

SON NUESTROS
CAMINOS.
ES NUESTRA
PROVINCIA

Publicación N° 111



DIRECCIÓN DE VIALIDAD
DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

DEPARTAMENTO
TRAZADOS

Innovación y Tecnología
a lo largo de su Historia

Autor: Téc. Marcelo Trippel



Publicación cuatrimestral
técnico-informativa
Período sept. / diciem. 2024
R.P.I. en trámite

AUTORIDADES

República Argentina
Provincia de Buenos Aires
Ministerio de
Infraestructura,
Vivienda y Servicios
Públicos

Gobernador

Axel Kicillof

**Ministro de Infraestructura,
Vivienda y Servicios Públicos**

Gabriel Katopodis

**Sub Secretario
de Obras Públicas**

Arq. Carlos Rodríguez

DIRECCIÓN DE VIALIDAD

Administrador General

Sr. Roberto N. Caggiano

Sub Administrador General

Sr. Hernán Y Zurieta

Gerente Técnico

Ing. Pablo Morano

Gerente de Administración

Lic. Leonardo M. Zara

Gerente Ejecutivo

Ing. Gabriel A. Yankowsky

**Unidad Coordinadora de
Programas**

Arq. Mario Vázquez

COMISIÓN DE PUBLICACIÓN

Coordinación

Prof. María José Pourreux

Redacción

Lic. Soledad Lucino

Diseño y Diagramación

DCV. Angeles García Pascual

Soporte Técnico

Ing. Abel Fontana

Consultores Técnicos

Ing. Pablo Morano

Ing. Mario Aguirre

Ing. Fernando Puglisi

Ing. Guillermo Galvaldá

Téc. Marcelo Trippel

Téc. Gustavo Corrado

Téc. Néstor Elorza

Ing. Ezequiel Zurieta Fantón

Ilustración

Lic. Daniel Ruiz

SON NUESTROS
CAMINOS
ES NUESTRA
PROVINCIA



En cada momento de la historia de la Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires -DVBA- se encuentra el trazo firme de la innovación y el compromiso de sus profesionales. La Publicación Técnica N°111 está dedicada al Departamento de Trazados, un área clave cuya labor ha sido fundamental para la planificación y desarrollo de nuestra red vial.

Desde su creación, este Departamento ha sabido adaptarse a los desafíos y transformaciones del tiempo, ampliando sus funciones y adoptando nuevas tecnologías para mejorar la eficiencia y precisión de sus estudios. Su misión, que abarca desde la realización de levantamientos topográficos hasta la aplicación de tecnología GPS y análisis de imágenes aéreas, ha sido esencial para asegurar el crecimiento ordenado y seguro de nuestras rutas y caminos.

*A lo largo de su historia, el Departamento Trazados ha tenido la responsabilidad de **definir** los trazados más convenientes mediante estudios técnico-económicos; **analizar** el entorno y las condiciones del terreno para proyectar caminos estratégicos; **implementar** tecnologías avanzadas para el diseño y ajuste de trazas y **compilar** y **mantener** un archivo histórico que resguarde el valioso legado de esta tarea.*

Es importante destacar en la historicidad del área, la incorporación de drones, que en la actualidad no solo ha mejorado la manera en que se ejecutan los estudios, sino también la calidad del trabajo terminado. Esta tecnología, junto a la experiencia y conocimiento de nuestros profesionales, ha consolidado al Departamento Trazados como referente en la planificación y modernización de la infraestructura vial.

Más que un simple recorrido técnico, esta edición es un homenaje al esfuerzo colectivo de quienes han dedicado su labor a "trazar" el futuro vial de nuestra provincia, siempre con la mirada puesta en la innovación y el desarrollo sostenible.

La serie de publicaciones técnicas de la DVBA busca no solo difundir el conocimiento y las mejores prácticas, sino también celebrar la producción de saberes generada por nuestros profesionales. En ese espíritu, invitamos a los lectores a sumergirse en esta reseña histórica y técnica, un verdadero testimonio del trabajo constante por mejorar la infraestructura vial y, con ello, la calidad de vida de cada uno de nosotros.



Téc. Marcelo O. Trippel
Jefe de Dpto. Trazados de la DVBA

SON NUESTROS
CAMINOS
ES NUESTRA
PROVINCIA



Ejecución Capa Desgaste - Puente - "EL CARDELITO"



DEPARTAMENTO TRAZADOS

Innovación y Tecnología a lo largo de su Historia

Autor: Téc. Marcelo Trippel

INTRODUCCIÓN

Desde los albores, el Departamento Trazados bajo sus distintas denominaciones en el tiempo (Departamento de Topógrafos, División Trazados, etc), es una de las estructuras departamentales con mayor relevancia de la Dirección de Vialidad, teniendo como incumbencia la totalidad de la red vial de caminos primarios y secundarios con sus respectivas obras de arte de la Provincia de Buenos Aires.

Sus tareas principales van variando según los requerimientos específicos que cada estudio conlleva, desde estudios técnicos – económicos para la determinación de trazados de caminos, hasta la aplicación de diferentes disposiciones y leyes, etc.

El historial de este Departamento no solo se caracteriza por sus labores técnicas, sino también pedagógicas, mediante el dictado de diferentes cursos relacionados a la topografía básica, capacitando y contribuyendo a la forma-

ción de distintas generaciones de técnicos y profesionales como especialmente en el manejo del instrumental topográfico como nivel óptico, estación total, GPS, para su correspondiente implementación en las nivelaciones geométricas, nivelaciones taquimétricas, procesamientos de datos, interpretación de cartas catastrales, geodésicas, IGN, etc.



COMPOSICIÓN DEL DEPARTAMENTO TRAZADOS

DIVISIÓN ELECCIÓN DE TRAZAS: Su competencia es la realización de los estudios correspondientes para determinar las nuevas trazas de caminos. Esto implica el relevamiento in situ de los distintos tipos de terrenos que conforman los caminos rurales, urbanos, o directamente terreno natural, para determinar el trazado definitivo del mismo. También es del alcance de esta División, la elevación del estudio resultante en campo ante el consejo técnico de la Dirección de Vialidad para su aprobación, previendo en el mismo, el impacto socio-económico y natural del camino estudiado.

DIVISIÓN ESTUDIOS DE CAMPAÑA: Prima como tarea troncal de esta división la realización de los trabajos de campaña necesarios para los levantamientos planialtimétricos y fotogramétricos de los caminos, tanto en el ámbito rural como en el urbano. En el alcance de estos relevamientos también se incluyen tareas relacionadas con estudios hidrológicos y de impacto ambiental. Todo esto vinculado y georeferenciado al Sistema Geodésico Argentino.



EL DEPARTAMENTO A TRAVÉS DEL TIEMPO

Antiguamente, en los inicios de este Departamento, el **método** para iniciar un nuevo estudio, tanto sea de nueva traza (línea de banderas), modificación de una existente, relevamientos planialtimétricos rurales, urbanos, etc., consistía en la realización de un análisis, en principio, ubicando el lugar donde sería la mejor opción para realizar el trazado.

En la planificación de una campaña de relevamiento se debía hacer un estudio previo de la zona de trabajo. Para ello, se viajaba con antelación y se efectuaba una inspección ocular de la zona de trabajo, con el objetivo de poder salvar las problemáticas presentadas por los distintos obstáculos existentes como la vegetación, inmuebles circundantes, caminos previos a la traza a relevar, accidentes geográficos, entre otros. Esta información ayudaría a calcular el tiempo que llevaría el trabajo en campo y la distribución de tareas en cada Comisión de Estudio de trabajo que componía este Departamento.

Además de esa información recolectada en campo, se debía hacer un estudio de gabinete con las Cartas Cartográficas existentes, búsqueda de Puntos Fijos de apoyo de la Red Altimétrica en la zona de trabajo, para posterior nivelación como así también Puntos Fijos de la Red Geodésica pertenecientes al Instituto Geográfico Nacional - IGN (antiguamente Instituto Geográfico Militar -

IGM), en el caso que fueran necesarios. Al mismo tiempo se iniciaba un estudio de títulos de los inmuebles afectados en el futuro proyecto de camino, donde siempre se trataba de generar el menor daño posible en las parcelas que se afectarían.

A su vez, sobre las Cartas anteriormente mencionadas, se determinaba la elección de traza, para poder trasladarla al campo de trabajo para una posterior apertura de camino. Es muy importante dibujar el trazado en escala con sus vértices o deflexiones para asegurarse de cumplir con las normas de diseño geométrico establecidas como, por ejemplo, que las curvas horizontales sean calculadas con las velocidades directrices correspondientes y que, entre las mismas, siempre debería haber un tramo recto, etc.

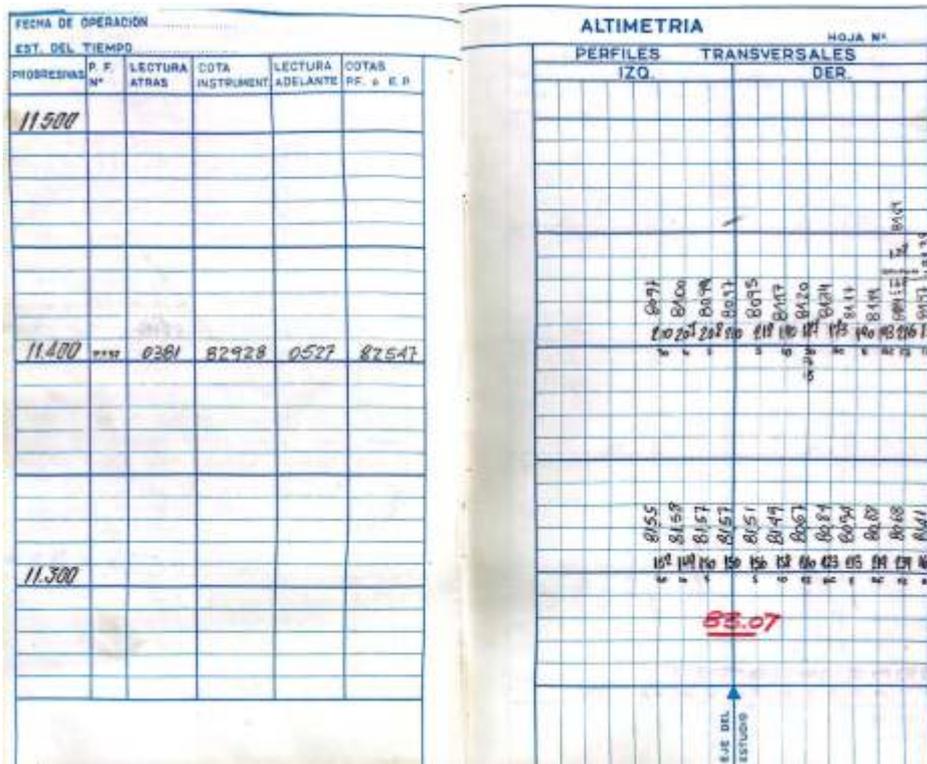
Es menester destacar que, para poder plasmar en el campo este trabajo artesanal, además de la idoneidad, se requería de mucha organización y una interacción muy fluida entre los técnicos y profesionales ya que, en los primeros tiempos, no se contaba con equipamientos ni herramientas de última generación como los que se utilizan en la actualidad. Las herramientas que se utilizaban para medir, cintas de acero, pentaprismas, sextantes, teodolito, nivel de lectura invertida, etc., eran muy buenas para la época, pero robustas; sin embargo, hoy han quedado en desuso por el reemplazo de nuevas tecnologías.

Carta IGM



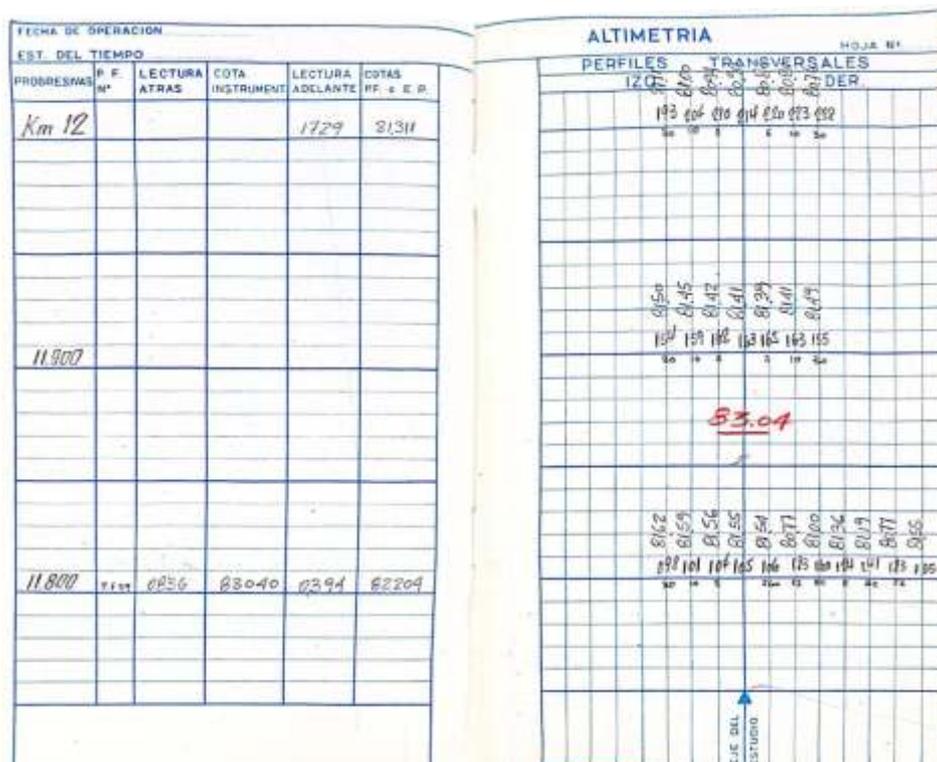
Todo el trabajo que se realizaba en campo era totalmente artesanal, pero aún así, los estudios de campaña realizados eran precisos y de buen resultado. Las planimetrías y las nivelaciones efectuadas en cada trabajo se dibujaban en libretas y calculaban en campo, todo a mano. Se trabajaba de esta forma ya que se debían verificar in situ los cierres y controles necesarios y si algún dato no cerraba, se volvía a medir. (Figuras. a, a.1, b, b.1, c)

Libreta de Nivelación



▲ Fig. a

▼ Fig. a.1



INSTRUMENTAL

El teodolito y la cinta han sido reemplazados por la Estación Total (fig.1), que cuenta con colectora externa que posee memoria interna para poder coleccionar y guardar los datos recogidos en campaña; esto permite bajarlos en formato digital y post-procesarlos (fig.3).

Las computadoras y el acceso a internet han cambiado el modo de analizar y organizar las distintas variantes planificadas, accediendo a imágenes satelitales, distintas cartografías, Sistemas de Información Geográfica (SIG) de diversos organismos públicos de libre acceso. Todas ellas tienen una excelente definición e información que constantemente se va actualizando, las cuales antes no existían o no se podía acceder.

Como venimos enfatizando, la tecnología sigue avanzando. Luego de la aparición de las Estaciones Totales (fig. 2), llegó la era del instrumental GNSS que ha revolucionado la manera de realizar las tareas de campo. Se comenzó con equipos GNSS estáticos simple frecuencia (por Código y banda L1 - fig. 4) que servían para georreferenciar todos los relevamientos realizados con las Estaciones Totales o también para transportar cota; con solo posicionar dos equipos al mismo tiempo (generar una superposición horaria), se obtenía una precisión en post-proceso de excelente resultado.



▲ Estación Total (fig. 1)

▼ Colectora de Datos Estación Total (fig. 3)



▲ Estación Total (fig. 2)

◀ GPS Simple Frecuencia L1 (fig. 4)

Luego, con la llegada de los equipos de medición GNSS doble frecuencia (por Código, banda L1 y L2 - *fig. a,b,c*), se alcanzó una precisión más exacta pudiendo trabajar con resolución de posicionamiento en tiempo real (RTK) y con poco corte de señal. Los primeros equipos solo tomaban una sola constelación de satélites lo cual significa que la cantidad de éstos era limitada, ya que tomaban de 6 a 11 satélites como máximo y se daba en lapsos excepcionales del día cuando la disposición de los mismos era óptima (geometría de los satélites). Hoy en día, los equipos GNSS actuales ya toman todas las constelaciones disponibles como GPS, GLONAS, GALILEO, BEIDOU, etc., lo que implica que la señal y disponibilidad de satélites es mayor, dando una continuidad de trabajo constante con un posicionamiento de señal RTK fija. (*fig. d*)



▲ GPS Trimble, antena y GPS Topcon (*fig. a*)

Canal 15 – Cerro La Gloria



▲ *Fig. b*

▼ *Fig. c*

◀ GPS Trimble, antena y GPS Topcon (*fig. d*)



Junto con la aparición de los equipos GNSS con medición RTK, se han podido realizar batimetrías. Esta es una técnica utilizada para medir las profundidades de los cursos de agua. Es la materia prima para todos los proyectos o proyectos acuáticos como ríos, lagos, lagunas y canales. Para la realización de estudios hidrográficos y batimetrías, se pueden utilizar distintos instrumentos según el tipo de trabajo encomendado. (fig.1)

Para ello, utilizamos el instrumental denominado Ecosondas (fig.2). Estas tienen un funcionamiento que está basado en enviar un impulso sonoro, "onda sonora", emitida por un transductor, desde una embarcación a través

del agua hasta el fondo marino, a una frecuencia y potencia determinada. Estas ondas al encontrar un objeto, sea éste el fondo o un pez, rebotan y devuelven un eco. Este eco es recogido por el mismo transductor que realizó la emisión y en función de velocidad y tiempo que ha tardado el eco en llegar al transductor; el instrumento interpreta estos datos en profundidad, relieve, composición y consistencia.

Esta información se correlaciona con la toma de datos del posicionamiento GNSS en cada levantamiento del lecho marino, ya que va adosado el instrumental GNSS a la ecosonda utilizada.



◀ *Batimetría (fig.1)*

▲ *Ecosonda Río Arrecifes (fig.2)*

El último instrumental incorporado por este Departamento fue el Dron, el cual nos ha permitido plasmar en imágenes, a través de la fotogrametría, los relevamientos realizados.

RP N° 2 Intersección RP N° 13 (Avda. 520) La Plata



La metodología de trabajo con dicho instrumental consta de una planificación previa en gabinete, ya que se debe establecer un plan de vuelo en el que se incluyen diversos factores como la zona, extensión de trabajo a rele-



var/volar, altura de vuelo, objetos en zona de trabajo, tiempo de vuelo, duración de baterías, clima, seguridad, puntos de apoyo fotogramétricos (PAF) a utilizar, entre otros. (fig. 1 y 2)



▲ RP N° 68 - Carlos Tejedor (fig.1)

▼ RP N° 63 - Dolores (fig.2)



Todo esto nos da como resultado un mosaico que refleja el estado actual de los hechos existentes en la zona de trabajo donde se han realizados los relevamientos encomendados. (fig. 3)

Cabe aclarar que, a pesar de que la tecnología avanza a pasos agigantados, todos estos equipos y formas de medición descritos brevemente, son complementarios unos de otros lo que implica que hay que recurrir a trabajar en simultaneo con diverso instrumental, producto de distintas condiciones como climáticas, de visibilidad, obstrucción por vegetación o, simplemente, por pérdida de recepción de señal de satélites.

◀ Ortomosaico Distribuidor RP N°2 - RP N° 215 (fig. 3)



DOCUMENTACIÓN GENERADA POR EL DEPARTAMENTO

El departamento cuenta con un amplio archivo de documentación. Este archivo se encuentra compuesto por un conjunto variado de datos, que van desde el material físico hasta el digital.

Entre los materiales físicos, podemos mencionar los planos de trazas, cartas topográficas y geodésicas - como Puntos Fijos Trigonométricos, Puntos Fijos Geodésicos, Rumbo, etc - que son de gran ayuda para la determinación del estudio de diferentes trazas.

En el archivo, también se posee una biblioteca con las carpetas que contienen los expedientes generados por el departamento sobre los estudios de trazas efectuados (estudios de líneas de bandera y apertura de trazas y relevamientos de campaña) en los distintos distritos de la Provincia de Buenos Aires. Actualmente todo este material se encuentra en proceso de digitación con scanner propio del Departamento.

El archivo digital se compone no solamente con los estu-

dios generados en las últimas décadas, sino también incorporando la mencionada digitalización de los estudios de vieja data, enriqueciendo este archivo digital.

La inclusión de los relevamientos fotogramétricos realizados con Drones, sumados a la información generada en campaña con Estación Total y equipos GNSS, nos da como resultante un archivo de datos muy completo, donde se puede tener el relevamiento hecho, georreferenciado y volcado todo sobre la fotogrametría también georreferenciada.

Toda esta información obtenida con la utilización de los distintos instrumentales y fusionada, se guarda en un archivo digital, que sirve de apoyo para la planificación de nuevos proyectos. Es necesario destacar que dicho archivo digital resultante de los relevamientos topográficos oportunos sirve de apoyo para diversos Departamentos de nuestra Repartición que necesiten de esta información, como así también para consultas externas a la Dirección de Vialidad.



▲ Integrantes del Departamento Trazados

Jefe de Departamento: Téc. Marcelo Trippel

Jefe de División Elección de Traza: Téc. Gustavo Corrado

Téc. - Ilustrador Daniel Ruiz

Téc. Néstor Elorza

Ing. Ezequiel Zurita Fantón

Consultas: trippel67@yahoo.com.ar

La Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires posee innumerables artículos técnicos a través de más de 70 años de publicaciones de su clásica **Revista Vial**, encontrándose a disposición en la página web oficial.

Para visualizar otras publicaciones, seguir los siguientes links:

<http://www.vialidad.gba.gov.ar/indexprincipal.php?p=bibliotecadvba>

http://www.vialidad.gba.gov.ar/documentos/documentos_publicos.ph

SON NUESTROS
CAMINOS
ES NUESTRA
PROVINCIA





SON NUESTROS CAMINOS. ES NUESTRA PROVINCIA

Se autoriza la reproducción total o parcial de la presente publicación, en la medida que la misma sirva a los propósitos de formación o difusión, sea de carácter gratuito (no lucrativo), se cite la fuente y se remita un ejemplar de lo publicado a la División Publicaciones y Biblioteca de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires.

Caso contrario está prohibida su reproducción.

La responsabilidad de lo expuesto en los artículos firmados corresponde exclusivamente a los autores.

Publicación de distribución GRATUITA. Material producido por la Gerencia Técnica. División Publicaciones y Biblioteca.

www.vialidad.gba.gov.ar // bibliotecadvba@gmail.com