



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY



FACULTAD DE
CIENCIAS
UDELAR | fcien.edu.uy



**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE INGENIERÍA
FACULTAD DE CIENCIAS**

**Proyecto para optar el título de
TECNÓLOGO EN CARTOGRAFÍA**

**CONTROL DE EXACTITUD POSICIONAL PLANIMÉTRICO:
CARTAS DIGITALES DEL PLAN CARTOGRÁFICO
NACIONAL ESCALA 1:50.000**

Autores:

Analí Mas Bazzino - Jessica Silva Quintana

Tutor:

Ing. Agrim. Hebenor Bermúdez

Montevideo

2021

PÁGINA DE APROBACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA - FACULTAD DE CIENCIAS

El tribunal docente integrado por los abajo firmantes aprueba el proyecto de investigación:

TÍTULO: Control de exactitud posicional planimétrico: Cartas digitales del plan cartográfico nacional escala 1:50.000

AUTORES: Analí Mas Bazzino – Jessica Silva Quintana

TUTOR: Ing. Agrim. Hebenor Bermúdez

CARRERA: Tecnólogo en Cartografía

PUNTAJE:

TRIBUNAL:

Profesor: Ing. Agrim. Luis Calderón (Nombre y Firma)

Profesor: Ing. Agrim. Miguel Gavirondo (Nombre y Firma)

Profesor: Ing. Agrim. Rodolfo Méndez (Nombre y Firma)

Fecha:

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestro tutor Ing. Agrim. Hebenor Bermúdez por su apoyo, colaboración y disposición en el transcurso del proyecto.

A todo el equipo de proyecto e investigación tanto docente como a estudiantes por su colaboración.

Al Instituto Geográfico Militar (IGM) por su atención y colaboración.

A nuestras familias, amigos y amigas, compañeros y compañeras que nos acompañaron durante estos años.

RESUMEN

En el año 1996 el Instituto Geográfico Militar realizó el escaneo, georreferenciación y publicación de las 300 cartas del Plan Cartográfico Nacional a escala 1:50000 (PCN50) y desde entonces no se ha realizado una evaluación de la calidad posicional que sea aplicable a todo el territorio.

En el presente trabajo se realizará la evaluación de la exactitud posicional planimétrica mediante el estándar NSSDA para un lote determinado, el cual será definido tomando como guía la norma ISO 19157:2013 y será seleccionado de forma aleatoria. La muestra será evaluada y comparada en sus dos resoluciones, 96 dpi y 300 dpi, las cuales presentan algunas características disímiles en cuanto a su composición y georreferenciación.

Como fuente de mayor exactitud para la toma de puntos de control (terreno verdad) se utilizaron las ortoimágenes del Vuelo Fotogramétrico Nacional (VFN) realizado entre los años 2017-2018.

El estándar NSSDA no rechaza o acepta ningún producto según su resultado, quedando a criterio del usuario su adecuación al uso y según Ariza (2002) calidad y error son dos conceptos íntimamente ligados, y hasta en cierta medida complementarios, por lo tanto, es necesario saber la magnitud de ese error antes de determinar si un producto es adecuado o no. El resultado de este análisis es de 56m y 52m para 96 dpi y 300 dpi respectivamente.

Palabras clave: PCN50, VFN, NSSDA, Calidad, Exactitud posicional.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	4
2. OBJETIVOS	5
2.1. GENERAL.....	5
2.2. ESPECÍFICOS.....	5
3. ANTECEDENTES	5
4. MARCO TEÓRICO	8
4.1. VUELO FOTOGRAMÉTRICO NACIONAL (VFN).....	8
4.2. GEORREFERENCIACIÓN (RECTIFICACIÓN) DE UN MODELO RÁSTER.....	10
4.3. PLAN CARTOGRÁFICO NACIONAL ESCALA 1:50000 (PCN50).....	11
Cartas formato papel.....	11
Cartas formato digital	16
4.4. NORMA ISO 19157:2013.....	19
4.5. ESTANDAR NSSDA (National Standard for Spatial Data Accuracy).....	22
Normalidad de la Muestra	24
Aleatoriedad de la muestra	25
Correlación de Pearson.....	25
Sistematismos.....	26
5. METODOLOGÍA	27
6. RESULTADOS	29
6.1. Tamaño muestral	29
6.2. Selección de cartas.....	29
6.3. Muestra aleatoria de puntos	31
6.4. Toma de puntos homólogos	32
6.5. Análisis de los datos	35
Medidas Básicas	35
Valor Medio de las incertidumbres y Sesgo	36
Outliers.....	36

Test.....	41
Estándar NSSDA.....	41
7. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....	42
8. BIBLIOGRAFÍA.....	45
ANEXOS.....	47

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1 - Distribución de cartas del PCN50</i>	13
<i>Ilustración 2 - Partes de una Carta del PCN50</i>	15
<i>Ilustración 3 - Carta de 300 dpi</i>	18
<i>Ilustración 4 - Carta de 96 dpi</i>	19
<i>Ilustración 5 - Gráfico sesgo y precisión</i>	22
<i>Ilustración 6 - Distribución recomendada de los puntos de control</i>	23
<i>Ilustración 7 - Gráfico de distribución normal</i>	25
<i>Ilustración 8 - Diagrama de correlación de Pearson</i>	26
<i>Ilustración 9 - Cartas seleccionadas</i>	31
<i>Ilustración 10 - Distribución aleatoria de puntos de carta L21</i>	32
<i>Ilustración 11 - Outliers cartas 96 dpi</i>	38
<i>Ilustración 12 - Outliers cartas 300 dpi</i>	40

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 - Resultados de evaluación posicional para carta J-28</i>	6
<i>Tabla 2 - Resultado de diferentes test aplicados a la muestra</i>	7
<i>Tabla 3 - Resultado NSSDA PCN50 – Área Cuenca Santa Lucía</i>	7
<i>Tabla 4 - Tamaño muestral</i>	20
<i>Tabla 5 - Procedimiento de cálculo de NSSDA</i>	24
<i>Tabla 6 - Lista de cartas seleccionadas</i>	30
<i>Tabla 7 - Listado final de cartas evaluadas</i>	34
<i>Tabla 8 - Medidas básicas - cartas 96 dpi</i>	35
<i>Tabla 9 - Medidas básicas - cartas 300dpi</i>	35
<i>Tabla 10 - Valor medio de las incertidumbres</i>	36
<i>Tabla 11 - Sesgo de las posiciones</i>	36
<i>Tabla 12 - Outliers cartas 96 dpi</i>	37
<i>Tabla 13 - Outliers cartas 300 dpi</i>	39
<i>Tabla 14 - Resultados de test aplicados a cartas de 96 dpi</i>	41
<i>Tabla 15 - Resultados de test aplicados a cartas 300 dpi</i>	41
<i>Tabla 16 - Resultado estándar NSSDA</i>	42
<i>Tabla 17 - Resultado estándar NSSDA sin eliminar outliers</i>	42

1. INTRODUCCIÓN

La exactitud posicional es uno de los elementos de la calidad del dato geográfico más controlado y evaluado en los productos cartográficos, se considera como un aspecto definitorio y primordial (Ariza – López 2002).

El dato geográfico es la representación de un objeto que ocupa un lugar en el espacio, con una posición definida por un sistema de coordenadas, es decir, son datos que pueden ser representados en un mapa como una entidad espacial.

Según la RAE, la calidad se define como: “Propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor” y “Adecuación de un producto o servicio a las características especificadas”. Para poder juzgar el valor de un elemento es necesario compararlo con un patrón y para que los resultados sean objetivos, se debe poder obtener una medida, pero ¿qué se debe medir? En este trabajo, la característica a medir es la exactitud posicional absoluta y en particular, la exactitud posicional absoluta de las cartas digitales del Plan Cartográfico Nacional a escala 1:50.000.

En el año 1994 el Servicio Geográfico Militar culminó con el Plan Cartográfico Nacional a escala 1:50.000 en formato papel, con un total de 300 cartas, realizadas en base al primer vuelo fotogramétrico nacional. En 1996 se realizó el escaneo de las láminas en Buenos Aires a fin de contar con esta información en formato digital, en Uruguay se realizó la georreferenciación de las imágenes y posteriormente se publicaron en el portal de la institución con una resolución reducida. Tanto a las imágenes originales como a las imágenes de menor resolución no se le realizó ningún control de calidad posicional.

2. OBJETIVOS

2.1. GENERAL

Evaluar la calidad posicional planimétrica absoluta mediante el estándar NSSDA de una muestra del Plan Cartográfico Nacional 1:50000 para las resoluciones 96 y 300 dpi.

2.2. ESPECÍFICOS

1. Evaluar la calidad posicional absoluta de una muestra determinada de las cartas del Plan Cartográfico Nacional 1:50000 publicadas en la web, las cuales tienen una resolución de 96 dpi.
2. Evaluar la calidad posicional absoluta de una muestra determinada de las cartas del Plan Cartográfico Nacional 1:50000 resultantes de la digitalización de las cartas en formato papel, las cuales tienen una resolución de 300 dpi.
3. Realizar un análisis comparativo de los dos resultados y determinar si el proceso de georreferenciación influye en el producto final, dado que ambas fueron realizadas por distintos métodos.

3. ANTECEDENTES

El informe presentado en el I Congreso Uruguayo de Infraestructuras de Datos Espaciales, titulado “Evaluación de la exactitud posicional horizontal y vertical de la Cartografía Oficial a escala 1:50000” por el Ing. Rodolfo Méndez Baillo y el Dr. Ing. Carlos López Vázquez describe el proceso para el control de la exactitud posicional para una carta del Plan Cartográfico Nacional a escala 1:50000. Estos toman como premisa el hecho que cada carta se realizó en épocas diferentes, esto género que se tomaran criterios disímiles en cuanto al método de aerotriangulación y ajustes que se aplicaron para cada carta.

Para la realización de esta evaluación se consideró como fuente de mayor exactitud las medidas tomadas en campo mediante receptores topográficos y geodésicos.

La carta seleccionada fue la J-28 Pando analógica, la cual se restituyó en el año 1975. Para esta carta se realiza el control de exactitud posicional planialtimétrico, tomando 20 puntos de control en la carta. Los test realizados dictaminaron que los errores no presentan una distribución normal y no existe una correlación entre las variables planimétricas, concluyendo la no existencia de sistematismos. Con respecto al NSSDA, después de realizar la técnica de *bootstrap* a los datos, lo cual consiste en generar varias muestras con reposición de los datos con el fin de llegar a una mejor distribución de la variable, se llega finalmente a los valores de 100 metros de exactitud horizontal y 5 metros para la exactitud vertical.

Resultados para la carta J-28 Pando			
Para el 95% de confianza	X	Y	Z
Detección de outliers	Si. Se descartan dos medidas		Si. Se descartan dos medidas
Normalidad (Kolmogorov-Smirnov)	Rechazado		
Sistematismo (Spearman)	Rechazado		
NSSDA	100 metros		5 metros

Tabla 1 - Resultados de evaluación posicional para carta J-28

(Fuente: Elaboración propia en base a datos de informe Mendez Baillo – Lopez Vazquez)

En el año 2019 se presenta el informe “Evaluación de la calidad posicional de conjuntos de datos geográficos” por el Ing. Agrim Hebenor Bermudez, el cual realiza el análisis del control posicional planimétrico de varios conjuntos de datos, pero el área de estudio se limitó a la Cuenca del Santa Lucía debido a que los primeros productos relacionados al Vuelo Fotogramétrico Nacional son de esta zona.

Los conjuntos de datos analizados son: las zonas censales rurales del Instituto Nacional de Estadísticas, del parcelario rural de la Dirección Nacional de Catastro, de la caminería nacional del Ministerio de Transporte y Obras Públicas y del Plan Cartográfico Nacional 1:50000 en su versión digital, siendo este último de particular interés para este trabajo ya que se utiliza la misma fuente de mayor exactitud y las mismas cartas digitales con resolución de 96 dpi.

Para la obtención de la exactitud posicional se tomaron 100 pares de puntos homólogos para cada análisis individual. Los resultados obtenidos en el PCN50 se adjuntan en las tablas adyacentes, en estas se destaca la aceptación de los test de Normalidad (Kolmogorov-Smirnov), Aleatoriedad (Test de Rachas), Sistematismo y arroja una baja correlación lineal a partir del test de independencia (Pearson). El NSSDA para las variables horizontales es de 82,508 metros.

Tabla 60- Resumen de resultados para el control de PCN 1:50000		
Para el 95% de confianza	Error X	Error Y
Detección de outliers	Si. Método de Chauvenet	
Normalidad	Cumple	Cumple
Aleatoriedad	Cumple	Cumple
Sistematismo	Cumple	Cumple
Independencia	El coeficiente de Pearson es de 0,2782	

Tabla 2 - Resultado de diferentes test aplicados a la muestra

(Fuente: "Evaluación de la calidad posicional de conjuntos de datos geográficos" - Agrim H. Bermudez)

Tabla 61- Resultados para el NSSDA para el PCN 1:50000		
EMC	EMC_{min}/EMC_{max}	NSSDA
EMC _x =41,624 metros	0,620	82,508 metros
EMC _y =25,793 metros		

Tabla 3 - Resultado NSSDA PCN50 – Área Cuenca Santa Lucia

(Fuente: "Evaluación de la calidad posicional de conjuntos de datos geográficos" – Agrim H. Bermudez)

4. MARCO TEÓRICO

4.1. VUELO FOTOGRAMÉTRICO NACIONAL (VFN)

Luego del proceso de Licitación Pública Internacional Nro /2015 - "Adquisiciones de Imágenes Digitales de Cobertura Nacional", se le adjudicó al Consorcio Topocart - AT la ejecución del relevamiento aerofotogramétrico de todo el territorio de Uruguay, el cual se llevó a cabo entre los años 2017 y 2018. Esta licitación fue solicitada por AGESIC y Presidencia de la República, y contó con el financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo. El Proyecto en general fue gestionado por infraestructura de Datos Espaciales de Uruguay (IDEuy).

El proyecto implicó el mapeo aproximado de 176.000 km² y se realizó con un avión equipado especialmente para esta tarea. El avión propiedad de la empresa brasileña era capaz de cubrir 10.000 km² en un día y contenía a bordo la cámara UltraCam Eagle Prime (RAW).

Según datos de IDEuy, algunas especificaciones del vuelo y obtención de las fotografías son:

- Altura del vuelo:
 - o Cobertura nacional: 8000 m
 - o Cobertura urbana: entre 2000 y 3000 m
- Resolución Espacial
 - o Cobertura nacional: 0.32 m
 - o Cobertura urbana: 0.10 m
- Dirección de vuelo
 - o Cobertura nacional: Norte - Sur // Sur - Norte
 - o Cobertura urbana: Según polígono de la localidad
- Solape longitudinal / transversal
 - o Cobertura nacional: 60% / 30%
 - o Cobertura urbana: 80% / 60%

También en los metadatos encontramos el tratamiento realizado a las imágenes:

“Se reciben datos brutos provenientes de la cámara UltraCam Eagle Prime (RAW).

Se procesan en Ultrimap para generar imágenes en tonos de grises y ser fusionadas con todas las bandas RGB, NIR y pancromático. Desde aquí se inicia la etapa de corrección radiométrica del conjunto.

Se exportan las imágenes en formatos .tif y .jpg.

Se corrobora la ecualización individual y se ajusta la radiometría en Photoshop.

En QGIS se verifica la ausencia de eventos como ruido, nube, niebla, humo de acuerdo con los criterios establecidos para el proyecto. Se identifican las imágenes donde se observan eventos.”

Este vuelo fotogramétrico se tomará como fuente de mayor exactitud para la evaluación de la calidad a realizarse en este trabajo ya que cumple con la condición de ser 3 veces más exacta que los productos a evaluar, se llega a esa determinación luego de realizar algunas verificaciones expresadas en Ariza - García (2010):

- Error gráfico del producto: 0.2mm a la escala del plano □PCN50: 10 metros
- Coeficiente para una distribución normal radial al 95% = 2.4477
 - $ECM_x = ECM_y = 10/2.4477 = 4.085m.$
- Fuente de mayor exactitud: al menos 3 veces más exacta
 - $EMC_x = EMC_y = 4.085/3 = 1.362m.$

La IDEUy en su informe de calidad indica que para las ortoimágenes la exactitud posicional para X e Y es de 1.0m al 95% de confianza, es decir, cumple con la condición de fuente de mayor exactitud.

4.2. GEORREFERENCIACIÓN (RECTIFICACIÓN) DE UN MODELO RÁSTER

Los datos ráster se obtienen comúnmente al escanear mapas o recopilar fotos, sean aéreas o satelitales, el problema que eso causa es que el escaneo digitaliza la imagen pero no su referencia espacial, por ende, para poder utilizarlos en un SIG junto a otros datos geográficos es necesario georreferenciarlos en un sistema de referencia particular.

Existen entonces dos sistemas de coordenadas: uno de origen y otro de destino. El proceso de transformación de uno en otro implica el cálculo de la función de transformación del tipo:

$$X = f(x,y)$$

$$Y = f(x,y)$$

Se desprende que la posición de un elemento geográfico en el sistema de coordenadas de destino está ligado a las coordenadas de esa entidad en el sistema de origen.

Para este cálculo se utilizan un conjunto de puntos de referencia, o puntos de control, que vinculan ubicaciones del ráster con ubicaciones de los datos de destino, desplazándolo a la ubicación espacial correcta.

Estos puntos deben ser homólogos en los sistemas de coordenadas de origen y destino, y estar uniformemente distribuidos para evitar deformaciones como consecuencia de la concentración de los puntos, tener al menos un vínculo en cada esquina del ráster y otros en el interior devuelve los mejores resultados.

Con los puntos determinados, debe elegirse un tipo de función para ajustar: Conforme, Afín o Polinómica:

- Conforme: compuesta por una traslación según el eje X y otra en el eje Y, un giro y un cambio de escala.

- Afín: Calcula los mismos parámetros que la anterior pero aplica una escala diferente en cada eje.
- Polinómica: Hace una interpolación en función del número de puntos de control tomados para el ajuste, la cantidad necesaria de puntos depende del orden de transformación polinómica a aplicar y se da por la ecuación:

$$N = [(orden+1)*(orden+2)]/2$$

La aplicación de una función de ajuste devuelve una medida de error (error residual), denominado error cuadrático medio o RMS y describe la coherencia entre los vínculos creados. Cuando el valor es muy grande, se pueden agregar o quitar puntos de control para ajustarlo.

4.3. PLAN CARTOGRÁFICO NACIONAL ESCALA 1:50000 (PCN50)

Cartas formato papel

En Uruguay, el organismo que elabora las cartas oficiales del País es el Instituto Geográfico Militar (IGM), antes denominado Servicio Geográfico Militar (SGM).

En el libro de la historia del Servicio Geográfico Militar (2013) se indica que en 1966 este organismo le adjudicó la licitación para la realización del relevamiento aéreo a escala 1:40000 de todo el territorio nacional con fines cartográficos a la empresa Sofratop de Francia, este relevamiento se extendió hasta el año 1967, siendo el único realizado en el país hasta el nuevo vuelo realizado en el año 2017.

De este relevamiento surgió un set de 300 cartas topográficas en formato papel que cubren todo el territorio nacional, denominado Plan Cartográfico Nacional 1:50000 (o PCN50), haciendo referencia a la cobertura del territorio y a la escala de impresión de las cartas. En estas cartas se representan los centros poblados, detalle de caminería, obras (públicas e industriales), hidrografía, vegetación, hipsografía y describen el terreno mediante curvas de nivel.

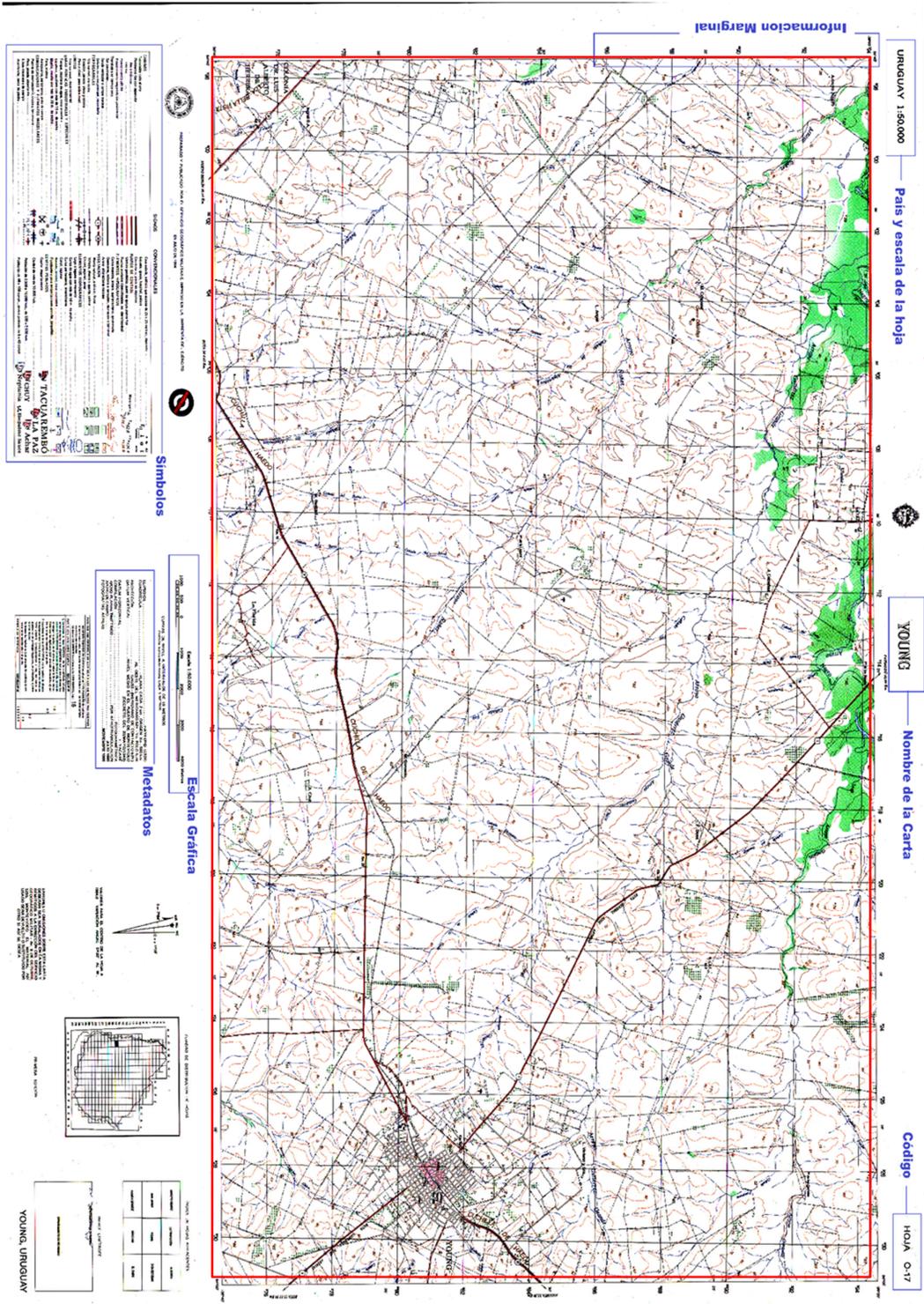
Para el PCN50 se utilizaron procedimientos y técnicas tradicionales (analógicas), solo en la elaboración de las últimas hojas se utilizó el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) para el apoyo de campo del relevamiento Aerofotogramétrico.

Cada una de las cartas representa un área de 73000 Hectáreas aproximadamente, y se identifican con una letra y un número, se enumeran de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo:

En cada carta del PCN50 encontramos lo siguiente:

- Cuerpo de la carta
- País y escala de la hoja
- Nombre de la carta
- Código o Numero de hoja
- Información Marginal: Información necesaria de mostrar en los límites de la carta para un correcto uso de la misma, por ejemplo, las coordenadas.
- Signos Convencionales: Son símbolos que complementan la representación y nos permiten tener más detalles del terreno, se regulan por normas convencionales.
- Escala Gráfica
- Metadatos
- Declinación magnética
- Notas de la institución

Algunos de estos elementos se pueden ver en la siguiente figura:



Cuerpo de la carta

Ilustración 2 - Partes de una Carta del PCN50

Cartas formato digital

Las cartas digitales se crearon mediante el escaneo de las cartas en formato papel, generando una capa ráster (desde el punto de vista de un SIG).

La digitalización automática es una alternativa cada día más consolidada en los procesos de captura de información cartográfica residente en soporte analógicos. No obstante, a pesar de las expectativas que sugirió en su inicio no ha alcanzado un éxito decisivo debido, fundamentalmente, a limitaciones de almacenamiento y velocidad de proceso. (Ariza, 2002, p. 268)

Esta digitalización se llevó a cabo en Buenos Aires en el año 1996, a una resolución de 300 dpi. Al resultado no se le aplicó ningún tipo de corrección radiométrica o geométrica.

Del escaneo surge un set de 300 cartas en formato digital y para que éstas pudieran utilizarse correctamente, fue necesario georreferenciarlas.

Se realizaron 2 procesos de georreferenciación:

- Imagen original de 300 dpi
- Imagen reducida a 96 dpi

Imagen 300 dpi

El primer paso de este proceso fue la transformación de coordenadas por ecuación de Molodensky con 3 parámetros, se pasó de Gauss – Kruger a Sirgas ROU 98.

Luego se utilizó el software ArcGis para la georreferenciación, se realizó una transformación de segundo orden con nueve puntos de control, siendo éstos los cruces de la grilla por tener coordenadas conocidas.

Una vez obtenida la georreferenciación, se proyecta a UTM.

No se cuenta con un listado de los resultados de RMS obtenidos para cada una de las cartas debido a que en el proceso de georreferenciación del PCN50 siempre se utilizaron 9 puntos de enlace y este valor no era tenido en cuenta para agregar o quitar puntos homólogos.

Estas cartas no se encuentran disponibles de forma libre para los usuarios, se deben comprar en el Instituto Geográfico Militar.

Imagen 96 dpi

Para poder publicar las cartas en la página web de la institución y que queden a disposición de la población, sin costo, fue necesario disminuirles la resolución para que el almacenamiento del archivo no fuera una limitante. Para esto, se recortó la imagen original dejando solo el cuerpo de la carta.

A la imagen recortada se le disminuyó la resolución en el software Corel Draw, pasando de 300 dpi a 96 dpi.

Posteriormente se hizo la transformación de coordenadas por el mismo método que la imagen original.

En esta oportunidad, la georreferenciación se llevó a cabo en el software FalconLite con 5 puntos de control, que fueron las 4 esquinas y un punto en el centro de la imagen.



Ilustración 3 - Carta de 300 dpi

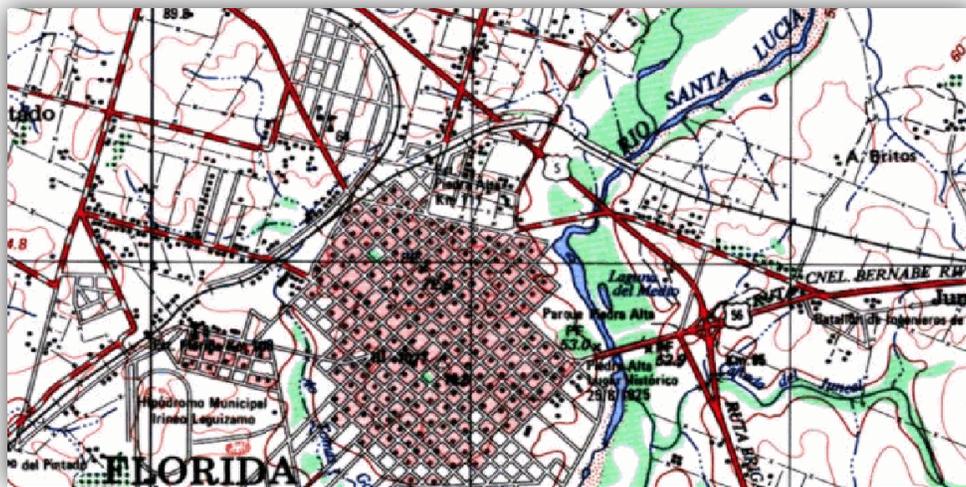
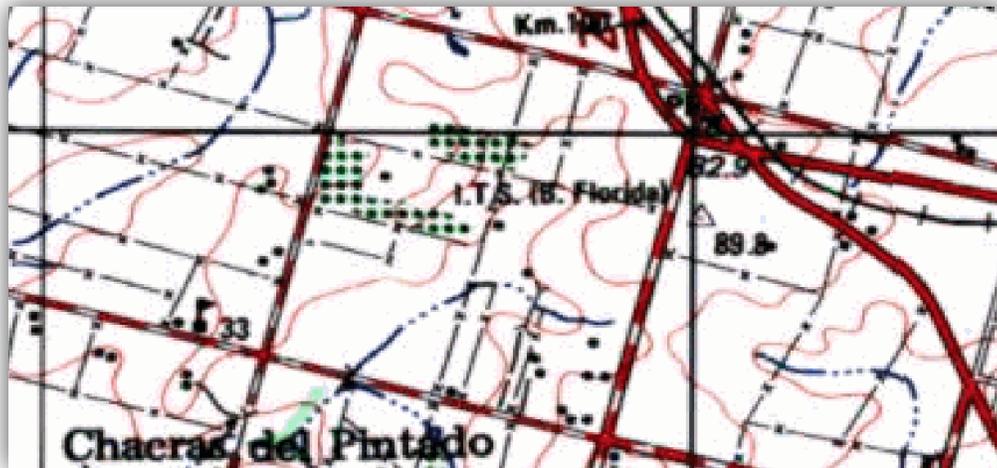


Ilustración 4 - Carta de 96 dpi

4.4. NORMA ISO 19157:2013

La norma ISO 19157:2013 presenta los principios para describir la calidad de datos geográfico de la siguiente manera:

- Define las componentes para describir la calidad de datos;
- Especifica las componentes y la estructura del contenido de un registro de medidas de la calidad de datos;

- Describe los procedimientos generales para evaluar la calidad de datos geográficos
- Establece principios para informar sobre la calidad de datos
- Define un conjunto de medidas de la calidad de datos para su uso en la evaluación e informe sobre la calidad de datos.

Entre la funcionalidad de esta norma y de interés para el presente proyecto, se destacan la definición del tamaño muestral, el cálculo del valor medio de las incertidumbres y el sesgo.

El estándar NSSDA no brinda indicaciones de cómo calcular el valor de la muestra, por lo tanto se recurre a esta norma como guía para la determinación del tamaño muestral según el lote a evaluar. Si bien esta norma se utiliza para aceptar o rechazar un lote, en nuestro caso limitamos su uso a la relación población – tamaño muestral.

En este caso se cuenta con 300 cartas del PCN 1:50000, por lo tanto, se considerará un tamaño muestral de 50 cartas.

Tamaño de población		Po =	0,5 %	1,0%	2,0%	3,0%	4,0%	5,0%
Desde	A	Tamaño muestra (n)	Límite de rechazo					
1	8	Todos	1	1	1	1	1	1
9	50	8	1	1	1	2	2	2
51	90	13	1	1	2	2	2	3
91	150	20	1	2	2	3	3	4
151	280	2	1	2	3	3	4	4
281	400	50	2	3	3	4	5	6
401	500	60	2	3	4	5	6	7
501	1200	80	3	3	5	6	7	8
1201	3200	125	3	4	6	8	10	11
3201	10000	200	4	6	8	11	14	16
10001	35000	315	5	7	12	16	20	23

35001	150000	500	6	10	16	23	28	34
150001	500000	800	9	14	24	33	42	51
>500000		1250	12	20	34	49	63	76

Tabla 4 - Tamaño muestral

Fuente: Norma ISO 19157:2013 – Tabla F.2

En el marco de la definición de medidas norma ofrece entre otras la posibilidad de realizar el cálculo del valor medio de las incertidumbres posicionales y el sesgo de la muestra.

El cálculo del valor medio de las incertidumbres posicionales expresa la distancia entre la posición de la muestra y la considerada como terreno (verdad), esto permite ver la exactitud de la muestra, cuanto más pequeña es la incertidumbre más exacta es la medida.

En este informe se realizarán los cálculos para planimetría, por otro lado, se puede aplicar de igual forma sumando la componente Z al análisis.

$$e_i = |x_{mi} - x_{ti}|$$

$$e_i = \sqrt{(x_{mi} - x_{ti})^2 (y_{mi} - y_{ti})^2} \quad e_i = \sqrt{(x_{mi} - x_{ti})^2 (y_{mi} - y_{ti})^2 (z_{mi} - z_{ti})^2}$$

$$e_{me} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N e_i$$

El sesgo expresa la discrepancia entre la posición medida y la considerada como verdadera, es decir, está ligado a la presencia de errores sistemáticos.

El valor medio del sesgo equivale a la veracidad de la muestra.

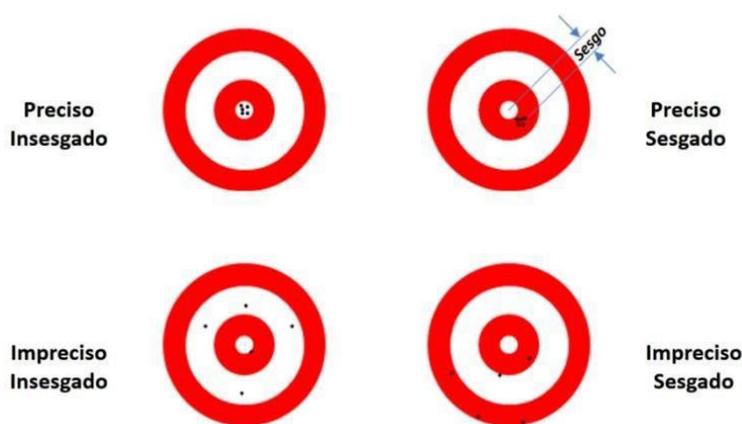


Ilustración 5 - Gráfico sesgo y precisión
 Fuente: Guía para la evaluación de la exactitud posicional de datos espaciales (2019)

Para su cálculo se debe contar con las desviaciones para cada punto, luego se calcula el sesgo para cada componente y posteriormente se obtiene el modulo.

$$e_{xi} = x_{mi} - x_{ti} \quad e_{yi} = y_{mi} - y_{ti} \quad e_{zi} = z_{mi} - z_{ti}$$

$$a_x = \frac{\sum x_i}{N} \quad a_y = \frac{\sum y_i}{N} \quad a_z = \frac{\sum z_i}{N}$$

$$a_p = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} \quad a_p = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$$

4.5. ESTANDAR NSSDA (National Standard for Spatial Data Accuracy)

Este método es propuesto alrededor de 1998 por el Federal Geographic Data Committee para el cálculo del índice de calidad posicional sobre el terreno, siendo el sustituto de los test como el NMAS y EMAS.

Dicho estándar se puede realizar tanto para las componentes horizontales como verticales, fundamentándose en el Error Medio Cuadrático (EMC) y con un nivel de confianza determinado en 95%.

Al igual que en los estándares NMAS y EMAS se recomienda la previa verificación del cumplimiento de aleatoriedad y normalidad antes de la ejecución del NSSDA.

Se recomienda que la distribución de los puntos de la muestra sea tal que la distancia entre los puntos sea igual o mayor a $1/10$ de la longitud de la diagonal y que se logre tener al menos un 20% en cada cuadrante.

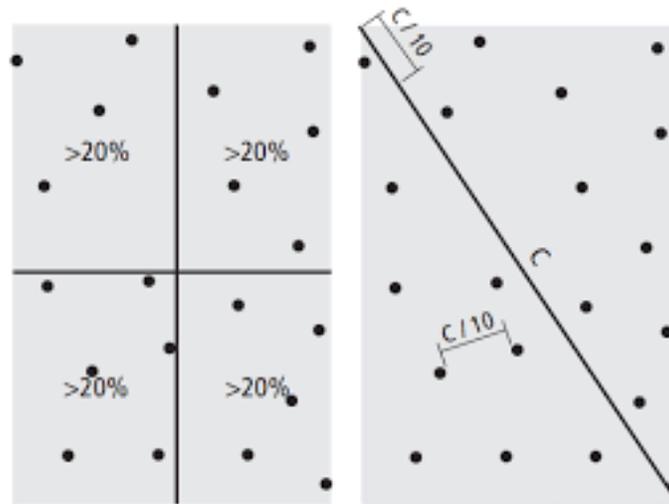


Ilustración 6 - Distribución recomendada de los puntos de control
Fuente: MPLMIC (1999). Manual de Calidad Posicional (Positional Accuracy Handbook)

La norma determina un mínimo de 20 puntos para la aplicación del estándar NSSDA pero existe una discusión en torno a la cantidad de puntos sugeridos, ya que varios autores lo cuestionan debido a que no hay un trabajo que lo fundamente, además de que no se indica si la aplicación es a una hoja, a el total o una zona. Según Ariza-García (2009) el tamaño de la muestra debería ser bastante superior a 100 para llevar a cifras aceptables los riesgos de productor y usuario (p.22)

Pasos	Descripción del proceso para el cálculo del Estándar NSSDA
Muestra	Para la aplicación del test se deberá contar con una muestra mayor o igual a 20 puntos ($n \geq 20$)
Error por punto	Se establece el cálculo de los errores por punto, expresándose las coordenadas de muestra como x_{mi} , y_{mi} y z_{mi} y las de terreno como x_{ti} , y_{ti} y z_{ti} $e_{xi} = x_{ti} - x_{mi} \quad e_{yi} = y_{ti} - y_{mi} \quad e_{zi} = z_{ti} - z_{mi}$
Error medio cuadrático (EMC)	$EMC_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N e_{xi}^2}{n}} \quad EMC_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N e_{yi}^2}{n}} \quad EMC_z = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N e_{zi}^2}{n}}$
NSSDA horizontal	Si $EMC_x = EMC_y$ entonces, $NSSDA_H = 2,4477^{1/2} \cdot \sqrt{EMC_x^2 + EMC_y^2}$ Si $EMC_x \neq EMC_y$ y $0,6 < \left(\frac{EMC_{min}}{EMC_{max}}\right) < 1,0$ Entonces, $NSSDA_H = 2,4477 \cdot 0,5 \cdot (EMC_x + EMC_y)$
NSSDA vertical	$NSSDA_z = 1,9600 \cdot EMC_z$

Tabla 5 - Procedimiento de cálculo de NSSDA

Fuente: Elaboración propia en base a libro "Casos prácticos de calidad en la producción. Cartográfica" (Ariza – García – Amor, 2004)

Normalidad de la Muestra

Para el control de normalidad de la muestra se aplica el test de Kolmogorov-Smirnov para un nivel de confianza de 95 %. Este test compara la función de distribución empírica de los datos con la función de distribución normal. La hipótesis H_0 se rechaza si el D_n (distancia máxima) es más grande que el estadístico, ya que se caería en la región crítica.

H_0 : Los datos de la muestra se ajusta a una distribución normal

H_1 : Los datos de la muestra no se ajusta a una distribución normal



Ilustración 7 - Grafico de distribución normal

Fuente: imagen extraída de Google

Aleatoriedad de la muestra

Para analizar la aleatoriedad de la muestra se realiza el test de Rachas. Esto permite ver si los datos son aleatorios a partir de rachas cortas, por el contrario de existir rachas largas supone una dependencia y no aleatoriedad. Se aplicará para un nivel de confianza de 95 %.

H₀: la muestra es aleatoria simple

H₁: la muestra no es aleatoria

Correlación de Pearson

Para el control de independencia se realiza el test de Correlación de Pearson. Este test ofrece un coeficiente de correlación que se encuentra entre -1 y 1. Si se toma como hipótesis que las variables son independientes, la correlación deberá rondar en el entorno del valor 0.

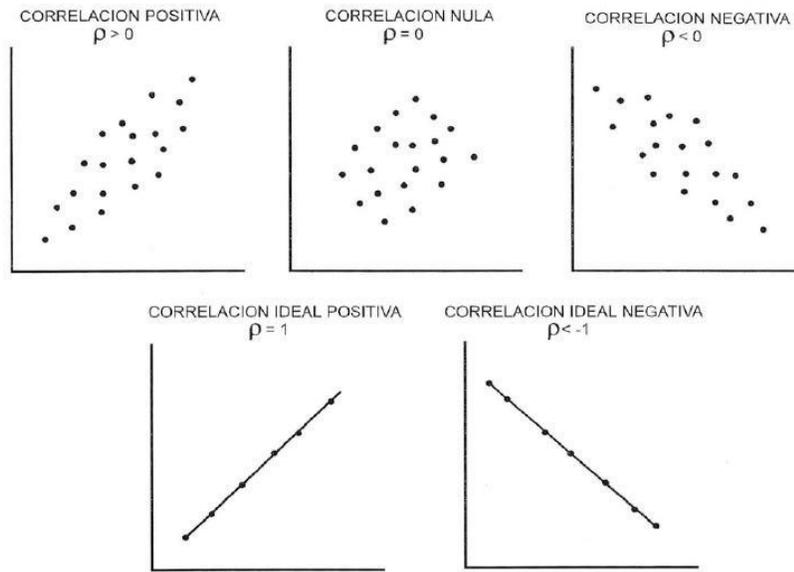


Ilustración 8 - Diagrama de correlación de Pearson

Fuente: imagen extraída de www.blendspace.com

Sistematismos

Para el control de sistematismos se realiza el test sobre la media para un nivel de confianza del 95%. A continuación se expresan las hipótesis, en el caso de que $|t|$ sea menor o igual a $t_{n-1, \alpha}$ H_0 se rechazara.

$$H_0: \mu = 0$$

$$H_1: \mu \neq 0$$

5. METODOLOGÍA

En este informe se planteará el control de la exactitud posicional planimétrica absoluta para las cartas digitales del Plan Cartográfico Nacional escala 1:50000.

El primer paso a realizar será determinar el tamaño muestral según la norma ISO 19157:2013 tomando como guía la tabla F.2

Una vez definido este punto, mediante una selección aleatoria en el software Excel se obtendrán las cartas a ser utilizadas.

Luego de seleccionada la muestra a analizar, se procederá a generar una distribución de 30 puntos aleatorios por carta en un software SIG para la toma de homólogos. Aunque la norma determina un mínimo de 20 puntos para la aplicación del estándar NSSDA, se generarán 30 puntos considerando un margen de 10 puntos por posibles descartes.

Una vez generados los puntos se les realizara un buffer de 2 kilómetros de diámetro, ya que al ser una muestra aleatoria difícilmente el punto que se genera lo haga en un lugar que posea un homólogo ubicable en el terreno verdad.

Los softwares SIG a utilizar serán Arcgis y Qgis, estableciendo que el sistema de coordenadas a utilizar será WGS84 proyectado en UTM21 sur (EPSG 32721).

Posteriormente se creará una carpeta para cada una de las cartas, conteniendo la carta en formato TIFF de 300 dpi, la muestra aleatoria y el buffer de cada punto.

Al total de puntos generados se le realizará el control posicional absoluto, mediante la utilización del Software ControlCalidad.VS, el cual arroja los resultados de los siguientes test:

- Metodo de Chauvenet: Detecta la cantidad de outliers de la muestra
- Test de Kolmogorov – Smirnov: Determinan la normalidad de la muestra
- Test de Rachas: Determina la aleatoriedad
- Coeficiente de Pearson: Estudia la independencia de los errores
- Test de control de sistematismos.
- Estándar NSSDA.

Por último, aplicando la norma ISO 19157:2013, se calcularán el valor medio de las incertidumbres posicionales y el sesgo de las posiciones.

6. RESULTADOS

6.1. Tamaño muestral

En base a la tabla F.2 de la norma ISO 19157:2013 se determinó que para el tamaño poblacional de 300 cartas, la cantidad a evaluar para que sea representativa de todo el lote, es de 50. Dado que se van a analizar dos resoluciones distintas de un mismo producto, la muestra va a ser la misma para ambas, dando como resultado 100 cartas a analizar.

6.2. Selección de cartas

La selección de las 50 cartas se obtuvo de forma aleatoria en el software Excel, a su vez, con el mismo mecanismo de selección se generó una selección de 5 cartas adicionales, a modo de reserva, previendo que algunas cartas podrían ser descartadas por no llegar al mínimo de puntos homólogos necesarios.

Selección de cartas - Plan Cartográfico Nacional 1:50000			
NOMBRE CARTA	REFERENCIA	NOMBRE CARTA	REFERENCIA
RÍO BRANCO	B-17	MENESES	K - 7
CENTURIÓN	C-14	PAMPA	K - 15
CEBOLLATÍ	C-20	MOLLES	K - 19
CAÑADA GRANDE	C-23	FLORIDA	K - 25
TACUARÍ	D-16	TOPADOR	L-4
VICHADERO	E-12	SOPAS	L-10
ZANJA HONDA	E-13	CUCHILLA DEL ARBOLITO	L-12
PASO MAZANGANO	E-14	FRANCIA	L-16
RAMÓN TRIGO	E-15	BAYGORRIA	L-18
PUNTAS DEL YERBAL	E-18	DURAZNO	L-21
PASO DE LAS PIEDRAS	E-23	PASO FARIÁS	M - 5
LA HUMEDAD	F-13	DAYMÁN	M-12
QUEBRACHO	F-17	GUICHÓN	M-15
LAS CAÑAS	F-27	PASO DEL PUERTO	M-20
ATAQUES	G - 9	BALTASAR BRUM	N-6
AMARILLO	G-11	TANGARUPÁ	N-9
CORDOBÉS	G-17	QUEGUAY	N-14
ILLESCAS	G-22	EL OMBÚ	N-18
POLANCO	G-24	ROSARIO	N-26
PASO DE ATAQUES	H - 8	CHAPICUUY	O-11
CASUPÁ	H - 25	YOUNG	O-17
MIGUES	H - 27	PALMITAS	O-22
LA PALMA	J - 9	OMBÚES DE LAVALLE	O-24
SAN JORGE	J-18	ARROYO NEGRO	P-16
COLONIA PINTADO	K - 5	CAÑADA NIETO	P-23

RESERVA	
CERRO LARGO	C-18
PARAO	D-18
LAS ÁNIMAS	G-28
PASO RAMÍREZ	H - 16
TAMBORES	K- 13

Tabla 6 - Lista de cartas seleccionadas

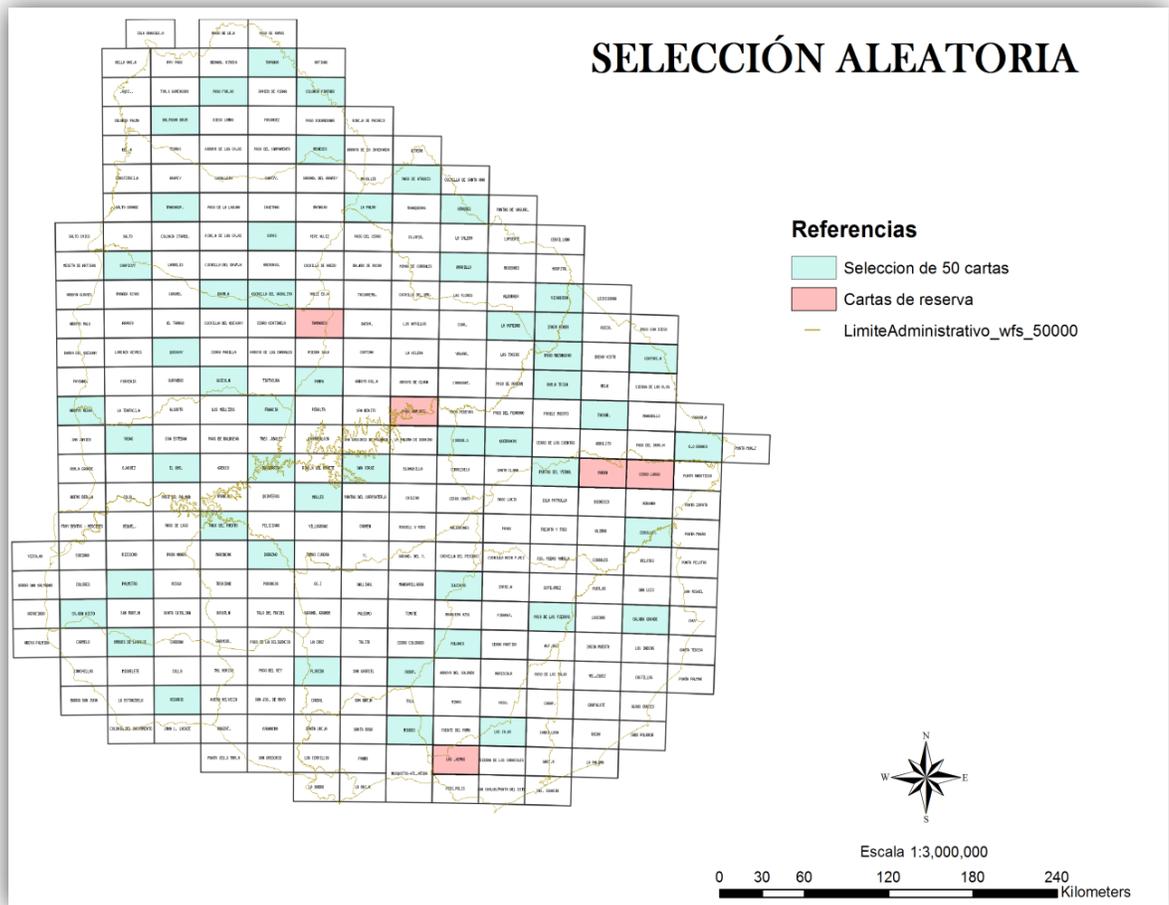


Ilustración 9 - Cartas seleccionadas

6.3. Muestra aleatoria de puntos

Mediante la utilización del software QGIS, se generó una muestra aleatoria de 30 puntos para cada carta, siguiendo las recomendaciones de que entre puntos de la muestra el distanciamiento debe ser de 1/10 de la diagonal.

En este caso, la diagonal de cada cuerpo de la carta es de 39000m aproximadamente, por lo que la distancia mínima entre puntos debe ser de 3900m.

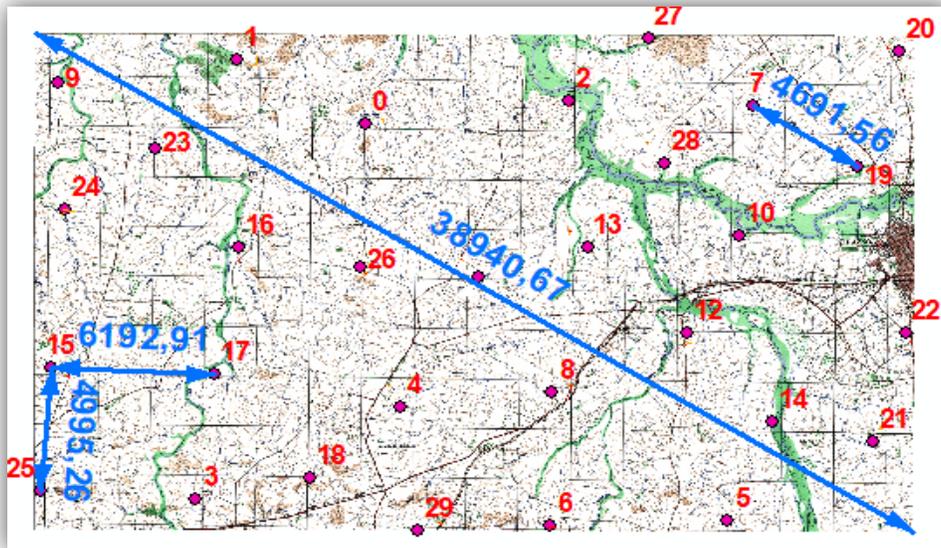


Ilustración 10 - Distribución aleatoria de puntos de carta L21

6.4. Toma de puntos homólogos

Una vez definidas las cartas y los puntos de la muestra, se prosiguió con la toma de puntos.

En esta etapa se contó con la colaboración de estudiantes y docentes de la carrera Tecnólogo en Cartografía, por lo que, a fin de unificar criterios, se creó una guía con las especificaciones, el cual puede verse en el Anexo. A modo de prueba y con el fin de determinar si los parámetros a utilizar eran claros, se realizó una prueba con la carta M15 la cual debía ser aprobada antes de comenzar con la toma de puntos en las cartas seleccionadas como muestra.

En este documento se definieron aspectos básicos a tener en cuenta al momento de generar el proyecto y para la toma de puntos:

- Sistema de coordenadas y proyección: WGS 84 - Proyectado en UTM 21 Sur (EPSG: 32721)
- Escala en la que se debieron tomar los datos: Para los puntos en el producto a evaluar (muestra) se definió un rango entre 1:2000 – 1:3000 y sobre el terreno (control) de 1:200 – 1:500

- Tipos de intersecciones a considerar, según el orden de prioridad:
 - 1- Cruces entre vías de comunicación
 - a) Camino/ruta y camino/ruta
 - b) Camino/ruta y vías férreas
 - c) Ciudades
 - 2- Alambrados
 - a) Alambrados y caminaria
 - b) Cruce entre alambrados
 - c) Quiebre de alambrados
 - 3- Arroyos
 - a) Puentes
 - b) Alambrados y arroyos

Debido a que ningún punto generado en la muestra aleatoria lo hizo en uno de los tipos de intersección determinado, a cada punto se le asignó un buffer de 2km de radio en donde se debería identificar un punto homólogo, este rango de búsqueda es a fin de conservar los 3900m de distancia entre ellos.

En el transcurso de la obtención de los puntos, se observaron los cambios producto del paso del tiempo entre ambos vuelos. Al día de hoy muchos de los alambrados, vías de comunicación y arroyos difieren de lo representado en las cartas, como consecuencia una gran cantidad de puntos fueron descartados.

Una vez se efectuó la primera revisión de cartas, se llegó a un descarte de 18 cartas debido a que no se pudo lograr obtener el mínimo de 20 puntos requeridos para la realización del estándar NSSDA. Producto de ello, se decidió realizar una nueva distribución aleatoria de puntos sobre las cartas descartadas.

Finalmente se llegó al total de 50 cartas, entre ellas se incluyó las denominadas "reservas" ya que se debió descartar 5 de la selección aleatoria por falta de homólogos.

El listado de las cartas finales es el siguiente:

CARTAS FINALES			
NOMBRE CARTA	REFERENCIA	NOMBRE CARTA	REFERENCIA
RÍO BRANCO	B-17	SAN JORGE	J-18
CENTURIÓN	C-14	MENESES	K - 7
CERRO LARGO	C-18	TAMBORES	K - 13
TACUARÍ	D-16	PAMPA	K - 15
PARAO	D-18	MOLLES	K - 19
VICHADERO	E-12	FLORIDA	K - 25
ZANJA HONDA	E-13	TOPADOR	L-4
PASO MAZANGANO	E-14	SOPAS	L-10
RAMÓN TRIGO	E-15	CUCHILLA DEL ARBOLITO	L-12
PUNTAS DEL YERBAL	E-18	FRANCIA	L-16
PASO DE LAS PIEDRAS	E-23	BAYGORRIA	L-18
LA HUMEDAD	F-13	DURAZNO	L-21
QUEBRACHO	F-17	DAYMÁN	M-12
LAS CAÑAS	F-27	GUICHÓN	M-15
ATAQUES	G - 9	PASO DEL PUERTO	M-20
AMARILLO	G-11	BALTASAR BRUM	N-6
CORDOBÉS	G-17	TANGARUPÁ	N-9
ILLESCAS	G-22	QUEGUAY	N-14
POLANCO	G-24	EL OMBÚ	N-18
LAS ÁNIMAS	G-28	ROSARIO	N-26
PASO DE ATAQUES	H - 8	CHAPICUY	O-11
PASO RAMÍREZ	H - 16	YOUNG	O-17
CASUPÁ	H - 25	PALMITAS	O-22
MIGUES	H - 27	OMBÚS DE LAVALLE	O-24
LA PALMA	J-09	CAÑADA NIETO	P-23

Tabla 7 - Listado final de cartas evaluadas

Se obtuvieron un total de 1029 puntos, esto refleja un promedio de 20 puntos por cartas.

6.5. Análisis de los datos

Una vez tomados todos los puntos, se unificaron y se realizó el análisis de los mismos mediante dos softwares: Excel y ControlCalidad.VS, este último fue diseñado por profesionales docentes del Instituto de Agrimensura de la Facultad de Ingeniería.

En Excel se obtuvieron los datos básicos de los errores, a saber, suma, máximo, mínimo, media, mediana. Además, en este software se calculó el valor medio de las incertidumbres y el sesgo de los errores.

Mientras que el programa ControlCalidad.VS arroja los puntos outliers y el resultado de los distintos test: normalidad, aleatoriedad, independencia y sistematismos; y el estándar NSSDA.

Medidas Básicas

CARTA 96		
	DIFERENCIA EN X (metros)	DIFERENCIA EN Y (metros)
Mínimo	-116.130	-65.547
Máximo	126.963	217.028
Media	-3.036	0.535
Mediana	-5.741	0.057
Suma	-3123.624	550.124

Tabla 8 - Medidas básicas - cartas 96 dpi

CARTA 300		
	DIFERENCIA EN X (metros)	DIFERENCIA EN Y (metros)
Mínimo	-106.777	-70.778
Máximo	133.690	205.260
Media	2.540	1.137
Mediana	-0.428	1.000
Suma	2613.365	1169.597

Tabla 9 - Medidas básicas - cartas 300dpi

Valor Medio de las incertidumbres y Sesgo

VALOR MEDIO DE LAS INCERTIDUMBRES (metros)			
	1D X	1D Y	2D
Carta 96	22.147	18.400	32.142
Carta 300	20.755	16.968	29.932

Tabla 10 - Valor medio de las incertidumbres

SESGO (metros)			
	ax	ay	Ap
Carta 96	3,036	-0,535	3,082
Carta 300	-2,540	-1,137	2,782

Tabla 11 - Sesgo de las posiciones

Outliers

Los Outliers o valores atípicos de una muestra, son aquellos considerados excesivamente grandes o pequeños, y que no deben ser considerados en el análisis ya que condicionan los resultados.

Los puntos Outliers obtenidos para las cartas 96 y 300 fueron 63.

En el caso de las cartas de 96 dpi se eliminaron 45 puntos por su coordenada en X y 18 puntos por su coordenada en Y.

Mientras que en las cartas de 300 dpi se eliminaron 41 puntos por su coordenada en X y 22 puntos por su coordenada en Y.

Eliminado por coordenada Y - 18 puntos

Punto	Y muestra	Y control	Dif Y
B17 03	6386499,052	6386570,706	71,654
B17 15	6385572,016	6385642,924	70,908
B17 16	6388923,216	6388992,410	69,193
C14 04	6440620,649	6440682,390	61,741
C18 03	6357975,888	6357914,406	-61,482
F27 12	6178971,792	6179032,614	60,823
F27 21	6185819,088	6185881,160	62,072
G28 08	6174114,224	6174052,743	-61,481
G28 17	6173159,483	6173093,936	-65,547
J18 16	6355649,184	6355718,188	69,004
K19 03	6337277,274	6337215,890	-61,385
M20 20	6318112,062	6318051,423	-60,640
N09 19	6535785,744	6535862,284	76,540
N26 07	6201463,508	6201551,548	88,040
N26 13	6202117,233	6202179,615	62,382
N26 15	6199795,510	6199884,151	88,641
N26 18	6195985,039	6196054,420	69,381
N26 20	6199830,154	6199918,439	88,285

Eliminado por coordenada X - 45 puntos

Punto	X muestra	x control	Dif X
B17 12	818442,120	818362,373	-79,747
C14 15	793606,904	793525,269	-81,635
C14 17	799119,938	799044,097	-75,841
D16 02	764223,921	764287,958	64,037
D16 05	763033,364	763109,564	76,200
D16 06	750341,707	750411,393	69,686
D16 11	754504,332	754584,418	80,086
D16 14	760279,697	760352,722	73,025
D16 15	753722,841	753808,627	85,786
D16 20	749264,854	749332,170	67,317
D18 02	755104,085	755231,048	126,963
D18 04	772924,136	773001,414	77,278
D18 05	748415,535	748498,047	82,512
D18 07	753236,113	753336,983	100,870
D18 08	766465,028	766548,822	83,794
D18 09	758777,552	758867,929	90,377
D18 10	758604,489	758682,239	77,750
D18 11	762050,117	762130,841	80,724
D18 12	772509,322	772574,622	65,300
D18 13	747883,965	748002,522	118,557
D18 14	765129,890	765221,801	91,911
D18 15	766041,027	766103,154	62,127
D18 16	758599,080	758715,825	116,745
Punto	X muestra	x control	Dif X
D18 18	751414,549	751524,384	109,835
D18 19	769693,176	769772,080	78,904
D18 20	762787,637	762908,593	120,956
E13 04	742189,694	742113,933	-75,762
E15 05	743392,589	743467,774	75,185
E15 15	747350,703	747412,492	61,789
E18 01	739118,141	739215,707	97,566
E18 02	744411,959	744495,451	83,492
E18 04	739349,742	739440,284	90,542
E18 09	733527,711	733590,735	63,024
E18 10	733192,450	733275,784	83,334
E18 14	735865,328	735965,600	100,272
E18 20	745282,003	745360,768	78,765
E18 23	743759,514	743834,896	75,382
G22 16	662472,060	662388,377	-83,682
G9 07	649082,829	649007,170	-75,658
K25 03	554823,433	554890,326	66,893
K25 04	555855,407	555939,323	83,916
K25 12	558461,772	558544,223	82,451
K25 20	560812,148	560883,321	71,173
L18 05	516854,247	516738,117	-116,130
L18 06	529801,394	529921,988	120,593

Tabla 12 - Outliers cartas 96 dpi

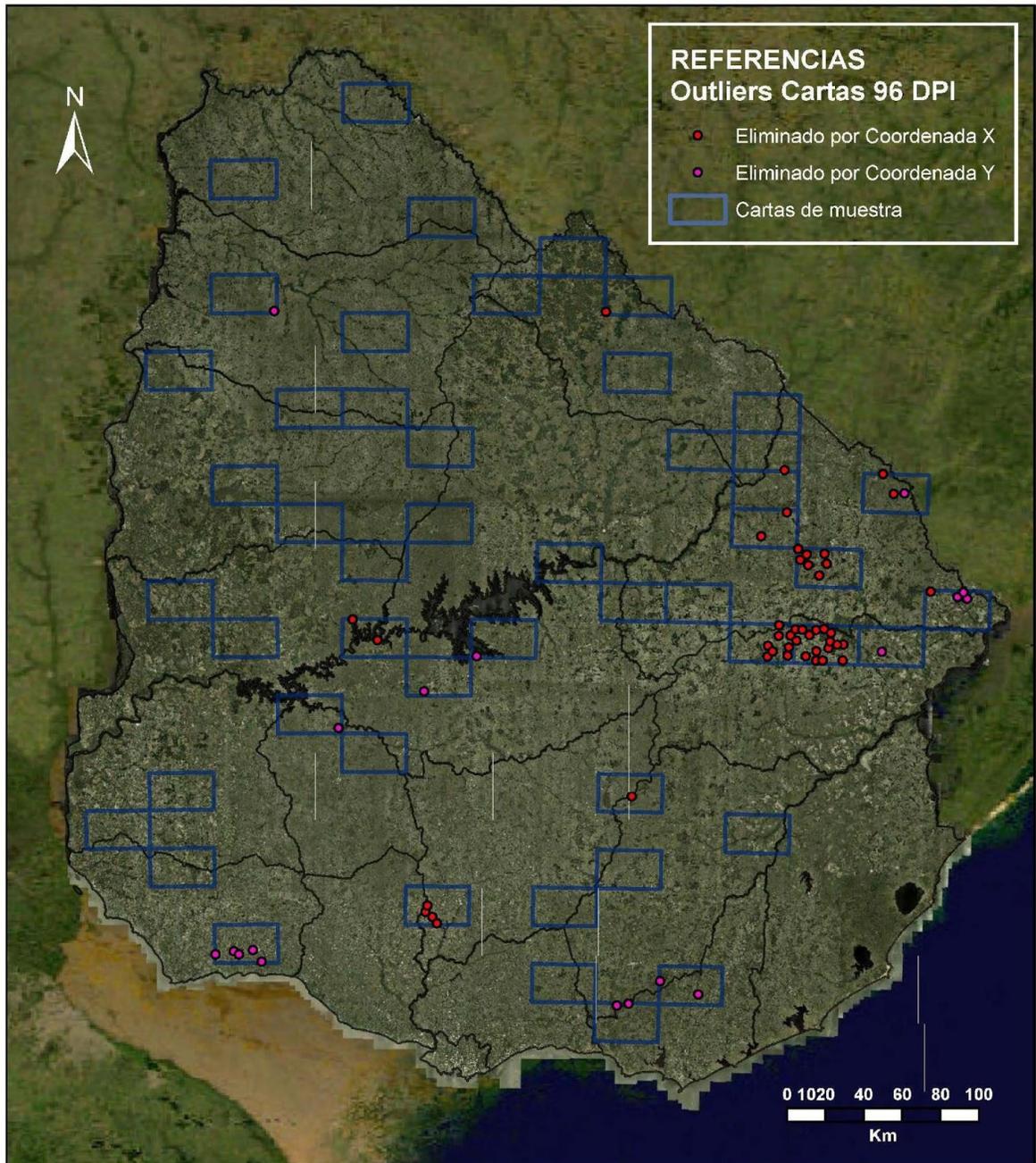


Ilustración 11 - Otlers cartas 96 dpi

Eliminado por coordenada Y - 22 puntos			
Punto	Y muestra	Y control	Dif Y
B17 03	6386495,222	6386570,706	75,484
B17 15	6385566,727	6385642,924	76,197
B17 16	6388919,661	6388992,410	72,749
C14 04	6440614,263	6440682,390	68,127
C18 03	6357972,316	6357914,406	-57,910
D18 15	6363234,696	6363173,218	-61,478
E12 18	6485312,173	6485252,230	-59,943
E23 01	6259554,254	6259498,058	-56,196
F27 09	6188772,327	6188718,446	-53,880
F27 12	6178972,321	6179032,614	60,293
G28 08	6174113,543	6174052,743	-60,800
G28 17	6173163,593	6173093,936	-69,657
H25 26	6218077,944	6218007,166	-70,778
J09 06	6537630,083	6537697,302	67,219
L16 20	6397212,592	6397155,474	-57,118
M20 20	6318106,984	6318051,423	-55,562
N26 07	6201480,273	6201551,548	71,275
N26 13	6202118,620	6202179,615	60,995
N26 15	6199807,417	6199884,151	76,735
N26 18	6195994,564	6196054,420	59,856
N26 20	6199851,131	6199918,439	67,308
N09 19	6535760,344	6535862,284	101,940

Eliminado por coordenada X - 41 puntos								
Punto	X muestra	x control	Dif X		Punto	X muestra	x control	Dif X
B17 12	818434,439	818362,373	-72,066		D18 20	762795,803	762908,593	112,790
C14 17	799113,147	799044,097	-69,050		E15 05	743374,015	743467,774	93,759
D16 02	764221,936	764287,958	66,021		E15 15	747340,478	747412,492	72,014
D16 05	763037,333	763109,564	72,231		E18 01	745586,073	745625,176	39,102
D16 11	754510,986	754584,418	73,432		E18 02	739110,223	739215,707	105,484
D16 14	760281,284	760352,722	71,438		E18 04	739343,112	739440,284	97,172
D16 15	753727,460	753808,627	81,167		E18 09	733515,986	733590,735	74,749
D18 02	755108,247	755231,048	122,802		E18 10	733175,621	733275,784	100,164
D18 04	772924,588	773001,414	76,826		E18 14	735855,681	735965,600	109,919
D18 05	748414,222	748498,047	83,826		E18 20	745286,794	745360,768	73,975
D18 07	753243,248	753336,983	93,735		E18 23	743754,936	743834,896	79,960
D18 08	766468,695	766548,822	80,127		G9 07	649082,190	649007,170	-75,020
D18 09	758782,374	758867,929	85,555		K19 02	550413,503	550346,858	-66,645
D18 10	758608,913	758682,239	73,327		K19 13	546165,201	546093,053	-72,148
D18 11	762054,447	762130,841	76,394		K25 03	554815,495	554890,326	74,831
D18 12	772505,863	772574,622	68,759		K25 04	555848,008	555939,323	91,315
D18 13	747892,790	748002,522	109,732		K25 12	558462,096	558544,223	82,127
D18 14	765137,891	765221,801	83,910		K25 20	560805,534	560883,321	77,788
D18 16	758601,742	758715,825	114,083		L18 05	516844,894	516738,117	-106,777
D18 18	751416,071	751524,384	108,312		L18 06	529788,298	529921,988	133,690
D18 19	769694,161	769772,080	77,918					

Tabla 13 - Outliers cartas 300 dpi

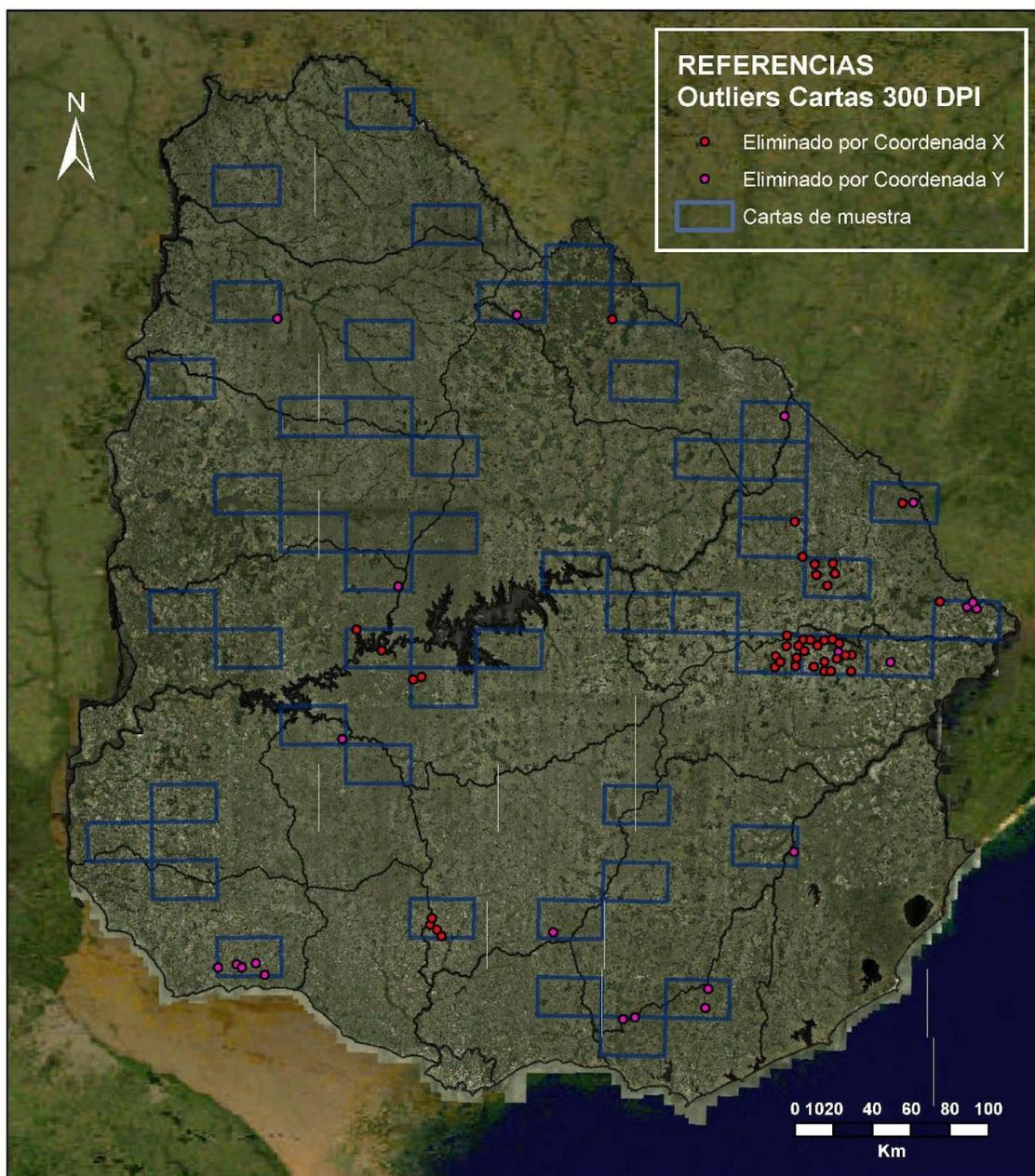


Ilustración 12 - Outliers cartas 300 dpi

Test

A continuación, se presentan los resultados arrojados por el programa ControlCalidad.VS para los test de normalidad, aleatoriedad, sistematismos e independencia.

TEST PARA CARTAS 96		
	X	Y
Normalidad	Rechaza	Acepta
Aleatoriedad	Rechaza	Rechaza
Sistematismos	No supera	Si supera
Independencia	-0,05	

Tabla 14 - Resultados de test aplicados a cartas de 96 dpi

TEST PARA CARTAS 300		
	X	Y
Normalidad	Rechaza	Acepta
Aleatoriedad	Rechaza	Rechaza
Sistematismos	Si supera	Si supera
Independencia	-0,01	

Tabla 15 - Resultados de test aplicados a cartas 300 dpi

Estándar NSSDA

El estándar NSSDA recomienda que se eliminen los outliers y se apliquen los test de normalidad y aleatoriedad de la muestra antes de su cálculo, pero no especifica que procedimiento seguir en caso de que los resultados de estos test no sean los esperados, de igual manera, el estándar puede ser calculado.

NSSDA	
Cartas 96	56 metros
Cartas 300	52 metros

Tabla 16 - Resultado estándar NSSDA

NSSDA (Sin eliminar outliers)	
Cartas 96	64 metros
Cartas 300	67 metros

Tabla 17 - Resultado estándar NSSDA sin eliminar outliers

7. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Respecto al presente trabajo, durante la realización de toma de puntos y posterior análisis se desprenden diversas observaciones.

Una de ellas deriva de los grandes cambios producto del paso del tiempo entre ambos vuelos, esto aumentó la dificultad al momento de seleccionar pares de puntos homólogos.

Los cambios más significativos se dieron en la zona Este del país donde hoy en día la producción agrícola, básicamente arrocera, ha modificado considerablemente la zona. Por otro lado, en la zona Oeste del País, se observaron cambios en la extensión de los campos, pasando a ser de mayor superficie debido a la fusión de éstos, lo que implica la ausencia de los alambrados marcados en la carta.

Como era de esperar, las cartas de 96 dpi de resolución significaron una mayor dificultad en cuanto a la ubicación de los puntos homólogos, ya que en determinadas zonas donde había varias entidades juntas, no se reconocían los límites entre ellas.

En ambas resoluciones, si bien algunos puntos outliers difieren, se destaca que la mayoría mantiene una tendencia en cuanto a su ubicación, pero al no realizar el estudio en las 300 cartas no sería correcto concluir si esto se debe a la georreferenciación, a la proyección o a otro motivo.

En relación a los test realizados llama considerablemente la atención el hecho de que en su mayoría se rechazaran, tanto para "X" como para "Y" en ambas resoluciones. Como se puede observar en el apartado antecedentes, esta situación se da en la carta J-28 según el informe del Ing. Rodolfo Méndez Baillo y el Dr. Ing. Carlos López Vázquez, mientras que en el informe del Ing. Bermudez todos los test son aceptados. El estándar NSSDA no especifica que procedimiento seguir en caso de que los resultados de estos test no sean los esperados, por lo tanto, igual se realizó su cálculo.

De forma comparativa con los antecedentes se depende notoriamente las diferencias en cuanto a los resultados NSSDA. En el informe *"Evaluación de la exactitud posicional horizontal y vertical de la Cartografía Oficial a escala 1:50000"* el valor del NSSDA es de 100 metros, si bien a este resultado se llega aplicando un método distinto al del presente proyecto, lo que se compara son los valores obtenidos, los cuales deberían ser similares ya que las cartas digitales son un derivado de las de papel.

Por otro lado, en el texto *"Evaluación de la calidad posicional de conjuntos de datos geográficos"* el cálculo de la exactitud posicional arroja un valor de 83 metros. Tomando en cuenta los resultados obtenidos en el presente proyecto (56m y 52m para 96 y 300dpi respectivamente) se destaca los valores menores a los antes mencionados. Esto podría deberse a la extensión del análisis abarcando una realidad de cartas y formas de producción más representativa, pudiendo depender los resultados anteriores de la zona en la que se realizaron los estudios.

En general se puede concluir que los objetivos planteados en un principio fueron cumplidos, logrando obtener un valor satisfactorio del NSSDA para un tamaño muestral representativo para todo el país en sus dos resoluciones.

Si bien hay una diferencia entre los resultados para ambas resoluciones, no resulta significativo para concluir que ello se deba a la forma en la que se georreferenciaron ya que la precisión está ligada a la resolución (tamaño de la celda) y podría ser la causa de valores distintos.

Como consecuencia de todo lo anterior, se abren varias posibles líneas de investigación:

- Extender el estudio de la exactitud posicional planimétrica absoluta al total de cartas, ya que parecería que cuanto mayor es la muestra, mejor es el resultado obtenido
- Outliers: Debido a la concentración de estos puntos, se podría realizar un estudio más profundo de esta concentración.
- Realizar el estudio carta a carta para determinar la calidad en cuanto a la georreferenciación.
- Realizar el estudio tomando las zonas según el método de aerotriangulación utilizado para generar las cartas papel y de esta forma determinar si influye en el resultado de la calidad.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Ariza F.J. (2009). Calidad de la IG: Introducción. En la 2ª Edición del Curso de Experto Universitario en Evaluación de la Información Geográfica, Universidad de Jaén, Jaén.
- Ariza López, F. (2002). Calidad en la producción cartográfica. Ra-ma.
- Ariza López, F., Amor Pulido, R., & García Balboa, J. (2004). Casos prácticos de calidad en la producción cartográfica. Universidad de Jaén.
- Ariza López, Francisco Javier y García Balboa, José Luis (2010). “Evaluación de las componentes de la calidad de la información geográfica”. En Título de Experto Universitario en Evaluación de la Calidad de la Información Geográfica (2ª Edición). Universidad de Jaén, España.
- Ariza-López F.J., García-Balboa, J.L., Rodríguez-Avi, J., Robledo J., (2018). Guía general para la evaluación de la exactitud posicional de datos espaciales. Proyecto: Propuesta de adopción de metodologías y procedimientos empleados para la evaluación de la calidad de la información geográfica para los Estados Miembros del IPGH (Proyectos Panamericanos de Asistencia Técnica –2018 "Agenda del IPGH 2010- 2020"). Montevideo.
- ASALE, R. (2020). calidad | Diccionario de la lengua española. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. Recuperado el 10 de noviembre de 2020, de <https://dle.rae.es/calidad#6nVpk8P>.
- AT. (n.d.). Uruguay en digital, se renueva la cartografía nacional. Recuperado el 11 de noviembre de 2020, de Wwww.at.uy website: <https://www.at.uy/novedades/uruguay-en-digital-se-renueva-la-cartografia-nacional/>
- Bermúdez, H. (2019). Evaluación de la calidad posicional de conjuntos de datos geográficos - Línea de base para la cuantificación de la mejora. Montevideo.
- Calderón, L. (2018). Materiales del curso Introducción a los datos espaciales y Sistemas de Información Geográfica. Montevideo: Facultad de Ingeniería.
- Finaliza vuelo que realizó el vuelo para relevamiento fotográfico de Uruguay. (n.d.). Recuperado el 11 de noviembre de 2020, de Gub.uy website: <https://www.gub.uy/infraestructura-datos->

espaciales/comunicacion/noticias/finaliza-vuelo-realizo-vuelo-para-relevamiento-fotografico-uruguay

- IDEUy. Visualizador.ide.uy. (2020). Recuperado el 20 noviembre de 2020, de <https://visualizador.ide.uy/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/metadata/8704a06e-149c-4b4d-9374-7fbd4a82baff>.
- IGM (2013). Historia del Servicio Geográfico Militar. IGM.
- Méndez Baíllo, Rodolfo y López Vázquez, Carlos (2010). "Evaluación de exactitud posicional horizontal y vertical de la Cartografía Oficial a escala 1:50000". I Congreso Uruguayo de Infraestructura de Datos Espaciales. ISBN 978-9974-8191-9-1.
- Mosaico de Imágenes Digitales de Cobertura Nacional. (n.d.). Retrieved Winter 11, 2020, from Ide.uy website: <https://visualizador.ide.uy/geonetwork/srv/api/records/8704a06e-149c-4b4d-9374-7fbd4a82baff>
- MPLMIC (1999). Positional Accuracy Handbook: Using the National Standard for Spatial Data Accuracy to measure and report geographic data quality. Minnesota Planning Land Management Information Center. https://www.mngeo.state.mn.us/pdf/1999/lmic/nssda_o.pdf
- Pampillón, J. y Kellner, F (2020). Entrevista sobre PCN50 [En Persona]. Instituto Geográfico Militar.
- Suárez, N. (2018). Materiales del curso "Producción Cartográfica". Montevideo: Instituto Geográfico Militar - Facultad de Ingeniería.

ANEXOS

Proyecto final de carrera – Tecnólogo en Cartografía

**GUIA PARA TOMA DE PUNTOS HOMÓLOGOS PARA
CONTROL POSICIONAL: CARTAS DIGITALES PCN50**

ANALÍ MAS

||

JESSICA SILVA

**Facultad de Ingeniería
Instituto de Agrimensura**

MONTEVIDEO

2020

Nota: El software GIS a utilizar queda a elección de cada uno, para la elaboración de esta guía se utilizará ArcGIS. En cualquier software la proyección será WGS84-UTM 21S (EPSG 32721)

1. WMTS

a. Obtención de dirección

Visualizador IDE (<https://www.gub.uy/infraestructura-datos-espaciales/>) → Orto imágenes → Mosaico Nacional → Metadatos → copiar dirección

The image shows two screenshots from the IDE website. The top screenshot is the homepage, where the 'Visualizador' button is highlighted with a red box. The bottom screenshot shows the application interface with a layer list on the left and a metadata panel on the right. In the layer list, 'Mosaico Nacional' and 'Metadatos' are highlighted with red boxes. In the metadata panel, the WMTS URL is highlighted with a red box.

Infraestructura de Datos Espaciales de Uruguay
IDE

Buscar en IDE

Institucional Políticas y Gestión Trámites y Servicios Comunicación

¡Si podés quedarte en casa!
Toda la información de los trámites y servicios en línea

Plan Nacional Coronavirus
Accedé a toda la información oficial

Emergencia Sanitaria
Medidas para personas y empresas

Visualizador Ciudadanía Información técnica

Datos y Servicios
Visualizador

ideuy Infraestructura de Datos Espaciales

Catastro (DINC)

Ortoimágenes 2017-2018 (IDEuy)

- Grilla Urbana
- Grilla Nacional
- Mosaico Urbano
- Mosaico Nacional**
- Metadatos
- Mosaico Infrarrojo Urbano

Metacalidad

Zoom a la capa

Opacidad 100%

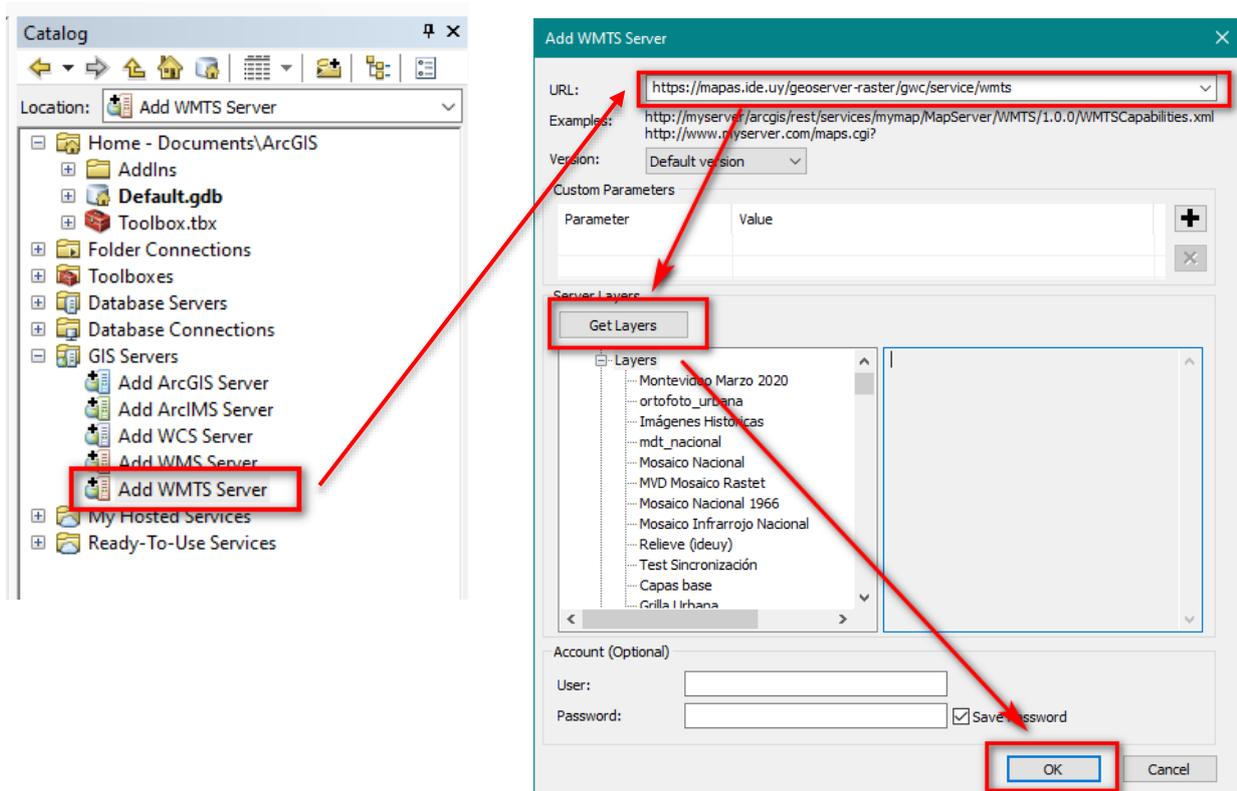
Swipe 0% - 100%

Descargas y enlaces

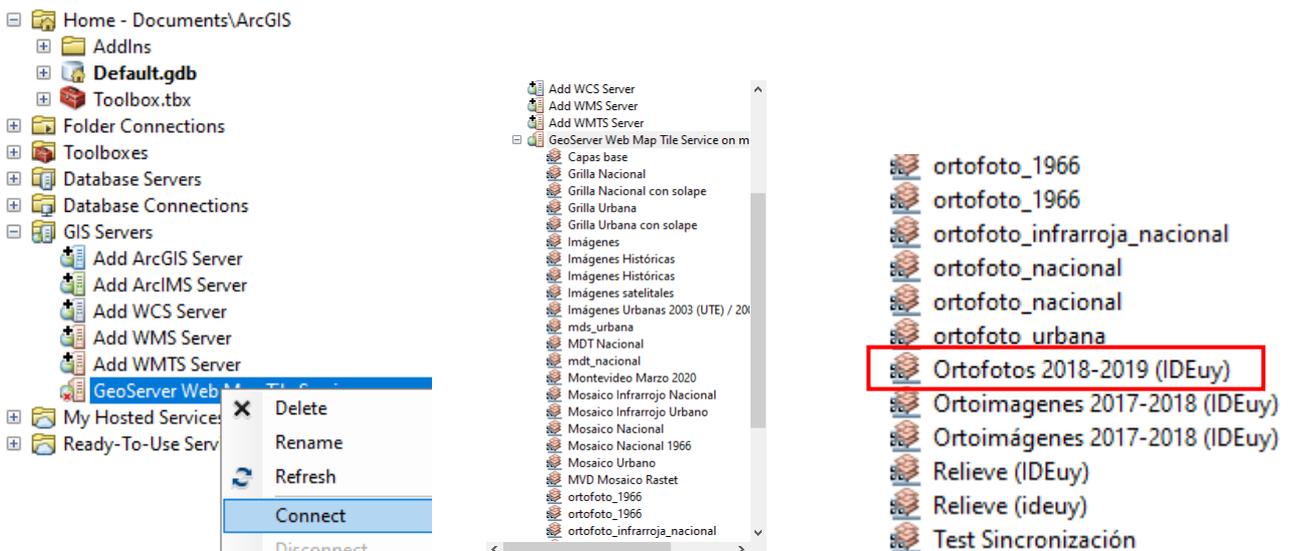
- ortofoto_nacional
Mosaico Nacional
Este conjunto de datos se ha publicado en el servicio de visualización (WMS) disponible en <https://mapas.ide.uy/geoserver-raster/ortofotos/wms> con el nombre de capa **ortofoto_nacional**
- ortofotos:ortofoto_nacional**
Este conjunto de datos se publica en el servicio de visualización (WMTS) disponible en <https://mapas.ide.uy/geoserver-raster/gwc/service/wmts> con identificador **< / strong>**.

b. Carga de WMTS en GIS

Proyecto ArcGIS → Catalog → GIS Server → Add WMTS Server → ingresar dirección



→ Conectar WMTS → desplegar y cargar orto fotos



2. Descarga Shp y cartas

En la página de EVA se cargarán las carpetas, con el nombre de la carta, en cada una de ella se encontrará:

- Carta 96 dpi
- Carta 300 dpi
- Shp de puntos Muestra aleatoria
- Shp de área de influencia
- Shp de puntos muestra
- Shp de punto para control

3. Carga de datos al GIS y creación de Shp

IMPORTANTE: Antes de cambiar los datos y crear nuevas capas se debe analizar con los puntos aleatorios y el área de influencia de éstos si son ubicables al menos 20 de los 30 puntos, ya que ese es el mínimo por carta para poder hacer el análisis posterior. Si no es posible ubicar 20 puntos, se descarta la carta y se debe seleccionar otra o solicitar una de las cartas de respaldo a las responsables del proyecto.



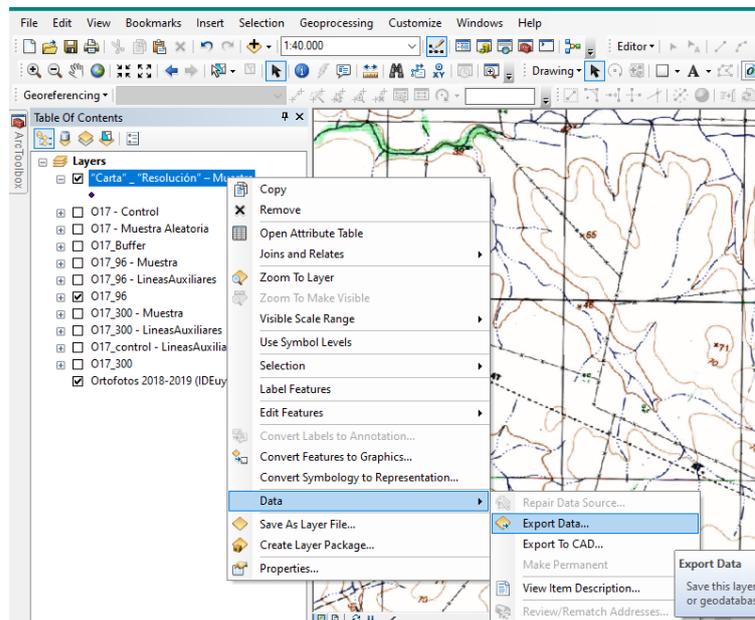
En el GIS, es necesario cambiar el nombre de los Shp y ajustarlo al nombre de la carta. En la carpeta descargada se encontrarán las cartas en las 2 Resoluciones, los puntos de muestra y su buffer; y el shp genéricos de la forma “Carta” _ “Resolución” – Muestra, los datos en “—“son lo que se deben ajustar

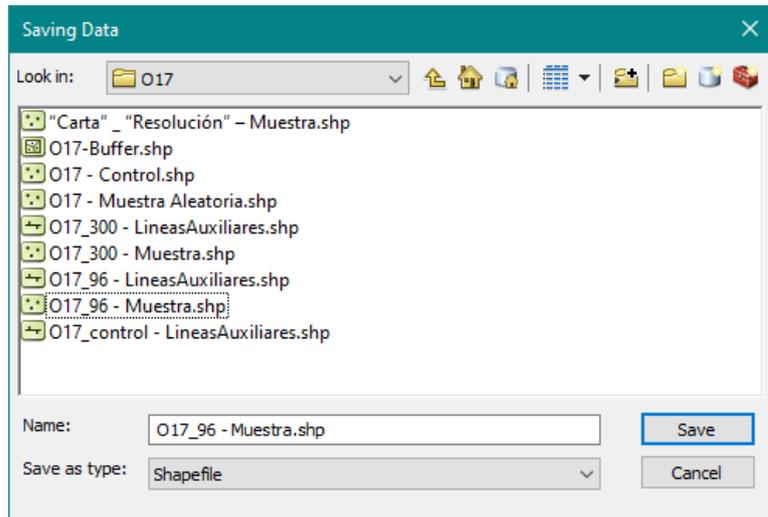
A modo de ejemplo se toma la carta O-17.

Shp de puntos para carta 96 dpi → O17_96 - Muestra

Shp de punto para carta 300 dpi → O17_300 - Muestra

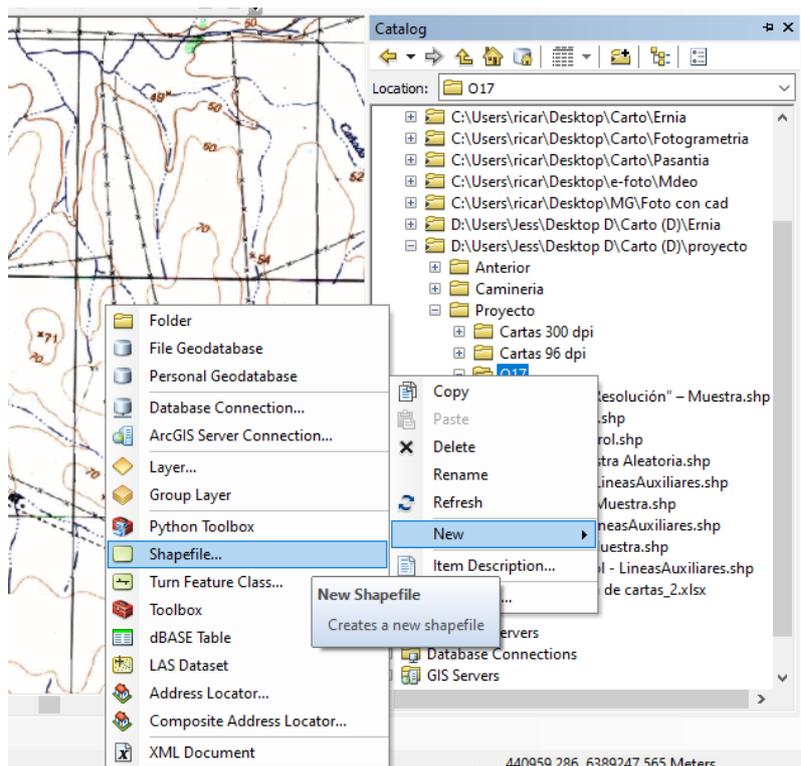
Shp de punto para control → O17 – Control



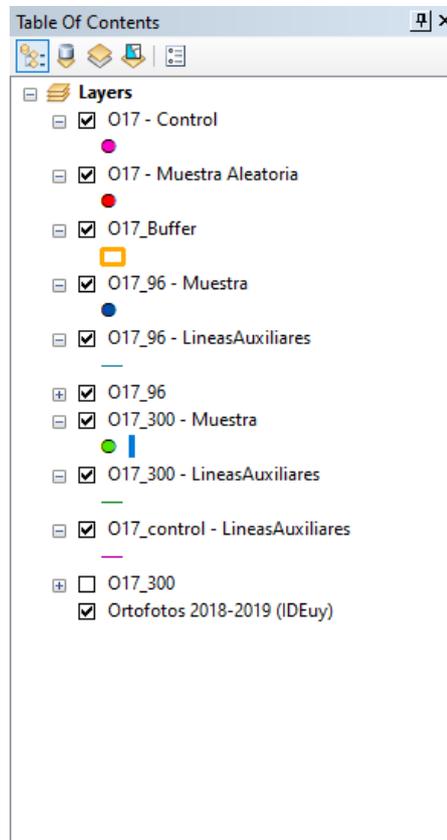
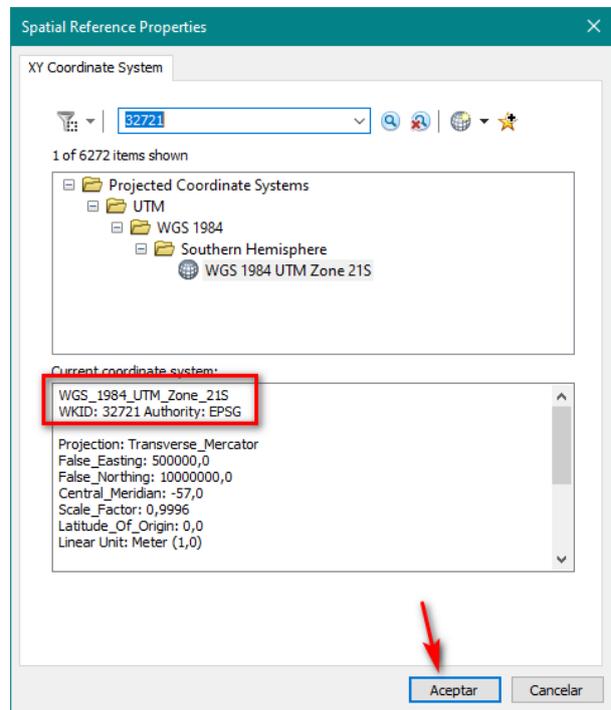
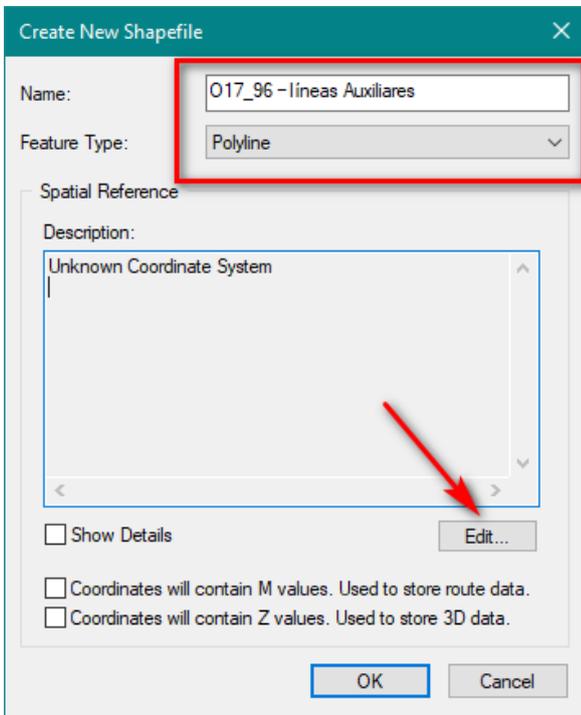


Se debe crear el shp de líneas auxiliares solo en el caso de ser necesario, por ejemplo, si se va a utilizar el eje de cruce en calles. En ese caso se creará una capa del tipo línea y según el ejemplo anterior deberán llamarse O17_96 – líneas Auxiliares, O17_300 – Líneas auxiliares y O17_control – Líneas auxiliares según el punto que se esté tomando.

Para crear el shp, vamos a la pestaña catalogo → Seleccionamos carpeta donde vamos a crear el shape → clic derecho → new → shapefile



Asignamos el nombre y tipo de entidad →edit →seleccionamos sistema de coordenada



4. Toma de puntos

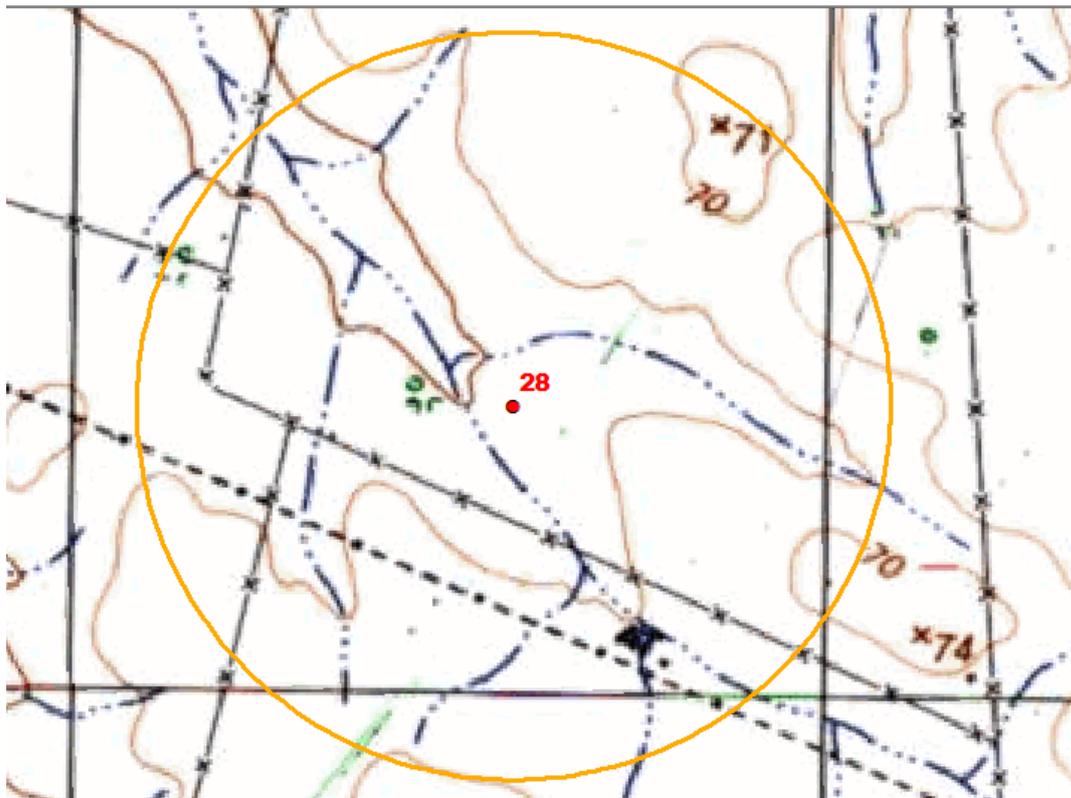
Los puntos aleatorios cuentan con un área de influencia de 2 km. Dentro de esa área se deberá determinar si es posible encontrar un punto homólogo, tanto en las cartas como en el terreno. En caso de más de una ubicación posible, el orden de prioridad es el siguiente:

1. Cruce entre vías de comunicación
2. Cruce entre caminos/rutas con arroyo/rio
3. Cruce y quiebre de alambrados

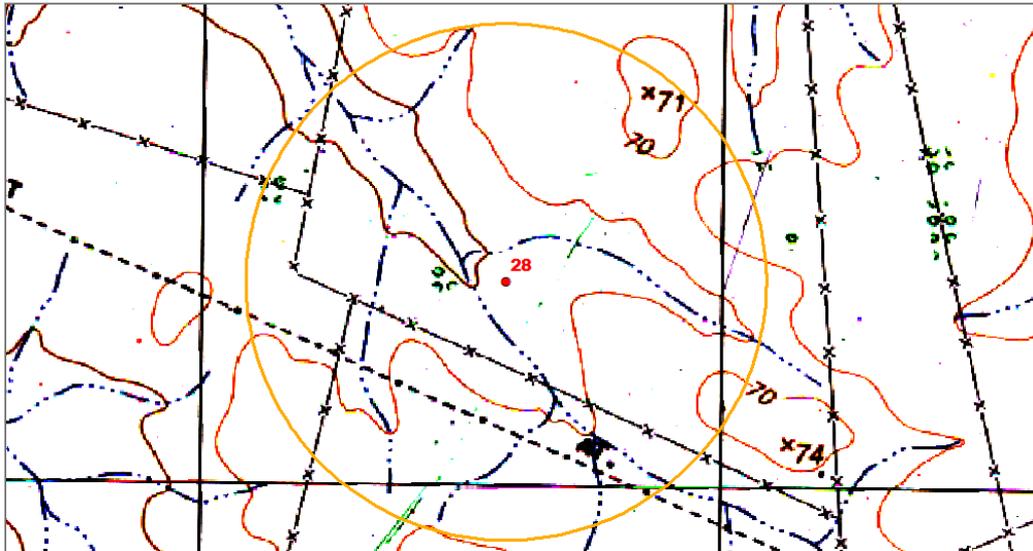


Escala:

- Toma de punto en cartas 96 y 300 dpi → de 2000 a 3000, preferentemente 2000 pero si es necesario tener una vision mas general se puede usar hasta 3000
- Toma de puntos en foto: 200 a 500, de preferencia lo mas cercano a 200 pero si es necesario hacer lineas auxiliares o tener una vision mas general se puede usar hasta 500

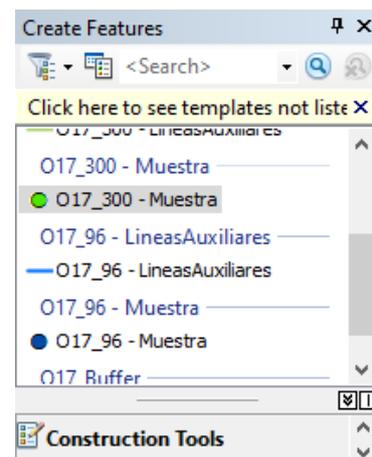
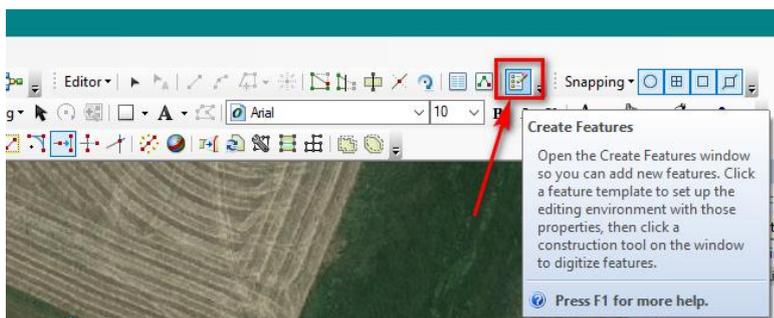


1 - Carta 96dpi

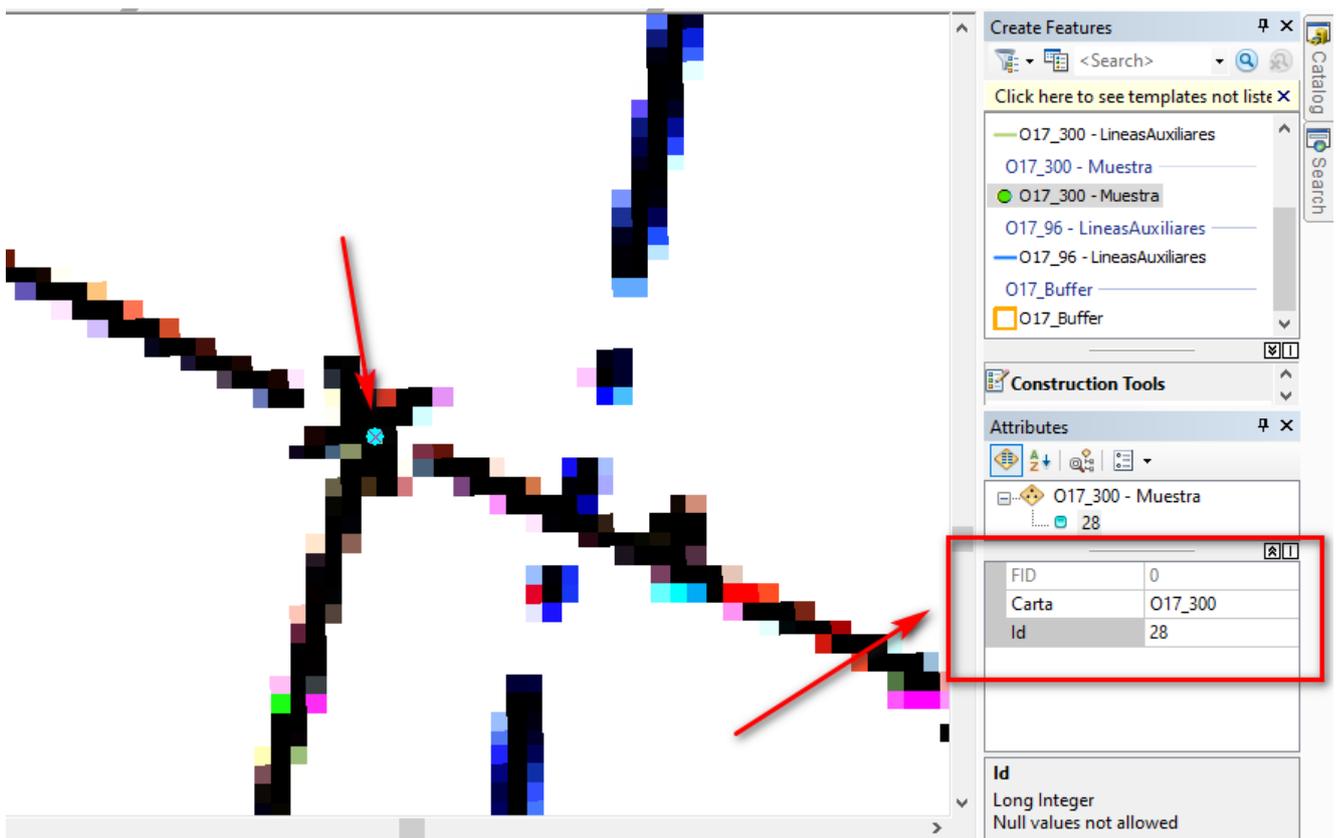
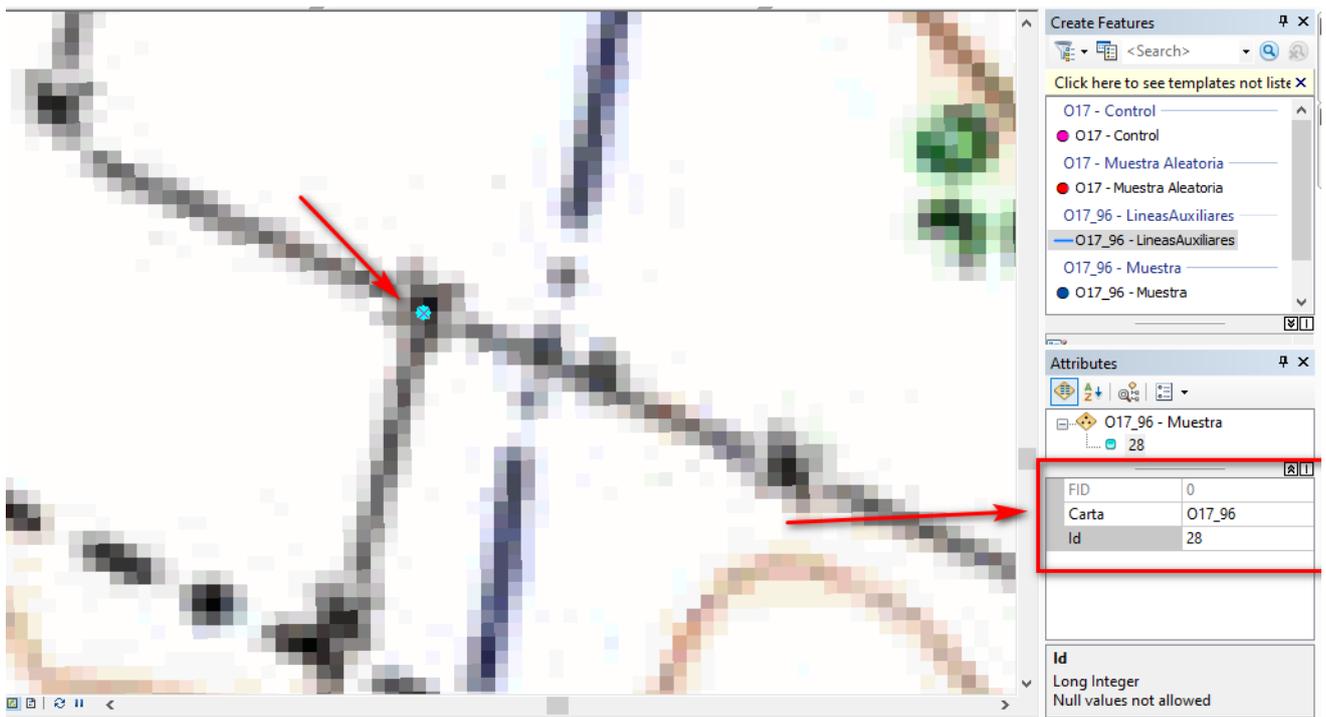


Carta 300 dpi

Para generar los puntos se debe iniciar la edición → Create feature → seleccionar capa en la cual se va a dibujar

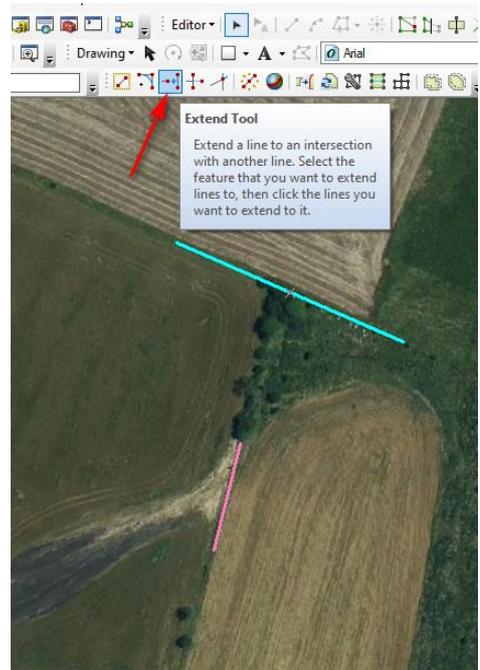


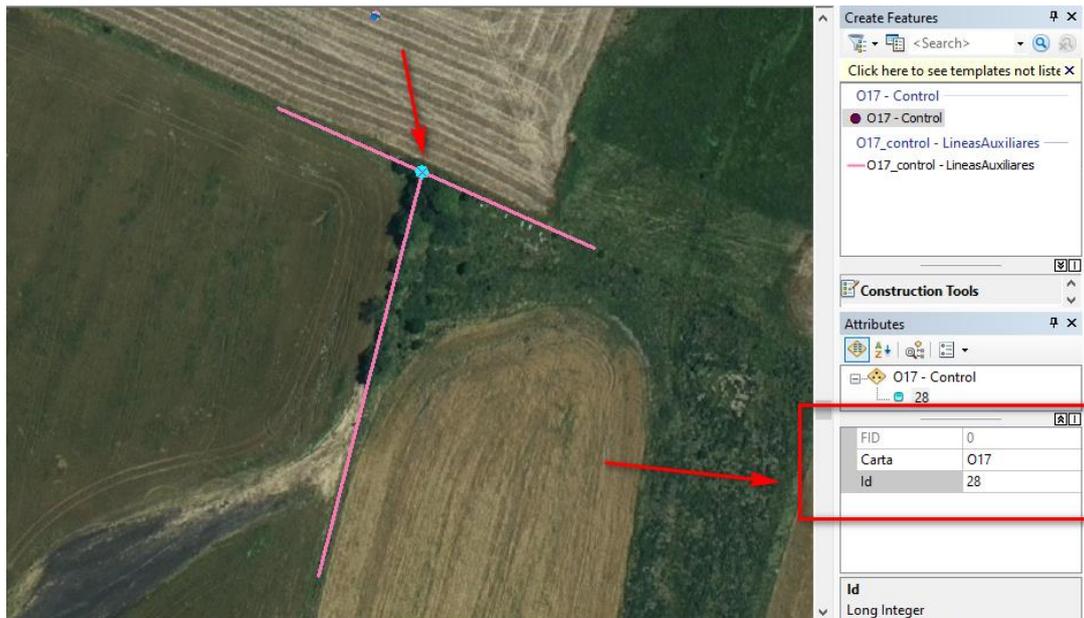
Luego de marcar el punto se debe completar los campos Carta (nombre de carta_resolución) e ID (numero de punto según muestra aleatoria) de la tabla de atributos



En este caso se utilizaron líneas auxiliares para determinar el punto de cruce de los 2 alambres, dado que en ese punto no lograba verse por la vegetación, pero a una escala menor se distinguía a la perfección el recorrido del alambre. Para esto se utilizó la herramienta extend, se selecciona la línea hasta la cual queremos llegar y se activa la

herramienta, y después tocamos el vértice que queremos extender. Se genera la intersección donde pondremos el punto de control.





Luego de tomar cada punto se recomienda guardar las modificaciones (**Editor → Save Edits**) y **periódicamente guardar el archivo** para evitar perder el trabajo realizado.



Proyecto final de carrera – Tecnólogo en Cartografía

TUTORIAL PARA DEFINIR PUNTOS HOMÓLOGOS EN EL PLAN CARTOGRÁFICO NACIONAL ESCALA 1:50000

-Ejemplos en resolución 96 y 300-

Jessica Silva -Analí Mas

Facultad de Ingeniería

Instituto de Agrimensura

Montevideo 2020

Índice

1. Alambrados	3
1.1. Cruces de alambrados	3
1.2. Quiebres de alambrados.....	5
1.3. Cruces de alambrados y caminaría	6
2. Cruces entre vías de Comunicación	8
2.1. Caminos y rutas.....	10
2.2. Caminos y vías férreas	12
2.3. Rutas y vías férreas.....	13
2.4. Ciudades.....	14
3. Cruces de caminos , rutas con arroyos y ríos (puentes).....	16

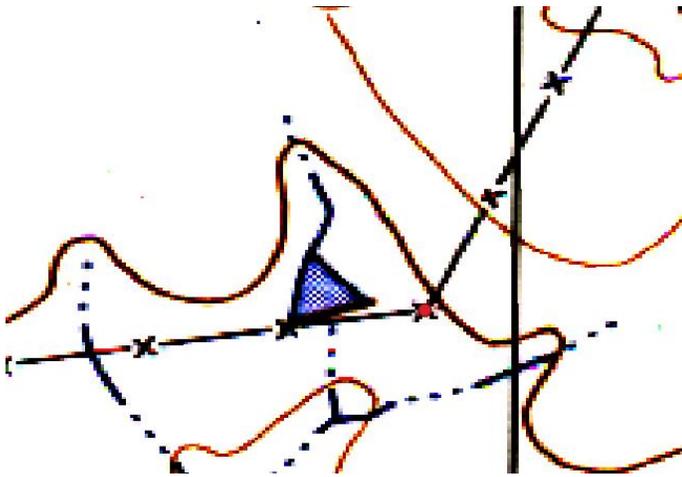
En este tutorial se mostrarán ejemplos de los distintos puntos que se encontraran en este proyecto.

Para la digitalización del punto se especifican las siguientes escalas:

- Escala para el punto de muestra: Entre 1:2000-1:3000
- Escala para el punto en la imagen: Entre 1:200 - 1:500

1. Alambrados

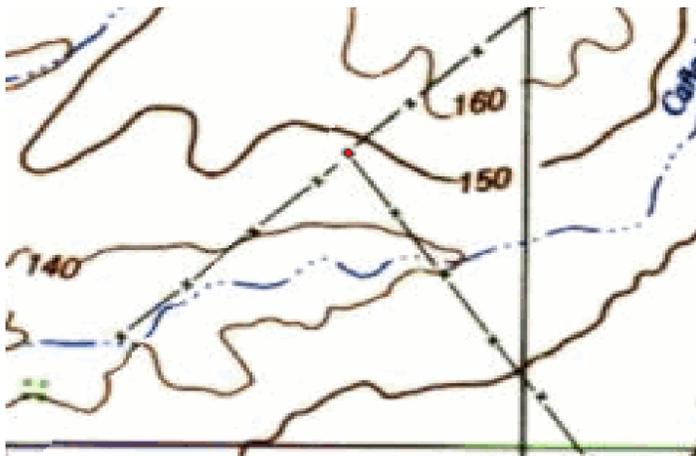
La realidad de los alambrados hoy día puede diferir con la representada en las cartas, por lo tanto de no distinguir el alambrado, el punto será objeto de descarte, por ejemplo:



1.1. Cruces de alambrados

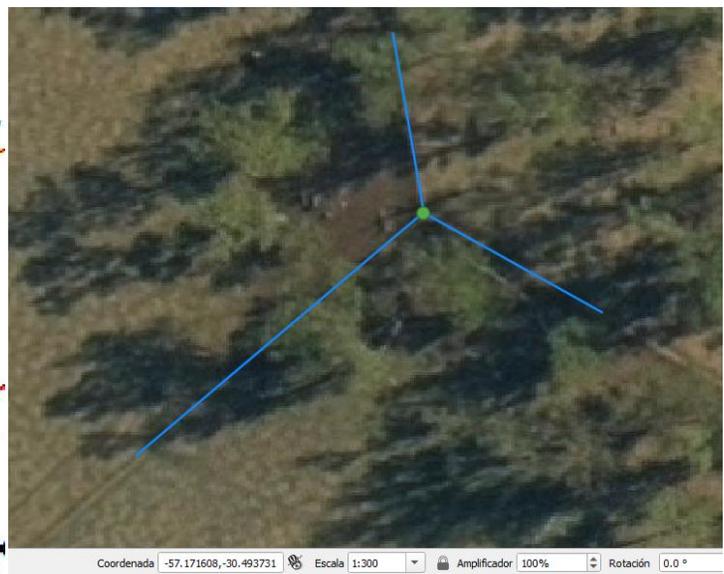
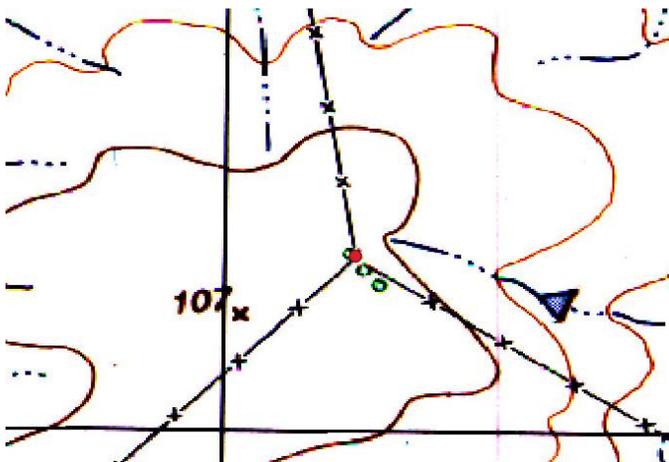
Para esta situación se determinara el punto de control en la intersección de los alambrados.

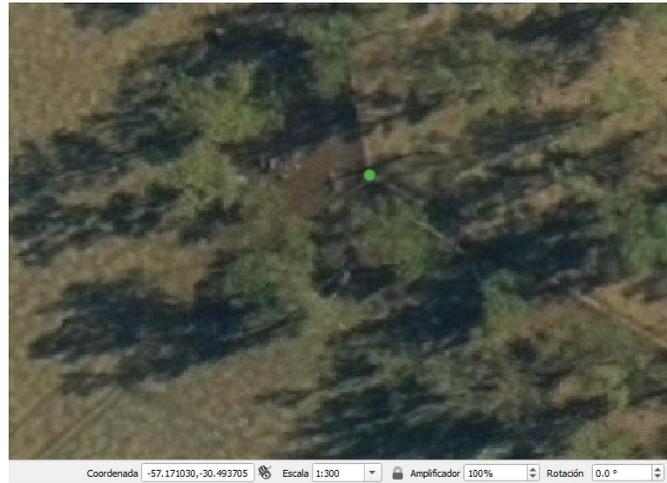
- Carta L4 resolución 96





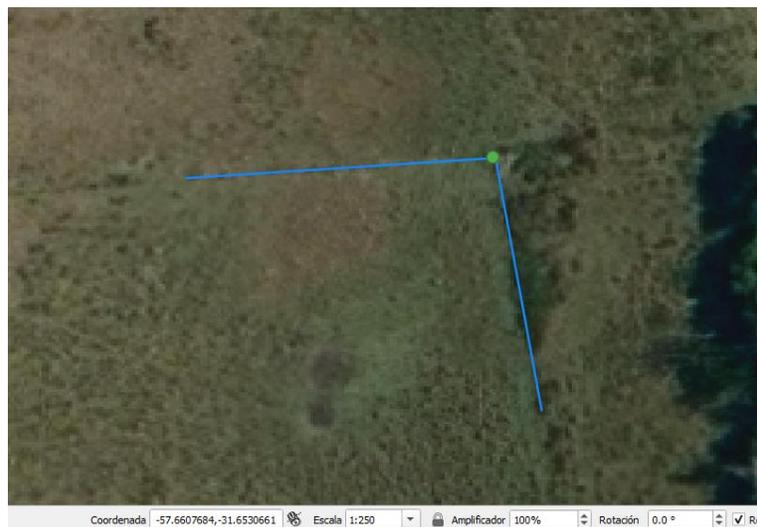
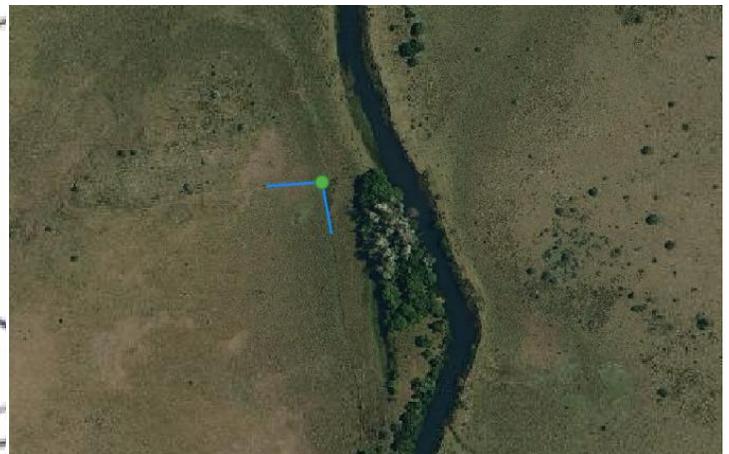
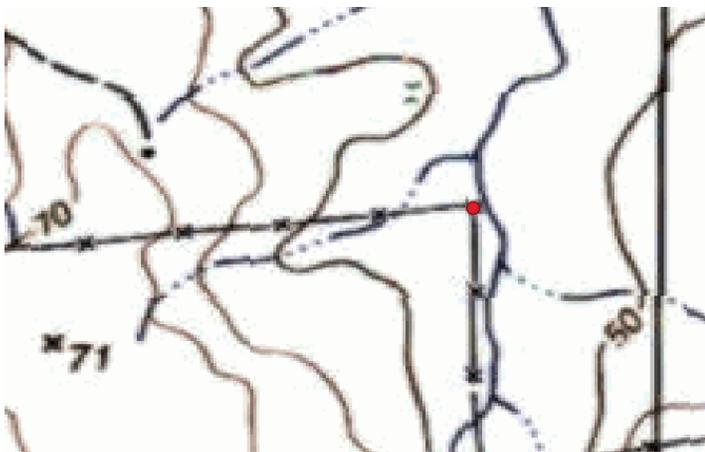
➤ Carta M5 resolución 300



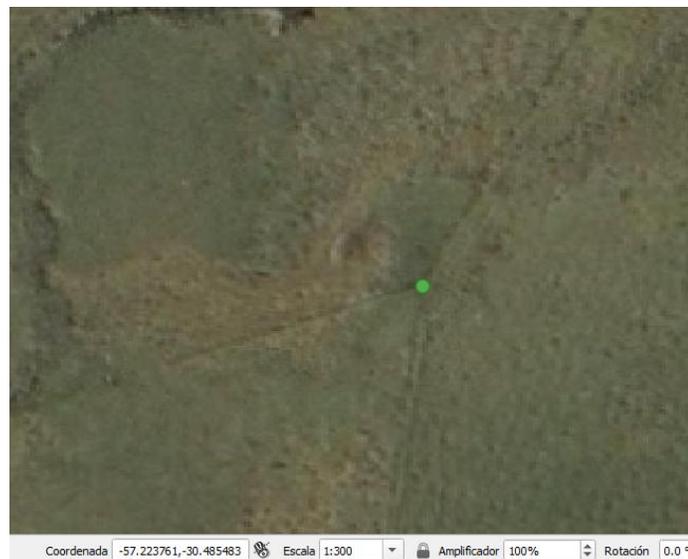
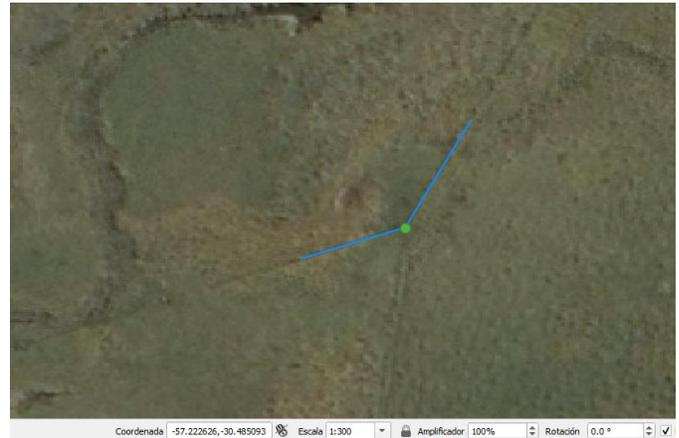
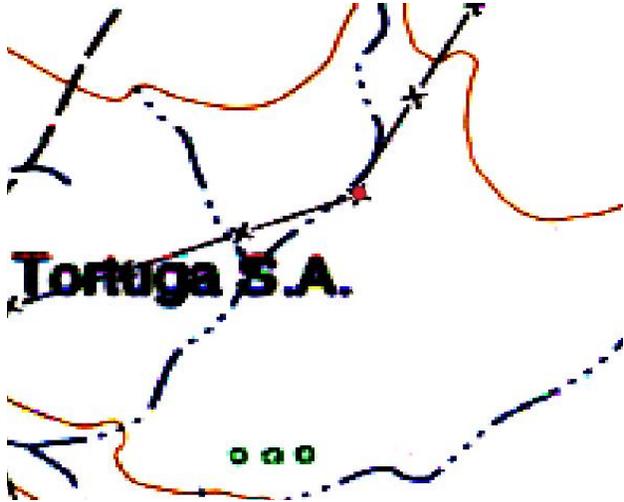


1.2. Quiebres de alambrados

➤ Carta O11 resolución 96



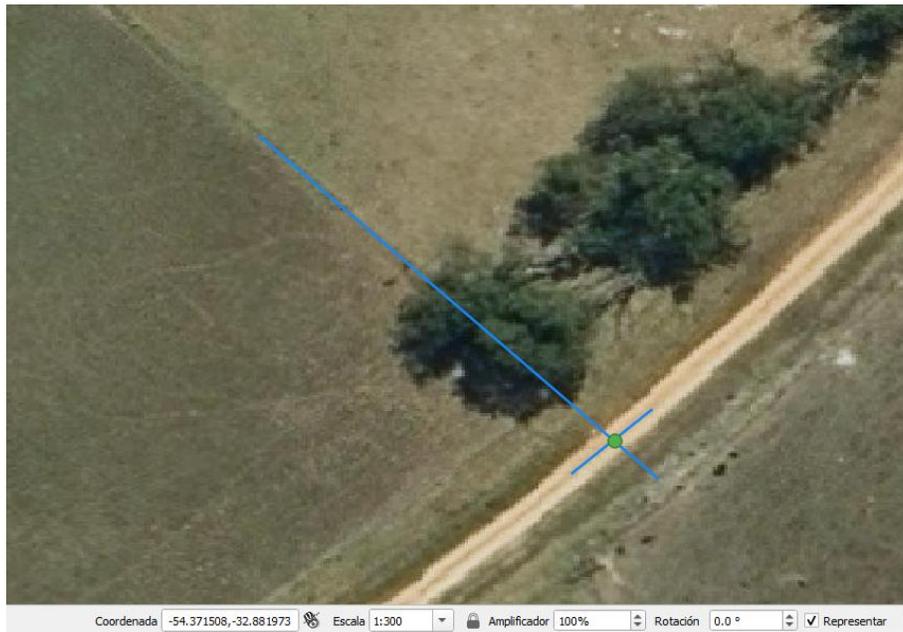
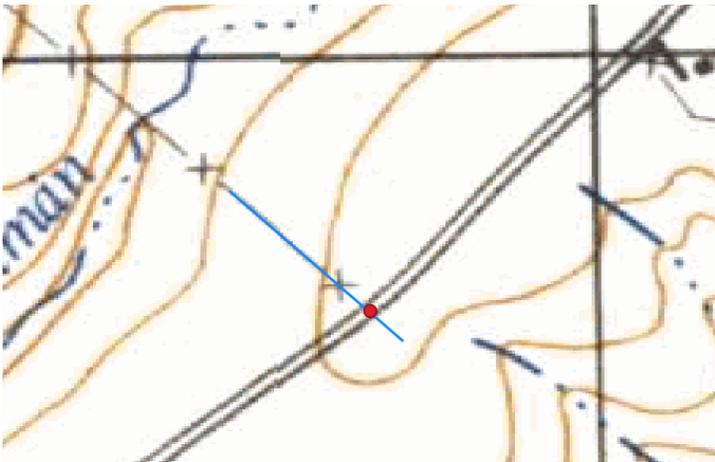
➤ Carta M5 resolución 300



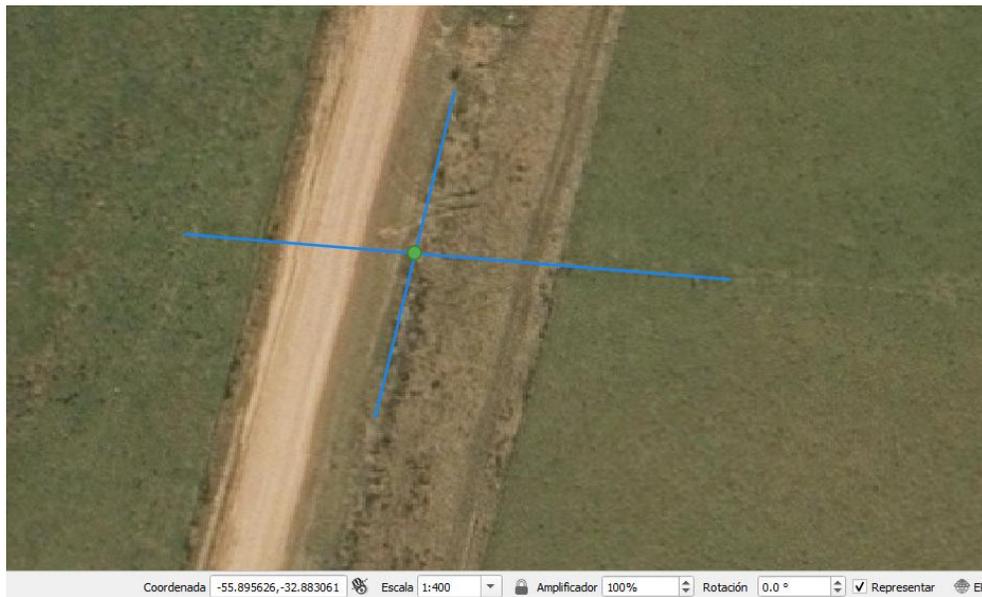
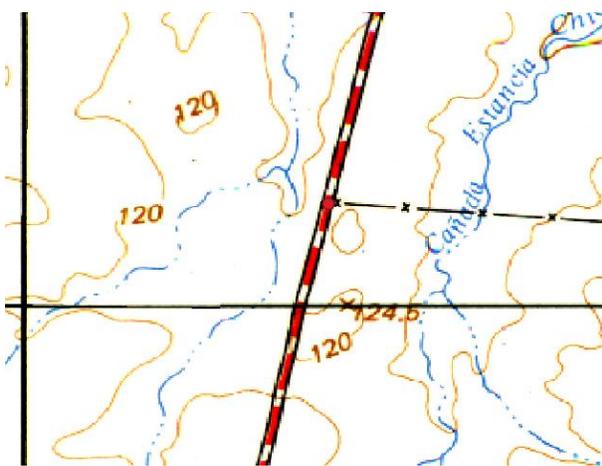
1.3. Cruces de alambrados y caminaria

El punto queda definido entre la intersección de la continuación del alambrado y el eje de la vía de comunicación.

➤ Carta E18 resolución 96



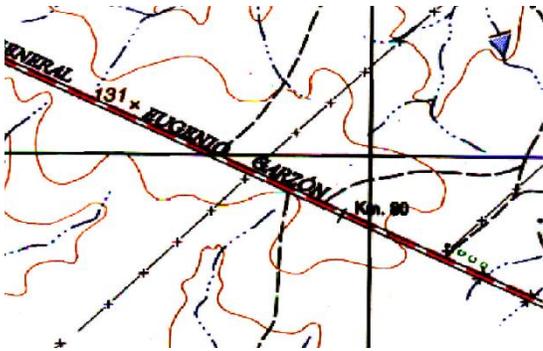
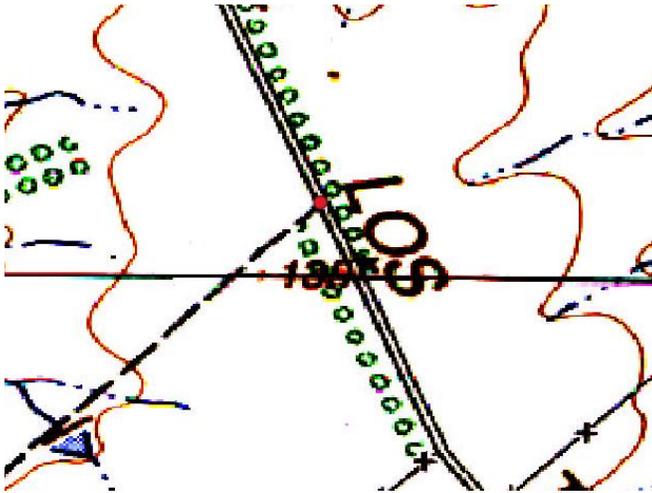
➤ Carta J18 resolución 300



2. Cruces entre vías de Comunicación

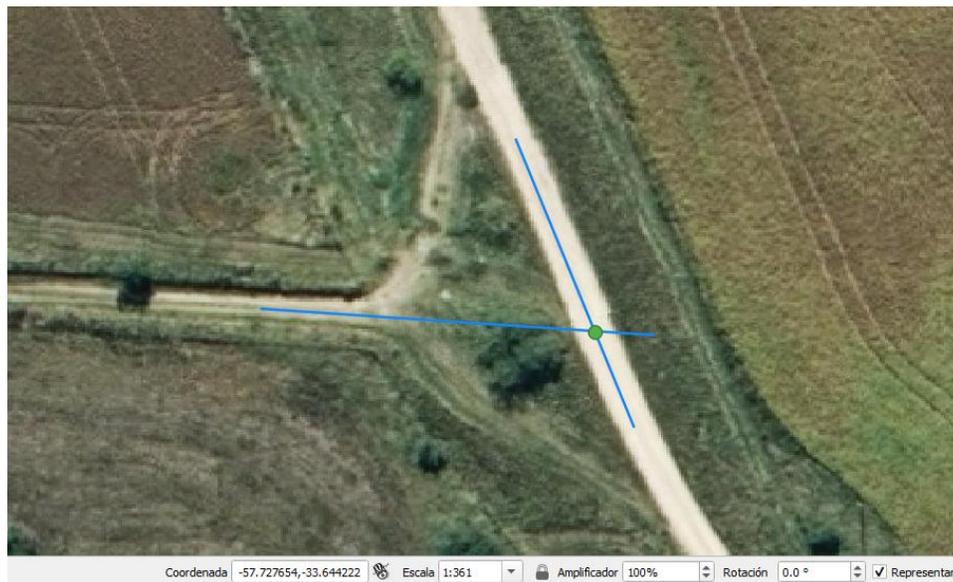
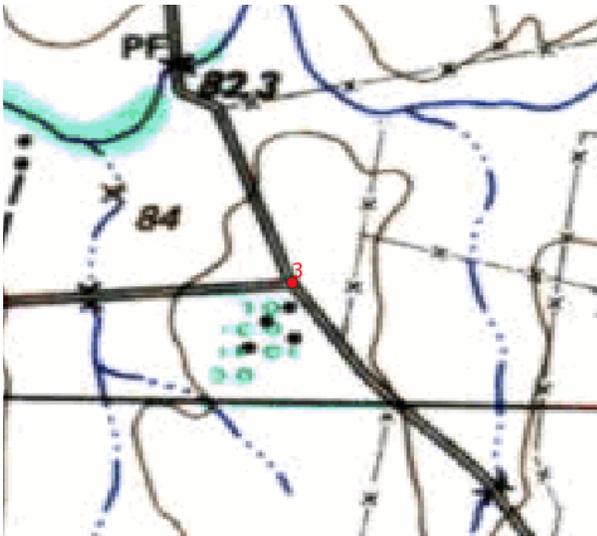
El punto de control será la intersección de los ejes de la vía de comunicación en cuestión.

Una de las situaciones a destacar es la de las sendas vehiculares a campo traviesa. Estas puede que no se reconozcan a la fecha de hoy en imagen, por lo tanto incurren en un posible descarte.

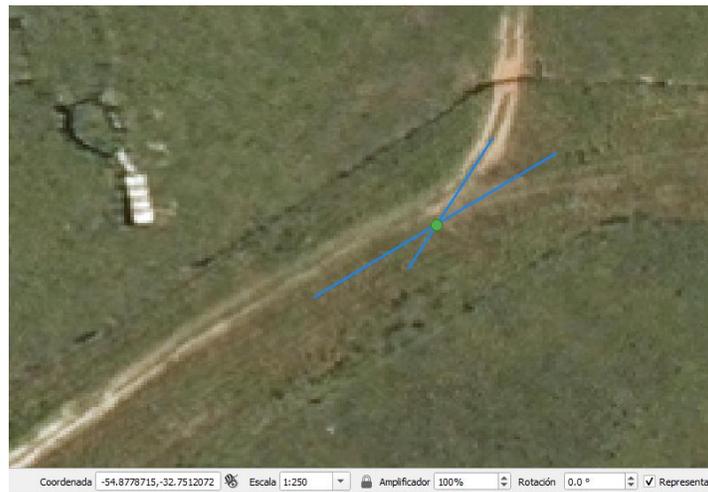


2.1. Caminos, rutas y vías férreas

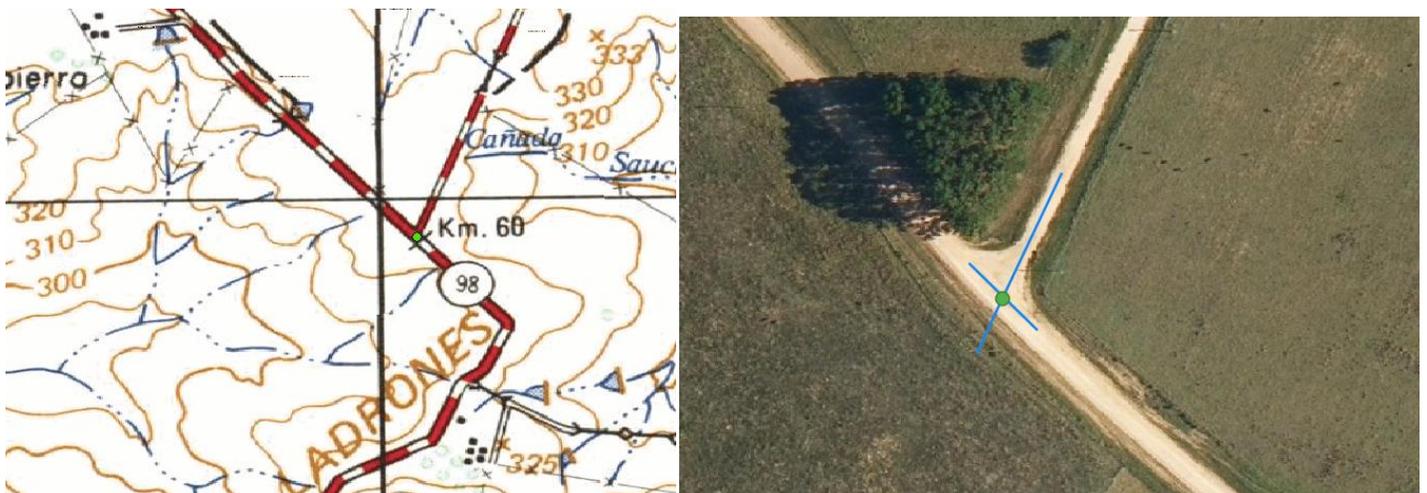
- Carta O22 resolución 96 (analizar caso)



➤ Carta F17 resolución 96



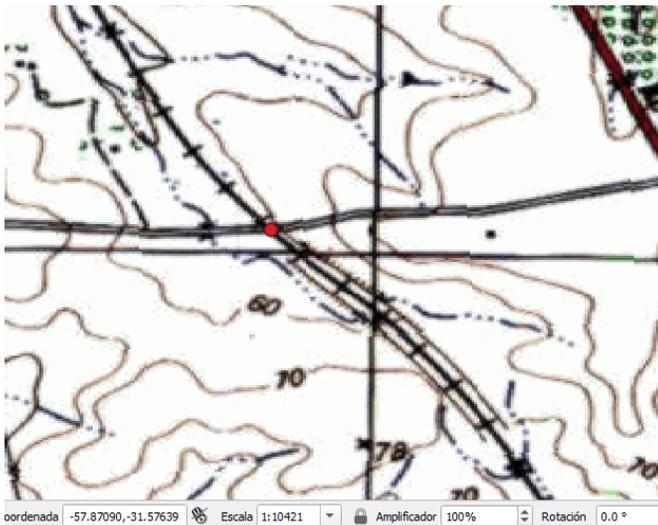
➤ Carta E18 resolución 96

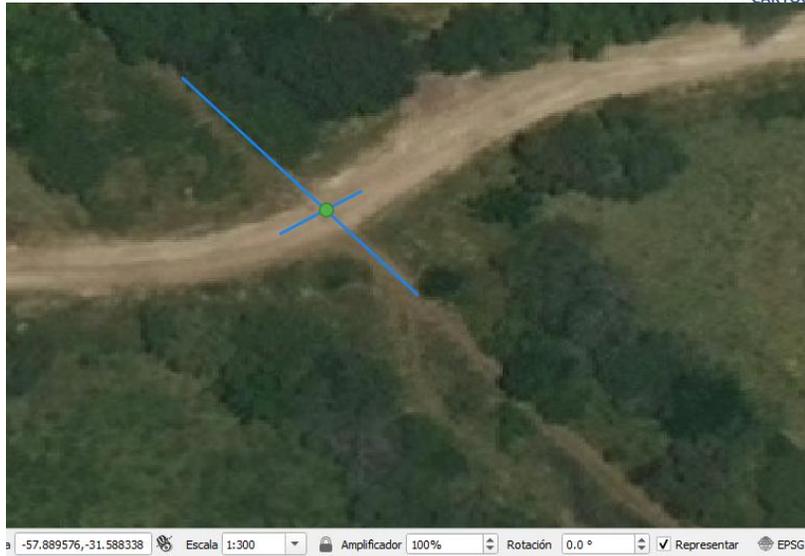




2.2. Caminos y vías férreas

- Carta O11 resolución 96 (un poco de diferencias en cuanto a curvatura del camino, igualmente se intercepto los ejes)

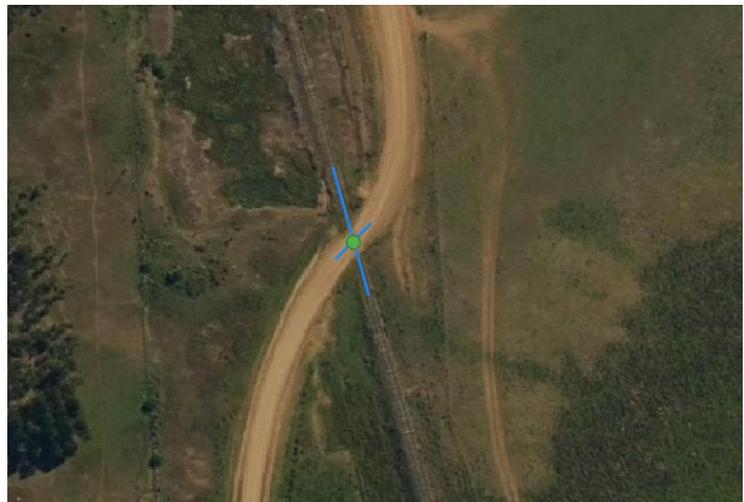


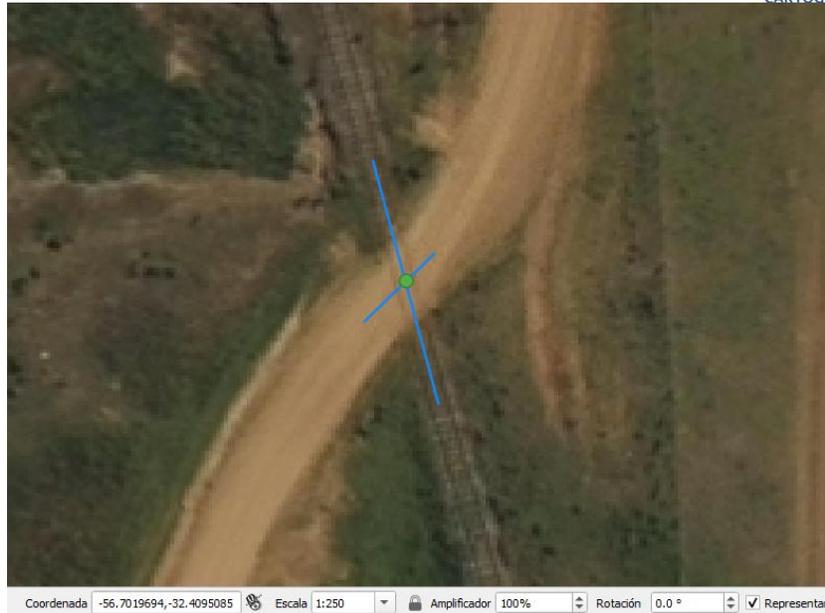


2.3. Rutas y vías férreas

El punto se determinará en la intersección de los ejes.

- Carta L16 resolución 96

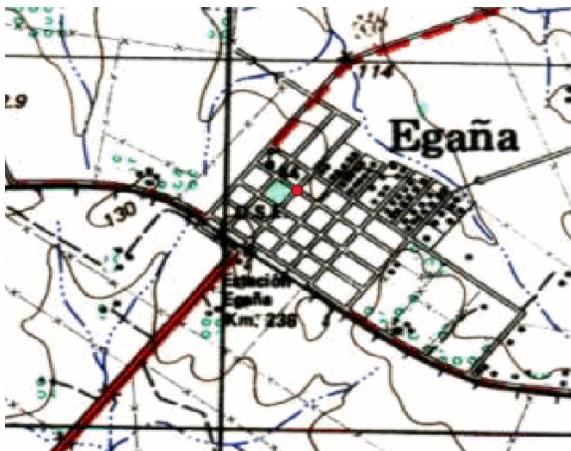




2.4. Ciudades

El punto se localizara en la intersección de las calles.

- Carta O22 resolución 96



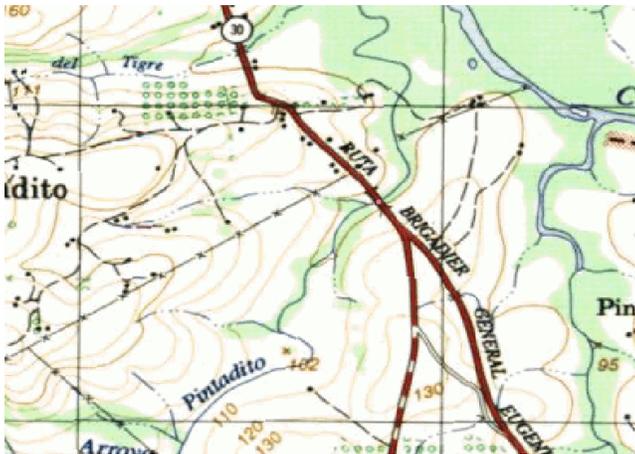


➤ Carta H27 resolución 96



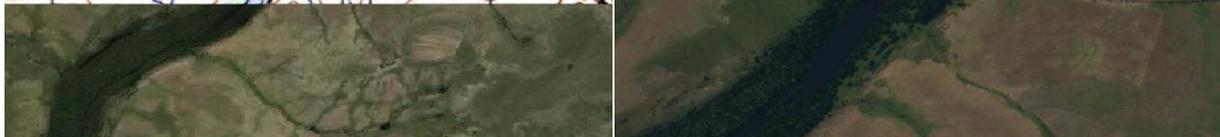
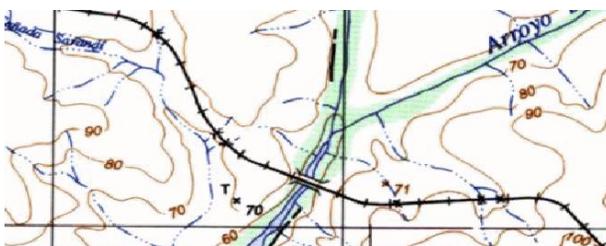
3. Cruces de caminos, rutas con arroyos y ríos (puentes)

En estos casos se determina el punto en la intersección del eje del río o arroyos y el eje de la vía de comunicación.



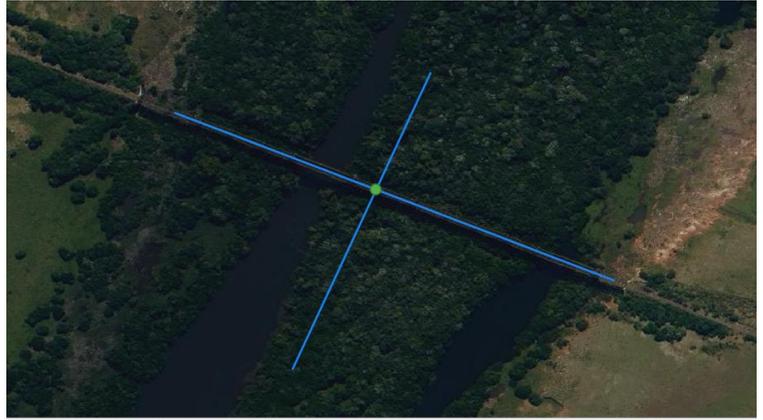
Coordenada -56.449144, -30.437699 Escala 1:400 Amplificador 100% Rotación 0.0 ° Representa

- Carta L16 resolución 96- Cruce de vía ferre y arroyo. En este caso se debe aumentar la escala para distinguir el eje del arroyo.



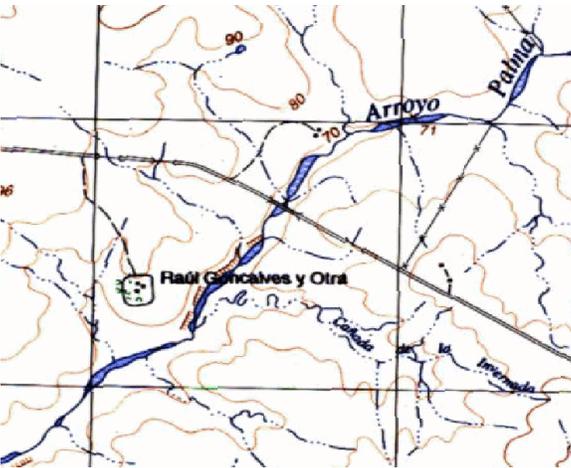


Coordenada: -56.569504, -32.575047 Escala: 1:350 Amplificador: 100% Rotación: 0.0 ° Representar

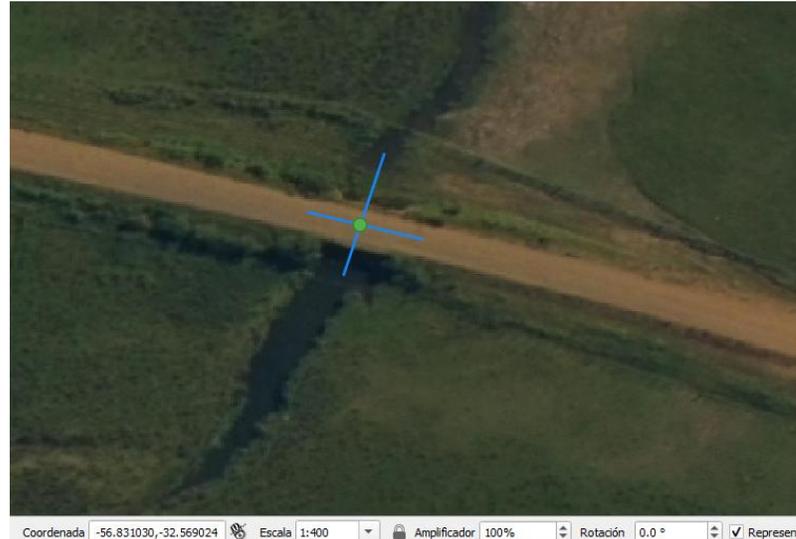
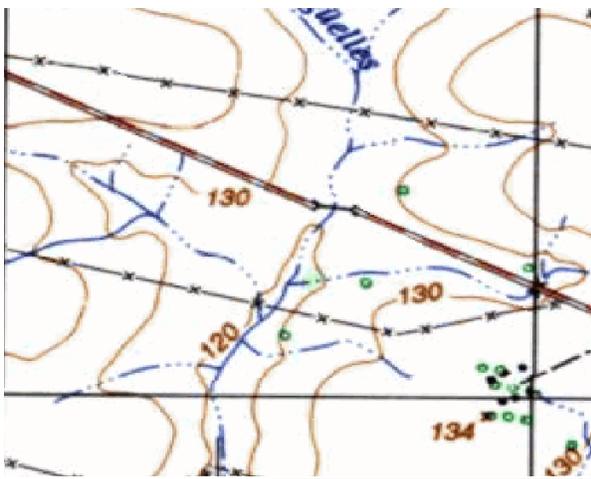


Coordenada: -56.571874, -32.574634 Escala: 1:1400 Amplificador: 100% Rotación: 0.0 ° Representar

➤ Carta N9 resolución 96 - No hay puente, por tanto se descarta.



- Carta L16 resolución 96- No se ve un puente bien constituido, pero de igual manera se puede definir el punto mediante la intersección de los ejes.



Coordenada -56.831030,-32.569024 Escala 1:400 Amplificador 100% Rotación 0.0° Representa

Correcciones de la prueba para carta M15

Colaborador:

Archivos: El nombre de los archivos es correcto, el EPSG usado en el shp de líneas auxiliares es el 5382 y no el 32721 como se indicó en la guía

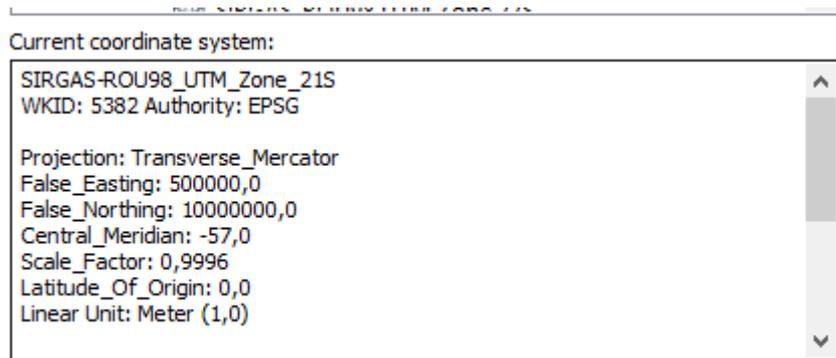
Punto	Muestra	Control	Observaciones
1	Correcto	Correcto	
2	Correcto	Correcto	
3	Correcto	Correcto	mal id de muestra
4	Correcto	Correcto	
5	Correcto	Correcto	razonamiento correcto, cuidar ubicación de líneas. Ver abajo
6	Correcto	Correcto	
7	Correcto	Correcto	
8	Falta	Falta	
9	Correcto	incorrecto	el camino hacia arriba no debe considerarse
10	Correcto	Correcto	
11	Correcto	Correcto	
12	Correcto	Correcto	
13	Correcto	Correcto	
14	Correcto	Correcto	
15	Falta	Falta	
16	Correcto	Correcto	
17	Correcto	Correcto	
18	Correcto	Correcto	
19	Correcto	Correcto	
20	Correcto	Correcto	

Resultado Global:

En general está muy bien, solo algunas pequeñas observaciones que mostramos más abajo: Se debe tener la precaución de usar el sistema de coordenadas indicado.

Esperamos que las imágenes sirvan para aclarar.

- **Sistema de coordenadas:** El sistema de coordenadas indicado para usar es el WGS84 - UTM 21S (EPSG 32721) y en las líneas auxiliares se utilizó el EPSG 5382.



- Lineas Auxiliares mal ubicadas: En el caso del punto 5, en la línea que va hacia abajo no se respetó el eje entre alambrados, las demás líneas si son correctas.



- Punto mal ubicado: Para tomar el punto 9, no debe considerarse el camino que va hacia arriba ya que no aparece en la carta, se debe tomar la intersección entre el camino horizontal y el camino hacia abajo.



- Puntos faltantes: los puntos 8 y 15 no fueron tomados.

Table Of Contents

- Layers
 - M15-Control
 - M15-96 - Muestra
 - correccion
 - M15-Lineas auxiliares
 - M15-Muestra
 - GeoServer Web Map Service

Table

M15-Control

FID	Shape	Id	Carta
11	Point	4	M15_96
3	Point	5	M15_96
4	Point	6	M15_96
8	Point	7	M15_96
5	Point	9	M15_96
6	Point	10	M15_96
2	Point	11	M15_96
9	Point	12	M15_96

Table Of Contents

- Layers
 - M15-Control
 - M15-96 - Muestra
 - correccion
 - M15-Lineas auxiliares
 - M15-Muestra
 - GeoServer Web Map Service

Table

M15-Control

FID	Shape	Id	Carta
2	Point	11	M15_96
9	Point	12	M15_96
15	Point	13	M15_96
14	Point	14	M15_96
13	Point	16	M15_96
0	Point	17	M15_96
12	Point	18	M15_96
10	Point	19	M15_96

Entrevista a IGM:

Entrevistados: Tte. Cnel. José Pampillón y Capitán Francisco Kellner - División Cartografía y SIG.

1. ¿Cuál es el linaje de los datos utilizados para generar la carta digital?
2. ¿Cuál fue el tipo de transformación utilizado en la georreferenciación (transformación polinómicas, spline, proyectiva) y el método de remuestreo (vecino más próximo, interpolación bilineal o convolución cúbica)?
4. En los metadatos de las cartas georreferenciadas se indica que la georreferenciación se basa en 9 puntos, ¿cuál fue el criterio de elección de los puntos (x ej. en cuadrícula) y por qué esa cantidad?
5. ¿Cuál es el error que aceptaban en la georreferenciación?
6. ¿Se tiene un registro del error en la georreferenciación de cada carta?
7. ¿Hay un registro al que se pueda acceder con el año y método de creación de cada carta?
¿Tienen documentación que explique los métodos de creación de las cartas?
8. ¿Cuál es el documento original del escaneo?
9. ¿Cuál fue la resolución de escaneo? ¿las cartas web tienen la resolución del escaneado original o se modificó para publicarlas?
10. ¿Cuál es la marca y el modelo del escáner?
11. ¿Se le realizó algún proceso a la imagen luego del escaneado (por ej. algún tipo de corrección)?

SOLICITAR

En el visualizador del IGM se encuentra la grilla con todas las cartas georreferenciadas,

¿es posible acceder a esa grilla de cartas en formato shapefile? En caso de obtener una respuesta positiva : ¿dicho shapefile cuenta con información adicional? ¿es posible acceder a ella?