



**Instituto Geográfico
Nacional**

NTIG_CR01_01.2016: Sistema de Referencia Geodésico de Costa Rica



Enero - 2016

© Derechos Reservados Instituto Geográfico Nacional/Registro Nacional

Presentación

Tengo el agrado de presentar la Norma Técnica de Información Geográfica de Costa Rica (NTIG_CR01) denominada *Sistema de Referencia Geodésico de Costa Rica* versión enero de 2016, nuestro sistema de referencia cumple con los estándares internacionales establecidos por los principales centros de investigación y aplicación de las ciencias geodésicas, además, la norma técnica está alineada a los requerimientos del Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT), así como a las consideraciones de orden técnico definidas por el Instituto Geográfico Nacional como elementos fundamentales.

Esperamos que la Norma Técnica *Sistema de Referencia Geodésico de Costa Rica* sea un instrumento que permita evaluar y estandarizar los trabajos geodésicos fundamentalmente en lo que respecta a precisión, dado que constituye un conjunto de especificaciones básicas que se fundamentan en los sistemas geodésicos de referencia, tanto planimétricos como altimétricos. A su vez, la presente Norma Técnica se describe la base geodésica existente, su relación con las técnicas modernas de generación de coordenadas y la solución necesaria para que Costa Rica acceda a niveles eficientes de calidad en la generación de datos georreferenciados. También se incluye la descripción de los conceptos teóricos necesarios para la comprensión de los temas formulados.

Desde la perspectiva geodésica, ya sea con respecto a productores, gestores y/o usuarios de información, hoy en día la Geodesia ha superado su base geométrica inicial y se explica en un contexto de entornos físico-dinámicos fundamentales, y ha cambiado de un datum local a un datum geocéntrico global. Por tal razón, ha sido necesario que el Instituto Geográfico Nacional (IGN) reemplace el sistema de referencia de coordenadas referido al datum Ocotepaque elipsoide de referencia Clarke 1866 y la proyección cartográfica Lambert Costa Rica Norte y Sur, por un sistema moderno, compatible internacionalmente y que soporte las tecnologías actuales.

De esta manera, el IGN a través del Departamento de Geodinámica, se ocupa de la administración, actualización y mantenimiento del Sistema de Referencia Geodésico Nacional, el cual entre otras tareas, se encarga de facilitar los procedimientos y estándares para el establecimiento de puntos de control horizontal y vertical, para la ubicación y representación cartográfica de los diversos rasgos topográficos y geográficos del territorio nacional.

La Norma Técnica *Sistema de Referencia Geodésico de Costa Rica* tiene su origen en el ejercicio del cumplimiento de las competencias de Ley del Instituto Geográfico Nacional en materia de normalización de la información geoespacial en nuestro país. Nuestra posición es inclusiva y abierta en cuanto a los aportes de la comunidad productora, gestora y usuaria de información geoespacial en el ámbito nacional.

Además, la definición y difusión de este documento está en concordancia con los lineamientos establecidos en el decreto ejecutivo N° 37773-JP-H-MINAE-MICITT (La Gaceta N.° 134 del 12 julio de 2013), mediante el cual oficialmente se crea el Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT) como instrumento para la producción, publicación, normativa y estandarización de la información geoespacial en nuestro país. A través del SNIT el IGN está promoviendo la generación de productos, servicios e información geográfica georreferenciada de cubrimiento nacional, regional y local, y la publicación en forma integrada y georreferenciada de información territorial producida por entes y órganos públicos, así como por personas físicas o jurídicas, y el homologar la información geoespacial estandarizada en el marco de una infraestructura de datos espaciales común.

El SNIT es un paso muy importante en el proceso de consolidación de la Infraestructura de Datos Espaciales de Costa Rica (IDECORI), que se define como el conjunto de políticas, organizaciones, estándares y tecnologías que trabajan de forma conjunta para producir, compartir y usar la información geográfica necesaria para apoyar el desarrollo del país en diversos ámbitos.

M.Sc. Max A. Lobo Hernández
Director
Instituto Geográfico Nacional
Registro Nacional

Índice de contenidos

1. Introducción.....	1
2. Antecedentes.....	2
3. Disposiciones generales.....	4
3.1. Nomenclatura y nombre de la Norma Técnica:	4
3.2. Objetivo	4
3.3. Ámbito de aplicación	4
3.4. Alcance	4
3.5. Aprobación técnica y oficialización.....	5
3.6. Obligatoriedad	5
3.7. Vigencia.....	5
4. Sistema Geodésico Nacional	5
4.1. Definiciones	5
4.2. Estructura del marco geodésico	9
4.3.1 Sistema de referencia vertical	9
4.3.2 Sistema y marco de referencia horizontal	9
4.3.3 Sistema de referencia gravimétrico	9
4.4. Metadatos sistema de referencia	9
5. Especificaciones técnicas geodésicas	11
5.1. Proyección cartográfica	11
5.2. Exactitud planimetría y altimétrica.....	11
5.2.1 Exactitud planimetría	11
5.2.2 Exactitud altimétrica	13
6. Validación de puntos topográficos	13
6.1. Antecedentes.....	13
6.2. Enlace horizontal	14
6.3. Relevancia del Decreto Ejecutivo N°33797-MJ-MOPT	14
6.4. Reseña Manual “El Sistema de Referencia CR05 y la proyección Transversal de Mercator para Costa Rica CRTM05”	17
7. Componentes del Catálogo de Objetos Geográficos para Datos Fundamentales de Costa Rica (NTIG_CR02_01.2016) referidos al Marco de Referencia Geodésico.....	18
8. Consideraciones finales.....	25
9. Bibliografía.....	26
Anexo 1	27

Acrónimos y siglónimos

CNPDG: Centro Nacional de Procesamiento de Datos GNSS

GLONASS: Global Navigation Satellite System / Sistema Global de Navegación por Satélite

GNSS: Global Navigation Satellite System / Sistema Global de Navegación por Satélite

GPS: Global Positioning System / Sistema de Posicionamiento Global

IAGS: Interamerican Geodesic Services / Servicio Geodésico Interamericano

IGN: Instituto Geográfico Nacional

ITRF: International Terrestrial Reference Frame / Marco Internacional de Referencia Terrestre

LCRN: Lambert Costa Rica Norte

LCRS: Lambert Costa Rica Sur

NGS: National Geodetic Survey / Servicio Geodésico de los Estados Unidos de América

RGNA: Red Geodésica Nacional Activa

RGNP: Red Geodésica Nacional Pasiva

SIRGAS: Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas

RN: Registro Nacional

WGS84: World Geodetic System of 1984 / Sistema Geodésico Mundial de 1984

1. Introducción

El Instituto Geográfico Nacional (IGN) es el ente del Estado costarricense encargado de producir, analizar y divulgar la información geoespacial georeferenciada y de la exactitud necesaria para la protección de los recursos del Estado, la soberanía y el desarrollo integral del país. Además, de suministrar a la sociedad y al Estado información de calidad, pertinente, veraz, técnicamente vigente y oportuna, a efecto de coadyuvar en proyectos de desarrollo que realicen los sectores público y privado.

La Red Geodésica Nacional que materializa el datum de Ocotepaque fue establecida en Costa Rica en la década de 1940 posterior a la fundación del IGN y el convenio que estableció el Gobierno de Costa Rica con el Servicio Geodésico Interamericano (IAGS). El IAGS propuso y calculó el sistema Lambert, el que una vez realizada la triangulación geodésica en Centroamérica se unió al datum de Ocotepaque, localizado en la frontera entre Guatemala y Honduras y establecido en 1935.

La red del IGN se vio impactada por conceptos modernos de geodesia, convenciones y por las nuevas tecnologías. En consecuencia esa red nacional no ofrecía la precisión requerida por los usuarios que utilizan los Sistemas Globales de Navegación por Satélite (GNSS: *Global Navigation Satellite Systems*) para fines, topográficos y geodésicos en su parte correspondiente. Por lo que se lleva a cabo varios esfuerzos orientados a la modernización de la red geodésica y el sistema de proyección cartográfica.

Mediante el decreto ejecutivo N° 33797 MJ-MOPT del 30 de marzo del 2007, se oficializó el sistema CR05 como oficial para Costa Rica, con el propósito de garantizar la accesibilidad y la validez de las coordenadas que definen el marco de referencia. Por consiguiente esta norma técnica establece las especificaciones que permitirán a los usuarios de datos geodésicos contar con información, puesta a su disposición por parte del IGN, que sea integrada con facilidad en sus procesos de producción y en la toma de decisiones; asimismo, se busca que los datos geodésicos muestren consistencia, compatibilidad y comparación en sus procesos, como resultado de la estandarización de los mismos.

2. Antecedentes

Con la creación del Instituto Geográfico Nacional en 1944 (Ley N. 59 del 4 de julio) inician las actividades cartográficas modernas, publicando sus primeros mapas a escala 1:50.000 en el año 1954. No obstante, desde sus inicios, una de las prioridades del IGN fue la normalización de los mapas y el sistema de referencia geodésico, lo cual se llevó a cabo con la cooperación del Servicio Geodésico Interamericano de los Estados Unidos de América (IAGS) y del Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH).

Para lograr la normalización de la cartografía y el sistema de referencia geodésico era necesario integrar dicho sistema o red geodésica de Costa Rica a los sistemas de países vecinos, usando un origen común para las posiciones de latitud y longitud (datum norteamericano). Sin embargo, al no existir un enlace entre las redes en México, se estableció el datum en Ocatepeque, Honduras en 1935. El datum de Ocatepeque fue propagado por triangulación a toda Centroamérica y usado por Costa Rica en todos sus mapas. Aunque años después se realizó el enlace con México, el datum norteamericano de 1927 o NAD27 no sustituyó al datum de Ocatepeque.

Aunado a lo anterior, Costa Rica utilizó una proyección cartográfica diferente a la del resto de los países de América Central, propuesta y calculada por el IAGS. El Servicio Geodésico Interamericano realizó los cálculos necesarios y utilizó la "Proyección Cónica Conforme de Lambert" para la conversión de valores geográficos a valores de cuadrícula en metros, dividiendo el país en dos partes: Costa Rica Norte y Costa Rica Sur. Para evitar coordenadas de cuadrículas negativas, se asignaron coordenadas métricas arbitrarias o falsas de origen.

En 1990, el Catastro Nacional con la cooperación de organismos internacionales estableció una red geodésica mediante técnicas de medición satelitales al sistema de posicionamiento global (GPS), y desarrolló una red geodésica y sistema cartográfico (CRTM90), iniciativa orientada a disponer de una estructura geodésica homogénea y un nuevo sistema oficial de coordenadas para el mapa catastral del país. Sin embargo, no se consolidó. Un nuevo intento se llevó a cabo en 1998 con el denominado proyecto "TERRA", en el cual se definió una nueva red y se vinculó al Marco Internacional de Referencia Terrestre (ITRF) y se determina un vector de diferencia de 7.5 m respecto a la definición hecha en 1990. Sin embargo dado que en 1999 el proyecto TERRA ya tenía productos cartográficos referidos al CRTM90 fue conveniente mantener esa definición y de igual forma nunca se oficializó.

En el año 2005 dentro del ámbito del Programa de Regularización de Catastro y el Registro, su Unidad Ejecutora, en coordinación con el Instituto Geográfico Nacional, realizó estudios técnicos necesarios para la definición de un nuevo marco geodésico en el país, que de conformidad con el Decreto Ejecutivo 33797-MJ-MOPT, del 30 de marzo del 2007, publicado

en el Diario Oficial La Gaceta N° 108 del 06 de junio del 2007, crea el sistema de coordenadas horizontales para Costa Rica, denominado CR05 y su proyección cartográfica asociada CRTM05.

Ese sistema se vinculó directamente a la red CORS administrada por el National Geodetic Survey (NGS), agencia estadounidense encargada de la definición y mantenimiento del Sistema Espacial de Referencia Nacional en los Estados Unidos de América. Luego esta red CR05 se adoptó como sistema de referencia nacional, a pesar de habersele omitido el vínculo a SIRGAS¹ y de adolecer de una solución elaborada a partir de un software científico, que se rija por los más altos estándares en materia de redes geodésicas a nivel mundial.

Por otra parte, a pesar de haberse tenido la visión de establecer desde un principio una red de estaciones de medición continua (GNSS) y posteriormente la red pasiva, que involucrara puntos de las redes antiguas del IGN y del Catastro para calcular las transformaciones de coordenadas, la red activa de Costa Rica no se establece sino hasta después de 5 años de haberse definido el sistema de referencia CR05; iniciando su funcionamiento a partir junio de 2010 bajo la administración del Catastro Nacional y desde mayo de 2013 administrada por el Instituto Geográfico Nacional.

La red activa está constituida por 8 estaciones GNSS de medición continua pertenecientes al Registro Nacional y se encuentran instaladas en las sedes del Banco de Costa Rica de Puntarenas, Nicoya, Liberia, Limón, Ciudad Nelly, San Isidro del General, San Carlos y en el Registro Nacional. En este último se encuentra también instalado el servidor que administra todo el sistema y que recibe la información de las estaciones vía internet.

Las 8 estaciones son vértices de la red continental SIRGAS-CON al igual que estaciones pertenecientes a otras instituciones que de acuerdo a sus finalidades y competencias contribuyen de forma directa al mantenimiento y densificación del Marco Geodésico Nacional.

Por otro lado, en enero de 2013 entra en funcionamiento el Centro Nacional de Procesamiento de Datos GNSS (CNPDG) de la Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia como el centro local de procesamiento de SIRGAS, así como un referente nacional y regional

¹En la Séptima Conferencia Cartográfica para Las Américas de la Organización de las Naciones Unidas (ONU, Nueva York, 2001) se recomendó adoptar y promover SIRGAS, como sistema de referencia oficial. La red SIRGAS-CON constituye la materialización del Marco Internacional de Referencia Terrestre (ITRF) en América Latina, constituida de alrededor de 250 estaciones de transmisión permanente; donde algunas sólo leen la constelación GPS y GLONASS, por lo que se denomina GNSS. Los datos generados en esta red se procesan a través de 9 centros de procesamiento, donde 8 de ellos están localizados en Suramérica y uno en Alemania.

para el procesamiento de datos GNSS constituyéndose como el primer centro de este tipo en la región centroamericana y el segundo fuera de Sur América. El centro es parte activa del Marco de Geodésico Nacional contribuyendo con las soluciones a SIRGAS y al país.

Es a partir de este marco geodésico que se deben referenciar todos los levantamientos y actividades cartográficas y geodésicas que desarrollen en el territorio nacional toda dependencia pública, persona o entidad privada nacional o extranjera que emprendan o contraten trabajos geodésicos y cartográficos, contribuyéndose de esta forma a evitar el gasto público y obteniendo por otra parte información geográfica confiable, uniforme y comparable que sea de utilidad general y que apoye la toma de decisiones en los distintos niveles del Estado.

3. Disposiciones generales

3.1. Nomenclatura y nombre de la Norma Técnica:

NTIG_CR01_01.2016: *Sistema de Referencia Geodésico de Costa Rica*

3.2. Objetivo

Establecer las disposiciones mínimas que definen el Sistema Geodésico Nacional, para integrar el Marco de Referencia Geodésico y establecer las condiciones necesarias con el propósito de que el mismo sea homogéneo, compatible y comparable; aplicando las mejores prácticas internacionales.

3.3. Ámbito de aplicación

La presente Norma Técnica es de observancia obligatoria. La aplicación e interpretación de la presente Norma Técnica, para efectos administrativos y técnicos corresponderá al Instituto Geográfico Nacional, quien resolverá los casos no previstos por la misma y velará por su actualización conforme corresponda.

3.4 Alcance

La Norma Técnica NTIG_CR01_01.2016: *Sistema de Referencia Geodésico de Costa Rica*, constituye un marco de referencia de carácter general sobre los requisitos mínimos que deben observar los funcionarios y usuarios del Instituto Geográfico Nacional, y en general, el sector público (Poderes de la República, instituciones autónomas y semiautónomas, entes adscritos a instituciones autónomas, empresas públicas estatales, empresas públicas no estatales, entes públicos no estatales, entes administradores de fondos públicos, municipalidades y órganos municipales adscritos), sector privado, personas físicas y público en general, productor, gestor y

usuario para la georreferenciación de objetos geográficos (OG) al sistema nacional de referencia de nuestro país.

3.5 Aprobación técnica y oficialización

La Norma Técnica de Información Geográfica denominada **NTIG_CR01_01.2016: Sistema de Referencia Geodésico de Costa Rica**, se aprobó técnicamente a las 13 horas del día 12 de enero de 2016, conforme está registrado mediante el oficio N° **DIG-0010-2016** de esa misma fecha, firmado por el MSc. Max A. Lobo Hernández, Director del Instituto Geográfico Nacional, y la misma queda oficializada a través de la publicación de la **Directriz DIG-001-2016** del Instituto Geográfico Nacional del 12 de enero de 2016 en el **Diario Oficial La Gaceta**.

3.6 Obligatoriedad

Las disposiciones contenidas en esta Directriz y respetiva Norma Técnica son de acatamiento obligatorio.

3.7 Vigencia

La presente Norma Técnica rige a partir de la publicación de la **Directriz DIG-001-2016** del 12 de enero de 2016 en el Diario Oficial La Gaceta.

4. Sistema Geodésico Nacional

Con el objeto de contar con información estandarizada de marcos de referencia y datos geodésicos, y llevar acabo las mejores prácticas, se debe tener en cuenta en los procedimientos de captación y registro, los siguientes conceptos generales:

4.1 Definiciones

Achatamiento: Relación de la diferencia entre el Semieje Mayor (a) y el Semieje Menor (b) de un Elipsoide, con respecto al Semieje Mayor.

Altura: Distancia de un punto, entre una superficie de referencia medida a lo largo de la dirección perpendicular a dicha superficie y el punto.

Altura geodésica (h) o altura elipsoidal: Distancia entre un punto y la normal al Elipsoide de referencia, medida a lo largo de la perpendicular que va del Elipsoide hasta el punto.

Altura geoidal (N): Distancia vertical entre el Geoide y el Elipsoide.

Altura ortométrica (H): Distancia desde un punto en la superficie terrestre a la superficie del Geoide, a lo largo de la dirección del Vector de Gravedad.

Anomalía gravimétrica: Diferencia entre la gravedad observada y la gravedad teórica.

Anomalía de aire libre: Diferencia entre la gravedad observada y la gravedad teórica corregida respecto a la altura.

Campo gravimétrico: Campo vectorial de la aceleración de la gravedad, debido al efecto conjunto de atracción entre las masas y la rotación terrestre.

Coordenadas: Un conjunto de n números que designan la posición de un punto en un plano, superficie o espacio n -dimensional.

Coordenadas geodésicas: Coordenadas definidas en un sistema de referencia geodésico. Éste término se utiliza generalmente a las coordenadas elipsoídicas.

Datum: Punto fundamental que sirve de referencia de un sistema coordenado.

Datum horizontal: superficie elipsoidal usada como base para referenciar coordenadas geodésicas ϕ y λ .

Datum vertical: superficie usada como base para referir las alturas.

Elipsoide: Sólido geométrico generado por la rotación de una elipse alrededor de uno de sus ejes.

Elipsoide de referencia: Elipsoide empleado como la mejor aproximación local o global de la forma de la Tierra.

Elevación: valor medido verticalmente a partir del geoide de referencia en un punto cualquiera.

Estándar de exactitud posicional: Especificaciones de los Órdenes de Exactitud Posicional tanto horizontal como vertical.

Geoide: es una superficie equipotencial que supone los mares en reposo y se prolonga por debajo de los continentes de modo que la dirección de las líneas verticales cruce perpendicularmente esta superficie en todos los puntos. Este está referido al nivel medio

del mar determinado mediante el promedio de observaciones mareográficas a lo largo de un ciclo lunar con una duración de 18.6 años.

Georreferenciación: Conjunto de actividades u operaciones, destinadas a establecer la ubicación de puntos, conjuntos de puntos o de información geográfica en general, con relación a un determinado sistema de referencia terrestre.

Latitud geodésica o latitud: Ángulo comprendido en la recta que une la normal al Elipsoide en un punto cualquiera y su intersección con el plano del ecuador y se mide sobre el meridiano que pasa por el punto.

Levantamiento: Conjunto de observaciones y medidas de campo y gabinete orientadas a la definición de valores y/o parámetros geodésicos.

Longitud geodésica o longitud: Ángulo comprendido en la recta que une la normal al Elipsoide en un punto cualquiera y su intersección con el plano del meridiano de Greenwich y se mide sobre el plano Ecuatorial.

Meridiano: Círculo máximo que pasa por los polos norte y sur y que corta a la tierra en 360°.

Meridiano de Greenwich o Meridiano de referencia: Meridiano terrestre a partir del cual se miden las longitudes.

Metadatos: Datos sobre los datos. Información acerca de los datos que describe detalladamente sus características en términos de contenido, calidad, proyección, sistema de coordenadas y forma de distribución. Elaborados bajo la norma que para tal fin defina, establezca y difunda la autoridad competente.

Nivel medio del mar: Nivel promedio de la superficie del mar sobre todas las etapas de la marea.

Normal al elipsoide: Línea perpendicular a la superficie elipsoidal en cualquier lugar.

Ondulación: diferencia algebraica entre el geoide y el elipsoide en un punto cualquiera.

Posición geodésica: Conjunto de Coordenadas Geodésicas (elipsoídicas), que definen unívocamente la ubicación de un punto con respecto a un sistema geodésico terrestre.

Proyección cartográfica: función matemática biunívoca entre los puntos de una esfera o elipsoide con su correspondiente en un plano cartesiano o esfera.

Red Geodésica Nacional: Conjunto de puntos situados sobre el terreno, dentro del ámbito del territorio nacional, establecidos físicamente mediante monumentos o marcas físicas, sobre los cuales se hayan hecho medidas directas y de apoyo de parámetros físicos, que permiten su interconexión y la determinación conjunta o por separado de su Posición Geodésica, Altura o del campo de gravedad asociado, con relación a los sistemas de referencia considerados.

Semieje mayor: La mitad del eje mayor de un Elipsoide de referencia.

Semieje menor: La mitad del eje menor de un Elipsoide de referencia.

Sistema cartesiano de coordenadas: Sistema de referencia, en relación con **n** ejes rectos mutuamente perpendiculares. En el contexto de Coordenadas espaciales, el valor de **n** es 3, con lo que se tiene el Sistema Cartesiano Tridimensional.

Sistema de coordenadas: Conjunto de reglas matemáticas, para especificar cómo deben definirse las Coordenadas de puntos.

Sistema de coordenadas elipsoidal: Sistema de Coordenadas, en el cual la posición de un Punto, se determina mediante los valores de latitud, longitud y Altura, en el que se asocia un Elipsoide como referencia de las Coordenadas.

Sistema de referencia: es el conjunto de convenciones, valores, fórmulas y conceptos que definen el marco a partir del cual se pueden determinar valores de posición.

Superficie equipotencial: Superficie de potencial constante. Denominada también superficie de nivel.

Transformación de coordenadas: Proceso de cálculo, de convertir una posición dada de un punto o conjunto de puntos, en un sistema de referencia por coordenadas a la correspondiente posición, en otro sistema de referencia por coordenadas.

Vértice geodésico o punto: Cualquier ubicación para el cual se han determinado o se determinarán sus coordenadas. Sinónimo de estación geodésica o punto.

4.2 Estructura del marco geodésico

Uno de los propósitos fundamentales de la Geodesia, es la ubicación espacial precisa de los objetos que se encuentran en, sobre o cerca de la superficie de la Tierra, por lo que se convierte en elemento básico, que garantiza la referencia de los datos y productos estadísticos y geográficos generados por las Instituciones del Estado, que integran el Sistema. Es la representación física del sistema.

4.3.1 Sistema de referencia vertical

El datum vertical o nivel de referencia o red de nivelación es el oficial vigente para Costa Rica determinado por técnicas de topografía convencionales y con fundamento en observaciones mareográficas realizadas entre 1940 y 1960 para la determinación del nivel de referencia con base en el nivel medio del mar.

4.3.2 Sistema y marco de referencia horizontal

El datum horizontal oficial de Costa Rica, el CR05, está enlazado al Marco Internacional de Referencia Terrestre (ITRF2000) del Servicio Internacional de Rotación de la Tierra (IERS) para la época de medición 2005.83, asociado al elipsoide del Sistema Geodésico Mundial (WGS84). Este datum está materializado a través de la denominada Red Geodésica Nacional de Referencia Horizontal CR05 de Primer Orden y su densificación al Segundo Orden. Este sistema permitirá referenciar todos los levantamientos y actividades cartográficas y geodésicas que se efectúen en el Territorio Nacional. (Decreto N° 33797, La Gaceta No. 108 del 6 de junio de 2007).

4.3.3 Sistema de referencia gravimétrico

El sistema de referencia Gravimétrico de Costa Rica, se basa en valores de gravedad terrestre que constituyen el insumo básico en la determinación del Geoide en Costa Rica.

El Geoide Gravimétrico es útil para la obtención de alturas ortométricas mediante la diferencia entre las alturas elipsoidales que proporciona el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y las alturas geoidales.

4.4 Metadatos sistema de referencia

Descripción del sistema de referencia espacial y temporal usado en el conjunto de datos. Está compuesta por:

Título: Se refiere al nombre del sistema de la proyección de referencia del dato.

Fecha: Se refiere a la época en que se genera el elemento. Esta aplica para datos con escalas mayores a 1:1000, por ejemplo escalas utilizadas en levantamientos topográficos y procesos que resultan de observaciones de los Sistemas Globales de Navegación por Satélite (GNSS).

Tipo de fecha: Para el caso específico de Costa Rica es la fecha de creación o levantamiento en sitio del elemento, por lo se debe de seleccionar ésta opción de la lista controlada presente en la plantilla de metadatos geográficos.

Otros aspectos de la mención: Éste apartado incluye información adicional sobre:

- **Datum:** Se refiere a la materialización del elipsoide de referencia en un territorio para tener acceso a coordenadas, latitud (Φ), longitud (λ) y altura (h). En el caso de Costa Rica el CR05 derivado de la red medida en el 2005 que materializa el elipsoide WGS84 respecto al ITRF2000 en la época 2005,83.
- **Elipsoide de referencia:** Es un elipsoide que se utiliza como superficie matemática de referencia posicional en cálculos geodésicos, por ejemplo WGS84.
- **ITRF:** Es un conjunto de puntos con sus coordenadas cartesianas en 3 dimensiones distribuidos en todo el mundo y que sirven como un sistema de referencia ideal, según lo definido por la Resolución N^o 2 UIGG adoptada en Viena, 1991.
- **Época:** Se refiere a la época en la cual se realiza una medición que tiene vínculo directo con la realización más actual del ITRF y que es necesario incorporar a efectos de considerar la variación de su posición en el tiempo por variaciones presentadas en la tectónica de placas. Por ejemplo la época para el dato CR05 equivale a 2005,83, que corresponde al 29 de octubre del año 2005, ésta se calcula de la siguiente manera:

Se suma la cantidad de días acumulados de cada mes del año 2005 hasta setiembre, más los 29 días del mes de octubre, esto corresponde a 302 días, los cuales se dividen por el total de días del año, o sea 365 y el resultado redondeado es 0,83.

$$\begin{aligned} \text{Días} &= \text{ene} + \text{feb} + \text{mar} + \text{abr} + \text{may} + \text{jun} + \text{jul} + \text{ago} + \text{set} + 29 \text{ días de octubre} \\ \text{Días} &= 31 + 28 + 31 + 30 + 31 + 30 + 31 + 31 + 30 + 29 = 302 \\ 302/365 &= 0,83 \end{aligned}$$

Código: Es el nombre del Código **EPSG** de la proyección de referencia según *European Petroleum Survey Group* (EPSG). Para el caso de nuestro país, se utilizará la siguiente numeración, según la proyección empleada:

Lambert Norte, EPSG: 5456

Lambert Sur, EPSG: 5457

CRTM05, EPSG: 5367

WGS84, EPSG: 4326

5. Especificaciones técnicas geodésicas

5.1 Proyección cartográfica

La proyección oficial para la representación cartográfica es la Proyección Transversal de Mercator para Costa Rica con el acrónimo CRTM05, con el meridiano central de 84° Oeste, paralelo central 0°, coordenada norte del origen 0 metros, coordenada este del origen 500 000 metros, proyectada con un factor de escala de 0,9999 válida para todo el país (Decreto N° 33797).

5.2 Exactitud planimetría y altimétrica

Para iniciar cualquier trabajo geodésico o topográfico se deberá verificar el control geodésico existente del sector a trabajar, utilizando procedimientos satelitales o convencionales de acuerdo a la capacidad económica y técnica.

Todo trabajo geodésico o de topografía deberá servirse de la Red Geodésica Nacional de primero ó segundo orden oficial del Estado, de tal manera que garantice las precisiones establecidas para cada trabajo, sea geodesia, topografía, fotogrametría y otros.

5.2.1 Exactitud planimetría

Orden de exactitud	Error Tolerable	Aplicaciones
*S/C	<< 1 cm.	Estudios de deformación local, geodinámicos, tectónicos, vulcanológicos, estaciones de medición continua, etc.
1	< 2 cm.	
	< 3 cm.	Red Geodésica de Primer Orden
2	< 5 cm.	Red Geodésica de Segundo Orden, apoyo para sensores de teledetección aerotransportados según requerimiento.
3	< 10 cm.	Densificación nacional vértices para apoyo topográfico, trabajos de ingeniería de alta precisión, puntos de control fotogramétrico para vuelos cuya escala sea de hasta 1:5 000. Amojonamiento de fronteras internacionales, fronteras nacionales en zonas de alta plusvalía. Apoyo para sensores de teledetección aerotransportados según

		requerimiento. Determinación de posiciones derivadas de mapas de escala 1:500 en el 90% de los casos.
4	< 20 cm.	Densificación para proyectos catastrales, carreteras, puntos de control fotogramétrico para vuelos de escala 1:5 000 a 1:15 000. Trabajos de Zona Marítimo Terrestre. Puntos de control en aeropuertos y aeródromos. Apoyo para sensores de teledetección aerotransportados según requerimiento. Levantamientos topográficos en zonas boscosas y de alta plusvalía. Determinación de posiciones derivadas de mapas de escala 1:1 000 en el 90% de los casos.
S/C	< 50 cm.	Apoyo fotogramétrico para vuelos de escala 1:15 000 a 1:20 000. Apoyo para rectificación de imágenes satelitales que requieran esta exactitud. Determinación de posiciones derivadas de mapas de escala 1:2 500 en el 90% de los casos.
S/C	< 1 m.	Apoyo fotogramétrico para vuelos de escala 1:20 000 a 1:50 000. Apoyo para rectificación de imágenes satelitales que requieran esta exactitud. Linderos de Parques Nacionales, Reservas, etc. Determinación de posiciones derivadas de mapas de escala 1:5 000 en el 90% de los casos.
S/C	< 2 m.	Apoyo fotogramétrico para vuelos de escala 1:50 000 a 1:75 000. Apoyo para rectificación de imágenes satelitales que requieran esta exactitud. Determinación de posiciones derivadas de mapas de escala 1:10 000 en el 90% de los casos.
S/C	< 5 m.	Levantamientos topográficos en zonas boscosas, cañones de ríos y zonas de baja plusvalía. Apoyo para rectificación de imágenes satelitales que requieran esta exactitud. Determinación de posiciones derivadas de mapas de escala 1:25 000 en el 90% de los casos.

* S/C: Sin Clasificación. Esto se refiere al orden de exactitud.

Las exactitudes en los órdenes del 1 al 4 se refieren a exactitudes requeridas para los trabajos descritos en puntos enlazados a la red geodésica. Localmente la exactitud debería ser de un orden inferior o menor.

Las clasificaciones 1, 2 y 3 se refieren a técnicas donde se utilizan equipos receptores GPS bifrecuencia sin límite de distancia ó monofrecuencia en radiales menores a 10 km. También para trabajos geodésicos con equipos y técnicas convencionales en áreas menores a 10 km. Los otros órdenes de exactitud se logran con equipos técnicos topográficos convencionales.

Los órdenes de menos de 1 a 5 metros se pueden alcanzar con receptores GPS de medición en código aplicando correcciones en post-proceso.

5.2.2 Exactitud altimétrica

Orden	Clase	Error de cierre entre secciones.	Error de cierre de la Línea.	Separación entre Líneas(km)	Consideraciones
1	I	$3mm\sqrt{D_{Km}}$	$4mm\sqrt{D_{Km}}$	100-300	Red vertical primaria
1	II	$4mm\sqrt{D_{Km}}$	$5mm\sqrt{D_{Km}}$	50-100	
2	I	$6mm\sqrt{D_{Km}}$	$6mm\sqrt{D_{Km}}$	20-50	Red vertical secundaria
2	II	$8mm\sqrt{D_{Km}}$	$8mm\sqrt{D_{Km}}$	10-25	Proyectos de ingeniería, levantamientos locales, Poligonación dentro de levantamientos para curvas de nivel.
3		$12mm\sqrt{D_{Km}}$	$12mm\sqrt{D_{Km}}$	Variable	Proyectos de ingeniería pequeños, cartografía, estudios de drenajes, apoyo altimétrico para fotogrametría en cualquier escala.

Nota: para todas las clasificaciones se considera la nivelación diferencial como método idóneo aplicable las exactitudes también a trabajos menores a 10 km. En el tercer orden se puede utilizar nivelación trigonométrica.

6. Validación de puntos topográficos

6.1 Antecedentes

Para los diferentes proyectos geodésicos, topográficos, fotogramétricos y otros es necesario tener no sólo garantía del producto final, sino también del control mismo previo a cualquier proyecto de tipo geoespacial. Como parte de lo anterior se cuenta con la Red Geodésica actual y de gran exactitud materializada mediante 33 vértices de primer orden, vértices de otros órdenes y estaciones de medición continua a lo largo de todo el país. Además de la red geodésica cualquier proyecto que requiera control de posición, necesitará puntos de apoyo los cuales debidamente validados pueden servir al desarrollo de otros proyectos.

6.2 Enlace horizontal

Cada punto de la red geodésica CR05 de primer orden está ligado a más de tres vértices del mismo orden. En el segundo orden de igual forma están ligados a más de tres vértices de primer o segundo orden.

Siguiendo la premisa anterior cada punto que se quiera homologar al primer orden debe de enlazarse a tres vértices de dicho orden. No obstante aun lográndose una exactitud igual al primer orden y respetándose la jerarquía de la red los puntos que cumplan esta condición serían de segundo orden. De igual manera para los otros órdenes de exactitud. Se incluye la ficha correspondiente para la validación de puntos topográficos con mayor detalle (Anexo 1).

6.3 Relevancia del Decreto Ejecutivo N°33797-MJ-MOPT²

A partir del mes de junio del año 2007 mediante la publicación del Decreto Ejecutivo N° 33797-MJ-MOPT, el país cuenta con un nuevo sistema de referencia y datum horizontal, así como la oficialización de una nueva red geodésica, los cuales se constituyen en el fundamento de una nueva era en la generación de información geoespacial en Costa Rica.

Seguidamente se citan los artículos considerados como fundamentales:

“Artículo 1°—Se declara como datum horizontal oficial para Costa Rica, el CR05, enlazado al Marco Internacional de Referencia Terrestre (ITRF2000) del Servicio Internacional de Rotación de la Tierra (IERS) para la época de medición 2005.83, asociado al elipsoide del Sistema Geodésico Mundial (WGS84). Este datum está materializado a través de la denominada Red Geodésica Nacional de Referencia Horizontal CR05 de Primer Orden y su densificación al Segundo Orden, consistente en un conjunto vértices geodésicos situados sobre el terreno, dentro del ámbito del territorio nacional, establecidos físicamente mediante monumentos permanentes, sobre los cuales se han hecho medidas directas mediante el Sistema de

² Diario Oficial La Gaceta No. 108 del Miércoles 6 de junio del 2007, págs. 10 y 11.

Posicionamiento Global, estableciendo su interconexión y la determinación de su posición, y permitirá referenciar todos los levantamientos y actividades cartográficas y geodésicas que se efectúen en el Territorio Nacional.

Artículo 2° – Se declara como proyección oficial para la representación cartográfica, la Proyección Transversal de Mercator para Costa Rica con el acrónimo CRTM05, con el meridiano central de 84° Oeste, paralelo central 0°, coordenada norte de origen 0 metros, coordenada este del origen 500 000 metros, proyectada con un factor de escala de 0,9999 válida para todo el país.

Artículo 3° – Mientras no se disponga de un modelo de geoide oficializado para Costa Rica asociado al datum CR05, el datum o nivel de referencia vertical o red de nivelación seguirá siendo el tradicional determinado por técnicas de topografía convencionales y fundamentado en observaciones mareográficas entre 1940 y 1960 para la determinación del nivel de referencia con base en el nivel medio del mar.

Artículo 5° – El Instituto Geográfico Nacional y el Catastro Nacional, utilizarán esta Red Geodésica Nacional de Referencia Horizontal CR05 de primer orden y su densificación, en sus labores ordinarias, coordinando las actividades de sostenibilidad, mantenimiento y actualización, y formará parte fundamental en el modo permanente de trabajo de ambas Instituciones. En adelante la información cartográfica básica y la catastral, y los datos geográficos en general deberán referirse al sistema de proyección cartográfica CRTM05.

Artículo 7° – Conforme se produzcan datos cartográficos en el nuevo sistema de proyección cartográfica CRTM05, el Instituto Geográfico Nacional publicará por los medios adecuados aquella información que se ha oficializado. En cuanto a la cartografía catastral le corresponderá al Catastro Nacional la oficialización de la misma, acorde con el ordenamiento jurídico establecido para la oficialización de los datos del Catastro.

Artículo 8° – Como parte integral de este Decreto Ejecutivo, el Instituto Geográfico Nacional publicará un documento oficial denominado “Lineamientos técnicos para la oficialización del nuevo sistema CRTM05” que tendrá carácter de manual, en el cual se detallarán las características físicas y matemáticas del sistema cartográfico CRTM05”, y las fórmulas matemáticas para todos los cálculos geodésicos del sistema.

Artículo 9° – Formarán parte de la Red Geodésica Nacional de Referencia Horizontal de Primer Orden varias estaciones permanentes de monitoreo continuo de la constelación de los Sistemas Globales de Navegación por Satélites (GNSS), las cuales estarán distribuidas estratégicamente a lo largo del territorio nacional, y tendrán la finalidad de ofrecer un servicio geodésico a la comunidad nacional e internacional, que utilizan el sistema satelital, los datos GPS de dichas estaciones para referir sus mediciones al sistema cartográfico CRTM05 y al sistema geodésico CR05. No obstante, las mediciones al vínculo CRTM05 y CR05, se podrán realizar también aplicando los métodos convencionales de la topografía y geodesia.

Artículo 10° – Los vértices geodésicos y las estaciones permanentes de referencia de operación constante de monitoreo de la constelación de los Sistemas Globales de Navegación por Satélites (GNSS) que forman parte de la Red Geodésica Nacional de Referencia Horizontal CR05, son propiedad del Estado; los propietarios -sean personas físicas o jurídicas- de los predios donde se ubican dichos vértices y estaciones están obligados a cuidar de su conservación y son responsables ante el Instituto Geográfico Nacional y penalmente, de su deterioro o destrucción, siempre que el daño constatado no se deba a fuerza mayor. Esta obligación de los propietarios será cumplida sin gravamen para el Instituto, pero quedará sujeto a indemnización y pago por la tala de árboles y la apertura de sendas, carriles o brechas toda vez que el propietario pueda justificar debidamente el perjuicio que se le ocasiona.

Artículo 11° – La Red Geodésica Nacional de Referencia Horizontal CR05 y el sistema de proyección cartográfica CRTM05, constituirán el único sistema

oficial de coordenadas para la República de Costa Rica a partir del cual se debe referenciar todos los levantamientos y actividades cartográficos y geodésicos que desarrollen en el Territorio Nacional toda dependencia pública, persona o entidad privada nacional o extranjera que emprendan o contraten trabajos geodésicos y cartográficos, contribuyéndose de esta forma a evitar el gasto público y obteniendo por otra parte información geográfica confiable, uniforme y comparable que sea de utilidad general y que apoye la toma de decisiones en los distintos niveles del Estado.”

6.4 Reseña Manual “El Sistema de Referencia CR05 y la proyección Transversal de Mercator para Costa Rica CRTM05”

Este manual dispone de las fórmulas matemáticas, parámetros y coeficientes necesarios para la definición del sistema CR05 y la proyección de los datos a CRTM05. También se incluyen los parámetros de transformación para proyectar datos del elipsoide Clark de 1866 datum Ocotepeque a las zonas de proyección norte y sur de la proyección Lambert.

Se establecen los parámetros de transformación del datum de Ocotepeque al CR05 (WGS84) mediante las transformaciones de Molodensky de 3 parámetros y Helmert de 7 parámetros haciendo uso del algoritmo de Molodensky - Badekas.

De igual manera se cuenta con los coeficientes para pasar de forma directa mediante un polinomio de tercer grado de Lambert Norte y Sur a CRTM05 y viceversa.

Además de lo anterior aunque el sistema CRTM90 no llegó a ser oficial pero sí utilizado por el Catastro Nacional y diversas instituciones, por esto se cuenta también con parámetros para pasar mediante una transformación de semejanza bidimensional de los sistemas CRTM90 al CRTM05, CRTM90 al CRTM98 y CRTM98 al CRTM05.

7. Componentes del Catálogo de Objetos Geográficos para Datos Fundamentales de Costa Rica (NTIG_CR02_01.2016) referidos al Marco de Referencia Geodésico

De acuerdo al estándar internacional y nacional de catalogación de objetos geográficos, la forma más sencilla de organizar y clasificar los elementos de la superficie de la tierra, es en un orden jerárquico compuesto por: “TEMAS”, “GRUPOS” y “OBJETOS”. Cada uno de estos elementos poseen una codificación única relacionada en el mismo orden jerárquico, obteniendo, su respectivo código.

Por su parte, la disponibilidad del Catálogo de objetos reducirá los costos de adquisición de datos y simplificará el proceso de definición de especificaciones técnicas de productos y conjuntos de datos geodésicos, apoyando la construcción y organización de los datos base considerados como parte del Marco Geodésico Nacional.

En este catálogo se registra, cada una de las definiciones de los objetos, sus atributos, relaciones y operaciones. Por tanto excluye la ubicación espacial, temporal y los criterios de adquisición de datos.

A continuación se presenta la estructura del catálogo de objetos para el Tema Control Geodésico y el Marco de Referencia Geodésica del país.

CATÁLOGO DE OBJETOS GEOGRÁFICOS PARA DATOS FUNDAMENTALES DE COSTA RICA			
INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL			
VERSIÓN: 1.0			
NTIG_CR02_01.2016			
ISO 19110 - ISO 19126			

TEMA 10 CONTROL GEODÉSICO			
----------------------------------	--	--	--

TEMA	10	CONTROL GEODÉSICO	GRUPO	1001	Control Geodésico Geométrico
OBJETO	100101	PUNTO GEODÉSICO HORIZONTAL (VÉRTICE)			Geometría: Punto 3D
DEFINICIÓN	Puntos en el terreno los cuales que constituyen los vértices de una red de geodésica.				

ATRIBUTOS	CÓDIGO	DEFINICIÓN	TIPO DE
CÓDIGO	10010101	Código único de clasificación e identificación.	0
NOMBRE	10010102	Nombre propio del vertice geodésico.	0
ORDEN	10010103	Clasificación dentro de las redes.	1
CLASIFICACIÓN DE LA RED	10010104	Red nacional activa o pasiva.	1
SISTEMA GEODÉSICO DE REFERENCIA	10010105	Conjunto de convenciones que relacionan las coordenadas nacionales al sistema internacional de referencia terrestre.	1
ADMINISTRACIÓN	10010106	Institución que levantó, monumentó y dá mantenimiento.	0
ESTADO DE LA MARCA	10010107	Condición física en que se encuentra la monumentación o marca que hace referencia a un punto geodésico horizontal.	1
FECHA	10010108	Fecha en que se colocó el vértice.	0
AÑO DE VERIFICACIÓN	10010109	Año de revisión de la información del vértice.	0
CROQUIS	10010110	Representación gráfica de la ubicación geográfica y el entorno de un vértice.	0
DESCRIPCIÓN	10010111	Característica cualitativa de la ubicación del vértice.	0
ALTURA ELIPSOIDAL	10010112	Distancia entre un punto y la normal al Elipsoide de referencia, medida a lo largo de la perpendicular que va del Elipsoide hasta el punto.	0
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	10010113	Índice numérico de la dispersión de un conjunto de medidas de la altura	0
DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LATITUD	10010114	Índice numérico de la dispersión de un conjunto de medidas de la latitud.	0
DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LONGITUD	10010115	Índice numérico de la dispersión de un conjunto de medidas de la longitud.	0
HOJA 25	10010116	Número o nombre de la hoja topográfica en la que se encuentra ubicado.	0
UBICACIÓN	10010117	Localización con respecto a la División Político Administrativa.	0
LATITUD	10010118	Ángulo comprendido en la recta que une la normal al Elipsoide en un punto cualquiera y su intersección con el plano del ecuador y se mide sobre el meridiano que pasa por el punto.	0
LONGITUD	10010119	Ángulo comprendido en la recta que une la normal al Elipsoide en un punto cualquiera y su intersección con el plano del meridiano de Greenwich y se mide sobre el plano Ecuatorial.	0
MÉTODO DE MEDICIÓN	10010120	Técnica utilizada para determinar el vértice geodésico.	1

ATRIBUTO		ORDEN
DOMINIO		CÓDIGO
Primer Orden		1001010301
Segundo Orden		1001010302
Tercer Orden		1001010303
Cuarto Orden		1001010304
ATRIBUTO		CLASIFICACIÓN DE LA RED
DOMINIO		CÓDIGO
Red Geodésica Nacional Activa		1001010401
Red Geodésica Nacional Pasiva		1001010402
ATRIBUTO		SISTEMA DE PROYECCION
DOMINIO		CÓDIGO
Lambert Norte		1001010501
Lambert Sur		1001010502
CRTM		1001010503
Otro		1001010504
ATRIBUTO		ESTADO DE LA MARCA
DOMINIO		CÓDIGO
Bueno		1001010701
Regular		1001010702
Malo		1001010703
Otro		1001010704
ATRIBUTO		MÉTODO DE MEDICIÓN
DOMINIO		CÓDIGO
Posicionamiento astronómico		1001012001
Triangulación		1001012002
Poligonación		1001012003
Doppler		1001012004
GNSS		1001012005

TEMA	10	CONTROL GEODÉSICO	GRUPO	1001	Control Geodésico Geométrico
OBJETO	100102	PUNTO GEODÉSICO DE CONTROL VERTICAL			Geometría: Punto 3D
DEFINICIÓN	Punto prefijado con altura referida al nivel medio del mar.				
ATRIBUTOS	CÓDIGO	DEFINICIÓN			TIPO DE DOMINIO
CÓDIGO	10010201	Código único de clasificación e identificación.			0
CATEGORIA	10010202	Precision de la medicion del banco de nivel			1
SISTEMA GEODÉSICO DE REFERENCIA	10010203	Conjunto de convenciones que relacionan las coordenadas nacionales al sistema internacional de referencia terrestre.			1
ADMINISTRACIÓN	10010204	Institución que levantó, monumentó y dá mantenimiento.			0
ESTADO DE LA MARCA	10010205	Condición física en que se encuentra la monumentación o marca que hace referencia a un punto geodésico horizontal.			1
FECHA	10010206	Fecha en que se colocó el vértice.			0
AÑO DE VERIFICACIÓN	10010207	Año de revisión de la información del vértice.			0
CROQUIS	10010208	Representacion gráfica de la ubicación geográfica y el entorno de un vértice.			0
DESCRIPCIÓN	10010209	Característica cualitativa de la ubicación del vértice.			0
ALTURA ELIPSOIDAL	10010210	Distancia entre un punto y la normal al Elipsoide de referencia, medida a lo largo de la perpendicular que va del Elipsoide hasta el punto.			0
DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA ALTURA	10010211	Índice numérico de la dispersión de un conjunto de medidas de la altura elipsoidal.			0
DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LATITUD	10010212	Índice numérico de la dispersión de un conjunto de medidas de la latitud.			0
DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LONGITUD	10010213	Índice numérico de la dispersión de un conjunto de medidas de la longitud.			0
HOJA	10010214	Número de la hoja topográfica en la que se encuentra ubicado.			0
UBICACIÓN	10010215	Localización en División Político Administrativa.			0
LATITUD	10010216	Ángulo comprendido en la recta que une la normal al Elipsoide en un punto cualquiera y su intersección con el plano del ecuador y se mide sobre el meridiano que pasa por el punto.			0
LONGITUD	10010217	Ángulo comprendido en la recta que une la normal al Elipsoide en un punto cualquiera y su intersección con el plano del meridiano de Greenwich y se mide sobre el plano Ecuatorial.			0
ATRIBUTO		TIPO DE BANCO DE NIVEL			
DOMINIO		CÓDIGO			
Banco nivel topografico		1001020201			
Banco nivel geodésico		1001020202			
Otro		1001020203			
ATRIBUTO		SISTEMA DE PROYECCION			
DOMINIO		CÓDIGO			
Lambert Norte		1001020301			
Lambert Sur		1001020302			
CRTM		1001020303			
Otro		1001020304			
ATRIBUTO		ESTADO DE LA MARCA			
DOMINIO		CÓDIGO			
Bueno		1001020501			
Regular		1001020502			
Malo		1001020503			
Otro		1001020504			

TEMA	10	CONTROL GEODÉSICO	GRUPO	1001	Control Geodésico Geométrico
OBJETO	100103	COTA DE ELEVACIÓN COMPROBADA			Geometría: Punto 3D
DEFINICIÓN	Dato de elevación representado en la cartografía y medido en campo				
ATRIBUTOS	CÓDIGO	DEFINICIÓN			TIPO DE DOMINIO
CÓDIGO	10010301	Código único de clasificación e identificación.			0
ALTURA	10010302	Distancia entre un punto y la normal al Elipsoide de referencia, medida a lo largo de la perpendicular que va del Elipsoide hasta el punto.			0
SISTEMA GEODÉSICO DE REFERENCIA	10010303	Conjunto de convenciones que relacionan las coordenadas nacionales al sistema internacional de referencia terrestre.			1
ADMINISTRACIÓN	10010304	Institución que la levanto, monumento y da mantenimiento.			0
FECHA	10010305	Fecha en que se comprobó la ubicación y elevación de la cota.			0
AÑO DE VERIFICACIÓN	10010306	Año de revisión de la información de la cota.			0
CROQUIS	10010307	Representación gráfica de la ubicación geográfica y el entorno de un vértice.			0
DESCRIPCIÓN	10010308	Explicación ordenada y detallada de sus características.			0
HOJA	10010309	Número de la hoja topográfica en la que se encuentra ubicado.			0
UBICACIÓN	10010310	Localización en División Político Administrativa.			0
LATITUD	10010311	Ángulo comprendido en la recta que une la normal al Elipsoide en un punto cualquiera y su intersección con el plano del ecuador y se mide sobre el meridiano que pasa por el punto.			0
LONGITUD	10010312	Ángulo comprendido en la recta que une la normal al Elipsoide en un punto cualquiera y su intersección con el plano del meridiano de Greenwich y se mide sobre el plano Ecuatorial.			0
MÉTODO DE MEDICIÓN	10010313	Técnica utilizada para determinar la elevación de la cota.			1
ATRIBUTO		SISTEMA GEODÉSICO DE REFERENCIA HORIZONTAL			
DOMINIO		CÓDIGO			
Lambert Norte		1001030301			
Lambert Sur		1001030302			
CRTM		1001030303			
Otro		1001030304			
ATRIBUTO		MÉTODO DE MEDICIÓN			
DOMINIO		CÓDIGO			
Nivelación diferencial.		1001031301			
Sistema de posicionamiento global.		1001031302			
Nivelación taquimétrica.		1001031303			
Otro Tipo		1001031304			
Estereoscopia		1001031305			

TEMA	10	CONTROL GEODÉSICO	GRUPO	1002	Control Geodésico Físico
OBJETO	100201	PUNTO GRAVIMÉTRICO			Geometría: Punto 3D
DEFINICIÓN	Punto materializado cuyo valor de gravedad (aceleración de gravedad) ha sido observado directamente				
ATRIBUTOS	CÓDIGO	DEFINICIÓN			TIPO DE DOMINIO
CÓDIGO	10020101	Código único de clasificación e identificación.			0
ELEVACIÓN	10020102	Altura sobre el terreno referida al nivel medio del mar, en la que se encuentra el punto gravimétrico.			0
GRAVEDAD	10020103	Magnitud vectorial de la fuerza de gravedad.			0
SISTEMA GEODÉSICO DE REFERENCIA	10020104	Conjunto de convenciones que relacionan las coordenadas nacionales al sistema internacional de referencia terrestre.			1
ADMINISTRACIÓN	10020105	Institución que lo levanto, monumento y le da mantenimiento.			0
FECHA	10020106	Fecha en que se comprobo la ubicación y elevación del punto gravimétrico.			0
AÑO DE VERIFICACIÓN	10020107	Año de revisión de la información del punto gravimétrico.			0
CROQUIS	10020108	Representación gráfica de la ubicación geográfica y el entorno de un vértice.			0
DESCRIPCIÓN	10020109	Característica cualitativa de la ubicación del punto.			0
HOJA 25	10020110	Número de la hoja topográfica en la que se encuentra ubicado.			0
UBICACIÓN	10020111	Localización en División Política Administrativa.			0
LATITUD	10020112	Ángulo comprendido en la recta que une la normal al Elipsoide en un punto cualquiera y su intersección con el plano del ecuador y se mide sobre el meridiano que pasa por el punto.			0
LONGITUD	10020113	Ángulo comprendido en la recta que une la normal al Elipsoide en un punto cualquiera y su intersección con el plano del meridiano de Greenwich y se mide sobre el plano Ecuatorial.			0
MÉTODO DE MEDICIÓN	10020114	Mecanismo de obtención o cálculo de los valores gravimétricos			1
UNIDAD DE MEDIDA	10020115	Tipo de unidad de medida que nos da el dato o valor gravimétrico			1
INSTRUMENTO DE MEDIDA	10020116	Tipo de equipo que permite realizar la medida gravimétrica			1
ATRIBUTO		SISTEMA GEODÉSICO DE REFERENCIA HORIZONTAL			
DOMINIO		CÓDIGO			
Lambert Norte		1002010401			
Lambert Sur		1002010402			
CRTM		1002010403			
Otro		1002010404			
ATRIBUTO		MÉTODO DE MEDICIÓN			
DOMINIO		CÓDIGO			
Terrestre		1002011401			
Marina		1002011402			
Aerotransportada		1002011403			
ATRIBUTO		UNIDAD DE MEDIDA			
DOMINIO		CÓDIGO			
Miligal		1002011501			
Otra unidad		1002011502			
ATRIBUTO		INSTRUMENTO DE MEDIDA			
DOMINIO		CÓDIGO			
Gravímetro relativo		1002011601			
Gravímetro Absoluto		1002011602			
Otro tipo		1002011603			

TEMA	10	CONTROL GEODÉSICO	GRUPO	1002	Control Geodésico Físico
OBJETO	100202	PUNTO GEOMAGNÉTICO			Geometría: Punto 3D
DEFINICIÓN	Punto materializado cuyo valor de intensidad total del campo magnético terrestre o de alguna de sus				
ATRIBUTOS	CÓDIGO	DEFINICIÓN			TIPO DE
CÓDIGO	10020201	Código único de clasificación e identificación.			0
ELEVACIÓN	10020202	Altura sobre el terreno referida al nivel medio del mar, en la que se encuentra el punto gravimétrico.			0
MAGNETISMO	10020203	Medición de la magnetismo.			0
SISTEMA GEODÉSICO DE REFERENCIA	10020204	Conjunto de convenciones que relacionan las coordenadas nacionales al sistema internacional de referencia terrestre.			1
ADMINISTRACIÓN	10020205	Institución que lo levanto, monumento y le da mantenimiento.			0
FECHA	10020206	Fecha en que se comprobo la ubicación y elevación del punto gravimétrico.			0
AÑO DE VERIFICACIÓN	10020207	Año de revisión de la información del punto gravimétrico.			0
CROQUIS	10020208	Representación gráfica de la ubicación geográfica y el entorno de un punto.			0
DESCRIPCIÓN	10020209	Explicación ordenada y detallada de sus características.			0
HOJA 25	10020210	Número y nombre de la hoja topográfica en la que se encuentra ubicado.			0
UBICACIÓN	10020211	Localización con respecto a la División Político Administrativa.			0
LATITUD	10020212	Ángulo comprendido en la recta que une la normal al Elipsoide en un punto cualquiera y su intersección con el plano del ecuador y se mide sobre el meridiano que pasa por el punto.			0
LONGITUD	10020213	Ángulo comprendido en la recta que une la normal al Elipsoide en un punto cualquiera y su intersección con el plano del meridiano de Greenwich y se mide sobre el plano Ecuatorial.			0
UNIDAD DE MEDIDA	10020214	Tipo de unidad de medida que nos da el dato o valor del punto geomagnético.			1
INSTRUMENTO DE MEDIDA	10020215	Tipo de equipo que permite realizar la medida del punto geomagnético			1
ATRIBUTO SISTEMA GEODÉSICO DE REFERENCIA HORIZONTAL					
DOMINIO		CÓDIGO			
Lambert Norte	1002020401				
Lambert Sur	1002020402				
CRTM	1002020403				
Otro	1002020404				
ATRIBUTO UNIDAD DE MEDIDA					
DOMINIO		CÓDIGO			
gauss	1002021401				
gammas	1002021402				
otro tipo	1002021403				
ATRIBUTO INSTRUMENTO DE MEDIDA					
DOMINIO		CÓDIGO			
Teodolito Magnético	1002021501				
Magnetómetro	1002021502				
otro tipo	1002021503				

8. Consideraciones finales

- Con esta primera versión de la Norma Técnica *Sistema de Referencia Geodésico de Costa Rica* se espera solventar las necesidades que se han presentado en el pasado y se constituya en una herramienta de uso generalizado para todos los usuarios que la requieran para realizar sus proyectos en el país.
- Que esta norma técnica contribuya a dar fundamento y sustento a Marcos de Referencia, al mantenimiento y densificación de la Red Geodésica Nacional y a la integración de datos geodésicos al Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT) y al Sistema de Información del Registro Inmobiliario (SIRI).
- Se espera que con esta Norma Técnica, se establezca el marco normativo esencial e indispensable, que permitan a un levantamiento geodésico determinado, cualquiera que sea su origen, objetivo y metodología empleada, inventariarse e integrarse al Sistema Nacional de Información Geodésica.
- La incorporación del catálogo de objetos a la construcción y organización de los datos base considerados como parte del Marco Geodésico Nacional reducirá los costos de adquisición de datos y simplificará el proceso de definición de especificaciones técnicas de productos y conjuntos de datos geodésicos.

9. Bibliografía

- Aguilera Ureña M., Meroño de Lariva J. Gómez Molina A. (2002). *Trabajos Geodésicos con GPS para el Apoyo de Ortofotografías Digitales 1:5.000 y 1:10.000 en los departamentos de Chiquimula y Zacapa (Guatemala)*. XIV Congreso de Internacional de Ingeniería Gráfica, Santander, España.
- Chaverri Roig Martin. (1994). *El surgimiento del Instituto Geográfico: Una nota histórica*. Volumen 4, número 2. Revista Ingeniería, de la Universidad de Costa Rica. San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.
- Comité de Geodesia del IPGH. (1986). *Manual de Normas y Especificaciones para Levantamientos Geodésicos de Alta Precisión en Áreas Pequeñas*. Distrito Federal, México. Editora e Impresora Internacional, S.A. de C.V. Instituto Panamericano de Geografía e Historia.
- Escuela Politécnica Superior, Departamento ICGF. *Grupo de Trabajo de los Estándares Geodésicos (CNUGGI)*. (1996). Estándares geodésicos (GPS), República de Argentina, Primera Edición.
- IGM-Ecuador. (2006). *Especificaciones Técnicas Generales para la Realización de Cartografía Topográfica a Cualquier Escala*. (Primer Borrador).
- INEGI. (2006). *Norma Técnica NTG-014 - 2006 Ortofotos Digitales*. México
- Martin Asin F. (1990). *Geodesia y Cartografía Matemática*. Madrid, España. Tercera Edición.
- Organización de Aviación Civil Internacional. (2002). *Manual del sistema geodésico mundial 1984 (WGS84)*. Segunda Edición.
- Zakatov P.S. (1981). *Curso de Geodesia Superior*. Editorial Mir

Anexo 1