

# DÉCIMO PRIMER CONGRESO DE LA CIENCIA CARTOGRÁFICA

2° CONGRESO VIRTUAL INTERNACIONAL - 19 al 21 DE OCTUBRE DE 2022.

## EJE A: CARTOGRAFÍA Y GESTIÓN TERRITORIAL

### NUEVAS TECNOLOGÍAS E INFORMACIÓN PÚBLICA. USO DE DATOS PROVENIENTES DEL SISTEMA ÚNICO DE BOLETO ELECTRÓNICO (SUBE) PARA GENERAR CARTOGRAFÍA SOBRE LAS REDES DE AUTOTRANSPORTE PÚBLICO DE ARGENTINA MEDIANTE GEOPORTALES ABIERTOS.

Andrea Gutiérrez

Pablo De Grande

#### RESUMEN

La información es un recurso derivable de las nuevas tecnologías que son generadoras de datos con una alta precisión espacio temporal. En el campo del transporte público esto aplica a los sistemas electrónicos para el pago de boletos. Su existencia actual en un espectro de ciudades argentinas, de envergadura diversa y cobertura federal, potencia su explotación como nueva fuente de datos oficiales para la generación de información pública a un costo marginal. El objetivo de la investigación es cubrir un vacío de información pública acerca de las ciudades argentinas con autotransporte público, a partir cartografiar sus redes mediante la explotación de datos del Sistema Único de Boleto Electrónico, usando la plataforma web Poblaciones, un geoportal abierto desarrollado por CONICET-UCA. Como resultado se obtiene cartografía con la traza de 1142 líneas de 116 departamentos del país (sin contar aquellas que vinculan con la CABA) su uso diario y horario en cantidad de transacciones para un día hábil, por cruce de coordenadas y por línea.

Palabras clave: Sistemas de boleto electrónico, transporte público, redes, cartografía, información pública.

#### ABSTRACT

Information is a resource that can be obtained from the new technologies that are generators of data with high space-time precision. In the field of public transport this technologies applies to the electronic systems for the payment of tickets. Its current existence in a spectrum of Argentine's cities, of diverse size and federal coverage, enhances its exploitation as a new source of official data for the generation of public information at a marginal cost. The objective of this research is to cover a public information gap about Argentine's cities with public transportation, by mapping their networks by exploiting data from the Single Electronic Ticket System through the platform web Poblaciones, an open geoportal developed by CONICET-UCA. As a result, cartography is obtained with the trace of 1142 lines of 116 departments of the country, and also their daily and hourly use in number of transactions for a business day, by geographical coordinates and by line.

Key words: Electronic ticket systems, public transport, networks, cartography, public information.

## INTRODUCCIÓN

Las nuevas tecnologías de la información y la comunicación revolucionan los datos aplicados al transporte y la movilidad. La implementación de dispositivos GPS genera datos en tiempo real y con una presión espacio temporal, antes inexistente. Esto abre un campo para su explotación como nueva fuente de datos atento a la producción y difusión de información pública y de cartografía.

La implementación de sistemas electrónicos para el pago del boleto de los transportes públicos es un acontecimiento icónico tanto a nivel nacional como internacional en cuanto a la emergencia de datos provenientes de fuentes digitales. Empezaron a evaluarse en los años '90 y a implementarse a principios de los 2000, con funciones técnicas y un alcance limitado tanto en cantidad de ciudades, modos de transportes y cobertura de las distintas redes, pero su expansión es acelerada en la última década y actualmente una tendencia de las políticas de transporte público a nivel mundial (CEPAL, 2002). La consecuente disponibilidad de datos da sustento a un nuevo paradigma de políticas informadas en evidencia, especialmente importante para nuestro país y América Latina dado el peso de estos servicios en la distribución modal de viajes. Su efectiva explotación a tales efectos, sin embargo, aún muestra una inercia. Iniciativas institucionales recientes como el geoportal de la CEPAL (<https://statistics.cepal.org/geo/geo-cepalstat>) no contiene información sobre transportes públicos sustentada en estas nuevas fuentes (tampoco en otras). Destaca en nuestro país la APP desarrollada por una empresa privada, Ualabee, que ofrece los recorridos, paradas, horarios y tarifas del transporte público de 18 ciudades argentinas (<https://ualabee.com/index/country/1>).

En Argentina coexisten distintos sistemas de boleto electrónico, y los hay en al menos 57 ciudades. Esta información no existe como tal, por lo que requiere ser reconstruida (<https://transporteterritorio.wixsite.com/pttuba/cartograf%C3%ADas-de-movilidad-argentina>). Según la nómina recuperada de <https://www.argentina.gob.ar/sube/en-tu-ciudad>, 45 localidades están adheridas al Sistema Único de Boleto Electrónico (SUBE) en Agosto 2022 (no se detallan los municipios aglomerados componentes de la Región Metropolitana de Buenos Aires –RMBA-). El sistema SUBE es el de mayor antigüedad y adhesión federal. Su implementación comienza en la RMBA en 2009 y a partir de 2015 se habilita la adhesión de ciudades argentinas de cualquier tamaño demográfico, siendo actualmente obligatoria para aquellas que perciban subvenciones del Estado Nacional (Ley 27591/2020). Si bien el sistema es enunciado como una herramienta de obtención de información estadística de crucial importancia para el Estado Nacional (Decreto 1479/2009) y asume una organización federal que faculta su explotación para políticas informadas en evidencia, tras 13 años de existencia aquella disponible en portales oficiales avanza con lentitud.

La información SUBE puesta a disposición en el portal de datos públicos de organismos de gobierno <https://www.datos.gob.ar/>, es subida por la Dirección de Desarrollo Tecnológico del Ministerio de Transporte de la Nación. Los dataset agrupan el total de transacciones por día (no por hora) y por línea, pero éstas no pueden ser cartografiadas dado que su identificación es nominativa y su geoposicionamiento a nivel de municipio. Los dataset no están acompañados por un shapefile con los recorridos de las líneas (excepto aquellas de la RMBA). La Dirección de Observatorio, Estudio y Sistemas del Ministerio de Transporte genera un dataset para la RMBA a partir de un día hábil promedio que agrupa las transacciones por hora en hexágonos de 600 metros (acompañados de un shapefile) pero sin desagregarla por línea. Los dataset del portal público no permiten cubrir un vacío de información oficial acerca de las ciudades argentinas con autotransporte público y de sus redes.

La información sí permite cartografiar el uso de los servicios de autotransporte público mediante el volumen total de transacciones por municipio, aunque sólo aplica a las líneas que circulan dentro de un ejido municipal. Esto es, a las redes de jurisdicción municipal. Tampoco es

posible geoposicionar el volumen de uso de las líneas que circulan entre municipios. En el caso del autotransporte público de las ciudades de Mendoza, San Juan o Catamarca, por ejemplo, cuyos servicios son de jurisdicción provincial, la información acerca de su uso proveniente de los datos abiertos sobre las transacciones SUBE solo puede identificarse agregada a escala provincial.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizan datos acerca de las transacciones registradas mediante el sistema SUBE correspondientes a un día hábil de referencia (aleatorio) para la totalidad del país. Son obtenidos de parte de Nación Servicios SA mediante una Solicitud de Información Pública ante el Ministerio de Transporte de la Nación (EX-2022-49457564- -APN-DNAIP#AAIP) efectuada por Andrea Gutiérrez.

El dataset contiene 29.945.908 registros separados por “;” y sus campos indican la latitud, longitud, hora, modo de transporte y línea de las transacciones realizadas el 17 de Noviembre de 2021. Se informa la hora trunca, sin minutos ni segundos. Las coordenadas geográficas corresponden a las marcas GPS realizadas cada 4 minutos. Si bien se informa que las transacciones se entregan redondeadas a 200 metros, el campo del dataset contiene 5 decimales (más o menos 10 metros).

El procesamiento de los datos combina el uso de SPSS y de la plataforma abierta de datos espaciales de población de la Argentina “Poblaciones” (<https://poblaciones.org/>), a cargo de Pablo De Grande. Como método se seleccionan las transacciones en autotransporte público, agrupándolas por línea y en tres franjas horarias: 6 a 11 horas, 12 a 16 horas y 17 a 23 horas. El geoposicionamiento es cada 50 metros.

Debido al volumen de los registros geoposicionados generados en tiempo real mediante estas tecnologías, su uso como fuentes de datos para información pública y para cartografía requiere decisiones metodológicas de agrupamiento, tanto temporales como espaciales. El criterio seguido para el agrupamiento temporal secciona los tres grandes picos de la curva horaria conforme a un análisis cruzado con fuentes complementarias. Se toman los patrones de movilidad resultantes de las Encuestas de Movilidad Domiciliaria de disponibilidad pública realizadas por la ex Secretaría de Transporte de la Nación (<https://www.argentina.gob.ar/transporte/dgppse/publicaciones/encuestas>) en 10 ciudades de Argentina. El criterio de agrupamiento espacial a 50 metros sigue el objetivo de visualizar un *proxí* de la traza o ruta de cada línea mediante la sucesión de puntos que geoposicionan transacciones. Atento a este último respecto, cabe señalar la posibilidad de que en algún sitio de la traza no se registren transacciones. Esta posibilidad, no obstante, se acota al considerar las 24 horas del día hábil de referencia. Asimismo, el geoposicionamiento de las transacciones a bordo del vehículo registra un desplazamiento conforme a su movimiento y a la emisión intermitente de la señal GPS, favorable a la dispersión de transacciones entre lugares sumamente próximos, aptos para una reconstrucción visual de la traza por su intermedio.

## RESULTADOS

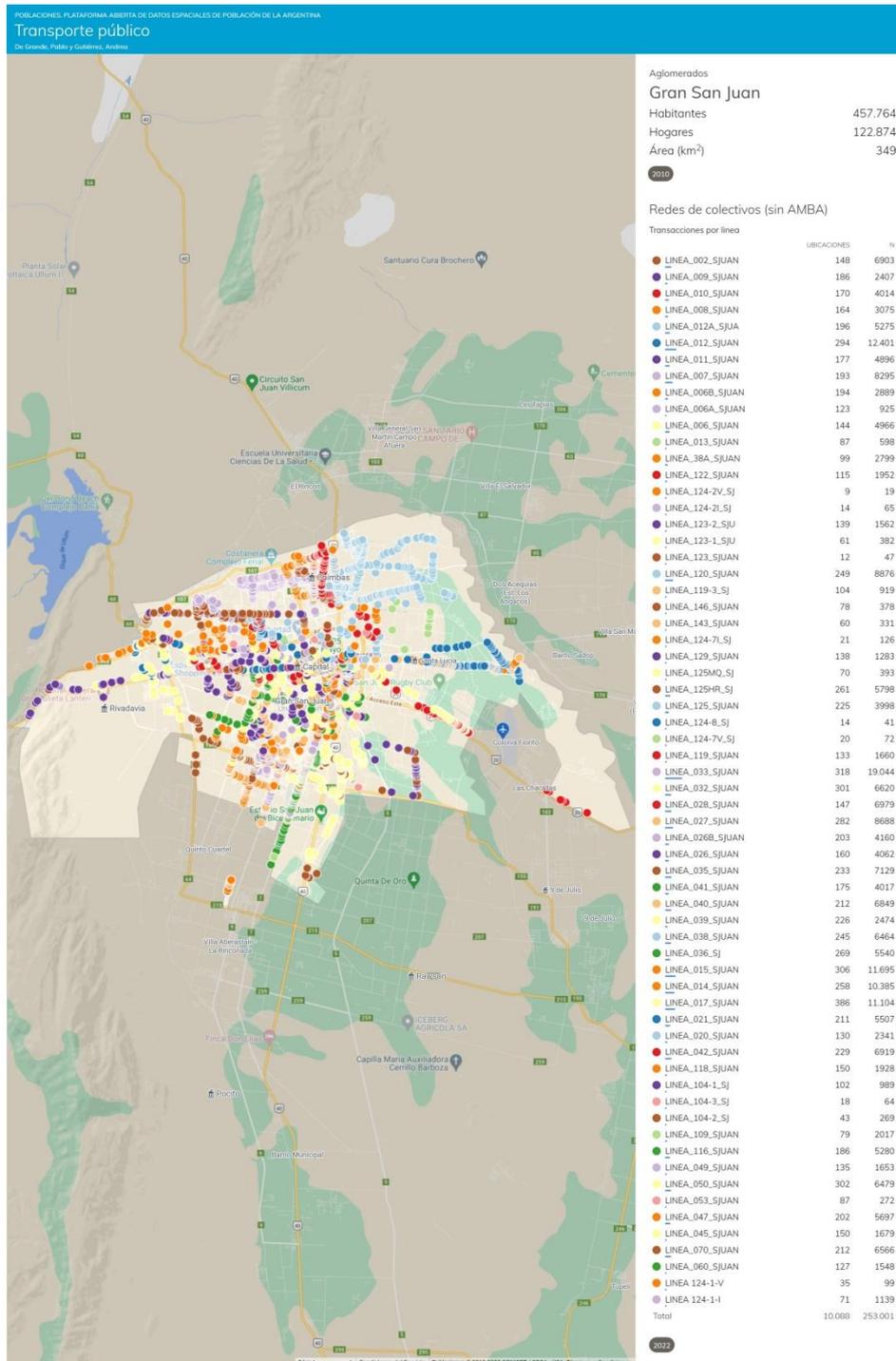
Como resultado general se valida la utilidad de estos nuevos datos como fuente oficial para generar información sobre las ciudades argentinas con servicio de autotransporte público adherido al sistema SUBE, identificar cuáles son, cómo son sus redes y cómo es su uso.

La generación de cartografía a partir de estos datos mediante un geoportal web permite identificar, a escala nacional, 95 aglomerados urbanos con 1142 líneas de autotransporte público (excluyendo las que vinculan con la Ciudad Autónoma de Buenos Aires), la cantidad de líneas en servicio en cada uno, sus datos nominativos (cuáles son) y un *proxí* de sus trazas o rutas (Figura 1).

Con respecto a la factibilidad metodológica de este último particular se destacan dos aspectos. Por un lado, que trabajar con un agrupamiento las transacciones a 50 metros requiere utilizar plataformas con capacidades de procesamiento adecuadas para visualizar ágilmente el enorme volumen de datos involucrado. Por otro, que este agrupamiento se muestra eficaz para visualizar las trazas de las líneas mediante la sucesión de los lugares de transacción aún sin una continuidad espacial completa.

Figura 1

Redes de autotransporte público por aglomerado, a partir de información SUBE

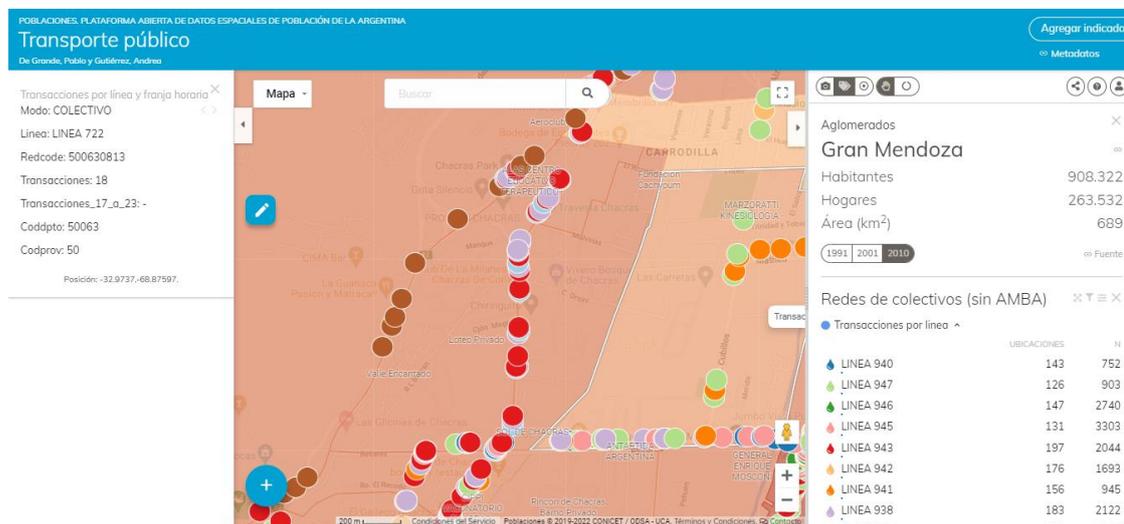


Fuente: Elaborado por Gutiérrez, Andrea y Pablo De Grande, 2022. <https://poblaciones.org/>

Se identifica asimismo el uso diario del autotransporte público, de manera agregada conforme al volumen total de transacciones y de lugares de transacción por línea, y de manera desagregada por lugar de la/transacciones (coordenadas). Esto mismo aplica a la sección del uso conforme a las tres franjas horarias (Figura 2).

Figura 2

Redes de autotransporte público y uso por línea, a partir de información SUBE

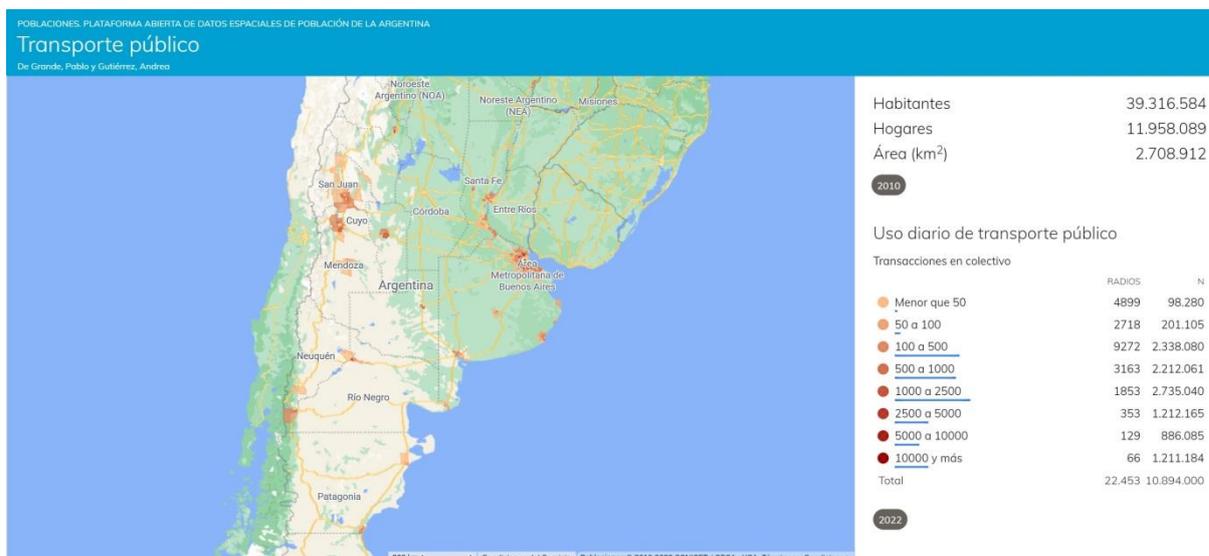


Fuente: Elaborado por Gutiérrez, Andrea y Pablo De Grande, 2022. <https://poblaciones.org/>

Finalmente, se genera un indicador de transacciones por día y por franja horaria agrupado por radio censal que involucra 116 departamentos de 19 provincias (Figura 3). La aptitud de un indicador de este tipo es especialmente útil para un geoportal con capas de información censal, siendo el radio la unidad de menor agregación espacial a partir de la cual puede consolidarse información por fracción, localidad, municipio, departamento o provincia.

Figura 3

Uso diario de autotransporte público por radio censal, a partir de información SUBE.



Fuente: Elaborado por Gutiérrez, Andrea y Pablo De Grande, 2022. <https://poblaciones.org/>

## CONCLUSIONES

Los sistemas de boleto electrónico producen nuevos datos oficiales cuyo potencial para la generación de información pública y de cartografía está subutilizado.

La información SUBE disponible en portales oficiales abiertos presenta restricciones. Su agrupación por día y por línea pierde la precisión espacio temporal distintiva de estos nuevos datos (hora/minuto y coordenadas). Asimismo, su clasificación conforme a criterios jurisdiccionales condiciona la desagregación espacial a la escala municipal, no pudiendo por su intermedio cartografiarse las redes.

Se valida el uso de datos geospaciales provenientes del sistema SUBE para generar cartografía sobre las redes de autotransporte público de Argentina. La publicación de la información mediante un geoportal en línea y abierto permite que la cartografía explote los atributos más significativos de este nuevo tipo de datos en cuanto al registro de las variaciones espaciales y horarias, visualizándolas en simultáneo y con una alta precisión, así como mediante la agregación / desagregación espacial de la información por línea, por radio censal u aglomerado (entre otras posibilidades) y por puntos o lugares (coordenadas).

Explotar los datos SUBE para convertirlos en información y cartografía pública involucra capacidades para procesar dataset de enorme tamaño, para analizarlos mediante consultas que les agreguen valor, y para mostrarlos de manera sencilla y accesible al ciudadano.

La cartografía de las redes de autotransporte público y de su uso enriquece el análisis espacial de la información para la gestión territorial en su conjunto. Hacerlo a escala nacional permite analizar la jerarquía urbana y la distribución regional de las ciudades con autotransporte público del país, así como la cobertura de las redes con respecto a los aglomerados. Relevar la red en uso es útil para cotejar los recorridos definidos por las autoridades públicas, monitorear su cumplimiento o identificar eventos que los alteran (anegamientos, accidentes, cortes de tránsito). También para ver su adecuación conforme a la dinámica urbana, sea a través de la cantidad y densidad de población, de la localización de distintas tipologías residenciales (barrios populares, urbanizaciones cerradas, vivienda pública) o de distintas actividades (equipamientos educativos, sanitarios, administrativos, comerciales, etc.) o perfiles sociodemográficos.

## BIBLIOGRAFIA

Argentina.gob.ar - SUBE en tu ciudad <https://www.argentina.gob.ar/sube/en-tu-ciudad>

Argentina.gob.ar - Decreto 1479/2009. Convenio marco Sistema Único de Boleto Electrónico – Aprobación. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/decreto-1479-2009-159010>

Argentina.gob.ar – Ley 27591. Presupuesto Administración Nacional – Disposiciones. Artículo 72. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-27591-345117>

CEPALSTAT – Geoportal <https://statistics.cepal.org/geo/geo-cepalstat>

Datos Argentina - Encuestas de Movilidad Domiciliaria. <https://www.argentina.gob.ar/transporte/dgppse/publicaciones/encuestas>

Datos Argentina - SUBE. [https://www.datos.gob.ar/dataset?q=SUBE&sort=metadata\\_modified+desc](https://www.datos.gob.ar/dataset?q=SUBE&sort=metadata_modified+desc)

Programa Transporte y Territorio (2022) Municipios de Argentina con autotransporte público de pasajeros (ATP), sistemas adheridos a SUBE (Sistema Único de Boleto Electrónico) y otros sistemas. <https://transporteterritorio.wixsite.com/pttuba/cartograf%C3%ADas-de-movilidad-argentina>

Pérez, Gabriel (2002) Sistemas de cobro electrónico de pasajes en el transporte público. Santiago de Chile: CEPAL-ECLAC.

Poblaciones – Plataforma abierta de datos espaciales de la Argentina <https://poblaciones.org/>

Ualabee (2022) - Ciudades de Argentina <https://ualabee.com/index/country/1>

Dra. Andrea Gutiérrez es geógrafa, investigadora del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y Directora del Programa Transporte y Territorio de la Universidad de Buenos Aires (UBA), ámbito especializado en desigualdad urbana, ordenamiento territorial y metodologías basadas en el transporte y la movilidad. Dedicó su actividad académica desde 1991 a la colaboración con organismos públicos, privados y de la sociedad civil. Es fundadora de la Red Universitaria de Transporte de Argentina, de una maestría entre la UBA y la Secretaría de Transporte de la Nación (Maestría Interdisciplinaria en Planificación y Gestión de Transporte), del Programa Interdisciplinario de la UBA sobre Transporte, y de la Revista Transporte y Territorio (UBA). Desde 2021 es parte del Convenio de Investigación y Desarrollo CONICET – UCA Plataforma Poblaciones, para el diseño, elaboración y difusión de información espacial en línea, abierta y colaborativa.

[angut2@gmail.com](mailto:angut2@gmail.com)



Pablo De Grande es Doctor en Ciencias Sociales y Humanidades por la Universidad de Quilmes y Licenciado en Sociología por la Universidad de Buenos Aires. Es Investigador del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) con sede en el Instituto de Estudios Histórico-Sociales (IEHS-IGEHCS) de la Universidad del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Es colaborador del Centro de Estudios Desigualdades, Sujetos e Instituciones (CEDESI) de la Universidad de San Martín. Es miembro fundador del Convenio de Investigación y Desarrollo CONICET – UCA Plataforma Poblaciones, para el diseño, elaboración y difusión de información espacial en línea, abierta y colaborativa.

[pablodg@gmail.com](mailto:pablodg@gmail.com)

