

en donde se identifican cinco grados de amenaza para el área, tomando en cuenta, no solamente el relieve y la geología, sino las áreas donde anteriormente se han generado deslizamientos significativos y que constituyen zonas donde la evaluación de las características geomecánicas es importante.

En el Apéndice 3, se observa que la amenaza baja por deslizamientos, está de acuerdo con las principales zonas planas del área (remanentes de la planicie estructural), las cuales son las más menos afectadas por los fenómenos, ya que si no existe una pendiente significativa del terreno, las remociones no podrían generarse. En el caso de las zonas donde la amenaza es moderada, las condiciones del terreno empiezan a variar, involucrando principalmente las zonas aledañas a las zonas de baja amenaza y que corresponde con las áreas donde las pendientes aún no son muy abruptas o zonas donde predominan aluviones que representan poca amenaza por deslizamiento de acuerdo a la influencia de las corrientes fluviales que las forman.

Las zonas de amenaza media, son las más abundantes del área, constituyen la mayoría de las laderas de los cañones, en donde con frecuencia se generan deslizamientos superficiales de material, los que involucran pocos volúmenes de material, principalmente superficial (deslizamientos superficiales). En estas zonas, no se contemplan las laderas producto de remociones anteriores (cicatrices de remoción), las cuales están clasificadas con otro grado de amenaza.

Tanto los grados altos y muy altos de amenaza por remociones, están concentradas principalmente hacia el norte. Las zonas con grado alto, involucran zonas donde existen evidencias de grandes deslizamientos anteriores (tanto depósitos como las cicatrices de las mismas), sin importar el tipo de deslizamiento generado (superficial o rotacional), mientras que las zonas donde existen evidencias de remociones recientes¹³⁸, se clasifican como de muy alto grado de amenaza.

En el caso de las comunidades que se encuentran amenazadas por remociones en masa, hay que tomar en cuenta que con excepción de la población de Santa Cruz Chinautla y de la Colonia el Paraíso, todas las demás se encuentran construidas sobre los remanentes de la meseta (principalmente al sur del área). En el caso de la Colonia Arimany, la zona donde está edificada, es de moderado grado de amenaza, debido a que se encuentra sobre un pequeño remanente de la meseta, la cual ocupa poca extensión; las zonas más amenazadas, lo constituyen sus orillas, en donde el grado de amenaza es media, ya que las pendientes que la limitan son muy abruptas, lo que facilita las remociones en masa.

Algunos sectores de las comunidades Tierra Nueva y Santa Faz se ubican en las laderas que rodean los remanentes de la meseta, en áreas donde la amenaza llega a un grado medio, debido principalmente a que las laderas presentan pendientes de más de 30°, y están constituidas por los depósitos volcánicos recientes.

¹³⁸ Entiéndase por “remociones recientes”, aquellas de las cuales existen evidencias de movimiento en años recientes.

12. CONCLUSIONES

La generación de deslizamientos en el área, es producto de la interacción de varios factores, entre los cuales están los geológicos (litología y estructuras), fisiográficos, climáticos, sísmicos y antrópicos. Estos factores, definitivamente influyen en una manera u otra en la activación de eventos que en el pasado han generado pérdidas materiales y humanas.

La geología local está compuesta por rocas de distinto origen (intrusivos, lavas, calizas y depósitos volcánicos), la mayoría de las cuales presentan un fracturamiento notorio (excepto los depósitos volcánicos) con rumbo predominante al NE y NW, se encuentran profundamente meteorizadas y en el caso de los depósitos volcánicos, la cementación entre fragmentos es deficiente, llegando a encontrarse estratos sin cementación presente. Localmente, se presentan aluviones recientes.

Los depósitos de remociones son producto de grandes eventos anteriores, los cuales involucran grandes volúmenes de material, presentando condiciones geomecánicas aún más deficientes que las rocas que se encuentran "in situ". El principal problema de estos depósitos, radica que, dos de ellos han sido utilizados para la edificación de comunidades, las cuales ayudan a debilitar las características geomecánicas de estos depósitos.

Hasta el momento, la mayor concentración de las remociones, se presenta en los materiales volcánicos cuaternarios, generando eventualmente grandes deslizamientos rotacionales (los cuales llegan a remover grandes volúmenes de material), deslizamientos superficiales (más abundantes que los anteriores y que involucran pocos volúmenes de material transportado) y los derrumbes (los cuales se generan principalmente en cortes verticales formado en estos materiales).

Las rocas precuaternarias (calizas, intrusivos y lavas), son menos propensas a sufrir remociones, generándose principalmente deslizamientos superficiales (regolíticos) y derrumbes, principalmente en las laderas subverticales y verticales.

La fisiografía local, ha sido muy importante para la concentración de remociones, ya que en el área abundan cañones de laderas con pendientes variables (generalmente $> 40^\circ$), en donde se generan las remociones, aumentando estas, en las laderas de mayor pendiente.

Las aguas meteóricas, son el factor natural de mayor importancia en la generación de remociones locales, como lo demuestra el aumento de deslizamientos en las épocas de lluvias (Figura 8.1) y como se observa en el caso del deslizamiento activado en la época lluviosa lluvias de 1995, en la cuenca del Río Tzajá (al oeste de Chinautla).

La sismicidad puede llegar a ser un disparador de mucha importancia, como ocurrió durante el Terremoto de 1976, donde la mayor concentración de remociones en la Capital, se produjo al norte de la misma (Figura 9.1). La importancia de este disparador aumenta, si se toma en cuenta la amplificación de ondas que pueden generar la litología y las convexidades topográficas.

La actividad hídrica del Río Chinautla, ha sido fundamental en la generación de deslizamientos en los alrededores de la población de Santa Cruz Chinautla, ya que erosiona en algunos puntos, la base del depósito coluvial sobre el cual se edificó el poblado, lo cual facilita las remociones, como en el caso del Cantón Amatitlancito, donde actualmente un bloque de terreno está deslizándose lentamente, y que ha generado saltos en el terreno de casi dos metros de altura.

La actividad antrópica es un factor que actúa como "acelerante" de remociones, tal es el caso de los cortes que hace el hombre en el terreno para construir obras de infraestructura o como en el caso de la extracción de arena en el lecho de algunos ríos, lo cual produce un aumento de la erosión aguas arriba, afectando principalmente la población de Santa Cruz Chinautla. Sumado a lo anterior, hay que considerar los deshechos que son descargados a las corrientes fluviales del lugar, lo que permite el azolvamiento de los cauces de los ríos, provocando la apertura de nuevos cauces con la consiguiente erosión de las márgenes de las corrientes.

A pesar de que las condiciones del terreno son adversas para la construcción y debido a la necesidad de espacios para construir, existen colonias y asentamientos que ocupan las laderas de los cañones, en donde anteriormente los deslizamientos han destruido viviendas, obras de infraestructura y hasta cobrando víctimas entre los habitantes del lugar.

Coincidentemente con lo ya descrito, en el Apéndice 3, se observa que sobre las áreas con mayor grado de amenaza (grado alto y muy alto), se asientan algunas comunidades, las cuales se encuentran en zonas inapropiadas para la construcción. En los casos de Santa Cruz Chinautla y la Colonia El Paraíso, estas están construidas sobre depósitos producto de remociones antiguas, los que presentan malas condiciones geomecánicas y son fácilmente erosionados por la acción del agua (meteórica y fluvial), la cual en anteriores ocasiones, ha generado la destrucción de viviendas.

13. RECOMENDACIONES

Debido a la amenaza por deslizamientos a la cual está expuesta el área, a continuación se recomiendan algunas medidas para prevenir futuros desastres en el área:

- En lo posible, encauzar adecuadamente los drenajes que corren por las laderas desde las comunidades que se encuentran en las orillas de los cañones que cortan el lugar. Esto es para evitar la erosión y la formación consiguiente de cárcavas.
- Concientizar a la población de la necesidad que se tiene de una reforestación en la zona, procurando incentivar una reforestación tecnificada en donde se incluya la siembra de árboles y/o vegetación adecuada a la zona (vegetación nativa), lo cual ayuda a evitar la erosión de los suelos y la generación de remociones.
- Evitar la construcción de viviendas y obras de infraestructura, en las laderas, bases y orillas de cañones, todas las cuales son zonas de mucho peligro.
- En lo posible, tratar de modificar o desviar el cauce del Río Chinautla, encauzando su corriente por áreas donde no pueda continuar con la erosión de la base del material sobre el cual se ha edificado Santa Cruz Chinautla. Para lograr este fin, sería necesario buscar asesoría técnica para la construcción de "muros de encauzamiento" en las zonas necesarias, principalmente en los alrededores del Cantón Amatitlancito.
- En el caso del Cantón Amatitlancito, sería recomendable corregir el deslizamiento, haciendo uso de muros de contención en la base del bloque, drenar en forma adecuada o impermeabilizar la parte superior del bloque (para impedir la filtración de aguas dentro del suelo) y evitar el aumento de peso sobre el bloque que actualmente se está deslizando.
- Es necesario solicitar asesoría técnica al momento de realizar cualquier corte de terreno para evitar el debilitamiento del terreno, lo cual podría en peligro obras de infraestructura y hasta vidas humanas, tanto en la parte superior como inferior de cualquier superficie donde sea posible una remoción.
- Sería adecuado que las instituciones responsables de la planificación urbana en el lugar, tomara en cuenta lo inadecuado y hasta peligroso que es construir en las laderas del área, debido a la inestabilidad del terreno, lo cual permite soportar grandes cargas estructurales, ya que puede producirse la activación de deslizamientos de los materiales que los cubren.
- Sería beneficioso para la población de Chinautla, que la Municipalidad Capitalina, buscara los mecanismos adecuados para evitar que las corrientes de agua que corren por el área, sigan siendo utilizadas como receptáculos de los desechos sólidos y líquidos, y con ello evitar que continúe la degradación a la cual está sujeta el área.
- Sería adecuado hacer una evaluación detallada de la influencia que tiene la extracción de arena en la generación de los deslizamientos, y mientras que se realiza dicho estudio, sería prudente para la población de Santa Cruz, la suspensión temporal de estos trabajos extractivos.

14. BIBLIOGRAFIA

- ARCE, A. 1996. El terremoto del 4 de febrero de 1976, una lección no aprendida. *In* Seminario-Taller sobre XX aniversario del terremoto del 4 de febrero de 1976; diagnóstico de la prevención de desastres naturales en Guatemala. (1996, Guatemala). [Documento]. p. 176-182
- AYALA CARCEDO, F.J. 1987. Introducción a los riesgos geológicos. *In* Riesgos Geológicos. Ed. por Fco. Javier Ayala y Juan José Durán Valsero. s.l., Instituto Geológico y Minera de España. p. 3-19.
- BOHNENBERGER, O. 1996. Revisión del sistema de fallas en la Región Metropolitana de Guatemala. *In* Seminario-Taller sobre XX aniversario del terremoto del 4 de febrero de 1976; diagnóstico de la prevención de desastres naturales en Guatemala. (1996, Guatemala). [Documento]. p. 83-92
- ; BARILLAS-CRUZ, M. 1996. Diagnóstico y monitoreo del fenómeno sísmico. *In* Seminario-Taller sobre XX aniversario del terremoto del 4 de febrero de 1976; diagnóstico de la prevención de desastres naturales en Guatemala. (1996, Guatemala). [Documento]. p. 1-18
- BONIS, S. 1978. Son desatendidas las advertencias geológicas. *In* Simposio Internacional sobre el terremoto de Guatemala, del 4 de febrero de 1976 y el proceso de reconstrucción. (1978, Guatemala). [Memorias]. Guatemala. s.n. v.1, tomo 1, s.p.
- CARDONA A., O.D. 1993. Manejo ambiental y prevención de desastres: Dos temas asociados. *In* Los desastres no son naturales. A. Maskrey, comp. Red de Estudios Sociales en Prevención de desastres en América Latina (La Red). Colombia, Tercer Mundo Editores. p. 75-93.
- COROMINAS DULCET, J. 1987. Criterios para la confección de mapas de peligrosidad de movimientos de ladera. *In* Riesgos Geológicos. Ed. Por Francisco Javier Ayala y Juan José Durán Valsero. s.l., Instituto Geológico y Minero de España. p. 193-201.
- COSTA RICA. COMISION NACIONAL DE EMERGENCIA. 1993. Uso del suelo con fines constructivos en áreas de amenaza natural. Ed. por Luis Diego Morales. San José, C.R. s.n. p. 1-22, 47-56.
- CRESPO VILLALAZ, C. 1994. Mecánica de Suelos y Cimentaciones. 4ed. México, D.F., Limusa. 641 p.
- CHIQUIN YOJ, M. 1995. Estudio geológico-económico del Granito Tres Sábanas, área sureste de San Pedro Ayampuc Guatemala. Tesis Ing. Geol. Alta Verapaz, Gua. Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario del Norte. 92 p.
- ESCRIBÁ, J.; GOMEZ, R.; GONZALEZ, L. 1996. La geología en un programa nacional de prevención y mitigación de desastres: los mapas de riesgo. Aplicación de los Sistemas de Información Geográfica en el análisis de mapas temáticos. *In* Seminario-Taller sobre XX aniversario del terremoto del 4 de febrero de 1976; diagnóstico de la prevención de desastres naturales en Guatemala. (1996, Guatemala). [Documento]. p. 53-75
- FERRER GIJON, M. 1987. Deslizamientos, desprendimientos, flujos y avalanchas. *In* Riesgos Geológicos. Ed. por Francisco Javier Ayala y Juan José Durán Valsero. s.l., Instituto Geológico y Minera de España. p. 175-192.
- FONDO ARGENTINO DE COOPERACION INTERNACIONAL DE LA -OEA-/INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA (Gua.). 1995. Estudio de riesgo geológico causado por remoción de masa en la Ciudad de Guatemala y áreas aledañas: Informe preliminar; Fotointerpretación parcial y conclusiones iniciales. Ed. por Luis Fauqué y Pedro Tax. Guatemala, Sección de Hidrología Aplicada. 9p.
- GUATEMALA. CENTRO DE PREVENCION DE DESASTRES DE AMERICA CENTRAL/ INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA (Gua.). 1993. Determinación de la amenaza de deslizamientos de tierra en la ciudad de Guatemala y áreas aledañas. Proyecto: Cartografía de la amenaza y de la vulnerabilidad a los deslizamientos. Guatemala, Sección de Hidrología Aplicada. 8 p

- , **INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA.** 1977. Evaluación cuantitativa de riesgos de desastres por ciclones tropicales en la República de Guatemala. Guatemala, Sección de Aguas Subterráneas. 255 p.
- , 1991. Inventario de los principales deslizamientos ocurridos en la República de Guatemala. Guatemala, Sección de Hidrología Aplicada. 30 p.
- / **INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL/ONU.** 1978. Informe Final del Estudio de Aguas Subterráneas en el valle de la Ciudad de Guatemala; Proyecto: Estudio de Aguas Subterráneas en Guatemala. Guatemala, Sección de Aguas Subterráneas. 303 p.
- , **MINISTERIO DE COMUNICACIONES Y OBRAS PUBLICAS.** 1972. Estudio Morfométrico de cuencas Valle de Guatemala; Río Las Vacas hasta estación San Antonio Las Flores (cuena norte); Río Michatoya hasta estación Jurún (cuena sur). Guatemala, Instituto Geográfico Nacional. *s.n. s.p.*
- , **MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA.** 1995. Guatemala y el Contexto Internacional; primer estudio base. Ed. por Jorge Mario Solares. Guatemala. Plan de desarrollo metropolitano: METROPOLIS 2010. p. 99-104.
- , 1995. Guatemala y el contexto nacional; segundo estudio base. Ed. por Jorge Mario Solares. Guatemala. Plan de desarrollo metropolitano: METROPOLIS 2010. p. 63-64, 81-98.
- HARP, E.L.; WILSON, R.C.; WIECZOREK, G.F.** 1981. Landslides from the february 4, 1976, Guatemala Earthquake; the Guatemala earthquake of february 4, 1976. Washington, EEUU. Cooperación Gobierno de Guatemala / AID, Departamento de Estado (EE.UU.). Geological Survey Professional Paper 1204-A. United States Government printing office. 35 p.
- JAPAN WORKING GROUP.** 1992. Seismic zoning on geotechnical hazard (Draft). Reported for TC-4 Committee. *s.n.t.* 114 p.
- KOOSE, F.A.** 1978. Estudio del deslizamiento de taludes de barrancos, Ciudad Guatemala. In Simposio Internacional sobre el terremoto de Guatemala, del 4 de febrero de 1976 y el proceso de reconstrucción. (1978, Guatemala). [Memorias]. Guatemala. *s.n. v.1, tomo 1, s.p.*
- KRINITZSKY, E.L.** 1978. Geological-seismological factors for specifying motions in the design of future dams in Guatemala. In Simposio Internacional sobre el terremoto de Guatemala, del 4 de febrero de 1976 y el proceso de reconstrucción. (1978, Guatemala). [Memorias]. Guatemala. *s.n. v.1, tomo 2, s.p.*
- MATTAUER, M.** 1976. Las deformaciones de los materiales de la corteza terrestre. Trad. por: Mateo Gutierrez Elorza y Jesús Aguado Sánchez. Barcelona, Esp., Omega. 524 p.
- MATUS, M.** 1996. Evaluación analítica de la respuesta del suelo durante terremotos en sitios típicos en la Ciudad de Guatemala. In Seminario-Taller sobre XX aniversario del terremoto del 4 de febrero de 1976; diagnóstico de la prevención de desastres naturales en Guatemala. (1996, Guatemala) [Documento]. p. 199-226
- MEDINA R., J.** 1991. Fenómenos Geodinámicos; estudio y medidas de tratamiento. Lima, Perú, Impresos Tecnología Intermedia. 87 p.
- MOLINA, E.; VILLAGRAN, M.; LIGORRIA, J.P.** 1996. Amenaza sísmica en Guatemala. In Seminario-Taller sobre XX aniversario del terremoto del 4 de febrero de 1976; diagnóstico de la prevención de desastres naturales en Guatemala. (1996, Guatemala). [Documento]. p. 19-47
- MONZON D., H.** 1996. La construcción y el uso del terreno en Guatemala. Su vulnerabilidad sísmica. In Seminario-Taller sobre XX aniversario del terremoto del 4 de febrero de 1976; diagnóstico de la prevención de desastres naturales en Guatemala. (1996, Guatemala). [Documento]. p. 107-136
- MONZON D., H.; MOLINA, E.** *s.f.* Perfiles básicos de suelo en el Valle de Guatemala: zonificación preliminar. *s.l.*, Universidad del Valle de Guatemala, Instituto de Investigaciones. 8 p.
- MORA CASTRO, S.; VAHRSON, W.G.** 1991. Determinación "a priori" de la amenaza de deslizamientos en grandes áreas y utilizando indicadores morfodinámicos. *s.n.t.* 27 p.

- MORA CHINCHILLA, R.; MORA CASTRO, S.; VAHRSON, W.G./CEPREDENAC (C.R.).** *s.f.* Macrozonificación de la amenaza de deslizamientos y resultados obtenidos en el área del Valle Central de Costa Rica. *s.n.t. s. esc.* 2 h. color.
- PLAFKER, G.** 1978. Importancia tectónica de los fallamientos de superficie. *In* Simposio Internacional sobre el terremoto de Guatemala, del 4 de febrero de 1976 y el proceso de reconstrucción. (1978, Guatemala). [Memorias]. Guatemala. *s.n.* v.1, tomo 1, *s.p.*
- REYNOLDS, J.H.** 1980. Late Tertiary volcanic stratigraphy of northern Central America. *Bulletin Vulcanological (EE.UU.)* 43(3):601-607.
- RODRIGUEZ ORTIZ, J.M.** 1987. Auscultación y corrección de movimientos del terreno. *In* Riesgos Geológicos. Ed. Por Francisco Javier Ayala y Juan José Durán Valsero. *s.l.*, Instituto Geológico y Minera de España. p. 203-213.
- ROMERO, G.; MASKREY, A.** 1993. Como entender los desastres naturales. *In* Los desastres no son naturales. A. Maskrey, comp. Red de Estudios Sociales en Prevención de desastres en América Latina (La Red). Colombia, Tercer Mundo Editores. p. 1-7.
- ROSE JUNIOR, W.I.; GRANT, N.K.; EASTER, J.** 1979. Geochemistry of the Los Chocoyos Ash, Quetzaltenango Valley, Guatemala. *Geological Society of America (EE.UU.) Special Paper* 180: 87-99.
- UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA / CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE ENERGIA Y MINAS.** 1993. Evaluación de la amenaza sísmica para la ciudad de Guatemala (Informe Final). Ed. por Carlos A. Tobar. Guatemala, USAC. 48 p.
- VELASQUEZ MONZON, E.** 1995. Estudio de los niveles freáticos en el Valle de Guatemala. Tesis Ing. Civil. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 65 p.
- VILLAGRAN, J.C.** 1996. Implementación de la técnica VAN en Guatemala. *In* Seminario-Taller sobre XX aniversario del terremoto del 4 de febrero de 1976; diagnóstico de la prevención de desastres naturales en Guatemala. (1996, Guatemala). [Documento]. p. 93-101
- VILLAGRAN H., M.G.** 1995. Problems related to seismic hazard in Central America: Magnitude estimation, attenuation of seismic waves, seismic hazard assessment for Guatemala City and site response. Tesis Mg. Sc. Norway, University of Bergen, Institute of Solid Earth Physics. 23 p.
- ZUMBERGE, J.H. y NELSON, C.A.** 1972. *Elements of Geology.* 3 ed. Nueva York, EE.UU., John Wiley & Sons, Inc. 431 p.



Vo.Bo. Bibliotecario

ANEXOS

Método para la Determinación de la Amenaza por Remociones en Masa en un Área Cualquiera¹³⁹

El método propuesto por Mora C. y Vahrson, utiliza algunos de los factores morfodinámicos más importantes de un área, a los cuales se les define una calificación relativa y específica propia, ponderando con ello su grado de influencia para determinado sitio y con él, al combinarse de acuerdo con un peso específico ponderado, permite obtener un valor relativo de amenaza por remociones.

Para realizar esta evaluación, los autores sugieren que inicialmente se defina la escala de trabajo y el tamaño de la unidad de área que será utilizada para cartografiar la información obtenida, y para lo cual proponen la tabla que se presenta en la **Tabla A1-1**

escala del mapa	ancho de cuadrícula ¹⁴⁰	unidad de área
1:500,000	5 km.	25 km ²
1:200,000	2 km.	4 km ²
1:50,000	1 km.	1 km ²
1:10,000	100 mts.	1 Ha

Tabla A1-1. Unidad de área de acuerdo a la escala utilizada para cartografiar (Mora Castro y Vahrson, 1991).

Luego de definir la unidad de área a utilizar, se procede a analizar los distintos parámetros, para determinar finalmente la amenaza por remoción en masa.

A1.1. Análisis paramétrico

A1.1.1. Índice de Relieve Relativo (Rr)

El Rr mide la rugosidad del terreno, y es la mayor diferencia de elevación que presenta cada unidad de área del terreno. La medición de este parámetro se realiza en gabinete, estableciendo para el centro de cada unidad de área, la mayor diferencia de elevación que precise la escala del mapa que se está utilizando, siendo entonces: $Rr = (dh)/(A)$; donde: **dh** = la mayor diferencia de elevación y **A** = el área. Las dimensionales del Rr, varían de acuerdo a la escala, por ejemplo a escala 1:50,000 las unidades utilizadas son m/km², y a escala 1:10,000 las unidades serán m/Ha.

Posteriormente, se clasifican todos los valores obtenidos en seis clases indicativas de la influencia de Rr, las que se observan en la **Tabla A1-2**, y utilizando estos valores, se procede a trazar curvas de igual valor (**isolíneas**) de Rr lo cual permite analizar las tendencias y transiciones del relieve en el área.

Relieve Relativo	Calificativo	Valor del parámetro (Rr)
0-75	muy bajo	0
75-175	bajo	1
175-300	moderado	2
300-500	mediano	3
500-800	alto	4
> 800	muy alto	5

Tabla A1-2. Clasificación de los valores de relieve relativo y los valores paramétricos asignados (según Mora Castro y Vahrson, 1991).

¹³⁹ Resumido del método propuesto por Mora Castro y Vahrson, en 1991.

¹⁴⁰ Esta cuadrícula es llamada también "pixel" cuando se trata de un sistema cartográfico digitalizado