

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

ESCUELA DE POST GRADO

**SECCIÓN DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**



TITULO DE LA TESIS

**“ELECCIÓN DEL ESCENARIO
EFICIENTE DEL PLAN DE
TRANSMISIÓN DEL PERÚ 2013-2022
INCLUYENDO LA DEMANDA DE
AUTOS ELÉCTRICOS”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO
INGENIERIA ELECTRICA CON MENCIÓN EN GESTIÓN DE
SISTEMAS DE ENERGIA ELECTRICA**

AUTOR : GUSTAVO ADOLFO URETA MILLER

**Callao - 2014
PERU**

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO

MIEMBROS DEL JURADO

DOCTOR	: JUAN HERBER GRADOS GAMARRA	PRESIDENTE
MAGÍSTER	: HUGO FLORENCIO LLACZA ROBLES	SECRETARIO
MAGÍSTER	: SANTIAGO LINDER RUBIÑOS JIMENEZ	MIEMBRO
MAGÍSTER	: FRANCO IVÁN VÉLIZ LIZÁRRAGA	MIEMBRO
MAGISTER	: FERNANDO JOSÉ OYANGUREN RAMÍREZ	ASESOR

N° DE LIBRO : 01

FOLIO : 024

FECHA DE APROBACIÓN : Diciembre 23, 2014.

RESOLUCIÓN DIRECTORAL : 106-2014-DSPG-FIEE

DEDICATORIA

A mis hijos Sebastian, Rodrigo y
Luciana por ser mi fuente de
Inspiración y Superación.

AGRADECIMIENTO

A mi Universidad Nacional del Callao por apoyarme en cumplir mis metas trazadas.

Al Mg. Fernando José Oyanguren Ramírez por su asesoramiento para elaborar el Plan y desarrollar el trabajo de Tesis, así mismo a la Dra. Sandra Elizabeth Huamán Pastorelli por el asesoramiento para la elaboración del Plan de Tesis.

A mi esposa por el apoyo y paciencia por las horas que invertí en el estudio.

A mis padres por el apoyo incondicional, en especial a mi madre, por su tenacidad, gracias por enseñarme a crecer siempre.

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN.....	8
ABSTRACT.....	9
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1 Identificación del problema.....	11
1.2 Formulación del problema.....	11
1.2.1 Problema general.....	11
1.2.2 Problema específico.....	11
1.3 Objetivos de la investigación.....	11
1.3.1 Objetivo principal.....	11
1.3.2 Objetivo específico.....	11
1.4 Justificación.....	12
II. MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes del estudio.....	13
2.1.1 Definición de vehículo eléctrico.....	13
2.1.2 Fuentes de energía del vehículo eléctrico.....	16
2.1.3 Estación de carga eléctrica.....	18
2.1.4 Historia del vehículo eléctrico.....	19
2.1.5 Situación Regional.....	22
2.2 Marco teórico.....	27
2.2.1 La oferta eléctrica	27
a. La generación eléctrica.....	27

	Pág.
b. Tipos de generación.....	28
c. La oferta eléctrica y la coordinación operativa del SEIN.....	42
d. La Oferta de los autos eléctricos.....	43
e. i-MiEV - Primer auto eléctrico del Perú.....	44
2.2.2 La demanda eléctrica	49
a. Definición.....	49
b. La demanda de los autos eléctricos.....	51
2.2.3 Margen de reserva eléctrica.....	54
2.2.4 Marco legal.....	55
a. Constitución Política del Perú.....	55
b. Política Nacional del Ambiente.....	56
c. Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire.....	57
d. Política Energética Nacional del Perú 2010-2040.....	59
2.3 Definiciones de términos	60
III. VARIABLES E HIPÓTESIS	
3.1 Definición de las variables.....	64
3.2 Operacionalización de variables.....	64
3.3 Hipótesis general é hipótesis específicas.....	65
IV. METODOLOGÍA	
4.1 Tipo de investigación.....	66
4.2 Diseño de la investigación.....	66
4.3 Población y muestra.....	67

	Pág.
4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	69
4.5 Procedimientos de recolección de datos.....	69
4.6 Procesamiento estadístico y análisis de datos.....	69
V. RESULTADOS.....	70
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	
6.1 Contrastación de hipótesis con los resultados.....	96
6.2 Contrastación de resultados con otros estudios similares.....	101
VII. CONCLUSIONES.....	104
VIII. RECOMENDACIONES.....	105
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	106
ANEXOS	
Matriz de Consistencia.....	111
Plan de Transmisión 2013 – 2022.....	112

TABLAS DE CONTENIDO

	Pág.
Tabla 2.1 Características técnicas del auto eléctrico modelo i-MiEV.....	48
Tabla 5.1 Cantidad de autos encuestados por marca y modelo.....	70
Tabla 5.2 Cantidad de días a la semana que laboran los taxis.....	72
Tabla 5.3 Horarios del servicio de taxi.....	73
Tabla 5.4 Kilometraje diario en servicio de taxi.....	74
Tabla 5.5 Tipo de combustible utilizado en servicio de taxi.....	75
Tabla 5.6 Eficiencia de consumo de los taxis.....	76
Tabla 5.7 Precios unitarios por tipo de fuente de energía.....	77
Tabla 5.8 Ahorro monetario por uso de auto eléctrico.....	78
Tabla 5.9 Sobre conciencia del cuidado del medio ambiente.....	78
Tabla 5.10 Conocimiento de recursos agotables.....	80
Tabla 5.11 Conocimiento existencia auto eléctrico.....	81
Tabla 5.12 Conocimiento sobre beneficios del auto eléctrico.....	82
Tabla 5.13 Conocimiento de acuerdo entre Mitsubishi y Edelnor.....	83
Tabla 5.14 Conocimiento del programa de chatarreo.....	84
Tabla 5.15 Disposición de inversión de tiempo de recarga.....	85
Tabla 5.16 Adquisición de auto eléctrico.....	86
Tabla 5.17 Precio de auto eléctrico.....	87
Tabla 5.18 Recomendación de uso de auto eléctrico.....	88
Tabla 5.19 Tiempo para inversión de auto eléctrico.....	90

	Pág.
Tabla 5.20 Motivos de no adquirir auto eléctrico.....	91
Tabla 5.21 Diseño de la carga total.....	93
Tabla 5.22 Calculo de la máxima demanda	95
Tabla 5.23 Calculo de máxima demanda para los años 2018 y 2022.....	95
Tabla 6.1 Escenarios para el año 2018 del plan de transmisión.....	96
Tabla 6.2 Escenarios para el año 2022 del plan de transmisión.....	97
Tabla 6.3 Histórico de las reservas eléctricas del SEIN.....	98
Tabla 6.4 Escenarios para el año 2018 incluida la demanda de autos eléctricos.....	99
Tabla 6.5 Escenarios para el año 2022 incluida la demanda de autos eléctricos.....	101

GRÁFICOS DE CONTENIDO

	Pág.
Gráfico 2.1 Objetivos de EV (miembros selectos EVI).....	52
Gráfico 2.2 Distribución mundial de las ventas EV 2012.....	54
Gráfico 5.1 Cantidad de autos encuestados por marca y modelo.....	71
Gráfico 5.2 Cantidad de días a la semana que laboran los taxis.....	72
Gráfico 5.3 Horarios del servicio de taxi.....	73
Gráfico 5.4 Kilometraje diario en servicio de taxi.....	74
Gráfico 5.5 Tipo de combustible utilizado en servicio de taxi.....	75
Gráfico 5.6 Eficiencia de consumo de los taxis.....	76
Gráfico 5.7 Sobre conciencia del cuidado del medio ambiente.....	79
Gráfico 5.8 Conocimiento de recursos agotables.....	80
Gráfico 5.9 Conocimiento existencia auto eléctrico.....	81
Gráfico 5.10 Conocimiento sobre beneficios del auto eléctrico.....	82
Gráfico 5.11 Conocimiento de acuerdo entre Mitsubishi y Edelnor.....	83
Gráfico 5.12 Conocimiento del programa de chatarreo.....	84
Gráfico 5.13 Disposición de inversión de tiempo de recarga.....	85
Gráfico 5.14 Adquisición de auto eléctrico.....	86
Gráfico 5.15 Precio de auto eléctrico.....	88
Gráfico 5.15 Recomendación de uso de auto eléctrico.....	89
Gráfico 5.17 Tiempo para inversión de auto eléctrico.....	90
Gráfico 5.18 Motivos de no adquirir auto eléctrico.....	92

FIGURAS DE CONTENIDO

	Pág.
Figura 2.1 Esquema de la generación hidráulica de embalse.....	30
Figura 2.2 Esquema de la generación térmica a diésel y/o derivados.....	32
Figura 2.3 Esquema de la generación térmica a carbón.....	33
Figura 2.4 Esquema de la generación térmica a ciclo combinado.....	35
Figura 2.5 Esquema de la generación nuclear.....	37
Figura 2.6 Esquema de la generación eólica.....	38
Figura 2.7 Esquema de la generación fotovoltaica.....	40
Figura 2.8 Esquema de la generación termosolar.....	41

RESUMEN

El fin del presente estudio fue el de garantizar que la oferta eléctrica abastezca la demanda eléctrica en el Perú sin disminuir el mínimo de las reservas eléctricas históricas; estuvo dirigido a evaluar el comportamiento de la demanda dentro del plan de transmisión del Perú 2013-2022, ante la masificación del uso en el servicio de taxi en Lima de los autos eléctricos; el objetivo general fue el de elegir el o los escenarios eficientes del plan de transmisión referido.

Se analizó mediante encuestas el nivel de aceptación de los taxistas en Lima ante el ingreso de los autos eléctricos, los resultados fueron trasladados a los escenarios de la demanda dentro del plan de transmisión, se obtuvo que para el año 2022 mas de 60,000 taxistas en Lima utilizarían autos eléctricos, lo cual significa una demanda máxima de 998 MW.

Se concluye que la oferta eléctrica proyectada en el plan de transmisión en todos los escenarios, garantiza la demanda eléctrica incluyendo los autos eléctricos, sin embargo se deberá de realizar los proyectos hidroeléctricos de las zonas Norte u Oriente indicados en el plan referido, para garantizar la reserva eléctrica con el fin de estar próximos al mínimo histórico de ésta.

Palabras Claves: Plan de transmisión, demanda, oferta, reserva, auto eléctrico.

ABSTRACT

The purpose of the following study was to ensure that the electrical offer is supplying the electrical demand in Peru, but without decreasing the minimum of the electrical reserves in the record. Also it's aimed to evaluate the behavior of the demand inside the Peruvian transmission plan 2013-2022, with the overcrowding of the use of electric cars in Lima taxi service. The general objective was to choose the efficient scenarios of the referred transmission plan.

Through surveys we could analyze the acceptance level of the taxi drivers in Lima with the entry of electric vehicles; the results were applied in the scenarios of demand within the transmission plan. It was obtained that by the year 2022 more than 60 000 taxi drivers in Lima will drive an electric car, which means a maximum demand of 998 MW.

We can conclude the electrical offer projected in the transmission plan that is applied in all the scenarios, guarantees the electrical demand including the electric vehicles. However, they will have to execute the hydroelectric projects of the north or east zones, indicated in the referred plan, to guarantee the electrical reserve with the purpose of being close to the minimum record of these.

Key words: Transmission plan, electric car, offer, demand, reserve.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Identificación del problema

El problema de contaminación ambiental por el uso desmedido del transporte vehicular con combustibles como el petróleo, la gasolina, el GLP y el gas natural (recurso no renovable y agotable), además del incremento del parque automotor con estas fuentes, y al tener un tema prioritario como es el cuidado del medio ambiente, el estado tendría la obligación de promover el uso de los vehículos eléctricos, estos no generan residuos sólidos, monóxido de carbono, ni dióxido de azufre.

Además de obtener un ahorro para el usuario al tener un combustible mucho más barato que el tradicional. En el Perú este producto aún no es consumido pero ya el grupo ENDESA conjuntamente con el Grupo Mitsubishi están promoviendo el uso de éste.

En el plan de transmisión 2013 - 2022 no se considera esta demanda por lo que vendría la pregunta:

¿La oferta futura de energía eléctrica en el Perú estaría preparada para la demanda de los vehículos eléctricos?

1.2 Formulación del problema

Los problemas que se plantean se desprenden de la determinación del mismo, siendo éstos los siguientes:

1.2.1 Problema general

¿Cuál es el mejor escenario del plan de transmisión del Perú 2013-2022 considerando el ingreso al mercado automotor de los autos eléctricos?

1.2.2 Problema específico

¿El incremento en la demanda eléctrica por el ingreso de los autos eléctricos afecta a la reserva eléctrica proyectada?

1.3 Objetivos de la investigación

Los objetivos que se plantean en el desarrollo del presente trabajo se desprenden de los problemas planteados y son los siguientes:

1.3.1 Objetivo principal

Elegir el escenario eficiente del plan de transmisión 2013-2022 incluyendo el ingreso de los autos eléctricos al mercado.

1.3.2 Objetivo específico

Determinar el escenario eficiente en la oferta eléctrica a fin de garantizar la reserva eléctrica.

1.4 Justificación

Esta investigación servirá para verificar si la oferta de energía eléctrica proyectada en el plan de transmisión 2013-2022 del Comité de Operación Económica del Sistema (COES) fuese la suficiente para una demanda considerando el consumo de los vehículos eléctricos, así mismo de garantizar las reservas eléctricas sin disminuir o bordear éstas del promedio de los últimos 10 años.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del estudio

2.1.1 Definición de vehículo eléctrico

Según Wikipedia (2013) menciona que un vehículo eléctrico es un vehículo de combustible alternativo impulsado por uno o más motores eléctricos. La tracción puede ser proporcionada por ruedas o hélices impulsadas por motores rotativos, o en otros casos utilizar otro tipo de motores no rotativos, como los motores lineales, los motores inerciales, o aplicaciones del magnetismo como fuente de propulsión, como es el caso de los trenes de levitación magnética.

A diferencia de un vehículo con un motor de combustión interna (abreviadamente denominado vehículo de combustión) que está diseñado específicamente para funcionar quemando combustible, un vehículo eléctrico obtiene la tracción de los motores eléctricos, pero la energía puede ser suministrada de los modos siguientes:

1. Alimentación externa del vehículo durante todo su recorrido, con un aporte constante de energía, como es común en el tren eléctrico y el trolebús.
2. Energía proporcionada al vehículo en forma de un producto químico almacenado en el vehículo que, mediante una reacción química producida a bordo, produce la electricidad para los motores eléctricos. Ejemplo de esto es el coche híbrido no enchufable, o cualquier vehículo con pila de combustible.
3. Energía generada a bordo usando energía nuclear, como son el submarino y el portaaviones nuclear.
4. Energía generada a bordo usando energía solar generada con placas fotovoltaicas, que es un método no contaminante durante la producción eléctrica, mientras que los otros métodos descritos dependen de si la energía que consumen proviene de fuentes renovables para poder decir si son o no contaminantes.
5. Energía eléctrica suministrada al vehículo cuando está parado, que es almacenada a bordo con sistemas recargables, y que luego consumen durante su desplazamiento. Las principales formas de almacenamiento son:

5.1 Energía química almacenada en las baterías como en el llamado vehículo eléctrico de batería, especialmente en baterías de litio que parece ser la tecnología más madura a día de hoy. Es preciso destacar las nuevas inversiones que se están haciendo en el mayor yacimiento de litio (Salar de Uyuni-Bolivia) para la fabricación de estas baterías.

5.2 Energía eléctrica almacenada en supercondensadores. Tecnología aún muy experimental.

5.3 Almacenamiento de energía cinética, con volante de inercia sin rozamiento.

6. También es posible disponer de vehículos eléctricos híbridos, cuya energía proviene de múltiples fuentes, tales como:

6.1 Almacenamiento de energía recargable y un sistema de conexión directa permanente.

6.2 Almacenamiento de energía recargable y un sistema basado en la quema de combustibles, incluye la generación eléctrica con un motor de explosión y la propulsión mixta con motor eléctrico y de combustión.

2.1.2 Fuentes de energía del vehículo eléctrico

Es importante distinguir entre fuente de energía y vector energético. Las fuentes de energía son convertibles en formas de energía aprovechable y se encuentran de manera natural en el planeta, mientras que los vectores energéticos también son convertibles en energía aprovechable, en los que es menester invertir energía proveniente de una fuente energética para fabricarlos, para posteriormente recuperarla a voluntad.

Las fuentes de energía las hay de cuatro clases:

1. Las fuentes gratuitas de energía (energía renovable) son aquellas en las cuales la fuerza de conversión de energía proviene del entorno. Esta fuente incluye la energía solar, eólica, hidráulica, geotérmica, mareomotriz, gradiente térmico y energía azul, generalmente no contaminan.
2. Las fuentes de energía renovable contaminante son aquellas que liberan agentes tóxicos durante el proceso de obtención de energía, pero son agentes que habían sido absorbidos del entorno por las plantas y animales de los que se obtiene la energía, por lo que al final no se han añadido sustancias tóxicas al entorno. Ejemplos de esta fuente son el aceite vegetal, el metano de la composta, las heces de los animales, la leña o el carbón de madera.

3. Las fuentes de energía atómica se basan en el principio de convertir materia en energía, proveniente de la transformación del núcleo atómico; mediante la fisión o la fusión atómicas. Pueden producirse residuos peligrosos, y enormes cantidades de energía, por lo que se requiere un mayor conocimiento científico para su manejo apropiado.
4. Las fuentes de energía fósil de combustión, extraídas de yacimientos naturales finitos acumulados durante largo tiempo, es una forma de energía química, producto de millones de años de la vida terrestre, como son el petróleo, el gas natural y el carbón mineral, hasta ahora la energía se ha obtenido por pirólisis.

Como productos de la descomposición de los compuestos orgánicos al quemarlos, se obtiene dióxido de carbono en combustión completa; O monóxido de carbono si es incompleta, además de óxidos de nitrógeno y azufre, entre otros. Los cuales pueden alcanzar dosis letales en la atmósfera.

Estas fuentes de energía están ordenadas de menos a más contaminantes durante el proceso de obtención de energía, pero hay que puntualizar que absolutamente todas las fuentes producen alguna contaminación, algunas solo en la fabricación del mecanismo de obtención de la energía, y otras durante todo el proceso de obtención, de modo que un vehículo eléctrico

será más o menos contaminante en función de cual de estas haya sido su fuente última de energía.

En el caso de vehículos que utilizan un vector energético, como es por ejemplo el hidrógeno, su grado de contaminación dependerá de cómo se haya obtenido ese hidrógeno, porque en estado natural sólo se encuentra combinado con otros elementos, y para aislarlo hay que invertir mucha energía. Los métodos actuales de producción son la hidrólisis del agua, mediante electricidad, el refinado del gas natural para aislar el hidrógeno, proceso que libera el CO₂ del gas. Además, algunas compañías investigan otros métodos para obtener el hidrógeno, como la fotosíntesis de algas especiales que lo liberan del agua o a través de placas solares, como investiga el fabricante de automóviles japonés Honda, la única firma que ha obtenido la homologación para empezar a comercializar su vehículo eléctrico de pila de combustible de hidrógeno, el FCX Clarity, en Japón y Estados Unidos en 2008.

2.1.3 Estación de carga eléctrica

Una estación de carga o estación de carga eléctrica, también llamada electrolinera, o más correctamente electrinería, es un lugar que provee electricidad para la recarga rápida de las baterías de los vehículos eléctricos, incluyendo los vehículos híbridos enchufables mediante procedimientos que

no llevan más de diez minutos (dispensadores rápidos de electricidad o estación de recambio de baterías). Para cumplir estos requisitos, la electrolinera suelen ser una estación de servicio. Las tarifas de carga son usualmente determinadas por los gobiernos locales.

Para referirse a ellas, inicialmente se las denominaba "estación de carga eléctrica" o "estación de carga". Hacia fines de la década de 2000, se comenzó a emplear el neologismo "electrolinera", que surge de los términos electricidad y gasolinera; éste último se refiere a la gasolina y al gasóleo, los combustibles tradicionales en los vehículos automotores.

2.1.4 Historia del vehículo eléctrico

Según Wikipedia (2013) menciona que el coche eléctrico fue uno de los primeros automóviles que se desarrollaron, hasta el punto que existieron eléctricos anteriores al motor de cuatro tiempos sobre el que Diésel (motor diésel) y Benz (gasolina), basaron el automóvil actual. Entre 1832 y 1839 (el año exacto es incierto), el hombre de negocios escocés Robert Anderson, inventó el primer vehículo eléctrico puro. El profesor Sibrandus Stratingh de Groninga, en los Países Bajos, diseñó y construyó con la ayuda de su asistente Christopher Becker vehículos eléctricos a escala reducida en 1835.

La mejora de la pila eléctrica, por parte de los franceses Gaston Planté en 1865 y Camille Faure en 1881, allanó el camino para los vehículos eléctricos.

En la Exposición Mundial de 1867 en París, el inventor austriaco Franz Kravogl mostró un ciclo de dos ruedas con motor eléctrico. Francia y Gran Bretaña fueron las primeras naciones que apoyaron el desarrollo generalizado de vehículos eléctricos. En noviembre de 1881 el inventor francés Gustave Trouvé demostró un automóvil de tres ruedas en la Exposición Internacional de la Electricidad de París.

Justo antes de 1900, antes de la preeminencia de los motores de combustión interna, los automóviles eléctricos realizaron registros de velocidad y distancia notables, entre los que destacan la ruptura de la barrera de los 100 km/h, de Camille Jenatzy el 29 de abril de 1899, que alcanzó una velocidad máxima de 105,88 km/h.

Los automóviles eléctricos, producidos en los Estados Unidos por Anthony Electric, Baker, Detroit, Edison, Studebaker, y otros durante los principios del siglo XX tuvieron relativo éxito comercial. Debido a las limitaciones tecnológicas, la velocidad máxima de estos primeros vehículos eléctricos se limitaba a unos 32 km/h, por eso fueron vendidos como coche para la clase alta y con frecuencia se comercializan como vehículos adecuados para las mujeres debido a conducción limpia, tranquila y de fácil manejo, especialmente al no requerir el arranque manual con manivela que si necesitaban los automóviles de gasolina de la época

En España los primeros intentos se remontan a la figura de Emilio de la Cuadra. Tras una visita a la Exposición Internacional de la Electricidad por motivos profesionales se interesó por dichos motores tras haber quedado sorprendido por las carreras celebradas en el circuito París-Burdeos-París en 1895. A través de la compañía "CIA. General de coches-automóviles Emilio de la Cuadra S. en C." construirá diversos prototipos de vehículos eléctricos. Sin embargo, la falta de tecnología y recursos materiales y económicos provocó que desechara todos los proyectos y dedicara una docena de automóviles con motor de explosión, bajo el nombre de La Cuadra. La empresa cerró en 1901 debido a la falta de dinero y una huelga.

La introducción del arranque eléctrico del Cadillac en 1913 simplificó la tarea de arrancar el motor de combustión interna, que antes de esta mejora resultaba difícil y a veces peligroso. Esta innovación, junto con el sistema de producción en cadenas de montaje de forma masiva y relativamente barata implantado por Ford desde 1908 contribuyó a la caída del vehículo eléctrico. Además las mejoras se sucedieron a mayor velocidad en los vehículos de combustión interna que en los vehículos eléctricos.

A finales de 1930, la industria del automóvil eléctrico desapareció por completo, quedando relegada a algunas aplicaciones industriales muy concretas, como montacargas (introducidos en 1923 por Yale), toros

elevadores de batería eléctrica, o más recientemente carros de golf eléctricos, con los primeros modelos de Lektra en 1954.

2.1.5 Situación regional

Según el diario Publimetro (2012) menciona cómo algunos países de la región han ido integrando la energía eléctrica en los autos. Aunque esta tecnología aún está en pañales, crece poco a poco y es una real alternativa en ciudades muy contaminadas y difíciles de transitar.

“Supongamos que tenemos 10 autos y que a todos ellos le sacamos los tanques de combustible para hacer funcionar una fábrica. Nuestra pequeña empresa tiene la misión de producir electricidad y lo hará, quemando el petróleo de nuestros diez tanques, de la misma forma que lo hace un vehículo tradicional. Bajo ese concepto, la electricidad total que produce la fábrica permite cargar un total de 20 autos. Es decir, la misma cantidad de combustible nos sirvió para llenar el doble de tanques.”

Juan Dixon, ingeniero eléctrico y profesor en la Escuela de Ingeniería de la Universidad Católica de Chile, explica que esta analogía fue el peor escenario que pudimos imaginar, ya que "en este caso contaminamos exactamente lo mismo. Pero si ponemos nuestra fábrica fuera de la ciudad, o si cambiamos el petróleo por una central hidráulica o eólica, la contaminación se reduce inmediatamente a una cuarta parte, o incluso más”.

El auto eléctrico tiene innumerables beneficios: es una tecnología mucho más limpia, amigable con el medio ambiente, es eficiente con la energía que consume y no genera contaminación acústica. Además son mucho más livianos que un carro convencional, pesan alrededor de 400 a 500 kilos y alcanzan una velocidad de 60 km/h. Adicionalmente, gastaremos el equivalente de un tanque de petróleo para recorrer el doble de kilómetros. El escenario parece perfecto.

En el mercado de Chile se sigue en la etapa de descubrimiento, pero en los últimos años ha avanzado. Son 10 las unidades que ya logró vender Mitsubishi con su reciente eléctrico i-MiEV. Pero el problema no solo son las estaciones de carga, sino también el precio. Hay que desembolsar US\$60 mil para apoyar a la naturaleza. Y ese costo es bastante amigable, ya que según Carlos López, presidente del Club de Autos Eléctricos, los precios superan incluso los US\$100 mil. Una de las posibles razones del alto costo es la crisis de la industria automotriz durante los años 2008 y 2009, en los que gran parte de las fábricas norteamericanas y europeas debieron disminuir sus presupuestos destinados a investigación y nuevas tecnologías. Al mismo tiempo, aparecieron las alternativas chinas a menor costo, pero con alternativas eléctricas no tan consolidadas. 81 mil dólares puede costar un auto eléctrico de fábrica, pero un eco-kit transformaría el vehículo a eléctrico por poco más de US\$4 mil.

En el mercado de Guatemala la llegada de los autos eléctricos aún es lenta. Pero, iniciativas como las de la Policía Municipal de Tránsito (PMT) de Ciudad de Guatemala están impactando. Desde hace tres años se han implementado los Smart Eléctricos, con el objetivo de disminuir los costos de combustible.

Con esta iniciativa, buscan dar ejemplo al utilizar un auto aerodinámico, eficiente y con un rendimiento de 120 kilómetros por carga. Además, no daña la capa de ozono, y funciona al 100% con baterías recargables, sin emitir contaminación alguna. La PMT los utilizan para patrullajes dentro del perímetro de la ciudad, asistiendo a los vecinos en sus necesidades. Además, gracias a su diseño y tamaño, no ocasionan congestionamiento en el flujo vehicular. Acerca de su velocidad alcanzan más de 40 km/h.

En el mercado de Ecuador la entidad rectora del tránsito a nivel nacional (Comisión de Tránsito del Ecuador - CTE) ve muy lejana la idea de usar electricidad en reemplazo del combustible fósil en los vehículos, debido a que cambiaría todo un sistema en el motor. George Mera, presidente del gremio de taxis en Guayas, la provincia más grande de Ecuador, no cree que el sistema eléctrico entre como nueva tecnología al país, pues afirma que el uso del petróleo "es necesario para la economía de un país acostumbrado a consumir combustible fósil".

En Quito, según la Secretaria de Movilidad, la idea de comenzar un proyecto para usar vehículos eléctricos ha sido discutida ya en más de una ocasión, pero solo como una "propuesta lejana".

En el mercado de Colombia no solo las grandes marcas han querido acercar a los colombianos a esta moderna alternativa. Cansado de las congestiones en las vías de la ciudad y de gastar largas horas para desplazarse entre su trabajo y su casa, el ingeniero eléctrico Fernando Camacho desarrolló un modelo de vehículo que funciona con electricidad, que se puede cargar en la misma toma en la que se carga el celular y que tiene un costo de 6 mil dólares.

"Estos carros son ideales porque no ocupan espacio, son cerrados y si llueve el conductor no se moja. como les ocurre a los motociclistas", explicó a Publimetro el ingeniero Camacho, creador del primer carro de este estilo netamente colombiano.

El modelo es para dos personas y sirve exclusivamente dentro de la ciudad. Los niveles de ruido que producen son bastante bajos. Además, en un espacio diseñado para un carro convencional, se pueden acomodar hasta cuatro de estos vehículos ecológicos.

"Nació de la necesidad de transportarme fácilmente en Bogotá. Por la topografía plana de la ciudad, estos carros resultan ideales". Fernando Camacho, Ingeniero

En el mercado de Brasil el elevado precio de los automóviles eléctricos no es el único factor que limita su desarrollo en el mercado. Los desafíos incluyen cambios en la legislación y la instalación de puntos de carga.

La concientización hace cada vez más necesaria la reducción de consumo de combustible y la protección del medio ambiente. Para Pietro Erber, presidente de ABVE (Asociación Brasileña de Vehículos Eléctricos), esta será la única medida que podrá abrir el mercado de de autos eléctricos. "En China. Por ejemplo, el tema ambiental es prioridad, por la pésima calidad de aire", señaló.

"Para que se convierta en una posibilidad real para el consumidor final, se requieren alianzas con los gobiernos para obtener exenciones de impuestos e incentivos fiscales que permitan que su valor sea accesible". Carlos Murillo, Director de Marketing de Nissan Brasil.

En el Perú Mitsubishi proyecta incluir un primer modelo en el país en conjunto con una empresa eléctrica (Edelnor). Por ahora, los taxis apelan al uso del gas natural, menos contaminante y muy barato en el país. Los autos eléctricos, en tanto, siguen siendo desconocidos.

La llegada masiva del Mitsubishi i-MiEV será una revolución ecológica para el país, especialmente para la capital, Lima, donde el 70% de la contaminación del aire procede de un anticuado parque automotor.

Por el momento, los que sí circulan por las vías peruanas en un número muy limitado, son los autos híbridos. Lo hacen desde el año 2009, cuando al país llegó el primer modelo híbrido, el Prius de Toyota. Fue todo un acontecimiento hasta contó con la presencia del por aquel entonces presidente del Perú, Alan García. Ahora hay una versión del Prius C.

2.2 Marco teórico

2.2.1 La oferta eléctrica

a. La generación eléctrica

Según el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN – 2011) menciona que la generación es la primera de las actividades de la cadena productiva de energía eléctrica, la cual consiste en transformar alguna clase de energía (térmica, mecánica, luminosa, entre otras) en energía eléctrica. Ahora bien, para poder comprender a cabalidad cómo se realiza este proceso de transformación, se requiere conocer algunos conceptos previos, tales como: energía y potencia eléctrica, máxima demanda, factor de carga, corriente alterna y continua. Estos conceptos nos

permitirán comprender, desde el punto de vista técnico, cómo se genera la energía eléctrica, para finalmente abordar, los tipos de generación eléctrica que existen.

b. Tipos de generación

Según el OSINERGMIN (2011) menciona que los tipos de generación eléctrica pueden ser clasificados en función a la fuente de energía primaria (hidráulica, petróleo, gas natural, carbón, uranio, entre otros) que hace girar la turbina del generador; en ese sentido, se puede afirmar que, tradicionalmente, existen dos tipos de generación eléctrica en el mundo: la generación hidráulica y la generación térmica.

No obstante ello, cabe la posibilidad de encontrar otros tipos de generación, ello tomando como base las Fuentes de Energía Renovable No Convencional (FERNC), entre las que se pueden mencionar al viento, los rayos solares, el calor de la tierra, entre otras, las cuales serán revisadas más adelante. A continuación, trataremos los dos tipos de generación tradicionales.

A. Generación Hidráulica

Este tipo de generación eléctrica se realiza con las centrales de generación hidráulica, las cuales utilizan la energía cinética (energía producto del movimiento) y el potencial gravitatorio (energía producto del efecto de la gravedad y está en función de la masa del cuerpo y la altura) del agua para

hacer girar el rotor del alternador y, como consecuencia de ello, generar electricidad.

A su vez, las centrales eléctricas de generación hidráulica se pueden clasificar en dos tipos según estén o no asociadas a un embalse (se llama embalse a la acumulación de agua formada natural o artificialmente, producto de la obstrucción del cauce de un río): centrales hidráulicas de embalse y de pasada, respectivamente.

a. Centrales hidráulicas de pasada: también llamadas centrales hidráulicas de agua fluyente, son aquéllas que no presentan embalse, por lo que solo aprovechan la energía cinética que brinda el movimiento del agua de los ríos para lograr mover las turbinas del generador. El problema con este tipo de centrales es la volatilidad de su producción, ya que dependen de la esorrentía (agua que se desplaza por el río) de los ríos, es decir, en temporadas "secas" (cuando los ríos presentan poco caudal) generan poca o nula electricidad; y en temporadas "húmedas" generan un mayor nivel de electricidad; dicha característica de este tipo de centrales las hace muy dependientes de las situaciones climatológicas.

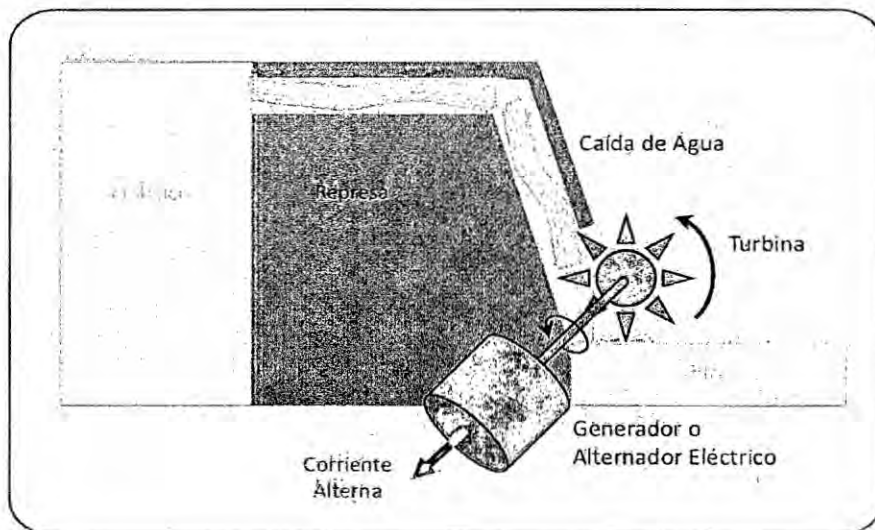
b. Centrales Hidráulicas de embalse: este tipo de centrales están asociadas a un embalse, el cual es producido por una represa que genera un desnivel (También llamado salto geodésico) en el lecho de un río, aprovechándose, además de la energía cinética, la energía potencial gravitatoria para generar electricidad.

En la Figura N° 2.1 se muestra el esquema de una central de generación hidráulica de embalse, en donde se puede apreciar cómo la represa genera un salto geodésico. Al liberarse el agua, ésta cae con gran potencia sobre la turbina del alternador (generador), el cual gira y, a consecuencia de ello, genera corriente eléctrica alterna.

Este tipo de central tiene la ventaja de poder regular el agua "turbinable", es decir, puede regular el agua que pasa por la turbina sin depender del caudal del río. Por lo tanto, a diferencia de la central de pasada, puede mantener una producción de energía eléctrica más estable, además de explotar una mayor fuerza motriz debido a que utiliza la caída del agua y no sólo su cauce.

FIGURA N° 2.1

ESQUEMA DE LA GENERACIÓN HIDRAÚLICA DE EMBALSE



Fuente: OSINERGMIN 2011

B. Generación térmica

La generación eléctrica también se puede basar en energía en forma de calor, utilizando combustibles fósiles como el diésel, gas natural y carbón para hacer girar el rotor del alternador. A continuación, se hace mención de los tipos de centrales térmicas:

a. Centrales térmicas a diésel y/o derivados: este tipo de centrales eléctricas utilizan el diésel, residual y/u otros derivados del petróleo para la generación de electricidad.

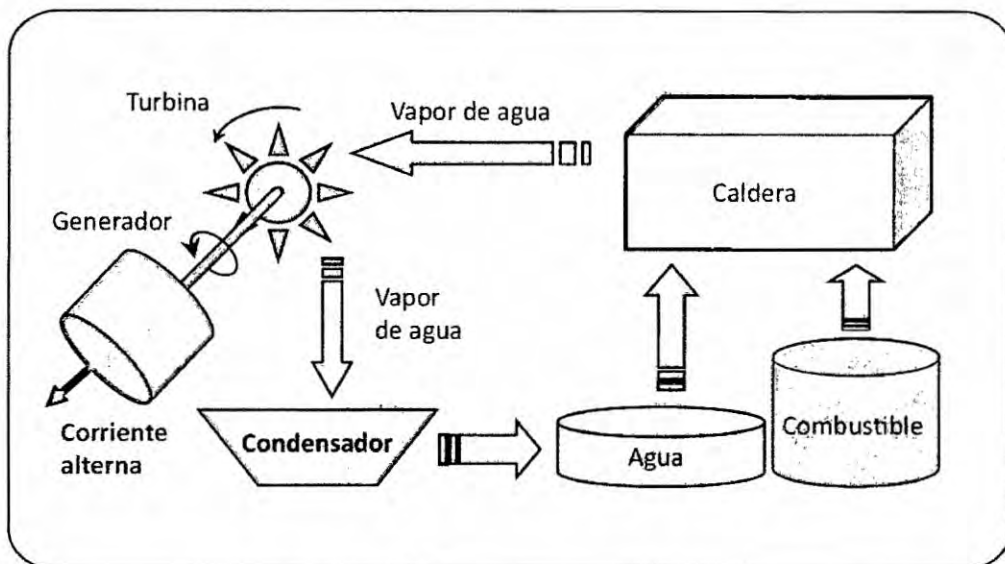
La Figura N° 2.2 muestra el esquema de este tipo de central, donde se puede apreciar que el proceso comienza (en la parte inferior de rechase muestran los insumos principales: el combustible y el agua) cuando se produce la combustión y se calienta el agua hasta hacer ebullición, en este momento se genera vapor, el cual es expulsado a alta presión y temperatura, haciendo girar la turbina, la que, finalmente, causa la generación de energía eléctrica alterna.

El vapor producido para hacer girar la turbina es expulsado a elevadas temperaturas.

Dicha energía calorífica no se utiliza, por lo que se incurre en un desperdicio importante de energía. El vapor de agua se colecta en un condensador de agua para su posterior reutilización en el proceso ya descrito (Este tipo de generación recibe el nombre de generación térmica, ya que su proceso se

basa en la energía térmica generada por la combustión del combustible para mover el rotar del generador).

FIGURA N° 2.2
ESQUEMA DE LA GENERACIÓN TÉRMICA A DIÉSEL Y/O
DERIVADOS

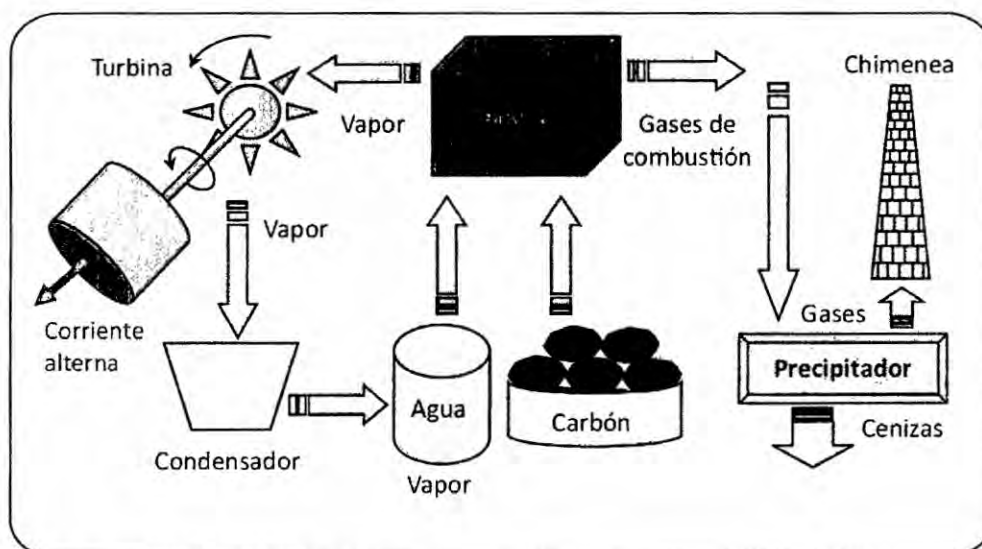


Fuente: OSINERGMIN 2011

b. Centrales térmicas a carbón: su proceso de generación eléctrica es bastante similar al anterior con algunas variantes. La Figura N° 2.3 muestra el esquema de generación térmica a carbón.

FIGURA N° 2.3

ESQUEMA DE LA GENERACIÓN TÉRMICA A CARBÓN



Fuente: OSINERGMIN 2011

En este caso, el agua se calienta por medio de la combustión del carbón hasta llegar al punto de ebullición, con lo cual, el vapor de agua generado es expulsado a gran presión y temperatura, lo que hace mover la turbina y girar el rotor, del alternador, generando así corriente eléctrica alterna. Este proceso también presenta la característica de desaprovechar energía al igual que en las centrales a diésel debido a que la energía calorífica generada no se aprovecha. Por otro lado, el agua se reutiliza, pues luego de hacer girar las turbinas, el vapor pasa a un condensador que lo retorna al estado líquido para repetir el proceso antes descrito.

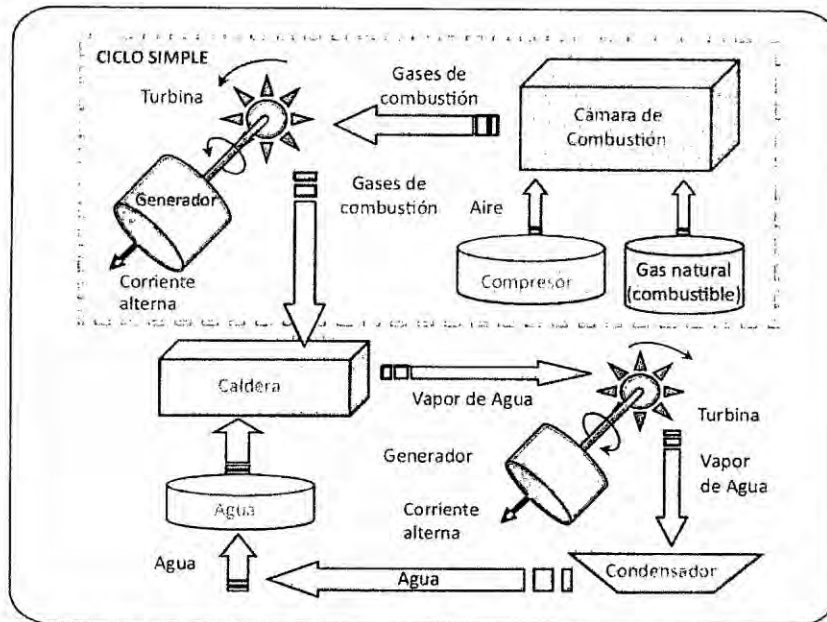
El carbón, al ser un combustible sólido, genera partículas sólidas durante el proceso de combustión, por lo que se necesita añadir una etapa más a este proceso. Los gases producto de la combustión son enviados a un precipitador, el cual logra contener las partículas sólidas más grandes (cenizas); los gases resultantes pasan a una chimenea que retiene otra porción de partículas sólidas y lo restante es expulsado al ambiente.

c. Central térmica a gas natural: puede ser básicamente de dos tipos: las centrales térmicas a gas natural de ciclo simple (También llamadas de ciclo abierto) y las de ciclo combinado (También llamadas de ciclo cerrado).

c.1. Central térmica a gas natural de ciclo simple: La parte superior de la Figura N° 2.4 muestra el caso de una turbogas que funciona con gas natural y es a ciclo simple. En este caso, el gas natural se concentra en una cámara de combustión. Además se requiere de un compresor de aire que alimente a la cámara para aumentar la presión del gas. Como resultado de la combustión, la presión del gas aumenta alcanzando la fuerza suficiente para hacer girar las turbinas y, por lo tanto, el rotor del generador. Este proceso también desperdicia energía calórica, ya que los gases que impulsan la turbina se encuentran a elevadas temperaturas como resultado de la combustión. Esta energía calorífica no se utiliza en el proceso descrito, sino que se emite a la atmósfera.

FIGURA 2.4

ESQUEMA DE LA GENERACIÓN TÉRMICA A CICLO COMBINADO



Fuente: OSINERGMIN 2011

c.2. Central a gas natural de ciclo combinado: en este tipo de centrales, los gases a altas temperaturas que se obtienen del ciclo simple se reutilizan para calentar una caldera con agua, la cual ebulliciona, liberando vapor a elevada presión y temperatura para hacer girar una segunda turbina vinculada a otro alternador, generándose de este modo energía eléctrica adicional. El proceso complementario tiene un concepto similar a una generadora térmica a diésel, donde en lugar del diésel, se reutilizan los gases calientes del primer proceso de la turbogas.

La tecnología de ciclo combinado genera un ahorro importante por su mayor eficiencia gracias a la recuperación térmica que se logra cerrando el ciclo, aunque, a diferencia de la generadora a ciclo simple, representa una mayor inversión fija. Un aspecto importante a resaltar de las generadoras de ciclo simple es que pueden transformarse en generadoras de ciclo combinado.

Cabe precisar que la principal ventaja de una central térmica a gas natural de ciclo combinado es que presenta una mayor eficiencia en comparación con la central a ciclo simple, ello debido a que utiliza la energía calorífica que presentan los gases que mueven la turbina del primer generador.

C. Centrales eléctricas no convencionales

Dentro de esta subclasificación encontramos centrales de tecnologías tales como:

generación nuclear, eólica, solar, entre otras. A continuación, detallaremos las más importantes:

a. Generación nuclear: la característica principal de este tipo de generación es que utilizan combustible nuclear, como uranio o plutonio. La Figura N° 2.5 presenta un esquema del proceso.

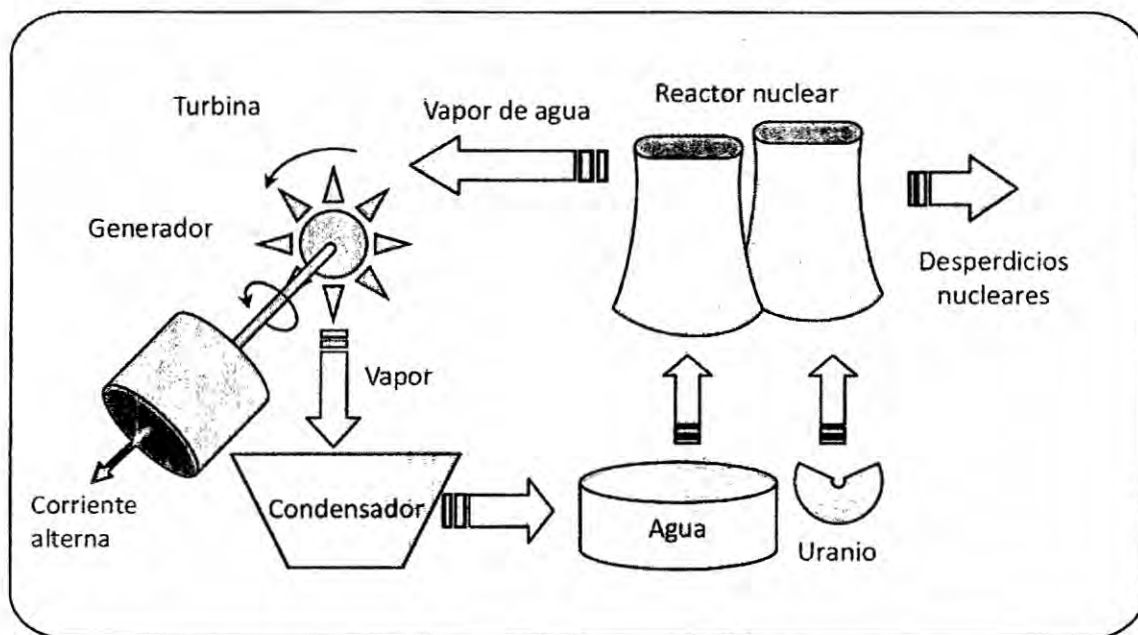
El combustible se introduce en un reactor nuclear, el cual mediante fisión atómica consigue la reacción nuclear, de forma que se libera grandes cantidades de calor que elevan la temperatura del agua hasta lograr su

ebullición. Como ya se ha visto anteriormente, el vapor de agua se libera a altas presiones y temperaturas, logrando mover las turbinas del alternador, las cuales generan electricidad.

En este caso, el vapor de agua es condensado para su reutilización. Sin embargo, debido al combustible utilizado, luego del proceso de generación eléctrica se obtienen residuos nucleares que requieren un especial tratamiento y cuidado.

FIGURA N° 2.5

ESQUEMA DE LA GENERACIÓN NUCLEAR

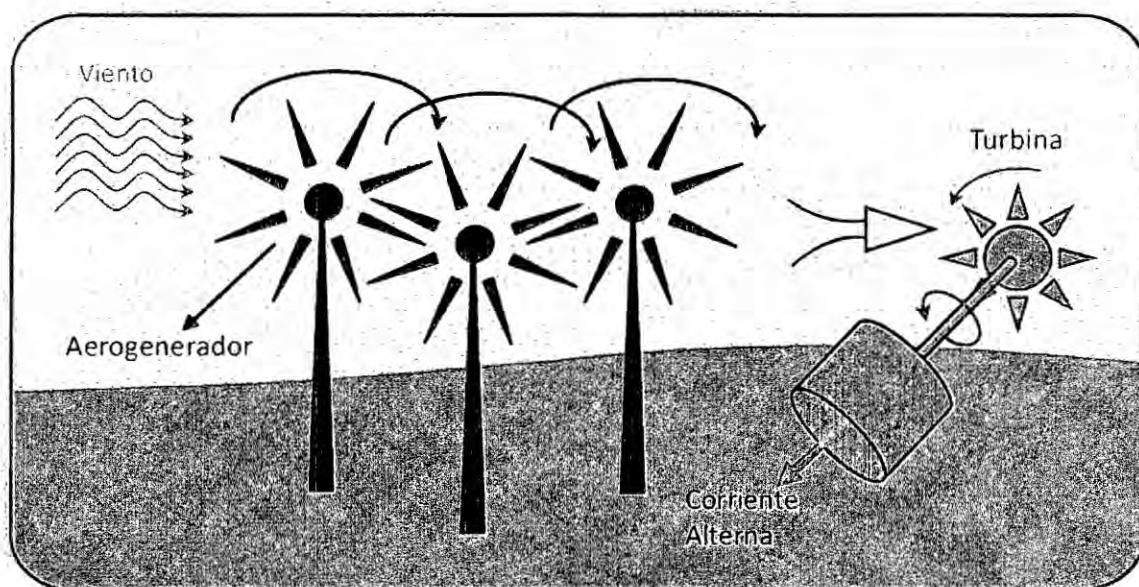


Fuente: OSINERGMIN 2011

b. Generación eólica: este tipo de central eléctrica utiliza la fuerza del viento para su operación. La Figura N° 2.6 muestra un esquema simplificado de esta tecnología que utiliza la energía cinética de las corrientes de aire para hacer girar las hélices de los aerogeneradores eléctricos.

Resulta pertinente señalar que, individualmente éstos producen poca electricidad (potencias de entre 1 y 2 MW), por lo que se instalan en grupos como "parques eólicos" con objeto de producir una cantidad significativa de electricidad.

FIGURA N° 2.6
ESQUEMA DE LA GENERACIÓN EÓLICA



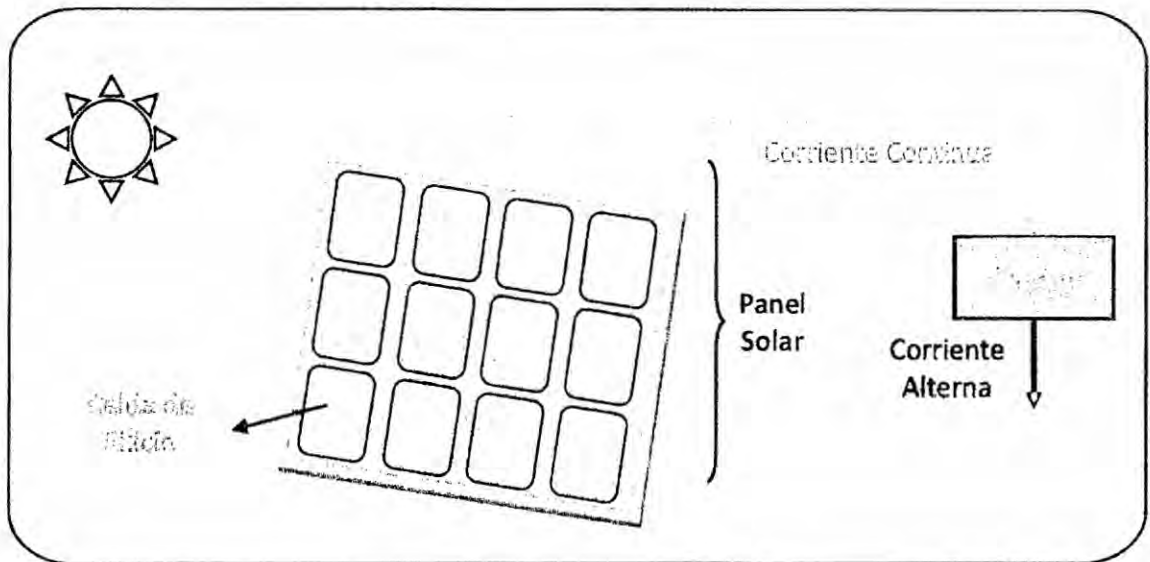
Fuente: OSINERGMIN 2011

El problema surge cuando las corrientes de aire se detienen, ya que también lo hace la fuente de energía cinética y, por lo tanto, las hélices del aerogenerador, con lo que se detiene la producción de energía eléctrica.

c. Generación solar: La energía solar es la energía primaria más abundante en el planeta. Esta fuente de energía se puede utilizar en la generación eléctrica mediante dos tecnologías: la conversión fotovoltaica y la generación termosolar.

c.1. La conversión fotovoltaica: proceso que consiste en transformar la energía solar en energía eléctrica por medio de celdas solares. La Figura N° 2.7 muestra un esquema simplificado de la generación fotovoltaica. El material del cual están hechas las celdas solares habitualmente es el silicio (Existen otros materiales, como el telurio de cadmio (CdTe), que también pueden generar energía fotovoltaica), el cual es fotosensible, por lo que al estar expuesto a la luz solar genera una carga eléctrica, que es muy pequeña; sin embargo, la suma de las cargas eléctricas generadas por las celdas en conjunto (panel solar) puede ser considerable.

FIGURA N° 2.7
ESQUEMA DE LA GENERACIÓN FOTOVOLTAICA



Fuente: OSINERGMIN 2011

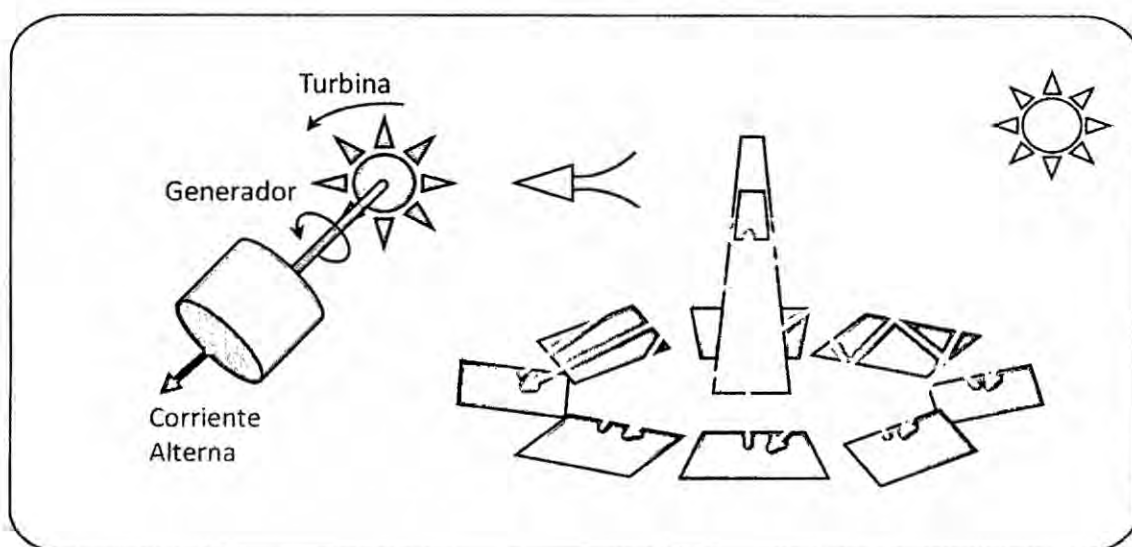
La corriente generada mediante la conversión fotovoltaica es corriente continua. Sin embargo, por medio de un inversor u ondulator, se puede transformar en corriente alterna con objeto de utilizarla junto con el resto de tecnologías.

c.2. La generación termosolar: la forma de producción con este tipo de tecnología es relativamente sencilla. En la Figura N° 2.8 se muestra un esquema simplificado, donde se puede apreciar que dentro de una torre se almacena agua, cuya temperatura se elevará a consecuencia de su exposición a los rayos solares, los cuales se encuentran redireccionados

hacia la torre por medio de espejos que poseen la característica de tener orientación automática (Éstos se autodireccionan reflejando los rayos solares hacia la torre). Una vez que el agua logra su ebullición, ésta se evapora, liberándose a altas temperaturas y presión, lo que hace girar una turbina que, a su vez, hace girar el rotor del alternador y genera electricidad.

FIGURA N° 2.8

ESQUEMA DE LA GENERACIÓN TERMOSOLAR



Fuente: OSINERGMIN 2011

d. Generación geotérmica: este tipo de generación utiliza el calor de la tierra, por ejemplo el caso de un géiser u otras fuentes termales. Este tipo de generación es hasta cierto punto renovable, puesto que se puede reinyectar

el agua usada a la tierra. No obstante, este proceso puede romper el equilibrio natural y terminar con la fuente de agua de altas temperaturas por la constante reinyección de aguas de menor temperatura.

Existe además el riesgo de contaminar la fuente de agua o lugares aledaños con los contenidos minerales de las aguas reinyectadas.

c. La oferta eléctrica y la coordinación operativa del SEIN

En la tesis de Willy Rolando Anaya Morales (2008) menciona que el diseño de la oferta eléctrica peruana permite que se cuente con un esquema de pool de electricidad bajo un ente de coordinación. La reestructuración de la industria eléctrica en los noventa significó la desintegración vertical de la industria en tres sectores: generación, transmisión (alta tensión) y distribución-comercialización (baja tensión). Esto dio lugar a la entrada de participantes privados en cada etapa del proceso de servicio eléctrico, configurándose de esta manera tres mercados eléctricos: un mercado regulado, un mercado libre y un mercado spot.

Considerando que la electricidad no se puede almacenar y la demanda debe de ser satisfecha al instante, es decir al momento de la exigencia de los usuarios, es importante existencia de la coordinación en el pool eléctrico. Sin un ente de coordinación de los oferentes sería inviable el negocio, como también el logro eficiencia productiva y minimización de las pérdidas. En el Perú se ha creado el Comité de Operación Económica del Sistema (COES) a

fin de coordinar el despacho de electricidad. El COES esta integrado por las empresas generadoras, transmisoras, un representante de los distribuidores y uno de los clientes libres que actúan como veedores, sin capacidad de voto.

d. La oferta de los autos eléctricos

Existen diversas marcas de autos eléctricos, tomaremos como referencia el catálogo del plan movele (proyecto de movilidad eléctrica del gobierno de España - 2013) se indican las siguientes marcas con sus respectivos modelos:

1. Aixam: Mega City
2. BYD: E6 (de 75kw y 200kW).
3. Chana: BENNI
4. Citroën: C-Zero
5. Fiat: 500 EV Adapt
6. Micro-Vett: Fiat 500 (2007), Fiat Fiorino: M1-Fi(LC-EG)-Li, (HC-Eg)-Li(S) y (HC-Eg)-Li(L) Fiorino Qubo M1-Qu(HC-Eg)-Li(S) y Li(L)
7. Mitsubishi: i MiEV
8. Nissan: Leaf

9. Peugeot: iOn

10. REVA: NXR

11. Renault: ZE

12. Smart electric drive: Coupé y Cabrio

13. Tata: Indica Vista EV

14. THINK: city 2010

15. Tesla: Roadster

16. Zytel: Gorila

Para este estudio se tomó como referencia el modelo i-MiEV de Mitsubishi ya que es la que se está promoviendo en el Perú, además de tener las dimensiones para brindar el servicio de taxi.

e. i-MiEV - Primer auto eléctrico del Perú

Definición

De acuerdo a lo mencionado en la página web de la Mitsubishi en Perú (2013) menciona que el modelo i-MiEV (MiEV=Mitsubishi Innovative Electric Vehicle) es el primer vehículo 100% eléctrico de producción masiva. Fue

presentado al mundo en Julio del 2009 en Japón, pero representa más de 40 años de desarrollo tecnológico de la marca de los tres diamantes.

El i-MiEV cuenta con un diseño moderno, adaptado a las necesidades del mundo actual. De dimensiones compactas, mide 3.395 mm de largo, 1.475 mm de ancho y 1.610 mm de alto, espacio más que suficiente para la comodidad de 4 pasajeros y un razonable espacio en el maletero con algo más de 160 lts. de capacidad.

EL i-MiEV es impulsado por un pequeño, ligero y eficiente motor sincrónico eléctrico que genera 47 KW a 8,500 rpm, con un par máximo de 180 Nm desde 0 rpm, logrando alcanzar una velocidad máxima de 130 Km/h.

Un dato que ilustra la diferencia de eficiencia entre un motor de combustión y uno eléctrico es que para que un automóvil con motor de combustión consumiera la misma energía que el i-MiEV, tendría que consumir alrededor de 1,4 l/100 Km

Beneficios del i-MiEV

Al no utilizar un motor a combustión, no genera vibraciones verticales ni ruidos, por ello es extremadamente suave, silencioso y durable. Este motor es alimentado por 88 baterías de ion litio de alta densidad, del mismo tipo que utilizan los celulares, laptops u otros aparatos similares. Dichas baterías de última generación proporcionan al i-MiEV hasta 150 Kilómetros de

autonomía, además de tener una vida útil de más de 10 años. Este sistema de baterías se localiza en la parte inferior del vehículo, debajo del piso, dándole al vehículo un centro de gravedad muy bajo y centrado, proporcionando gran estabilidad dinámica en la conducción.

La caja de cambios del i-MiEV tiene 6 modos de funcionamiento. Cuatro de estos modos son iguales que las transmisiones automáticas: "P" (Parking), "R" (Reverse), "N" (Neutral), "D" (Drive), y 2 específicas de un vehículo eléctrico; "B" el cual permite una mayor regeneración de energía en retenciones y por tanto, una recarga superior de la batería, alargando la autonomía, y por último la posición "C", la cual facilita una respuesta más suave para la conducción interurbana, mejorando el confort del viaje.

Mientras se circula, en el cuadro de instrumentos una aguja indica cuándo la batería se está descargando (el motor impulsa al auto) o cuándo se está cargando (el auto impulsa al motor eléctrico, que recarga la batería). La autonomía se muestra en una pequeña pantalla digital.

Ventajas del i-MiEV

Una gran ventaja del i-MiEV es que puede recargarse de 2 distintas formas. La primera mediante un enchufe normal 220V desde casa, mediante un proceso de recarga absolutamente seguro y limpio en la red doméstica, que

demora unas 7 horas en total. Por otro lado están los puntos de recarga rápida, que en unos 30 minutos pueden recargar el 80% de las baterías gracias a su carga trifásica de 208V y 50KW. Estos puntos de recarga rápida son instalados por compañías de distribución eléctrica en aquellos países donde se comercializa el i-MiEV.

La tecnología es altamente eficiente en todo el auto. El MiEV OS, sistema operativo del i-MiEV, se encarga del manejo de la energía y de los sistemas de conducción del vehículo, regula el voltaje en caso de emergencia y opera el sofisticado sistema de frenos regenerativos los cuales acumulan energía y la reutilizan para lograr una aceleración suave y poderosa.

Todos estos detalles hacen posible que este vehículo utilice menos de la tercera parte de la energía que consume un auto similar de motor a combustión. Se calcula que el uso de un i-MiEV durante un año equivale a dejar de producir una tonelada de CO₂.

En cuanto a la seguridad del i-MiEV cuenta con una zona de deformación programada en caso de impactos y colisiones, una estructura RISE con refuerzos estratégicos, además viene equipado con frenos ABS + EBD, control de estabilidad y 6 airbags (frontales, laterales y de cortina).

TABLA N° 2.1

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL AUTO ELÉCTRICO MODELO I-MIEV

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	I-MIEV
VERSIONES	4x2
DIMENSIONES Y PESOS	
ALTURA TOTAL (mm)	1.610
LARGO TOTAL (mm)	3.395
ANCHO TOTAL (mm)	1.475
DISTANCIA ENTRE EJES (mm)	2.550
DISTANCIA MINIMA AL SUELO (mm)	150
PESO BRUTO VEHICULAR (kg)	1.400
PESO EN ORDEN DE MARCHA (kg)	1.050
ESPECIFICACIONES MECANICAS	
TIPO	Y4F1
TIPO DE ENERGIA	ELECTRICIDAD
TIPO DE BATERIAS	ION LITIO
CANTIDAD DE BATERIAS	88
FUNCIONAMIENTO DE MOTOR ELECTRICO	330 VOLT
CARGA DOMICILIO (CONECTOR LADO DERECHO)	220 Volt/ 7 HORAS / 100% CARGA
CARGA RAPIDA (CONECTOR LADO IZQUIERDO)	TRIFASICO / 30 MINUTOS / 80% CARGA
CAPACIDAD TOTAL DE CARGA DEL PAQUETE DE BATERIAS	16KWh
AUTONOMIA KM	160
VELOCIDAD MAXIMA	130
POTENCIA MAXIMA (kW/rpm)	47/ 8500 (= 67 cv)
TORQUE MAXIMO (Nm/rpm)	180/0
TRANSMISION	Transmisión mecánica con control automático
SISTEMA DE TRACCION	4x2
RADIO DE GIRO (m)	4.5
SUSPENSION DELANTERA	MC PHERSON CON RESORTES HELICOIDALES Y BARRAS ESTABILIZADORAS
SUSPENSION TRASERA	EJE RIGIDO DE DION
FRENOS DELANTEROS	DISCOS VENTILADOS
FRENOS TRASEROS	TAMBOR
NEUMATICOS DELANTERO / TRASERO	145/65R15 / 175/55R15
DIRECCION SERVO ASISTIDA ELECTRICAMENTE	STD
SEGURIDAD	
ABS CON EBD (DISTRIBUCION ELECTRONICA DE FRENADO)	STD
CONTROL DE ESTABILIDAD	STD
AIRBAGS	6 (FRONTALES, LATERALES Y CORTINA)
CARROCERIA RISE (REINFORCED IMPACT SAFETY EVOLUTION)	STD
CINTURONES DE SEGURIDAD DELANTEROS CON PRETENSIONADOR	STD
LUZ DE FRENO TRASERO DE LED	STD
INMOVILIZADOR	STD
EQUIPAMIENTO INTERIOR	
AIRE ACONDICIONADO ELECTRICO 330 Volt	STD
ALZAVIDRIOS ELECTRICOS	STD
ASIENTOS TRASEROS (50/50)	STD
CALEFACCION DE ASIENTO CONDUCTOR	STD
RADIO TOUCH CON CARGA FRONTAL DE 1 CD / DVD / GPS/ CAMARA	STD
EQUIPAMIENTO EXTERIOR	
ESPEJOS LATERALES ELECTRICOS	STD
LLANTAS DE ALEACION ARO 15"	STD
VIDRIOS TRASEROS TINTADOS	STD

Fuente: Mitsubishi Motors Perú 2013

2.2.2 La demanda eléctrica

a. Definición

En la tesis de Willy Rolando Anaya Morales (2008) menciona que la demanda de electricidad se diferencia, por el tipo de consumidor de la misma en el mercado donde participa.

Primero, si se trata de consumidores como las familias y las empresas de menor escala en MW, constituyen una demanda que pertenece al mercado regulado. De manera que, la demanda de electricidad correspondiente al consumo residencial, comercial e industrial, son atendidos por las empresas de distribución y comercialización eléctrica.

Segundo, las empresas que tienen una demanda grande en MW, se constituyen en consumidores libres, participan de un mercado libre con tarifa no regulada y son atendidos directamente por los generadores eléctricos, como por ejemplo la atención que reciben las grandes firmas como son la Refinería de Ilo, la minera Antamina, entre otras.

Y tercero, la demanda de aquellas empresas generadoras que hace las veces de compradores de electricidad en el mercado spot. Esto es, porque en un momento decidieron comprar electricidad en el mercado spot y no producir.

Los modelos econométricos que se han especificado para su estimación (Gallardo, Bendezú y Coronado 2004), consideran a la demanda de

electricidad como una variable endógena determinada por: el producto bruto interno (PBI) y el crecimiento de la población. De modo que, a medida que el PBI per cápita se incrementa, se incrementa también la demanda de electricidad; igualmente, si el incremento de la población representa un mayor consumo de electricidad, la demanda de ella aumentara. Las ponderaciones encontradas en tales modelos, demuestran que el servicio público de electricidad tiene demanda inelástica, no tiene sustitutos, termina siendo un servicio básico. En el Perú, no contamos con sustitutos importantes a la electricidad para los hogares, a pesar de tener Camisea, el consumo de este gas dependerá de la masificación que pueda tener el gas natural.

Respecto a la demanda o consumo libre de electricidad por parte de las grandes firmas, su elevación dependerá de las condiciones macroeconómicas del país, para atraer la inversión nacional y extranjera, en los sectores altamente rentables y con gran uso y consumo de electricidad. En los últimos años, el número de empresas consumidoras libres de electricidad se ha elevado, teniéndose entre las principales contratantes directas de energía eléctrica a las empresas mineras, seguidas de los complejos industriales y las empresas de servicios.

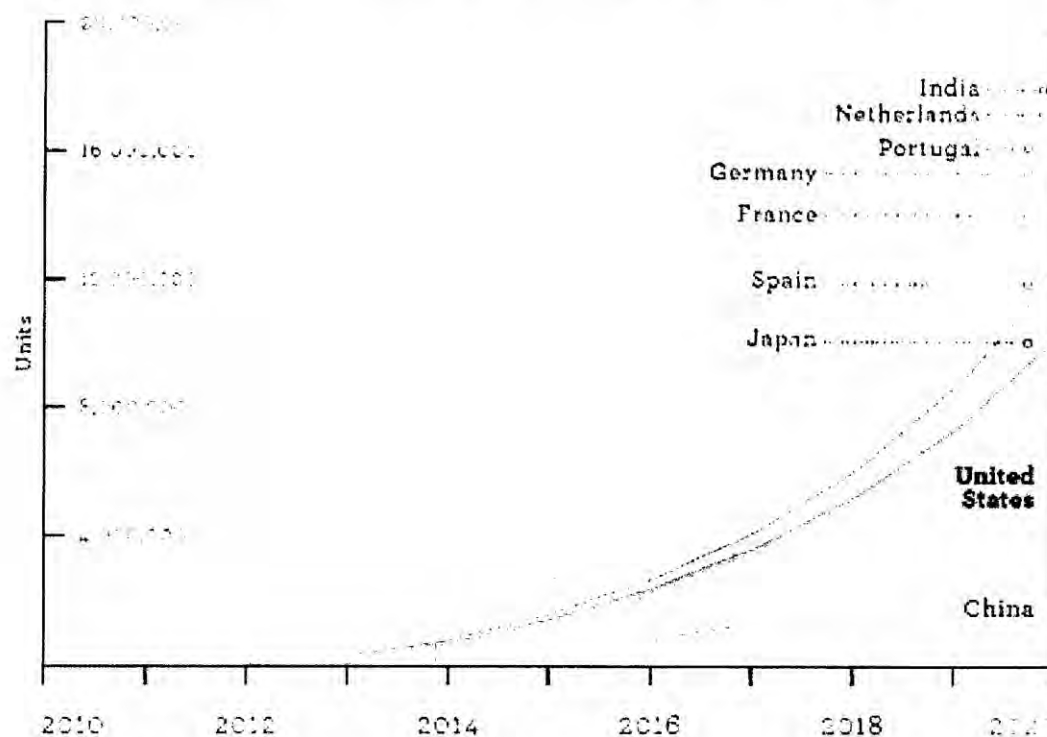
b. La demanda de los autos eléctricos

Según la Agencia Internacional de la Energía (IEA – 2013) menciona que los vehículos eléctricos tienen un gran potencial no sólo para transformar cómo se mueve el mundo, sino también para aumentar la seguridad energética y reducir las emisiones de carbono y otros contaminantes. El transporte representa aproximadamente una quinta parte del consumo mundial de energía, y cuenta los vehículos de pasajeros para el diez por ciento de las emisiones de dióxido de carbono relacionadas con la energía. Con el rápido aumento de la propiedad de vehículos personales en todo el mundo, la demanda de combustible siguen aumentando junto con las emisiones de carbono a menos que haya un cambio en el transporte. Hay una variedad de tecnologías de vehículos y combustibles limpios en el desarrollo y en uso, pero los vehículos eléctricos son una de las tecnologías más prometedoras para reducir el consumo de petróleo y reducir las emisiones de gases y partículas. Este mercado está aún en desarrollo, sin embargo, hay muchos retos, sobre todo en la integración de tecnología, optimización y expansión.

A partir de diciembre 2012, había más de 180.000 autos eléctricos en todo el mundo, incluidos todos los eléctricos y los híbridos enchufables, lo que representa el 0,02% de las acciones del total de vehículos de pasajeros en la actualidad. La Iniciativa de Vehículos Eléctricos (EVI) pretende facilitar la implementación global de al menos 20 millones de vehículos eléctricos (EV)

incluyendo los híbridos enchufables (PHEV) en el año 2020. Ver Gráfico N° 2.1.

GRÁFICO N° 2.1
OBJETIVOS DE EV (MIEMBROS SELECTOS EVI)



Fuente: Clean Energy Ministerial 2013

EVI permitirá avanzar hacia este objetivo a través de:

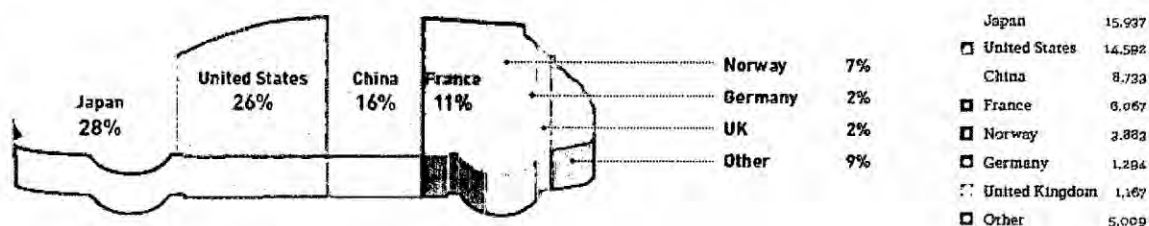
1. Fomentar el desarrollo de los objetivos de implementación nacionales, así como las mejores prácticas y políticas para lograr esos objetivos;

2. Llevar una red de ciudades para compartir experiencias y lecciones aprendidas de la implementación EV precoz en las zonas urbanas y las regiones;
3. Compartir información sobre la inversión pública en programas de investigación, desarrollo y demostración (I + D) para asegurarse de que se están abordando las brechas mundiales más importantes en el desarrollo de tecnología de los vehículos, y
4. Involucrar a las partes interesadas del sector privado para alinear mejor las expectativas, discutir los respectivos papeles de la industria y el gobierno, y se centran en los beneficios de la inversión continua en la tecnología EV innovación y adquisiciones EV para flotas.

En el Gráfico N° 2.2 se muestra la distribución geográfica de los vehículos eléctricos alimentados por una batería (BEV), en el mercado mundial de los BEV, se observa que Japón tiene la mayor proporción debido a las ventas de la Nissan Leaf seguido por los Estados Unidos, a continuación, China, debido en parte a la utilización de los taxis eléctricos en Shenzhen y Hangzhou. Francia se encuentra en el cuarto lugar.

GRÁFICO N° 2.2

DISTRIBUCIÓN MUNDIAL DE LAS VENTAS EV 2012



Fuente: Clean Energy Ministerial 2013

2.2.3 Margen de reserva eléctrica

Cada día, la generación de electricidad oferta la potencia necesaria al sistema eléctrico, la cual se destina a cubrir la demanda de electricidad de los hogares, comercios, industrias, instituciones, etc.

Las premisas de los responsables del suministro de electricidad es que se atienda esta demanda con seguridad, calidad, confiabilidad y economía. El asegurar esas condiciones implica que se desarrollen procesos adecuados de planificación del sector eléctrico, asegurando las inversiones necesarias, aparejadas a las previsiones de crecimiento de la demanda.

Como la demanda varía diariamente, además de estacionalmente, y va incrementándose producto del desarrollo económico y el crecimiento poblacional, el sistema eléctrico debe tener un margen de reserva para

atender esas variaciones y ese crecimiento. Así, el margen de reserva se define como la diferencia que existe entre la demanda máxima que se puede alcanzar, producto de la simultaneidad de consumos que se den y, la capacidad de generación que aún tiene el parque generador.

2.2.4 Marco legal

Mediante las leyes, normas, políticas y reglamentos indicadas en este numeral se busca demostrar que el Estado tendría una importante participación en la promoción de los autos eléctricos, por un tema responsabilidad del cuidado y preservación del medio ambiente. A continuación se indican las involucradas:

a. Constitución Política del Perú

Se establece que es deber primordial del Estado garantizar el derecho de toda persona de gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida:

Artículo 2° Toda persona tiene derecho:

Inciso 22°.- A la paz, a la tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida.

b. Política Nacional del Ambiente

El objetivo de la Política Nacional del Ambiente es mejorar la calidad de vida de las personas, garantizando la existencia de ecosistemas saludables, viables y funcionales en el largo plazo; y el desarrollo sostenible del país, mediante la prevención, protección y recuperación del ambiente y sus componentes, la conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, de una manera responsable y congruente con el respeto de los derechos fundamentales de la persona.

Eje de Política 1 – Conservación y Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales y de la Diversidad Biológica

Mitigación y adaptación al cambio climático - Lineamientos de política

e) Promover el uso de tecnologías adecuadas y apropiadas para la adaptación al cambio climático y mitigación de gases de efecto invernadero y de la contaminación atmosférica.

Eje de Política 2 – Gestión Integral de la Calidad Ambiental

Control Integrado de la Contaminación - Lineamientos de política

c) Realizar acciones para recuperar la calidad del agua, aire y suelos en áreas afectadas por pasivos ambientales.

Calidad del Aire - Lineamientos de política

a) Establecer medidas para prevenir y mitigar los efectos de los contaminantes del aire sobre la salud de las personas.

c) Incentivar la modernización del parque automotor promoviendo instrumentos, uso de medios de transporte y combustibles que contribuyan a reducir los niveles de contaminación atmosférica.

c. Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire

Este Reglamento establece por primera vez en el Perú los estándares nacionales de calidad ambiental del aire. De este modo se establecen objetivos de calidad ambiental a ser alcanzados progresivamente con planes de acción propios de cada zona de atención prioritaria.

Objetivo

Para proteger la salud, la presente norma establece los estándares nacionales de calidad ambiental del aire y los lineamientos de estrategia para alcanzarlos progresivamente.

Principios

Con el propósito de promover que las políticas públicas e inversiones públicas y privadas contribuyan al mejoramiento de la calidad del aire se tomarán en cuenta las disposiciones del Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, así como los siguientes principios generales:

- a) La protección de la calidad del aire es obligación de todos,
- b) Las medidas de mejoramiento de la calidad del aire se basan en análisis costo –beneficio,
- c) La información y educación a la población respecto de las prácticas que mejoran o deteriorando la calidad del aire serán constantes, confiables y oportunas.

Lineamientos Generales

Los planes de acción se elaborarán sobre la base de los principios establecidos en el artículo 2°, los resultados de los estudios de diagnóstico de línea de base, así como los siguientes lineamientos generales:

- a) Mejora continua de la calidad de los combustibles,
- b) Promoción de la mejor tecnología disponible para una industria y vehículos limpios,
- c) Racionalización del transporte, incluyendo la promoción de transporte alternativo,
- d) Planificación urbana y rural,

- e) Promoción de compromisos voluntarios para la reducción de contaminantes del aire,
- f) Desarrollo del entorno ecológico y áreas verdes,
- g) Disposición y gestión adecuada de los residuos.

d. Política Energética Nacional del Perú 2010-2040

Visión

Un sistema energético que satisface la demanda nacional de energía de manera confiable, regular, continua y eficiente, que promueve el desarrollo sostenible y se soporta en la planificación y en la investigación e innovación tecnológica continúa.

Objetivos de la Política

Para el presente estudio los numerales involucrados serían:

2. Contar con un abastecimiento energético competitivo.- Alcanzar suficiencia de la infraestructura en toda la cadena de suministro de electricidad e hidrocarburos, que asegure el abastecimiento energético.

6. Desarrollar un sector energético con mínimo impacto ambiental y bajas emisiones de carbono en un marco de Desarrollo Sostenible.- Establecer

medidas para la mitigación de emisiones provenientes de las actividades energéticas.

2.3 Definiciones de términos

Acústica: Energía mecánica en forma de ruido, vibraciones, trepidaciones, infrasonidos, sonidos y ultrasonidos.

Atributos: Son medidas de las características asociadas a la construcción de un determinado.

Contaminación Sonora: Presencia en el ambiente exterior o en el interior de las edificaciones, de niveles de ruido que generen riesgos a la salud y al bienestar humano.

Contaminante del aire: Sustancia o elemento que en determinados niveles de concentración en el aire genera riesgos a la salud y al bienestar humanos.

Costo de Racionamiento: Es el costo promedio incurrido por los usuarios, al no disponer energía, y tener que obtenerla de fuentes alternativas. Este costo se calculará como valor único y será representativo de los déficit más frecuentes que pueden presentarse en el sistema eléctrico.

Equipo de suministro eléctrico: Equipo que alimenta, modifica, regula, controla o protege un suministro eléctrico. Sinónimo: equipo de suministro.

Escenarios: Son combinaciones de Planes y Futuros.

Estación de generación: Una planta donde se produce energía eléctrica por conversión de alguna otra forma de energía (por ejemplo, química, nuclear, solar, mecánica o hidráulica) por medio de aparatos apropiados. Esto incluye todos los equipos auxiliares de la planta de generación y otros equipos asociados necesarios para la operación de la planta. No se incluyen las estaciones que producen potencia para uso exclusivo de sistemas de comunicaciones.

Factor de simultaneidad: Relación, expresada como un valor numérico o como un porcentaje, de la potencia simultánea máxima de un grupo de artefactos eléctricos o clientes durante un período determinado; y la suma de sus potencias individuales máximas durante el mismo período.

Fuera de servicio: Las líneas y equipos son considerados fuera de servicio cuando están desconectados del sistema y no son capaces de suministrar energía ni señales de comunicaciones.

Futuros: Son conjuntos de materializaciones de las incertidumbres en valores o parámetros.

Impacto Ambiental: Cualquier cambio en el ambiente, sea adverso o beneficioso, resultante de manera total o parcial de las actividades, productos o servicios de una organización.

Incertidumbres: Son las variables sobre las cuales el planificador no tiene control. Pueden presentar una distribución probabilística o tomar valores desconocidos pero acotados, es decir, moverse entre un rango máximo y un mínimo.

Líneas de suministro eléctrico: Aquellos conductores utilizados para transmitir energía eléctrica y sus estructuras de soporte y contención. Las líneas de señales de más de 400 V son siempre líneas de suministro dentro del alcance de las reglas, y aquellas de menos de 400 V pueden ser consideradas líneas de suministro si son totalmente construidas y operadas de esa manera.

Nudos: un nudo es un futuro o un escenario simulado en detalle usando software tal como PERSEO. Con una selección adecuada de los nudos, y usando métodos avanzados de interpolación incorporados en TO/R, se pueden analizar un gran número de escenarios. Esto sería imposible si fuera necesario simular cada uno de ellos, uno por uno, usando PERSEO. Por ejemplo, con este método se podrán analizar más futuros de demanda que los 3 por zona que exige la norma.

Opción: Los Atributos pueden ser de tipo cuantitativo o cualitativo. Ejemplos de Atributos: los costos, las horas de interrupción y el pago por la demanda.

Plan: Es un conjunto específico de Opciones (proyectos) que se evalúan en conjunto.

Prevención de la Contaminación: Utilización de procesos, prácticas, materiales, o productos que evitan, reducen o controlan la contaminación, pudiendo incluir el reciclaje, tratamiento, cambios de procesos, mecanismos de control, uso eficiente de los recursos y sustitución de materiales.

Ruido: Sonido no deseado que moleste, perjudique o afecte a la salud de las personas.

Tensión: La diferencia de potencial eficaz entre dos conductores cualquiera o entre un conductor y la tierra. Las tensiones están expresadas en valores nominales a menos que se indique lo contrario. La tensión nominal de un sistema o circuito es el valor asignado al sistema o circuito para una clase dada de tensión con el fin de tener una designación adecuada. La tensión de operación del sistema puede variar por encima o por debajo de este valor.

III. VARIABLES E HIPÓTESIS

3.1 Definición de las variables

Con una correcta proyección en la demanda eléctrica se busca garantizar las reservas de energía eléctrica, con la adecuada ejecución de obras de generación eléctrica. De ahí la relación entre energía eléctrica con la demanda y oferta eléctrica sostenible.

3.2 Operacionalización de variables

Para demostrar y comprobar la hipótesis, se analizó la operación obteniéndose las variables y los indicadores que a continuación se indican:

Variable independiente (X)

Energía Eléctrica

Variable dependiente (Y)

Oferta Eléctrica

Demanda Eléctrica

Indicadores:

Generación (GW) Y₁

Carga proyectada vehículos eléctricos (GW) Y₂

Reserva Eléctrica (GW) Y₃

3.3 Hipótesis general é hipótesis específicas

3.3.1 Hipótesis general

Eligiendo el escenario eficiente del plan de transmisión 2013-2022 del Perú se garantizará la demanda eléctrica incluyendo el ingreso de los autos eléctricos.

3.3.2 Hipótesis Específica

Eligiendo el mejor escenario en la oferta eléctrica considerando la demanda de los autos eléctricos garantizaremos las reservas eléctricas futuras.

IV. METODOLOGÍA

4.1 Tipo de investigación

Esta investigación se clasifica según su propósito como un estudio aplicado, debido a que su objetivo principal es conseguir que la oferta eléctrica cubra la demanda eléctrica y garantice las reservas futuras, en forma sostenida.

De acuerdo con el método de investigación utilizado, la presente investigación tiene un diseño descriptivo cuantitativo pues se desarrollará mediante encuestas al servicio de taxi en Lima, Plan de Transmisión Eléctrica 2013 -2022, notas de fabricantes de vehículos eléctricos, revistas especializadas en automóviles, notas de prensa y publicaciones de líderes de opinión en el tema.

4.2 Diseño de la investigación

Mediante las estadísticas de transporte obtendremos los vehículos que brindan servicio de taxi en Lima (usuario potencial del vehículo eléctrico).

Con la cantidad de taxis en Lima realizaremos una encuesta a estos a nivel Lima provincia para saber el nivel de aceptación del auto eléctrico.

Con este resultado obtendremos una carga eléctrica, considerando que recorren más de 150 KM al día se consideraría una carga por taxi de 53 KW,

la cual deberá de considerarse de manera constante dentro de los 4 nudos de demanda eléctrica proyectada en el plan de transmisión 2013-2022 de la COES.

El proceso de evaluación requiere de los siguientes pasos:

- a. Determinar la demanda eléctrica de los vehículos eléctricos en el Perú con proyección al 2013 y 2022.
- b. Incluirla dentro de los escenarios de la demanda proyectada en el plan de transmisión 2013-2022.
- c. Evaluar los indicadores obtenidos.
- d. Observaciones y conclusiones.

4.3 Población y muestra

La población esta conformada por todos los taxis en Lima que son alrededor de 240.000 unidades (El Comercio – 2011), la muestra de 384 encuestas la obtendremos mediante la siguiente fórmula de muestreo para población finita, consideramos un margen de error del 5%.

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{N \cdot e^2 + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

En donde:

Z = nivel de confianza

p = Probabilidad a favor

q = Probabilidad en contra

N = Universo

e = error de estimación

n = tamaño de la muestra

Reemplazando valores:

Z = 1.96

p = 0.5

q = 0.5

N = 240000

e = 0.05

Obtenemos:

n = 384 \approx 400 muestras

4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas de recolección de datos son las distintas formas de obtener información, en la presente investigación serán los datos provenientes de las encuestas, estadísticas, notas de prensa, revistas y comentarios de líderes de opinión en el tema.

4.5 Procedimientos de recolección de datos

Se elaboraron 400 encuestas de 20 preguntas cada una.

Se procedió a encuestar a los taxistas de la provincia de Lima en todos los horarios durante 6 meses en los distritos de Surco, Miraflores, Pueblo Libre, La Molina, Cercado Lima, Jesús María, San Miguel, Chorrillos, Barranco, La Victoria, Santa Anita, San Martín de Porres, Los Olivos, San Juan de Lurigancho, San Juan de Miraflores, Villa El Salvador y Comas.

4.6 Procesamiento estadístico y análisis de datos

Mediante el conteo de los resultados de cada pregunta de la encuesta se trasladó a una hoja Excel de tabulaciones, luego se realizó diagramas tipo torta para graficar los resultados obtenidos.

V. RESULTADOS

Para comprender mejor los resultados se ha subdivido en cuatro partes las preguntas, las cuales servirán para hacer el análisis costo beneficio del vehículo eléctrico versus los otros tipo de vehículos, el conocimiento del impacto ambiental de los conductores de los taxis, que tan difundido esta el vehículo eléctrico y finalmente saber cuántos choferes estarían dispuestos a invertir en un auto eléctrico.

Con respecto al costo beneficio:

En la Tabla N° 5.1 se aprecia las diferentes marcas y modelos que brindan el servicio en Lima.

TABLA N° 5.1
CANTIDAD DE AUTOS ENCUESTADOS POR MARCA Y MODELO

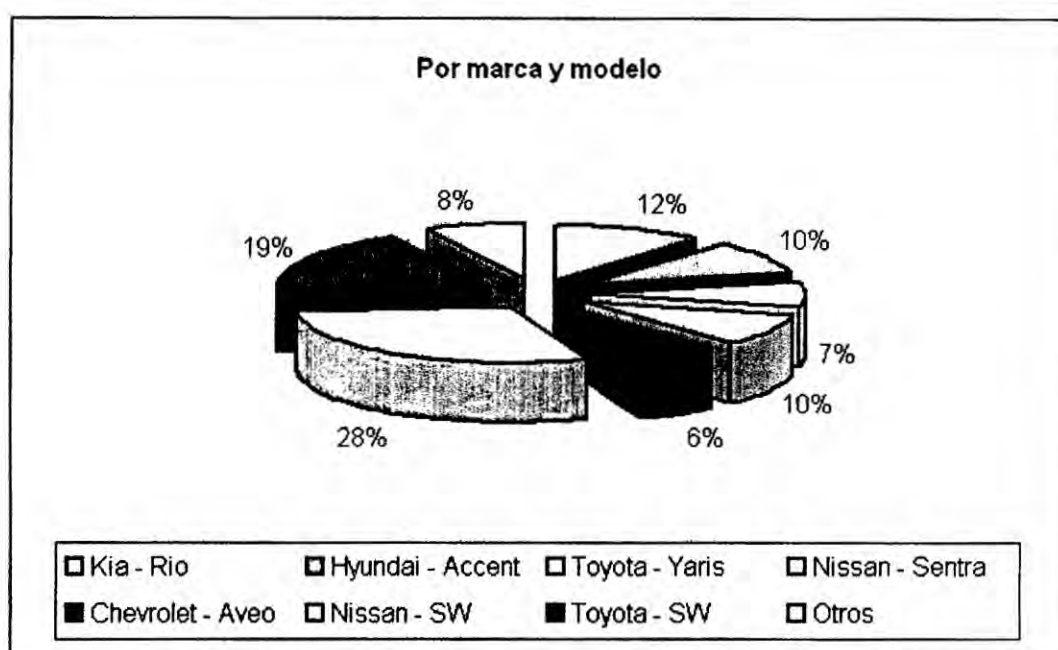
Marca y modelo de auto	Cantidades	Porcentaje
Kia - Rio	46	11,5%
Hyundai - Accent	39	9,8%
Toyota - Yaris	29	7,3%
Nissan - Sentra	38	9,5%
Chevrolet - Aveo	25	6,3%
Nissan - SW	117	29,3%
Toyota - SW	76	19,0%
Otros	30	7,5%

Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico N° 5.1 observamos que el 48.3% de los autos encuestados son tipo station wagon.

GRÁFICO N° 5.1

CANTIDAD DE AUTOS ENCUESTADOS POR MARCA Y MODELO



Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 5.2 se aprecia la cantidad de días a la semana trabajados, observamos que hay mayor concentración del uso de taxi en seis días a la semana.

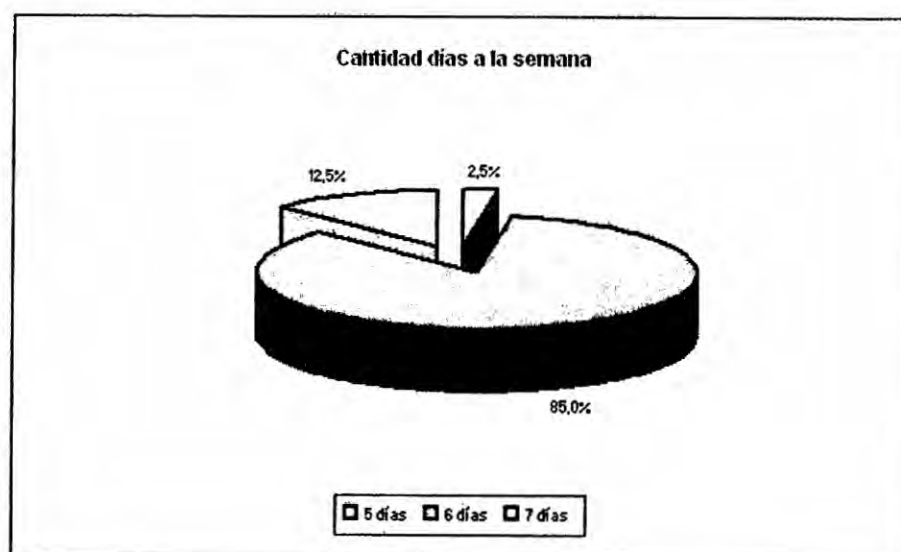
TABLA N° 5.2
CANTIDAD DE DÍAS A LA SEMANA QUE LABORAN LOS TAXIS

Cantidad de días a la semana de trabajo en servicio de taxi	Cantidades	Porcentaje
5 días	10	2,5%
6 días	340	85,0%
7 días	50	12,5%

Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico N° 5.2 muestra que el 85% de los taxistas trabajan 6 días de la semana, por lo que se tomará 25 días al mes laborables para los cálculos de costo beneficio.

GRÁFICO N° 5.2
CANTIDAD DE DÍAS A LA SEMANA QUE LABORAN LOS TAXIS



Fuente: Elaboración propia

La Tabla N° 5.3 sirvió para realizar la máxima demanda eléctrica en un día laborable.

TABLA N° 5.3

HORARIOS DEL SERVICIO DE TAXI

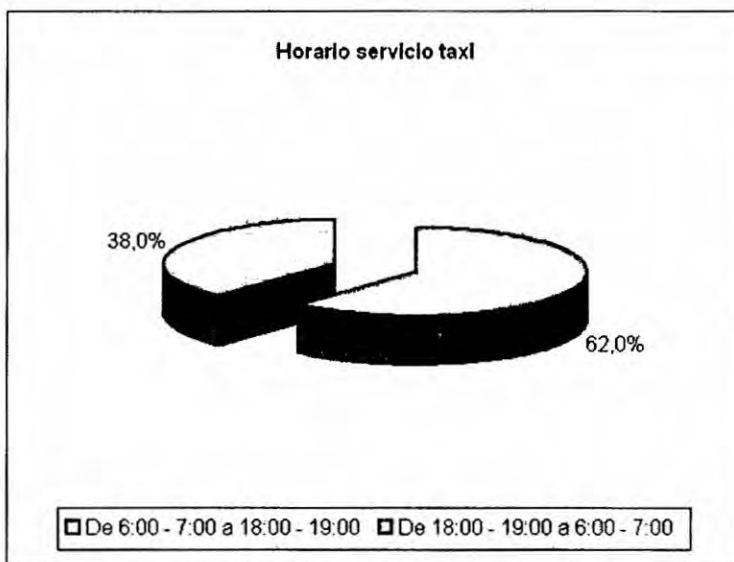
Horario brindado en el servicio de taxi	Cantidades	Porcentaje
De 6:00 - 7:00 a 18:00 - 19:00	248	62,0%
De 18:00 - 19:00 a 6:00 - 7:00	152	38,0%

Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico N° 5.3 se aprecia que hay mayor incidencia del servicio de taxis en el turno diurno, un 62% labora en ese turno.

GRÁFICO 5.3

HORARIOS DEL SERVICIO DE TAXI



Fuente: Elaboración propia

La Tabla N° 5.4 sirvió para definir cuanto kilometraje recorren los taxistas mensualmente.

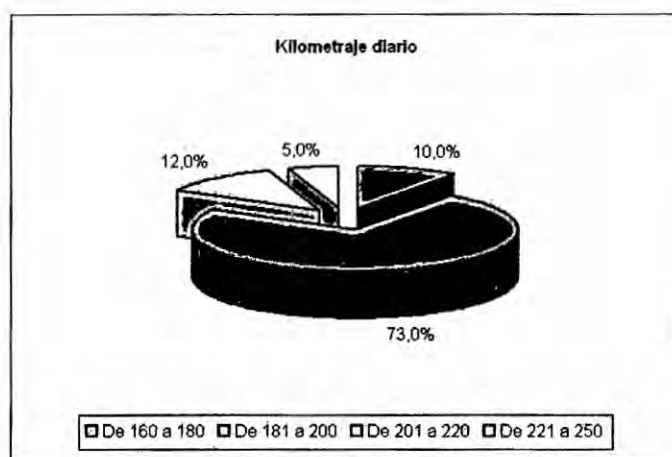
TABLA N° 5.4
KILOMETRAJE DIARIO EN SERVICIO DE TAXI

Cantidad diario de kilometraje recorrido (km)	Cantidades	Porcentaje
De 160 a 180	40	10,0%
De 181 a 200	292	73,0%
De 201 a 220	48	12,0%
De 221 a 250	20	5,0%

Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico N° 5.4 observamos que el 73% recorre entre 181 y 200 kilómetros diarios, por lo que se consideró 200 kilómetros para el diseño costo beneficio.

GRÁFICO N° 5.4
KILOMETRAJE DIARIO EN SERVICIO DE TAXI



Fuente: Elaboración propia

La Tabla N° 5.5 sirvió para identificar los tipos de combustible utilizados para el servicio de taxi en Lima.

TABLA N° 5.5

TIPO DE COMBUSTIBLE UTILIZADO EN SERVICIO DE TAXI

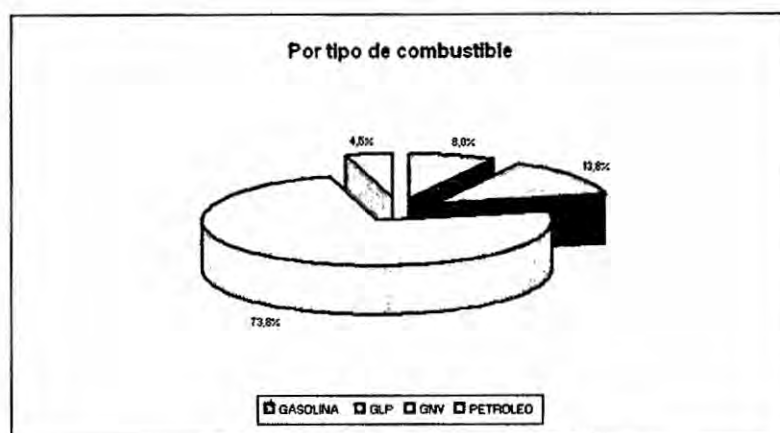
<u>Tipo de combustible usado</u>	<u>Usuarios</u>	<u>Porcentaje</u>
GASOLINA	32	8,0%
GLP	55	13,8%
GNV	295	73,8%
PETROLEO	18	4,5%

Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico N° 5.5 se observa que el 73.8% de los taxis utiliza el GNV, seguidos por un 13.8% de uso de GLP.

GRÁFICO N° 5.5

TIPO DE COMBUSTIBLE UTILIZADO EN SERVICIO DE TAXI



Fuente: Elaboración propia

La Tabla N° 5.6 nos indica la cantidad de kilómetros que recorren los autos por galón consumido, se tomó la moda por tipo de combustible.

TABLA N° 5.6

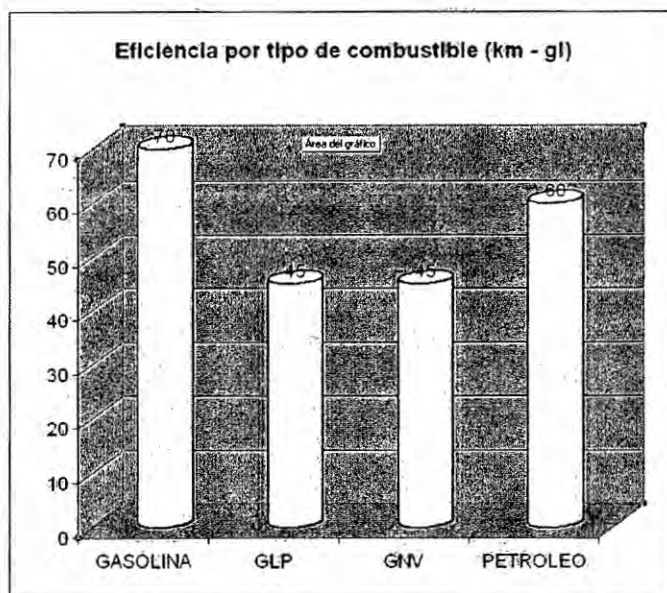
EFICIENCIA DE CONSUMO DE LOS TAXIS

Eficiencia de consumo de combustible del taxi	km - gl
GASOLINA	70
GLP	45
GNV	45
PETROLEO	60

Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO N° 5.6

EFICIENCIA DE CONSUMO DE LOS TAXIS



Fuente: Elaboración propia

En base de los resultados obtenidos se elaboró la Tabla N° 5.7 de precios unitarios.

TABLA N° 5.7

PRECIOS UNITARIOS POR TIPO DE FUENTE DE ENERGÍA

	kw-h	PU (S/.)	Total (S/.)	Eficiencia (km)
Electricidad (carga 100%)	24	0,44	10,5	120
Electricidad (carga 80%)	25	0,44	10,9	96
Gasolina	0	13,35	13,4	70
Petroleo	0	13,04	13,0	60
GLP	0	1,57	5,9	45
GNV	0	1,42	5,4	45

Fuente: Elaboración propia

Así mismo se elaboró la Tabla N° 5.8 de costo beneficio, en ésta se considera un promedio de consumo mensual de 5000 kilómetros (25 días por 200 kilómetros).

Con respecto al ahorro es la diferencia entre los gastos que implicaría utilizar autos eléctricos versus los gastos de autos de combustibles convencionales. La diferencia viene a ser el ahorro proyectado a 10 años de utilizar un auto eléctrico en vez de uno convencional, se observó que los autos que utilizan GNV como fuente de energía es más económicos.

TABLA N° 5.8

AHORRO MONETARIO POR USO DE AUTO ELÉCTRICO

Tipo de Combustible	Costo Anual Combustible	Costo Anual Mantenimiento	Costo Anual Seguro	Costo Anual Seguro Anual	Retorno Anual	Retorno Mensual	Comparación			
							Nuevo		Cambio Sistema de Existente a Eléctrico	
							Primo	Segundo	Primo	Segundo
Electricidad	5.943	1.000	6.943				30.000		18.000	
Gasolina	11.443	2.400	13.843	6.900	69.002	23.794	15.000	8.794	0	5.794
Petroleo	13.040	2.400	15.440	8.497	84.974	29.301	15.000	14.301	0	11.301
GLP	7.923	3.000	10.923	3.981	39.807	13.726	17.000	726	0	(4.274)
GNV	7.166	3.000	10.166	3.224	32.237	11.116	18.000	(884)	0	(6.884)

Fuente: Elaboración propia

Con respecto al medio ambiente:

La tabla N° 5.9 sirvió para definir la cantidad de usuarios que tienen conciencia en el cuidado del medio ambiente.

TABLA N° 5.9

SOBRE CONCIENCIA DEL CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE

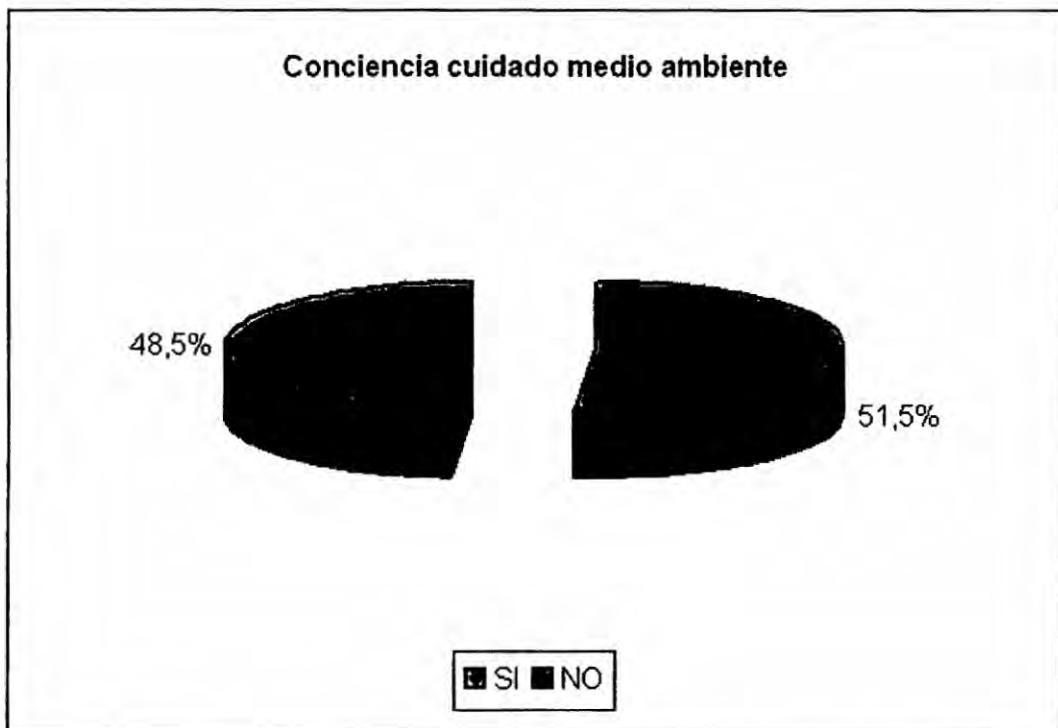
Conciencia del cuidado de medio ambiente	Usuarios	Porcentaje
SI	206	51,5%
NO	194	48,5%
NO OPINA	0	0,0%

Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico N° 5.7 se observó que el 48.5% de los encuestados no tiene conocimiento del cuidado del medio ambiente, al respecto el gobierno debería impulsar programas para concientizar este importante tema.

GRÁFICO N° 5.7

SOBRE CONCIENCIA DEL CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE



Fuente: Elaboración propia

La Tabla N° 5.10 sirvió para medir si los taxistas saben que los combustibles que usan actualmente (derivados de fósiles) son agotables.

TABLA N° 5.10

CONOCIMIENTO DE RECURSOS AGOTABLES

Conocimiento de recursos energéticos agotables	Usuarios	Porcentaje
SI	384	96,0%
NO	16	4,0%
NO OPINA	0	0,0%

Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico N° 5.8 se observó que solo un 4% de los encuestados indicó que los recursos energéticos no son agotables.

GRÁFICO N° 5.8

CONOCIMIENTO DE RECURSOS AGOTABLES



Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la difusión del auto eléctrico:

La Tabla N° 5.11 sirvió para medir el conocimiento de los taxista con respecto a la existencia auto eléctrico.

TABLA N° 5.11

CONOCIMIENTO EXISTENCIA AUTO ELÉCTRICO

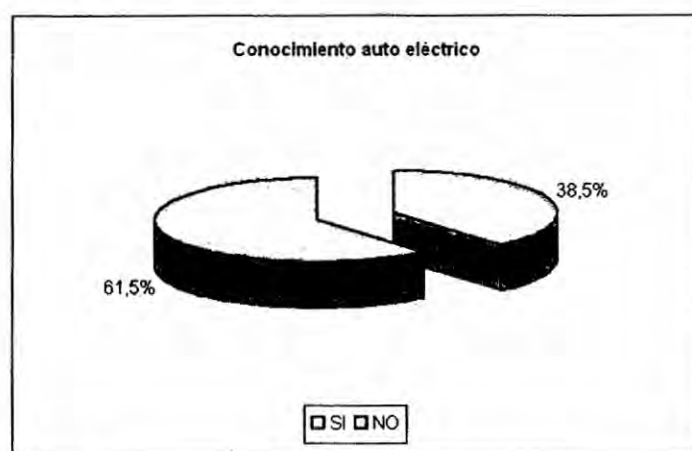
Conocimiento de existencia del auto eléctrico	Usuarios	Porcentaje
SI	154	38,5%
NO	246	61,5%
NO OPINA	0	0,0%

Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico N° 5.9 se apreció que solo un 25.3% de los encuestados sabía que existían los autos eléctricos.

GRÁFICO N° 5.9

CONOCIMIENTO EXISTENCIA AUTO ELÉCTRICO



Fuente: Elaboración propia

La Tabla N° 5.12 sirvió para medir el conocimiento sobre las bondades del auto eléctrico (no emisión de gases contaminantes al medio ambiente, ni desechos como aceites, filtros, repuestos, además de ser totalmente silenciosos).

TABLA N° 5.12

CONOCIMIENTO SOBRE BENEFICIOS DEL AUTO ELÉCTRICO

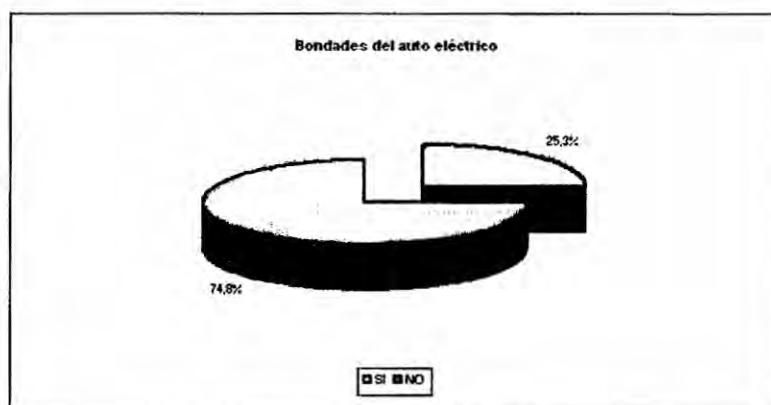
Sobre las bondades del auto eléctrico	Usuarios	Porcentaje
SI	101	25,3%
NO	299	74,8%
NO OPINA	0	0,0%

Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico N° 5.10 se observó que solo un 18.3% de los encuestados tenía conocimiento del beneficio de los autos eléctricos.

GRÁFICO N° 5.10

CONOCIMIENTO SOBRE BENEFICIOS DEL AUTO ELÉCTRICO



Fuente: Elaboración propia

La Tabla N° 5.13 sirvió para medir el conocimiento sobre la firma del acuerdo entre Edelnor y Mitsubishi Motors para promover la movilidad eléctrica en el país.

TABLA N° 5.13

CONOCIMIENTO DE ACUERDO ENTRE MITSUBISHI Y EDELNOR

Sabe usted que Edelnor y Mitsubishi Motors firmaron un acuerdo para promover la movilidad eléctrica en el país.	Usuarios	Porcentaje
SI	52	13,0%
NO	348	87,0%
NO OPINA	0	0,0%

Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico N° 5.11 se apreció que solo un 13% de los encuestados tenía conocimiento del acuerdo entre ambas firmas.

GRÁFICO N° 5.11

CONOCIMIENTO DE ACUERDO ENTRE MITSUBISHI Y EDELNOR



Fuente: Elaboración propia

La Tabla N° 5.14 sirvió para medir el conocimiento sobre el programa de chatarreo a los vehículos de taxi, anunciado por el municipio de Lima, considera una oportunidad para incorporar a este servicio vehículos ecológicos como los eléctricos.

TABLA N° 5.14

CONOCIMIENTO DEL PROGRAMA DE CHATARREO

Sabe usted sobre el programa de chatarreo a los vehículos de taxi, anunciado por el municipio de Lima

	Usuarios	Porcentaje
SI	22	5,5%
NO	378	94,5%
NO OPINA	0	0,0%

Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico N° 5.12 se apreció que solo un 5.5% de los encuestados tenía conocimiento del programa.

GRÁFICO N° 5.12

CONOCIMIENTO DEL PROGRAMA DE CHATARREO



Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la inversión:

La Tabla N° 5.15 sirvió para medir la cantidad de taxistas que estarían dispuestos a invertir 8 horas para la recarga del auto eléctrico.

TABLA N° 5.15

DISPOSICIÓN DE INVERSIÓN DE TIEMPO DE RECARGA

¿Estaría dispuesto a invertir 8 horas para la recarga del auto eléctrico? (en el horario que no lo trabaja)

	Usuarios	Porcentaje
SI	101	25,3%
NO	299	74,8%
NO OPINA	0	0,0%

Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico N° 5.13 se observó que un 25.3% de los encuestados aceptó invertir en la recarga.

GRÁFICO N° 5.13

DISPOSICIÓN DE INVERSIÓN DE TIEMPO DE RECARGA



Fuente: Elaboración propia

La Tabla N° 5.16 sirvió para medir la cantidad de taxistas que estarían dispuestos a modificar o vender su auto para transformar o comprar un auto eléctrico.

TABLA N° 5.16

ADQUISICIÓN DE AUTO ELÉCTRICO

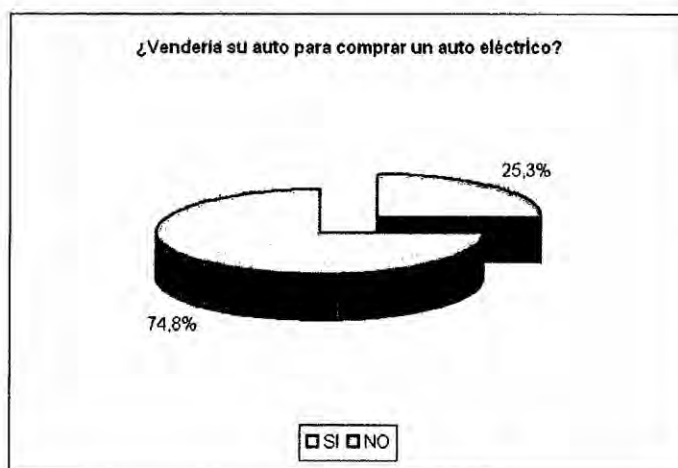
¿Estaría dispuesto a invertir 8 horas para la recarga del auto eléctrico? (en el horario que no lo trabaja)	Usuarios	Porcentaje
SI	101	25,3%
NO	299	74,8%
NO OPINA	0	0,0%

Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico N° 5.14 se observó que el 25.3% de los encuestados indicó que si vendiesen su auto actual para adquirir un auto eléctrico, el 100% de los encuestados no estarían dispuestos a modificar su auto actual.

GRÁFICO N° 5.14

ADQUISICIÓN DE AUTO ELÉCTRICO



Fuente: Elaboración propia

La Tabla N° 5.17 sirvió para medir la cantidad de taxistas que estarían dispuestos a pagar \$30.000 por un auto eléctrico, el fabricante no ha oficializado el precio, para el presente estudio se ha considerado el monto del i-MiEV mencionado en el diario La Opinión de México y a un monto indicado en el diario La República de Arequipa.

TABLA N° 5.17

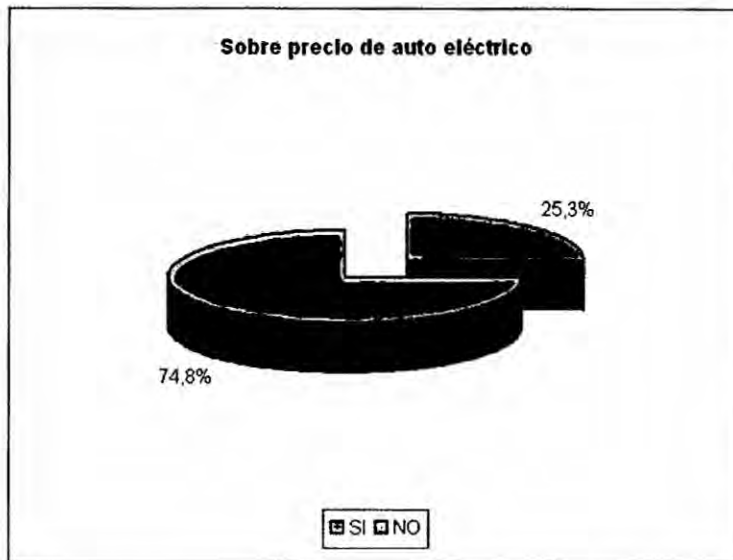
PRECIO DE AUTO ELÉCTRICO

<u>¿Estaría dispuesto a pagar \$30000 por un vehículo eléctrico?</u>	<u>Usuarios</u>	<u>Porcentaje</u>
SI	101	25,3%
NO	299	74,8%
NO OPINA	0	0,0%

Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico N° 5.15 se apreció que un 25.3% de los encuestados invertiría en la compra. El 100% de los encuestados no invertiría en la modificación a eléctrico de su vehiculo actual.

GRÁFICO N° 5.15
PRECIO DE AUTO ELÉCTRICO



Fuente: Elaboración propia

La Tabla N° 5.18 sirvió para medir el nivel de aceptación del cambio de la fuente energética de los taxis de Lima.

TABLA N° 5.18
RECOMENDACIÓN DE USO DE AUTO ELÉCTRICO

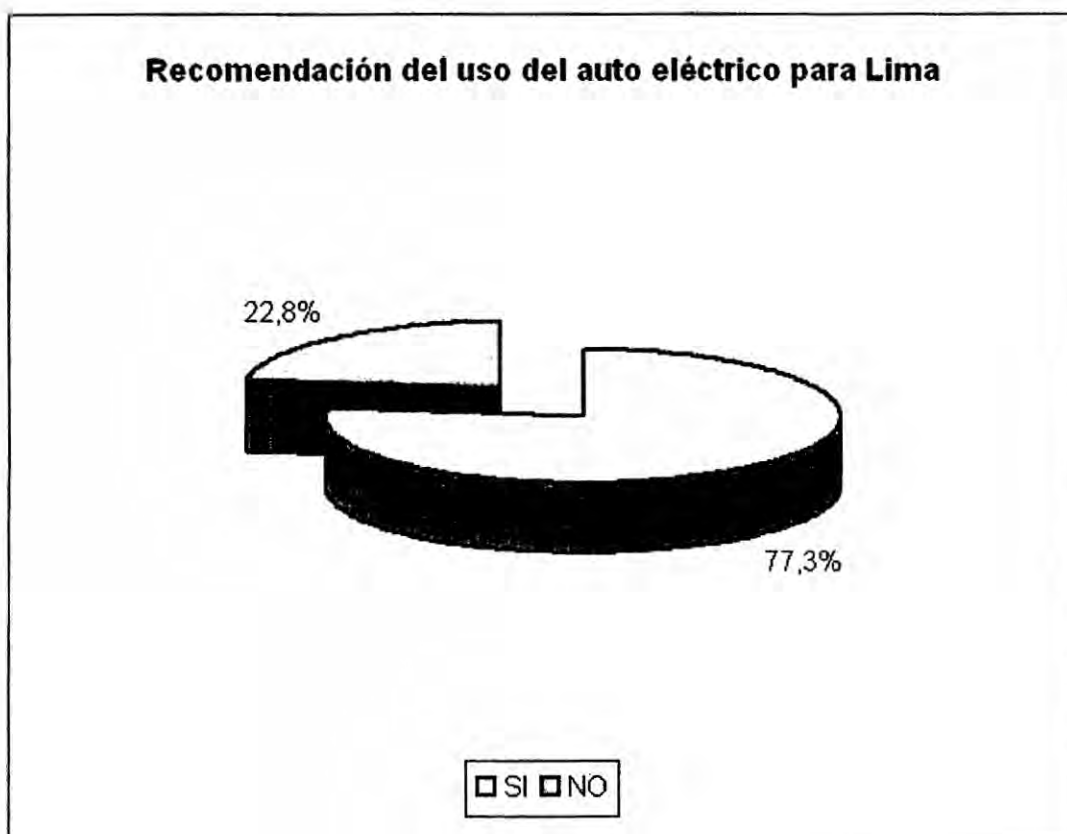
¿Recomendaría el uso de vehículos eléctricos en Lima Metropolitana?	Usuarios	Porcentaje
SI	309	77,3%
NO	91	22,8%
NO OPINA	0	0,0%

Fuente: Elaboración propia

Sobre el Gráfico N° 5.16, si bien es cierto un 25.3% cambiaría su auto por un vehículo eléctrico, un 77.3% de los encuestados recomendó se modifique la fuente energética derivada de fósiles por una eléctrica, es decir existiría un 52% de los taxistas de Lima que podría modificar su auto por uno eléctrico.

GRÁFICO N° 5.16

RECOMENDACIÓN DE USO DE AUTO ELÉCTRICO



Fuente: Elaboración propia

Con respecto al tiempo de la inversión:

La Tabla N° 5.19 sirvió para conocer en cuanto tiempo comprarían los taxista un auto eléctrico.

TABLA N° 5.19

TIEMPO PARA INVERSIÓN DE AUTO ELÉCTRICO

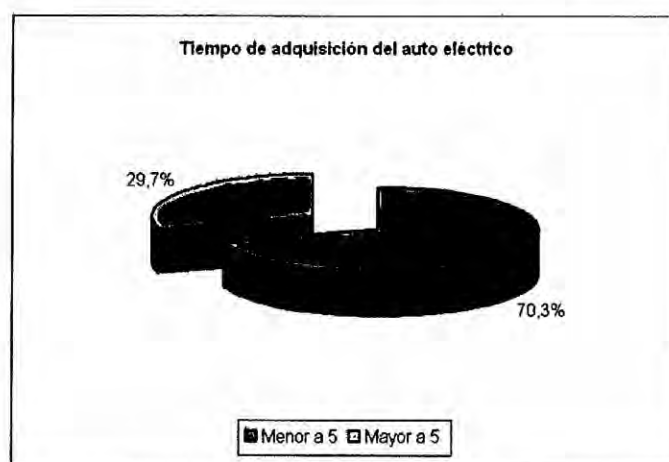
¿Dentro de cuantos años adquiriría un auto eléctrico?	Usuarios	Porcentaje
Menor a 5	71	70,3%
Mayor a 5	30	29,7%

Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico N° 5.17 se observó que el 70.3% (42686 taxis) de los encuestados lo haría dentro de los próximos 5 años, esta pregunta sirvió para proyectar la demanda máxima en los escenarios de 5 y 10 años del plan de transmisión 2013 - 2022.

GRÁFICO N° 5.17

TIEMPO PARA INVERSIÓN DE AUTO ELÉCTRICO



Fuente: Elaboración propia

No se evaluó la pregunta 19 en vista que ninguno de los encuestados optó por modificar su auto.

La Tabla N° 5.20 sirvió para conocer los motivos del por que los taxista no invertirían en un auto eléctrico.

TABLA 5.20

MOTIVOS DE NO ADQUIRIR AUTO ELÉCTRICO

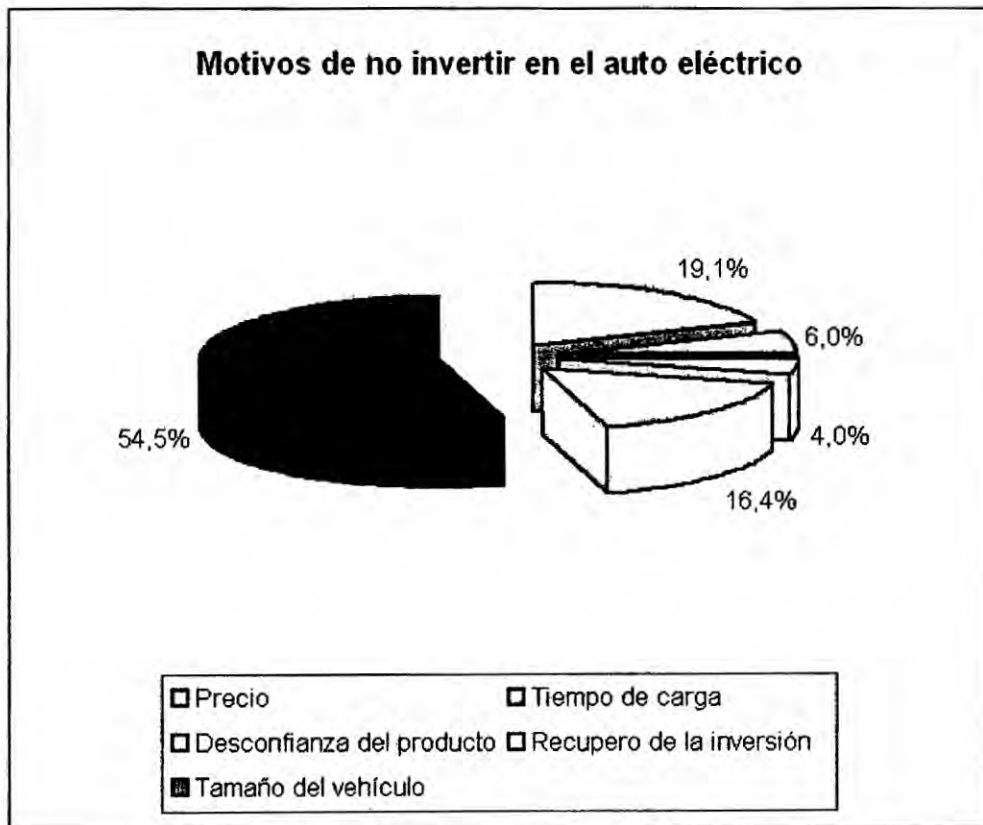
De no requerir el auto eléctrico por favor indique los motivos	Usuarios	Porcentaje
Precio	57	19,1%
Tiempo de carga	18	6,0%
Desconfianza del producto	12	4,0%
Recupero de la inversión	49	16,4%
Tamaño del vehículo	163	54,5%

Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico N° 5.18 se observó que más de la mitad de los encuestados no invierte en este vehículo por el tamaño, estos fueron todos los vehículos tipo station wagon, un 19.1% (45.840 taxis) no se arriesga a cambiar su vehículo por el precio, de disminuir el precio en el mercado a largo plazo este porcentaje podría optar por comprar un auto eléctrico.

GRÁFICO N° 5.18

MOTIVOS DE NO ADQUIRIR AUTO ELÉCTRICO



Fuente: Elaboración propia

En base de los resultados obtenidos se elaboró la Tabla N° 5.21; al tener los taxis un recorrido diario promedio de 200 KM, el auto eléctrico debe cargarse de dos formas: los primeros 120 KM se utilizarán de la carga lenta (3 KW), luego con la carga rápida (50 KW) se podrá completar los 200 KM diarios mencionados; se obtuvo 53 KW diarios por taxi. Multiplicando la cantidad de

taxis que cambiarían a auto eléctrico por los 53 KW de carga por taxi, nos dio una demanda total de 3.218 MW.

TABLA N° 5.21

DISEÑO DE LA CARGA TOTAL

Descripción	Cantidad
Total de taxis en Lima	240.000
Total de taxis a utilizar autos eléctricos	60.720
Demanda de autos eléctricos (MW)	3.218

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 5.22 se indica el calculo de la máxima demanda; al ser los autos eléctricos un tema nuevo para el Perú, no esta estandarizado el factor de simultaneidad en el código nacional de electricidad, por lo que se aplicó lo investigado en la tesis de Fiorella Blanca Robles Alvarado sobre la metodología para el cálculo de factores de simultaneidad y demanda, en la página número 30 dicho estudio menciona una fórmula para el calculo del factor de simultaneidad por número de viviendas, en nuestro caso las viviendas serían las unidades de taxis eléctricos, la fórmula es la siguiente:

$$\text{Factor simultaneidad} = 15.3/n + (n-21)/2n$$

Donde:

n = Número de taxis eléctricos

Reemplazando valores:

$n = 60720$

Obtenemos:

Factor de simultaneidad = $0.5000705 \approx 0.5$.

Sobre el factor de potencia el fabricante no lo considera en los valores de placa, por lo que se considera la unidad en este factor, de acuerdo a lo mencionado en el blog El País de España sobre un estudio de autos eléctricos, en busca de la recarga perfecta.

En conclusión obtuvimos una máxima demanda de 998 MW, que es la multiplicación del valor porcentual obtenido de los horarios de servicio de taxi (véase la tabla N° 5.3 en la página 73) por los factores potencia y simultaneidad.

TABLA N° 5.22

CALCULO DE LA MÁXIMA DEMANDA

Turnos de servicio de taxi	Carga Total (MW)	Factor de Potencia	Factor de Simultaneidad	Demanda Máxima (MW)
De 07:00 a 19:00	1.995	1	0,5	998
De 19:01 a 06:59	1.223	1	0,5	611

Fuente: Elaboración propia

En base a la máxima demanda (véase la tabla N° 5.22) se elaboró la Tabla N° 5.23, para el calculo de la máxima demanda para los próximos 5 y 10 años, se utilizaron los valores porcentuales del tiempo para inversión de auto eléctrico (véase la tabla N° 5.19 en la página 90). Estos valores servirán para los escenarios proyectados en la zona centro en esos años.

TABLA N° 5.23

CALCULO DE MÁXIMA DEMANDA PARA LOS AÑOS 2018 Y 2022

Demanda por año	Demanda Máxima (MW)
Al año 2018	701
Al año 2022	998

Fuente: Elaboración propia

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 Contratación de hipótesis con los resultados

Las Tabla N° 6.1 y Tabla N° 6.2, son los escenarios para los años 2018 y 2022 respectivamente, de acuerdo al Plan de Transmisión del 2013 al 2022.

TABLA N° 6.1

ESCENARIOS PARA EL AÑO 2018 DEL PLAN DE TRANSMISIÓN

Año	Código	Demanda (MW)				Oferta (MW)			Inyección (Hidro)		%	%
		Norte	Centro	Sur	SEIN	Hidro	Térmica	Total	Oriente	Norte	Reserva	C.Térmicas
2018	1AS	1851	5742	3009	10602	5362	7290	12652	0	0	19%	58%
2018	1BS	1851	5742	3009	10602	7703	5935	13638	0	0	29%	44%
2018	1BN	1851	5742	3009	10602	7565	5935	13500	0	1330	27%	44%
2018	2AS	1423	5742	2404	9569	5331	6281	11612	0	0	21%	54%
2018	2BS	1423	5742	2404	9569	6440	5935	12375	0	0	29%	48%
2018	3AS	1423	6759	2404	10586	5362	7290	12652	0	0	20%	58%
2018	3BS	1423	6759	2404	10586	7703	6281	13984	0	0	32%	45%
2018	3BN	1423	6759	2404	10586	7661	5935	13596	0	1330	28%	44%
2018	4AS	934	4651	1203	6788	5206	5935	11141	0	0	64%	53%

Fuente: COES 2013

TABLA N° 6.2

ESCENARIOS PARA EL AÑO 2022 DEL PLAN DE TRANSMISIÓN

Año	Código	Demanda (MW)				Oferta (MW)			Inyección (Hidro)		%	%
		Norte	Centro	Sur	SEIN	Hidro	Térmica	Total	Oriente	Norte	Reserva	C.Térmicas
2022	1AS	2746	6899	3332	12977	5918	9656	15574	0	0	20%	62%
2022	1BS	2746	6899	3332	12977	8739	8221	16960	0	0	31%	48%
2022	1AN	2746	6899	3332	12977	6014	9462	15476	0	730	19%	61%
2022	1BN	2746	6899	3332	12977	10002	6905	16907	0	1330	30%	41%
2022	1BO	2746	6899	3332	12977	10346	6517	16863	3337	0	30%	39%
2022	2AS	1925	6899	2590	11414	5289	8298	13587	0	0	19%	61%
2022	2BS	1925	6899	2590	11414	8708	5935	14643	0	0	28%	41%
2022	2BN	1925	6899	2590	11414	8409	6281	14690	0	1330	29%	43%
2022	2BO	1925	6899	2590	11414	8964	5935	14899	1404	0	31%	40%
2022	3AS	1925	8781	2590	13296	5918	10004	15922	0	0	20%	63%
2022	3BS	1925	8781	2590	13296	8739	8221	16960	0	0	28%	48%
2022	3AN	1925	8781	2590	13296	6014	9850	15864	0	730	19%	62%
2022	3BN	1925	8781	2590	13296	10002	7487	17489	0	1330	32%	43%
2022	3BO	1925	8781	2590	13296	10831	6711	17542	3337	0	32%	38%
2022	4AS	1022	5131	1251	7404	5164	5935	11099	0	0	50%	53%

Fuente: COES 2013

Donde:

Nudo de demanda 1: Considera el crecimiento muy optimista en las zonas Norte y Sur y un crecimiento medio en la zona Centro.

Nudo de demanda 2: Considera el crecimiento medio en todas las zonas del SEIN.

Nudo de demanda 3: Considera el crecimiento muy optimista de la zona Centro y un crecimiento medio de las zonas Norte y Sur.

Nudo de demanda 4: Considera el crecimiento muy pesimista en todas las zonas del SEIN.

Futuros de tipo "A" con mayor componente térmica (60% térmico y 40 % renovable).

Futuros de tipo "B" con mayor componente renovable (40% térmico y 60% renovable).

TABLA 6.3

HISTÓRICO DE LAS RESERVAS ELÉCTRICAS DEL SEIN

Hidráulica	2626	2785	2789	2769	2781	2858	3098	3109	3140	3171
Gas	602	731	1073	1556	1557	2049	2641	2646	3211	3188
Carbón	141	141	142	142	142	142	142	141	141	140
Diesel + Residual	966	814	797	685	668	799	582	496	490	1123
Renovables	0	0	0	0	0	0	0	23	135	154

Fuente: OSINERGMIN 2014

En la Tabla N° 6.4 y Tabla N° 6.5 se incluyeron los valores de la máxima demanda de los autos eléctricos para los años 2018 y 2022 (véase la tabla N° 5.23 de la página 95) dentro de la zona Centro en todos los escenarios.

Observamos que las ofertas en todos los escenarios logran abastecer las demandas, pero las reservas están muy por debajo de los valores históricos

por lo que consideramos tomar las reservas calculadas mas próximas a la del año 2011 (Véase la tabla N° 6.3 de la página 98).

Para el año 2018, concluimos que el escenario mas eficiente es aquel que tiene un crecimiento de la demanda muy optimista de la zona Centro y un crecimiento de la demanda medio de las zonas Norte y Sur, con una participación del 60% del componente renovable y del 40% de componente térmico.

Con dicho escenario garantizaremos una reserva eléctrica del 24% cercana a la mínima histórica del 29%. Para el 2018 no se requiere el ingreso de grandes proyectos hídricos.

TABLA N° 6.4

ESCENARIOS PARA EL AÑO 2018 INCLUIDA LA DEMANDA DE AUTOS ELÉCTRICOS

Año	Código	Demanda (MW)				Oferta (MW)			Inyección (Hidro)		%	%
		Norte	Centro	Sur	SEIN	Hidro	Térmica	Total	Oriente	Norte	Reserva	C.Térmicas
2018	1AS	1851	6443	3009	11303	5362	7290	12652	0	0	12%	58%
2018	1BS	1851	6443	3009	11303	7703	5935	13638	0	0	21%	44%
2018	1BN	1851	6443	3009	11303	7565	5935	13500	0	1330	19%	44%
2018	2AS	1423	6443	2404	10270	5331	6281	11612	0	0	13%	54%
2018	2BS	1423	6443	2404	10270	6440	5935	12375	0	0	20%	48%
2018	3AS	1423	7460	2404	11287	5362	7290	12652	0	0	12%	58%
2018	3BS	1423	7460	2404	11287	7703	6281	13984	0	0	24%	45%
2018	3BN	1423	7460	2404	11287	7661	5935	13596	0	1330	20%	44%
2018	4AS	934	5352	1203	7489	5206	5935	11141	0	0	49%	53%

Fuente: Elaboración propia

Para el año 2022, concluimos que el escenario mas eficiente es aquel que tiene un crecimiento en la demanda muy optimista de la zona Centro y un crecimiento medio de la demanda en las zonas Norte y Sur.

Se deben ejecutar los proyectos de inversiones hídricas de la zona Norte: Cumba 4 de 730 MW, la cual se encuentra en la etapa de estudio de suelos, teniendo fecha de ingreso al SEIN en el 2019 y Chadin 2 de 600 MW la cual se encuentra en estudios de impacto ambiental sin fecha de funcionamiento, ambas ubicadas entre los departamentos de Cajamarca y el Amazonas; o la ejecución de los proyectos de inversiones hídricas de la zona Oriente: Inambari de 1100 MW, Mainique 1 de 303.5 MW, Tambo 40 de 643 MW, Paquizapango de 1000 MW y Tambo 60 de 290 MW.

Con cualquiera de los escenarios mencionados garantizaremos una reserva eléctrica de 22% y 23% respectivamente, dicho valores son los mas cercanos a la mínima histórica del 29%.

Al buscar un escenario eficiente no se considera la escena pesimista en ninguno de los dos periodos.

TABLA N° 6.5

ESCENARIOS PARA EL AÑO 2022 INCLUIDA LA DEMANDA DE AUTOS ELÉCTRICOS

Año	Código	Demanda (MW)				Oferta (MW)			Inyección (Hidro)		%	%
		Norte	Centro	Sur	SEIN	Hidro	Térmica	Total	Oriente	Norte	Reserva	C.Térmicas
2022	1AS	2746	7897	3332	13975	5918	9656	15574	0	0	11%	62%
2022	1BS	2746	7897	3332	13975	8739	8221	16960	0	0	21%	48%
2022	1AN	2746	7897	3332	13975	6014	9462	15476	0	730	11%	61%
2022	1BN	2746	7897	3332	13975	10002	6905	16907	0	1330	21%	41%
2022	1BO	2746	7897	3332	13975	10346	6517	16863	3337	0	21%	39%
2022	2AS	1925	7897	2590	12412	5289	8298	13587	0	0	9%	61%
2022	2BS	1925	7897	2590	12412	8708	5935	14643	0	0	18%	41%
2022	2BN	1925	7897	2590	12412	8409	6281	14690	0	1330	18%	43%
2022	2BO	1925	7897	2590	12412	8964	5935	14899	1404	0	20%	40%
2022	3AS	1925	9779	2590	14294	5918	10004	15922	0	0	11%	63%
2022	3BS	1925	9779	2590	14294	8739	8221	16960	0	0	19%	48%
2022	3AN	1925	9779	2590	14294	6014	9850	15864	0	730	11%	62%
2022	3BN	1925	9779	2590	14294	10002	7487	17489	0	1330	22%	43%
2022	3BO	1925	9779	2590	14294	10831	6711	17542	3337		23%	38%
2022	4AS	1022	6129	1251	8402	5164	5935	11099	0	0	32%	53%

Fuente: Elaboración propia

6.2 Contratación de resultados con otros estudios similares

Si bien es cierto no existe un estudio similar para contrastar los resultados obtenidos, a nivel regional existe el impulso del uso de autos eléctricos para el servicio de taxi, esto está sucediendo en el país vecino de Colombia, en la ciudad de Bogotá, siendo ésta la primera en contar con su propia flota de taxis eléctricos. Todo empezó en septiembre del año pasado cuando, con ayuda del Gobierno Distrital y su estrategia para proteger el medio ambiente,

empezaron a rodar los primeros taxis eléctricos de la compañía automotriz china BYD (Build Your Dreams).

La llamada prueba piloto de 50 vehículos permitió que hasta el día de hoy estén circulando en Bogotá 27 carros eléctricos, y que los otros 23 todavía estén en proceso de compra y asignación. En este momento, lo más difícil se encuentra del lado financiero: el cuello de botella es que el banco apruebe el préstamo para la cantidad de personas interesadas en embarcarse en este desafío.

En una entrevista entre la web dedicada difundir la cultura digital y tecnología en Colombia ENTER.CO y la ejecutiva comercial de la marca BYD en Colombia Carolina Rosas, ésta última menciona que para que estos vehículos llegaran a la ciudad fue necesaria la importación de los vehículos por parte de BYD al país. Para que empezaran a circular, fue necesario que los conductores interesados registraran el vehículo en una empresa de taxis convencional, encargada de hacer todos los trámites del caso.

Con respecto al desafío de las estaciones para cargar los vehículos, la ejecutiva reconoció que en este momento hay pocas electrolinerías pero que estas cuentan con varios puntos de conectividad. Bogotá, que tiene rodando 27 vehículos, cuenta con 30 puntos de conectividad distribuidos en estaciones ubicadas en la 26 con 78, al lado de medicina legal en tercer

milenio, próximamente van a inaugurar una en Salitre, en la 68 con 63 y entre los planes se encuentra abrir una en el norte de la ciudad.

En este momento los carros eléctricos pensados exclusivamente para el servicio público. Incluso, ya se están haciendo pruebas para el Transmilenio eléctrico. Por supuesto que los planes de la compañía están en miras a poder importar vehículos eléctricos para particulares, meta que se cumpliría en unos dos años.

El gran desafío es que el chip cambie en todos los ciudadanos. El tema de la combustión tiene que cambiar, ya sea por el medio ambiente, por movilidad o por cuestiones de salud de las personas. Desde ya, BYD se encuentra en conversaciones para llevar este nuevo sistema de transporte público a otras ciudades del país como Cali y Cartagena y en traer la segunda flota de vehículos eléctricos al país.

VII. CONCLUSIONES

1. La oferta eléctrica dentro del plan de transmisión 2013-2022, cubriría la demanda incluyendo los autos eléctricos en todos los escenarios.
2. La oferta eléctrica dentro del plan de transmisión 2013-2022 para el año 2018 y 2022, deberá considerar una mayor participación de los componentes renovables, a fin de garantizar una reserva eléctrica más cercana al 29%, registrada en el año 2011, con un crecimiento en la demanda muy optimista en la zona Centro y un crecimiento medio en las zonas Sur y Norte.
3. Se deben de realizar los proyectos de centrales hidroeléctricas ya sea en la zona Norte: Cumba 4 de 730 MW y Chadin 2 de 600 MW ubicadas entre los departamentos de Cajamarca y el Amazonas, o por la zona Oriente: Inambari de 1100 MW, Mainique 1 de 303.5MW, Tambo 40 de 643 MW, Paquizapango de 1000 MW y Tambo 60 de 290 MW.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Al ser los autos eléctricos una carga considerable, comparable con grandes proyectos mineros, se debe incluir esta demanda en los futuros estudios de transmisión, si fuese posible hacer el estudio de estos a nivel nacional.
2. Realizar el gasoducto sur de Camisea, con esto se garantizaría la construcción de dos centrales térmicas a base de gas en Mollendo e Ilo, de 500 MW cada una. Se espera que el nodo cree otro núcleo de generación eléctrica en el sur del país, permitiendo atender en los próximos años una demanda creciente en esta región, desconcentrando la capacidad de generación eléctrica de la costa central, y manteniendo una reserva de generación del orden del 30%.
3. Según la Organización Mundial de la Salud, Lima tiene el aire más contaminado de América Latina (Diario Perú21 - 2014), el gobierno está en la obligación de incentivar el ingreso de los autos eléctricos a fin de disminuir los gases y partículas emitidas por los vehículos con fuente de energía derivadas de fósiles.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. COMITÉ DE OPERACIÓN ECONÓMICA DEL SISTEMA INTERCONECTADO NACIONAL. **Primer Plan de Transmisión. Resolución Ministerial N° 213-2011 MEM/DM.** Lima. Abril 2011.
2. DIARIO GESTIÓN. **¿Cómo será el Nodo Energético del Sur?**. Disponible en:

<http://gestion.pe/economia/como-nodo-energetico-sur-2090320>.
Consultada el 24 de setiembre del 2014.
3. DIARIO LA REPÚBLICA. **Primer auto eléctrico del Perú puede recorrer 150 kilómetros sin recargarse.** Disponible en:

<http://www.larepublica.pe/27-11-2012/primer-auto-electrico-del-peru-puede-recorrer-150-kilometros-sin-recargarse#comment-form>.

Consultada el 25 de setiembre del 2014.
4. DIARIO PUBLIMETRO. **Publimetromotor.** Lima. Julio 2012.
5. EI PAÍS.COM - Blog Coche Eléctrico. **En busca de la recarga perfecta.** Disponible en:

<http://blogs.elpais.com/coche-electrico/2011/04/en-busca-de-la-recarga-perfecta.html>. Consultada el 23 de setiembre del 2014.
6. ENTER.CO. **Retos, mitos y verdades del carro eléctrico.**

Disponible en:

<http://www.enter.co/cultura-digital/ciudadinteligente/retos-mitos-y-verdades-del-carro-electrico>. Consultada el 29 de octubre del 2014.

7. FIORELLA BLANCA ROBLES ALVARADO. **Metodología para el cálculo de factores de simultaneidad y demanda**. Tesis para título. Lima. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2007.
8. INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DE LA COMPETENCIA Y DE LA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL (INDECOPI). **Norma Técnica Peruana NTP-ISO-14004**. Lima. Julio 1998.
9. INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Global EV Outlook**. Disponible en:
http://www.iea.org/publications/globalevoutlook_2013.pdf. Consultada el 23 de setiembre del 2014.
10. MIGUEL FERNANDEZ F Y CARLOS YUDON POZO V. **El Margen de la Reserva de Electricidad**. Disponible en:
<http://borradorum.blogspot.com/2011/06/el-margen-de-reserva-de-electricidad.html>. Consultada el 23 de setiembre del 2014.
11. MINISTERIO DEL AMBIENTE. **Política Nacional del Ambiente. Decreto Supremo 012-2009-MINAM**. Lima, Mayo 2009.
12. MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS. **Ley de Concesiones Eléctricas. Decreto Ley 25844**. Lima. Diciembre 1992.
13. MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS. **Código Nacional de Electricidad – Suministro. Resolución Ministerial N° 366-2001**. Lima. Julio 2001.

14. MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS. **Política Energética Nacional del Perú 2012 – 2040 - Decreto Supremo N° 064-2010-EM.** Lima. Noviembre 2010.
15. MITSUBISHI MOTORS PERU. **Primer Auto Eléctrico en el Perú.**
Disponible en:
<http://www.mitsubishi-motors.com.pe/imiev.php>. Consultada el 23 de setiembre del 2014.
16. LA OPINIÓN. **Mitsubishi reducirá el precio de venta de su i-MiEV eléctrico.** Disponible en:
<http://www.laopinion.com/mitsubishi-reducira-precio-venta-i-miev-electrico>. Consultada el 25 de setiembre del 2014.
17. PROYECTO DE MOVILIDAD ELECTRICA. **Catálogo de la promoción de la movilidad sostenible en las ciudades mediante el vehículo eléctrico.** Disponible en:
<http://movele.ayesa.es/movele2/muestraVehiculos.php>. Consultada el 23 de setiembre del 2014.
18. OSINERGMIN. **Fundamentos Técnicos y Económicos del Sector Eléctrico Peruano.** Lima. Mayo 2011.
19. PRESIDENCIA DEL CONSEJO DE MINISTROS. **Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental Para Ruido. Decreto Supremo N° 074 - 2001-PCM.** Lima, Octubre 2003.
20. PRESIDENCIA DEL CONSEJO DE MINISTROS. **Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire. Decreto Supremo N° 085-2003-PCM.** Lima. Junio 2001.

21. **PROYECTO DE MOVILIDAD ELECTRICA. Catálogo de la promoción de la movilidad sostenible en las ciudades mediante el vehículo eléctrico.** Disponible en:
<http://movele.ayesa.es/movele2/muestraVehiculos.php>. Consultada el 23 de setiembre del 2014.
22. **WIKIPEDIA. Estación de Carga.** Disponible en:
http://es.wikipedia.org/wiki/Estaci%C3%B3n_de_carga.
Consultada el 23 de setiembre del 2014.
23. **WIKIPEDIA. Vehículo Eléctrico.** Disponible en:
http://es.wikipedia.org/wiki/Veh%C3%ADculo_el%C3%A9ctrico.
Consultada el 23 de setiembre del 2014.
24. **WILLY ROLANDO ANAYA MORALES. Tesis determinantes del precio spot de generación eléctrica en el Perú: 1993-2007.** Tesis para maestría. Pontificia Universidad Católica del Perú. 2008.

ANEXOS

Matriz de Consistencia


TITULO	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES
<p>"ELECCIÓN DEL ESCENARIO EFICIENTE DEL PLAN DE TRANSMISIÓN DEL PERÚ 2013-2022 INCLUYENDO LA DEMANDA DE AUTOS ELÉCTRICOS"</p>	<p>1. Problema General ¿Cuál es el mejor escenario del plan de transmisión del Perú 2013-2022 considerando el ingreso al mercado automotor de los autos eléctricos?</p> <p>2. Problema Específico ¿El incremento en la demanda eléctrica por el ingreso de los autos eléctricos afecta a la reserva eléctrica proyectada?</p>	<p>1. Objetivo General Elegir el escenario eficiente del plan de transmisión 2013-2022 incluyendo el ingreso de los autos eléctricos al mercado.</p> <p>2. Objetivo Específico Determinar el escenario eficiente en la oferta eléctrica a fin de garantizar la reserva eléctrica.</p>	<p>1. Hipótesis General Eligiendo el escenario eficiente del plan de transmisión 2013-2022 del Perú se garantizará la demanda eléctrica incluyendo el ingreso de los autos eléctricos.</p> <p>2. Hipótesis Específica Eligiendo el mejor escenario en la oferta eléctrica considerando la demanda de los autos eléctricos garantizaremos las reservas eléctricas futuras.</p>	<p>Variable independiente (X) Energía Eléctrica</p> <p>Variable dependiente (Y) Oferta Eléctrica Demanda Eléctrica</p>	<p>Indicadores: Generación Y1 Carga proyectada vehículos eléctricos Y2 Reserva Eléctrica Y3</p>



INFORME

COES/DP-01-2012

**“PROPUESTA DEFINITIVA DE ACTUALIZACIÓN DEL
PLAN DE TRANSMISIÓN 2013 - 2022”**

	Informe COES/DP-01-2012 "Propuesta Definitiva de Actualización del Plan de Transmisión 2013 - 2022"	12/09/2012
		Propuesta Definitiva

3 Futuros

3.1 Futuros de demanda

3.1.1 Zonas Eléctricas

Para desarrollar y analizar futuros, planes y escenarios, se debe dividir el sistema eléctrico en zonas eléctricas (RM 129-2009-MEM/DM, Art. 13.1), conformadas por nodos que mantengan una coherencia en el comportamiento eléctrico y angular que se reflejan en una uniformidad de precios marginales durante condiciones de congestión de enlaces.

Dadas las características geográficas del SEIN, en el que se identifican claramente tres zonas diferenciadas, unidas por enlaces de transmisión, como son el Norte, Centro y el Sur, en la versión anterior del PT (el Primer Plan de Transmisión - PPT) se utilizó la siguiente definición de zonas:

- Norte (desde Chimbote hasta el extremo norte),
- Centro (desde Paramonga hasta Mantaro y Marcona),
- Sur (desde Cotaruse hasta el extremo sur)


En el PPT se demostró que los nodos comprendidos en las zonas indicadas presentaban la coherencia eléctrica, angular y de precios marginales requerida en la Norma.

Para la presente actualización del PT se utilizará la misma definición de zonas, basado en un nuevo análisis en el que se ha evaluado los comportamientos angulares y precios marginales, acorde a la Norma. Este análisis se presenta en el Anexo C.4.

3.1.2 Escenarios de proyección de demanda

En el Anexo C1 se detalla la metodología de la proyección de demanda utilizando el modelo econométrico y la encuesta a los promotores de proyectos y ampliaciones de grandes cargas, para el periodo 2012-2022. Esta proyección de demanda discrimina los siguientes componentes:

- **Cargas Vegetativas:** Son cargas en su mayoría residenciales que se incluyeron dentro del modelo econométrico de corrección de errores (MCE), este componente corresponde a más del 60% de la demanda total.
- **Cargas Especiales:** Son cargas de relativamente mayores conformadas por clientes libres del SEIN tales como cargas industriales, cargas mineras,

	Informe COES/DP-01-2012 "Propuesta Definitiva de Actualización del Plan de Transmisión 2013 - 2022"	12/09/2012
		Propuesta Definitiva

Siderúrgicas entre otros, sus crecimientos dependen de los proyectos de ampliación de las mismas.

- **Cargas incorporadas:** Son cargas de sistemas eléctricos aislados que se incorporaron o se incorporan al SEIN, y cuyo modelamiento no corresponden a ningún modelo econométrico, por no tener suficiente información histórica.
- **Cargas de grandes proyectos:** Son nuevos proyectos de inversión, industriales, mineros y metalúrgicos de magnitudes importantes y que están previstos de ingresar dentro del horizonte de estudio.

Además se proyecta las demandas correspondientes a:

- Consumo propio,
- Disminución de pérdidas de REP,
- y Autoprodutores.

El total obtenido por agregación de cada uno de estos componentes corresponde a la demanda de generación o la energía total generada.

En la Tabla 3.1 se muestra las estimaciones de PBI realizadas por la empresa Apoyo Consultoría. Se incluye además las estimaciones muy optimistas y muy pesimistas realizadas por el COES.

	Apoyo Consultoría			Estimación COES	
	Base	Optimista	Pesimista	Muy Optimista	Muy Pesimista
2011	2.8	2.9	2.6	3.3	2.3
2012	3.0	4.2	1.6	5.1	1.9
2013	5.7	7.7	2.2	10.2	2.7
2014	5.4	7.1	4.7	9.5	2.3
2015	6.4	7.5	5.0	10.0	2.5
2016	6.4	7.6	4.3	10.5	1.0
2017	6.5	7.7	4.3	11.0	1.0
2018	5.6	6.9	4.2	9.6	1.4
2019	5.3	6.7	4.1	9.3	1.5
2020	5.4	6.6	4.0	9.2	1.4
2021	5.4	6.5	4.0	9.1	1.4
2022	5.3	6.5	3.9	9.1	1.4
2011-2012	5.5	6.6	4.2	9.1	1.7

Tabla 3.1 Proyecciones de PBI por escenarios (%)

Las estimaciones Muy Optimista y Muy Pesimista se construyeron como extrapolaciones de los valores de las otras tres proyecciones. El objetivo de estas proyecciones extremas es tratar de abarcar todo el rango de variación de la incertidumbre de la demanda. Se debe tener presente que las proyecciones de PBI "Muy Optimista" y "Muy Pesimista" en sí no son el objetivo del estudio, sino que estas

sirven para la elaboración de los futuros extremos de demanda, la cual es una de las incertidumbres del proceso de planificación de la transmisión, que es el objetivo final del estudio.

En el período 2012-2022 las tasas de crecimiento promedio para los cinco escenarios de demanda se muestran en la Tabla 3.2.

Caso	Tasa Media
Muy Optimista	10,78%
Optimista	9,74%
Base	8,16%
Pesimista	5,36%
Muy Pesimista	3,95%


Tabla 3.2 Tasa media de crecimiento de la demanda total (periodo 2012-2022)

En la Tabla 3.3 se muestran las proyecciones por tipo de carga para cada uno de los cinco escenarios de demanda.

		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Tasa
Carga Vegetativa (GWh)	Muy Pesimista	28 585	37 691	50 219	66 535	87 901	117 022	156 010	208 089	280 187	372 216	485 232	619 253	5,3%
	Pesimista	28 869	38 194	50 892	67 955	93 950	126 724	171 861	230 628	306 845	403 621	525 534	677 112	5,4%
	Base	28 965	38 173	50 825	67 857	93 290	126 609	171 300	230 500	306 641	403 525	525 488	677 083	5,3%
	Optimista	29 265	38 579	51 317	68 698	94 883	128 578	174 504	234 817	312 756	412 974	540 224	702 693	7,2%
	Muy Optimista	29 565	38 989	51 772	69 422	96 123	131 293	178 300	240 523	320 876	423 329	555 133	732 560	8,6%
Carga Espectiva e Inespectiva	Muy Pesimista	7 574	7 958	8 075	8 045	8 056	8 125	8 391	8 722	9 148	9 670	10 291	11 020	1,2%
	Pesimista	7 574	7 958	8 075	8 045	8 056	8 125	8 391	8 722	9 148	9 670	10 291	11 020	1,2%
	Base	7 574	7 958	8 075	8 045	8 056	8 125	8 391	8 722	9 148	9 670	10 291	11 020	1,2%
	Optimista	7 574	7 958	8 075	8 045	8 056	8 125	8 391	8 722	9 148	9 670	10 291	11 020	1,2%
	Muy Optimista	7 574	7 958	8 075	8 045	8 056	8 125	8 391	8 722	9 148	9 670	10 291	11 020	1,2%
Grandes proyectos (GWh)	Muy Pesimista	253	408	1 081	2 945	5 444	5 444	5 444	5 301	5 301	5 301	5 301	5 301	32,3%
	Pesimista	253	408	1 081	2 947	5 444	5 444	5 301	5 301	5 301	5 301	5 301	5 301	32,6%
	Base	253	408	1 081	2 945	5 444	5 444	5 301	5 301	5 301	5 301	5 301	5 301	32,3%
	Optimista	253	408	1 081	2 945	5 444	5 444	5 301	5 301	5 301	5 301	5 301	5 301	34,1%
	Muy Optimista	253	408	1 081	2 945	5 444	5 444	5 301	5 301	5 301	5 301	5 301	5 301	34,1%
Otras demandas (GWh)	Muy Pesimista	512	558	515	875	828	688	708	728	745	760	777	794	4,1%
	Pesimista	512	558	515	875	828	688	708	728	745	760	777	794	5,5%
	Base	512	558	515	875	828	688	708	728	745	760	777	794	5,3%
	Optimista	512	558	515	875	828	688	708	728	745	760	777	794	9,9%
	Muy Optimista	512	558	515	875	828	688	708	728	745	760	777	794	11,6%
Total (GWh)	Muy Pesimista	35 513	47 304	64 432	87 149	117 277	156 010	208 089	280 187	372 216	485 232	619 253	786 526	5,3%
	Pesimista	35 513	47 304	64 432	87 149	117 277	156 010	208 089	280 187	372 216	485 232	619 253	786 526	5,4%
	Base	35 513	47 304	64 432	87 149	117 277	156 010	208 089	280 187	372 216	485 232	619 253	786 526	5,3%
	Optimista	35 513	47 304	64 432	87 149	117 277	156 010	208 089	280 187	372 216	485 232	619 253	786 526	13,1%
	Muy Optimista	35 513	47 304	64 432	87 149	117 277	156 010	208 089	280 187	372 216	485 232	619 253	786 526	15,7%

Tabla 3.3 Proyecciones por tipo de carga para cada uno de los escenarios de demanda

Los proyectos y su ubicación por zonas (Centro, Norte y Sur) fueron obtenidas de las encuestas realizadas a los propietarios y promotores de los nuevos proyectos en minería y/o industriales. Estos se muestran en la Tabla 3.4


	Informe COES/DP-01-2012 "Propuesta Definitiva de Actualización del Plan de Transmisión 2013 - 2022"	12/08/2012
		Propuesta Definitiva

SUR	NORTE	CENTRO
Hiemo Apurimac	Galena	Ampliación Culmac
Las Bambas (Aurimac)	Michiguay	Ampliación Cemento Andino
Los Chancas (Aurimac)	Minas Congo	Pachapaqui
Proyecto Tia Maria	Yanacocha sulfidos	Ampliación Cerro Linda
Quelaveco	Chaquicocha Sur Mill	Pukapaga (Mipo)
Los Galarios	Yanacocha Verde	2da Ampliación de Aceros Arequipa
Corani	Cafarico	Ampliación Shougang Hiemo Fer2
Chucapaca	La Granja	Marcobre (Mina Justa)
Mina Chapi	Ampliación Cemento Pacasmayo	Pampa de Pongo
Ampliación Cerro Verde	Magisbal	El Eracal
Ampliación de la Fund. de Ho y ref. de cobre	Hilarion	Torimochu
Antapacay	Sayavar	Ampliación Cementos Lima
Constancia	Rio Blanco	Ampliación Argentina
Quechus	Zhahunec	
Ampliación de la concentradora Totuepala		

Tabla 3.4 Nuevos proyectos por zonas

Estos cinco escenarios de demanda abarcan un rango amplio de incertidumbre, con lo que se asegura un adecuado tratamiento estadístico en la determinación de los atributos de los planes y en la determinación de la robustez del Plan de Transmisión.

Desde el punto de vista del plan de transmisión es relevante observar para cada escenario de demanda los proyectos mineros y su ubicación, ya que las mismas pueden dar origen a refuerzos importantes en el sistema de transmisión, en el presente plan se ha considerado combinaciones de desarrollos de proyectos por zonas del SEIN, asociados a cada futuro de demanda, de esta manera se abarca Futuros desde el escenario muy pesimista hasta el escenario muy optimista incluyendo combinaciones por áreas del SEIN. En la Tabla 3.5 se muestra los proyectos por Futuros y por zonas del SEIN.

	Informe COES/DP-01-2012 "Propuesta Definitiva de Actualización del Plan de Transmisión 2013 - 2022"	12/09/2012
		Propuesta Definitiva

ZONA	NOMBRE	ESCENARIO				
		M. OPTIMISTA	OPTIMISTA	BASE	M. PEGNISTA	
CENTRO	2da Ampliación de Aceros Arequipa	40	40	40	5	5
	Ampliación Antezana	188	188	188	45	45
	Ampliación Cemento Andino	27	27	27	27	27
	Ampliación Cemento Lima	28	28	28	28	28
	Ampliación Cerro Lindo	10	10	10	10	10
	Toromochi	166	166	166	166	196
	Ampliación Oroya	26	26	26	26	26
	Ampliación Shougang Hierro Perú	118	118	118	118	118
	El Broca	10	10	10	10	10
	Mitacore (Mina Justa)	70	70	70		
	Pachacuti	12	12	12		
	Puñaca (Alto)	40	40	40		
	Fuente de Pango	200	200			
Total CENTRO		934	934	734	434	434
NORTE	Ampliación Cemento Pucallpa	28	28	28	28	28
	Shashino	40	40	40	10	10
	Shayover	10	10	10		
	Galeno	120	120	120		
	Hieron	24	24	24		
	Michaúzay	250	250	250		
	Mina Congo	144	144	144		
	Cañabaco	100	100			
	Chacabuco Eur III	25	25			
	La Granja	50	50			
	Rio Blanco	108	108			
	Yanacocha suridos	150	150			
	Yanacocha Verde	78	78			
Total NORTE		1127	1127	515	38	38
SUR	Antapacay (220KV)	95	95	90	90	90
	Las Bombas (Apurimac)	147	147	147	147	147
	Ampliación Cerro Verde	440	440	440		
	Ampliación de la concentradora Toquepala	44	44	44		
	Mina Chapí	26	26	26		
	Chucabaco	70	70	38		
	Constitución	90	90	90		
	Los Chancas (Apurimac)	62	62	62		
	Corani	40	40			
	Proyecto Tía María	152	152	152		
	Quechua	74	74	74		
	Queñavico	166	166	152		
	Ampliación de la Función de la y refinera de cobre	18	18			
Hierro Apurimac	180	180				
Los Gallos	180	180				
Antapacay						
Total SUR		1 902	1 893	1 312	237	237
Total general		3 964	3 954	2 602	709	709

Tabla 3.5 Desarrollo de proyectos en cada futuro de demanda 2022.

A continuación se muestra la proyección en detalle del escenario de demanda base, en energía y en potencia.

AÑO	ENERGIA		POTENCIA	
	GWH	%	MW	%
2013	41 394	9,1%	5 683	8,7%
2014	46 441	12,2%	6 645	13,0%
2015	55 238	18,9%	7 526	13,2%
2016	62 806	13,7%	8 462	12,4%
2017	67 480	7,3%	9 094	7,5%
2018	70 517	4,6%	9 541	4,9%
2019	74 101	5,1%	10 057	5,4%
2020	76 391	5,8%	10 626	5,7%
2021	81 229	3,6%	11 045	3,9%
2022	84 124	3,6%	11 475	3,9%
PROMEDIO 2013 - 2022		8,2%		7,7%

Tabla 3.6 Proyección de la demanda en energía y potencia para el escenario base

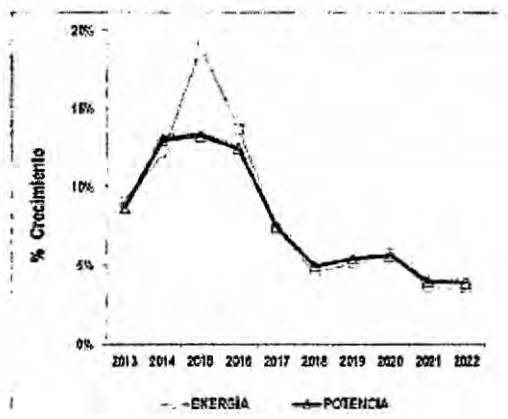


Figura 3.1 Crecimiento de Demanda

También se muestra la proyección de demanda de los proyectos por zona para el escenario Base.

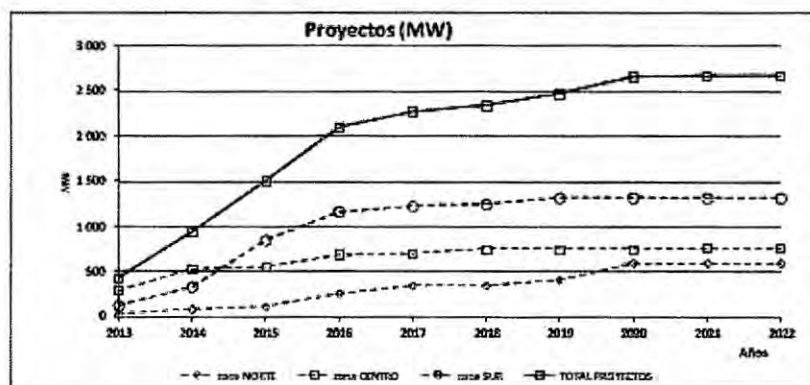


Figura 3.2 Demanda de Proyectos por zona 2013 – 2022, escenario de demanda base.

PRINCIPALES PROYECTOS DE DEMANDA	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	MW	MW	MW	MW	MW	MW	MW	MW	MW	MW
zona NORTE	73	76	106	255	345	345	420	595	595	595
zona CENTRO	296	531	547	687	706	749	749	749	758	758
zona SUR	115	325	847	1 157	1 222	1 243	1 312	1 312	1 312	1 312
TOTAL PROYECTOS	424	934	1 499	2 098	2 271	2 337	2 469	2 656	2 665	2 665

Tabla 3.7 Demanda de Proyectos por zona 2013 – 2022, escenario de demanda base.

3.1.3 Nudos de demanda

Para el año horizonte 2022 y a partir de la Tabla 3.3 se obtienen las proyecciones totales del SEIN, asimismo para el detalle por zonas se utiliza una base de datos que considera factores de distribución históricos para la demanda vegetativa¹. La Tabla 3.8 muestran el rango de tasa de crecimiento de los cinco escenarios de generación presentados en el numeral anterior, los mismos que varían de 4.0% a 10.7%.

Futuros	Centro		Norte		Sur		Total	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%
MUY OPTIMISTA	64 727	9,4%	20 218	12,8%	24 538	13,6%	109 484	10,6%
OPTIMISTA	56 527	8,1%	18 642	12,0%	23 590	13,2%	96 759	9,7%
BASE	50 674	7,0%	14 172	9,3%	19 078	11,0%	84 124	8,2%
PESIMISTA	44 413	5,7%	8 789	4,6%	9 970	4,6%	63 172	5,4%
MUY PESIMISTA	37 656	4,2%	7 528	3,2%	9 212	3,9%	54 596	4,0%

Tabla 3.8 Escenarios de demanda por zonas del SEIN, año 2022

¹ Ver Anexo C2

A partir de la tabla anterior se puede construir Nudos de demanda que representen de mejor manera la incertidumbre de estos futuros, en cuanto a magnitud y ubicación del desarrollo de proyectos por zonas del país. En la Tabla 3.9 se definen 4 Nudos de demanda para las diversas zonas o agrupaciones de las mismas:

- Nudo de demanda 1: Considera el crecimiento muy optimista en las zonas Norte y Sur y un crecimiento medio en la zona Centro.
- Nudo de demanda 2: Considera el crecimiento medio en todas las zonas del SEIN.
- Nudo de demanda 3: Considera el crecimiento muy optimista de la zona Centro y un crecimiento medio de las zonas Norte y Sur.
- Nudo de demanda 4: Considera el crecimiento muy pesimista en todas las zonas del SEIN.

	Nudo 1		Nudo 2		Nudo 3		Nudo 4	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%
None	20 218	12,8%	14 172	9,3%	14 172	9,3%	7 528	3,2%
Sur	24 538	13,6%	19 076	11,0%	19 076	11,0%	9 212	3,9%
Norte+Sur	44 757	13,2%	33 250	10,2%	33 250	10,2%	16 740	3,6%
Centro	50 874	7,0%	50 874	7,0%	64 727	9,4%	37 856	4,2%
SEIN	95 631	9,4%	84 124	8,2%	97 977	9,7%	54 596	4,0%

Tabla 3.9 Nudos de demanda año 2022

Aunque solo serían necesarios los Nudos 1,3 y 4 para definir el triángulo de la Figura 3.3, se incluye el Nudo 2 para mejorar la precisión de las interpolaciones, además de permitir analizar efectos no lineales.

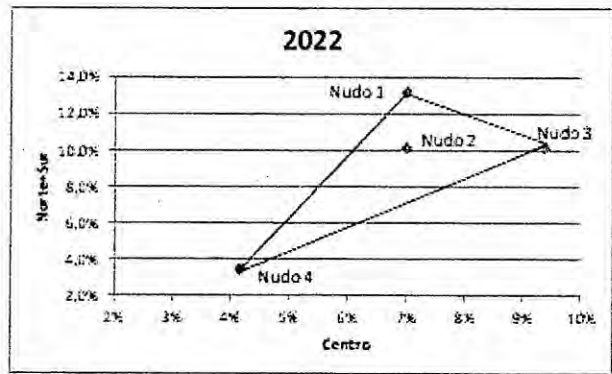



Figura 3.3 Tasas de crecimiento de los Nudos de demanda

	Informe COES/DP-01-2012 "Propuesta Definitiva de Actualización del Plan de Transmisión 2013 - 2022"	12/09/2012
		Propuesta Definitiva

Como se puede notar, se ha agrupado las zonas Norte y Sur y se ha considerado su crecimiento diferenciado respecto a la zona Centro, en razón a que las dos primeras tienen demandas sensiblemente menores a la zona Centro, y por lo tanto son menos maduras. Esto lleva a que las tasas de crecimientos potenciales de las zonas Norte y Sur sean mayores que la zona Centro. A este efecto también abona el hecho de que la mayor parte de los grandes proyectos de demanda se encuentran en las zonas Norte y Sur. Asimismo, este agrupamiento de las zonas Norte y Sur es válido debido a que las magnitudes de las demandas de estas zonas son similares.

Además, para efecto de planificar las redes de transmisión entre las áreas del SEIN, importan la evolución diferenciada de la demanda entre el Centro y el Norte, y entre el Centro y el Sur, más no es de utilidad considerar la evolución diferenciada entre en Norte y el Sur, puesto que no existe conexión eléctrica entre estas dos áreas.

Los Nudos 1, 3 y 4 son futuros de demanda extremos que podrían no materializarse de manera precisa en el tiempo, no obstante ellos definen un área de interés de futuros de demanda, la región central dentro del triángulo, que servirá de insumo para el modelamiento de la incertidumbre de demanda, abarcando de esta manera todos los posibles escenarios tanto en magnitud como en distribución por zonas. Para el diagnóstico se considera los Nudos como valores extremos de materializaciones de demanda y para el análisis Trade-Off / Risk se utilizan además las interpolaciones dentro la región central.

Similar procedimiento para la definición de futuros de demanda se desarrolla para el año de corte 2018, siendo los resultados los que se muestran la Tabla 3.10 y Figura 3.4.

	Nudo 1		Nudo 2		Nudo 3		Nudo 4	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%
Norte	13 631	14,3%	10 460	10,1%	10 430	10,1%	6 676	3,6%
Sur	22 164	20,4%	17 708	16,8%	17 708	15,6%	8 636	5,6%
Norte+Sur	35 795	17,8%	28 168	13,6%	28 138	13,8%	15 734	4,7%
Centro	42 329	5,4%	42 329	8,4%	49 620	10,9%	34 255	5,2%
SEIN	76 124	11,9%	70 517	10,3%	76 039	11,9%	55 029	5,0%

Tabla 3.10 Nudos de demanda 2018

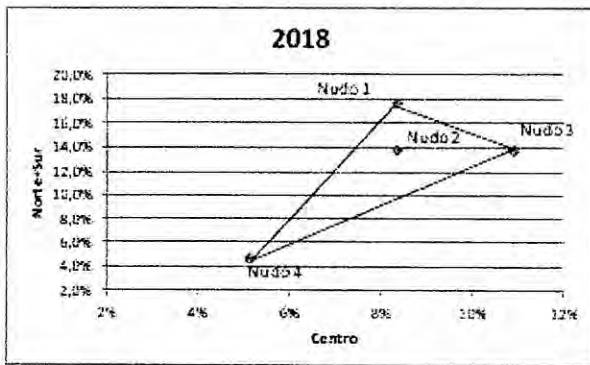


Figura 3.4 Tasas de crecimiento de los Nudos de demanda

3.1.4 Demanda en barras

Para realizar las simulaciones de despacho económico en el modelo PERSEO, es necesario determinar la demanda por barras de todo el SEIN. Tal como se detalla en el Anexo C2, la demanda de cada barra es determinada con la siguiente ecuación:

$$Demanda\ Barra = Demanda\ Vegetativa + Demanda\ Grandes\ Cargas + Proyectos.$$

Para el caso del modelo DigSilent, el reparto de demandas por barras se detalla en el Anexo C5.

Es de interés la demanda de Proyectos siendo que estos afectan significativamente el sistema de transmisión para cada Nudo de demanda. En la Tabla 3.11 se observa que hay una cantidad importante de proyectos en los Nudos 1 y 3 (demandas optimistas), diferenciados en magnitud y ubicación. Inclusive se observa que en el nodo 1 (Norte-Sur) este desarrollo es mayor que en el nodo 3 (centro), dando una idea que par estos futuros será necesario reforzar el sistema de transmisión entre las zonas del SEIN.


ZONA	NOMBRE	ESCENARIO			
		Nudo 1	Nudo 2	Nudo 3	Nudo 4
CENTRO	2da Ampliación de Aceros Arequipa	40	40	40	5
	Ampliación Antamina	188	188	188	45
	Ampliación Cemento Andino	27	27	27	27
	Ampliación Cementos Lima	25	25	25	25
	Ampliación Centro Lindo	10	10	10	10
	Tarapoto	156	166	166	166
	Ampliación Quimac	25	25	25	25
	Ampliación Shougang Hierro Perú	115	115	115	115
	E Erccaf	10	10	10	10
	Mercofina (Mina Justa)	70	70	70	
	Pachapalca	12	12	12	
	Pulacayo (Mpo)	40	40	40	
	Pampa de Pongo			200	
	Total CENTRO		734	734	932
NORTE	Ampliación Cemento Pacasmayo	25	25	25	25
	Estabuldo	40	40	40	10
	Bayovar	10	10	10	
	Galeno	120	120	120	
	Hilaron	24	24	24	
	Mohiquillay	250	250	250	
	Minas Congo	144	144	144	
	Cañariaco	130			
	Chaguacocho Sur MII	25			
	La Granja	50			
	Rio Blanco	105			
	Yanacocha suridas	150			
	Yanacocha Verde	75			
Magistral					
Total NORTE		1427	616	615	35
SUR	Antapacay (220KV)	95	90	90	90
	Las Bambas (Apurimac)	147	147	147	147
	Ampliación Cerro Verde	440	440	440	
	Ampliación de la concentradora Tuguepata	44	44	44	
	Mina Chapí	25	25	25	
	Chucapaca	70	35	35	
	Constancia	90	90	90	
	Los Chancas (Apurimac)	62	62	62	
	Corani	40			
	Proyecto Tía Marta	152	152	152	
	Quechua	74	74	74	
	Questaveco	155	152	152	
	Ampliación de la Fundición de la y refinería de cobre	18			
	Hierro Apurimac	150			
	Los Callos	150			
Antapacay					
Total SUR		1605	1312	1312	237
Total general		3664	2562	2562	709

Tabla 3.11 Desarrollo de proyectos por Nudos de demanda

3.2 Futuros de oferta

3.2.1 Incertidumbre de la oferta

De manera similar al caso de la demanda, la oferta presenta incertidumbre en cuanto a magnitud y ubicación, afectando ambos aspectos al desarrollo de la transmisión. En este caso, la incertidumbre tiene que ver con definir los proyectos de generación que

	Informe COES/DP-01-2012 "Propuesta Definitiva de Actualización del Plan de Transmisión 2013 - 2022"	12/08/2012
		Propuesta Definitiva

se considerarán para cubrir los futuros de demanda. Para este fin, se tiene que evaluar la cartera de proyectos existente, los cuales son de los siguiente tipos: (i) Centrales hidroeléctricas con concesiones definitivas, temporales y sin concesión o autorización, (ii) Grandes centrales hidroeléctricas en la zona de oriente, zona norte. (iii) Centrales con energía renovable y de reserva fría, (iv) Centrales térmicas en la zona sur y norte por desarrollo de los ductos de gas natural y (v) Centrales de menor tamaño en el largo plazo.

Las centrales modeladas se clasificaron en 8 grupos importantes ordenados de mayor a menor certeza en cuanto a su ejecución, los cuales se presentan en el Anexo C.3. A continuación se muestra un resumen de estos proyectos:

CLASIFICACIÓN DE OFERTA	
PROYECTOS COMENZADOS HASTA EL 2015	5 065 MW
PROYECTOS DE CENTRALES HIDROELÉCTRICAS CON CONCESIÓN DEFINITIVA	5 512 MW
PROYECTOS DE CENTRALES HIDROELÉCTRICAS CON CONCESIÓN TEMPORAL	1 252 MW
PROYECTOS CON ENERGÍA RENOVABLE (EN APLICACIÓN DEL ART.2 DEL DL 1002) (*)	240 MW
PROYECTOS DE CENTRALES SIN CONCESIÓN O AUTORIZACIÓN	7 456 MW
PROYECTOS DE CENTRALES HIDROELÉCTRICAS DEL ORIENTE (**)	6 672 MW
PROYECTOS DE CENTRALES HIDROELÉCTRICAS DEL NORTE (**)	1 425 MW
PROYECTOS DE CENTRALES TÉRMICAS PARA RESERVA FRÍA	2 000 MW

(*) Estimación de proyectos de Energía Renovable para cubrir el 5% de la demanda (En aplicación del artículo 2° del Decreto de Ley 1022). El valor corresponde a una potencia media, considerando un factor de carga de 0.3.

(**) Grandes proyectos que por su magnitud requieren condiciones especiales para su desarrollo. Se analizaron escenarios con y sin el desarrollo de estas centrales.

Tabla 3.12 Resumen de la Oferta por Grupos de Certidumbre.

3.2.2 Definición de Nudos de Oferta de Generación

El diagnóstico de la transmisión mediante la metodología adoptada no debe asociarse a ninguna proyección determinística de oferta, sino más bien evaluarse en un amplio rango de posibilidades. En ese sentido el sistema de transmisión debería proveer soporte adecuado inclusive sin importar que oferta se desarrolle. Es por ello que se construyó un grupo amplio de variaciones y condicionantes en cada familia de Nudos de generación tales como:

Variación en la conformación de la oferta: Se tuvieron las siguientes metas: futuros de tipo "A" con mayor componente térmica (60% térmico y 40 % renovable) y futuros de tipo "B" con mayor componente renovable (40% térmico y 60% renovable), asimismo una reserva mayor al 20% y al 30% para los futuros A y B respectivamente.

Desarrollo condicional de las grandes CCHH de Oriente y Norte: Se ha desarrollado escenarios en los cuales: No se consideran las grandes CCHH (escenarios S), se considera las CCHH de Oriente (escenarios O) y se consideran las CCHH del Norte (escenarios N). Estos desarrollos condicionales se combinan con los futuros de oferta antes mencionados.

Asimismo, para el correcto modelamiento de la reserva se ha considerado que el 50% es reserva fría conformada por centrales a gas duales de ciclo abierto (es el 10% y 15% para futuros de los tipos A y B respectivamente).

Para obtener la tabla final de centrales a modelar en los correspondientes Nudos de oferta, se procedió de la siguiente manera:

- i. Se incluye las centrales existentes y los proyectos comprometidos.
- ii. Si resulta necesario para cumplir con las metas en cuanto a conformación de la oferta, márgenes de reserva y desarrollo de grandes centrales hidroeléctricas, se añaden centrales hidroeléctricas y térmicas en el orden de los grupos mencionados en el acápite incertidumbres de oferta (Grupo 2 al 6).
- iii. Finalmente del grupo de centrales de reserva se asigna el 50% para reserva fría es decir el 10% o 15% del parque generador para los futuros de los tipos A y B respectivamente.

En el Anexo D se encuentra el detalle de las centrales que fueron incluidas en cada Nudo de generación.

En función de los futuros de demanda se plantearon los futuros de oferta, los cuales se muestran en Tabla de balance siguiente:

Año	Codigo	Demanda				Oferta			Inyección (Hidro)		%	%
		Norte	Centro	Sur	SEB	Hidro	Térmica	Total	Oriente	Norte		
2018	346	1051	5742	3009	10502	7322	7290	14612	0	0	19%	50%
2018	366	1051	5742	3009	10502	7303	8401	15704	0	0	29%	44%
2018	12N	1051	5742	3009	10502	7305	8301	15606	0	1120	27%	44%
2018	246	1422	5742	2404	9568	5335	2380	7715	0	0	31%	54%
2018	705	1422	5742	2404	9568	5442	2401	7843	0	0	29%	48%
2018	166	1422	6759	2404	10585	7323	1381	8704	0	0	30%	58%
2018	324	1422	6759	2404	10585	7022	1322	8344	0	1120	28%	44%
2018	446	734	4051	1322	6107	5200	7022	12222	0	0	64%	53%

Tabla 3.13 Futuros de oferta (Nudos), Año 2018.

Año	Codigo	Demanda				Oferta			Inyección (Hidro)		%	%
		Norte	Centro	Sur	SEIN	Hidro	Termica	Total	Oriente	Norte		
2012	140	2746	6839	1332	12970	6928	2076	15077	0	0	10%	62%
2012	105	2746	6839	1332	12970	6739	2221	16960	0	0	11%	46%
2012	14N	2746	6839	1332	12970	6814	2402	15476	0	737	19%	61%
2012	15N	2746	6839	1332	12970	10902	9927	16929	0	1231	10%	41%
2012	102	2746	6839	1332	12970	10242	1207	16054	2327	0	10%	39%
2012	240	1925	6839	1290	11414	6239	1220	12060	0	0	19%	65%
2012	266	1925	6839	1290	11414	6708	1925	14643	0	0	18%	41%
2012	20N	1925	6839	1290	11414	6429	1281	14050	0	1230	19%	42%
2012	220	1925	6839	1290	11414	6924	2025	14839	1404	0	11%	40%
2012	140	1925	6781	1290	11290	6925	10044	12902	0	0	10%	69%
2012	105	1925	6781	1290	11290	6710	1231	16950	0	0	10%	48%
2012	14N	1925	6781	1290	11290	6814	1850	15054	0	732	19%	62%
2012	15N	1925	6781	1290	11290	10902	9487	17490	0	1231	12%	43%
2012	102	1925	6781	1290	11290	10821	1731	17542	2327	0	12%	36%
2012	440	1925	5131	1291	7424	6184	1925	11079	0	0	20%	50%

Tabla 3.14 Futuros de oferta (Nudos), Año 2022.

3.3 Futuros de hidrología

Se están considerando tres futuros de hidrología para acotar el rango de variación de la mencionada incertidumbre. Cada futuro de hidrología consiste en una secuencia hidrológica de 4 años, seleccionada de una base de datos histórica que abarca el periodo entre los años 1965 a 2009 (45 años).

El criterio para la selección de los futuros de hidrología es que representen las condiciones extremas y central de la distribución de probabilidad histórica del recurso hidrológico. Considerando que, para efectos del PT, la incertidumbre "hidrología" es importante desde un punto de vista económico, se ha considerado conveniente utilizar el costo anual de operación del sistema eléctrico como una medida que refleje la disponibilidad del recurso hidrológico.

El procedimiento utilizado ha sido el siguiente:

- Simular la operación del SEIN para todas las secuencias hidrológicas. Para este fin se utilizó la BD del PERSEO de la última fijación tarifaria.
- Se ordenaron en forma decreciente los costos de operación según la secuencia hidrológica. Los datos fueron tomados del archivo "COPERSI.CSV", de los resultados de PERSEO.
- Se tomaron los percentiles 5, 50 y 95 como las secuencias hidrológicas seca, media y húmeda respectivamente.

Las series hidrológicas correspondientes a los percentiles indicados son las que comienzan en los años 1992, 2007 y 1999. Dado que solo se tiene hidrología hasta el año 2009, el PERSEO considera que la serie 2007 incluye los años 2008, 2009 y 1965, es decir, artificialmente completa la serie con la del inicio. Considerando lo

anterior, se ha visto conveniente tomar la serie siguiente a la del 2007, es decir la serie 1979 (ver Figura 3.5), de manera que se tenga una secuencia hidrológica real.

Finalmente, las series hidrológicas seleccionadas son las que comienzan en los años 1992, 1979 y 1999, correspondiendo a las series seca, media y húmeda respectivamente. Los resultados se pueden ver la Tabla 3.15 y la Figura 3.5.

Criterio	Descripción	PT
		2013-2022
Percentil 5	Serie hidrológica Seca (Año)	1992
	Costo Operativo (US\$)	1 835 145 366
Percentil 50	Serie hidrológica Media	1979
	Costo Operativo (US\$)	1 457 441 220
Percentil 95	Serie hidrológica Húmeda	1999
	Costo Operativo (US\$)	1 313 428 856

Tabla 3.15 Series hidrológicas propuestas para el PT 2013-2022

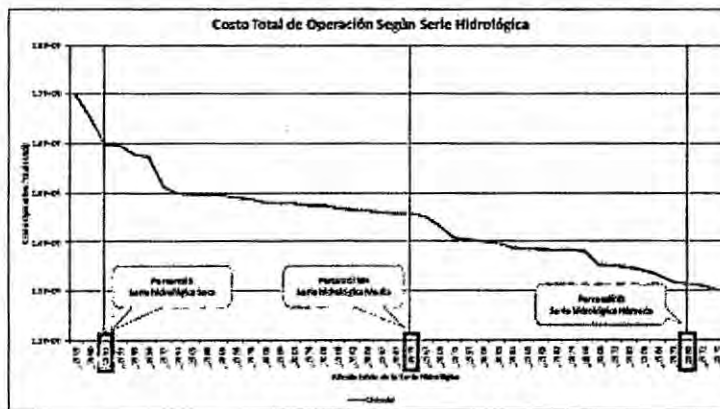



Figura 3.5 Series hidrológicas propuestas para el PT 2013-2022

3.4 Futuros de precios de combustibles

Se están considerando tres futuros de combustibles para acotar el rango de variación de la mencionada incertidumbre. Cada futuro será representado por un factor que será aplicado a los costos de operación resultantes de las simulaciones de PERSEO, para aproximar los efectos que tendrían en ellos las variaciones en los precios de combustibles.

Los precios de los combustibles afectan directamente los costos de operación esperados de las simulaciones de PERSEO. Si los precios suben o bajan, se espera que los costos de operación también suban o bajen de manera concordante. Si bien

	Informe COES/DP-01-2012 "Propuesta Definitiva de Actualización del Plan de Transmisión 2013 - 2022"	12/09/2012
		Propuesta Definitiva


no existe una proporción directa constante entre los costos de los combustibles y los costos de operación, asumir esa premisa será una buena aproximación. Además, hará más simple el trabajo de planificación al permitir disminuir el número de simulaciones de PERSEO hasta una cifra cercana a las 570 (si se simularan todos los futuros de combustibles, esta cifra se multiplicaría por 3).

El criterio para la formulación de los futuros de combustibles es que representen las proyecciones alta, media y baja que circunscriban todo el rango posible de variación de sus precios. Estos futuros fueron elaborados a partir de las proyecciones de la U.S. Energy Administration Information (EIA). Para los costos de combustibles líquidos se utilizaron las proyecciones de los casos *reference case*, *high oil price* y *low oil price*. Para los costos del gas natural se utilizaron los escenarios *reference case*, *High Shale Recovery* y *Low Shale Recovery*.

El procedimiento utilizado ha sido el siguiente:

- Hacer simulaciones de PERSEO para periodos de 4 años en modo "uninodal". Esto último con el objetivo de aislar el efecto económico de los precios de los combustibles en la operación, de las posibles restricciones de la red.
- En cada simulación, la demanda en cada año es la misma, y corresponde a la proyección media del año 2018 o 2022 (futuro de demanda media), según sea el caso.
- Se consideraron dos futuros de oferta en cada simulación, uno mayormente hidráulico (60% en potencia instalada) y otro mayormente térmico (60% en potencia instalada).
- Se simularon todas las secuencias hidrológicas (de 1965 a 2009), utilizándose los costos de operación resultantes de ellas.
- Se simularon los tres futuros de combustibles y se calcularon los cocientes de los costos de operación total obtenidos de los futuros alto y bajo sobre el del futuro medio, obteniéndose los factores deseados.

Los factores resultantes para los años 2018 y 2022 se muestran en la Tabla 3.16. Considerando que estos conjuntos de factores (alto, medio y bajo) son muy similares entre ambos años y entre los futuros mayormente térmico e hidráulico, por simplicidad se considera conveniente utilizar para todo el estudio un solo conjunto de factores, los cuales son obtenidos de los promedios de todos los factores calculados. Esto también es mostrado en el Tabla 3.16.

	Informe COES/DP-01-2012 "Propuesta Definitiva de Actualización del Plan de Transmisión 2013 - 2022"	12/09/2012
		Propuesta Definitiva

Finalmente, los factores que representarán los futuros de combustibles alto, medio y bajo son 1.32, 1.00 y 0.77 respectivamente.

Año	Oferta	Costo Combustible	Costo de Operación (US\$)	Factor
2018	80% TERMICA	ALTO	3 155 445 298	1,33
		MEDIO	2 372 872 699	1,00
		BAJO	1 519 779 539	0,77
	60% HIDRO	ALTO	2 250 715 907	1,33
		MEDIO	1 700 519 040	1,00
		BAJO	1 308 833 265	0,77
2022	80% TERMICA	ALTO	4 965 105 606	1,32
		MEDIO	3 789 341 434	1,00
		BAJO	2 907 567 287	0,77
	60% HIDRO	ALTO	2 489 911 561	1,31
		MEDIO	1 885 308 808	1,00
		BAJO	1 481 061 994	0,77

Tabla 3.16 Cálculo de Factores de los Futuros de Combustibles

3.5 Futuros de Costos de Inversión

El costo de inversión es una incertidumbre por las siguientes razones:

- Las longitudes de las rutas, tipos de terrenos, altitudes y climas por los que pasarán los proyectos solo serán conocidas con precisión cuando se realice la ingeniería de detalle. Para efectos del estudio del Plan se utilizan trazos aproximados.
- Los costos de los suministros en el mercado internacional pueden variar, como ha quedado demostrado en la historia reciente.
- En el nivel de 500 kV no hay módulos estándares de OSINERGMIN.

Para tener en cuenta las variables anteriores en el análisis se consideraron tres futuros de Costos de Inversión, representados por los valores 0.75, 1.00, y 1.50, que son factores a aplicar a los costos de inversión, operación y mantenimiento de las opciones de transmisión.

3.6 Sistema de Transmisión Base

Se considera el sistema de transmisión actual al 2012 y se añaden los proyectos de transmisión futuros, previstos en: El Primer Plan de Transmisión, Plan Transitorio de Transmisión, Plan de Inversiones de Transmisión y proyectos que forman o formarán parte de ampliaciones e Contratos de Concesión de las empresas transmisoras.

En la Tabla 3.17 y Tabla 3.18 se muestran los proyectos en líneas de transmisión y subestaciones del SEIN.

FECHA	LÍNEAS DE TRANSMISIÓN
2012	Reconstrucción de la L.T. 220 kV Potosí - Potosí - Fomento de 152 MVA a 210 MVA
2012	L.T. 220 kV Trujillo - Suroeste - Cheyay de 180 MVA (segundo contrato)
2012	Reconstrucción de la L.T. 220 kV Oro y Nuevo - Fomento de 100 MVA a 220 MVA
2010	L.T. 500 kV Casapalca - Orizaba - Trujillo y 50 EE Asociadas
2010	L.T. 220 kV Potosí - Toluca de 180 MVA (segundo contrato) y 50 EE Asociadas
2010	L.T. 220 kV Potosí - Carhuacay de 180 MVA y 50 EE Asociadas
2010	Reconstrucción de la L.T. 220 kV Potosí - Toluca (segundo) de 180 MVA a 180 MVA
2010	Reconstrucción de la L.T. 220 kV Veracruz - Zanzabul de 200 MVA a 240 MVA
2010	L.T. 220 kV San José - Orizaba de 200 MVA (segundo contrato)
2010	Reconstrucción de la L.T. 138 kV Paraguarí - Fomento de 48 MVA a 78 MVA
2010	L.T. 220 kV Trujillo - Suroeste (segundo contrato) y 50 EE Asociadas
2010	L.T. 500 kV Orizaba - Matamoros - Matamoros y 50 EE Asociadas
2010	L.T. 220 kV Veracruz - Orizaba de 180 MVA (segundo contrato)
2010	L.T. 500 kV Trujillo - La Reforma - Instalación de 180 MVA
2010	L.T. 220 kV La Reforma - Los Hornos de 180 MVA
2010	L.T. 220 kV Matamoros - Matamoros - Orizaba (segundo contrato) y 50 EE Asociadas
2010	L.T. 220 kV Cajamarca Norte - Orizaba - Matamoros y 50 EE Asociadas
2010	L.T. 220 kV Cajamarca Norte - Camalero
2010	L.T. 220 kV Tehuacan - Querétaro - Orizaba - Trujillo y Subestaciones Asociadas
2010	L.T. 220 kV Trujillo - Veracruz y Subestaciones Asociadas

Tabla 3.17 Proyectos en líneas de transmisión que conforman el sistema de transmisión base.

FECHA	SUBESTACIONES DE TRANSMISIÓN
2010	S.E. Cheyay - Ampliación de la Capacidad de Transformación. Instalación de un Transformador de 220/110/10/33 kV - 100/10/33 MVA
2010	S.E. Huacho - Ampliación de la Capacidad de Transformación. Instalación de un Transformador de 220/65/10 kV - 50/5/10 MVA. Incluye conexión de la L.T. 220 kV Casapalca - Fomento Nueva en la S.E. Huacho
2010	S.E. Suroeste - Ampliación de la Capacidad de Transformación. Instalación de un Transformador de 220/65/10 kV
2010	Reconstrucción de la S.E. de la Transformadora de la S.E. Orizaba Nueva
2010	Cajamarca Norte. Transformación de 220/65/10 kV de 50/5/10 MVA
2010	Nueva S.E. Zanzabul 220/65/10 y Líneas Asociadas
2010	Nueva S.E. Huacho 220 kV
2010	Reconstrucción de la S.E. de la Orizaba Nueva y Orizaba REP
2010	Nueva S.E. Parí de 220 kV
2010	Nueva S.E. Orizaba de 220 kV
2010	S.E. Potosí. Instalación de banco de capacitores de 24/12.5 MVAR en la barra de 60 kV
2010	S.E. Potosí. Instalación de un banco de capacitores de 20 MVAR en la barra de 60 kV
2010	S.E. Potosí. Ampliación de la capacidad de transmisión mediante la instalación de un transformador de 130/60/22.5
2010	S.E. Trujillo Norte. Ampliación de la capacidad de transmisión mediante la instalación de un transformador de
2010	Nueva S.E. Orizaba 220 kV
2010	S.E. Los Hornos (Nueva) 220/65/10 - 180 MVA

Tabla 3.18 Proyectos en subestaciones que conforman el sistema de transmisión base.

Brasil, y por lo tanto su maduración política, técnica y ambiental no les permitirían estar operando para el año 2018.

Para el año 2022 se tendrá mayor demanda que en el 2018, y se tendrá mayor tiempo para el desarrollo de proyectos hidroeléctricos, por lo que se considera que si es posible que se desarrollen los grandes proyectos hidroeléctricos tanto en el Norte como en el Oriente, aún para el futuros de demanda media, y con más razón para las futuros de demanda optimistas. Al igual que en el año 2018, se asume que para el futuro de demanda pesimista no se desarrollarán este tipo de proyectos.

En cuanto a las otras incertidumbres, se considera que la hidrología, para el horizonte de evaluación, es una variable aleatoria, mientras que los precios de combustibles y los costos de inversión (asociados principalmente a los costos de los metales y otras materias primas) dependen de la evolución del mercado internacional. En ese sentido, se ha asumido que la combinación de los futuros de estas incertidumbres con los futuros de demanda y generación no tiene restricciones.

Aplicando los criterios anteriores, en el gráfico siguiente se muestran los Escenarios Base o Nudos que serán simulados en PERSEO. Cabe indicar que en gráfico ya se está incluyendo la información del número de planes a evaluar (cuatro), y que se considerarán dos condiciones de transmisión (con y sin límites), lo cual es necesario para el posterior cálculo de atributos. Asimismo, no se está considerando la información de los futuros de combustible y de costos capitales, los cuales no incrementan el número de casos a simular, pues su aplicación será posterior a las simulaciones indicadas.

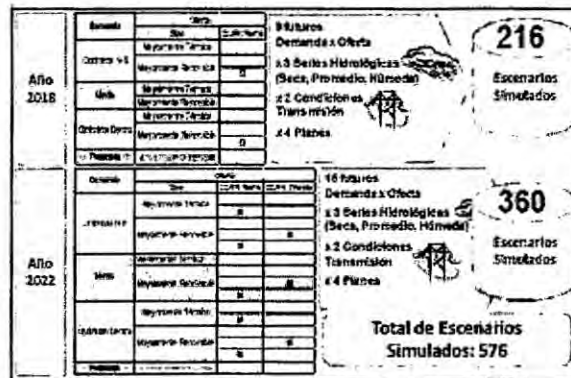


Figura 3.7 Escenarios Base (Nudos)