



Aspectos a considerar en el uso de motores eléctricos menores de 2hp en zonas rurales del Ecuador

Aspects to consider in the use of electric motors under 2hp in rural areas of Ecuador

Aspectos a serem considerados no uso de motores elétricos abaixo de 2hp em áreas rurais do Equador

Gino Joaquin Mieles-Mieles^I

gjmieles@utm.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-4528-2211>

Yolanda Llosas-Albuerne^{II}

yolanda.llosas@utm.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-5713-0565>

Alcira Magdalena Vélez-Quiroz^{III}

alcira.velez@utm.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-0133-1744>

Correspondencia: gjmieles@utm.edu.ec

Ciencias técnicas y aplicadas

Artículo de revisión

***Recibido:** 9 de agosto de 2021 ***Aceptado:** 17 de agosto de 2021 * **Publicado:** 17 de septiembre de 2021

- I. Estudiante de Posgrado de la Maestría Académica con Trayectoria de Investigación en Electricidad mención Sistemas Eléctricos de Potencia en la UTM, Ingeniero Eléctrico en Sistema Eléctrico de Potencia, Magíster en Gerencia Educativa, Docente Investigador de la Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.
- II. Doctora en Ciencias Técnicas, Ingeniera Eléctrica en Control Automático, Coordinadora de la Maestría Académica con Trayectoria de Investigación en Electricidad mención Sistemas Eléctricos de Potencia en la UTM, Docente Investigadora de la Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.
- III. Doctorando en la Cujae- La Habana Cuba, Magíster en Gerencia Educativa, Ingeniera Eléctrica en Sistema Eléctrico de Potencia, Docente Investigadora de la Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.

Resumen

Este artículo muestra Aspectos a considerar en el uso de motores eléctricos menores de 2hp en zonas rurales del Ecuador, las cuales son ricas en producción agrícola, y han requerido de maquinaria e implementos para operar, necesitando los agricultores de motores que ayuden en las tareas diarias del campo. Una de esas tareas esenciales ha constituido el bombeo de agua para reguío que se lo hace desde un río, estanque, canal de riego, albarradas, pozos, etc.; que por lo general usan motores monofásicos de potencia fraccionaria (menores de 1 kW) en multitud de aplicaciones particularmente en electrodomésticos, pero las aplicaciones de los de potencia entera (mayores de 1 kW) son mucho más específicas, siendo una de ellas los usos rurales.

La necesidad del motor de inducción monofásico se explica de la siguiente forma: existen muchas instalaciones, tanto industriales como residenciales a las que la compañía eléctrica sólo suministra un servicio de C.A monofásico. Además, en todo lugar casi siempre hay necesidad de motores pequeños que trabajen con suministro monofásico para impulsar diversos artefactos electrodomésticos tales como máquinas de coser, taladros, aspiradoras, acondicionadores de aire, etc.; en este caso tenemos los motores de estas bombas de reguío rural muy usados para sus actividades por su fácil acceso comercial, costo, acoplamiento e instalación.

Palabras claves: Monofásico; inducción; bombeo; red; baja tensión.

Abstract

This article shows Aspects to consider in the use of electric motors under 2hp in rural areas of Ecuador, which are rich in agricultural production, and have required machinery and implements to operate, the farmers needing motors to help in daily tasks of the field. One of these essential tasks has been the pumping of water for irrigation that is done from a river, pond, irrigation canal, albarradas, wells, etc .; that generally use single-phase motors of fractional power (less than 1 kW) in a multitude of applications, particularly in household appliances, but the applications of those of full power (greater than 1 kW) are much more specific, one of them being rural uses .

The need for a single-phase induction motor is explained as follows: there are many facilities, both industrial and residential, to which the electric company only supplies a single-phase AC service. In addition, there is almost always a need in every place for small motors that work with single-phase supply to drive various household appliances such as sewing machines, drills, vacuum cleaners, air conditioners, etc .; in this case we have the motors of these rural irrigation

pumps widely used for their activities due to their easy commercial access, cost, coupling and installation.

Keywords: Single-phase; induction; pumping; network; low voltage.

Resumo

Este artículo muestra Aspectos a considerar en el uso de motores eléctricos menores de 2hp en zonas rurales del Ecuador, las cuales son ricas en producción agrícola, y han requerido de maquinaria e implementos para operar, necesitando los agricultores de motores que ayuden en las tareas diarias do campo. Uma dessas tarefas essenciais tem sido o bombeamento de água para irrigação que é feito a partir de um rio, lagoa, canal de irrigação, albarradas, poços, etc .; que geralmente usam motores monofásicos de potência fracionada (menos de 1 kW) em uma infinidade de aplicações, principalmente em eletrodomésticos, mas as aplicações de potência total (maior que 1 kW) são muito mais específicas, sendo uma delas usos rurais.

A necessidade de um motor de indução monofásico explica-se da seguinte forma: são muitas as instalações, tanto industriais como residenciais, para as quais a companhia elétrica fornece apenas um serviço CA monofásico. Além disso, quase sempre existe a necessidade em todos os locais de pequenos motores que funcionem com alimentação monofásica para acionar diversos eletrodomésticos como máquinas de costura, furadeiras, aspiradores de pó, condicionadores de ar, etc.; neste caso temos os motores dessas bombas de irrigação rural amplamente utilizados para suas atividades devido à facilidade de acesso comercial, custo, acoplamento e instalação.

Palavras-chave: Monofásico; indução; bombeamento; rede; baixa tensão.

Introducción

La ciencia y la tecnología son procesos sociales en varios e importantes sentidos. Revalorizar lo social no como escenario sino como elemento decisorio es comenzar a andar en una dirección correcta. Lo social ayuda a entender la ciencia en contexto, lo que aquí apunta al entramado de circunstancias económicas, políticas y culturales que le dan sentido y orientación a una práctica científica determinada (Nuñez J, 2002).

Por otro lado, el conocimiento científico y tecnológico es una de las principales riquezas de las sociedades contemporáneas y un elemento indispensable para impulsar el desarrollo económico y

social. La ciencia, la tecnología y la innovación se han convertido en herramientas necesarias para la transformación de las estructuras productivas, la explotación racional de los recursos naturales, el cuidado de la salud, la alimentación, la educación y otros requerimientos sociales (Murillo, 2012).

La energía es uno de los pilares fundamentales del progreso humano. La electricidad constituye una parte básica de las necesidades del hombre moderno, al igual que el suministro de agua limpia, el cuidado médico, la educación, etc. (Rodríguez G. María, 2015).

En el Ecuador la dotación de energía eléctrica está compuesta por energía termoeléctrica en un 46%, el 40% por hidroeléctricas, el 12% por interconexión internacional y el 2% por biomasa, la combustión de combustibles fósiles como el petróleo, han generado contaminación por dióxido de carbono, azufre, óxido nitroso contribuyendo al efecto invernadero, lo que ha ocasiona sequías, inundaciones, deterioro de ecosistemas y disminución de la calidad del aire, por otro lado debido a la poca accesibilidad de las comunidades rurales la dotación de energía eléctrica que se recibe es de pésima calidad, lo que ocasiona la destrucción de electrodomésticos, impidiendo el desarrollo socio económico de los habitantes de la zona (CONELEC, 2017).

En zonas rurales puede ser necesario disponer de fuerza motriz relevante para alimentar los motores de los sistemas de riego o para algunos procesos productivos. Una característica común a estas áreas es la alta dispersión de los puntos de consumo, esto da lugar a extensas líneas de media tensión, en general de baja potencia de cortocircuito, para abastecer pocos puntos de consumo. Como los conductores que se usan en esas líneas transportan relativamente poca corriente, el diseño de los mismos responde principalmente a razones mecánicas más que a eléctricas; por lo tanto, el costo de una línea normal depende casi exclusivamente de su longitud y cantidad de conductores activos.

En las zonas rurales, la energía eléctrica se hace más que indispensable, en el uso para mover motores que ayuden en las tareas diarias del campo, una de esas tareas esenciales es el bombeo de agua para reguío, que se lo hace desde un río, estanque, canal de riego, albardas, pozos, etc. Por lo general se usan motores monofásicos de potencia fraccionaria (menores de 1 kW) son ampliamente utilizados en multitud de aplicaciones, particularmente en electrodomésticos, pero

las aplicaciones de los de potencia entera (mayores de 1 kW) son mucho más específicas, siendo una de ellas, los usos rurales.

Comparando las características de los motores monofásicos convencionales de potencia entera con los trifásicos de la misma potencia y velocidad, estos últimos son mucho más convenientes. Los motores trifásicos tienen: mejor rendimiento y factor de potencia, son más pequeños, menos costosos y más silenciosos. Respecto a la corriente de arranque a plena tensión los motores trifásicos convencionales absorben de 6 a 7 veces su corriente nominal, mientras que los monofásicos pueden llegar a 10 veces la corriente nominal.

Esto último es la principal limitación que tiene el empleo de los motores monofásicos convencionales en las largas, y generalmente débiles redes de distribución rural. Un arranque puede producir importantes huecos de tensión en la red y afectar a otros dispositivos conectados a la misma como ser, computadoras, lámparas de descarga, contactores y si hay otros motores conectados a esa red, en el momento de la restitución de la tensión, toman un pico de corriente, lo que complica aún más el problema (Mieles, 2020).

Por esos motivos, en algunos países las distribuidoras limitan la máxima potencia de los motores monofásicos que se pueden conectar a sus redes a menos de 10 kW (PDHengineer.com), (Roger Lawrence).

Los motores monofásicos al tener su bobinado conectado a una sola fase de la red, solamente crean un flujo alterno de dirección constante, que no es capaz de producir el giro del rotor. Sí puede girar por sí mismo, una vez que haya adquirido velocidad.

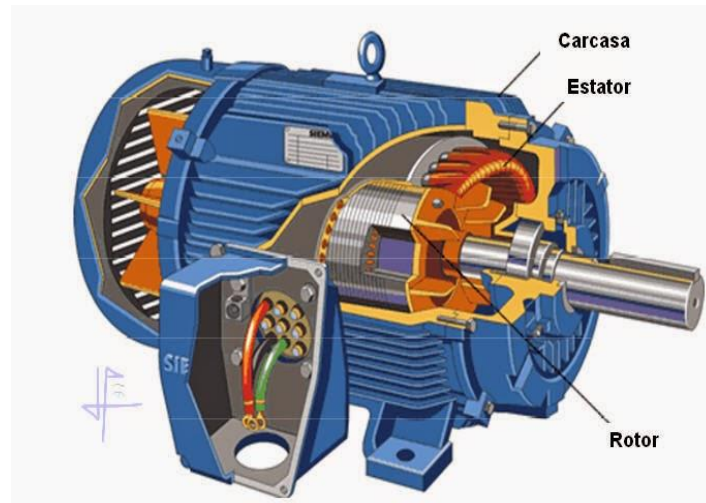


Figura 1. Motor Monofásico de inducción Máquinas Eléctricas Chapman, S. J. (2009).

Las partes importantes de estos motores son: Carcasa que es la fijación del motor a patas. Motor cerrado de protección. Carcasa de aletas para la refrigeración.

Estator. Ajustado a la carcasa en caliente. Bobinado estatórico. Rotor. De aleación de aluminio colado bajo presión. Equilibrado dinámico, Bobinado rotórico, Colector, Ventilación forzada, Caja de bornes con condensador incorporado.

Si se interrumpe uno de los tres hilos de línea por los que se alimenta un motor trifásico de inducción, de los llamados de Jaula De Ardilla, cargado y a plena marcha, el motor seguirá marchando normalmente a la misma velocidad que tenía anteriormente. Únicamente su potencia habrá disminuido en un 20% aproximadamente. (Chapman, 2009)

Los motores monofásicos de inducción experimentan una grave desventaja. Puesto que sólo hay una fase en el devanado del estator, el campo magnético en un motor monofásico de inducción no rota. En su lugar, primero pulsa con gran intensidad, luego con menos intensidad, pero permanece siempre en la misma dirección. Puesto que no hay campo magnético rotacional en el estator, un motor monofásico de inducción no tiene par de arranque.

Si pensamos en un motor de un solo par de polos, podemos ver fácilmente que el campo generado por el devanado principal al conectarse a una fuente de tensión alterna, tiene una dirección fija y un signo cambiante en forma sinusoidal. Los motores de inducción requieren un campo magnético rotante para inducir las corrientes adecuadas en el rotor y producir un par mecánico.

Si el campo magnético es fijo en el espacio y alterno en el tiempo y el rotor se halla detenido (por ejemplo, al intentar arrancarlo) el circuito electromagnético resultante se asemeja mucho al de un transformador en cortocircuito, donde el rotor haría las veces de secundario. Para comprender el funcionamiento de estas máquinas debemos imaginar que el campo magnético alterno es en realidad la composición de dos campos de módulos constantes pero rotantes en sentidos opuestos. En la figura se esquematiza esta construcción abstracta en la que ahora se tiene el equivalente a dos motores trifásicos conectados en secuencias opuestas y unidos por su eje.

El objetivo de realizar esta investigación es facilitar a la comunidad rural aspectos a considerar en el montaje de motores de potencia hasta 2HP, donde se realiza trabajos de bombeo de agua principalmente para reguío para plantaciones de cultivo de diferentes productos de consumo alimenticio, que generalmente están apostados en las riberas de ríos, canales de riegos o albarradas de las zonas rurales, donde el suministro de energía eléctrica por lo general es monofásico.

Materiales y métodos

Este trabajo de investigación se basó en el paradigma Positivista con una estrategia metodológica Cuantitativa, con un enfoque en dar una respuesta a incógnitas que poseen en el uso y aplicación en los montajes de motores menores de 2 HP, para realizar trabajos en las zonas rurales. La investigación fue apoyada también en la metodología DESK RESEARCH, donde además se aportó con la experiencia de conocer todos los aspectos que rodean esta actividad agrícola y el área del suministro de distribución eléctrica.

Análisis y Discusión de Resultados

Para las zonas rurales donde la alimentación eléctrica es generalmente monofásica, debemos considerar el tipo de motor más recomendado para la realización de tareas como reguío generalmente, ya que la agricultura es la primera actividad de las zonas rurales, necesitan de motores que realicen el trabajo de bombear el agua desde los ríos, canales de riegos, albarradas y pozos.

La tensión que se suministra de una red monofásica de media tensión partiendo desde una red de media tensión trifásica a la que llamamos alimentador principal es de 7967 voltios, ésta por lo

general recorre grandes distancias hasta llegar a su punto de consumo donde es tomada en ocasiones con un transformador monofásico particular del usuario o los usuarios si se agrupan en pequeñas comunidades, o si no esta línea llega hasta un transformador de la red pública que ha sido colocado por la empresa suministradora para consumo público, donde, utilizan un voltaje de 240/120 voltios para el funcionamiento de estos motores de pequeña potencia generalmente menores a 2 HP. Muchos de estos usuarios no están conectados legalmente unos se conectan solo cuando hacen labores de regío, unos son permanentes, los legalizados tienen tarifas especiales para actividades de regío que da el estado (ARCONEL, 2019).

La necesidad del motor de inducción monofásico se explica de la siguiente forma: Existen muchas instalaciones, tanto industriales como residenciales a las que la compañía eléctrica sólo suministra un servicio de C.A. monofásico. Además, en todo lugar casi siempre hay necesidad de motores pequeños que trabajen con suministro monofásico para impulsar diversos artefactos electrodomésticos tales como máquinas de coser, taladros, aspiradoras, acondicionadores de aire, etc. en este caso tenemos los motores de estas bombas de regío rural muy usados para sus actividades.

Los motores monofásicos de inducción experimentan una grave desventaja puesto que sólo hay una fase en el devanado del estator, el campo magnético en un motor monofásico de inducción no rota. En su lugar, primero pulsa con gran intensidad, luego con menos intensidad, pero permanece siempre en la misma dirección. Puesto que no hay campo magnético rotacional en el estator, un motor monofásico de inducción no tiene par de arranque, es por ello que, se emplean diversos métodos para iniciar el giro del rotor, y por lo tanto existe una clasificación de los motores monofásicos basada en los métodos particulares de arranque.

En cuanto a la construcción del motor monofásico de inducción, hay que señalar que el rotor de cualquier motor monofásico de inducción es intercambiable con algunos polifásicos de jaula de ardilla. No hay conexión física entre el rotor y el estator, y hay un entrehierro uniforme entre ellos. Debido a que los motores monofásicos de inducción no generan por sí solos par de arranque, se tienen dos devanados: el de marcha o principal; y el auxiliar o de arranque, cuya finalidad es producir el giro del rotor. Tanto el devanado principal como el auxiliar, están distribuidos en ranuras espaciadas uniformemente alrededor del estator; sin embargo, el último se

encuentra alojado en ranuras con orientación desplazada 90° en el espacio eléctrico con respecto a las del devanado principal.

Teoría del doble campo giratorio.

Esta teoría establece que un campo magnético estacionario pulsante se puede transformar en dos campos magnéticos rotacionales de igual magnitud, pero de direcciones opuestas. El motor de inducción responde a cada uno de los campos magnéticos por separado y el par neto en la máquina será la suma de los pares debidos a cada uno de los dos campos magnéticos. Un motor de inducción monofásico responde a cada uno de los dos campos magnéticos presentes en él; en consecuencia, el par inducido neto en el motor es la diferencia entre las dos curvas par-velocidad

Motor de inducción monofásico

Consiste en un devanado monofásico que es montado en el estator del motor y un devanado de jaula colocado en el rotor. Se produce un campo magnético pulsante, cuando el devanado del estator del motor de inducción monofásico que se muestra a continuación se activa mediante un suministro monofásico.

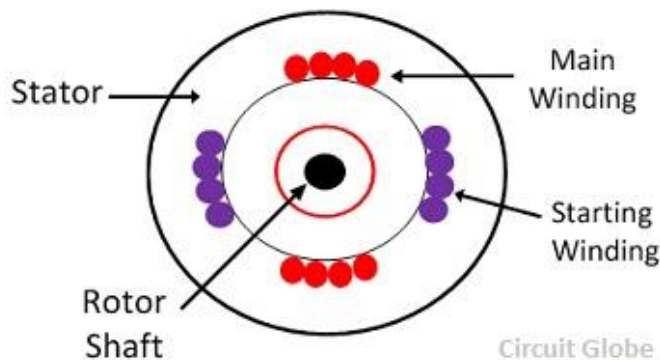


Figura 2. Motor Monofásico de inducción.

La palabra pulsante significa que el campo se acumula, en una dirección cae a cero y luego se acumula en la dirección opuesta. En estas condiciones, el rotor de un motor de inducción no gira. Por lo tanto, un motor de inducción monofásico no es de arranque automático. Requiere algunos medios de partida especiales. Si el devanado del estator monofásico está excitado y el rotor del motor se gira por un medio auxiliar y luego se retira el dispositivo de arranque, el motor continúa girando en la dirección en que se arranca. El rendimiento del motor de inducción monofásico es

analizado por las dos teorías. Uno es conocido como el Teoría del campo de doble rotación, y el otro es Campo cruzado Teoría. Ambas teorías son similares y explican la razón de la producción de par cuando el rotor está girando.

Construcción del motor de inducción monofásico

Como cualquier otro motor eléctrico, el motor asíncrono también tiene dos partes principales: el rotor y el estator.

Estator: Como su nombre lo indica, el estator es una parte estacionaria del motor de inducción. Se proporciona una alimentación de CA monofásica al estator del motor de inducción monofásico.

Rotor: El rotor es una parte giratoria de un motor de inducción. El rotor conecta la carga mecánica a través del eje. El rotor en el motor de inducción monofásico es del tipo de rotor de jaula de ardilla.

La Construcción del motor de inducción monofásico, es casi similar a la jaula de ardilla Motor de inducción trifásico. Pero en el caso de un motor de inducción monofásico, el estator tiene dos devanados en lugar de un devanado trifásico en un motor de inducción trifásico. La empresa suministradora en su afán de recuperar pérdidas de energía, adopta diferentes propuestas para mejorar estos índices, pero en ese camino se encuentra con barreras que impiden su mejor acción, los usuarios necesitan hacer mover sus motores que, al ser de alto consumo eléctrico, las pérdidas se ven reflejadas muy claramente.

Tarifa	Uso de Energía	Clientes	Inicial		Final
WA	BOMBEO AGRICOLA Y PSICO	21	30.482	-	30.482
WB	BOMBEO AGUA DEMANDA	49	234.606	-	234.606
WD	BOMBEO AGUA MT DEMANDA	153	660.032	-	660.032
WH	BOMBEO AGUA DEMANDA HORARIA	68	1.118.363	-	1.118.363
W3	BOMBEO AGUA BT DEMANDA HORARIA	2	23.258	-	23.258
ZH	ABO ESPECIALES MT DEMANDA HORARIA	2	1.237	-	1.237

Figura 3. Facturación bomba en kWh CNEL EP.

Conclusiones

En las zonas rurales por su complejidad de llevar energía eléctrica, esta se ha realizado con sistemas monofásicos de media tensión.

Para alimentar motores de pequeña potencia que en su mayoría son de menos de 2HP, usados para reguío específicamente ya que esta es la actividad predominante en las zonas rurales, el motor de inducción es el más utilizado por su acoplamiento y su disposición comercial.

Existen motores de pequeña capacidad de diferente calidad y por ende influye también su costo, motores que son de bajo costo pero que no tienen repuesto de sus piezas si estas se averían.

El motor de inducción monofásico consiste en un devanado monofásico que es montado en el estator del motor y un devanado de jaula colocado en el rotor. Se produce un campo magnético pulsante, cuando el devanado del estator del motor de inducción monofásico, se busca mejorar el rendimiento de estos motores tratando optimizar los recursos.

Se detectó el pequeño número de servicios legalizados comparado con el número de agricultores a pesar de la tarifa preferencial que disponen los agricultores catalogados como pequeños que utilizan motores de hasta 2 HP, teniendo drásticas medidas sancionatorias en caso de tener servicios directos (no legalizados).

Referencias

1. ARCONEL. (2017). Informe de gestión ARCONEL - 2017. Obtenido de <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/03/1.3-Informe-Gesti%C3%B3n-ARCONEL-2017.pdf>
2. CNEL-ARCONEL - 0 35/19 (23 de diciembre de 2019)
3. https://www.cnelep.gob.ec/wp-content/uploads/2020/01/pliego_tarifario_del_spee_2020_resolucion_nro_035_19.
4. CONELEC. (2011). Estadísticas del sector eléctrico ecuatorino. Obtenido de <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/03/1.3-Informe-Gesti%C3%B3n-ARCONEL-2017.pdf>
5. Chapman, S. J. (2009). MÁQUINAS ELÉCTRICAS (Segunda edición).

6. Cook, P. (2011). "Infrastructure, rural electrification and development". Energy for Sustainable Development,.
7. (Nuñez J, 2002)
8. Mieles, G. (2020). Portoviejo. <https://orcid.org/0000-0002-4528-2211>
9. Rodríguez, M., & Vázquez, P. (2018). La energía fotovoltaica en la provincia de Manabí. Ediciones UTM- Universidad Técnica de Manabí. Obtenido de https://www.utm.edu.ec/ediciones_utm/index.php/component/content/article?id=713:la-energia-fotovoltaica-en-la-provincia-de-manabi
10. Murillo, B. (2012). Ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo y la cohesión social. Madrid, España.
11. Nuñez J, J. (2002). PD Hengineer.com. (s.f.). "Written-Pole motors", Course N° E-3023. .
12. Rodríguez G. María, C. J. (2015). XXX Seminario de Sector Eléctrico ECUACIER. ECUACIER.
13. Rodríguez, M., Vázquez, A., Veléz, A., & Saltos, W. (2018). Mejora de la calidad de la energía con sistemas fotovoltaicos en las zonas rurales. Revista Científica, 33(3), 265-274. doi: <https://doi.org/10.14483/23448350.13104>
14. Roger Lawrence, J. S. (s.f.). Roger Lawrence, Jacobs Serrine: "Aplicaciones and Markets for written pole single-phase motors to 100 HP",. ISBN# 0-7803-2639-3. .
15. https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Fmotoresinduccionmonofasicoellectupel.blogspot.com%2F2014%2F06%2Fdefinicion-el-motor-monofasico.html&psig=AOvVaw0vvm9DCZqTPD__MtRaSJKG&ust=1597946733731000&source=images&cd=vfe&ved=2ahUKEwjv_97M7afrAhXKazABHS3CDyMQr4kDe gUIARDDAQ
16. <https://www.cnel.gob.ec>