

**MODELO GAUSSIANO T-STUDENT COMO MÉTODO PARA EVALUAR EL
CONSUMO ELÉCTRICO EN SECTORES COMERCIALES DE ACUERDO A
LA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA PARA ALCANZAR ZONAS ÓPTIMAS
DE CONFORT**

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

**CARRERA:
INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:
INGENIERO ELÉCTRICO**

**TEMA:
MODELO GAUSSIANO T-STUDENT COMO MÉTODO PARA EVALUAR EL
CONSUMO ELÉCTRICO EN SECTORES COMERCIALES DE ACUERDO A
LA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA PARA ALCANZAR ZONAS ÓPTIMAS
DE CONFORT.**

**AUTOR:
HENRY DAVID SISA SANDOVAL**

**TUTOR:
CRISTIAN CRISTÓBAL CUJI CUJI**

Quito, febrero del 2020

Henry David Sisa Sandoval

MODELO GAUSSIANO T-STUDENT COMO MÉTODO PARA EVALUAR EL CONSUMO ELÉCTRICO EN SECTORES COMERCIALES DE ACUERDO A LA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA PARA ALCANZAR ZONAS ÓPTIMAS DE CONFORT.

Universidad Politécnica Salesiana, Quito-Ecuador 2020
Ingeniería Eléctrica

Breve reseña historia e información de contacto:



Henry David Sisa Sandoval (Y'1991-M'12). Realizó sus estudios secundarios en el “Instituto Técnico San José”, se graduó de Técnico Eléctrico. Egresado de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Politécnica Salesiana. Su trabajo se basa en el modelo gaussiano T-Student como método para evaluar el consumo eléctrico en sectores comerciales de acuerdo a la arquitectura bioclimática para alcanzar zonas óptimas de confort.
hsisa@est.ups.edu.ec

Dirigido por:



Cristian Cristóbal Cuji Cuji (Y'1986-SM'03). Se graduó de Ingeniero Electrónico de la Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador en 2014 y Master en Energía, Facultad de Ciencias Físicas en la Universidad Complutense de Madrid – España en 2015. Actualmente es profesor e investigador en la Universidad Politécnica Salesiana - Quito Ecuador.
ccuji@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados:

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con la autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos o investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS
©2020 Universidad Politécnica Salesiana
QUITO-ECUADOR

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR/A

Yo, Cristian Cristóbal Cuji Cuji declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación *Modelo Gaussiano T-Student como método para evaluar el consumo eléctrico en sectores comerciales de acuerdo a la arquitectura bioclimática para alcanzar zonas óptimas de confort* realizado por Henry David Sisa Sandoval, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, febrero 2020



.....
Cristian Cristóbal Cuji Cuji

Cédula de identidad: 1718002221

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo Henry David Sisa Sandoval, con documento de identificación N° 1723589220, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de titulación intitulado: *“MODELO GAUSSIANO T-STUDENT COMO MÉTODO PARA EVALUAR EL CONSUMO ELÉCTRICO EN SECTORES COMERCIALES DE ACUERDO A LA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA PARA ALCANZAR ZONAS ÓPTIMAS DE CONFORT”*, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Eléctrico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



.....
Nombre: Henry David Sisa Sandoval
Cédula: 1723589220
Fecha: Quito, febrero 2020

1. INDICE GENERAL

1. Introducción	2
2. Modelamiento de estimación de consumo eléctrico del sistema.	4
2.1 Modelo Matemático ASHRAE	5
2.2 Modelo Gaussiano T-Student	6
2.3 Formulación del Problema	7
2.3.1 Cálculo de consumo eléctrico	8
2.3.2 Proceso de resolución.....	8
3. Análisis de Resultados	9
3.1 Característica de los escenarios.....	9
3.1.1 Modelamiento Óptimo Gaussiano T-Student-Escenario 1	10
3.1.2 Modelamiento Óptimo Gaussiano T-Student -Escenario 2	13
3.2 Consumo total de potencia eléctrica por sistemas óptimos de confort.	15
4. Conclusiones.....	16
4.1 Trabajos Futuros.	17
5. Referencias.....	17
6. Matriz de Estado del Arte	22
6.1 Resumen e Indicadores	25

2. INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sistema Óptimo de Confort.	3
Figura 2. Análisis de la Planta 1.....	4
Figura 3. Prototipo de modelo a escala.	4
Figura 4. Proceso termográfico condiciones iniciales- 8 Horas.....	5
Figura 5. Proceso termográfico condiciones finales- 15 Horas.	5
Figura 6. Distribución de cargas térmicas máxima de la Planta 1.	10
Figura 7. Distribución Gaussiano de temperaturas primer caso de estudio -Quito.....	10
Figura 8. Distribución Gaussiano de temperaturas segundo caso de estudio-Quito.	11
Figura 9. Distribución temperatura TST primer caso de estudio -Quito.....	11
Figura 10. Distribución temperaturas TST segundo caso de estudio-Quito.	11
Figura 11. Consumo en kilovatios Caloríficos primer caso de estudio -Quito.	12
Figura 12. Consumo en kilovatios Caloríficos segundo caso de estudio -Quito.	12
Figura 13. Consumo de energía eléctrica kW, alcanzando zonas óptimas de confort primer caso de estudio -Quito.....	12
Figura 14. Consumo de energía eléctrica kW, alcanzando zonas óptimas de confort segundo caso de estudio -Quito.....	13
Figura 15. Distribución Gaussiano de temperaturas primer caso de estudio -Guayaquil.	13
Figura 16. Distribución Gaussiano de temperaturas segundo caso de estudio-Guayaquil.	13
Figura 17. Distribución temperatura TST por hora primer caso de estudio -Quito.	14
Figura 18. Distribución temperaturas TST segundo caso de estudio-Guayaquil.....	14
Figura 19. Consumo en kilovatios Caloríficos primer caso de estudio -Guayaquil.....	14
Figura 20. Consumo en kilovatios Caloríficos segundo caso de estudio -Guayaquil.	15
Figura 21. Consumo de energía eléctrica kW, alcanzando zonas óptimas de confort primer caso de estudio -Guayaquil.	15
Figura 22. Consumo de energía eléctrica kW, alcanzando zonas óptimas de confort segundo caso de estudio -Guayaquil.	15
Figura 23. Consumo de energía eléctrica (kWh) total, alcanzando zonas óptimas de confort primer escenario.	16
Figura 24. Consumo de energía eléctrica (kWh) total, alcanzando zonas óptimas de confort segundo escenario.....	16

3. INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Nomenclatura	3
Tabla 2. Algoritmo ASHRAE para determinar el comportamiento bioclimático.....	5
Tabla 3. Algoritmo para la evaluación del consumo eléctrico en sectores comerciales de acuerdo a la arquitectura bioclimática para alcanzar zonas óptimas de confort.	8
Tabla 4. Dimensiones externas de la Planta 1.....	9
Tabla 5. Dimensiones internas de la Planta 1.	9
Tabla 6. Tabla de propiedades aproximación Mes Febrero-ASHRAE.....	9
Tabla 7. Tabla de propiedades aproximación Mes Agosto- ASHRAE.....	10
Tabla 8. Distribución TST del 8 de febrero al 7 de marzo (2019)-Quito.....	11
Tabla 9. Distribución TST del 8 de agosto al 8 de septiembre (2019)-Quito.	11
Tabla 10. Distribución TST del 8 de febrero al 7 de marzo (2019)-Guayaquil	14
Tabla 11. Distribución TST del 8 de agosto al 8 de septiembre (2019)-Guayaquil	14
Tabla 12. Consumo total de potencia eléctrica mensual Escenario 1-Quito.....	15
Tabla 13. Consumo total de potencia eléctrica mensual Escenario 2-Guayaquil	16

MODELO GAUSSIANO T-STUDENT COMO MÉTODO PARA EVALUAR EL CONSUMO ELÉCTRICO EN SECTORES COMERCIALES DE ACUERDO A LA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA PARA ALCANZAR ZONAS ÓPTIMAS DE CONFORT.

Resumen

La presente investigación realiza una descripción del efecto del consumo de energía eléctrica en ambientes normales, aprovechando las condiciones bioclimáticas con el objetivo de alcanzar condiciones óptimas de confort. Se propone el modelo Gaussiano T-Student como método para evaluar el consumo eléctrico, estimando la frecuencia de trabajo de aire acondicionado, en condiciones de temperatura, humedad relativa y velocidad del viento desde el 8 de septiembre del 2018 hasta el 8 de septiembre del 2019 de las ciudades Quito y Guayaquil. La idea clave es combinar el conocimiento previo del modelo ASHRAE como método para el análisis de arquitectura bioclimática por ganancias de energía térmica para luego estimar el efecto de temperatura de sensación interna que produce. Los resultados del consumo eléctrico se obtendrán del sector comercial para satisfacer las necesidades de confort por medio de condiciones óptimas de confort de arquitectura bioclimática y consumo eléctrico en un entorno simulado, aplicables a diferentes escenarios.

Palabras Clave: Sistemas óptimos de confort, consumo de energía eléctrica, arquitectura bioclimática, psicometría termodinámica, distribución de probabilidad.

Abstract

The present investigation makes a description of the effect of the consumption of electric energy in normal environments, taking advantage of the bioclimatic conditions with the objective of achieving optimal comfort conditions. The Gaussian T-Student model is proposed as a method to evaluate the electrical consumption, estimating the working frequency of air conditioning, in conditions of temperature, relative humidity and wind speed from September 8, 2018 to September 8, 2019 from the cities Quito and Guayaquil. The key idea is to combine prior knowledge of the ASHRAE model as a method for the analysis of bioclimatic architecture by thermal energy gains and then estimate the effect of internal sensation temperature it produces. The results of the electricity consumption will be obtained from the commercial sector to meet the needs of comfort through optimal conditions of comfort of bioclimatic architecture and electrical consumption in a simulated environment, applicable to different scenarios.

Keywords: Optimum comfort systems, electric power consumption, bioclimatic architecture, thermodynamic psychometry, probability distribution.

1. Introducción

La investigación propone el modelo Gaussiano T-Student, como método para determinar el efecto del consumo de energía eléctrica en sistemas óptimos de confort en función a la arquitectura bioclimática en el sector comercial [1]–[4]. Los métodos probabilísticos dan más información sobre el comportamiento real de confiabilidad de sistemas y manejan gran cantidad de datos, como una forma de lidiar incertidumbres proporcionando información sobre la distribución de variables [5], [6]. El modelo se aplica en temperaturas de sensación térmica internas (TST) de edificación y se obtienen de las ganancias térmicas por radiación, convección y conducción de energía [7]–[9]. Una manera de predecir el consumo eléctrico por efecto de varios parámetros climáticos, se utiliza modelos probabilísticos como, cuadratura de Gauss, regresión lineal (MRL), probabilidad Kullback-Leibler, entre otros para determinar el aumento de la demanda para satisfacer las necesidades de confort [10]–[12]. Por la gran cantidad de variables que tiene que manejar como temperatura, precipitación, humedad, velocidad del viento, dirección y el registro meteorológico varía, puede modelarse como un objeto incierto representado por una distribución en el espacio formada por varias mediciones [13]–[15].

La Figura 1, es el diagrama esquemático para encontrar sistemas óptimos de confort, con la finalidad de satisfacer las necesidades ambientales normales del sector comercial. Los sistemas de confort valoran la capacidad de mantener las condiciones ambientales dentro de los edificios, adecuando el ambiente para la comodidad de los usuarios [16]–[18].

La variación de TST, es un incremento de temperatura interna por

ganancias térmicas, que provoca bienestar o incomodidad en los usuarios, que afecta al consumo de energía eléctrica [19]–[23].

El mecanismo que proponen [20]–[22], pedir que informen su disposición a pagar el consumo eléctrico por tres posibles resultados: mantener la temperatura actual, bajar la temperatura y aumentar la temperatura en un grado, con mecanismos de predicted Mean Vote [24], [25]. En la investigación la incomodidad en el ambiente representa TST iguales o mayores a 27°C o menores o iguales a 22°C; el TST se controla por acondicionamiento de aire y arquitectura bioclimática. Por medio del modelo ASHRAE se calcula las ganancias térmicas y capacidad de aire acondicionado de la arquitectura bioclimática. La estimación de frecuencia de trabajo y consumo eléctrico lo realiza el modelo Gaussiano T-Student, en condiciones de temperatura, humedad y velocidad del viento [26], [27].

El método emplea sobre datos estadísticos y tiene como objetivo determinar el efecto del consumo de energía eléctrica en sistemas óptimos de confort en función a la arquitectura bioclimática en el sector comercial, resaltando las fortalezas y debilidades en términos de rendimiento energético e identificar las necesidades de confort en ambientes normales en un entorno simulado, reduciendo las facturas de energía [28]–[30]. Como un medio de reducir la demanda del sistema, algunos autores emplean como metodología, la incorporación de fuentes renovables que cumplan con la demanda de aire acondicionado, sin embargo, a menudo es imposible corroborar la efectividad de la introducción de fuentes. Esto se debe a las condiciones de mano de obra y recursos de materias primas, condiciones climáticas [31]–[33].

El uso de aire acondicionado representa el 40% consumo energético [34], [35], por sí solo, genera un consumo de energía eléctrica elevado, para disminuirlo se requiere de las características bioclimáticas, aprovechando todas las condiciones naturales exteriores, la posición sobre el nivel del mar (msnm), latitud y longitud, de ubicación de la edificación [8], [9], [17]. También se considera los materiales de construcción (paredes, ventanas, puertas), materiales de aislamiento y ductos [36]–[40].

El sistema óptimo de confort puede ser ajustado con diseños de aire acondicionado y arquitectura bioclimática y debe controlar a temperatura de confort entre 22 y 25°C [9], [17], [23]. También se considera la eficiencia energética del aire acondicionado que se desea implementar, de acuerdo a los coeficientes de potencia frigorífica

(EER), potencia calorífica (COP), eficiencia energética estacional (SEER) y coeficiente de rendimiento estacional (SCOP) [41], [42].

Tabla 1. Nomenclatura.

TST	Temperatura de sensación térmica.
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
msnm	Metros sobre nivel del mar.
EER	Coficientes de potencia frigorífica.
COP	Coficientes de potencia calorífica.
SEER	Eficiencia energética estacional.
SCOP	Coficiente de rendimiento estacional.
INAMHI	Instituto Nacional Meteorología e Hidrología del Ecuador.
GSM	Latitud, Grados, segundo y minutos.
BTU/H	British thermal unit per hour.
kWcal	Kilovatios caloríficos.
kW	Kilovatios eléctricos.
kWh	Kilovatios por hora.

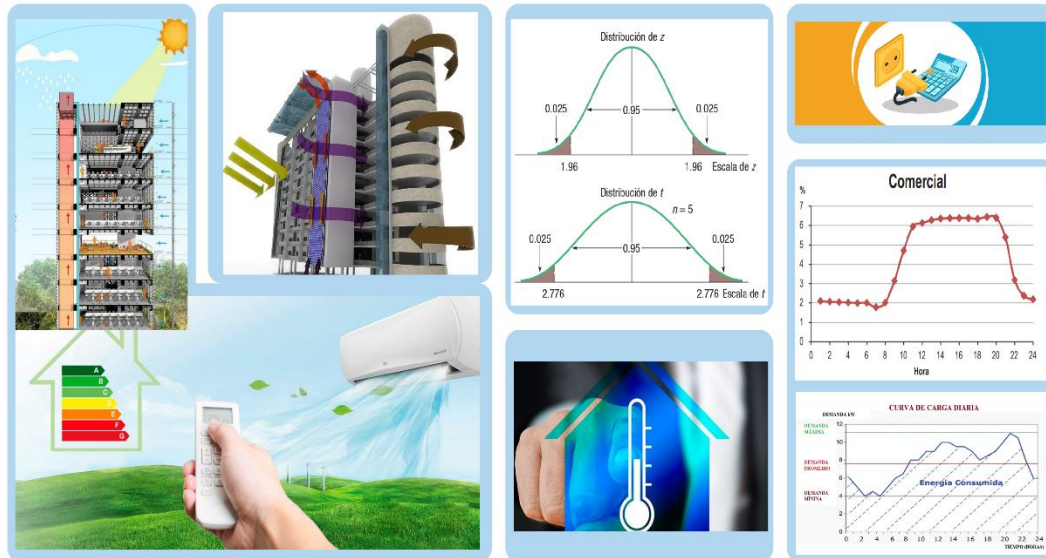


Figura 1. Sistema Óptimo de Confort.

Todos estos métodos investigan acerca de la zona óptima de confort mediante procesos desarrollados en computador, objetivo de la investigación actual, el cual busca el comportamiento del consumo de

energía eléctrica de aire acondicionado de acuerdo a la arquitectura bioclimática y los procesos probabilísticos dentro de un intervalo de confianza, para llegar a la zona óptima de confort.

Considerando todos los aspectos descritos en la introducción, a continuación, se presenta el desarrollo de las siguientes secciones que se describirán en este documento, la sección 2 contiene metodología y análisis matemático para el consumo de energía eléctrica con aprovechamiento de arquitectura bioclimática del sector comercial y la formulación del problema, la sección 3 los resultados y la sección 4 conclusiones y trabajos futuros que puedan realizarse a base de esta investigación.

2. Modelamiento de estimación de consumo eléctrico del sistema.

Los datos de temperatura, humedad relativa y velocidad del viento, se toman de la base de datos del Instituto Nacional Meteorología e Hidrología del Ecuador (INAMHI), desde el 8 de septiembre del 2018 hasta el 8 de septiembre del 2019 de las ciudades Quito y Guayaquil. Se toman por cada elemento una muestra por hora, teniendo 8808 datos por cada variable. Toda esta información analiza en un entorno simulado en software Matlab.

Para el análisis se presentan en este documento dos escenarios, que corresponden a cada ciudad y se detallan a continuación:

Los datos se toman de la Planta 1 de un edificio del sector comercial como se muestra en la Figura 2, que servirá como referencia para los dos escenarios, para observar el comportamiento energético-Bioclimático.

En el primer escenario la Planta 1, se encuentra ubicada en la Ciudad de Quito, latitud -0.2075 y longitud -78.489214 , sector el Girón, altitud 2850 msnm.

El segundo escenario se encuentra ubicado en la ciudad de Guayaquil, latitud -2.219213 , longitud -79.888479 , sector Naval Sur, altitud 4.02 msnm.

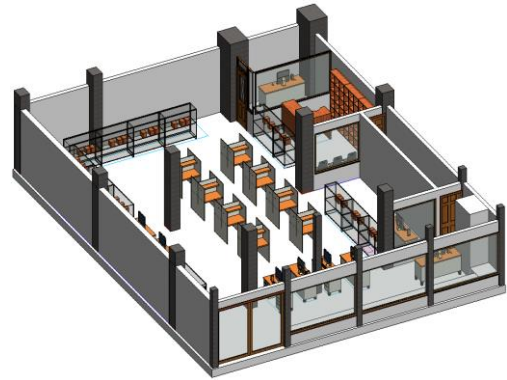


Figura 2. Análisis de la Planta 1.

A conocimiento se sabe que la Planta 1 no posee propiedades de arquitectura bioclimática, sin embargo, por cualidades termodinámicas se analiza su comportamiento de ganancias térmicas propias del exterior al interior.

Adicional, se realiza el análisis del comportamiento bioclimático, en prototipo de cimentación a escala, en el laboratorio Renovables E Integración al Sistema Eléctrico, como muestra en la Figura 3, ubicada en la ciudad de Quito, en la Universidad Politécnica Salesiana, sector Sur. Las dimensiones: largo 0.42, ancho 0.165, altura 0.44 metros. Internamente posee un motor de 44W, con una bombilla incandescente de 60W, que realizan el trabajo de ganancia térmica interna, con el fin observar el comportamiento de TST alcanzado y que consumo eléctrico para alcanzar la temperatura óptima de confort.



Figura 3. Prototipo de modelo a escala.

La Figura 4, indica la variación de temperaturas alrededor del modelo de

obtener confort y evaluar el consumo de energía eléctrica [37], [46]–[48].

2.2 Modelo Gaussiano T-Student

Las aplicaciones para variables inciertas son base de datos que administran objetos en movimiento donde no es posible determinar las posiciones exactas de los objetivos en cada punto del tiempo. A partir de los datos experimentales de temperatura se predicen los coeficientes de tiempo y con qué frecuencia pueda ocurrir el evento. Se puede suponer una función de distribución de densidad que se puede usar para aproximar el valor de tiempo exacto observado [5], [6], [12], [13].

La función de densidad de probabilidad normal con respecto a un valor medio y una desviación estándar se define con la ecuación (1) para modelar la incertidumbre a partir de la variación de temperatura.

En los sistemas de energía, la confiabilidad juega un papel importante, es por esto que estimar el correcto de tiempo aplicado de los equipos de aire acondicionado, se verá como resultado el aproximado consumo eléctrico bajo la aplicación de estos equipos con respecto al tiempo [32], [33].

$$FT(T) = \frac{e^{-\frac{(T-uT)}{2SD^2}}}{SD\sqrt{2\pi}} \quad (1)$$

Dónde:

$FT(T)$	Función de densidad de probabilidad gaussiana temperatura, $T \in R$.
T	Muestras aleatorias Temperatura [°C].
uT	Valor de temperatura esperado [°C].
SD	Desviación estándar de temperaturas.

Dónde:

$$uT = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n} \quad (1)$$

Está comprobado que la distribución de probabilidad de la temperatura está sujeta a una distribución de densidad normal de acuerdo a la ecuación (1), si cumple:

$$\sum_{i=1}^n FT(T_i) = 1 \quad (2)$$

Cuanto sea mayor el periodo de observación mayor será la probabilidad. Sin embargo, la variación de la variable temperatura con respecto al tiempo es propensa a cambios significativos. De acuerdo a un pronóstico del tiempo, por cada hora del día corresponderá a un cambio de temperatura, considerando que ciertas horas del día puedan permanecer constantes. Es por esto que propone analizar mediante la combinación de probabilidad de densidad T-Student para el cálculo del tiempo con el diseño de muestras aleatorias más pequeñas[10], [13].

$$ZT = \frac{T_{min} - uT}{SD} \quad (3)$$

Dónde:

ZT	Función gaussiana estandarizada.
T_{min}	Muestras mínima Temperatura [°C].
uT	Valor de temperatura esperado [°C].
SD	Desviación estándar de temperaturas.

La ecuación (4), describe la función Z gaussiana estandarizada, con respecto al comportamiento de las muestras de temperatura, los resultados de esta ecuación, dan paso al estudio de la probabilidad de fracaso que exista en una distribución. Es decir, la

probabilidad de ZT , corresponden a los valores que no son esperados o que no se consideran para la investigación. Por otro lado, se conoce:

$$P(ZT) = P(F) \quad (4)$$

$$P(E) = 1 - 2P(F) \quad (5)$$

Dónde:

$P(F)$ Probabilidad de fracaso en ZT .

$P(E)$ Probabilidad de éxito

La ecuación (6), describe la cantidad de muestras están contenidas por la probabilidad de éxito. Conociendo el tamaño de la muestra de temperaturas, y la probabilidad de éxito, se puede estimar el tiempo de que ocurra el evento de temperaturas [5], [6], [10], si se encuentran dentro del mismo intervalo, se obtiene con certeza la cantidad de tiempo dentro de una región de aceptación. Esta región de aceptación viene determinada por valores extremos de confianza, que corresponden a valores límites dados por:

$$txi, txs = ut \pm \frac{Dt \cdot SDt}{\sqrt{nt}} \quad (6)$$

Dónde:

txi, txs Tiempo medio requerido [h].

ut Media muestral del tiempo [h].

nt Cantidad de muestras con respecto al tiempo

SDt Desviación estándar T-Student del tiempo [h].

Dt Distribución T-Student

A partir de la ecuación (7), los tiempos, $txi - txs$, corresponden al valor inferior y superior, por lo tanto, la diferencia entre estas dos variables se

obtiene la durabilidad del tiempo de trabajo muestral:

$$E(t) = txi - txs \quad (7)$$

Dónde

$E(t)$ Durabilidad del tiempo trabajado muestrales [h].

txi Tiempo de nivel de confianza inferior [h].

txs Tiempo de nivel de confianza superior [h].

2.3 Formulación del Problema

Para la formulación del problema se tiene como algoritmo matemático el estudio del consumo de potencia eléctrica en sectores comerciales de acuerdo a la arquitectura bioclimática para alcanzar zonas óptimas de confort. La estimación de consumo de energía eléctrica está asociada con la compensación de aire acondicionado y de acuerdo a la arquitectura bioclimática.

El problema está conformado por dos funciones objetivo, estimar el consumo y satisfacer las necesidades de confort por medio de condiciones óptimas de confort de arquitectura bioclimática y consumo eléctrico en un entorno simulado; además, el problema se encuentra bajo ciertas restricciones: límites de temperatura (exterior e interior), humedad, velocidad del viento, temperatura de sensación térmica, límites arquitectónicos del edificio, límites por temperatura de confort, límites por tiempo de trabajo y ganancias térmicas, todas estas restricciones analizadas por modelo AHSRAE.

Los límites de temperatura (exterior e interior) se consideran entre rango de temperatura mínima y máxima cada 24 horas, los límites de temperatura de confort se encuentran en el rango de 22-25 °C, el rango de humedad se considera entre 40-70%; los límites de

TST están relacionados con los límites de tiempo de trabajo en horas, por último, los límites arquitectónicos del edificio se representan por la ubicación (msnm, latitud, longitud) y características constructivas.

2.3.1 Cálculo de consumo eléctrico

Mediante las restricciones del problema y las funciones objetivo, anteriormente descritas en los modelos ASHRAE, Gaussiano T-Student, el modelo matemático para la evaluación del consumo eléctrico en sectores comerciales de acuerdo a la arquitectura bioclimática para alcanzar zonas óptimas de confort, está determinado por:

$$TST = \frac{QTCA}{kA \cdot Q_{caudal} - 273.15} + (TK) \quad (8)$$

$$kWCal = \frac{0.2929 \cdot QTCA}{1000} \quad (9)$$

$$DTF = \frac{TST - Tr}{TST - TC} \quad (10)$$

$$kWp = \frac{kWCal}{DTF} \quad (11)$$

$$kWPF = \frac{KwP}{(EER \text{ o } COP)} \quad (12)$$

$$kWPE = \frac{KwPF}{(SEER \text{ o } SCOP)} \quad (13)$$

Dónde

TST	Temperatura sensación térmica [°C]
$QTCA$	Ganancia total térmica J/h
Q_{caudal}	Cantidad de fluido [m ³ /h]
kA	Calor específico del aire J/kg°K
TK	Temperatura interna [°K]

$kWcal$	Conversión BTU/h a kW caloríficos.
DTF	Diferencia temperatura acondicionar [°C].
Tr	Temperatura interior [°C].
TC	Temperatura Confort [°C].
kWP	Potencia Calorífica consumida [kWcal].
$kWPF$	Potencia Eléctrica consumida nominal [kW].
$kWPE$	Potencia eléctrica consumida por eficiencia energética [kW].
EER	Conversión eficiencia de potencia calorífica a potencia eléctrica.
COP	
$SEER$	Conversión eficiencia energética.
$SCOP$	

2.3.2 Proceso de resolución

Los resultados, se analiza con el modelo Gaussiano T-Student, la distribución de TST con respecto a la distribución del tiempo dentro del mismo espacio muestral.

Tabla 3. Algoritmo para la evaluación del consumo eléctrico en sectores comerciales de acuerdo a la arquitectura bioclimática para alcanzar zonas óptimas de confort.

Paso 1	Adquisición de los datos de temperatura, humedad relativa y velocidad de viento.
Paso 2	Ganancias Térmicas ASHRAE.
Paso 3	Determinación de la TST por hora.
Paso 4	Determinación Txs, Txi
Paso 5	Determinación del DTF Si $TST > 25$ $DTF = \frac{TST - Tin}{TST - TC}$ Caso contrario Si $TST < 25$ $DTF = \frac{TC - Tr}{TC - TST}$ Fin Si Fin Si
Paso 6	Determinación de $kWP, kWPF, kWPE$
Paso 7	Análisis de resultados
Paso 8	Fin

Se maneja el software MATLAB, computando la evaluación del consumo eléctrico en sectores comerciales de acuerdo a la arquitectura bioclimática para alcanzar zonas óptimas de confort.

La conversión de energía de TST, analiza la ganancia térmica total en unidades de refrigeración BTU/H, equivalentes a potencia calorífica por la inversa de la eficiencia energética COP, EER. Esto a su vez da al resultado de consumo de energía eléctrica equivalente a la potencia calorífica por la inversa de la eficiencia energética SCOP, SEER.

Mediante la utilización de MATLAB, se pueden estudiar varias opciones, localización del edificio, temperatura, humedad relativa y velocidad del viento, además, otros parámetros arquitectónicos como aislamientos y materiales de construcciones.

3. Análisis de Resultados

La simulación es para cada uno de los escenarios. Cada escenario se conforma por dos casos de estudio, el primer caso de estudio corresponde desde el 8 de febrero al 7 de marzo del 2019 y el segundo caso desde 8 de agosto hasta 8 de septiembre del 2019. En las siguientes secciones se detallan las características de los escenarios, las variaciones de temperatura y la evaluación del consumo de energía eléctrica en cada caso de estudio.

3.1 Característica de los escenarios.

La Planta 1 está basado en una construcción de condiciones normales, y se estudia el comportamiento bioclimático como ganancias térmicas. En el espacio de trabajo se analiza los niveles de temperatura, humedad y velocidad del viento, con el fin de observar el cambio que existe del exterior al interior de la Planta 1, el aprovechamiento termodinámico y el comportamiento del consumo eléctrico

al implementar aire acondicionado para satisfacer las necesidades de confort.

Tabla 4. Dimensiones externas de la Planta 1.

Tipo	Dimensiones (metros)
Largo	17.9
Ancho	14.07
Alto	3.15

La Tabla 4 y la Figura 2 representa las dimensiones de la Planta 1.

Tabla 5. Dimensiones internas de la Planta 1.

Tipo	Dimensiones (metros)
Largo	17.73
Ancho	13.63
Alto	2.35
A Pared	0.3

La Tabla 5 se muestra el espacio de trabajo para los dos casos. En cada caso se simula la evaluación del consumo eléctrico en sectores comerciales de acuerdo a la arquitectura bioclimática para alcanzar zonas óptimas de confort con diferentes niveles de temperatura, humedad y velocidad de viento de la ciudad de Quito y Guayaquil.

Tabla 6. Tabla de propiedades aproximación Mes Febrero-ASHRAE

Resistencias Térmicas Externas					
	m ²	UST	DTE	LMS	ΔX
Pared	41,62	0,402	45	0	0,2
Pared	41,62	0,402	45	0	0,2
Techo	241,65	0,088	34	0	0,2
Resistencias Térmicas Internas					
	m ²	UIS	DTI		
Pared	41,62	0,402	°C	-	-
Pared	41,62	0,402	°C	-	-
Pared	41,62	0,402	°C	-	-
Piso	241,65	0,088		-	-
Radiación Externa-Interna					
	m ²	FGC	CV	FEC	
Vid	32	210	0,69	0,56	

Las propiedades de construcción y aislamiento corresponden al modelo ASHRAE [7], se muestran en la Tabla 6 y 7.

Tabla 7. Tabla de propiedades aproximación Mes Agosto- ASHRAE

Resistencias Térmicas Externas					
	m ²	UST	DTE	LMS	ΔX
Pared	41,62	0,402	45	-6	0,2
Pared	41,62	0,402	45	-6	0,2
Techo	241,65	0,088	34	-6	0,2
Resistencias Térmicas Internas					
	m ²	UIS	DTI		
Pared	41,62	0,402	°C	-	-
Pared	41,62	0,402	°C	-	-
Pared	41,62	0,402	°C	-	-
Piso	241,65	0,088		-	-
Radiación Externa-Interna					
	m ²	FGC	CV	FEC	
Vid	32	112	0,69	0,56	

Con el objeto de visualizar las ganancias térmicas del comportamiento bioclimático máximas, obtenidas por el algoritmo ASHRAE [7], [9], [49]. La Figura 6, muestra 57%, de color verde por usuarios, de color naranja con 16%, por iluminación, color azul con 13%, conducción de exterior a interior, de color celeste con 9%, por radiación a través de cristales, color amarillo con 4%, equipos eléctricos y menos del 1% por conducción interna de color azul.

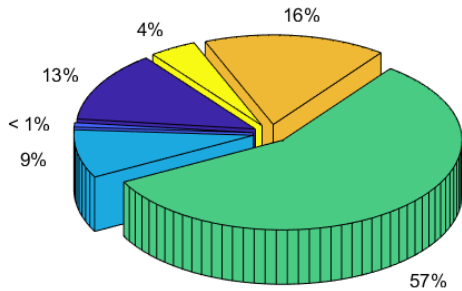


Figura 6. Distribución de cargas térmicas máxima de la Planta 1.

3.1.1 Modelamiento Óptimo Gaussiano T-Student-Escenario 1

Al implementar las ganancias termodinámicas [19], [23], [36], [43], [44], se mejoran los perfiles ambientales, minimizan las horas de empleo de aire acondicionado y menora el consumo de energía eléctrica por calefacción para llegar a la zona óptima de confort. Por ejemplo, tenemos temperatura exterior 16°C, 15 km/h de

velocidad de viento y 38% de humedad a las 17 horas.

$$TST = (286,71^{\circ}K - 273,15^{\circ}K) \quad (14)$$

$$+ \left[\frac{\frac{22377406,09kJ}{h}}{\frac{1,012kJ}{kg^{\circ}K} \cdot 3624889,144_{caudal}} \right]$$

$$TST = 19,67^{\circ}C \quad (15)$$

Se obtiene como resultado 19,67°C TST, aplicando la ecuación (9), obtenidas de ganancias térmicas.

En el escenario 1, primer caso de estudio obtiene, TST de 10°C hasta 24°C y el segundo caso alcanza TST de 10°C hasta 33°C, por cargas térmicas.

Como se observa en la Figura 7 y 8, la variación de las temperaturas del exterior, interior y TST, dependen de la ciudad, posición geográfica y mes.

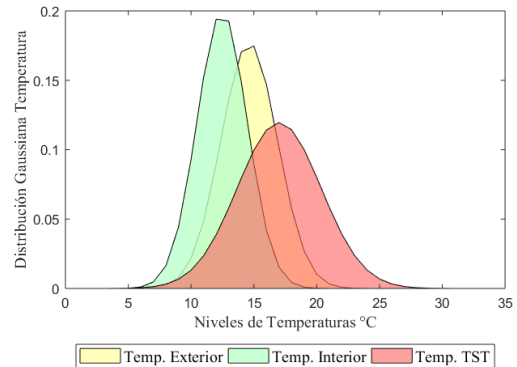


Figura 7. Distribución Gaussiano de temperaturas primer caso de estudio -Quito.

La Figura 7, representa la distribución gaussiana de temperaturas del exterior, interior y TST, de la Planta 1, que ocurren en 672 horas, desde el 8 de febrero al 7 de marzo del 2019, la curva que describe la TST, es debido al comportamiento bioclimático y al aprovechamiento de cargas internas y externas.

Es por esto, de acuerdo al resultado de TST, los requerimientos de aire acondicionado, son de calefacción, para llegar a una óptima zona de confort. Por lo tanto, el consumo de energía eléctrica se generaría por

aumento de temperatura. Sin embargo, gracias a la ganancia térmica el consumo será mínimo.

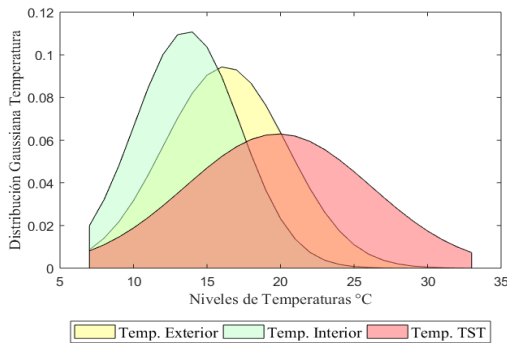


Figura 8. Distribución Gaussiana de temperaturas segundo caso de estudio-Quito.

La Figura 8, representa la distribución gaussiana de temperaturas del exterior, interior y TST, de la Planta 1, que ocurren en 768 horas desde el 8 de agosto hasta el 8 de septiembre del 2019.

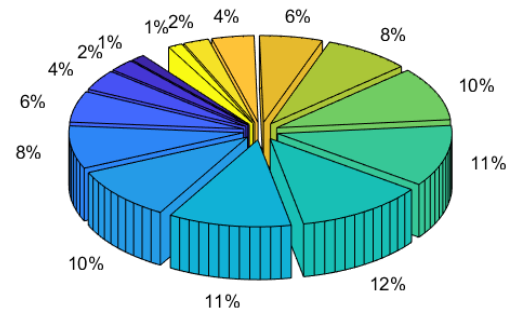


Figura 9. Distribución temperatura TST primer caso de estudio -Quito.

Las Figuras 9 y 10, representan los niveles de TST obtenidos por ganancias de condiciones bioclimáticas como ganancias térmicas externas e internas.

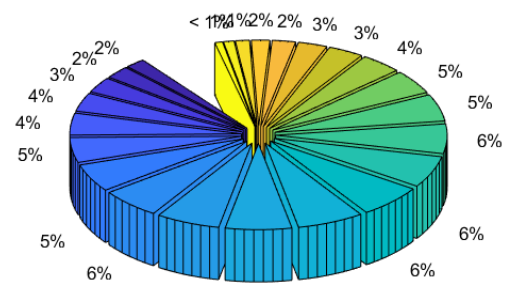


Figura 10. Distribución temperaturas TST segundo caso de estudio-Quito.

Se observa el comportamiento de las cargas térmicas en la Planta 1. Lo que es útil para determinar la estimación de aire acondicionado en condiciones de TST para llegar a una óptima zona de confort.

Tabla 8. Distribución TST del 8 de febrero al 7 de marzo (2019)-Quito

	°C	Horas	%
	10	2	1
	11	5	2
	12	25	4
	13	69	6
	14	75	8
	15	62	10
	16	48	11
	17	40	12
	18	29	11
	19	33	10
	20	172	8
	21	81	6
	22	2	4
	23	19	2
	24	10	1

La Tabla 8, los niveles de TST en el mes de febrero a marzo, el nivel del confort es más controlable llegando a tener 24 grados de TST.

Tabla 9. Distribución TST del 8 de agosto al 8 de septiembre (2019)-Quito.

	°C	Horas	%
	10	4	2
	11	3	2
	12	23	3
	13	74	4
	14	91	4
	15	59	5
	16	64	5
	17	52	6
	18	19	6
	19	10	6
	20	20	6
	21	29	6
	22	14	6
	23	27	6
	24	21	5
	25	36	5
	26	28	4
	27	39	3
	28	39	3
	29	32	2
	30	36	2
	31	23	1
	32	21	1
	33	4	<1

Mientras en el mes de agosto hasta septiembre como indica la Tabla 9, los niveles de TST alcanza 33 °C, por lo que dentro de la Planta 1, es inaceptable laborar en esas condiciones.

Para la estimación del consumo de aire acondicionado se consideran las TST en horas laborables desde 08:00 hasta 18:00 horas de cada día. Una vez determinado los TST, se procede a calcular la curva de consumo diario.

Los TST transformados como unidad de refrigeración son unidades de BTU/h, para conocer cuántos kilovatios en calorías a consumido por cada unidad de BTU/h, el valor de kilovatios caloríficos corresponden al valor COP o EER del equipo [41], [42].

La Figura 11 y Figura 12, representan el resultado de 5 días, de los dos casos de estudio, como la variación de la energía calorífica para refrigerar de BTU/H a kW Caloríficos por medio de los coeficientes de eficiencia energética [41], [42].

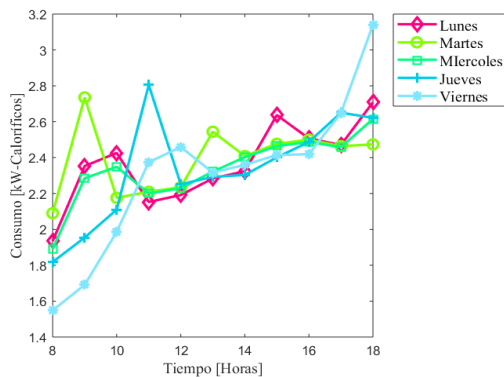


Figura 11. Consumo en kilovatios Caloríficos primer caso de estudio -Quito.

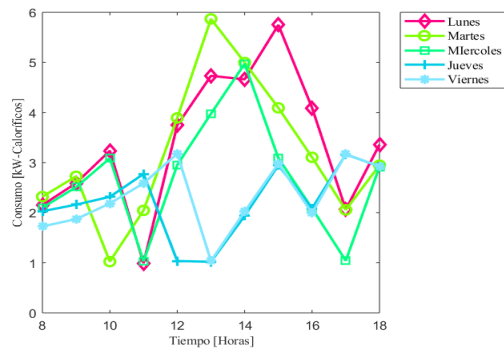


Figura 12. Consumo en kilovatios Caloríficos segundo caso de estudio -Quito.

La variación que muestra la Figura 11, obtiene como representación los días: lunes, 1.934 hasta 2.708 kWcal; martes, 2.090 hasta 2.735 kWcal; miércoles, 1.890 hasta 2.615 kWcal; jueves, 1.817 hasta 2.805 kWcal; viernes, 1.548 hasta 3.139 kWcal.

La variación que muestra la Figura 12, obtiene como representación los días: lunes, 0.991 hasta 8.094 kWcal; martes, 1.024 hasta 5.868 kWcal; miércoles, 1.030 hasta 4.973 kWcal; jueves, 1.037 hasta 3.777 kWcal; viernes, 2.164 hasta 3.471 kWcal.

Los kilovatios caloríficos son la cantidad que necesita eliminar para alcanzar 25° de confort. Para los dos casos de estudio es necesario la aplicación de aire acondicionado, para disminuir o aumentar la TST, posteriormente se calcula el consumo de energía eléctrica por conversión de SCOP o SEER.

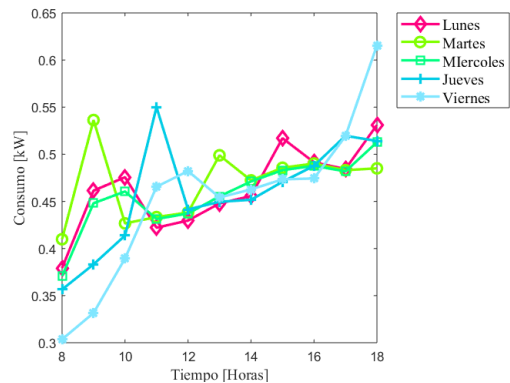


Figura 13. Consumo de energía eléctrica kW, alcanzando zonas óptimas de confort primer caso de estudio -Quito.

La Figura 13, representa el resultado del consumo de energía eléctrica dentro del intervalo del primer caso de estudio para obtener confort y obtiene como resultado de los días: lunes, 0.379 hasta 0.531 kW; martes, 0.409 hasta 0.536 kW; miércoles, 0.370 hasta 0.512 kW; jueves, 0.356 hasta 0.615 kW; viernes, 0.446 hasta 0.608 kW.

Los valores de consumo serán menores debido al comportamiento bioclimático, la temperatura del

exterior y las ganancias térmicas externas e internas.

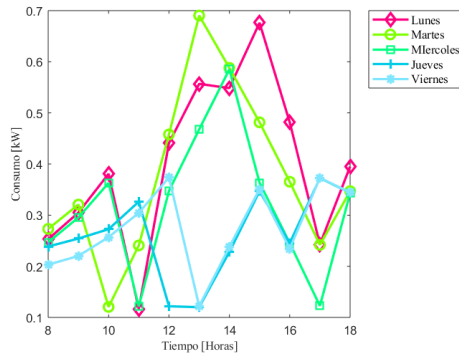


Figura 14. Consumo de energía eléctrica kW, alcanzando zonas óptimas de confort segundo caso de estudio -Quito.

La Figura 14, representa el resultado del consumo de energía eléctrica dentro del intervalo del segundo caso de estudio, para alcanzar zona óptima de confort. Los valores de consumo de energía eléctrica serán mayores debido a las condiciones bioclimáticas y ganancias externas e internas. Obtiene como resultado: lunes, 0.116 hasta 0.9522 kW; martes, 0.120 hasta 0.690 kW; miércoles, 0.121 hasta 0.585 kW; jueves, 0.122 hasta 0.372 kW; viernes, 0.252 hasta 0.408 kW.

Para los dos casos de estudio, va a tener diferente consumo y diferente tiempo de uso, para pasar de TST hasta temperatura de confort.

3.1.2 Modelamiento Óptimo Gaussiano T-Student -Escenario 2

El escenario 2 posee mayor elevación de temperaturas del exterior. Por medio del análisis, los resultados de TST, requiere de aire acondicionado, para llegar a una óptima zona de confort. El primer caso de estudio obtiene TST desde 19°C hasta 34°C y el segundo caso alcanza TST desde 20°C hasta 37°C.

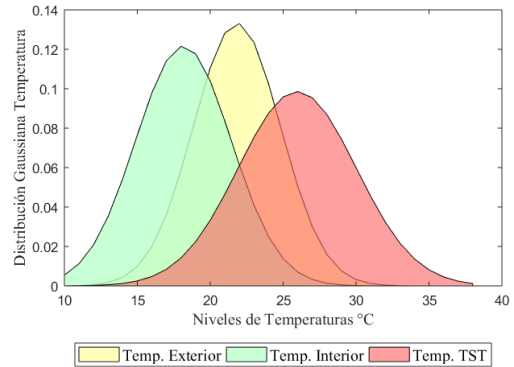


Figura 15. Distribución Gaussiano de temperaturas primer caso de estudio -Guayaquil.

La Figura 15, representa la distribución gaussiana de temperaturas del exterior, interior y TST, de la Planta 1, que ocurren en 672 horas desde el 8 de febrero al 7 de marzo del 2019. La TST, es debido al comportamiento bioclimático y al aprovechamiento ciertas cargas internas y externas. Por lo tanto, el consumo se genera por disminuir la temperatura para alcanzar zonas óptimas de confort.

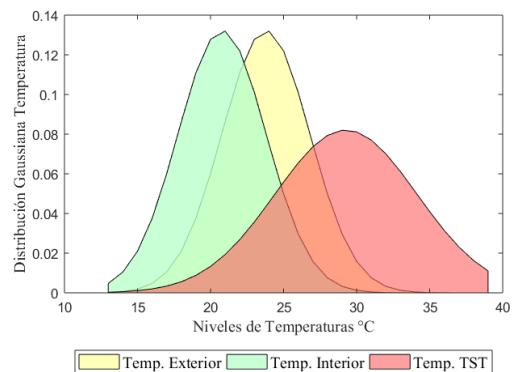


Figura 16. Distribución Gaussiano de temperaturas segundo caso de estudio-Guayaquil.

La Figura 16, representa la distribución gaussiana de las temperaturas del exterior, interior y TST, de la Planta 1, que ocurren en 768 horas desde el 8 de agosto hasta el 8 de septiembre del 2019.

Las Figuras 17 y 18, representan los niveles de TST, obtenidas por condiciones bioclimáticas el aumento de ganancias térmico sirven para determinar la cantidad de energía se requieren para refrigerar y pasar de

TST hasta la temperatura de confort [9], [17], [23].

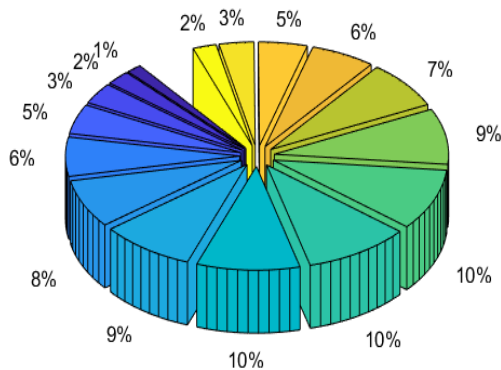


Figura 17. Distribución temperatura TST por hora primer caso de estudio - Quito.

En la Tabla 10, los niveles de TST en el mes de febrero a marzo, el nivel del TST es más elevado llegando a tener 34 grados.

Tabla 10. Distribución TST del 8 de febrero al 7 de marzo (2019)-Guayaquil

°C	Horas	%
19	1	1
20	12	2
21	54	3
22	101	5
23	55	6
24	50	8
25	45	9
26	46	10
27	39	10
28	30	10
29	30	9
30	52	7
31	50	6
32	63	5
33	30	3
34	14	2

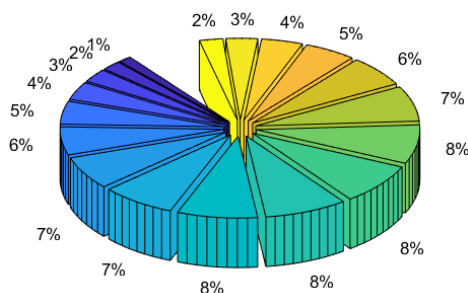


Figura 18. Distribución temperaturas TST segundo caso de estudio-Guayaquil.

Mientras en el mes de agosto hasta septiembre como indica la Tabla 11, los

niveles son muy altos llegando alcanzar 37 °C de TST. Por lo tanto, para los dos casos de estudio dentro de la Planta 1 es inaceptable laborar en esas condiciones.

Tabla 11. Distribución TST del 8 de agosto al 8 de septiembre (2019)-Guayaquil

°C	Horas	%
20	2	1
21	13	2
22	62	3
23	100	4
24	66	5
25	69	6
26	35	7
27	30	7
28	24	8
29	38	8
30	31	8
31	22	8
32	35	7
33	62	6
34	56	5
35	78	4
36	33	3
37	12	2

La Figura 15 y Figura 16, representan el resultado de 5 días, de los dos casos de estudio, como la variación de la energía calorífica para refrigerar de BTU/H a kW Caloríficos por medio de los coeficientes de eficiencia energética [41], [42].

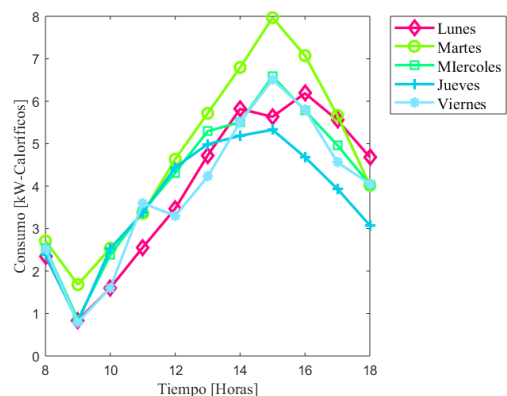


Figura 19. Consumo en kilovatios Caloríficos primer caso de estudio -Guayaquil.

La variación que muestra la Figura 19, obtiene como representación los días: lunes, 0.832 hasta 6.188 kWcal; martes, 1.680 hasta 7.969 kWcal; miércoles, 0.859 hasta 6.584 kWcal;

jueves, 0.796 hasta 5.328 kWcal;
viernes, 0.796 hasta 8.159 kWcal.

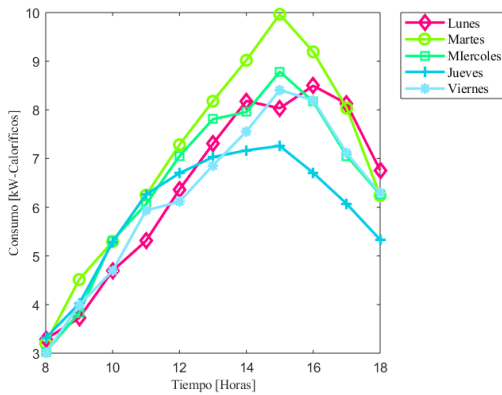


Figura 20. Consumo en kilovatios Calorificos segundo caso de estudio -Guayaquil.

Para el segundo caso, muestra la Figura 20 y obtiene como representación los días: lunes, 3.288 hasta 8.497 kWcal; martes, 3.204 hasta 9.966 kWcal; miércoles, 3.028 hasta 8.786 kWcal; jueves, 3.317 hasta 7.259 kWcal; viernes, 3.001 hasta 8.409 kWcal.

Los kilovatios caloríficos son la cantidad que necesita eliminar para alcanzar 25° de confort.

La Figura 21, representa el resultado del consumo de energía eléctrica, obtiene como resultado de los días: lunes, 0.16 hasta 1.21 kW; martes, 0.33 hasta 1.56 kW; miércoles, 0.17 hasta 1.29 kW; jueves, 0.16 hasta 1.04 kW; viernes 0.16 hasta 1.28 kW.

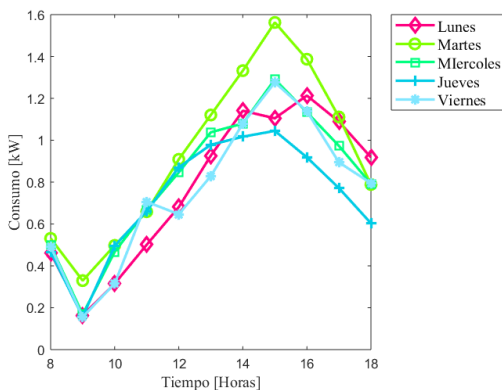


Figura 21. Consumo de energía eléctrica kW, alcanzando zonas óptimas de confort primer caso de estudio -Guayaquil.

La Figura 22, representa el resultado del consumo de energía eléctrica obtiene como resultado de los días: lunes, 0.39 hasta 1.001 kW; martes, 0.38 hasta 0.1.17 kW; miércoles, 0.36 hasta 1.03 kW; jueves, 0.39 hasta 0.85 kW; viernes, 0.35 hasta 0.99 kW.

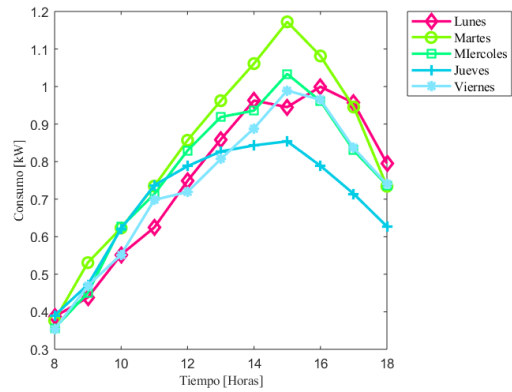


Figura 22. Consumo de energía eléctrica kW, alcanzando zonas óptimas de confort segundo caso de estudio -Guayaquil.

3.2 Consumo total de potencia eléctrica por sistemas óptimos de confort.

La evaluación del consumo total de potencia eléctrica corresponde a la sumatoria de los consumos parciales de cada día desde el 8 de septiembre del 2018 hasta el 8 de septiembre del 2019, obteniendo resultados aleatorios por las condiciones bioclimáticas de cada mes, como temperatura, humedad y velocidad del viento [18], [50], [51].

Tabla 12. Consumo total de potencia eléctrica mensual Escenario 1-Quito.

Xi	Mes	Xf	Mes	Año	H	Kwh
8	Sep.	7	Oct.	2018	128	257.83
8	Oct.	7	Nov.		128	257.83
8	Nov.	7	Dic.		126	253.14
8	Dic.	7	Ene.		126	253.18
8	Ene.	7	Feb.	2019	119	239.02
8	Feb.	7	Mar.		110	220.84
8	Mar.	7	Abr.		126	253.24
8	Abr.	7	May.		126	253.27
8	May.	7	Jun.		126	253.38
8	Jun.	7	Jul.		126	253.04
8	Jul.	7	Ago.		126	253.20
8	Ago.	8	Sep.		130	261.70

La Tabla 12, son los resultados totales del escenario 1, de las fechas

mencionadas; X_i , representa el día inicial, X_f , el día final y H , las horas estimadas de uso de aire acondicionado.

Por medio del uso de aire acondicionado y arquitectura bioclimática se permite controlar TST hasta alcanzar temperaturas de confort.

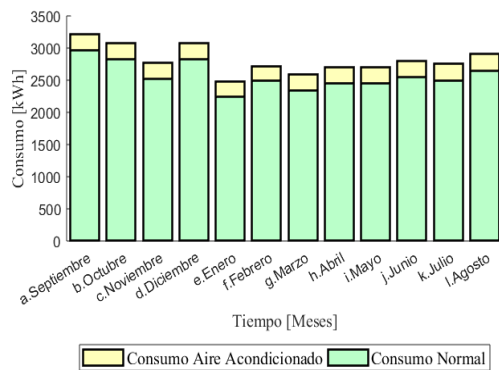


Figura 23. Consumo de energía eléctrica (kWh) total, alcanzando zonas óptimas de confort primer escenario.

La Figura 23, muestra los resultados del primer escenario. Aplicando los modelos ASHRAE, Gaussiano T-Student. El consumo normal corresponde a la potencia eléctrica consumida por la Planta 1 [29], [30], de color verde; mientras el consumo agregado por aire acondicionado se representa de color amarillo.

Tabla 13. Consumo total de potencia eléctrica mensual Escenario 2-Guayaquil

Xi	Mes	Xf	Mes	Año	H	Kwh
8	Sep.	7	Oct	2018	162	326.32
8	Oct.	7	Nov.		162	326.32
8	Nov.	7	Dic.		151	304.73
8	Dic.	7	Ene.		157	316.06
8	Ene.	7	Feb.	2019	111	224.32
8	Feb.	7	Mar.		141	283.50
8	Mar.	7	Abr.		157	316.08
8	Abr.	7	May.		152	306.13
8	May.	7	Jun.		159	319.33
8	Jun.	7	Jul.		151	304.77
8	Jul.	7	Ago.		156	314.66
8	Ago.	8	Sep.		161	323.74

La Tabla 13, son los resultados totales del escenario 2, de las fechas mencionadas; X_i , representa el día inicial, X_f , el día final y H , las horas

estimadas de uso de aire acondicionado.

En la Figura 24, muestra los resultados del segundo escenario. El consumo normal corresponde a la potencia eléctrica consumida por la Planta 1 [29], [30], verde, mientras el consumo agregado por aire acondicionado se representa de color amarillo.

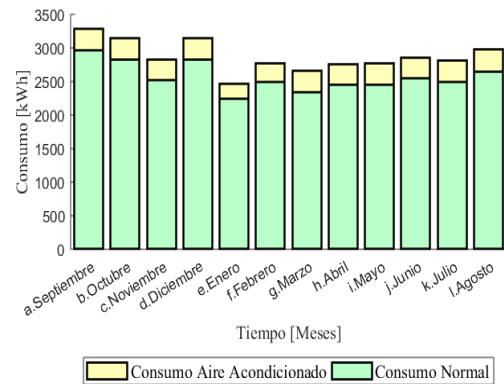


Figura 24. Consumo de energía eléctrica (kWh) total, alcanzando zonas óptimas de confort segundo escenario.

Como se observa, el consumo de energía eléctrica para alcanzar zonas óptimas de confort, de acuerdo a la arquitectura bioclimática, por medio de aire acondicionado es mínima. El aire acondicionado debe cumplir con estándares de eficiencia energética que disminuya la potencia eléctrica nominal y los costos de utilización [41], [42]. Además, el trabajo estimado toma como diferencia la temperatura de confort y TST [19].

4. Conclusiones

En base a la investigación realizada por medio del modelo Gaussiano T-Student, se obtuvo el total de 119 horas desde el 8 de febrero hasta el 7 de marzo del 2019 de la Ciudad de Quito con los cuales se estima el tiempo de trabajo para llegar a 25°C de confort con un consumo de energía eléctrica de 253.184 kWh. Se obtuvo el total de 130 horas desde el 8 de agosto hasta el 8 de septiembre del 2019, con los cuales se

estima el tiempo de trabajo para llegar a 25°C de confort con un consumo de energía eléctrica de 261.702 kWh.

Para la ciudad de Guayaquil por medio del modelo Gaussiano T-Student, se obtuvo el total de 141 horas desde el 8 de febrero hasta el 7 de marzo del 2019 con los cuales se estima el tiempo de trabajo para llegar a 25°C de confort con un consumo de energía eléctrica de 283.502 kWh. Se obtuvo el total de 161 horas desde el 8 de agosto hasta el 8 de septiembre del 2019, con un consumo de energía eléctrica de 323.746 kWh para alcanzar 25°C de confort.

El consumo total de potencia eléctrica para alcanzar zonas óptimas de confort desde el 8 de septiembre del 2018 hasta el 8 de septiembre del 2019, se evalúa por medio del modelo el escenario 1, obteniendo, 3009.732 kWh en 1494 horas y del escenario 2, alcanza, 3666.01 kWh en 1820 horas.

Por medio de las condiciones bioclimáticas, se obtienen ganancias térmicas útiles para menorar el 17.7% del tiempo de uso de aire acondicionado y el consumo de energía eléctrica para alcanzar zonas óptimas de confort.

Mediante el Modelo propuesto, se pueden estudiar varias opciones de acuerdo a localización del edificio, propiedades de temperatura, humedad relativa y velocidad del viento, además, otros parámetros arquitectónicos como aislamientos y materiales de construcciones.

4.1 Trabajos Futuros.

Para el tema del modelo Gaussiano T-Student como método para evaluar el consumo eléctrico en sectores comerciales de acuerdo a la arquitectura bioclimática para alcanzar zonas óptimas de confort, se realizó la implementación de aires acondicionados, con el fin de satisfacer las necesidades óptimas de confort en

ambientes normales. Este tema es la base para trabajos futuros en donde además de realizar la evaluación del efecto del consumo de energía eléctrica. Para mejorar el algoritmo se puede recomendar:

- Realizar una investigación de otros métodos que puedan brindar soluciones en costos de inversión y costos de consumo.
- Se recomienda instalar aislamientos que permitan una mejora de arquitectura bioclimática y disminuir el consumo de energía eléctrica.

5. Referencias

- [1] Z. Xu, Q. S. Jia, And X. Guan, "Supply Demand Coordination For Building Energy Saving: Explore The Soft Comfort," *Ieee Trans. Autom. Sci. Eng.*, Vol. 12, No. 2, Pp. 656–665, 2015.
- [2] X. Qin, S. Lysecky, And J. Sprinkle, "A Data-Driven Linear Approximation Of Hvac Utilization For Predictive Control And Optimization," *Ieee Trans. Control Syst. Technol.*, Vol. 23, No. 2, Pp. 778–786, 2015.
- [3] S. Bhattacharya, V. Chandan, V. Arya, And K. Kar, "Demand Response For Thermal Fairness In District Heating Networks," *Ieee Trans. Sustain. Energy*, Vol. 10, No. 2, Pp. 865–875, 2019.
- [4] X. Chen, J. Wang, J. Xie, S. Xu, K. Yu, And L. Gan, "Demand Response Potential Evaluation For Residential Air Conditioning Loads," *Iet Gener. Transm. Distrib.*, Vol. 12, No. 19, Pp. 4260–4268, 2018.
- [5] B. W. Tuinema, M. Gibescu, L. Van Der Sluis, And M. A. M. M. Van Der Meijden, "Probabilistic Reliability

- Analysis Of Future Power Systems-Survey And Example,” *Ieee Pes Innov. Smart Grid Technol. Conf. Eur.*, Pp. 1–6, 2011.
- [6] F. Coroiu, C. Velicescu, And C. Barbulescu, “Probabilistic And Deterministic Load Flows Methods In Power Systems Reliability Estimation,” *Eurocon 2011 - Int. Conf. Comput. As A Tool - Jt. With Conftele 2011*, Pp. 1–4, 2011.
- [7] Ashrae, “Cooling And Heating Load Calculation Manual, 1979.” *Cool And Heat Load Calc Man.* 1979.
- [8] Ashrae, “Ashrae Handbook 2001 Fundamentals,” *Ashrae Stand.*, Vol. 53, No. 9, Pp. 1689–1699, 2001.
- [9] Ashrae, *Handbook Of Fundamentals Ashrae.* 2017.
- [10] Y. Huang, Q. Xu, Y. Yang, And X. Jiang, “Numerical Method For Probabilistic Load Flow Computation With Multiple Correlated Random Variables,” *Iet Renew. Power Gener.*, Vol. 12, No. 11, Pp. 1295–1303, 2018.
- [11] C. J. Wallnerström, J. Setréus, P. Hilber, F. Tong, And L. Bertling, “Model Of Capacity Demand Under Uncertain Weather,” *2010 Ieee 11th Int. Conf. Probabilistic Methods Appl. To Power Syst. Pmaps 2010*, Pp. 314–318, 2010.
- [12] B. Jiang, J. Pei, Y. Tao, And X. Lin, “Clustering Uncertain Data Based On Probability Distribution Similarity,” *Ieee Trans. Knowl. Data Eng.*, Vol. 25, No. 4, Pp. 751–763, 2013.
- [13] J. Song, G. Xue, Y. Ma, H. A. N. Li, Y. U. Pan, And Z. Hao, “An Indoor Temperature Prediction Framework Based On Hierarchical Attention Gated Recurrent Unit Model For Energy Efficient Buildings,” *Ieee Access*, Vol. 7, Pp. 157268–157283, 2019.
- [14] L. Mohamed, L. Dehmani, And A. Gagliano, “Effect Of Glazing Type On The Performance Of A Trombe Wall In Tunisia,” *2015 6th Int. Renew. Energy Congr. Irec 2015*, No. 216, Pp. 1–6, 2015.
- [15] X. Chen And X. Li, “Virtual Temperature Measurement For Smart Buildings Via Bayesian Model Fusion,” *Proc. - Ieee Int. Symp. Circuits Syst.*, Vol. 2016-July, No. 1, Pp. 950–953, 2016.
- [16] C. F. E. Cancino And A. C. Fuentes, “Hygrothermal Comfort Within The Context Of Social Housing And The Perceptions Of Dwellers,” *Rev. Invi*, Vol. 30, No. 85, Pp. 227–242, 2015.
- [17] F. Ferrelli And M. C. Piccolo, “Estudio Del Confort Climático A Escala Micro-Local: El Caso De Bahía Blanca (Argentina),” *Bitacora Urbano Territ.*, Vol. 27, No. 3, Pp. 91–100, 2017.
- [18] Ministerio De Desarrollo Urbano Y Vivienda Del Ecuador, “Eficiencia Energética En Edificaciones Residenciales Nec-Hs-Ee,” P. 40, 2018.
- [19] F. B. Silva, A. L. Díaz, And C. J. R. Estébanez, “The Use Of Humidifiers As An Energetic Alternative To Air Conditioning: Case Of A Teaching Building In Santiago De Compostela,” *Rev. Fac. Ing.*, No. 64, Pp. 22–31, 2012.
- [20] T. Wang, Y. Xu, C. Withanage, L. Lan, S. D. Ahipasaoglu, And C. A. Courcoubetis, “A Fair And Budget-Balanced Incentive Mechanism For Energy Management In Buildings,”

- Ieee Trans. Smart Grid, Vol. 9, No. 4, Pp. 3143–3153, 2018.
- [21] R. M. Vignali, F. Borghesan, L. Piroddi, M. Strelec, And M. Prandini, “Energy Management Of A Building Cooling System With Thermal Storage: An Approximate Dynamic Programming Solution,” Ieee Trans. Autom. Sci. Eng., Vol. 14, No. 2, Pp. 619–633, 2017.
- [22] K. Sano, H. Shimizu, Y. Kondo, And T. Fujimoto, “Improving Accuracy Of Temperature Distribution And Energy-Saving Technology Of Air Conditioners In Data Centers,” Ieee Trans. Components, Packag. Manuf. Technol., Vol. 8, No. 5, Pp. 811–817, 2018.
- [23] R. N. Alejandra And N. Mario, “Thermal Analysis Of Constructive Systems At An Office Building Through Dynamic Simulations,” Vol. Xix, No. Número 3, Pp. 279–290, 2018.
- [24] K. L. Ku, J. S. Liaw, M. Y. Tsai, And T. S. Liu, “Automatic Control System For Thermal Comfort Based On Predicted Mean Vote And Energy Saving,” Ieee Trans. Autom. Sci. Eng., Vol. 12, No. 1, Pp. 378–383, 2015.
- [25] C. H. Lu, C. L. Wu, M. Y. Weng, W. C. Chen, And L. C. Fu, “Context-Aware Energy Saving System With Multiple Comfort-Constrained Optimization In M2m-Based Home Environment,” Ieee Trans. Autom. Sci. Eng., Vol. 14, No. 3, Pp. 1400–1414, 2017.
- [26] I. Y. Joo And D. H. Choi, “Distributed Optimization Framework For Energy Management Of Multiple Smart Homes With Distributed Energy Resources,” Ieee Access, Vol. 5, Pp. 15551–15560, 2017.
- [27] J. A. Pinzon, P. P. Vergara, L. C. P. Da Silva, And M. J. Rider, “Optimal Management Of Energy Consumption And Comfort For Smart Buildings Operating In A Microgrid,” Ieee Trans. Smart Grid, Vol. 10, No. 3, Pp. 3236–3247, 2019.
- [28] E. Paniagua, J. Macazana, J. Lopez, And J. Tarrillo, “Iot-Based Temperature Monitoring For Buildings Thermal Comfort Analysis,” Proc. 2019 Ieee 26th Int. Conf. Electron. Electr. Eng. Comput. Intercon 2019, Pp. 1–4, 2019.
- [29] Conelec, “Regulación Modelo De Factura,” Vol. 003, 2012.
- [30] A. De R. Y Control De E. (Arconel), “Pliego Tarifario Para Las Empresas Eléctricas De Distribución Codificado,” Resolución Nro. Arconel - 002/19, Vol. 18, 2019.
- [31] S. Guzhov And A. Krolin, “Use Of Big Data Technologies For The Implementation Of Energy-Saving Measures And Renewable Energy Sources In Buildings,” 3rd Renew. Energies, Power Syst. Green Incl. Econ. Repts Gie 2018, Pp. 1–5, 2018.
- [32] A. Mosaddegh, C. A. Canizares, And K. Bhattacharya, “Optimal Demand Response For Distribution Feeders With Existing Smart Loads,” Ieee Trans. Smart Grid, Vol. 9, No. 5, Pp. 5291–5300, 2018.
- [33] N. Mahdavi, J. H. Braslavsky, M. M. Seron, And S. R. West, “Model Predictive Control Of Distributed Air-Conditioning Loads To Compensate Fluctuations In Solar Power,” Ieee Trans. Smart Grid, Vol. 8, No. 6, Pp. 3055–3065, 2017.

- [34] M. Kaddari, M. El Mouden, A. Hajjaji, And A. Semlali, "Reducing Energy Consumption By Energy Management And Energy Audits In The Pumping Stations," 3rd Renew. Energies, Power Syst. Green Incl. Econ. Repts Gie 2018, 2018.
- [35] N. Yaagoubi And H. T. Mouftah, "User-Aware Game Theoretic Approach For Demand Management," Ieee Trans. Smart Grid, Vol. 6, No. 2, Pp. 716–725, 2015.
- [36] E. H. Piña Hernández, "Prototipo De Vivienda Vertical Social Sustentable, Enfoque En Resistencia Al Cambio Climático," Rev. Invi, Vol. 33, No. 92, Pp. 213–237, 2018.
- [37] A. Kerimray, R. Bektineyev, And L. R. Rojas-Solórzano, "Energy Efficiency Options For Buildings: Insights From Buildings Energy Audit Reports In Kazakhstan," Iet Conf. Publ., Vol. 2016, No. Cp688, 2016.
- [38] I. Ballarini, G. De Luca, A. Paragamyan, A. Pellegrino, And V. Corrado, "Integration Of Thermal And Visual Comfort In The Retrofit Of Existing Buildings Transformation Of An Office Building Into A Nzeb," 2018 Ieee Int. Conf. Environ. Electr. Eng. 2018 Ieee Ind. Commer. Power Syst. Eur. (Eeeic / I&Cps Eur.), Pp. 1–6, 2018.
- [39] A. H. Tan, C. L. Cham, And K. R. Godfrey, "Comparison Of Three Modeling Approaches For A Thermodynamic Cooling System With Time-Varying Delay," Ieee Trans. Instrum. Meas., Vol. 64, No. 11, Pp. 3116–3123, 2015.
- [40] B. I. Wang, C. M. Lo, And M. D. Lin, "Building Energy Conservation Strategies Evaluation And Simulation," Ieee Int. Conf. Ind. Eng. Eng. Manag., Vol. 2019-Decem, Pp. 1874–1878, 2019.
- [41] Inen, "Eficiencia Energética De Acondicionadores De Aire Sin Ductos." 2012.
- [42] Minen, "Informe Técnico Estándar Mínimo De Eficiencia Energética Equipos De Aire Acondicionado," Pp. 1–74, 2017.
- [43] L. Herrera Sosa, "Temperatura Y Rangos De Confort Térmico En Viviendas De Bajo Costo En Clima Árido Seco," Hábitat Sustentable, Vol. 3, No. 1, Pp. 26–36, 2013.
- [44] D. Bravo, F. González, And J. González, "Refrigeración Solar De Edificaciones. Un Estado Del Arte," Rev. Ing. Constr., Vol. 33, No. 2, Pp. 115–126, 2018.
- [45] A. I. Dounis And C. Caraiscos, "Advanced Control Systems Engineering For Energy And Comfort Management In A Building Environment-A Review," Renew. Sustain. Energy Rev., Vol. 13, No. 6–7, Pp. 1246–1261, 2009.
- [46] G. M. Viegas, P. J. Chevez, G. A. S. Juan, And C. A. Discoli, "Comportamiento Energético De Mosaicos Urbanos Representativos (La Plata-Buenos Aires-Argentina): Influencia De Las Variaciones Térmicas Intraurbanas," Ambient. Construído, Vol. 18, No. 3, Pp. 175–194, 2018.
- [47] J. Ávila-Delgado, M. Robador-González, J. Barrera-Vera, And M. Marrero, "La Influencia Del Vidrio En El Consumo De Calefacción, Refrigeración E Iluminación En Rehabilitación De Edificios De Oficinas Bajo

- Clima Mediterráneo Peninsular (1971-1980),” Rev. Hábitat Sustentable, Vol. 9, No. 1, Pp. 68–83, 2019.
- [48] K. Raviraj, N. Gupta, And H. N. Shet, “Analysis Of Measures To Improve Energy Performance Of A Commercial Building By Energy Modeling,” Proc. 2016 Online Int. Conf. Green Eng. Technol. Ic-Get 2016, Pp. 1–4, 2017.
- [49] J. Amigo Vásquez, “Ahorro Energético En Viviendas De Países Con Climas Tropicales,” Universidad, Cienc. Y Tecnología, Pp. 1–12, 2006.
- [50] Nec-11, “Eficiencia Energética En La Construcción En Ecuador,” Norma Ecuatoriana La Construcción, P. 44, 2011.
- [51] S. Salazar Mañas, “Construcción Y Desarrollo Sostenible Arquitectura Bioclimática,” Representación Y Diseño En Ingeniería Y Arquitectura, P. 32, 2011.

6. Matriz de Estado del Arte

MODELO GAUSSIANO T-STUDENT COMO MÉTODO PARA EVALUAR EL CONSUMO ELÉCTRICO EN SECTORES COMERCIALES DE ACUERDO A LA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA PARA ALCANZAR ZONAS ÓPTIMAS DE CONFORT																													
ITEM	AÑO	TÍTULO DEL ARTÍCULO	CITAS	TEMÁTICA						FORMULACION DEL PROBLEMA					RESTRICCIONES DEL PROBLEMA					PROPUESTAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA				SOLUCIÓN PROPUESTA					
				Distribución de Probabilidades Temperatura	Arquitectura Bioclimática	Transferencia de Energía	Sistemas de Aire Acondicionado	Sistemas óptimos de confort	Consumo Energía eléctrico	Variación de factores climáticos	Capacidad de cargas térmicas internas	Excedentes de temperatura de sensación térmica interna	Estimación de consumo de energía Eléctrica	Sistemas óptimos de confort	Limitaciones bioclimáticas externas	Limitación arquitectura	Limitación de temperatura de sensación térmica	Límites de tiempo de trabajo aire acondicionado	Eficiencia energética	Método ASHRAE	Método Distribución Gaussiana	Método Distribución T-Student	Método de Consumo energía eléctrico	Ganancias de térmicas por factores climáticos	Sistemas de refrigeración y calefacción	Modelo de probabilidad tiempo	Sistemas óptimos de confort		
1	2015	Supply Demand Coordination for Building Energy Saving: Explore the Soft Comfort	10	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	2015	A data-driven linear approximation of HVAC utilization for predictive control and optimization	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	2019	Demand response for thermal fairness in district heating networks	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	2018	Demand response potential evaluation for residential air conditioning loads	13	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	2011	Probabilistic reliability analysis of future power systems- survey and example	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	2011	Probabilistic and deterministic load flows methods in power systems reliability estimation	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	1979	Cooling and Heating Load Calculation Manual	130	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	2001	ASHRAE Handbook 2001 Fundamentals	130	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	2017	Handbook of Fundamentals ASHRAE	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	2018	Numerical method for probabilistic load flow computation with multiple correlated random variables	9	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	2010	Model of capacity demand under uncertain weather	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	2013	Clustering uncertain data based on probability distribution similarity	55	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

13	2019	An Indoor Temperature Prediction Framework Based on Hierarchical Attention Gated Recurrent Unit Model for Energy Efficient Buildings	0	✘	✘	✘	✘	□	✘	✘	✘	□	✘	✘	✘	✘	□	□	□	✘	✘	□	✘	✘	✘	✘
14	2015	Effect of glazing type on the performance of a Trombe wall in Tunisia	1	□	✘	✘	□	✘	□	✘	□	□	□	✘	✘	□	□	□	□	□	□	□	✘	□	□	✘
15	2016	Virtual temperature measurement for smart buildings via Bayesian model fusion	0	✘	✘	✘	□	✘	□	✘	✘	□	□	✘	✘	□	□	□	□	✘	□	□	✘	□	✘	✘
16	2015	Hygrothermal comfort within the context of social housing and the perceptions of dwellers	11	□	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	□	✘	✘	✘	□	□	✘	✘	✘	□	✘
17	2017	Estudio del confort climático a escala micro-local: El caso de Bahía Blanca (Argentina)	11	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	□	□	✘	✘	□	□	□	✘	□	□	✘	✘	✘	✘	✘
18	2018	Eficiencia Energética en Edificaciones Residenciales NEC-HS-EE	0	✘	✘	✘	□	✘	✘	✘	□	✘	□	✘	✘	✘	□	□	□	□	□	□	✘	□	✘	✘
19	2012	The use of humidifiers as an energetic alternative to air conditioning: Case of a teaching building in Santiago de Compostela	2	□	□	□	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	□	✘	□	✘	□	□	✘	□	✘	□	✘
20	2018	A Fair and Budget-Balanced Incentive Mechanism for Energy Management in Buildings	1	✘	□	□	✘	✘	✘	✘	✘	□	✘	✘	□	□	□	✘	□	□	□	□	□	✘	✘	✘
21	2017	Energy Management of a Building Cooling System with Thermal Storage: An Approximate Dynamic Programming Solution	7	✘	✘	✘	✘	□	✘	✘	✘	□	□	✘	✘	□	✘	□	□	□	□	□	✘	✘	✘	✘
22	2018	Improving Accuracy of Temperature Distribution and Energy-Saving Technology of Air Conditioners in Data Centers	1	✘	□	□	✘	✘	✘	□	□	□	✘	✘	□	□	✘	✘	✘	□	✘	✘	□	□	✘	✘
23	2018	Thermal analysis of constructive systems at an office building through dynamic simulations	0	✘	✘	✘	□	✘	□	✘	✘	✘	□	□	✘	✘	□	□	□	□	□	□	□	✘	□	✘
24	2015	Automatic control system for thermal comfort based on predicted mean vote and energy saving	33	✘	□	□	□	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	□	□	✘	□	□	□	✘	□	□	✘	✘
25	2017	Context-Aware Energy Saving System with Multiple Comfort-Constrained Optimization in M2M-Based Home Environment	6	□	□	□	□	✘	✘	□	□	□	✘	✘	□	□	□	✘	✘	□	□	□	✘	□	□	□
26	2017	Distributed Optimization Framework for Energy Management of Multiple Smart Homes with Distributed Energy Resources	42	✘	□	□	✘	✘	✘	□	□	□	✘	✘	□	□	□	□	□	□	□	□	✘	□	✘	✘
27	2019	Optimal Management of Energy Consumption and Comfort for Smart Buildings Operating in a Microgrid	5	✘	✘	✘	✘	□	✘	□	✘	□	□	✘	✘	✘	✘	□	□	□	□	□	✘	✘	✘	✘
28	2019	IoT-based temperature monitoring for buildings thermal comfort analysis	0	✘	□	□	✘	✘	✘	□	□	□	✘	✘	✘	✘	✘	✘	□	□	□	✘	□	✘	✘	✘
29	2012	Regulación modelo de factura	0	✘	□	□	✘	✘	✘	□	□	□	✘	✘	□	□	□	✘	✘	□	□	□	✘	□	□	✘
30	2019	Pliego tarifario para las empresas eléctricas de distribución codificado	0	□	✘	✘	□	✘	□	✘	✘	✘	□	□	✘	✘	✘	□	□	✘	□	□	□	✘	□	□
31	2018	Use of big data technologies for the implementation of energy-saving measures and renewable energy sources in buildings	3	✘	□	□	✘	□	✘	□	□	□	✘	✘	□	□	□	□	✘	□	□	□	✘	□	✘	□
32	2018	Optimal Demand Response for Distribution Feeders with Existing Smart Loads	13	□	□	□	✘	□	✘	□	□	□	✘	✘	□	□	□	□	✘	□	□	□	✘	□	✘	□
33	2017	Model Predictive Control of Distributed Air-Conditioning Loads to Compensate Fluctuations in Solar Power	43	✘	□	□	✘	✘	✘	✘	✘	□	□	✘	✘	□	□	✘	□	□	□	□	✘	□	✘	✘
34	2018	Reducing energy consumption by energy management and energy audits in the pumping stations	4	✘	□	□	✘	✘	✘	□	□	□	✘	✘	□	□	□	□	✘	□	□	□	✘	□	✘	✘
35	2017	User-aware game theoretic approach for demand management	42	✘	□	□	✘	✘	✘	□	□	□	✘	✘	□	□	□	□	✘	□	□	□	✘	□	✘	✘

36	2018	Prototipo de vivienda vertical social sustentable, enfoque en resistencia al cambio climático	1	✘	✘	✘	□	✘	□	✘	✘	□	□	□	✘	✘	□	□	□	✘	□	□	□	✘	□	✘	✘
37	2016	Energy efficiency options for buildings: Insights from buildings energy audit reports in Kazakhstan	2	✘	✘	✘	□	✘	□	✘	✘	□	□	□	✘	✘	□	□	□	✘	□	□	□	✘	□	✘	✘
38	2018	Integration of Thermal and Visual Comfort in the Retrofit of Existing Buildings Transformation of an office building into a nZEB	2	□	✘	✘	□	✘	□	✘	✘	□	□	□	✘	✘	□	□	□	✘	□	□	□	✘	□	□	✘
39	2015	Comparison of Three Modeling Approaches for a Thermodynamic Cooling System with Time-Varying Delay	4	✘	✘	✘	□	✘	□	✘	✘	□	□	□	✘	✘	□	□	□	✘	□	□	□	✘	□	✘	✘
40	2019	Building Energy Conservation Strategies Evaluation and Simulation	1	✘	✘	✘	□	✘	□	✘	✘	□	□	□	✘	✘	□	□	□	□	□	□	□	✘	□	✘	✘
41	2012	Eficiencia Energética de acondicionadores de aire sin ductos	0	✘	□	□	✘	✘	✘	□	□	□	✘	✘	□	□	✘	✘	✘	□	✘	□	✘	□	✘	✘	✘
42	2017	Informe Técnico Estándar Mínimo de Eficiencia Energética Equipos de Aire Acondicionado	1	□	□	□	✘	□	✘	□	□	□	✘	✘	□	□	□	□	✘	□	□	□	✘	□	✘	□	□
43	2013	Temperatura y rangos de confort térmico en viviendas de bajo costo en clima árido seco	1	✘	✘	✘	□	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	□	✘	□	✘	✘	□	✘	✘
44	2018	Refrigeración solar de edificaciones. Un estado del arte	1	✘	□	□	□	✘	✘	□	□	✘	✘	✘	✘	✘	□	□	□	□	□	□	✘	□	□	✘	✘
45	2009	Advanced control systems engineering for energy and comfort management in a building environment-A review	786	✘	✘	✘	□	✘	□	□	□	□	□	□	✘	✘	□	□	□	□	□	□	□	✘	□	✘	✘
46	2018	Comportamiento energético de mosaicos urbanos representativos (La Plata-Buenos Aires-Argentina): influencia de las variaciones térmicas intraurbanas	2	✘	✘	✘	□	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	□	✘	□	□	□	□	✘	□	✘	✘
47	2019	La influencia del vidrio en el consumo de calefacción, refrigeración e iluminación en rehabilitación de edificios de oficinas bajo clima mediterráneo peninsular (1971-1980)	0	□	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	□	□	✘	✘	✘	✘	□	✘
48	2017	Analysis of measures to improve energy performance of a commercial building by energy modeling	4	✘	✘	✘	□	✘	✘	✘	✘	□	✘	✘	✘	✘	□	□	✘	✘	□	□	□	✘	□	✘	✘
49	2006	Ahorro energético en viviendas de países con climas tropicales	0	✘	✘	✘	□	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	□	□	✘	□	✘	□	□	□	✘	□	□	✘	✘
50	2015	Eficiencia energética en la construcción en Ecuador	0	✘	□	□	✘	✘	✘	□	□	□	✘	✘	□	□	□	□	✘	□	□	□	✘	□	✘	✘	✘
51	2015	Construcción y desarrollo sostenible 'arquitectura bioclimática	0	□	✘	✘	✘	✘	□	□	□	□	□	□	✘	✘	□	✘	□	□	□	□	✘	✘	✘	□	✘
CANTIDAD:				37	26	26	28	39	34	29	27	22	30	30	32	33	16	16	23	13	11	5	24	26	27	38	43

6.1 Resumen e Indicadores

