



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“Implementación de una Planta de Cogeneración Para Reducir los
Costos de Consumo de Energía Eléctrica en el Centro Comercial La
Rambla San Borja”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial**

AUTORES:

Bran More, Jimmy (Orcid: 0000-0003-0454-7997)

Manturano Taquiri, Julio Cesar (Orcid: 0000-0002-9882-2269)

ASESOR:

Mg. Añazco Escobar Dixon Groky (Orcid: 0000-0002-2729-1202)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LIMA-PERÚ

2020

DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado a Dios, a nuestros padres y nuestras familias quienes son motivo y razón para seguir creciendo como persona al servicio de la sociedad.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a los docentes y a toda la universidad porque siempre fomentaron el desarrollo y aprendizaje para conseguir nuestros objetivos

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	10
III. MÉTODO:	34
3.1 Tipo y Diseño de Investigación:	34
3.2 Variables y Operacionalización:	35
3.3 Población, Muestra y Muestreo.....	40
3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Confiabilidad.....	43
3.5 Procedimiento	45
3.6 Método de Análisis de Datos	46
3.7 Aspectos Éticos:.....	53
IV. RESULTADOS:	54
4.1 Análisis de la Hipótesis General.....	56
4.2 Análisis de la Hipótesis específica 1	59
4.3 Análisis de la Hipótesis específica 2	61
V. DISCUSIÓN:	64
VI. CONCLUSIONES:	65
VII. RECOMENDACIONES	66
REFERENCIAS	67
ANEXOS	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cuadro de costos operacionales	2
Tabla 2: Consumo de Energía Eléctrica en KWH - Soles.....	4
Tabla 3: Consumo de Energía eléctrica en Soles (de enero a diciembre 2018).....	6
Tabla 4: Potencial tecnológico teórico de 427.6 MW	20
Tabla 5: Conversión de unidades.	26
Tabla 6: Unidades de Medición de energía eléctrica, combustible y GEI	31
Tabla 7: Estimación mensual de consumo energético	37
Tabla 8: Estimación Mensual de costos energéticos.....	38
Tabla 9: Matriz de Operacionalización de Variables.....	39
Tabla 10: Calculo tamaño de muestra finita.....	41
Tabla 11: Técnicas e Instrumentos para la recolección de datos.....	43
Tabla 12: Registros de consumo de energía exportados al Excel del sistema SMARKIA	46
Tabla 13: Datos estadísticos de Costos de Consumo de Energía Eléctrica.....	57
Tabla 14: Datos estadísticos de Costos de Consumo de Servicios Generales (SSGG)	59
Tabla 15 Datos estadísticos de Costos de Consumo de Energía Chiller y Electrobombas	61

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Diagrama de Ishikawa	2
Gráfico 2: Pareto de Costos Operacionales	4
Gráfico 3: Representación Porcentual del consumo de energía	11
Gráfico 4: PROYECCION DE RESERVAS DE G.N (MERCADO INTERNO)	22
Gráfico 5: Costo Total S/. por kWh - MT4.....	58
Gráfico 6: Costo en S/. SS:GG por kWh - MT4	60
Gráfico 7: Costo en S/. SS:GG por kWh - MT4	63

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Planta de Cogeneración.....	11
Ilustración 2: Conjunto de fases que conectan a un proyecto de implementación	18
Ilustración 3: Esquema de Cogeneración de cabeza o Topping	25
Ilustración 4: Turbina a Gas Marca Solar	27
Ilustración 5: Balance energético turbina a gas.....	27
<i>Ilustración 6: Ciclo Frigorífico por absorción.....</i>	<i>29</i>
Ilustración 7: Conexiones Máquina de absorción.....	30
Ilustración 8: : Cogenerador JMS 420 GS-N.L	32
Ilustración 9: Chiller de absorción	33
Ilustración 10 : Plataforma de medición energética Smarkia.....	44

RESUMEN

El Perú posee un índice muy bajo con respecto a las organizaciones que invierten en nuevos sistemas energéticos, como la cogeneración que es una manera eficiente de aprovechar los recursos que existen en el país y nos referimos al gas de Camisea que es uno de los hallazgos más importantes de los últimos tiempos el cual representa la oportunidad para utilizar los beneficios que nos brinda esta fuente de energía limpia económica y de esta manera reducir los costos de energía generados por la creciente demanda energética, por consiguiente mejorar el proceso de industrialización de bienes y servicios con un índice de rentabilidad y utilidad óptimos para las empresas.

Bajo estos escenarios, el objetivo de la presente investigación es la implementación de una planta de cogeneración en el Centro Comercial La Rambla San Borja con el objetivo principal de reducir los costos de energía eléctrica, por otro lado, cubrir la demanda de energía eléctrica y energía térmica que se necesita para su funcionamiento el cual depende de un proveedor particular.

Resumiendo; para la implementación de la planta de cogeneración se identificó los altos costos de energía eléctrica que genera el centro comercial tomando en cuenta datos estadísticos de los consumos de energía eléctrica, el año que se tomó como referencia es el año 2018 representando un 31.8% de los costos operacionales los cuales suman un total de S/. 3, 464,335, luego se realizó todos los estudios pertinentes para el desarrollo del proyecto y a su culminación logró reducir los costos de energía eléctrica.

Palabras clave: Sistemas de cogeneración, gas natural, eficiencia energética, costos de energía

ABSTRACT

Peru has a very low index with respect to organizations that invest in new energy systems such as cogeneration, which is an efficient way to take advantage of the resources that exist in the country, and we refer to Camisea gas, which is one of the most important findings. of recent times which represents the opportunity to use the benefits provided by this economic source of clean energy and thus reduce the energy costs generated by the increasing energy demand, therefore improving the industrialization process of goods and services with an optimal profitability and profit index for companies.

Under these scenarios, the objective of this research is the implementation of a cogeneration plant in the La Rambla San Borja Shopping Center with the main objective of reducing electricity costs, on the other hand, covering the demand for electrical energy and thermal energy that is needed for its operation which depends on a particular provider.

Summarizing; For the implementation of the cogeneration plant, the high costs of electrical energy generated by the shopping center were identified taking into account statistical data on the consumption of electrical energy, the year taken as a reference is 2018, representing 31.8% of operational costs which add up to a total of S /. 3, 464,335, then all the pertinent studies were carried out for the development of the project and at its completion it managed to reduce the costs of electrical energy.

Key words: Cogeneration systems, natural gas, energy efficiency, energy costs

I. INTRODUCCIÓN

Realidad Problemática.

URBANOVA INMOBILIARIA S.A.C es la empresa del grupo Breca dedicada al rubro inmobiliario y de gestión de propiedades. Al igual que en las empresas dedicadas al mismo sector existe un área de operaciones conformado por los departamentos de infraestructura, seguridad patrimonial, logística y mantenimiento, cada área cuenta con políticas y procedimientos para poder llevar a cabo una adecuada gestión.

La gestión de operaciones en los edificios y centros comerciales de Urbanova tiende a ser cada año más eficiente que el anterior. Desde la Planificación, ejecución y control de todas las actividades se trata siempre de cumplir con los objetivos trazados por la compañía y optimizar en lo posible los recursos asignados a fin de lograr la satisfacción general en nuestros clientes internos y externos.

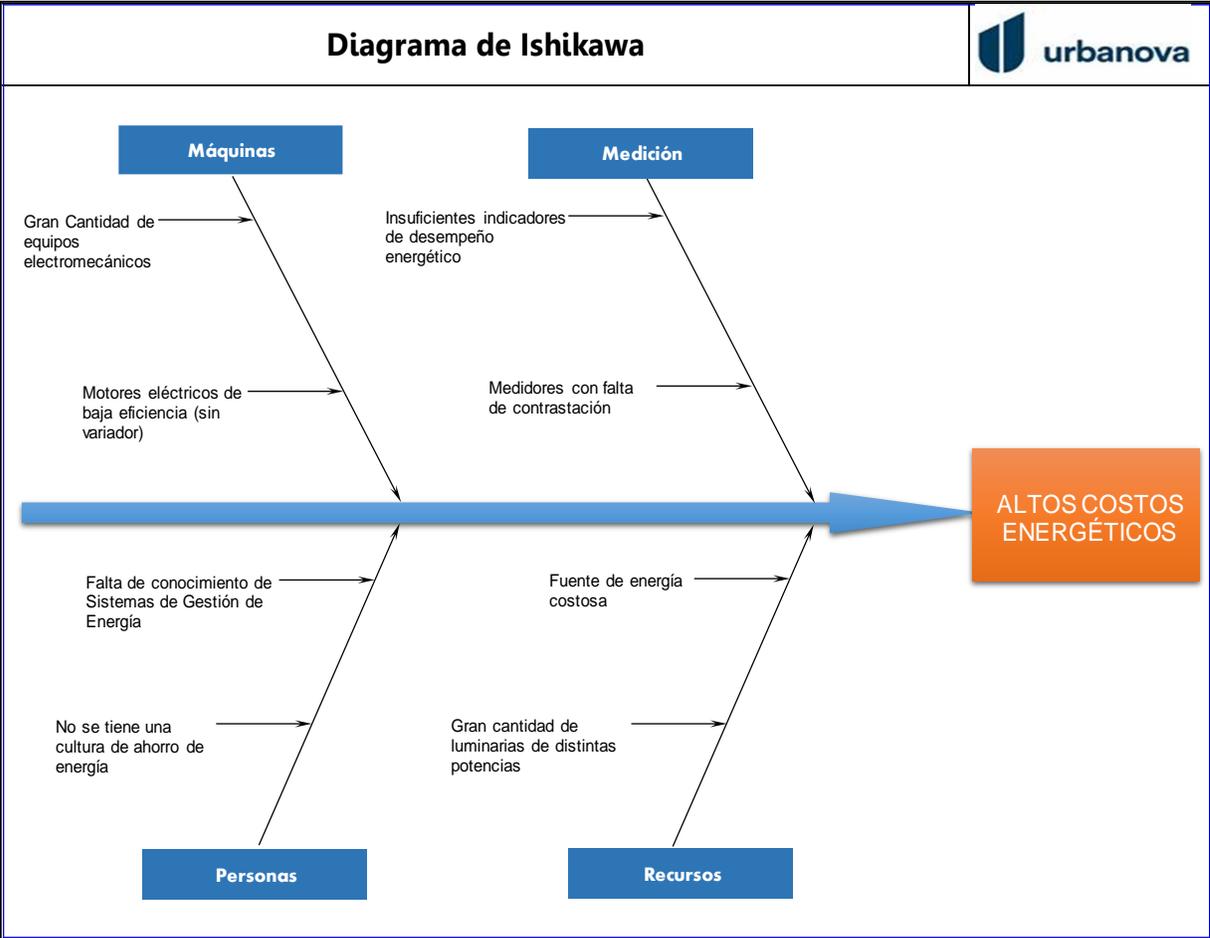
Presentamos en el presente trabajo de investigación la implementación de una planta de cogeneración para reducir los costos de energía eléctrica en el centro comercial La Rambla San Borja.

La accesibilidad al gas natural como una nueva fuente de energía permite la posibilidad de analizar, evaluar y usar sistemas de alta eficiencia energética a un menor costo de operaciones, así podemos ver el caso de la cogeneración como una solución a la realidad problemática del centro comercial La Rambla San Borja que presenta un alto consumo de energía eléctrica cada mes, llegando a pagar por este servicio un promedio de S/. 3 457 454 anuales a pesar de que se realizan diversas planificaciones con el objetivo de reducir estos costos, no se ha logrado optimizar este recurso de manera significativa.

Mediante la cogeneración, el centro comercial generará su propia carga de energía eléctrica que consume y a través de un sistema de refrigeración por absorción, climatizará y cubrirá la demanda existente que actualmente se tiene con respecto al aire acondicionado

La problemática actual lleva a considerar varios factores por el cual el consumo de energía es muy elevado, desde la gran cantidad de equipamiento electromecánico, luminarias, horario de funcionamiento, etc. hasta la poca cultura de ahorro de energía que se tiene en general en el país. Debido a estos factores, se ha elaborado el diagrama de causa raíz (Ishikawa) para el respectivo análisis.

Gráfico 1: Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración propia

En la presente Tabla N° 1 Presentamos los costos operacionales que se dan en el centro comercial La Rambla San Borja.

Tabla 1: Cuadro de costos operacionales

UNIDAD DE COSTOS OPERACIONALES

N°	PEPS	Total	% COSTOS DE	% COSTOS ACUMULADO DE	80 - 20
1	ENERGÍA ELÉCTRICA	3,457,454	31.80%	31.80%	80.00%
2	PROMOCION Y PUBLICIDAD	1,767,204	16.25%	48.05%	80.00%
3	LIMPIEZA GENERAL	1,176,000	10.82%	58.87%	80.00%
4	VIGILANCIA PRIVADA	1,051,601	9.67%	68.54%	80.00%
5	MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA	830,301	7.64%	76.18%	80.00%
6	MANTENIMIENTO DE EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO	777,509	7.15%	83.33%	80.00%
7	ADMINISTRACIÓN DE PLAYA DE ESTACIONAMIENTOS	552,134	5.08%	88.41%	80.00%
8	TERCERIZACIÓN Y/O SUBCONTRATACIÓN TÉCNICOS ELECTROMECAÁNICOS	481,716	4.43%	92.84%	80.00%
9	AGUA POTABLE	383,172	3.52%	96.36%	80.00%
10	SEGURIDAD PNP	158,400	1.46%	97.82%	80.00%
11	CONSULTORÍA DE NEGOCIOS	125,185	1.15%	98.97%	80.00%
12	SISTEMA DE TRATAMIENTO DE TRAMPAS DE GRASA	28,800	0.26%	99.24%	80.00%
13	TELEFONÍA FIJA E INTERNET	24,320	0.22%	99.46%	80.00%
14	CONSULTORÍA EN SEGURIDAD	20,040	0.18%	99.64%	80.00%
15	CONSULTORÍA EN ARQUITECTURA E INGENIERÍA	20,000	0.18%	99.83%	80.00%
16	PETRÓLEO, GAS	15,000	0.14%	99.97%	80.00%
17	TRANSPORTE	2,400	0.02%	99.99%	80.00%
18	TRAMITES MUNICIPALES	1,200	0.01%	100.00%	80.00%
TOTALES		10,872,436			

Fuente: URBANOVA INMOBILIARIA SAC

Interpretación Tabla 4. En la tabla se muestran los costos de operación del centro comercial La Rambla San Borja, observamos que los costos que se pagan en concepto de energía eléctrica ocupan el primer lugar, es por este motivo que la empresa Urbanova Inmobiliaria S.A.C implementará una planta de cogeneración para reducir los costos asociados a este ítem.

Con los datos obtenidos del Tabla N° 1 Se elaboró el diagrama de Pareto de los costos operacionales. (Grafico 2)

Gráfico 2: Pareto de Costos Operacionales



Fuente: Elaboración propia

Con el diagrama de Pareto podemos identificar cuáles son los servicios que representan más coste para la operación del centro comercial, en ese sentido podemos observar que los costos en energía eléctrica representan un 31.8%, el objeto del presente trabajo de investigación es demostrar que mediante la implementación de una planta de cogeneración se reducirá este porcentaje lo cual se traducirá en eficiencia energética y menor coste de las operaciones del centro comercial.

Tabla 2: Consumo de Energía Eléctrica en KWH - Soles

Consumo de Energía eléctrica en KWH (de enero a diciembre 2018)

Áreas	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO.	SET	OCT	NOV	DIC	Total, Anual	%
SS GG	256,359	241,332	272,552	238,389	239,878	220,410	242,807	235,371	200,085	190,474	230,913	231,628	2,800,198	32%
TORRES	265,510	248,175	251,837	244,450	223,894	177,683	224,466	217,623	214,365	203,535	152,688	217,622	2,641,848	30%
LOCATARIOS	205,900	177,026	192,824	180,709	185,758	173,702	183,248	180,854	175,795	198,440	199,130	209,569	2,262,954	25%
CHILLER	129,111	125,635	121,300	112,473	94,483	70,176	99,608	94,185	68,342	74,889	84,650	103,058	1,177,910	13%
TOTAL	856,880	792,168	838,512	776,021	744,013	641,971	750,129	728,033	658,587	667,338	667,381	761,878	8,882,910	100%

Fuente: Elaboración propia

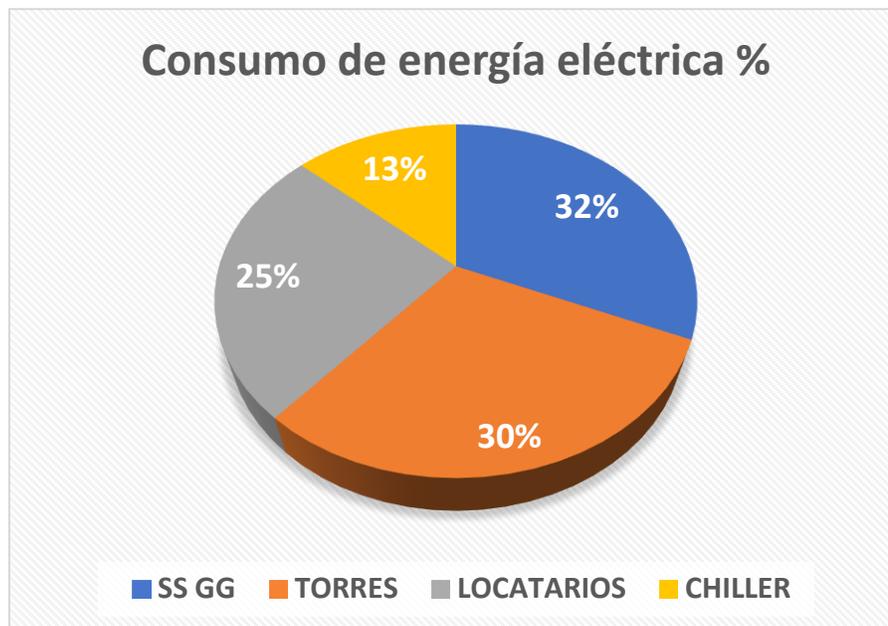
El cuadro presenta los consumos de energía eléctrica expresados en KW-Hr, se debe indicar lo siguiente:

- SS GG : Registro en media tensión de Servicios Generales.
- TORRES: Registro en media tensión de Torre 1 y Torre 2 anexadas al Centro comercial La Rambla San Borja
- LOCATARIOS: Registro en media tensión de consumo de energía de todos los locatarios dentro del Centro Comercial La Rambla San Borja
- CHILLER: Registro en media tensión del equipo central de aire acondicionado.

Tabla 3: Consumo de Energía eléctrica en Soles (de enero a diciembre 2018)

Consumo de Energía eléctrica en Soles (de enero a diciembre 2018)														
Áreas	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO.	SET	OCT	NOV	DIC	Total, Anual	%
SS GG	S/.99,980	S/.94,119	S/.106,295	S/.92,972	S/.93,552	S/.85,960	S/.94,695	S/.91,795	S/.78,033	S/.74,285	S/.90,056	S/.90,335	S/.1,092,077	32%
TORRES	S/.103,549	S/.96,788	S/.98,216	S/.95,336	S/.87,319	S/.69,296	S/.87,542	S/.84,873	S/.83,602	S/.79,379	S/.59,548	S/.84,873	S/.1,030,321	30%
LOCATARIOS	S/.80,301	S/.69,040	S/.75,201	S/.70,477	S/.72,446	S/.67,744	S/.71,467	S/.70,533	S/.68,560	S/.77,392	S/.77,661	S/.81,732	S/.882,552	25%
CHILLER	S/.50,353	S/.48,998	S/.47,307	S/.43,864	S/.36,848	S/.27,369	S/.38,847	S/.36,732	S/.26,653	S/.29,207	S/.33,014	S/.40,193	S/.459,385	13%
TOTAL	S/.334,183	S/.308,946	S/.327,020	S/.302,648	S/.290,165	S/.250,369	S/.292,550	S/.283,933	S/.256,849	S/.260,262	S/.260,278	S/.297,132	S/.3,464,335	100%

Gráfico 3: Representación Porcentual del consumo de energía



Fuente: Elaboración propia

El cuadro presenta los costos que representan los consumos de energía eléctrica por cada Registro que se tiene, así podemos verificar que el 32% del total está en el consumo de la Registro de servicios generales, el 30% en las torres, el 25% el consumo de los locatarios y el 13% el consumo del chiller.

Problema General

¿La implementación de una planta de cogeneración reducirá los costos de consumo de energía eléctrica en el centro comercial la Rambla San Borja?

Problemas Específicos.

¿De qué manera la implementación de una planta de cogeneración reducirá el costo de consumo de energía correspondiente al suministro de servicios generales (SSGG) del centro comercial La Rambla San Borja?

¿De qué manera la implementación de una planta de cogeneración reducirá el costo de consumo de energía correspondiente al suministro del aire acondicionado central chiller y electrobombas en el centro comercial La Rambla San Borja?

Justificación de la Investigación.

Justificación Económica:

La implementación de una planta de cogeneración permitirá reducir los costos de consumo de energía eléctrica, se maximizará el beneficio económico a través de la minimización del costo unitario de la generación de la energía eléctrica.

Justificación Tecnológica:

La implementación y utilización de tecnologías energéticas tales como: grupo electrógeno que funciona con gas natural para la cogeneración y un chiller de absorción que aprovecha la energía térmica residual del grupo electrógeno para la climatización permitirá al centro comercial La Rambla San Borja ser el primer mall en el Perú que utilizará esta tecnología y estará un paso por delante con referencia a los demás centros comerciales. Así mismo se minimizará la dependencia con la concesionaria Termochilca.

Justificación Institucional: (Académica)

La Universidad Privada César Vallejo es una institución de educación superior universitaria que promueve la investigación y desarrollo de tesis como la: Implementación de una planta de cogeneración para reducir los costos de energía eléctrica en el centro comercial La Rambla San Borja, y permite una relación laboral entre la empresa URBANOVA INMOBILIARIA S.A.C. y la Universidad. El resultado es que el alumno de la escuela profesional de Ingeniería Industrial pueda expandir sus conocimientos en el campo laboral.

Justificación Socio Ambiental:

La implementación de una planta de cogeneración permite utilizar energías limpias y disminuye el impacto ambiental en contraste con los procesos del suministro de energía convencional por lo tanto se reducen las emisiones de gases contaminantes que contribuyen de manera directa al cambio climático.

Objetivo General

Implementar una planta de cogeneración para reducir los costos de consumo de energía eléctrica en el centro comercial La Rambla San Borja

Objetivos específicos

Determinar en cuánto se reduce el costo de consumo de energía correspondiente al suministro de servicios generales (SSGG) en el centro comercial La Rambla San Borja mediante la implementación de una planta de cogeneración.

Determinar en cuánto se reduce el costo de consumo de energía correspondiente al suministro del aire acondicionado central chiller y

electrobombas en el centro comercial La Rambla San Borja mediante la implementación de una planta de cogeneración.

Hipótesis General

La implementación de una planta de cogeneración reduce los costos de consumo de energía eléctrica en el centro comercial La Rambla San Borja.

Hipótesis específicas

La planta de cogeneración reduce el costo de consumo de energía correspondiente al suministro de servicios generales (SSGG) en el centro comercial La Rambla San Borja.

La planta de cogeneración reduce el costo de consumo de energía correspondiente al suministro de aire acondicionado central chiller y electrobombas en el centro comercial La Rambla San Borja

II. MARCO TEÓRICO

Trabajos Previos.

(INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE ENERGIA, 2018)
Determina que la cogeneración es la obtención de energía mecánica, eléctrica y energía térmica de manera simultánea aprovechando eficientemente su utilidad.

Para implementación de una planta de cogeneración se suele contar con turbinas de vapor o gas, estos componentes tienen la finalidad de aprovechar la energía que se encuentra en el combustible y convertirlo en energía mecánica y calor residual. Mediante el uso de un alternador se puede convertir la energía mecánica en energía eléctrica y el calor que se suele desperdiciar es aprovechado en forma de vapor de agua, gases calientes y aceites térmicos para su posterior uso en distintos requerimientos.

Particularmente del equipo mencionado las plantas de cogeneración suelen instalar componentes auxiliares con el propósito de generar esencialmente energía térmica como respaldo a la eficiencia proporcionada por los sistemas de cogeneración. Como uso frecuente de estos componentes se mencionan:

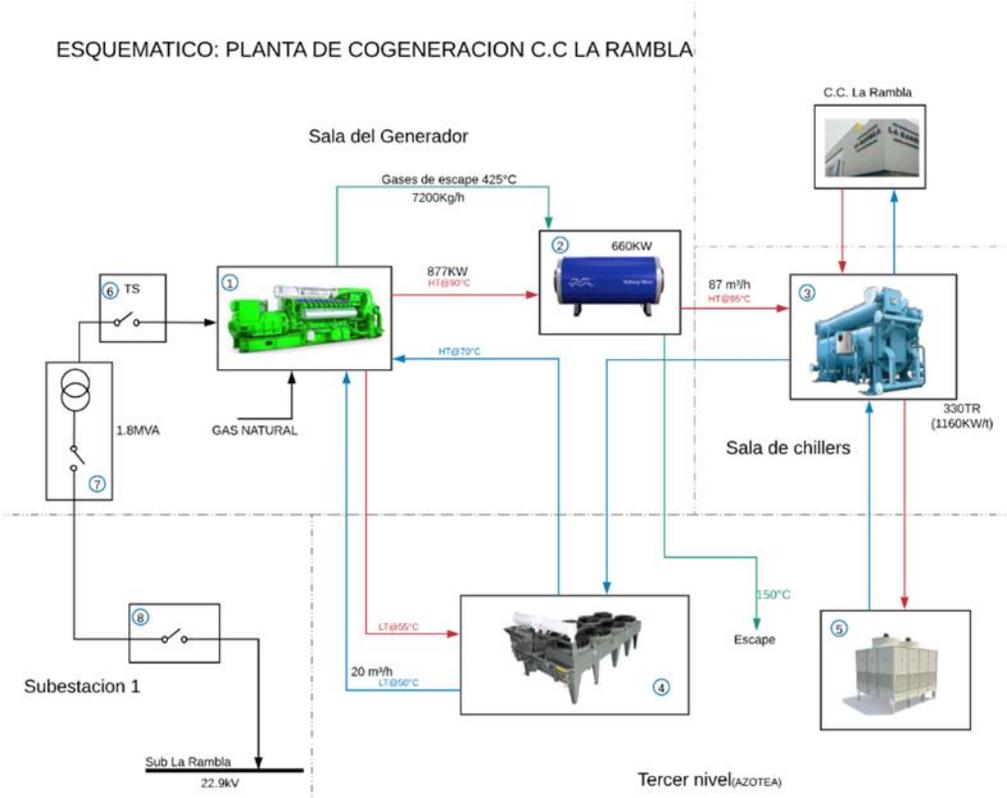
Generadores o calderas convencionales con la finalidad de adecuar la producción de calor al requerimiento en cada momento, o para su uso como respaldo ante el fallo de los equipos principales.

Sistema de postcombustión, que posee igual propósito señalado, o sistemas de aire frío que generen el aumento y garanticen el abastecimiento de energía ante un posible paro del motor principal.

Sistemas de bypass que suelen aceptar la utilización de los motores como sistemas de auxilio (sin recobrar el calor) o generadores electrógenos para garantizar algunos requerimientos particularmente de electricidad.

Tomando en consideración el concepto de cogeneración junto con las particularidades de los componentes que se suelen instalar en un sistema de cogeneración, esta información se toma como referencia en el presente trabajo de investigación para adoptar los componentes con las características adecuadas para la implementación de una planta de cogeneración en el centro comercial La Rambla San Borja con la finalidad de reducir los costos de energía eléctrica, la cual contará con el siguiente esquema:

Ilustración 1: Planta de Cogeneración



(Ashhutoosh, 2014 pág. 88) Se puede evidenciar que la tesis referenciada explica en una de sus conclusiones, aspectos que son relevantes para el estudio del presente proyecto el cual busca dar solución a un problema muy recurrente en la industria energética, nos referimos a los altos costos por concepto de generación eléctrica de allí que la cogeneración y en particular el uso de turbinas de gas y recuperadores de calor como medio para dar solución al problema de los requerimientos térmicos de las industrias con la ventaja de obtener una alta eficiencia

en su producción la cual se traduce a la reducción de costos de energía con cifras económicamente considerables, además los sistemas de cogeneración son amigables con el medio ambiente.

(San Martín Mondragón, 2019 pág. 90) El contexto que presenta la tesis tiene en uno de sus objetivos generales reducir los costos de energía y mejorar la rentabilidad en la fábrica de papel, el estudio hace referencia a los altos costos que se manejan en la adquisición de energía eléctrica y energía térmica, sumado al alto tiempo de funcionamiento de sus instalaciones, al igual que el centro comercial La Rambla San Borja que presenta los mismos requerimientos y que generan problemas económicos hacen que la implementación de sistemas de cogeneración sean necesarias y aceptables.

(COGENERACIÓN INDUSTRIAL, 2017 pág. 9) Hans Kortewegen, su artículo afirma que es crucial hacer eficiente toda la cadena del sistema energético, desde la instalación de generación hasta el consumidor final. Por otro lado, refiere que la cogeneración es un sistema de generación eléctrica que ayuda a incrementar la eficiencia energética, aporta beneficios con respecto a la reducción de la huella de carbono y permite la reducción de costos de energía eléctrica, razones suficientes para mirar a la cogeneración como un aliado para los propósitos de responsabilidad social y competitividad en el mercado industrial.

(ARRIERO, 2018 pág. 7) En su artículo. La modernización tecnológica y digitalización de la industria, motor de nuevos modelos energéticos competitivos y eficientes, hace referencia a la importancia que representa la adopción de nuevas tecnologías en las que se encuentran la cogeneración y por otro lado las renovables, están surgiendo como las nuevas formas eficientes de generar energía y obligando a las empresas a mantener viables sus plantas energéticas en un mercado en el que cada día se priorizan las tecnologías con mayor alcance de eficiencia y cuidado del medio

ambiente, las cuales permitirán liderar la transformación digital y con ella la industria energética en el futuro.

(TORRENTE GIMÉNEZ, 2014 pág. 10) En su investigación hace referencia acerca de los requerimientos de energía eléctrica y energía térmica que necesitan las edificaciones tal como hospitales, centros comerciales y hoteles los cuales están supeditados a la compra de combustible, por consiguiente generan dependencia y pérdidas económicas las que podrían ser mitigadas si las edificaciones produjeran su propia energía eléctrica y se aprovecharía el calor que se genera durante su proceso y además otros beneficios como la fiabilidad del suministro, la eliminación de pérdidas por transporte y la disminución del GEI, de ahí que la cogeneración se perfila como una alternativa de eficiencia energética.

(Techno-economic analysis of the cogeneration process on board ships, 2017 pág. 7) Describe a la cogeneración como la producción de energía eficiente, donde hace notar el desperdicio que se genera en una planta eléctrica convencional que usualmente aprovecha solo el 50% de la energía de la fuente primaria, muy por el contrario, los procesos de cogeneración pueden recuperar esa energía desperdiciada y generar valores entre un 70% y un 85%, en consecuencia, un mejor uso de la energía del combustible. Tal eficiencia estará sujeta a varios factores entre los cuales se encuentran, la tecnología adquirida, el tipo de fuente primaria y el tamaño de las plantas.

(ENERGIZA, 2018) Según estudios realizados por Energiza el potencial registrado a nivel mundial es particularmente variado en los países que han adoptado la cogeneración como una tecnología de eficiencia energética arrojando cifras considerables que se deben tomar en cuenta para poder visualizar el porcentaje del potencial de una manera global.

Para EU-25, se calcula que el actual potencial de cogeneración fluctúa entre 150 – 250 GWe, con un pronóstico que se duplicará para el año 2025. Tomando en cuenta este contexto sobrepasara el 17% de la potencia eléctrica instalada en sus plantas de cogeneración. (COGEN Europe 2006).

En el año 2002 Canadá realizó un estudio que pronosticó un potencial de cogeneración de 15.5 de GWe para el 2015, aproximándose a un 12% de su capacidad instalada hasta ese año.

El reino unido ha calculado que el potencial de la cogeneración es del 17% de la potencia eléctrica total instalada en 2010 (actualmente es del 7,5%).

Para el gobierno alemán el propósito señalado en el año 2007 se manifiesta con la idea de doblar su potencia eléctrica instalada para el 2020, implementando más plantas de cogeneración.

En la India, el potencial de cogeneración en el sector industrial sobrepasa los 7,5 GWe (Powerline 2007).

El potencial de cogeneración en Japón para 2030 se ha identificado en 29,4 GWe, más del 10% de la potencia eléctrica prevista en la fecha.

En la actualidad existen países que mediante el estímulo de políticas de inversión en nuevas tecnologías de eficiencia energética han logrado que la cogeneración intervenga en más del 50% de la matriz energética, de las cuales diez de ellas se reúne el 80% de las emisiones mundiales.

En relación con el resto del mundo el cual representa un 7%, necesitan de una política energética con programas adecuados que les permitan invertir en energía limpia y económica cuyo propósito es el desarrollo, cada economía representa un potencial de crecimiento de consumo de energía e industrialización mejorando de esta manera la producción de bienes y las actividades de servicio.

En el contexto de la aparición de la cogeneración, la cual puede proporcionar rendimientos de hasta el 85%, se presenta como una tecnología inteligente que tuvo

sus inicios a finales del siglo IXX con la finalidad de utilizar el calor residual de las centrales eléctricas, luego llegó a EE. UU. a principios del siglo XX con el apogeo industrial y la instalación de los primeros sistemas de cogeneración. En otros lugares como, Canadá, Japón y Australia, las plantas de cogeneración aparecen hace veinticuatro años, de la misma manera en Latinoamérica en países como México, Brasil, Colombia y Chile.

(GESTIÓN EMPRESAS, 2019). En el Perú existen un gran número de mall, para fines del 2018 habían 80, los cuales los conforman 13 grupos económicos, muchos de ellos de origen chileno. Por otro lado, un grupo de inversionistas locales posee una gran cantidad de centros comerciales: InRetail (Grupo Intercorp), a través de la cadena Real Plaza, con 21; seguido de Parque Arauco, que a través de la compra al Grupo Wiese ahora posee 16 establecimientos.

El conglomerado de estos grupos, solo cuatro tienen marcas relacionadas: Falabella, Ripley, Cencosud e InRetail. No obstante, el valor diferencial de este último considera numerosas tiendas grandes que sirven como anclas para atraer los clientes hacia los centros comerciales, sin dejar de mencionar los establecimientos pequeños de comida rápida (fast food).

Los grupos que dominan los malls en Perú son: Altas Cumbres (Jockey Plaza), Parque Arauco (Mega Plaza, Larcomar, Lima Outlet Center), InRetail (Real Plaza), Falabella (Mall Plaza), Ripley (Mall Aventura), Algeciras (Plaza del Sol y la Luna) Centenario (Minka), Corporación Wong (Plaza Norte), Urbanova (La Rambla), Cencosud (Plaza Lima Sur), PUCP (Plaza San Miguel), Grupo Mulder (Royal Plaza, Plaza Santa Catalina), Graña y Montero (Parque Agustino).

Actualmente se puede observar que la afluencia hacia los centros comerciales es cada vez más numerosa, representando una atrayente razón para la inversión en este sector, según el estudio realizado por la Asociación de centros comerciales y entretenimiento del Perú (ACCEP), los mall recibieron 70.8 millones de visitantes el 2019, comparado con los 66.2 millones del 2018, para magnificar esta cifra se recaudó ventas alrededor de S/ 29,400 millones. Esta realidad refleja un desarrollo sostenible

el cual permitirá analizar la posibilidad de invertir en nuevas tecnologías como la implementación de sistema de cogeneración para reducir los costos de energía eléctrica.

En el Perú el sector proseguirá su desarrollo. El Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), realizó un estudio de actualización de proyecciones macroeconómicas 2019-2022 en el cual reporta, que entre este año y el 2021 se invertirán en el Perú US\$ 934 millones en la edificación y apertura de centros comerciales. Solo durante este año se invertirán US\$ 454 millones en siete malls. Dichas inversiones son producto de la visión del potencial de crecimiento que experimenta este sector, del cual se ven en la necesidad de ofrecer sus servicios con un valor agregado que los diferencie de los demás y mejorar la experiencia de visita de los clientes y asegurar de alguna manera su fidelidad.

Entre los siete proyectos que se llevarán a cabo durante el 2019 están Real Plaza Puruchuco y Las Vegas Plaza, que iniciaron construcción el año pasado. Asimismo, entre el 2020 y 2021 se espera la apertura de otros seis proyectos por alrededor de U\$ 480 millones. Destacan Mall Plaza en Cusco y Comas, y Mall Aventura en Chiclayo, San Juan de Lurigancho e Iquitos.

Según Índice de Desarrollo Global de Retail 2017, el Perú es el país más atrayente en Latinoamérica para realizar inversiones con respecto al sector retail (noveno puesto en el ranking mundial).

Con el evidente crecimiento competitivo de los malls, los centros comerciales se ven en la necesidad de mejorar sus servicios de atención al cliente y brindarles una estancia placentera para lo cual tienen que invertir y una manera de incrementar sus utilidades es la de implementar sistemas de cogeneración para suministrar energía eléctrica limpia y económica de una manera más eficiente.

(ROA MARTINEZ, 2018 pág. 1) Manifiesta que “La cogeneración o Combined Heat and Power (CHP) en inglés se define como un sistema para la generación simultánea de dos tipos de energía, energía eléctrica y energía calorífica aumentando la capacidad de aprovechamiento de estas la cual es producida utilizando una única

fuentes de energía a la vez que reduce las emisiones de gases de combustión. Las ganancias en eficiencia superan el 30% y las reducciones de combustibles pueden llegar al 50%.

CHP es una tecnología considerablemente utilizada en países desarrollados. Actualmente en Chile se utiliza en grandes industrias con cerca de 800 MW eléctricos de cogeneración instalados y un potencial de unos 1.500 MW en el mercado energético local, no obstante, existen ciertas limitaciones para la obtención de este tipo de tecnología con respecto a la inversión inicial. Los costos para cogenerar van desde los US\$2 a US\$5 millones por MW instalado, mientras que los períodos de retorno están entre cuatro y siete años.

(MORENO GONZÁLEZ, y otros, 2019 págs. 226 - 227) “La cogeneración como opción permitió un uso de los recursos energéticos de una manera más eficiente, entre los aspectos de mejora cabe señalar el aumento de la energía mecánica y el calor, aprovechándolas en el mismo lugar donde estas fueron generadas. Otro aspecto favorable es el de proporcionar ventajas para el cuidado del medio ambiente siendo la disminución de gases efecto invernadero su mayor aporte. El tiempo de la recuperación de la inversión depende del tiempo de demanda del sistema, esta solución mejorará la calidad de las producciones por el ahorro energético en el empleo de las estufas de la panadería.

La accesibilidad al gas natural como una nueva fuente de energía permite la posibilidad de analizar, evaluar y usar sistemas de alta eficiencia térmica y menor costo de operaciones, así podemos ver el caso de la cogeneración como una solución a la realidad problemática del centro comercial La Rambla San Borja que presenta un alto consumo de energía eléctrica cada mes, a pesar que se realizan diversas planificaciones con el objetivo de reducir estos costos, no se ha logrado optimizar este recurso de manera significativa.

Mediante la cogeneración, el centro comercial producirá la energía eléctrica que consume y a través de un sistema de refrigeración por absorción, climatizará y cubrirá la demanda existente que actualmente se tiene con respecto al aire acondicionado.

(SANTANA CANCHANYA, 2011) . Manifiesta en su proyecto, una de las razones del estudio de un sistema de cogeneración para un centro comercial utilizando gas natural, es el incremento considerable en su margen de utilidad, lo que mejorará su flujo de caja, logrando mejorar la rentabilidad que le posibilita capitalizar para invertir. Mencionando estos beneficios que nos brinda la cogeneración se suman otros que son de gran importancia como la confiabilidad del suministro de energía eléctrica para cubrir la demanda requerida, por otro lado, aumenta la capacidad de producción y genera la reducción de costos. Para ser más explícitos cada proyecto de esta naturaleza requiere de una inversión considerable, los estudios de factibilidad, diseño de instalación, ingeniería y construcción determinarán el monto de la inversión sin dejar de lado en un primer lugar la evaluación de la situación actual energética, recaudando información estadística que el estudio requiera para su realización los cuales serán brindados por el mismo Centro Comercial.

Ahora bien, en el presente trabajo de investigación nos enfocaremos en el consumo de energía eléctrica del centro comercial La Rambla San Borja y la forma en la que pretende generar ahorros mediante la implementación de una planta de cogeneración de energía, esta planta constará con la instalación de un grupo electrógeno que funciona con gas natural y la instalación de un chiller de absorción para obtener agua helada y climatizar a todo el centro comercial.

Ilustración 2: Conjunto de fases que conectan a un proyecto de implementación



(YABAR VIGGIO, 2016 pág. 97) Demuestra mediante la comprobación de la hipótesis de su investigación, que la reducción de costos de energía eléctrica es factible para aquellas empresas que implementan plantas de cogeneración obteniendo buenos resultados económicos, razón por la cual se puede evidenciar que el uso de las plantas

convencionales representa la ineficiente forma de producir energía, demandando costos elevados y la dependencia de un proveedor particular.

Precisamente la presente tesis es fiel a sus objetivos y de esta forma se podrá demostrar si la investigación resulta favorable para los propósitos del centro comercial La Rambla San Borja.

(RIOS VILLACORTA, 2016) El Perú posee un gran potencial de fuentes de energías limpias, económicas, abundantes y generosas con el cuidado del medio ambiente. Con el hallazgo del gas natural de Camisea y el inicio de su explotación se podrá contar con reservas que permitan satisfacer los requerimientos energéticos del país, asegurando el abastecimiento a un bajo costo del combustible fósil para las plantas de cogeneración, por otro lado la intensiva introducción de estos sistemas de distribución permitirá observar desde otra perspectiva el concepto que representa esta forma de suministro eléctrico, esta forma de suministrar energía eléctrica podrá ser distribuida convenientemente en edificaciones comerciales, residencias y en las industrias en sus diferentes rubros de producción de bienes, otro aspecto favorable es el ahorro con respecto al transporte y distribución eléctrica el cual resulta económico comparado con un sistema convencional, por lo tanto el uso del gas natural como fuente primaria es favorable para las empresas que desean llevar a otro nivel el suministro eléctrico que necesitan, los cuales significan el uso de una energía eficiente que permita el ahorro de sus costos de energía eléctrica.

El gas natural de Camisea representa uno de los más importantes proyectos energéticos de América Latina, con una abundante reserva aproximada de 8.7 trillones de pies cúbicos de gas el cual garantizará el abastecimiento a las plantas de cogeneración. Para la presente tesis esta información servirá para mantener la continuidad del funcionamiento de la planta de cogeneración a largo plazo, para lo cual se contará con el abastecimiento del gas natural de Cálidda esta empresa brindará un 60% de la energía y el otro 40% lo seguirá proporcionando la empresa eléctrica Termochilca y de esta manera cubrir en su totalidad la energía que requiere el funcionamiento del centro comercial La Rambla San Borja.

El presente proyecto de cogeneración se realizará considerando un marco normativo que lo señala la ley 28832 y el decreto supremo N°064-2005-M, en el cual se establecen una serie de criterios técnicos que se deben cumplir para poder participar en el mercado eléctrico peruano. Cumpliendo con todos los requisitos de la normatividad vigente se puede señalar que el proyecto se realizará de una manera formal cumpliendo con las normativas vigentes.

En 1999, el Centro de Conservación de Energía y del Medioambiente (CENERGIA) elaboró el estudio “Potencial Nacional de Cogeneración mediante el uso de Gas Natural”. Este estudio indicó un potencial tecnológico teórico de 427.6 MW y un potencial efectivo de 196.7 MW implementadas en 119 instalaciones.

Tabla 4: Potencial tecnológico teórico de 427.6 MW y un potencial efectivo de 196.7 MW implementadas en 119 instalaciones.

SECTOR	POTENCIAL TECNOLÓGICO			POTENCIAL EFECTIVO		
	MW	%	INVERSIÓN REQUERIDA Mio US\$	MW	%	INVERSIÓN REQUERIDA Mio US\$
Industrial (1)	302.8	70.8%	318.5	126.4	64.3%	138.5
Refinero (2)	65.4	15.3%	96	50.9	25.9%	60.5
Minero-Metalúrgico (3)	39.2	9.2%	25.6	15.6	7.9%	10.2
Servicios (4)	20.2	4.7%	15	3.8	1.9%	3.4
TOTAL	427.6	100.0%	455.1	196.7	100.0%	212.6

(1) Corresponden a 90 empresas industriales

(2) Corresponden a 6 refineries

(3) Corresponden a 20 empresas minero-metalúrgicas

(4) Corresponden a 13 establecimientos de servicios

Fuente: CENERGIA

En 2009, la empresa sudamericana de Fibras, la única en Latinoamérica en producción y comercialización de fibra acrílica procesada en hilado en seco, instaló un sistema de cogeneración a gas natural con una potencia instalada de 30MW. Esta instalación es capaz de aprovechar hasta en 90% el calor útil generado por la turbina.

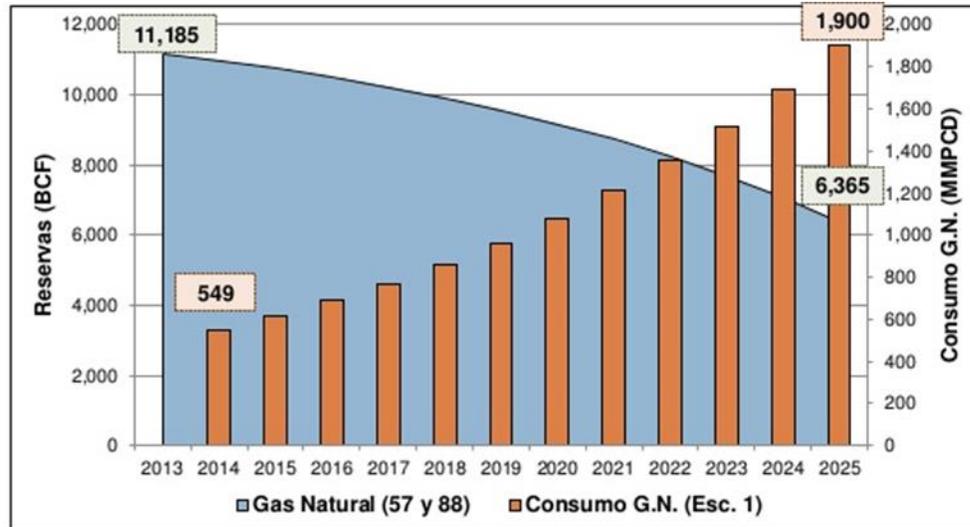
En 2012, la refinería La Pampilla, propiedad de la empresa Repsol, instaló un sistema de cogeneración de 10 MW, permite suministrar el 80% de las necesidades eléctricas de la refinería. Al inicio se abastecía con desechos de la producción de caña de azúcar, pero posteriormente pasó a operar con gas natural.

Para hacer una comprensión del estado en que se encuentran los proyectos de inversión en sistemas de cogeneración se puede decir que el número es muy reducido, el Perú todavía no cuenta con una adecuada política de eficiencia energética, las instalaciones de las plantas de cogeneración requieren de la inversión a largo plazo lo que genera que muchas empresas que tienen como proyección mejorar el suministro eléctrico en sus instalaciones no se puedan concretar. En estos tiempos el gas de Camisea representa la oportunidad de cambiar el actual modelo energético deficiente por uno con la capacidad de lograr un desarrollo sostenible durante un largo periodo.

(Feasibility analysis of different cogeneration systems for a paper mill to improve its energy efficiency, 2016 pág. 1) Expresa en su contenido, el mundo se torna exigente para los requerimientos energéticos, con un pronóstico del doble para el 2050 y el triple para fin de siglo con respecto a la demanda actual, esta situación obliga a las organizaciones a considerar nuevas formas de producir energía con sistemas que generen electricidad y calor simultáneamente para reducir costos de energía eléctrica y aumentar la eficiencia energética, es en ese contexto es que la cogeneración se perfila como la tecnología idónea para cubrir los requerimientos energéticos de los años venideros, Visualizando el panorama del futuro de la cogeneración como la tecnología que puede ayudar a cubrir la demanda de los próximos años y con ello garantizar el suministro del combustible primario, la presente investigación tomará

como referencia la proyección de reservas y consumo de gas natural del Perú que se muestran en el siguiente gráfico.

Gráfico 3: PROYECCION DE RESERVAS DE G.N (MERCADO INTERNO)



Fuente: Libro de Reservas de Hidrocarburos,
MINEM
Esc. 1: Escenario Base
Lote 57 Y 88

Fuente: <https://image.slidesharecdn.com>

Teorías Relacionadas al tema.

(ÁLVAREZ ECHEVERRIA, 2015) En su investigación manifiesta, que una considerable cantidad de empresas efectúan proyectos de implementación de nuevas tecnologías considerando solo el factor financiero sin tomar en cuenta otros factores que juegan un papel importante para el éxito requerido, en consecuencia, la empresa que adopta una nueva tecnología debe considerar las variables tangibles e intangibles que son de importancia dentro del proceso de innovación. Dicho de otra manera, tomar en cuenta solamente los aspectos financieros pueden conllevar al fracaso en el proceso de desarrollo con respecto al dinamismo con el que se pretende mejorar tecnológicamente. En el acogimiento de nuevas tecnologías hay ciertas variables que una vez tomadas actúan de manera que no se pueden cambiar, desencadenando un resultado desfavorable para las organizaciones en relación con sus objetivos y metas trazadas. El riesgo y la incertidumbre dentro del proceso de innovación, no solamente

tiene que ver con los factores financieros además estos son el relejo de otras variables más complejas dentro del entorno competitivo, es por esa razón que es necesario una acertada visualización de las variables y situaciones que se puedan dar de manera localizada y global. Las variables utilizadas en el proceso de implementación de nuevas tecnologías deben ser las más adecuadas ya que en el proceso de cambios sistémicos conllevan a extender el marco de referencias de manera positiva la cual generan acciones que alineen las metas para lograr los objetivos en aras del desarrollo planificado por la organización. La identificación de las variables tecnológicas son entonces el inicio dentro de la transformación que se necesita para el desarrollo de una metodología que permita analizar y evaluar de manera idónea todos aquellos factores y relaciones dentro de un marco referencial diferente para cada organización. La correcta identificación de los factores financieros y las variables tangibles e intangibles son las que determinan el éxito de la adopción de nuevas tecnologías cada una adecuada particularmente para cada organización.

(A Review of Cogeneration in Alberta, 2015 pág. 3) Describe a la cogeneración como una tecnología de eficiencia energética cuyos beneficios surgen de la producción de energía incito para consumirla de manera más eficaz con un menor costo de producción y un bajo impacto ambiental, generando un nivel alto de confiabilidad para los proyectos de cogeneración. Por otro lado, adicionalmente proporciona una capacidad de electricidad a todo el suministro general.

Todos estos beneficios evidencian la importancia que representa la cogeneración para los objetivos que se trazan las organizaciones dependiendo de los fines para los cuales hayan sido adoptados particularmente. Algunos proyectos de investigación estarán enfocados al estudio sobre implementación de plantas para reducir las emisiones de CO₂, reducir costos de energía eléctrica o en otros casos ambas, cual fuera la razón del estudio se deben considerar otros aspectos que son de suma importancia como, por ejemplo, la viabilidad técnico económico del proyecto que estará sujeta a un

análisis cuantitativo de los beneficios que representa la implementación de una planta de cogeneración.

- Cogeneración de Energía.

(MGM Internacional, 2018 pág. 10) CHP por sus siglas en inglés (Combinated Heat and Power) o cogeneración, es la producción simultanea de electricidad y cualquier tipo de energía térmica como vapor, gases calientes, agua caliente o fría, mediante el uso de una fuente de combustible primaria. La principal ventaja de este modelo de tecnología es el máximo aprovechamiento de la fuente primaria utilizada como combustible, por el contrario, los sistemas convencionales se tienen que producir energía eléctrica y térmica por separado.

La procedencia del combustible puede ser del tipo fósil como gas natural, diésel, carbón, o de origen renovable como biogás, biomasa, solar o gases residuales de un proceso productivo.

Existen una diversidad de tipos de cogeneración por lo tanto deben ser analizadas para luego adaptarlas a las necesidades del usuario final y de esta manera cumplir con los fines específicos de las empresas que requieran las ventajas que generan esta tecnología.

Con la implementación de un sistema de cogeneración se puede aprovechar entre un 75% y un 90% de la energía de una fuente de combustible.

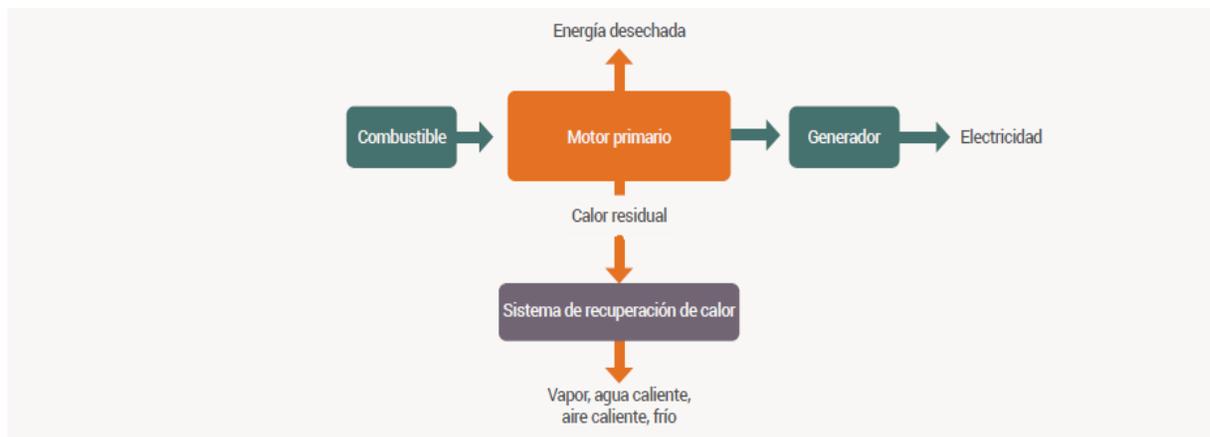
(KHELLAF, 2016 pág. 9) Poner en funcionamiento una planta de cogeneración implica el uso eficiente de la energía y la reducción de gases contaminantes. Los elementos principales de un sistema de cogeneración están conformados por un motor a combustión primario, un generador eléctrico y un sistema de absorción de calor.

El motor de combustión primario se encarga de transformar la energía del gas natural en energía mecánica para mover un generador eléctrico. Estas máquinas no pueden

transformar la totalidad de la energía de combustión en energía mecánica, por eso el calor residual que se genera se desperdicia, este calor residual se puede aprovechar por medio de la cogeneración para obtener frío o calor. El generador eléctrico transforma la energía mecánica del motor primario en energía eléctrica y casi siempre viene acoplado al motor de combustión primario como un solo equipo. El sistema de absorción de calor utiliza el calor residual para generar agua fría. Los equipos usualmente utilizados para estos fines son los chillers de absorción, estos sistemas auxiliares permiten el funcionamiento óptimo además debe contar con sistema de control que sirva para la automatización del funcionamiento del sistema de cogeneración que asegure una continua eficiencia energética.

Enfoques Conceptuales.

Ilustración 3: Esquema de Cogeneración de cabeza o Topping



Fuente: Cogeneration feasibility guide. Office of Environment and Heritage NSW. 2

- definiciones (Glosario).

(MGM Internacional, 2018 pág. 4) De acuerdo con la ficha se mencionan algunos conceptos básicos:

- ✓ BTU: Unidad Térmica Británica. Unidad utilizada para medir el calor, 1 BTU es la energía que se necesita para elevar la temperatura de una libra de agua en 1 grado Fahrenheit.

- ✓ Dióxido de carbono (CO₂): es el principal gas de efecto invernadero que se emite a través del uso del transporte, industria, producción de energía eléctrica, agricultura y deforestación.
- ✓ Eficiencia energética: es una forma eficiente de gestionar y limitar el crecimiento del consumo de energía. Un proceso eficiente puede producir bienes o servicios con la misma o menor cantidad de energía. Por ejemplo, una luminaria fluorescente compacta utiliza menos energía que un foco incandescente para obtener la misma cantidad de luz.
- ✓ Eficiencia eléctrica: es la eficiencia nominal de fábrica de un equipo para la generación de energía eléctrica.
- ✓ kWe: unidad de medida de potencia. Para este caso, se diferencia entre kWe y kWt para expresar la capacidad eléctrica y térmica instalada en los sistemas de cogeneración.
- ✓ kWh: kilovatio-hora, equivalente a mil vatios-hora, es una unidad utilizada para medir utilizada en un determinado tiempo. Para este caso, se hace la diferenciación entre kWhe y kWht para expresar la energía eléctrica y térmica consumida.
- Tabla de Conversiones.

Tabla 5: Conversión de unidades.

Potencia	Kilowatt (KW)	HP	BTU/h
Kilowatt (KW)	1	1.341	3412.14
HP	0.754	1	2544.43
BTU/h	0.00293	0.0003928	1

Fuente: Guía para la Evaluación de Elegibilidad de Financiación de Proyectos de Eficiencia Energética

- Turbina a Gas.

(FRAILE, 2015-2016 pág. 40) Una turbina a gas es un motor térmico que se compone por un compresor de aire, una cámara de combustión, una turbina y un generador eléctrico. La máquina es de ciclo abierto, ya que el fluido que pasa por su mecanismo

es renovado constantemente, el compresor calienta y comprime el aire que luego se mezcla con el combustible en la cámara de combustión.

La mezcla del aire y el gas de combustión caliente y accionan la turbina para producir energía al eje del generador y compresor.

En la figura se presenta una imagen de una turbina a gas típica.

Ilustración 4: Turbina a Gas Marca Solar



Fuente: http://img.directindustry.es/images_di/photo-g/22650-6150007.jpg

Las turbinas de gas presentan un nivel de temperatura en orden de 450 a 550°C, lo que permite obtener vapor para la producción de frío en un chiller de absorción.

En la figura se muestra un balance de energía para una turbina a gas. Se observa que la relación calor/energía es de 1,6:1, es decir, por cada kWh de energía eléctrica se generan 1,6 kWh de energía térmica. Teniendo en cuenta esto, las turbinas se emplean donde el consumo de energía térmica es 1,5 y 2 veces el consumo de energía eléctrica.

Ilustración 5: Balance energético turbina a gas.



Fuente: Cogeneration feasibility guide. Office of Environment and Heritage NSW. 2014.

- Refrigeración por Absorción.

(DFIC - Dr. Fromme International Consulting, 2016 pág. 25) Los enfriadores por adsorción funcionan según el principio de adsorción, el método es muy común y simple para cubrir los requerimientos de refrigeración y aire acondicionado es el realizado por compresión de un gas refrigerante el cual brinda un efecto de enfriamiento en el evaporador, al adsorber el calor externo y volver a transformarse en vapor. Estos procesos de enfriamiento no necesitan altas temperaturas, un enfriador de adsorción no requiere partes móviles también es relativamente silencioso, sumado a la simplicidad de su funcionamiento la convierten en un equipo confiable, seguro y de consideración para las plantas de cogeneración.

Entre otras ventajas que se pueden aprovechar con este tipo de enfriadores de adsorción se pueden mencionar:

- Requerimiento mínimo de energía.
- No se usan refrigerantes contaminantes (fluoro, carbonatos).
- Menor mantenimiento.
- Control automático.

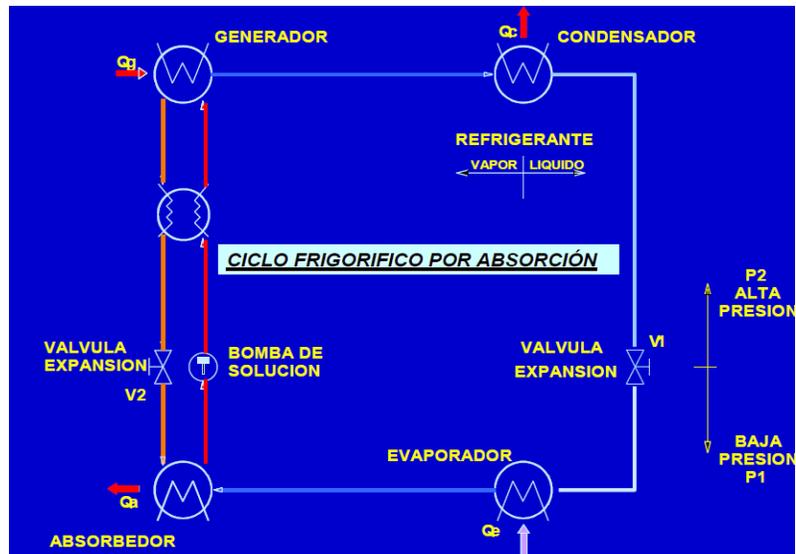
Con respecto a la última ventaja mencionada es relevante acotar, que siendo el control de la máquina automatizada no será necesario la operación por personal calificado y por ende un ahorro de costos por operatividad.

- Descripción de una Máquina de Absorción.

(Absorption Chillers for CHP Systems, 2017 pág. 2) La máquina de adsorción tiene un ciclo de refrigeración similar al ciclo por compresión de vapor, excepto que el motor eléctrico principal y el compresor son cambiados por un compresor térmico, cuyo principio de funcionamiento se basa en una solución concentrada. En una máquina de adsorción existen dos sustancias, el refrigerante es la sustancia que realiza el ciclo de refrigeración completo y el absorbente es el que modifica la presión de vapor del

refrigerante, haciendo que se produzca la evaporación y condensación en las condiciones deseadas. Un compresor térmico usa un fluido para mezclarse químicamente el vapor refrigerante comprimiéndolo y transformarlo a un líquido. El ciclo de refrigeración corresponde a procesos de absorción y des adsorción comunicados con una bomba de la solución.

Ilustración 6: Ciclo Frigorífico por absorción

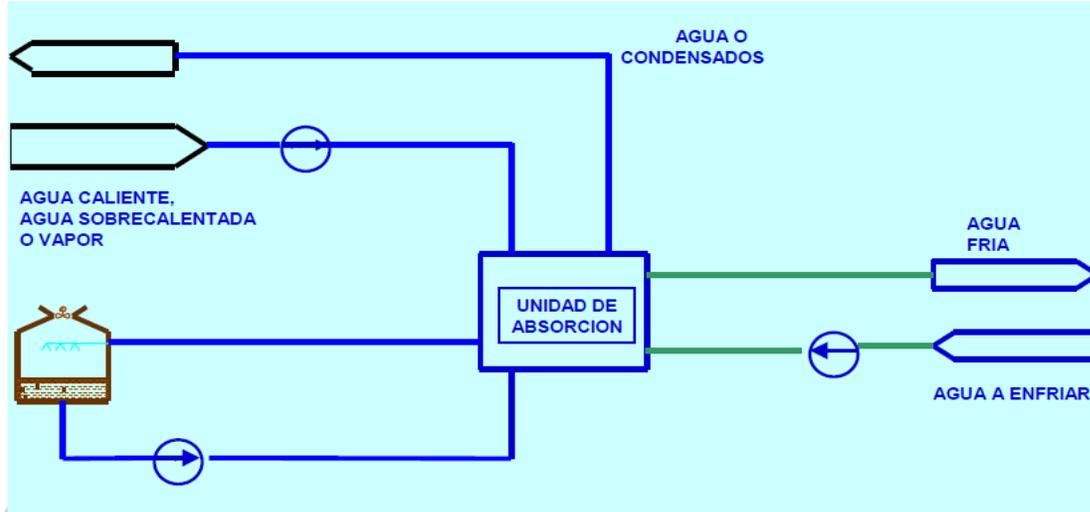


Fuente: COGENERACIÓN: ASPECTOS TECNOLÓGICOS pág. 98

- Descripción de una Instalación de Refrigeración por Absorción.

El esquema de la instalación se representa en la siguiente figura. El elemento central es la máquina de absorción conectada con una torre de refrigeración que elimina el calor extraído.

Ilustración 7: Conexiones Máquina de absorción.



Fuente: COGENERACIÓN: ASPECTOS TECNOLÓGICOS pág. 99

El agua que se requiere enfriar es bombeada hacia la máquina de absorción de donde sale a la temperatura deseada. La bomba regula el caudal de agua que se envía a refrigerar y de esta forma se tienen controlados los caudales de agua a enfriar.

Otro método es hacer un bypass y proceder a la mezcla una vez realizado el enfriamiento, siendo esta mezcla la necesaria para que la temperatura media final sea la requerida por el proceso.

Otra parte fundamental es la torre de refrigeración. En esta torre se disipa el calor extraído del proceso. Se debe destacar que en el proceso de absorción se evacua aproximadamente el doble de calor que, con equipos de compresión, por tanto, se incrementa el consumo de agua de refrigeración y las pérdidas por evaporación. Esta característica suele aumentar el tamaño y costo de la instalación.

- Alcances de Proyectos de Cogeneración.

La adecuada selección y dimensionamiento son fundamentales para el éxito del proyecto de cogeneración. En un proyecto como este, existen diferentes tecnologías y

análisis que, dependiendo de las características propias de cada proceso, puede ser que una o varias tecnologías sean fácilmente aplicables y técnicamente viables para la implementación y la decisión final estará sujeta a un análisis financiero. De manera general la selección y dimensionamiento de un sistema de cogeneración tiene los siguientes pasos:

- Recolectar la información de consumo de energía eléctrica y térmica.
- Analizar los perfiles de demanda de energía eléctrica y térmica.
- Seleccionar la tecnología adecuada para el sistema de cogeneración.
- Determinar la capacidad del sistema de cogeneración.
- Evaluar el impacto de las tarifas energéticas en el sistema de cogeneración.
- Determinar la viabilidad financiera.
- Monitoreo, reporte y verificación del proyecto.

El monitoreo debe hacerse de manera continua. Se debe realizar la instalación de medidores de consumo de combustible, de energía eléctrica generada y de energía térmica aprovechada para los procesos. Los indicadores que se pueden utilizar para los reportes son los que se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 6: Unidades de Medición de energía eléctrica, combustible y GEI

INDICADOR	UNIDAD
Consumo de Energía Eléctrica de la red	KWh/año
Consumo de Combustible del sistema de cogeneración	Unidad/año
Generación de Energía Eléctrica por el sistema de cogeneración	KWh/año
Emisiones de GEI	Ton CO2/año

Fuente: Guía para la Evaluación de Elegibilidad de Financiación de Proyectos de Eficiencia Energética

Ilustración 8: : Cogenerador JMS 420 GS-N.L

Cogeneration Unit

JMS 420 GS-N.L

Grid Parallel with Island Operation
no special Grid Code

TS JMS 420 B85 480V

Black start capability.

Distance to sea >3,000 m.

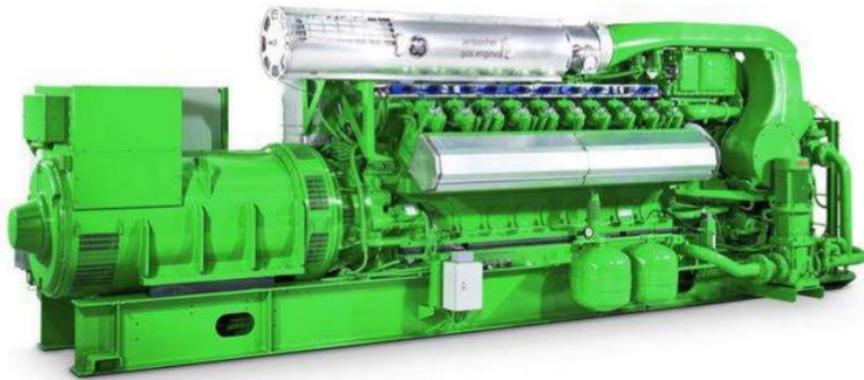
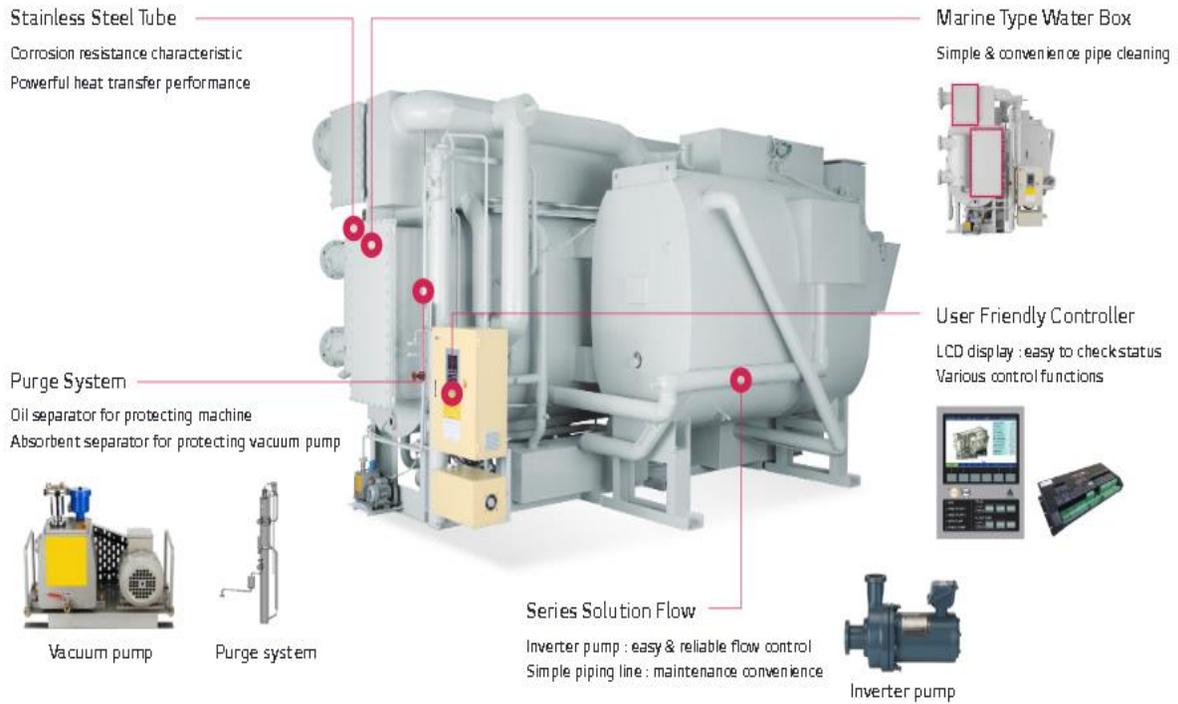


Ilustración 9: Chiller de absorción

Why LG Absorption Chiller?

LG Electronics developed world class absorption chiller through advanced technologies and manufacturing/installation/operation experience over several decades. LG absorption chiller is high efficient and reliable by adapting newly designed stainless steel tube, inverter pump, and various safety functions.



III. MÉTODO:

3.1 Tipo y Diseño de Investigación:

Tipo: Aplicada, debido a que el propósito del presente trabajo de investigación es brindar solución a un problema concreto e identificable dentro de las operaciones del centro comercial La Rambla San Borja como es el alto costo de consumo de energía eléctrica.

(VICTORIAN TAFE ASSOCIATION, 2019 pág. 7) Investigación aplicada, es un tipo de investigación que se enfoca en adquirir nuevos conocimientos y aplicar el estudio científico para mejorar o dar solución a un problema que puede estar relacionado con el cambio de un sistema o un nuevo procedimiento, lo cual difiere con el resto de las investigaciones que están más relacionados con el conocimiento de la información.

Diseño: Experimental, de tipo Cuasi Experimental.

Para el desarrollo del proyecto de investigación en curso se tiene un grupo de estudio preestablecido conformado por los registros de consumo de energía obtenidos del actual equipo eléctrico a cuya situación se aplicará un pretest y luego de implementar la planta de cogeneración se obtendrán los nuevos registros de consumo de energía y se aplicara un post test para verificar si el nuevo sistema de generación reduce los costos de energía del centro comercial La Rambla San Borja.

(Quasi- and Field Experiments, 2015 pág. 2) Cuasi experimento, se realizan pruebas comparativas mediante la manipulación de una variable independiente para poder analizar su comportamiento, los grupos de participantes deben poseer características similares y no se asignan al azar.

Enfoque de la investigación.

La investigación tiene un enfoque cuantitativo, en el cual se procede a recaudar la data que permita cuantificar el consumo y el costo de la energía generado antes y después

de la implementación del sistema de cogeneración por lo tanto poder determinar las pruebas de las hipótesis planteadas.

3.2 Variables y Operacionalización:

Variable Independiente: “Implementación de una planta de cogeneración”.

(RAMOS SARAIVIA, pág. 1) Señala que los beneficios que proporciona la implementación de una planta de cogeneración, como la reducción de costos de electricidad y combustible se deben considerar otros aspectos que podrían representar un problema con respecto al funcionamiento y mantenimiento de la planta, esta observación implica que la empresa URBANOVA INMOBILIARIA, a cargo de la operatividad del centro comercial La Rambla San Borja tendrá la consigna de capacitar o en su defecto contratar personal capacitado técnicamente para realizar dichas tareas.

En cuanto al funcionamiento de la operatividad de la planta, a mayor cantidad de horas trabajadas, como ejemplo aproximado, de 5000 horas por año se puede alcanzar ahorros económicos y energéticos por encima del 30%.

Manifestando esta razón porcentual, la implementación de una planta de cogeneración representa la oportunidad de lograr beneficios rentables para los propósitos del presente proyecto de investigación por lo tanto su viabilidad es factible y oportuna para el crecimiento de la empresa.

Por otro lado, haciendo énfasis a la importancia de la nueva política energética del Perú con la construcción de gaseoductos para el transporte del combustible que requieren las plantas de cogeneración hacen pensar que el apoyo a estas nuevas tecnologías energéticas tendrá un papel importante no solo en la economía del país sino también en otros aspectos favorables que se muestran a continuación:

- Reduciría el consumo de recursos fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero por encima del 20%.
- Reduciría las importaciones de combustible fósil.

- Impulsaría el mercado de servicios de ingeniería/tecnología y ventas de equipos industriales.
- Contribuiría a cubrir la curva de demanda eléctrica del sector industrial.

Variable Dependiente: “Costo de Consumo de energía eléctrica”

(CERRATO AGUILAR, 2015 pág. 6) En su estudio proyecto menciona que las organizaciones priorizan el ahorro energético especialmente por aquellas que requieren grandes cantidades de energía para su funcionamiento generando la posibilidad el crecimiento del mercado en materia de investigación de ingeniería, concernientes al uso de nuevas tecnologías energéticas que cubran la alta demanda del sector industrial de bienes y servicios.

En el centro comercial La Rambla San Borja existe una gran demanda de energía eléctrica y por consiguiente los costos energéticos son muy altos, llegando a pagar un total aproximado de 3.5 millones de soles anuales. En este punto la cogeneración se presenta como una alternativa para reducir los costos de energía y tomando en cuenta su eficiente proceso que permite la producción de dos tipos de energía a partir de una misma fuente primaria en cuyo caso es el gas natural, entonces el uso de este combustible permitirá autoabastecerse de energía eléctrica y aprovechar el calor residual de los gases de combustión para generar energía térmica que sirve para la producción de aire acondicionado y de esta forma climatizar el centro comercial evitando la compra de combustible para este fin, este beneficio adicional hace que la empresa se torne más competitiva dentro de un mercado que crece con un pronóstico para el año 2021 y una inversión de 934 millones de dólares según estudios del MEF.

Para tener una data de la demanda de energía del centro comercial La Rambla San Borja se debe recolectar información de los consumos mensuales estimados de cada una de las celdas de energía, su equivalencia energética y sus costos asociados según las tarifas correspondientes. Para la estimación del contenido energético de las fuentes de energía se debe recolectar información de las compras de electricidad al distribuidor

de electricidad de la zona donde se ubica la planta; también se deben identificar las compras de combustibles en este caso gas natural.

El consumo de electricidad se mide generalmente en KWH y el consumo de 1 m3 Gas equivale a 11.70 KWH y la energía térmica en BTU (1,000 BTU equivale a 0.293KWH), por lo que se debe aplicar un factor de conversión dependiendo de la fuente de energía para cuantificar el contenido energético en una unidad estándar que para esta investigación se ha considerado el KWH.

Tabla 7: Estimación mensual de consumo energético

Fuente de Energía	Cantidad	Unidad	Factor de conversión
Electricidad	1	KWH	1
Gas natural	1	M3	11.70 KWH/M3
Energía Térmica	1	BTU	0.000293 KWH/BTU

Fuente: Elaboración Propia.

La fórmula de Estimación Mensual de Consumo Energético es:

$$C_{ene} = C_{ele} + C_{gas} * 11.70 + C_{e.ter.} * 2.93 * 10^{-4}$$

C_{ene} = Contenido energético (KWH)

C_{ele} = Contenido eléctrico (KWH)

C_{gas} = Contenido gas natural (M3)

$C_{e.ter.}$ = Contenido energía Térmica (BTU)

A continuación, se debe recolectar información de los costos por fuente de energía, los costos de electricidad están relacionados a la tarifa eléctrica que cobra la empresa

distribuidora de electricidad en la zona donde se ubica la planta. Los costos de los combustibles pueden variar y dependen del proveedor que abastece estos energéticos a la planta. Luego se deben calcular los costos energéticos anuales

Tabla 8: Estimación Mensual de costos energéticos

Fuente de Energía	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Contenidos Energético (soles)
Electricidad		KWH		
Gas natural		M3		
Energía Térmica		BTU		

Fuente: Elaboración Propia.

Del Costo La fórmula de Estimación Mensual de Consumo Energético en Soles es:

$$Co_{total} = Co_{ele} + Co_{gas}$$

$$Co_{total} = \text{Costo Total energético (Soles)}$$

$$Co_{ele} = \text{Costo eléctrico (Soles)}$$

$$Co_{gas} = \text{Costo gas natural (soles)}$$

Tabla 9: Matriz de Operacionalización de Variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	Unidad	INSTRUMENTOS
VARIABLE INDEPENDIENTE: IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA DE COGENERACIÓN	La cogeneración es un sistema de alta eficiencia energética, en el cual se obtiene simultáneamente energía eléctrica (electricidad) y energía térmica (calor) a partir de la energía primaria (se suele obtener mediante la combustión de combustibles fósiles como el gas o el petróleo).	Producción del contenido Energético mediante el usos de diferentes energías, combustible Primario (Gas Natural), Térmica y el uso mínimo de la electricidad.	<p>Consumo Energético</p> <p>C_{ene} = Contenido energético (KWH)</p> <p>C_{ele} = Contenido eléctrico (KWH)</p> <p>C_{gas} = Contenido gas natural (M3)</p> <p>$C_{e.ter.}$ = Contenido energía Térmica (BTU)</p>	$C_{ene} = C_{ele} + C_{gas} * 11.70 + C_{eter} * 2.93 * 10^{-4}$	KWH	Tablas de Conversión a KWH y registre de información
			<p>Eficiencia energética</p> <p>$C_{ene(ant.)}$ = Consumo Energético Mes anterior</p> <p>$C_{ene(act.)}$ = Consumo Energético Mes actual</p> <p>$\Delta\% C_{ene}$ = Variación porcentual de consumo Energético</p>	$\Delta\% C_{ene} = 1 - \frac{C_{ene(ant)}}{C_{ene(act)}}$	Razón %	
VARIABLE DEPENDIENTE : COSTOS DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	El costo de consumo de energía eléctrica es el costo generado por el nuevo consumo de energía eléctrica más el costo del gas natural después de la reducción de costos mediante la implementación de la planta de cogeneración (costo total expresado en soles).	Reducción del consumo de Energetico	<p>Costo Energético</p> <p>Co_{total} = Costo Total energético (Soles)</p> <p>Co_{ele} = Costo eléctrico (Soles)</p> <p>Co_{gas} = Costo gas natural (soles)</p>	$Co_{total} = Co_{ele} + Co_{gas}$	S/. Nuevos Soles	Medidor digital, Facturación y Software
			<p>$Co_{total\ Ener.(ant)}$ Costo total Energético mes anterior Soles</p> <p>$Co_{tot. Ener.(act)}$ Costo total Energético mes actual Soles</p> <p>$\Delta\% Co_{tot. Ener.}$ = Variación porcentual de Costos Energetico</p>	$\Delta\% Co_{tot. Ener.} = 1 - \frac{Co_{tot. Ener.(act)}}{Co_{tot. Ener.(ant)}}$	Razón %	

Fuente: Elaboración Propia.

3.3 Población, Muestra y Muestreo

Población.

La Población está conformada por los registros mensuales del consumo de energía eléctrica de un pretest y post test. Cada uno de 12 semanas con los siguientes registros

1 semana = 7 días

1 día = 24 horas (registros)

Entonces = 12 (semanas) * 7(días) * 24 (horas) = 2016 registros

Así mismo, se analizará el consumo general y también por separado (cada Registro de media tensión), así tendremos:

- Registro de medición General = 2016 registros
- Registro de Servicios Generales (SSGG) = 2016 registros
- Registro de Torres = 2016 Registros
- Registro de Locatarios (locales comerciales) = 2016 registros
- Registro de Chiller (aire acondicionado central) = 2016 registros

TOTAL REGISTROS = 10080 Registros

(Mertler, 2017 pp. 1-12) “Advanced and Multivariate Statistical Methods Practical Application and Interpretación Sixth Edition” – Hacen referencia acerca del estudio y análisis de los diferentes métodos estadísticos, los cuales analizan simultáneamente el comportamiento de dos o más variables convirtiéndose en una herramienta estadística multivariante cuyo propósito independiente es el entendimiento de la información en proceso de estudio que servirá para tomar decisiones óptimas. Como dependientes, estudian y recopilan datos, para ser evaluados. Los autores mencionan a la vez que las variables demográficas, estudian las características de las poblaciones como variables de resultados. Las investigaciones por clasificación, como variables cuantitativas son las que podemos medir, enumerar y ser evaluadas estadísticamente,

las variables cualitativas pueden ser dicotómicas o politómicas, ordinales evaluadas mediante informes y nominales evaluadas mediante valores.

Muestra

Para una muestra finita se utiliza la siguiente formula:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Donde:

n = Tamaño de muestra buscado

N = Tamaño de la Población o Universo

Z = Parámetro estadístico que depende el Nivel de Confianza (NC)

e = Error de estimación máximo aceptado

p = Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito)

q = (1 - p) = Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado

Tabla 10: Calculo tamaño de muestra finita

Parámetro	Valor
N	10,080
Z	1.96
P	50%
Q	50%
e	5%
Numerador	10372.32
Denominador	27.9579

Tamaño de muestra **“n” = 370.09**

Al desarrollar la ecuación para una población finita, el resultado es 371, esto quiere decir que ese tamaño de muestra es aceptable con un margen de error del 5%.

En la presente investigación el tamaño de la muestra es igual a la población y se tomarán de manera censal los cuales suman 10080 datos.

(KOTHARI, 2004 pág. 55) Muestra censal. Una muestra censal es aquella que está conformada por la totalidad de los elementos de la población, estos elementos son tomados en cuenta sin discriminar algunos de ellos y se puede obtener un margen de alta precisión.

Para efectos de esta investigación es bueno contar con todos los datos disponibles ya que esto permitirá tener un control estadístico sobre los consumos de energía que se generan en el centro comercial y de esta manera poder tomar las mejores decisiones con respecto al manejo de los recursos destinados en materia de energía

(Sánchez Sánchez, y otros, 2015) "Probabilidad Y Estadística" El investigador hace referencia, a la importancia que representa la validez estadística con relación a la recopilación de los registros de datos los cuales si son inconsistentes no se podrá demostrar el resultado esperado. Por otro lado, el registro de datos de los problemas está supeditados a la observación, el experimento y la encuesta, teniendo en consideración estos tres elementos el análisis estadístico representa una parte muy importante para el proyecto de investigación.

El centro comercial La Rambla San Borja cuenta con un sistema digital llamado SMARKIA, cuyas características fiables de registro se mencionan en el instrumento de recolección de datos líneas abajo, garantizando de esta forma la obtención de un óptimo resultado y en consecuencia demostrar fehacientemente la importancia de contar con una base de datos adecuada a los propósitos de la investigación. En el planteamiento de la investigación del presente proyecto con respecto a la forma de representar la población y la muestra, la media de la población se visualizará de manera orientativa mientras que la media de la muestra se mostrará estadísticamente con el uso del software SPSS.

Muestreo.

La técnica empleada para la selección de elementos representativos de la población de estudio será el “Probabilístico y poli etápico o por etapas ya que consistirá en seleccionar las unidades de investigación en varias fases o etapas.

Unidad de Análisis.

La unidad de análisis es el consumo de energía eléctrica, es decir los Kw-hr (Kilowatts por hora) consumidos en cada celda de medición del sistema de abastecimiento eléctrico del centro comercial La Rambla San Borja.

3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Confiabilidad

Técnicas de recolección de datos.

La técnica de recolección de datos que se utiliza en esta investigación es:

Observaciones: Se utiliza esta técnica para poder analizar el consumo diario de energía eléctrica, y poder reconocer los horarios y días de mayor criticidad.

Tabla 11: Técnicas e Instrumentos para la recolección de datos

TECNICA	USO	INSTRUMENTO
Observación	Se observa el consumo actual de energía eléctrica en las celdas de media tensión del centro comercial La Rambla San Borja	Plataforma de medición SMARKIA

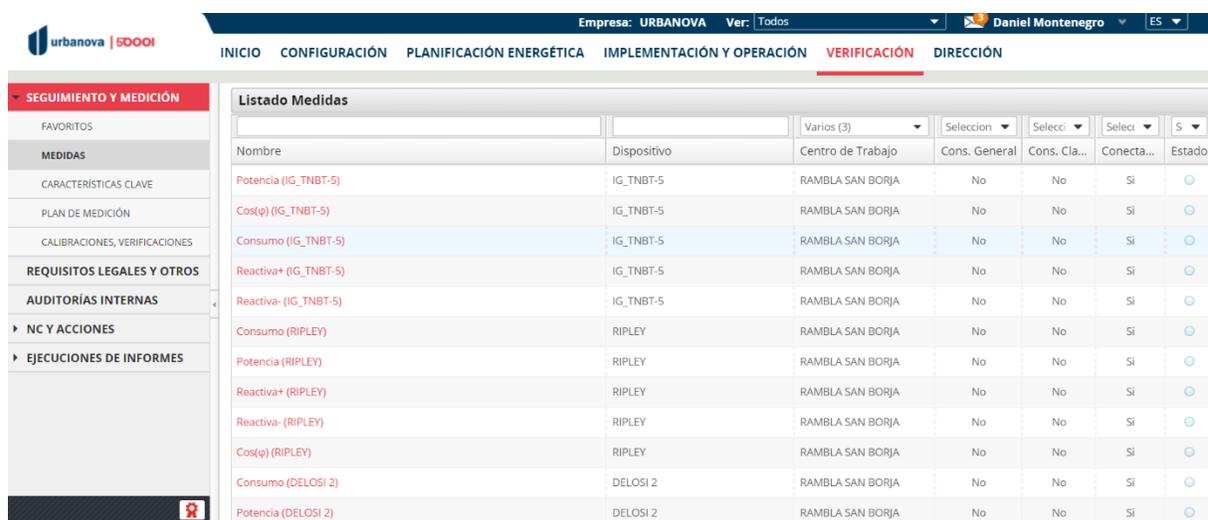
Fuente: Elaboración Propia.

Instrumentos de recolección de datos.

Plataforma de Medición SMARKIA: SMARKIA es una plataforma en línea que permite registrar el consumo de energía eléctrica por cada medidor en los tableros eléctricos existentes. Esta medición se registra cada hora durante las 24 horas del día, permitiendo analizar el comportamiento del consumo de energía diario, semanal, mensual, etc.

Es muy útil ya que nos brinda información necesaria para poder gestionar y tomar decisiones.

Ilustración 10 : Plataforma de medición energética Smarkia



The screenshot shows the Smarkia web application interface. At the top, there is a navigation bar with the company logo 'urbanova | 50001' and a menu with options: INICIO, CONFIGURACIÓN, PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA, IMPLEMENTACIÓN Y OPERACIÓN, VERIFICACIÓN (highlighted), and DIRECCIÓN. The user profile 'Daniel Montenegro' is visible in the top right. Below the navigation bar, there is a sidebar menu with categories like 'SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN', 'FAVORITOS', 'MEDIDAS', 'CARACTERÍSTICAS CLAVE', 'PLAN DE MEDICIÓN', 'CALIBRACIONES, VERIFICACIONES', 'REQUISITOS LEGALES Y OTROS', 'AUDITORÍAS INTERNAS', 'NC Y ACCIONES', and 'Ejecuciones de Informes'. The main content area is titled 'Listado Medidas' and contains a table with the following data:

Nombre	Dispositivo	Centro de Trabajo	Cons. General	Cons. Cla...	Conecta...	Estado
Potencia (IG_TNBT-5)	IG_TNBT-5	RAMBLA SAN BORJA	No	No	SI	○
Cost(p) (IG_TNBT-5)	IG_TNBT-5	RAMBLA SAN BORJA	No	No	SI	○
Consumo (IG_TNBT-5)	IG_TNBT-5	RAMBLA SAN BORJA	No	No	SI	○
Reactiva+ (IG_TNBT-5)	IG_TNBT-5	RAMBLA SAN BORJA	No	No	SI	○
Reactiva- (IG_TNBT-5)	IG_TNBT-5	RAMBLA SAN BORJA	No	No	SI	○
Consumo (RIPLEY)	RIPLEY	RAMBLA SAN BORJA	No	No	SI	○
Potencia (RIPLEY)	RIPLEY	RAMBLA SAN BORJA	No	No	SI	○
Reactiva+ (RIPLEY)	RIPLEY	RAMBLA SAN BORJA	No	No	SI	○
Reactiva- (RIPLEY)	RIPLEY	RAMBLA SAN BORJA	No	No	SI	○
Cost(p) (RIPLEY)	RIPLEY	RAMBLA SAN BORJA	No	No	SI	○
Consumo (DELOSI 2)	DELOSI 2	RAMBLA SAN BORJA	No	No	SI	○
Potencia (DELOSI 2)	DELOSI 2	RAMBLA SAN BORJA	No	No	SI	○

Fuente: Urbanova Inmobiliaria S.A.C

Confiabilidad: Para sustentar la confiabilidad, la presente investigación ha recurrido a instrumentos de investigación científicos reconocidos por autores que desarrollaron estudios vinculados al tema, por lo consiguiente se está citando a los autores indicando el año en el que llevaron a cabo sus estudios con su respectivo número de página del documento.

3.5 Procedimiento

En la tabla 7 tenemos la cantidad total de la muestra que nos permitirá analizar el consumo de energía, fecha, tipo de día y horario, el análisis nos servirá para determinar la naturaleza de consumo cada día de la semana y en cada hora, cuanto se consume en hora punta y hora fuera de punta, etc.

Se hará este muestreo y análisis comparativos del consumo de energía correspondiente a los meses de agosto, Setiembre y octubre del 2019.

- Se ingresa a la plataforma de medición de consumo de energía SMARKIA.
- Se accede usando el usuario y contraseña.
- Se indica el rango de fechas y horario, así como también el concentrador que corresponde a cada medición.
- Una vez obtenido el registro se exportan los datos a una hoja Excel.
- Se construye una matriz que nos permita el análisis según se requiera.

Tabla 12: Registros de consumo de energía exportados al Excel del sistema SMARKIA

Fecha Hora	Valor Final (kWh)	Fecha	Tipo de Día	Hora
01/09/2019 00:00	993	dom. 1 Set. 19	Domingo	0
01/09/2019 01:00	726	dom. 1 Set. 19	Domingo	1
01/09/2019 02:00	559	dom. 1 Set. 19	Domingo	2
01/09/2019 03:00	431	dom. 1 Set. 19	Domingo	3
01/09/2019 04:00	375	dom. 1 Set. 19	Domingo	4
01/09/2019 05:00	339	dom. 1 Set. 19	Domingo	5
01/09/2019 06:00	321	dom. 1 Set. 19	Domingo	6
01/09/2019 07:00	313	dom. 1 Set. 19	Domingo	7
01/09/2019 08:00	313	dom. 1 Set. 19	Domingo	8
01/09/2019 09:00	382	dom. 1 Set. 19	Domingo	9
01/09/2019 10:00	578	dom. 1 Set. 19	Domingo	10
01/09/2019 11:00	787	dom. 1 Set. 19	Domingo	11
01/09/2019 12:00	1,140	dom. 1 Set. 19	Domingo	12
01/09/2019 13:00	1,181	dom. 1 Set. 19	Domingo	13
01/09/2019 14:00	1,250	dom. 1 Set. 19	Domingo	14
01/09/2019 15:00	1,267	dom. 1 Set. 19	Domingo	15
01/09/2019 18:00	1,342	dom. 1 Set. 19	Domingo	18
01/09/2019 19:00	1337	dom. 1 Set. 19	Domingo	19
01/09/2019 20:00	1360	dom. 1 Set. 19	Domingo	20
01/09/2019 21:00	1381	dom. 1 Set. 19	Domingo	21
01/09/2019 22:00	1393	dom. 1 Set. 19	Domingo	22
01/09/2019 23:00	1386	dom. 1 Set. 19	Domingo	23
02/09/2019 00:00	954	lun. 2 Set. 19	Lunes	0
02/09/2019 01:00	708	lun. 2 Set. 19	Lunes	1
02/09/2019 02:00	577	lun. 2 Set. 19	Lunes	2
02/09/2019 03:00	480	lun. 2 Set. 19	Lunes	3
02/09/2019 04:00	408	lun. 2 Set. 19	Lunes	4
02/09/2019 05:00	390	lun. 2 Set. 19	Lunes	5

Fuente: Elaboración Propia

3.6 Método de Análisis de Datos

(TESIS E INVESTIGACIONES ANALISS SPSS pág. 1) Hace mención, en una investigación las variables forman parte del problema y cada problema podrían estar representadas por dos o más variables las cuales suelen ser mencionadas en los problemas de la investigación, como es el caso de esta investigación en la que se menciona textualmente la variable independiente implementación de una planta de cogeneración y la variable dependiente costos de consumo de energía eléctrica.

Las mediciones de las variables se les asignarán un valor para poder de esta manera ordenarlas de acuerdo con sus características, la variable continua que no permite medir adecuadamente y está supeditada a la exactitud de los instrumentos de medición y por otro lado se encuentran la variable discreta que facilita la medición

correcta por que toma valores que pertenecen al conjunto, discriminando aquellos valores que no representan un valor coherente con la medición.

El resultado obtenido de la medición puede presentarse en cuatro tipos de escalas; nominal, ordinal, por intervalo o por razón. Una vez identificada la escala destinada para la medición se puede lograr un método que ayude y simplifique un óptimo análisis para explicar los resultados obtenidos.

En la actualidad la tecnología brinda al investigador la facilidad de llevar acabo con eficiencia la recolección y organización de datos para su posterior análisis. El software SPSS es un formato que nos ofrece una serie de características que permite representar la estadística descriptiva mediante la elaboración de una base de datos, datos de variables, escalas de medida, también se pueden elaborar tablas y gráficos que son de mucha importancia como herramienta para visualizar de manera resumida resultados en una tesis, sumado a todo esto ayuda en la toma de decisiones y la adopción de una postura adecuada a los intereses particulares de cada proyecto de investigación. Luego está la estadística inferencial en la que se encuentran la prueba de hipótesis, las correlaciones y pruebas estadísticas.

Para el análisis estadístico de los datos cuantitativos de la presente tesis se emplea el software informático estadístico SPSS, desarrollado para realizar análisis estadístico y gestión de datos.

Estadística Descriptiva

Para el análisis de estadística descriptiva se tomaron los datos de pretest y post test de manera independiente para poder comparar los resultados de media, mediana, varianza, desviación estándar, moda, etc.

Análisis de datos de prueba pretest y post test.

Costo TotalS/. por kWh PRE-TEST

Resumen de procesamiento de casos

	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Costo TotalS/. por kWh - MT4 PRETES	92	100.0%	0	0.0%	92	100.0%

Descriptivos

			Estadístico	Desv. Error
Costo TotalS/. por kWh - MT4 PRETES	Media		8673.8478	36.87274
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	8600.6047	
		Límite superior	8747.0910	
	Media recortada al 5%		8677.5967	
	Mediana		8668.2800	
	Varianza		125083.080	
	Desv. Desviación		353.67086	
	Mínimo		7492.58	
	Máximo		9638.61	
	Rango		2146.03	
	Rango intercuartil		512.28	
	Asimetría		-0.201	0.251
	Curtosis		0.631	0.498

Costo total S/. KWH y Gas Natural POST TEST

Resumen de procesamiento de casos

	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Costo total de kwh y Gas Natural POSTES	92	100.0%	0	0.0%	92	100.0%

Descriptivos

			Estadístico	Desv. Error
Costo total de kwh y Gas Natural POSTES	Media		4560.4173	24.89118
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	4510.9740	
		Límite superior	4609.8605	
	Media recortada al 5%		4561.7100	
	Mediana		4594.5450	
	Varianza		57000.500	
	Desv. Desviación		238.74777	
	Mínimo		4032.50	
	Máximo		5048.46	
	Rango		1015.96	
	Rango intercuartil		349.87	
	Asimetría		-0.158	0.251
	Curtosis		-0.705	0.498

Fuente: Elaboración propia

Estadística Inferencial

PRUEBA DE HIPÓTESIS

Con los datos estadísticos obtenidos en la tabla 8, pasaremos a plantear nuestra hipótesis nula y alternativa:

Hipótesis: La implementación de una planta de cogeneración reduce los costos de consumo de energía eléctrica en el centro comercial La Rambla San Borja.

Hipótesis Nula = Ho: $\mu \geq 8673.85$; **Hipótesis Alternativa = H1:** $\mu < 8673.85$

Variable Dependiente: "Reduce los costos de consumo de energía eléctrica".

Indicador : S/. NUEVOS SOLES (día Promedio)

A un nivel de confianza del 95% tendríamos:

Prueba T

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Costo total de kwh y Gas Natural POSTES	92	4,560.4173	238.74777	24.89118

Prueba para una muestra						
	Valor de prueba = 8674					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Costo total de kwh y Gas Natural POSTES	-165.263	91	0.000	--4113.58272	--4163.0260	--4064.1395

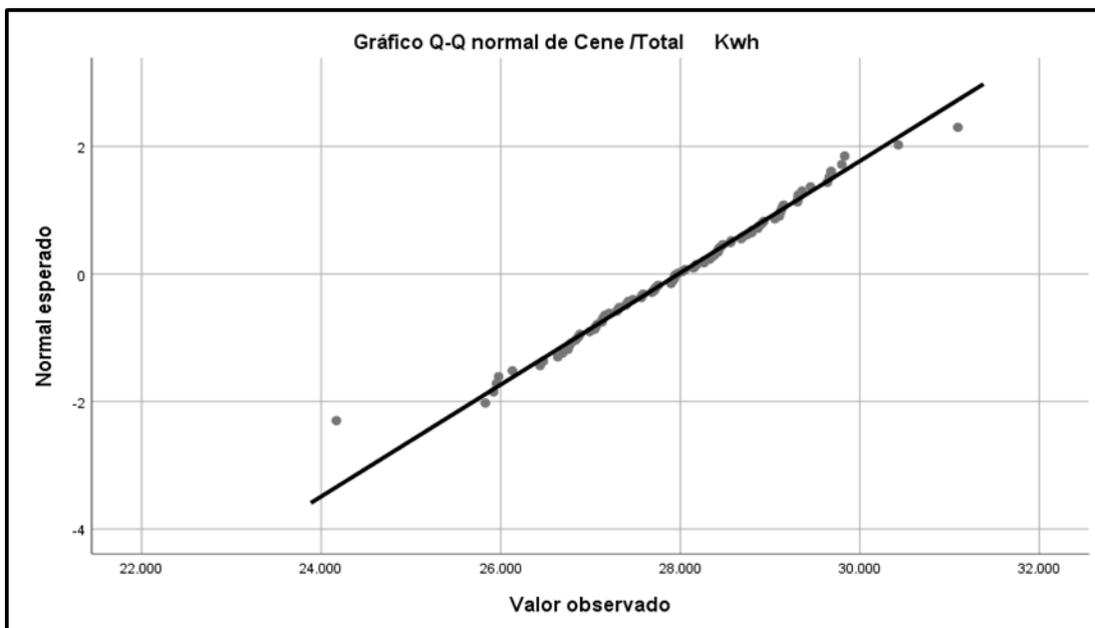
Siendo el nivel de significancia 0.05 comprobamos nuestra hipótesis en la prueba T realizada. Obtenemos una significancia bilateral de 0 que es menor al nivel de significancia. Por lo tanto, procedemos a rechazar nuestra hipótesis nula.

Pruebas de Normalidad.

Costo Total S/. por kWh - MT4 PRETEST

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Costo Total S/. por kWh - MT4 PRETES	0.036	92	,200*	0.991	92	0.766

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

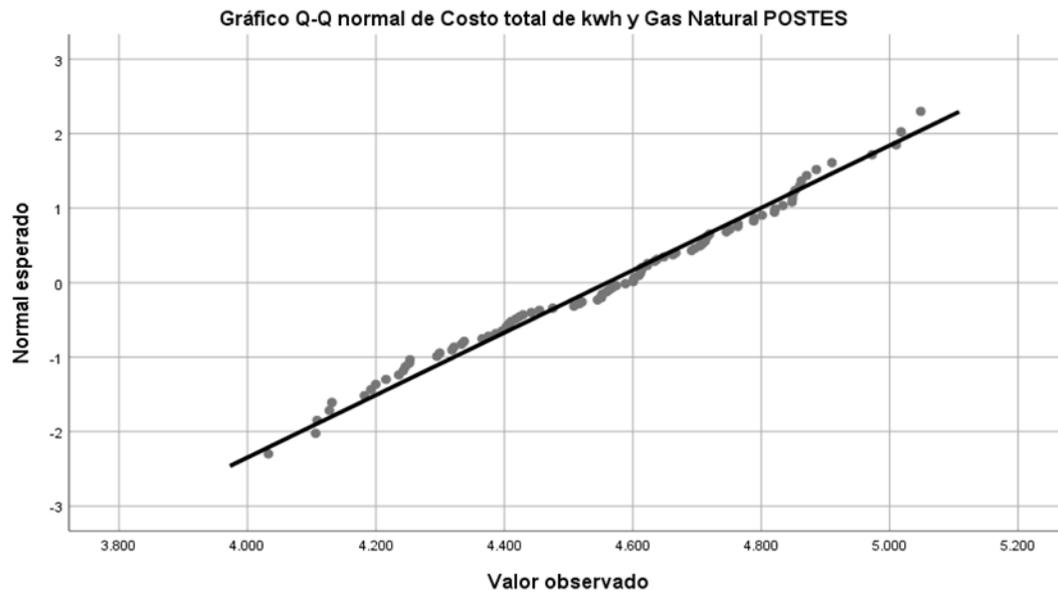


Prueba de Normalidad, se observa una distribución normal con respecto al costo de consumo de energía eléctrica realizado en el pretest.

Costo total de KWh y Gas Natural Post test.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Costo total de kwh y Gas Natural POSTES	0.072	92	,200*	0.982	92	0.223

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors



Prueba de Normalidad, se observa una distribución normal con respecto al costo de consumo de energía eléctrica realizado en el post-test.

Análisis de Fiabilidad.

Escala: ALL VARIABLES

Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	92	100,0
	Excluido ^a	0	,0
	Total	92	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,732	,760	6

Estadísticas de elemento

	Media	Desv. Desviación	N
Costo Total\$/ por kWh - MT4 PRETES	8673,847826	353,6708633	92
Costo total de kwh y Gas Natural POSTES	4560,417283	238,7477747	92
Cene /Total Kwh - PRETES	27980,15587	1140,873994	92
Cene /Total Kwh - Gas POSTES	24875,75761	1133,080101	92
$\Delta\%Co\ tot. Ener$,473575	,0279794	92
$\Delta\% Cene$,109964	,0216037	92

Estadísticas de elemento de resumen

	Media	Mínimo	Máximo	Rango	Máximo / Mínimo	Varianza	N de elementos
Medias de elemento	11015,127	,110	27980,156	27980,046	254448,026	153945468,3	6
Varianzas de elemento	461257,928	,000	1301593,470	1301593,469	2788815945	4,170E+11	6

Estadísticas de total de elemento

	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Correlación múltiple al cuadrado	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
Costo Total\$/ por kWh - MT4 PRETES	57416,91430	5404604,852	,956	1,000	,639
Costo total de kwh y Gas Natural POSTES	61530,34484	6421143,988	,516	,962	,722
Cene /Total Kwh - PRETES	38110,60626	2524305,226	,904	1,000	,524
Cene /Total Kwh - Gas POSTES	41215,00452	2621826,584	,871	,974	,543
$\Delta\%Co\ tot. Ener$	66090,28855	7102103,761	,291	,961	,763
$\Delta\% Cene$	66090,65216	7102151,657	-,039	,913	,763

Estadísticas de escala

Media	Varianza	Desv. Desviación	N de elementos
66090,76213	7102147,126	2664,985389	6

3.7 Aspectos Éticos:

El trabajo de investigación está basado bajo el cumplimiento de las normas de ética profesional requeridas para dar fe de la veracidad y se pone en manifiesto que los datos brindados por la empresa Urbanova Inmobiliaria S.A son auténticos y han sido brindados por fuentes confiables con la finalidad de lograr un óptimo resultado para el proyecto de investigación.

IV. RESULTADOS:

Para el tema de estudio y dado la situación actual que se presenta el país el proyecto de la presente investigación ha sido paralizado por más de 100 días es decir más de tres meses para ello hemos tenido que aplicar la simulación respectiva utilizando el Método Montecarlo

Método Montecarlo.

(Aplicación de la Simulación Monte Carlo en el cálculo del riesgo usando Excel, 2004 pág. 97) El método Mote Carlo es una herramienta que se utiliza para encontrar una solución a un problema matemático, la solución se define a través de un muestreo aleatorio o de las reacciones, este método sirve para dar solución a integrales complejas, observando el comportamiento de la variable aleatoria en la que se recogen muestras y se estiman valores de expansión en base a estas muestras y además se puede dar solución a problemas deterministas.

Por otro lado, la simulación Monte Carlo utiliza funciones de distribución con propósito de llevar a cabo una experimentación que luego de varios ensayos necesarios se logre un resultado esperado.

Uso del Excel en la simulación.

(AMELIN, 2013 pág. 99) Hoy en día el uso de herramientas de informática permite realizar modelos de simulación de manera conveniente y efectiva que permite manejar la variabilidad de las medidas de desempeño y reproducir el comportamiento a corto plazo.

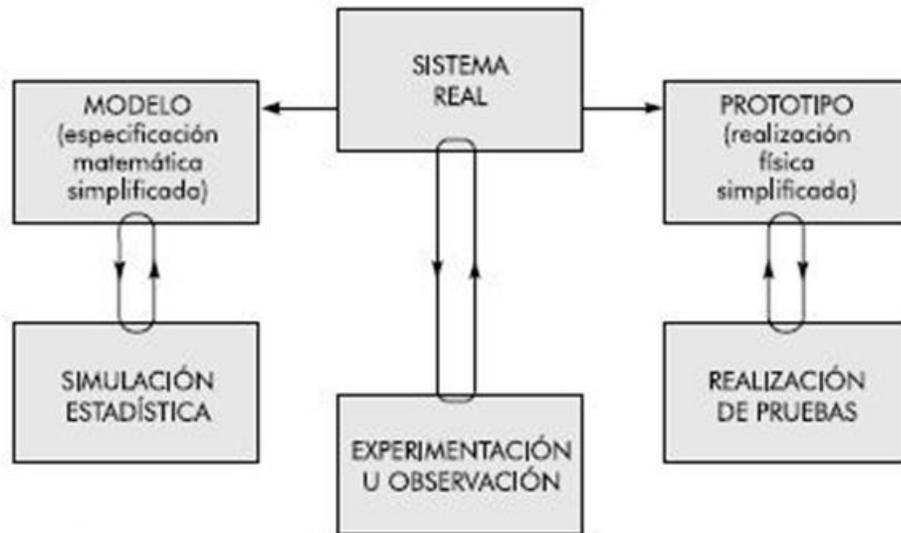
El avance de la tecnología con respecto a las computadoras con un nivel de potencia que permite la flexibilidad y la capacidad de estadística de la hoja de cálculo tornándose adecuada especialmente en la utilización de la simulación de Monte Carlo.

Aplicación de la simulación.

(MUN, 2012 pág. 19) La aplicación de la simulación permite realizar simulaciones centrados en Excel ya existentes, los cuales son muy variados, se mencionan las siguientes aplicaciones:

- Generar pronósticos de simulación (distribución de resultados)
- Ejecutar ajustes de distribución (encontrado automáticamente el mejor ajuste de distribución estática)
- Computar relaciones (mantener relaciones de variables)
- Identificar sensibilidades (creando gráficos de tornado y sensibilidad)
- Correr simulaciones personalizadas y no paramétricas (simulaciones usando datos históricos sin especificar ninguna distribución o sus parámetros)

Ilustración 11: Experimentación con el sistema, los modelos y los prototipos



Fuente: Guía Básica para la simulación de Monte Carlo (LOPÉZ AGÛÍ, 2008)

4.1 Análisis de la Hipótesis General

La implementación de una planta de cogeneración reduce los costos de consumo de energía eléctrica en el centro comercial La Rambla San Borja.

En función de los análisis de SPSS de la información correspondiente existen diferencias significativas las cuales presentamos a continuación.

		Descriptivos			
		Antes (1) y Después (*)	Estadístico	Desv. Error	
Costos de Consumo de Energía Eléctrica	1	Media	7,111.6024	30.88637	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	7,050.2504	
			Límite superior	7,172.9544	
		Media recortada al 5%	7,113.6426		
		Mediana	7,148.2350		
		Varianza	87765,036		
		Desv. Desviación	296.25164		
		Mínimo	6,086.26		
		Máximo	7,879.80		
		Rango	1,793.54		
		Rango intercuartil	427.42		
		Asimetría	-,209	,251	
		Curtosis	,656	,498	
		2	Media	2,799.9260	15.07535
			95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	2,769.9807
	Límite superior			2,829.8713	
	Media recortada al 5%		2,800.0925		
	Mediana		2,815.5850		
	Varianza		20908,475		
	Desv. Desviación		144.59763		
Mínimo	2,376.30				
Máximo	3,200.98				
Rango	824.68				
Rango intercuartil	177.78				
Asimetría	-,102		,251		
Curtosis	,383		,498		

PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL

Pasaremos a analizar nuestra Hipótesis del presente trabajo de investigación:

“La implementación de una planta de cogeneración reduce los costos de consumo de energía eléctrica en el centro comercial La Rambla San Borja.”

Tabla 13: Datos estadísticos de Costos de Consumo de Energía Eléctrica

		Prueba de muestras independientes								
		de igualdad de		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Costos de Consumo de Energía Eléctrica	Se asumen varianzas iguales	39.769	0.000	125.452	182	0.000	2,537.17861	34.36908	4,243.86332	4,379.48950
	No se asumen varianzas iguales			125.452	132.030	0.000	2,537.17861	34.36908	4,243.69111	4,379.66171

Estadísticas de grupo

Antes y Después	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Costos de Consumo de Energía Eléctrica	1	7,111.6024	296.25164	30.88637
	2	4,574.4238	144.59763	15.07535

Fuente: Elaboración Propia

Hg-0: La implementación de una planta de cogeneración **NO** reduce los costos de consumo de energía eléctrica en el centro comercial La Rambla San Borja.

Hg-a: La implementación de una planta de cogeneración reduce los costos de consumo de energía eléctrica en el centro comercial La Rambla San Borja.

$$Hg-0: \mu \geq 7,111.60 \quad Hg-a: < 7,111.60$$

Variable Dependiente: “Reduce los costos de consumo de energía eléctrica”.

Indicador 1: Costo Total S/. por kWh - MT4 (día Promedio)

Interpretación:

De acuerdo con el estadístico, podemos observar que el nivel de significancia es $0.000 < 0.05$. Para determinar si la diferencia de medias del Nivel de cumplimiento

después menos Nivel de cumplimiento antes significativa, debemos verificar el *p-valor* o significancia, tomando en cuenta la regla de decisión:

Si $p\text{-valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula y acepta la hipótesis alterna.

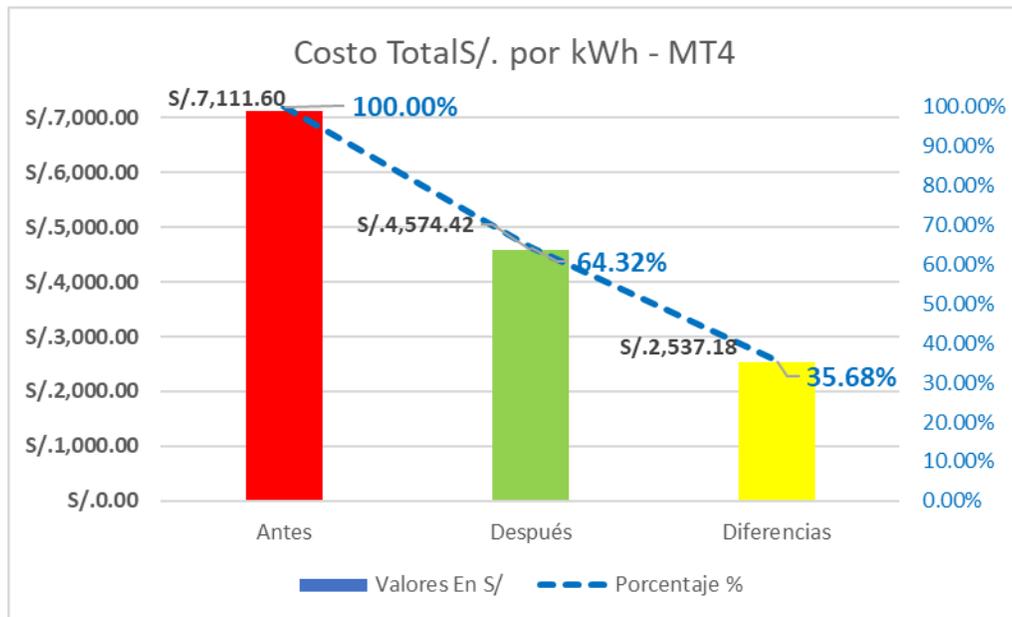
Si $p\text{-valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la alterna.

Como el resultado de la prueba de Wilconxon, es *p-valor* 0,000 que es menor que el nivel de significancia permitido alfa 0.05; entonces rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna.

Se concluye que:

Podemos inferir del análisis del SPSS y del Grafico N° 5 que la aplicación La implementación de una planta de cogeneración reduce los costos de consumo de energía eléctrica en el centro comercial La Rambla San Borja, puesto que el antes tenía una Media de 7,111.60 y el después un valor de 4,574.42 esto es una variación del 35.68%, y las pruebas indican que esta diferencia es significativa.

Gráfico 4: Costo Total S/. por kWh - MT4



Fuente: Elaboración Propia

4.2 Análisis de la Hipótesis específica 1

Pasaremos a analizar nuestra Hipótesis específica N°1 del presente trabajo de investigación:

La planta de cogeneración reduce el costo de consumo de energía correspondiente al suministro de servicios generales (SSGG) en el centro comercial La Rambla San Borja.

Tabla 14: Datos estadísticos de Costos de Consumo de Servicios Generales (SSGG)

		Prueba de muestras independientes								
		de igualdad de		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior	
Costo de Consumo de Energía de Servicios Generales (SSGG)	Se asumen varianzas iguales	23.310	0.000	5.601	182	0.000	403.24054	71.99513	261.18810	545.29299
	No se asumen varianzas iguales			5.601	168.622	0.000	403.24054	71.99513	261.11263	545.36846
Estadísticas de grupo										
Antes y Después		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio					
Costo de Consumo de Energía de Servicios Generales (SSGG)	1	92	1,572.5399	552.80153	57.63354					
	2	92	1,169.2993	413.85260	43.14712					

Fuente: Elaboración Propia

He1-0: La planta de cogeneración **NO** reduce el costo de consumo de energía correspondiente al suministro de servicios generales (SSGG) en el centro comercial La Rambla San Borja.

He1-a: La planta de cogeneración reduce el costo de consumo de energía correspondiente al suministro de servicios generales (SSGG) en el centro comercial La Rambla San Borja.

$$\text{He1-0: } \mu \geq 1,572.54 \quad \text{He1-a: } < 1,572.54$$

Variable Dependiente: "Reduce los costos de consumo de energía eléctrica".

Indicador 1: Costo S/. SS.GG por kWh - MT4 (día Promedio)

Interpretación:

De acuerdo con el estadístico, podemos observar que el nivel de significancia es $0.000 < 0.05$. Para determinar si la diferencia de medias del Nivel de cumplimiento después menos Nivel de cumplimiento antes significativa, debemos verificar el *p-valor* o significancia, tomando en cuenta la regla de decisión:

Si $p\text{-valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula y acepta la hipótesis alterna.

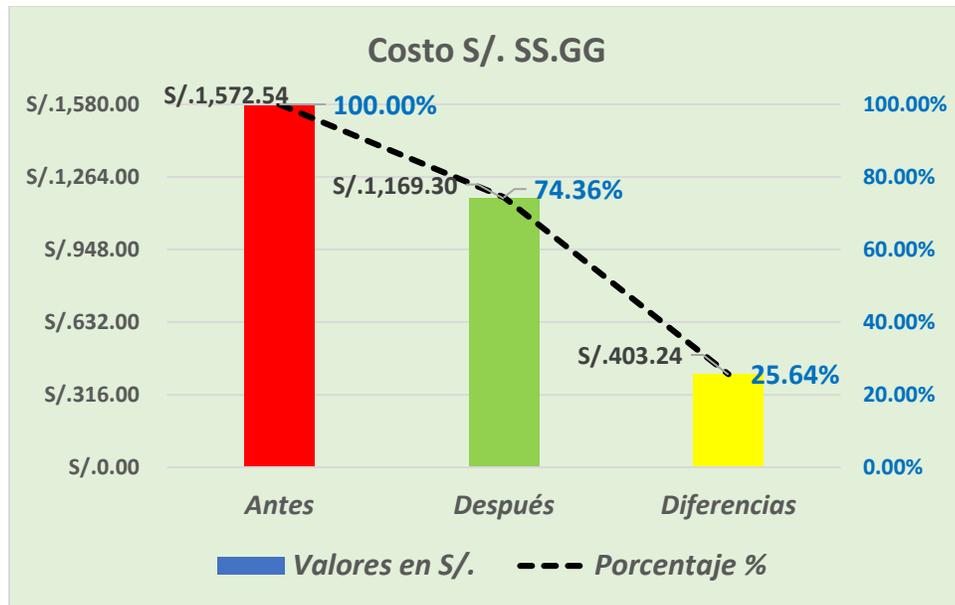
Si $p\text{-valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la alterna.

Como el resultado de la prueba de Wilcoxon, es *p-valor* 0,000 que es menor que el nivel de significancia permitido alfa 0.05; entonces rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna.

Se concluye que:

Podemos inferir del análisis del SPSS y del Grafico N° 6 que la aplicación de La planta de cogeneración reduce el costo de consumo de energía correspondiente al suministro de servicios generales (SSGG) en el centro comercial La Rambla San Borja, puesto que el antes tenía una Media de 1,572.54 y el después un valor de 1,169.30 esto es una variación del 25.64%, y las pruebas indican que esta diferencia es significativa.

Gráfico 5: Costo en S/. SS:GG por kWh - MT4



Fuente: Elaboración Propia

4.3 Análisis de la Hipótesis específica 2

Pasaremos a analizar nuestra Hipótesis específica N° 2 del presente trabajo de investigación:

La planta de cogeneración reduce el costo de consumo de energía correspondiente al suministro de aire acondicionado central chiller y electrobombas en el centro comercial La Rambla San Borja

Tabla 15 Datos estadísticos de Costos de Consumo de Energía Chiller y Electrobombas

		Prueba de muestras independientes								
		de igualdad de		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Costo de Consumo de Energía Chiller y Electrobombas	Se asumen varianzas iguales	311.166	0.000	53.404	182	0.000	1,878.47826	35.17510	1,809.07482	1,947.88170
	No se asumen varianzas iguales			53.404	92.077	0.000	1,878.47826	35.17510	1,808.61825	1,948.33827
Estadísticas de grupo										
Antes y Después		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio					
Costo de Consumo de Energía Chiller y Electrobombas	1	92	2,000.1112	336.39383	35.07148					
	2	92	121.6329	25.87825	2.69799					

Fuente: Elaboración Propia

He2-0: La planta de cogeneración **NO** reduce el costo de consumo de energía correspondiente al suministro de aire acondicionado central chiller y electrobombas en el centro comercial La Rambla San Borja

He2-a: La planta de cogeneración reduce el costo de consumo de energía correspondiente al suministro de aire acondicionado central chiller y electrobombas en el centro comercial La Rambla San Borja

La Rambla San Borja.

$$\text{He2-0: } \mu \geq 2,000.11 \quad \text{He2-a: } < 2,000.11$$

Variable Dependiente: "Reduce los costos de consumo de energía eléctrica".

Indicador 1: Costo S/. Chiller por kWh - MT4 (día Promedio)

Interpretación:

De acuerdo con el estadístico, podemos observar que el nivel de significancia es $0.000 < 0.05$. Para determinar si la diferencia de medias del Nivel de cumplimiento después menos Nivel de cumplimiento antes significativa, debemos verificar el *p-valor* o significancia, tomando en cuenta la regla de decisión:

Si $p\text{-valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula y acepta la hipótesis alterna.

Si $p\text{-valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la alterna.

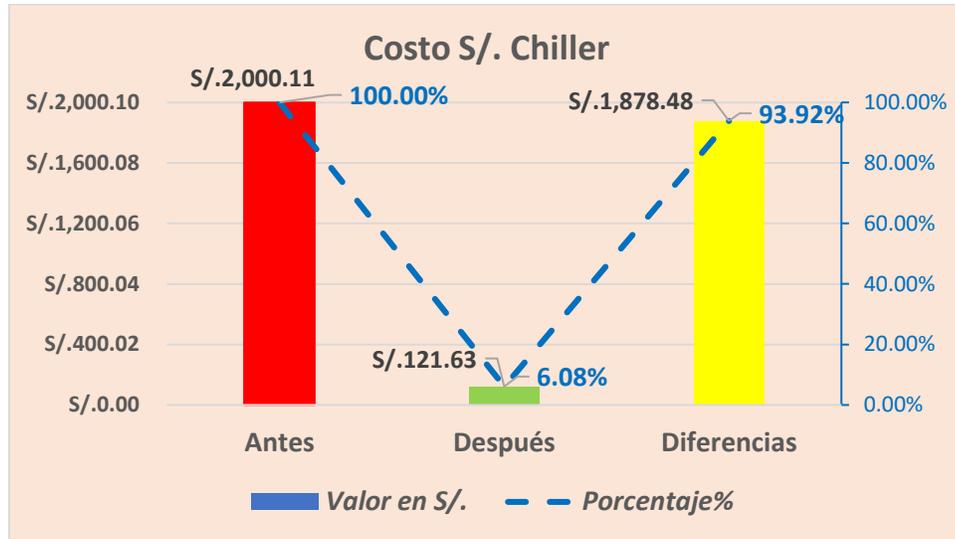
Como el resultado de la prueba de Wilcoxon, es *p-valor* 0,000 que es menor que el nivel de significancia permitido alfa 0.05; entonces rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna.

Se concluye que:

Podemos inferir del análisis del SPSS y del Grafico N° 7 que la aplicación de La planta de cogeneración reduce el costo de consumo de energía correspondiente al suministro de aire acondicionado central chiller y electrobombas en el centro comercial La Rambla San Borja, puesto que el antes tenía una Media de 2,000.11 y el después un valor de

121.63 esto es una variación del 93.92%, y las pruebas indican que esta diferencia es significativa.

Gráfico 6: Costo en S/. SS:GG por kWh - MT4



Fuente: Elaboración Propia

V. DISCUSIÓN:

En el estudio de Yabar Viggio (2016) donde su desarrollo se basa en el uso de una planta de cogeneración como una tecnología limpia y de eficiencia energética la cual le brindo la mitigación de gases efecto invernadero y una reducción de sus costos de consumo de energía los que suman S/332,730 de ahorro en un año. El parecido con la presente investigación radica en que ambas tienen como objetivo la reducción de costos de consumo de energía y el uso de una planta de cogeneración como medio para lograr su propósito, dichas reducciones de costos de energía en forma general y específica se mencionan en las conclusiones del estudio.

Robledo Gomez (2019) en su estudio acerca de la implementación de una planta de cogeneración cuyo objetivo es aplicar una metodología para estimar su potencial con un enfoque está basado en la gestión eficiente del consumo de energía y que tiene como principal fuente de consumo de energía el horno Clinker para la producción de cemento el cual con la nueva generación obtuvo un consumo de 630.000 MBtu/ año que representan 1.8 millones de dólares de ahorro anuales. El presente estudio también tiene como uno de sus propósitos obtener una eficiencia energética con la implementación de una planta de cogeneración y tiene como principal fuente de consumo el suministro de servicios generales el cual redujo su costo de consumo mediante este proyecto.

En la tesis de Santana Canchanya (2011) en el que tiene como objetivo el diseño de un sistema de cogeneración y logró cubrir los requerimientos de electricidad y aire acondicionado en un centro comercial y además pudo reducir los costos que estos demandan. El parecido de la presente tesis radica en que ambos estudios tienen como propósito cubrir la demanda de energía que necesitan sus centros comerciales y además están sujetas al suministro de una empresa particular, por otro lado, se aprovecha la energía térmica que se obtiene de la cogeneración para ser usada en el sistema de aire acondicionado el cual ha generado una reducción de su costo de consumo.

VI. CONCLUSIONES:

- 1- Se concluyo que la implementación de una planta de cogeneración llevo a reducir los costos de consumo de energía eléctrica en el centro comercial la Rambla San Borja al día un promedio de S/. 2537.18 lo que representa una variación porcentual del 35.68% en un periodo de 3 meses con respecto a lo registrado antes de la implementación por lo tanto se puede afirmar que se pudo obtener un resultado favorable con respecto al objetivo general del presente proyecto.

- 2- Se afirma que la implementación de una planta de cogeneración redujo el costo de consumo de energía correspondiente al suministro de servicios generales (SSGG) representando un ahorro promedio al día de S/ 403.24 que representa una variación porcentual de 25.64%, esto durante el periodo de 3 meses.

- 3- Mediante la implementación de una planta de cogeneración se logró la reducción de los costos de energía que corresponden al suministro de aire acondicionado central chiller y electrobombas representando una variación porcentual de 93.92% obteniendo un ahorro medio diario de S/ 1878.48 en un periodo de 3 meses.

VII. RECOMENDACIONES.

- 1- Con respecto al propósito del objetivo general de reducir los costos de energía se recomienda buscar nuevas formas de eficiencia energética las cuales ayudarán con la continuidad del ahorro económico de la empresa.

- 2- Con respecto a la reducción específica del costo de consumo se recomienda un estudio de la factibilidad de un proyecto para la generación de energía solar fotovoltaica para el centro comercial con la posible implementación de paneles solares los cuales pueden generar energía eléctrica que podría ser utilizada para cubrir la demanda de energía en algunos puntos de los servicios generales, sabiendo que este tipo de generación de energía es renovable, limpia y contribuirá con el desarrollo sostenible de la organización.

- 3- En la parte del suministro de aire acondicionado se recomienda el aislamiento de fachadas con propiedades o cubiertas vegetales para reducir la temperatura interior además se debe contar con un sistema para activar y desactivar la climatización. Por otro lado, se recomienda hacer campañas de medición al grupo electrógeno con periodos razonables lo cual permitirá tener un control adecuado del consumo de energía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Choueiry, George y Salameh, Pascale . 2019.** AUTOMATING DATA ANALYSIS METHODS IN EPIDEMIOLOGY. *Journal of Data Science*. 2019. Vol. 17, 55. ISSN 1683-8602.
2. *A Review of Cogeneration in Alberta.* **MARKOWSKI, Alex. 2015.** 1, Calgary : EDC Associates Ltd., 2015, Vol. I.
3. *Absorption Chillers for CHP Systems.* **United States Department of Energy. 2017.** 1, Washington DC : Energy Efficiency & Renewable Energy, 2017, Vol. I.
4. **ÁLVAREZ ECHEVERRÍA, Francisco Antonio. 2015.** *IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS TECNOLÓGICAS.* San Salvador : UFG Editores, 2015. ISBN 978-99923-47-42-3.
5. **AMELIN, Mikael. 2013.** *Monte Carlo Simulation in Engineering.* Stockholm : KTH Royal Institute of Technology - Electric Power Systems, 2013.
6. *Aplicación de la Simulación Monte Carlo en el cálculo del riesgo usando Excel.* **Azofeita, Carlos E. 2004.** 1, San José : Universidad de Costa Rica - Tecnología en Marcha, 2004, Vol. 17.
7. **ARRIERO, Oscar. 2018.** *Quien es quien en la Cogeneración en España.* Barcelona : Asociación española para la promoción de la Cogeneración, 2018.
8. **Ashhutoosh, s. Anagal. 2014.** *Performance Analysis of Gas Turbine Cogeneration Systems.* Ontario : University of Ontario Institute of Technology, 2014.
9. **CERRATO AGUILAR, Álvaro. 2015.** *ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA DE UNA PLANTA DE COGENERACIÓN EN UN EDIFICIO HOSPITALARIO.* Leganés : UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID, 2015.
10. *COGENERACIÓN INDUSTRIAL.* **Asociación Española de Cogeneración. 2017.** 1, Madrid : Asociación Española de Cogeneración, 2017, Vol. I.
11. **DFIC - Dr. Fromme International Consulting. 2016.** *Cogeneration & Trigeneration – How to Produce Energy Efficiently.* Bonn : Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, 2016.
12. **ENERGIZA. 2018.** *ENERGIZA.*
http://www.energiza.org/index.php?option=com_k2&view=item&id=776:cogeneraci%C3%B3n-en-el-mundo. [En línea] 29 de 05 de 2018. [Citado el: 22 de 09

de 2019.]

http://www.energiza.org/index.php?option=com_k2&view=item&id=776:cogeneraci%C3%B3n-en-el-mundo.

13. *Feasibility analysis of different cogeneration systems for a paper mill to improve its energy efficiency.* **SHABBIR, Imran y MIRZAEIAN, Mojtaba. 2016.** 4, Paisley : School of Engineering and Computing, University of the West of Scotland, 2016, Vol. II.
14. **FRAILE, Diego. 2015-2016.** *GESTION EFICIENTE DE LA ENERGÍA: TECNOLOGIA DE COGENERACION.* Madrid : Escuela de Organización Industrial, 2015-2016.
15. —. **2007.** *GOGENERACIÓN: ASPECTOS TECNOLÓGICOS.* Madrid : ESCUELA DE NEGOCIOS, 2007.
16. **GESTIÓN EMPRESAS. 2019.** *GESTIÓN.* <https://gestion.pe/>. [En línea] 054 de 09 de 2019. [Citado el: 21 de 09 de 2019.]
<https://gestion.pe/economia/empresas/centros-comerciales-en-peru-estas-son-las-cifras-que-rigen-el-mercado-noticia/>.
17. **HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto, FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO, María Del Pilar. 2014.** *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.* México D.F. : McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2014. ISBN: 978-1-4562-2396-0.
18. **INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE ENERGIA. 2018.** MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA. <https://www.idae.es/>. [En línea] IDAE, 15 de 06 de 2018. [Citado el: 24 de 09 de 2019.]
<https://www.idae.es/tecnologias/eficiencia-energetica/transformacion-de-la-energia/cogeneracion>.
19. **KHELLAF, Samira. 2016.** *Modelado y simulación de una planta de cogeneración mediante el simulador de procesos HYSYS.* Sevilla : Universidad de Sevilla, 2016.
20. —. **2016.** *TESIS: MODELADO Y SIMULACION DE UNA PLANTA DE COGENERACIÓN MEDIANTE EL SIMULADOR DE PROCESOS HYSYS.* Sevilla : Universidad de Sevilla, 2016.
21. **KOTHARI, C. R.,. 2004.** *RESEARCH METHODOLOGY - METHODS TECHNIQUES.* New Delhi : NEW AGE INTERNATIONAL (P) LIMITED, PUBLISHERS, 2004. ISBN (13) : 978-81-224-2488-1.
22. **LOPÉZ AGÚÍ, Juan Carlos. 2008.** *Guyía Basica para la simulación de Monte Carlo.* Madrid : Asociación Española de Normalización y Certificación, 2008. ISBN: 978-84-8143-532-0.

23. **Mertler, Craig, Vannatta Reinhart, Rachel. 2017.** *Advanced and Multivariate Statistical Methods Practical Application and Interpretation Sixth Edition.* New York : Routledge is an imprint of the Taylor & Francis Group, an informa business, 2017. ISBN: 978-1-138-28971-0 (hbk) ISBN: 978-1-138-28973-4 (pbk) ISBN: 978-1-315-26697-8 (ebk).
24. **MGM Internacional. 2018.** <http://scioteca.caf.com/>. *CAF BANCO DE DESARROLLO DE AMÉRICA LATINA.* [En línea] 5 de Enero de 2018. [Citado el: 20 de Octubre de 2019.] <http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1296/GUIA%20-%20Aire%20 comprimido.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
25. **MORENO GONZÁLEZ, Adolfo Damian y DÍAZ DÍAZ, Desiré. 2019.** Implementación de un Sistema de Cogeneración para la nueva Panadería Dulcería La Coloma de Pinar del Río. <http://oaji.net/>. [En línea] 2 de Junio de 2019. [Citado el: 21 de 09 de 2019.] <http://oaji.net/articles/2019/6307-1554143476.pdf>. ISSN 1562-3297.
26. **MUN, Johnathan. 2012.** *SIMULADOR DE RIESGO -Manual de Usuario en Español.* Dublin : Real Options Valuation, INC., 2012.
27. **Plataforma_glr, Redacción:. 2009.** LA REPUBLICA. <https://larepublica.pe>. [En línea] ECONOMÍA, 21 de 04 de 2009. [Citado el: 27 de 09 de 2019.] <https://larepublica.pe/economia/393796-inauguran-primera-planta-de-cogeneracion-de-energia-en-el-pais/>.
28. *Quasi- and Field Experiments.* **DIAZ, Alex, JIMENEZ-BUEDO, María y TEIRA, David. 2015.** 4, Oxford : James D. Wright (editor-in-chief), International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences, 2015, Vol. XIX.
29. **RAMOS SARAVIA, José.** <https://www.utec.edu.pe/>. *UTEC.* [En línea] UNIVERSIDAD DE INGENIERIA Y TECNOLOGIA. [Citado el: 10 de Octubre de 2019.] <https://www.utec.edu.pe/noticias/la-cogeneracion-una-tecnologia-que-ahorra-combustible-disminuye-la-factura-energetica-y-evita-emisiones-de-gases-de-efecto-invernadero>.
30. **RIOS VILLACORTA, ALBERTO. 2016.** *FUTURO DE LA ENERGIA EN EL PERU.* LIMA : Forum Solidaridad Perú, 2016.
31. **ROA MARTINEZ, Cristian Manuel. 2018.** Repositorio Académico de la Universidad de Chile. <http://repositorio.uchile.cl/>. [En línea] Universidad de Chile, 30 de Agosto de 2018. [Citado el: 21 de 09 de 2019.] [file:///C:/Users/USER/Downloads/Cogeneraci%C3%B3n-con-gas-natural-para-aplicaciones-a-peque%C3%B1a-escala%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/USER/Downloads/Cogeneraci%C3%B3n-con-gas-natural-para-aplicaciones-a-peque%C3%B1a-escala%20(1).pdf).

32. **ROBLEDO GÓMEZ, Andrés Felipe. 2019.** *Tesis: Estudio de factibilidad técnico-económica del uso de un sistema de cogeneración para la recuperación de calor en una planta cementera en Colombia.* Medellín : Instituto Tecnológico Metropolitano, 2019.
33. **San Martín Mondragón, David. 2019.** *PLANTA DE COGENERACIÓN EN UNA FÁBRICA INTEGRAL DE PAPEL.* Bilbao : Universidad del País Vasco, 2019.
34. **Sánchez Sánchez , Ernesto Alonso, Insunga Cazarez, Santiago y Ávila Antuna, Roberto. 2015.** *PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA 1.* Mexico : Grupo Editorial Patria S.A de C.V, 2015. ISBN ebook 978-607-744-248-6.
35. **SANTANA CANCHANYA, Denis Jesús. 2011.** PUCP.
<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/580>. [En línea] 13 de 06 de 2011. [Citado el: 23 de 09 de 2019.]
 file:///C:/Users/USER/Downloads/SANTANA_CANCHANYA_DENNYS_JES% C3%9AS_DISE%C3%91O_SISTEMA_COGENERACI%C3%93N_GAS_NATU RAL.pdf.
36. *Techno-economic analysis of the cogeneration process on board ships.*
Brožičević, Marko, Martinović, Dragan y Kralj, Predrag. 2017. 1, Rijeka : Journal of Sustainable Development of Transport and Logistics, 2017, Vol. 2. ISSN 2520-2979.
37. **TESIS E INVESTIGACIONES ANALISS SPSS.** TESIS E INVESTIGACIONES ANALISS SPSS. <https://www.tesiseinvestigaciones.com/>. [En línea] TESIS E INVESTIGACIONES ANALISS SPSS. [Citado el: 12 de 10 de 2019.]
38. **TORRENTE GIMÉNEZ, Rafael Issac. 2014.** *Tesis: ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA DE UNA PLANTA DE COGENERACIÓN EN UN HOSPITAL DE MADRID.* Madrid : Universidad Carlos III de Madrid, 2014.
39. **VICTORIAN TAFE ASSOCIATION. 2019.** *DOING APPLIED RESEARCH IN VICTORIAN TAFE INSTITUTES.* Melbourne : VICTORIAN TAFE ASSOCIATION, 2019.
40. **YABAR VIGGIO, Yamhir Alfredo. 2016.** *Reducción de costos de energía y mitigación de gases de efecto invernadero en una planta industrial mediante la cogeneración con gas natural.* Lima : UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, 2016.

ANEXOS

1. Evaluación De Propuesta Económica Actual Vs Con Proyecto

COSTOS OPERATIVOS	SITUACION ANUAL ACTUAL (USD)	SITUACION ANUAL CON PROYECTO (USD)		
				
Consumo Total Termochilca	1,714,479	700,000	700,000	700,000
Consumo Gas Natural	0	347,427	347,427	347,427
Costos anuales de mantto	37,157	0	0	0
Fee	0	484,460	482,604	542,532
Total Anual USD	1,751,636	1,531,887	1,530,031	1,589,959
PROYECCION AHORRO		-219,749	-221,605	-161,677

Proyección de unitario

Valor referencial MW Enero 19 \$86

Valor proyectado Osinergmin 2023 \$120

			
PROPUESTA ECONOMICA			
<i>Consumo residual Termochilca</i>	700,000	645,572	694,106
<i>Consumo Gas Natural</i>	395,242	347,427	358,638
<i>FEE Proveedor</i>	484,460	482,604	542,532
Total Anual	1,579,702	1,475,603	1,595,276
<i>Plazo Contrato</i>	8	7	8
PROPUESTA TECNICA			
Grupo Electrogenero			
<i>Potencia efectiva</i>	1.4 MW	1.4 MW	1.4 MW
<i>Eficiencia electrica</i>	39%	41.40%	40.10%
<i>Chiller cogeneracion TR</i>	366	330	350
VALOR AGREGADO			
<i>Servicios adicionales a oferta</i>	Paneles solares	-	-
	Banca solar externa (4)	-	-
	Gasolinera electrica	-	-
<i>Reduccion CO2</i>	610TN	330TN	NO CALCULO
<i>Incluye costos de tramites</i>	SI	SI	SI
Compra de equipos actuales			
<i>Grupo electrogenero actual</i>	30	40	-
<i>Chiller actual</i>	20	-	-
<i>Total US\$</i>	50	40	-

2. Resumen de Propuestas de Postores.

Cumplimiento Requerimientos del Proyecto			
Modalidad de contratación EPC	✓	✓	✓
<i>Puesta en marcha no mayor a 09 meses</i>	✓	✓	✓
<i>Eficiencia generación del sistema no menor a 39%</i>	✓	✓	✓
<i>Eficiencia térmica del sistema no menor a 53%</i>	✓	✓	✓
<i>Grupo Electrógeno a gas de 1.4 MW</i>	✓	✓	✓
<i>Chiller cogeneración no menor de 330TR</i>	✓	✓	✓
Compromisos en proyección costo energético y consumo gas	✓	✓	✓
<i>Disponibilidad del grupo electrógeno no menor a 92%</i>	✓	✓	✗
<i>Plazo Contrato 8 años</i>	✓	✓	✓
Permisología	✓	✓	✓
<i>Oferta valor agregado</i>	✓	✗	✗
<i>Estrategia de sostenibilidad: Cálculo reducción de huella CO</i>	✓	✓	✗
<i>Estrategia gestión de riesgos alineada a Política Urbanova</i>	✓	✓	✓
<i>Estrategia atención cliente: personal in situ 24 x 7</i>	✓	✓	✓
<i>Compra de grupo electrógeno a desmontar</i>	✓	✓	✗
<i>Compra de chillers a desmontar</i>	✓	✗	✗

3. Cuadro Comparativo Final de Postores.

Proveedor		ENGIE		FLESAN		CALIDDA		
Evaluación de Antecedentes	10%	Trabajos afines a lo requerido	Experiencia internacional en CC e industrial	5	Experiencia local industrial	4	Experiencia internacional en CC y oficinas	5
	Peso	Promedio	5.00		4.00		5.00	
Evaluación Propuesta Técnica	50%	Cumplimiento requerimientos del concurso	Al 100%	5	Al 100%	5	Al 90% Omitio algunos requerimientos: cálculos huella de carbono, capex.	4
		Tiempo ejecución obra	9 meses	5	9 meses	5	9 meses	5
		Tiempo contrato:	8 años	5	7 años 3 meses	5	8 años	5
		Compra equipos retirados	Chiller y GGEE retirados por USD 50,000	5	Solo GGEE retirado or USD 40,000	4	No compra equipos retirados	1
		Valor agregado	Prestamo 4 bancaS solares, instalación sistema fotovoltaico, instalación electrolinera e instalación sistema de monitoreo control y de consumo.	5	No	1	No	1
	Peso	Promedio	5.00		4.00		3.20	
Evaluación Propuesta Económica	40%	FEE anual (sin IGV)	\$484,460.00		\$482,604.90		\$542,532.00	
	Peso	Puntaje relativo	4		Puntaje relativo	5	Puntaje relativo	2
Puntaje global		4.60		4.40		2.90		

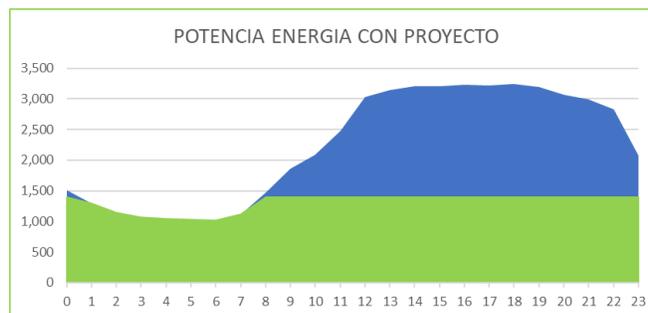
Tabulación

Malo	1
Regular	2
Bueno	3
Muy bueno	4
Excelente	5

DO / JLR / FL
PROCESO ELABORADO POR

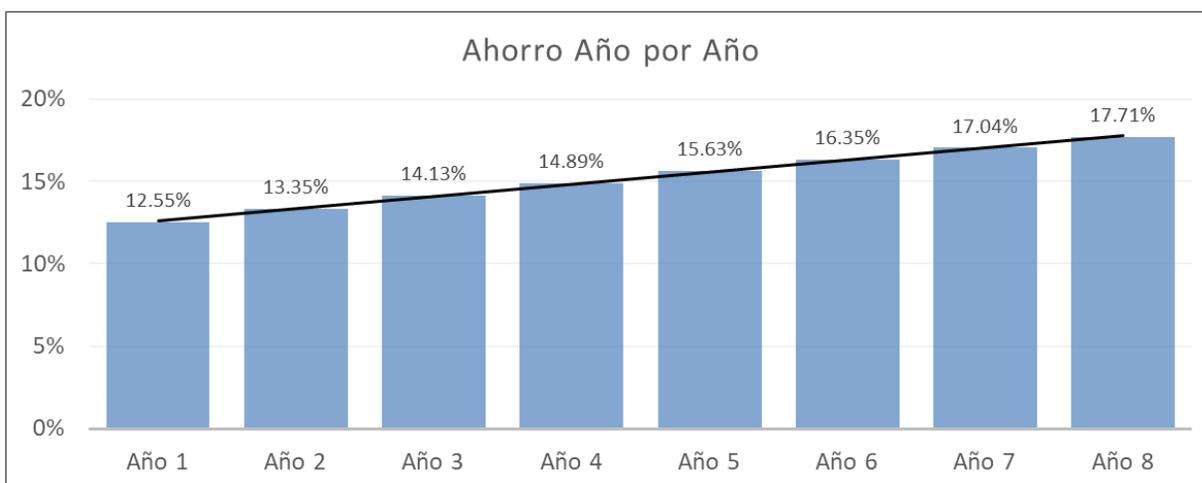
4. Potencia Actual Vs Potencia con Proyecto.

HORA	ENERGIA RED COMERCIAL ACTUAL	ENERGIA GGEE PROYECTO	ENERGIA RED COMERCIAL PROYECTO
0	1,505	1,400	105
1	1,296	1,296	0
2	1,145	1,145	0
3	1,065	1,065	0
4	1,041	1,041	0
5	1,026	1,026	0
6	1,018	1,018	0
7	1,118	1,118	0
8	1,473	1,400	73
9	1,863	1,400	463
10	2,086	1,400	686
11	2,471	1,400	1,071
12	3,037	1,400	1,637
13	3,144	1,400	1,744
14	3,207	1,400	1,807
15	3,207	1,400	1,807
16	3,233	1,400	1,833
17	3,221	1,400	1,821
18	3,249	1,400	1,849
19	3,197	1,400	1,797
20	3,075	1,400	1,675
21	2,988	1,400	1,588
22	2,825	1,400	1,425
23	2,076	1,400	676



5. Ahorros Anuales Proyectados con la ejecución del Proyecto.

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	TOTAL
Costo Energía Actual	1,714,479	1,765,913	1,818,891	1,873,457	1,929,661	1,987,551	2,047,178	2,108,593	15,245,723
Costos mantto Actual*	37,157	38,272	39,420	40,602	41,820	43,075	44,367	45,698	330,411
Total Actual USD	1,751,636	1,804,185	1,858,310	1,914,060	1,971,482	2,030,626	2,091,545	2,154,291	15,576,134
Costo Energía Residual	700,000	721,000	742,630	764,909	787,856	811,492	835,837	860,912	6,224,635
Consumo gas	347,427	357,850	368,585	379,643	391,032	402,763	414,846	427,291	3,089,438
Fee	484,460	484,460	484,460	484,460	484,460	484,460	484,460	484,460	3,875,680
Total Proyectado USD	1,531,887	1,563,310	1,595,675	1,629,012	1,663,348	1,698,715	1,735,143	1,772,663	13,189,753
Ahorro USD	219,749	240,875	262,635	285,048	308,133	331,911	356,402	381,628	2,386,382
Ahorro %	12.55%	13.35%	14.13%	14.89%	15.63%	16.35%	17.04%	17.71%	



6. Certificado de Validez de Contenido del Instrumento.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

VARIABLE INDEPENDIENTE: *Implementación de una planta de cogeneración*

N°	DIMENSIONES / Items	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Clarida ³		Sugerencias
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	DIMENSION 1: Consumo energético $C_{ene} = C_{ele} + C_{gas} * 10.46 + C_{eter} * 2.93 * 10^{-4}$ <small>C_{ene} = Consumo energético (KWh) C_{ele} = Consumo eléctrico (KWh) C_{gas} = Consumo gas natural (M3) C_{eter} = Consumo energía Térmica (BTU)</small>	/	/	/	/	/	/	
	DIMENSION 2: Eficiencia energética $\Delta\% Cene = 1 - \frac{Cene_{(act)}}{Cene_{(ant)}}$ <small>Cene_(ant) = Consumo Energético Mes anterior Cene_(act) = Consumo Energético Mes actual Δ% Cene = Variación porcentual de consumo energético</small>	/	/	/	/	/	/	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador, Dr/ Mg: *Manrique Suárez Luis Humberto* DNI: *15651129*

Especialidad del validador: *Ingeniería Industrial*

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

13 07
..... de del 2020

[Firma]
Firma del Experto Informante.
CIP 30816

VARIABLE DEPENDIENTE: *Costos de consumo de energía eléctrica*

N°	DIMENSIONES / Items	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Clarida ³		Sugerencias
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	DIMENSION 1: Costo Energético $Co_{total} = Co_{ele} + Co_{gas}$ <small>Co_{total} = Costo Total energético (Soles) Co_{ele} = Costo eléctrico (Soles) Co_{gas} = Costo gas natural (soles)</small>	/	/	/	/	/	/	
	DIMENSION 2: Variación porcentual de Costos Energético $\Delta\% Co_{tot. Ener.} = 1 - \frac{Co_{tot. Ener. (act)}}{Co_{tot. Ener. (ant)}}$ <small>Co tot. Ener. (ant) = Costo total Energético mes anterior Soles Co tot. Ener. (act) = Costo total Energético mes actual Soles Δ% Co tot. Ener. = Variación porcentual de Costos Energético</small>	/	/	/	/	/	/	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador, Dr/ Mg: *Manrique Suárez Luis Humberto* DNI: *15651129*

Especialidad del validador: *Ingeniería Industrial*

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

13 07
..... de del 2020

[Firma]
Firma del Experto Informante.
CIP 30816

7. Grupo Electrónico Caterpillar y Chiller de Absorción.

Grupo Electrónico para Cogeneración



Chiller de Absorción

