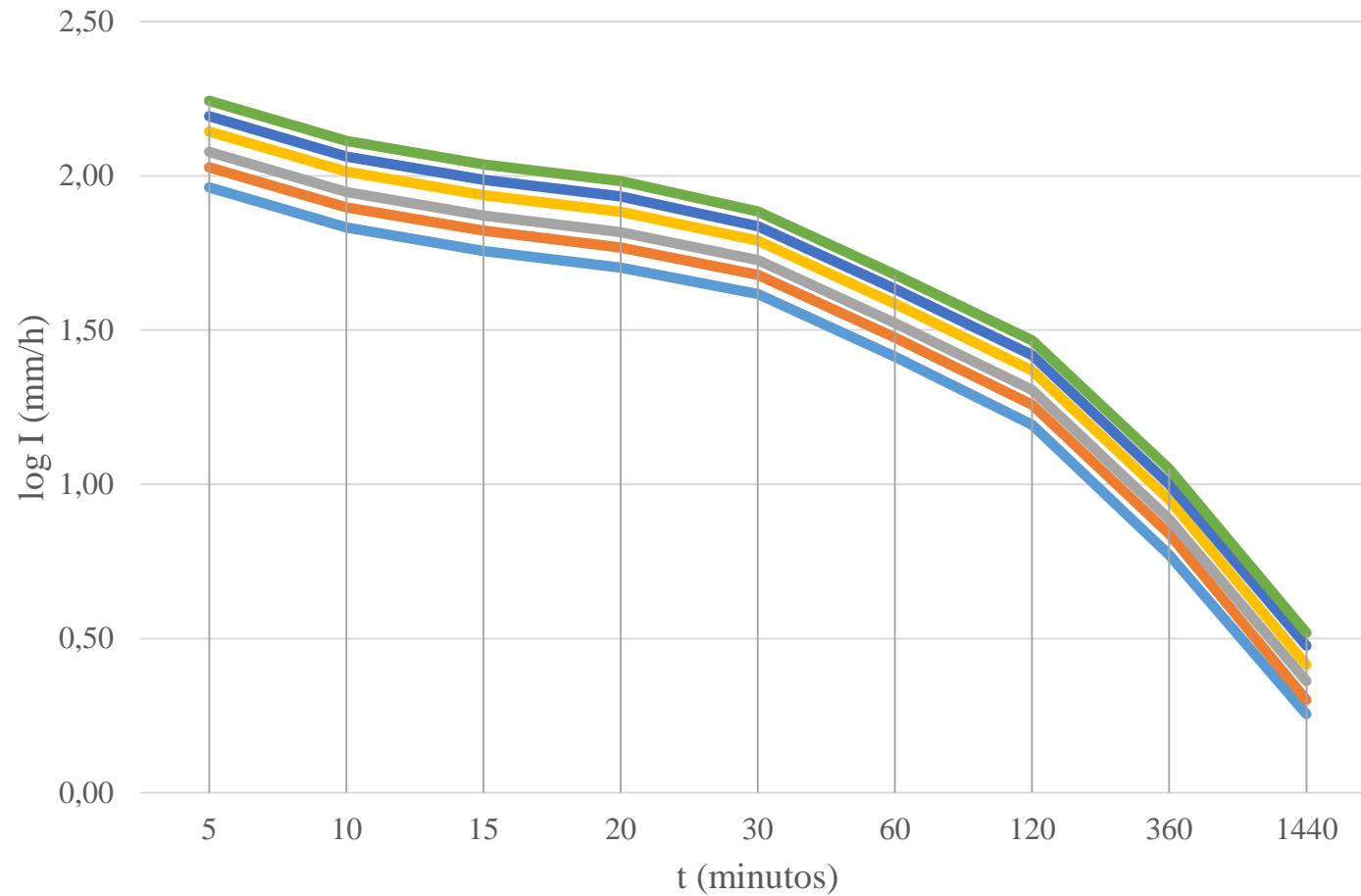


Determinación de Ecuaciones para el Cálculo de Intensidades Máximas de Precipitación.

Análisis de la Información

- Las Curvas IDF fueron obtenidas de la estación Izobamba (1962-2010).

Curvas IDF Estación Izobamba



Ecuaciones determinadas para cada intervalo de tiempo (1962-2010):

$$- 5 < 30: i = 164,212 * T^{0,1650} * t^{-0,4326}$$

$$- 30 < 120: i = 371,072 * T^{0,1575} * t^{-0,6771}$$

$$- 120 < 1440: i = 929,503 * T^{0,1614} * t^{-0,8773}$$

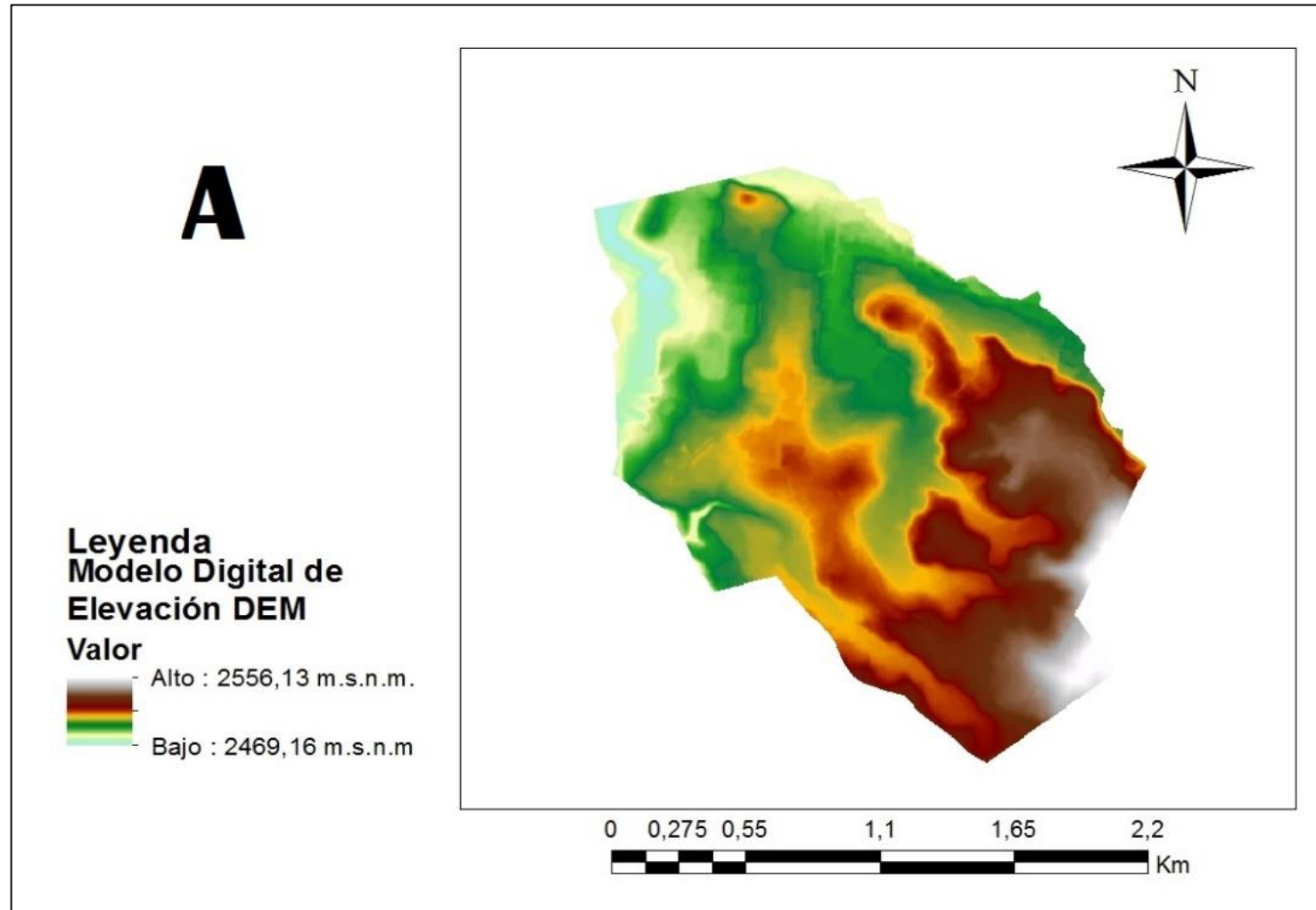
Periodo de Retorno

- 2 años
- 5 años
- 10 años
- 25 años
- 50 años
- 100 años

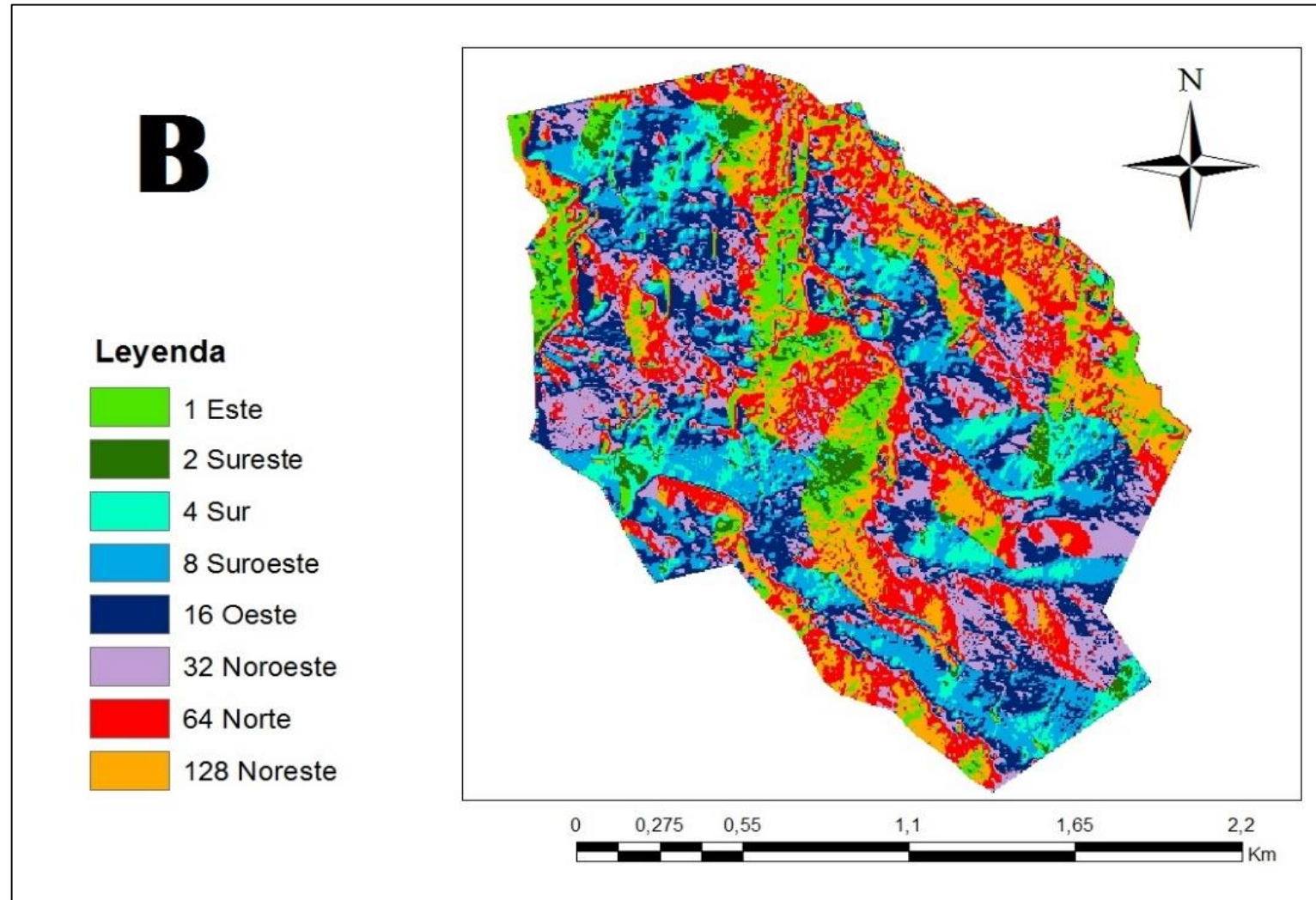
Fuente. Guachamin, García, Arteaga, & Cadena (2015)

Obtención de Sub-cuencas y Zonas Sumidero

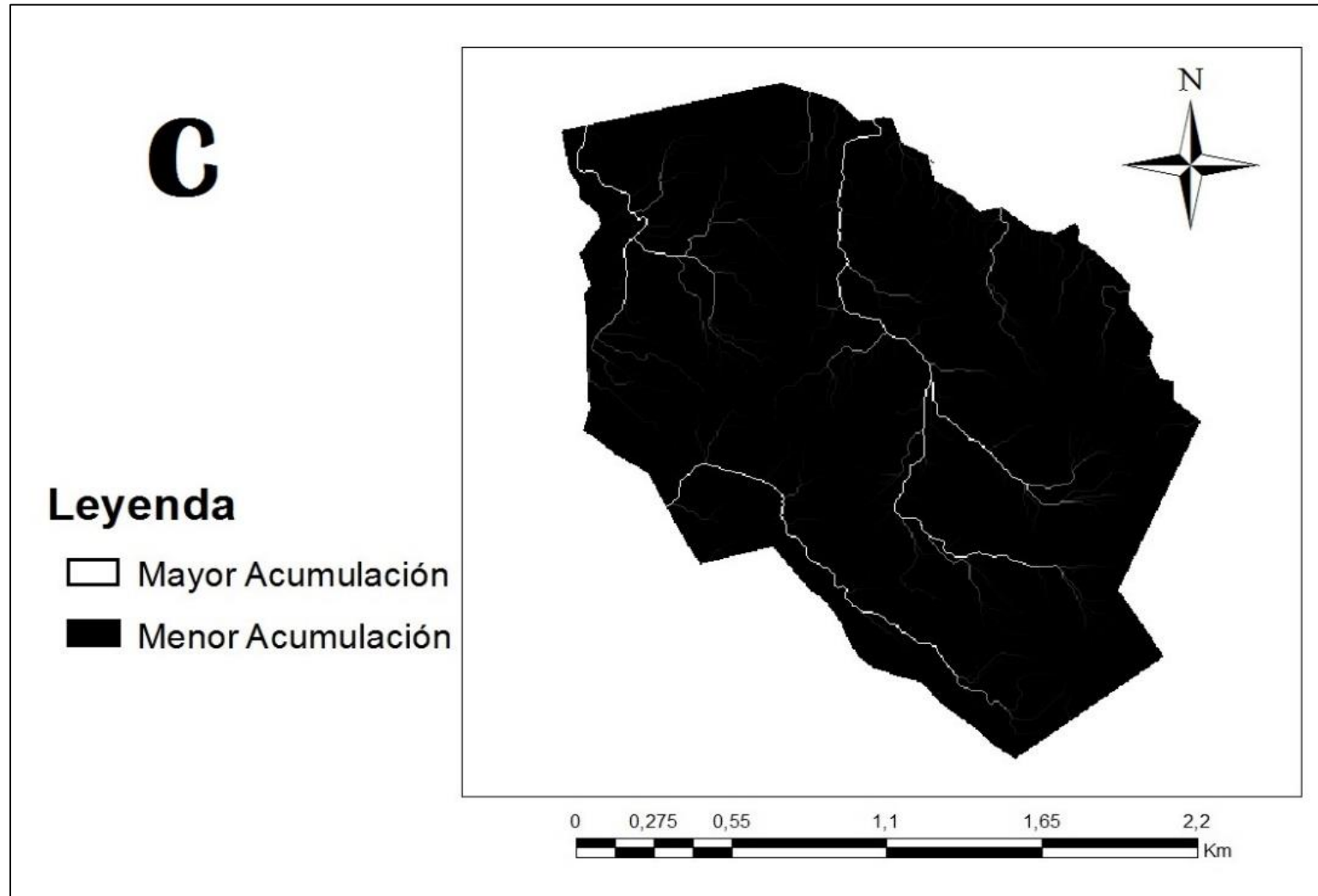
A. Modelo Digital de Elevación DEM.



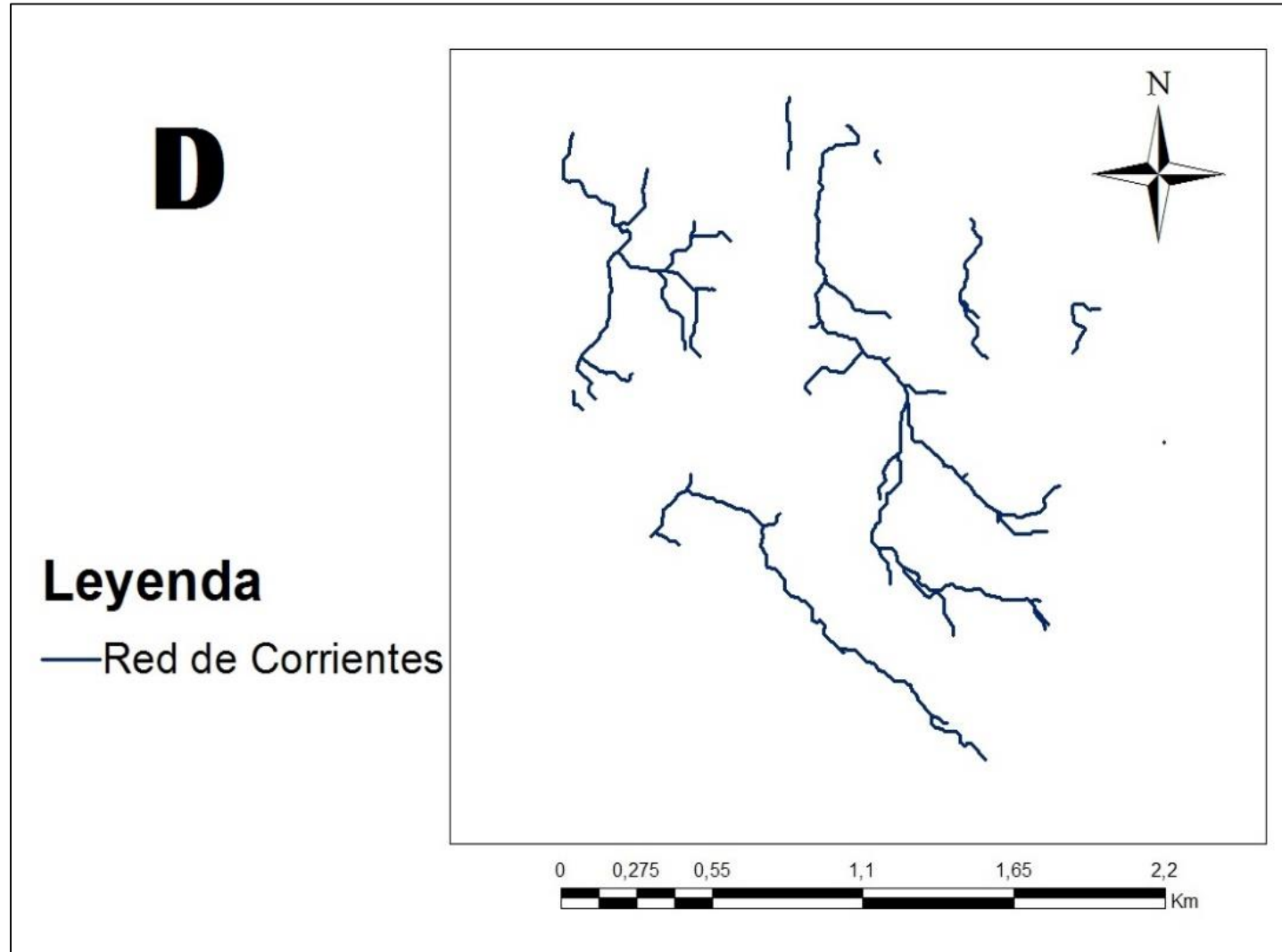
B. DEM hidrológicamente corregido. Dirección de Flujo.



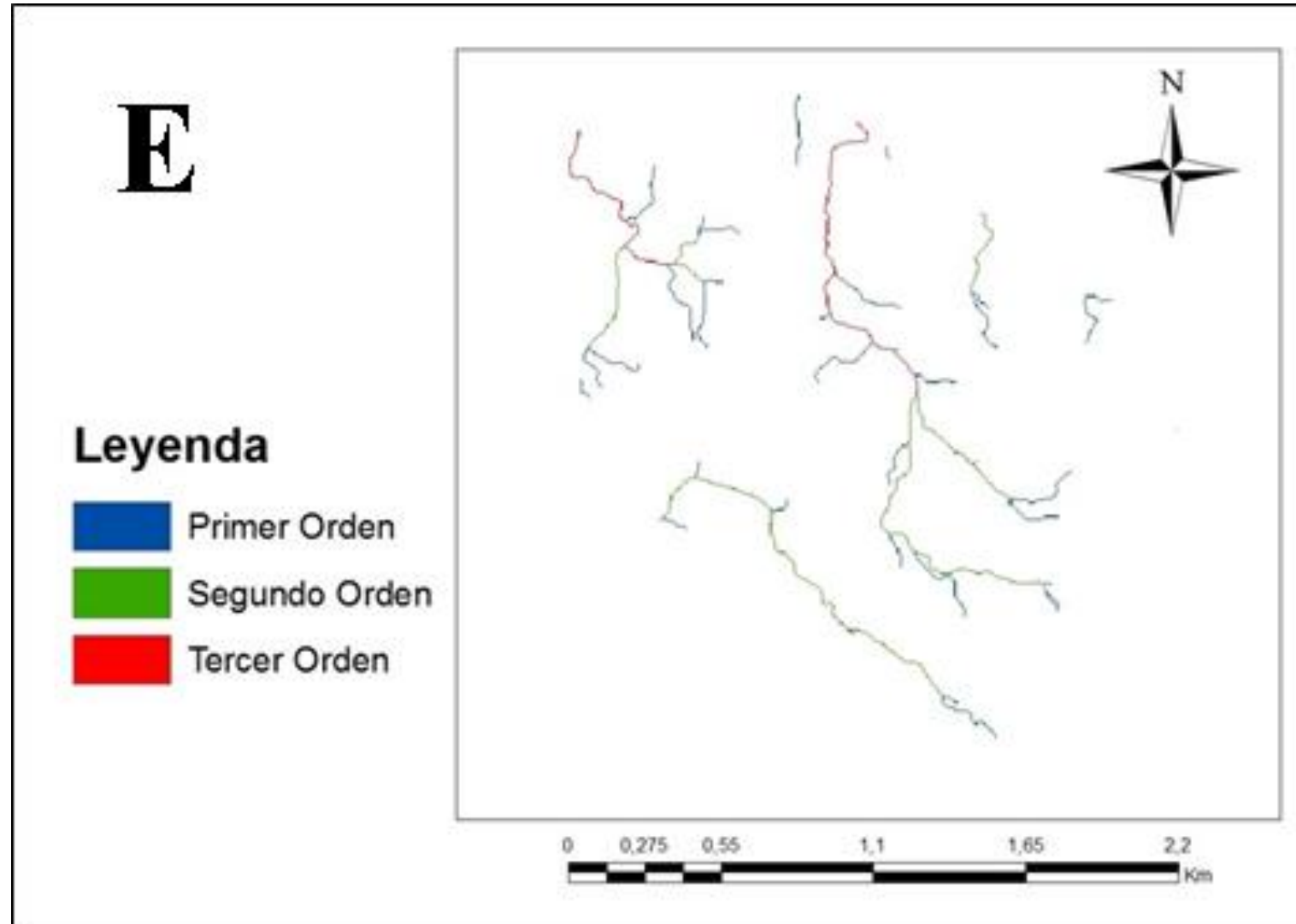
C. Dirección de Acumulación de Flujo. Número de celdas aguas arriba y aguas abajo.



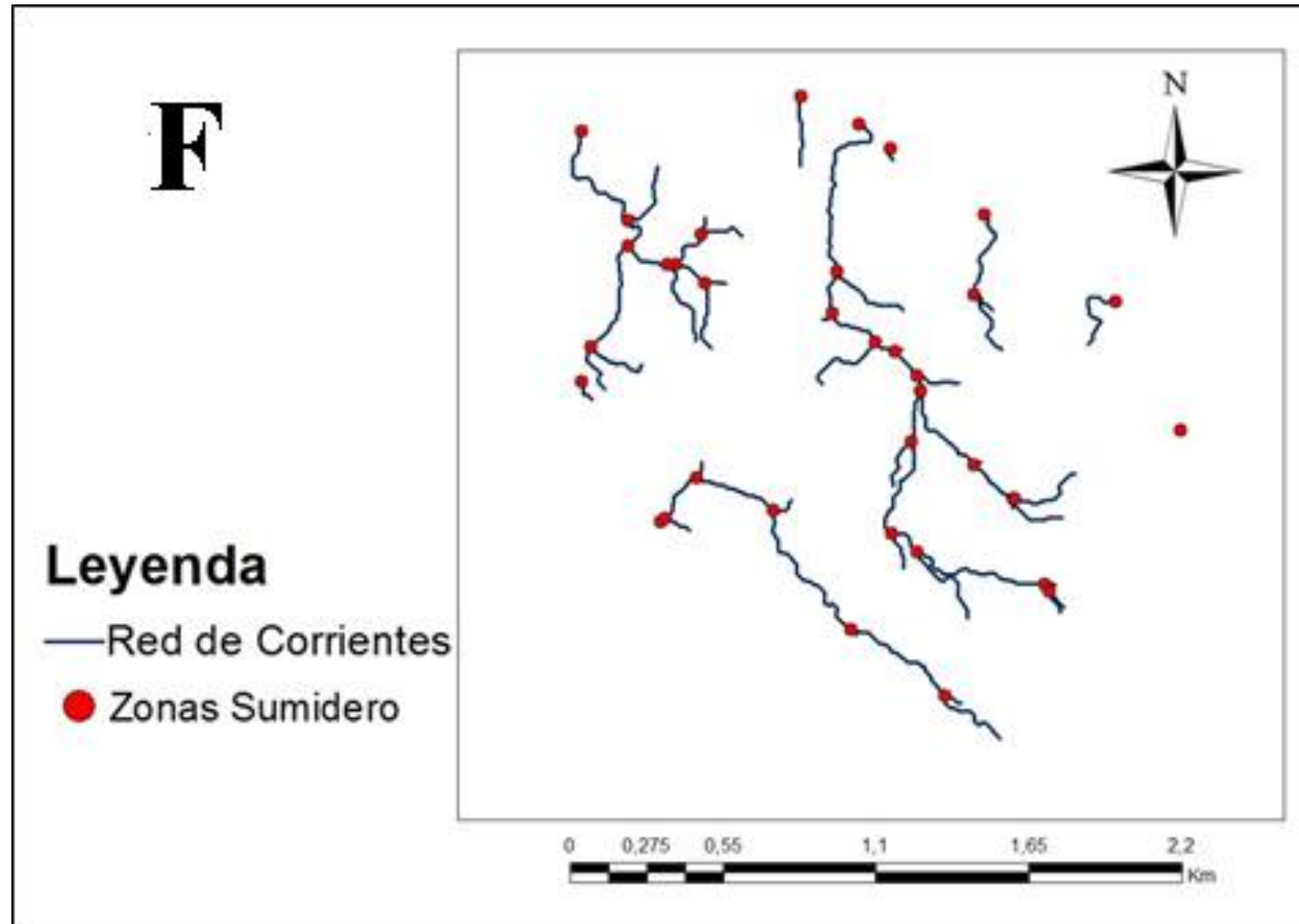
D. Red de Corrientes.



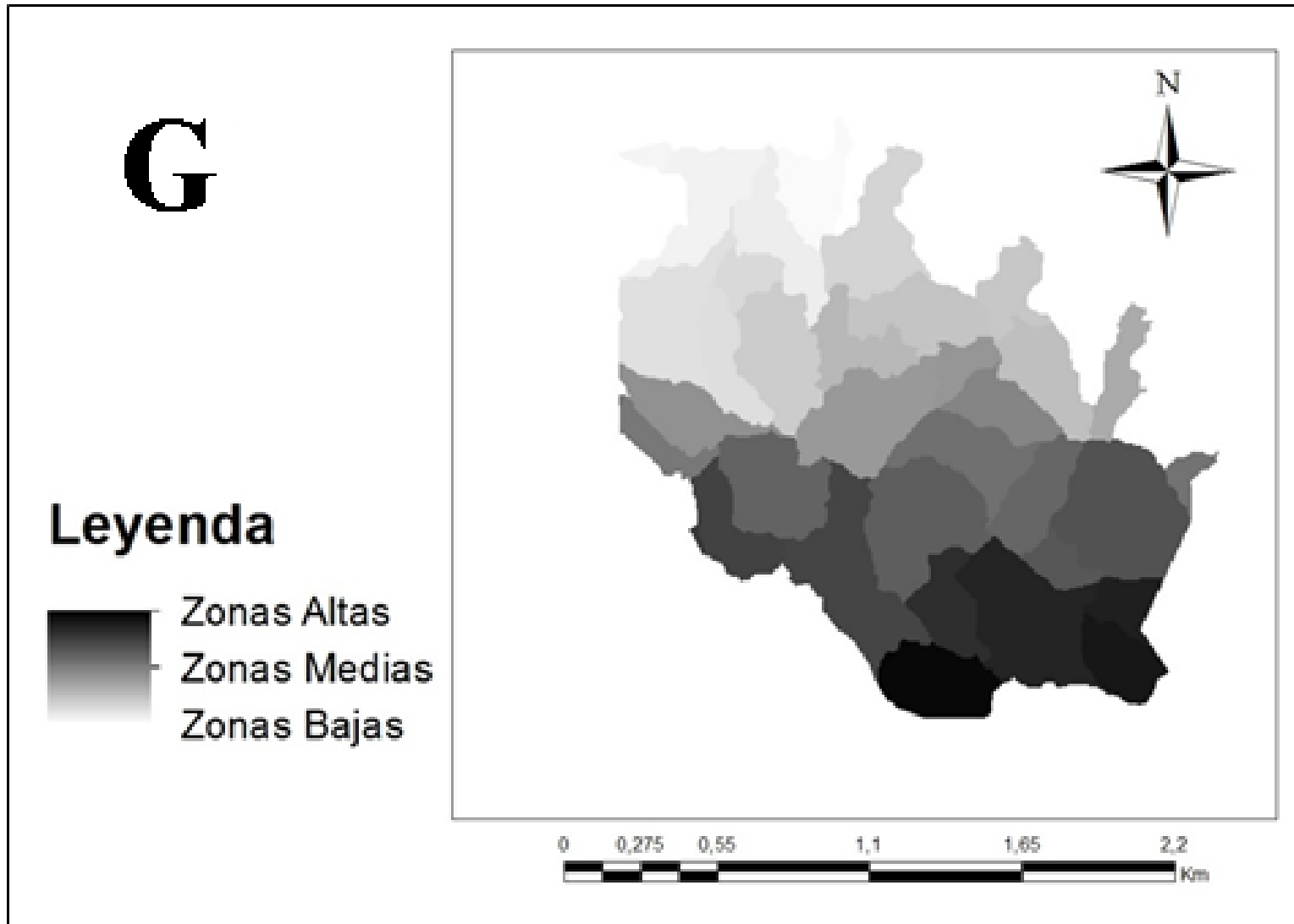
E. Orden de las Corrientes se determinó por medio del método Strahler.



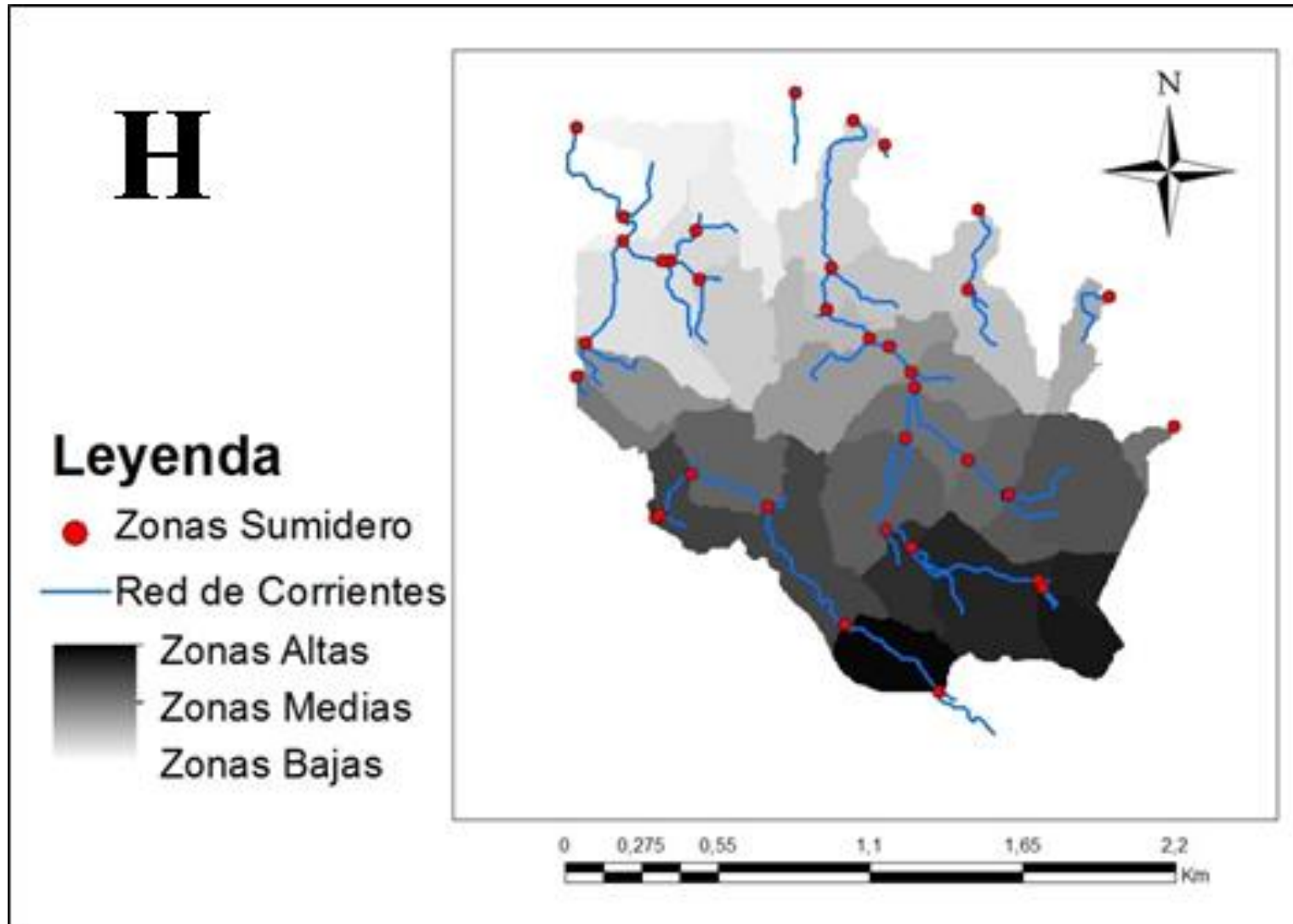
F. Zonas Sumidero, obtenidas de los puntos en donde se corta el flujo de corriente y se acumula el agua.



G. Sub-cuencas Hidrográficas.



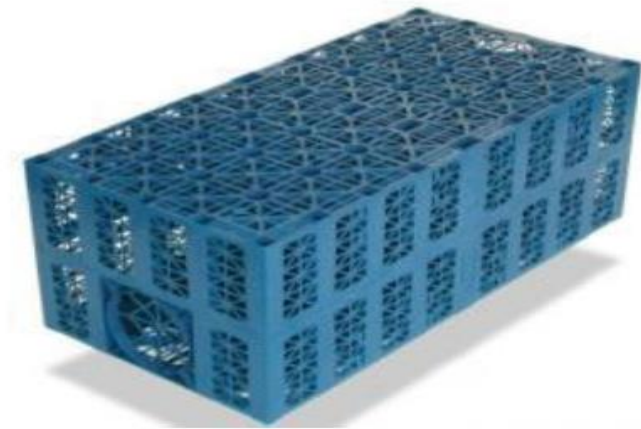
H. Red de Drenaje y Sub-cuencas.



Selección de SUDS

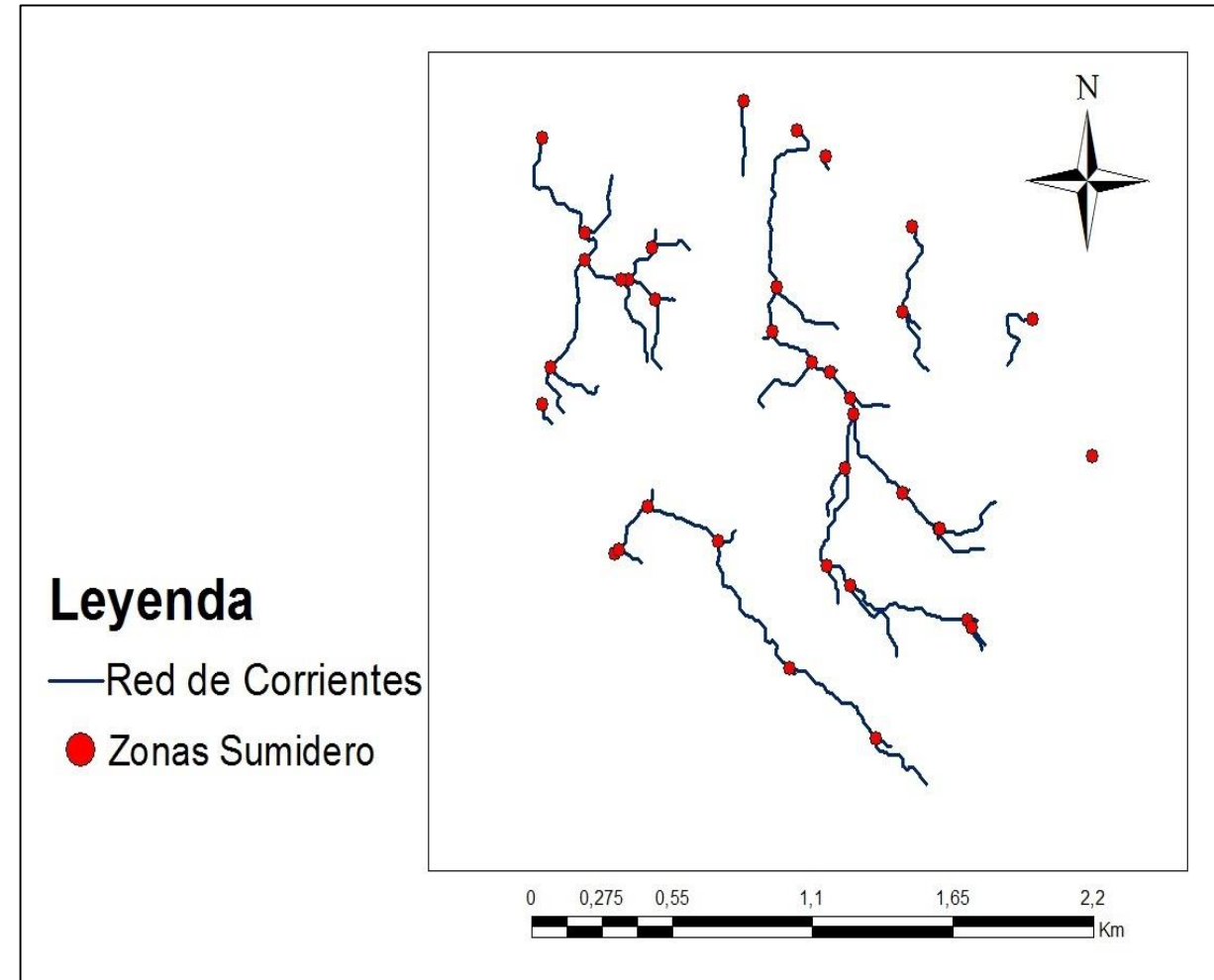
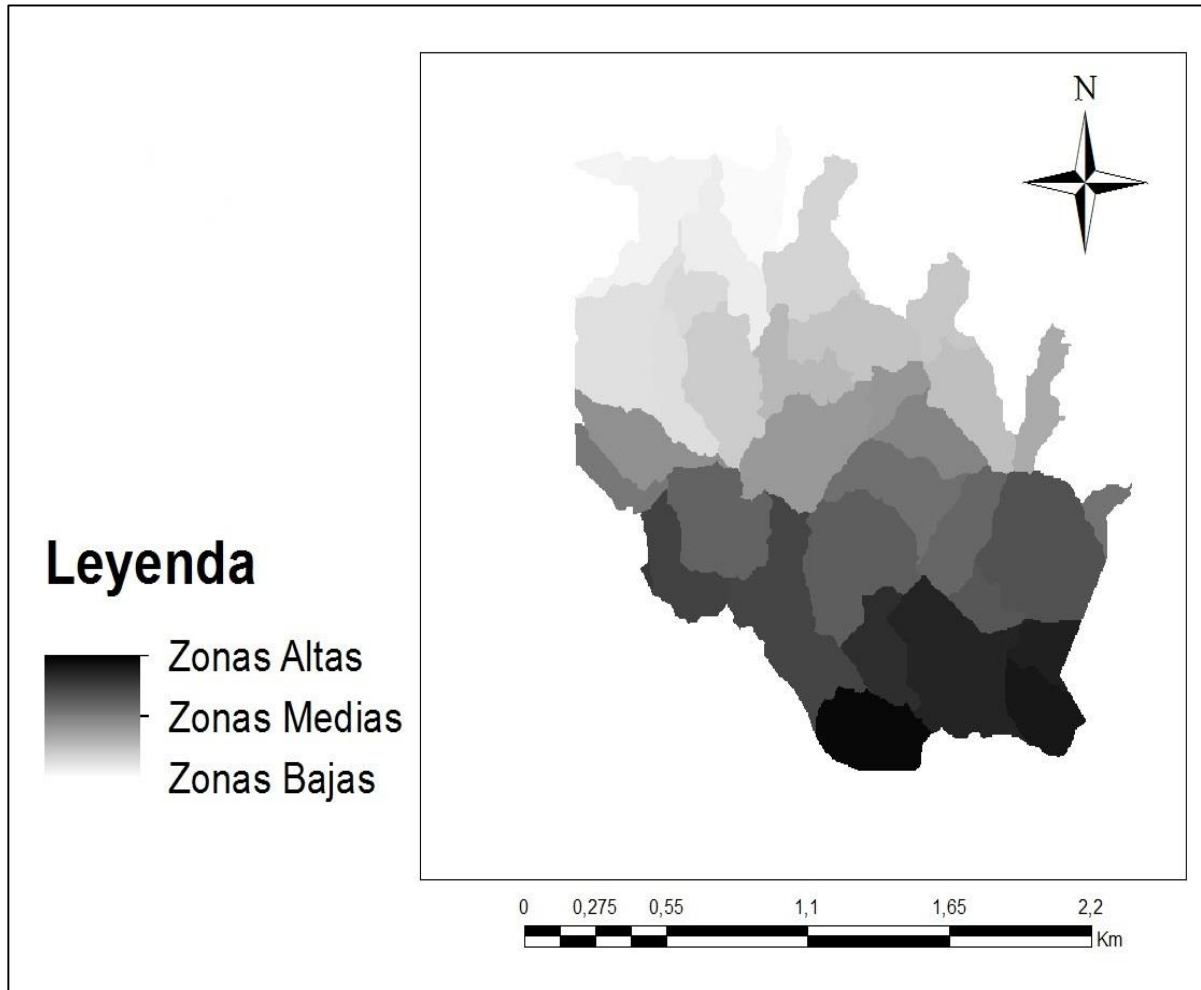


- Prevención
- Control en el Origen
- Transporte
- Retención



RESULTADOS

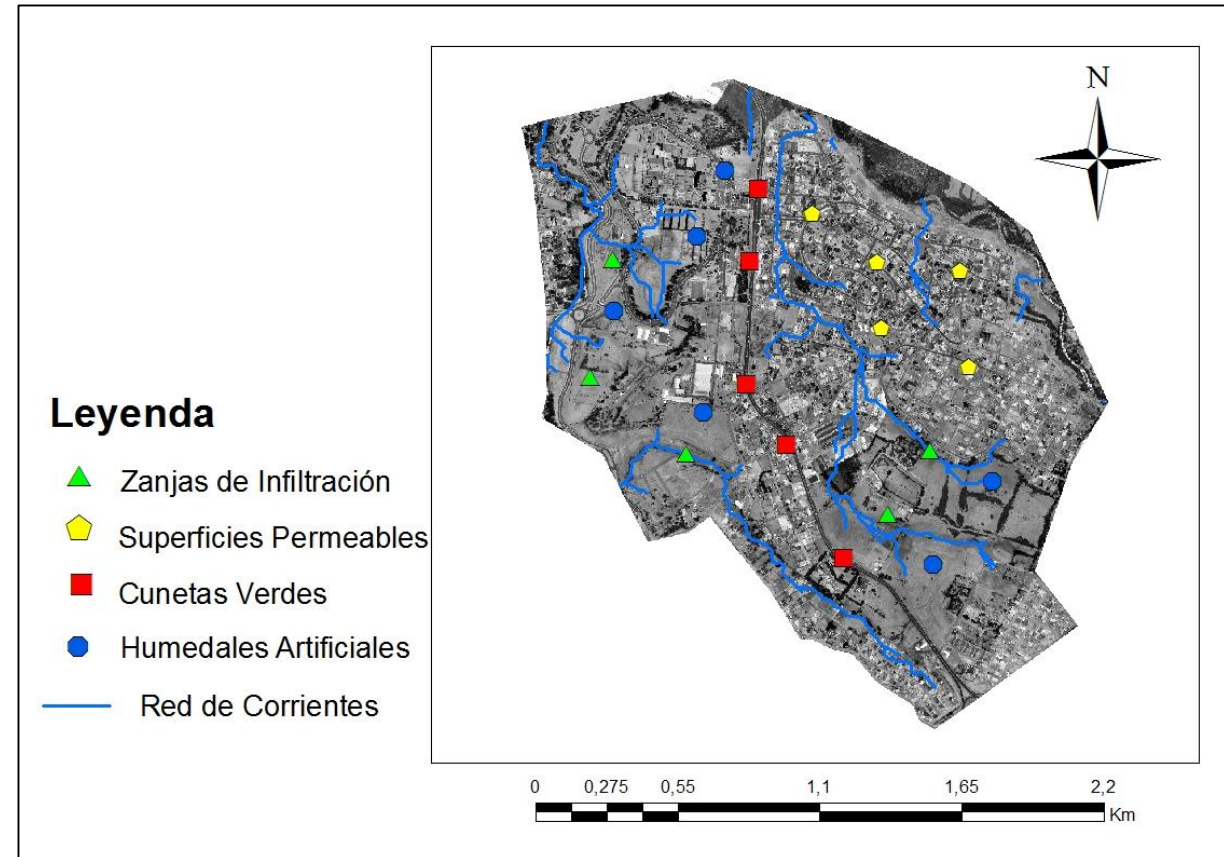
- 36 Sub-cuencas Hidrográficas y 63 zonas Sumidero



- Control en el origen: Superficies Permeables y Zanjas de Infiltración.
- Traslado o Transporte: Cunetas Verdes.
- Retención y Control de Calidad: Humedales Artificiales.



Fuente. Sanduño, L., Rodríguez, J., & Castro, D. (2013)



Fuente. Flores, A. (2017)

CONCLUSIONES

- Finalizado el análisis de la topografía de la zona se identificaron los puntos sumidero y las sub-cuencas existentes, lo que permitió determinar la posible combinación de SUDS que se ajuste a las exigencias y necesidades del sector.
- El estudio de la determinación de los Períodos de Retorno realizado por el INAMHI permitió identificar los meses con mayor presencia de lluvias (abril y noviembre).
- Los SUDS seleccionados como los más apropiados para ser ubicados en el sector fueron las Zanjas de Infiltración, las Superficies Permeables, las Cunetas Verdes y los Humedales Artificiales.

- En aquellas urbanizaciones o calles en donde el suelo tenga adoquines, se los puede remplazar por otros que permitan la infiltración del agua al suelo.
- Los ríos Pita y Santa Clara se seleccionaron como puntos de descarga de los SUDS debido a su cercanía con la zona de estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- Betín, T. (02 de Abril de 2017). *El Herald*. Obtenido de <https://www.elheraldo.co/colombia/tragedia-en-mocoa-avalancha-por-desbordamiento-de-tres-rios-deja-al-menos-206-muertos>
- Cadier, E., & Gómez, G. (1997). *Estudio de las Inundaciones y Sequías en el Ecuador: El Proyecto INSEQ*. Quito: INAMHI.
- Cadier, É., Gómez, G., Calvez, R., & Rossel, F. (1993). *Inundaciones y Sequías en el Ecuador*. ORSTOM.
- Castro, D., Rodríguez, J., Rodríguez, J., & Ballester, F. (2015). Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS). *Sistema de Información Científica Redalyc*.
- Europea, C. (Diciembre de 2015). *EUROPEAN CIVIL PROTECTION AND HUMANITARIAN AID OPERATIONS*. Obtenido de <http://ec.europa.eu/echo/>
- Fernández, C., & Buss, S. (2016). *Ocurrencia y Gestión de Inundaciones en América Latina y el Caribe - Factores claves y experiencia adquirida*. Banco Internacional de Desarrollo.
- Gobierno de Pichincha. (2002). *Gobierno de Pichincha Eficiencia y Solidaridad*. Obtenido de <http://www.pichincha.gob.ec/pichincha/cantones/item/17-ruminahui.html>
- Gonzaga, F. (2015). *Diseño de un Sistema de Captación de Agua de Lluvia para Uso Doméstico en la Isla de Jambelí, Cantón Santa Rosa, Provincia de El Oro*. Machala: Universidad Técnica de Machala .
- Guachamin, W., García, F., Arteaga, M., & Cadena, J. (2015). *Determinación de Ecuaciones para el Cálculo de Intensidades Máximas de Precipitación*. Quito: INAMHI.
- Khamis, M., & Osorio, C. (2013). *AMÉRICA DEL SUR: Una visión regional de la situación de riesgo de desastres*. UNISDR.

- Lara, Á., & Prieto, A. (2014). *Integración de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible en la Rehabilitación del Espacio Urbano*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Martínez, G. (2013). *Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible “SUDS” como alternativa de control y regulación de las aguas lluvias en la ciudad de Palmira*. Bogota: Universidad Militar Nueva Granada.
- Molina, M., Gutiérrez, L., & Salazar, J. (2011). *Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible SUDS para el Plan de Ordenamiento Zonal Norte POZN*. Bogota: Secretaría Distrital de Ambiente.
- Perales, S., & Andrés-Doménech, I. (2008). *Los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible: Una alternativa a la Gestión del Agua de Lluvia*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Pinto, A. (1994). *La Gestión del agua y las cuencas en América Latina*. Santiago de Chile: Revista de la CEPAL.
- Prieto, I. (2010). *Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible*. TRAGSA.
- Rodríguez, J. (2013). *Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible. La Infraestructura Verde*. Bilbao: VII Curso de Urbanismo 2013 de la A.V.N.A.U.
- Sánchez, V. (2014). *El Agua que Bebemos: La Necesidad de un Nuevo Sistema de Tarifas en España*. Madrid: Editorial Dykinson.
- Sanduño, L., Rodríguez, J., & Castro, D. (2013). *Diseño y Construcción de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS)*. Cantabria: Grupo de Investigación de Tecnología de la Construcción Universidad de Cantabria.
- Trapote Jaume, A. (2016). *Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS): Implicaciones Hidrológica-Hidráulicas y Ambientales*. Itajaí: Estudos aplicados aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.
- Zorrilla, D. (2013). *Emergencias Estación Invernal 2013*. Ecuador : Sistema de Naciones Unidas Ecuador.