

## **Aplicación del ciclo de Deming en la educación en el ahorro del consumo energético**

### **Application of the Deming cycle in education in saving energy consumption**

Paola Navarro  
Universidad de Panamá, Facultad de Ingeniería  
Paola.navarro@up.ac.pa

Jorge Luis Martínez Ramírez  
Universidad de Panamá, Facultad de Ingeniería  
Jorgel.martinez@up.ac.pa  
[ORCID.ORG/0000-0002-1036-6167](https://orcid.org/0000-0002-1036-6167)

#### **Resumen**

En la actualidad, la población panameña desconoce las oportunidades de ahorro de energía y medidas que pueden implementar para así lograr uso eficiente de los recursos energéticos, en base a la encuesta realizada a 220 persona se obtuvo que un 70% desconoce la forma de calcular su consumo, en menor cantidad pero está latente la falta de conocimiento de los beneficios económicos y el impacto que puede tener los consumos excesivos sobre el ambiente hasta llegar a un agotamiento de los recursos, por ellos proponemos el ciclo de Deming como método de mejora continua de fácil comprensión para que la población realice una autoevaluación, destacando los puntos importantes a tratar y las áreas en las que debemos efectuar cambios para lograr un ahorro en el consumo energético, obteniendo como resultados un efecto positivo deseado equipando a la población de un método eficiente de mantener niveles de consumo adecuados, planteando en cada etapa del ciclo de Deming tipos y formas para ahorrar energía, con esta información será posible conocer la viabilidad económica-ambiental de fomentar acciones en el uso eficiente de la energía a nivel nacional. Determinar las oportunidades de ahorro de energía y plantear acciones que, en su medida tenga un impacto sobre las personas y estas puedan implementar uso eficiente de los recursos energéticos.

Palabras clave: Ciclo de Deming, Ahorro energético, Consumo, Educación.

#### **Abstract**

At present, the Panamanian population is unaware of the energy saving opportunities and measures that they can implement in order to achieve efficient use of energy resources, 70% do not know how to calculate their consumption, to a lesser extent but the lack of knowledge is latent of the economic benefits and the impact that excessive consumption may have on the environment until resources are depleted, therefore we propose the Deming cycle as a method

of continuous improvement that is easy to understand so that the population can carry out a self-evaluation, highlighting the important points to be addressed and the areas in which we must make changes to achieve savings in energy consumption, thus achieving the desired positive effect by equipping the population with an efficient method of maintaining adequate consumption levels, proposing at each stage of the cycle of Deming types and ways to save energy, with this information it will be possible to know the economic viability-ambiental of promoting actions in the efficient use of energy at the national level. Determine energy saving opportunities and propose actions that, in their measure, have an impact on people and they can implement efficient use of energy resources.

Keywords: Deming cycle, Energy saving, Consumption, Education.

## Introducción

El sector eléctrico es un punto clave en el crecimiento económico y la mejora del bienestar de un país. La energía eléctrica es una pieza clave para el funcionamiento de la mayoría de los sectores económicos en el mundo, debido a esta relación todos los países que perciben una economía registran también un aumento de su consumo energético. Las inversiones en eficiencia energética y energías renovables tienen un impacto positivo en la economía y a su vez que reducen el impacto medio ambiental. Sin embargo, se mantienen ciertas dificultades que deben ser atendidas a fin de evitar problemas a largo plazo y continuar contribuyendo al desarrollo económico y la mejora de la calidad de vida de la población. Las políticas energéticas deben estar enfocadas en el acceso universal a servicios modernos y fiables, fomentar la eficiencia energética y el uso de energías renovables, al mismo tiempo que la promoción de la participación del sector privado proveyendo incentivos e información. (Grupo Statkraft, 2016)

“Panamá tiene una creciente demanda eléctrica, que se ve reflejado en la necesidad de aumentar las líneas de transmisión. Por ello es importante el estudio del consumo eléctrico a nivel nacional” (Aparicio, 2020). “El sistema eléctrico está integrado por La infraestructura de distribución, líneas, subestaciones, las redes de distribución y centros de transformación con una potencia instalada de 2,885 MVA” (Cervantes, 1995), que operan en tensiones menores a 115 KV, en esta distribución participan 2 empresas mixtas: Empresa de distribución eléctrica Metro- Oeste (EDEMET) y la empresa de distribución eléctrica Chiriquí, S.A. (EDECHI), que a su vez se consolidan como una sola y toma el nombre de Naturgy y mantiene una cobertura

nacional (Panamá Centro, Oeste, Interior y Chiriquí) de 57.3% del país (Naturgy, 2020), mientras que el restante un 42.7% de zonas restantes la Empresa de distribución Nor-Este (ENSA) (ENSA, 2020); En esta forma de distribución se desarrollan los principales consumos mensuales del mercado. En relación con el consumo energético a nivel nacional se propiciará a través de implementación del ciclo de Deming métodos para un consumo energético eficiente para lograr ahorro de energético en la población panameña.

## **Materiales y método**

### **Ciclo de Deming**

El ciclo Deming o más conocido como PDCA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar) de mejora continua lo componen cuatro etapas cíclicas de forma que una vez acabada la etapa final se empieza nuevamente con la primera fase repitiendo el ciclo nuevamente. De esta forma las actividades son revaluadas periódicamente para incorporar nuevas mejoras. (Molina, 2016) Las etapas que forman el Ciclo PDCA son las siguientes:

#### 1. Fase de planificar

En esta fase se trabaja en la identificación del problema o actividades susceptibles de mejora, se establecen los objetivos a alcanzar, se fijan los indicadores de control y se definen los métodos o herramientas para conseguir los objetivos establecidos (Quiroa, 2020).

##### 1.1. Objetivo específico

1.1.1. Determinar las oportunidades de ahorro de energía y plantear acciones que, en su medida tenga un impacto sobre las personas y estas puedan implementar uso eficiente de los recursos energéticos (OptimaGrid, 2020).

1.1.2. Como efecto positivo se desea el equipamiento del consumidor, mantener niveles de consumo adecuados, potenciar el ahorro energético, plantear tipos y formas recomendadas para ahorrar energía.

##### 1.2. Indicadores de control

1.2.1. Variación del consumo mensual

Por Enel S.A. (2018) “A veces encontramos fluctuaciones inesperadas en la factura de energía y no entendemos la razón aparente”. Podemos calcular la variación de la siguiente manera = Consumo mes anterior – Consumo del mes corriente.

### 1.2.2. Consumo de eléctrico

“Para calcular cuánto debemos pagar en la factura de luz por el consumo eléctrico realizado, se deberá multiplicar los siguientes conceptos:

- Número de kWh consumidos.
- Precio del kWh, fijado por la compañía contratada.

De esta forma, será posible conocer el coste de la energía consumida durante un periodo concreto”. (Selectra, 2021).

Precio de consumo = kWh consumidos x Precio kWh

### 1.2.3. Consumo de Energía (Utilizando el recibo)

Por Cristina Rodriguez (2016) “Esta energía consumida en un tiempo determinado se mide en Kwh = Potencia requerida \* Tiempo”.

### 1.2.4. Tabla de verificación de acciones por la cual puede aumentar o disminuir el consumo mensual

Acciones	Se cumplió	
	Si	No
1 Se realizaron compra de nuevos electrodoméstica	Consumo aumentara	Consumo debería permanecer constante
2 Se desconectaron los aparatos electrodomésticos no utilizados	Consumo debería permanecer constante	Consumo aumentara

3	Los focos utilizados son LED	Consumo debería permanecer constante	Consumo aumentara
4	Se dejó abierta la puerta de la refrigeradora y no se asegurarse de que cierra bien.	Consumo aumentara	Consumo debería permanece constante
5	La mayoría de los electrodomésticos tienen etiqueta de calificación A+	Consumo debería permanecer constante	Consumo aumentara
6	Uso por largas horas del aire acondicionado	Consumo aumentara	Consumo debería permanecerá constante

Fuente: autoría propia

### 1.3. Metodología

#### 1.3.1. La población panameña

La población rural panameña es de 1, 314,538 habitantes que corresponden al 46.3% del total de habitantes del país y el restante, o sea el 53.7% es considerada población urbana. La mayor población se ubica en las capitales de provincia como lo es la ciudad de Panamá, Colón, David, Santiago, Chitré, Las Tablas, Penonomé y así sucesivamente. (GONZALEZ, 2019)

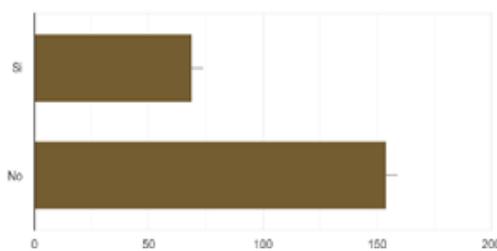
Año	Población	Tasa de crecimiento
2020	4 289 326	6.3%
2025	4 596 061	7.15%
2030	4 884 306	6.27%
2035	5 151 316	5.47%
2040	5 399 088	4.81%
2045	5 625 560	4.19%
2050	5 827 108	3.58%

Tabla 1. Estimación del crecimiento de la población Panameña.

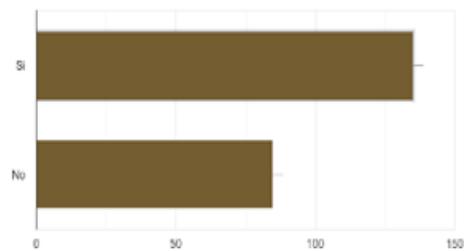
#### 1.3.2. Estudio del conocimiento acerca del Ahorro en el consumo energético

En una muestra de 220 personas de ambos sexos con la siguiente distribución el 51,8% Mujeres y un 48,2% Hombres, con la siguiente participación por rango de edades entre 20 a 29 años un 71,4%, entre 30 a 39 años un 14,5%, entre 40 a 49 años un 7,7%, Mayores de 50 un 6,4%, y obtuvimos los siguientes resultados acerca del ahorro en el consumo energético:

Conoce usted sobre como calcular su consumo energía?  
220 respuestas

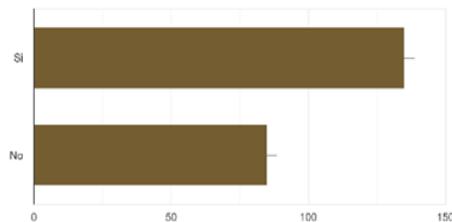


Conoce usted el impacto ambiental que ocasiona el consumo desmedido energía?  
220 respuestas

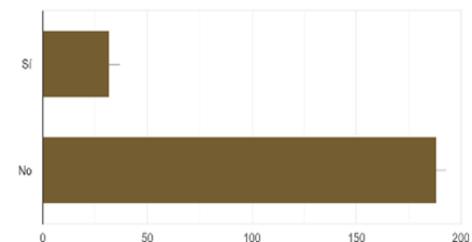


Fuente: Encuesta Ahorro en el consumo energético de nuestra autoría.

Conoce usted sobre los beneficios economicos que obtiene por moderar su consumo energía?  
220 respuestas

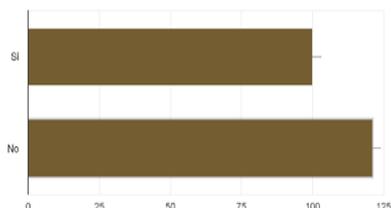


Conoce el método de mejora continua Ciclo de Deming?  
220 respuestas

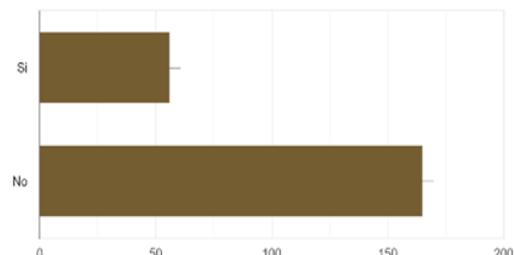


Fuente: Encuesta Ahorro en el consumo energético de nuestra autoría.

Sabia que se debe hacer un adecuado dimensionamiento del equipo de aire acondicionado para que su uso sea eficiente?  
220 respuestas



Conoce los niveles de iluminación recomendados por zona del hogar?  
220 respuestas

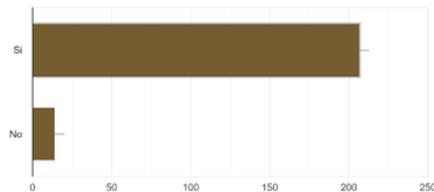


Fuente: Encuesta Ahorro en el consumo energético de nuestra autoría.

Conoce alguno de los siguientes metodos de uso eficiente de los electrodomesticos?  
220 respuestas



Le gustaria conocer acerca de como implementar el ciclo de Deming para obtener un consumo adecuado en su hogar?  
220 respuestas



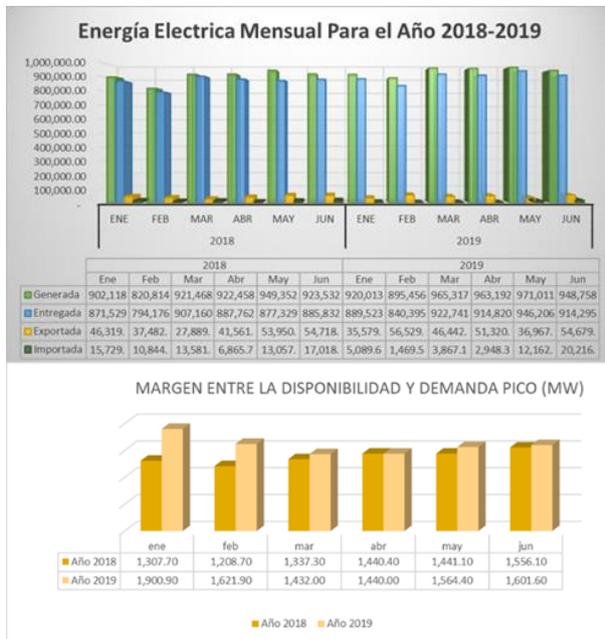
Fuente: Encuesta Ahorro en el consumo energético de nuestra autoría.

### 1.3.3. Estudio del consumo nacional

Tener un conocimiento sobre el comportamiento del consumo eléctrico de Panamá es de gran importancia para el manejo apropiado del consumo eléctrico, siendo su principal motivación la creación de modelos ahorros energéticos.



Grafica 1: Demanda máxima de Energía Eléctrica en Panamá para los años 2018-2019.



Gráfica 2: Consumos en Energía Eléctrica Mensuales en Panamá para los años 2018-2019.

Gráfica 3: Margen entre la disponibilidad y demanda pico para los primeros meses de los años 2018-2019.

### 1.3.4 Beneficios del consumo moderado de energía (Porcentajes de descuento por FET)

Este crédito es aplicable a la facturación de los clientes en cada tarifa y en cada rango de consumo respectivo, por el consumo de energía equivalente a 30 días Según lo establecido mediante la Resolución de Gabinete N°60 de 23 de junio de 2015, los porcentajes de descuento por FET varían de forma mensual para tomar en cuenta la variación en el precio promedio que pagan los clientes al aplicarse los cargos "Variación por Combustible" de manera que se mantenga el precio promedio de referencia del semestre cuya referencia es el precio promedio pagado por los clientes en el primer semestre de 2015 (ETESA, 2020).

Vigente del 1 al 31 de marzo de 2020

Fondo de Estabilización Tarifaria (FET) Crédito por Fondo	EDEMET	ENSA
<b>Tarifa Simple BTS 1</b>		
BTS 0-50 kWh	-39.98%	-42.72%
BTS 51-100 kWh	-29.60%	-43.78%
BTS 101-150 kWh	-16.67%	-39.23%
BTS 151-200 kWh	-16.76%	-38.55%
BTS 201-250 kWh	-16.75%	-25.00%
BTS 251-300 kWh	-16.77%	-24.74%
<b>Prepago</b>	<b>-24.87%</b>	<b>-40.11%</b>

Figura 1: Fondo de estabilización tarifaria (FET).

### 1.3.5. Planteamiento de los métodos eficientes de consumo de energía

El ahorro de energía y el consumo responsable de las fuentes de energía son de suma importancia para toda la población. El grado de medida de ahorro y eficiencia energética se percibe en la necesidad de reducir la factura energética, restringir la dependencia energética del exterior, y reducir la emisión de Gases.

Podemos disminuir el consumo de energía implementando de forma progresiva métodos que sean eficiente, invirtiendo en equipamiento energéticamente eficiente y en medidas de ahorro energético, así como acogiendo una forma de vida más sostenible con respecto al uso de la energía, es decir, cambiando nuestra actuación. (OptimaGrid, 2020).

#### 1.4. Impacto ambiental que ocasiona el consumo desmedido energía

##### 1.4.1. Agotamiento de las fuentes de energía no renovable.

Las energías fósiles, tales como: gas natural, petróleo y carbón, estas tienen un ciclo de formación de millones de años, por lo que, al ritmo del consumo actual, terminarán agotándose o dejarán de ser económicamente rentables a medio plazo (Estevéz, 2013).

##### 1.4.2. Impactos negativos sobre el medio ambiente.

De la transformación, transporte y uso final de la energía se derivan importantes impactos medioambientales, tanto de carácter local como global. En primer lugar, en la explotación de los yacimientos se producen residuos, contaminación de agua y suelos, además de emisiones atmosféricas. Asimismo, el proceso de transporte y distribución de la energía afecta al medio ambiente: impactos de las líneas eléctricas, impactos de oleoductos y gaseoductos, o hasta las llamadas mareas negras, con dramáticas consecuencias para los ecosistemas y economías de las zonas afectadas (Enshassi, 2014).

## 2. Fase Hacer

El plan de acción, mediante la correcta realización de las tareas planificadas y la verificación para el posterior análisis.

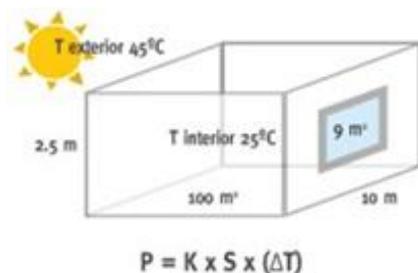
### 2.1. Plan de acción

Nuestro plan de acción propone la implementación de una serie de métodos que ayudaran a reducir el consumo energético, se consideraron los siguientes métodos:

- Climatización
- Iluminación
- Uso eficiente de los electrodomésticos

### 2.1.1. Climatización

Realizando un adecuado dimensionamiento de un equipo de aire acondicionado no requerirá de una mayor potencia a su vez sin un correcto aislamiento o con una gran fuente de calor que reciba directamente como lo es el sol su eficiencia disminuye.



K=Conductividad de las superficies.  
S= Superficie (m²).  
ΔT=diferencia de temperatura entre el exterior y el interior.

Figura 2: Calculo para conocer la potencia de aire acondicionado (Amabat, 2018).

### 2.1.2. Iluminación

El aprovechamiento eficiente de la iluminación recomendada es un factor importante para el ahorro en los hogares, de forma apropiada reducirá costos de luminarias innecesarias en el hogar y maximizará el aprovechamiento de las implementadas.

Locaciones	Niveles de iluminación
Cocina	300 lux
Baño	200 lux
Dormitorio	100-200 lux
Cuarto de Niños	200-300 lux
Sala de estar	100 lux
Escaleras	100 lux

Tabla 2. Niveles de iluminación recomendados por zona del hogar (Iluminación, 2015).

La iluminación se puede calcular como

$$I = L_i C_u L_{LF} / A_i \quad (1)$$

Donde

$I$  = iluminación (lux, lumen/m<sup>2</sup>)

$L_i$  = lúmenes por ampollita (lumen)

$C_u$  = coeficiente de utilización

$L_{LF}$  = factor de perdida de luz

$A_i$  = área por ampollita(m<sup>2</sup>)

Figura 3. Ecuación para calcular la iluminación utilizada.

### 2.1.3. El uso eficiente de los electrodomésticos

Consejos para un consumo energético responsable (Energetica, 2016):

- a) El uso de modelos con etiquetado de clase A.
- b) Los televisores con pantallas que utilizan iluminación LED son los más eficientes, consumen un 25 % menos que los que tiene pantalla LCD y un 40 % menos que las televisiones de plasma.
- c) Induciendo a la población que reduzca el tiempo de apertura de la puerta de la refrigeradora, ya que aumenta su consumo de energía en un 35%.
- d) Siempre que sea posible lave con agua fría. El 85% de la energía que consume su lavadora lo hace, al calentar al agua.
- e) Utiliza el microondas, siempre que sea posible, en lugar del horno eléctrico, este permite ahorrar entre un 60% y 70% en el consumo de energía.

### 3. Fase verificar

Una vez implantada la mejora se comprueban los logros obtenidos en relación con las metas u objetivos que se marcaron en la primera fase del ciclo mediante herramientas de control (Morales, 2018).

#### 3.1. Check List

Conocer cuánta energía se consume en el hogar, cómo se utiliza y las posibilidades de hacer un uso más eficiente del recurso energético.

	Pregunta	Respuesta	Observacione	Respuesta	Observacion
		a		a	

No			s		es
1	¿Considera que la facturación energética mensual se justifica con lo que consumió en el periodo?	SI	Uso más eficiente de la energía	NO	Determinar cantidad de energía eléctrica
2	¿Los métodos planteados de uso eficiente de los electrodomésticos le ha sido de utilidad?	SI	Uso más eficiente de la energía	NO	Investigar otros métodos posibles para implementar
3	¿Les informa a los miembros de la familia sobre los ahorros de energía logrados?	SI	Mayor control tendrás sobre tu consumo y sobre tu factura	NO	Es importante que todos los miembros de la familia sepan los metodos
4	¿Realiza mantenimiento a los aires acondicionados y asegura el aislamiento para evitar pérdidas de energía?	SI	Mayor control tendrás sobre tu consumo y	NO	Determinar cantidad de energía

			sobre tu factura		eléctrica
5	¿Implemento el uso de electrodomésticos con el etiquetado clase A?	SI	Uso más eficiente de la energía	NO	Lo primero que tenemos que saber es cuánto consume
6	¿Disminuyó el tiempo de apertura de la puerta de la refrigeradora?	SI	Uso más eficiente de la energía	NO	No exceder nuestra capacidad de pago.
7	¿Cambio a bombillos Ahorradores de energía?	SI	Uso más eficiente de la energía	NO	Determinar cantidad de energía eléctrica
8	¿Logró reducir costos de luminarias innecesarias en el hogar?	SI	Mayor control tendrás sobre tu consumo y sobre tu factura	NO	No exceder nuestra capacidad de pago.
9	¿Calculo la potencia de su aire acondicionado?	SI	Conocer	NO	Lo primero

			cuánto consumen nuestros equipos		que tenemos que saber es cuánto consume
10	¿Calculo la iluminación utilizada?	SI	Conocer cuánto consumen nuestros equipos	NO	Lo primero que tenemos que saber es cuánto consume

Autoría. Propia

#### 4. Fase actuar

Por último, una vez finalizadas e implantadas las mejoras, los métodos de consumo energético se analizarán los resultados para identificar si se obtuvieron los resultados esperados, si el resultado fue efectivo, se estandarizan los nuevos cambios, de no obtener una mejora se tomarán medidas correctivas, así como también periódicamente habrá que volver a buscar posibles nuevas causas del aumento del consumo de energía dentro del hogar y volver a aplicar el círculo de Deming.

#### Conclusiones

Al utilizar el ciclo de Deming buscamos desarrollar de una forma práctica de como implementar los métodos de ahorro energético de manera eficiente. Al brindar un análisis con una efectiva comprensión dirigida a la población en identificar de forma clara las áreas de mayor consumo de energía desde el hogar, de manera que se pueda deducir las áreas donde se pueden controlar con un proceso sencillo y con esto contribuir al ahorro de energía. Es una necesidad importante modificar los hábitos de consumo energético de la sociedad panameña para encaminarnos hacia un país con un desarrollo sostenible y a su vez lograr que el impacto disminuya. Por ello, es

preciso evitar el consumo excesivo y desperdicio de energía en nuestros hogares que perjudican a nuestro entorno natural, por esta razón se debe implementar un consumo más responsable. Con la implementación de la eficiencia en la climatización, iluminación y uso de electrodomésticos se busca reducir los consumos futuros con respecto a los de años anteriores reduciendo la demanda promoviendo el uso de equipos del hogar eficientes y con modelos que reduzcan las necesidades de energía.

### Referencias bibliográficas

Amabat, I. (2018). *¿Qué potencia de aire acondicionado necesito? Fórmula y factores de cálculo*. Caloryfrio.

Aparicio, G. A. (15 de Mayo de 2020). *La estrella de Panamá*. Obtenido de <https://www.laestrella.com.pa/nacional/200519/consejo-gabinete-aprueba-incrementar-capacidad-linea-transmision-electrica>

Bernal, J. J. (s.f.). *Ciclo PDCA: El círculo de Deming de mejora continua*. Grupo PDCA Home.

Cervantes, J. D. (1995). *Sistemas de distribución de energía eléctrica*. Mexico: Sans Serif Editores.

Energetica, S. d. (2016). *Ministerio de Energia y Minería*. Obtenido de <https://www.minem.gob.ar/www/835/26161/consejos-para-el-uso-responsable-de-la-electricidad>

ENSA. (23 de Noviembre de 2020). *ENSA*. Obtenido de <https://www.ensa.com.pa/area-concesion>

Enshassi, A. (2014). Evaluacion de los impactos medioambientales de los proyectos de construcción. *Cielo*, Cielo.conicyt.cl.

Estevéz, R. (10 de Abril de 2013). *EC Inteligencia*. Obtenido de <https://www.ecointeligencia.com/2013/04/consecuencias-consumo-energetico-insostenible/>

ETESA. (2020). *TARIFA ELECTRICA PARA CLIENTES REGULADOS*. PANAMA.

GONZALEZ, D. E. (2019). *ESTADO ACTUAL DE LA INFORMACION SOBRE MADERA PARA ENERGIA*. Panamá.

Iluminación, B. (23 de Julio de 2015). *BrillanT*. Obtenido de <https://brillanteiluminacion.mx/blog/conoce-los-niveles-de-iluminacion-residencial/#:~:text=Cocina%3A%20Iluminaci%C3%B3n%20general%20300%20lux,y%20de%20preparado%20500%2D600.&text=Ba%C3%B1o%3A%20Iluminaci%C3%B3n%20general%20200%20lux,o%20afeitarse%3A%2030>

Molina, A. d. (4 de Mayo de 2016). *Conexion Esan*. Obtenido de El ciclo Deming o más conocido como PDCA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar) de mejora continua lo componen cuatro etapas cíclicas de forma que una vez acabada la etapa final se empieza nuevamente con la primera fase repitiendo el ciclo nuevamente. De est

Morales, M. (2018). *El ciclo de Deming*. Informatica & Coaching.

Naturgy. (24 de Noviembre de 2020). *Naturgy*. Obtenido de <http://www.naturgy.com.pa/pa/conocenos/la+compania/nuestra+compania/organizacion+local/1297100715537/distribucion.html>