



FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

TESIS

**USO DE POLIESTIRENO Y SUS EFECTOS DE CONFORT
TÉRMICO EN LAS VIVIENDAS TROPICALES, PUERTO
MALDONADO – 2018.**

Presentado por:

Bach. Carlos Laurence CARRASCO HUAYANCA

Para obtener el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Análisis especial en estructuras de
tipo de diafragmas flexibles

MADRE DE DIOS – PERÚ

2018

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de tesis en especial a Dios por permitirme llegar con bien hasta el día de hoy. Y a mi madre que siempre me acompañó durante mi formación profesional y de mi vida en todo aspecto.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por protegerme y proporcionarme las fuerzas para superar cada obstáculo y dificultades en mi vida.

Agradezco también a mi madre por la confianza y el apoyo brindado.

Al Ing. Alex Santa cruz y a los Docentes de la UAP, por sus conocimientos y por toda la colaboración brindada durante la elaboración de este proyecto.

Asimismo, agradecer a mis amigos que me rodean y en especial a Omar Ortega mi mejor amigo que siempre me acompañó en la buenas y malas.

RESUMEN

La norma internacional ISO 7730, en ella establece la condición mental de los seres humanos que expresa la satisfacción con el ambiente térmico, la investigación tiene por objetivo determinar en qué medida el uso de poliestireno mejora los efectos de confort térmico en las viviendas tropicales, Puerto Maldonado – 2018.

Para conseguir los datos del estudio se construyó una vivienda de poliestireno, aplicándose un diseño de tipo experimental. En el estudio para conseguir datos confiables, el instrumento de investigación ha sido sometido a la evaluación de expertos en la materia. A través de una prueba piloto, los datos obtenidos en dicha prueba fueron sometidos a la prueba de confiabilidad “Alfa de Cronbach”, como resultado se obtuvo valores mayores a 0.900, lo que significa que el instrumento tiene una confiabilidad alta.

Con el estudio se demostró que el uso de poliestireno mejora los efectos de confort térmico en las viviendas tropicales, pues el confort térmico promedio de una vivienda convencional es de 29,93 °C, mientras que de la vivienda construida de poliestireno es de 23,33 °C; es decir, existe una disminución de 29,93 °C a 23,33 °C de temperatura, equivalente a 6,6 °C; pues, la vivienda construida con poliestireno está en el rango de 20 °C a 25 °C de temperatura considerada como confort térmico adecuado, por lo que se concluye que el uso de poliestireno mejora los efectos de confort térmico en las viviendas tropicales como de la ciudad de Puerto Maldonado.

Palabra claves: Poliestireno, Confort térmico, Temperatura del aire, Humedad relativa y Velocidad del viento.

SUMMARY

The international standard ISO 7730, which establishes the mental condition of human beings that expresses satisfaction with the thermal environment, the research aims to determine to what extent the use of polystyrene improves the thermal comfort effects in tropical homes, Puerto Maldonado - 2018.

To obtain the data of the study a polystyrene house was built, applying an experimental type design. In the study to obtain reliable data, the research instrument has been subject to the evaluation of experts in the field. Through a pilot test, the data obtained in this test were subjected to the reliability test "Cronbach's Alpha", as a result values higher than 0.900 were obtained, which means that the instrument has a high reliability.

The study showed that the use of polystyrene improves the thermal comfort effects in tropical homes, because the average thermal comfort of a conventional house is 29.93 ° C, while the polystyrene built housing is 23, 33 ° C; that is, there is a decrease of 29.93 ° C to 23.33 ° C of temperature, equivalent to 6.6 ° C; therefore, the house built with polystyrene is in the range of 20 ° C to 25 ° C of temperature considered as adequate thermal comfort, so it is concluded that the use of polystyrene improves the thermal comfort effects in tropical homes such as the city of Puerto Maldonado.

Keyword: Polystyrene, Thermal Comfort, Air Temperature, Relative Humidity and Wind Speed.

INDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
RESUMEN.....	iii
SUMMARY.....	iv
INDICE.....	v
INTRODUCCIÓN.....	xi

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	1
1.2. DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.2.1. Espacial.....	4
1.2.2. Temporal.....	4
1.3. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN.....	4
1.3.1. Problema General.....	4
1.3.2. Problemas Específicos.....	4
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.4.1. Objetivo General.....	5
1.4.2. Objetivos Específicos.....	5
1.5. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.5.1. Hipótesis General.....	5
1.5.2. Hipótesis Específicas.....	5
1.6. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
1.6.1. Variable independiente.....	6
1.6.2. Variables dependientes.....	6
1.6.3. Operacionalización de Variables.....	7
1.7. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
1.7.1. Tipo de Investigación.....	7
1.7.2. Nivel de Investigación.....	8
1.7.3. Métodos de Investigación.....	8
1.7.4. Diseño de investigación.....	9

1.8. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN.....	10
1.8.1. Población.....	10
1.8.2. Muestra.....	10
1.9. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	10
1.9.1. Técnicas.....	10
1.9.2. Instrumentos.....	10
1.10. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	10
1.10.1. Justificación.....	10
1.10.2. Importancia.....	12

CAPITULO II
MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
2.2. BASES TEÓRICAS.....	21
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	47

CAPÍTULO III
PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3.1. CONFIABILIDAD Y VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO.....	51
3.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS VARIABLES.....	52
3.3. PRUEBAS DE NORMALIDAD.....	70

CAPÍTULO IV
PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS

4.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL.....	71
4.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	75

CAPÍTULO V
DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES.....	93
RECOMENDACIONES.....	95
FUENTES DE INFORMACIÓN.....	96
ANEXOS.....	100

Matriz de consistencia.....	101
Instrumentos de recolección de datos.....	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Confiabilidad del instrumento.....	51
Tabla N° 2. Validación del instrumento.....	51
Tabla N° 3. Resultados generales de la Temperatura de una vivienda convencional durante el mes de setiembre del 2018.....	52
Tabla N° 4. Resultados generales de la Temperatura de una vivienda de poliestireno durante el mes de setiembre del 2018.....	54
Tabla N° 5. Resultados generales de la Humedad relativa de una vivienda convencional durante el mes de setiembre del 2018.....	58
Tabla N° 6. Resultados generales de la Humedad relativa de una vivienda de poliestireno durante el mes de setiembre del 2018.....	60
Tabla N° 7. Resultados generales de la velocidad del viento en una vivienda convencional durante el mes de setiembre del 2018.....	64
Tabla N° 8. Resultados generales de la velocidad del viento en una vivienda de poliestireno durante el mes de setiembre del 2018.....	66
Tabla N° 9. Pruebas de normalidad.....	70
Tabla N° 10. Confort térmico de la vivienda convencional y de poliestireno.....	72
Tabla N° 11. Estadísticas de muestras emparejadas de confort térmico de la vivienda convencional y de poliestireno.....	73
Tabla N° 12. Correlaciones de muestras emparejadas de confort térmico de la vivienda convencional y de poliestireno.....	73
Tabla N° 13. Prueba de muestras emparejadas de confort térmico de la vivienda convencional y de poliestireno.....	73
Tabla N° 14. Temperatura de la vivienda convencional y de poliestireno.....	76
Tabla N° 15. Estadísticas de muestras emparejadas de la temperatura de la vivienda convencional y de poliestireno.....	77
Tabla N° 16. Correlaciones de muestras emparejadas de la temperatura de la vivienda convencional y de poliestireno.....	77
Tabla N° 17. Prueba de muestras emparejadas de la temperatura de la vivienda convencional y de poliestireno.....	77
Tabla N° 18. Humedad relativa de la vivienda convencional y de poliestireno.....	80

Tabla N° 19. Estadísticas de muestras emparejadas de la humedad relativa de la vivienda convencional y de poliestireno.....	81
Tabla N° 20. Correlaciones de muestras emparejadas de la humedad relativa de la vivienda convencional y de poliestireno.....	81
Tabla N° 21. Prueba de muestras emparejadas de la humedad relativa de la vivienda convencional y de poliestireno.....	81
Tabla N° 22. Velocidad del viento de la vivienda convencional y de poliestireno.....	84
Tabla N° 23. Estadísticas de muestras emparejadas de la velocidad del viento de la vivienda convencional y de poliestireno.....	85
Tabla N° 24. Correlaciones de muestras emparejadas de la velocidad del viento de la vivienda convencional y de poliestireno.....	85
Tabla N° 25. Prueba de muestras emparejadas de la velocidad del viento de la vivienda convencional y de poliestireno.....	85

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1. Trabajos preliminares.....	33
Gráfico N° 2. Cimentaciones.....	34
Gráfico N° 3. Anclaje en cimentación.....	35
Gráfico N° 4. Montaje y armado de paredes.....	36
Gráfico N° 5. Aplomado, apuntalamiento de paredes, canalización y unión.....	36
Gráfico N° 6. Anclaje final en viga de cimentación.....	37
Gráfico N° 7. Colocación de paneles losa.....	38
Gráfico N° 8. Tarrajeo de pared.....	39
Gráfico N° 9. Vaciado de concreto y tarrajeo de losa.....	40
Gráfico N° 10. Confort térmico en función a la temperatura del aire y temperatura de superficie.....	44
Gráfico N° 11. Confort térmico en función a la temperatura y humedad.....	45
Gráfico N° 12. Confort térmico en función a la temperatura y velocidad del aire.....	46
Gráfico N° 13. Temperatura de una vivienda de poliestireno y convencional durante el mes de setiembre del 2018.....	56
Gráfico N° 14. Humedad relativa de una vivienda de poliestireno y convencional durante el mes de setiembre del 2018.....	62
Gráfico N° 15. Velocidad del viento en una vivienda de poliestireno y convencional durante el mes de setiembre del 2018.....	68

INTRODUCCIÓN

Cuando se habla de la calidad del aire interior y los beneficios de vivir en una casa construida con los parámetros adecuados, generalmente nos referimos al confort térmico. ¿Qué es el confort térmico?

El confort térmico lo perciben las personas que viven en una casa o edificio, donde no sienten calor ni frío, en otras palabras, cuando las condiciones de temperatura, humedad y movimiento del aire son cómodas y adecuadas para las actividades que se llevan a cabo en el interior.

La complejidad de la evaluación del confort térmico (interpretación de sensaciones con valores subjetivos) lleva a estudiar variables como la temperatura del aire, la temperatura de las paredes, los pisos, los techos, la humedad y la velocidad del aire.

Según estudios sobre este tema, la temperatura promedio del aire, la temperatura mínima de confort es de 20 ° C y la temperatura máxima de confort es de 25 ° C.

La humedad entre 40 y 70% da una sensación agradable. La relación entre la humedad y la temperatura puede variar el bienestar de las personas. Si no se mantiene la humedad del aire demasiado alta, puede lograr un bienestar positivo a temperaturas superiores a 25 ° C.

Una casa con confort térmico, se caracteriza por su impermeabilidad al paso del aire. Las casas construidas según los estándares de construcción realizan su ventilación controlada y continua. Los flujos de ventilación por persona se clasifican en menos de 0,3 renovaciones por hora y una velocidad de aire de menos de 1 m / s para evitar las corrientes de aire.

Siguiendo los principios constructivos de un apartamento adecuado, se descubre una forma de vida diferente en la que la temperatura en toda la casa se mantiene

Constante, sin interrupciones térmicas entre espacios de diferentes orientaciones, sin infiltración de aire no deseada y con confort térmico garantizado.

El confort térmico es la sensación que expresa el grado de satisfacción de las personas de una vivienda con respecto al entorno térmico. Ello depende mucho de los parámetros externos como son: la velocidad del aire, la temperatura y la humedad relativa de la vivienda, así como otros parámetros internos como son: metabolismo de cada persona, actividad física o la vestimenta que utiliza.

Para lograr la sensación térmica de bienestar, el balance total de ganancias y pérdidas de calor debe ser cero, lo que logra una sensación térmica normal, es decir, la que se logra con confort térmico.

En términos de parámetros internos, se debe tener en cuenta que el metabolismo como un factor térmico relacionado con la capacidad del cuerpo humano para generar calor de manera similar a como lo haría un sistema mecánico, como lo haría un motor.

El metabolismo es por lo tanto una producción continua de energía. El proceso del metabolismo convierte la energía en calor, y el cuerpo lo hace en cantidad suficiente para mantener el funcionamiento de nuestro cuerpo. Esta energía también se utiliza para realizar trabajos mecánicos desde el exterior, por ejemplo. Para levantar, mover, mover objetos y otros.

El presente trabajo de investigación comienza a desarrollarse sobre la importancia que tiene el uso de poliestireno y sus efectos de confort térmico en las viviendas tropicales como los de la ciudad de Puerto Maldonado, la tesis está subdividida por capítulos desde la descripción de la realidad problemática hasta presentación de resultados.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.

Actualmente, existe una fuerte reflexión sobre los estándares internacionales llevados a cabo con un enfoque analítico que es usado por la mayoría de los diseñadores en un clima tropical, como el nuestro, que puede tener consecuencias sociales y consumo de energía.

Los niveles de confort de la prueba pueden tener en cuenta los parámetros y factores que intervienen en el edificio para garantizar que la vivienda se encuentre en el área denominada "zona de confort" gracias a un diseño adecuado.

Los esquemas de confort existentes se basan en el hecho de que se desarrollaron en E.E.U.U. y en Europa, con unidades aclimatadas a su temperatura y que a menudo trabajan en edificios con aire acondicionado y con las expectativas típicas de comodidad de las personas con el estilo de vida de los países desarrollados.

Por lo tanto, es razonable que las personas que viven en países con un clima cálido, y sobre todo en edificios sin calefacción, toleren temperaturas y / o mayor humedad. Del mismo modo, las normas internacionales no deben aplicarse por igual a todos debido a las diferentes condiciones climáticas y factores socioculturales.

Existen diferentes métodos y estándares para el confort térmico, pero la difusión de índices es un argumento más razonable para cuestionar la efectividad absoluta de estos indicadores.

La adaptación de los estándares de confort térmico cambiaría los parámetros utilizados en edificios con aire acondicionado. Hay dos factores que hacen que la reducción de la carga de refrigeración sea muy importante. En primer lugar, generalmente se usa electricidad, lo cual es muy inefectivo en el proceso de producción y, por lo tanto, se desperdician grandes cantidades de energía en el enfriamiento de los edificios. Segundo, muchos problemas que requieren aire acondicionado serían una solución fácil simplemente al mejorar el comportamiento térmico de la envolvente del edificio.

Por lo tanto, las normas internacionales deben adaptarse a las investigaciones realizadas en diferentes regiones del mundo. Actualmente se están realizando investigaciones en varios países para ayudar a lograr este objetivo. Esto contribuiría, por ejemplo, al consumo racional de energía.

El hombre siempre se esforzó por crear un ambiente cómodo y confortable. Esto se refleja en las construcciones tradicionales de todo el mundo, desde la historia antigua hasta nuestros días. Hoy en día, crear un ambiente térmico cómodo sigue siendo uno de los parámetros más importantes que se deben tener en cuenta al diseñar edificios.

La evaluación del confort térmico es muy compleja, porque el confort térmico depende de muchos parámetros físicos, no solo uno, por ejemplo, de la temperatura del aire.

El entorno térmico se tiene en cuenta junto con otros factores como la calidad del aire, la intensidad de la luz y los niveles de ruido cuando evaluamos nuestro entorno de trabajo. Si no pensamos que el entorno de trabajo diario es

satisfactorio, nuestro rendimiento sufrirá inevitablemente. Por eso el confort térmico también nos afecta.

El clima del Perú es el resultado de un conjunto de aspectos geográficos, uno de los más influyentes de los cuales es la Cordillera de los Andes. Esta cordillera se encuentra en todo nuestro país y es la que define diferentes regiones. Al mismo tiempo, en las montañas, la cordillera produce tres zonas: El Páramo, en el norte; Puna, al centro y sur al altiplano.

El Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) dijo que la temperatura de la superficie en el período entre 2015, hasta ahora es la más alta y es consistente con el aumento del nivel del mar y la reducción de las nevadas y heladas. Este evento puede deberse al aumento de los gases de efecto invernadero *CO2*, *CH4*, *N2O*, HFC, PFC y *NF3 SF6*, causados por la deforestación, los cambios en el uso de la tierra, las industrias de transporte insostenibles, entre otras.

Por lo anterior, las ciudades son parte del efecto del rebote del cambio climático, lo que significa que contribuye al aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero de la energía utilizada en los hogares; causar condiciones climáticas inadecuadas en las ciudades, generando un ambiente interior problemático, peligroso e ineficaz; expuestos a condiciones extremas de temperatura y al riesgo de catástrofes climáticas, antes de que esto ocurra, la población debe tomar medidas para adaptar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), la ciudad de Puerto Maldonado, en la región de Madre de Dios, registró el 11 de septiembre de 2016, la temperatura máxima de 38.2 grados centígrados.

Dado el desarrollo urbano acelerado, el crecimiento de la población y la variabilidad climática de la ciudad de Puerto Maldonado, Tambopata es el distrito más poblado de la región de Madre de Dios, que sufre olas de calor y de acuerdo

con las referencias bibliográficas. Los grupos de población incluyen ancianos, niños y embarazadas. madre.

La capital de Puerto Maldonado, en la provincia de Tambopata, se encuentra en la región de Madre de Dios, donde se construyó una casa con poliestireno para mejorar el confort térmico en términos de temperatura, humedad y velocidad del aire.

1.2. DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.

1.2.1. Espacial.

- El estudio se desarrolló en la ciudad de Puerto Maldonado capital de la Provincia de Tambopata, Región de Madre de Dios.

1.2.2. Temporal.

- El estudio tuvo una duración de 12 meses, desde enero del 2018 hasta noviembre del 2018.

1.3. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN.

1.3.1. Problema General.

- ¿En qué medida el uso de poliestireno mejora los efectos de confort térmico en las viviendas tropicales, Puerto Maldonado – 2018?

1.3.2. Problemas Específicos.

- ¿Cómo influye el uso de poliestireno en la mejora de la temperatura del aire en las viviendas tropicales?

- ¿De qué manera el uso de poliestireno mejora la humedad relativa en las viviendas tropicales?
- ¿En qué medida el uso de poliestireno mejora la velocidad del aire en las viviendas tropicales?

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.4.1. Objetivo General.

- Determinar en qué medida el uso de poliestireno mejora los efectos de confort térmico en las viviendas tropicales, Puerto Maldonado – 2018.

1.4.2. Objetivos Específicos.

- Establecer cómo influye el uso de poliestireno en la mejora de la temperatura del aire en las viviendas tropicales.
- Analizar de qué manera el uso de poliestireno mejora la humedad relativa en las viviendas tropicales.
- Estudiar en qué medida el uso de poliestireno mejora la velocidad del aire en las viviendas tropicales.

1.5. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.5.1. Hipótesis General.

- El uso de poliestireno mejora los efectos de confort térmico en las viviendas tropicales, Puerto Maldonado – 2018.

1.5.2. Hipótesis Específicas.

- El uso de poliestireno mejora de manera significativa la temperatura del aire en las viviendas tropicales.
- El uso de poliestireno mejora de manera significativa la humedad relativa en las viviendas tropicales.
- El uso de poliestireno mejora de manera significativa la velocidad del aire en las viviendas tropicales.

1.6. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN.

1.6.1. Variable independiente.

X: Uso de poliestireno:

Denominado también como polímero termoplástico producto de la polimerización del estireno monómero.

1.6.2. Variables dependientes.

Y: Confort térmico:

Sensación neutra de temperatura que siente una persona con relación a un ambiente térmico determinado.

Para la norma internacional ISO 7730 es la condición mental de la persona que expresa la satisfacción con el ambiente térmico.

1.6.3. Operacionalización de Variables.

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE VALORACIÓN
Variable Independiente: X: USO DE POLIESTIRENO. Variable dependiente: Y: CONFORT TÉRMICO.	1. Temperatura de aire:	<ul style="list-style-type: none"> • Min: 20° • Max: 25° 	<ul style="list-style-type: none"> • Alta • Normal • Baja
	2. Humedad relativa:	<ul style="list-style-type: none"> • Min: 40% • Max: 65%. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alta • Normal • Baja
	3. Velocidad del aire:	<ul style="list-style-type: none"> • Min: 0 m/s • Max: 2 m/s 	<ul style="list-style-type: none"> • Alta • Normal

1.7. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

1.7.1. Tipo de Investigación.

Investigación aplicada. “Este tipo de investigación también recibe el nombre de práctica, activa, dinámica. Se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos que se adquieren. La investigación aplicada se encuentra estrechamente vinculada con la investigación básica, pues depende

de los resultados y avances de esta última; esto queda aclarado si nos percatamos de que toda investigación aplicada requiere de un marco teórico”.

Asimismo, “busca confrontar la teoría con la realidad. Es el estudio y aplicación de la investigación a problemas concretos, en circunstancias y características concretas. Esta forma de investigación se dirige a su aplicación inmediata y no al desarrollo de teorías. La investigación aplicada, movida por el espíritu de la investigación fundamental, ha enfocado la atención sobre la solución de teorías. Conciernen a un grupo particular más bien que a todos en general. Se refiere a resultados inmediatos y se halla interesada en el perfeccionamiento de los individuos implicados en el proceso de la investigación”. (Behar, 2008)

1.7.2. Nivel de Investigación.

Estudio explicativo. “Busca encontrar las razones o causas que ocasionan ciertos fenómenos. Su objetivo último es explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se da éste. Están orientados a la comprobación de hipótesis causales; esto es, identificación y análisis de las causales (variables independientes) y sus resultados, los que se expresan en hechos verificables (variables dependientes). Los estudios de este tipo implican esfuerzos del investigador y una gran capacidad de análisis, síntesis e interpretación. Asimismo, debe señalar las razones por las cuales el estudio puede considerarse explicativo. Su realización supone el ánimo de contribuir al desarrollo del conocimiento científico”. (Behar, 2008)

1.7.3. Métodos de Investigación.

Por otro lado, “la presente investigación presenta un enfoque cuantitativo y cualitativo, pues en este proceso de investigación es fundamental obtener datos cuantitativos y cualitativos en lo que se refiere a calidad de materiales utilizados (cualitativo) y el porcentaje de mejora (cuantitativo)”.

El enfoque que predomina en la investigación es el cuantitativo, pues el objetivo principal del estudio es determinar en qué medida el uso de poliestireno mejora los efectos de confort térmico en las viviendas tropicales, Puerto Maldonado – 2018.

También fue utilizado el método deductivo para dissociar la variable en sus dimensiones, de modo que se refleje un conocimiento real sobre la mejora de los efectos de confort térmico en las viviendas tropicales, Puerto Maldonado en el año 2018.

1.7.4. Diseño de investigación.

Para Behar (2008), “Los diseños de investigación tienen suma importancia, en tanto guían y orientan metodológicamente la conducción del proceso de investigación, facilitando la formulación del problema, la hipótesis y el logro de los objetivos de investigación, en el contexto social o natural donde se presenta o identifica la situación problemática”.

El diseño del presente trabajo de investigación es **experimental** con pre y post prueba, cuya característica es la siguiente:

$$O_1 - X - O_2$$

Donde:

- O₁ = primera observación.
- X = Uso de poliestireno.
- O₂ = Segunda observación.

1.8. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN.

1.8.1. Población.

La población a servir los habitantes de la zona urbana de la ciudad de Puerto Maldonado capital de la Provincia de Tambopata, Región de Madre de Dios.

1.8.2. Muestra.

Construcción de una vivienda utilizando el poliestireno, para la toma de muestra en cuanto a: Temperatura, Humedad y Velocidad del aire.

1.9. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

1.9.1. Técnicas.

A través de la técnica de investigación se plantea la forma como se obtendrá la información (Hernández, y otros, 2014). La utilizada en este trabajo de investigación fue la **OBSERVACIÓN**.

1.9.2. Instrumentos.

El instrumento utilizado para la obtención de la información del presente trabajo de investigación fue la **GUÍA DE OBSERVACIÓN**.

1.10. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.

1.10.1. Justificación.

Actualmente, las aplicaciones encontradas por la construcción de poliestireno están estrechamente relacionadas con características tales como el aislamiento térmico y acústico. Ahorrando energía o comodidad, el poliestireno tiene características que cumplen muy bien estas funciones.

En países con clima templado y tropical, hay una tendencia a construir medios efectivos de aislamiento térmico, porque el gasto de energía en la condición de los edificios en las estaciones cálidas, como la ciudad de Puerto Maldonado, es muy costoso.

El uso de poliestireno espumado como aislamiento térmico en la estructura permite un ahorro significativo de energía en el aire acondicionado de los edificios y también proporciona las condiciones ideales para la protección contra el ruido. Además de las condiciones termoacústicas, también tiene otras ventajas en su uso, tales como:

- Amortiguador de impactos
- Es un material extraordinariamente resistente y ligero.
- Resistencia mecánica.
- Resistente al agua, y no al vapor.
- Resistencia química.
- Duro al envejecimiento.
- Aislante acústico.
- Aislante térmico.
- Protección al calor y fuego, no se inflama por escorias candentes o chispas.
- Facilidad de instalación.
- Higiénico, no enmohece, imputrescible.
- Facilidad de manipulación.

Hay muchas aplicaciones de este material tanto en la construcción como en los trabajos de ingeniería. Esto se debe a su alta capacidad de aislamiento térmico, ligereza, propiedades de resistencia mecánica, comportamiento adecuado del agua y resistencia a la difusión del vapor de agua.

El poliestireno se produce en densidades de 10 a 40 kg / m³, lo que lo convierte en un material extremadamente ligero. Además de la ligereza, los valores de

resistencia a la compresión son ideales para usar como aligeramiento en construcciones de concreto.

Otro uso del poliestireno es su producción en bloques para rellenar el campo. Su aplicación puede basarse en la reproducción de la superficie en varios niveles, los cimientos son áreas pantanosas, rellenos de pendiente, etc. El poliestireno permanece sin cambios y no se degrada con el tiempo. Su composición no cambia bajo la influencia de la humedad, evitando la contaminación del suelo.

1.10.2. Importancia.

Las propiedades del poliestireno en términos de una amplia variedad de características y los formatos en los que se pueden presentar, hacen que en el material para aplicaciones de gran alcance en el campo de la construcción. Las aplicaciones de esta área se centran principalmente en la construcción de soluciones constructivas para el aislamiento termoacústico de las diversas envolturas, y las soluciones para aclarar y forman diferentes estructuras de los edificios, así como otras aplicaciones, tales como moldes y juntas de expansión encofrado.

También ocupa un lugar de creciente importancia en las aplicaciones de construcción como material de aligeramiento y conformación de la estructura. Debido a sus excelentes propiedades, propiedades y capacidades de producción, este material tiene una amplia gama de aplicaciones. El proceso de transformación del poliestireno permite una gran variación en la densidad de los materiales y, en consecuencia, sus propiedades. La construcción presente y orientada al futuro se caracteriza por la necesidad de ahorrar energía, proteger contra el ruido y el medio ambiente.

En condiciones climáticas estrictas y moderadas, el aislamiento térmico de todo tipo de edificios juega un papel muy importante. El costo de la electricidad en el verano es más alto que en el invierno. El poliestireno cubre muchas soluciones

en sistemas de construcción, como el aislamiento de fachadas, techos, pisos con calefacción y otros.

La tendencia de diseño moderno se dirige hacia el menor coste de cambiar los viejos patrones de piezas rígidas y pesadas de elementos simples del trabajo al mejoramiento de la estructura con la utilización de materiales que el progreso tecnológico puesto en disponibilidad como es el caso de productos petroquímicos, espuma de poliestireno, de acuerdo con la necesidad de material en elementos de concreto reforzado que aligera la estructura optimizando el uso de concreto y como refuerzo el acero.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.

Internacionales:

Chicaiza (2017), realizó la tesis “Análisis comparativo de la resistencia a compresión entre bloques tradicionales y bloques elaborados con poliestireno expandido granular y bloques elaborados con tusa de maíz triturado como sustituto parcial del agregado grueso”, (Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato – Ecuador), con el objetivo de “realizar un análisis comparativo de la resistencia a compresión entre bloques tradicionales, bloques elaborados con poliestireno expandido y bloques elaborados con tusa de maíz”. El estudio llegó a las siguientes conclusiones:

Según el estudio, “el bloque tradicional adquiere una resistencia de 26.57 kg/cm², al sustituir en un 5% y 10% de chasqui por poliestireno adquieren resistencias a compresión de 24.22 kg/cm² y 18.23 kg/cm² respectivamente, resistencias mayores a 17.34 kg/cm² de la NTE INEN 3066 para uso en aliviamiento de losa”.

Asimismo, “en cuanto al bloque con tusa de maíz al sustituirse parcialmente en un 5% se obtiene una resistencia a compresión de 20.76 kg/cm² resistencia mayor a 17.34 kg/cm² de la NTE INEN 3066 para uso en aliviamiento de losa”.

Además, “al sustituir parcialmente el 5% de chasqui por poliestireno, se reduce la resistencia a compresión en un 8.84% es decir de 26.57 kg/cm² a 24.22 kg/cm². Al sustituir parcialmente el 10% de chasqui por poliestireno, se reduce la resistencia a compresión en un 31.38% de 26.57 kg/cm² a 18.23 kg/cm². Al sustituir parcialmente el 5% de chasqui por tusa de maíz, se reduce la resistencia a compresión en un 21.88% es decir de 26.57 kg/cm² a 20.76 kg/cm²”.

Y, “la densidad del bloque tradicional a los 28 días es 1340.5 kg/m³, al sustituir parcialmente el 5%, 10% de chasqui por poliestireno presenta una densidad de 1261.2 kg/m³ y 1237.7 kg/m³ respectivamente, definiéndolos como bloques livianos por ser menor a 1680 kg/m³ según la NTE INEN 3066”.

En esa misma línea de investigación **Lituma y Zhunio** (2015), desarrollaron “Influencia de las perlas de poliestireno expandido (EPS) en el peso y en la resistencia a compresión del hormigón la tesis”, (Tesis de pregrado, Universidad de Cuenca – Ecuador), con la finalidad de “determinar la influencia de la sustitución total y parcial del árido fino por perlas de poliestireno expandido (EPS) en la masa del hormigón para reducir su peso y evaluar el comportamiento de la resistencia a compresión”. El estudio arribó a las siguientes conclusiones:

Según el estudio, “La sustitución de árido fino (arena) por perlas de EPS en la masa del hormigón reduce de manera directa su densidad a cualquier edad, lo que confirma los resultados esperados, por ser la densidad de la arena significativamente mayor a la densidad del EPS”.

Asimismo, “se confirma el hecho de que mientras aumenta el porcentaje de sustitución de arena por EPS en el hormigón, la resistencia a compresión disminuye con respecto al hormigón de peso normal”.

Por otro lado, “todos los hormigones obtenidos en esta investigación presentan valores de resistencia a compresión aptos para su uso como hormigón estructural, ya que el mínimo valor obtenido en la resistencia es de 205 kg/cm², sin embargo, los hormigones que superan el 60% de sustitución de arena por

EPS presentan un grado de confiabilidad menor al 95% establecido en el diseño experimental”.

Y, “los hormigones aligerados con EPS son una alternativa que puede ser usada en elementos no estructurales, como paneles divisorios u otros elementos que no soportan carga y también como material de relleno, pero además son una alternativa de hormigón estructural en construcciones a pequeña escala como viviendas de hasta dos niveles sin grandes luces, o proyectos de vivienda social”.

Ruiz y Ballesteros (2014), realizaron la tesis “Análisis del poliestireno expandido como material de relleno en suelos de alta compresibilidad”, (Tesis de Pregrado, Pontificia Universidad Católica – Ecuador), con la finalidad de “brindar la información necesaria para el uso del Poliestireno Expandido (EPS) como material de relleno para mejoramiento de suelos, en zonas donde se encuentra una alta concentración de arcillas (suelos compresibles)”. Los autores llegaron a las siguientes conclusiones:

Según el estudio, “las propiedades mecánicas del geobloque EPS cumplen con los propósitos de resistencia de cargas externas y absorción de las mismas a través de su estructura. El peso del geobloque EPS es 100 veces menor al peso del material granular convencional para relleno, lo que hace que no se incrementen los esfuerzos al suelo de fundación”.

Además, “el costo del geobloque EPS (por volumen) es bastante elevado en nuestro país, debido a que es un material nuevo y aun no tiene una acogida mayoritaria por las empresas constructoras. Debido al elevado costo del material de poliestireno expandido, en un proyecto puede realizarse un diseño que involucren dos métodos de relleno y mejoramiento de suelo. El sistema EPS es compatible con cualquier otro material requerido para un diferente método constructivo”.

Del mismo modo, según el estudio, “se puede realizar el tendido de capas de geobloques EPS con diferentes densidades para disminuir costos. Se realiza en

forma decreciente, siendo la capa superficial la de mayor densidad y que cumpla con el límite elástico requerido de diseño. El uso del poliestireno expandido EPS como material de relleno reduce considerablemente el tiempo de construcción, reduciendo así gastos por mano de obra y maquinaria”.

Y, “el uso de Geobloque EPS se lo realiza esencialmente en suelos que presentan propiedades de alta compresibilidad (arcillas), ya que disminuye los asentamientos de la estructura. En suelos de mejores propiedades mecánicas, el uso se reduce a construcción de terraplenes verticales, para poder disminuir presiones activas en muros de contención. El estudio realizado luego de un prolongado intervalo de tiempo, en proyectos existentes con el sistema de geobloque EPS alrededor del mundo (Interestatales, aeropuertos, edificios comerciales, etc.), han determinado que el EPS no pierde sus propiedades mecánicas, manteniendo las estructuras con un alto grado de estabilidad”.

Nacionales:

Rodríguez (2017), desarrollo la tesis “Concreto liviano a base de poliestireno expandido para la prefabricación de unidades de albañilería no estructural – Cajamarca”, (Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca – Perú), con el propósito de “determinar las propiedades físicas y mecánicas de los bloques de concreto liviano a base de poliestireno expandido”. El estudio llegó a las siguientes conclusiones:

Según la investigación, “de acuerdo a los resultados obtenidos de todas las dosificaciones estudiadas para cada densidad del Concreto Ligeró a base de Poliestireno expandido, se concluye que la dosificación óptima para lograr las características deseadas del bloque de concreto, fue la denominada CLP-1600 para la densidad aparente de 1600 [kg/m³], con una resistencia a la compresión promedio de 62.75 kg/cm² y un porcentaje de absorción de 7.70”.

Asimismo, “al llevar al horno el poliestireno expandido se obtuvo una densidad de:154.17 kg/m³, gracias a ello se logró un mezclado homogéneo en la mezcla

y se evitó la suspensión del poliestireno en el agua debido a su baja densidad. Al medir la fluidez del Concreto Ligero su diámetro de dispersión varía en un rango de 20 a 23 [cm] dependiendo de la densidad aparente que se desee diseñar, la misma que disminuye conforme aumenta la densidad aparente, dando ventajas de trabajabilidad y colocación en obra”.

Por otro lado, “al término de la investigación se logró obtener un bloque de Concreto Ligero a base de Poliestireno expandido con una resistencia a la compresión a los 28 días de 62.75 kg/cm² (6.15 MPa), resistencia superior a la resistencia mínima establecida en la NTP 399.600 y NTP 399.602”.

Además, “se obtuvo un bloque cuyo peso específico fue de 1624.36 [kg/m³] y con un grado de absorción de 9.25%, resultados que están acorde a los requerimientos de la NTP 399.602 (Valor permisible 12 %). El bloque obtenido desarrolló una resistencia a la flexión estática a los 28 días de edad, de 32.03 kg/cm² (3.14 MPa)”.

Asimismo, “la resistencia a la compresión en bloques de Concreto Ligero es del orden del 1.39% mayor que la resistencia a la compresión en especímenes cúbicos de este tipo de Concreto Ligero para la dosificación óptima de diseño. El contenido de aire incorporado con la espuma fue de 44.36%, 36.13 y 26.31% para las densidades de 1200 [kg/m³], 1400 [kg/m³] y 1600 [kg/m³] respectivamente”.

El estudio refiere que, “el módulo de elasticidad del Concreto Ligero es menor que del concreto convencional, esto se debe a que tienen mayor capacidad de deformación volviéndose más dúctil con la inclusión del aditivo espumante. Los módulos de elasticidad son mayores conforme tiende a incrementar el peso específico. Se calcularon los módulos de elasticidad de acuerdo al ACI 318”.

Además, “las dimensiones asumidas en el diseño del bloque fueron las siguientes: 09x19x39 con un peso aproximado de 11.22 kg, dimensiones acordes a la norma NTP 399.602- 2002. El costo del concreto ligero a base de

poliestireno expandido es mayor en S/. 0.95 con respecto a un bloque de iguales dimensiones de concreto tradicional”.

Cosinga y Gómez (2017), desarrollaron la tesis “Análisis comparativo del costo estructural de un edificio empleando losas aligeradas con poliestireno expandido versus ladrillo de arcilla”, (Tesis de Pregrado, Universidad San Martín de Porres - Perú), con la finalidad de “determinar el costo de la estructura de un edificio empleando losas aligeradas con poliestireno expandido versus ladrillo de arcilla, a fin de elegir el material más económico mediante un análisis comparativo de costos”. La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

Según la investigación, “las secciones de los elementos estructurales no varían, ya que el aminoramiento de la carga muerta debido al uso de losas aligeradas con poliestireno expandido se diluye al hacer las combinaciones de carga para el diseño estructural. Los análisis de costos unitarios utilizando poliestireno expandido en losas aligeradas, es prácticamente el mismo, excepto en la colocación del ladrillo, teniendo un ahorro de mano de obra y tiempo de ejecución”.

Asimismo, “el metrado de la estructura es el mismo al no haber variación en las secciones de los elementos estructurales. El ladrillo de techo representa del 23% al 26% del peso de la losa aligerada, esto depende del peralte del mismo”.

Y, “la losa aligerada representa un 30% aproximadamente del peso propio de la edificación. El ladrillo de techo representa del 6% al 8% del peso propio de la estructura, esto depende del peralte de la losa aligerada. La cuantía de acero en columnas no se disminuye, ya que usualmente se utiliza el mínimo requerido. La cortante se reduce aproximadamente un 7.5% al utilizar losas aligeradas con poliestireno expandido”.

Bustamante y Diaz (2014), realizaron la tesis “Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto alivianado con perlas de poliestireno expandido reciclado”, (Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de San Agustín - Perú), con

la finalidad de “evaluar las propiedades mecánicas del concreto alivianado con perlas de poliestireno expandido reciclado”. La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

El estudio sostiene que, “la presencia de aditivos evita la segregación del poliestireno, el cual tiende a segregar por ser un material menos denso, esto puede corregirse con la presencia de aditivos ya este permite mejorar la trabajabilidad y obtener morteros con una mayor dosificación de EPS”.

Además, “el aumento en la dosificación de EPS provoca un aumento del aire ocluido en el mortero en cantidades variables dependiendo de la geometría de las partículas, en el caso de Poliestireno Reciclado estas presentan una geometría amorfa e irregular debido al proceso de trituración, provocando un aumento de la porosidad lo que se traduce en una disminución de la resistencia y trabajabilidad. La densidad del mortero fresco se reduce al aumentar el contenido de EPS y conforme disminuye el tamaño de las partículas”.

Asimismo, “las temperaturas obtenidas, se encuentran dentro de los límites permisibles, lo cual en condiciones normales indica que se obtendrá una buena resistencia a corto y largo plazo, ya que la temperatura del concreto condiciona la velocidad del proceso de endurecimiento inicial, Un elevado calor de hidratación significaría una elevada resistencia a corto plazo, y menor calor de hidratación significaría una mejor resistencia a largo plazo, a pesar de que la temperatura se encuentra dentro del rango aceptable se esperaba un buen desarrollo de las resistencias de corto y largo plazo aunque esta sea menor debido al contenido de agregado ligero”.

Por otro lado, “la resistencia a compresión disminuye al aumentar el contenido de EPS, siendo menor a la del concreto convencional, debido tanto a la reducción de la densidad del mortero endurecido como de la trabajabilidad, lo cual implica la obtención de morteros menos homogéneos y más disgregados, la resistencia la compresión se incrementa al incrementar la densidad del concreto. Los valores alcanzados no son adecuados para los requerimientos mecánicos de los

morteros convencionales. Sin embargo, cumplen los requisitos para los morteros de revoco, enlucido y de albañilería”.

El estudio sostiene que, “los resultados obtenidos para el Módulo de Rotura muestran valores considerablemente menores a los de un concreto convencional, La presencia de EPS reduce significativamente la resistencia a flexión, El uso de aditivos no consigue mejorar esta propiedad, pero debido a que se trata de un concreto de menor peso los resultados obtenidos se consideran valores aceptables. En cuanto a la relación $MR/f'c$, se observa un comportamiento similar al de los concretos convencionales, es decir que la relación $MR/f'c$, va disminuyendo a medida que aumenta La resistencia a la compresión”.

2.2. BASES TEÓRICAS.

2.2.1. POLIESTIRENO.

El Poliestireno Expandido, o de forma abreviada EPS, “es una espuma plástica, rígida y ligera fabricada a partir de perlas de poliestireno que contienen una pequeña cantidad de un agente expandente, el pentano. Cuando estas perlas se someten a alta temperatura mediante vapor de agua, el pentano se evapora expandiendo las perlas en una primera fase hasta 50 veces su volumen inicial. Tras un almacenaje o maduración de las perlas preexpandidas, se someten nuevamente a inyección de vapor confinadas en moldes cerrados, expandiéndose nuevamente hasta soldarse entre sí para formar bloques o formas adaptadas a aplicaciones específicas, quedando así el EPS listo para su incorporación en el mercado”. (Llanque , 2000)

El EPS se “utiliza en el sector de la construcción principalmente como aislamiento térmico y acústico; en el campo del envase y embalaje para diferentes sectores de actividad y en una serie de aplicaciones diversas”.

Además, “el poliestireno expandido se obtiene a partir de la transformación del poliestireno expandible. Esta materia prima, es un polímero del estireno (plástico celular y rígido) que contiene un agente expansor: el pentano”.

Como todos los materiales plásticos, “el poliestireno expandido deriva en último término del petróleo. A partir del procesado del gas natural y el del petróleo se obtienen, mayoritariamente como subproductos, el etileno y diversos compuestos aromáticos. De los cuales obtenemos el estireno”.

Además, “este estireno monómero junto con el agente expansor (pentano) sufre un proceso de polimerización en un reactor con agua dando lugar al poliestireno expandible, la materia prima de partida para la fabricación del poliestireno expandido”.

- **PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DEL EPS.**

Según Martínez (2012), “una vez obtenido el poliestireno expandible, materia prima del poliestireno expandido, utilizaremos métodos puramente físicos para obtener el EPS. Estos métodos constan en cuatro etapas que a continuación se explicarán”:

1ª ETAPA: PREEXPANSIÓN.

En esta etapa, “la materia prima se calienta en unas máquinas especiales denominadas preexpansores, con vapor de agua a temperaturas situadas entre aproximadamente 80 – 100 °C. En función de la temperatura y del tiempo de exposición la densidad aparente del material disminuye de unos 630 kg/m³ a densidades que oscilan entre los 10 – 30 kg/m³. En el proceso de preexpansión, las perlas compactas de la materia prima se convierten en perlas de plástico celular con pequeñas celdillas cerradas que contienen aire en su interior”.

2ª ETAPA: REPOSO INTERMEDIO Y ESTABILIZACIÓN.

En este proceso, “cuando las partículas recién expandidas se enfrían, se crea un vacío en su interior que es preciso compensar con la penetración de aire por difusión. Para ello, el material se deja reposar en silos ventilados durante un mínimo de 12 horas. De este modo las perlas alcanzan una mayor estabilidad mecánica y mejoran su capacidad de expansión, lo que resulta ventajoso para la siguiente etapa de transformación”.

Además, “dependiendo de la densidad aparente del poliestireno expandido a transformar, puede someterse la materia prima preexpandida a una segunda preexpansión, o bien, directamente pasar al proceso de transformación propiamente dicho”.

3ª ETAPA: PROCESO DE TRANSFORMACIÓN.

BLOQUE. “La perla expandida entra en un bloque en el que se ve sometida a un proceso de soldadura, que se consigue mediante su sometimiento a una aportación de vapor de agua durante un periodo que varía según el tipo de densidad aparente de la pieza a obtener, proceso realizado en una autoclave, después de un proceso de estabilización sale de la máquina un bloque”.

MOLDEADO. “El moldeado es un proceso similar al del bloque, solo que éste se realiza en una máquina en la cual hay un molde con la forma concreta de la pieza que se va a fabricar. En este proceso el material se introduce en el molde y es soldado mediante aporte de calor”.

4ª ETAPA: CORTE MECANIZADO.

CORTE EN RECTO. “Los bloques de poliestireno expandido obtenidos pueden ser cortados en planchas como último paso del proceso de fabricación para dejar el material preparado para servir al consumidor. Dicho proceso se lleva a cabo mediante la utilización de una mesa de corte en tres dimensiones en la que hay

dispuesto un sistema de hilos calientes que nos permiten hacer del bloque tantas planchas como sea posible de las medidas requeridas. El tamaño final de cada plancha puede ser ajustado para satisfacer las necesidades de los clientes”.

CORTE EN FORMAS. “Cuando es necesario obtener formas más complicadas, el bloque es mecanizado en pantógrafos de control numérico, que permite realizar cortes en dos dimensiones”.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EPS.

Las propiedades del poliestireno expandido, en la actualidad se pueden clasificar en los siguientes grupos:

- Propiedades biológicas;
- Propiedades químicas;
- Propiedades físicas;
- Propiedades frente al fuego.

PROPIEDADES FÍSICAS DENSIDAD.

Las propiedades de “los productos y materiales de poliestireno expandido se caracterizan por ser extraordinariamente ligeros y a la vez resistentes. En función de la aplicación el EPS se clasifica según su densidad, éstas se sitúan en el intervalo que va desde los 10 kg/m³ hasta los 35 kg/m³. La norma UNE 92.110 establece una serie de tipos normalizados en función de la densidad. Los números romanos establecen la clasificación del EPS dependiendo de su tipo, son equivalentes las franjas verdes, azul, amarilla y negra; igualmente los números inferiores permiten identificarlo según su densidad. La franja roja situada al lado derecho, significa que el EPS se clasifica como M1 autoextinguible, ensayo de reacción al fuego según la norma UNE 23727”. (EUMEPS CONSTRUCTION, 2003)

COLOR. “El color natural de poliestireno expandido es blanco, esto se debe a la refracción de la luz. Familiarmente el poliestireno expandido es conocido como corcho blanco”.

RESISTENCIA MECÁNICA.

La resistencia a los esfuerzos mecánicos de los productos de poliestireno expandido se estudia generalmente a través de las siguientes propiedades:

- Resistencia a tracción;
- Resistencia a compresión para una deformación del 10%;
- Resistencia al esfuerzo cortante o cizalladura.
- Resistencia a flexión;

Por lo que, “estas propiedades son exigidas en los productos de EPS sometidos a cargas (suelos, cubiertas, aislamiento perimetral muros...). En la práctica, la deformación del EPS en estas aplicaciones es menor al 10 % marcado. Este parámetro se escogió para tener repetitividad en los resultados ya que los productos de EPS tienen una deformación por fluencia de compresión inferior al 2 % o menos, después de 50 años, mientras estén sometidos a una tensión permanente de compresión de 0,30 Kpa. Para cada tipo de materia prima, la densidad del material guarda una estrecha correlación con las propiedades mecánicas”.

Por otro lado, “el poliestireno expandido no es un material higroscópico, es decir, no tiene capacidad de absorber agua. Incluso sumergiendo el material durante 28 días en su totalidad en agua, la absorción del material oscila entre 1 % y 3 % de su volumen. Estos niveles se pueden reducir considerablemente con las nuevas tecnologías aplicables en la elaboración de la materia prima. En cambio, cuando entre los dos laterales del material se establece una diferencia de presiones y temperaturas el vapor de agua penetra en el interior de la estructura celular del EPS”.

Asimismo, “para determinar la resistencia de difusión del vapor de agua, se utiliza el factor a dimensional μ que indica cuantas veces es mayor la resistencia a la difusión del vapor de agua de un material con respecto a una capa de aire de igual espesor (para aire $\mu = 1$). Para los productos de poliestireno expandido el factor μ , en función de la densidad, oscila entre el intervalo $\mu = 20$ a $\mu = 100$. Como referencia, la fibra de vidrio tiene un valor $\mu = 1$ y el poliestireno extruido $\mu = 150$ ”.

AISLAMIENTO TÉRMICO.

El “poliestireno expandido es un material con excelente capacidad de aislamiento térmico frente al calor y al frío. Se debe a la propia estructura del material, que esencialmente consiste en aire oculto dentro de una estructura celular conformada por el poliestireno. Aproximadamente el 98 % del volumen del material es aire (el aire en reposo es un excelente aislante térmico) y únicamente el 2% es poliestireno (materia sólida). La capacidad de aislamiento térmico de un material está definida por su coeficiente de conductividad térmica λ que en el caso de los productos de EPS varía (al igual que las propiedades mecánicas) con la densidad aparente. Existen nuevos desarrollos tecnológicos de la materia prima que aportan a los productos de poliestireno expandido coeficientes de conductividad térmica considerablemente inferiores obtenidos por las materias primas estándares”. (Segami , y otros, 2011)

COMPORTAMIENTO FRENTE A FACTORES ATMOSFÉRICOS.

En la actualidad, “la radiación ultravioleta es prácticamente la única que reviste importancia. Bajo la acción prolongada de la luz UV, la superficie del EPS amarillea y se vuelve frágil, de manera que la lluvia y el viento pueden lograr a erosionarla. Dichos efectos pueden evitarse con medidas sencillas, en las aplicaciones de construcción con pinturas, revestimientos y recubrimientos. Debido a que estos efectos sólo se muestran tras la exposición prolongada a la radiación UV, en el caso de las aplicaciones de envase y embalaje no es objeto de consideración”.

ESTABILIDAD DIMENSIONAL.

Generalmente, “los productos de poliestireno expandido, como todos los materiales, están sometidos a variaciones dimensionales debido a la influencia térmica. Estas variaciones se evalúan a través del coeficiente de la dilatación térmica que, para los productos de EPS, es independiente de la densidad y se sitúa en valores que oscilan en el intervalo de $5-7 \times 10^{-5} \text{ K}$, es decir entre 0,05 y 0,07 mm por metro de longitud y grado Kelvin. Un caso práctico de lo explicado anteriormente es, por ejemplo, una plancha de aislamiento térmico de poliestireno expandido de 2 m de longitud y sometida a un salto térmico de 20°C experimentará una variación en su longitud de 2 a 2,8 mm”. (Escobar, 2007)

ESTABILIDAD FRENTE A LA TEMPERATURA.

La estabilidad del “poliestireno expandido puede sufrir variaciones o alteraciones por efecto de la acción térmica. El rango de temperaturas en el que este material puede utilizarse con total seguridad, sin que sus propiedades se vean afectadas, no tiene limitación alguna por el extremo inferior (excepto las variaciones dimensionales por contracción). Respecto al extremo superior el límite de temperaturas de uso se sitúa alrededor de los 100 °C para acciones de corta duración, y alrededor de los 80 °C para acciones continuadas y con el material sometido a una carga de 20 Kpa.” (Rodríguez, 2010)

PROPIEDADES QUÍMICAS.

En cuanto a esta propiedad, “el poliestireno expandido es estable frente a muchos productos químicos. Si se utilizan adhesivos, pinturas disolventes y vapores concentrados de estos productos, hay que esperar un ataque de estas sustancias”.

PROPIEDADES BIOLÓGICAS.

Según Fernández (2009), “El poliestireno expandido es imputrescible, no enmohece y no se descompone, debido a que no constituye substrato nutritivo

alguno para los microorganismos. Aunque el EPS no sea un material biológicamente atacable, en presencia de mucha suciedad el poliestireno expandido puede hacer de portador de microorganismos, sin participar en el proceso biológico”.

Asimismo, “tampoco se ve atacado por las bacterias del suelo. Los productos EPS cumplen con las exigencias sanitarias y de seguridad e higiene establecida, cualidad por la que pueden utilizarse con total seguridad en la fabricación de artículos de embalaje destinados al contacto alimenticio. En cuanto al efecto a consecuencia de las temperaturas, mantiene las dimensiones estables hasta los 85 °C y no produce descomposición ni formación de gases nocivos”. (Saura, 2013)

COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO.

Es necesario tener en cuenta que, “las materias primas que componen el poliestireno expandido, son polímeros y copolímeros del estireno, que contienen una mezcla de hidrocarburos de bajo punto de ebullición como agente de expansión. Todo ellos, en principio, son materiales combustibles. El agente de expansión, los hidrocarburos, se volatilizan progresivamente durante el proceso de transformación. El 10 % residual, requiere de una fase de almacenamiento durante un tiempo determinado, en función de las especificaciones del producto final: dimensiones, densidad, resistencia, etc. En el caso de tener que hacer uso de estos productos antes de cumplir esta fase de almacenamiento, se tendrán que tomar medidas de prevención contra incendios”. (Coscollano, 2010)

Ya que, “al ser expuestos a temperaturas superiores a 100°C, los productos de poliestireno expandido, se reblandecen lentamente y se contraen, si la temperatura sigue aumentando, se funden. Si la exposición a estas temperaturas persiste, el material fundido emite unos productos de descomposición de tipo gaseoso e inflamable. En ausencia de un foco de ignición, los productos de descomposición térmica no se inflaman hasta alcanzar temperaturas del orden de los 400 - 500 °C”.

En la actualidad “existen diferentes tipos de materia prima utilizadas en la fabricación de poliestireno expandido, con sus propiedades específicas, que son las que determinan el desarrollo, la amplitud, la intensidad y duración del incendio. Todo esto determina que el EPS se pueda clasificar según dos grupos: el de tipo estándar (M4) y el autoextinguible (M1)”.

Para Delgado y Johana (2018), “un material de tipo M1 autoextinguible, si hablamos del poliestireno expandido, es aquel que está tratando con productos ignífugos, y que, si se expone a una llama, en principio se contrae. Solamente arderá si la exposición a la llama se prolonga y la forma de propagación de la llama se produce a una velocidad muy baja y sólo en la superficie del material”.

Asimismo, “un material M4 hablamos de materiales combustibles y fácilmente inflamables, donde el material experimenta un alto índice de combustibilidad y emite gases que, con una alta probabilidad, causan que el material arda. Para calibrar las diferentes situaciones de riesgo ante los incendios que comporta el uso del poliestireno expandido, deben tenerse en cuenta factores derivados de sus contenido, forma y entorno. Así, se puede alterar este comportamiento y hacerlo más favorable aplicando recubrimientos y revestimientos. Esto en el caso de aplicaciones en el mundo de la construcción, es un hecho”.

FACTORES MEDIOAMBIENTALES.

Hoy en día, “se está imponiendo el concepto de desarrollo sostenible en el que se tienen en cuenta los factores medioambientales ligados a un determinado producto, en este caso el poliestireno expandido. El 50% del EPS se utiliza para aplicaciones duraderas como el aislamiento térmico de los edificios, o como material de aligeramiento en diferentes construcciones. El hecho de que cada vez se recicle una mayor cantidad de embalajes de EPS implica que la cantidad de residuos de este material que finalizan en la corriente de residuos sólidos urbanos sea cada vez más reducida”.

A continuación, se muestra el Decálogo Medioambiental del EPS:

- El “EPS no daña la capa de ozono al no utilizar, ni haber utilizado nunca, en sus procesos de fabricación gases de la familia de los CFCs, HCFCs, ni ningún otro compuesto organoclorado”;
- El “EPS es 100% reciclable y existen numerosas aplicaciones para los materiales recuperados”;
- La “fabricación y utilización del EPS no supone ningún riesgo para la salud de las personas ni para el medio ambiente”;
- Los “envases/embalajes de EPS, dadas sus prestaciones, además de proporcionar una protección integral a los productos envasados ahorran combustible en el transporte porque es un material muy ligero”;
- Los “envases/embalajes de EPS pueden estar en contacto directo con los alimentos puesto que cumplen todas las normativas sanitarias vigentes a nivel nacional e internacional. Además, el EPS no actúa como soporte de cultivos de hongos y bacterias”;
- La utilización del “EPS como aislamiento térmico en la construcción supone un ahorro importantísimo de energía en la climatización de edificios y una drástica disminución de emisiones contaminantes (CO₂ y SO₂), contribuyendo de esta forma a paliar el Efecto Invernadero y la Lluvia Ácida”.
- Los productos de “EPS encierran un alto potencial calorífico (1 Kg de EPS equivale a 1,3 litros de combustible líquido), lo que le convierte en un material idóneo para la recuperación energética”;
- El “EPS representa un 0,1% de los Residuos Sólidos Urbanos que se producen en España. La incidencia del EPS en el conjunto de los residuos que genera nuestra sociedad es mínima”;
- Por ser insoluble en agua, el “EPS no emite sustancias hidrosolubles que puedan contaminar las aguas subterráneas”.

Construcción con paneles de EPS.

Paneles de poliestireno y cemento armado. “Un sistema constructivo muy interesante. En otras ocasiones hemos hablado sobre distintos sistemas constructivos basados en piezas de poliestireno en combinación con armaduras

y hormigón (ver este artículo). Lo cierto es que existen en el mercado alternativas muy interesantes a la construcción tradicional, y que, sin llegar a constituir sistemas totalmente prefabricados, sí que pueden considerarse dentro de este grupo”.

Ya que, “uno de estos sistemas son los paneles de poliestireno y cemento armado, comercializados por distintas empresas como producto terminado, pero que también pueden realizarse en la propia obra”.

Por lo que, “¿En qué consisten los paneles de poliestireno y cemento armado?, Este sistema constructivo consta de paneles de poliestireno expandido con una armadura acoplada en ambas caras. La armadura consiste en unas mallas de acero y barras de acero corrugado vinculadas entre sí por conectores”.

Con estos “paneles de poliestireno y cemento armado puedes crear muros, tabiques, forjados y cubiertas, y posteriormente proyectar sobre ellos algún tipo de revestimiento continuo”.

El “sistema se puede combinar con otro tipo de materiales y adaptarse a cualquier tipología constructiva, desde viviendas unifamiliares hasta edificios de gran altura”.

La “principal ventaja de la utilización de paneles constructivos de poliestireno y armadura de acero es que resultan muy sencillos y rápidos de ejecutar, son ligeros y económicamente muy rentables. Por otro lado, se trata de elementos que combinan en un solo plano las necesidades de aislamiento acústico, aislamiento térmico y cerramiento. Este tipo de paneles se pueden utilizar como elementos autoportantes, elementos de cerramiento, o tabiquería de división interior”.

Asimismo, para Moreno y otros (2011), “es un sistema constructivo basado en un conjunto de paneles estructurales de poliestireno expandido ondulado con una armadura básica adosada en sus caras constituidas por mallazos de acero

de alta resistencia y barras corrugadas, vinculados entre sí por conectores de acero electro/soldados. Estos paneles colocados en obra según la disposición de muros, tabiques y forjados que presente su proyecto son complementados in situ mediante la aplicación de micro hormigón a través de dispositivos de impulsión mecánica o neumática. Los paneles estructurales de poliestireno expandido están formados por poliestireno expandido ondulado, mallazos de acero galvanizado, barras corrugadas y conectores de acero”.

El “poliestireno expandido ondulado es un material termoplástico obtenido por la polimerización del estireno. El EPS como material está constituido por la unión de perlas expandidas de poliestireno, producidas durante un proceso de moldeo con aporte de calor en forma de vapor de agua. Las características que se obtienen son las siguientes”:

- Densidad nominal: 15 a 35 kg/m³;
- Conductividad térmica: 0,039 W/m·K;
- Resistividad al vapor: 0,15 mm· Hg· día/g· cm;
- Clasificación: Euroclase E;
- Tensión a compresión al 10 % de deformación: σ 10)50 kPa;
- Resistencia a la flexión: σ 8)100 kPa

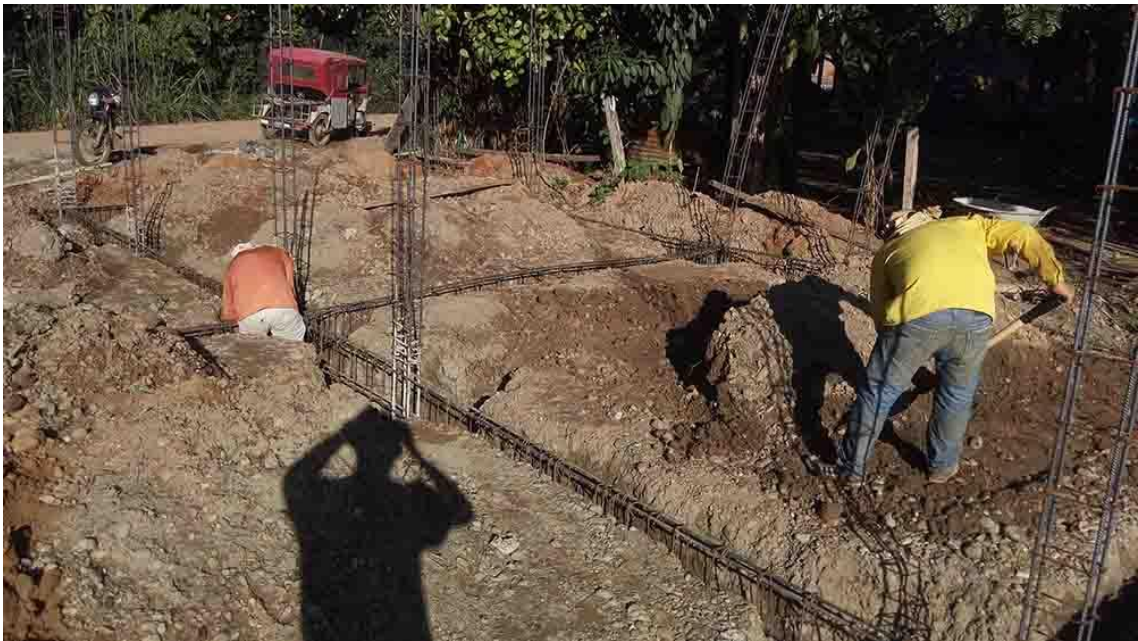
Los paneles de “EPS se fabrican con forma de onda para que el proyectado del hormigón se acople sin ningún problema. Las dimensiones de los paneles vienen dimensionadas en altura según la definición del proyecto y un ancho nominal de 1.125 mm. El grosor puede variar de 4 a 20 cm según los requerimientos de aislamiento térmico y acústico de la edificación. Dado que el poliestireno expandido resulta continuo en todos los muros de cerramiento, no resultan puentes térmicos, en contacto con los forjados”.

¿Cómo es la construcción con paneles de poliestireno?

Trabajos preliminares:

1. “Limpieza del sitio de trabajo”.
2. “Planificación de los lugares y superficies disponibles para las actividades propias del proceso productivo”.
3. “Definición de la forma de almacenaje de los paneles, mallas y aceros de refuerzo. Lo recomendable es que estos materiales se almacenen en lugares cubiertos libres de humedad. Es conveniente la elaboración de un plan que permita la ubicación e identificación rápida de los distintos tipos de paneles a utilizar en la obra”.

Gráfico N° 1. Trabajos preliminares.



Fuente: Elaboración propia.

Cimentaciones:

1. “Verificar la nivelación del terreno”.
2. “Replantear todo el proyecto sobre el terreno”.
3. “Marcar, excavar, armar, vaciar y curar”.

Gráfico N° 2. Cimentaciones.



Fuente: Elaboración propia.

Anclaje en cimentación:

1. "Trazar líneas para anclaje de varillas sobre fundación: se deberá realizar el replanteo y señalización de los ejes principales, ejes de anclaje y ejes de acabado de paredes".
2. "Marcar líneas de acabado de paredes sobre viga de fundación: se determinan las líneas de acabado".
3. "Marcar puntos de perforación sobre las líneas de anclaje en viga de fundación".
4. "Perforar la viga de cimentación sobre las líneas de anclaje".
5. "Colocación de las varillas de anclaje".

Gráfico N° 3. Anclaje en cimentación.



Fuente: Elaboración propia.

Montaje y armado de paredes:

1. "Cortar paneles para aberturas de puertas y ventanas".
2. "Iniciar la colocación de los paneles en una esquina de la edificación".
3. "Adicionar sucesivamente los paneles, en los dos sentidos, considerando la verticalidad de las ondas y la correcta superposición de las alas de traslape de las mallas de acero".
4. "Amarrar mallas mediante procedimiento manual o grapado mecánico".
5. "Formar cubos para las habitaciones, fijando los paneles a las varillas de anclaje".

Gráfico N° 4. Montaje y armado de paredes.



Fuente: Elaboración propia.

Aplomado, apuntalamiento de paredes, canalización y mallas de unión:

1. “Utilizando reglas, puntales y niveles verticales se procede al aplome de paredes por la parte posterior a la cara que va a ser sometida a revocado”.
2. “Ubicar los puntos de apuntalamiento”.
3. “Canalizaciones para instalaciones eléctricas y/o sanitarias”.

Gráfico N° 5. Aplomado, apuntalamiento de paredes, canalización y unión.



Fuente: Elaboración propia.

Anclaje final en viga de cimentación:

1. "Procedimiento similar al descrito para el anclaje inicial".

Gráfico N° 6. Anclaje final en viga de cimentación.



Fuente: Elaboración propia.

Colocación de paneles losa:

1. "Limpiar área de trabajo".
2. "Colocar las mallas angulares sobre la malla de la pared, calculando la altura exacta a la que debe empalmar con la malla inferior de los paneles de losa".
3. "Colocar los paneles de losa sobre las mallas angulares, dejando una separación de 3 cm respecto de la armadura del panel de pared".
4. "Encofrar losa. Este procedimiento debe acompañarse con el apuntalamiento inferior de la losa para soportar el peso del concreto aún sin fraguar y adquirir la resistencia específica".
5. "Colocar acero de refuerzo adicional si es necesario junto a toda canalización hidrosanitaria y eléctrica".

Gráfico N° 7. Colocación de paneles losa.



Fuente: Elaboración propia.

Tarrajeo de pared:

1. “Verificar paredes antes del lanzado del mortero: aplomado de las paredes, escuadras, colocación de las mallas de refuerzo, colocación de guías o maestras en puntos de referencia, colocación y aislamiento de cajas de electricidad, limpieza de paneles”.
2. “Preparar el plan de lanzado”.
3. “Preparar el micro-concreto en base a las especificaciones técnicas”.
4. “Realizar prueba empírica para conocer la consistencia de la mezcla”.
5. “Lanzar el micro-concreto”.
6. “Curar el mortero humedeciendo continuamente las paredes”.

Gráfico N° 8. Tarrajeo de pared.



Fuente: Elaboración propia.

Vaciado de concreto y tarrajeo de losa:

1. "Verificar condiciones antes del vaciado: ortogonalidad y fijación del encofrado, colocación y ubicación de armaduras, instalaciones hidrosanitarias y canalizaciones eléctricas".
2. "Preparar el concreto de según especificaciones".
3. "Vaciar el concreto en la parte superior de la losa".
4. "Curar el concreto por un tiempo mínimo de 7 días".
5. "Luego que la capa superior de concreto en la losa ha fraguado, se debe desencofrar la losa y retirar todos los apuntalamientos en la parte inferior, así como verificar y completar toda canalización".
6. "Preparar, probar el micro-concreto a proyectar en la capa inferior siguiendo el mismo procedimiento que el caso para muros".

Gráfico N° 9. Vaciado de concreto y tarrajeo de losa.



Fuente: Elaboración propia.

Este “proceso conlleva grandes ventajas, permitiendo construir edificios de cualquier tipo, desde los más sencillos a los más complejos, resultando, además, muy eficaz como método antisísmico y aislante”.

2.2.2. CONFORT TÉRMICO.

El “confort térmico es una sensación neutra de la persona respecto a un ambiente térmico determinado. Según la norma ISO 7730 el confort térmico es una condición mental en la que se expresa la satisfacción con el ambiente térmico”.

Se podría decir que existe “confort térmico cuando las personas no experimentan sensación de calor ni de frío; es decir, cuando las condiciones de temperatura, humedad y movimientos del aire son favorables a la actividad que desarrollan”. (Construmática, 2017)

El “confort térmico depende de varios parámetros globales externos, como la temperatura del aire, la velocidad del mismo y la humedad relativa, y otros

específicos internos como la actividad física desarrollada, la cantidad de ropa o el metabolismo de cada individuo”.

Evaluar el “confort térmico es una tarea compleja, ya que valorar sensaciones conlleva siempre una importante carga subjetiva; no obstante, existen unas variables modificables que influyen en los intercambios térmicos entre el individuo y el medio ambiente y que contribuyen a la sensación de confort, éstas son: la temperatura del aire, la temperatura de las paredes y objetos que nos rodean, la humedad del aire, la actividad física, la clase de vestido y la velocidad del aire”. (Naisbitt, y otros, 2000)

El “confort térmico se puede abordar desde el punto de vista arquitectónico o urbanístico. Aunque ambos están fuertemente relacionados. Desde la primera perspectiva la arquitectura bioclimática se diseña para aprovechar el clima y las condiciones del entorno con el fin de conseguir una situación de confort térmico en su interior. Juega exclusivamente con el diseño y los elementos arquitectónicos básicos, sin necesidad de utilizar sistemas complejos, aunque ello no implica que no se pueda incorporar su uso. Una ayuda al desarrollo de arquitecturas bioclimática es la ubicación. Es difícil realizar arquitectura bioclimática si las condiciones urbanísticas de partida; obstrucciones solares, exposiciones al viento, malas orientaciones la que dificultan. En este caso, la arquitectura depende del urbanismo. Y a la inversa las condiciones de confort térmico en el espacio público como calles o plazas, también pueden venir condicionadas por el tipo de edificación, aunque depende también de otras variables como el pavimento o las masas vegetales”. (Construmática, 2017)

Según Payano (2014), “existen otras variables que pueden aparecer en la medida que se presenten y trabajen los datos de diferente manera o se pretenda una mayor especificidad: temperatura del bulbo húmedo, presión de vapor de agua en la atmosfera, humedad absoluta, intensidad de radiación, dirección del viento, etc. En todo caso, es importante mencionar que estas variables deben analizarse de manera simultánea y con una comprensión de la distribución

espacial y temporal de las mismas. En cuanto a las variables personales que terminan influyendo en la sensación de confort térmico, sobresalen”:

- La resistencia y permeabilidad de la ropa.
- La actividad física de la persona.
- El acondicionamiento físico y emocional al lugar.

A estas variables, “y solo en la medida que se busque un mayor detalle en los resultados, se le suman otras como: postura, edad y sexo de la persona, características formales del cuerpo (altura y peso para determinar área de piel), distribución de la ropa, estado de salud, etc.”

A partir de la “correlación de estas variables se han presentado diversos modelos de evaluación que intentan establecer y valorar las percepciones humanas. Se busca, en definitiva, adelantarse a una situación hipotética de variables ambientales y personales para predecir la existencia o no de una situación de confort, previa definición de los límites de esta”.

Tanto los “límites como la valoración de las variables se obtiene y se representan generalmente a partir de un único parámetro obtenido de la combinación de dichas variables. Este parámetro se denomina comúnmente "índice de confort". Estos índices han sido obtenidos fundamentalmente de dos formas: en base a sensaciones térmicas subjetivas (recogidas a través de encuestas) y a partir de la identificación de ciertas reacciones fisiológicas (temperatura interior, temperatura de la piel, nivel de sudoración, etc.). En algunos casos se llega a combinar los resultados de ambas metodologías para llegar a establecer el índice final”.

Existen igualmente muchos “modelos más complejos y actuales en base a cálculos de equilibrio térmico que pretenden afinar los resultados en casos concretos, y que terminan siendo útiles en la medida que su aplicación específica lo requiera. Cabe destacar la creciente importancia que se da a la relatividad de los límites de confort debido a la adaptación geográfica y temporal de una

persona para con unas condiciones ambientales determinadas. Se remarca la imposibilidad de estandarizar una única zona de confort para diferentes ámbitos geográficos, haciendo innumerables ejemplos que comprueban la validez dichas afirmaciones. Relacionada a esta lógica, Chávez del Valle (Ambientalista) va más allá, llegando a sustentar incluso la validez de tomar la temperatura exterior del aire como referencia principal en la oscilación de la temperatura del aire interior de la zona de confort".

A partir de la determinación de los límites del confort, "se destaca la construcción de diagramas en donde, además de presentar la zona de confort según las variables ambientales, se sugieren las medidas correctivas que permiten extender los límites de dicha zona de confort. La facilidad de uso y la mejor comprensión de los principios que giran en torno a las variables, han convertido a los diagramas en una herramienta de diseño bastante útil y recurrido".

Sin embargo, "para llegar a la sensación de confort, el balance global de pérdidas y ganancias de calor debe ser nulo, conservando de esta forma nuestra temperatura normal, es decir cuando se alcanza el equilibrio térmico".

- Velocidad del aire: entre 0 y 2 m/s.
- Humedad relativa: entre el 40 y el 65 %.
- Temperatura del aire ambiente: entre 20 y 25 °C.

2.2.2.1. TEMPERATURA DE AIRE.

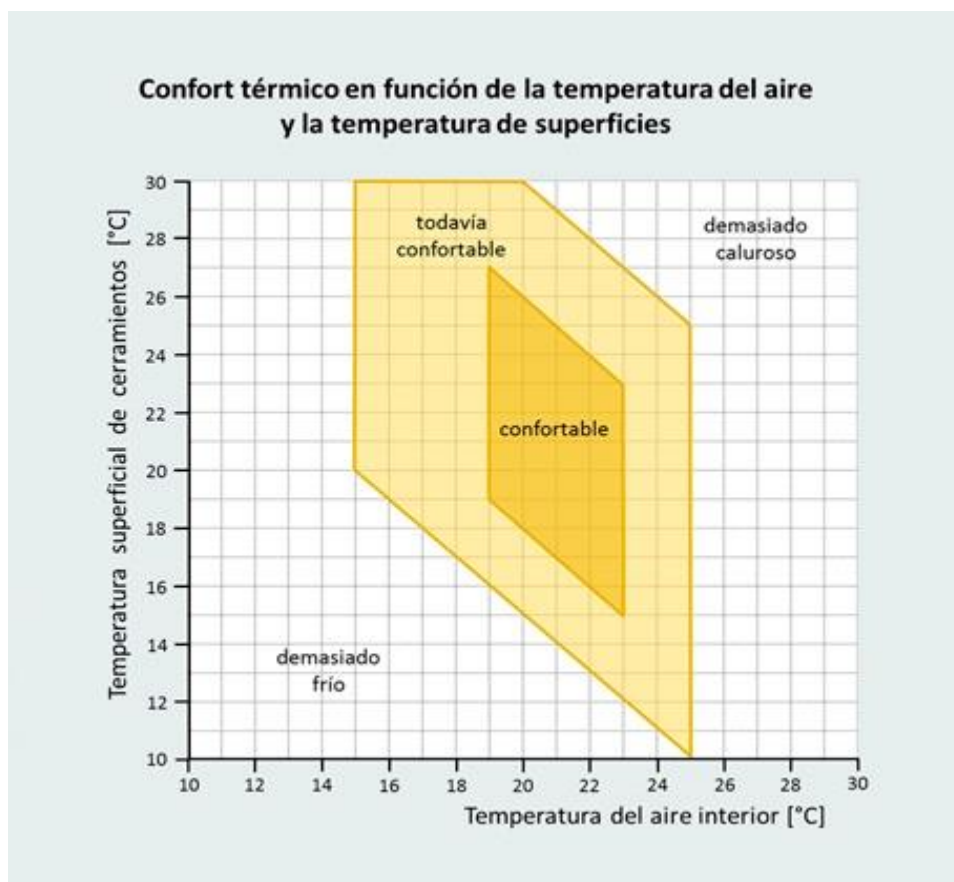
La temperatura del aire "determina cuánto calor el cuerpo pierde hacia el aire, principalmente por convección. La temperatura del aire basta para calificar el confort térmico siempre y cuando la humedad y la velocidad del aire y el calor radiante no influyen mucho en el clima interior".

El rango de "confort se extiende de alrededor de 20°C en invierno a alrededor de 25°C en verano".

Para el “confort también es importante el gradiente térmico vertical. Se aconseja que entre la cabeza y los pies no debería haber una diferencia mayor a 3 Kelvin. No deseables son cambios fuertes de temperatura”.

La “temperatura del aire percibida como agradable está en estrecha relación con los otros factores ambientales. De tal manera que una temperatura ambiental insatisfactoria puede compensarse, dentro ciertos rangos, mediante ajustes de uno o más de los otros factores ambientales. El uso de la vestimenta apropiada también entra en esta categoría, pero a nivel personal. La temperatura radiante media representa el calor emitido en forma de radiación por los elementos del entorno y se compone de las temperaturas superficiales ponderadas de todos los cerramientos. Es deseable que el valor no difiera mucho de la temperatura del aire”.

Gráfico N° 10. Confort térmico en función a la temperatura del aire y temperatura de superficie.



Fuente: Blender (2015).

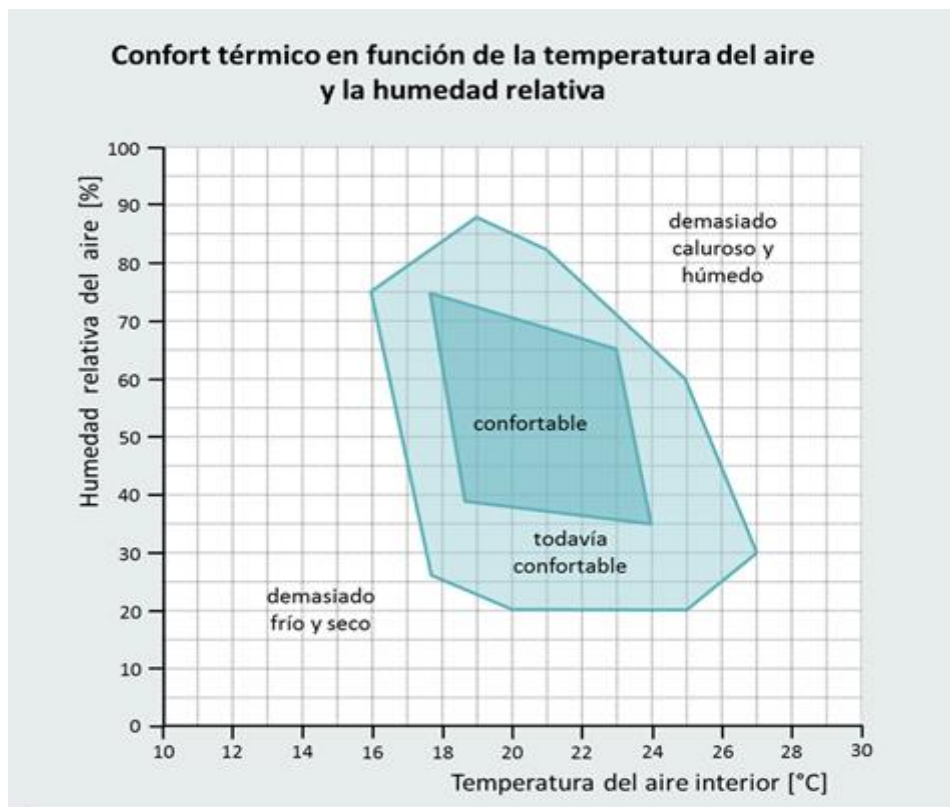
La “temperatura operativa es útil para la evaluación del confort térmico, gracias a que de manera más fidedigna representa la temperatura “sentida” por una persona en un ambiente interior”.

Es, “de manera simplificada, el valor medio entre la temperatura del aire y la temperatura radiante media. Para el invierno se recomienda 20 °C mientras en verano se considera aceptable hasta 25 °C. En invierno se aceptan valores más bajos para los dormitorios, las cocinas y los pasillos, y se exige valores más altos para los cuartos de baño y los dormitorios de personas enfermas”.

2.2.2.2. HUMEDAD RELATIVA.

La “evaporación de humedad de la piel es principalmente una función de la humedad del aire. El aire seco absorbe la humedad y enfría el cuerpo efectivamente. Favorable para la salud humana es una humedad relativa del aire entre los 40% como mínimo y 65% como máximo”.

Gráfico N° 11. Confort térmico en función a la temperatura y humedad.



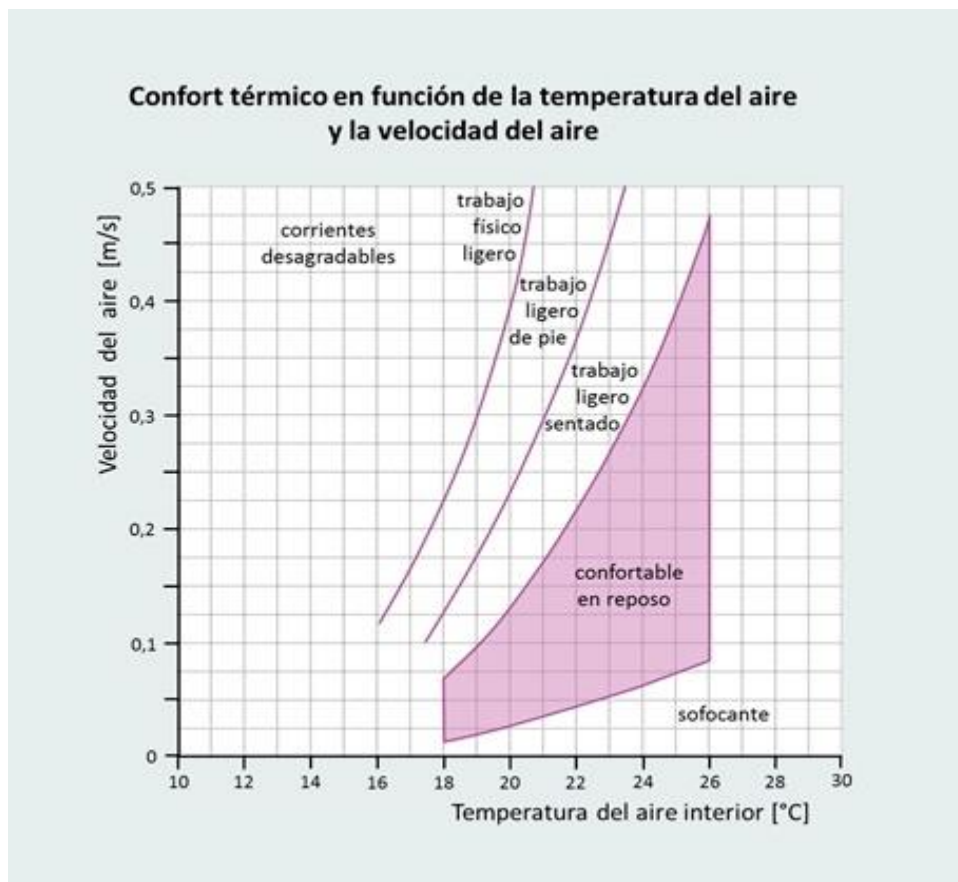
Fuente: Blender (2015).

2.2.2.3. VELOCIDAD DEL AIRE.

El “movimiento del aire influye fuertemente en la pérdida del calor del cuerpo por convección y por evaporación. Las velocidades de aire hasta 0,1 m/s por lo general no se perciben. En general son agradables y deseables los movimientos entre 0,1 a 0,2 m/s. Cuando los movimientos de aire enfrían el cuerpo humano más allá de lo deseado se habla de corrientes”.

Representan un serio problema de confort térmico en los edificios. “No obstante, a temperaturas ambientales altas, las brisas hasta 1,0 m/s pueden sentirse agradables, en dependencia del nivel de actividad y de la temperatura. Sobre los 37°C el aire en movimiento calienta la piel por convección y a la vez la enfría por medio de evaporación. Más alta la temperatura, menor es el efecto refrigerante”.

Gráfico N° 12. Confort térmico en función a la temperatura y velocidad del aire.



Fuente: Blender (2015).

El concepto del confort térmico “va mucho más allá de la habitabilidad de los edificios. Como condición fundamental se puede establecer que los recintos habitables no tengan moho. Para garantizarlo, la temperatura superficial interior de la envolvente, en ningún punto debe estar debajo del punto de rocío, para prevenir la condensación superficial. De esta regla solo se pueden exceptuar las ventanas. La temperatura de rocío es una función de la temperatura y la humedad relativa del aire, claves para el confort térmico”.

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.

CIMENTACIÓN: “Parte fundamental de una edificación, es la base de apoyo de cualquier construcción, es un sistema formado por el suelo y los elementos de soporte, existen dos tipos de cimentación, superficial y profunda y para cada una se usan diferentes elementos de soporte: - Superficial (0 – 5m): Se usan zapatas aisladas o corridas. - Profunda (5 – “X”m): Se usan pilotes”.

COLUMNA: “Elemento estructural vertical, usado para soportar losas y elementos elevados, comúnmente construido en sitio con concreto, se usan también elementos de acero como columnas y son parte fundamental para la construcción de edificios”.

CONFORT TÉRMICO: “Sensación neutra de temperatura que siente una persona con relación a un ambiente térmico determinado. Para la norma internacional ISO 7730 es la condición mental de la persona que expresa la satisfacción con el ambiente térmico”.

CONSTRUCCIÓN CON PANELES DE EPS: “Sistema constructivo basado en un conjunto de paneles estructurales de poliestireno expandido ondulado con una armadura básica adosada en sus caras constituidas por mallazos de acero de alta resistencia y barras corrugadas, vinculados entre sí por conectores de acero electro/soldados”.

HUMEDAD RELATIVA: “Relación que existe entre la cantidad de humedad que contiene una masa de aire y la que contendría cuando está totalmente saturada”.

LOSA: “Elemento estructural formado comúnmente de concreto y varilla, están colocadas en forma horizontal en edificaciones, y forman el piso de niveles superiores, existen varios tipos de losa: Losa Acero, Losa Maciza y Losa Reticular”.

MURO FALSO: “Paramento formado por un bastidor compuesto de varios materiales, que se instala paralelamente a los muros y columnas en que se apoya, el bastidor se recubre con aplanados o con elementos prefabricados”.

MURO: “Construcción vertical para encerrar espacio, retener tierra o almacenar materiales, comúnmente formados de mampostería o concreto reforzado, son elementos rígidos y deben soportar fuerzas laterales menores para garantizar su estabilidad, destinados estructuralmente para soportar cargas verticales. Elementos estructurales, verticales, de relativamente pequeño espesor, de muy diversos materiales y clases que pueden o no formar parte de la estructura unitaria de la edificación, por lo cual se originan los nombres de muros de carga, divisorios y de relleno”.

NORMAS DE CONSTRUCCIÓN: “Conjunto de disposiciones y requisitos generales establecidos por la Dependencia, que deben aplicarse para la ejecución, equipamiento y puesta de servicio de las obras”.

OBRA: “Abreviación o abreviatura de obra inmueble de ingeniería y arquitectura”.

POLIESTIRENO EXPANDIDO, O DE FORMA ABREVIADA EPS: “Es una espuma plástica, rígida y ligera fabricada a partir de perlas de poliestireno que contienen una pequeña cantidad de un agente expandente, el pentano”.

POLIESTIRENO: “Denominado también como polímero termoplástico producto de la polimerización del estireno monómero”.

TEMPERATURA DE AIRE: “Temperatura normal que siente una persona con relación al ambiente térmico, en lugares cálidos como la ciudad de Puerto Maldonado es usualmente tomada de 20 a 25 grados como normal”.

VELOCIDAD DEL AIRE: “Son parámetros que se utilizan en los cálculos de la sensación térmica que siente una persona, normalmente se expresa en m/s”.

VIGAS: “Elemento estructural alargado que se coloca en forma horizontal, se apoya en traveses y la dimensión varía dependiendo de la separación entre las traveses de apoyo”.

CAPÍTULO III

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo, se muestran los resultados del trabajo de investigación, la técnica empleada fue la observación, esta fue aplicado durante el mes de setiembre del 2018 a las 13:20 horas.

Como primera actividad se diseñó una habitación y luego su posterior construcción con todos los estándares de construcción de una vivienda, utilizando principalmente el poliestireno y luego se elaboró los instrumentos de recolección de datos para medir la temperatura, humedad relativa y la velocidad del viento.

El instrumento guía de observación fue aplicado durante el mes de setiembre del 2018 a las 13:20 horas, todos los días del mes de setiembre, para medir la temperatura, humedad relativa y la velocidad del viento en la vivienda construido con poliestireno, asimismo, el instrumento fue aplicado a una vivienda convencional.

Una vez aplicado la guía de observación, se pudo conocer las medidas con relación a la temperatura, humedad relativa y la velocidad del viento en la vivienda construida con poliestireno y en la vivienda convencional.

Para un análisis mejor e interpretación adecuada de los datos recogidos, se presenta a continuación la confiabilidad y validez de los instrumentos.

3.1. CONFIABILIDAD Y VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO.

Para comprobar la “**fiabilidad** de los datos obtenidos con los instrumentos de recolección de datos, se empleó el coeficiente de Alfa de Cronbach”.

Tabla N° 1. Confiabilidad del instrumento.

INSTRUMENTOS	ESTADÍSTICO	COEFICIENTE DE CONFIABILIDAD
Guía de observación: Temperatura.	Alfa de Cronbach.	0,901.
Guía de observación: Humedad relativa.	Alfa de Cronbach.	0,932.
Guía de observación: Velocidad del viento.	Alfa de Cronbach.	0,915.

Fuente: Guía de observación.

El valor de “Alfa de Cronbach es mayor a 0,9 para los instrumentos de recolección de datos”. Autores como Hernández, y otros (2014); nos indican que, “a mayor valor de Alfa, mayor fiabilidad. Los valores hallados para este estudio se consideran valores elevados”, es decir, los instrumentos tienen una confiabilidad alta.

Tabla N° 2. Validación del instrumento.

EXPERTO	VALIDACIÓN	CALIFICACIÓN
Experto 1.	Validez de forma, contenido y estructura.	Muy bueno.
Experto 2.	Validez de forma, contenido y estructura.	Muy bueno.
Experto 3.	Validez de forma, contenido y estructura.	Muy bueno.

Fuente: Ficha de validación.

Los “expertos invitados a participar en esta investigación, confirman que la validez de forma, contenido y estructura de los instrumentos de recolección de datos tienen una calificación muy buena”.

14	13:20																	31					
15	13:20																	30					
16	13:20																29						
17	13:20																	30					
18	13:20															28							
19	13:20																29						
20	13:20																		31				
21	13:20																		30				
22	13:20																		30				
23	13:20																	29					
24	13:20																28						
25	13:20															27							
26	13:20																28						
27	13:20																28						
28	13:20																		30				
29	13:20																		30				
30	13:20																			31			

Fuente: Guía de observación de temperatura.

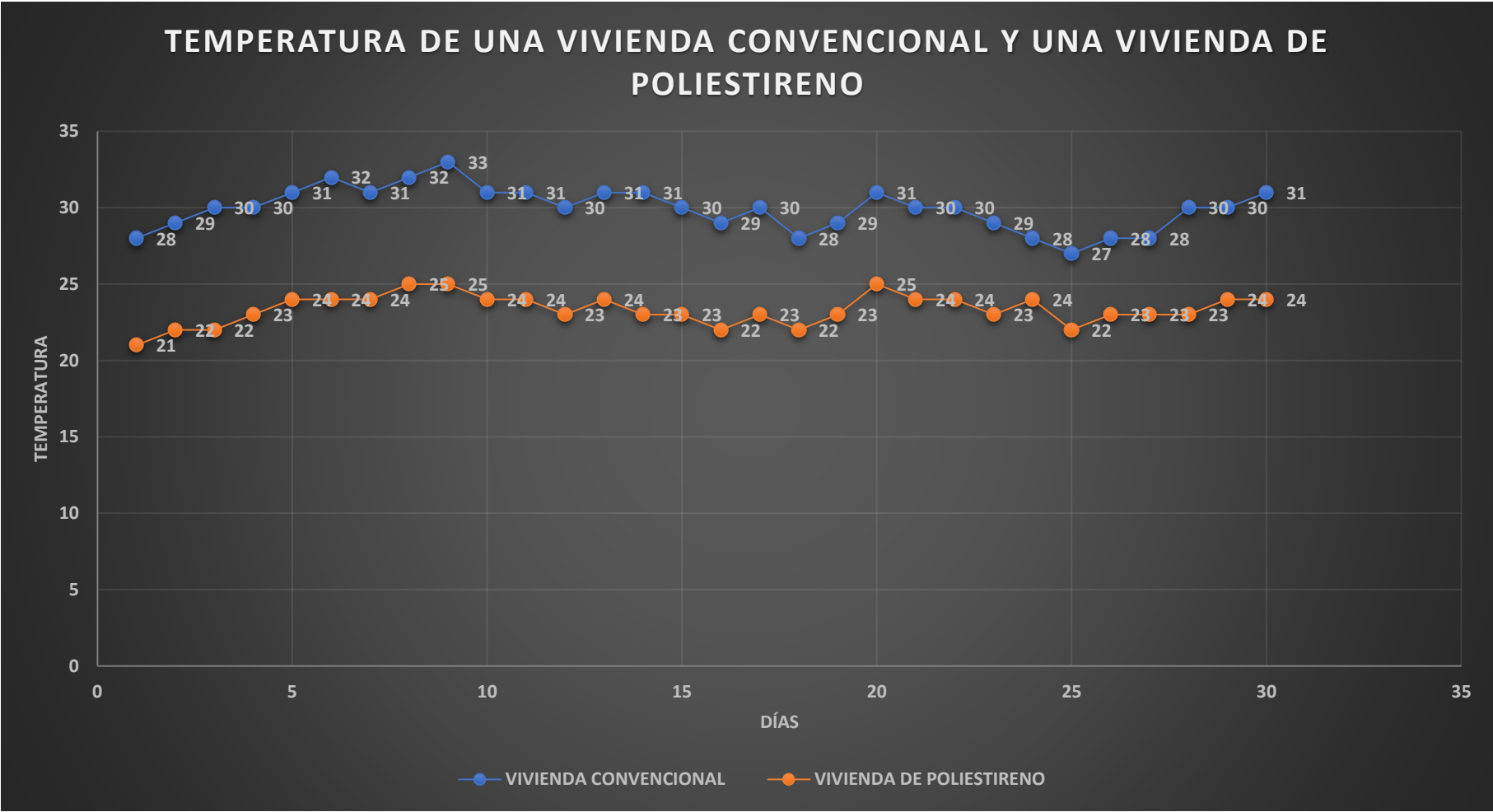
Tabla N° 4. Resultados generales de la Temperatura de una vivienda de poliestireno durante el mes de setiembre del 2018.

VIVIENDA CON POLIESTIRENO									MES	SETIEMBRE										AÑO	2018						
DÍA	HORA	TEMPERATURA EN GRADOS CENTÍGRADOS (°C)																									FIRMA
		15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35					
1	13:20							21																			
2	13:20								22																		
3	13:20								22																		
4	13:20									23																	
5	13:20										24																
6	13:20										24																
7	13:20										24																
8	13:20											25															
9	13:20											25															
10	13:20											24															
11	13:20											24															
12	13:20											23															
13	13:20											24															
14	13:20											23															
15	13:20											23															

16	13:20								22														
17	13:20									23													
18	13:20								22														
19	13:20									23													
20	13:20											25											
21	13:20										24												
22	13:20										24												
23	13:20									23													
24	13:20										24												
25	13:20								22														
26	13:20									23													
27	13:20									23													
28	13:20									23													
29	13:20										24												
30	13:20										24												

Fuente: Guía de observación de temperatura.

Gráfico N° 13. Temperatura de una vivienda de poliestireno y convencional durante el mes de setiembre del 2018.



Fuente: Guía de observación de temperatura.

Interpretación:

Los resultados de la medición de la temperatura de una vivienda convencional se aprecian en la Tabla N° 3 y Gráfico N°13, luego de aplicar el instrumento de recojo de datos, sobre cómo es la temperatura de una vivienda convencional donde la temperatura mínima es 27 °C y una máxima de 33 °C, durante el mes de setiembre del 2018 a las 13:20 horas.

Del mismo modo, los resultados de la medición de la temperatura de una vivienda de poliestireno se aprecian en la Tabla N° 4 y Gráfico N°13, luego de aplicar el instrumento de recojo de datos, sobre cómo es la temperatura de una vivienda construida con poliestireno, donde la temperatura mínima es 21 °C y una máxima de 25 °C, durante el mes de setiembre del 2018 a las 13:20 horas.

Según los resultados de la medición de la temperatura dentro de una vivienda convencional esta fuera del rango de temperatura (20 °C a 25 °C) considerada como confort térmico. Mientras que la temperatura dentro de una vivienda construida con poliestireno está dentro del rango de temperatura (20 °C a 25 °C); por lo que se concluye que, el uso de poliestireno mejora de manera significativa la temperatura del aire en las viviendas tropicales como de la ciudad de Puerto Maldonado.

Tabla N° 5. Resultados generales de la Humedad relativa de una vivienda convencional durante el mes de setiembre del 2018.

VIVIENDA NORMAL		MES		SETIEMBRE		AÑO		2018		HUMEDAD RELATIVA EN %												FIRMA			
DÍA	HORA	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95		100		
1	13:20																75								
2	13:20																	80							
3	13:20																75								
4	13:20															70									
5	13:20														65										
6	13:20															70									
7	13:20															70									
8	13:20																	80							
9	13:20																		85						
10	13:20																					95			
11	13:20																						100		
12	13:20																					95			
13	13:20																				90				
14	13:20																				90				

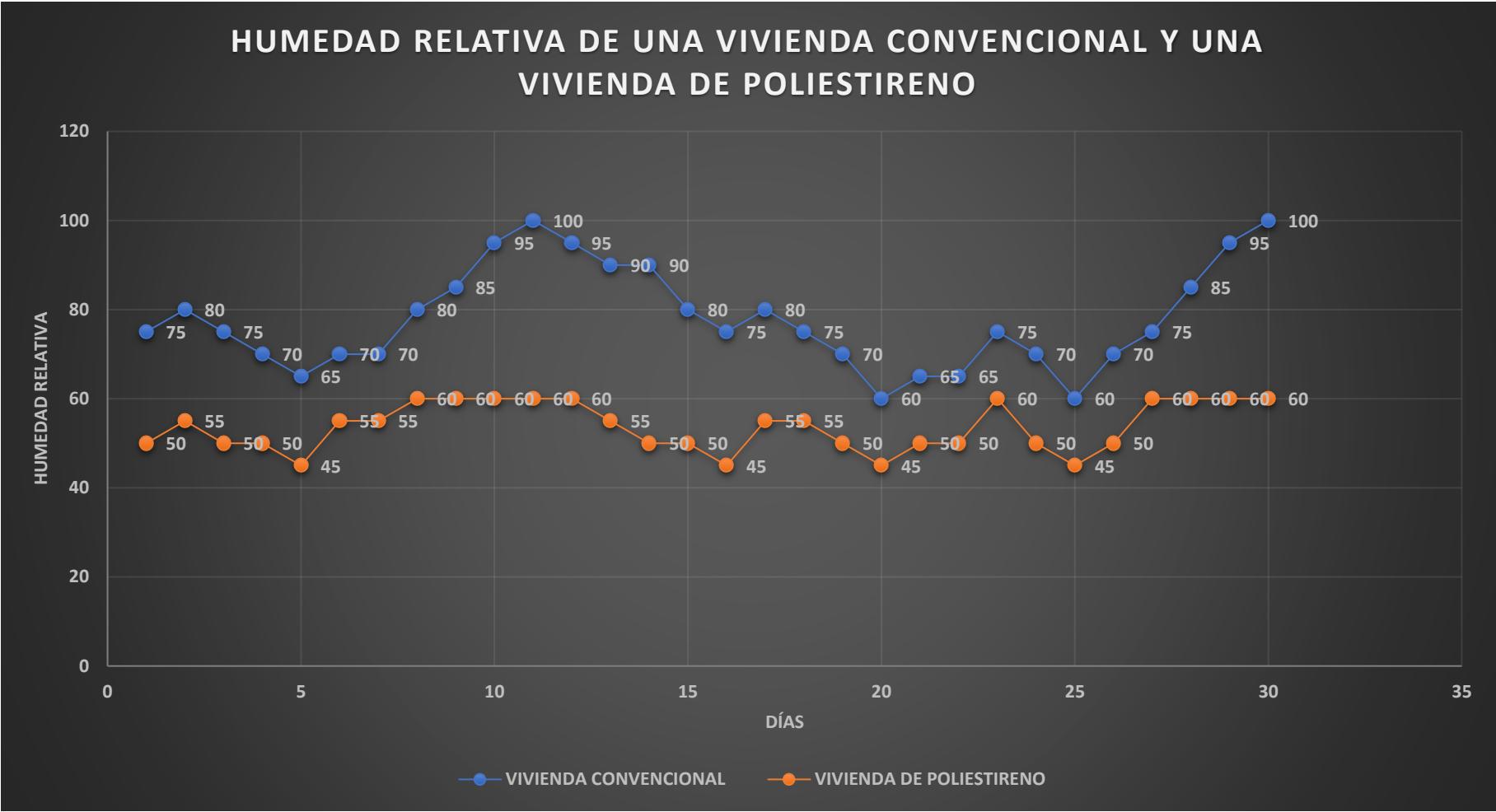
Tabla N° 6. Resultados generales de la Humedad relativa de una vivienda de poliestireno durante el mes de setiembre del 2018.

VIVIENDA CON POLIESTIRENO		MES		SETIEMBRE		AÑO		2018		HUMEDAD RELATIVA EN %														FIRMA	
DÍA	HORA	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100			
1	13:20											50													
2	13:20												55												
3	13:20											50													
4	13:20											50													
5	13:20										45														
6	13:20												55												
7	13:20												55												
8	13:20													60											
9	13:20													60											
10	13:20													60											
11	13:20													60											
12	13:20													60											
13	13:20												55												
14	13:20											50													

15	13:20										50										
16	13:20									45											
17	13:20											55									
18	13:20											55									
19	13:20										50										
20	13:20									45											
21	13:20										50										
22	13:20										50										
23	13:20												60								
24	13:20										50										
25	13:20									45											
26	13:20										50										
27	13:20												60								
28	13:20												60								
29	13:20												60								
30	13:20												60								

Fuente: Guía de observación de Humedad relativa.

Gráfico N° 14. Humedad relativa de una vivienda de poliestireno y convencional durante el mes de setiembre del 2018.



Fuente: Guía de observación de Humedad relativa.

Interpretación:

Los resultados de la medición de la Humedad relativa de una vivienda convencional se aprecian en la Tabla N° 5 y Gráfico N°14, luego de aplicar el instrumento de recojo de datos, sobre cómo es la Humedad relativa de una vivienda convencional, pues presenta una Humedad relativa mínima de 60% y una máxima de 100%, durante el mes de setiembre del 2018 a las 13:20 horas.

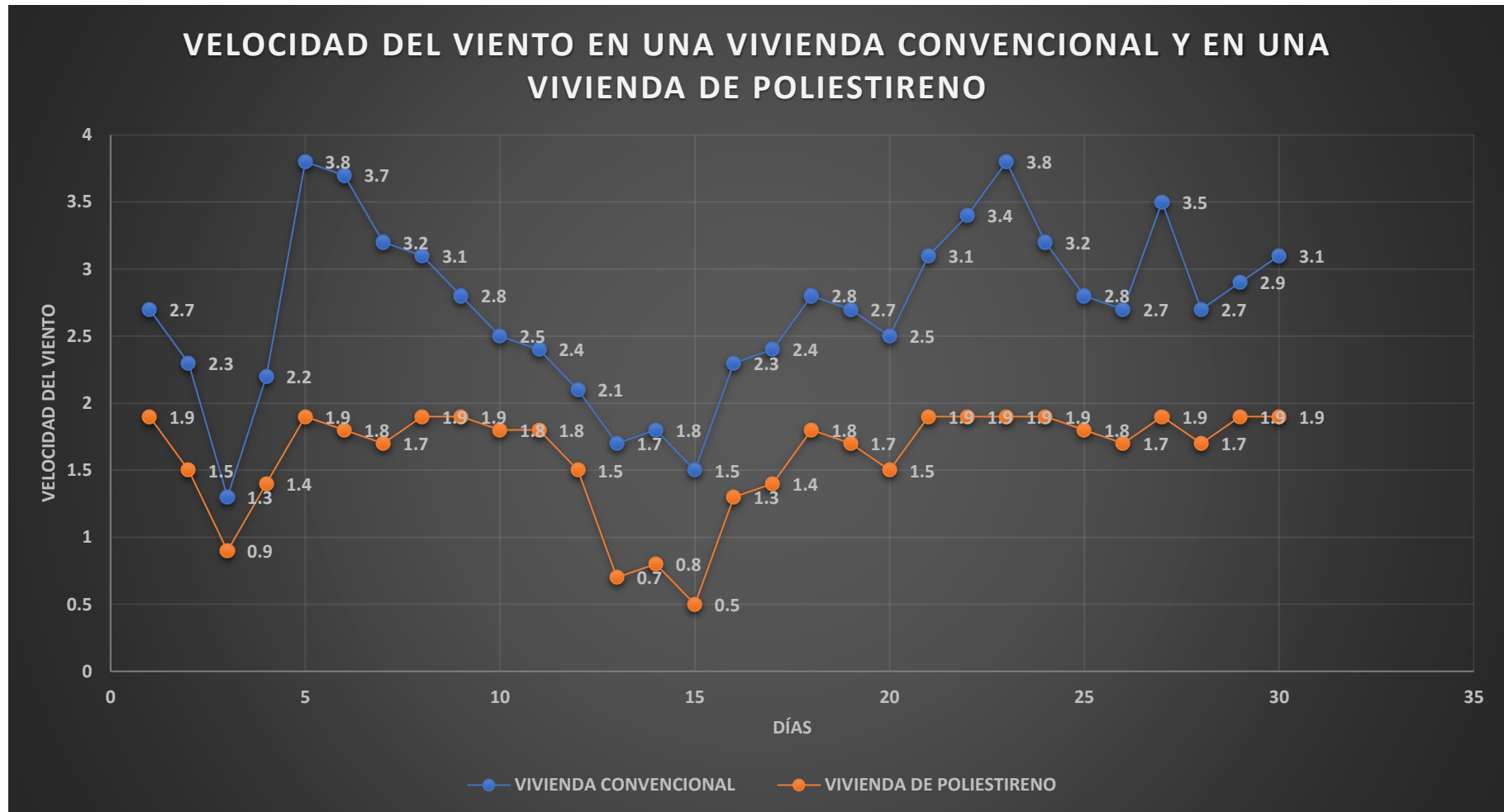
Del mismo modo, los resultados de la medición de la Humedad relativa de una vivienda de poliestireno se aprecian en la Tabla N° 6 y Gráfico N°14, luego de aplicar el instrumento de recojo de datos, sobre cómo es la Humedad relativa de una vivienda construida con poliestireno, pues presenta una Humedad relativa mínima de 45% y una máxima de 60%, durante el mes de setiembre del 2018 a las 13:20 horas.

Según los resultados de la medición de la Humedad relativa dentro de una vivienda convencional está en mayor porcentaje fuera del rango de la Humedad relativa (40% a 65%) considerada como confort térmico. Mientras que la Humedad relativa dentro de una vivienda construida con poliestireno está dentro del rango de la Humedad relativa (40% a 65%)); por lo que se concluye que, el uso de poliestireno mejora de manera significativa la Humedad relativa en las viviendas tropicales como de la ciudad de Puerto Maldonado.

Tabla N° 8. Resultados generales de la velocidad del viento en una vivienda de poliestireno durante el mes de setiembre del 2018.

VIVIENDA CON POLIESTIRENO			MES		SETIEMBRE		AÑO		2018													FIRMA					
DÍA	HORA	VELOCIDAD DEL AIRE EN m/s																									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		20				
1	13:20		1.9																								
2	13:20		1.5																								
3	13:20	0.9																									
4	13:20		1.4																								
5	13:20		1.9																								
6	13:20		1.8																								
7	13:20		1.7																								
8	13:20		1.9																								
9	13:20		1.9																								
10	13:20		1.8																								
11	13:20		1.8																								
12	13:20		1.5																								
13	13:20	0.7																									
14	13:20	0.8																									

Gráfico N° 15. Velocidad del viento en una vivienda de poliestireno y convencional durante el mes de setiembre del 2018.



Fuente: Guía de observación de Velocidad del viento.

Interpretación:

Los resultados de la medición de la Velocidad del viento de una vivienda convencional se aprecian en la Tabla N° 7 y Gráfico N°15, luego de aplicar el instrumento de recojo de datos, sobre cómo es la Velocidad del viento de una vivienda convencional, tiene una Velocidad del viento mínima de 1.5 m/s y una máxima de 3.8 m/s, durante el mes de setiembre del 2018 a las 13:20 horas.

Del mismo modo, los resultados de la medición de la Velocidad del viento de una vivienda de poliestireno se aprecian en la Tabla N° 8 y Gráfico N°15, luego de aplicar el instrumento de recojo de datos, sobre cómo es la Velocidad del viento de una vivienda construida con poliestireno, pues tiene una Velocidad del viento mínima de 0.5 m/s y una máxima de 1.9 m/s, durante el mes de setiembre del 2018 a las 13:20 horas.

Según los resultados de la medición de la Velocidad del viento dentro de una vivienda convencional está en mayor porcentaje fuera del rango de la Velocidad del viento (0 m/s a 2 m/s) considerada en confort térmico. Mientras que la Velocidad del viento dentro de una vivienda construida con poliestireno está dentro del rango de la Velocidad del viento (0 m/s a 2 m/s); por lo que se concluye que, el uso de poliestireno mejora de manera significativa la velocidad del aire en las viviendas tropicales como de la ciudad de Puerto Maldonado.

3.3. PRUEBAS DE NORMALIDAD.

Tabla N° 9. Pruebas de normalidad.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Temperatura vivienda convencional	,185	30	,010	,946	30	,128
Temperatura vivienda de poliestireno	,215	30	,011	,908	30	,113
Humedad relativa vivienda convencional	,170	30	,027	,938	30	,081
Humedad relativa vivienda de poliestireno	,218	30	,021	,848	30	,091
Velocidad del aire vivienda convencional	,100	30	,200*	,976	30	,718
Velocidad del aire vivienda de poliestireno	,260	30	,021	,751	30	,083

- a. La distribución de prueba es normal.
- b. Se calcula a partir de datos.
- c. Corrección de significación de Lilliefors.
- d. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

Fuente: Guías de observación

Interpretación:

Según la Tabla N° 9, “los resultados de la prueba normalidad a través del estadístico Shapiro-Wilk para una muestra de 30 unidades de análisis, el estadístico de prueba es equivalente son mayores a 0,05. Con un margen de error mayores 5,0%; se concluye que la distribución de los datos obtenidos de la muestra se comporta normalmente. Y se continua con la prueba de hipótesis mediante el estadístico t de Student para muestras relacionadas”.

CAPÍTULO IV

PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS

4.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL.

H_0 : No hay diferencia significativa en la mejora de confort térmico en las viviendas tropicales de Puerto Maldonado.

H_1 : Si hay diferencia significativa en la mejora de confort térmico en las viviendas tropicales de Puerto Maldonado.

Nivel de significación.

Porcentaje de error admitido es 5%.

Elección de la prueba.

La “Prueba Estadística t de Student para muestras relacionadas, cuya ecuación es”:

$$t_o = \frac{\bar{d} - O}{\sqrt{\frac{S^2}{n}}}$$

Tabla N° 10. Confort térmico de la vivienda convencional y de poliestireno.

		Estadístico	Error estándar	
Temperatura vivienda convencional	Media	29,93	,258	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	29,41	
		Límite superior	30,46	
	Media recortada al 5%	29,93		
	Mediana	30,00		
	Varianza	1,995		
	Desviación estándar	1,413		
	Mínimo	27		
	Máximo	33		
	Rango	6		
	Rango intercuartil	2		
	Asimetría	-,110	,427	
	Curtosis	-,331	,833	
Temperatura vivienda de poliestireno	Media	23,33	,182	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	22,96	
		Límite superior	23,70	
	Media recortada al 5%	23,35		
	Mediana	23,00		
	Varianza	,989		
	Desviación estándar	,994		
	Mínimo	21		
	Máximo	25		
	Rango	4		
	Rango intercuartil	1		
	Asimetría	-,292	,427	
	Curtosis	-,260	,833	

Fuente: Guías de observación.

Interpretación:

Según la Tabla N° 10, El confort térmico promedio de una vivienda convencional es de 29,93 °C, mientras que de la vivienda construida de poliestireno es de 23,33 °C; por lo que se concluye que el uso de poliestireno mejora los efectos de confort térmico en las viviendas tropicales, Puerto Maldonado.

Tabla N° 11. Estadísticas de muestras emparejadas de confort térmico de la vivienda convencional y de poliestireno.

	Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1 Temperatura vivienda convencional	29,93	30	1,413	,258
Temperatura vivienda de poliestireno	23,33	30	,994	,182

Fuente: Guía de observación.

Tabla N° 12. Correlaciones de muestras emparejadas de confort térmico de la vivienda convencional y de poliestireno.

	N	Correlación	Sig.
Par 1 Temperatura vivienda convencional & Temperatura vivienda de poliestireno	30	,728	,000

Fuente: Guía de observación.

Tabla N° 13. Prueba de muestras emparejadas de confort térmico de la vivienda convencional y de poliestireno.

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 Temperatura vivienda convencional - Temperatura vivienda de poliestireno	6,600	,968	,177	6,238	6,962	37,327	29	,000

Fuente: Guía de observación.

Interpretación:

En la tabla N° 11, se muestra las medias muestrales de confort térmico, existe una disminución de 29,93 °C a 23,33 °C de temperatura, habiendo una disminución de 6,6 °C, se puede afirmar que en la vivienda construida por poliestireno está en el rango (20 °C a 25 °C) de temperatura considerada como confort térmico.

Así mismo, se puede apreciar en la tabla N° 13 que el estadístico $t(c)=37,327$ (“t” calculada) es mayor que $t(t)= 1.6991$, esta última observada en la tabla t de Student con 29 grados de libertad.

Conclusión:

Según la Tabla N° 13, el valor de Sig. bilateral = 0,000; este valor es menor a 0,05; por lo que se afirma, existe una diferencia significativa en las medias muestrales de temperatura en una vivienda convencional y una vivienda construida con poliestireno, las mismas que no se deben al azar, por tanto, se rechaza la H_0 y se acepta H_1 ; es decir, el uso de poliestireno mejora los efectos de confort térmico en las viviendas tropicales, Puerto Maldonado – 2018.

4.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.

PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1:

H₀: No hay diferencia significativa en la mejora de la temperatura del aire en las viviendas tropicales de Puerto Maldonado.

H₁: Si hay diferencia significativa en la mejora de la temperatura del aire en las viviendas tropicales de Puerto Maldonado.

Nivel de significación.

Porcentaje de error admitido es 5%.

Elección de la prueba.

Prueba Estadística t de Student para muestras relacionadas, cuya ecuación es:

$$t_o = \frac{\bar{d} - O}{\sqrt{\frac{S^2}{n}}}$$

Tabla N° 14. Temperatura de la vivienda convencional y de poliestireno.

		Estadístico	Error estándar	
Temperatura vivienda convencional	Media	29,93	,258	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	29,41	
		Límite superior	30,46	
	Media recortada al 5%	29,93		
	Mediana	30,00		
	Varianza	1,995		
	Desviación estándar	1,413		
	Mínimo	27		
	Máximo	33		
	Rango	6		
	Rango intercuartil	2		
	Asimetría	-,110	,427	
	Curtosis	-,331	,833	
	Temperatura vivienda de poliestireno	Media	23,33	,182
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	22,96	
		Límite superior	23,70	
Media recortada al 5%		23,35		
Mediana		23,00		
Varianza		,989		
Desviación estándar		,994		
Mínimo		21		
Máximo		25		
Rango		4		
Rango intercuartil		1		
Asimetría		-,292	,427	
Curtosis		-,260	,833	

Fuente: Guías de observación.

Interpretación:

Según la Tabla N° 14, la temperatura promedio de una vivienda convencional es de 29,93 °C, mientras que de la vivienda construida de poliestireno es de 23,33; por lo que se concluye que el uso de poliestireno mejora los efectos de temperatura del aire en las viviendas tropicales, Puerto Maldonado.

Tabla N° 15. Estadísticas de muestras emparejadas de la temperatura de la vivienda convencional y de poliestireno.

	Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1 Temperatura vivienda convencional	29,93	30	1,413	,258
Temperatura vivienda de poliestireno	23,33	30	,994	,182

Fuente: Guía de observación.

Tabla N° 16. Correlaciones de muestras emparejadas de la temperatura de la vivienda convencional y de poliestireno.

	N	Correlación	Sig.
Par 1 Temperatura vivienda convencional & Temperatura vivienda de poliestireno	30	,728	,000

Fuente: Guía de observación.

Tabla N° 17. Prueba de muestras emparejadas de la temperatura de la vivienda convencional y de poliestireno.

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 Temperatura vivienda convencional - Temperatura vivienda de poliestireno	6,600	,968	,177	6,238	6,962	37,327	29	,000

Fuente: Guía de observación.

Interpretación:

En la tabla N° 15, se muestra las medias muestrales de temperatura, existe una disminución de 29,93 °C a 23,33 °C de temperatura del aire, habiendo una disminución de 6,6 °C, se puede afirmar que en la vivienda construida por poliestireno está en el rango (20 °C a 25 °C) de temperatura del aire considerada dentro del confort térmico.

Así mismo, se puede apreciar en la tabla N° 17, que el estadístico $t(c)=37,327$ ("t" calculada) es mayor que $t(t)= 1.6991$, esta última observada en la tabla t de Student con 29 grados de libertad.

Conclusión:

Según la Tabla N° 17, el valor de Sig. bilateral = 0,000; este valor es menor a 0,05; por lo que se afirma, existe una diferencia significativa en las medias muestrales de temperatura en una vivienda convencional y una vivienda construida con poliestireno, las mismas que no se deben al azar, por tanto, se rechaza la H_0 y se acepta H_1 ; es decir, el uso de poliestireno mejora de manera significativa la temperatura del aire en las viviendas tropicales.

PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2:

H₀: No hay diferencia significativa en la mejora de la humedad relativa en las viviendas tropicales de Puerto Maldonado.

H₁: Si hay diferencia significativa en la mejora de la humedad relativa en las viviendas tropicales de Puerto Maldonado.

Nivel de significación.

Porcentaje de error admitido es 5%.

Elección de la prueba.

Prueba Estadística t de Student para muestras relacionadas, cuya ecuación es:

$$t_o = \frac{\bar{d} - O}{\sqrt{\frac{S^2}{n}}}$$

Tabla N° 18. Humedad relativa de la vivienda convencional y de poliestireno.

		Estadístico	Error estándar	
Humedad relativa vivienda convencional	Media	78,00	2,098	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	73,71 82,29	
	Media recortada al 5%	77,78		
	Mediana	75,00		
	Varianza	132,069		
	Desviación estándar	11,492		
	Mínimo	60		
	Máximo	100		
	Rango	40		
	Rango intercuartil	16		
	Asimetría	,456	,427	
	Curtosis	-,696	,833	
	Humedad relativa vivienda de poliestireno	Media	53,67	,986
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior Límite superior	51,65 55,68	
Media recortada al 5%		53,80		
Mediana		55,00		
Varianza		29,195		
Desviación estándar		5,403		
Mínimo		45		
Máximo		60		
Rango		15		
Rango intercuartil		10		
Asimetría		-,127	,427	
Curtosis		-1,323	,833	

Fuente: Guías de observación.

Interpretación:

Según la Tabla N° 18, la humedad relativa promedio de una vivienda convencional es de 78,00%, mientras que de la vivienda construida de poliestireno es de 53,67%; por lo que se concluye que el uso de poliestireno mejora de manera significativa la humedad relativa en las viviendas tropicales como de la ciudad de Puerto Maldonado.

Tabla N° 19. Estadísticas de muestras emparejadas de la humedad relativa de la vivienda convencional y de poliestireno.

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Humedad relativa vivienda convencional	78,00	30	11,492	2,098
	Humedad relativa vivienda de poliestireno	53,67	30	5,403	,986

Fuente: Guía de observación.

Tabla N° 20. Correlaciones de muestras emparejadas de la humedad relativa de la vivienda convencional y de poliestireno.

		N	Correlación	Sig.
Par 1	Humedad relativa vivienda convencional & Humedad relativa vivienda de poliestireno	30	,719	,000

Fuente: Guía de observación.

Tabla N° 21. Prueba de muestras emparejadas de la humedad relativa de la vivienda convencional y de poliestireno.

		Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior				Superior
Par 1	Humedad relativa vivienda convencional - Humedad relativa vivienda de poliestireno	24,333	8,483	1,549	21,166	27,501	15,712	29	,000

Fuente: Guía de observación.

Interpretación:

En la tabla N° 19, se muestra las medias muestrales de la humedad relativa, existe una disminución de 78,00% a 53,67% de la humedad relativa, habiendo una disminución de 24.33%, se puede afirmar que en la vivienda construida por poliestireno está en el rango (40% a 65%) de la humedad relativa considerada dentro del confort térmico.

Así mismo, se puede apreciar en la tabla N° 21, que el estadístico $t(c) = 15,712$ ("t" calculada) es mayor que $t(t) = 1.6991$, esta última observada en la tabla t de Student con 29 grados de libertad.

Conclusión:

Según la Tabla N° 21, el valor de Sig. bilateral = 0,000; este valor es menor a 0,05; por lo que se afirma, existe una diferencia significativa en las medias muestrales de la humedad relativa de una vivienda convencional y de una vivienda construida con poliestireno, las mismas que no se deben al azar, por tanto, se rechaza la H_0 y se acepta H_1 ; es decir, el uso de poliestireno mejora de manera significativa la humedad relativa en las viviendas tropicales.

PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3:

H₀: No hay diferencia significativa en la mejora de la velocidad del aire en las viviendas tropicales de Puerto Maldonado.

H₁: Si hay diferencia significativa en la mejora de la velocidad del aire en las viviendas tropicales de Puerto Maldonado.

Nivel de significación.

Porcentaje de error admitido es 5%.

Elección de la prueba.

Prueba Estadística t de Student para muestras relacionadas, cuya ecuación es:

$$t_o = \frac{\bar{d} - O}{\sqrt{\frac{S^2}{n}}}$$

Tabla N° 22. Velocidad del viento de la vivienda convencional y de poliestireno.

		Estadístico	Error estándar	
Velocidad del aire vivienda convencional	Media	2,700	,1174	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	2,460 2,940	
	Media recortada al 5%	2,713		
	Mediana	2,700		
	Varianza	,414		
	Desviación estándar	,6433		
	Mínimo	1,3		
	Máximo	3,8		
	Rango	2,5		
	Rango intercuartil	,8		
	Asimetría	-,246	,427	
	Curtosis	-,212	,833	
	Velocidad del aire vivienda de poliestireno	Media	1,607	,0725
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior Límite superior	1,458 1,755	
Media recortada al 5%		1,648		
Mediana		1,800		
Varianza		,158		
Desviación estándar		,3973		
Mínimo		,5		
Máximo		1,9		
Rango		1,4		
Rango intercuartil		,4		
Asimetría		-1,597	,427	
Curtosis		1,683	,833	

Fuente: Guías de observación.

Interpretación:

Según la Tabla N° 22, la velocidad del viento promedio de una vivienda convencional es de 2,700 m/s, mientras que de la vivienda construida de poliestireno es de 1,607 m/s; por lo que se concluye que el uso de poliestireno mejora de manera significativa la velocidad del aire en las viviendas tropicales como de la ciudad de Puerto Maldonado.

Tabla N° 23. Estadísticas de muestras emparejadas de la velocidad del viento de la vivienda convencional y de poliestireno.

	Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1 Velocidad del aire vivienda convencional	2,700	30	,6433	,1174
Velocidad del aire vivienda de poliestireno	1,607	30	,3973	,0725

Fuente: Guía de observación.

Tabla N° 24. Correlaciones de muestras emparejadas de la velocidad del viento de la vivienda convencional y de poliestireno.

	N	Correlación	Sig.
Par 1 Velocidad del aire vivienda convencional & Velocidad del aire vivienda de poliestireno	30	,839	,000

Fuente: Guía de observación.

Tabla N° 25. Prueba de muestras emparejadas de la velocidad del viento de la vivienda convencional y de poliestireno.

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 Velocidad del aire vivienda convencional - Velocidad del aire vivienda de poliestireno	1,0933	,3778	,0690	,9523	1,2344	15,852	29	,000

Fuente: Guía de observación.

Interpretación:

En la tabla N° 23, se muestra las medias muestrales de la velocidad del viento, existe una disminución de 2,700 m/s a 1,607 m/s de la humedad relativa, habiendo una disminución de 1,093 m/s, se puede afirmar que en la vivienda construida por poliestireno está en el rango (0 m/s a 2 m/s) de la velocidad del viento considerada dentro del confort térmico.

Así mismo, se puede apreciar en la tabla N° 25, que el estadístico $t(c) = 15,852$ ("t" calculada) es mayor que $t(t) = 1.6991$, esta última observada en la tabla t de Student con 29 grados de libertad.

Conclusión:

Según la Tabla N° 25, el valor de Sig. bilateral = 0,000; este valor es menor a 0,05; por lo que se afirma, existe una diferencia significativa en las medias muestrales de la velocidad del viento de una vivienda convencional y de una vivienda construida con poliestireno, las mismas que no se deben al azar, por tanto, se rechaza la H_0 y se acepta H_1 ; es decir, el uso de poliestireno mejora de manera significativa la velocidad del viento en las viviendas tropicales.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para poder explicar de manera adecuada y completa los resultados que se han obtenido en la presente investigación. Es necesario iniciar analizando los datos que se obtuvieron en la vivienda convencional, para luego analizar los resultados que se obtuvieron en una vivienda construida con poliestireno, de ese modo establecer las diferencias obtenidas.

La medición de la temperatura de una vivienda convencional se aprecia en la Tabla N° 3 y Gráfico N°13, luego de aplicar el instrumento de recojo de datos, sobre cómo es la temperatura de una vivienda convencional donde la temperatura mínima es 27 °C y una máxima de 33 °C, durante el mes de setiembre del 2018 a las 13:20 horas. Del mismo modo, los resultados de la medición de la temperatura de una vivienda de poliestireno se aprecian en la Tabla N° 4 y Gráfico N°13, luego de aplicar el instrumento de recojo de datos, sobre cómo es la temperatura de una vivienda construida con poliestireno, donde la temperatura mínima es 21 °C y una máxima de 25 °C, durante el mes de setiembre del 2018 a las 13:20 horas.

Por otro lado, los resultados de la medición de la Humedad relativa de una vivienda convencional se aprecian en la Tabla N° 5 y Gráfico N°14, luego de aplicar el instrumento de recojo de datos, sobre cómo es la Humedad relativa de una vivienda convencional, pues presenta una Humedad relativa mínima de 60% y una máxima de 100%, durante el mes de setiembre del 2018 a las 13:20 horas.

Del mismo modo, los resultados de la medición de la Humedad relativa de una vivienda de poliestireno se aprecian en la Tabla N° 6 y Gráfico N°14, luego de aplicar el instrumento de recojo de datos, sobre cómo es la Humedad relativa de una vivienda construida con poliestireno, pues presenta una Humedad relativa mínima de 45% y una máxima de 60%, durante el mes de setiembre del 2018 a las 13:20 horas.

Además, los resultados de la medición de la Velocidad del viento de una vivienda convencional se aprecian en la Tabla N° 7 y Gráfico N°15, luego de aplicar el instrumento de recojo de datos, sobre cómo es la Velocidad del viento de una vivienda convencional, tiene una Velocidad del viento mínima de 1.5 m/s y una máxima de 3.8 m/s, durante el mes de setiembre del 2018 a las 13:20 horas. Del mismo modo, los resultados de la medición de la Velocidad del viento de una vivienda de poliestireno se aprecian en la Tabla N° 8 y Gráfico N°15, luego de aplicar el instrumento de recojo de datos, sobre cómo es la Velocidad del viento de una vivienda construida con poliestireno, pues tiene una Velocidad del viento mínima de 0.5 m/s y una máxima de 1.9 m/s, durante el mes de setiembre del 2018 a las 13:20 horas.

Analizando la Tabla N° 10, El confort térmico promedio de una vivienda convencional es de 29,93 °C, mientras que de la vivienda construida de poliestireno es de 23,33 °C; por lo que se concluye que el uso de poliestireno mejora los efectos de confort térmico en las viviendas tropicales como de Puerto Maldonado. Es decir, existe una disminución de 29,93 °C a 23,33 °C de temperatura, habiendo una disminución de 6,6 °C, se puede afirmar que en la vivienda construida por poliestireno está en el rango (20 °C a 25 °C) de temperatura considerada como confort térmico.

Observando la Tabla N° 14, la temperatura promedio de una vivienda convencional es de 29,93 °C, mientras que de la vivienda construida de poliestireno es de 23,33; por lo que se concluye que el uso de poliestireno mejora los efectos de temperatura del aire en las viviendas tropicales, lo cual significa que existe una disminución de 29,93 °C a 23,33 °C de temperatura del aire,

habiendo una disminución de 6,6 °C, se puede afirmar que en la vivienda construida por poliestireno está en el rango (20 °C a 25 °C) de temperatura del aire considerada dentro del confort térmico.

Analizando la Tabla N° 18, la humedad relativa promedio de una vivienda convencional es de 78,00%, mientras que de la vivienda construida de poliestireno es de 53,67%; por lo que se concluye que el uso de poliestireno mejora de manera significativa la humedad relativa en las viviendas tropicales como de la ciudad de Puerto Maldonado. lo que significa que existe una disminución de 78,00% a 53,67% de la humedad relativa, habiendo una disminución de 24.33%, se puede afirmar que en la vivienda construida por poliestireno está en el rango (40% a 65%) de la humedad relativa considerada dentro del confort térmico.

Estudiando la Tabla N° 22, la velocidad del viento promedio de una vivienda convencional es de 2,700 m/s, mientras que de la vivienda construida de poliestireno es de 1,607 m/s; por lo que se concluye que el uso de poliestireno mejora de manera significativa la velocidad del aire en las viviendas tropicales como de la ciudad de Puerto Maldonado. El cual significa que existe una disminución de 2,700 m/s a 1,607 m/s de la humedad relativa, habiendo una disminución de 1,093 m/s, se puede afirmar que en la vivienda construida por poliestireno está en el rango (0 m/s a 2 m/s) de la velocidad del viento considerada dentro del confort térmico.

Estos resultados son similares a los que **Chicaiza** (2017), “pues según el estudio el bloque tradicional adquiere una resistencia de 26.57 kg/cm², al sustituir en un 5% y 10% de chasqui por poliestireno adquieren resistencias a compresión de 24.22 kg/cm² y 18.23 kg/cm² respectivamente, resistencias mayores a 17.34 kg/cm² de la NTE INEN 3066 para uso en alivianamiento de losa”.

Además, “en cuanto al bloque con tusa de maíz al sustituirse parcialmente en un 5% se obtiene una resistencia a compresión de 20.76 kg/cm² resistencia mayor a 17.34 kg/cm² de la NTE INEN 3066 para uso en alivianamiento de losa”.

Al “sustituir parcialmente el 5% de chasqui por poliestireno, se reduce la resistencia a compresión en un 8.84% es decir de 26.57 kg/cm² a 24.22 kg/cm². Al sustituir parcialmente el 10% de chasqui por poliestireno, se reduce la resistencia a compresión en un 31.38% de 26.57 kg/cm² a 18.23 kg/cm². Al sustituir parcialmente el 5% de chasqui por tusa de maíz, se reduce la resistencia a compresión en un 21.88% es decir de 26.57 kg/cm² a 20.76 kg/cm²”.

Para **Lituma y Zhunio** (2015), “La sustitución de árido fino (arena) por perlas de EPS en la masa del hormigón reduce de manera directa su densidad a cualquier edad, lo que confirma los resultados esperados, por ser la densidad de la arena significativamente mayor a la densidad del EPS. Asimismo, se confirma el hecho de que mientras aumenta el porcentaje de sustitución de arena por EPS en el hormigón, la resistencia a compresión disminuye con respecto al hormigón de peso normal y todos los hormigones obtenidos en esta investigación presentan valores de resistencia a compresión aptos para su uso como hormigón estructural, ya que el mínimo valor obtenido en la resistencia es de 205 kg/cm², sin embargo, los hormigones que superan el 60% de sustitución de arena por EPS presentan un grado de confiabilidad menor al 95% establecido en el diseño experimental, estos resultados son similares a los del presente estudio”.

Del mismo modo, los resultados del estudio se asemejan a los de **Ruiz y Ballesteros** (2014), “pues las propiedades mecánicas del geobloque EPS cumplen con los propósitos de resistencia de cargas externas y absorción de las mismas a través de su estructura. El peso del geobloque EPS es 100 veces menor al peso del material granular convencional para relleno, lo que hace que no se incrementen los esfuerzos al suelo de fundación. Y el costo del geobloque EPS (por volumen) es bastante elevado en nuestro país, debido a que es un material nuevo y aun no tiene una acogida mayoritaria por las empresas constructoras. Debido al elevado costo del material de poliestireno expandido, en un proyecto puede realizarse un diseño que involucren dos métodos de relleno y mejoramiento de suelo. El sistema EPS es compatible con cualquier otro material requerido para un diferente método constructivo”.

Para Rodríguez (2017), “de acuerdo a los resultados obtenidos de todas las dosificaciones estudiadas para cada densidad del Concreto Ligero a base de Poliestireno expandido, se concluye que la dosificación óptima para lograr las características deseadas del bloque de concreto, fue la denominada CLP-1600 para la densidad aparente de 1600 [kg/m³], con una resistencia a la compresión promedio de 62.75 kg/cm² y un porcentaje de absorción de 7.70. y Al llevar al horno el poliestireno expandido se obtuvo una densidad de:154.17 kg/m³, gracias a ello se logró un mezclado homogéneo en la mezcla y se evitó la suspensión del poliestireno en el agua debido a su baja densidad. Al medir la fluidez del Concreto Ligero su diámetro de dispersión varia en un rango de 20 a 23 [cm] dependiendo de la densidad aparente que se desee diseñar, la misma que disminuye conforme aumenta la densidad aparente, dando ventajas de trabajabilidad y colocación en obra”.

Los resultados también son similares a los de Cosinga y Gómez (2017), “Según el estudio, las secciones de los elementos estructurales no varían, ya que el aminoramiento de la carga muerta debido al uso de losas aligeradas con poliestireno expandido se diluye al hacer las combinaciones de carga para el diseño estructural. Los análisis de costos unitarios utilizando poliestireno expandido en losas aligeradas, es prácticamente el mismo, excepto en la colocación del ladrillo, teniendo un ahorro de mano de obra y tiempo de ejecución. El metrado de la estructura es el mismo al no haber variación en las secciones de los elementos estructurales. El ladrillo de techo representa del 23% al 26% del peso de la losa aligerada, esto depende del peralte del mismo. Y la losa aligerada representa un 30% aproximadamente del peso propio de la edificación”.

Para Bustamante y Diaz (2014), “la presencia de aditivos evita la segregación del poliestireno, el cual tiende a segregarse por ser un material menos denso, esto puede corregirse con la presencia de aditivos ya este permite mejorar la trabajabilidad y obtener morteros con una mayor dosificación de EPS y el aumento en la dosificación de EPS provoca un aumento del aire ocluido en el mortero en cantidades variables dependiendo de la geometría de las partículas,

en el caso de Poliestireno Reciclado estas presentan una geometría amorfa e irregular debido al proceso de trituración, provocando un aumento de la porosidad lo que se traduce en una disminución de la resistencia y trabajabilidad”.

Además, “las temperaturas obtenidas, se encuentran dentro de los límites permisibles, lo cual en condiciones normales indica que se obtendrá una buena resistencia a corto y largo plazo, ya que la temperatura del concreto condiciona la velocidad del proceso de endurecimiento inicial, Un elevado calor de hidratación significaría una elevada resistencia a corto plazo, y menor calor de hidratación significaría una mejor resistencia a largo plazo, a pesar de que la temperatura se encuentra dentro del rango aceptable se esperaba un buen desarrollo de las resistencias de corto y largo plazo aunque esta sea menor debido al contenido de agregado ligero”.

Finalmente, vistos los resultados obtenidos en la investigación y habiendo discutido los mismos en relación a otras investigaciones nacionales e internacionales, se concluye que el uso de poliestireno mejora los efectos de confort térmico en las viviendas tropicales como los de la ciudad de Puerto Maldonado.

CONCLUSIONES.

Se ha demostrado que el uso de poliestireno mejora los efectos de confort térmico en las viviendas tropicales, pues según la Tabla N° 10, El confort térmico promedio de una vivienda convencional es de 29,93 °C, mientras que de la vivienda construida de poliestireno es de 23,33 °C; es decir, existe una disminución de 29,93 °C a 23,33 °C de temperatura, habiendo una disminución de 6,6 °C, se puede afirmar que en la vivienda construida por poliestireno está en el rango (20 °C a 25 °C) de temperatura considerada como confort térmico por lo que se concluye que el uso de poliestireno mejora los efectos de confort térmico en las viviendas tropicales como de la ciudad de Puerto Maldonado.

Se ha demostrado que el uso de poliestireno mejora de manera significativa la temperatura del aire en las viviendas tropicales, pues observando la Tabla N° 14, la temperatura promedio de una vivienda convencional es de 29,93 °C, mientras que de la vivienda construida de poliestireno es de 23,33 °C; lo cual significa que existe una disminución de 29,93 °C a 23,33 °C de temperatura del aire, habiendo una disminución de 6,6 °C, se puede afirmar que en la vivienda construida por poliestireno está en el rango (20 °C a 25 °C) de temperatura del aire considerada dentro del confort térmico, por lo que se concluye que el uso de poliestireno mejora de manera significativa la temperatura del aire en las viviendas tropicales

Se ha establecido que el uso de poliestireno mejora de manera significativa la humedad relativa en las viviendas tropicales, pues analizando la Tabla N° 18, la humedad relativa promedio de una vivienda convencional es de 78,00%, mientras que de la vivienda construida de poliestireno es de 53,67%; lo que

significa que existe una disminución de 78,00% a 53,67% de la humedad relativa, habiendo una disminución de 24.33%, se puede afirmar que en la vivienda construida por poliestireno está en el rango (40% a 65%) de la humedad relativa considerada dentro del confort térmico. Por lo que se concluye que el uso de poliestireno mejora de manera significativa la humedad relativa en las viviendas tropicales como de la ciudad de Puerto Maldonado.

Se ha demostrado que el uso de poliestireno mejora de manera significativa la velocidad del aire en las viviendas tropicales, ya que según la Tabla N° 22, la velocidad del viento promedio de una vivienda convencional es de 2,700 m/s, mientras que de la vivienda construida de poliestireno es de 1,607 m/s; el cual significa que existe una disminución de 2,700 m/s a 1,607 m/s de la humedad relativa, habiendo una disminución de 1,093 m/s, se puede afirmar que en la vivienda construida por poliestireno está en el rango (0 m/s a 2 m/s) de la velocidad del viento considerada dentro del confort térmico. por lo que se concluye que el uso de poliestireno mejora de manera significativa la velocidad del aire en las viviendas tropicales como de la ciudad de Puerto Maldonado.

RECOMENDACIONES.

La principal atracción de este tipo de viviendas son las propiedades ecológicas y el material con el que se construyen. Por lo tanto, este tipo de construcción se recomienda porque es adecuado para el clima de la ciudad de Puerto Maldonado, lo que también puede ser una ayuda importante en los países afectados por este tipo de clima. Además, en función de la calidad de la "estructura apropiada", en caso de incendio, estos tipos de construcción no emiten gases tóxicos.

Se recomienda construir viviendas de poliestireno expandido porque "es un material libre de Aldehído de olor irritante y está adaptado para proporcionar una excelente circulación de aire. Además, las paredes hechas de este material que no se pudren ni se deforman, tienen altas propiedades de aislamiento térmico, lo que reduce significativamente los costos de calefacción y enfriamiento".

Este tipo de construcción tiene una usabilidad y un ámbito de aplicación que incluye una tipología estructural que puede desarrollarse, ya que la simplicidad constructiva es particularmente notable en relación con los elementos, la incorporación de hormigón in situ mediante técnicas de proyección a bajo costo en cada trabajo, la posibilidad de usar paneles convencionales, facilidad de manejo, versatilidad de uso e incluso manipulación y transformación de paneles durante el proceso de montaje.

Se recomienda que se ejecuten e implementen el escenario y las propuestas de mejora de viviendas como planteadas en la investigación, para lograr el confort térmico adecuado en cuanto a temperatura, humedad relativa y velocidad del aire.

FUENTES DE INFORMACIÓN.

Behar, Daniel. 2008. *Metodología de la Investigación*. Bogotá : Shalom, 2008. 978-959-212-783-7.

Blender, María. 2015. El confort térmico. *Arquitectura y energía*. [En línea] 2015. [Citado el: 13 de Agosto de 2018.] <http://www.arquitecturayenergia.cl/home/el-confort-termico/>.

Bustamante, Diego Martín y Diaz, Clara Angélica. 2014. Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto alivianado con perlas de poliestireno expandido reciclado. *Universidad Nacional de San Agustín*. [En línea] 2014. [Citado el: 24 de Agosto de 2018.] <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/2894/MTbumedm030.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Chicaiza, Verónica. 2017. Análisis comparativo de la resistencia a compresión entre bloques tradicionales y bloques elaborados con poliestireno expandido granular y bloques elaborados con tusa de maíz triturado como sustituto parcial del agregado grueso. *Universidad Técnica de Ambato*. [En línea] 2017. [Citado el: 17 de Agosto de 2018.] <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26499/1/Tesis%201165%20-%20Chicaiza%20Llumipanta%20Ver%C3%B3nica%20Abigail.pdf>.

Construmática. 2017. Confort Térmico. *Todo sobre construcción sostenible*. [En línea] 2017. [Citado el: 12 de Julio de 2018.] https://www.construmatica.com/construpedia/Confort_T%C3%A9rmico.

Coscollano, José. 2010. *Ahorro Energético en la Construcción y Rehabilitación de Edificios*. México : Paraninfo, 2010.

Cosinga, Anthony Bryan y Gómez, Rodolfo Andrés. 2017. Análisis comparativo del costo estructural de un edificio empleando losas aligeradas con poliestireno expandido versus ladrillo de arcilla. *Universidad San Martín de Porres*. [En línea] 2017. [Citado el: 13 de Agosto de 2018.] http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/3719/1/cosinga_gomez.pdf.

Escobar, Jorge Rodolfo. 2007. *Introducción a la Tipología Estructural*. México : Universitaria, 2007.

EUMEPS CONSTRUCTION. 2003. *Documento de antecedentes para la normalización Europea*. Madrid : EUMEPS, 2003.

Fernández, León. 2009. *Casa construida con paneles de ferrocemento y poliestireno por auto construcción*. México : UAM-AZCAPOTZALCO, 2009. 970-654"42-9 .

Hernández, Roberto, Fernández, Carlos y Baptista, Pilar. 2014. *Metodología de la Investigación*. México : McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2014. 978-607-15-0291-9.

Moreno, Alfonso, y otros. 2011. *Innovación al sistema constructivo de paneles de espuma de poliestireno expandido, para incorporación de elementos estructurales, en construcción de vivienda*. 4, México : Universidad de Guadalajara, 2011, Vol. IV.

Lituma, Mónica y Zhunio, Brigida. 2015. Influencia de las perlas de poliestireno expandido (EPS) en el peso y en la resistencia a compresión del hormigón. *Universidad de Cuenca*. [En línea] 2015. [Citado el: 23 de Agosto de 2018.] <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23112/1/Tesis.pdf>.

Llanque , Josué. 2000. *Arquitectura Bioclimática*. Arequipa : UNSA, 2000.

Matínez, Nuria. 2012. Paneles Estructurales de Poliestireno Expandido. *Universidad Politécnica de Cartagena*. [En línea] 18 de Setiembre de 2012. [Citado el: 14 de Julio de 2018.] <http://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/3076/tfg62.pdf?sequence=1>.

Delgado, U y Johana, E. 2018. *Mejoras para el proceso de construcción de viviendas de interés social fabricadas bajo el sistema constructivo de paneles de poliestireno expandido empleando herramientas de manufactura esbelta*.3, Venezuela : Tekhné, 2018, Vol. XX. 97-0007.

Naisbitt, J y Aburdene, P. 2000. *Megatendencias 2000*. Barcelona : Norma, 2000.

Payano, Evelyn. 2014. Espacio arquitectónico y confort térmico de los usuarios de la I.E. San José – Perene. *Universidad Nacional del Centro del Perú*. [En línea] 2014. [Citado el: 23 de Julio de 2018.] http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/359/TARQ_45.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Rodríguez, Hugo Emmanuel. 2017. Concreto liviano a base de poliestireno expandido para la prefabricación de unidades de albañilería no estructural – Cajamarca. *Universidad Nacional de Cajamarca*. [En línea] 2017. [Citado el: agosto de 10 de 2018.] <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/999/TESIS-CLP%20PUBLICA%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Rodríguez, V. 2010. *Introducción a la Arquitectura Bioclimática*. México : Limusa, 2010.

Ruiz, Geovanny y Ballesteros, Iván. 2014. Análisis del poliestireno expandido como material de relleno en suelos de alta compresibilidad. *Pontificia Universidad Católica del Ecuador*. [En línea] 2014. [Citado el: 20 de Agosto de

2018.] <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/6422/9.20.001872.pdf?sequence=4>.

Saura, Caries. 2013. *Arquitectura y Medio Ambiente*. Madrid : Architectonics, 2013.

Segami , R y Linares, J. 2011. *Clima y Confort en Arquitectura*. Lima : UNI, 2011.

ANEXOS.

Matriz de consistencia.

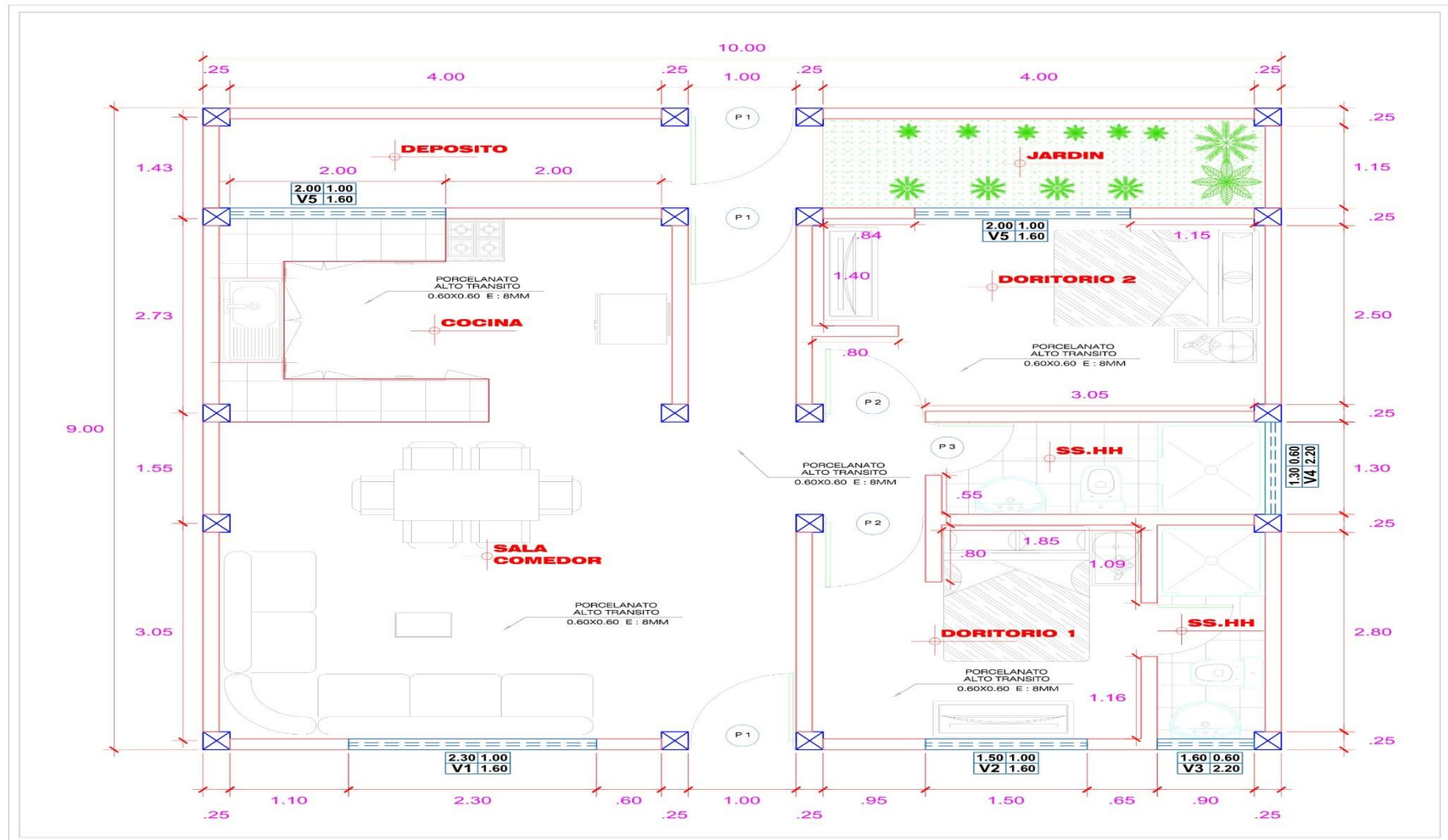
Título: Uso de poliestireno y sus efectos de confort térmico en las viviendas tropicales, Puerto Maldonado – 2018.				
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿En qué medida el uso de poliestireno mejora los efectos de confort térmico en las viviendas tropicales, Puerto Maldonado – 2018?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar en qué medida el uso de poliestireno mejora los efectos de confort térmico en las viviendas tropicales, Puerto Maldonado – 2018.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>El uso de poliestireno mejora los efectos de confort térmico en las viviendas tropicales, Puerto Maldonado – 2018.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE:</p> <p>X: Uso de poliestireno.</p>	<p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: Experimental.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> $O_1 \rightarrow X \rightarrow O_2$ </div>
<p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>¿Cómo influye el uso de poliestireno en la mejora de la temperatura del aire en las viviendas tropicales?</p> <p>¿De qué manera el uso de poliestireno mejora la humedad relativa en las viviendas tropicales?</p> <p>¿En qué medida el uso de poliestireno mejora la velocidad del aire en las viviendas tropicales?</p>	<p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>Establecer cómo influye el uso de poliestireno en la mejora de la temperatura del aire en las viviendas tropicales.</p> <p>Analizar de qué manera el uso de poliestireno mejora la humedad relativa en las viviendas tropicales.</p> <p>Estudiar en qué medida el uso de poliestireno mejora la velocidad del aire en las viviendas tropicales.</p>	<p>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS</p> <p>El uso de poliestireno mejora de manera significativa la temperatura del aire en las viviendas tropicales.</p> <p>El uso de poliestireno mejora de manera significativa la humedad relativa en las viviendas tropicales.</p> <p>El uso de poliestireno mejora de manera significativa la velocidad del aire en las viviendas tropicales.</p>	<p>VARIABLE DEPENDIENTE:</p> <p>Y: Confort térmico para viviendas tropicales.</p> <p>DIMENSIONES:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Temperatura de aire. 2. Humedad relativa. 3. Velocidad del aire. 	<p>NIVEL DE INVESTIGACIÓN: Explicativo.</p> <p>TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada.</p> <p>POBLACIÓN: Viviendas construidas con poliestireno.</p> <p>MUESTRA: Construcción de una vivienda utilizando poliestireno.</p> <p>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS:</p> <p>TÉCNICA: Observación. INSTRUMENTO: Guía de observación.</p> <p>TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS:</p> <p>Estadística descriptiva e inferencial.</p>

Matriz de operacionalización de variables.

Título: Uso de poliestireno y sus efectos de confort térmico en las viviendas tropicales, Puerto Maldonado – 2018.			
VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE VALORACIÓN
POLIESTIRENO: Denominado también como polímero termoplástico producto de la polimerización del estireno monómero CONFORT TÉRMICO: Sensación neutra de temperatura que siente una persona con relación a un ambiente térmico determinado. Para la norma internacional ISO 7730 es la condición mental de la persona que expresa la satisfacción con el ambiente térmico.	4. Temperatura de aire: Temperatura normal que siente una persona con relación al ambiente térmico, en lugares cálidos como la ciudad de Puerto Maldonado es usualmente tomada de 20 a 25 grados como normal.	<ul style="list-style-type: none"> • Min: 20° • Max: 25° 	<ul style="list-style-type: none"> • Alta • Normal • Baja
	5. Humedad relativa: Relación que existe entre la cantidad de humedad que contiene una masa de aire y la que contendría cuando está totalmente saturada	<ul style="list-style-type: none"> • Min: 40% • Max: 65%. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alta • Normal • Baja
	6. Velocidad del aire: Son parámetros que se utilizan en los cálculos de la sensación térmica que siente una persona, normalmente se expresa en m/s.	<ul style="list-style-type: none"> • Min: 0 m/s • Max: 2 m/s 	<ul style="list-style-type: none"> • Alta • Normal

16	13:20									22												<i>Puffo</i>
17	13:20																					<i>Puffo</i>
18	13:20									22												<i>Puffo</i>
19	13:20																					<i>Puffo</i>
20	13:20														25							<i>Puffo</i>
21	13:20																					<i>Puffo</i>
22	13:20																					<i>Puffo</i>
23	13:20																					<i>Puffo</i>
24	13:20																					<i>Puffo</i>
25	13:20									22												<i>Puffo</i>
26	13:20																					<i>Puffo</i>
27	13:20																					<i>Puffo</i>
28	13:20																					<i>Puffo</i>
29	13:20																					<i>Puffo</i>
30	13:20																					<i>Puffo</i>

Plano de construcción:



Proceso de construcción:



Proceso de construcción: Etapa 1



Proceso de construcción: Etapa 1



Proceso de construcción: Etapa 2



Proceso de construcción: Etapa 2



Proceso de construcción: Etapa 3



Proceso de construcción: Etapa 3



Proceso de construcción: Etapa 4



Proceso de construcción: Etapa 4



Proceso de construcción: Etapa 5



Proceso de construcción: Etapa 6



Proceso de construcción: Etapa 7



Proceso de construcción: Etapa 8