OBRAS DE PAVIMENTACION DE LA RED VIAL DEL MUNICIPIO DE MAGANGUE DEPARTAMENTO DE BOLIVAR

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
INFORME

VOLUMEN 1 DE 1
ORIGINAL

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 4
2 LOCALIZACIÓN 4
3 SELECCIÓN DEL SISTEMA GLOBAL DE REFERENCIA 6
3.1 Datum geodésico horizontal 6
3.2 Sistema geocéntrico de referencia global 7
3.3 Sistema geocéntrico de referencia de las Américas 7
3.4 Sistema geocéntrico de referencia local 9
3.5 Coordenadas planas en Colombia 12
3.6 Selección de época de entrega información 13
3.7 Modelo de velocidades adoptado 14
3.8 Modelo geoidal para Colombia 15
4 POST – PROCESAMIENTO GPS 17
4.1 Materialización vértice GPS 17
4.2 Cálculo de coordenadas y alturas del proyecto 19
4.2.1 Post – procesamiento GPS para asignación de coordenadas 19
4.3 Asignación de elevación sobre el nivel del mar ..... **¡Error! Marcador no definido.**
5 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO 23
5.1 Toma de Información 23
5.2 Puntos de amarre 23
5.3 Poligonales y puntos radiados 23
5.4 Procesamiento de datos recolectados 23
5.5 Elaboración del Plano Topográfico 24
6 LEVANTAMIENTO BATIMETRICO ..... **¡Error! Marcador no definido.**
6.1 Toma de Información ..... **¡Error! Marcador no definido.**
6.2 Procesamiento de datos recolectados ..... **¡Error! Marcador no definido.**
7 EQUIPOS UTILIZADOS ..... **¡Error! Marcador no definido.**
8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 25

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localización General 5
Figura 2 - Localización específica 6
Figura 3 - Identificación semi eje mayor A y semi eje menor B 6
Figura 4 - Coordenadas cartesianas tridimensionales 7
Figura 5 - Sistema de referencia de las Américas, SIRGAS 8
Figura 6 - Componente red activa y pasiva del IGAC 10
Figura 7 - Red pasiva y activa del IGAC 11
Figura 8 - Sistema de proyección cartográfica Gauss – Kruger 12
Figura 9 - Modelo de velocidades VEMOS 2009 15

Figura 10 - Modelo geoidal (cuasi geoidal) para Colombia GEOCOL 2004..... 16
Figura 11 - Selección de antenas y vértices de la red MAGNA..... 18
Figura 12 - Diagramas de vectores antenas de control..... 20
Figura 13 - Tiempo de rastreo antenas de control – GPS de Proyecto..... 21
Figura 14 - Coordenadas ajustadas GPS del proyecto 21
Figura 15 - Secuencia para cálculo de altura sobre el nivel del mar ..... **¡Error! Marcador no definido.**

LISTA DE TABLAS

Tabla 1- Coordenadas Orígenes cartesianos época 2018.00 13
Tabla 2- Calendario juliano año bisiesto.....14
Tabla 3- Coordenadas semanales de las antenas seleccionadas.....19
Tabla 4- Coordenadas de los vértices del proyecto GPS época 2018.00 22
Tabla 5- Vértices seleccionados de la red pasiva del IGAC ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 6- Calculo de altura sobre el nivel del mar del proyecto..... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 7- Verificación de elevación SNMM vértices de la red pasiva.... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 8- Relación de equipos utilizados ..... **¡Error! Marcador no definido.**

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 - Materialización vértice GPS_1 17

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 ARCHIVOS CRUDOS (NO IMPRIMIR)

ANEXO 2 EQUIPOS

ANEXO 3 FORMATO DE POSICIONAMIENTO

ANEXO 4 REGISTRO FOTOGRÁFICO

ANEXO 5 CARTERA TOPOGRÁFICA

ANEXO 6 CARTERA BATIMÉTRICA

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la solicitud presentada se realizó la georreferenciación para "**las obras para la pavimentación de la red vial del municipio de Magangué departamento de Bolívar,** Insumo base para cualquier proyecto de ingeniería relacionada con la construcción es la topografía, ya que sobre esta se pueden realizar mediciones, localizaciones, referenciaciones y cuantificación de cantidades de obra y movimientos de tierra.

Con este informe se busca soportar la actividad de georreferenciación y levantamiento topográfico y batimétricos describiendo de manera precisa las metodologías utilizadas durante los trabajos de campo para la obtención de la información que posteriormente debe ser procesada durante un trabajo de oficina haciendo uso tanto de software grafico como software de cálculo.

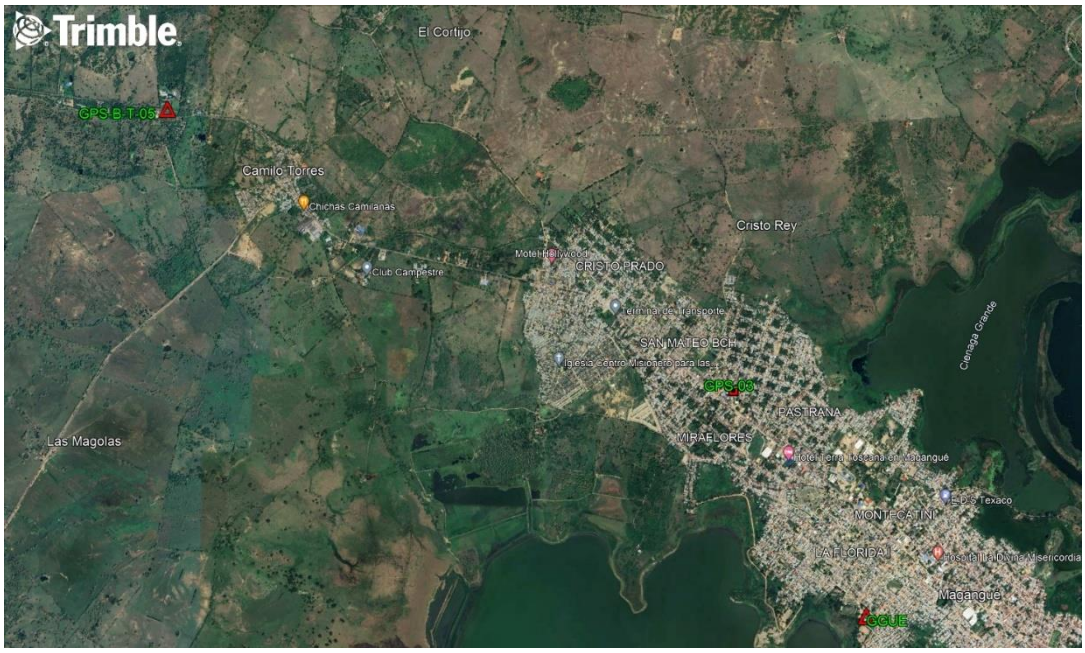
El desarrollo de la georreferenciación proceso en el cual se realiza una integración de la zona de estudio a un sistema de información geográfico certificado, para lo cual se hará uso de equipos GPS RTK, Estación Total y Ecosonda y posteriormente se realizará un post procesamiento de la información colectada en campo para realizar los ajustes pertinentes.

Cabe resaltar que la georreferenciación está sometidas a un grado de precisión los cuales serán garantizados dentro de su rango por esta consultoría. La importancia de lo mencionado es garantizar durante el desarrollo de la ingeniería tener todas las herramientas graficas respecto a la topografía y geodesia para generar diseños confiables y certeros.

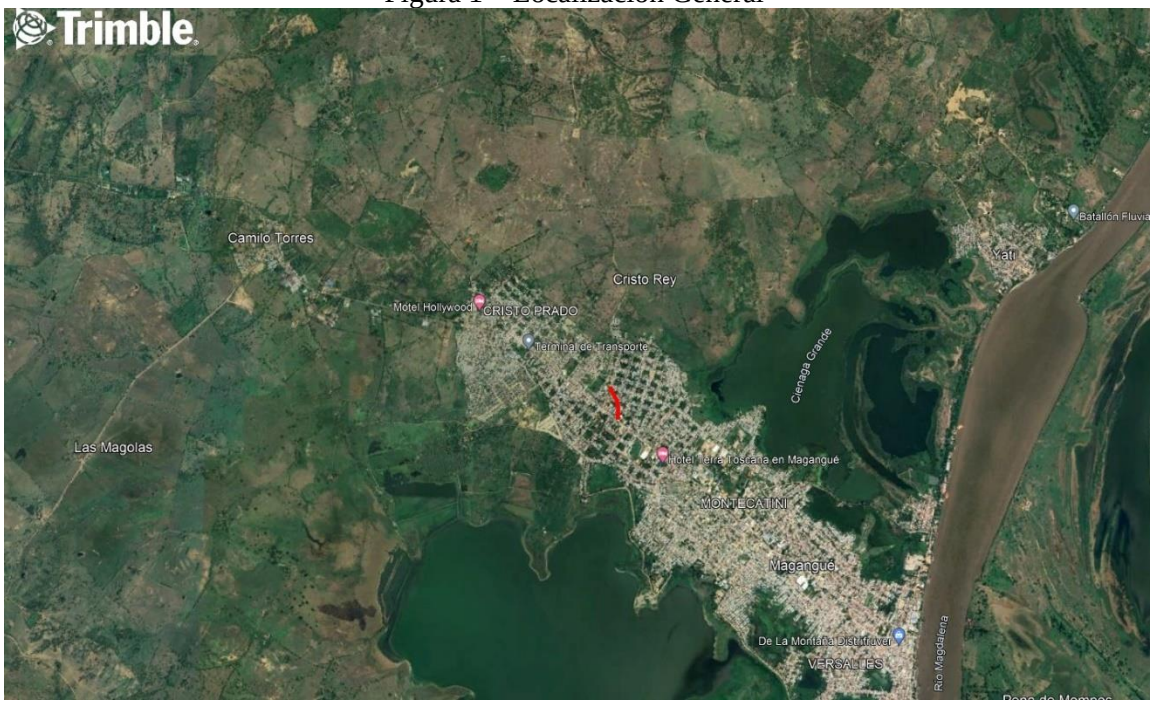
1 LOCALIZACIÓN

Los trabajos se realizaron en Municipio de Magangué, Departamento de Bolívar. correspondiente al proyecto, centroide con coordenadas geográficas datum WGS84 latitud N8° 31' 6.34" Longitud W74° 33' 23.29" Altura sobre el nivel del mar 26.18.

En la **Figura 1 y Figura 2** se puede observar la localización general y especifica de los puntos materializados en campo debidamente georreferenciados localizados en el Municipio de Magangué, Departamento de Bolívar.



Fuente:
Google Earth y Trimble Business Center.
Figura 1 – Localización General



Fuente:
Google Earth Trimble Business Center.

Figura 2 - Localización específica

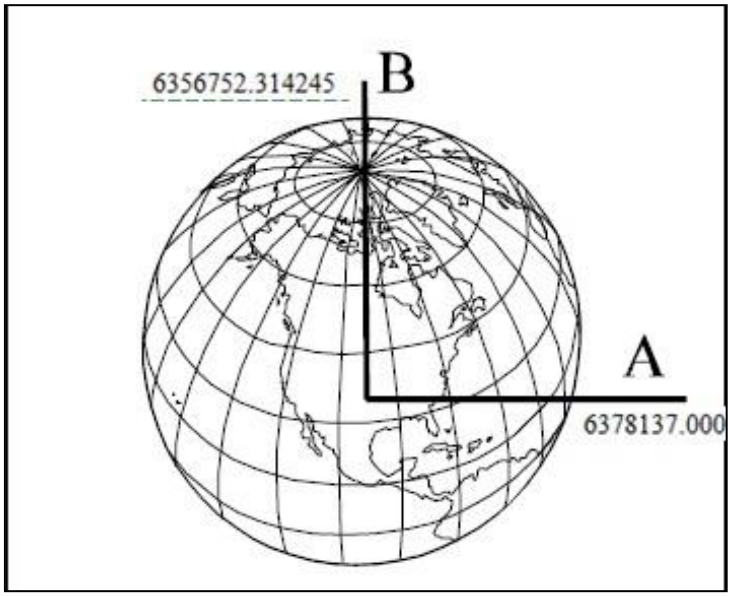
2 SELECCIÓN DEL SISTEMA GLOBAL DE REFERENCIA

La selección del sistema global de referencia, se convierte en la primera referencia global que permite ubicar el desarrollo del en un sistema de coordenadas conocido y estandarizado. De lo anterior, la necesidad de especificar el sistema seleccionado dado que será el insumo de control geográfico. A continuación, se especifica el sistema de referencia adoptado según la normatividad vigente del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

2.1 Datum geodésico horizontal

Se conoce como el conjunto de mediciones que definen la orientación de un elipsoide de referencia en la superficie terrestre. Conocer el datum geodésico de referencia, permite conocer dimensiones de una superficie cartográfica de una región especifica. Para Colombia, el datum geodésico de referencia es el WGS-84, cuyo elipsoide asociado a este sistema es GRS80.

Normalmente, los sistemas de referencia o datum geodésico de cada elipsoide, están asociados a longitudes de un semi eje mayor y semi eje menor, ver **Figura 3.**



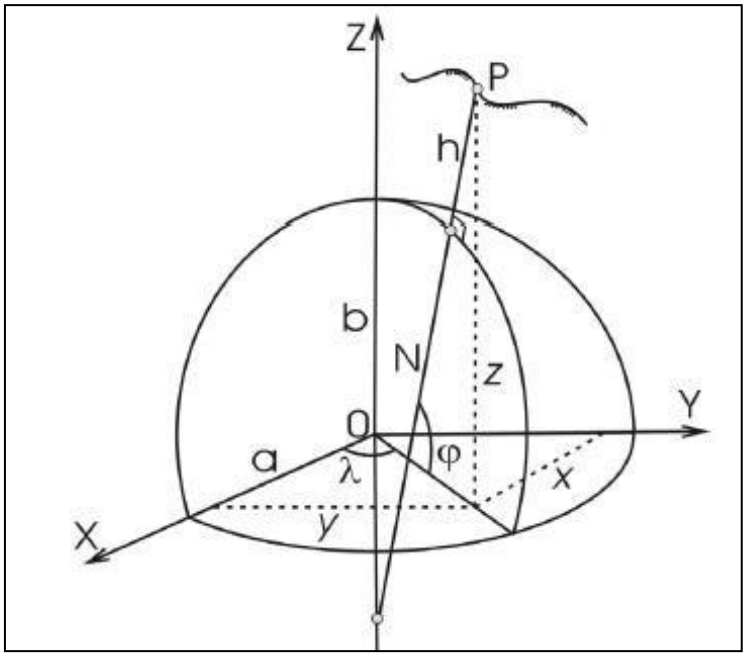
Fuente: Figura 18 TeleSig-Universidad Nacional 2003

Figura 3 - Identificación semi eje mayor A y semi eje menor B

2.2 Sistema geocéntrico de referencia global

Sistema de coordenadas que tiene como origen el centro de la tierra y los puntos coordenados se definen de forma cartesiana por medio de líneas paralelas desde su origen (centro de la tierra) con coordenadas ***Xo, Yo*** *y* ***Zo*** (ver **Figura 4**)**.** El sistema geocéntrico de referencia

adoptado por Colombia según el IGAC, es el ITRF 2014 (International Terrestrial Reference Frame 2014).



Fuente: Figura 4.1 Aspectos prácticos adopción MAGNA SIRGAS 2004
Figura 4 - Coordenadas cartesianas tridimensionales

2.3 Sistema geocéntrico de referencia de las Américas

El IGAC ha adoptado como sistema de referencia de coordenadas local, el sistema MAGNA SIRGAS (*Marco Geocéntrico Nacional de Referencia – Sistema de Referencia Geocéntrico de las Américas).* El cual está compuesto por una red de estaciones GPS de alta precisión distribuidos en América del Sur. Esta red fue determinada entre los años 1994, 1995 y 1997, con una reocupación de otras antenas en el año 2007. La red MAGNA SIRGAS, corresponde a una integración de la red del Marco internacional de Referencia Terrestre (ITRF) a través de la vinculación por medio del sistema SIRGAS, Lo que garantiza que los procesos de

amarres geodésicos en Colombia están asociados a un sistema de referencia global. En la **Figura 5,** se observa la red SIRGAS.



Fuente: Figura 8 Adopción marco de referencia MAGNA SIRGAS 2004

Figura 5 - Sistema de referencia de las Américas, SIRGAS

2.4 Sistema geocéntrico de referencia local

El sistema de referencia local MAGNA, está compuesto por una red de GPS de 62 estaciones localizadas en diferentes ciudades del territorio nacional ***(red activa)*** y 6966 vértices materializados a lo largo del país ***(red pasiva).*** Estas dos redes, componen la red geodésica adoptada por Colombia y administrada por el IGAC, la cual sirve de referencia para procesos catastrales, geográficos, topográficos y desarrollo de proyectos de ingeniería. Tal información, puede ser obtenida de los datos abiertos de la página del IGAC (Geodesia), en formato shapefile.

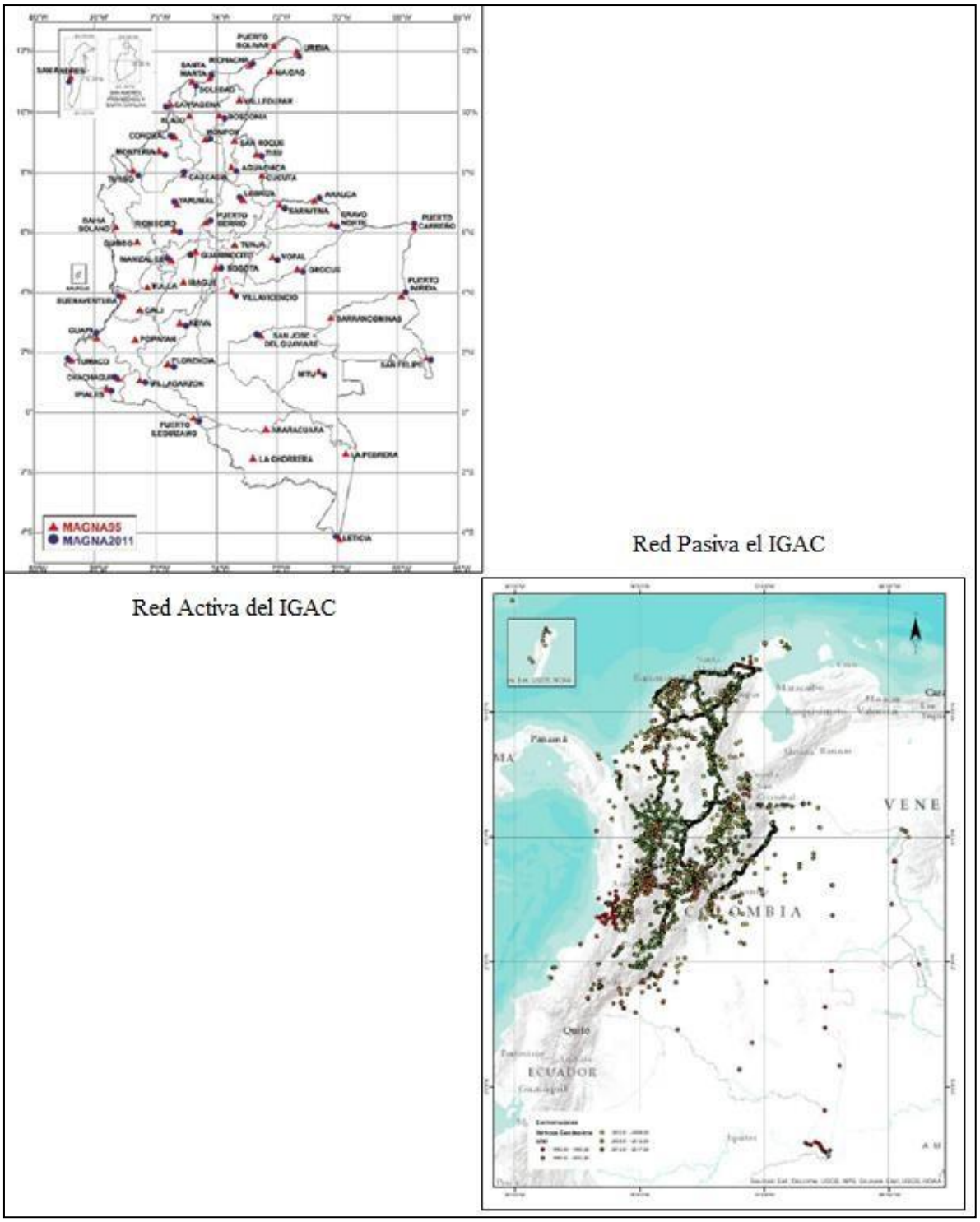
La información de la red activa del IGAC, se puede obtener de manera mensual de la página coordenadas semanales, sistema de referencia (http://www.sirgas.org/es/sirgas-con-network/coordinates/weekly-positions/), en donde se cargan las coordenadas ajustadas en épocas recientes de la red MAGNA SIRGAS y los archivos Rinex de las antenas GPS, de pueden descargar de la página del IGAC, datos abiertos (https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-geodesia), archivos rinex (FTP); página online donde el IGAC carga para uso libre los archivos rinex colectados en las antenas GPS. Los archivos mencionados anteriormente componen la información primordial para realizar un ajuste por post-proceso de información GPS (***latitud, longitud y altura elipsoidal)*** para proyectos, en este caso particular de Ingeniera y Topografía.

La información de la red pasiva del IGAC, se puede obtener de la página del IGAC (https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-geodesia - Datos Coordenados Red Geodésica Nacional Nuevo ITRF 2014); Archivo en formato .**xls**, en el cual esta consignada la información de los 6966 vértices materializados en todo el país. Esta información es de gran utilidad en caso de no usar la red activa para el posicionamiento de GPS base en la red pasiva y GPS rover en la zona del proyecto a desarrollar. Adicional, es de gran importancia para la asignación de altura sobre el nivel del mar, ya que estos vértices, contienen información necesaria para tal obtención.

En la **Figura 6**, se puede observar el componente físico de la red activa MAGNA – ECO y el modelo tipo de los vértices materializados de la red pasiva. Adicional en la **Figura 7**, se puede observar la ubicación en el territorio nacional de la red activa y pasiva respectivamente.

	
RED PASIVA (FOTO TOMADA EN CAMPO)	RED ACTIVA

Fuente: Implementación de la actualización MAGNA - SIRGAS
Figura 6 - Componente red activa y pasiva del IGAC



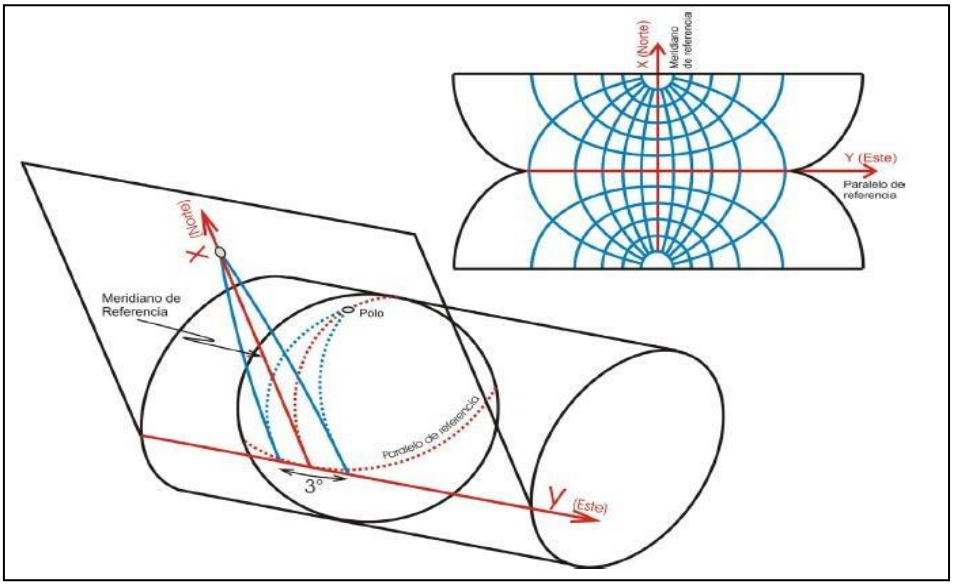
Fuente: Implementación de la actualización MAGNA - SIRGAS

Figura 7 - Red pasiva y activa del IGAC

2.5 Coordenadas planas en Colombia

Dada la dificultad de trabajar en un sistema de coordenadas tridimensional como sistema el sistema de coordenadas geocéntrico o elipsoidal, en Colombia se estableció un sistema de coordenadas planas denominado sistema cartográfico Gauss – Kruger, el cual corresponde a la proyección de coordenadas para Colombia en función de los meridianos y paralelos sobre un plano horizontal (sistema bidimensional). Normalmente, este sistema esta expresado en coordenadas norte y este después de transformar coordenadas geocéntricas y elipsoidales.

Colombia adopto 5 orígenes cartesianos para el desarrollo de proyectos dentro del territorio nacional, los cuales permiten encausar el área de estudio al origen más cercano y así evitar que la distorsión por curvatura terrestre, se convierta en un problema de posicionamiento global. En la **Figura 8,** se observa la proyección cartográfica adoptada por Colombia y en la **Tabla 1,** las coordenadas de los orígenes cartesianos actualizados al sistema de referencia geocéntrico ITFS 2014, **época 2018.00.**



Fuente: Figura 4.2 Aspectos prácticos adopción MAGNA SIRGAS 2004
Figura 8 - Sistema de proyección cartográfica Gauss – Kruger

Origen	Coordenadas elipsoidales		Coordenadas Gauss-Krüger	
	Latitud (N)	Longitud (W)	Norte [m]	Este [m]
Bogotá - MAGNA	4° 35' 46,3316"	74° 04' 39,02797"	1000000,0	1000000,0
Este Central – MAGNA	4° 35' 46,3316"	71° 04' 39,02797"	1000000,0	1000000,0
Este Este – MAGNA	4° 35' 46,3316"	68° 04' 39,02797"	1000000,0	1000000,0
Oeste – MAGNA	4° 35' 46,3316"	77° 04' 39,02797"	1000000,0	1000000,0
Oeste Oeste - MAGNA	4° 35' 46,3316"	80° 04' 39,02797"	1000000,0	1000000,0
Insular	4° 35' 46,3316"	83° 04' 39,02797"	1000000,0	1000000,0

Fuente: Implementación de la actualización MAGNA – SIRGAS
Tabla 1- Coordenadas Orígenes cartesianos época 2018.00

2.6 Selección de época de entrega información

Una vez identificada la red geocéntrica de referencia, es necesario conocer la época en la cual será entregada la información geodésica del proyecto. Cabe aclarar que la información GPS es colectada en tiempo real para realizar el post-procesamiento. Sin embargo, la entrega de las coordenadas de localización del proyecto, deben ser convertidas a época de certificada por el IGAG, época actualizada durante la campaña de *(Implementación de la Actualización del Marco Geocéntrico de Referencia MAGNA-SIRGAS. Resultados y Observaciones).* En donde se establece que la época de entrega de información es: **época 2024.438**, ITRF 2014.

En este punto del trabajo, es de vital importancia aclarar que, la entrega de información en época certificada será aclarada y especificada en los diferentes anexos, etapas y planos de estudio, ya que, de no ser así, se podría incurrir en una errónea selección de las coordenadas del proyecto durante la etapa constructiva, lo cual podría generar desfases en los replanteos y referencias de los elementos diseñados. Dicho lo anterior, las coordenadas de los trabajos desarrollados actualmente (tiempo real), deben ser transformados a época certificada. La obtención de la época del posicionamiento se halla mediante la **expresión 1**.

$$\mathrm{EP} = \mathrm{A} + \frac{DJ}{365} \qquad \mathrm{EC1}$$

Donde

Ep = Época de posicionamiento
A = Año de posicionamiento
Dj = Día Juliano

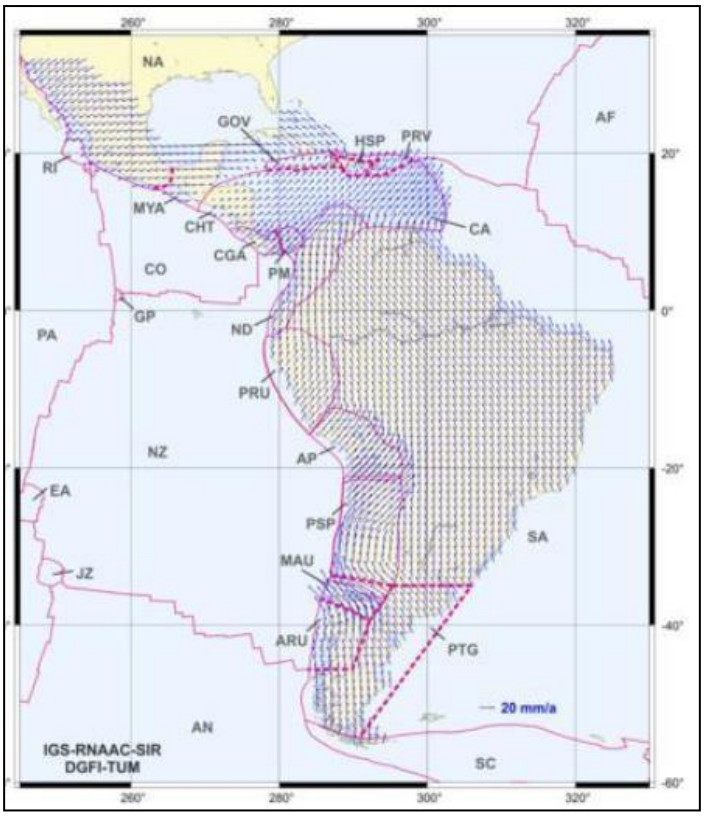
ENERO			FEBRERO			MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO			JULIO			AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE		
	cG	cJ		cG	cJ		cG	cJ		cG	cJ		cG	cJ		cG	cJ		cG	cJ		cG	cJ		cG	cJ		cG	cJ		cG	cJ		cG	cJ
L	1	1	J	1	32	V	1	61	L	1	92	M	1	122	S	1	153	L	1	183	J	1	214	D	1	245	M	1	275	V	1	306	D	1	336
M	2	2	V	2	33	S	2	62	M	2	93	J	2	123	D	2	154	M	2	184	V	2	215	L	2	246	M	2	276	S	2	307	L	2	337
M	3	3	S	3	34	D	3	63	M	3	94	V	3	124	L	3	155	M	3	185	S	3	216	M	3	247	J	3	277	D	3	308	M	3	338
J	4	4	D	4	35	L	4	64	J	4	95	S	4	125	M	4	156	J	4	186	D	4	217	M	4	248	V	4	278	L	4	309	M	4	339
V	5	5	L	5	36	M	5	65	V	5	96	D	5	126	M	5	157	V	5	187	L	5	218	J	5	249	S	5	279	M	5	310	J	5	340
S	6	6	M	6	37	M	6	66	S	6	97	L	6	127	J	6	158	S	6	188	M	6	219	V	6	250	D	6	280	M	6	311	V	6	341
D	7	7	M	7	38	J	7	67	D	7	98	M	7	128	V	7	159	D	7	189	M	7	220	S	7	251	L	7	281	J	7	312	S	7	342
L	8	8	J	8	39	V	8	68	L	8	99	M	8	129	S	8	160	L	8	190	J	8	221	D	8	252	M	8	282	V	8	313	D	8	343
M	9	9	V	9	40	S	9	69	M	9	100	J	9	130	D	9	161	M	9	191	V	9	222	L	9	253	M	9	283	S	9	314	L	9	344
M	10	10	S	10	41	D	10	70	M	10	101	V	10	131	L	10	162	M	10	192	S	10	223	M	10	254	J	10	284	D	10	315	M	10	345
J	11	11	D	11	42	L	11	71	J	11	102	S	11	132	M	11	163	J	11	193	D	11	224	M	11	255	V	11	285	L	11	316	M	11	346
V	12	12	L	12	43	M	12	72	V	12	103	D	12	133	M	12	164	V	12	194	L	12	225	J	12	256	S	12	286	M	12	317	J	12	347
S	13	13	M	13	44	M	13	73	S	13	104	L	13	134	J	13	165	S	13	195	M	13	226	V	13	257	D	13	287	M	13	318	V	13	348
D	14	14	M	14	45	J	14	74	D	14	105	M	14	135	V	14	166	D	14	196	M	14	227	S	14	258	L	14	288	J	14	319	S	14	349
L	15	15	J	15	46	V	15	75	L	15	106	M	15	136	S	15	167	L	15	197	J	15	228	D	15	259	M	15	289	V	15	320	D	15	350
M	16	16	V	16	47	S	16	76	M	16	107	J	16	137	D	16	168	M	16	198	V	16	229	L	16	260	M	16	290	S	16	321	L	16	351
M	17	17	S	17	48	D	17	77	M	17	108	V	17	138	L	17	169	M	17	199	S	17	230	M	17	261	J	17	291	D	17	322	M	17	352
J	18	18	D	18	49	L	18	78	J	18	109	S	18	139	M	18	170	J	18	200	D	18	231	M	18	262	V	18	292	L	18	323	M	18	353
V	19	19	L	19	50	M	19	79	V	19	110	D	19	140	M	19	171	V	19	201	L	19	232	J	19	263	S	19	293	M	19	324	J	19	354
S	20	20	M	20	51	M	20	80	S	20	111	L	20	141	J	20	172	S	20	202	M	20	233	V	20	264	D	20	294	M	20	325	V	20	355
D	21	21	M	21	52	J	21	81	D	21	112	M	21	142	V	21	173	D	21	203	M	21	234	S	21	265	L	21	295	J	21	326	S	21	356
L	22	22	J	22	53	V	22	82	L	22	113	M	22	143	S	22	174	L	22	204	J	22	235	D	22	266	M	22	296	V	22	327	D	22	357
M	23	23	V	23	54	S	23	83	M	23	114	J	23	144	D	23	175	M	23	205	V	23	236	L	23	267	M	23	297	S	23	328	L	23	358
M	24	24	S	24	55	D	24	84	M	24	115	V	24	145	L	24	176	M	24	206	S	24	237	M	24	268	J	24	298	D	24	329	M	24	359
J	25	25	D	25	56	L	25	85	J	25	116	S	25	146	M	25	177	J	25	207	D	25	238	M	25	269	V	25	299	L	25	330	M	25	360
V	26	26	L	26	57	M	26	86	V	26	117	D	26	147	M	26	178	V	26	208	L	26	239	J	26	270	S	26	300	M	26	331	J	26	361
S	27	27	M	27	58	M	27	87	S	27	118	L	27	148	J	27	179	S	27	209	M	27	240	V	27	271	D	27	301	M	27	332	V	27	362
D	28	28	M	28	59	J	28	88	D	28	119	M	28	149	V	28	180	D	28	210	M	28	241	S	28	272	L	28	302	J	28	333	S	28	363
L	29	29	J	29	60	V	29	89	L	29	120	M	29	150	S	29	181	L	29	211	J	29	242	D	29	273	M	29	303	V	29	334	D	29	364
M	30	30				S	30	90	M	30	121	J	30	151	D	30	182	M	30	212	V	30	243	L	30	274	M	30	304	S	30	335	L	30	365
M	31	31				D	31	91				V	31	152				M	31	213	S	31	244				J	31	305				M	31	366

Tabla 2- Calendario juliano año bisiesto

El día juliano, se halla en la **Tabla 2** para año bisiesto; para año no bisiesto se debe restar un día a cada día después del 01 de marzo. Para la transformación de coordenadas en función de la época, será empleado el software Magna Sirgas Pro 5.0

2.7 Modelo de velocidades adoptado

El cálculo de velocidades de la red SIRGAS, se realizó con base en las estaciones de la red GPS en funcionamiento, basado en procesos y proyectos de desarrollo geodinamico. Con el modelo de velocidades, se busca determinar el desplazamiento de un punto en la superficie en función del desplazamiento del centro de la tierra causado por movimientos telúricos a través del tiempo. Esta consultoría, opta como uso del modelo de velocidades, el modelo VEMOS 2009. Ver **Figura 9.**



Fuente: Implementación de la actualización MAGNA - SIRGAS
Figura 9 - Modelo de velocidades VEMOS 2009

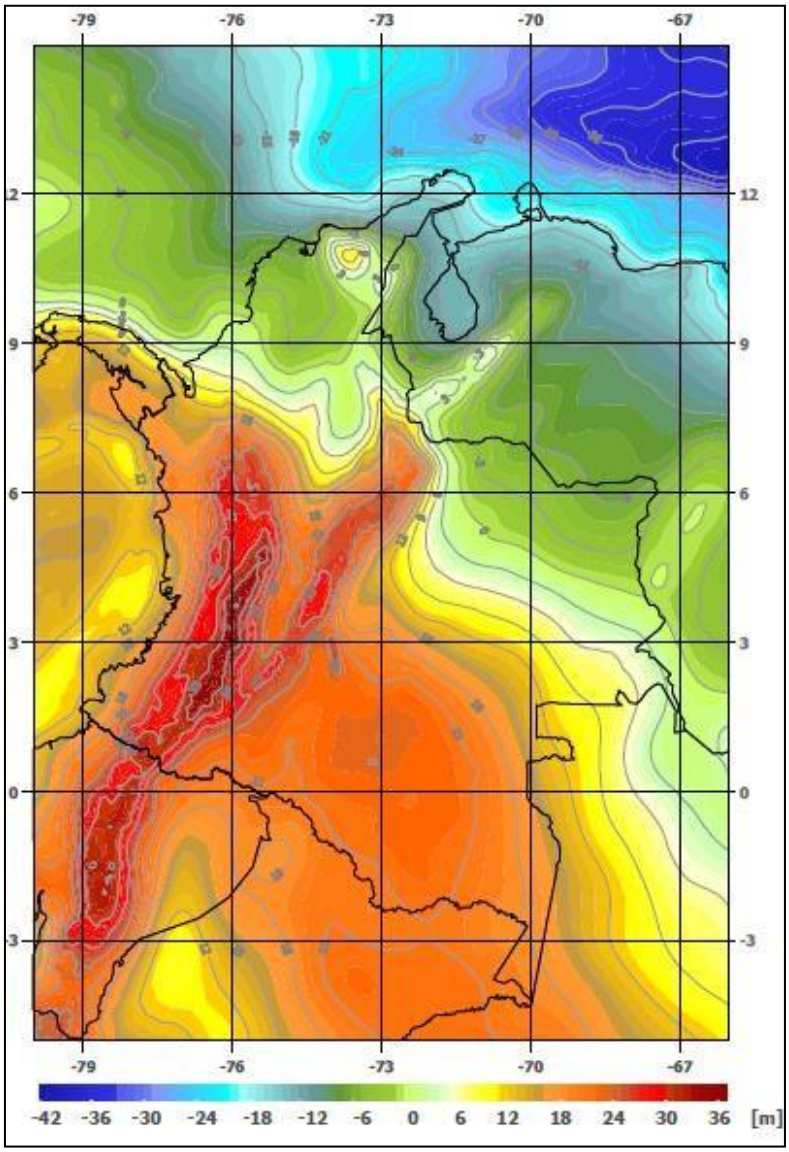
2.8 Modelo geoidal para Colombia

Partiendo del sistema tridimensional MAGNA SIRGAS, se puede obtener la altura elipsoidal de diferentes vértices y antenas por medio de la información certificada del IGAC y la red SIRGAS. Sin embargo, la obtención de altura de referencia para Colombia, es la altura sobre el nivel medio del mar; información que se obtiene a partir de un proceso de gravedad terrestre y de un sistema vertical de referencia (modelo geoidal, GEOCOL 2004). Ver **Figura 10.**

Para la asignación de altura o elevación con referencia del nivel medio del mar, se aplica la metodología especificada en la guía "*guía metodológica para la obtención de alturas sobre el nivel medio del mar utilizando el sistema GPS"*; metodología que especifica el proceso secuencial y lógico para asignar alturas haciendo uso de tecnología GPS. Es necesario aclarar, que para la aplicación del método es necesario conocer la altura elipsoidal y la ondulación geoidal.

- ✓ Altura elipsoidal: corresponde a la altura medida a partir de la normal elipsoidal medida como la distancia entre la superficie del elipsoide y el punto de medición.

- ✓ Ondulación Geoidal: corresponde a la distancia que hay entre el geoide y el elipsoide la cual es medida como referencia la línea real de una plomada influenciada por el efecto de la gravedad.



Fuente: Figura 2.7 Aspectos prácticos adopción MAGNA SIRGAS 2004
Figura 10 - Modelo geoidal (cuasi geoidal) para Colombia GEOCOL 2004

3 POST – PROCESAMIENTO GPS

Una vez especificado el sistema de referencia geocéntrico tridimensional y el sistema de referencia cartográfico bidimensional, se procede a realizar el post-procesamiento de información GPS por medio de corrección diferencial. El procedimiento se explica a continuación:

3.1 Materialización vértice GPS

Antes de iniciar el posicionamiento GPS para el proyecto, se materializar 2 deltas en zonas duras y referenciado con pintura visible, denominados **GPS_3y Delta_1** la cual serán el punto de partida para los diferentes procesos topográficos. La materialización de los puntos de control se realiza en áreas despejadas donde se encuentre la menor cantidad de obstáculos que puedan interferir con la colección de datos satelitales y así garantizar la mayor precisión durante el post proceso. En la **Fotografía 1,** Se puede evidenciar el posicionamiento GPS en campo del **GPS_3 .**



Posicionamiento GPS_3

Fuente: Fotografía tomada en campo

Fotografía 1 - Materialización vértice GPS_3

Una vez materializados los vértices GPS se debe seleccionar la antena de la red activa para asignación de coordenadas y el vértice de la red pasiva para asignación de altura sobre el nivel del mar. Tal selección se realiza en función de la ubicación de los vértices materializados en el área de estudio y se debe tener en cuenta los siguientes criterios:

- ✓ Las antenas seleccionadas de la red activa, se deben encontrar dentro del marco geocéntrico nacional (MAGNA) con sistema de referencia geocéntrico para las Américas (SIRGAS). Adicional, se deben seleccionar las antenas más cercanas al área del proyecto y garantizar un rastreo mínimo de 3.5 min por kilómetro de distancia. Ver **Figura 11.**

- ✓ Los vértices seleccionados de la red pasiva, se deben encontrar a una distancia no mayor a 18 km con la finalidad de no afectar el proceso de cálculo por la presencia de la curvatura de la tierra. Ver **Figura 11.**



Red Activa



Red Pasiva

Fuente: Google Earth

Figura 11 - Selección de antenas y vértices de la red MAGNA

3.2 Cálculo de coordenadas y alturas del proyecto

Una vez materializados el vértice del proyecto, posicionado el equipo GPS RTK. (**anexo 2)** y realizada la colección de información satelital. (**anexo 1)**, se procede a realizar el cálculo de las coordenadas del proyecto siguiendo la secuencia presentada a continuación:

3.2.1 Post – procesamiento GPS para asignación de coordenadas

El post procesamiento GPS se logra haciendo uso del software Leica Geo Office, el cual solicita definir los puntos de control, en este caso serán las antenas seleccionadas de la red activa del IGAC y solicita los vértices a ajustar, en este caso serán los vértices del proyecto. Con la finalidad de cumplir los tiempos mínimos de rastreo establecidos como recomendación por el IGAC, el Consultor, realizo el siguiente procedimiento.

- ✓ En primera instancia, se seleccionaron 3 antenas de la red activa del IGAC (**Tabla 3 y Figura 11**) como Atenas de control. Posteriormente, se seleccionó la antena ubicada en un margen correspondiente al tiempo de rastreo; tal procedimiento se realizó ya que la antena no cuenta con coordenadas semanales reportadas por la red SIRGAS; el ajuste de la antena mencionada anteriormente, se realizó por doble determinación triangulando desde las 3 antenas seleccionadas. En la **Figura 12** se observa el diagramade vectores, en la **Figura 13** el tiempo de rastreo y en la **Figura 14** las coordenadas ajustadas GPS del proyecto.

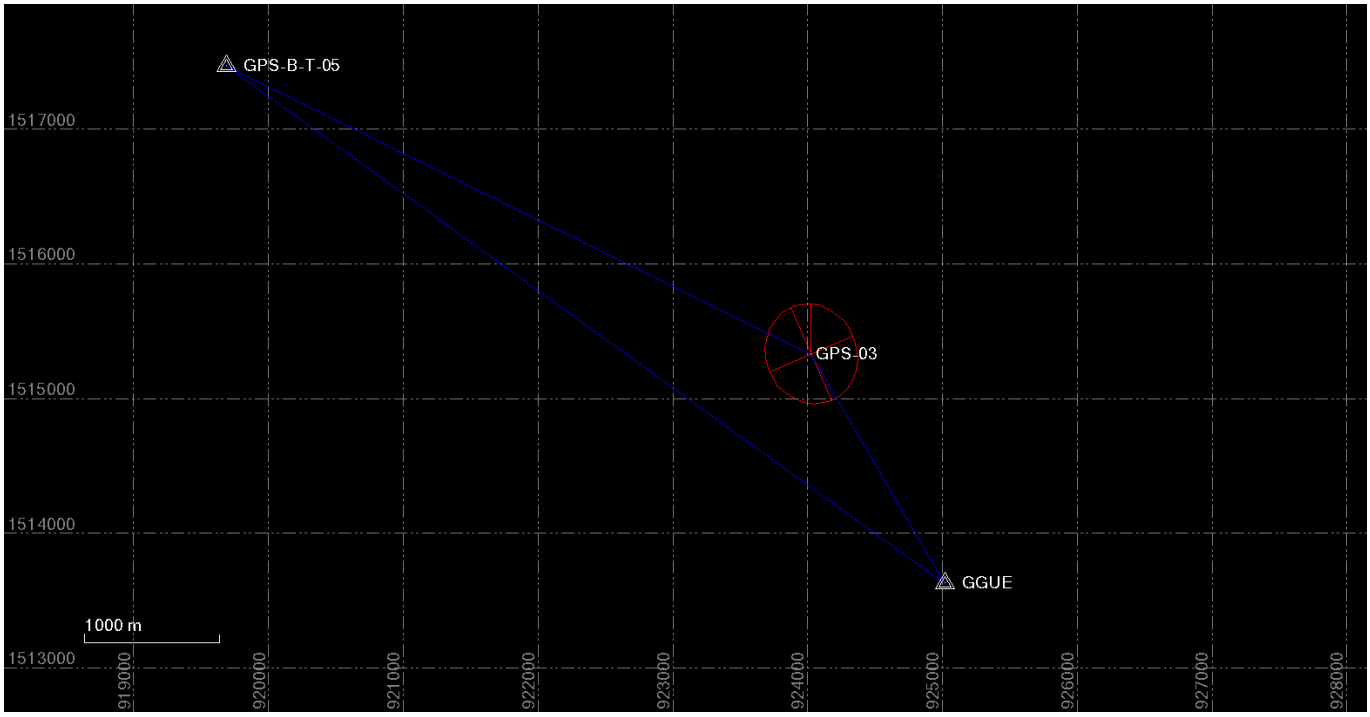
SOLUCIÓN SEMANAL ESTACIONES MAGNA-ECO NO INCLUIDAS EN SIRGAS-CON
CENTRO DE PROCESAMIENTO IGA - INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI IGAC
SEMANA GNSS 2293

IGS20 ÉPOCA:2023-12-20 12:00:00

NUM	NOMBRE ESTACIÓN	X (M)	Y (M)	Z (M)
36	GGUE	1654985.08838	-6074536.12431	1017367.20889

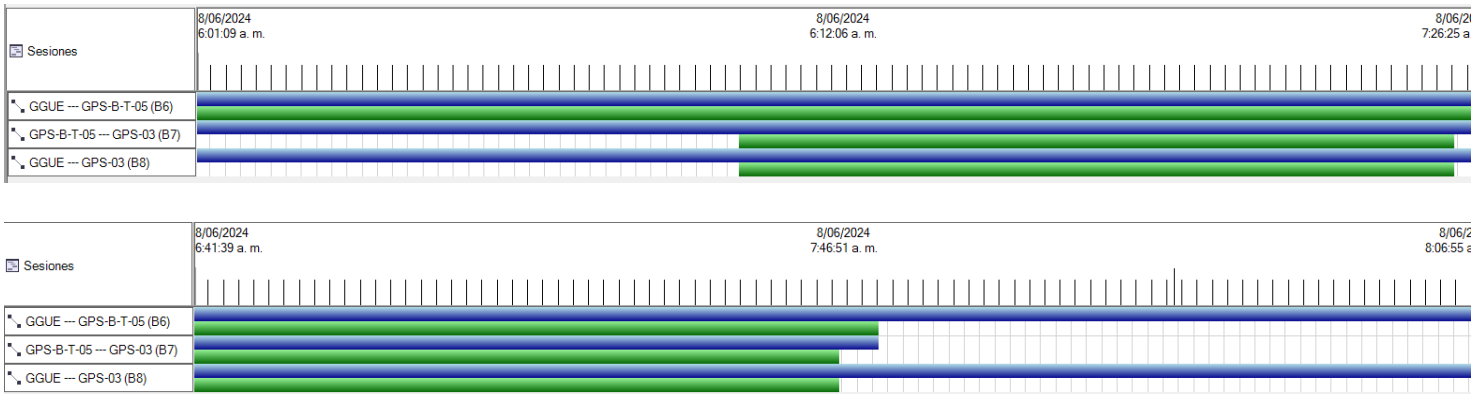
Fuente https://redgeodesica.igac.gov.co/redes/centro_procesamiento.html#table-body

Tabla 3- Coordenadas Geocentricas semanales de la antena seleccionada



Fuente: Google Earth

Figura 12 - Diagramas de vectores antenas y mojones de control



Fuente: Trimble Business Center

Figura 13 - Tiempo de rastreo antenas de control – GPS de Proyecto

Coordenadas de cuadrícula ajustadas

ID de punto	Este (Metro)	Este Error (Metro)	Valor norte (Metro)	Valor norte Error (Metro)	Elevación (Metro)	Elevación Error (Metro)	Limitación
GGUE	925017,835	?	1513625,595	?	30,528	?	ENe
GPS-03	924025,375	0,002	1515324,043	0,002	26,928	0,011	
GPS-B-T-05	919685,892	?	1517465,281	?	39,977	?	ENe

Fuente: Trimble business Center
Figura 14 - Coordenadas ajustadas GPS del proyecto

- ✓ Los reportes del post – proceso mencionado anteriormente, se pueden evidenciar en el **anexo 3.** Adicional, en la **Tabla 4** se puede observar los resultados de las coordenadas de los vértices del proyecto GPS (resultados del post – proceso) en época del posicionamiento y época certificada por el IGAC (**época 2024.43**). Las coordenadas presentadas en la tabla mencionada anteriormente se encuentran en el sistema tridimensional geodésico y geocéntrico y en el sistema bidimensional cartográfico Gauss Kruger.

Componentes de vector (Marca a marca)

De:	GPS-B-T-05				
Cuadrícula		Local		Global	
Este	919685,930 m	Latitud	N9°16'28,35229"	Latitud	N9°16'28,35229"
Norte	1517465,386 m	Longitud	A74°48'30,43960"	Longitud	A74°48'30,43960"
Elevación	39,969 m	Altura	36,601 m	Altura	36,601 m

Hasta:	GPS-03				
Cuadrícula		Local		Global	
Este	924025,395 m	Latitud	N9°15'18,94245"	Latitud	N9°15'18,94245"
Norte	1515324,065 m	Longitud	A74°46'08,13234"	Longitud	A74°46'08,13234"
Elevación	26,917 m	Altura	23,426 m	Altura	23,426 m

Vector					
ΔEste	4339,465 m	Acimut Adelante NS	116°08'47"	ΔX	4277,926 m
ΔNorte	-2141,321 m	Dist. elip	4838,665 m	ΔY	820,873 m
ΔElevación	-13,053 m	ΔAltura	-13,175 m	ΔZ	-2106,795 m

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4- Coordenadas sin ajustar GPS-03 época 2024.43

4 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

4.1 Toma de Información

Inicialmente se realizó un reconocimiento del tramo en estudio, para tener un conocimiento más real del alcance de los levantamientos en sí.

4.2 Puntos de amarre

El levantamiento topográfico se inició desde dos puntos llamados Gps-3 Y Delta_1.

4.3 Poligonales y puntos radiados

La poligonal se trazó usando equipo GNSS en modo RTK, posteriormente utilizando el método de ceros atrás. Los vértices de las poligonales se observaron mediante lecturas directas del aparato y las distancias entre vértices se determinan midiendo adelante y atrás para evitar posibles errores en la medición de la misma. Al mismo tiempo que se fue avanzando con el levantamiento, realizando toma de puntos radiados.

- Localización de deltas de topografía
- Paramentos.
- Arboles importantes.
- Caminos o calles.
- Puntos de Nivel

Nota: La sección topográfica fue levantada hasta el paramento de los predios.

4.4 Procesamiento de datos recolectados

Al obtener la información de campo se continuó con los trabajos correspondientes al procesamiento de datos. Para ello, se procede a extraer de los archivos descargados de la estación total, los ángulos y distancias concernientes a la poligonal trazada, con el fin de realizar el cálculo y ajuste de la misma en otro programa.

Para el cálculo de los detalles radiados, se utiliza el software de manejo de datos de la

Estación Total Marca Gowin (Topcon link V8.1), los cuales realizan los procedimientos adecuados para el cálculo de las coordenadas, dando como resultado un archivo de texto con las coordenadas y descripción de los puntos del levantamiento topográfico para su posterior interpretación contra las carteras de campo.

4.5 Elaboración del Plano Topográfico

Para la elaboración del plano se genera una nube de puntos con la información del topográfico realizado por el consultor.

En AutoCAD, se procede a la interpretación de las carteras de campo, uniendo mediante líneas y/o convenciones los puntos de acuerdo con los esquemas dibujados en las carteras de campo, este procedimiento se realiza hasta unir de forma consistente todos los puntos.

Los planos se realizan a la escala 1:1, para la observación precisa y sin distorsión de los detalles levantados. La información se guarda en medio magnético, lista para ser impresa a color y con las dimensiones adecuadas. El resultado son planos predefinitivos, los cuales pasan a un control interno para su verificación; una vez realizado este se genera un plano definitivo para la presentación definitiva de la información.

Una vez realizada la labor de delineación se ha procedido a una revisión del producto en campo y así poder detectar los posibles errores de edición debido a fallos de codificación o a posibles errores accidentales.

A partir de las correcciones efectuadas en la revisión de campo, se ha procedido a la edición final del levantamiento.

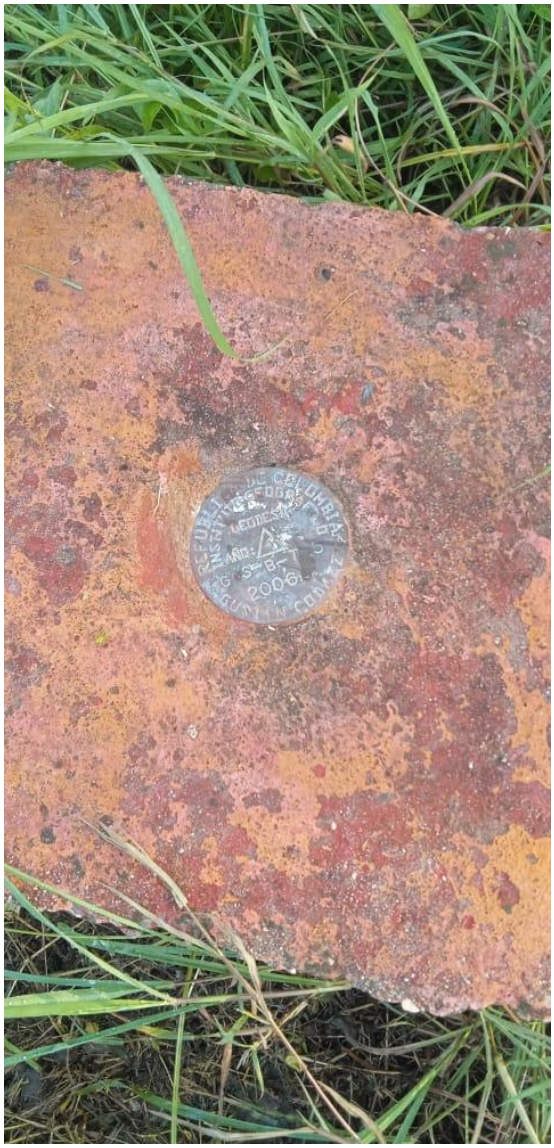
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✓ El levantamiento topográfico tuvo como finalidad en municipio de Magangue, departamento de Bolivar.
- ✓ La georreferenciación se realizó partiendo desde las antenas permanentes de la red activa y vértices de la red pasiva del IGAC. Generando archivos crudos solo reproducibles más no imprimibles, ver **anexo 1.**
- ✓ Para el proceso de georreferenciación, se utilizaron equipos GNSS RTK, ver **anexo 2.**
- ✓ El post proceso GPS, se realizó haciendo uso del software Trimble Business Center donde se pudieron ajustar los vértices materializados, ver **anexo 3.**
- ✓ Se materializaron dos vértices en el proyecto durante el proceso de georreferenciación el Gps_3 y de este mismo en con equipo RTK se localizó el Delta-1**.**

REGISTRO FOTOGRAFICO



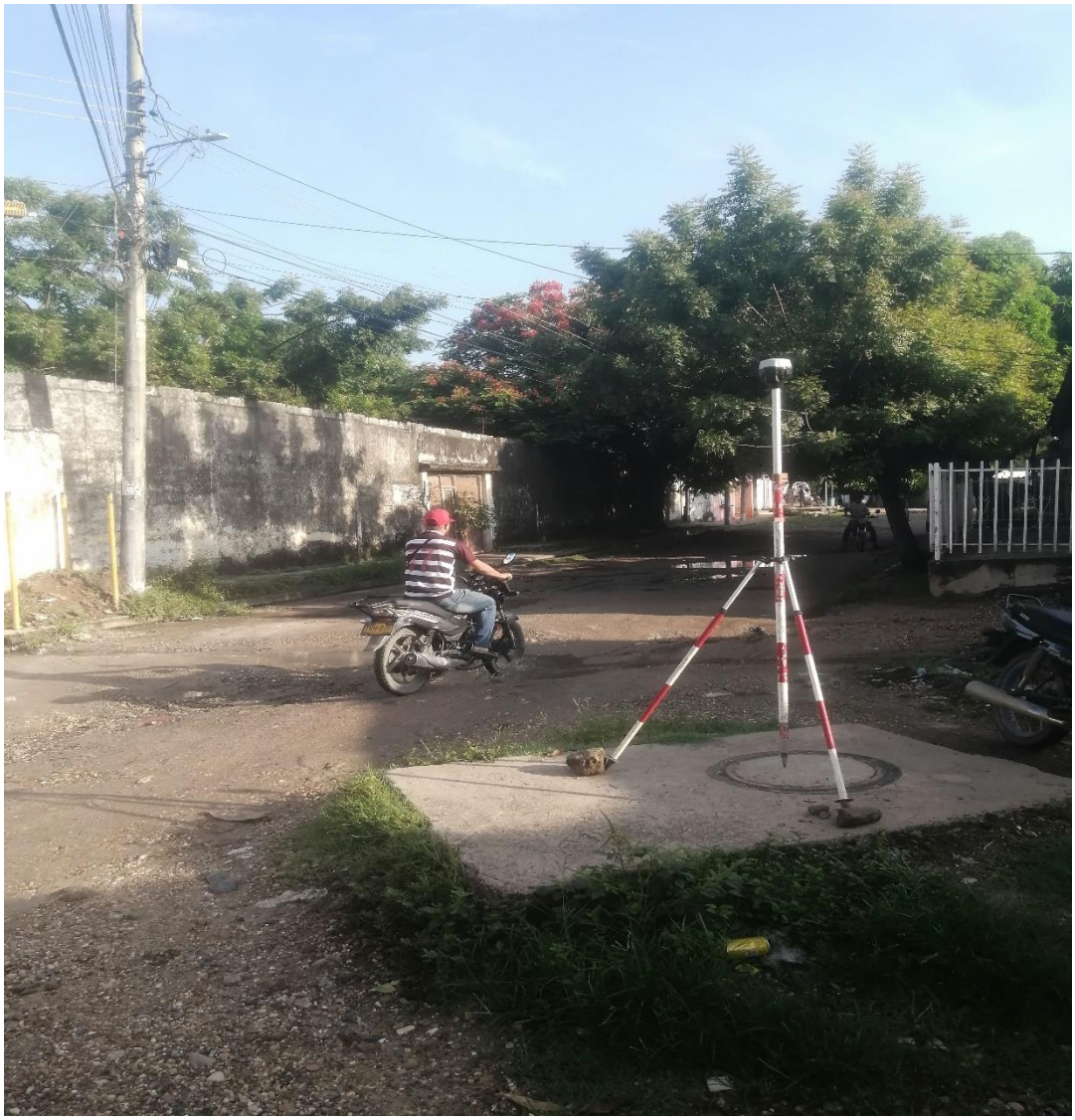
posicionamiento Mojón GPS-B-T-05.



Mojón Materializado GPS-B-T-05.



Mojón Materializado GPS-03.



Mojón Materializado GPS-03.