

COBERTURA GEODÉSICA VERTICAL EN CHILPANCINGO DE LOS BRAVO, GUERRERO.

José Pileño Tenorio
Av. Lázaro Cárdenas S/N. C.U.
Chilpancingo de los Bravo,
Gro., Mex.
7561035425
joe_18_435@hotmail.com

M. en C. José Luis Carranza Bello
Av. Lázaro Cárdenas S/N. C.U.
Chilpancingo de los Bravo,
Gro., Mex.
7471157587
luis.carranza61@yahoo.es

Dra. Alma Villaseñor Franco
Av. Lázaro Cárdenas S/N. C.U.
Chilpancingo de los Bravo,
Gro., Mex.
4727943
alvif27@yahoo.com.mx

M. en C. Álvaro López Arellano
Av. Lázaro Cárdenas S/N. C.U.
Chilpancingo de los Bravo,
Gro., Mex.
7471106335
igala@gmx.es

RESUMEN

Chilpancingo de los Bravo es una ciudad que ha tenido una marca geodésica de control vertical desde finales de la década de los 50's, cobertura que se incrementó en el año de 1979 con el establecimiento de 5 Bancos de Nivel. Actualmente cuenta con 118 monumentos con información vertical, pertenecientes a la Red Geodésica Nacional Pasiva (RGNP), estructura derivada de la Red Geodésica Nacional Activa (RGNA), sin embargo su uso es prácticamente nulo, debido a que los principales usuarios de esta información son los ingenieros topógrafos y, estos en su mayoría, desconocen la existencia de los Bancos de Nivel (BN), que tienen el objetivo de proporcionar un punto de referencia para determinar la diferencia de alturas entre los elementos geográficos que se ubican sobre, bajo o arriba de la superficie terrestre.

El cubrimiento que tienen las marcas geodésicas sobre la ciudad es total, desafortunadamente no se utilizan los datos adecuadamente, debido a la falta de promoción de la institución que construye los monumentos geodésicos. También se debe a la omisión o incumplimiento de aplicar la normatividad técnica para los levantamientos topográficos en la vertiente vertical. Con este fundamento y con los datos geodésicos obtenidos del BN, se realiza un ejercicio para identificar las zonas vulnerables por inundación de la ciudad capital del estado de Guerrero, pero no sólo queda en la definición de la zona, también se puede realizar un análisis del terreno afectado con el apoyo de los perfiles del mismo.

Los resultados del ejercicio, permite visualizar la importancia que tiene conocer la ubicación de los BN, ya que con el apoyo de estos se puede localizar espacialmente y de una manera precisa a todos los elementos geográficos que interactúan en nuestro entorno, lo que ayuda a realizar investigaciones y aplicaciones en el ámbito de Protección Civil, Servicios Públicos, Desarrollo Urbano y Ordenamiento del Territorio, entre otros. Y contribuye en la prevención, planeación y en la toma de decisiones orientadas a un mejor desarrollo de la ciudad de Chilpancingo.

Palabras claves

Banco de nivel, Marco de Referencia Geodésico, Red Geodésica Vertical.

1. INTRODUCCIÓN

Durante el periodo de 1969 hasta finales de los 80's, la ciudad de Chilpancingo de los Bravo, sólo tenía seis Bancos de Nivel (BN), los cuales fueron establecidos por instituciones como el Departamento Cartográfico Militar, actual Dirección General de

Cartografía de la Secretaría de la Defensa Nacional, la UNAM y la Comisión de Estudios del Territorio Nacional y Planeación (CETENAP); hoy Dirección General de Geografía y Medio Ambiente del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), con el apoyo del Servicio Geodésico Interamericano (IAGS), y tenían como uso principal, el académico, al ser utilizados por los estudiantes de la escuela de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Guerrero, principalmente por los alumnos de topografía. Uno de los BN estaba ubicado a un costado de las bombas despachadoras de la gasolinera "Carreto". Los otros cinco se establecieron en la zona centro, pero todos por remodelación de las vialidades y de la gasolinera fueron destruidos, desconociéndose la fecha exacta de esta afectación. Es importante mencionar que durante mucho tiempo (más de 10 años), la localidad quedó sin ningún tipo de control que ofertara datos para ligar la información obtenida en los diferentes levantamientos a un Marco de Referencia Vertical.

Es a partir del año 2002, cuando el INEGI construye las líneas geodésicas en su vertiente vertical; Amacuzac – Iguala – Chilpancingo - Tierra Colorada - Acapulco; Chilpancingo – Tixtla – Chilapa -Tlapa y el Circuito Ciudad de Chilpancingo, con esto, la cobertura geodésica vertical de la localidad queda conformada por BN construidos con una placa metálica empotrada en un monumento elaborado con concreto o en roca sana de acuerdo a las características del terreno natural. Tienen un dato de elevación o altura determinada por mediciones con el método más exacto (nivelación diferencial), el cual permite determinar la diferencia de elevación entre los puntos con respecto a un nivel de referencia, que es el Nivel Medio del Mar y representado por el Datum Vertical NAVD88 (nivel cero), ubicado en el mareógrafo de Rimouski, en Québec, Canadá.

2. MARCO DE REFERENCIA GEODÉSICO

Los Bancos de Nivel conforman la Red Geodésica Vertical, una de las tres redes que integran el conjunto más importante de los Datos Fundamentales, definido como el Marco de Referencia Geodésico en un contexto de la Infraestructura de Datos Espaciales de México (IDEMex). Esta red tiene un sistema de referencia determinado por el NAVD88, y está constituida físicamente por el conjunto de Bancos de Nivel distribuidos en el territorio nacional, y se identifican con placas metálicas alojadas sobre monumentos prefabricados, o empotradas en rocas u obras de infraestructura (Figura 1). Parte muy importante para su ubicación y establecimiento, es garantizar su permanencia y estabilidad.



Figura 1. BN ubicado a un costado de las oficinas de la CFE.

Durante el desarrollo de esta investigación se manejan muchos conceptos, los cuales son indispensables para entender la temática expuesta, sin embargo, se considera como más representativos (Tabla 1) las siguientes definiciones:

Tabla 1. Definiciones de conceptos.

Concepto	Definición
Dátum vertical	Superficie a la cual se refieren las elevaciones. Actualmente la superficie adoptada como dátum es el nivel medio del mar (n. m. m.).
Nivel medio del mar	El nivel promedio de la superficie del mar sobre todas las etapas de la marea.
Estación Geodésica Vertical o Banco de Nivel	Ubicación representada por una placa empotrada en un monumento, estructura o sitio natural, con dato de elevación o altura determinada por mediciones geodésicas con respecto a un nivel de referencia.
Nivelación diferencial	Conjunto de operaciones tendientes a determinar el desnivel entre dos puntos por diferencia de lecturas obtenidas con un equalímetro, sobre reglas graduadas colocadas en los puntos.
Línea de nivelación	Tramo comprendido entre dos Bancos de Nivelación con elevación conocida ligados entre sí por un número determinado de Bancos de Nivel.
Elipsoide	El sólido geométrico generado por la rotación de una elipse alrededor de uno de sus ejes.
Altitud	Distancia vertical de un punto con respecto al nivel medio del mar.
Altura geodésica (h) o altura elipsoidal	La distancia entre un punto y el elipsoide de referencia, medida a lo largo de la perpendicular que va del elipsoide hasta el punto. Tal distancia siempre será positiva hacia arriba del elipsoide.
Altura ortométrica (H)	La distancia de un punto, desde la superficie del geoide, a lo largo de la dirección del vector de gravedad, hasta el punto.
Altura geoidal (N)	La distancia vertical entre el geoide y el elipsoide.

La RGV se construye mediante levantamientos geodésicos verticales, es decir, a través de operaciones de campo dirigidas a determinar la distancia vertical que existe entre un conjunto de BN consecutivos, ubicados en su mayoría a los costados de las carreteras federales y se le conoce como Línea de Nivelación. Actualmente se están estableciendo BN en todas las capitales de los estados, como es el caso de Chilpancingo, a los cuales se les denomina Circuitos, y tienen el objetivo de crear el marco de referencia local, que es la base para el control de elevaciones mediante el establecimiento, densificación y mantenimiento de la Red Geodésica Vertical.

El Posicionamiento Geodésico Vertical (PGV), se rige por la normatividad técnica del INEGI, específicamente por la NT de Estándares de Exactitud Posicional, la cual establece que el estadístico empleado para representar la Exactitud de Posicionamiento Vertical (EPV) de una altura, debe estar en el intervalo de confianza del 95%, y esta se obtiene multiplicando la desviación estándar de la Altura Geodésica u Ortométrica por un factor de expansión de 1.9600: $EPV = 1.9600\sigma$. Si los trabajos realizados para determinar las alturas es por medio de la Nivelación GNSS, la desviación estándar de cada punto denominada σ_{GNSS} y la desviación estándar del modelo de alturas geoidales, es definida por la siguiente fórmula: $EPV = 1.9600 (\sigma_{GNSS} + \sigma_{2N})^{1/2}$, para obtener el EPV. Por último, en caso de una Nivelación Trigonométrica, la siguiente fórmula $EPV = 1.9600\sigma$, nos permitirá obtener la desviación estándar σ de cada punto, con lo que se conocerá EPV.

Es importante mencionar, que en caso de contar sólo con la altura geodésica (h), ésta deberá de transformarse a Altura Ortométrica (H) mediante la generación de la Altura Geoidal N (Figura 2), con el apoyo de los datos de altura geoidal del modelo vigente GGM10, asociado al elipsoide GRS80 y referido con el marco de referencia ITRF08, época 2010.0. La fórmula es la siguiente: $H=h-N$.

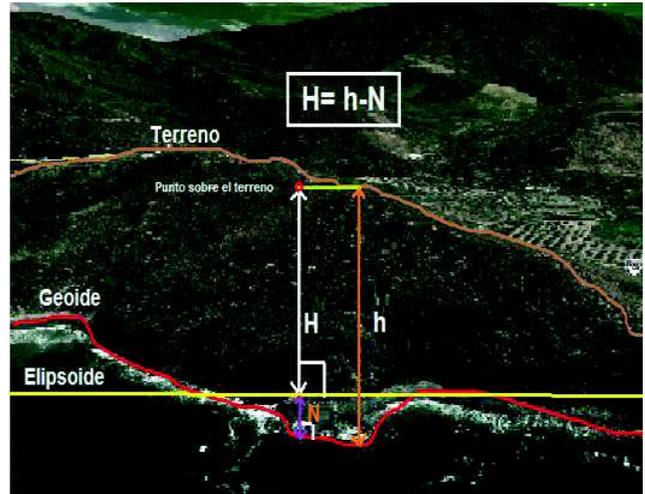


Figura 2. Fórmula para obtener la altura ortométrica del terreno.

Para que las estaciones verticales se puedan incorporar a la Red Geodésica Nacional Pasiva, que es una derivación de la Red Geodésica Nacional Activa y parte fundamental de la estructura del Sistema Geodésico Nacional, deben cumplir ciertas especificaciones mencionadas en la NT Estándares de Exactitud

Posicional, y la más determinante, es que deben estar dentro de los parámetros establecidos en la clasificación de los Órdenes de Exactitud de Posicionamiento Vertical (Tabla 2), que son los siguientes:

Tabla 2. Clasificación de los Órdenes de Exactitud de Posicionamiento Vertical

Orden	Clase	Error de cierre entre secciones	Error de cierre de la línea	Separación entre líneas \sqrt{K}	Especificaciones
Primero	I	3 mm \sqrt{K}	4 mm \sqrt{K}	100 a 300 km	Para el establecimiento de la RGV primaria y los levantamientos geodésicos verticales que lo requieran.
Primero	II	4 mm \sqrt{K}	5 mm \sqrt{K}	50 a 100 km	Para la densificación de la RGV secundaria y los levantamientos geodésicos verticales que lo requieran.
Segundo	I	6 mm \sqrt{K}	6 mm \sqrt{K}	20 a 50 km	Para la densificación de las redes y levantamientos geodésicos verticales que lo requieran.
Segundo	II	8 mm \sqrt{K}	8 mm \sqrt{K}	10 a 25 km	Para la densificación de las redes y levantamientos geodésicos verticales que lo requieran.
Tercero		12 mm \sqrt{K}	12 mm \sqrt{K}	Ajustable	Para la densificación de las redes y levantamientos geodésicos verticales que lo requieran.

Para alcanzar estos parámetros es indispensable medir con equipos de alta precisión y con un mantenimiento constante, sin dejar a un lado la capacitación del personal. El equipo recomendado para el PGV es el equialtímetro o nivel (electrónico) digital, complementándolo con los siguientes accesorios; dos miras geodésicas, un tripie fijo, dos soportes metálicos para las miras, dos termómetros ambientales, una brújula, un navegador satelital, cinta métrica, entre otros.

Durante la ejecución de un levantamiento geodésico vertical, se deben desarrollar una serie de actividades enmarcadas en dos etapas, la primera, es la monumentación de las marcas geodésicas y consta de la Recopilación, Anteproyecto de Medición, Reconocimiento y Verificación y Proyecto Definitivo. La segunda; Medición Diferencial, Codificación, Revisión, Proceso y Análisis de Datos y Levantamiento de Cédula.

2.1 Monumentación:

- Recopilación:** Seleccionar los insumos cartográficos con información del área de trabajo, así como los documentos de levantamientos anteriores.
- Anteproyecto de medición:** Tiene la finalidad de plasmar información en los productos cartográficos de los lugares donde monumentarán los BN, así como los datos de BN establecidos con anterioridad para ligarlos a la RGV.
- Reconocimiento y verificación:** El reconocimiento en campo se realiza con la finalidad de definir la ubicación final de los BN en base a las características físicas del

terreno, garantizando la permanencia y estabilidad de las marcas.

- Proyecto definitivo:** Al concluir la verificación física del área de trabajo, se selecciona el terreno donde se establecerá una placa metálica en un monumento de concreto o empotrada en roca sana. A la placa metálica se le inscriben datos de identificación, como su clave, fecha de monumentación y el de la institución que la construyó.

2.2 Medición:

- Medición de BN:** La nivelación diferencial, es el método de medición utilizado para determinar la diferencia de alturas entre BN, a través de sumar algebraicamente las observaciones en el terreno sobre reglas graduadas, a lo largo de la línea.
- Codificación, Revisión, Proceso y Análisis de Datos:** Al concluir la medición en campo, se codifican todos los formatos para el análisis de intervalos y su suma, desniveles y distancias entre observaciones. Posteriormente se realiza una revisión rigurosa de los posibles errores, inconsistencias y anomalías encontrados en los diferentes formatos utilizados. El siguiente paso es el uso de un software para realizar el proceso y ajuste de la información obtenida en la nivelación, con la finalidad de integrar y depurar el archivo de datos. El proceso continúa con la validación de la tabla de Enlace, y si los datos están dentro lo establecido por los Estándares de Exactitud Posicional, concluye la etapa.

Al final de los trabajos de Monumentación, es importante elaborar una cédula de identificación del BN, con la finalidad de que los usuarios tengan los datos geodésicos de la marca, los cuales deben ser utilizados durante el desarrollo de las actividades direccionadas al ámbito vertical.

3. LOCALIZACIÓN DE LOS BANCOS NIVEL

Los BN sirven de apoyo y referencia para definir las alturas que tienen los elementos geográficos en la superficie terrestre, y son el insumo básico que se utilizó para definir la cobertura geodésica vertical de la ciudad de Chilpancingo. Integrar la información de los datos y características de las marcas geodésicas no fue tarea fácil, debido a que existe muy poca promoción y divulgación por parte de instituciones generadoras de tan importante información, indispensable para contar con un control vertical durante el desarrollo de levantamientos verticales.

Se inició con la búsqueda de documentos que permitieran contar con antecedentes del establecimiento de BN en la localidad, pero no existen datos históricos para determinar la existencia de monumentos que cumplan con las especificaciones mencionadas en la normatividad técnica antes del año 2002. La única referencia, es que en los años 50's y posteriormente en los 70's, había un BN enfrente de ciudad universitaria de la UAGro y otros en la zona centro de la ciudad. La integración de documentos de esta temática, concluyó en que actualmente es el INEGI, la institución responsable de monumentar y nivelar los BN, basados en una normatividad técnica y columna vertebral del Sistema Geodésico Nacional.

Con la información obtenida a través del INEGI, la cual se tomó como punto de partida para ubicar los BN e integrar los datos que servirán como referencia y permitirán tener un mejor conocimiento para saber la ubicación precisa de cada una de las marcas que existen en esta localidad.

Después de conocer el sitio de los diferentes BN que existen en Chilpancingo, se trazó una ruta para llevar el recorrido, planeación que permitió ahorrar tiempo y llevar a cabo la visita física al lugar (Figura 3) donde se localizan las diferentes marcas geodésicas, y de esta manera constatar sus datos, características y sus condiciones.



Figura 3. Ubicación del BN V121792 de la calle Quintana Roo

A continuación se muestra la Tabla 3 con algunos Bancos de Nivel que integran la cobertura vertical de la ciudad de Chilpancingo de los Bravo.

Tabla 2. Relación de BN de la cobertura vertical.

CLAVE BN	COORDENADAS		ALTURA ORTOMÉTRICA
	LATITUD	LONGITUD	
V120075B	17°34'16.51903"	99°30'52.15450"	1263.56
V120077A	17° 33' 05.5"	99° 30' 05.5"	1250.60
V120084A	17° 30' 57.40"	99° 28' 55.70"	1194.49
V121681	17° 34' 24.0"	99° 31' 07.1"	1274.67
V121682	17° 34' 24.8"	99° 31' 26.1"	1330.61
V121683	17° 34' 07.4"	99° 31' 27.2"	1385.6
V121684	17° 34' 07.9"	99° 31' 06.5"	1302.66
V121685	17° 33' 49.4"	99° 31' 21.8"	1368.54
V121686	17° 33' 35.1"	99° 31' 26.8"	1425.58
V121687	17° 33' 19.5"	99° 31' 26.5"	1443.58
V121688	17° 33' 26.3"	99° 31' 12.1"	1420.64
V121689	17° 33' 34.9"	99° 31' 01.2"	1321.64
V121690	17° 33' 46.1"	99° 30' 53.8"	1287.54
V121691	17° 34' 00.0"	99° 31' 03.1"	1293.55
V121692	17°33'15.26725"	99°31'07.60993"	1437.63

V121693	17° 33' 07.2"	99° 30' 48.7"	1347.61
V121694	17° 33' 17.6"	99° 30' 40.4"	1294.62
V121695	17° 33' 29.9"	99° 30' 46.1"	1309.63
V121696	17° 32' 59.3"	99° 30' 38.1"	1307.6
V121697	17°32'41.74670"	99°30'52.05209"	1328.6
V121698	17°32'28.17204"	99°31'01.83292"	1427.59
V121699	17°32'18.54505"	99°31'18.89363"	1453.56
V121700	17°32'02.72621"	99°31'19.80440"	1500.55
V121701	17°32'07.79482"	99°31'02.99379"	1419.58
V121702	17° 32' 22.4"	99° 30' 23.0"	1246.58
V121703	17° 32' 34.5"	99° 30' 25.0"	1265.59
V121704	17°32'15.06375"	99°30'45.59175"	1345.58
V121705	17° 32' 07.1"	99° 30' 30.0"	1302.57
V121706	17°32'00.18322"	99°30'35.65908"	1306.57
V121707	17°31'47.41755"	99°30'43.61315"	1349.56
V121708	17° 31' 50.9"	99° 30' 29.9"	1283.56
V121709	17°32'02.25522"	99°30'18.17144"	1257.57
V121710	17° 32' 04.1"	99° 30' 00.1"	1253.56
V121711	17° 31' 39.7"	99° 30' 41.0"	1371.56
V121712	17°31'25.42583"	99°30'36.46075"	1381.48
V121713	17° 31' 34.6"	99° 30' 25.5"	1319.55
V121743	17°31'48.04718"	99°30'09.33991"	1258.56
V121744	17°31'34.96815"	99°29'59.29472"	1278.55
V121745	17° 31' 37.9"	99° 29' 43.7"	1226.55
V121746	17° 31' 26.0"	99° 30' 13.3"	1300.49
V121747	17°31'11.55500"	99°30'19.53192"	1338.54
V121748	17°31'03.95479"	99°30'31.78967"	1392.54
V121785	17°32'19.38532"	99°29'37.81383"	1272.57
V121786	17° 31' 52.8"	99° 29' 02.9"	1244.55
V121787	17°31'37.28808"	99°28'57.32964"	1242.5
V121788	17° 31' 37.2"	99° 29' 19.4"	1235.55
V121789	17° 31' 51.7"	99° 29' 21.6"	1306.55
V121790	17° 32' 00.0"	99° 29' 35.3"	1226.56
V121791	17° 32' 56.3"	99° 30' 11.3"	1249.59
V121792	17°33'05.80100"	99°30'22.97053"	1247.6
V121793	17° 32' 49.2"	99° 30' 01.5"	1251.59
V121794	17° 32' 28.6"	99° 29' 54.7"	1256.58

La ubicación espacial de los BN se representa en la figura 4

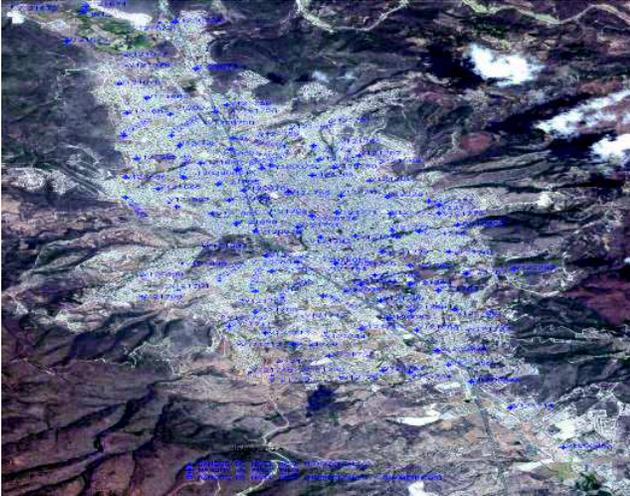


Figura 4. Localización espacial de los BN en la ciudad de Chilpancingo, Guerrero.

4. APLICACIONES

La cobertura geodésica vertical que existe en Chilpancingo de los Bravo, a través de los BN establecidos en toda la ciudad, debe ser utilizada por todas las Unidades de Estado o terceros que generen información de este tipo, es decir, deben ligar sus levantamientos a las marcas de control vertical.

El desconocimiento o desinterés de la existencia de una normatividad técnica y de carácter obligatorio, debido a la falta de promoción de la dependencia generadora de los BN (INEGI), la cual menciona que durante los levantamientos verticales se deben aplicar las especificaciones mencionadas en las Normas Técnicas del Sistema Geodésico Nacional y la de Estándares de Exactitud Posicional. Es la causa principal por la cual los profesionales de la Topografía y la Geodesia, no usan los datos geodésicos, información que les permitiría garantizar la calidad de sus mediciones.

El fundamento principal de esta investigación, no es sólo ubicar geográficamente todos los BN establecidos en la localidad, sino mencionar en donde se puede aplicar la información generada por la Red Geodésica Vertical. Los trabajos que se pueden desarrollar con el apoyo de estos datos son muchos, pero sólo mencionaremos algunos, por ejemplo, se pueden realizar levantamientos geodésico-topográficos de las vialidades de la ciudad, planeación y ejecución de obras hidráulicas, monitoreo de laderas, actualización catastral, entre otras, donde la referencia de alturas es un elemento importante.

Con el propósito de contribuir en el área de Protección Civil y basado en los antecedentes del desastre natural por inundación ocurrido Chilpancingo, en el mes de septiembre de 2014, se realiza una aplicación con el uso de softwares, imágenes satelitales, datos de los Bancos de Nivel e información de Modelos Digitales de Elevación, la cual consiste en ubicar las áreas de la mancha urbana más vulnerables de inundarse ante una avenida fluvial y que esta rebasa el nivel de aguas máximo extraordinario del encauzamiento del río Huacapa.

4.1 Procedimiento

1. Ubicar los BN que limiten o estén cerca de las márgenes del río Huacapa.
2. Hacer un recorrido físico por el encauzamiento del río Huacapa a lo largo de su travesía por la mancha urbana de Chilpancingo, con el objetivo es identificar las áreas urbanas que se ubican por abajo del nivel máximo de su encauzamiento.
3. Ingresar a la dirección: <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/datosrelieve/continental/Descarga.aspx>, donde podemos descargar el modelo 3d del INEGI (de manera gratuita).
 - a. En la ventana de descarga seleccionamos la resolución más alta 15 m.
 - b. Se ubica y delimita el área de trabajo.
 - c. Se descarga un archivo similar a este **cem30_workspace-cem3_r15 (3).tif**
4. Se habilita el software GLOBAL MAPPER
 - a. Se aplica **Open Your Own Data Files**, y se selecciona el archivo descargado. Se acepta la indicación **YES**. Muestra el **Modelo 3D** cargado.
 - b. Se calculan las curvas de nivel del área de trabajo.
 - c. Seleccionamos el menú **File / Generate Contours**, y nos muestra una ventana de dialogo en la que definimos distancia entre las curvas de nivel (para este caso, a cada metro), y seleccionamos la pestaña **Contour**.
 - d. Después seleccionamos las dos ventanas y al concluir el proceso, se visualiza el terreno con las curvas de nivel.
 - e. Enseguida se cambia la proyección geográfica para poder cargar los archivos en **Autocad map**.
 - f. Damos click en **Configuración** y se selecciona la pestaña de **Projection**; se seleccionan los valores de Proyección (UTM), Zona (14) y Datum (WGS 84).
5. Se exportan las curvas de nivel a **Autocad map**.
 - a. Damos click en el icono **Open Control Center**
 - b. Desactivamos el modelo 3D y sólo se dejan las curvas de nivel.
 - c. Seleccionamos **File/Export Vector Data/Export DXF**.
 - d. En el primer cuadro de mensaje que nos envía damos clic en **Ok**
6. Se descarga la imagen de Chilpancingo de alta resolución y georeferenciada, con el programa SASPLANET.
 - a. Se activa el programa y se ubica Chilpancingo. Se selecciona el icono de **Selected basemap**, y se define la imagen satelital o fotografía a utilizar (Google Earth, Bing Maps, etc.), de preferencia la que tenga mayor resolución.
 - b. Ingresamos al icono **Selection manager** y seleccionamos **Polygonal Selection**.
 - c. A continuación se selecciona el área de interés y se delimita con un polígono, se concluye aceptando con un click en la palomita verde.
 - d. Al Concluir la descarga, se depositan los archivos en la memoria cache del programa, por lo que no se debe cerrar el programa. (se borrarían los archivos).

- e. Damos click Quit y sin salirse del programa aceptamos **Selection Manager/Last Selection**.
 - f. En el siguiente cuadro, damos clic en la pestaña **Stitch**.
 - g. En **Output Format**: seleccionamos el formato de la imagen **ECW**, compatible con **Autocad map**.
 - h. Posteriormente guardamos en la ruta seleccionada la imagen y abrimos en **GLOBAL MAPPER** el archivo **ECW**, **OPEN YOUR DATA FILES**.
 - i. En el icono de configuración, seleccionamos la pestaña de proyección **UTM**, que es la reconocida por **Autocad map**.
 - j. Exportamos la imagen en el mismo formato **ECW**, pero ya con la proyección **UTM** y seleccionamos **file/export raster and elevation data/export ECW File**, finalmente aceptamos.
7. **Carga de datos en Autocad map.**
 - a. Se carga la imagen georreferenciada con el comando **Mapiinsert**.
 - b. Se abre el archivo **DXF** de las curvas de nivel y se seleccionan todos los objetos, se copian con un punto utilizando el Comando: **Copybase**; se precisan los puntos, se seleccionan y nos pasamos al archivo donde cargamos la imagen, y con el comando **Pasteoring** se ubican los puntos en su posición original.
 8. **Carga de datos de los Bancos de Nivel**
 - a. Se cargan las coordenadas de los BN en **Autocad map** con el apoyo de **GLOBAL MAPPER**, en un formato de texto se ponen los datos de latitud, longitud, altura, nombre, y para importar los puntos, se abre el archivo de texto *.txt y nos muestra un cuadro en el que aceptamos e importamos los datos.
 - b. Para exportarlos a **Autocad map**, hse hace el mismo proceso que se realizó con las curvas de nivel, exportar un **DXF** y copiarlo en **Autocad map** con un punto base.
 - c. El resultado final es una imagen georreferenciada.

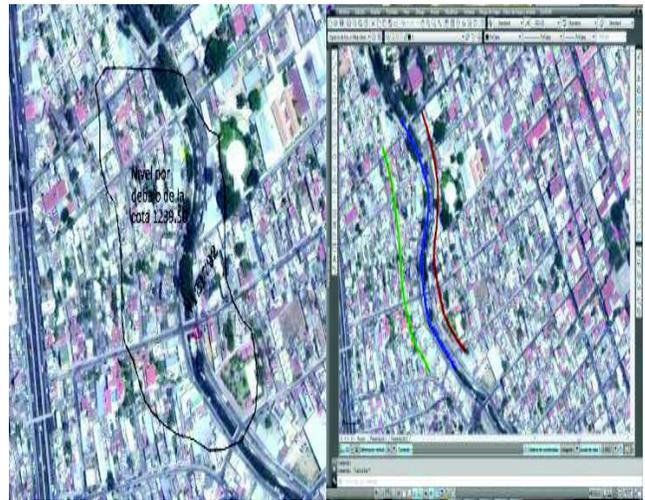


Figura 5. Se muestra la cota y nivel del Río Huacapa.



Figura 6. Zona vulnerable a inundarse.

La imagen resultado de los procesos mencionados (Figura 5), tiene las características métricas y geométricas georreferenciadas de los elementos geográficos que se ubican en el área afectada, lo que permite identificar la zona inundada, para realizar un análisis cuantitativo y cualitativo de los efectos causados.

Con los datos anteriores, se pueden cuantificar el número de viviendas, de vialidades, de habitantes, de comercios que fueron afectados por los escurrimientos fluviales. (Figura 6)



Figura 7. Desnivel del río Huacapa zona vulnerable.

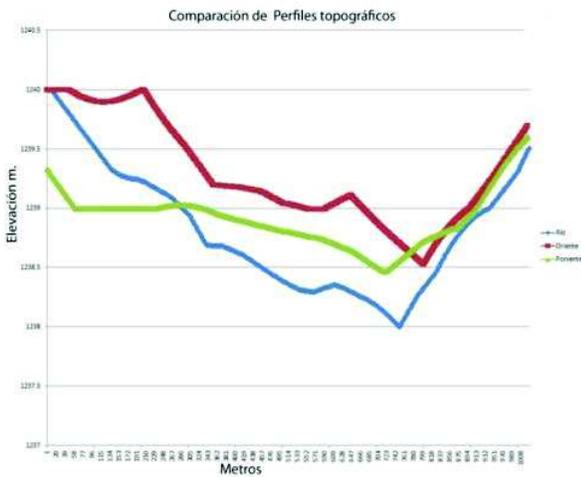


Figura 8. Perfil del Río Huacapa

Además, con la proyección de los extremos a través de los perfiles, se puede cuantificar el daño sufrido de las estructuras de las casas que se ubican en el área afectada. Con este tipo de ejercicios, se valora la importancia que tiene usar los datos geodésicos de los Bancos de Nivel.

5. CONCLUSIONES

La ciudad de Chilpancingo de los Bravo tiene una cobertura geodésica total de su superficie con un total de 118 Bancos de Nivel pertenecientes a la Red Geodésica Vertical Pasiva. El gran número de marcas geodésicas que existen en la localidad, pareciera no ser suficientes, debido a que la mayoría de los trabajos que se realizan en este ámbito, no están referenciados a los monumentos geodésicos.

La aportación que se hace con esta investigación, es la de proporcionar datos de los BN establecidos en la ciudad, los cuales cuentan con información de longitud, latitud y altura ortométrica, lo que permite a los diferentes usuarios que requieren puntos de referencia de control vertical, realizar levantamientos topográficos

y ligarlos a un sistema de referencia geodésico (NAVD88), definido en la NT del Sistema Geodésico Nacional.

También se aporta un procedimiento para generar imágenes georreferenciadas, con las cuales se pueden realizar ejercicios orientados a la planeación, proyección, ejecución y análisis de programas, que coadyuven al desarrollo de la ciudad.

Pero lo más importante, es promocionar la información geodésica vertical y la normatividad técnica, ante los usuarios constantes, como son los Colegios de Ingenieros Topógrafos, de Ingenieros Civiles, Ingenieros Constructores, Ingenieros Agrónomos, en las unidades académicas de ingeniería, así como a las Unidades de Estado, para que usen las marcas geodésicas durante sus tareas topográficas, así como los documentos que proporcionan los lineamientos para desarrollar estos trabajos, cuyos resultados deben cumplir con las especificaciones y Datum de referencia del Sistema Geodésico Nacional y los Estándares de Exactitud Posicional, información fundamental para garantizar la calidad y precisión de la información.

6. AGRADECIMIENTOS.

Se agradece al personal que conforma la Brigada de Nivelación Vertical del INEGI en el estado de Guerrero, por su valioso apoyo y asesoría durante este trabajo de investigación

7. REFERENCIAS

1. http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geodesia/inventario_puntos.aspx
2. http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/normastecnicas/default.a_spx
3. <http://cartografía.guerrero.gob.mx/cabeceras/visor.php>
4. INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2010a. Norma Técnica de Estándares de Exactitud Posicional, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de diciembre de 2010.
5. INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2010b. Norma Técnica del Sistema Geodésico Nacional, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de diciembre de 2010.
6. INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2012a. Norma Técnica para la Generación, Captación e Integración de Datos Catastrales y Registrales con fines estadísticos y geográficos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 16 de enero de 2012.
7. INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2012. Obtención de coordenadas con GPS en ITRF y su relación con WGS84 y NAD27. Dirección General de Geografía y Medio Ambiente, Subdirección de Marcos de Referencia, Departamento de Evaluación Geodésica.
8. INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2014. Manual para posicionamiento Geodésico Vertical, Subdirección del Marco Geodésico, Subdirección de Control de Operaciones Geodésicas.