

En el camino de transformación a ciudades inteligentes Centro de Carga de EVS – Caso San Miguel del Monte

Maccarone, José L.; Osvaldo, Pascual; Abraham, Abel; Rodriguez, Inti;
Guicciardini, Agustin; Merker, Germán

José L. Maccarone

josmacca@gmail.com

UTN La Plata – Centro CODAPLI – Laboratorio
LEEA – Departamento de Ingeniería Eléctrica,
Argentina

Pascual Osvaldo

UTN La Plata – Centro CODAPLI – TSSE –
Departamento de Ingeniería Eléctrica, Argentina

Abel Abraham

UTN La Plata – Centro CODAPLI – Laboratorio
LEEA – Departamento de Ingeniería Eléctrica,
Argentina

Inti Rodriguez

UTN La Plata – Graduados Carrera de Ingeniería
Eléctrica, Argentina

Agustin Guicciardini

UTN La Plata – Graduados Carrera de Ingeniería
Eléctrica, Argentina

Germán Merker

UTN La Plata – Graduados Carrera de Ingeniería
Eléctrica, Argentina

Ingenio Tecnológico

Universidad Tecnológica Nacional, Argentina

ISSN-e: 2618-4931

Periodicidad: Frecuencia continua

vol. 5, e044, 2023

ingenio@frlp.utn.edu.ar

Recepción: 03 Diciembre 2023

Aprobación: 04 Diciembre 2023

Publicación: 04 Diciembre 2023

URL: <http://portal.amelica.org/amei/journal/266/2663842008/>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

Resumen: Este trabajo se enmarca dentro de una de las temáticas del PID 8479 “Desarrollos relacionados a los temas energéticos, que ayudan en el camino de transformación a ciudades inteligentes”. La propuesta general del PID es tomar como base una ciudad del interior de la provincia de Buenos Aires bajo la visión del “Modelo de Ciudades Inteligentes de País Digital” propuesta por la Argentina para la transformación de una ciudad convencional en una ciudad inteligente. En base a ello se proponen desarrollos y acciones relacionados a los temas energéticos que amalgaman con el modelo. Un objetivo específico del PID se presenta en este trabajo, el análisis y desarrollo del proyecto para la 1ª Estación de Recarga de Vehículos Eléctricos de la ciudad de San Miguel del Monte. Para cumplir con el objetivo específico, se utiliza la metodología de Diseño, Proyecto y Cálculo de Estaciones y Redes Eléctricas teniendo en cuenta el aprovechamiento de energías renovables y los lineamientos generales de estandarización Internacional y Local de una Estación de Recarga de Vehículos Eléctricos. Para las tareas el equipo se conforma con Profesores y Estudiantes, se inicia el desarrollo en un Proyecto Final de la Carrera, integrado por 3 estudiantes supervisados por Profesores e integrantes del PID, hoy los estudiantes son Ingenieros Eléctricos y uno de ellos trabajando en la Carrera de Ingeniería Eléctrica y en el Proyecto de Desarrollo. A la fecha, el resultado obtenido es un análisis sobre la implantación de centros de cargas de vehículos eléctricos, su impacto para un crecimiento sustentable en un punto estratégico de la provincia de Buenos Aires, ciudad de San Miguel del Monte. Como primera conclusión se puede afirmar que es importante para el desarrollo de estos centros u otras alternativas de recarga para vehículos eléctricos, contar con políticas de estado que generen incentivos para su implementación. Con base en este proyecto la propuesta es ampliar el desarrollo en el marco del PID 8479, donde se plantean otras alternativas que contemplen generación fotovoltaica, generación y recarga distribuida a lo largo del corredor turístico de la ciudad. De esa manera se ayuda a la ciudad hacia el uso del Transporte Sustentable.

Palabras clave: Recarga, vehículos eléctricos, impacto, red eléctrica, ciudad.

Abstract: This work is part of one of the themes of PID 8479 “Developments related to energy issues, which help on the path of transformation to smart cities.” The general proposal of the PID is to take as a base a city in the interior of the province

of Buenos Aires under the vision of the "Model of Smart Cities of the Digital Country" proposed by Argentina for the transformation of a conventional city into a smart city. Based on this, developments and actions related to energy issues that blend with the model are proposed. A specific objective of the PID is presented in this work, it is the analysis and development of the project for the 1st Electric Vehicle Recharging Station in the city of San Miguel del Monte. To meet the specific objective, the methodology of Design, Project and Calculation of Stations and Electric Networks is used, taking into account the use of renewable energies and the general guidelines of International and Local standardization of an Electric Vehicle Recharging Station. For the tasks, the team is made up of Professors and Students, development begins in a Final Project of the Degree, made up of 3 students supervised by Professors and members of the PID, today the students are Electrical Engineers and one of them is working in the of Electrical Engineering Career and in the Development Project. To date, the result obtained is an analysis of the implementation of charging centers for electric vehicles, their impact for sustainable growth in a strategic point in the province of Buenos Aires, the city of San Miguel del Monte. As a first conclusion, it can be affirmed that it is important for the development of these centers or other charging alternatives for electric vehicles, to have state policies that generate incentives for their implementation. Based on this project, the proposal is to expand the development within the framework of PID 8479, where other alternatives are proposed that include photovoltaic generation, generation and distributed recharging along the city's tourist corridor. In this way, the city is helped towards the use of Sustainable Transportation.

Keywords: Recharge, electric vehicles, impact, electrical grid, city.

INTRODUCCIÓN

La constante preocupación por el medio ambiente está generando que tanto empresas como países se comprometan a llevar adelante políticas que contemplen al medio ambiente. Si bien es cierto que en la Argentina un gran porcentaje de la energía eléctrica es producida con el uso de combustibles fósilesⁱ, es más fácil, o de menor dificultad, controlar las emisiones de la chimenea de una central térmica que miles de salidas de escape de los vehículos con un motor a combustión interna. En particular el transporte tiene un peso importante en el componente de emisiones de gases de efecto invernaderoⁱⁱ y para mitigar el impacto que aportan los automóviles a combustión interna, los países incentivan tanto a las empresas como a las personas en general, a utilizar automóviles impulsados por motores totalmente eléctricos. Esto es algo sumamente positivo para el medio ambiente, incluso para las personas dado que la contaminación ambiental es un tema que en mayor o menor medida también afecta a las personasⁱⁱⁱ. Este desafío debe ser acompañado por Incentivos que impulsen inversiones en estaciones de carga eficientes y efectivas para proveer la carga eléctrica necesaria a las baterías de los vehículos y también acompañar los incentivos a las personas para que se sientan atraídos por esta tecnología más limpia. Actualmente en la Argentina se está promoviendo una ley de Movilidad Sustentable, la cual es muy importante desde el punto de vista ambiental, económico y estratégico

para el país^{iv}, pero lamentablemente por el tiempo transcurrido sin tratarse, ha perdido estado parlamentario, pero así todo existen 13 distritos que están impulsando el tema^v.

Cuando se presenta el proyecto de ley el Ministerio de Desarrollo Productivo de la Argentina, resume el argumento de la futura Ley de Movilidad Sustentable de la siguiente manera:

- *“No debe ser una política de un gobierno, sino una política de Estado, por lo que buscamos consensos transversales en todo el espectro político, empresario y de los trabajadores”.*
- *“Dispondrá un Régimen Promocional que incluirá beneficios impositivos, nuevas instituciones y financiamiento de largo plazo: sólo una ley puede garantizar la eficacia y sustentabilidad de dicho régimen”.*
- *“Es esencial que este Régimen cuente con el prestigio y la relevancia que le brinda una ley”.*

En lo que a la historia respecta, el primer vehículo eléctrico fue creado por el empresario escocés Robert Anderson entre los años 1832 y 1839. En 1900 el 20% de los vehículos en Estados Unidos eran eléctricos, pero con el desarrollo del motor a combustión y el precio económico del petróleo, los eléctricos fueron poco a poco desplazados por vehículos a combustible líquido, y el uso de estos últimos se fue consolidando durante la primera guerra mundial, donde el motor de combustión interna fue decisivo para la mecanización de la guerra y de este modo se sentenció el fin de los vehículos eléctricos de esa época.

El crecimiento en la importancia y cuidado del cambio climático, volvió a dar iniciativa a este cambio tecnológico en el tipo de transporte, es así como en nuestro país ya se puede ver en las calles vehículos eléctricos de pequeño porte como pueden ser bicicletas eléctricas y motos eléctricas. Otro espacio donde se puede ver su uso es dentro de pequeñas localidades por convenios con sus respectivas municipalidades y dentro de parques industriales o grandes empresas. A nivel mundial el crecimiento del uso de vehículos eléctricos es de manera exponencial.

Para ayudar en ese camino, el presente trabajo profundiza en aspectos técnicos para dar soporte a las políticas públicas, económicas y sociales. Se toma como base una ciudad del interior de la provincia de Buenos Aires, pero cercana a centros urbanos tales como la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y el gran Buenos Aires; la zona de San Miguel Del Monte, Provincia de Buenos Aires, Argentina. Cabe aclarar que, más allá de que este trabajo se aplique a una zona en particular, el mismo puede ser de utilidad como referencia independientemente de la zona a proyectar, siempre y cuando se tengan en cuenta las variables de ajuste necesarias.

Para lograr el objetivo principal, este trabajo tiene 3 objetivos específicos, estimar la demanda de autos eléctricos que pueden viajar a San Miguel del Monte, determinar la cantidad de cargadores necesarios para cubrir la demanda de vehículos estimada y determinar el impacto en la red eléctrica de la electrolinera dimensionada.

DESARROLLO

Tecnología disponible en la Argentina

Modelos de autos eléctricos en el mercado

En el Mercado internacional, según BloombergNEF, la estimación para 2025 es 10% de ventas mundiales de vehículos eléctricos, mientras que para 2040 esa cifra puede llegar al 58%. En Latinoamérica en general, la expectativa de crecimiento puede estar más cercana a la tercera década de este siglo, y desde ese momento comenzar una evolución cada vez más pronunciada. Por lo tanto, las automotrices más importantes están adaptándose para ir permutando la fabricación de vehículos híbridos y/o totalmente eléctricos^{vi}. En el

Mercado Argentino existen tres firmas que comercializan vehículos de desarrollo nacional, Sero Electric, Volt Motors y Coradir.

Tipos de carga del vehículo eléctrico

Los diferentes tipos de carga del vehículo eléctrico se definen por el tiempo y tipo de carga de las baterías y para este trabajo las denominamos, Super-Lenta, Lenta, Semi-Rápida, Rápida, Super Rápida y Ultra Rápida.

En la **Recarga Super-Lenta**, la corriente eléctrica está limitada a 10 [A], en 220 volts de la red domiciliaria, dado que no se cuenta con una protección eléctrica asociada (red domiciliaria, el menos utilizado). Por ejemplo, con una batería con una capacidad de 24 [kWh] y 12 volts, tiene un tiempo de carga de 12 [hs] aproximadamente.

La **Recarga Lenta**, conocida como recarga convencional o normal, Está limitada a una corriente de 16 [A], proporcionando una potencia de hasta 3,6 [kW]. Usando el mismo ejemplo que para el caso de la recarga Super-Lenta, si se tiene una batería con una capacidad de 24 [kWh], la misma se cargaría por completo usando este tipo de carga en 8 [hs] aproximadamente.

Recarga Semi-Rápida, se realiza a una potencia de entre 22 [kW] y 25 [kW]. Para una batería con una capacidad de 24 [kWh], la misma se cargaría por completo usando este tipo de carga en 1,25 [hs] (una hora y 15 minutos) aproximadamente.

Recarga Rápida, se realiza a una potencia de entre 44 [kW] y 50 [kW]. Para una batería con una capacidad de 24 [kWh], la misma se cargaría por completo usando este tipo de carga en 30 [min] aproximadamente.

Recarga Super Rápida, se realiza a una potencia de entre 90 [kW] y 120 [kW]. Para la batería de un auto, como por ejemplo el Tesla Model S, con una autonomía de 250 [km] este tipo de carga tarda 20 [min] aproximadamente en cargar por completo dicho vehículo.

Recarga Ultra-Rápida, Este tipo de carga es poco frecuente, se realiza a una potencia de entre 130 [kW] y 150 [kW]. Es principalmente utilizada para recargar la batería de buses eléctricos, este tipo de carga tarda de 5 [min] a 10 [min] aproximadamente en cargar por completo dicho vehículo.

Modelo de cargadores y protocolos

Para la carga de vehículos eléctricos existen varios modelos o estándares (Norma IEC 62196).

Tipo Schuko, Es un tipo de conector compatible con las tomas de corriente domiciliarios europeos. Está diseñado para circuitos de 250 [Vca] y hasta 16 [A] monofásicos. Posee 3 pines, Fase, Neutro y Tierra.

Tipo 1 o SAE J1772, Es un estándar japonés que fue adoptado por los americanos y europeos. Cuenta con 5 bornes, Fase, Neutro, Tierra y 2 de Comunicación. Está diseñado para circuitos de 250 [Vca] monofásicos y corrientes de hasta 80 [A], proporcionando una potencia máxima de 19,2 [kW]; de igual forma, las recargas habituales son de 16 [A] y 3,7 [kW], o 32 [A] y 7,4 [kW].

Tipo 2 o Mennekes, conector acorde a la norma IEC 62196-2. Cuenta con 7 bornes, 3 fases, Neutro, Tierra y 2 de Comunicación. Diseñado para circuitos de 500 [Vca] trifásicos y 250 [Vca] monofásicos. Además, dependiendo de su conexión puede proporcionar corrientes de 16 [A] a 32 [A] monofásicas, y corrientes trifásicas de hasta 63 [A]. Se emplea para una potencia de entre 3,7 [kW] hasta 43,5 [kW].

Tipo 3 o Scame, Está diseñado para circuitos de 500 [Vca] trifásicos y 250 [Vca] monofásicos, permitiendo hasta una corriente de 32 [A]. Posee 5 o 7 pines, ya sea para corriente monofásica o trifásica, 3 Fases o 1 Fase, Neutro, Tierra y 2 de Comunicación.

Tipo Combo, Este tipo de conector combina un método de carga rápida entregando corriente continua de alto voltaje, además permiten hasta 500 [Vcc] y 120 [A]. Es una distribución de pines de los estándares de carga combinada tipo 1 y tipo 2, donde existen los 5 pines, 2 potencia (DC+ y DC-), Tierra y 2 de Comunicación.

Tipo 4 o Chademo, diseñado para cargar vehículos eléctricos en corriente continua a muy alta velocidad. Cuenta con 9 bornes, 2 de potencia (DC+ y DC-), 7 de Comunicación. Tiene capacidad de suministrar hasta

62,5 [kW] en circuito de 500 [Vcc] para cargar la batería de un automóvil promedio en menos de media hora o inclusive en menos de quince minutos en su modo de carga ultrarrápida. El proceso de carga rápida CHAdeMO se inicia muy rápido con intensidades de hasta 120 [Acc]. Cuando la carga alcanza un 54% comienza a disminuir la intensidad de modo que, cuando se llega al 80% la intensidad es de unos 44 [A] y cuando alcanza el 92% la intensidad es de 14 [A].

Modos de carga

Los distintos modos de carga que pueden llegar a tener los vehículos eléctricos se diferencian entre sí por el nivel de comunicación y control entre el vehículo eléctrico y la infraestructura de recarga.

Modo 1, Correspondiente a un tomacorriente convencional, no posee comunicación con la red. La instalación requiere de protección diferencial y termomagnética. El tipo de conector que se asocia a este modo de carga es el Schuko.

Modo 2, cuenta con un grado bajo de comunicación con la red, simplemente se logra verificar si el conector fue correctamente conectado a la red de recarga. La instalación requiere de protección diferencial y termomagnética. El tipo de conector que se asocia a este modo de carga es el Schuko.

Modo 3, con un alto grado de comunicación con la red, donde tanto las protecciones como los dispositivos de control se encuentran asociado al propio punto de recarga. Los tipos de conectores que se asocian a este modo de carga son el Tipo 1 o SAE J1772, el Tipo 2 o Mennekes, el Combo (CCS) y el Tipo 3 o Scame.

Modo 4, Este tipo de modo de carga cuenta con un alto grado de comunicación con la red. El mismo solo puede ser aplicado para recarga rápida, los tipos de conectores que se asocian a este modo de carga son aquellos que admite carga en corriente continua, es decir, el Combo (CCS) y el CHAdeMO.

Marco Normativo en Argentina y el mundo

Actualmente no existen leyes nacionales o normativas respecto al sustento de la movilidad eléctrica, sin embargo, se tomarán en cuenta leyes y especificaciones técnicas de otros países relacionados con la temática. Aun así, se mencionan ciertos decretos y proyectos de leyes que buscan fomentar la actividad nacional:

En el año 2017 se promulgó el Decreto 331/700 “*Derecho a la importación Extrazona. Alícuotas*” el cual modificaba los aranceles de importación por 36 meses y hasta 6000 unidades para los vehículos no convencionales.

Siguiendo con esta línea, en el año 2020 surge un anteproyecto de ley de movilidad sustentable, el cual remarcando que el transporte representa el 26% del uso de la energía, propone un régimen especial que se enfoca a la fabricación nacional y la demanda de vehículos eléctricos mediante beneficios para ambas partes. Esta misma ley destaca “*La planificación de una red de recarga eléctrica y alternativa geográficamente eficiente, que garantice el desplazamiento autónomo de las alternativas vehiculares de movilidad sustentable en todo el territorio nacional*”. Mediante esta ley se busca fomentar la creación de electrolineras, así como en tiempos pasados, se motivaron la instalación de las estaciones de servicio para autos a gas. Otro punto importante de la ley es la reducción de impuestos tributarios internos para aquellas personas que quieran adquirir un vehículo eléctrico.

Se pueden tomar como punto de partida países que ya han avanzado en los temas referidos a legislaciones sobre movilidad eléctrica. Desde el año 2019 en Colombia, existe la ley 1864 que promueve descuentos sobre impuestos a los vehículos eléctricos, como así también beneficios para solventar los costos de grabados de autopartes, revisiones técnicas y seguros, además de contar con prioridades de estacionamiento. En Costa Rica, existe una ley de “*Incentivos y Promoción del Transporte Eléctrico*” (Ley 9518) sancionada en el año 2018 la cual es muy similar a ley colombiana provocando un crecimiento de vehículos eléctricos vendidos de

un 136% entre el año 2018 y 2019. España debe ser uno de los países más avanzados en esta temática, con leyes que prohíben la venta de vehículos que emitan CO₂ a partir del año 2040. La misma ley establece que todas las estaciones de servicio deben contar con sistemas de carga para vehículos eléctricos y que a partir del año 2023 todos los edificios no residenciales que cuenten con 20 o más plazas de estacionamiento también deben contar con infraestructura de recarga. El gobierno español incentiva la compra de vehículos eléctricos otorgando hasta 7000 euros a los interesados para reemplazar sus vehículos de hasta 7 años y lo envíe a destruir.

Estimación de la demanda

Para la estimación de la demanda de autos eléctricos se parte de tres puntos de análisis.

Parque Automotor del País

Se utiliza la base de datos del parque automotor y participación porcentual de la ciudad de Buenos Aires en el País de los años 2020 y 2021. Esta información es provista por La Dirección General de Estadística y Censos (Ministerio de Hacienda y Finanzas GCBA) sobre la base de datos de la Dirección Nacional de Registros Nacionales de la Propiedad Automotor y créditos Prendario (DNRPA)^{vii}

También se utiliza, la información brindada por la asociación de Fábricas Argentinas de Componentes (AFAC), la cual aporta la cantidad de Vehículos Eléctricos en el país para los años 2019 y 2020.^{viii}

Escenarios Energéticos 2030

Para realizar una estimación se recurre a la documentación generada por la Dirección de Escenarios y Evaluación de Proyectos 2030 los cuales presentan Escenarios Energéticos 2030. En la publicación se estima la demanda de energía eléctrica teniendo en cuenta la incorporación de autos eléctricos al país. Citando textualmente “Al año 2025, los eléctricos representan 61 mil vehículos, 3% de las ventas y 0,3% del parque. Al año 2030 representan 310 mil vehículos, 12% de las ventas y 1,5% del parque”^{ix}

Registros turísticos de San Miguel del Monte

La Dirección de Turismo de San Miguel del Monte proporciona para este estudio un informe acerca de la temporada 2020-2021 conforme al turismo en la zona. Del mismo se toman los datos relevantes a fin de realizar la estimación.

Estimación

En una primera instancia se estima la cantidad del parque automotor al año 2040 (Tabla 1-flota total), partiendo de conocer los datos del parque automotor para 2019 y 2020 y aplicando una Tasa de Crecimiento Acumulativo de un 2% (este dato surge de los escenarios positivos para el 2030 y 2040)

TABLA 1
Estimación Parque Automotor

Año	Años Transcurridos	Flota total	Año	Años Transcurridos	Flota total
2020	0	16.689.565	2031	11	20.751.376
2021	1	17.023.356	2032	12	21.166.404
2022	2	17.363.823	2033	13	21.589.732
2023	3	17.711.100	2034	14	22.021.527
2024	4	18.065.322	2035	15	22.461.957
2025	5	18.426.628	2036	16	22.911.196
2026	6	18.795.161	2037	17	23.369.420
2027	7	19.171.064	2038	18	23.836.809
2028	8	19.554.485	2039	19	24.313.545
2029	9	19.945.575	2040	20	24.799.816
2030	10	20.344.487			

Posteriormente se estima la cantidad de Vehículos Eléctricos (VE) en el país (Tabla 2) utilizando los datos de la Asociación de Fábricas Argentinas de Componentes los cuales indican los vehículos existentes en los años 2019 y 2020, así como también una estimación de la representación del parque automotor argentino para los años 2025 y 2030. A partir de estos cuatro puntos se busca una curva que satisfaga la familia de puntos y se estima los resultados año a año hasta el año 2040.

TABLA 2
Estimación de Vehículos Eléctricos en Argentina

AÑO	X	Vehiculos Eléctricos	AÑO	X	Vehiculos Eléctricos
2019	1	70	2030	12	310.000
2020	2	109	2031	13	392.809
2021	3	2.930	2032	14	488.832
2022	4	9.481	2033	15	599.019
2023	5	20.710	2034	16	724.319
2024	6	37.567	2035	17	865.680
2025	7	61.000	2036	18	1.024.051
2026	8	91.957	2037	19	1.200.380
2027	9	131.388	2038	20	1.395.616
2028	10	180.239	2039	21	1.610.708
2029	11	239.461	2040	22	1.846.603

Para lograr estimar la demanda de Vehículos Eléctricos de San Miguel del Monte, se evalúa la cantidad de vehículos particulares pertenecientes al turismo de la localidad. La Dirección de Turismo nos brinda información sobre la cantidad de personas que visitan San Miguel del Monte, en temporada alta, siendo este un valor de 25.214 personas entre diciembre y abril. Se estima que los picos de turismo de la localidad son los fines de semana, por lo cual, siendo 18 fines de semana en este periodo de estudio, se puede decir que una cantidad de 1400 personas arriban los fines de semana, lo que representa un total de 467 vehículos.

Para los siguientes periodos de estudio a lo largo de los años se tiene en cuenta una tasa de crecimiento anual acumulativo del 1,5% a efectos de considerar un aumento en el turismo de la ciudad. El resultado es el expresado en la Tabla 3.

TABLA 3
Relación porcentual de Vehículos Eléctricos con Parque Automotor Nacional

Estimación según ecuación polinómica				Porcentaje anual	
AÑO	Años Transcurridos	Flota total	Vehículos Eléctricos	Flota total	Vehículos Eléctricos
2020	1	16.689.565	109	100%	0,001%
2021	2	17.023.356	2.930	100%	0,02%
2022	3	17.363.823	9.481	100%	0,1%
2023	4	17.711.100	20.710	100%	0,1%
2024	5	18.065.322	37.567	100%	0,2%
2025	6	18.426.628	61.000	100%	0,3%
2026	7	18.795.161	91.957	100%	0,5%
2027	8	19.171.064	131.388	100%	0,7%
2028	9	19.554.485	180.239	100%	0,9%
2029	10	19.945.575	239.461	100%	1,2%
2030	11	20.344.487	310.000	100%	1,5%
2031	12	20.751.376	392.809	100%	1,9%
2032	13	21.166.404	488.832	100%	2,3%
2033	14	21.589.732	599.019	100%	2,8%
2034	15	22.021.527	724.319	100%	3,3%
2035	16	22.461.957	865.680	100%	3,9%
2036	17	22.911.196	1.024.051	100%	4,5%
2037	18	23.369.420	1.200.380	100%	5,1%
2038	19	23.836.809	1.395.616	100%	5,9%
2039	20	24.313.545	1.610.708	100%	6,6%
2040	21	24.799.816	1.846.603	100%	7,4%

Para lograr la estimación de la cantidad de vehículos eléctricos en San Miguel del Monte por fin de semana (Tabla 4) se decide utilizar el mismo porcentaje que se calculó para el país:

EVs San Miguel del Monte p/fin de sem = Vehículos promedio p/fin de sem × Porcentaje anual de EVs

TABLA 4
 Estimación de la cantidad de Vehículos Eléctricos en San Miguel del Monte

ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE VEHÍCULOS PARTICULARES EN SAN MIGUEL DEL MONTE								
Año	X	Cantidad	Desde	Hasta	Días totales	Fines de semana	Personas por fin de semana	Vehículos promedio por fin de semana
2021	0	25214	1/12/2020	4/4/2021	124	18	1401	467
2022	1	25596	1/12/2021	4/4/2022	124	18	1422	474
2023	2	25974	1/12/2022	4/4/2023	124	18	1443	481
2024	3	26370	1/12/2023	4/4/2024	124	18	1465	488
2025	4	26766	1/12/2024	4/4/2025	124	18	1487	496
2026	5	27162	1/12/2025	4/4/2026	124	18	1509	503
2027	6	27576	1/12/2026	4/4/2027	124	18	1532	511
2028	7	27990	1/12/2027	4/4/2028	124	18	1555	518
2029	8	28404	1/12/2028	4/4/2029	124	18	1578	526
2030	9	28836	1/12/2029	4/4/2030	124	18	1602	534
2031	10	29268	1/12/2030	4/4/2031	124	18	1626	542
2032	11	29700	1/12/2031	4/4/2032	124	18	1650	550
2033	12	30150	1/12/2032	4/4/2033	124	18	1675	558
2034	13	30600	1/12/2033	4/4/2034	124	18	1700	567
2035	14	31050	1/12/2034	4/4/2035	124	18	1725	575
2036	15	31518	1/12/2035	4/4/2036	124	18	1751	584
2037	16	32004	1/12/2036	4/4/2037	124	18	1778	593
2038	17	32472	1/12/2037	4/4/2038	124	18	1804	601
2039	18	32958	1/12/2038	4/4/2039	124	18	1831	610
2040	19	33462	1/12/2039	4/4/2040	124	18	1859	620

A este valor se aplica un porcentaje de aumento debido a que la inserción de una estación de carga de vehículos eléctricos implica una atracción para las personas que son usuarios de estos. La tabla 5 representa los resultados de esta suposición.

TABLA 5
 Porcentaje de aumento por impacto de la electrolinera

Año	Extrapolación a San Miguel del Monte	Previsión a San Miguel del Monte	
	Vehículos eléctricos	% Estimado	Vehículos Eléctricos
2021	0	200%	0
2022	0	200%	1
2023	1	200%	1
2024	1	200%	2
2025	2	200%	3
2026	2	190%	5
2027	3	190%	7
2028	5	190%	9
2029	6	190%	12
2030	8	190%	15
2031	10	180%	18
2032	13	180%	23
2033	15	180%	28
2034	19	180%	34
2035	22	180%	40
2036	26	170%	44
2037	30	170%	52
2038	35	170%	60
2039	40	170%	69
2040	46	170%	78

Estimación de la cantidad de cargadores

La estimación de la cantidad de cargadores necesarios en la electrolinera se realiza a partir de las siguientes consideraciones:

- Horas de mayor demanda será entre las 08:00hs y las 13:00hs y entre las 16:00hs y las 20:00hs. Esto es debido a la llegada y la retirada de los vehículos de la ciudad.
- Se considera un tiempo de carga promedio de 30 minutos por auto.
- Se considera un retraso entre cargas de un mismo cargador debido a demoras involuntarias de los clientes de 5 minutos.
- Por cada isla se tendrán 2 cargadores.

Se calcula la cantidad de cargas posibles por día según la cantidad de cargadores en la estación. En la tabla 6 se compara este resultado con la cantidad de autos eléctricos en la ciudad para analizar las propuestas.

TABLA 6
Comparación Cantidad de cargadores con Demanda diaria

Cantidad de Islas y cargadores para abastecer la demanda de carga por año				
	1 isla	2 islas	3 islas	4 islas
Año	2 cargadores	4 cargadores	6 cargadores	8 cargadores
2021	SI	SI	SI	SI
2022	SI	SI	SI	SI
2023	SI	SI	SI	SI
2024	SI	SI	SI	SI
2025	SI	SI	SI	SI
2026	SI	SI	SI	SI
2027	SI	SI	SI	SI
2028	SI	SI	SI	SI
2029	SI	SI	SI	SI
2030	SI	SI	SI	SI
2031	SI	SI	SI	SI
2032	SI	SI	SI	SI
2033	SI	SI	SI	SI
2034	SI	SI	SI	SI
2035	NO	SI	SI	SI
2036	NO	SI	SI	SI
2037	NO	SI	SI	SI
2038	NO	SI	SI	SI
2039	NO	SI	SI	SI
2040	NO	NO	SI	SI

Conforme a los resultados se opta por utilizar 2 islas, equivalentes a 4 cargadores. De esta manera y analizando la Tabla 6, vemos que esta configuración logra satisfacer la necesidad a 19 años (hasta el año 2039).

Impacto sobre la red eléctrica de la distribuidora

Para determinar el efecto de la inserción en la red actual, se parte de los datos básicos del cargador tipo CHAdEMO representados en la tabla 7.

TABLA 7
 Datos de Cargador CHAdeMO

Unidad de control (dispensador)	
Salida C.C. - Modo 4 - Protocolo CHAdeMO	
Tensión máxima de salida	500 Vcc (por toma)
Corriente máxima de salida	120 Acc (por toma)
Potencia máxima de salida modo 4	50 kWcc (por toma)
Unidad de potencia (Alimentación)	
Tensión de alimentación	Trifásica 400 Vca
Tolerancia	50..60 Hz Importar imagen 5%
máxima potencia de entrada	55 kVA
Eficiencia	92%
Normas	
CHAdeMO protocolo, IEC61851-1, IEC 62196	

A su vez, se analiza la demanda eléctrica durante los fines de semana en San Miguel del Monte, considerando épocas frías y cálidas en escenarios de pre-pandemia y post-pandemia. Se toma en consideración las fechas de feriados que puedan producir una mayor demanda.

Se arman escenarios a partir de la información recibida por la cooperativa eléctrica de San Miguel del Monte, siendo los siguientes los seleccionados:

- 1 y 2 de febrero de 2020, fin de semana pre pandemia.
- 6 y 7 de febrero de 2021, fin de semana post pandemia.
- 22 y 23 de febrero de 2020, fin de semana de carnavales, pre pandemia.
- 28 y 29 de diciembre de 2019, fin de semana de alta temperatura, pre pandemia.
- 10 y 11 de agosto de 2019, fin de semana de bajas temperaturas, pre pandemia.
- 24 y 25 de agosto de 2020, fin de semana de bajas temperaturas, pandemia.

Distintos perfiles de carga - Fin de semana

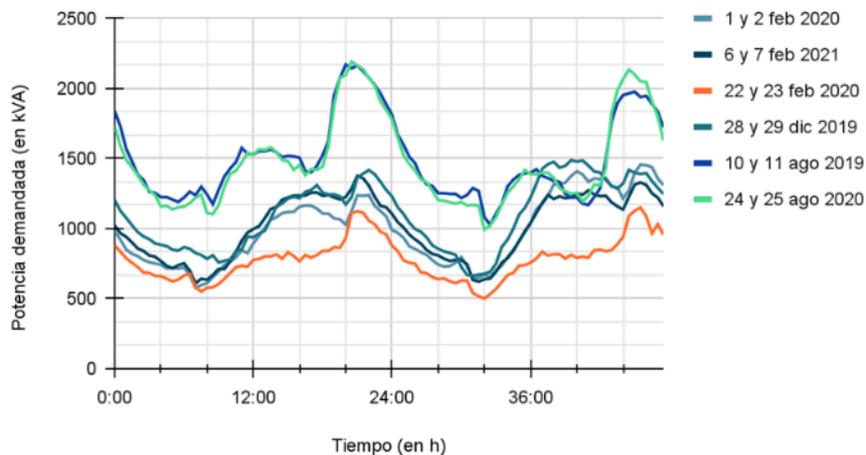


ILUSTRACIÓN 1
 Curva de demanda San Miguel del Monte

La red eléctrica de donde se tomará la energía está compuesta por un conductor de $1 \times 3 \times 95$ [mm²] de cobre en cable subterráneo. El punto de toma es tal cual se muestra en la ilustración 2 (triángulo Negro denominado Proyecto).

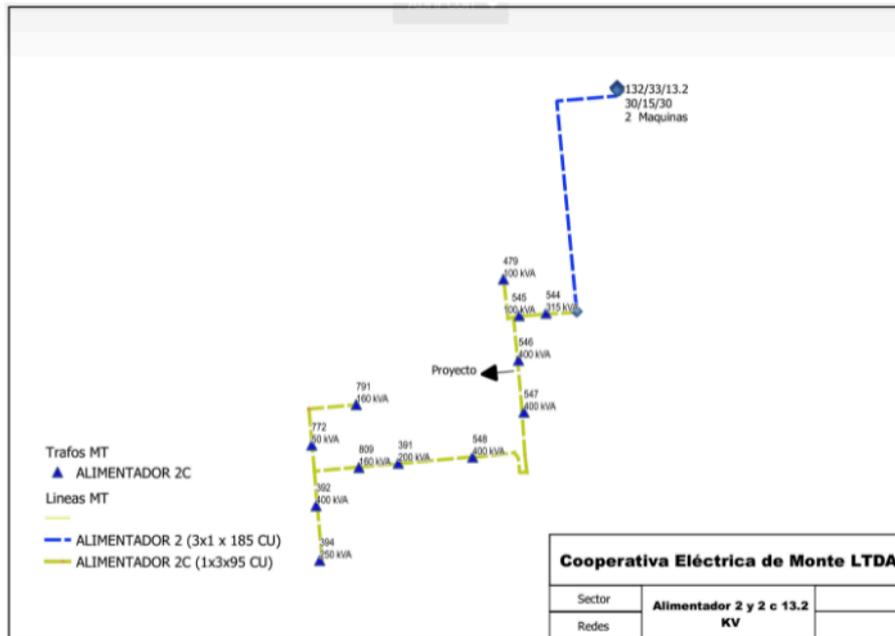


ILUSTRACIÓN 2
Especificación de Red y Punto de Toma de Energía

La longitud de la red troncal completa estimada es de 4,6 [km], considerada desde la estación transformadora de TRANSBA, sobre la ruta 3, hasta el último empalme posible. La distancia desde la estación transformadora hasta el punto de conexión del proyecto está estimada en 2,5 [km]. La potencia máxima entregada por el transformador del cual se toma energía es de 14 [MVA], 132/33/13,2 kV.

Respecto al perfil de carga de la ciudad entera, la red de la cual se carga la electrolinera representa un 20%. Esta consideración se toma sumando la totalidad de la potencia nominal de los transformadores conectados a la red y comparando con el dato que actualmente la ciudad se abastece con una única máquina de 14 [MVA], información provista por la cooperativa eléctrica local.

Al momento de analizar la demanda de la electrolinera, hay que tener en cuenta de que el ciclo de carga de las baterías depende del modelo de la misma, pero en términos generales se puede generalizar en que tiene un pico de consumo entre el 60 y el 80% de la carga, pasado este punto el consumo decrece hasta un 50% y se detiene al completar el 100% de la carga. Bajo esta consideración y tomando en cuenta que seleccionamos un total de 4 cargadores para la electrolinera, se realiza la ilustración 3 de demanda en un lapso de 48hs correspondientes a un fin de semana de alta solicitud de carga:

Diagrama de carga - Electrolinera

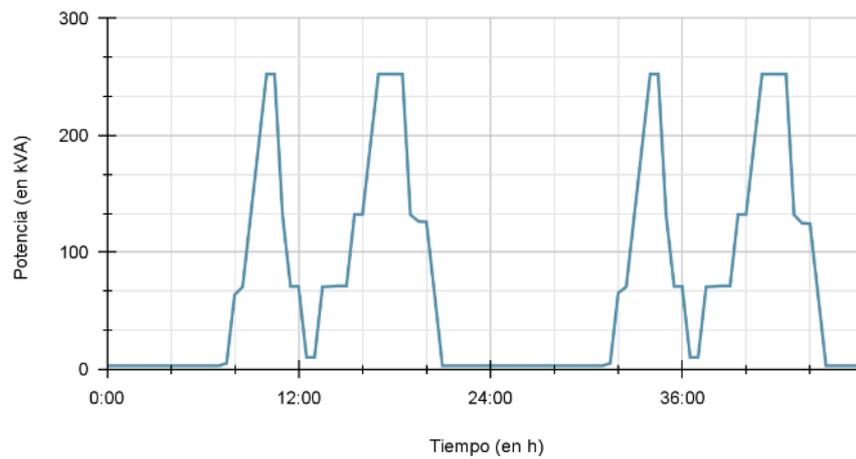


ILUSTRACIÓN 3
Curva de demanda de la electrolinea

Sumando las cargas demandadas se puede apreciar en la ilustración 4 que, la electrolinea eleva el consumo eléctrico durante el día, especialmente en los momentos de carga de vehículos. Esta sobre elevación llega a un 20% respecto a la demanda máxima de la red para el momento de la carga.

Perfiles de carga con electrolinea

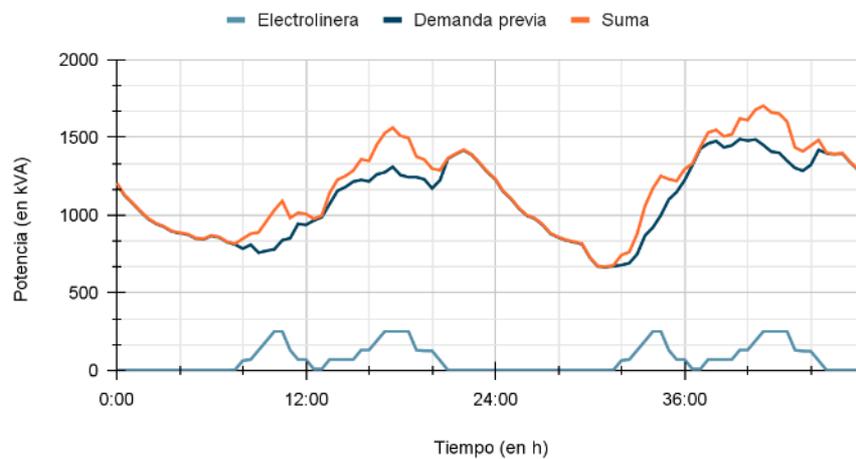


ILUSTRACIÓN 4
Suma de demanda de electrolinea con demanda de San Miguel del Monte

Considerando que la red de donde se tomará alimentación representa el 20% del consumo del pueblo, la inserción de la electrolinea llevará al transformador a tener picos de trabajo de más del doble de la demanda durante los momentos de carga según se puede observar en la ilustración 5.

Demanda en el alimentador

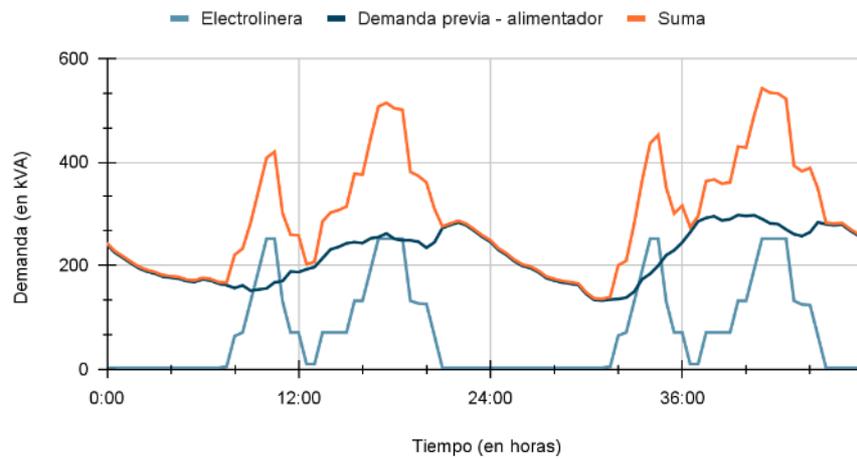


ILUSTRACIÓN 5

Curva de demanda del transformador contemplando picos de demanda de la electrolinera

Realizando un modelado de la red en NEPLAN se analiza el impacto por regulación de tensión:

En la ilustración 6 se ven los valores de las barras sin considerar la inserción de la electrolinera. En la ilustración 7 se ven los valores resultantes en las barras al momento de incluir la electrolinera. Se observa que los cambios no son significativos.

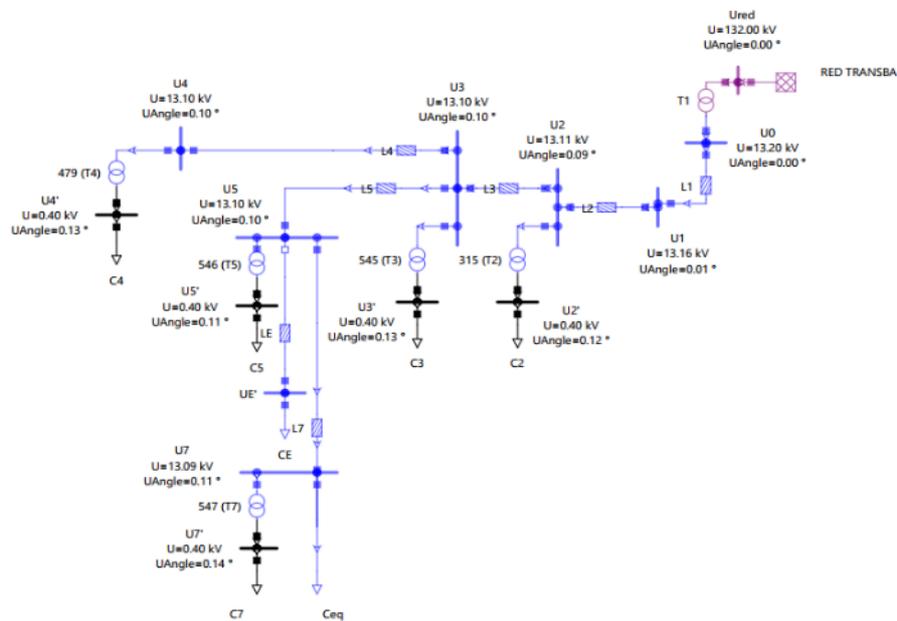


ILUSTRACIÓN 6

Simulación NEPLAN sin electrolinera

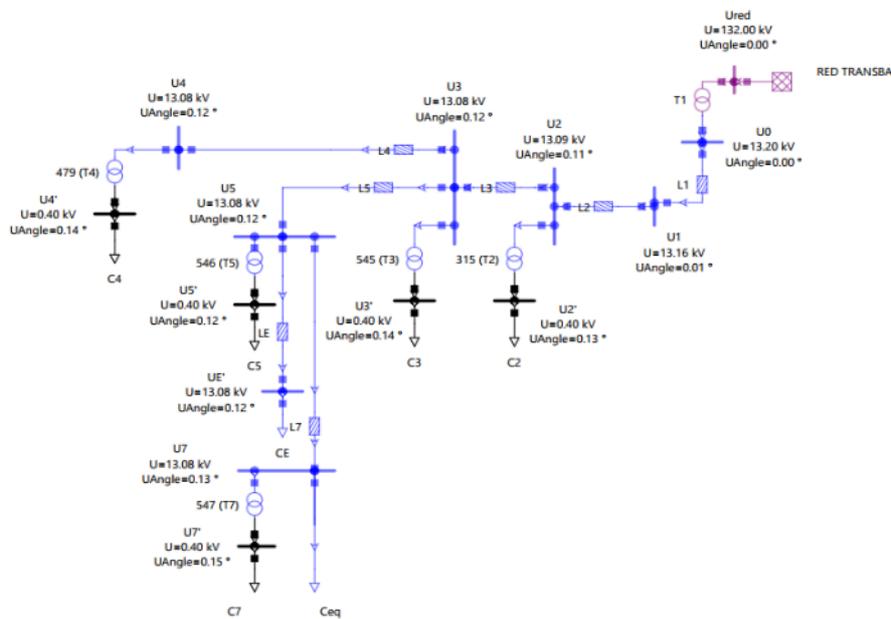


ILUSTRACIÓN 7
Simulación NEPLAN con electrolinera

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Como resultado del análisis técnico se puede observar que para las condiciones de carga propuestas el impacto sobre el alimentador de media tensión de la cooperativa es bajo, llega a un 20 % respecto a la demanda máxima de la red para el momento de la carga (ilustración 4). Sin embargo, el impacto de la misma carga sobre el transformador equivale a un pico del doble de la carga actual (ilustración 5). Y en relación con la regulación de tensión del sistema de media tensión, se ve que el impacto es despreciable (ilustración 6 y 7). De esto surge que para la elección del lugar de emplazamiento de una electrolinera es necesario realizar estudios similares a los desarrollados en este trabajo, principalmente los estudios eléctricos, de tal manera de minimizar las posibles fallas en la red y la perturbación en la calidad del servicio. Por lo tanto, para otros sitios u otras ciudades es necesario previamente a la toma de decisión sobre el lugar de emplazamiento que exista una interrelación entre los desarrolladores de la electrolinera y la distribuidora de energía eléctrica local.

La descripción de los diferentes tipos de tecnología disponibles en la Argentina puede ser de utilidad para aquellos que quieran comenzar a indagar sobre la temática, siendo que existen 6 tipos de carga, 6 modelo de cargadores y 4 modos de carga, teniendo en cuenta que aún no existe una estandarización en el mercado.

Del análisis del marco normativo y las políticas vigentes, si bien no se aporta desarrollo de legislación, pero surge que aún deben generarse las leyes y políticas de incentivo para incrementar el uso y desarrollo de los vehículos eléctricos en Argentina.

CONCLUSIONES

No se debe dejar de contemplar que, en la situación actual del país, la adquisición de vehículos eléctricos de marcas extranjeras, las cuales tienen una mayor demanda de energía por su gran autonomía y prestaciones, es prácticamente imposible por los altos costos. Las marcas nacionales como Volt Motores, Coradir o Sero Electric, comercializan modelos utilitarios con autonomía de no más de 200 [km] y solo con la posibilidad de carga lenta con una alimentación de 220 [Vac]. Por lo que surgen sectores de vacancia en los cuales se pueden

aportar desarrollos tecnológicos con participación del sector industrial, instituciones de I+D en combinación con incentivos de políticas de estado.

Este camino es parte de la transición energética que tiene impacto en la matriz energética, en la necesidad de una mejor estructura de generación y distribución eléctrica, cambios en las curvas “típicas” de demanda y un desafío para las generaciones futuras de especialistas en el sector. Como así también demanda una mayor inteligencia aplicada a la red con la inclusión de generación distribuida como posibilidad para solventar los picos de consumo ante el impacto de carga de los futuros vehículos eléctricos.

En la actualidad, en base a la cantidad de vehículos eléctricos en uso y los costos de la tecnología, solo se justifica su instalación a modo de estación de recarga piloto para ir probando tecnología desarrollada y a desarrollar en el país, teniendo en cuenta que aún no se encuentra estandarizada. Este tipo de desarrollo puede estar apalancado por incentivos económicos y financieros que promuevan la creación de los centros de carga para vehículos eléctricos.

Se puede decir que, en la actualidad, lo conveniente para una localidad turística como San Miguel del Monte, es la localización de cargadores en distintos puntos de circulación turística. Esto permite reducir los costos de inversión edilicia y el impacto en la red, a la vez que brinda un servicio único en la región para aquellas personas que dispongan de un vehículo eléctrico, como así también contar con un vehículo de transporte público del tipo eléctrico que pueda circular por la zona turística, de esta manera promoviendo un “turismo verde”.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Facultad Regional La Plata de la UTN y al Centro de I+D CODAPLI Departamento de Ingeniería en Energía Eléctrica por el soporte recibido y a la Cooperativa Eléctrica de Monte.

NOTAS

- i Estimación de empleo verde en la argentina – Cap. 7: Producción de energía y combustibles
- ii <https://www.argentina.gob.ar/transporte/transporte-sostenible/impacto-ambiental-del-transporte>
- iii <https://onuhabitat.org.mx/index.php/contaminacion-automoviles-y-calidad-del-aire>
- iv <https://portalmovilidad.com/wp-content/uploads/2021/10/Proyecto-de-ley-de-promocion-de-movilidad-sustentable-DESCARGAR.pdf>
- v <https://www.infobae.com/autos/2023/07/04/electromovilidad-en-argentina-creciendo-lentamente-a-la-espera-de-mejores-condiciones/>
- vi <https://bnef.turtl.co/story/evo-2020/page/3/1?teaser=yes>
- vii <https://www.estadisticaciudad.gob.ar/eyc/?p=44506>
- viii <http://www.afac.org.ar/paginas/noticia.php?id=4041>
- ix <https://scripts.minem.gob.ar/octopus/archivos.php?file=7800>