



**UNIVERSIDAD DISTRITAL  
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**

---

**Análisis de los recursos energéticos en el proceso de producción en  
una cervecería local**

---

**Autor**

**Mayerly Andrea Becerra Pérez**

**Tutor**

**Ing. Oscar David Flórez Cediél M.Sc.**

**Docente Asociado Facultad de Ingeniería**

**Universidad Distrital Francisco José De Caldas  
Especialización en Gestión de Proyectos de Ingeniería  
Facultad de Ingeniería  
Bogotá, Colombia  
noviembre de 2019**

## Contenido

---

1. Resumen .....	3
2. Palabras Clave .....	4
3. Introducción .....	5
4. CONTEXTO E IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	6
5. ANÁLISIS DEL MERCADO .....	10
6. PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	11
6.1    POLÍTICA DE CALIDAD .....	11
7. INGENIERIA DEL PROYECTO .....	12
8. ESTUDIO ADMINISTRATIVO.....	18
9. ESTUDIO ECONÓMICO .....	19
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	20
11. REFERENCIAS.....	21

## **1. RESUMEN**

---

El presente trabajo tuvo como objetivo realizar el análisis de los recursos energéticos que hacen parte del proceso de producción de una cervecería local. Con el análisis realizado se identificaron los equipos que presentan mayor consumo, y se plantean opciones de mejora para reducir los costos de operación, siempre teniendo en cuenta la gestión eficiente.

De acuerdo con los resultados obtenidos, los mayores costos asociados en el proceso de producción, se presentan en el consumo eléctrico, por lo que se plantea el cambio del aire acondicionado que cumpla con lo establecido en el Reglamento Técnico de Etiquetado – RETIQ, proyectando una disminución del consumo en aproximadamente el 40% respecto al consumo que se presenta actualmente.

## **2. PALABRAS CLAVE**

---

Eficiencia energética

Proceso de producción

RETIQ

### **3. INTRODUCCIÓN**

---

Actualmente, las políticas públicas para los procesos de producción son tendientes al mejoramiento de los impactos negativos del medio ambiente, por lo tanto, se debe cumplir con estándares de eficiencia energética, desarrollando actividades de mejora, promoviendo el uso racional y eficiente de la energía eléctrica.

Es por esto, que de acuerdo con el análisis del proceso de producción de cerveza de una cervecería local, se determinó que el factor que más afecta el consumo de energía para la producción es el uso del aire acondicionado, el cual es necesario para mantener constante la temperatura, y no afectar la calidad del producto.

Por lo anterior, con la modernización del Aire Acondicionado y un modelo de gestión eficiente de energía se espera una disminución del 40% del consumo de energía de la cervecería.

## **4. CONTEXTO E IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

---

### **Contexto**

En la elaboración de cerveza, se deben surtir procesos como maceración, cocción, enfriamiento, fermentación, filtración embotellado y etiquetado, los cuales requieren uso de maquinaria especializada. Por lo que la Empresa Cervecería local, ha notado un incremento significativo en los costos de los servicios públicos, es por esto que se analizan los consumos y se presentan alternativas con gestión eficiente para reducir dichos costos.

### **Diagnóstico**

La empresa Cervecería Local ubicada en Bogotá en estrato 3, presenta un consumo promedio \$ 350.000 pesos mensuales, para realizar una producción de 330 litros. En el proceso de producción se tienen equipos eléctricos como aire acondicionado, ventiladores de extracción, electrobombas para movimiento de agua y producción. Adicionalmente, se cuenta con dos quemadores a gas, los cuales se emplean para el proceso de limpieza de los equipos y mantener constante la temperatura del proceso de la cerveza.

De acuerdo con el proceso establecido para la producción de cerveza, el uso de gas natural es reducido, dado que se usa únicamente dos días en el proceso, para la limpieza de los equipos y para la producción, lo que representa aproximadamente 35 m<sup>3</sup> es decir un promedio de \$ 60.000 pesos mensuales.

Adicionalmente, los equipos eléctricos, consumen en promedio 450 kWh mensuales, equivalente a un costo promedio de \$230.000 COP, para producir 330 litros.

### **Pronóstico**

Se plantea un estudio basado en la gestión eficiente de los recursos, analizando cuales son los factores que más influyen, y de esta manera disminuir el consumo en la empresa, teniendo en cuenta los actuales requerimientos para realizar su producción, es decir, se deben mantener factores físicos y químicos de calidad de la producción.

Teniendo en cuenta los datos del consumo de energía reportados por la empresa cervecera, se realiza un análisis de la serie de datos, para realizar el pronóstico cuantitativo.

Para este caso se realiza el pronóstico por medios e promedios móviles (simples de orden 3), es decir, se promedian las últimas observaciones, se realiza la suavización de los datos, para observar los cambios que se presentan.

$$F_{t+1} = \frac{Y_t + Y_{t-1} + Y_{t-2}}{3}$$

Luego se calcula la precisión del pronóstico, para obtener los errores ( $e_t$ ) en cada uno de los instantes de tiempo en los periodos  $t$ .

$$e_i = Y_t - F_t$$

Para el caso de estudio, se tiene:

Datos iniciales	Promedio móvil simple	Error de pronóstico
306,1		
361,8		
372,3		
391,2	346,75	44,41
395,5	375,09	20,41
378,1	386,32	-8,22
411,1	388,25	22,80
495,6	394,89	100,76
475,6	428,27	47,38
592,5	460,78	131,73
572,9	521,27	51,66
504,6	547,03	-42,45

Datos iniciales	Promedio móvil simple	Error de pronóstico
505,9	556,67	-50,77
560,6	527,80	32,81
572,8	523,70	49,08
565,8	546,43	19,36
590,1	566,39	23,69
587,4	576,21	11,20
571,5	581,09	-9,58
582,7	583,00	-0,35
595,9	580,53	15,40
576,9	583,36	-6,44
595,9	585,17	10,76

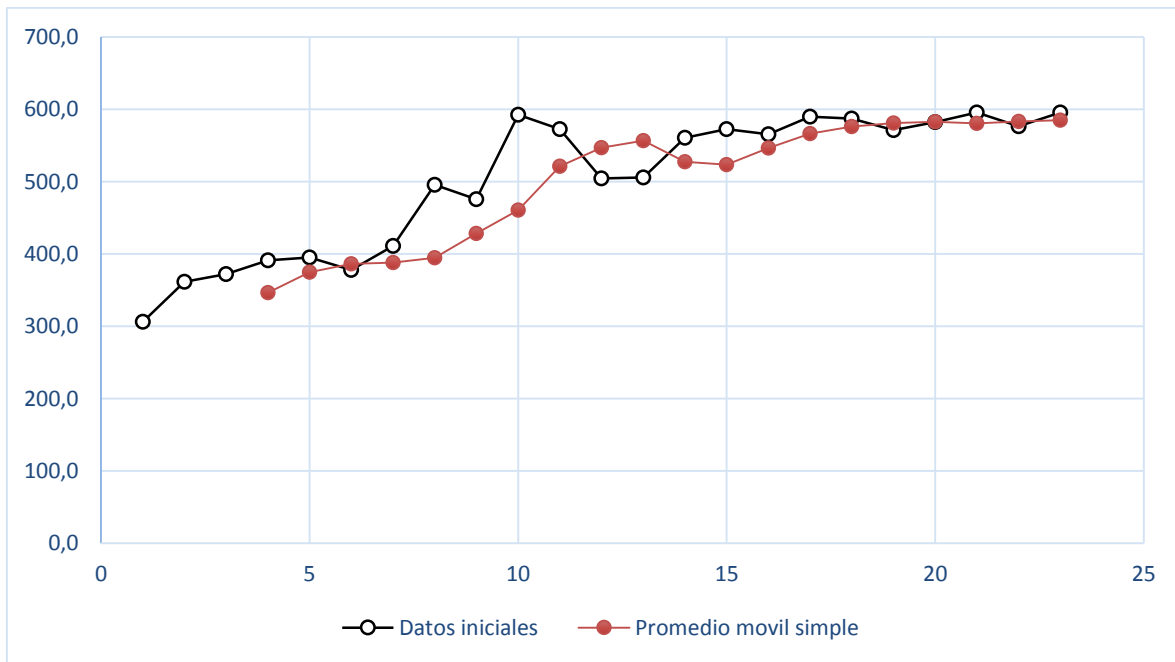


Figura 1. Promedio móvil simple

Así mismo, la suavización exponencial pondera los valores de las serie de tiempo, es decir el promedio ponderado del periodo t y el pronostico para el periodo t

$$F_{t+1} = \alpha Y_t + (1-\alpha)F_t \quad 0 \leq \alpha \leq 1$$

Por lo anterior, el valor de  $\alpha$  es de 0.1, para los siguientes 12 meses, es decir, se obtienen los siguientes resultados:



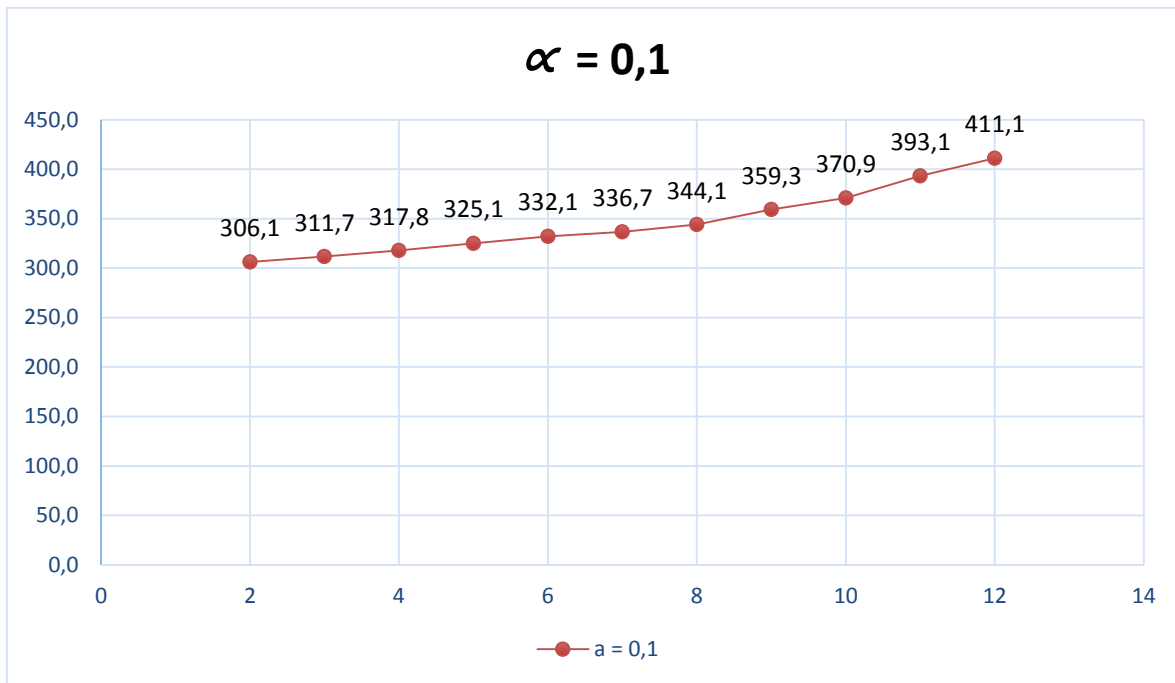


Figura 2. Suavización exponencial

### **Control al Pronóstico**

Dado que el mayor costo se presenta en el consumo de energía eléctrica, este estudio se va a enfocar en los equipos eléctricos que hacen parte del proceso, su uso y su mejora tecnológica. Por lo cual, si se implementa, se espera una reducción del consumo de energía en la planta.

## **5. ANÁLISIS DEL MERCADO**

---

La industria Cervecera busca mejorar sus procesos de manera que se obtengan beneficios, teniendo dentro de sus planes la innovación, mejora continua de procesos, controles de calidad y eficiencia en la producción para satisfacer la demanda que tiene en el mercado, gestionando de manera eficiente sus recursos.

Estudios realizados a la Cervecería Backus en Perú, a sus sistemas de vapor, CO<sub>2</sub>, agua, aire, frío y energía eléctrica, indican que el consumo de energía eléctrica es muy elevado, lo cual al evaluar cada uno de los procesos cuya base es el consumo de energía eléctrica representa una oportunidad de mejorar, por lo cual una de las alternativas fue el mejoramiento del sistema de refrigeración obtenido reducción de consumo, aportando a la conciencia social sobre el cuidado del medio ambiente.

## **6. PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO**

---

Para lograr una gestión eficiente de los recursos con los que se cuentan y aprovechar el potencial energético y económico, no se debe tener únicamente los parámetros técnicos de los equipos, también se debe promover el uso racional y eficiente de la energía eléctrica.

### **6.1 POLÍTICA DE CALIDAD**

El compromiso de la empresa cervecera es mejorar continuamente, por medio de un equipo humano multidisciplinario, que mantienen los altos estándares de calidad y servicio en el proceso de producción.

Dentro de la matriz de la empresa se cuentan con factores como innovación, calidad del producto, control del producto, para siempre superar las expectativas de los clientes en cada uno de los productos de la compañía.

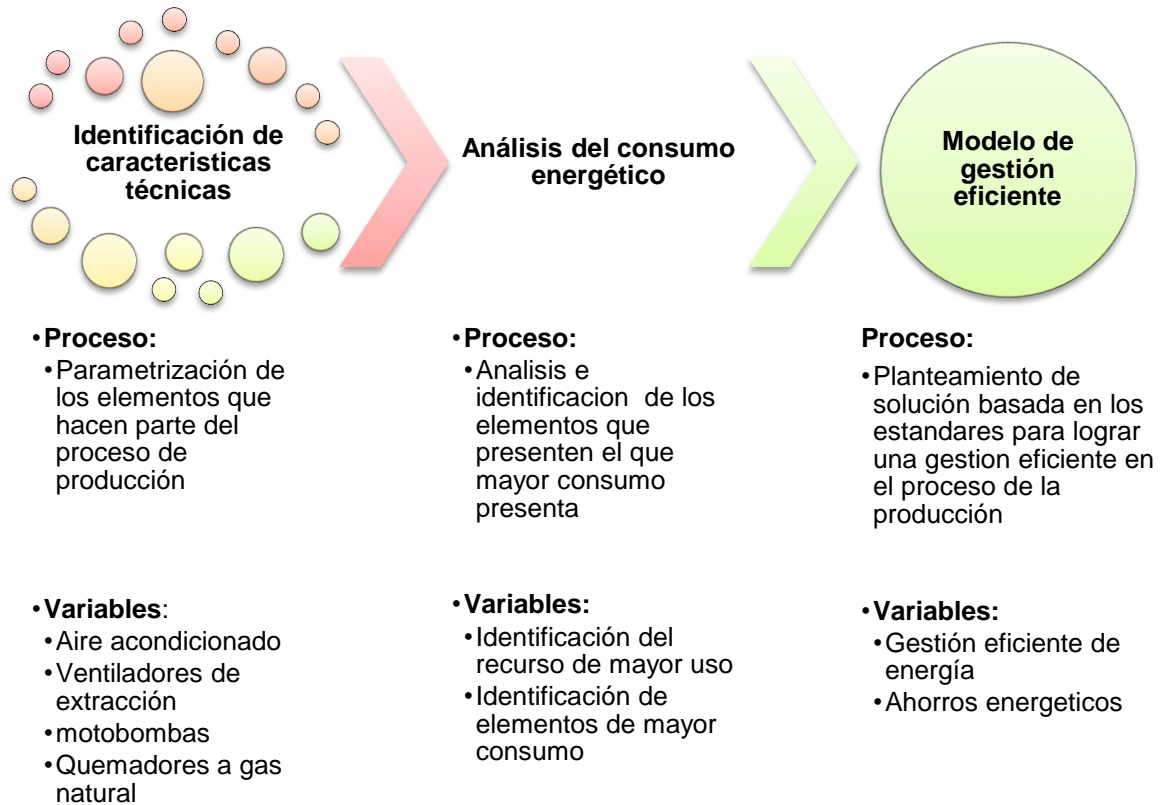
Adicionalmente, se garantiza el éxito de la política con la medición del desempeño, enfocados en el cumplimiento, rendimiento y sostenibilidad, promoviendo las mejores prácticas en cada uno de los procesos que hacen parte de la cervecería.

#### **Objetivos:**

- Superar las expectativas de los clientes
- Buscar mejora de la rentabilidad
- Mejorar continua e innovadora los procesos de la compañía.

## 7. INGENIERIA DEL PROYECTO

---



### Proceso de producción de cerveza

Para realizar un proceso productivo, se deben tener en cuenta las etapas establecidas para el mismo, es decir, se debe iniciar con la propuesta o la necesidad de producción, posteriormente se debe realizar la selección del producto y del proceso, para poder diseñar el sistema y de esta manera poder dar inicio hasta obtener el producto final.

*Fase 1: necesidad de producción*

Para el presente caso, la fase inicial nace de la necesidad (pedidos) de la cerveza que se debe distribuir, para lo cual se realiza la planeación presupuestal y se definen los tiempos necesarios para entregar el producto.

*Fase 2: Alistamiento de la planta*

Posteriormente, para cumplir con todos los requisitos de calidad del proceso de producción, se debe realizar la fase de alistamiento de la planta, para lo cual se debe realizar la limpieza de los equipos, es decir, por medio de uno de los quemadores a gas se eleva la temperatura el agua por 3 horas y posteriormente, con soda caustica se realiza la correspondiente limpieza.

*Fase 3: Selección del producto y proceso*

Una vez se tiene lista la planta para iniciar la producción, se debe seleccionar el producto, por lo que se realiza la molienda de los granos de la malta, es decir se separa de su cascara para que en el proceso se obtenga la mejor calidad del mismo, posteriormente, se realiza el proceso de maceración de los granos con el fermento y agua.

*Fase 4: Arranque de producción*

Al día siguiente de la limpieza de los equipos, se inicia el proceso de producción con el procesamiento de la cocción de la malta y el lúpulo, los cuales son sometidos a altas temperaturas (67°C), hasta lograr las condiciones ideales del líquido. Luego se lleva la mezcla al fermentador para realizar el enfriamiento del producto (18°C) y se agrega la levadura para que se transformen los azúcares en alcohol y cumplir con los parámetros de calidad de la cerveza. Es en este momento que se debe mantener una temperatura constante en la planta, para lo cual se enciende el aire acondicionado.

*Fase 5: Obtención del producto*

Finalmente, para lograr la decantación de la mezcla, se debe reducir la temperatura del líquido y así proceder al envase, etiquetado y almacenamiento de la cerveza.

## Características técnicas de los equipos

En el proceso de producción de cerveza, los principales elementos eléctricos usados son el aire acondicionado, ventiladores de extracción y las electrobombas. Así mismo, se cuenta con los quemadores a gas, los cuales se usan para la calentar el agua de la limpieza de equipos y para la cocción de la malta y del lúpulo en el proceso de producción. Dichos equipos tienen la siguiente caracterización de su uso:

Elemento/Servicio	Días de uso a la semana	Detalle de uso
<b>Aire acondicionado</b>	4 En horario de 9 a 5 pm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Día 1 (limpieza de equipos): 2 horas</li> <li>• Día 2 (Producción): 4 horas</li> <li>• Día 3 (Estabilización de Temperatura): 8 horas</li> <li>• Día 4 (Elevación de Temperatura): 8 horas</li> </ul>
<b>Ventiladores de extracción</b>	4 En horario de 9 a 5 pm	Se tiene uno de ingreso y dos de extracción. Funcionan en paralelo así: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Día 1 (limpieza de equipos): 2 horas</li> <li>• Día 2 (Producción): 8 horas</li> <li>• Día 3 y 4: 47 horas continuas de uso</li> </ul>
<b>Electo bombas</b>	2 En horario de 9 a 5 pm	Se tienen dos para el movimiento de los tanques de la producción y una para movimiento de agua. Funcionan en paralelo así: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Día 1 (limpieza de equipos): 2 horas</li> <li>• Día 2 (Producción): 3 horas</li> </ul>
<b>Quemadores a gas natural</b>	2 En horario de 9 a 5 pm	Se tienen dos quemadores los cuales se usan así: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Día 1 (limpieza de equipos): 2 horas (un solo quemador)</li> <li>• Día 2 (Producción): 8 horas (dos quemadores)</li> </ul>

Tabla 1. Uso de equipos

Adicional a lo anterior, se presentan las capacidades de los equipos en la tabla 2, que se muestra a continuación.

	kW/h al mes
Aire acondicionado	430
Ventiladores de extracción	40,4
Electrobombas	8

Tabla 2. Características de equipos

## Análisis de los recursos energéticos

### Gas natural

De acuerdo con lo reportado por la empresa, el promedio de consumo de gas natural está en 35 m<sup>3</sup>, dado que los quemadores se utilizan durante dos días, por un intervalo de 8 horas. Este consumo, representa un costo de \$ 60.000 pesos aproximadamente, es decir representa un 30% de los costos asociados a los servicios públicos de la empresa, por lo cual, no se tendrá en cuenta para el análisis realizado en el presente estudio.

### Energía Eléctrica

Los equipos eléctricos que hacen parte del proceso de producción, son el Aire acondicionado, los Ventiladores de extracción y las Electro bombas, y de acuerdo con lo reportado en la tabla 2, el consumo está en un promedio de 450 kW/h, como se muestra en la figura 3.

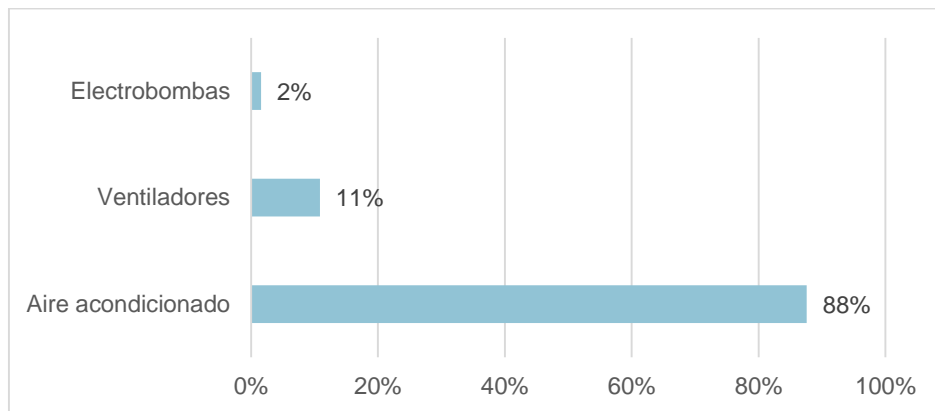


Figura 3. Aporte porcentual del consumo eléctrico

Estos consumos representan aproximadamente el 70% de los gastos asociados al pago de servicios públicos (\$ 230.000 pesos), por lo cual, de acuerdo con el análisis de consumo realizado, se determinó que el elemento que mayor consumo se presenta en el uso del Aire acondicionado (88% del consumo eléctrico con 430 kW/h).

### Modelo de gestión eficiente en el proceso de producción

Se propone el cambio del aire, por uno que cumpla con los requisitos técnicos del Etiquetado Energético Colombiano (Resolución MME 41012 de 2015 o sus modificaciones), es decir que cumpla con las siguientes características técnicas para cumplir con un equipo tipo B:

Características	Tipo B
Consumo	420 kWh/mes
Eficiencia energética	3.50 ( $W_T/W_E$ )
Capacidad de enfriamiento	10.600 W

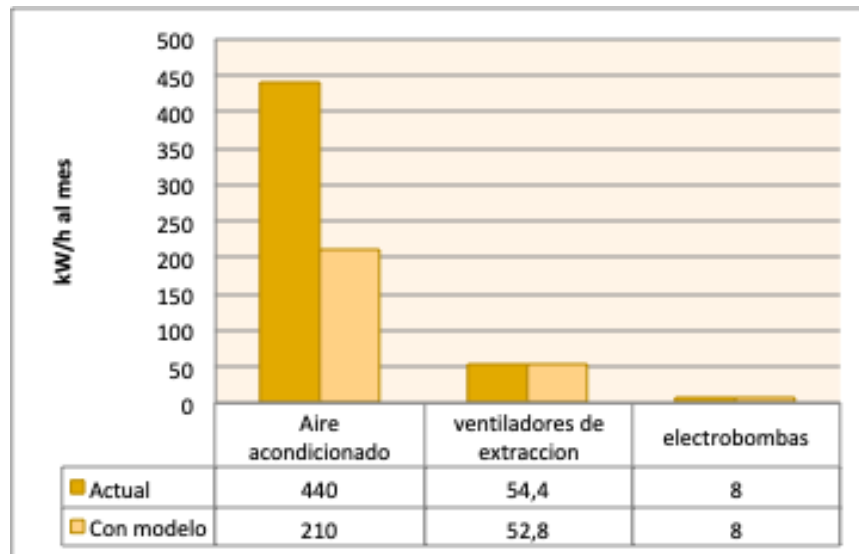
Adicional a la modernización del aire acondicionado se propone la implementación de un sistema de domótica mediante el cual se realice la medición de la temperatura en la planta de producción, y se active el aire acondicionado por intervalos de tiempo de acuerdo al siguiente modelo de gestión:

- El día de limpieza usar el aire por intervalo de 15 minutos una vez cada hora durante este proceso. Y los ventiladores de extracción se activaran durante los siguientes 45 minutos posteriores a la activación del aire acondicionado.
- En el día de producción activar el aire acondicionado durante 15 minutos cada 45 minutos, para las 8 horas de la producción. Por lo cual, se mantendrá el actual uso de los ventiladores de extracción durante las 8 horas de la producción.
- En el día de estabilización de temperatura, se activará el aire acondicionado durante 10 minutos cada 30 minutos durante este día. Igual que el día anterior se mantendrán los ventiladores de extracción durante los dos días posteriores.

Dado el anterior modelo de gestión, se proyecta el siguiente consumo mensual, con lo cual se espera disminuir en aproximadamente el 40% el consumo actual



Equipo	kW/h al mes	
	Actual	Propuesta
Aire acondicionado	440	210
Ventiladores de extracción	54,4	52,8
Electrobombas	8	8



## 8. ESTUDIO ADMINISTRATIVO

---

Para realizar los estudios correspondientes, se realiza una contratación de una firma consultora, la cual cuente con personal idóneo en el sector energía, para que por medio de un análisis integral, se logren plantear las soluciones técnicas necesarias en la producción y posteriormente, se realice el análisis financiero de la inversión para lograr el objetivo de este proyecto.

Específicamente, se requiere contar por lo menos con los siguientes profesionales:

Cargo	Formación académica	Experiencia específica
<b>Director (a)</b>	Profesional en Administración, ingeniería, economía y afines	<ul style="list-style-type: none"><li>Al menos un año en la dirección de un proyecto relacionado con el sector de energía, puede ser alguno de los expertos.</li></ul>
<b>Experto (a) en el sector de energía</b>	Profesional en ingeniería eléctrica y afines	<ul style="list-style-type: none"><li>Al menos dos años de experiencia específica en el análisis del sector energía, específicamente en gestión energética</li></ul>

## 9. ESTUDIO ECONÓMICO

---

Teniendo en cuenta que la tarifa de energía eléctrica aplicable al estrato donde se encuentra la planta es de \$ 519 por kWh y los consumos generados por cada uno de los equipos, actualmente el pago del servicio mensual en promedio es de \$ 260.000 pesos, sin embargo, con la propuesta presentada, se proyecta que servicio de energía disminuya en las siguientes cantidades:

Equipo	Costo asociado	
	Actual	Propuesta
Aire acondicionado	\$ 228.360	\$ 108.990
Ventiladores de extracción	\$ 28.234	\$ 27.403
Electrobombas	\$ 4.152	\$ 4.152
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 260.746</b>	<b>\$ 140.545</b>

## **10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

---

Una vez identificadas las características técnicas de los equipos eléctricos que hacen parte del proceso de producción de cerveza, se encontró que el Aire acondicionado es el que mayor consumo presenta. Por lo que luego de la modernización de dicho elemento, para que cumpla con los parámetros técnicos establecidos en el RETIQ, no se evidencia un ahorro significativo en el proceso.

Por lo cual, se plantea adicionalmente por medio de domótica, realizar la gestión de uso del Aire por tiempo determinado durante cada día de la producción, logrando una disminución aproximadamente del 40% del consumo de energía en la cervecería, lo cual representa una disminución proporcional en el costo del servicio.

## **11. REFERENCIAS**

---

Informe de Sostenibilidad 2018 Enel – Codensa - Emgensa

Plan de Negocio de una Cervecería Artesanal en la Región Metropolitana. Guillermo Bascur Palacios, Santiago De Chile Enero de 2013

Introducción a los Modelos de Pronósticos” Dra. Fernanda Villarreal Universidad Nacional del Sur Departamento de Matemática. Septiembre 2016

Sistema Integrado de Planeación y Control de la Eficiencia Energética en Equipos de Acondicionamiento de Aire - Universidad del Atlántico – E2 Energía Eficiente. CienTech – Centro de Transferencia de Conocimiento e Innovación, 2016. Barranquilla – Colombia.

Ahorro De Energía Eléctrica En Una Industria Cervecera Como Estrategia De Excelencia Operativa. Elisa Denisse Talla Chicoma Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Ingeniería Industrial. Lima – Perú. 2015

Ley 697 de 2001: por medio de la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve el uso de energías alternativas y se dictan.

Ley 1715 de 2014: por medio de la cual se regula la integración de energías renovables no convencionales al sistema energético nacional.

Decreto 2811 de 1974: Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente•Decreto 2331 de 2007: Por el cual se establece una medida tendiente al uso racional y eficiente de energía eléctrica.

Decreto 2501 de 2007: Por medio del cual se dictan disposiciones para promover prácticas con fines de uso racional y eficiente de energía eléctrica

Decreto 895 de 2008: por el cual se modifica y adiciona el Decreto 2331 de 2007 sobre uso racional y eficiente de energía eléctrica

Resolución 41012 de 2015: por el cual se expide el Reglamento Técnico de Etiquetado-RETIQ, con fines de Uso Racional de Energía aplicable a algunos equipos de uso final de energía eléctrica y gas combustible, para su comercialización y uso en Colombia