



TESIS UANCV

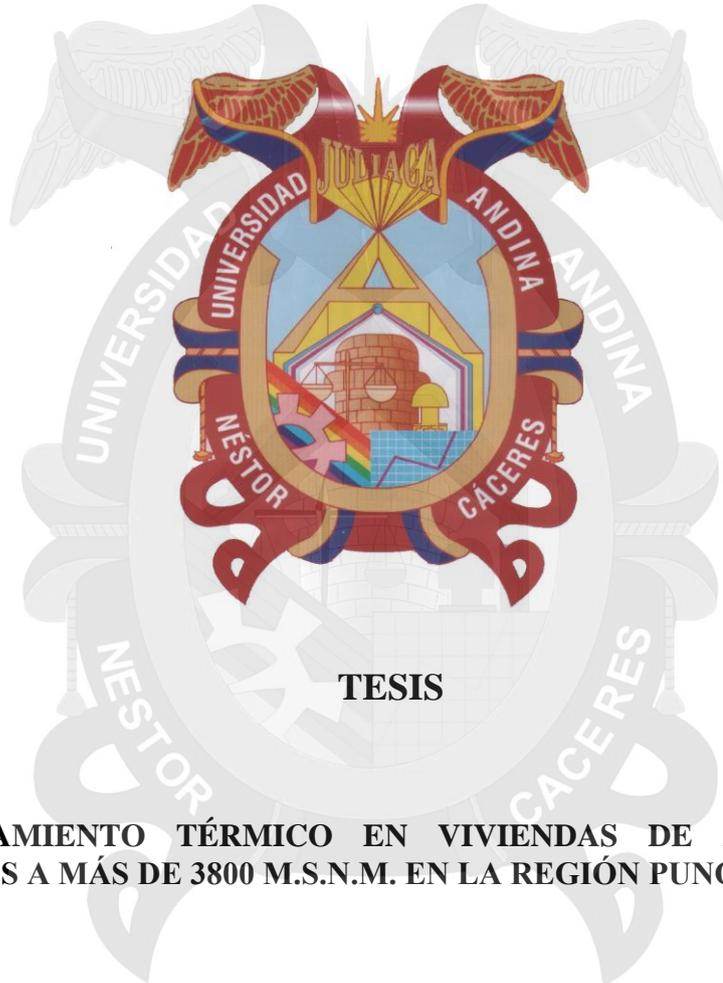


UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

UNIVERSIDAD ANDINA

"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS

**"ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DE ADOBE
UBICADOS A MÁS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO"**

PRESENTADO POR:

BACH. NÉSTOR ROLANDO FLORES CERVANTES

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

JULIACA – PERÚ

2017



UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

"ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DE ADOBE
UBICADOS A MÁS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO"

PRESENTADO POR

BACH. FLORES CERVANTES, NÉSTOR ROLANDO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

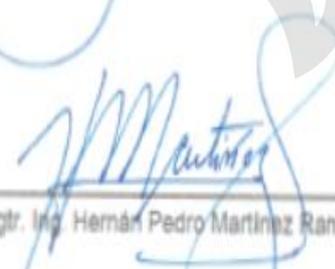
INGENIERO CIVIL

APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE


Mgtr. Ing. Felipe Santiago Jara Vidalón Vega

PRIMER MIEMBRO


Mgtr. Ing. Hernán Pedro Martínez Ramos

SEGUNDO MIEMBRO


Ing. Wilfredo David Supo Pacori



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

RESOLUCIÓN DECANAL Nº 341-2017-D-FICP-UANCV

Juliaca, 09 de noviembre de 2017.

VISTOS:

El informe N° 166-2017-D-EPIC-FICP-UANCV-I, del Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, el Informe N° 036-2017-FSJV/PJCBT-EPIC/UANCV del Presidente del Jurado dictaminador del Trabajo de Tesis, RESOLUCIÓN DECANAL N° 114-2016-D-FICP-UANCV, y con el acta de calificación de Perfil de tesis de fecha 30 de junio de 2016, y el acta de calificación del Borrador de Tesis de fecha 11 de octubre de 2017, para optar al Título Profesional de Ingeniero Civil, con el tema titulado: "ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DE ADOBE UBICADOS A MÁS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO".

CONSIDERANDO:

Que, el(los) Bachiller(es): FLORES CERVANTES, NESTOR ROLANDO, ha presentado su Trabajo de Tesis Titulado: "ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DE ADOBE UBICADOS A MÁS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO".

Que, habiendo procedido de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el presidente de la Comisión de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías, nominó como Jurado a los siguientes Docentes:

- * Presidente : Mgtr. Ing. FELIPE SANTIAGO, JARA VIDALÓN VEGA
- * 1er Miembro : Mgtr. Ing. HERNAN PEDRO, MARTINEZ RAMOS
- * 2do Miembro : Ing. WILFREDO DAVID, SUPO PACORI

Que, el Jurado Dictaminador ha aprobado en su integridad el Trabajo de Tesis titulado: "ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DE ADOBE UBICADOS A MÁS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO".

Estando en la opinión favorable por el Presidente de la Comisión de Grados y Títulos, en concordancia al Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria 30220, ley de creación de la UANCV 25738 y modificación, Resolución de Institucionalización 1287-92-ANR D.L. 739, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

SE RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- APROBAR, el TRABAJO DE TESIS, de el(los) Bachiller(es): FLORES CERVANTES, NESTOR ROLANDO, para optar al Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: "ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DE ADOBE UBICADOS A MÁS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO".

La misma que deberá proceder a la impresión de su borrador de Tesis en limpio, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras - Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

ARTICULO SEGUNDO.- La Comisión de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional Ingeniería Civil, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

Cc:
Humberto
Arch:
Alfredo



UNIVERSIDAD ANDINA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Alfredo
Mg. Ing. ALFREDO LEONARDO BUTRÓN
DECANO
CIP: 32599



UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
J. Cáceres
Cecilia A. Cáceres Vargas
VICEDIRECTORA ACADÉMICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
CIP: 72725



DEDICATORIA

A mis queridos padres José Flores y Francisca Cervantes quienes han sido mi pilar fundamental para seguir adelante, durante toda esta etapa de mi carrera; gracias a ellos por apoyarme siempre en cada decisión que he tomado, y por toda la confianza en cada reto que se me ha presentado, les dedico este trabajo ya que continuamente me apoyaron sin dudar ni un solo momento de mí.

A mis queridos hermanos: Maritza, Dianet y Alexander por todo el apoyo incondicional que siempre me han brindado en mi formación profesional.

Néstor Rolando



AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a mis padres por su apoyo y confianza, mi eterno agradecimiento, toda mi admiración, respeto y cariño para mis padres y hermanas por su amor, paciencia, comprensión y sus palabras de aliento para culminar con mi formación profesional.

Agradezco a mi asesor Lic. Natalio Miranda Rivera - UNAP, el más sincero agradecimiento por la ayuda que me brindo para desarrollar la tesis, ya que con gran responsabilidad supo guiarme con sus conocimientos y experiencia para cumplir con la meta propuesta.

Mi agradecimiento a los miembros del jurado por haberme brindado su aporte valioso en la culminación de este trabajo e invaluable apoyo en todo momento.

Mi agradecimiento a las personas que me brindaron su apoyo en el desarrollo de mi tesis y a aquellas personas que sin dudar me apoyaron a construir la propuesta de vivienda que se hizo una realidad.



DEDICATORIA i

AGRADECIMIENTO ii

INDICE DE FIGURAS xii

INDICE DE TABLAS xv

INDICE DE GRAFICOS xviii

INDICE DE ESQUEMAS xx

INDICE DE ANEXOS xxi

RESUMEN xxiii

ABSTRACT xxv

INTRODUCCIÓN xxvii

CAPITULO I: GENERALIDADES 1

 1.1 Descripción del Problema 1

 1.2 Planteamiento del Problema 1

 1.2.1 Problema General 2

 1.2.2 Problemas Específicos 2

 1.3 Justificación del Problema 3

 1.3.1 Justificación Técnica 4

 1.3.2 Justificación Económica 4

 1.3.3 Justificación Social 4

 1.3.4 Justificación Tecnológica 5

 1.3.5 Justificación Ambiental 5

 1.4 Objetivos 5

 1.4.1 Objetivo General 5

 1.4.2 Objetivos Específicos 5

 1.5 Hipótesis 5

 1.5.1 Hipótesis General 5

 1.5.2 Hipótesis Específicos 6

 1.6 Sistema de Variables 6

 1.6.1 Operacionalización de Variables 6

CAPITULO II: MARCO TEORICO REFERENCIAL 8

 2.1 Antecedentes de la Investigación 8



2.1.1	Antecedente Nacional	8
2.1.2	Antecedente Local	8
2.1.3	Antecedente Internacional.....	9
CAPITULO III: MARCO TEORICO		11
3.1	Acondicionamiento térmico	11
3.1.1	Aislamiento térmico.....	11
3.1.2	Envolvente Térmica	12
3.1.3	Transferencia de Calor.....	12
3.1.3.1	Conducción	13
3.1.3.2	Convección	14
3.1.3.3	Radiación	15
3.1.4	Balance de energía para el aire dentro de una habitación.....	15
3.1.5	Propiedades térmicas de los materiales de construcción	16
3.1.5.1	Conductividad y Resistividad.....	17
3.1.5.2	Calor	17
3.1.5.3	Conductividad Térmica (k).....	17
3.1.5.4	Materiales Aislantes	19
3.1.5.5	Calor específico.....	19
3.1.5.6	Difusividad térmica (α).....	20
3.1.5.7	Inercia térmica (Q).....	20
3.1.6	Confort Térmico	21
3.1.6.1	Clima interior de la vivienda.....	21
3.1.7	Ábacos bioclimáticos.....	22
3.1.7.1	Grafica de Víctor Olgyay	22
3.1.7.2	Abaco de Givoni	24
3.1.8	Balance térmico	27
3.1.8.1	Pérdidas de calor	27
3.1.8.2	Ganancias de calor	28
3.1.9	Factores Medio Ambientales y Climáticos.....	28



3.1.10	Aspectos Arquitectónicos de Diseño.....	30
3.1.10.1	Ubicación y Orientación.....	30
3.1.10.2	Distribución	31
3.1.10.3	Geometría	31
3.1.11	Materiales y Almacenamiento de Energía.....	31
3.1.12	Calefacción y Refrigeración Solar Pasiva	31
3.1.12.1	Captación Solar Pasiva	32
3.1.12.2	Elementos captadores directos	32
3.1.12.3	Elementos captadores indirectos.....	33
3.1.13	Elementos Constructivos	33
3.1.13.1	Techos y suelos	33
3.1.13.2	Muros	33
3.1.14	Viviendas de Adobe.....	34
3.1.14.1	Características del Adobe	34
3.1.14.2	Fabricación de bloques de adobe.....	34
3.1.14.3	Sistema estructural.....	42
CAPITULO IV: MARCO CONCEPTUAL.....		43
4.1	La Totora	43
4.1.1	Aplicaciones de la Totora	43
4.2	Historia del Adobe	44
4.3	El sol, su trayectoria y el diseño bioclimático	45
4.3.1	Representación de la trayectoria solar.....	45
4.4	Normas Técnicas.....	47
4.4.1	Perú: Norma EM. 110.....	47
4.4.2	Argentina: IRAM. 11605	47
CAPITULO V: METODOLOGIA DEL MARCO EXPERIMENTAL		48
5.1	Tipo de Investigación	48
5.2	Diseño de Investigación	48
5.3	Población y Muestra.....	48
5.4	Técnicas y Estrategias	48



5.4.1	Técnicas	48
5.4.2	Estrategias	49
5.5	Procedimiento General.....	49
5.5.1	Prueba de conductividad térmica	49
5.6	Ensayos de conductividad térmica	49
5.7	Ensayo experimental de conductividad térmica.....	50
5.7.1	Referencias del Ensayo	50
5.7.2	Parámetros para el análisis	50
5.8	Equipos y materiales	50
5.9	Preparación de las muestras.....	50
5.9.1	Totora	50
5.9.2	K'esana.....	51
5.10	Procedimiento del ensayo en laboratorio.....	53
5.11	Cálculo y expresión para los resultados.....	57
5.12	Diseño y construcción del prototipo de Vivienda de Adobe Acondicionada Térmicamente con Materiales Térmicos.....	57
5.12.1	Aislación térmica del techo y cielo raso	58
5.12.2	Aislación térmica de los muros	59
5.12.3	Aislación térmica de la ventana	60
5.12.4	Aislación térmica de la puerta.....	60
5.12.5	Aislación térmica de los pisos.....	60
5.12.6	Captación de calor.....	61
5.13	Mediciones Térmicas Posteriores a la Construcción de la Vivienda.....	61
5.14	Validación del Modelo de Simulación Térmica.....	62
CAPITULO VI: DIAGNOSTICO SITUACIONAL DE LAS VIVIENDAS RURALES EN LA REGION PUNO A MÁS DE 3800 M.S.N.M.		
63		
6.1	Localización	63
6.1.1	Ubicación Geográfica y Limites de la Región Puno.....	63
6.1.2	Extensión y límites territoriales.....	64



6.1.3	Confirmación política	67
6.1.3.1	Ubicación y Superficies del Distrito de Juli	65
6.1.3.2	Ubicación y Superficies del Distrito de Vilquechico.....	66
6.1.3.3	Ubicación y Superficies del Distrito de Ajoyani	67
6.1.4	Vías de comunicación de la Región de Puno	68
6.2	Aspecto Físico.....	68
6.2.1	Climatología de la Región Puno	68
6.2.2	Clima del distrito de Juli – Chucuito	68
6.2.3	Clima del distrito de Ajoyani – Carabaya.....	69
6.2.4	Clima del distrito de Vilquechico – Huancané.....	69
6.3	Aspecto Social	70
6.3.1	Población urbana y rural por provincia	70
6.3.1.1	Según área urbana – rural.....	70
6.3.2	Migración	71
6.3.2.1	Migración interna.....	71
6.3.2.2	Migración de toda la vida.....	71
6.3.3	Actividad económica en la Región de Puno	72
6.3.4	Actividad económica del Distrito de Juli	73
6.3.5	Actividad económica del Distrito de Ajoyani	73
6.3.6	Actividad económica del Distrito de Vilquechico.....	73
6.3.7	Educación	74
6.3.7.1	Educación en el Distrito de Juli – Chucuito.....	75
6.3.7.2	Educación en el Distrito de Ajoyani – Carabaya	75
6.3.7.3	Educación en el Distrito de Vilquechico – Huancané.....	76
6.3.8	Salud en el departamento de Puno	76
6.3.8.1	Salud en el distrito de Juli – Chucuito.....	77
6.3.8.2	Condiciones del personal del hospital Rafael Ortiz Ravines de Juli	77
6.3.8.3	Salud en el distrito de Ajoyani – Carabaya	78
6.3.8.4	Densidad poblacional atendida.....	78



6.3.9	Mortalidad en la Región Puno	79
6.3.9.1	Niveles y tendencia de la mortalidad	79
6.3.9.2	Mortalidad general por grupos de edad a nivel regional	80
6.3.9.5	Tasa de mortalidad en el distrito de Vilquechico – Huancané.....	88
6.3.10	Morbilidad.....	89
6.3.10.2	Análisis de la morbilidad del distrito de Juli – Chucuito.....	91
6.3.10.3	Análisis de la morbilidad del distrito de Ajoyani – Carabaya	92
6.3.10.4	Análisis de la morbilidad del distrito de Vilquechico – Huancané.....	93
6.3.11	Vivienda e infraestructura en la Región Puno	94
6.3.11.1	Vivienda en el distrito de Juli – Chucuito	95
6.3.11.2	Vivienda en el distrito de Ajoyani – Carabaya.....	95
6.3.11.3	Vivienda en el distrito de Vilquechico – Huancané	96
6.3.12	Tipologías de Vivienda	97
6.3.12.1	Tipología de la vivienda rural Altoandina	97
6.3.12.2	Tipología de la vivienda circunlacustre	98
6.3.12.3	Técnicas constructivas	99
6.3.17	Plantilla de análisis de viviendas	116
6.3.17.1	Análisis de la vivienda rural del distrito de Juli.....	116
6.3.17.2	Análisis de la vivienda rural del distrito de Ajoyani.....	117
6.3.17.3	Análisis de la vivienda rural del distrito de Vilquechico	118
CAPITULO VII: PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVA DE SOLUCION.....		119
7.1	Localización	119
7.2	Proyecto.....	119
7.3	Características Arquitectónicas	120
7.3.1	Forma	120
7.3.2	Mejoras constructivas implementadas.....	121
7.3.3	Características de la vivienda de adobe acondicionada térmicamente..	121
7.3.3.1	Aislación térmica del techo	121



7.3.3.2 Aislación térmica de los marcos	122
7.3.3.3 Aislación térmica de la ventana	123
7.3.3.4 Aislación térmica de la puerta.....	123
7.3.3.5 Aislación térmica de los pisos.....	124
7.3.3.6 Captación de calor	124
CAPITULO VIII: INGENIERIA DE LA ALTERNATIVA PROPUESTA	127
8.1 Ingeniería de la Propuesta	127
8.1.1 Descripción de la propuesta.....	127
8.2 Estructuras.....	127
8.2.1 Consideraciones tomadas para el diseño.....	127
8.2.2 Planos y especificaciones técnicas	127
8.3 Diseño.....	127
8.3.1 Dimensionamiento de Dormitorio Principal	127
8.4 Diseño Estructural.....	128
8.5 Diseño de Instalaciones Eléctricas	128
8.5.1 Alcances.....	128
8.5.2 Descripción de las Instalaciones	128
8.5.3 Suministro de Energía Eléctrica	128
8.5.4 Carga Instalada y Máxima Demanda Cálculo de la Carga Instalada (CI) ..	128
8.5.5 Intensidad (I)	129
8.5.6 Bases de Cálculo	129
8.5.7 Sistema de Tierra	129
8.6 Especificaciones Técnicas	129
8.6.1 Estructuras.....	129
8.6.2 Arquitectura.....	129
8.6.3 Instalaciones Eléctricas.....	130
CAPITULO IX: ANALISIS DE PARAMETROS VINCULANTES AL PROBLEMA	130
9.1 Aislamiento térmico.....	130
9.1.1 Referencias Normativas	130
9.1.2 Parámetros para el análisis	130



3.1.2 Características de los materiales de la vivienda..... 161

CAPITULO X: EVALUACION Y DISCUSION DE RESULTADOS 142

10.1 Conductividad Térmica 142

10.2 Mediciones Térmicas..... 143

10.2.1 Mediciones Experimentales..... 143

10.2.2 Mediciones Térmicas Posteriores a la Construcción..... 143

10.3 Discusiones 145

10.4 Prueba Estadística..... 146

CAPITULO XI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 151

11.1 Conclusiones 151

11.2 Recomendaciones 155

ANEXO 156

I. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 157

II. CALCULO DEL COEFICIENTE DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA..... 160

III. SIMULACIÓN TÉRMICA DE LA VIVIENDA DE ADOBE ACONDICIONADA
TERMICAMENTE CON MATERIALES TERMICOS 166

3.1 Características básicas de Ecotect y su integración en el análisis de una
Vivienda 166

3.2 Áreas de trabajo 166

3.2.1 Interfaz del programa..... 167

3.2.2 Definición del modelo geométrico 167

3.2.3 Herramientas de trabajo en Ecotect..... 168

3.3 Project 171

3.4 3D Editor 172

3.5 Visualise 173

3.5.1 Visualización de capas y propiedades 174

3.5.2 Visualización de sombras 176

3.5.3 Opciones de Visualización..... 176

3.5.4 Análisis de radiación solar incidente sobre superficies 177

3.5.5 Análisis de Sombras..... 178

3.5.6 Distribución de temperaturas y confort térmico..... 179



3.5.7	Geometría solar	180
3.5.8	Mejor Orientación	181
IV.	PROPUESTA DE DIFUSION TECNOLOGICA	183
V.	DOCUMENTACION REFERENCIA IMPORTANTE	184
VI.-	EVALUACIÓN ECONOMICA DE LA PROPUESTA PLANTEADA	185
6.1	Análisis de costos	185
6.2	Análisis de comparación de costos y características de la vivienda	192
6.3	Presupuesto de la vivienda acondicionada térmicamente	193
6.4	Presupuesto de la vivienda no acondicionada térmicamente	210
VII.-	CERTIFICADOS DE ENSAYOS REALIZADOS	222
VIII.-	PANEL FOTOGRAFICO	223
IX.-	MATRIZ DE CONSISTENCIA	238
X.-	CUESTIONARIO DE ENCUESTAS	240
XI.-	REGISTRO DE TEMPERATURAS	242
XII.-	REFERENCIA DEL ENSAYO DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	251
PLANOS	264



INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1.a. Casa solar Hacienda Palermo en el Distrito de Juli.....9

Figura 3.1.a. Transferencia de calor.....13

Figura 3.2.b. Transmisión de calor por conducción.....18

Figura 3.3.c. Vivienda bioclimática.....22

Figura 3.4.d. Ubicación y orientación de viviendas.....30

Figura 3.5.e. El adobe.....35

Figura 3.6.f. Pruebas de granulometría.....36

Figura 3.7.g. Niveles de estratos.....37

Figura 3.8.h. Prueba de plasticidad 1.....37

Figura 3.9.i. prueba de plasticidad 2.....38

Figura 3.10.j. Prueba de plasticidad 3.....38

Figura 3.11.k. Prueba de resistencia prueba de bolita.....38

Figura 3.12.l. Resultados de la prueba de bolita.....39

Figura 3.13.m. Barro para adobes.....39

Figura 3.14.n. Molde de adobes.....40

Figura 3.15.o Barro.....40

Figura 3.16.p. Enrasado de barro41

Figura 3.17.q. Desmoldado41

Figura 3.18.r. Tendal.....41

Figura 4.1.a. Isla de los Uros en Puno.....44

Figura 4.2.b. Trayectoria solar.....45

Figura 4.3.c. Trayectoria del sol Hemisferio sur.....46

Figura 4.4.d. Trayectoria del sol.....46

Figura 4.5.e. Posición del sol.....47

Figura 5.1.a Totora de la Bahía del lago Titicaca.....50

Figura 5.2.b. K'esana de Totora.....51



Figura 5.3.c. Tatora extendida.....	51
Figura 5.4.d. Distribución de Soguillas.....	52
Figura 5.5.e. Tejido de la K'esana.....	52
Figura 5.6.f. Muestra de K'esana de Tatora.....	53
Figura 5.7.g. Instalación de adobes y hornilla eléctrica.....	53
Figura 5.8.h. Equipo de transferencia de calor.....	54
Figura 5.9.i. Medición de calor.....	54
Figura 5.10.j. K'esana de Tatora.....	55
Figura 5.11.k. K'esana en recinto de calor.....	55
Figura 5.12.l. Registro de temperaturas.....	56
Figura 5.13.m. Procesamiento de datos en computadora.....	56
Figura 5.14.n. Ley de Fourier.....	57
Figura 5.15.o. Diseño Arquitectónico.....	58
Figura 5.16.p. K'esana en el cielo raso.....	59
Figura 5.17.q. K'esana en muros.....	59
Figura 5.18.r. Piso de habitación.....	60
Figura 5.19.s. captación de calor.....	61
Figura 5.20.t. Registro de Temperaturas.....	62
Figura 6.1.a. Mapa Político del departamento de Puno.....	63
Figura 6.2.b. Ubicación de la zona de estudio en el Distrito de Juli en la Provincia de Chucuito.....	65
Figura 6.3.c. Ubicación del Distrito de Vilquechico y la zona de estudio en la Provincia de Huancané.....	66
Figura 6.4.d. Ubicación Distrito de Ajoyani y la zona de estudio en la comunidad de alto de la Alianza en la provincia de Carabaya.....	67
Figura 6.5.e. Vivienda rural en el distrito de Juli.....	116
Figura 6.6.f. Vivienda rural en el distrito de Ajoyani.....	117
Figura 6.7.g. Vivienda rural en el distrito de Vilquechico.....	118



Figura 7.1.a. Propuesta de vivienda de Adobe Acondicionada y terminado.....120

Figura 7.2.b. Características de la vivienda Acondicionada.....122

Figura 7.3.c. Vivienda aislada con materiales térmicos.....122

Figura 7.4.d. Ventana de la Vivienda.....123

Figura 7.5.e. Puerta de madera.....123

Figura 7.6.f. Interior de la Vivienda.....124

Figura 7.7.g. Ductos solares.....125

Figura 9.1.a. Cubierta de dos aguas.....131

Figura 9.2.b. Cielo raso horizontal en el interior de las viviendas.....133

Figura 9.3.c. Muro Aislado Térmicamente.....134

Figura 9.4.d. Enlucidos en Muros.....136

Figura 9.5.e. Ventanas.....137

Figura 9.6.f. Puerta.....138

Figura 9.7.g. Piso interior de la Vivienda.....140



INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1.a. Las ocho regiones o pisos ecológicos del Perú.....29

Tabla 6.1 superficie y región natural de las provincias del departamento de Puno.....64

Tabla 6.2 Consolidado de régimen de Temperaturas: Media, Máxima y Mínima.....69

Tabla 6.3 Consolidado de régimen de Temperaturas: Media, Máxima y Mínima.....69

Tabla 6.4 Consolidado de régimen de Temperaturas: Media, Máxima y Mínima.....69

Tabla 6.5 Puno: población total, urbana y rural, según provincias, 2007.....70

Tabla 6.6 Distribución Espacial de la Población a Nivel Distrital.....71

Tabla 6.7 Departamento de puno: tasas de inmigración, emigración y neta de migración interna, según provincia de nacimiento, 1993-2007.....71

Tabla 6.8 Departamento de Puno: distribución de la población, según lugar de nacimiento, 1993 y 2007.....72

Tabla 6.9 Región Puno: matrícula en el sistema por área geográfica, según etapa, modalidad y nivel educativo 2013 (alumnos %)......74

Tabla 6.10 Niveles y Cantidad de Instituciones Educativas Juli.....75

Tabla 6.11 Niveles y Cantidad de Instituciones Educativas Ajoyani.....75

Tabla 6.12 Niveles y Cantidad de Instituciones Educativas Vilquechico.....76

Tabla 6.13 Oferta de establecimiento de salud ámbito de la Diresa-Puno 2014.....77

Tabla 6.14 Recursos de Salud.....78

Tabla 6.15 Personal con que cuenta la Micro Red Ajoyani.....78

Tabla 6.16 Personal con que cuenta la Micro Red Vilquechico.....79

Tabla 6.17 Departamento de puno: total de hijos nacidos vivos e hijos fallecidos de las mujeres de 12 y más años de edad, 2007.....79

Tabla 6.18 Material de paredes de vivienda.....94

Tabla 6.19 Viviendas Particulares, por área urbana y rural, según departamento, provincia y tipo de vivienda.....95



Tabla 6.20 Viviendas Particulares, por área urbana y rural, según departamento, provincia y tipo de vivienda.....93

Tabla 6.21 Viviendas Particulares, por área urbana y rural, según departamento, provincia y tipo de vivienda.....96

Tabla 6.22 Temperaturas Horarias.....104

Tabla 6.23 Descripción porcentual de las propiedades térmicas de los materiales de construcción.....108

Tabla 6.24 Descripción porcentual de transferencia de calor.....108

Tabla 6.25 Descripción porcentual de la apreciación sobre ubicación de vivienda...109

Tabla 6.26 Distribución porcentual de las distribuciones que cuenta las viviendas....109

Tabla 6.27 Distribución porcentual de la Ubicación de la vivienda.....110

Tabla 6.28 Descripción porcentual de la apreciación de las pérdidas caloríficas del interior de las viviendas de los pobladores encuestados110

Tabla 6.29 descripción porcentual de la Apreciación de las ganancias caloríficas al interior de las viviendas.....111

Tabla 6.30 Descripción porcentual de aislación térmica en los ambientes de las Viviendas.....111

Tabla 6.31 Descripción porcentual de lo que considera el poblador de su vivienda...112

Tabla 6.32 descripción porcentual del descenso de temperaturas.....112

Tabla 6.33 Descripción porcentual del techo de su vivienda.....113

Tabla 6.34 Descripción porcentual del muro de su vivienda.....113

Tabla 6.35 Descripción porcentual de sus ventanas de sus viviendas.....114

Tabla 6.36 Descripción porcentual de la apreciación del uso de las puertas en sus viviendas.....114

Tabla 6.37 Descripción porcentual de la apreciación del piso de las viviendas.....115

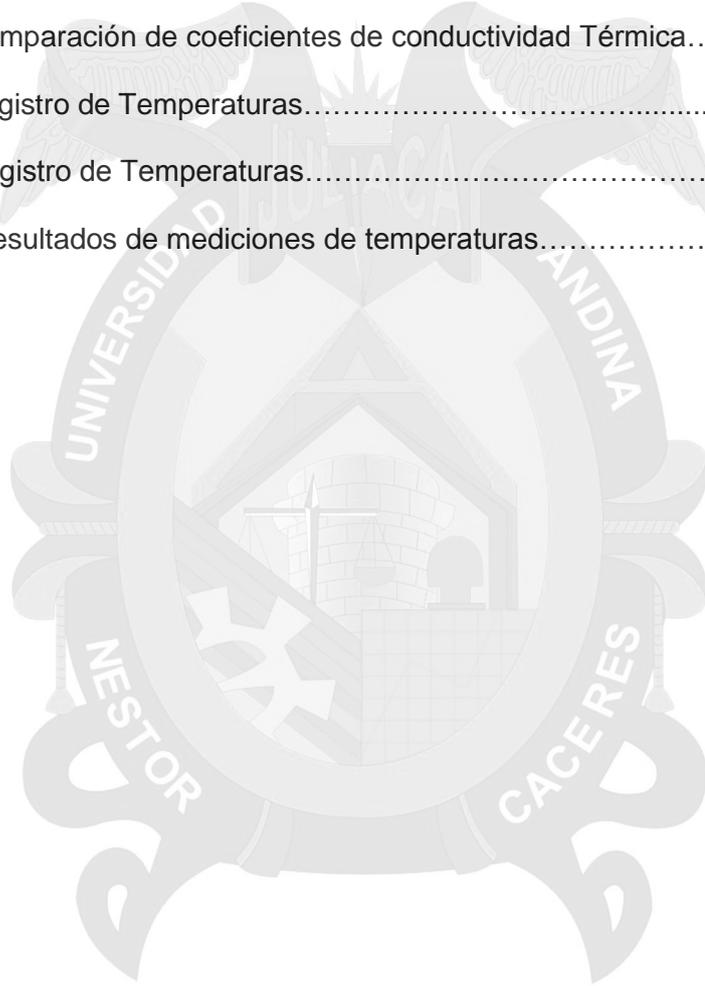
Tabla 7.1.a. Propiedades Termofísicas de los Materiales.....125

Tabla 9.1.a. Conductividad térmica de materiales de cubiertas.....127

Tabla 9.2.b. Conductividad térmica de materiales de cielorasos.....131



Tabla 9.3.b. Conductividad térmica de materiales para marcos.....	135
Tabla 9.4.d. Conductividad térmica de materiales enlucidos.....	136
Tabla 9.5.e. Conductividad térmica de materiales para ventanas.....	137
Tabla 9.6.f. Conductividad térmica de materiales de puerta.....	139
Tabla 9.7.g. Conductividad térmica de tipos de pisos.....	140
Tabla 10.1.a. Conductividad Térmica de la K'esana.....	142
Tabla 10.2.b. Comparación de coeficientes de conductividad Térmica.....	142
Tabla 10.3.c. Registro de Temperaturas.....	144
Tabla 10.4.d. Registro de Temperaturas.....	145
Tabla 10.5.e. Resultados de mediciones de temperaturas.....	147





INDICE DE GRAFICOS

Grafico 3.1.a. Víctor Olgyay.....23

Grafico 3.2.b. Abaco Givoni.....26

Grafico 6.1 Diez primeras causas de mortalidad en la Región Puno 2015.....80

Grafico 6.2 Diez primeras causas de mortalidad en la Región Puno 2015.....81

Grafico 6.3 Diez primeras causas de mortalidad en la Región Puno 2015.....82

Grafico 6.4 Diez primeras causas de mortalidad en la Región Puno 2015.....83

Grafico 6.5 Diez primeras causas de mortalidad en la Región Puno 2015.....84

Grafico 6.6 Diez primeras causas de mortalidad en la Región Puno 2015.....85

Grafico 6.7 Causas de Mortalidad General por Categoría Redes Chucuito – Juli.....86

Grafico 6.8 Causas de Mortalidad General en la Micro Red Ajoyani.....87

Grafico 6.9 Causas de mortalidad en el Distrito de Vilquechico.....88

Grafico 6.10 Morbilidad general por categorías según grupo etario y sexo Puno.....90

Grafico 6.11 Causas de Morbilidad en el Distrito de Juli91

Grafico 6.12 Causas de Morbilidad en el Distrito de Ajoyani92

Grafico 6.13 Causas de Morbilidad Vilquechico93

Grafico 6.14 Temperaturas Registradas.....104

Grafico 6.15 respuesta a la pregunta 1108

Grafico 6.16 respuesta a la pregunta 2.....108

Grafico 6.17 respuesta a la pregunta 3.....109

Grafico 6.18 respuesta a la pregunta 4.....109

Grafico 6.19 respuesta a la pregunta 5.....110

Grafico 6.20 respuesta a la pregunta 6.....110

Grafico 6.21 respuesta a la pregunta 7.....111

Grafico 6.22 respuesta a la pregunta 8.....111

Grafico 6.23 respuesta a la pregunta 9.....112

Grafico 6.24 respuesta a la pregunta 10.....112



Grafico 6.25 respuesta a la pregunta 11.....110

Grafico 6.26 respuesta a la pregunta 12.....113

Grafico 6.27 respuesta a la pregunta 13.....114

Grafico 6.28 respuesta a la pregunta 14.....114

Grafico 6.29 respuesta a la pregunta 15.....115

Grafico 9.1.a. comparaciones de cubiertas.....132

Grafico 9.2.b. comparaciones de cielo rasos.....133

Grafico 9.3.c. comparaciones de aislamiento de muros.....135

Grafico 9.4.d. comparaciones de aislamiento en enlucidos.....136

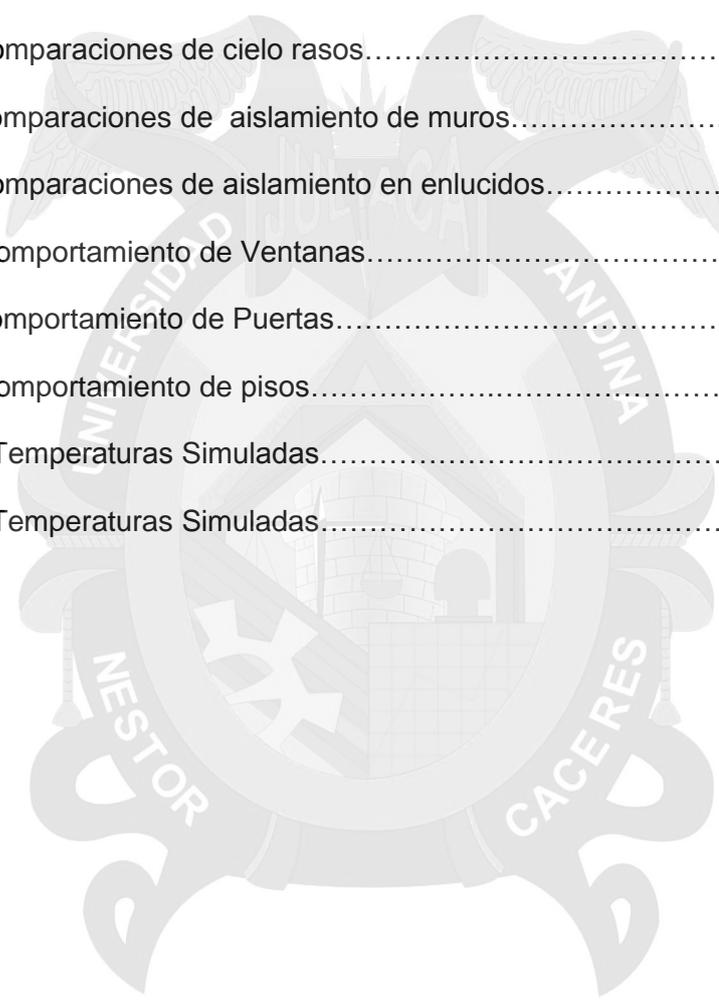
Grafico 9.5.e. Comportamiento de Ventanas.....138

Grafico 9.6.f. Comportamiento de Puertas.....139

Grafico 9.7.g. Comportamiento de pisos.....140

Grafico 10.1.a. Temperaturas Simuladas.....143

Grafico 10.2.b. Temperaturas Simuladas.....144





INDICE DE ESQUEMAS

Esquema 6.1.a. Técnicas de Construcción de las Viviendas.....99
Esquema 7.1.b. Estrategias de acondicionamiento térmico.....119





INDICE DE ANEXOS

Figura 2.1 Toma de datos de transferencia de energía.....160

Figura 2.2 Ensayo de conductividad térmica en laboratorio con el asesor de Tesis..162

Figura 3.1.a. Área de trabajo de Ecotect.....166

Figura 3.2.b. Área de trabajo 3D EDITOR.....167

Figura 3.3.c. Ingreso al Proyecto.....171

Figura 3.4.d. Datos climáticos WEATHER TOOL.....171

Figura 3.5.e. 3D Editor modelar la vivienda.....172

Figura 3.6.f. Crear capas con dibujo.....172

Figura 3.7.g. Modelo 3D.....173

Figura 3.8.h. Modelo renderizado.....173

Figura 3.9.i. Tabla de propiedades de elementos.....174

Figura 3.10.j. Área de materiales.....174

Figura 3.11.k. Asignación de materiales a la vivienda.....175

Figura 3.12.l. Asignar materiales.....175

Figura 3.13.m. Visualizar sombras.....176

Figura 3.14.n. Visualización de ruta del sol para el día actual.....176

Figura 3.15.o. Análisis de radiación solar en la vivienda.....177

Figura 3.16.p. Sombras 11:00am 11 de Febrero178

Figura 3.17.q. Sombras 12:30pm 11 de Abril178

Figura 3.18.r. Sombras 09:30am 13 de Junio178

Figura 3.19.s. Sombras 09:30am 13 de Junio.....178

Figura 3.20.t. Ingresó al Comando Tools.....180

Figura 3.21.u. Ingreso a Weather Tool.....180

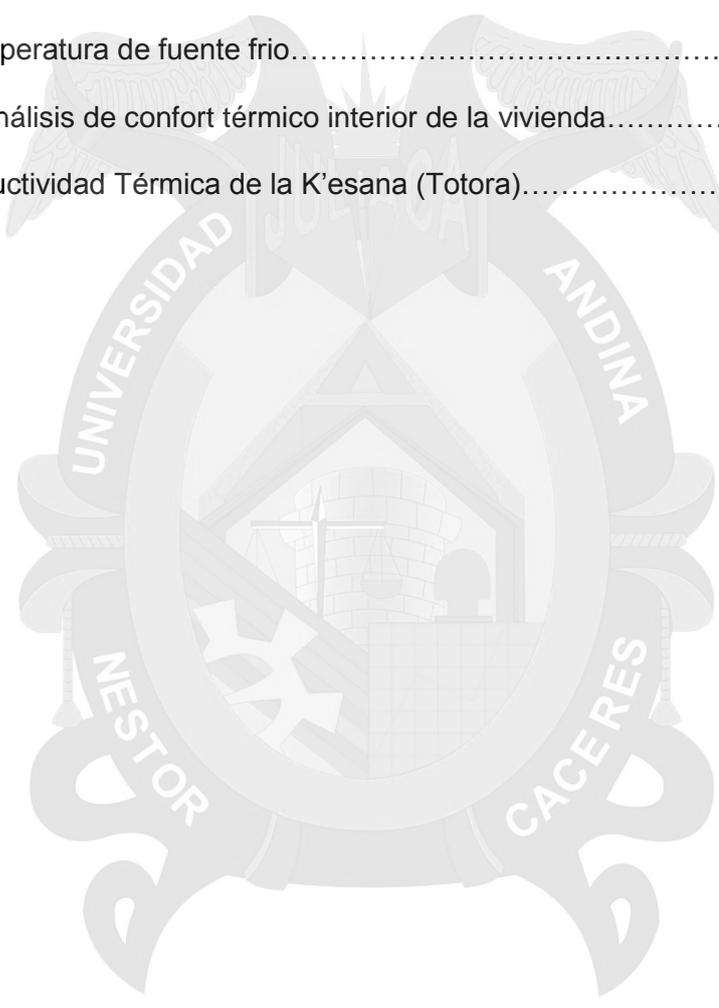
Figura 3.22.v. Geometría solar para el Distrito de Juli.....181

Figura 3.23.w. Orientación adecuada para la Ubicación de la Vivienda.....182

Figura 4.1.a Isometría de la vivienda construida.....183



Graficos 2.1 Curvas de transferencia de energías registradas.....	161
Grafico 2.2 Registro con sensor de temperatura (colocado en el interior de la muestra).....	162
Grafico 2.3 Registro con sensor de temperatura (colocado en la parte superior de la muestra).....	163
Grafico 2.4 Temperatura de fuente caliente.....	163
Grafico 2.5 Temperatura de fuente frio.....	164
Grafico 3.1.a. Análisis de confort térmico interior de la vivienda.....	179
Tabla 2.1 Conductividad Térmica de la K'esana (Totora).....	165





RESUMEN

La presente tesis de investigación: "Acondicionamiento Térmico de Viviendas de Adobe Ubicados a más de 3800 m.s.n.m. en la Región Puno", tiene como objetivo principal la construcción de una vivienda de adobe acondicionada con materiales térmicos, y mejorar el confort térmico para la habitabilidad del poblador.

La metodología que se aplica es el siguiente: en la primera etapa consiste en la evaluación de las viviendas rurales que están ubicadas a más de 3800 m.s.n.m. en la región Puno, las zonas de estudio comprendieron los siguientes distritos como son: Juli, Ajoyani y Vilquechico, específicamente el diagnóstico situacional se realizó en 03 comunidades como son: Palermo Rio Salado, Alto de la Alianza y San Salvador de Llachacata Ayllu Uthata. Del diagnóstico realizado se conocieron las situaciones actuales de las viviendas rurales: como el uso de materiales empleados en la construcción, clima y los métodos que se manejan en la construcción de las viviendas rurales. Para el diagnóstico se seleccionó una vivienda rural en la comunidad de Palermo Rio Salado en el Distrito de Juli, se realizó la descripción de las características de la vivienda seleccionada, posterior al análisis se realizó el diagnóstico térmico de la vivienda seleccionada registrando temperatura promedio de 4.9920 °C. como segunda etapa se busca desarrollar un nuevo aislante térmico de origen vegetal a partir de la Totora planta acuática que crece en el lago Titicaca, se ensayaron en muestras de K'esana de Totora para determinar la conductividad térmica en sus tres muestras, la primera de dimensiones de 53.5cm x 32cm de espesor de 3.0cm, en la segunda muestra de dimensiones 54cm x 31cm de espesor 3.5cm y en la tercera muestra de dimensiones de 51cm x 35cm de espesor 4.0cm sometiénolas a pruebas de laboratorio, se analizaron los resultados de conductividad térmica de la K'esana de Totora en su valor promedio de 0.0101 W/m k, lo que significa que es un buen aislante térmico. Y en la tercera etapa de la investigación se hizo la construcción del diseño de la vivienda de adobe acondicionada térmicamente con materiales térmicos de nuestra zona, incorporando la K'esana en los muros y el cielo raso con revestimiento de yeso, en el piso



se incorporó los siguientes elementos como: el plástico para evitar la capilaridad, el empedrado con piedra y una cámara de aserrín de madera y su correspondiente entablado con tablonos de madera y en los vanos se colocaron puerta y ventana de madera, por último para captar la fuente de energía solar pasiva se incorporó claraboyas una en cada agua de la estructura del techo, incorporando estos materiales térmicos la habitación llega a una temperatura promedio de 16.0838 °C, para la orientación de la vivienda se utilizó el Software Ecotect Analysis v.2011.

PALABRAS CLAVES: Conductividad térmica de la Titora, Vivienda Térmica, Vivienda a más de 3800 m.s.n.m.





ABSTRACT

The present fact-finding thesis: "Thermic Viviendas's conditioning of Adobe Located in addition to 3800 m.s.n.m. in the Region Puno ", has like main objective the construction of a house of sun-dried brick conditioned with thermic materials, and improving the thermic comfort for the habitability of the inhabitant.

The methodology that is applicable is the following: In the first stage it consists in the evaluation of the rural housings that Puno, survey areas are located in addition to 3800 m.s.n.m. in the region the following districts understood as they are: Juli, Ajoyani and Vilquechico, specifically the I diagnose situational it came true in 03 communities as they are: Palermo Laughed Put Salt In, Stop of the Alliance and San Salvador of Llachacata Aylo Uthata. Of the realized diagnosis were acquainted the present-day situations of the rural housings: Like the use of materials used in the construction, weather and the methods that are managed in the construction of the rural housings. For the diagnosis a rural housing in the community of Palermo Rio Put Salt In in the District of Juli was selected, the description of the characteristics from the selected, posterior house to the analysis came true came true the thermic diagnosis of the selected house registering average temperature of 4,9920 C as second stage seeks to unroll him a new thermal insulation of vegetal origin from the Totora water plant that Titicaca grows on the lake, tested him in samples of K'esana of Totora to determine the thermal conductivity in your three samples, the first of dimensions of 53.5cm x 32cm of thickness of 3.0cm, in the second sample of dimensions 54cm x 31cm of thickness 3.5cm and in the third sample of dimensions of 51cm x 35cm of thickness 4.0cm submitting laboratory tests to them, analyzed him the results of thermal conductivity of the K'esana of Totora in his blended value of 0,0101 W m k, what means that it is a good thermal insulation. And in the third stage of investigation the construction was made of the design of the house of sun-dried brick conditioned thermicly with thermic materials of our zone, building the K'esana into the walls and the false ceiling with coating of gypsum, on the floor drew himself up the following elements I eat: The plastic to avoid



capitally, the stone pavement with stone and a wooden sawdust camera and the corresponding boarding with wooden thick boards and in the openings the door and wooden window positioned themselves, finally to gain the energy source building lot passive drew himself up skylights one in each water of the structure of the roof, incorporating these thermic materials the room comes to an average temperature of 16,0838 C, for the orientation of the house was used the Software Ecotect Analysis v.2011.

PASSWORDS: Thermal conductivity of the Totorá, Thermic Vivienda, Vivienda in addition to 3800 m.s.n.m.





INTRODUCCIÓN

La sierra peruana es golpeada por una intensa ola de frío durante gran parte del año. Se estima que más de 6 millones de peruanos están sometidos a condiciones climáticas frías extremas en las zonas sur, centro y nororiente del país.

La población más vulnerable en estas condiciones son los niños y ancianos, ocasionando altos índices de mortandad, enfermedades respiratorias y desnutrición. Algunas de las causas de estos índices son la mala alimentación, carencia de viviendas adecuadas, vestimentas inadecuadas, falta de conocimiento en la población de conceptos isotérmicos, de ventilación y aprovechamiento de la energía solar, entre otros.

Entre los materiales más usados en esta zona es el adobe, elaborados con materiales propios del lugar, lo que permite que la construcción de las viviendas sean económicas, el adobe no ha sido estudiado térmicamente con suficiente profundidad bajo condiciones regionales. El objetivo de este trabajo, es estudiar el acondicionamiento térmico en las viviendas de adobe que mejora las condiciones de confort térmico para la habitabilidad del poblador ubicado a más de los 3800 m.s.n.m. en la región de puno.



CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1 Descripción del Problema

“Entre los meses de Abril a setiembre de cada año se registran en gran parte de la sierra peruana, particularmente en zonas altoandinas, un periodo con manifestaciones extremas de la estación de invierno, con temperaturas por debajo de los 0 °C, asociadas muchas veces por precipitaciones solidas (granizadas y nevadas). Las temperaturas muy frías son características de dicha región, sobre todo en horas de la noche y la madrugada, presentándose en la Región Puno las temperaturas más bajas, alcanzando valores que son muy inferiores a -10°C. Esta situación se ve agravada en la sierra con la caída de las nevadas, lo que hace más complejo el escenario adverso que condiciona negativamente la salud de las personas” (Instituto Nacional de Defensa Civil)

“Los materiales constructivos juegan un papel determinante en el acondicionamiento térmico en las viviendas de adobe. Entre los materiales más usados en esta zona es el adobe, elaborados con materiales propios del lugar, lo que permite que las construcciones de las viviendas sean económicas.”

1.2 Planteamiento del Problema

En nuestra región, el problema del descenso de temperaturas en las zonas ubicadas a más de los 3800 m.s.n.m., es un fenómeno climático que consiste en el descenso de la temperatura, que se presenta todos los años en la época de invierno; causando muertes y enfermedades en la población.

Los cambios climáticos intensifica las condiciones medioambientales habituales en determinados lugares el descenso intempestivo de temperatura en la región ocurre entre los meses de mayo a setiembre registrando temperaturas de -5 °C en horas de la madrugada según SENAMHI, causado por masas de aire de frio provenientes de las regiones polares, que generan consecuencias graves en la salud humana, perdidas de cultivos y muerte de animales.

La vivienda influye favorablemente en la preservación de la salud e incentiva la actividad creadora y el aprendizaje, cuando sus espacios funcionales reúnen las condiciones apropiadas para los que fueron diseñados y cuando la conducta humana los utiliza adecuadamente. Por tanto, la vivienda se constituye en objeto de interés particular en el campo de la promoción de la salud.



Los niveles de la población en aspectos de salud muestra condiciones de pobreza, a pesar de la aplicación de diversos programas de salud implementados como son: control prenatal, madre niño, apoyo a la mujer gestante, etc. En la región puno la mortalidad infantil alcanza a 46.9 por 1000 niños nacidos vivos (2015), esta cifra comparado a nivel nacional, resulta ampliamente superior que es de 33.0 por mil niños nacidos vivos, para el mismo año. La causa de la mortalidad infantil son las infecciones respiratorias agudas, que representa el 48% de casos, en segundo orden están otras afecciones de las vías respiratorias, en tercer lugar las enfermedades digestivas y en cuarto lugar se ubica la desnutrición. Estas condiciones de vida, hacen que la esperanza de vida de la población regional, también sea menor, que alcanza un promedio de 62.7 años, que comparado a nivel nacional, resulta inferior, que es de 69.8%" (Dirección Regional de Salud – Puno, 2015)

La población más vulnerable es estas condiciones son los niños y ancianos, ocasionando altos índices de mortandad, enfermedades respiratorias y desnutrición. Algunas de estas causas de estos índices son carencia de viviendas adecuadas y falta de conocimiento en la población en aprovechamiento de recursos naturales de la zona y el aprovechamiento de la energía solar

El presente trabajo de investigación propone construir una vivienda de adobe acondicionada térmicamente con materiales de la zona, con el fin de incrementar la temperatura interior y mejorar el confort térmico de la vivienda; las preguntas que se plantean son las siguientes:

1.2.1 Problema General

¿Es posible mejorar las condiciones térmicas de las viviendas de adobe ubicadas a más de 3800 m.s.n.m. en la región puno?

1.2.2 Problemas Específicos

- a. ¿Cómo serán las condiciones térmicas de las viviendas de adobe actualmente en las zonas rurales ubicados a más de 3800 m.s.n.m. en la región Puno?
- b. ¿La totora se comportará como un material aislante para el acondicionamiento térmico en las viviendas de adobe ubicadas a más de 3800 m.s.n.m. en la región Puno?
- c. ¿Cómo se comportara una vivienda construida con materiales aislantes de la zona ubicada a más de 3800 m.s.n.m. en la región Puno?



En nuestra región de Puno, la mayoría de los pobladores que habitan en las zonas rurales emplean distintos materiales como la tierra, madera y paja, para la construcción de sus propias viviendas de acuerdo a las técnicas constructivas tradicionales como el tapial y adobe. Por lo tanto, la elección del uso de materiales en la construcción de viviendas, es de acuerdo a sus características propias.

Los principales problemas en el sector rural es la salud, debido a la precariedad de la vivienda, la calidad de vida se ve afectada, donde la pobreza extrema es evidente, debido a la ineficiente y poca valoración de sus recursos naturales y su materia prima, esto repercute las condiciones de salubridad y habitabilidad.

“La situación de la salud en la región Puno depende mucho del acceso que tienen los pobladores a las instituciones de salud existentes en su entorno, por lo que es de vital importancia conocer dicho acceso y la situación actual del establecimiento de salud” (Dirección Regional de Salud - Puno)

“En la salud, de los cientos y miles de personas que viven en esas condiciones en construcciones sencillas no aptas para resistir las inclemencias del friaje, principalmente los niños son los que más sufren y eso se puede apreciar en los registros de la” (Dirección Regional de Salud - Puno)

las primeras causas de muerte son las neumonías con una tasa de 22 por mil niños entre las edades de 1 a 4 años, seguido de la mortalidad escolar 5 a 9 años la primera causa de muerte son las neumonías con 12%, seguido por la mortalidad del adolescente de 10 a 19 años a causa de muertes por las neumonías con un 6%, y en adultos la enfermedad con mayor número de casos es la neumonía con 4% y finalmente la mortalidad del adulto mayor de 60 a más años con 537 por cien mil habitantes.

En cuanto a la morbilidad los mayores casos son las infecciones respiratorias agudas de las vías respiratorias superiores con 20,8827 casos entre las diferentes edades y seguido por otras enfermedades con menor número de casos. Y otro factor importante es el alto índice de abandono escolar durante la época de invierno debido principalmente al frío. Durante los últimos años se han organizado campañas de ayuda para las comunidades, se han hecho donaciones de ropa, frazadas y alimento no perecible, los cuales no siempre han llegado a su destino.

La organización Mundial de la Salud señala que más del 70% de las enfermedades del aparato respiratorio se deben a los diseños inadecuados de las viviendas.

Por tal razón, Para hacer frente a esta amenaza que se repite todo los años, se ha pensado el presente proyecto que tiene como reto construir una Vivienda de adobe



Acondicionada térmicamente con materiales térmicos, con la finalidad de poder contribuir a los pobladores para una vida saludable.

1.3.1 Justificación Técnica

La realización del trabajo de investigación experimental permitirá cumplir el papel fundamental de un egresado de la escuela profesional, aplicar los conocimientos adquiridos en la universidad a la solución de problemas prácticos de su entorno académico.

El confort térmico es un concepto integral, que no solo tiene que ver con condiciones isotérmicas, sino condiciones de habitabilidad y mejoras en la calidad de vida de las familias al interior de sus viviendas. Este confort térmico se logra conjugando materiales de construcción, estrategias de diseño bioclimático, técnicas constructivas y el uso de tecnologías para el aprovechamiento de fuentes de energía renovable. Completando a todo ello con el cambio de hábito en las familias, lo cual es clave para el logro de un mayor confort térmico al interior de las viviendas. Para lograr dicho cambio, es necesario un trabajo constante de fortalecimiento de capacidades, de modo que los pobladores puedan hacer un buen uso de los elementos de confort térmico en sus viviendas.

Es una satisfacción presentar esa solución térmica constructiva para viviendas rurales en zonas altoandinas y circunlacustre en la región de Puno.

1.3.2 Justificación Económica

Una vivienda saludable mejoraría la economía de las familias sin ocasionar perjuicios en salud, educación para con sus hijos y posibilitar una alternativa de solución para mejorar la calidad de vida.

La vivienda acondicionada con materiales térmicos de la zona y aprovechando la energía solar pasiva y sin costo, mejora el bienestar y la comodidad del habitante por ser un espacio generoso para los integrantes de la familia.

1.3.3 Justificación Social

El presente proyecto es importante porque nos permite conocer los problemas de los pobladores, debido a que en los lugares de mayor frío las personas sufren de enfermedades y hasta llegan a morir. Actualmente ya se implementan casas bioclimáticas pero no son muchas las personas que cuentan con esta vivienda. Y es por esta razón que nosotros conviviendo en este contexto nos evocamos a dilucidar dicha problemática



1.3.4 Justificación Tecnológica

El uso de materiales propios de la zona contribuye a mejorar el confort térmico y aplicar una nueva tecnología para lograr que las habitaciones sean confortables y utilizar la fuente de energía solar para catalogar que la vivienda sea sustentable.

1.3.5 Justificación Ambiental

La materia prima a utilizar en el acondicionamiento térmico no ejerce ninguna influencia en el impacto ambiental en el lugar que será utilizado puesto que es un material natural que no ocasiona ningún tipo de repercusión al ambiente.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Diseño y construcción de la vivienda de adobe acondicionada térmicamente con materiales térmicos y evaluar su confort térmico para su habitabilidad del poblador ubicado a más de 3800 m.s.n.m. en la Región Puno.

1.4.2 Objetivos Específicos

- a. Evaluación de las viviendas de adobe y técnicas constructivas que se encuentran en zonas rurales ubicados a más de 3800 m.s.n.m. en la Región Puno.
- b. Determinar la conductividad térmica de la totora para su utilización en el acondicionamiento térmico interior en las viviendas de adobe ubicados a más de 3800 m.s.n.m. en la Región Puno.
- c. Evaluar el confort térmico de la vivienda acondicionada térmicamente con materiales térmicos y que mejora las condiciones de habitabilidad en climas fríos para el poblador ubicado a más de 3800 m.s.n.m. en la Región Puno.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis General

La construcción de la vivienda de adobe acondicionada térmicamente con materiales térmicos es mejor que las viviendas tradicionales debido a la eficiente acumulación de calor en el interior de la vivienda para su habitabilidad del poblador ubicado a más de 3800 m.s.n.m. en la región puno.

1.6.2 Hipótesis Específicas

- a. Las viviendas de adobe que se encuentran en zonas rurales ubicado a más de 3800 m.s.n.m. en la Región Puno, presentan deficiencias constructivas de diseño y de orientación.
- b. La totora presenta propiedades térmicas adecuadas para utilizar como aislante térmico en el interior de las viviendas de adobe ubicados a más de 3800 m.s.n.m. en la Región Puno.
- c. La vivienda de adobe acondicionada térmicamente con materiales térmicos permite incrementar la temperatura interior y mejora las condiciones de habitabilidad.

1.6 Sistema de Variables

1.6.1 Operacionalización de Variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
INDEPENDIENTE			
1. Construcción de la vivienda de adobe acondicionada térmicamente con materiales térmicos.	1.1. Propiedad térmica de los materiales de construcción	1.1.1. Densidad W/m.k	- Si - No
		1.1.2. Conductividad y resistividad	- Si - No
		1.1.3. Calor específico J/Kg.K	- Si - No
	1.2. Transferencia de calor	1.2.1. Formas de transferencia de calor	- Si - No
		1.3. Componentes constructivos de la vivienda de adobe	1.3.1. Techo
	1.3.2. Muro		- Adobe - Piedra - Adobe y piedra
	1.3.3. Ventana		- Madera - Metálico
1.3.4. Puerta	- Madera - Metálico		
1.3.5. Piso	- Madera - Concreto - Tierra - Piedra		
1.3.6. Cimientos y sobrecimientos	- Piedra - Concreto		
1.3.7. Captación de calor	- Si		



<p><u>DEPENDIENTE</u></p> <p>2. Confort Térmico en el interior de la vivienda.</p>	<p>2.1. Aspectos arquitectónicos de diseño</p> <p>2.2. Confort térmico y arquitectura bioclimática</p> <p>2.3. Capacidad de aislación térmica</p> <p>2.4. Factores medio ambientales y climáticos</p>	<p>2.1.1. Ubicación y orientación.</p> <p>2.1.2. Distribución</p> <p>2.1.3. Geometría</p> <p>2.2.1. Perdidas caloríficas</p> <p>2.2.2. Ganancias caloríficas</p> <p>2.3.1. conductividad térmica λ</p> <p>2.3.2. transmitancia térmica U</p> <p>2.3.3. Resistencia térmica R.</p> <p>2.4.1. condiciones climáticas</p> <p>2.4.2. Temperatura</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Esquina - Entre dos viviendas - Número de habitaciones - Sur - Norte - Este - Oeste - Puertas - Ventanas - Pisos - Techos - Techos - Ventanas - Artefactos - Puertas - Si - No - Si - No - Si - No - Calurosa - Fresca - Fría - Mayo - Junio - Julio - Agosto
--	---	---	--



2.1 Antecedentes de la Investigación

Para obtener resultados de manera clara y precisa fue necesario recopilar información de trabajos realizados, los cuales guardan relación con la presente investigación. Seguidamente se presenta un resumen de los trabajos consultados en esta investigación.

2.1.1 Antecedente Nacional

Proyecto de investigación de Fredy Alonso Huaylla Roque, UNI - Lima Titulado "EVALUACION EXPERIMENTAL DE CAMBIOS CONSTRUCTIVOS PARA LOGRAR CONFORT TERMICO EN UNA VIVIENDA ALTOANDINA DEL PERU" en sus conclusiones menciona:

- "La falta de aislamiento térmico de los elementos constructivos de la vivienda es una de las causas de que esta se enfrié tanto durante las noches, siendo la influencia más crítica generada por el techo de calamina metálica. También se comprobó que las infiltraciones de aire exterior, a través de rendijas o agujeros, son la otra gran causa de que la vivienda se enfrié a lo largo del día" (Huaylla, 2010, p.118)
- "Se comprobó que las modificaciones constructivas realizadas en la vivienda seleccionada, tales como: aislamiento térmico del techo, aislamiento térmico del piso, sellado de rendijas para evitar infiltraciones de aire, colocación de claraboyas en el techo, construcción de invernaderos adosados a ambientes, construcción de fogones mejorados, trajeron un beneficio térmico a los ambientes interiores, lográndose incrementar los mínimos de temperatura en todo estos. El resultado más destacable fue la elevación de los mínimos de temperatura en los dormitorios, al pasar de mínimos de temperatura incluso menores a 2°C (en el 2008) a mínimos de temperaturas superiores a los 8°C (2009)" (Huaylla, 2010, p.118)

2.1.2 Antecedente Local

Proyecto de investigación ONG Suiza Missione Betlemme Immensee, titulado "CASA SOLAR UBICADA EN JULI EN LA PROVINCIA DE CHUCUITO - PUNO"

Missione Betlemme Immensee citado por Flores (2014), escribió:

Esta casa solar, ubicada en Juli, capital de la Provincia de Chucuito perteneciente a la Región de Puno, fue concluida en mayo del 2005. El área de la vivienda es

aproximadamente 60 m² (10.0 m x 6.0 m aproximadamente) y los espacios identificados son: un dormitorio, una sala comedor, un hall de trabajo (estos ambientes están uno a continuación de otro a lo largo de un área rectangular), un baño, un invernadero (adosado a un ambiente) y un invernadero pequeño (el cual se atraviesa para ingresar a la vivienda por la puerta principal). Dentro de las características de esta vivienda se puede identificar: paredes aisladas térmicamente (adobe - espacio de aire - adobe), techo de calamina galvanizada a una sola inclinación orientado hacia el norte, cielo raso de triplay (que juega el rol de aislar térmicamente el techo), pisos aislados térmicamente (piedra espacio de aire y una configuración de estera, barro, durmientes y tablas machihembradas), claraboyas traslucidas en el techo y el cielo raso (para permitir el ingreso de radiación solar directa); estas últimas se cierran de noche mediante un sistema de cubierta con canales deslizantes. Los invernaderos adosados a ambientes de la vivienda funcionan como fuente de calor y prevención del ingreso de corrientes frías de aire, adicionándose ductos de intercambio de aire entre invernadero y ambientes de la vivienda. Además, se instaló una terma solar del tipo bolsa, para obtener agua caliente. (p.4)

Figura 2.1.a

Casa Solar Hacienda Palermo en el Distrito de Juli



Fuente: (A La Izquierda se Observa el Proceso Constructivo de Asentado de Muro de Adobe – Espacio – Adobe y A la Derecha se Observa la Vista de la Vivienda)

2.1.3 Antecedente Internacional

Trabajo realizado por grupo energías renovables, environnement et solidarites (GERES) en el Himalaya - India.

“GERES es una ONG Francesa creada en 1976 dedicada a proyectos de desarrollo innovador y sustentable; los países en los que actúa son: Francia y 8



países en Asia y Asia. Se menciona el caso de GERES debido a que uno de los lugares en los que actúa es el este de la India, en villas remotas de los estados de Jammu-Kashmin y Himachal Pradesh, en la cordillera del Himalaya” (Geres, 2009)

“Siendo el Himalaya la cordillera más alta del mundo (con nueve de las catorce cimas de más de 8000 metros de altura), las condiciones climáticas frías y la altura son similares a las del ande peruano; es por ello que trabajos de arquitectura bioclimática en estas regiones son de particular interés para nuestro caso. A continuación se menciona un texto introductorio publicado en la página Web de GERES con respecto a que ellos desarrollan en las comunidades de Himalaya” (Geres, 2009)

“En los altos valles del Himalaya, las personas viven aisladas en condiciones de desierto a gran altitud. Ellos experimentan condiciones de vida extrema incluyendo temperaturas glaciales en invierno (usualmente debajo de -25°C) y prolongados aislamientos, los caminos se hallan cerrados 6 meses al año” (Geres, 2009)

En la página Web de GERES se mencionan algunas de las consideraciones bioclimáticas tomadas en cuenta en su proyecto, entre ellas se tiene.

- Orientación de las viviendas, considerando diseños asimétricos en los cuales las paredes sur sean las más largas y procurando ventanas grandes en estas paredes por el contrario, la menor cantidad de aberturas en las paredes orientadas al norte.
 - Aislamiento térmico de la vivienda, usando materiales locales como paja, maleza, estiércol, turba aserrín o virutas de madera, siendo el techo de madera local.
 - Fuentes de calor a través de muros trombe o invernaderos adosados a ambientes, estos usualmente colocados en las paredes orientadas al sur.
- Orientación de las viviendas, considerando diseños asimétricos en los cuales las paredes sur sean las más largas y procurando ventanas grandes en estas paredes; por el contrario, la menor cantidad de aberturas en las paredes orientadas al norte.



3.1 Acondicionamiento térmico

"Acondicionamiento térmico de la vivienda y criterios de intervención permite mejorar las condiciones de confort térmico de ella. Lo primero es mejorar la envolvente térmica a través de soluciones adecuadas de aislación según el tipo de edificación, materialidad, orientación. Es fundamental acondicionar térmicamente las viviendas, una deficiente calidad en este sentido se traduce en hogares muy fríos en invierno, implicando un alto consumo de energía para lograr un adecuado nivel de confort" (Zeppelin, Ipinza, Colonelli, 2015, p.14).

3.1.1 Aislamiento térmico

Schepp (2016) afirma que: "La aislación térmica de la vivienda Busca mejorar las condiciones de confort. Estas mejoras en la envolvente de la vivienda se deben realizar considerando un criterio de costo-efectividad" (p.24)

El autor considera que para el mejoramiento térmico se debe seguir 4 pasos:

- Techo
"De acuerdo a la tipología del techo, se puede distinguir entre un techo caliente y una fría" (Schepp, 2016, p.26)
- Pisos
"Los pisos están encargados de separar el interior de la vivienda del terreno natural, o bien, del ambiente exterior cuando se trata de un volumen superior sobresaliente. Adicionalmente, existe la variante denominada piso ventilado, cuando el conjunto de piso no está en contacto con el terreno" (Schepp, 2016, p.28)
- Muros
"Los muros o tabiques perimetrales tiene la función de aislar la vivienda del exterior, o de una edificación vecina, pudiendo además cumplir funciones estructurales. Pueden estar contruidos con diferentes materiales. La ubicación y forma de instalación de la solución de aislación, dependerá de la materialidad que cuente los muros" (Schepp, 2016, p.30)
- Vanos
"Una de las formas de acondicionar térmicamente una vivienda es mediante la utilización de materiales que permitan aumentar la resistencia térmica lo más relevante es conservar el calor en nuestro clima" (Schepp, 2016, p.32)



Un aislante térmico es aquel material que posee una alta resistencia térmica al pasó del calor o bien un bajo coeficiente de conductividad térmica. El aislante ideal es el vacío ya que solo transmite calor por radiación, sin embargo es muy difícil de conseguir. El mejor aislante que se puede colocar en construcción es el aire inmóvil y seco, pero el utilizar aire como aislante no es muy factible, por tanto en la práctica se utilizan algunos materiales porosos, esponjosos, fibrosos, granulares, etc. Qué dejan incluidas grandes cantidades de aire” (Nitsche, 2012, p.26)

3.1.2 Envoltente Térmica

“La envoltente térmica está compuesta por todos los cerramientos que limitan los recintos habitables del exterior. Estos cerramientos pueden ser pisos, muros opacos o traslucidos (ventanas) y techumbres. La envoltente térmica es esencial para lograr el bienestar interior, ya que es la principal barrera que protege a los habitantes del clima adverso exterior” (Schepp, 2016, p.18)

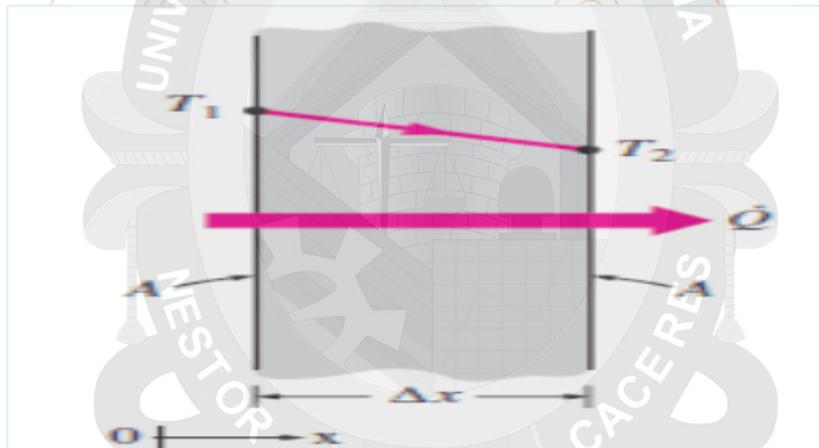
3.1.3 Transferencia de Calor

“La transferencia de calor es aquella ciencia que busca predecir la transferencia de energía que puede ocurrir entre cuerpos materiales, como resultado de una diferencia de temperatura. La termodinámica enseña que esta transferencia de energía se define como calor. La ciencia de la transferencia de calor no solo trata de explicar cómo puede ser transferida la energía calorífica, sino también trata de predecir la rapidez a la que se realizara este intercambio bajo ciertas condiciones especificadas. La termodinámica se ocupa de sistemas en equilibrio; se puede utilizar para predecir la cantidad de energía requerida para pasar un sistema de un estado de equilibrio a otro; no puede usarse para predecir qué tan rápido se realizara un cambio, ya que el sistema no se encuentra en equilibrio durante el proceso” (Holman, 1999, p.17)

A continuación se explica los tres modos de transferencia de calor: conducción, convección y radiación.

“La conducción es la transferencia de energía de las partículas más energéticas de una sustancia hacia las adyacentes menos energéticas, como resultado de interacciones entre esas partículas. Esto significa que, la conducción puede tener lugar en los sólidos, líquidos o gases. En los gases y líquidos la conducción se debe a las colisiones y a la difusión de las moléculas en una retícula y al transporte de energía por parte de los electrones libres. La rapidez o razón de la conducción de calor a través de un medio depende de la configuración geométrica de este, su espesor y el material de que este hecho, así como la diferencia de temperatura a través de él. Se sabe que al envolver un tanque de agua caliente con fibra de vidrio (un material aislante) se reduce la razón de la pérdida de calor de ese tanque. Entre más grueso sea el aislamiento, menor será la pérdida de calor.

Figura 3.1.a
Transferencia de Calor.



Fuente: (YUNUS A. CENGEL Conducción de Calor a través de una Pared Plana Grande de Espesor Δx y área A)

Considere una conducción de estado estacionario de calor a través de una pared plana grande de espesor $\Delta x = L$ y área A , como se muestra en la figura 3.1. La diferencia de temperatura de uno a otro lado de la pared es $\Delta T = T_2 - T_1$. Los experimentos han demostrado que la razón de la transferencia de calor, Q , a través de la pared se *duplica* cuando se duplica la diferencia de temperatura ΔT de uno a otro lado de ella, o bien, se duplica el área A perpendicular a la dirección de la transferencia de calor; pero se reduce a la mitad cuando se duplica el espesor L de la pared. Por tanto, se concluye que la razón de la conducción de calor a través de una capa plana es proporcional

a la diferencia de temperatura a través de esta y al área de transferencia de calor, pero es inversamente proporcional al espesor de esa capa; es decir,

$$\text{Razón de conducción del calor } \propto \frac{(\text{Área})(\text{Diferencia de temperatura})}{(\text{Espesor})}$$

O bien,

$$Q_{cond} = KA \frac{T_1 - T_2}{\Delta x} = -KA \frac{\Delta T}{\Delta x} \quad (W)$$

En donde la constante de proporcionalidad k es la **conductividad térmica** del material, que es una *medida de la capacidad de un material para conducir calor* (figura 3.1). En el caso límite de $\Delta x \rightarrow 0$, la ecuación que acaba de darse se reduce a la forma diferencial

$$Q_{cond} = -KA \frac{dT}{dx} \quad (W)$$

La cual se llama **ley de Fourier de la conducción del calor**, en honor de J. Fourier, quien la expresó por primera vez en su texto sobre transferencia de calor en 1822. Aquí, dT/dx es el **gradiente de temperatura**, el cual es la pendiente de la curva de temperatura en un diagrama $T-x$ (la razón de cambio de T con respecto a x), en la ubicación x " (Çengel, 2007, p.98)

3.1.3.2 Convección

"el cambio de energía que ocurre entre una superficie y un fluido adyacente. Debe hacerse una distinción entre convección forzada, cuando el movimiento del fluido se produce por causas mecánicas externas se denomina al proceso convección forzada, tal como un ventilador o una bomba y la convección libre o natural, en la que si el movimiento del fluido se produce por diferencias de densidad creadas por aquellas de las temperaturas el proceso se denomina convección natural o libre, finalmente la convección mixta, en presencia de un fluido donde existe gradiente térmico, prácticamente nunca existe exclusivamente convección forzada, sino la conjunción de la convección mixta. Se debe notar que tan pronto como existan diferencias de temperatura en el fluido se producen corrientes de convección naturales por lo que es virtualmente imposible observar la conducción de calor pura en fluido" (Welty, 2012, p.288)

"Fue originalmente propuesto por el científico británico Isaac Newton quien en 1701 expuso por primera vez la ecuación correspondiente a la rapidez de transferencia de calor convectivo, por lo que se le denomina ecuación de Newton de la rapidez o ley de Newton de enfriamiento Esta ecuación es, la ec. (1)

$$\frac{q_c}{A} = hc\Delta T = hc(T_{superf.} - T_{zona})$$

Donde, q_c es la rapidez de transferencia de calor convectivo, expresado en [W], A es el área normal a la dirección de flujo de calor, en [m^2], $\Delta T = T_{superf.} - T_{zona}$ es la diferencia de temperatura que existe entre la superficie y el fluido, en [K] y h_c es el coeficiente de transferencia de calor convectivo o coeficiente pelicular, expresado en [W/m^2K]" (Welty 2012, p.288)

3.1.3.3 Radiación

"La energía emitida por la materia en forma de ondas electromagnéticas (o fotones) como resultado de los cambios en las configuraciones electrónicas de los átomos o moléculas. A diferencia de la conducción y la convección, la transferencia de calor por radiación es la más rápida (a la velocidad de la luz) y no sufre atenuación en un vacío. Esta es la manera en la que la energía del sol llega a la tierra. En los estudios de transferencia de calor es de interés la radiación térmica, que es la forma de radiación emitida por los cuerpos debido a su temperatura" (Çengel, 2007, p.27)

"La transferencia de calor radiante difiere de la conducción y de la convección en que no se requiere un medio para su propagación; de hecho, la transferencia de energía por radiación es máxima cuando las dos superficies que intercambian energía se encuentran separadas por un vacío perfecto. El exacto mecanismo de transferencia de calor por radiación aún no se comprende por completo. Existe evidencia que apoya tanto los rozamientos que la considera ondulatoria como los que la explican como corpuscular. Sin embargo, un hecho notable es que un proceso tan complejo como la transferencia de calor por radiación puede describirse mediante una expresión analítica razonablemente simple" (Welty, 2012, p.290)

3.1.4 Balance de energía para el aire dentro de una habitación

"Este planteamiento deja ver que el aire dentro de una habitación se calienta o enfría exclusivamente por flujos de calor convectivos entre superficies y aire. Se considera un flujo de calor por convección natural ya que dentro de las habitaciones usualmente la velocidad del viento es pequeña y el movimiento del aire se da por diferencia de densidades. Tomando en cuenta las consideraciones mencionadas, la ecuación de balance de energía para un volumen de control del aire dentro de una habitación en cada instante será" (Huaylla, 2010, p.24)

$$\sum_j A_j h_{convj} (T_{sj} - T_i) + m_{inf} C_{p_{aire}} (T_{ae} - T_{aire}) = \rho_{aire} x C_{p_{aire}} V_{aire} x \frac{\partial T_{aire}}{\partial t} \text{ (ec. 4)}$$

Donde:

$\sum_j A_j h_{convj} (T_{sj} - T_i)$ = suma de flujos de calor convectivos naturales desde cada superficie hacia el aire de la habitación (W)

T_{ae} = temperatura del aire exterior que ingresa a la zona térmica (K)

$C_{p_{aire}}$ = Calor específico de la habitación (J/Kg x K)

m_{inf} = Masa por unidad de tiempo con el aire de la habitación es renovado (Kg/s)

V_{aire} = Volumen de aire de la habitación (m^3)

Y a lo largo de todo el día será:

$$UA(T_{sj} - T_i) + \int_{dia} m_{inf} C_{p_{aire}} (T_{ac} - T_{aire}) dt \int_{dia} \rho_{aire} C_{p_{aire}} V_{aire} \left[\frac{\partial T_{aire}}{\partial t} \right] dt [J] \text{ (ec. 5)}$$

“Esta ecuación se considera que T_{aire} es una función armónica (seno o coseno con periodo $T = 24$ horas), por lo tanto $\left[\frac{\partial T_{aire}}{\partial t} \right]$ también lo es, la integral de esta derivada a lo largo del día es nula. Por tanto la ecuación (ec. 6) se reduce a,

$$Q_{total \text{ de todas las superficies}} + Q_{total \text{ debido a infiltraciones}} \approx 0 [J] \text{ (ec. 6)}$$

Esta ecuación pone en evidencia que si eliminaran completamente las infiltraciones en la habitación, la energía neta transmitida desde las superficies interiores al aire debería ser nula.

De las ecuaciones (ec. 5) y (ec. 6) se deduce que las infiltraciones influyen directamente sobre la temperatura del aire de la habitación a lo largo del día” (Huaylla, 2010, p.24)

3.1.5 Propiedades térmicas de los materiales de construcción

“La aplicación práctica de los resultados de las leyes físicas y de los análisis matemáticos seleccionados con la transmisión del calor exige conocer los valores numéricos de las propiedades físicas de las sustancias consideradas este capítulo se dedicara al estudio de dichas propiedades, así como al de varios factores, tales como presión, temperatura, densidad, porosidad, etc. Las propiedades fundamentales son la conductividad térmica, la densidad y el calor específico” (Chapman, 1984, p.23).



3.1.5.1 Conductividad y Resistividad

“La conductividad (k) y la resistividad son propiedades simples de los materiales. La conductividad se refiere a la capacidad de un material para conducir calor a través de su estructura interna y se expresa en watts por metro grado Celsius ($w/m^{\circ}C$). Otra unidad, aunque de uso cada vez menos frecuente, es la kilocaloría por hora metro grado Celsius ($kcal/mhr^{\circ}C$)” (Toledo, 2015, p.5).

3.1.5.2 Calor

“El calor es una forma de energía cinética que se manifiesta como un movimiento molecular en la masa de los sólidos, líquidos y gaseosos. Las moléculas que poseen una mayor energía cinética transmiten alguna fracción de su energía a moléculas que tiene una menor energía cinética. La intensidad de calor se mide en unidades de temperatura o grados K. $^{\circ}C$, F principalmente y la cantidad de calor que se necesita para subir un grado a un gramo de agua” (Incropera, 1999, p.47).

3.1.5.3 Conductividad Térmica (k)

“La conductividad térmica es la propiedad física que nos indica la facilidad con que una sustancia puede realizar esta transmisión. Se comprueba que la conductividad térmica de un material depende de la composición química de la sustancia o sustancias que lo compone, de la fase (gaseosa, líquida o sólida) en que se encuentra, de su estructura cristalina si se trata de un sólido, de la temperatura y presión a que está sometido y de si es, o no un material homogéneo” (Chapman, 1984, p.23).

“Las tres clases de transferencia de calor se han estudiado separadamente. Es poco frecuente, en circunstancias reales, que sea un solo mecanismo el que contribuya a la transferencia de energía. Será de utilidad estudiar algunas situaciones en las que la transferencia de calor se logra por medio de combinación de estos tres mecanismos. Examinemos en el caso de la figura 3.2.b que consiste en la conducción en estado permanente, a través de una pared plana cuyas superficies mantienen temperaturas constantes de T_1 y T_2 ” (Chapman, 1984, p.25)

Según la ecuación de Fourier de Laplace, se tendrá, en la dirección de x , y resolviendo esta ecuación $\frac{q_x}{A} = -K \frac{dT}{dx}$ para q_x , sujeta a condiciones de frontera: $T = T_1$, en $x = 0$ y $T = T_2$ en $x = L$, se obtiene: q_x

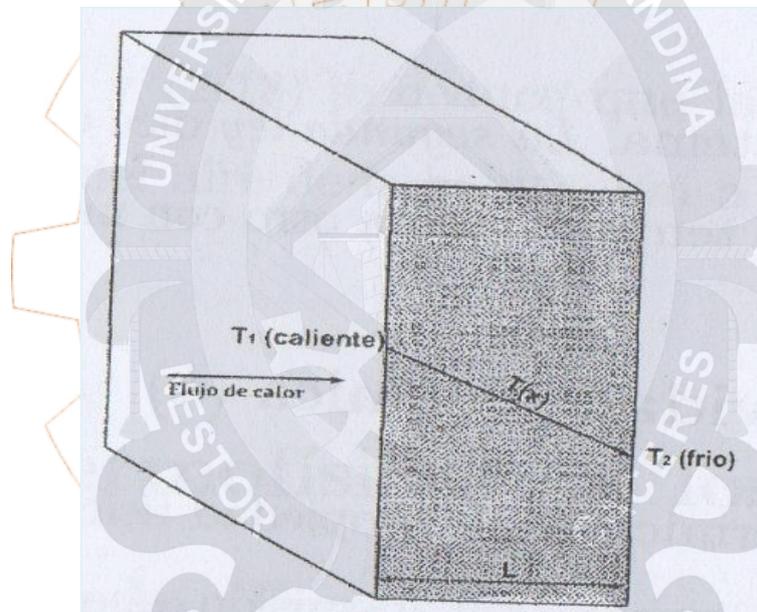
$$\frac{q_x}{A} \int_0^L = -k \int_{T_1}^{T_2} dT = \int_{T_2 (frio)}^{T_1 (caliente)} dT \quad (ec. 7)$$

$$q_x = \frac{kA}{L} (T_{caliente} - T_{frio}) = \frac{\Delta T}{L/Ak} \quad (ec. 8)$$

En esta ecuación ΔT (diferencia de temperaturas entre temperaturas más altas $T_{caliente}$ y la temperatura más baja T_{frio}) es el potencial impulsor que provoca el flujo de calor

Figura 3.2.b

Transmisión de calor por Conducción



Fuente: (Chapman Conducción en el Estado Permanente A través de una Pared Plana)

L/Ak es equivalente a una resistencia térmica R , se define la oposición al paso del calor en la pared que presentan los elementos de construcción, la resistencia térmica R varía principalmente con la densidad del material, temperatura, humedad y se puede escribir:

$$R = \frac{L}{Ak} \quad (ec. 9)$$

Al recíproco de la resistencia térmica se le denomina conductancia térmica, es la cantidad de calor o energía transmitida a través de la unidad de área.

$$c = \frac{K}{L} \quad (\text{ec. 10})$$

Y K/L (conductancia térmica por unidad de área) se llama unidad de conductancia térmica para flujo de calor por conducción” (Frank K. 1970)

Çengel (2007) sostiene: “la conductividad térmica K es una medida de la capacidad de un material para conducir calor. Por tanto, la conductividad térmica de un material se puede definir como la razón de transferencia de calor a través de un espesor unitario del material por unidad de área por unidad de diferencia de temperatura. La conductividad térmica indica que el material es un buen conductor del calor y un valor bajo indica que es un mal conductor o que es un aislante” (p.27).

3.1.5.4 Materiales Aislantes

Chapman (1984) sostiene: “Los materiales aislantes se emplean en aquellos casos que se desea impedir que el flujo de calor entre en un recinto y su entorno, se emplean aislantes de baja temperatura en los casos en que el recinto en cuestión se encuentra a una temperatura interior a la temperatura ambiente y cuando se desea proteger el recinto de ganancia de calor. Se emplea los aislantes de alta temperatura en el caso contrario, cuando se desea impedir que un recinto cuya temperatura es superior a la del ambiente, ceda calor a su entorno” (p.30).

Para la construcción de la vivienda para este trabajo se ha elegido materiales de baja conductividad térmica, la utilización de estos materiales es una de las formas más eficientes de acumulación de ahorro de energía calorífica.

3.1.5.5 Calor específico

“la conductividad térmica discutida anteriormente expresa la facilidad con la que se propaga el calor a través de un material debido a un gradiente de temperatura. La variación de la temperatura de un material de acuerdo a la cantidad de calor almacenada en el se expresa en función del calor específico de dicho material. Como desde el punto de vista de la termodinámica, el calor es una cantidad que depende de la trayectoria, por tanto es un calor específico” (Chapman, 1984, p.31).



3.1.5.6 Difusividad térmica (α)

“El producto ρC_p , que se encuentra con frecuencia en el análisis de la transferencia de calor. Se llama capacidad calorífica de un material. Tanto el calor específico C_p como la capacidad calorífica ρC_p representan la capacidad de almacenamiento de calor de un material. Pero C_p la expresa por unidad de masa, en tanto que ρC_p la expresa por unidad de volumen, como se puede advertir a partir de sus unidades $J/Kg. ^\circ C$ y $J/m^3 ^\circ C$, respectivamente.

Otra propiedad de los materiales que aparece en el análisis de la conducción del calor en régimen transitorio es la difusividad térmica, la cual representa cuán rápido se difunde el calor por un material y se define como

$$\alpha = \frac{\text{Calor conducido}}{\text{Calor almacenado}} = \frac{k}{\rho C_p} \quad (m^2/s)$$

Note que la conductividad térmica k representa lo bien que un material conduce calor y la capacidad calorífica ρC_p representa cuanta energía almacena un material por unidad de volumen. Por lo tanto, la difusividad térmica de un material se puede concebir como la razón entre el calor conducido a través del material y el calor almacenado por unidad de volumen. Entre mayor sea la difusividad térmica, más rápida es la propagación del calor hacia el medio” (Çengel, 2007, p.23).

3.1.5.7 Inercia térmica (Q)

“Es la capacidad de acumulación de calor por muros y techos principalmente que se desprende posteriormente al ambiente interior con un retraso. Esta propiedad usada adecuadamente puede mejorar las condiciones térmicas de las construcciones. La masa de la envolvente de un edificio tiene la capacidad de almacenar energía en forma de calor por efectos de la radiación solar. Energía que puede ser liberada al ambiente interior con un retraso, cuando la temperatura del aire es menor que la temperatura de los materiales” (Lanzetti, 2014, p.11)

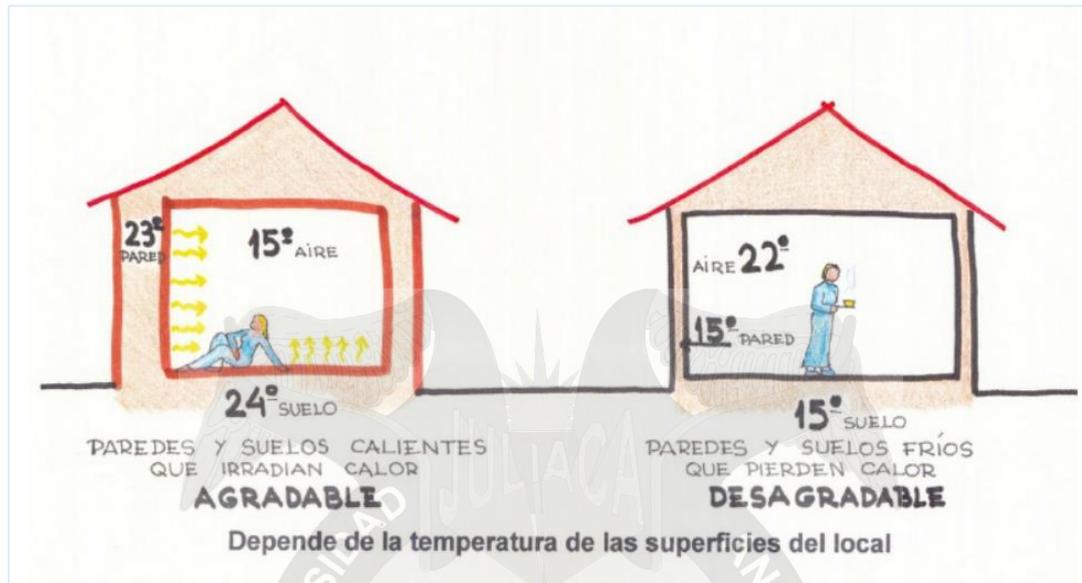


“Un ambiente térmicamente ideal es aquel en el que los ocupantes no expresen ninguna sensación de calor o frío. La condición es un estado neutro en el cual el cuerpo no necesita tomar ninguna acción en particular para mantener su propio balance térmico. La temperatura neutra de la piel es alrededor de 33 °C y las sensaciones de calor o frío son producidas cuando la temperatura ambiente está arriba o debajo de esta. Los principales factores que afectan a la sensación de confort son: temperatura del aire, temperatura radiante, velocidad del aire, humedad relativa, nivel de ropa y grado de actividad. Cualquier cambio en ellos nos provoca las diferentes sensaciones de confort” (Solana, 2011, p.12)

“Las condiciones ambientales en las que nos sentimos cómodos y sin molestias al interior de nuestras viviendas. Esta percepción depende del intercambio térmico entre las personas y el entorno, y a una serie de variables que afectan el ambiente interior. Cuando nuestro cuerpo pierde calor a una velocidad adecuada estamos bajo la condición de confort térmico. Por el contrario, sentimos frío cuando lo perdemos aceleradamente, y calor, cuando no logramos disiparlo o perderlo con suficiente rapidez existen varios factores que influyen sobre la sensación de bienestar térmico” (Schepp, 2016, p.12)

3.1.6.1 Clima interior de la vivienda

“La temperatura local se suele decir que las personas se sienten confortables en hogares cuya temperatura este entre los 18 y los 24 °C. Dependiendo del vestuario y la actividad que desarrollen en ella. También depende de la edad, los bebes y ancianos necesitan temperaturas más elevadas. Sin embargo se ha comprobado que la temperatura de las paredes debería ser más elevadas que la del aire y el techo. Una habitación cuya temperatura del aire sea de 20 °C. Y la temperatura de las paredes este a 16 °C. Da una sensación de confort equivalente a otra cuya temperatura del aire sea de 12 °C. Y las paredes estén a 24°C” (García, 2004, p.39)

Figura 3.1.6
Vivienda bioclimática

Fuente: (Dolores García, Influencia de la Temperatura de las Superficies en el Confort Térmico)

3.1.7 Ábacos bioclimáticos

“En base a los conceptos de los factores que intervienen en la percepción de confort térmico, existen diversos estudios que involucran algunos o todos los factores para definir de forma cualitativa el confort que producen, las gráficas de Víctor Olgyay y el ábaco de Givoni son estudios que se pueden aplicar para determinar un rango de confort térmico y las estrategias de corrección arquitectónica necesarias para modificar los factores ambientales fuera de rango de confort” (Toledo, 2011, p.20)

3.1.7.1 Gráfica de Víctor Olgyay

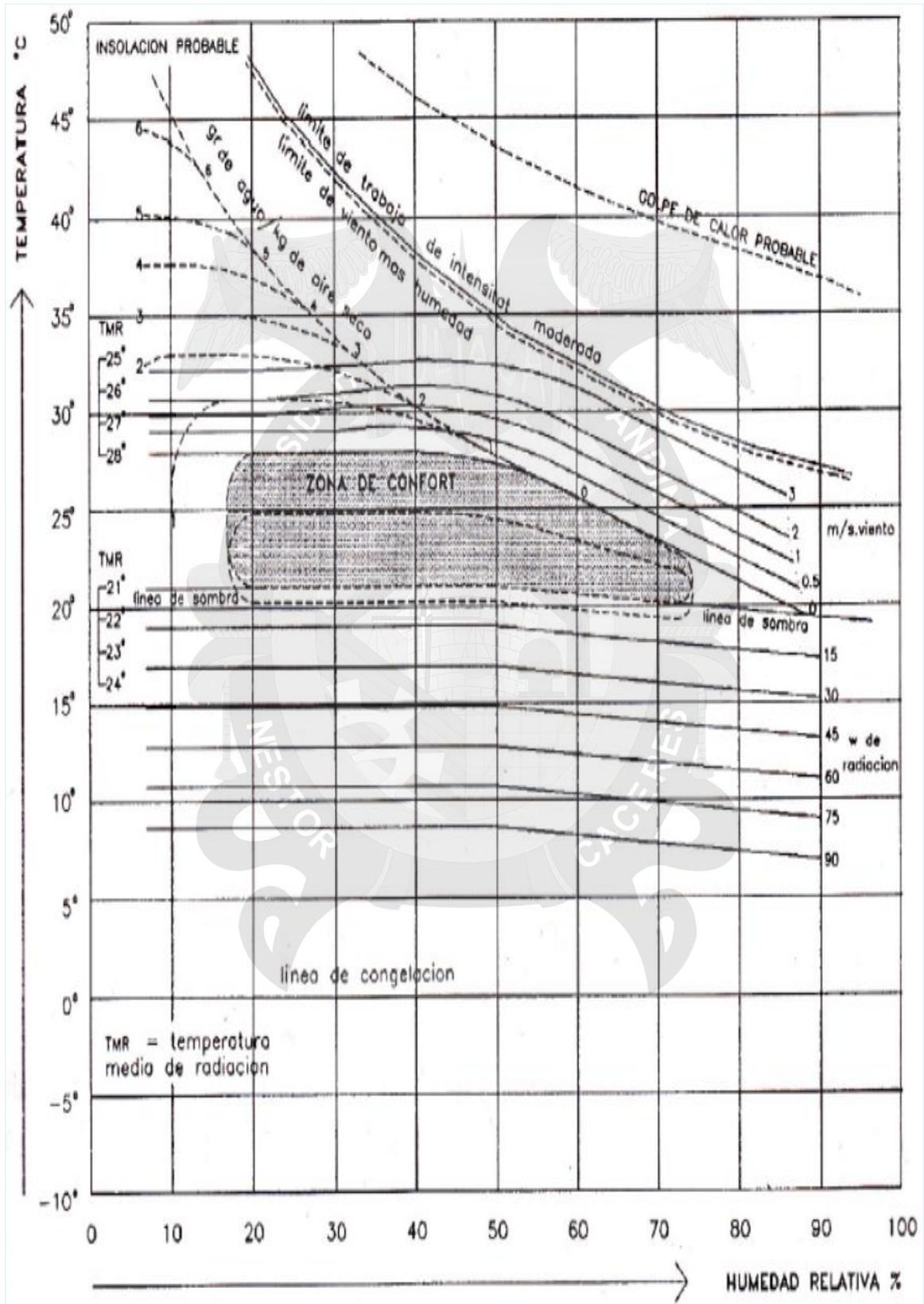
Serra y Coch, citado por Toledo (2011), escribió:

La gráfica se desarrolla considerando dos parámetros: temperatura del aire y humedad relativa en la que se establece una banda de confort térmico y estrategias de corrección arquitectónica mediante radiación y ventilación. Víctor Olgyay establece la banda de confort térmico entre 21,1 °C y 26.7 °C para las condiciones de primavera y otoño. (p.20)

Considerando los siguientes factores:

- Arropamiento: 1 clo.
- Velocidad del aire: 0.2286 m/s
- Actividad: 1.00 – 1.20 Met

Grafica de Víctor Olgyay



Fuente: (Serra y Coch, 1995, p.85)

La banda de confort térmico para las estaciones de verano e invierno varían en relación al nivel de arropamiento, considerando el mismo nivel de actividad y velocidad del aire, para cada estación se consideran los siguientes niveles de arropamiento:

- Invierno: 1,50 clo
- Primavera: 1,00 clo
- Verano: 0.50 clo
- Otoño: 1.00 clo

La diferencia del nivel de arropamiento entre estaciones es de 0.50 clo, siendo:

$$1 \text{ clo} = 7.3 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Se determina que la variación de la banda de confort térmico entre estaciones es de 3.65 °C, al existir una diferencia de 1 clo en el nivel de arropamiento entre invierno y verano la diferencia en la banda de confort térmico entre estas será de 7.3 °C.

3.1.7.2 *Abaco de Givoni*

Serra y Coch, citado por Toledo (2011), escribió que:

Givoni desarrolla un ábaco en el que se determina un rango de confort térmico y las estrategias arquitectónicas para devolver las condiciones del ambiente hacia dicho rango. Para desarrollar el ábaco, Givoni parte del análisis de confort, estableciendo un equilibrio entre las pérdidas y ganancias del cuerpo, y evaluando la cantidad necesaria de transpiración S para mantener el equilibrio térmico en el cuerpo. (p.21)

El equilibrio entre las ganancias y pérdidas de calor del cuerpo se establece de la siguiente forma:

$$M - W \pm R \pm C - E = \Delta Q$$

M = metabolismo

W = energía transformada en trabajo mecánico

R = intercambio de calor por radiación

C = intercambio de calor por convección

E = refrigeración evaporativa de la transpiración

ΔQ = variación del contenido calorífico del cuerpo

(En condiciones normales $\Delta Q = \text{constante}$)

A partir de este equilibrio se evalúa la cantidad de transpiración S necesaria para mantener el equilibrio térmico mediante la siguiente fórmula:



En la que la refrigeración E es:

$$E = f \cdot S$$

Donde:

E = refrigeración evaporativa por transpiración

F = eficacia fisiológica de la refrigeración de la transpiración

S = cantidad de transpiración

Serra y Coch, citado por Toledo (2011), escribió que:

El coeficiente f expresa como la refrigeración del cuerpo por evaporación de la transpiración no es igual al calor latente potencial de esta transpiración, al perderse una parte de la evaporación en el aire ambiente y no en la piel. (p.21)

El coeficiente f se expresa de la siguiente forma:

$$f = e^{0.6} \left(\frac{E}{E_{max}} - 0.12 \right)$$

Donde:

E = refrigeración por transpiración ya definida

E_{max} = capacidad máxima por persona de evaporación de aire

$$E_{max} = P v^{0.3} (42 - v Pa)$$

Donde:

V = velocidad del aire en m/s

Pa = presión del vapor en mm Hg

p = coeficiente según vestido

p = 31.6 semidesnudo

p = 20.5 ropa de verano

p = ropa de invierno

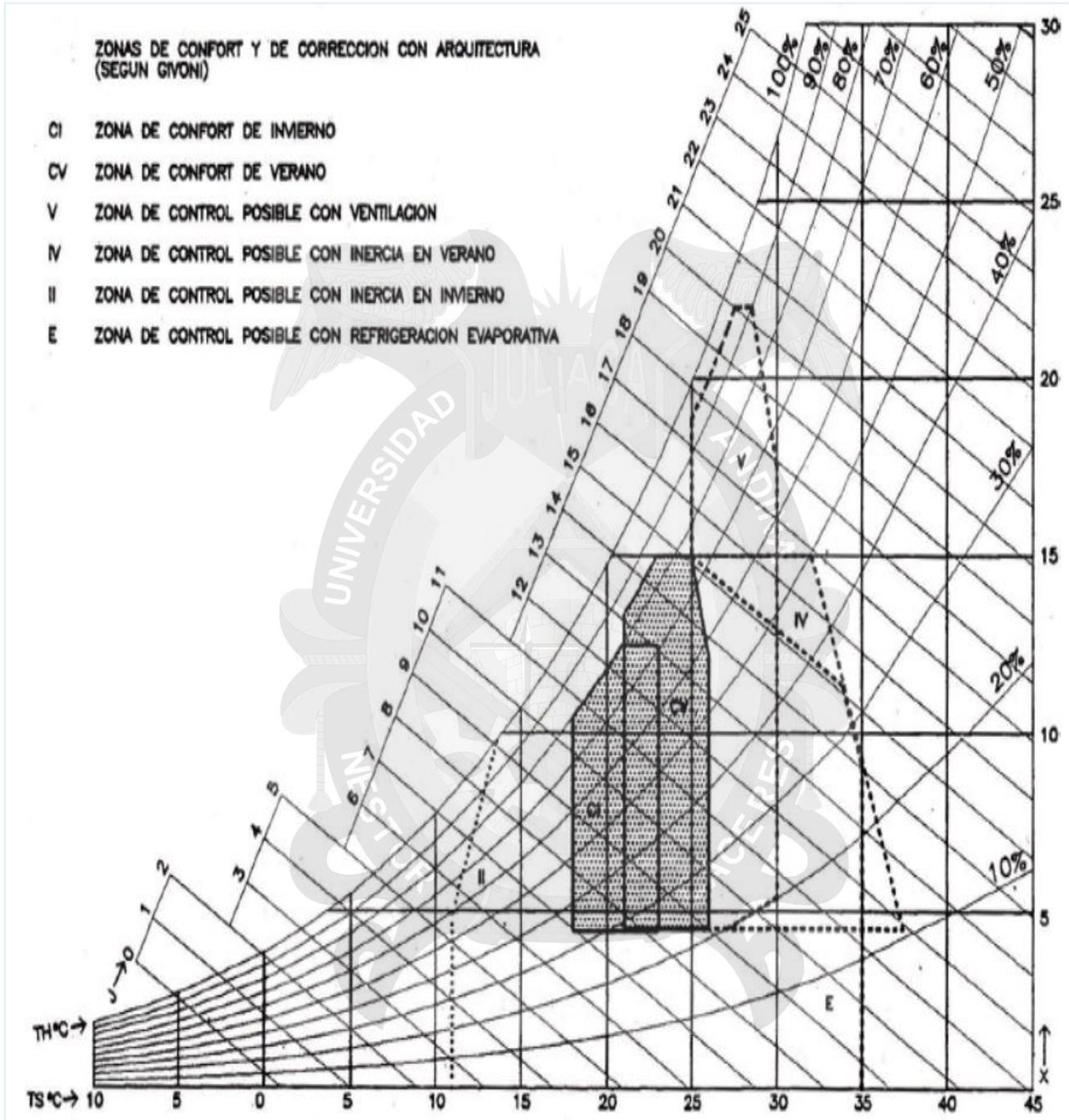
Serra y Coch, citado por Toledo (2011), escribió que:

El coeficiente S representa los efectos combinados del metabolismo de los 4 parámetros ambientales de confort térmico y de la vestimenta. (p.21)

Se expresa mediante la siguiente relación:

$$S = E / f$$

Abaco de Givoni



Fuente: (Serra y Coch, 1995, p.85)

Serra y Coch, citado por Toledo (2011), escribió que:

Partiendo de la evaluación de confort, Givoni propone el ábaco psicrométrico y desarrolla las posibles estrategias de corrección arquitectónica mediante sistemas pasivos como la ventilación, inercia térmica y refrigeración evaporativa. (p.21)

“Las condiciones térmicas de una vivienda dependen de las pérdidas y ganancias de calor. La vivienda tendera a calentarse cuando las ganancias de calor sean mayores que las pérdidas, y al enfriarse es la situación contraria. En cualquiera de los casos, el ambiente interior puede llegar a condiciones de desconfort, requiriendo de sistemas de climatización para ser contrarrestadas. El balance o equilibrio termico de una vivienda ocurre cuando la suma de las ganancias y pérdidas de calor es igual a cero” (Schepp, 2016, p.17)

Esta relacion neutral se expresa mediante la siguiente ecuación

$$Q_s \pm Q_i \pm Q_t \pm Q_v \pm Q_e = 0$$

3.1.8.1 Pérdidas de calor

a. Por Conducción (Q_t)

Schepp (2016) afirma que: “Cuando existen pérdidas (o ganancias) de calor por la envolvente de la vivienda (muros, pisos y techumbre). La cantidad de calor que se puede perder dependerá de las características térmicas de las soluciones constructivas, de la superficie expuesta hacia el exterior (envolvente) y de la diferencias de temperatura entre el interior y el exterior” (p.17)

b. Ventilación (Q_v)

Schepp (2016) afirma que: “las pérdidas o ganancias de calor por ventilación ocurren cuando el aire exterior ingresa a la vivienda, renovando o expulsando el aire interior hacia afuera. Esta ventilación puede darse de forma deliberada por medio de ventanas o puertas, o de manera involuntaria, mediante la infiltración de aire a través de fisuras o aberturas de la envolvente (bajo las puertas exteriores, encuentros de ventanas con muros, sellos de ventanas, etc.)” (p.17)

c. Evaporación (Q_e)

Schepp (2016) afirma que: “las pérdidas de energía ocurren por efecto del calor absorbido por la evaporación que puede generarse fuera o dentro de la vivienda” (p.17)



a. Ganancias Solares (Qs):

“La radiación solar que incide sobre la vivienda puede generar importantes ganancias de calor. Estas se obtienen de forma indirecta por medio de las superficies expuestas al exterior (muros y cubiertas), y en mayor relación, de forma directa, a través de las ventanas. Por lo mismo, es muy relevante la orientación de las viviendas. Es decir, que la mayor superficie de ventanas esté dispuesta hacia el recorrido del sol, preferentemente hacia el norte, de modo de maximizar las ganancias solares” (Schepp, 2016, p.17)

b. Ganancias Internas (Qi):

“Las ganancias internas provienen de las fuentes de calor que están situadas dentro de la vivienda. Estas incluyen las personas, la iluminación, los equipos (TV, computador, etc.) y los artefactos (cocina, hervidor, etc.). Prácticamente todo lo que consume energía, también genera calor. Esta situación puede considerarse positiva, en épocas invernales, sin embargo, contra produce en periodos de mayor calor” (Schepp, 2016, p.17)

3.1.9 Factores Medio Ambientales y Climáticos

“Influyen críticamente en el comportamiento térmico de los edificios, es por ello que un conocimiento preciso del comportamiento de estos parámetros es requerido cuando se realice un diseño. El clima se puede diferenciar a distintos niveles. Así, se tienen climas latitudinales (asociados a la latitud del lugar en el planeta: tropicales, fríos, etc.), climas regionales, climas locales y microclimas; estos últimos afectados por factores del lugar. Los cuales se mencionan a continuación” (Huaylla, 2010, p. 28)

- Altitud

“Por ejemplo es conocido que a mayor altura disminuye la temperatura del aire y el enfriamiento del suelo suele ser más rápido y mayor por las noches; sin embargo la radiación solar aumenta (Tabla 2.1.a)” (Huaylla, 2010)

- Vientos

“Según la rapidez promedio con que corran los vientos y la existencia de direcciones preferenciales se pueden ver favorecidas las pérdidas de calor por convección” (Huaylla, 2010)

• Orografía

“Muy importante asociado al tema de vientos, los cuales pueden tener una influencia importante por la orografía local haciendo que se generen direcciones preferencial o que el terreno sea aislado y genere aire estancado” (Huaylla, 2010)

• Masas térmicas grandes:

“Tales como mares, lagos y ríos, los cuales debido a su gran inercia térmica están más fríos que el terreno en el día y más templados durante la noche, pudiendo generar vientos refrescantes. Otro efecto es la humedad, siendo apreciable su efecto en un radio de 10 km aproximadamente” (Huaylla, 2010)

• Vegetación:

“propiciando protección de vientos, apantallamiento de ruido, favorecimiento estacional de radiación incidente, etc” (Huaylla, 2010)

• Disposiciones de edificaciones en zonas urbanas:

“cuanto más densa sea una zona urbana menos energía solar estará disponible por edificación, esto básicamente por generación de sombras; además, la dirección preferente de vientos es variable de lugar en lugar, siendo el análisis más complicado. Por lo tanto, un buen diseño, orientación distribución de edificios generaría una satisfacción de necesidades de calentamiento y generación de sombras” (Huaylla, 2010)

Tabla 2.1.a
Las ocho regiones naturales o pisos ecológicos del Perú

Región	Altitud	Clima
Costa o chala	Hasta 500 m.s.n.m. (occidente)	Desértico subtropical y semitropical de tipo sabana tropical.
Yunga (marítima)	500 – 2300 m.s.n.m.	Cálido subtropical y árido y semitropical y húmedo (al norte)
Quechua	2300 – 3500 m.s.n.m.	Templado
Suni o Jalca	3500 – 4100 m.s.n.m.	Frio y seco
Puna	4100 – 4800 m.s.n.m.	Muy frio (-9°C - 25°C)
Janca o Cordillera	Desde 4800 m.s.n.m.	Gélido
Selva alta o Rupa - Rupa	400 – 1000 m.s.n.m. (oriente)	Cálido y húmedo (4000 mm de lluvia al año)
Selva baja u Omagua	Hasta 400 m.s.n.m. (oriente)	Tropical

Fuente: (Huaylla, 2010, Evaluación experimental de cambios constructivos para lograr confort térmico en una vivienda Altoandina del Perú)

3.1.10 Aspectos Arquitectónicos de Diseño

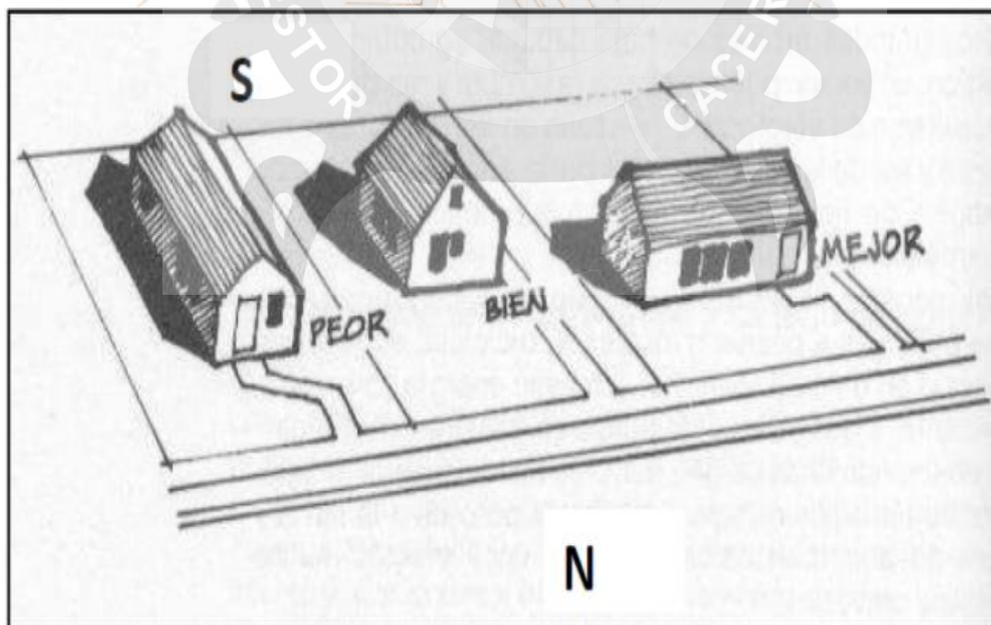
Huaylla (2010) afirma que: "Dentro de los criterios a tener en cuenta al momento de realizar un diseño de una edificación se tiene las siguientes consideraciones" (p.29)

3.1.10.1 Ubicación y Orientación

"La ubicación determina las condiciones climáticas con las que la vivienda tiene que "relacionarse", podemos hablar de condiciones macroclimáticas (las temperaturas, la radiación solar, la dirección del viento) y microclimáticas (la pendiente del terreno, la existencia cercana de elevaciones, la existencia de edificios). La orientación de la casa influye sobre la captación solar, normalmente interesa captar cuanto más energía mejor porque es nuestra fuente de climatización en invierno, en latitudes que nos encontremos, conviene orientar siempre nuestra superficie de captación hacia el sur. La ubicación se refiere más a la orografía del lugar, los alrededores y las condiciones climáticas en general y como estos afectarían a la edificación. La orientación se refiere más a la posición de la vivienda respecto al eje del Norte-Sur, haciendo hincapié en que en el hemisferio sur las superficies orientadas hacia el norte son las más favorecidas con la incidencia de radiación solar" (Ghoroishi, 2011, p.57)

Figura 3.4.d

Ubicación y Orientación de Viviendas



Fuente: (orientación hacia el norte www.casasconfortables.net, 2009)



“En busca del uso adecuado de las condiciones climáticas disponibles y de lograr la eficiencia energética en la vivienda, la distribución e interconexión de los espacios es un tema vital, ya que ello permitirá distribuir la energía adecuadamente en los ambientes y así, procurar mayor confort y menor uso de energía convencional, todo esto tomando en cuenta los patrones de uso de los ambientes” (García, 2004, p.24)

3.1.10.3 Geometría

“Es conocido que mientras más área de contacto con el exterior disponga una edificación, mayores serán las ganancias o pérdidas de energía con el exterior, esto puede ser perjudicial en climas extremos (muy fríos o muy cálidos), pero puede ser beneficioso en climas templados; por otro lado reducir el área de contacto con el exterior implicaría disminuir la superficie norte expuesta a la ganancia solar, lo cual puede no ser conveniente, una opción de solución podría ser manteniendo la pared norte alargada y procurando un buen aislamiento para las demás superficies. En general, la opción a seleccionar depende del criterio que uno plantee y las acciones que uno tome para corregir los defectos asociados a la opción seleccionada” (Ibáñez & Rosell, 2005, p.75)

3.1.11 Materiales y Almacenamiento de Energía

“Dependiendo de las características físicas, geométricas y ambientales de los materiales que conforman muros, techos y suelos de una vivienda; las condiciones climáticas exteriores pueden influir en mayor o menor grado sobre temperaturas de los ambientes interiores. Así pues, se habla de la inercia térmica de una pared como la capacidad de retener o almacenar el calor (incidente del sol o proveniente del día), de distribuirlo en la misma pared y de re-emitirlo de noche a la vivienda” (Huaylla, 2010, p.33)

3.1.12 Calefacción y Refrigeración Solar Pasiva

“La arquitectura solar pasiva busca lograr condiciones de confort al interior de los ambientes a través del calentamiento o enfriamiento, usando para ello la energía solar y las condiciones climáticas; todo esto de la mano con acciones y diseños que orienten siempre a una eficiencia energética” (Huaylla, 2010, p.44)



3.1.12.1 Captación solar pasiva

“Se denomina así al entorno de captación de la radiación solar que funciona sin necesitar aporte energético externo. También se denomina pasivo al sistema que ocasionalmente pueda utilizar un pequeño equipo para acelerar los intercambios térmicos aunque no sea imprescindible para su funcionamiento” (García, 2004, p.86)

Veamos que la captación solar pasiva abarca dos tipos de elementos:

a. Elementos captadores:

“Recogen la radiación solar. Para su estudio los clasificaremos en sistemas captadores directos, indirectos y añadidos. Se analizan en el punto siguiente” (García, 2004, p.88)

b. Elementos acumuladores:

“Son sistemas que tienen la propiedad de almacenar en su interior la energía calorífica de modo que puede ser utilizada con posterioridad. Unos sistemas permiten acumular el calor de día para cederlo de noche. Otros son capaces de almacenar el calor durante muchos días, incluso meses. Para su estudio podemos clasificarlos en sistemas puramente constructivos y depósitos de acumulación” (García, 2004, p.88)

“Un sistema completo de aprovechamiento de la energía calorífica del sol no se limita a la instalación de elementos captadores o de elementos acumuladores. Lo ideal es emplear ambos sistemas conjuntamente. Se debe hacer un estudio de las necesidades caloríficas del edificio, en función del cual se diseñarán los elementos captadores y acumuladores necesarios” (García, 2004, p.88)

3.1.12.2 Elementos captadores directos

“Se denomina captación directa aquellos en los que la radiación solar entra directamente en el espacio que se desea calentar.

Una simple ventana orientada al sol es el primer sistema de captación solar pasiva. Todos sentimos más confort un día de invierno en el que los rayos del sol entran por la ventana que un día nublado, aunque el termómetro marque la misma temperatura” (García, 2004, p.88)



3.1.12 Elementos Captadores Indirectos

“Son modos de captar la radiación solar por medios de elementos constructivos que actúan de intermediarios. Captan y almacenan la energía solar que cederán posteriormente a las habitaciones. Una vez que los materiales de construcción han absorbido la energía solar, van cediendo lentamente la energía sobrante en forma de radiación infrarroja. La radiación infrarroja no es capaz de atravesar el vidrio, acumulándose dentro del espacio constructivo. Es llamado efecto invernadero. Los suelos, muros y cubierta pueden ser muy útiles para captar y almacenar la energía procedente del sol, sobre todo si son porosos ya que tienen más superficie de intercambio. En invierno los materiales de construcción acumulan energía solar durante el día que van cediendo lentamente durante la noche” (García, 2004, p.89)

3.1.13 Elementos Constructivos

Los materiales que se utilizarán para el acondicionamiento térmico y la mejora del confort térmico se describen a continuación.

3.1.13.1 Techos y suelos

“Sin lugar a dudas el techo es el elemento constructivo donde hay una mayor incidencia de radiación solar a lo largo del día; por ello, en climas muy cálidos o muy fríos se recomienda procurar un techo adecuadamente aislado para evitar ganancias o pérdidas excesivas; en climas templados se puede disponer de techos ligeros. El suelo, igualmente puede constituirse en un sumidero de calor y una fuente importante de pérdidas, se recomienda tenerlo aislado” (Huaylla, 2010, p.34)

3.1.13.2 Muros

“En climas fríos es adecuado contar con aislamientos térmicos en los muros de la envolvente (sobre todo orientados al sur), este aislamiento puede realizarse en la superficie interior o exterior de la pared; permitiendo, en el primer caso, una retención de calor en el aire de los ambientes; y en segundo caso, una acumulación de calor en las paredes, lo cual genera una disminución en la amplitud de la temperatura del aire. Es importante tomar en cuenta las propiedades físicas de los materiales y el color de las superficies, ya que el color oscuro permite una mayor absorción de la radiación solar” (Huaylla, 2010, p.37)



Las construcciones con adobes en nuestro país presenta un 30% de las viviendas en el área urbana, y en la parte rural este porcentaje se incrementa en un 60% del total. Esto indica que según la zona donde se construya con material, ya sea costa o sierra, el uso de la tierra y algún material que se le añade, para mejorar su consistencia, diversifica la forma, tamaño y resistencia. Las técnicas utilizadas para la elaboración del adobe, por lo general son empíricas, recopiladas a través de la experiencia familiar y transmite en el tiempo, son además motivo de una práctica de autoconstrucción muy activa, de ayuda comunitaria, de participación. A pesar, que de alguna manera, esta práctica ayuda en parte a solucionar la carencia de vivienda sobre todo en las zonas más pobres de país, es latente el problema que representan cuando se edifican en zonas no adecuadas y por lo general de alto riesgo, incrementando la vulnerabilidad de la edificación y la integridad física de las familias. (López & Bernilla, 2012).

3.1.14.1 Características del Adobe

Generalmente, el adobe, está conformado por una mezcla de un 20% de arcilla y un 70% de arena y agua, la cual se introduce en moldes o gaveras y luego de desmoldar se deja secar al sol por lo general unos 25 a 30 días. Para evitar que se agriete al secar se añaden a la masa paja, ichu que sirven como armadura y se cuida que se tenga un secado lento y controlado. Las dimensiones adecuadas deben ser tales que el operador o albañil puedan manipularlo adecuadamente, en general son de 40 cm, pero hay variaciones que pueden ser importantes dependiendo de la zona. Son vulnerables (se deshacen) ante la lluvia, por lo que, generalmente, requiere un mantenimiento permanente, se protege enluciendo con capas de barro (revoques de barro). Así mismo el empleo del adobe en la construcción de viviendas produce determinadas características en la construcción como tener una gran inercia térmica, por lo que sirve de regulador de la temperatura interna; en verano conserva el frescor, y durante el invierno el calor interno. (López & Bernilla, 2012).

3.1.14.2 Fabricación de bloques de adobe

Los adobes que empleamos para nuestra vivienda cumplen con los requisitos dados en la norma E-080 Reglamento Nacional de Edificaciones.

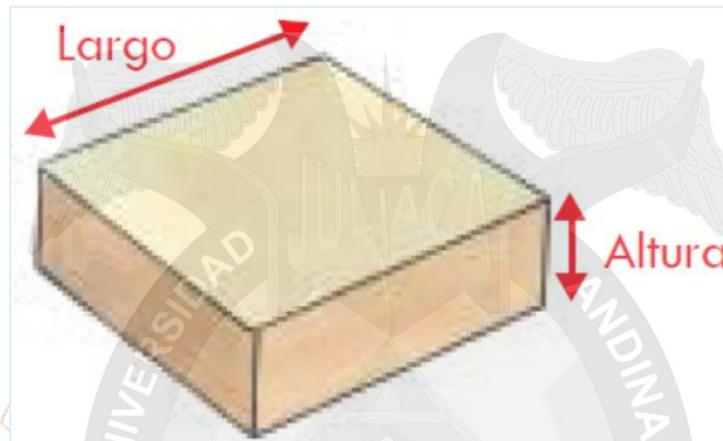
Los adobes podrán ser de planta cuadrada o rectangular y en el caso de encuentros con ángulos diferentes de 90°, de formas especiales.

Las dimensiones deberán ajustarse a las siguientes proporciones:

- Para adobes rectangulares el largo sea aproximadamente el doble del ancho.
- La relación entre el largo y la altura debe ser del orden de 4 a 1.
- En lo posible la altura debe ser mayor a 8 cm.

Figura 3.5.e

El adobe



Fuente: (Manual de Construcciones Sismo resistentes
En Adobe Tecnología de Geomalla)

Pasos para fabricar adobes

a. Suelos apropiados

“La tierra para fabricar adobes debe estar formada por 25% a 45% de limos y arcilla y el resto de arena. La proporción máxima de arcilla será del 15%. La tierra no debe ser cultivo y se puede identificar fácilmente las tierras inadecuadas por su color o sabor” (Morales-Morales, Torres-Cabrejos, Rengifo-A. & Irala-Candiotti, 1993, p.42)

- Tierra con materia orgánica: color negruzco.
- Tierra salitrosa: color blanquecino y sabor salado.

b. Pruebas de selección

“Son pruebas cuyo resultado nos dará a conocer la calidad de la tierra analizada y si es apropiada para fabricar adobes” (Morales-Morales, Torres-Cabrejos, Rengifo-A. & Irala-Candiotti, 1993, p.42)

Una vez seleccionada la cantera mediante las pruebas que a continuación se indican; es recomendable, antes de proceder a la producción masiva de adobes, fabricar adobes de prueba y efectuar el control de calidad correspondiente” (Morales-Morales, Torres-Cabrejos, Rengifo-A. & Irala-Candiotti, 1993, p.42)

c. Prueba de granulometría (Prueba de la Botella)

- Sirve para determinar la proporción de los componentes principales (arena, limos y arcilla) de la tierra.
- Llenar con tierra tamizada (utilizar tamiz n° 4) una botella de boca ancha de un litro hasta la mitad de su altura y la parte restante con agua limpia.

Figura 3.6.f

Pruebas de granulometría



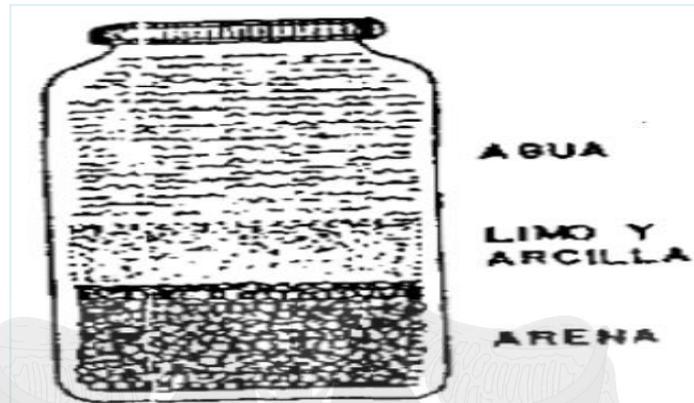
Fuente: (manual para la construcción de viviendas de adobe)

- Agitar vigorosamente la botella hasta que todas las partículas de la tierra estén en suspensión.
- Poner la botella sobre una mesa y esperar que todas las partículas de arena reposen al fondo. Las partículas de arena reposaran inmediatamente.
- Las partículas de limos y arcilla durante algunas horas.

“Finalmente medir las capas para determinar la proporción de arena y limos con arcilla. Se recomienda que la cantidad de arena fluctué entre 1.5 a 3 veces la cantidad de limos y arcilla. Por ejemplo, si tenemos una altura de 3 cm con limos y arcilla, a altura de arena deberá estar comprendidas entre 4.5 a 9 cm” (Morales-Morales, Torres-Cabrejos, Rengifo-A. & Irala-Candiotti, 1993, p.43)

Figura 3.8.g

Niveles de Estratos



Fuente: (manual para la construcción de Viviendas de adobe)

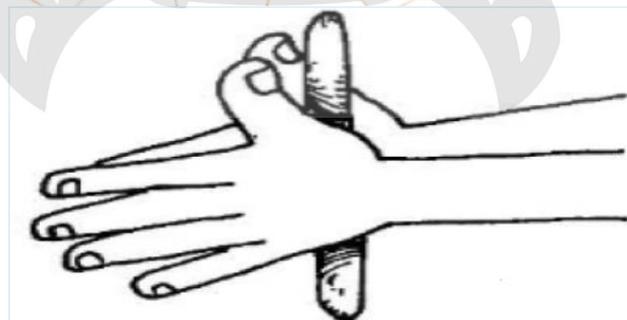
d. Prueba de plasticidad (Prueba del rollo)

“Sirve para determinar la cantidad de tierra y nos permite saber si esta es arcillosa, arena o arcilla arenosa. Consiste en tomar un poco de tierra húmeda y con las palmas de las manos formar rollitos de 2 cm de diámetro, suspenderlo en el aire y medir la longitud del extremo que se rompe, en donde se encuentra tres resultados” (Morales-Morales, Torres-Cabrejos, Rengifo-A. & Irala-Candiotti, 1993, p.43)

1. Resultado 1: si el rollo mide entre 5 cm y 15 cm, la tierra es buena para hacer adobes ya que tiene una cantidad adecuada de arcilla y arena.

Figura 3.8.h

Prueba de plasticidad N° 1



Fuente: (manual para la construcción de Viviendas de adobe)

2. Resultado 2: si el rollo es menor de 10 cm, la tierra no es buena para hacer adobes ya que la tierra tiene mucha arena, agrega un poco de arcilla a la tierra y vuévela hacer la prueba.

Figura 3.9.i

Prueba de plasticidad N° 2

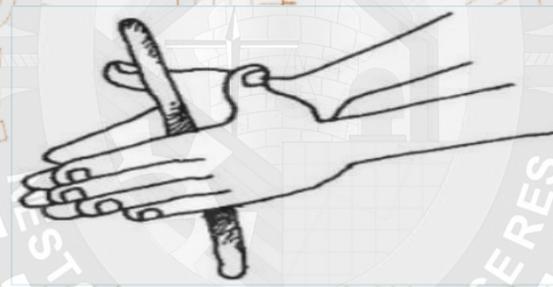


Fuente: (manual para la construcción de
Viviendas de adobe)

3. Resultado 3: si el rollo mide más de 15 cm, la tierra no es buena puesto que tiene mucha arcilla. Agrega un poco de arena gruesa a la tierra y vuelve a hacer la prueba.

Figura 3.10.j

Prueba de plasticidad N° 3



Fuente: (manual para la construcción de
Viviendas de adobe)

- e. Prueba de resistencia (prueba de bolita)

Consiste en amasar tierra húmeda y elaborar 5 bolitas de 2 cm de diámetro, dejarlos secar bajo sombra por dos días y luego trata de romperlos.

Figura 3.11.k

Prueba de resistencia – Prueba de bolita



Fuente: (manual para la construcción de
Viviendas de adobe)

Cuando las bolitas estén secas, trata de romperlas presionándolas con el dedo pulgar y el dedo índice.

Figura 3.12.i

Resultados de la prueba de bolita



Fuente: manual para la construcción de Viviendas de adobe

f. Preparación del barro para hacer adobes

Morales-Morales, Torres-Cabrejos, Rengifo-A. & Irala-Candiotti (1993) señalan que: "Remojar el suelo y retirar las piedras mayores de 5mm u otros elementos extraños mantener el suelo en reposo durante 24 horas. Lo cual facilitar el mezclado" (p.43).

Figura 3.13.m

Barro para Adobes



Preparación de barro por los operarios

g. Moldeado del adobe

"El moldeado puede ser el tradicional, utilizando moldes sin fondo y vaciando la mezcla en el molde directamente sobre el tendal, o también utilizando moldes con fondo, que permite producir adobes más uniformes, más resistentes y de mejor presentación" (Morales-Morales, Torres-Cabrejos, Rengifo-A. & Irala-Candiotti, 1993, p.46)

Para la fabricación de los moldes debe considerarse el encogimiento del adobe durante el secado, el cual puede determinarse con adobes de prueba, de tal manera que el adobe seco corresponda a las dimensiones previstas en el diseño” (Morales-Morales, Torres-Cabrejos, Rengifo-A. & Irala-Candiotti, 1993, p.46)

Los pasos para elaborar adobes son:

1. Limpieza del con trapo húmedo antes de usarlo

Figura 3.14.n

Molde de Adobes



Operario realizando la Limpieza de la adobera

2. Hacer una bola de barro y llenarlo a la adobera como se ilustra en la figura

Figura 3.15.o

Barro



Llenado de barro a la adobera por los operarios

3. Nivelar la parte superior con la mano humedecida con un poco de agua

Figura 3.16.p

Enrasado de barro



Enrasado de barro por el operario en la adobera

4. Desmoldar con ligeras sacudidas verticales

Figura 3.17.q

Desmoldado



Adobes desmoldados por el operario

5. Secado del adobe en el tendal

Figura 3.18.r

Tendal



Secado de las unidades de adobes fabricados



Para el secado de los adobes, utilizar una superficie horizontal, limpia y libre de impurezas orgánicas o sales. Este tendal deberá poder albergar la producción de una semana” (Morales-Morales, Torres-Cabrejos, Rengifo-A. & Irala-Candiotti, 1993, p.48)

3.1.14.3 Sistema estructural

Reglamento Nacional de Edificaciones, Lima, Perú

El sistema estructural de las construcciones de adobe estará compuesto de:

- a. Cimentación:
 - a.1. No se harán construcciones de adobe en suelos granulares sueltos, en suelos cohesivos blandos ni en arcillas expansivas. Tampoco en zonas propensas a inundaciones, cauces de avalanchas, aluviones o huaycos, o suelos con inestabilidad geológica” (Reglamento Nacional de Edificaciones, p.409)
 - a.2. “Los cimientos para los muros deberán ser concreto ciclópeo o albañilería de piedra. En zonas no lluviosas de comprobada regularidad e imposibilidad de inundación, se permitirá el uso de mortero tipo II (en base a tierra con paja) para unir la mampostería de piedra” (Reglamento Nacional de Edificaciones, p.409)
 - a.3. “El sobrecimiento deberá ser de concreto ciclópeo o albañilería de piedra asentada con mortero tipo I (en base a tierra con algún aglomerante como cemento, cal, asfalto, etc.) para unir la mampostería de piedra” (Reglamento Nacional de Edificaciones, p.409)
- b. Muros:
 - b.1. Deberá considerarse la estabilidad de todos los muros. Esto se conseguirá controlando la esbeltez y utilizando arriostres o refuerzos
 - b.2. “Las unidades de adobe deberán estar secas antes de su utilización y se dispondrá en hiladas sucesivas considerando traslape. Los muros deberán ser diseñados para garantizar su resistencia, según lo especificado en el artículo 8, de la norma E.080 Adobe” (Reglamento Nacional de Edificaciones, p.409)



c. Elementos de arriostro horizontal

c.1. "Para que un muro se considere arriestrado deberá existir suficiente adherencia o anclaje entre este y sus elementos de arriostre, para garantizar una adecuada transferencia de refuerzos" (Reglamento Nacional de Edificaciones, p.413)

c.2. "Los elementos de arriostre horizontal más común son los denominados viga collar o solera. Estas pueden ser de madera o en casos especiales de concreto madera" (Reglamento Nacional de Edificaciones, p.413)

d. Techos

d.1. "En los techos de las construcciones se deberá considerar las pendientes, las características de impermeabilidad, aislamiento térmico y longitud de los aleros de acuerdo a las condiciones climáticas del lugar" (Reglamento Nacional de Edificaciones, p.413)

CAPITULO IV: MARCO CONCEPTUAL

4.1 La Totorá

"La "Totorá" es una planta de raíz acuática que crece en lagos y humedales, con longitud promedio de 3.5m y diámetro de 2.5cm, su crecimiento es muy rápido y por lo tanto su capacidad de renovación, pudiendo volver a cosecharse cada seis meses. Tiene una estructura porosa al interior, formada por cámaras de aire como una esponja, que la vuelve un material muy liviano y con propiedades aislantes. El hombre en todos los tiempos, se ha aprovechado de las características y propiedades de las especies vegetales existentes en su medio. Analizando el uso de la "Totorá", solamente en Sudamérica, en donde esta planta puede ser encontrada desde las costas a nivel del mar, hasta a 3800 m.s.n.m. en la cordillera, ha sido aplicada en la elaboración de embarcaciones para pesca y transporte, artesanías, viviendas, alimentación, fertilizante, etc." (Hidalgo, 2007, p.16)

4.1.1 Aplicaciones de la Totorá

"En el campo de la arquitectura la totora se ha utilizado a manera de revestimiento de muros, cielorosos, etc. Pero existe en el Perú, que construyen sus viviendas íntegramente en el lago Titicaca por más de 500 años. El hecho de que por tanto tiempo se haya conservado sin gran alteración un sistema constructivo basado en

la Totorá, nos da una referencia fuerte para proponer una aplicación más amplia de este material" (Hidalgo, 2007, p.43)

Figura 4.1.a

Isla de los Uros en Puno



Fuente: (Construcción de viviendas con K'esana de Totorá, Elaboración propio)

4.2 Historia del Adobe

“La más antigua ciudad conocida, Catalhoyuk, en Anatolia, del VII milenio antes de Cristo, tenía las casas construidas de adobes. El adobe es uno de los materiales de construcción más antiguos y de uso más difundido. El uso de unidades de barro secadas al sol data desde 8000 A.C. el uso de adobe es muy común en algunas de las regiones más propensas a desastres del mundo, tradicionalmente a lo largo de América Latina, África, el subcontinente de India y otras partes de Asia, el oriente medio y el sur de Europa. En Perú existe la ciudadela de chan chan, la ciudad de barro más grande de América, perteneciente a la Cultura Chimú, (1200 - 1480). Chan Chan se ubica en el valle de Moche, frente al mar, a mitad de camino entre el balneario de Huanchaco y la Ciudad de Trujillo, capital del departamento de la Libertad en la costa Norte del Perú. La reactivación de una arquitectura en adobe en gran medida se debe al ahorro de energía que las edificaciones con este material suelen implicar, en efecto el adobe resulta un excelente aislante térmico motivo por el cual se reducen las demandas de energía para refrescar o caldear las viviendas” (Arce & Arodriguez, 2014).

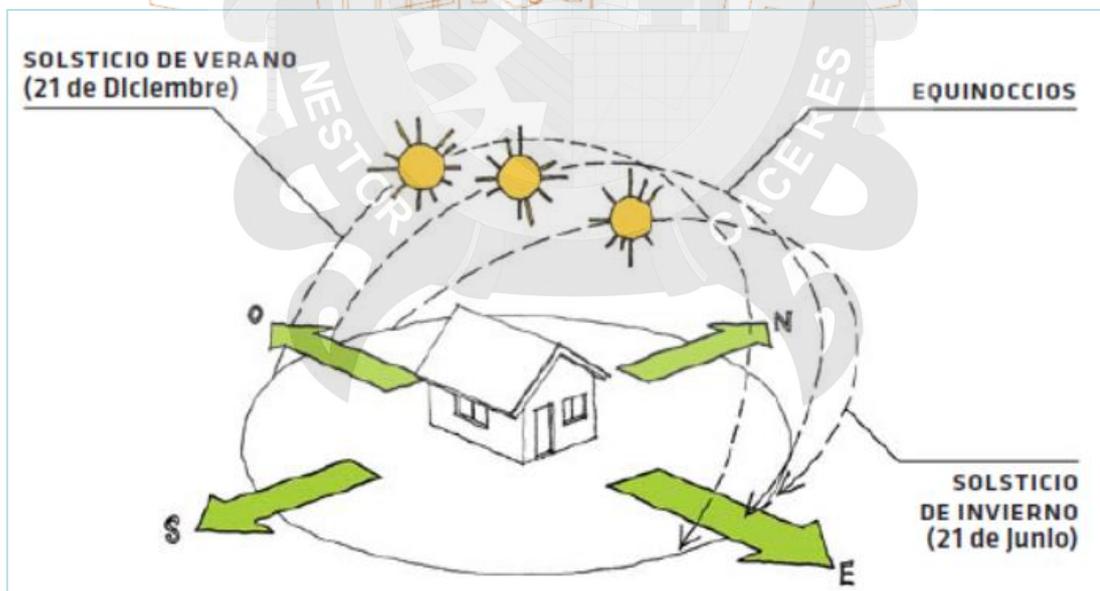
4.3. El sol, su trayectoria y el diseño bioclimático

“El concepto de arquitectura bioclimática encierra dos aspectos fundamentales. El ser humano (bio), con las condiciones de confort para el desarrollo de sus actividades y el clima, que bien utilizado entrega – a lo largo del año – recursos que son favorables para alcanzar confort en el interior del edificio y a su vez ofrece solicitaciones de las cuales la vivienda debe protegerse. En este sentido, el sol principal fuente de energía en el planeta, es un recurso fundamental a tener en cuenta en el diseño de una vivienda bajo el concepto de arquitectura bioclimática. En general el acceso al sol es favorable en invierno y desfavorable en verano” (Bustamante, 2009, p.58)

4.3.1 Representación de la trayectoria solar

“La trayectoria solar, respecto de la tierra se representa en la figura 4.2.b esta trayectoria varía de acuerdo a la época del año. El menor ángulo respecto de la horizontal se da el solsticio de invierno y el mayor en el solsticio de verano. La trayectoria del sol para todos los días del año está entre estos solsticios” (Bustamante, 2009, p.58)

Figura 4.2.b
Trayectoria solar

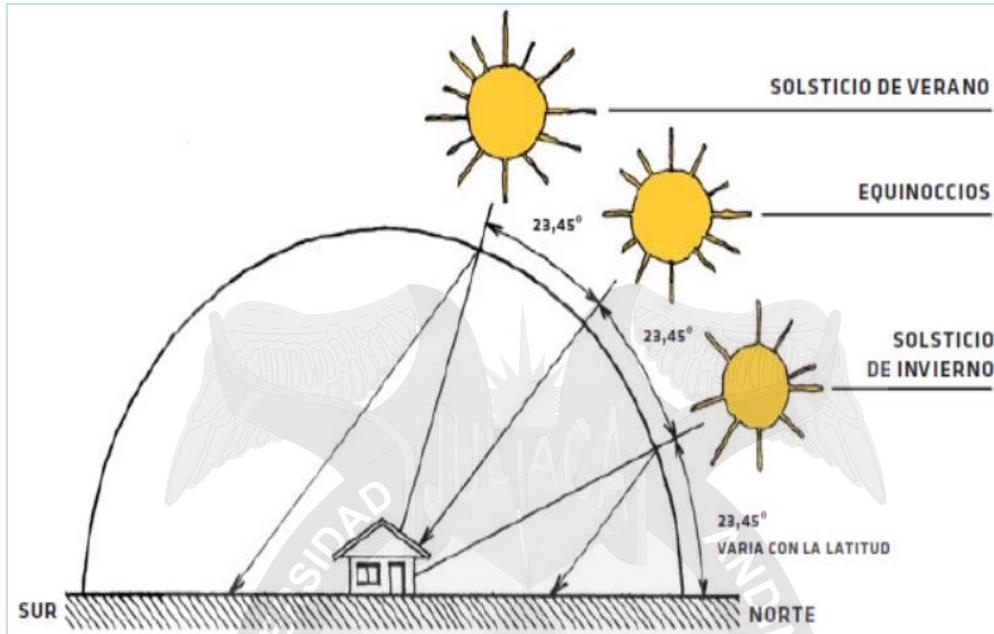


Fuente: Bustamante, trayectoria del sol respecto de la superficie horizontal terrestre.

“Para un determinado lugar, los ángulos del solsticio de invierno y verano están dados por su latitud. Vistos en corte, estos ángulos, a mediodía solar, se observa en la figura 4.3.c”

Figura 4.4.c

Trayectoria del sol Hemisferio sur

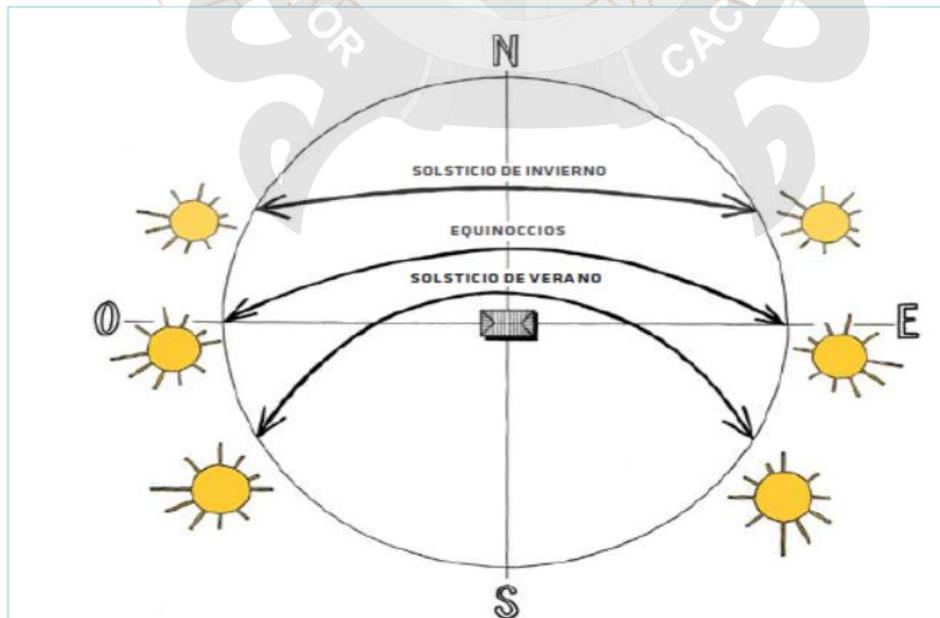


Fuente: Bustamante, trayectoria del sol respecto de la superficie horizontal Terrestre. Vista lateral.

La proyección en el plano horizontal de la tierra de la trayectoria del sol en un lugar (con cierta latitud) se observa en la figura 4.4.d

Figura 4.4.d

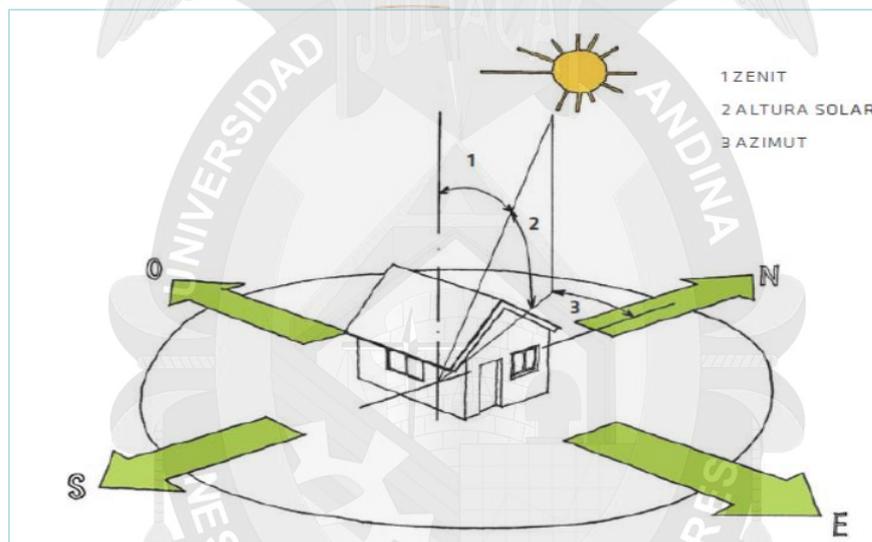
Trayectoria del sol



Fuente: Bustamante, trayectoria del sol respecto de la superficie Horizontal terrestre. Proyectada en planta para equinoccios y solsticios.

“La trayectoria del sol representada en planta para diferentes días del año es lo que constituye el diagrama de trayectoria solar para diferentes latitudes. Este diagrama permite conocer la posición del sol en cualquier día y hora para tal latitud, en ella los círculos concéntricos representan la altura solar y las líneas concéntricas el azimut. El círculo externo corresponde al horizonte (ángulo del sol a 0° respecto de la horizontal). El punto central representa un ángulo de altura solar de 90° . Ver figura 4.5.e” (Bustamante, 2009, p.59)

Figura 4.5.e
Posición del sol



Fuente: Bustamante, ángulos de posición del sol.

“De esta manera, conociendo la trayectoria del sol para un lugar determinado, es posible tomar decisiones referidas a la distribución de los espacios interiores de la vivienda, tamaño y ubicación de ventanas, ubicación de sistemas de aprovechamiento de la energía solar” (Bustamante, 2009, p.59)

4.4 Normas Técnicas

4.4.1 Perú: Norma EM. 110

La norma peruana: “Confort térmico y lumínico con eficiencia energética (EM.110)” establece los lineamientos o parámetros técnicos de diseño para el confort según la zona bioclimática donde se ubica la edificación.

4.4.2 Argentina: IRAM. 11605

La norma IRAM 11605: “Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en viviendas. Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos”.



CAPÍTULO V. METODOLOGÍA DEL MARCO EXPERIMENTAL

5.1 Tipo de Investigación

El trabajo de investigación es experimental, para la investigación parte de la evaluación de las viviendas rurales, el estudio de la K'esana de totora como material de construcción, se determinó la conductividad térmica (k), y los resultados nos permiten utilizar como aislante térmico en el acondicionamiento térmico interior en las viviendas de adobe ubicados a más de 3800 m.s.n.m. en la Región Puno. Y asegurar el confort térmico interior de la vivienda.

5.2 Diseño de Investigación

El diseño de investigación es de tipo descriptivo, experimental e interpretativo, por lo que se hace un estudio con el fin de establecer el acondicionamiento térmico con materiales térmicos de baja conductividad térmica en viviendas de adobe y sean más saludable.

5.3 Población y Muestra

La población del presente estudio son las viviendas rurales en la Región Puno, que están conformados por los distritos de Juli, Ajoyani y Vilquechico.

Como muestra tomamos la comunidad de Palermo rio salado en Juli, alto de la Alianza en Ajoyani y la comunidad de San Salvador de Llachacata Aylo Uthata en Vilquechico de acuerdo al diagnóstico situacional realizado, se procede a la construcción de la vivienda acondicionada térmicamente propuesto para mejorar el confort térmico interior en la comunidad de Palermo Rio Salado del Distrito de Juli, se construye la vivienda propuesto por lo cual se toma el registro de temperaturas del comportamiento interior de la vivienda acondicionada con materiales térmicos.

5.4 Técnicas y Estrategias

5.4.1 Técnicas

La técnica que se utilizó en la presente investigación fue el diagnóstico situacional de las viviendas rurales en la región Puno. El estudio de información implica las condiciones de confort térmico del poblador rural. Con lo expuesto se presenta una alternativa actual de construcción aportando técnicas hacia un diseño

adecuada de vivienda de adobe acondicionada térmicamente con materiales térmicos y lograr el bienestar de los ocupantes.

5.4.2 Estrategias

Las estrategias que se utilizaron para la presente investigación son las siguientes:

- Determinar la conductividad térmica (K) de la K'esana de Totorá, para incorporar en el interior de la vivienda de adobe.
- Búsqueda de información de la materia objeto de investigación.
- Diseño y construcción de la vivienda de adobe acondicionada térmicamente.
- Evaluar el confort térmico de la vivienda construida con instrumentos de medición de temperatura.
- Análisis e interpretación de datos para determinar la prueba de hipótesis

5.5 Procedimiento General

Para esta etapa de la investigación, se realizaron ensayos experimentales de transferencia de calor por el método de conducción de calor por la ley de Fourier, para determinar la conductividad térmica de la K'esana de totora en sus espesores diferentes, posterior a la prueba, se procederá a la utilización de la K'esana para el acondicionamiento interior de la vivienda de adobe y su aislamiento con materiales térmicos en el interior de la vivienda propuesto.

5.5.1 Prueba de conductividad térmica

Mediante esta prueba se busca determinar la conductividad térmica del material de la K'esana de Totorá, para ello se utilizó el equipo de Transferencia de Calor.

5.6 Ensayos de conductividad térmica

Se realizó ensayos de transferencia de calor, para calcular la conductividad térmica de la K'esana de totora, lo cual depende de la medición del flujo de calor que pasa a través de la muestra, con la ayuda de sensores que registran temperaturas a cada segundo de las pruebas.

Se realizaron ensayos experimentales para determinar la conductividad térmica de la K'esana de totora en sus 03 muestras de espesores y dimensiones variables.

5.7 Ensayo experimental de conductividad térmica

5.7.1 Referencias del Ensayo

Proyecto de investigación: "Texto: Experimento de Física II con INTERFACE XPLOERER GLX" de la Universidad Nacional del Callao, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática

5.7.2 Parámetros para el análisis

En el RNE Norma A.020, Capítulo III, características de las viviendas, artículo 18, indica "De preferencia el aislamiento térmico de transmisión térmica K del cerramiento no será superior a $1.20 \text{ w/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ "

5.8 Equipos y materiales

- Computadora (laptop)
- Software, data studio para análisis de datos
- Estufa
- Sensores de transferencia de calor PASPORT
- Interfaz XPLOERER GLX PS-2002
- Muestras de K'esana de Totora
- Interfaz Science WorkShop SCSI 750
- Un Flexometro
- Equipo de transferencia de energía

5.9 Preparación de las muestras

5.9.1 Totora

La totora que se utiliza es extraída de la bahía del lago Titicaca, donde las Totoras crecen en suficiente cantidad para luego utilizarla para diferentes actividades. Para la presente investigación se utilizó totora amarilla seca, de la comunidad de Chimú del distrito de Puno.

Figura 5.1.a

Totora de la Bahía del Lago Titicaca



Carguío de la Totora para su secado

La K'esana, es un panel que está elaborado a base de totora en forma de alfombra, se elabora como un tejido, agrupándolas los tallos con soguillas entre sí. Su longitud y ancho son variables, ya que la materia prima es la totora tiene una altura de hasta 2.20 m, y el espesor de la K'esana es variable según el uso y estas se pueden elaborar de diferentes dimensiones.

Figura 5.2.b

K'esana de Totora



Muestra de K'esana

A continuación se describe los materiales y la forma como lo realizan los pobladores de la zona

a. materiales

- Totora amarilla seca de 0.80 m de longitud.
- 08 estacas de fierro de $\frac{1}{2}$ " de longitud 40 cm.
- cuerda de soguilla de paja de 1 cm de diámetro

b. procedimiento

- se extiende la totora previamente mojada, para evitar que se deteriore en el momento de tejer.

Figura 5.3.c

Totora Extendida



Secado de Totora para elaborar K'esanas

se extiende un plástico sobre el suelo donde se elabora la K'esana, para evitar que la totora que exista en el piso se mezcle con los tallos.

- se colocan estacas de fierro de $\frac{1}{2}$ " de 40 cm de altura, en ambos lados los cuales son alineados cada 27 cm uno del otro y se amarran 4 soguillas a cada estaca con las cuales en el sentido contrario se empieza a tejer.

Figura 5.4.d

Distribución de soguillas



Tejido de la K'esana

- Sobre las soguillas elaboradas de chilliwa se coloca en sentido perpendicular un grupo de totora, que forma un solo grupo, quedando una soguilla por debajo y la otra por encima. La soguilla superior amarra a la soguilla inferior sujetando la totora.
- El tejido se realiza a cada grupo de totoras en pequeñas cantidades y luego se presiona para que estas quedaran fijas y el proceso continua hasta finalizar y conseguir una longitud de 80 cm y al finalizar se sujeta bien con las soguillas para que estas no sufran ningún desperfecto y se cortan las soguillas al finalizar el tejido.

Figura 5.5.e

Tejido de la K'esana



Elaboración de la K'esana

Para la presente investigación se elaboraron K'esanas de espesores y dimensiones de: $e_1 = 3.0$ cm y dimensiones de: (53.5cm x 32.0 cm), $e_2 = 3.5$ cm y dimensiones de (54.0 cm x 35.0 cm) y $e_3 = 4.0$ cm y dimensiones de (51.0 cm x 35.0 cm), cada una de estas muestras se confeccionaron con cuatro hiladas en la comunidad de Chimú.

Figura 5.6.f

Muestra de K'esana de Titora



K'esana elaborado para la investigación

5.10 Procedimiento del ensayo en laboratorio

- Se utilizó 4 adobes de dimensiones de 40x30x10cm para formar un ambiente para alojar a la hornilla eléctrica.

Figura 5.7.g

Instalación de Adobes y Hornilla Eléctrica



Unidades de adobe para formar ambiente de ensayos

Se instalaron los equipos de transferencia de calor para realizar los ensayos respectivos de laboratorio con las tres muestras.

Figura 5.8.h

Equipo de transferencia de calor



Instalación de equipos para ensayos en laboratorio

- Se tomó datos con el equipo de transferencia de energía para determinar la cantidad de calor transferido por la hornilla sobre el equipo de transferencia de energía.

Figura 5.9.i

Medición de calor



Transferencia de energía antes de inicio de la Prueba de conductividad térmica

Al inicio del ensayo de laboratorio se tomo datos de la muestra como son: las dimensiones para determinar el área y el espesor de las K'esanas.

Figura 5.10.j

K'esanas de Titora



Muestras de K'esana en laboratorio

- Se instaló la hornilla eléctrica dentro del ambiente de los adobes para que este pueda encender y genera calor dentro del recinto y en la parte superior del recinto de los adobes se colocó una muestra de K'esana de $e = 3.5 \text{ cm}$ en su primer ensayo y respectivamente las demás muestras.

Figura 5.11.k

K'esana en recinto de calor



Muestras de K'esana en ensayos respectivo

- Se registró las temperaturas con sensores que se ubicaron uno en la parte interna del ambiente interior de los adobes y cubierto de la K'esana, otro sensor de temperatura se ubicó en la parte superior de la K'esana, a una profundidad de 1.5 cm, se mide la diferencia de temperatura de la muestra para calcular la conductividad térmica.

Figura 5.12.I

Registro de temperaturas

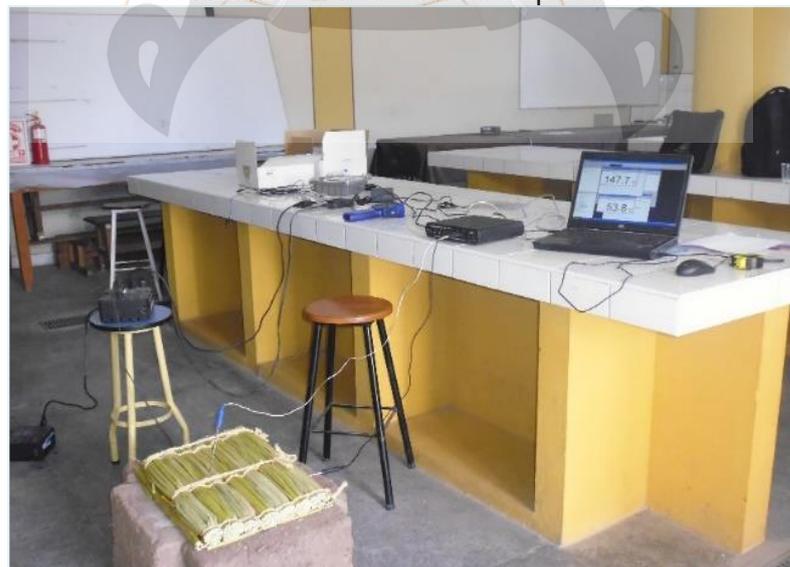


Mediciones de temperatura en K'esana de Totorá

- Se registraron los datos en la computadora con el software Data Studio generando lecturas variadas de temperatura interna del recinto y temperatura en la superficie de la K'esana, registrando variaciones de temperatura.

Figura 5.13.m

Procesamiento de datos en computadora



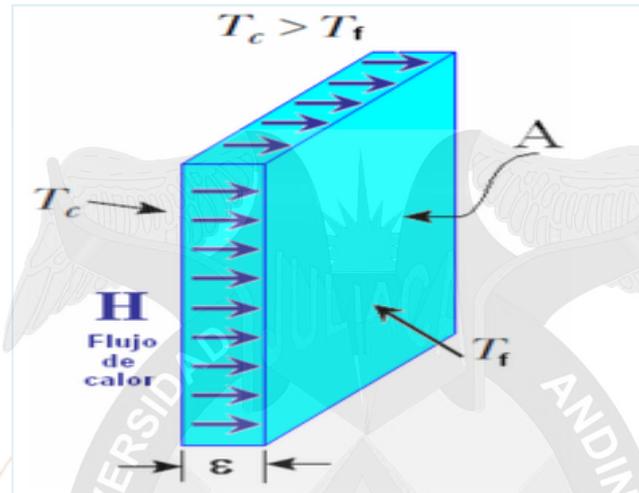
Procesamiento de datos en Software Data Studio

5.11 Cálculo y expresión para los resultados

Calculo del coeficiente de conductividad térmica. Con la ley de Fourier con la ecuación, se calculó la conductividad térmica del material.

Figura 5.14.n

Ley de Fourier



Fuente: (Incropera F. y Dewitt D. Fundamentos de Transferencia de Calor)

Ecuación:

$$\frac{Q}{D_t} = KA \frac{T_c - T_f}{d}$$

Donde:

K: Conductividad térmica

A: Área de la muestra

D: Espesor de la muestra

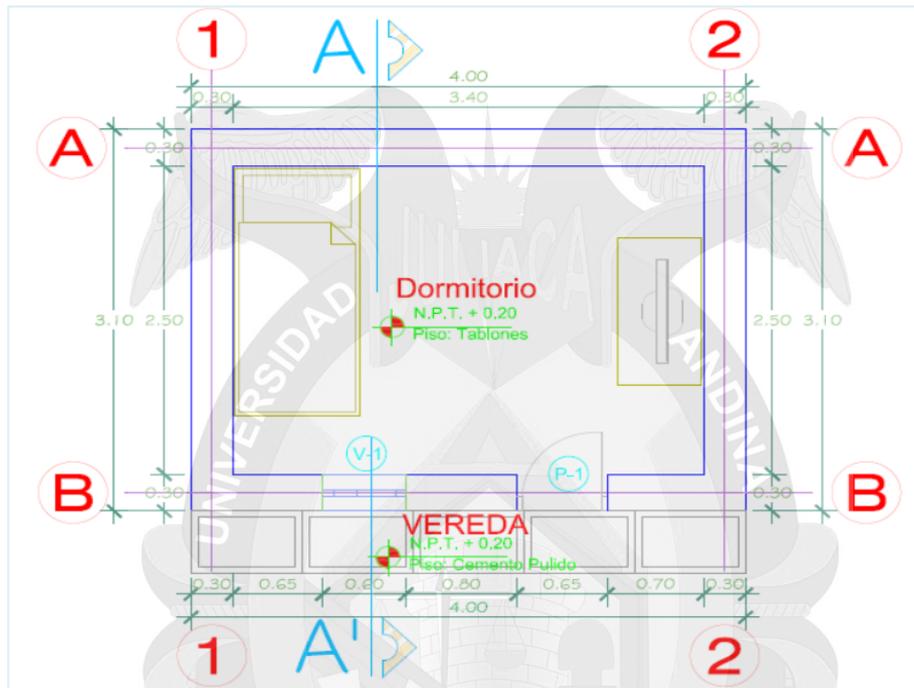
 T_f : Temperatura de la fuente fría T_c : Temperatura de la fuente calienteQ: Calor transferido en el intervalo de tiempo D_t **5.12 Diseño y construcción del prototipo de Vivienda de Adobe Acondicionada Térmicamente con Materiales Térmicos.**

La construcción de la vivienda con diseño de acondicionamiento térmico, que se incorpora técnicas de orientación, fuente de energía a través de claraboyas aprovechando la energía solar y distribución de energía calorífica al dormitorio, y esta es modificado con respecto a las viviendas tradicionales de adobe. Para que una vivienda este bien ejecutado, debe contar con un adecuado aislamiento térmico interior de la vivienda. En una región como Puno, con fuerte componente poblacional que vive en el área rural, los

procedimientos constructivos con con diferentes materiales de construcción, es importante incluir sistemas de confort térmico en las viviendas para que mejore la temperatura interior. A continuación se muestra el plano en planta de la vivienda propuesta para lograr que el ambiente interior tenga condiciones mínimas de confort térmico.

Figura 5.15.o

Diseño Arquitectónico



Plano en planta de vivienda de adobe acondicionada térmicamente

En el diseño de la vivienda acondicionada se considera las siguientes características de aislamiento térmico para: techos, cielorraso, pisos, vanos, muros y claraboyas.

5.12.1 Aislación térmica del techo y cielo raso

Un techo bien aislado ayuda a mantener el calor al interior de la vivienda. El techo es la parte superior de una vivienda, que lo cubre y cierra y Protege del frío. Está conformado por dos componentes, cada una con su función específica, los componentes son:

La estructura de madera sirve para soportar el peso del techo más cargas, que se denominan eventuales. La carga eventuales son agua, nieve y el peso de las personas durante la fase de la construcción. La cubierta se coloca sobre la estructura y sirve para proteger la vivienda del frío y de los elementos (lluvia, granizo, nieve, sol y viento). El techo estará cubierto por calamina y su respectiva cumbrera se usara para proteger y sellar la separación de las calaminas, la estructura de madera que son los tijerales para soportar la cubierta de la vivienda, las correas de madera actúan como portante de la cobertura, el

El cielo raso está cubierto de K'esana de totora es una capa aislante que reduce la pérdida de calor y protege contra el frío, y el enlucido del cielo raso es con yeso.

Figura 5.16.p

K'esana en el Cielo raso



Colocado de K'esana de Totora como aislante térmico en cielo raso

5.12.2 Aislación térmica de los muros

La envolvente específicamente el muro, consiste en la siguiente configuración muro de adobe, panel de K'esana de Totora se ubicará como una placa en el muro interior su función es de aislante térmico, los enlucidos son los siguientes en la primera capa es el enlucido de barro y paja, permitirá sellar las infiltraciones en el interior de la vivienda, se aplicará una capa de mortero de yeso al interior de la habitación, finalmente para que la vivienda sea sismoresistente contará con una viga collar que estará compuesto de dos listones de madera unidos con travesaños, se colocará en la cabecera de los muros.

Figura 5.17.q

K'esana en Muros



Enlucido sobre la K'esana de Totora con yeso $e=1.5$ cm

5.12.3 Aislación térmica de la ventana

La ventana es el elemento térmicamente más débil en el cerramiento de una vivienda, ya que es el punto por donde más fácilmente se pierde calor. Por esto, es importante con ventanas que eviten los puentes térmicos a través de los cuales se puede fugar el calor. Se ha considerado la colocación de ventanas de madera de doble vidrio.

5.12.4 Aislación térmica de la puerta

Puerta de madera: para contrarrestar este efecto se propone utilizar puertas de madera cuya transmitancia es lograr una reducción de pérdidas de calor, el material utilizado para la puerta es la madera.

5.12.5 Aislación térmica de los pisos

El piso sirve para aislar la vivienda del terreno natural, mejorando así su salubridad. Su objetivo es que no exista contacto directo entre la vivienda y el terreno natural, ya que así se impide la transmisión de humedad desde el terreno hasta el interior de la vivienda. Esto se consigue empleando una lámina de plástico para interrumpir la capilaridad del agua, una cama de piedras, cámara de aire para el colocado de aserrín entre la cama de piedra y el entablado con tablones de madera. Estos materiales son utilizados por su baja conductividad térmica y mejorando el aislamiento térmico del piso.

Figura 5.18.r

Piso de la Habitación



Colocado de piedras medianas en piso de la habitación

Se dan a través de las claraboyas que son ventanas ubicadas una en cada agua del techo que sirven para captar radiación solar y que mejora la temperatura del interior de la vivienda. En la habitación se instaló ventanas corredizas y una lámina de vidrio en ambos ductos de los cuales las ventanas corredizas del interior se abren de día para captar energía solar y por las noches se tiene que cerrar para que no haya fuga de calor del interior hacia el exterior.

Figura 5.19.s
Captación de calor



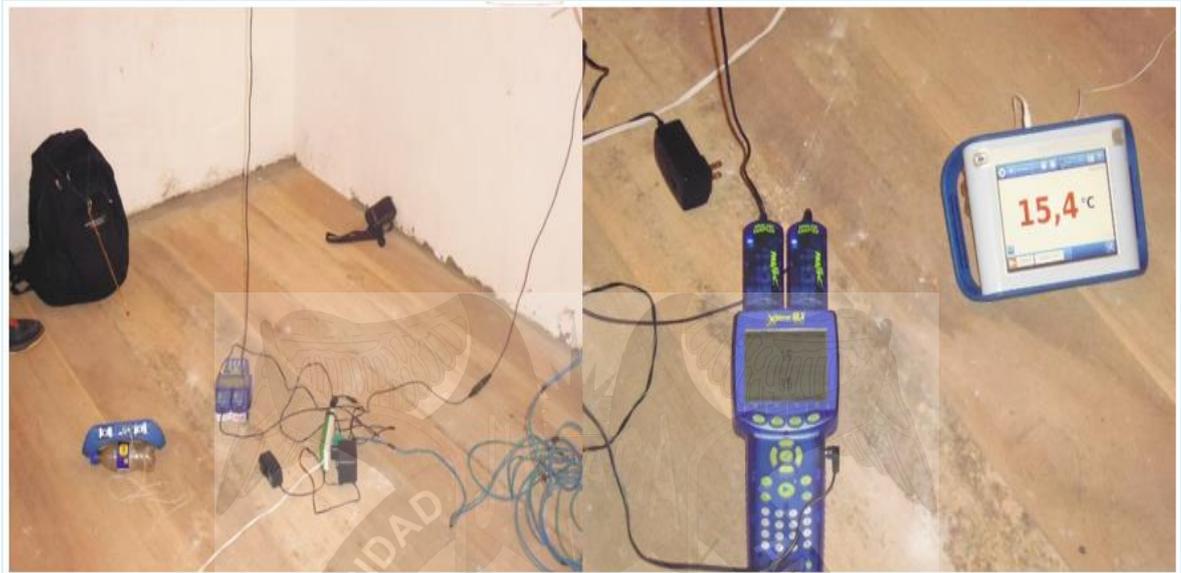
Ductos solares en el interior de la habitación

5.13 Mediciones Térmicas Posteriores a la Construcción de la Vivienda

Una vez culminada la construcción de la vivienda acondicionada térmicamente con materiales térmicos se procedió a las mediciones que fueron tomadas en condiciones reales y no en condiciones de laboratorio en el monitoreo de la vivienda los equipos Xplorer GLX – 2000 y sensores de temperatura PASPORT, los sensores de temperatura fueron distribuidos en el interior y exterior de la vivienda para su respectivo registro de temperaturas.

Figura 5.13

Registro de Temperaturas



Monitoreo de temperaturas en el interior de la habitación

5.14 Validación del Modelo de Simulación Térmica

Para la simulación térmica se procede a elaborar el modelo de vivienda para simular con el software de simulación térmica en edificios Ecotect Analysis V.2011 para ello se usó la información de las propiedades termo físicas de los materiales obtenidos de la bibliografía que conforman la vivienda construida.

EN LA REGION PUNO A MÁS DE 3800 M.S.N.M.

6.1 Localización

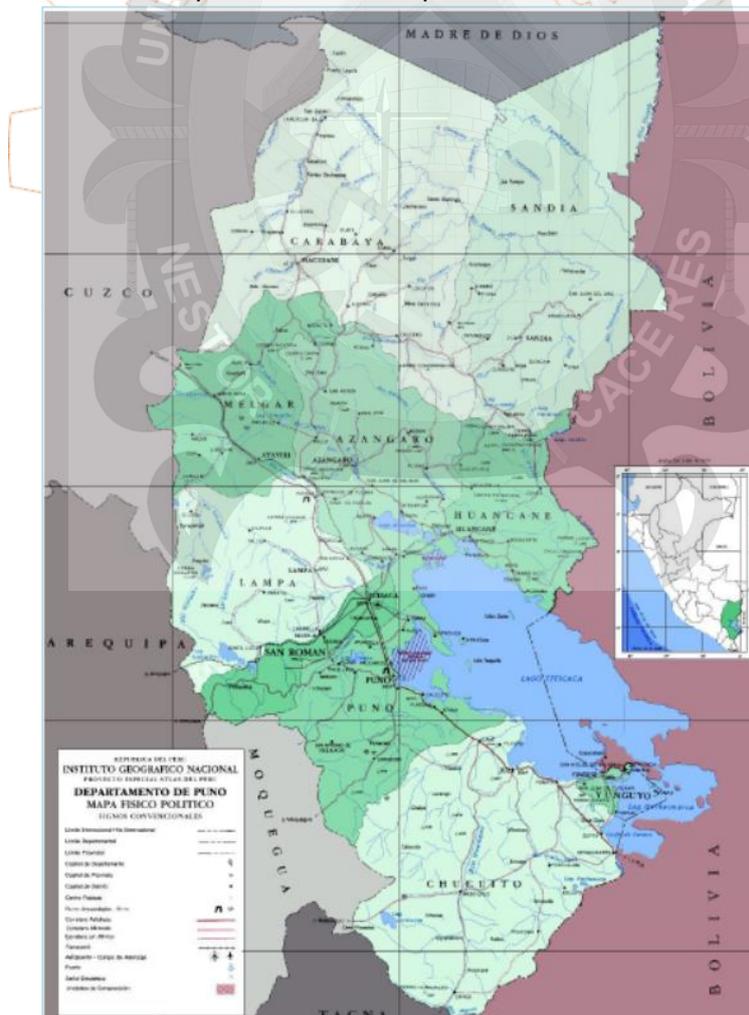
6.1.1 Ubicación Geográfica y Limites de la Región Puno

El departamento de Puno, se encuentra ubicado al Sureste de la República del Perú, entre las coordenadas geográficas 13° 00' 00" y 17° 17' 30" latitud sur y los 71° 06' 57" y 68° 48' 46" Longitud Oeste del meridiano de Greenwich; sus límites son:

- Por el Norte, con el departamento de Madre de Dios
- Por el Sur, con el departamento de Tacna
- Por el Este, con la Republica de Bolivia
- Por el Oeste, con los departamentos de Cusco, Arequipa y Moquegua

Figura 6.1.a

Mapa Político del departamento de Puno



Fuente: (Instituto Geográfico Nacional 2016)

6.1.2 Extensión y límites territoriales

El departamento de Puno, de acuerdo a los datos de INEI, tiene una extensión de 71,999.00 Km², que representa el 5.6% de la superficie nacional, incluido 14.50 Km² del área insular lacustre de islas y 4 996,28 Km² del lago perteneciente al lado peruano. Políticamente está conformada por 13 provincias y 109 distritos; las provincias de Carabaya (18,31%), Sandia (17,7%) y Puno (9,69%) son las más extensas y de menor extensión es Yunguyo (0,43%).

Tabla 6.1

Superficie y región natural de las provincias del departamento de Puno

Provincia	Superficie		Región natural
	Km ²	%	
Puno	6 492,60	9,69	Sierra
Azángaro	4 970,01	7,42	Sierra
Carabaya	12 266,40	18,31	Sierra y Selva
Chucuito	3 978,13	5,94	Sierra
El Collao	5 600,51	8,36	Sierra
Huancané	2 805,85	4,19	Sierra
Lampa	5 791,73	8,65	Sierra
Melgar	6 446,85	9,62	Sierra
Moho	1 000,41	1,49	Sierra
San Antonio de Putina	3 207,38	4,79	Sierra
San Román	2 277,63	3,40	Sierra
Sandia	11 862,42	17,71	Sierra y Selva
Yunguyo	288,31	0,43	Sierra
Total	71 999,00*	100,00	Sierra y Selva

Fuente: (INEI Compendio estadístico de la región de Puno 2004)

6.1.3 Conformación política

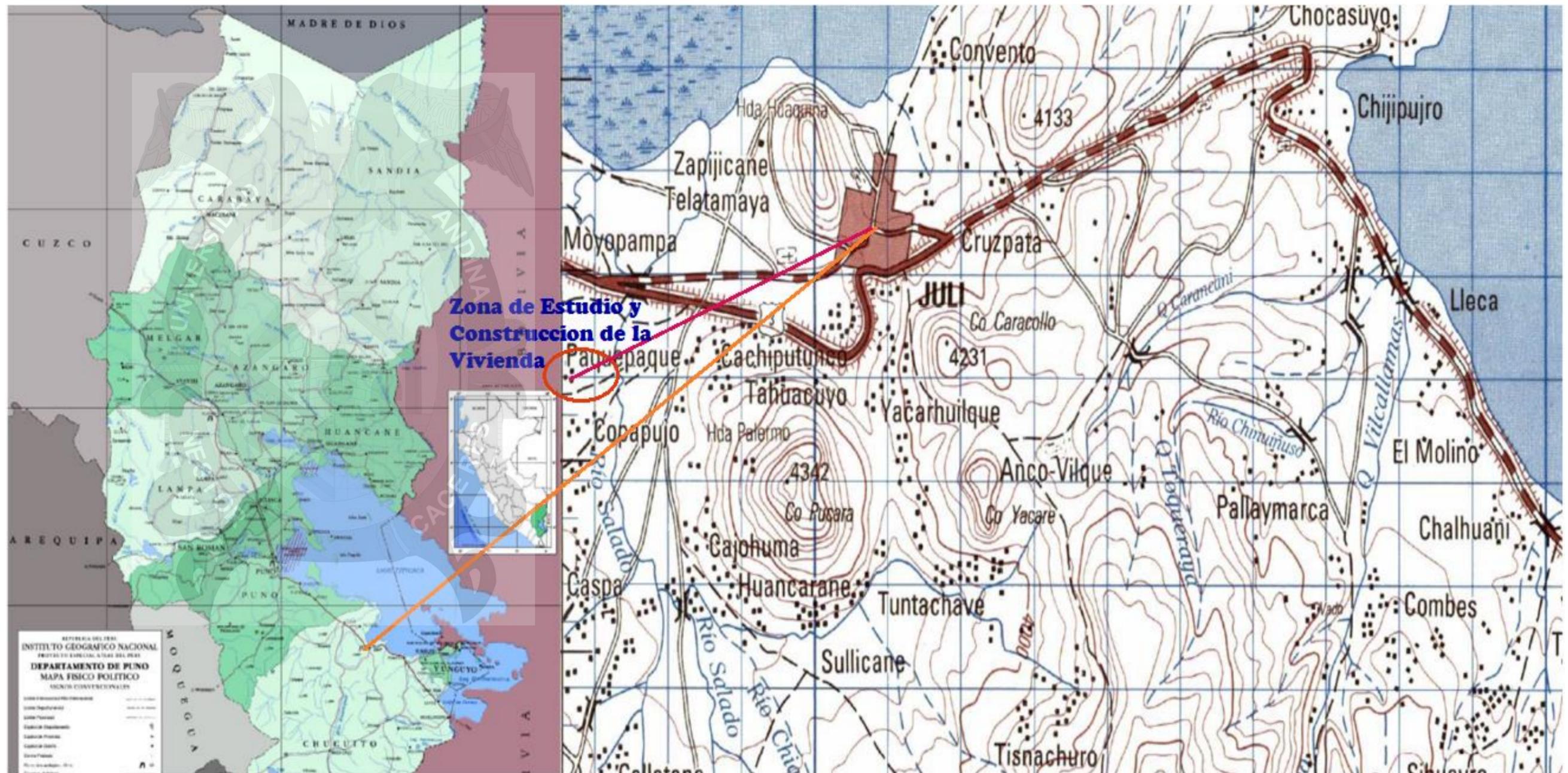
El territorio actual de la región de Puno, hasta 1820 era una intendencia del Perú, transformándose en departamento el 26 de abril de 1822, lo que fue consolidado por decreto del 9 de setiembre de 1825, conformado en ese entonces por las provincias de: Azángaro, Carabaya, Huancané, Lampa y posteriormente Chucuito (25-03-1826). Esta demarcación política por decreto del 2 de mayo de 1854, se reorganizó y se crea la provincia de Cercado (Puno). En 1875 parte de la región formó la provincia de Sandia y en 1901 se creó Melgar, luego se crean las provincias de San Román (1926), Yunguyo (1984), San Antonio de Putina (1989), Moho y El Collao (1991).

A continuación se describen los distritos del ámbito de estudio de las viviendas rurales.

El distrito de Juli se ubica en la meseta altiplánica, en la Región Puno y del Lago Titicaca, a 80 Km desde la ciudad de Puno. Se encuentra a una altitud de 3869 m.s.n.m., dentro de las coordenadas; 16°12'39" de latitud sur y a 69°27'27" longitud oeste de Greenwich.

Figura 6.2.b

Ubicación de la Zona de Estudio en el Distrito de Juli en la Provincia de Chucuito



Fuente: (Zona de Estudio en la Comunidad de Palermo Rio Salado en el Distrito de Juli y Construcción de la Vivienda Acondicionada Térmicamente, Elaboración propio con datos de COFOPRI)

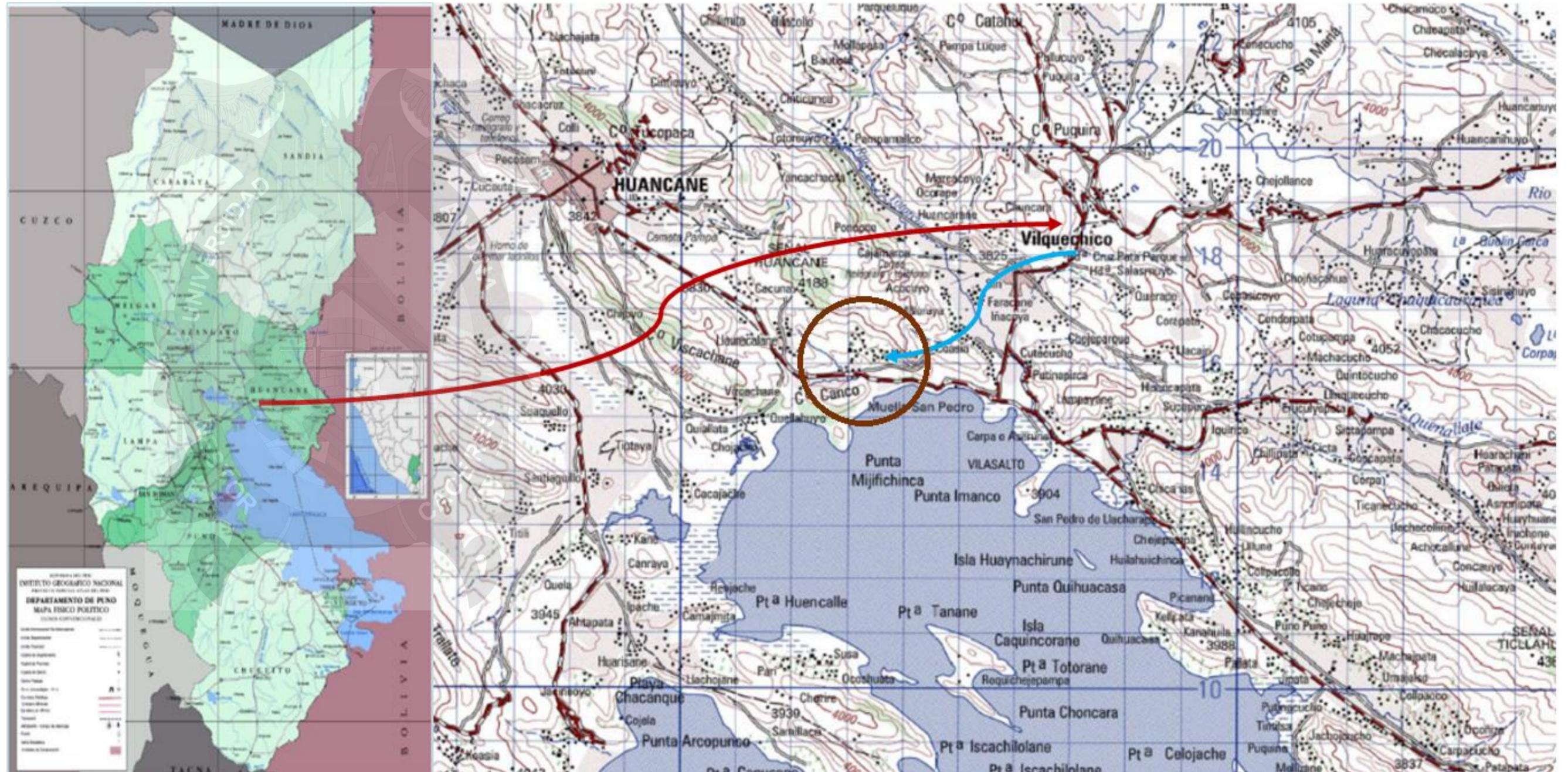
Ámbito de estudio

El ámbito de estudio comprende el área de la comunidad de Palermo Rio Salado, que está Ubicado en el distrito de Juli, se hace la descripción de las viviendas rurales, la comunidad en estudio afronta el álgido problema de las bajas temperaturas, las viviendas son construidas con materiales propios de la zona. Presentan insalubridad para la población que los habita. Los habitantes de la comunidad se dedican a la agricultura, ganadería y otras actividades.

El distrito de Vilquechico se encuentra ubicado en la región Suni ubicado en la Provincia de Huancané. Se encuentra a una altitud de 3835 m.s.n.m. Entre las coordenadas: de latitud sur a 15°13'10" y de longitud oeste a 69°41'20" del Meridiano Greenwich.

Figura 6.3.c

Ubicación del Distrito de Vilquechico y la Zona de Estudio en la Provincia de Huancané



Fuente: (Elaboración propio con datos de COFOPRI)

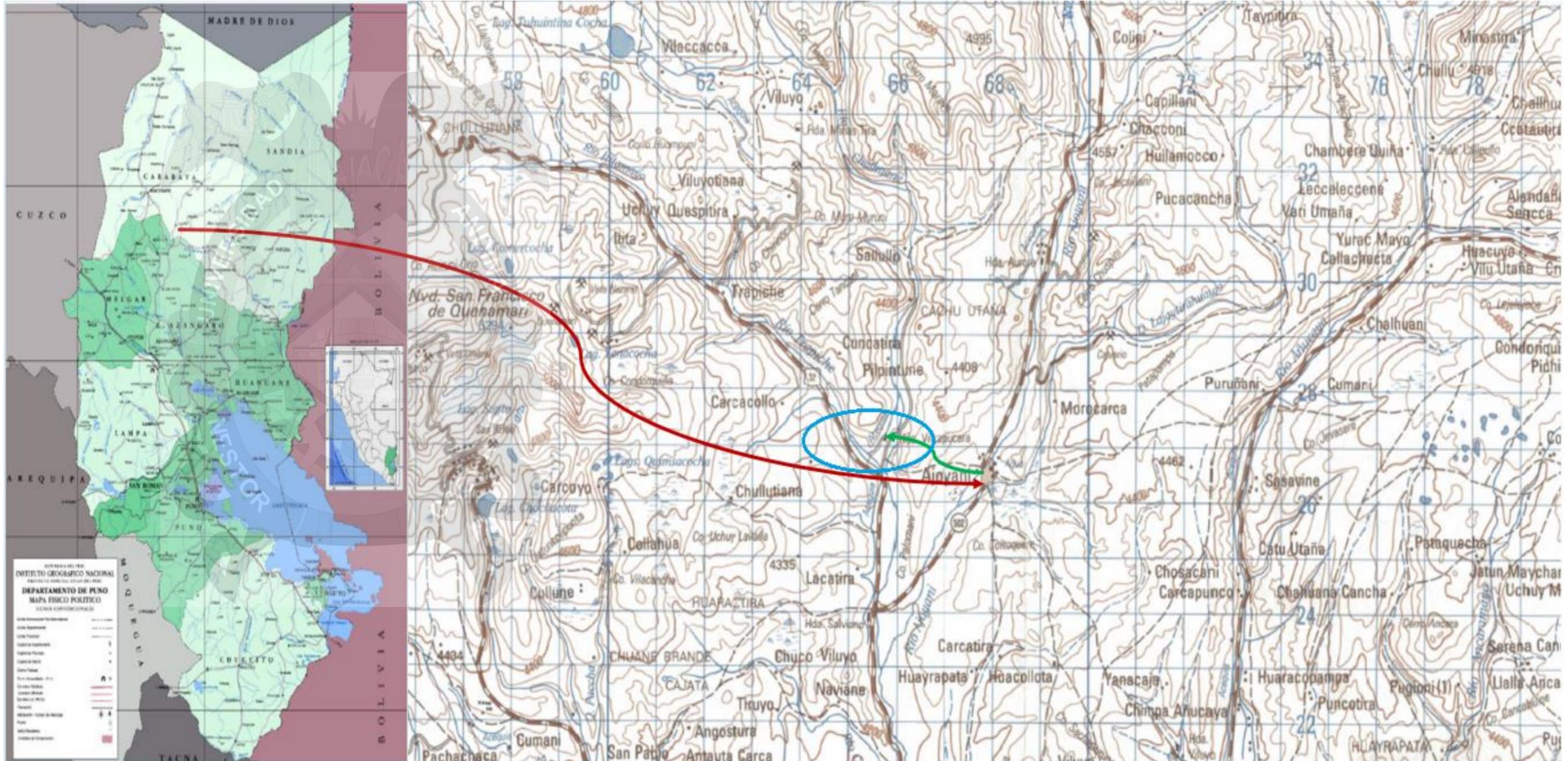
Ámbito de estudio

El ámbito de estudio comprende el Distrito de Vilquechico en la provincia de Huancané en la Región Puno, para este estudio se eligió a la comunidad de San Salvador de Llachacata Aylo Uthata se encuentra al sur este del distrito en plena carretera para lo cual se hizo el diagnostico situacional de las viviendas rurales, ya que los pobladores son vulnerables a las bajas temperaturas.

El distrito de Ajoyani se encuentra a una altitud de 4,265 m.s.n.m., dentro de las coordenadas; 14°13'33" de latitud sur y a 70°64'35" de longitud oeste. Localizada en la parte norte de la Región Puno, dentro de la comprensión de la provincia de Carabaya. El Distrito de Ajoyani está comprendido entre las regiones Puna y Janca o Cordillera.

Figura 6.4.d

Ubicación del Distrito de Ajoyani y la zona de estudio en la comunidad Alto de la Alianza en la Provincia de Carabaya



Fuente: Elaboración Propio con datos de COFOPRI

Ámbito de estudio

El diagnóstico que se realizó de las viviendas rurales estuvo enfocado en la comunidad Alto Alianza del distrito de Ajoyani, para realizar el estudio de tipologías de viviendas y las condiciones en las que vive el poblador rural. Ya que los pobladores de esta zona, son vulnerables a las bajas temperaturas, la población en estudio se dedica a la ganadería, minería y otras actividades.



6.1.4 Vías de comunicación de la Región de Puno

La región de Puno debido a su muy accidentada geografía (se sitúa en la cordillera de los Andes), la cual se acentúa en el área comprendida por la meseta del Collao, presenta una pobre red de carreteras asfaltadas que comuniquen los poblados, la red de carreteras solo es densa en las provincias situadas a orillas del lago Titicaca, sin embargo pese a estas dificultades, la región Puno se encuentra bien comunicada con las Regiones colindantes con las cuales posee un muy fluido tráfico de personas y bienes.

La región posee un aeropuerto en la ciudad de Juliaca, este ubicado especialmente por la geografía llana de la zona y por la infraestructura que ofrece.

6.2 Aspecto Físico

6.2.1 Climatología de la Región Puno

En general el clima de Puno varía entre frío y cálido. En las orillas del lago y en los valles formados por sus afluentes hasta los 4000 m.s.n.m. es frío, aunque, atemperado por la influencia del lago; a mayores alturas es muy frío y glacial; en la selva el clima es cálido con precipitaciones pluviales y temperaturas muy superiores a las de la sierra. La temperatura promedio máxima es de 22 °C y la mínima de 1,4 °C. Las precipitaciones pluviales en el altiplano, obedecen a una periodicidad anual de cuatro meses (diciembre a marzo); esta periodicidad, a pesar de determinar las campañas agrícolas, puede variar según las características pluviales del año, originando inundaciones o sequías, así como la presencia de heladas y granizadas. A continuación se detalla el clima de las zonas de estudio.

6.2.2 Clima del distrito de Juli – Chucuito

El clima en el Distrito de Juli es variable lluvioso en los primeros tres meses del año, fuertes heladas en los meses de junio, agosto y templado en setiembre, octubre, noviembre y diciembre. Además, en la zona alta predomina un clima frío intenso y seco, en la zona media es frío templado húmedo, y en la zona lago tiene un clima templado húmedo a frío, teniendo condiciones micro climáticas muy favorables para el desarrollo de la actividad agrícola y pecuaria.

Tabla 6.2
Consolidado de régimen de Temperaturas: Media, Máxima y Mínima

Estación	Altura (msnm)	Variable	PROMEDIO ANUAL												PROM ANUAL
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AG	SET	OCT	NOV	DIC	
JULI	3812.00	T media	9.4	9.3	9.3	8.7	7.2	6.0	5.7	6.6	7.8	8.9	9.5	9.8	8.2
		T máxima	13.8	13.9	13.9	14.0	13.5	12.7	12.4	14.2	13.7	14.5	14.8	14.5	13.7
		T mínima	4.8	4.7	4.6	3.3	0.9	-0.7	-1.0	0.1	1.9	3.1	4.1	4.9	2.6

Fuente: (MINAG-ANA-DCPRH-LA ILAVE Evaluación de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Rio Ilave).

6.2.3 Clima del distrito de Ajoyani – Carabaya

El clima en el ámbito distrital es frío y seco, el distrito de Ajoyani por sus características geográficas y por altitud a la que se encuentra ubicada presenta temperaturas extremas, así en los meses de mayo, junio y julio, la temperatura desciende hasta a 15°C bajo cero. Las lluvias se presentan durante los meses de Noviembre a Abril con 90 días promedio de lluvia, periodo seco de abril a noviembre, frío extremo en los meses junio y julio con temperaturas críticas -15°C.

Tabla 6.3

Consolidado de régimen de Temperaturas: Media, Máxima y Mínima

Estación	Altura (msnm)	Variable	PROMEDIO ANUAL												PROM ANUAL
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AG	SET	OCT	NOV	DIC	
Ajoyani	4255.00	T media	7.2	7.0	6.9	6.0	4.3	1.8	1.8	3.2	5.6	6.7	6.7	7.1	5.4
		T máxima	13.9	13.3	13.5	13.9	13.8	13.4	13.3	14.6	14.9	16.0	15.6	14.0	14.2
		T mínima	0.5	0.8	0.3	-1.9	-9.7	-9.8	-9.7	-8.1	-3.7	-2.5	-2.2	0.3	-3.1

Fuente: (es. Climate – data)

6.2.4 Clima del distrito de Vilquechico – Huancané

En lo referente al clima del Distrito, en la zona baja o circunlacustre es variado, debido a la influencia del Lago Titicaca, en la zona media es templado y frígido; mientras que en la zona alta es frígido, especialmente en la época invernal las temperaturas bajan hasta los 15° bajo cero.

Tabla 6.4

Consolidado de régimen de Temperaturas: Media, Máxima y Mínima

Estación	Altura (msnm)	Variable	PROMEDIO ANUAL												PROM ANUAL
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AG	SET	OCT	NOV	DIC	
Vilquechico	4255.00	T media	7.2	7.0	6.9	6.0	4.3	1.8	1.8	3.2	5.6	6.7	6.7	7.1	5.4
		T máxima	13.9	13.3	13.5	13.9	13.8	13.4	13.3	14.6	14.9	16.0	15.6	14.0	14.2
		T mínima	0.5	0.8	0.3	-1.9	-9.7	-9.8	-9.7	-8.1	-3.7	-2.5	-2.2	0.3	-3.1

Fuente: (es. Climate – data)

6.3.1 Población urbana y rural por provincia

En el departamento de Puno, la concentración de población en el área urbana, se presenta como consecuencia de las interrelaciones socio-económicas que han venido dándose en las últimas décadas, así como al rol y funciones que vienen desempeñando las capitales de provincias.

A nivel provincial, en el año 2007 se observa que son dos las provincias que presentan predominio de población urbana: San Román con el 91,6% que presenta una alta concentración de población urbana y alberga a la ciudad de Juliaca, con una población 225 mil 146 habitantes, que representa el 93,5% de la población provincial y es considerada entre las 14 ciudades más grandes en cuanto a su magnitud poblacional; y la provincia de Puno, que concentra al 59,7% de población urbana. Las ciudades de Puno y Juliaca, se caracterizan por constituir las principales centros receptores de los flujos migratorios de las provincias del interior del departamento, la ciudad de Puno capital del departamento, por ser el principal centro de orden político administrativo a nivel departamental, y la ciudad de Juliaca, por concentrar la actividad comercial y manufacturera, principalmente. Ambas ciudades concentran el 53,5% de la población urbana departamental.

6.3.1.1 Según área urbana – rural

La población censada total del departamento de Puno, es de 1 268,441 habitantes (CPV. 2007), que representa el 4,6% de la población del país, 49% es urbana y 50.3 es rural.

En Puno se observa que las provincias que comprenden este estudio son fundamentalmente rurales, en Chucuito solo el 71.67% es población Rural, mientras que en Carabaya y Huancané la población rural representa el 58.98% y el 80.08% respectivamente.

Tabla 6.5

Puno: población total, urbana y rural, según provincias, 2007

Provincia	Población			Porcentaje (*)	
	Total	Urbana	Rural	Urbana	Rural
Carabaya	73,946	30,329	43,617	41.02	58.98
Chucuito	126,259	35,767	90,492	28.33	71.67
Huancané	69,522	13,851	55,671	19.92	80.08

Fuente: (Censo Nacional de Población y Vivienda de 2007. INEI)

En los distritos considerados en este estudio se observa que el distrito Juli en Chucuito es el que tiene mayor población en el área rural (65.6%). En contraposición, es Huancané el distrito de Vilquechico es el que tiene población rural (94.6%). En el distrito de Ajoyani la población rural representa en un (26.15%).

Tabla 6.6

Distribución Espacial de la Población a Nivel Distrital

Provincia	Distrito	Distribución Espacial de la Población					
		Urbano		Rural		Total	
		N	%	N	%	N	%
Chucuito	Juli	8,157	34.4	15,585	65.6	23,741	100
Huancané	Vilquechico	511	5.4	9,003	94.6	9,514	100
Carabaya	Ajoyani	8645	58.30	808	26.15	9453	100

Fuente: (Censo Nacional 2007: XI de Población y VI de Vivienda)

6.3.2 Migración

6.3.2.1 Migración interna

Los resultados del censo del 2007, evidencian que la provincia con mayor número de inmigrantes es San Román que recepcionó a 70 mil 726 personas provenientes de diversos lugares del departamento de Puno, esta cifra representa un poco más de la mitad (52.8%) de la migración interna; en segundo lugar se encuentra la provincia de Puno a donde se trasladaron 20 mil 862 inmigrantes provenientes de otras provincias del departamento y en tercer lugar se encuentra la provincia de San Antonio de Putina con 11 mil 615 migrantes.

Tabla 6.7

Departamento de puno: tasas de inmigración, emigración y neta de migración interna, según provincia de nacimiento, 1993-2007

Provincia	Población total al año 2007	inmigrantes		emigrantes		2007
		2007	Tasa de inmigración interna	2007	Tasa de emigración interna	Tasa neta de inmigración interna
Total	1 320 055	134 035	10,2	134 035	10,2	0,0
Carabaya	74 331	4 264	5,7	5 940	8,0	-2,3
Chucuito	128 052	1 994	1,6	7 390	5,8	-4,2
Huancané	72 995	2 600	3,6	19 179	26,3	-22,7

Fuente: (INEI – Censos Nacionales de Población y Vivienda, 1993 y 2007)

6.3.2.2 Migración de toda la vida

Según los resultados del XI Censo de Población y VI de Vivienda 2007, el 97,2% de la población del departamento de Puno reside en el lugar donde nació, y el 2,8%

(33 100 habitantes) declararon haber nacido en un lugar diferente al de empadronamiento; de estos, el 2,6% (33 317) provienen de otros departamentos y 0,2% (2 146 habitantes) de otro país.

Tabla 6.8

Departamento de Puno: distribución de la población, según lugar de nacimiento, 1993 y 2007

Lugar de Nacimiento	1993		2007		Diferencia 2007/1993	
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%
Total						
En el mismo departamento	1 079 849	100.0	1 268 441	100.0	188 592	17.5
En otro departamento o país	1 042 840	96.6	1 232 978	97.2	190 138	18.2
Diferente al de su nacimiento	37 009	3.4	35 463	2.8	- 1 546	-4.2
En otro departamento	36 024	3.3	33 317	2.6	- 2 707	-7.5
En otro país	985	0.1	2 146	0.2	1 161	117.9

Fuente: (INEI – Censos Nacionales de Población y Vivienda, 1993 y 2007)

De acuerdo con los resultados del censo del 2007, la población emigrante, es decir, aquella que se empadrono en un lugar diferente al de su nacimiento, se observa que los nacidos en el departamento de Puno, han emigrado 322 mil 363 habitantes. Asimismo, de estos emigrantes la mayor cantidad residen el departamento de Arequipa que representan el 36,6% del total de emigrantes, seguido por Lima, Tacna y Moquegua.

Así, en el año 2007, el departamento de Puno tiene saldo negativo de población, con 289 mil 46 migrantes.

6.3.3 Actividad económica en la Región de Puno

Entre las principales actividades económicas que dinamizan la economía se encuentran en los sectores agricultura, pecuario, minero, manufacturero y servicios, los mismos que aportan al desarrollo económico y social de las poblaciones de la región, donde estos se convierten en el principal soporte económico de las familias. Las condiciones geográficas en las provincias y distritos generan una variedad de climas, las que condicionan su aptitud de suelos, por lo que caracterizan su vocación productiva, empleándose en alguna actividad económica que permite clasificarlos en 19 actividades económicas definidas por el INEI.

El sector Primario: extractivo (agropecuario, pesca y minería), representan con mayor porcentaje de ocupación de la población que representa el 50.4%, siendo la



actividad agropecuaria la principal, con una participación del 16.7%, la pesca con 0.4% y explotación de minas y canteras el 3.3%.

El sector secundario, transformación (manufactura, electricidad y agua, y construcción), representa el 10.7%; sobresaliendo el sector manufactura con el 6.2% y suministro electricidad gas y agua representa el 0.1%, y el sector construcción representa el 4.4%.

El sector terciario, (comercio y servicios) representa el 36.8%, destacando comercio (13.8%), transporte y comunicaciones (5.7%) servicios (14.5%) es claro que este sector es una de las características dinamizadoras de la actividad económica del departamento.

6.3.4 Actividad económica del Distrito de Juli

La ganadería es la principal actividad económica en la que se desempeña el 83% de la población campesina del ámbito rural, y como estrategia de producción y generación de ingresos se complementa con la agricultura.

La población del distrito se ubica principalmente en los que haceres de la actividad agropecuaria, en segundo término, un sector de la población está ocupada en el sector educación, servicios domésticos, ocupación en industrias manufactureras, comercio de repuestos, vehículos y reparaciones de vehículos, y seguida de un sector que ocupan cargos en la administración pública. En la ciudad de Juli se desarrollan, además, actividades de comercio y el funcionamiento de pequeñas industrias.

6.3.5 Actividad económica del Distrito de Ajoyani

La ocupación principal de la población de Ajoyani que vive sobre los 4000 msnm, es la crianza de camélidos andinos domésticos (alpaca, llama), y otras actividades complementarias como la minería, el comercio, la construcción civil y la artesanía, dentro y fuera de su localidad estas actividades en la mayoría de los casos reportan mayores ingresos que la crianza de alpacas.

6.3.6 Actividad económica del Distrito de Vilquechico

En el distrito de Vilquechico predomina la actividad pecuaria, dentro de la zona baja o circunlacustre en menor cantidad, por otro lado la crianza de ganado vacuno, ovino y porcino, que corresponde a la zona media, la zona alta dedicándose a la crianza de camélidos sudamericanos (alpaca y llamas), que corresponde el 80% a

la venta y el resto al autoconsumo. La actividad agrícola que predomina en el distrito corresponde al 70% de cultivos de papa, cebada, quinua, etc. El proceso de transformación está orientado a la elaboración de chuño blanco y negro, procesamiento de la carne entre otros. En la geografía del distrito, se cuenta con piedra laja en sus diferentes variedades.

6.3.7 Educación

Población escolar: la población escolar en el departamento de Puno, según estadística oficial 2015 (cuadro N° 13), muestra una magnitud de 354,150 mil estudiantes, en sus diversos niveles y modalidades.

Tabla 6.9

Región Puno: matrícula en el sistema por área geográfica, según etapa, modalidad y nivel educativo 2015 (alumnos %)

Etapa, modalidad y nivel educativo	Total		Área				Sexo			
	Total	%	Urbana	%	Rural	%	Masculino	%	Femenino	%
Total	354,150	100.0	247,970	70.0	106,180	30.0	180,054	50.8	174,096	49.2
Básica Regular	325,290	91.9	220,456	62.2	104,834	29.6	166,704	47.1	158,586	44.8
Inicial	61,218	17.3	35,289	10.0	25,929	7.3	31,320	8.8	29,898	8.4
Primaria	139,206	39.3	88,394	25.0	50,812	14.3	70,862	20.0	68,344	19.3
secundaria	124,866	35.3	96,773	27.3	28,093	7.9	64,522	18.2	60,344	17.0
Básica alternativa 1/	7,433	2.1	7,261	2.1	172	0.0	4,048	1.1	3,385	1.0
Básica especial	353	0.1	353	0.1	0	-	216	0.1	137	0.0
Técnico productiva	8,643	2.4	7,819	2.2	824	0.2	3,797	1.1	4,846	1.4
Superior no universitaria	12,431	3.5	12,081	3.4	350	0.1	5,289	1.5	7,142	2.0
Pedagógica	1,630	0.5	1,630	0.5	0	-	656	0.2	974	0.3
Tecnológica	10,421	2.9	10,146	2.9	275	0.1	4,341	1.2	6,080	1.7
Artística	380	0.1	305	0.1	75	0.0	292	0.1	88	0.0

Fuente: (Ministerio de Educación – censo escolar 2015)

En el departamento de Puno existe un total de 6,165 instituciones educativas entre públicas y privadas, representando el 100% de la región de Puno; modalidad de básica regular los siguientes niveles: el nivel inicial cuenta con un total de 3,452 instituciones educativas, representando el 56.0% entre públicas y privadas y representa el 31.3% y por ultimo está el nivel secundario donde se tiene un numero

de 600 instituciones educativas entre públicas y privadas lo que se refleja en un 9.5% de instituciones a nivel departamental.

6.3.7.1 Educación en el Distrito de Juli – Chucuito

En el distrito de Juli existen instituciones educativas de nivel primario instituciones educativas de nivel secundario, nivel inicial, nivel superior tecnológico y pedagógico respectivamente los cuales se detallan en la tabla 6.10

Tabla 6.10

Niveles y Cantidad de Instituciones Educativas Juli

N°	INSTITUCIONES EDUCATIVAS	CANTIDAD
01	Institución Educativa Inicial	06
02	Institución Educativa Primaria	52
03	Institución Educativa Secundario	16
04	Instituto Superior Tecnológico Juli	01
05	Instituto Superior Pedagógico Juli	01
06	CETPRO	01
TOTAL		76

Fuente: (Elaboración Ugel Chucuito – Juli)

6.3.7.2 Educación en el Distrito de Ajoyani – Carabaya

Los niños son atendidos tanto en su estimulación temprana mediante juegos, cuentos, canciones, etc. En programas de educación inicial no escolarizado, luego de esta etapa los niños en edad escolar asisten a la escuela, en la cual se complementa mediante la educación formal, primaria y secundaria, esto se imparte en los colegios y escuelas.

Los jóvenes, suelen realizar sus estudios superiores en las universidades e institutos superiores de las ciudades de Puno y Juliaca. En caso contrario por no contar con las posibilidades económicas, se quedan en la comunidad y/o migran a las ciudades en busca de trabajo.

Tabla 6.11

Niveles y Cantidad de Instituciones Educativas Ajoyani

N°	INSTITUCIONES EDUCATIVAS	CANTIDAD
01	Institución Educativa Inicial	06
02	Institución Educativa Primaria	04
03	Institución Educativa Secundario	01
TOTAL		07

Fuente: (Elaboración Ugel Carabaya – Ajoyani)

6.3.7 Educación en el Distrito de Vilquechico - Huancané

En el distrito de Vilquechico se cuenta con instituciones educativas en nivel inicial no escolarizado, nivel inicial jardín, nivel primaria y nivel secundaria de los cuales 08 instituciones educativas están ubicadas en el sector rural del distrito de Vilquechico.

Tabla 6.12

Niveles y Cantidad de Instituciones Educativas

N°	INSTITUCIONES EDUCATIVAS	CANTIDAD
01	Inicial no escolarizado	31
02	Inicial - Jardín	23
03	Primaria	40
04	secundaria	9
TOTAL		103

Fuente: (Padrón MINEDU/ESCALE 2012)

6.3.8 Salud en el departamento de Puno

El departamento de Puno cuenta con un total de 446 hospitales de los cuales, 2 hospitales tiene la categoría de II-2 (Puno y San Román), 9 hospitales tiene la Categoría de II-1 (Azángaro, Ayaviri, Juli, Ilave, Huancané, Yunguyo, Sandia, Macusani y Lampa), luego de haber realizado un diagnóstico a cada uno de los hospitales estos no se encuentran con la capacidad resolutive en base a la norma técnica de categorización significando realizar una re categorización de los EE.SS. la mayor concentración de establecimientos de salud se encuentran en el primer nivel de atención con el 97.6%. Y el número de establecimientos que están en el segundo nivel representa solamente el 2.5% del total de establecimientos de la Región. De los 446 EE.SS. el 76.5% constituyen unidades notificantes para las actividades netas de epidemiología con un total de 341 puestos de salud, 94 centros de salud que representa el 21.1% a nivel de redes, Puno representa con mayor número de establecimientos el 16.8% significa 75 EE.SS, luego RED Melgar con 63 EE.SS que representa el 14.1% RED Huancané muestra 57 EE.SS, que significa 12.8% también se puede indicar RED San Román con 48 EE.SS, representa el 10.8% y otros REDES como, el Collao, Chucuito, Azángaro, Carabaya, Sandia, Yunguyo.

Tabla 6.10
Oferta de establecimiento de salud ámbito de la DIRESA-Puno 2014

Establecimiento de Salud						%	Población	N° de Camas	N° de Ambulancias	
	M. Red	P. Salud	C. Salud	H-A	TOTAL	Establecimientos de salud			hospitales	M. Red
Puno	7	59	16	0	75	16.8%	245925	19	0	8
Azángaro	7	20	9	1	30	6.7	138339	55	2	8
Carabaya	4	19	5	1	25	5.6%	90276	22	2	1
Chucuito	4	38	8	1	47	10.5%	145186	25	2	6
El Collao	5	34	8	1	43	9.6%	84941	39	2	5
Huancané	8	48	8	1	57	12.8%	157604	32	2	5
Lampa	4	12	4	1	17	3.8%	51203	13	1	2
Melgar	8	49	13	1	63	14.1%	77235	53	2	10
San Román	6	36	11	1	48	10.8%	282043	187	3	5
Sandia	5	17	6	1	24	5.4%	69013	30	2	3
Yunguyo	4	9	6	1	16	3.6%	47919	25	2	0
Hospital "MNB" Puno	0	0	0	1	1	0.2%		229	3	0
SUB TOTAL		341	94	11	446				23	53
TOTAL	62	435				100.0%	1389684	729		
%		76.5%	21.1%	2.5%	100%				76	

Fuente: (Dirección Planeamiento Estratégico DIRESA-Puno)

6.3.8.1 Salud en el distrito de Juli – Chucuito

En salud existe dificultades en atención a los usuarios, los mismos que se evidencian en la alta tasa de desnutrición, enfermedades, mortalidad infantil y materna, inadecuada alimentación que son limitadas para vivir sanos y saludables. El escaso consumo de agua no potabilizada y servicios de saneamiento en las comunidades, centros poblados y parcialidades afecta a la salud de la población.

6.3.8.2 Condiciones del personal del hospital Rafael Ortiz Ravines de Juli

Es evidente que la demanda supera la oferta del servicio que tiene muchas limitaciones y la ausencia de equipamiento. De igual manera la disponibilidad de mayores recursos humanos, mayor cantidad de medicamentos, vacunas y también la calidad de atención sobre la cual se ha señalado que no es la adecuada.

Según el mismo censo en la provincia habian solo 67 médicos, lo cual nos lleva a estimar que existe 2.46 Médicos/10,000 Hab. Indicador que igualmente grafica las deficitarias condiciones en las cuales se data el servicio.

Tabla 6.14

Recursos de Salud

Recursos	N°
Numero de Camas	25
Ambulancias Hospital	2
Ambulancias Redess	6
Médicos	29
Odontólogos	4
Obstetricas	30
Enfermeras	48

Fuente: Compendio Estadístico Puno 2013

6.3.8.3 Salud en el distrito de Ajoyani – Carabaya

Los habitantes del distrito de Ajoyani, tienen acceso a los servicios del Centro de Salud de la misma localidad perteneciente a la REDES Carabaya.

En caso de presentarse enfermedades complicadas, la mayoría de la población urbana y rural de Ajoyani, acuden a los Hospitales de Carabaya o de la ciudad de Juliaca, fundamentalmente por la atención especializada existente en estos Hospitales.

6.3.8.4 Densidad poblacional atendida

La Micro Red Ajoyani posee un población estimada de 9453 habitantes, cuenta con una extensión de 413.11 Km², con una densidad poblacional de 5.0 hab/km².

Tabla 6.15

Personal con que cuenta la Micro Red Ajoyani

N°	Tipo de establecimiento	Nombre del establecimiento	Contratado CAS						Serums															
			Médicos	Enfermería	Obstetiz	Odontólogo	Técnico	Total	Médicos	Enfermería	Obstetiz	Odontólogo	Técnico	Otros	Total	Médicos	Enfermería	Obstetiz	Odontólogo	Técnico	Otros	Total		
01	Puesto de salud	Ajoyani		1	1				2						2	1	3	1	1		1			3
		Total	0	1	1	0	0	2	0	0	0	0	2	1	3	1	1	0	1	0	0	0	3	

Fuente: (RR.HH. Elaborado Unidad de Planeamiento Estratégico Red de Salud)

6.3.9.1 Nivel de atención en el distrito de Vilquechico - Huancabamba

La Micro Red Vilquechico posee una población estimada de 9514 habitantes, cuenta con una extensión de 499,38 Km², con una densidad poblacional de 19.14 hab/km².

Tabla 6.16

Personal con que cuenta la Micro Red Vilquechico

N°	Tipo de establecimiento	Nombre del establecimiento	Contratado CAS						Serums														
			Médicos	Enfermería	Obstetiz	Odonólogo	Técnico	Total	Médicos	Enfermería	Obstetiz	Odonólogo	Medico	Otros	Total	Médicos	Enfermería	Obstetiz	Odonólogo	Técnico	Otros	Total	
01	Puesto de salud	Vilquechico		1			2	3			1		1		2	0	1						1
		Total	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	1

Fuente: (RR.HH. Elaborado Unidad de Planeamiento Estratégico Red de Salud)

6.3.9 Mortalidad en la Región Puno

6.3.9.1 Niveles y tendencia de la mortalidad

En el departamento de Puno, de acuerdo a los resultados del Censo de Población del 2007, el total de hijos nacidos vivos de las mujeres de 12 y más años de edad, es 1 millón 174 mil 448, correspondiendo el 41,0% al área urbana y el 59,0% al área Rural. Al comparar con los resultados del Censo de 1993, hubo un aumento en 61 mil 407 nacidos vivos; diferenciado por área de residencia, en el área urbana aumentó en 127 mil 932; mientras que en el área rural disminuyó en 66 mil 525 nacidos vivos.

A nivel departamental para el año 2007, el número de hijos fallecidos es 130 mil 823, de este total, el 32,1% pertenece al área urbana y el 67,9% al área rural; en 1993, estas proporciones fueron 25,5% y 74,5%, respectivamente.

Tabla 6.17

Departamento de Puno: total de hijos nacidos vivos e hijos fallecidos de las mujeres de 12 y más años de edad, 2007

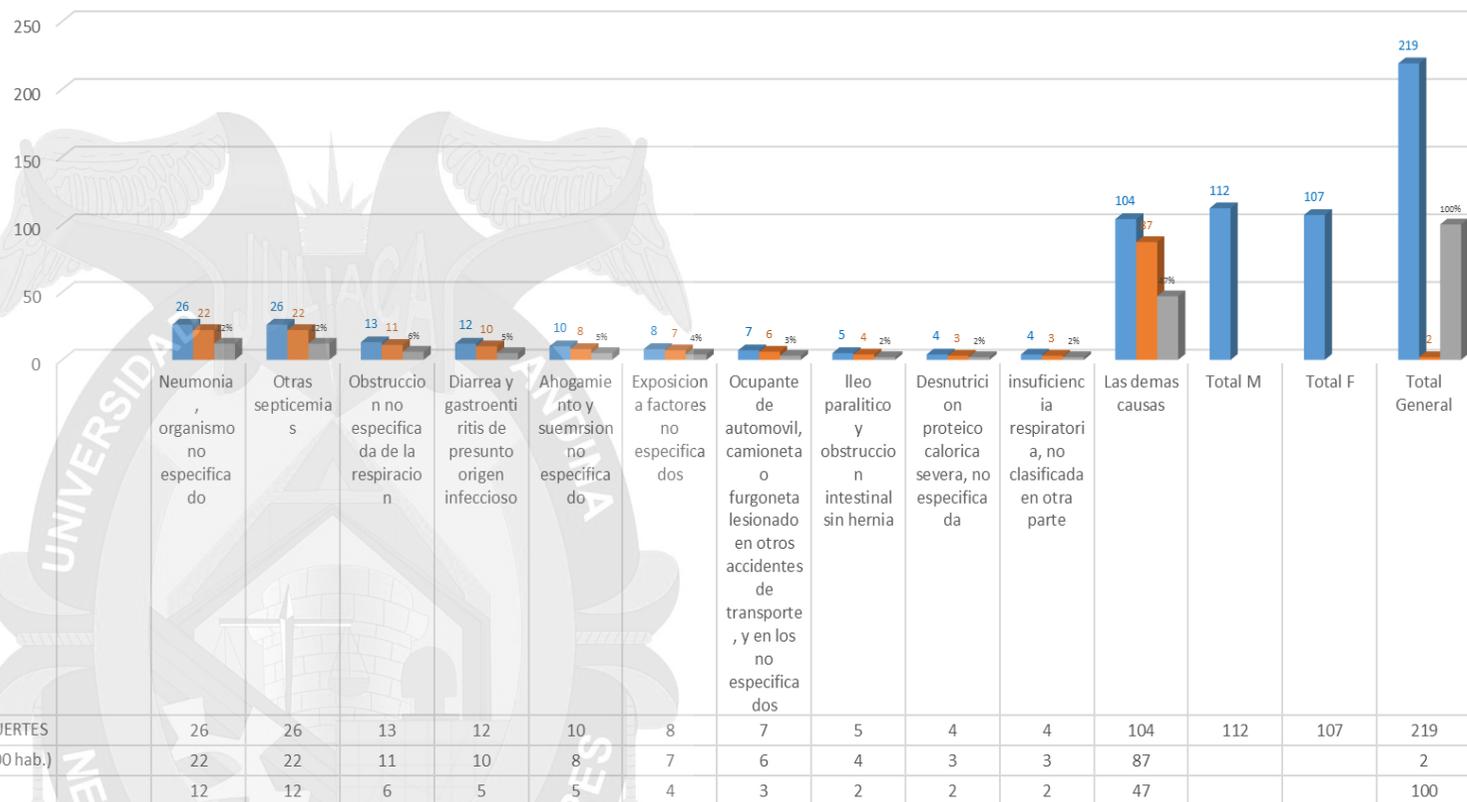
Área de residencia	Hijos nacidos vivos		Hijos fallecidos		%	
	1993	2007	1993	2007	1993	2007
Total	1113 041	1174 448	214 444	130 823	19,3	11,1
Urbana	353 949	481 881	54 772	41 943	15,5	8,7
Rural	759 092	692 567	159 672	88 880	21,0	12,8

Fuente: (INEI – Censos Nacionales de Población y Vivienda 1993 y 2007.)

Grafico 6.1

Diez Primeras Causas de Mortalidad en la Región Puno 2015

10 PRIMERAS CAUSAS DE MORTALIDAD INFANTIL (1 a 4 AÑOS)

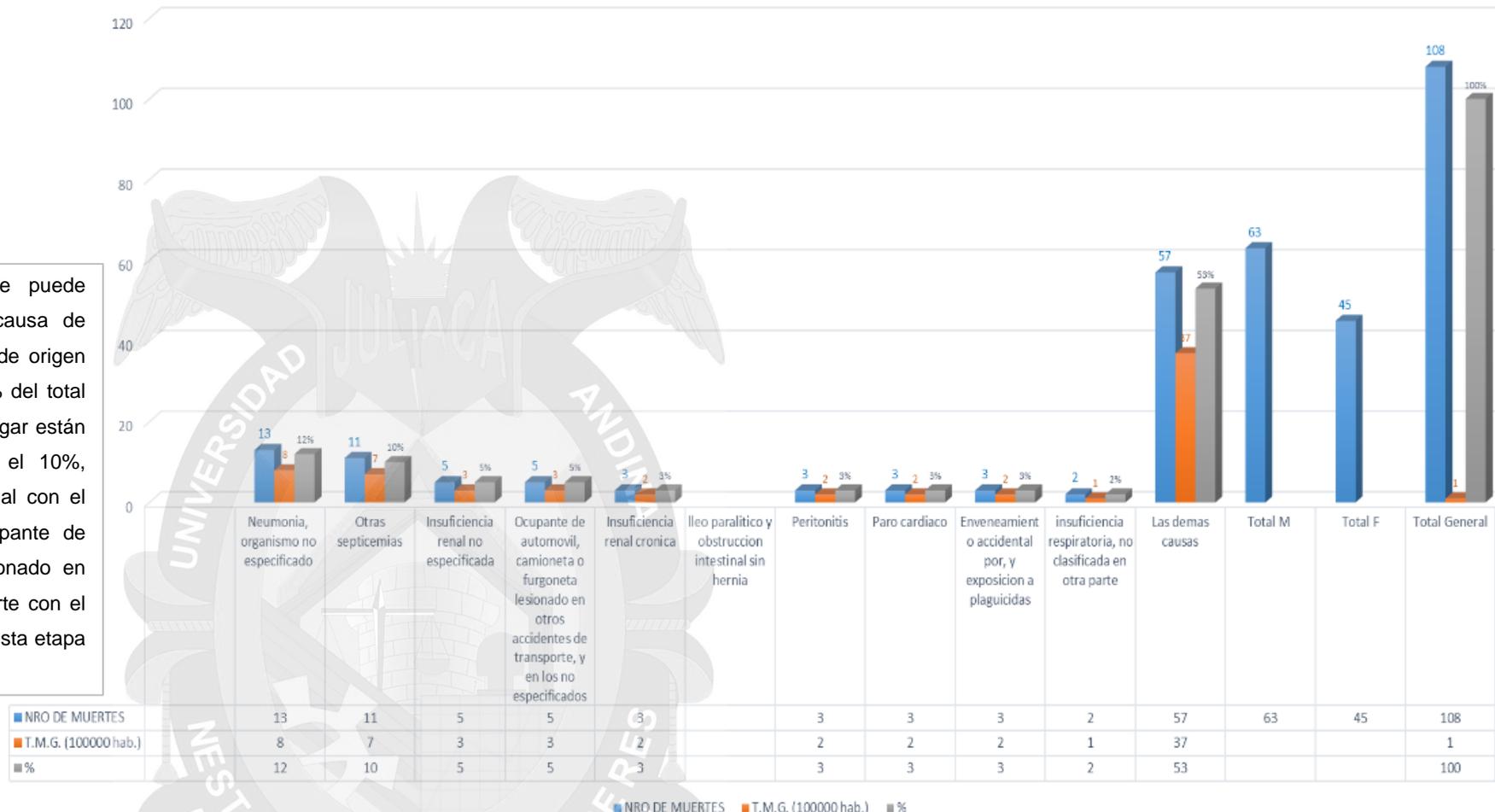


En grafico 6.1 se observa que el grupo de edad de 1 a 4 años, la primera causa de muerte son las neumonías no especificadas que representa una tasa de 22 por mil niños, en segundo lugar se encuentra otras septicemias con una tasa de 22 por mil, en tercer lugar esta obstrucción de la respiración no especificada con un 11 por mil niños y una cuarta causa son las enfermedades diarreicas de posible origen infecciosos con un 10 por mil niños de 1 a 4 años.

Fuente: (Elaboración propio con software defunciones OEI/pamv)

Diez Primeras Cusas de Mortalidad en la Región Puno 2015

10 PRIMERAS CAUSAS DE MORTALIDAD ESCOLAR (5 a 9 años)



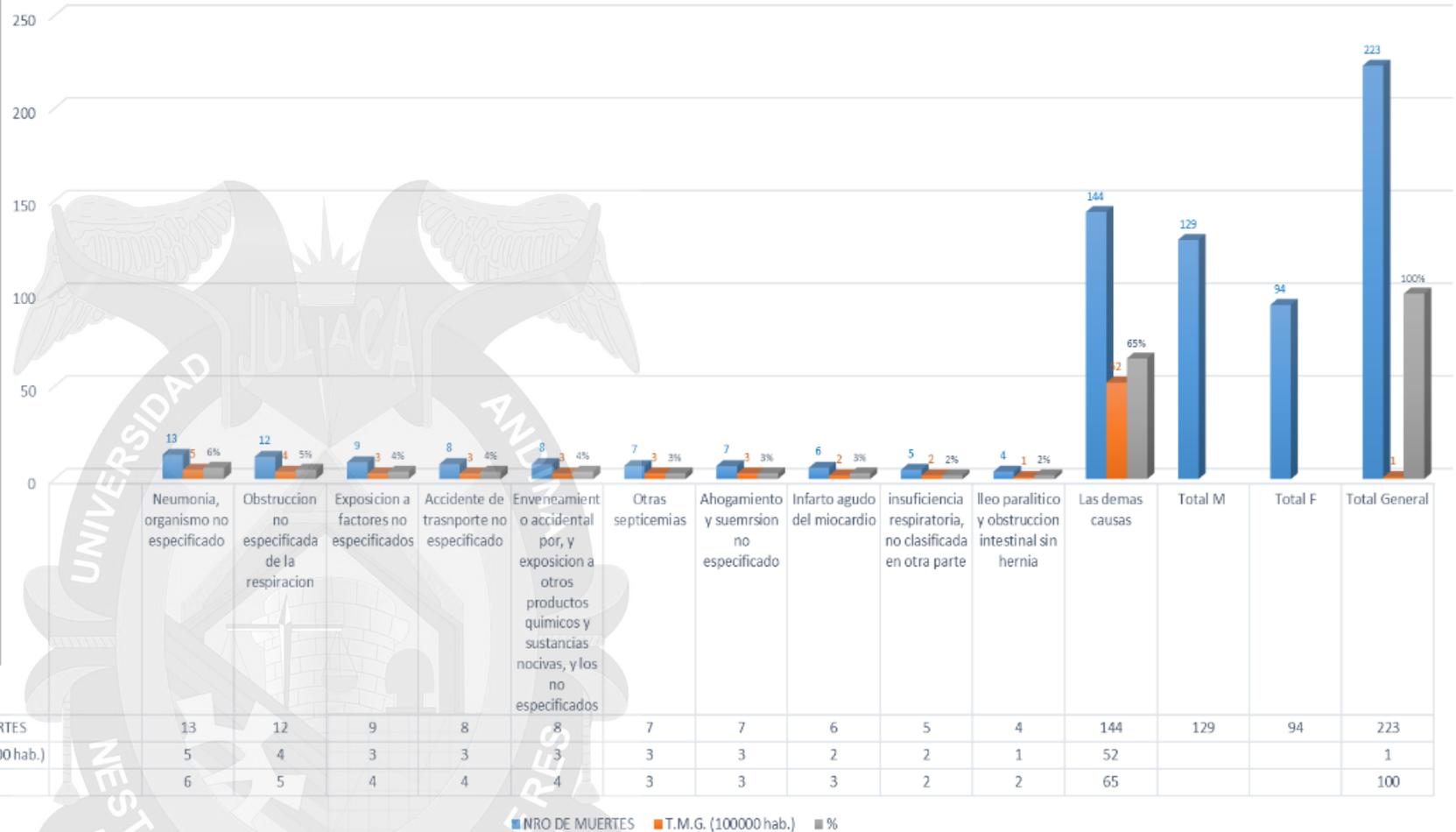
En el grafico 6.2 se puede observar que la primera causa de muerte son las neumonías de origen no especificado, con el 12% del total de muertes, en segundo lugar están las otras septicemias con el 10%, seguido de insuficiencia renal con el 10%, en cuarto lugar, ocupante de camioneta o furgoneta lesionado en otros accidentes de transporte con el 5% del total de causas. En esta etapa hubo 108 defunciones.

Fuente: (Elaboración propio con software defunciones OEI/pamv)

Diez Primeras Causas de Mortalidad en la Región Puno 2015

10 PRIMERAS CAUSAS DE MORTALIDAD ADOLESCENTE (10 a 19 años)

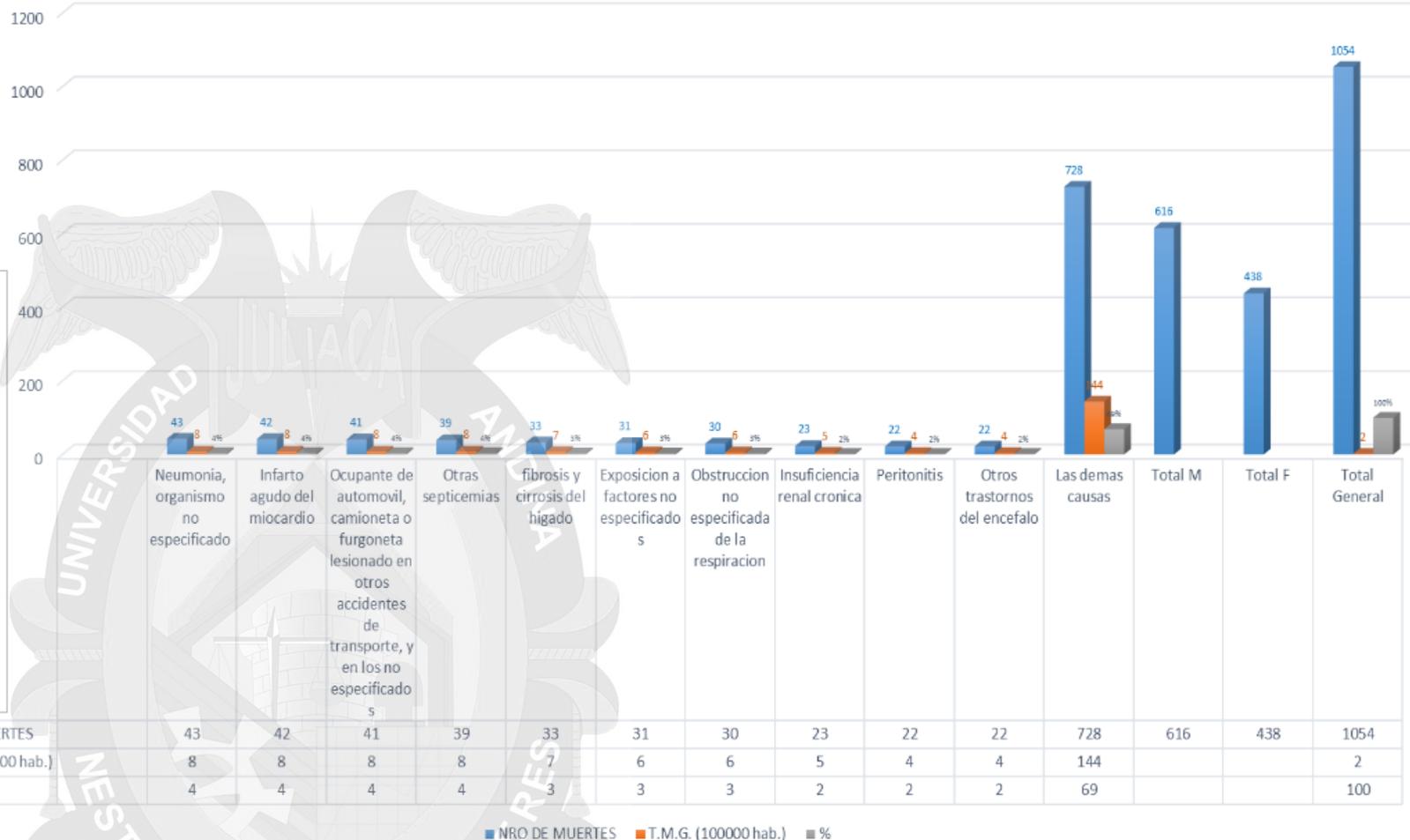
En el grafico 6.3 del grupo de adolescentes, mujeres y hombres, la primera causa de muerte son las neumonías con un 6 % del total de causas, en segundo lugar están las afecciones por obstrucción no especificada de la respiración que representa un 5%, como tercera causa importante esta exposición a factores no especificados que representa un 4%, en un cuarto orden están los accidentes de transporte no especificado con un 4% y en quinto lugar esta Envenenamiento accidental por exposición a otros productos químicos y sustancias nocivas, con el 4%. Este perfil va modificándose por múltiples factores en donde el joven y la joven están expuestos.



Fuente: (Elaboración propio con datos de Software defunciones OEI/pamv)

Diez Primeras Causas de Mortalidad en la Región Puno 2015

10 PRIMERAS CAUSAS DE MORTALIDAD DEL ADULTO (20 a 49 años)



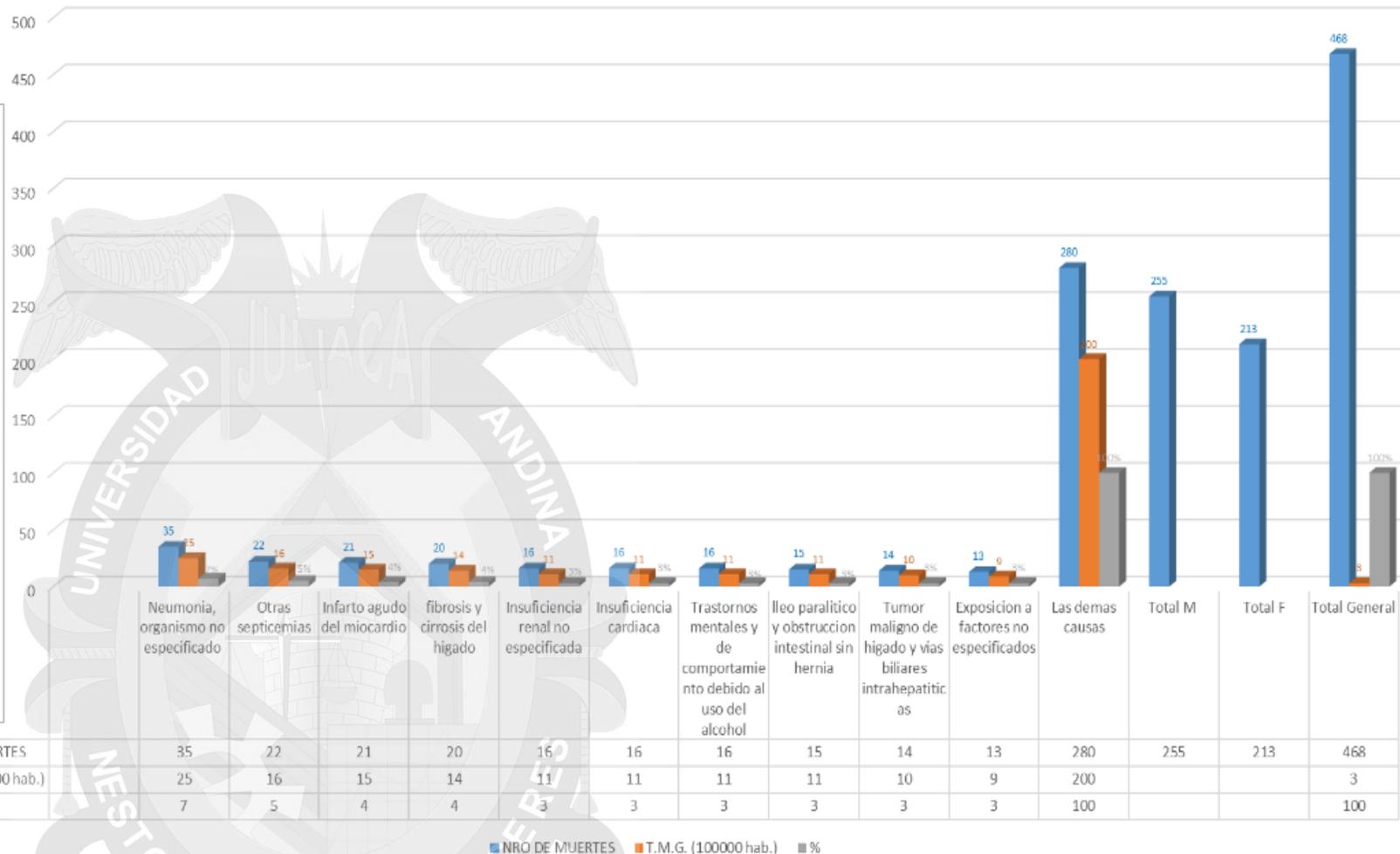
En el gráfico 6.4 se observa que, Las causas más frecuentes de mortalidad en esta etapa de vida es variable, dentro de ellos esta las neumonías no especificadas con 4%, infarto agudo de miocardio con 4%, ocupantes de automóvil por accidentes no especificados con 4%, luego tenemos fibrosis y cirrosis de hígado con 3%, causas cuya tasa es muy baja siendo entre 6 y 8 por cien mil personas de 20 a 49.

Fuente: (Elaboración propio con software defunciones OEI/pamv)

Diez Primeras Causas de Mortalidad en la Región Puno 2015

10 PRIMERAS CAUSAS DE MORTALIDAD DEL ADULTO (50 a 59 años)

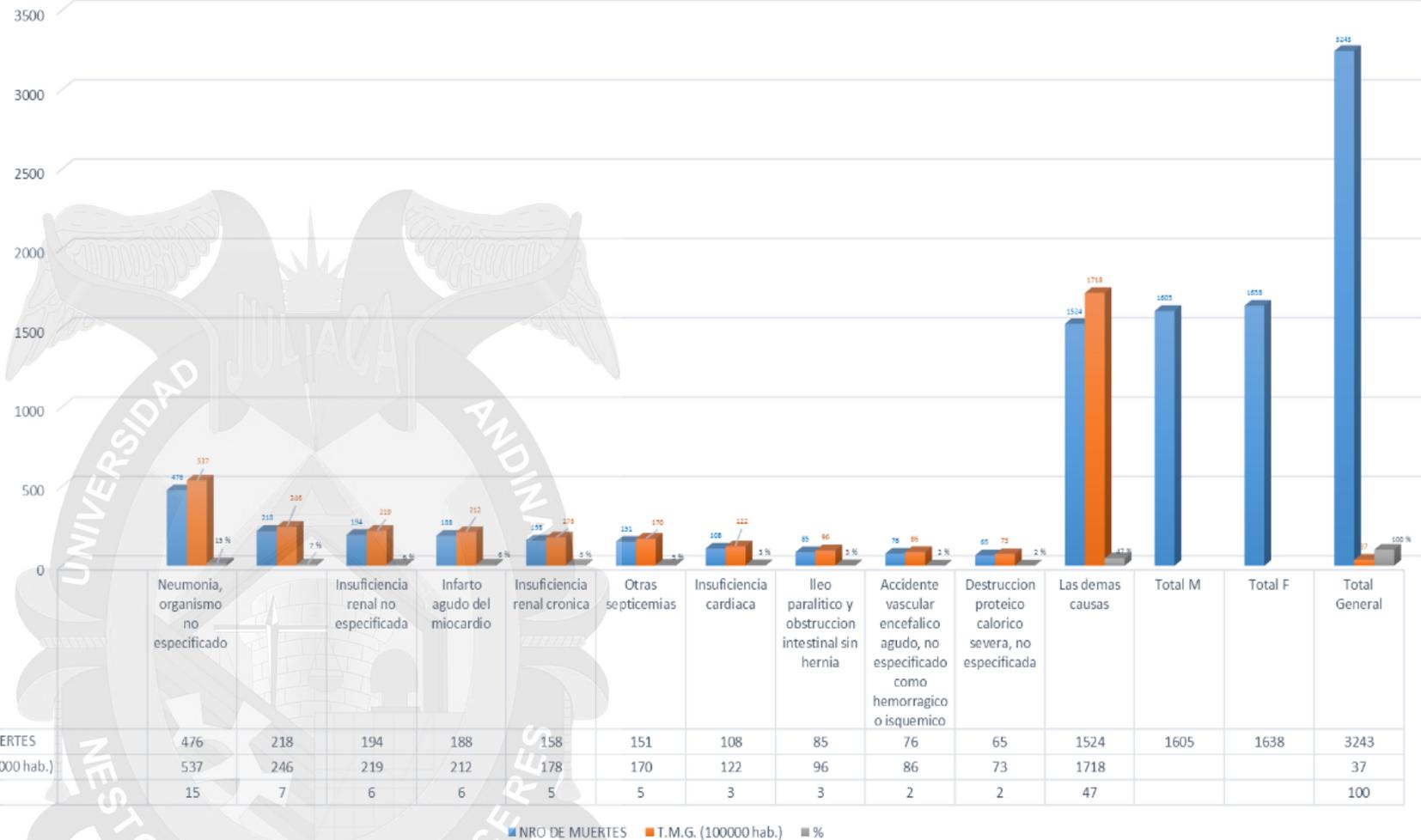
En el gráfico 6.5 se observa que en esta etapa de la vida podemos observar que las patologías por las que fallecen en primer orden están las neumonías de origen no especificado con una tasa de 25 por cien mil, en segundo lugar están otras septicemias con el 16 por cien mil, probablemente por el abandono de la familia, en vista de que son dependientes. Las otras causas corresponden a enfermedades crónico degenerativas propias en esta edad, siendo entre ellas infarto del miocardio con una tasa de 15 por cien mil, seguido de fibrosis de hígado con 14 por cien mil, luego insuficiencia renal y cardiaca con 11 x 100,000.



Fuente: (Elaboración propio con software defunciones OEI/pamv)

Diez primeras causas de mortalidad en la Región Puno 2015

10 PRIMERAS CAUSAS DE MORTALIDAD DEL ADULTO MAYOR (60 A MAS AÑOS)



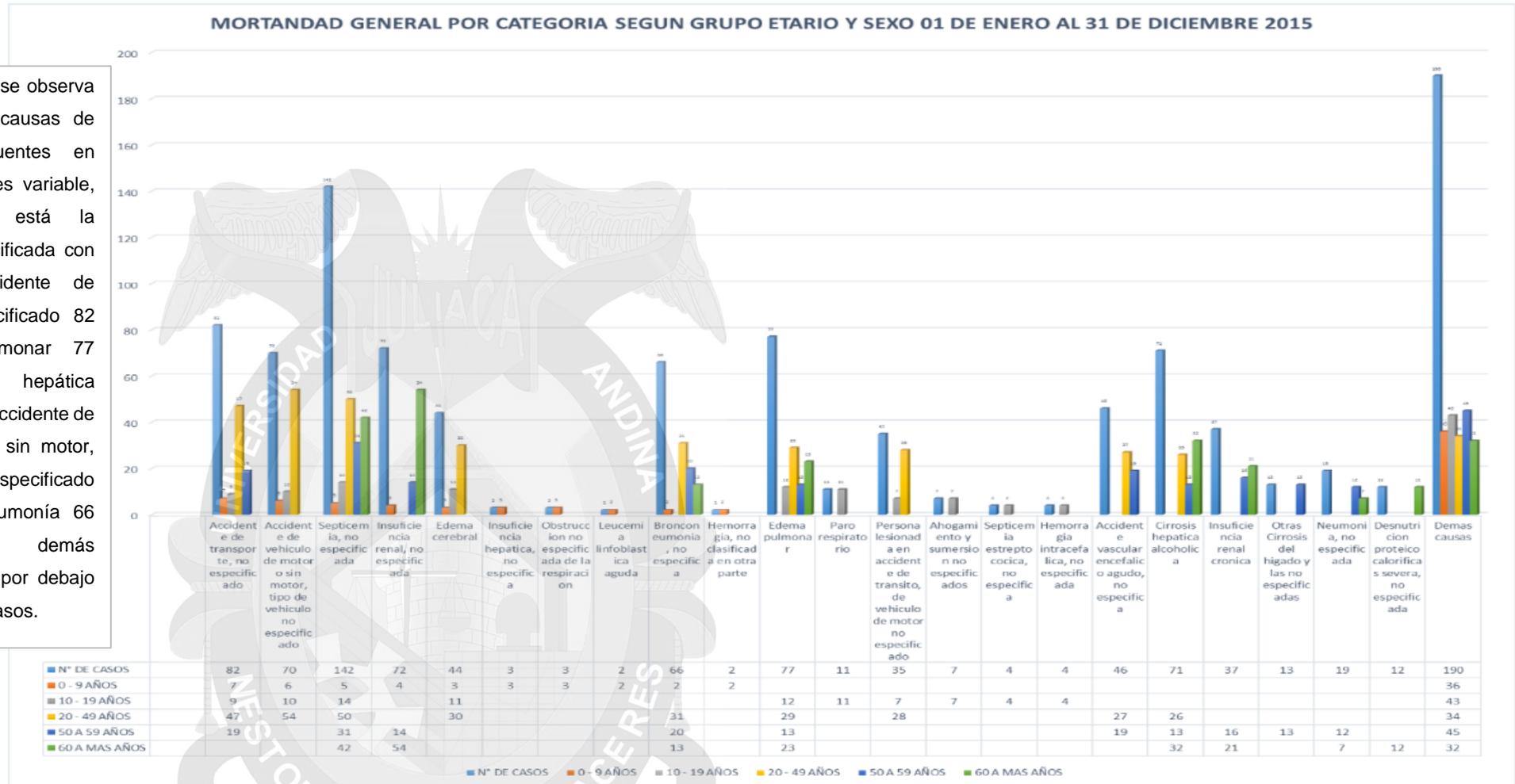
En el presente grafico 6.6 podemos apreciar que las tasas de mortalidad son más altas que en el grupo anterior. Una de las primeras causas es la neumonía con 537 por cien mil, seguido de enfermedades crónicas insuficiencia renal con 246 por cien mil, infarto del miocardio con 218, insuficiencia renal 212 por cien mil, otras septicemias con 170 por cien mil. El total de las muertes por estas causas en esta etapa representa un 53% y el resto es por demás causas.

Fuente: (Elaboración propio software defunciones OEI/pamv)

6.3.9.3 Tasa de mortalidad en el distrito de Juli – Chucuito

Grafico 6.7

Causas de Mortalidad General por Categoría Redes Chucuito – Juli



En el grafico 6.7 se observa las diez primeras causas de mortalidad más frecuentes en esta etapa de vida es variable, dentro de ellos está la septicemia, no especificada con 142 casos, accidente de transporte, no especificado 82 casos, edema pulmonar 77 casos, cirrosis hepática alcohólica 71 casos, accidente de vehículo de motor y sin motor, tipo de vehículo no especificado 70 casos, bronconeumonía 66 casos, y las demás enfermedades están por debajo de estos índices de casos.

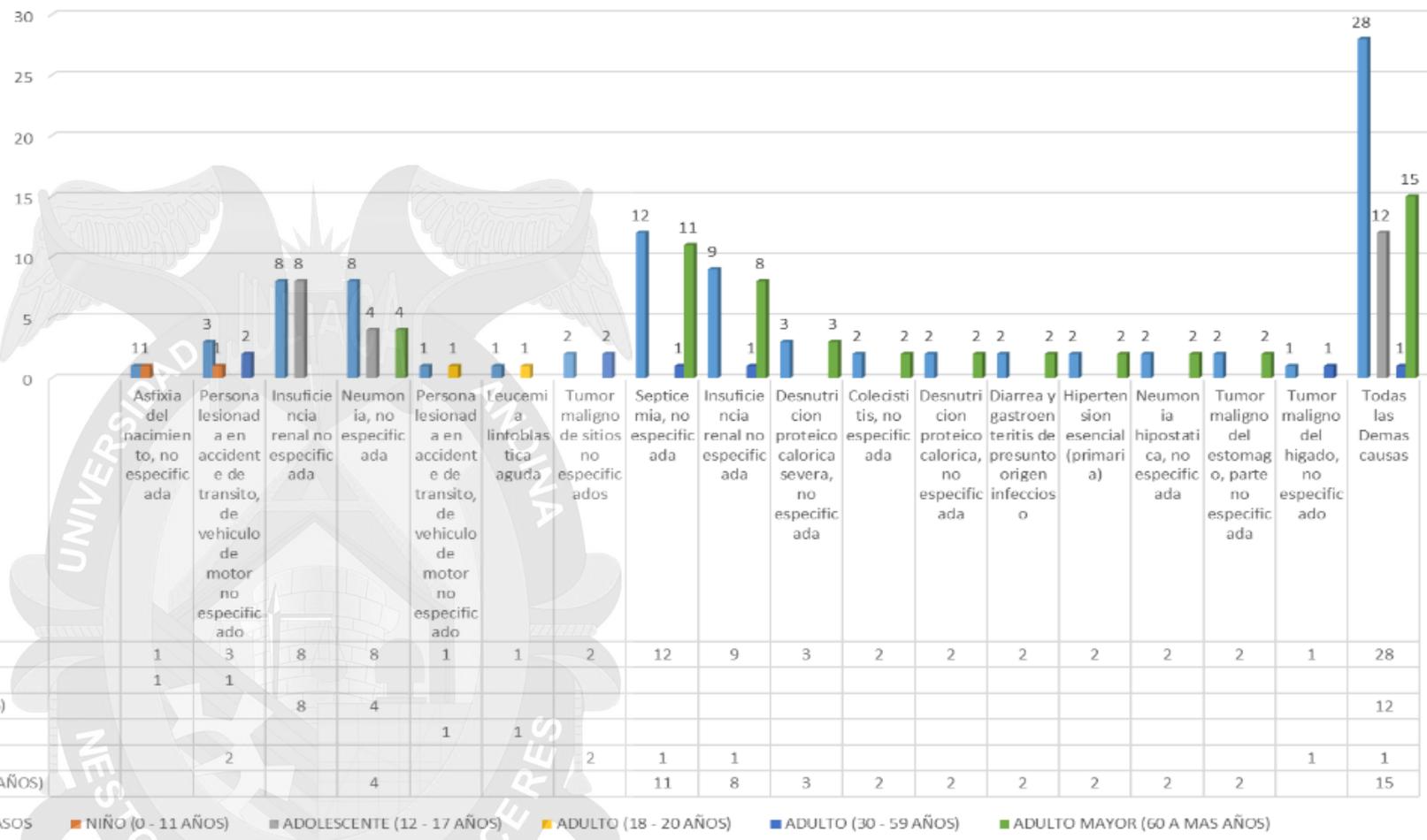
Fuente: (Elaboración propio con Redess Juli Estadística e Informática)

Grafico 6.8

Causas de Mortalidad General en la Micro Red Ajoyani

MORTANDAD GENERAL POR CATEGORIA SEGUN GRUPO ETARIO Y SEXO 01 DE ENERO AL 31 DE DICIEMBRE 2015

En el grafico 6.8 podemos observar que las tasas por mortalidad son como siguen, la causa de septicemia con 12 personas, seguido por la insuficiencia renal con 9 casos, la neumonía y insuficiencia renal con 8 casos, la desnutrición proteico-calórica severa con 3 casos y otras causas con menores casos, el total de las muertes son de 61 personas por estas causas como Septicemia, neumonía e insuficiencia renal y el resto es por las demás causas

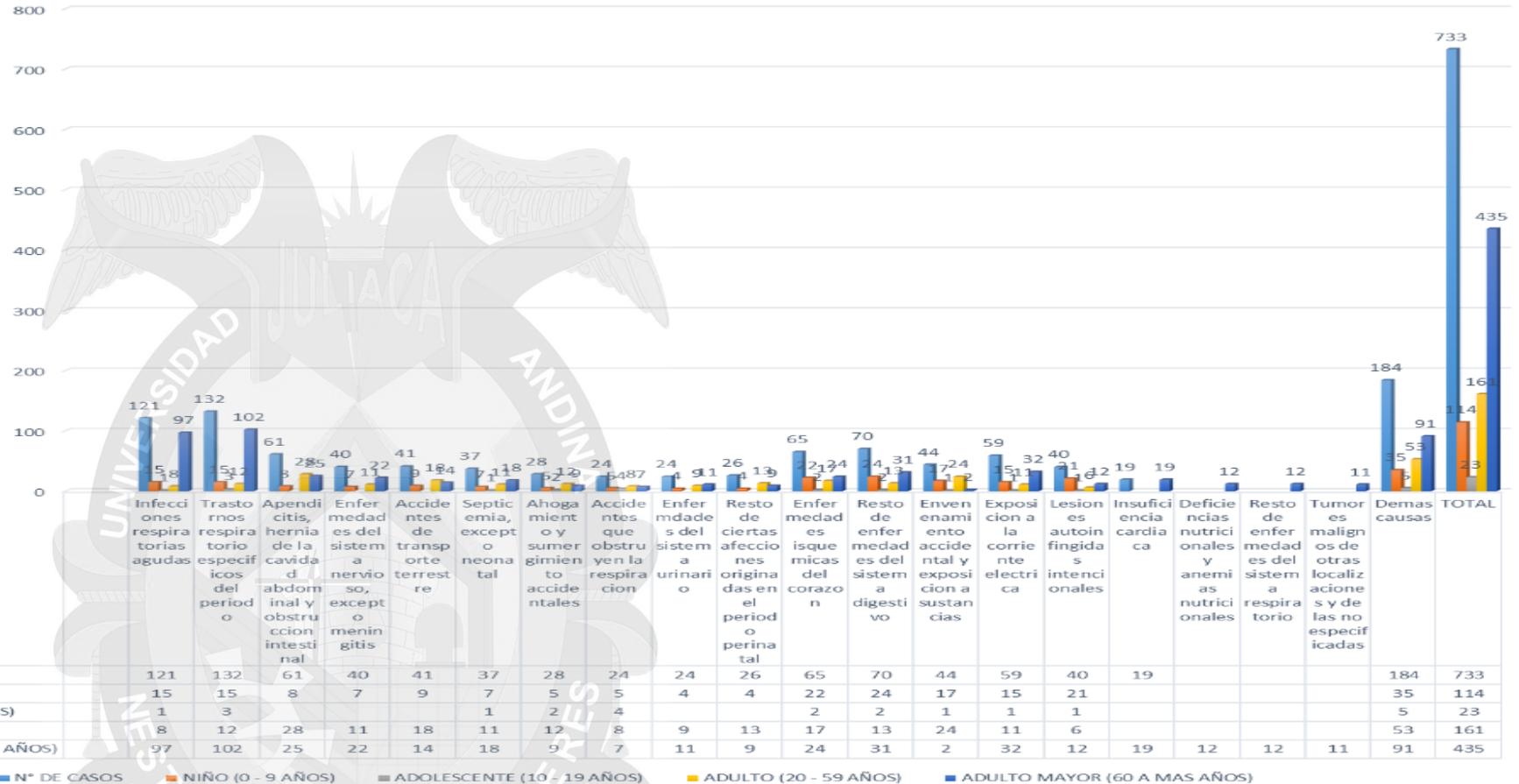


Fuente:(Elaboración propio con Unidad de Estadística REDES – CARABAYA)

Grafico 6.9

Causas de mortalidad en el Distrito de Vilquechico

MORTANDAD GENERAL POR CATEGORIAS SEGUN GRUPO ETARIO Y SEXO 01 DE ENERO AL 31 DE DICIEMBRE 2015



En el grafico 6.9 se observa que, Las causas más frecuentes de mortalidad en esta etapa de vida es variable, dentro de ellos esta los trastornos respiratorios específicos del periodo 132, infecciones respiratorias agudas 121 casos, resto de enfermedades del sistema digestivo 70, enfermedades ezquemicas 65, exposición a la corriente eléctrica 59, septicemia, excepto neonatal 41, accidentes de transporte terrestre 40 casos, ahogamiento y sumergimiento 28 casos, y las demás enfermedades están por debajo de estos índices por ultimo están las demás causas de enfermedades con 184 casos.

Fuente: (Elaboración propio con Unidad de Estadística REDES – HUANCANE)

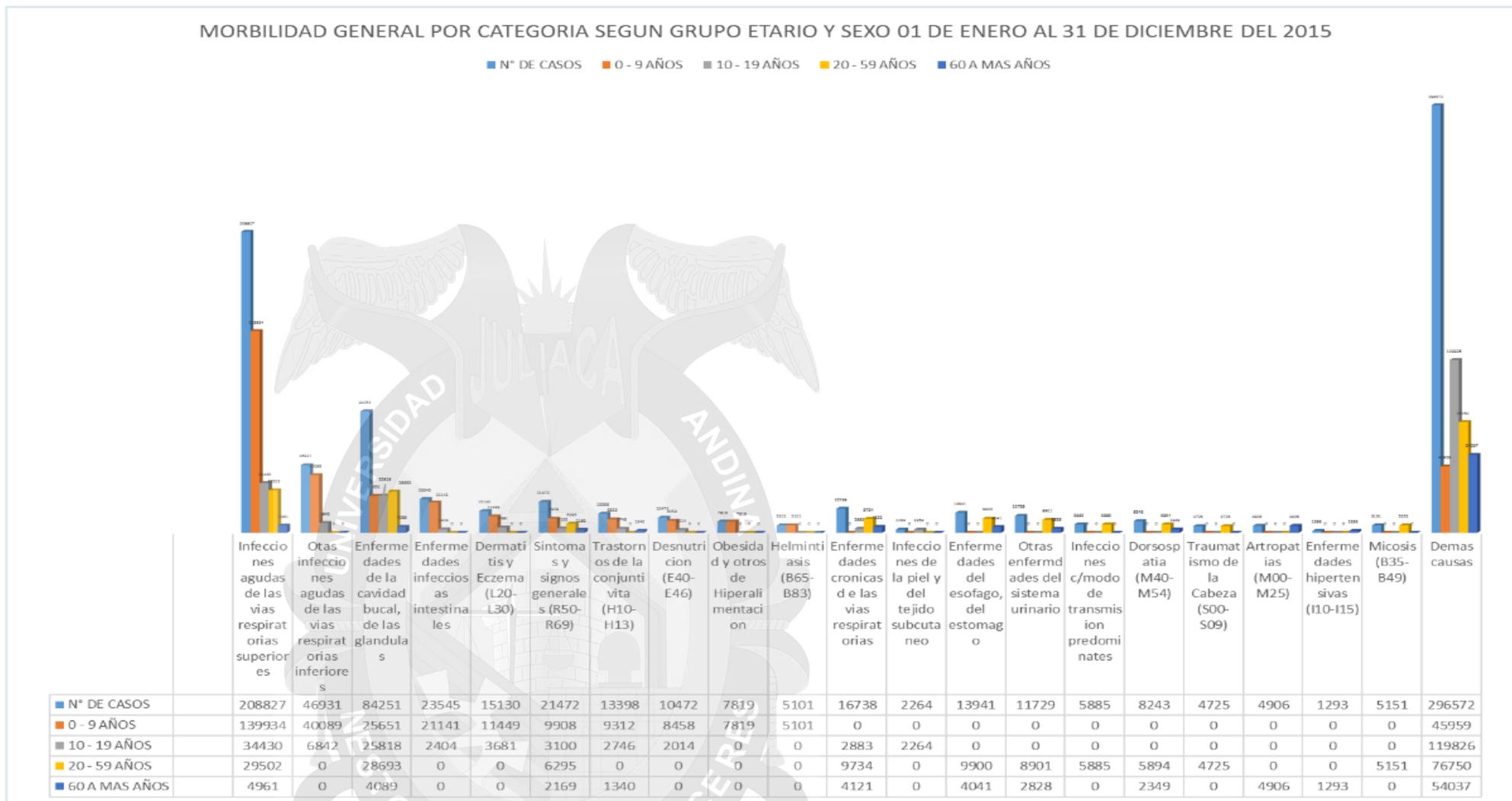


6.3.10.1 Análisis de la morbilidad en la Región Puno

La carga de la morbilidad de la población es el indicador complejo de evaluar y medir dentro del proceso salud enfermedad. La información referida a enfermedades está influenciada por una serie de factores que deben ser tomadas en cuenta a fin de interpretar adecuadamente los datos captados y procesados. En primer lugar a diferencia de la mortalidad, la morbilidad no se presenta en eventos únicos, sino que el mismo daño en la misma persona, puede repetirse varias veces en el año; añadido a ello está el hecho de que la forma de organización de los servicios y los paquetes o programas de prestación condicionan el registro más acucioso de algunos daños pero también no dicen nada de la demanda que no llega a atenderse, la cual puede ser de magnitud considerable, especialmente en los grupos poblacionales excluidos con limitado acceso no solo a los servicios de salud sino también a otros servicios básicos.

En el gráfico 6.10 se detalla las primeras causas de morbilidad son las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores con 20,8827 casos, seguido por con 84,251 enfermedades de la cavidad bucal de las glándulas, en tercer lugar las otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores con 46,931 casos, en cuarto lugar con enfermedades infecciosas intestinales que suman a 23,545 casos, en quinto lugar se ubica los síntomas y signos generales con 21,472 casos, en sexto lugar se encuentra la dermatitis y eczema con 15,130 casos, enfermedades crónicas de las vías respiratorias 16,738 casos, enfermedades del esófago, del estómago con 13,941 casos, otras enfermedades del sistema urinario 11,729 casos, dorsos Patía 8,243 casos, obesidad y otros de hiperalimentación 7,819 casos, infecciones c/modo de transmisión predominantes 5,885 casos, helmintiasis 5,101 casos, artropatías 4906 casos, traumatismo de la cabeza 4,725 casos, infecciones de la piel y del tejido subcutáneo 2,264 casos, enfermedades hipertensivas 5151 casos, y las demás causas con 29,6572 casos.

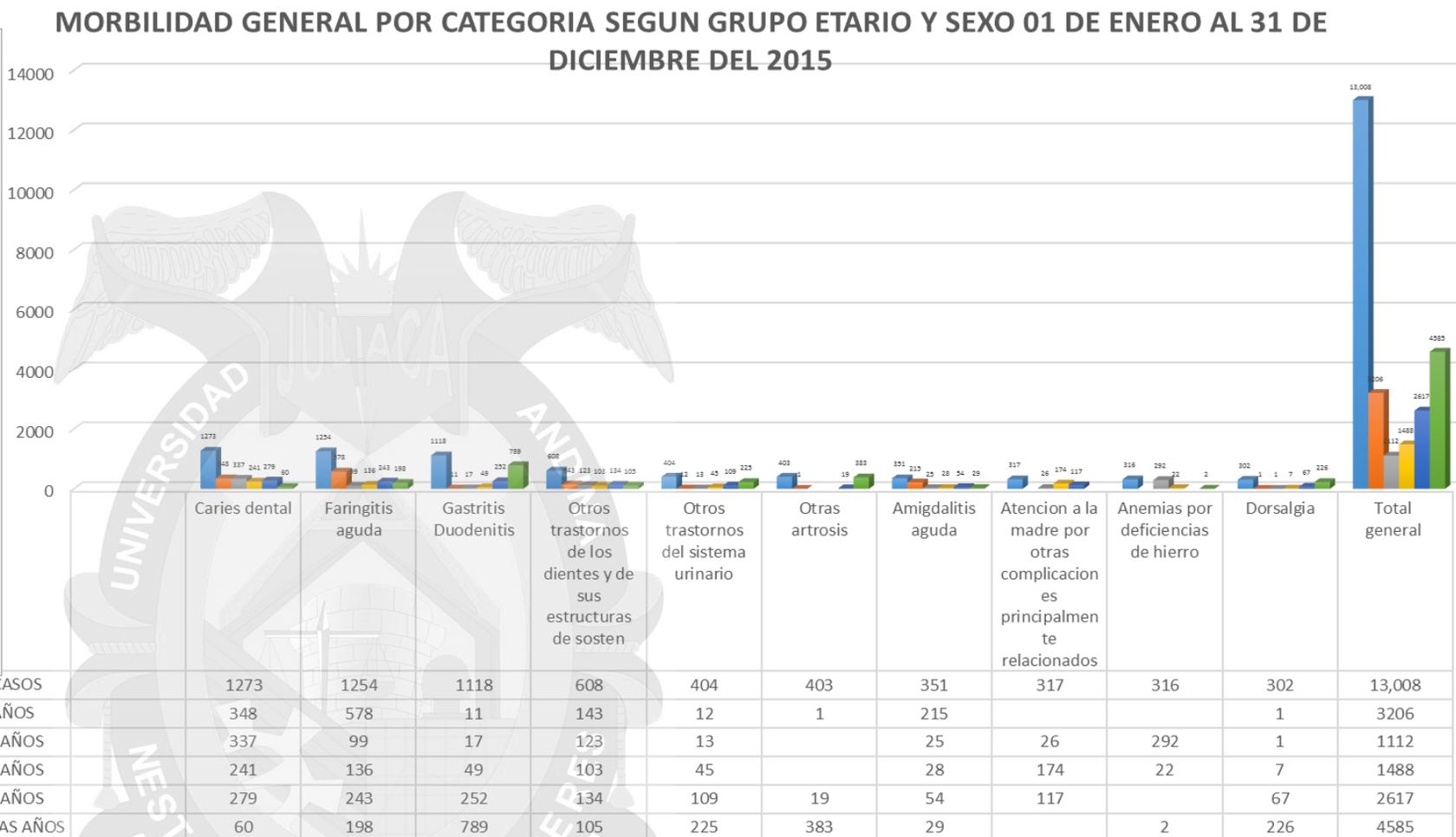
Morbilidad general por categorías según grupo etario y sexo Puno



Fuente: (Elaboración propio con datos de Unidad de Estadística e Informática – DISA Puno)

Grafico 6.11

Causas de Morbilidad en el Distrito de Juli



En el grafico 6.11 se muestra las diez primeras causas de morbilidad en la población del distrito de Juli, la causa predominante de morbilidad es la enfermedad de la caries dental 1273 casos, seguido de las enfermedades de faringitis aguda 1254 casos, en tercer lugar está el caso de la gastritis duodenitis 1118 casos, en cuarto lugar esta los otros trastornos de los dientes y de sus estructuras de sostén 608, en quinto lugar esta los otros trastornos del sistema urinario 404 casos, otras artrosis 403 casos, amigdalitis aguda 351 casos, atención a la madre por otras complicaciones 317 casos, anemias por deficiencias de hierro 316 casos, dorsalgia 302 casos, respectivamente

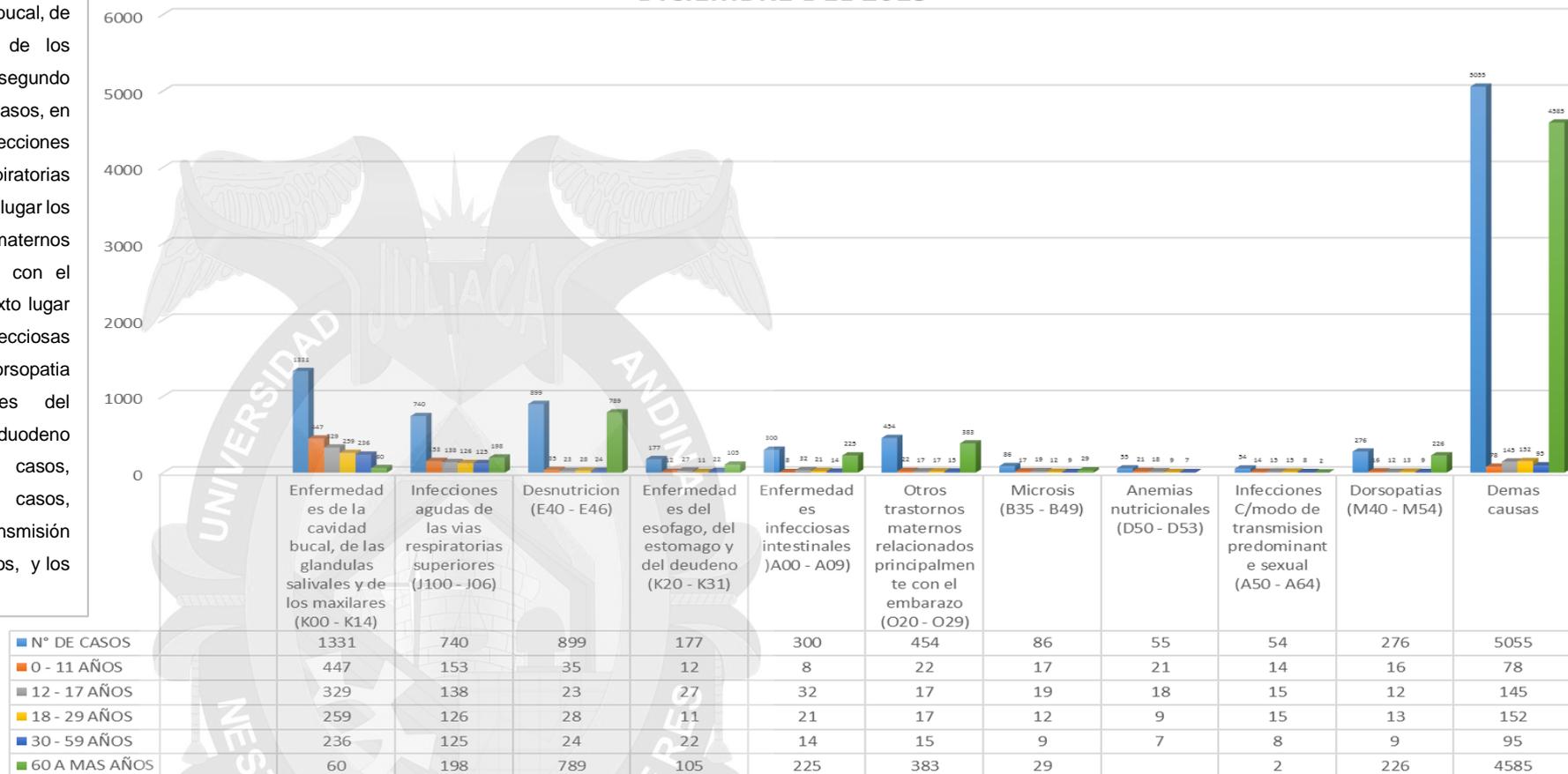
Fuente: (Elaboración propio con datos de Redess – Juli Estadística e Informática)

Grafico 6.12

Causas de Morbilidad en el Distrito de Ajoyani

En el grafico 6.12 Las primeras causas de morbilidad son las enfermedades de la cavidad bucal, de las glándulas salivales y de los maxilares 1331 casos, en segundo lugar es la desnutrición 899 casos, en tercer lugar son las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores 740 casos, cuarto lugar los otros trastornos maternos relacionados principalmente con el embarazo 454 casos, en sexto lugar enfermedades infecciosas intestinales 300 casos, dorsopatía 276 casos, enfermedades del esófago, del estómago y del duodeno 177 casos, microsis 86 casos, anemias nutricionales 55 casos, infecciones C/modo de transmisión predominante sexual 54 casos, y los demás causas 5055 casos.

MORBILIDAD GENERAL POR CATEGORIA SEGUN GRUPO ETARIO Y SEXO 01 DE ENERO AL 31 DE DICIEMBRE DEL 2015



Fuente: (Elaboración propio con datos de Unidad de Estadística REDES – CARABAYA)

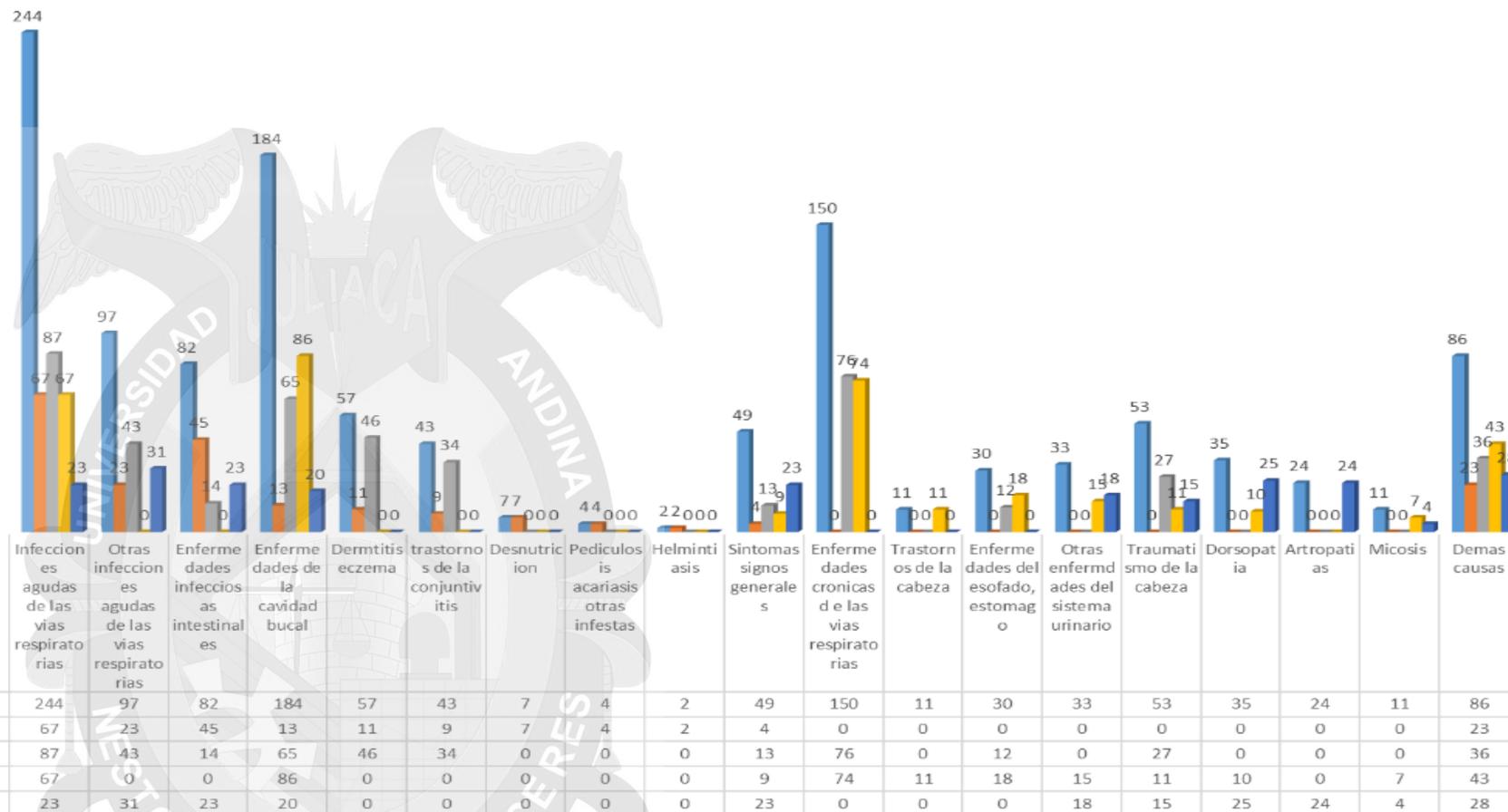
Grafico 6.13

Causas de Morbilidad en el Distrito de Vilquechico

MORBILIDAD GENERAL POR CATEGORIA SEGUN GRUPO ETARIO Y SEXO 01 DE ENERO AL 31 DE DICIEMBRE DEL 2015

■ N° DE CASOS ■ 0 - 9 AÑOS ■ 10 - 19 AÑOS ■ 20 - 59 AÑOS ■ 60 A MAS AÑOS

En el grafico 6.13 las primeras causas de morbilidad son las infecciones agudas de las vías respiratorias 244 casos, enfermedades de la cavidad bucal 184 casos, enfermedades crónicas de las vías respiratorias 150 casos, otras infecciones agudas de las vías respiratorias 97 casos, infecciones intestinales 82 casos, dermatitis eczema 57 casos, síntomas signos generales 49 casos, traumatismo de la cabeza 53 casos, trastornos de la conjuntivitis 43 casos, dorsopatía 35 casos, otras enfermedades del sistema urinario 33 casos, enfermedades del esofago, estomago 30 casos, artropatías 24 casos, micosis 11 casos, desnutrición 7 casos, pediculosis acariasis infestas 4 casos, Helmintiasis 2 casos, los demás causas 86.



Fuente: (Elaboración propio con Unidad de Estadística REDES – HUANCANE)

6.3.11 Vivienda e infraestructura en la Región Puno

Según datos del Compendio Estadístico 2012 del INEI, el 77,2% de hogares Vivian en casa independiente y el 22.8% habitaban en viviendas de casa vecindad, choza cabaña, vivienda en quinta y departamento en edificio. Por otra parte, el 78,3% de hogares residían en casa propia, mientras que el 21.7% residían en viviendas alquiladas y otra forma de tenencia.

De acuerdo al material predominante de construcción de las viviendas, se observa que un número importante de inmuebles se encuentran en condiciones no favorables de habitabilidad, considerando que el 24,2%, de las viviendas tienen paredes de ladrillo o bloque de cemento, 29,8% piso de cemento y el 21.9% de viviendas poseen techo de concreto. Es decir, que en la mayoría de viviendas, en especial del área rural y urbano marginal, predomina el material rustico, como son paredes de adobe o tapia, piso de tierra y techo de paja o calamina; los mismos ponen en riesgo la salud de las personas, por ser materiales de fácil deterioro.

Según el censo de población y vivienda 2005, se evidencia que la Región Puno tiene 321,813 viviendas y 325,298 hogares, existiendo un déficit cuantitativo y cualitativo de 3,790 viviendas y 75,327 hogares, con hacinamiento en número de 35,840, así mismo se deriva que se tiene un índice de 3.87 habitantes por vivienda.

Del total de la Región Puno el 41.10% se encuentra ubicadas en el sector Urbano y el 58.90% en el sector Rural (INEI, 2005).

Los materiales que componen las viviendas en mayor porcentaje son de adobe o tapia, seguido de material ladrillo o bloque de cemento.

Tabla 6.18
Material de paredes de vivienda

Categorías	Casos	%
Ladrillo o bloque de cemento	71 223	22.13
Piedra o sillar con cal o cemento	1 411	0.44
Adobe o tapia	21 6776	67.36
Quincha	378	0.12
Piedra con barro	22 813	7.09
Madera	2 763	0.86
Esfera	27	0.01
Otro	6 422	2.00
total	321 813	100.00

Fuente: (elaborado por la SGPAT – GR – Puno, 2007, según INEI)

6.3.11.1 Vivienda en el distrito de Juli – Chucuito

Según la información del INEI censo – 2007, se confirma que el distrito de Juli cuenta con 10,387 viviendas, de los cuales 2,880 (28%) se encuentran en el área urbana y 7507 (72%) en el área rural.

Tabla 6.19

Viviendas Particulares, por área urbana y rural, según departamento, provincia y tipo de vivienda

Departamento, Provincia y Tipo de Vivienda	Total	Área	
		Urbana	Rural
Distrito Juli	10,387	2880	7507
Casa independiente	9595	2801	6794
Departamento en edificio	9	9	
Vivienda en quinta	6	6	
Vivienda en casa de vecindad	34	34	
Choza o cabaña	712		712
Vivienda improvisada	23	23	
Local no dest. Para hab. humana	6	6	
Otro tipo	2	1	1

Fuente: (INEI – Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda)

Como se puede apreciar, las viviendas existentes en mayor porcentaje se encuentran ubicadas en el área rural, contrario a la cantidad de población donde los habitantes del distrito mayormente se concentran en el área urbana.

6.3.11.2 Vivienda en el distrito de Ajoyani – Carabaya

Según la información del INEI censo – 2007, se confirma que el distrito de Ajoyani cuenta con 1,921 viviendas, de los cuales 1,113 (58%) se encuentran en el área urbana y 808 (42%) en el área rural.

Viviendas Particulares, por área urbana y rural, según departamento, provincia y tipo de vivienda

Departamento, Provincia y Tipo de Vivienda	Total	Área	
		Urbana	Rural
Distrito Ajoyani	703	322	381
Casa independiente	345	319	26
Vivienda en casa de vecindad	3	3	
Choza o cabaña	355		355

Fuente: (INEI – Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda)

En el medio urbano el 5% de viviendas son de material noble y el 90% de las viviendas en su mayoría son construidas de material adobe, techo de paja o calamina, constituido por habitaciones destinadas para cocina, dormitorio y dispensa, que se utiliza para guardar víveres, implementos agrícolas, etc., corrales de piedras que sirve para hacer pernoctar a los ganados vacuno y ovinos.

Como se puede apreciar, las viviendas existentes en mayor porcentaje se encuentran ubicadas en el área urbana, contrario a la cantidad de población donde los habitantes del distrito en su menor cantidad se concentran en el área rural.

6.3.11.3 Vivienda en el distrito de Vilquechico – Huancané

Según la información del INEI censo – 2007, se confirma que el distrito de Vilquechico cuenta con 6,587 viviendas, de los cuales 270 (4%) se encuentran en el área urbana y 6,317 (96%) en el área rural.

Tabla 6.21

Viviendas Particulares, por área urbana y rural, según departamento, provincia y tipo de vivienda

Departamento, Provincia y Tipo de Vivienda	Total	Área	
		Urbana	Rural
Distrito Vilquechico	6,587	270	6,317
Casa independiente	4576	267	4309
Vivienda en casa de vecindad	3	3	
Choza o cabaña	2007		2007
Otro tipo	1		1

Fuente: (INEI – Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda)

Como se puede apreciar, las viviendas existentes en mayor porcentaje se encuentran ubicadas en el área rural, contrario a la cantidad de población donde los habitantes del distrito se concentran en el área urbana.

6.3.12 Tipologías de Vivienda

6.3.12.1 Tipología de la vivienda rural Altoandina

La zona rural altoandina es el sector más pobre y excluido del Perú. A parte de los problemas económicos y sociales que atraviesa, sus viviendas no cuentan con la infraestructura adecuada, siendo estas vulnerables a los efectos climáticos, en particular los fríos intensos habituales en la región. En efecto, este tipo de vivienda no cuenta con ningún tipo de protección frente a las bajas temperaturas, lo que actualmente es uno de los problemas latentes más relevantes, que año tras año genera problemas de infecciones respiratorias siendo esta la principal causa de muerte de niños en zonas rurales.

Características de las viviendas:

Las siguientes características constructivas son comunes en la mayoría de casas de esta zona:

- Muros de adobe: a causa de las deficiencias constructivas y a la falta de un adecuado mantenimiento algunos muros se encuentran agrietados o presentan perforaciones, lo que permite que el aire frío entre del exterior, no tiene ningún tipo de tratamiento térmico.
- Vanos que no cuentan con la carpintería apropiada, o son mal sellados a través de los cuales se escapa el calor del interior de la vivienda.
- Cubierta de chapas metálicas delgadas onduladas de zinc, conocidas con el nombre de "calamina"; facilitan la transferencia de calor (tanto del exterior durante la noche) ya que estas no cuentan con su respectivo cieloraso y que dan lugar a la fuga del aire.
- Pisos de tierra: que permiten el ingreso de humedad y la salida del calor.
- Instalaciones: la instalación eléctrica es muy básica y, en las zonas más alejadas a los núcleos urbanos, las instalaciones de agua en las viviendas es inexistente, por lo que las viviendas no cuentan con ningún tipo de calefacción.



temperatura en el interior de las viviendas están fuera de las condiciones adecuadas de confort térmico durante todo el día y la noche.

6.3.12.2 Tipología de la vivienda circunlacustre

Ubicadas a las orillas del lago Titicaca y sus alrededores, cuya característica fundamental es la de utilizar materiales propios de la zona, como son el adobe, la piedra, paja y troncos de eucalipto. Dentro de este tipo de viviendas existe dos zonas bien definidas como son la quechua y la aymara, cuyo punto de división se da desde la ciudad de Puno, hacia el norte la zona quechua y hacia el sur la zona aymara.

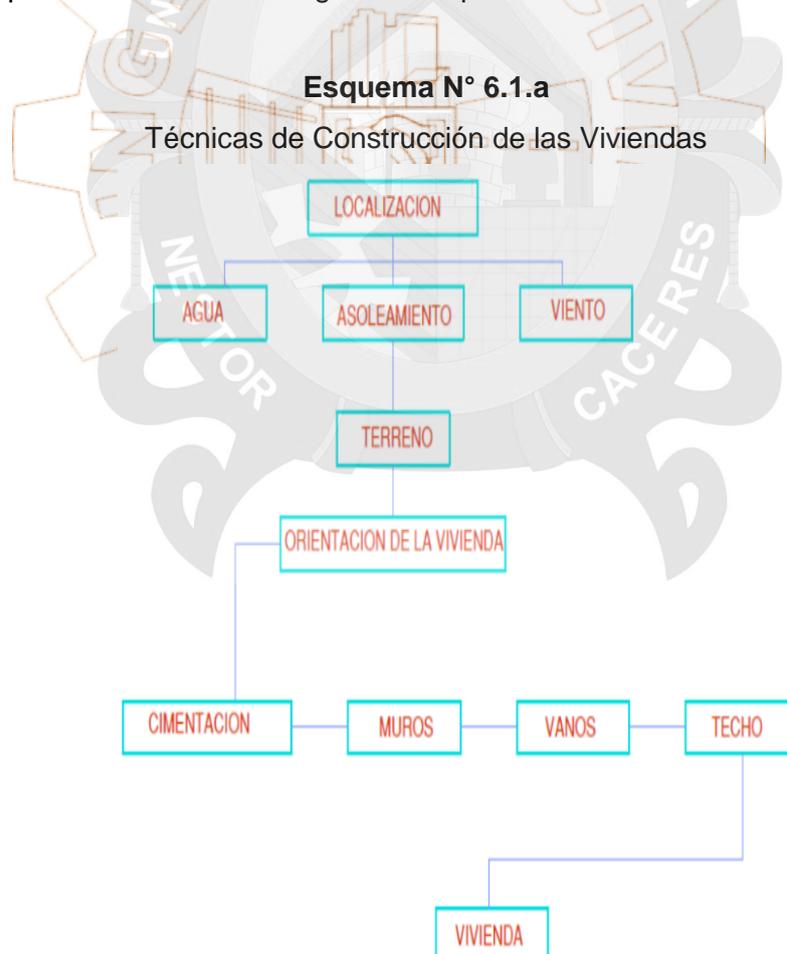
- a. Elección del terreno: para la elección del terreno se toma en cuenta el tipo de terreno, el suelo debe ser seco semi árido, cuya finalidad es dejar más espacio para sus sembríos, alejado de los riachuelos, acequias debido a que el adobe, pierde resistencia debido a la humedad.
- b. Ubicación de espacios: se tiene en un gran porcentaje de viviendas tres espacios bien definidos como son el patio central o área social por el día y corral por la noche, una pequeña cocina y un dormitorio, el cual, cubre sus necesidades de descanso, almacén y a veces área social si el clima no permite estar en el patio. En algunas viviendas cuentan con espacios exclusivamente para almacenamiento.
- c. Cimentación: con una profundidad de 0.50 m. Por debajo del nivel de suelo y un ancho de 0.40 m, la cual es rellena según el tipo de terreno donde se realice la construcción.
- d. Muros: hechos de adobe entre 2.00 m a 2.40 m de altura aproximadamente, en algunos casos revestidos con barro liso.
- e. Adobe: especie de ladrillo hecho de la mezcla de barro y paja, secado al sol. La construcción de estos muros se realiza asentándolos e sucesivas hileras entre las cuales estará el mortero de barro.
- f. Vigas: troncos de eucalipto de 15 a 20 cm de diámetro, las cuales se colocan sobre el muro de adobe, la distancia entre ellas desde 0.80 m a 1.00 m, sobre los cuales van las correas de madera, clavadas a estas vigas.
- g. Cubierta: los techos son características de la zona, cuyo grado de inclinación es como mínimo de 30°, debido a las fuertes tormentas propias de la zona.

poblador andino expresa su forma de ser en la vivienda, ya que se trata de una persona sumamente reservada, también se debe considerar, que la mayor parte del día se encuentra en espacios abiertos dimensiones aproximadas de los vanos puertas, cocina 0.70 x 1.50m; dormitorios 0.70 x 1.70m; ventanas cocina 0.35 x 0.24m; dormitorios 1.00 x 0.60 m

- i. Muro perimétrico: de especial tratamiento, donde a pesar de ser conceptualmente la misma para todas las viviendas, formalmente son distintas tiene un esencial cuidado, tanto en tratamiento como en proporciones métricas, con una altura promedio de 1.17 m, debido a que el muro tiene singular tratamiento cuya condición necesaria fue permitir la relación visual con su contexto.

6.3.12.3 Técnicas constructivas

Antes de realizar cualquier construcción en las zonas de estudio, los pobladores utilizan el siguiente esquema.



Fuente: (Elaboración Propio)



vivienda, para esto hay varios criterios que los pobladores toman, entre ellos tenemos. El agua, los vientos, asoleamiento, ubicación del terreno, etc.

- El agua: El tema del agua es el primer criterio y doblemente importante que debe tener un terreno para ubicar una vivienda, al ser este un elemento vital para la supervivencia del hombre y de todo ser vivo.
- Viento: En estas zonas recorre por lo general vientos gélidos de alta velocidad, los cuales son perjudiciales, la vivienda al estar expuesta a estos vientos gélidos suelen perder rápidamente todo el calor acumulado durante el día, lo cual al llegar la noche estas viviendas suelen estar a bajas temperaturas.
- Asoleamiento: El asoleamiento es muy importante en esta región que se encuentra entre 5 a 7 kwh/m², con un promedio de horas de sol de 8 a 10 horas con cielo despejado, gracias a la energía que desprende el sol es que estas viviendas pueden almacenar calor para las horas más frías de la noche, sin embargo podría ser contraproducente al mismo tiempo ya que el nivel de rayos ultra violeta que emite es muy alto lo cual es dañino para la piel.
- Terreno: Los terrenos en donde se ubican las viviendas están ubicadas por lo general en zonas de pendiente y plana, esto con el fin de poder tener un mejor panorama del paisaje.
- Orientación de la vivienda: El criterio de orientación que utilizan para la vivienda está definido por la dirección de los vientos, tratan de evitar el ingreso directo de las corrientes de aire a las viviendas por medio de los vanos (puertas o ventanas). Es por este motivo que se utilizan vanos pequeños en las viviendas.
- Cimentación: Una vez que se define la orientación de las viviendas realiza un trazado por donde irán ubicados los cimientos, estos no están enterrados a una profundidad, solo están puestos limpiando un poco los trazados realizados.



gran consistencia, las más grandes se ubican en las esquinas y la puerta, una vez que el muro se va elevando las dimensiones de las piedras van reduciéndose hasta crear una forma trapezoidal la cual estructuralmente tiene un buen funcionamiento.

- Vanos: Los vanos de la puerta suelen ser muy pequeños, de un promedio de 1 metro de alto por 50 centímetros de ancho con un dintel de un bloque sólido de piedra, esta medida es proporcional a los muros y en si al volumen de la vivienda, la razón de estos vanos parecieran ser más por un tema de térmico que por otro motivo, los vanos pequeños no permiten un intercambio intenso de aire con el exterior, lo cual posibilita obtener una temperatura confortable dentro del recinto.
- Techos: Las cubiertas que son la última fase de la construcción, suelen estar construidas con ichu o paja brava las cuales recolectan en grandes cantidades para cubrir el techo, luego se empieza a estructurar la base del techo con palos de queñua, eucalipto, o carrizo, esta estructura está unida con cuerdas hechas del cuero de llama o alpaca remojada, una vez terminado esta estructura, los constructores empiezan a extender ichu o paja brava en un piso horizontal, con el fin de enredar esta camada de ichu (ichuta sijniykuy) la cual será la primera base, una vez que se termina este proceso, se empieza a colocar por encima de la estructura antes realizada, el siguiente proceso se llama (piñarillo) esta técnica consiste en preparar una mezcla de agua y arcilla con una consistencia aguada, se toma una proporción mínima de ichu, se sopa la base para luego poner encima del techo, este proceso se repite hasta que el techo este todo recubierto con ichu obteniendo un ancho de 15 a 20 centímetros, una vez terminado el techo se colocan unas sogas (caballito) de gran espesor echas de ichu sobre las cumbres del techo para darle una mayor estabilidad.
- Distribución: La distribución de una vivienda rural contempla básicamente 01 cocina/comedor, 01 dormitorio principal, 01 dormitorio secundario, 01 deposito, 01 almacén, 01 patio, en su mayoría no cuentan con un unidad de servicio higiénico y las pocas que si tienen están ubicadas en promedio a 15 metros de la vivienda, los pobladores no contemplan un

por considerarlo insalubre.

6.3.13 Diagnostico Térmico de la Vivienda Seleccionada

Luego de realizar el diagnóstico situacional de las viviendas rurales en los distritos de Juli, Ajoyani y Vilquechico del Departamento de Puno, específicamente en las comunidades de Palermo Rio Salado, Alto de la Alianza y San Salvador de Llachacata Aylo Uthata, se eligió la comunidad de Palermo Rio Salado en el distrito de Juli, para realizar las mediciones térmicas de una de las viviendas de los pobladores ubicados en la comunidad en mención, por ello la vivienda es más vulnerable al frío y la familia que habita brinda las facilidades para realizar las mediciones al interior de la misma, sin alterar las actividades de la familia.

Se realizó las mediciones térmicas al interior y exterior de la vivienda, esta información permitió elaborar un diagnóstico térmico posterior.

El 16 y 17 de Junio de 2017 se monitoreo las condiciones al interior y exterior de la vivienda.

Condiciones iniciales de la vivienda seleccionada

La vivienda seleccionada presento las siguientes características:

Materiales

- Muros: el material empleado es el adobe, este es fabricado de forma artesanal. Tiene como dimensiones 0.40m x 0.35m x 0.10m
- Puertas y Ventanas: la vivienda cuenta con una puerta de plancha de calamina y la ventana de marco de madera.
- Las dimensiones de la puerta de ingreso son de 1.70m x 0.70m y las dimensiones de la ventana son de 0.50m x 0.50m son con marco de madera y el vidrio de la ventana es semi doble.
- Los derrames no se encuentran bien sellados y de ahí que la fuga de calor.
- Techo: el techo de la vivienda es de calamina de espesor aproximado de 1/32" este techo es instalado en todos los ambientes de la vivienda.
- El cielo raso: está cubierto de plástico y es el lugar donde hay fuga de calor.
- Los ambientes que cuenta la familia son dos habitaciones, una cocina y un corral de ganados. Los techos de las habitaciones son de dos aguas y de la cocina solo es de media agua.

En el monitoreo a la vivienda seleccionada se realizó las mediciones de temperatura en el interior y exterior de la vivienda, se utilizó sensores de temperatura uno en el interior de la vivienda y el otro en el exterior de la vivienda, para ello se utilizó el instrumento de



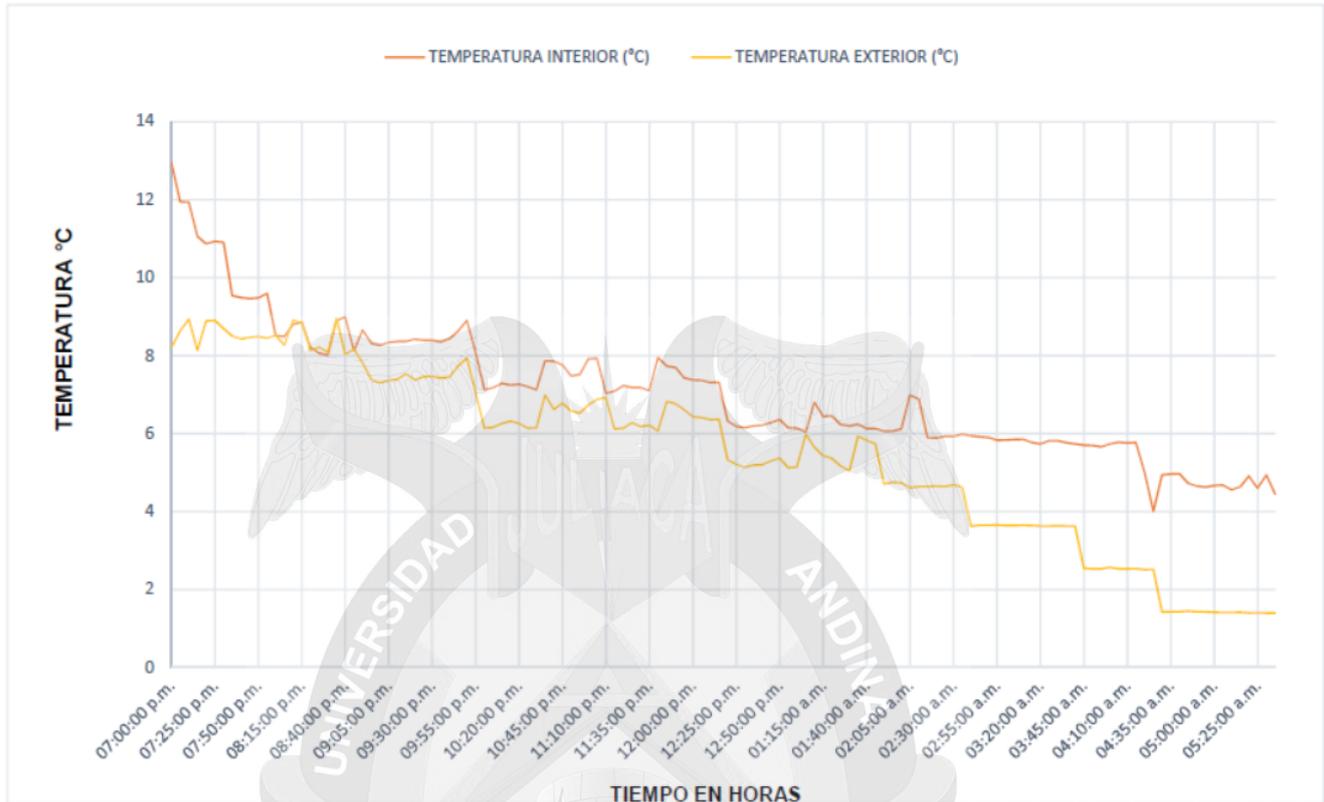
2000 para registrar las temperaturas interior y exterior de la vivienda.

6.3.13.1 Resultados del Diagnóstico de la Vivienda Rural

La selección del lugar es en la comunidad de Palermo Rio Salado del Distrito de Juli, se realizó en base a un análisis de temperaturas registradas en el mes de Junio, las mediciones se realizó durante una noche, registrándose los siguientes valores.

Posterior al diagnóstico se llevó a cabo las mediciones térmicas para los días más desfavorables en la época de Invierno los días 16 y 17 de Junio, los promedios de temperaturas registrados después del diagnóstico oscilaron entre; 12.957 °C a las 07 de la noche cuando se instaló los sensores de temperatura en la habitación, a las 12 horas con 50 minutos la temperatura llega a 6.3633 °C, esto implica que desde la media noche en adelante las personas duermen en ambientes fríos y necesitan abrigarse más por que el ambiente no es adecuado para el habitante por registrar temperaturas inferiores, a las 03 horas con 20 minutos la temperatura desciende a 5.7344 °C, y analizando los registros de temperatura en 05 horas con 25 minutos la temperatura desciende a 4.5978 °C este aproximadamente a la amanecida la temperatura desciende bruscamente y en comparación con la temperatura exterior la temperatura llega a 1.4021 °C en horas de la madrugada. Por lo que llegamos a la conclusión de que la vivienda diagnosticada presenta bajos índices de temperatura en el interior de la vivienda, ya que la habitación no es confortable y es desfavorable para el poblador que no está protegido contra los descensos de temperatura y estos puedan causar enfermedades contra la salud del poblador.

Temperaturas Registradas



Comportamiento térmico de temperaturas en el interior de la habitación

Tabla 6.22

Temperaturas Horarias

MONITOREO DE TEMPERATURAS EN LA VIVIENDA RURAL			
CONDICIONES TÉRMICAS EN EL INTERIOR Y EXTERIOR DE LA VIVIENDA DIAGNOSTICADA EN LA COMUNIDAD DE PALERMO RIO SALADO			
DÍAS	TIEMPO (horas)	TEMPERATURA INTERIOR (°C)	TEMPERATURA EXTERIOR (°C)
16 de Junio -2017	07:00:00 p.m.	12.957	8.2123
16 de Junio -2017	07:50:00 p.m.	9.4844	8.4922
16 de Junio -2017	08:40:00 p.m.	8.9961	8.0352
16 de Junio -2017	09:30:00 p.m.	8.3945	7.4648
16 de Junio -2017	10:20:00 p.m.	7.2617	6.2617
16 de Junio -2017	11:10:00 p.m.	7.0312	6.9258
16 de Junio -2017	12:00:00 p.m.	7.3789	6.4297
16 de Junio -2017	12:05:00 p.m.	7.3633	6.4141
17 de Junio -2017	12:50:00 p.m.	6.3633	5.3711
17 de Junio -2017	01:40:00 a.m.	6.1289	5.8281
17 de Junio -2017	02:30:00 a.m.	5.9336	4.6876
17 de Junio -2017	03:20:00 a.m.	5.7344	3.6321
17 de Junio -2017	04:10:00 a.m.	5.7578	2.5341
17 de Junio -2017	05:00:00 a.m.	4.668	1.4214
17 de Junio -2017	05:20:00 a.m.	4.9102	1.4023
17 de Junio -2017	05:25:00 a.m.	4.5978	1.4021

Temperaturas registradas en la habitación



En el desarrollo de la inspección, de la situación actual de las viviendas en las zonas rurales, se empleó la técnica de investigación de observación y los instrumentos, Para obtener información cuantitativa de la situación actual de las viviendas en las zonas rurales en estudio del departamento de Puno.

La población en estudio está conformado por las viviendas de adobe ubicados a más de 3800 m.s.n.m. en los Distritos de Juli en la comunidad de Palermo Rio Salado con 83 familias comuneras, en el Distrito de Ajoyani en la comunidad de Alto de la Alianza 36 familias y en el Distrito de Vilquechico la comunidad de San Salvador de Llachacata Aylo Uthata 80 familias comuneras del Departamento de Puno que comprende una población de 199 viviendas de la zonas rurales. Y La muestra, estuvo enmarcada en la aplicación de la formula estadística para población finita, la cual dio como resultado de 131 viviendas, luego se procedió a aplicar la fórmula de factor de corrección finito para ajustar la muestra, dando como resultado 79 viviendas. Por lo tanto la muestra se estableció en 79 viviendas, a las cuales se aplicó la encuesta.

Procedimiento estadístico empleado, para determinar el tamaño de la muestra. Considerando que la investigación posee población finita, es decir, se conoce el total de la población, del cual se tomara una muestra, dada por la siguiente formula.

Donde:

$$n = \frac{NZ_{\alpha}^2 pq}{d^2(N - 1) + Z_{\alpha}^2 pq}$$

n = muestra a determinar

N = Total de la población

Z α = valor crítico del nivel de confianza

P = Proporción poblacional de ocurrencia de un evento.

(En caso de no tener dicha información se utiliza el valor p = 0.5 (50%).

q = Proporción poblacional de no ocurrencia de un evento (1 - p) (en este caso 1-0.5 = 0.5).

d = Precisión o error muestral

$Z = 1.96$ (el nivel de confianza prefijado da lugar a un coeficiente ($Z\alpha$))

Para una seguridad del 95%; $Z = 1.96$; $p = 50\%$; $q = 1 - p = 0.5$; $d = 5\%$; $N = 176$; $n = ?$

Determinación de la muestra

$$n = \frac{(199) 1.96^2 (0.5) * (0.5)}{0.05^2 (199 - 1) + 1.96^2 (0.5)(0.5)}$$

$$n = 131 \text{ Viviendas}$$

Aplicación de factor de corrección.

Por considerar que la muestra es aún bastante amplia, se aplica el método de corrección. (n) como el tamaño de la población finita, considerando la muestra obtenida anteriormente, como muestra inicial; aplicando la siguiente fórmula:

$$n^1 = \frac{n_0}{1 + \frac{(n_0 - 1)}{N}}$$

$$n^1 = \frac{n_0}{1 + \frac{(n_0 - 1)}{N}}$$

$$n^1 = \frac{131}{1 + \frac{(131 - 1)}{199}}$$

$$n^1 = 79 \text{ viviendas}$$

Donde:

n_0 = muestra inicial

N = Tamaño de la población

n^1 = muestra final de la población

6.3.15 Plan de recolección de datos

La recolección de la información de las variables en estudio se procederá a solicitar información a los pobladores de las comunidades seleccionadas en estudio y que brinden información de sus viviendas. El instrumento que se aplicó es a través de una encuesta auto administrada que permita obtener



cuales son: Palermo Rio Salado, Alto de la Alianza y San Salvador de Llachacata Aylo Uthata de la Región de Puno.

Los datos recogidos a través de los cuestionarios, serán procesados así:

6.3.16 Resultados obtenidos de la encuesta / interpretación

Los resultados de la encuesta, se presentan de acuerdo al orden y estructura de la misma. Después de aplicar la encuesta, consta de dos aspectos o temas que contiene información brindada por los propietarios de las viviendas, que en total son 79, se procedió a detallar la información en tablas y gráficos.

Se realizaron 79 encuestas, conforme la muestra seleccionada de esta investigación. El tipo de muestreo utilizado de acuerdo a la naturaleza del estudio, fue el aleatorio simple, porque es un procedimiento de selección de una muestra, por el cual todos y cada uno de los elementos de la población tendrán la misma posibilidad de ser incluidos.

Para realizar el desarrollo de las encuestas, se procedió aplicar 79 encuestas, que el responsable del presente estudio diseño, las encuestas se realizaron casa por casa a los propietarios de las viviendas.

El resultado de la encuesta, que se muestra, tiene la siguiente secuencia: primero la pregunta, luego se refleja el cuadro resumen de la respuesta, acompañado de un gráfico tipo pastel con la respectiva interpretación.

El procesamiento estadístico se realizó utilizando el programa estadístico IBM SPSS statistics versión 24.

Los resultados obtenidos en la presente investigación, se obtuvo después de haber aplicado los instrumentos para recoger información sobre la población en estudio que hacen un total de 79 viviendas encuestados de los 03 distritos de la Región Puno. Las preguntas son como siguen:

1. ¿Conoces algunas propiedades térmicas de los materiales de construcción?

Tabla 6.23

Descripción porcentual de las propiedades térmicas de los materiales de construcción.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	SI	5	6,3	6,3	6,3
	NO	74	93,7	93,7	100,0
Total		79	100,0	100,0	

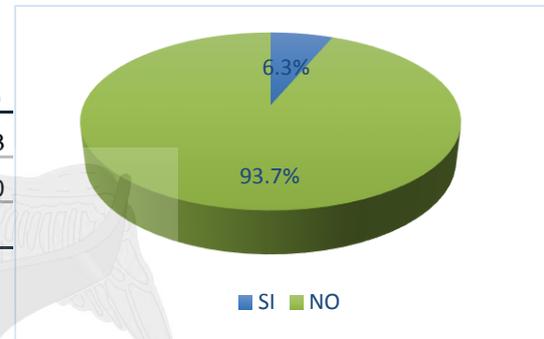


Gráfico 6.15.- Respuesta a la pregunta 1

Fuente; (Elaboración Propio)

Análisis: En la tabla y gráfico se aprecia en cuanto al tema del conocimiento de las propiedades térmicas de los materiales el 94% de los encuestados señalan que desconocen de las propiedades térmicas de los materiales de construcción mientras que un 6% de los habitantes conocen de las propiedades térmicas de los materiales de construcción.

2. ¿Conoces algunas formas de transferencia de calor?

Tabla 6.24

Descripción porcentual de transferencia de calor

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	SI	2	2,5	2,5	2,5
	NO	77	97,5	97,5	100,0
Total		79	100,0	100,0	

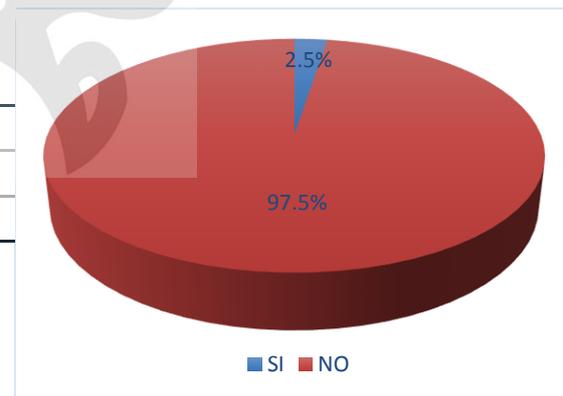


Gráfico 6.16.- Respuesta a la pregunta 2

Fuente; (Elaboración Propio)

Análisis: Al realizar la pregunta sobre el tema de transferencia de calor, un 97% dijo no saber nada del tema mientras que un 3% de los encuestados señalan que si entienden del tema de transferencia de calor.

Tabla 6.25

Descripción porcentual del techo de sus viviendas

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	CALAMINA	67	84,8	84,8	84,8
	PAJA	9	11,4	11,4	96,2
	PLANCHA FIBROCEMENTO	3	3,8	3,8	100,0
	Total	79	100,0	100,0	

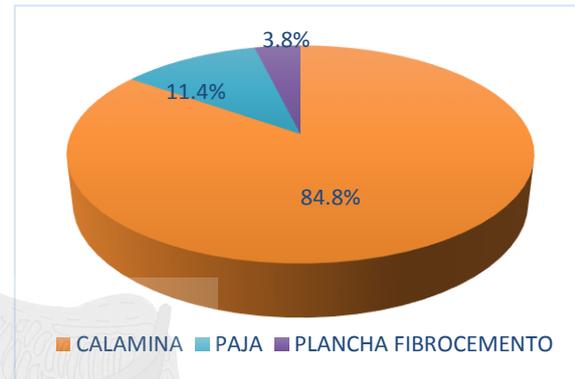


Gráfico 6.17.- Respuesta a la pregunta 3

Fuente; (Elaboración Propio)

Análisis: En cuanto al tema del uso de materiales en los techos de sus viviendas se señala que un 85% de los encuestados señalan que las cubiertas de sus viviendas son de calamina, seguido de un 11% de encuestados afirman que la cubierta de su dormitorio es de paja, por ultimo un grupo reducido de encuestados que representa un 4% señala que el techo de su dormitorio está cubierto con de planchas de fibrocemento.

4. ¿De qué material es el muro de su dormitorio?

Tabla 6.26

Descripción porcentual del muro de su vivienda.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	ADOBE	60	75,9	75,9	75,9
	PIEDRA	6	7,6	7,6	83,5
	ADOBE Y PIEDRA	13	16,5	16,5	100,0
	Total	79	100,0	100,0	

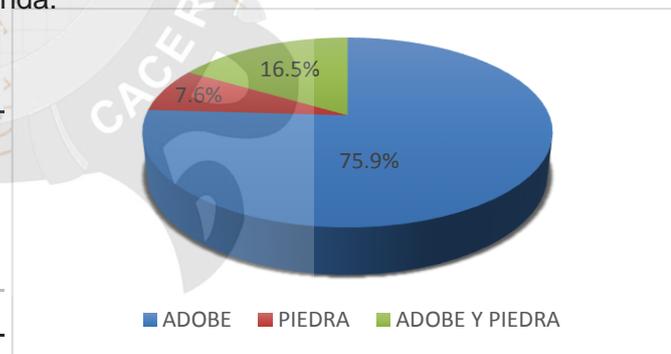


Gráfico 6.18.- Respuesta a la pregunta 4

Fuente; (Elaboración Propio)

Análisis: De acuerdo a los encuestados afirman que un 76% señala que el muro de su dormitorio es de adobe, seguido de un 16% de encuestados señalan que el muro de su dormitorio es de adobe y piedra y por ultimo un 8% afirma que su muro de su dormitorio es de piedra

Tabla 6.27

Descripción porcentual de sus ventanas de sus viviendas.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	MADERA	13	16,5	16,5	16,5
	METALICO	66	83,5	83,5	100,0
	Total	79	100,0	100,0	

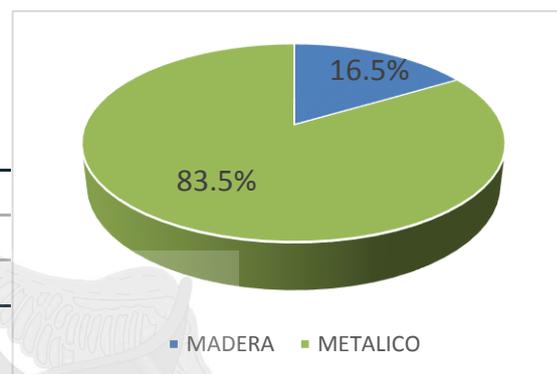


Gráfico 6.19.- Respuesta a la pregunta 5
Fuente; (Elaboración Propio)

Análisis: En cuanto al uso del material en las ventanas se señala que un 84% de encuestados señalan que sus ventanas son metálicas y así mismo en un 16% de encuestados afirma que sus ventanas son de madera.

6. ¿De qué material es la puerta de su dormitorio?

Tabla 6.28

Descripción porcentual de la apreciación del uso de las puertas en sus viviendas.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	MADERA	23	29,1	29,1	29,1
	METALICO	56	70,9	70,9	100,0
	Total	79	100,0	100,0	

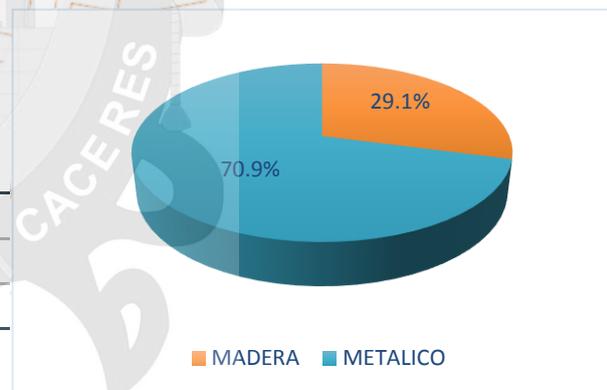


Gráfico 6.20.- Respuesta a la pregunta 6
Fuente; (Elaboración Propio)

Análisis: Del gráfico se aprecia que un 71% de los encuestados señalan que la puerta de su dormitorio es metálica lo cual no garantiza un adecuado aislamiento térmico, y el 29% de encuestados señalan que su dormitorio cuenta con puertas de madera.

Tabla 6.29

Descripción porcentual de la apreciación del piso de las viviendas

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido ENTABLADO CON MADERA	6	7,6	7,6	7,6
CONCRETO	53	67,1	67,1	74,7
TIERRA	17	21,5	21,5	96,2
PIEDRA	3	3,8	3,8	100,0
Total	79	100,0	100,0	

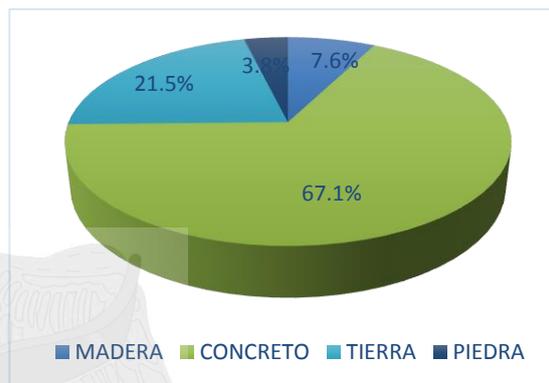


Gráfico 6.21.- Respuesta a la pregunta 7

Fuente; (Elaboración Propio)

Análisis: Dentro del uso de los materiales en los pisos en un grupo de 57% de encuestados señalan que el piso que cuenta su dormitorio es de concreto, seguido de un 22% de encuestados que señala que su piso de su dormitorio es de tierra, así mismo un 8% de los encuestados señala que su piso es entablado con madera y por ultimo un 4% de los encuestados señalan que su piso de su dormitorio es de piedra.

8. ¿Cuál es su ubicación de su vivienda?

Tabla 6.30

Descripción porcentual de la apreciación sobre la ubicación de las viviendas

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido ESQUINA	4	5,1	5,1	5,1
ENTRE DOS ESQUINAS	47	59,5	59,5	64,6
INDEPENDIENTE	28	35,4	35,4	100,0
Total	79	100,0	100,0	

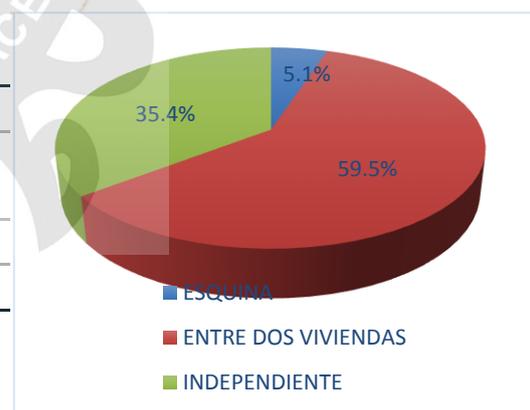


Gráfico 6.22.- Respuesta a la pregunta 8

Fuente; (Elaboración Propio)

Análisis: Los pobladores manifiestan que un 59%de sus viviendas se ubican entre dos viviendas, mientras que 35% de los encuestados afirma que su vivienda es independiente, por lo que un 5% afirma que su vivienda se ubica en una esquina

9. ¿con cuál de las siguientes distribuciones cuenta su vivienda?

Tabla 6.31

Distribución porcentual de las distribuciones que cuenta las viviendas.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	DORMITORIO, COCINA, SS.HH. Y CORRAL	48	60,8	60,8	60,8
	DORMITORIO, COCINA, DESPENSA, SS.HH. Y CORRAL	31	39,2	39,2	100,0
Total		79	100,0	100,0	

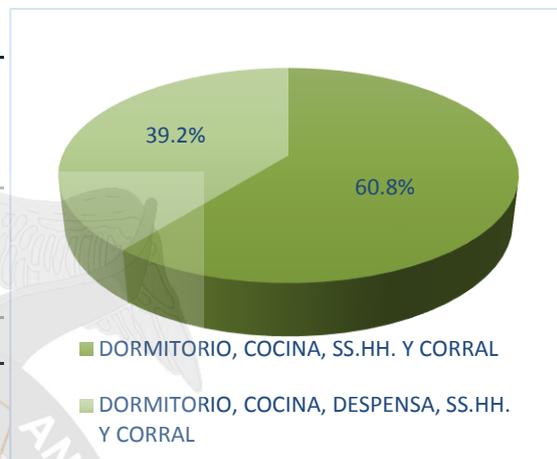


Gráfico 6.23.- Respuesta a la pregunta 9

Fuente; (Elaboración Propio)

Análisis: En cuanto al tema de distribución de la vivienda, el 61% señalan que su vivienda cuenta con la siguiente distribución dormitorio, cocina, ss.hh. y corral de ganados, mientras que el 39% de los encuestados señalan que la distribución de su vivienda cuenta con dormitorio, cocina, despensa, ss.hh. y corral de ganados.

10. la geometría de su dormitorio da hacia el:

Tabla 6.32

Distribución porcentual de la Ubicación de la vivienda.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	SUR	23	29,1	29,1	29,1
	NORTE	35	44,3	44,3	73,4
	ESTE	8	10,1	10,1	83,5
	OESTE	13	16,5	16,5	100,0
	Total		79	100,0	100,0

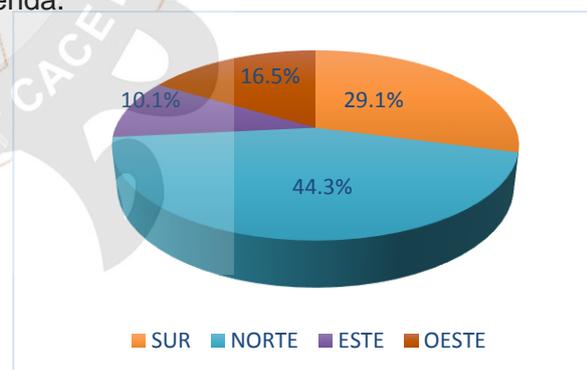


Gráfico 6.24.- Respuesta a la pregunta 10

Fuente; (Elaboración Propio)

Análisis: En cuanto a la ubicación de su dormitorio el 44% señalan que su vivienda da hacia el norte, mientras que un 29% de los encuestados expresan que su vivienda da hacia el sur, por lo que un 16% de los pobladores manifiestan que sus viviendas dan hacia el oeste, y por ultimo 10% afirma que sus viviendas dan hacia el este.

dormitorio?

Tabla 6.33

Descripción porcentual de la apreciación de las pérdidas caloríficas del interior de las viviendas de los pobladores encuestados

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	PUERTAS	37	46,8	46,8	46,8
	VENTANAS	19	24,1	24,1	70,9
	PISOS	8	10,1	10,1	81,0
	TECHOS	15	19,0	19,0	100,0
	Total	79	100,0	100,0	

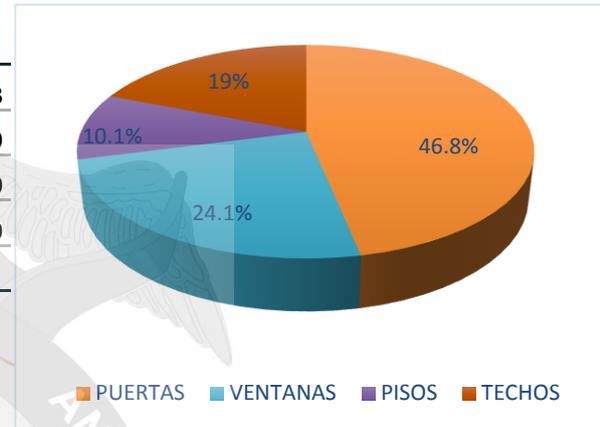


Gráfico 6.25.- Respuesta a la pregunta 11
Fuente; (Elaboración Propio)

Análisis: al respecto esta pregunta busca responder sobre las mayores pérdidas caloríficas del interior de las viviendas un 47% de encuestados señalan que las pérdidas de calor son por las puertas, mientras que un 24% considera que la pérdida de calor se da por las ventanas, y un 19% de los pobladores afirman que la fuga de calor es por los techos, por ultimo un 10% de los pobladores manifiestan que la pérdida de calor se da por los pisos que no son adecuados.

12. ¿Por dónde Consideras que hay ganancias caloríficas para el interior de su dormitorio?

Tabla 6.34

Descripción porcentual de la Apreciación de las ganancias caloríficas al interior de las viviendas.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	TECHOS	61	77,2	77,2	77,2
	ARTEFACTOS	12	15,2	15,2	92,4
	PUERTAS	6	7,6	7,6	100,0
	Total	79	100,0	100,0	



Gráfico 6.26.- Respuesta a la pregunta 12
Fuente; (Elaboración Propio)

viviendas un 68% señala que las ganancias caloríficas son por las ventanas, y un 15 % de los encuestados señalan que las ganancias son por los artefactos, así mismo un 9% de los encuestados afirman que las ganancias de calor se dan por los techos, un sector pequeño que representa el 8% señala que las ganancias de calor se dan por las puertas.

13. ¿sabe usted que es la aislación térmica de una vivienda?

Tabla 6.35

Descripción porcentual de Aislación Térmica en los ambientes de las viviendas.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	SI	17	21,5	21,5	21,5
	NO	62	78,5	78,5	100,0
	Total	79	100,0	100,0	

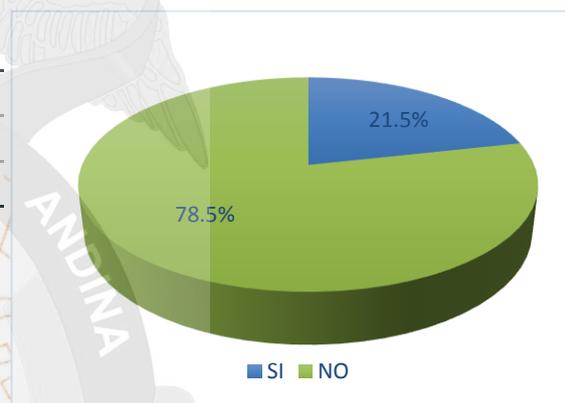


Gráfico 6.27.- Respuesta a la pregunta 13

Fuente; (Elaboración Propio)

Análisis: de la pregunta sobre el tema de aislación térmica de viviendas un 78% desconoce sobre la aislación térmica en viviendas, y en grupo de 17 personas encuestadas que representa el 22% señalan que si conocen sobre aislación térmica en viviendas.

14. Como cconsidera usted que es su dormitorio:

Tabla 6.36

Descripción porcentual de lo que Considera el poblador de su vivienda.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	CALUROSOSA	17	21,5	21,5	21,5
	FRESCA	19	24,1	24,1	45,6
	FRIA	43	54,4	54,4	100,0
	Total	79	100,0	100,0	

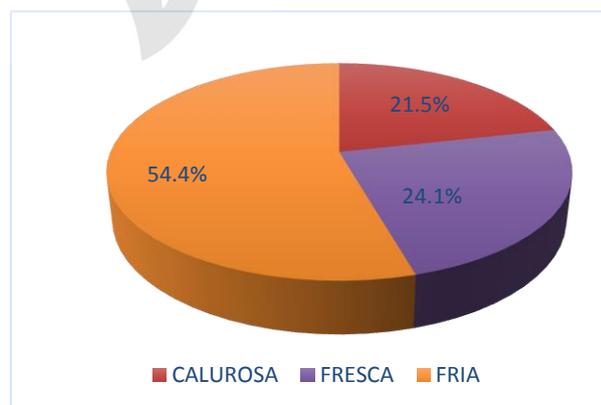


Gráfico 6.28.- Respuesta a la pregunta 14

Fuente; (Elaboración Propio)

problemas más comunes que tienen las viviendas en función a sus características, por lo que un 54% de los pobladores consideran que su dormitorio es frío, así mismo otro grupo de encuestados afirman que su dormitorio es fresca que representa un 24% y finalmente un 22% señala que su dormitorio es calurosa.

15. En qué meses del año consideras que desciende la temperatura:

Tabla 6.37

Descripción porcentual del descenso de temperaturas.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	ABRIL Y MAYO	12	15,2	15,2	15,2
	JUNIO Y JULIO	21	26,6	26,6	41,8
	MAYO, JUNIO Y JULIO	46	58,2	58,2	100,0
	Total	79	100,0	100,0	

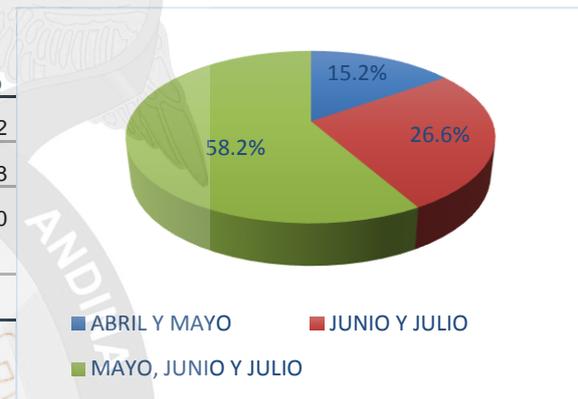


Grafico 6.29.- Respuesta a la pregunta 15.

Fuente; (Elaboración Propio)

Análisis: Respecto al cambio de temperaturas un 71% de los encuestados señalan que en los meses de Mayo, Junio y Julio las temperaturas desciende fuertemente, así mismo un 27% de los encuestados señalan que hace bastante frío en los meses de Junio y julio respectivamente, finalmente un 3% de encuestados afirman que hace bastante frío en los meses de abril y Mayo.

6.3.13.1 Análisis de la vivienda rural del distrito de Juli

Figura 6.5.e

Vivienda rural en el distrito de Juli



Fuente: (Análisis de Vivienda rural en la comunidad de Calliri en el Distrito de Juli, Elaboración Propio)

Figura 6.6.f

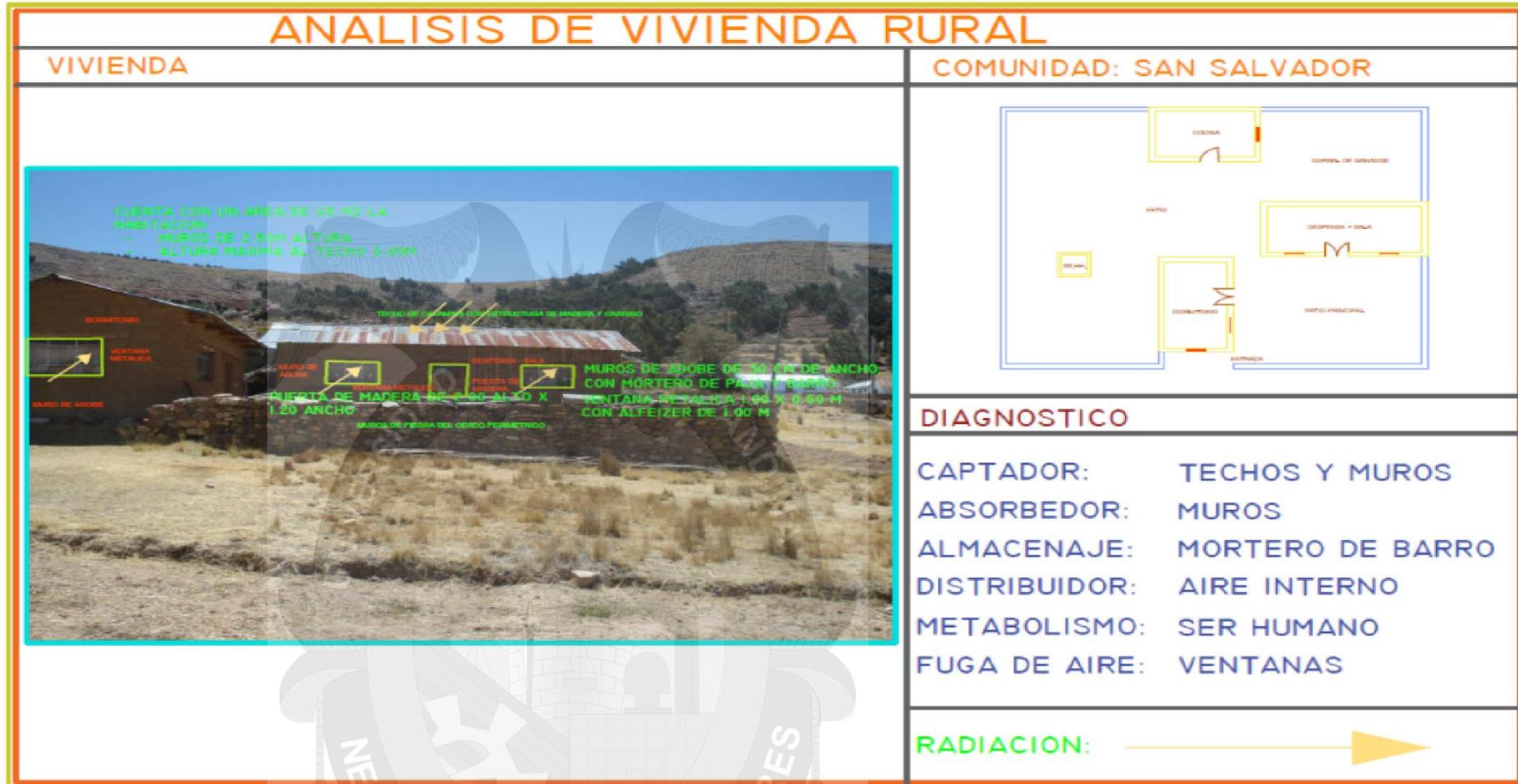
Vivienda rural en el Distrito de Ajoyani



Fuente: (Análisis de la vivienda rural en la comunidad de Alto de la Alianza en el Distrito de Ajoyani, Elaboración Propio)

Figura 6.7.g

Vivienda Rural en el Distrito de Vilquechico



Fuente: (Análisis de la Vivienda Rural en la Comunidad de San Salvador en el Distrito de Vilquechico, Elaboración Propio)

7.1 Localización

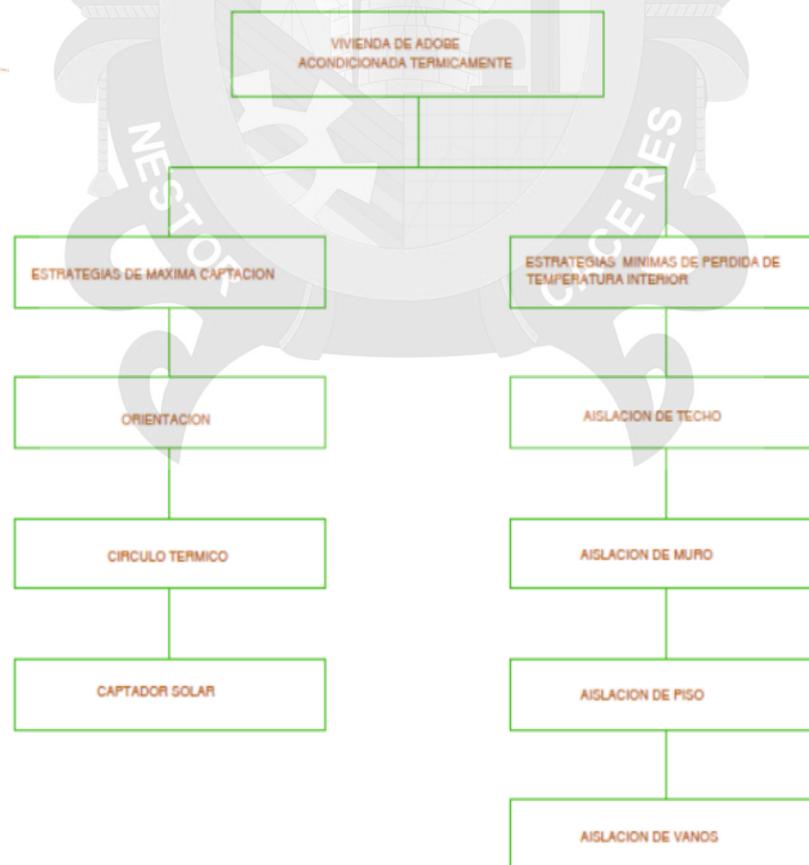
La propuesta de la construcción de la vivienda de adobe acondicionada térmicamente está localizado en el Distrito de Juli, ubicado en las coordenadas de latitud sur $16^{\circ} 12' 39''$ longitud $69^{\circ} 27' 27''$ a una altura de 3869 m.s.n.m. en la comunidad de Palermo Rio Salado de propiedad del señor Martin Yujra Mamani que fue una de las 79 viviendas que se tomaron como muestra en las comunidades en estudio.

7.2 Proyecto

El proyecto pretende dar respuesta a la problemática de acondicionamiento adecuado de la vivienda de adobe en las zonas rurales del departamento de Puno, respondiendo a las necesidades del poblador, utilizando la tipología arquitectónica local y tecnologías apropiadas solucionando la problemática existente.

Esquema N° 7.1.b

Estrategias de acondicionamiento térmico



Fuente: (Elaboración Propio)

7.3 Características Arquitectónicas

7.3.1 Forma

- Para establecer la forma de una vivienda es aconsejable tener en cuenta el clima de la región y el microclima derivado de la ubicación de la vivienda sería la siguiente:
 - En climas cálidos y húmedos se recomienda formas elevadas, con grandes aberturas que faciliten la ventilación y la sombra de la vivienda.
 - En climas cálidos y secos es mejor la construcción compacta y pesada, con gran inercia térmica, para amortiguar las variaciones exteriores de temperatura.
 - En climas fríos las viviendas deben ser compactos, bien aislados constructivamente y con reducidas infiltraciones de aire.

Figura 7.1.a
Propuesta de Vivienda



Vivienda Acondicionada térmicamente con materiales térmicos

7.3.2 Mejoras constructivas implementadas

Este proyecto propone implementar distintas variantes constructivas para cada componente de una vivienda, es decir para muros, techos, pisos, ventanas y puertas. Estas variaciones buscan reducir las pérdidas de calor desde el interior de la vivienda al exterior empleando, en la mayoría de los casos, materiales propios de la zona como el caso del adobe, paja, piedras, etc. A continuación describiremos a detalle cada mejora constructiva implementada.

7.3.3 Características de la vivienda de adobe acondicionada térmicamente

De acuerdo a la disposición de los materiales se propone que las viviendas que se encuentren en el anillo circunlacustre y zona altoandina, se pueda aprovechar los recursos naturales que a continuación se detalla para que se mejore el confort térmico interior de la vivienda, lo que tendrá un impacto positivo en su vida cotidiana y en su salud de los pobladores vulnerables a la temporada de invierno.

7.3.3.1 Aislación térmica del techo

Un techo bien aislado ayuda a mantener el calor al interior de la vivienda. El techo es la parte superior de una vivienda, que lo cubre y cierra y Protege del frío. Está conformado por dos componentes, cada una con su función específica, los componentes son: La estructura de madera sirve para soportar el peso del techo más cargas, que se denominan eventuales. La carga eventuales son agua, nieve y el peso de las personas durante la fase de la construcción o mantenimiento. La cubierta se coloca sobre la estructura y sirve para proteger la vivienda del frío y de los elementos (lluvia, granizo, nieve, sol y viento) la cubierta está conformada por Capas de diferentes materiales. El techo estará cubierto por calamina y su respectiva cumbrera se usara para proteger y sellar la separación de las calaminas, la estructura de madera que son los tijerales para soportar el techo de la vivienda, las correas de madera actúan como portante de la cobertura, el cielo raso estará cubierto de K'esana de totora que es una capa aislante que protege contra el frío. Mejora las condiciones térmicas del ambiente interior de la vivienda, reduciendo la pérdida de calor por conducción a través del aislamiento del cielo raso y el enlucido de yeso.

Figura 7.2.b

Características de la Vivienda Acondicionada



Colocado en la estructura del techo con calamina y a la derecha el colocado de la K'esana de Totora en el cielo raso

7.3.3.2 Aislación térmica de los muros

La envolvente específicamente el muro, consiste en la siguiente configuración muro de adobe, K'esana de totora se ubicara como una placa en el muro interior como un aislante térmico, los enlucidos (paja y barro) este tipo de enlucido de barro y paja permitirá mantener mejor el calor interior de la vivienda como enlucido final de yeso, contara con una viga collar que estará compuesto de dos listones de madera unidos con travesaños, se colocara en la cabecera de los muros sirve para que los muros trabajen juntos ante un sismo.

Figura 7.3.c

Vivienda aislada con Materiales Térmicos



En el lado izquierdo se visualiza en tarrajeo con mortero de barro y al lado derecho se visualiza el colocado de la K'esana de Totora

Aislación térmica de la ventana

La ventana es el elemento térmicamente más débil en el cerramiento de una vivienda, ya que es el punto por donde más fácilmente se pierde calor. Por esto, es importante con ventanas que eviten los puentes térmicos a través de los cuales se puede fugar el calor. Se considera la colocación en las ventanas con doble vidrio.

Figura 7.4.d

Ventana de la Vivienda



Se visualiza el colocado de la ventana con marcos de Madera y su respectivo Vidrio doble

7.3.3.4 Aislación térmica de la puerta

Puerta de madera: para contrarrestar este efecto de las bajas temperaturas se propone utilizar puerta de madera cuya transmitancia es lograr una reducción de pérdidas de calor del interior de la habitación, el material que se ha utilizado para los marcos de puerta es la madera.

Figura 7.5.e

Puerta de Madera



Se visualiza el colocado de la puerta de madera

7.3.3.5 Aislación térmica de los pisos

El piso sirve para aislar la vivienda del terreno natural, mejorando así su salubridad. Su objetivo es que no exista contacto directo entre la vivienda y el terreno natural, ya que así se impide la transmisión de humedad desde el terreno hasta el interior de la vivienda. Esto se consigue empleando madera tablonada que estos serán colocados en los ambientes, aserrín de madera se utilizará para la cámara de aire que se forma entre la cama de piedras y el entablado de tablonado, los cuales por su baja conductividad térmica mejoraría el aislamiento térmico del piso, los durmientes de madera irán fijados en el piso para su unión con los tablonados, piedras con mortero de diferentes tamaños, lamina de plástico grueso para interrumpir la capilaridad del agua.

Figura 7.6.f

Interior de la Vivienda



Al lado izquierdo se visualiza el colocado de durmientes y al lado derecho se observa el entablado final en la habitación

7.3.3.6 Captación de calor

Las claraboyas son ventanas ubicadas en el techo que sirven tanto para dotar a los ambientes de iluminación, como captar radiación solar que permite calentar la vivienda interior. El objetivo es incrementar la temperatura interna de esta con ventanas corredizas que se cierran de noche y su respectivo vidrio en el ducto. La temperatura en el interior aumentara porque las claraboyas dejaran pasar la radiación solar, lo que calentara el aire. Las cerraremos para impedir que el calor escape al exterior durante la noche.

Figura 7.1.g
Ductos solares



Se visualiza los ductos solares para captar la energía solar y sus cerramientos ubicados en el cielo raso de la habitación

Tabla 7.1.a
Propiedades Termofísicas de los Materiales

PROPIEDADES TERMOFÍSICAS DE LOS MATERIALES				
Material de Construcción	Espesor (m)	Conductividad Térmica (W/m-k)	Densidad (Kg/m ³)	Calor específico (J/kg-K)
TECHO				
Calamina Metálica	0.003	160		
CIELO RASO				
Enlucido Yeso	0.015	0.40		1000
K'esana de totora	0.035	0.0395		
MUROS				
Adobe	0.010	0.95	1600	920
K'esana de totora	0.035	0.0101		
ENLUCIDOS				
Tarrajeo (paja y barro) interior	0.015	0.90	1800	800
Enlucido Yeso	0.015	0.40		1000
VENTANA				
Marco de Madera	0.05	0.14	420	2720
Vidrio doble	0.003	3.759		
PUERTA				
Madera	0.05	0.12		
PISOS				



Material	U1	U2	U3	U4
Aserrín de madera	0.02	0.06	0.19	
Plástico polietileno	0.001	0.33		
Piedra	0.20	3.50		
Tierra	0.20	0.52		1840
CAPTACIÓN DE CALOR (claraboya)				
Policarbonato ondulado	0.0175	0.20		
Vidrio Doble	0.003	3.759		
Estructura de Madera	0.051	0.28		
Cobertura de triplay	0.006	0.14		

Fuente: (Elaboración Propio Resumen de configuración de aislamiento térmico)

Resumen de Configuración de Aislamiento térmico considerados para el acondicionamiento térmico de la vivienda construida.



8.1 Ingeniería de la Propuesta

8.1.1 Descripción de la propuesta

Del Terreno: el terreno para la construcción de la propuesta tiene un área de 12.40 m² Topografía: la topografía de la zona donde se levantara la vivienda propuesta presenta una leve pendiente aproximadamente de 1%.

8.2 Estructuras

8.2.1 Consideraciones tomadas para el diseño

Para el diseño de las estructuras, se han tomado los requisitos y exigencias mínimas que establecen las normas peruanas de estructuras, en lo referente al Adobe.

8.2.2 Planos y especificaciones técnicas

Significa aquellos dibujos cuya relación se presenta adjunta como parte de la propuesta de vivienda.

a. Planos

a.1 planos de la vivienda propuesta

La propuesta de vivienda se encuentra en los planos, para tomar información y utilizarlas como referencia y son a nivel de ejecución.

b. Especificaciones

Las especificaciones consisten en lo siguiente:

- a. especificaciones técnicas de estructuras
- b. especificaciones técnicas de arquitectura
- c. especificaciones técnicas de instalaciones eléctricas

8.3 Diseño

8.3.1 Dimensionamiento de Dormitorio Principal

El equipo considerado está constituido por: 01 cama matrimonial, un guardarropa, una mesa para el televisor, 01 mesas de noche y 01 silla para sentarse.

De acuerdo a las consideraciones generales en cuanto a dimensiones mínimas se sabe que el área mínima para un cuarto de una sola cama es de 6 m², sin embargo el área del dormitorio es de 8.5 m² de área útil, por lo que se concluye que las dimensiones son correctas porque el área elegida es superior a la mínima establecida.

8.4 Diseño Estructural

Los resultados y especificaciones de este punto se detallan en los planos. Ver en anexos

8.5 Diseño de Instalaciones Eléctricas

8.5.1 Alcances

Comprende el diseño de las instalaciones en una habitación de vivienda unifamiliar que se alimenta desde un 01 medidor y 01 tablero de distribución

- Baja tensión 220 V
- Sistema de iluminación

8.5.2 Descripción de las Instalaciones

El sistema en B.T. comprende

- Red de alimentadores: se ha proyectado el tipo empotrado en pared.
- Red de alumbrado y tomacorrientes: se ha proyectado del tipo empotrado
- Los circuitos de alumbrado y tomacorrientes

El sistema de iluminación:

Iluminación convencional. Se ha empleado el sistema de iluminación directa con artefactos fluorescentes.

8.5.3 Suministro de Energía Eléctrica

La alimentación eléctrica del sistema proyectado se ha previsto desde la red de distribución secundaria de Electro Puno: 220 V, 1 Φ , 60Hz.

8.5.4 Carga Instalada y Máxima Demanda Cálculo de la Carga Instalada (CI)

Obtendremos un valor dentro del cual se está considerando en el alumbrado y los tomacorrientes:

$$CI = \text{Área techada (m}^2\text{)} \times \text{carga unitaria (W/m}^2\text{)}$$

$$CI = 12.4 \text{ (m}^2\text{)} \times 25 \text{ (W/m}^2\text{)}$$

$$CI = 310 \text{ W}$$

Calculo de la Máxima Demanda (MD)

$$MD = C.I \times I_d$$

$$MD = 310 \times 1$$

$$MD = 310 \text{ W}$$

Ciclo intensidad (I)

$$K = 1$$

$$V = 220$$

$$\text{COS } \Phi = 0.8$$

$$I = \frac{MD}{K \times V \times \text{COS } \Phi}$$

$$I = \frac{310}{1 \times 220 \times 0.8}$$

$$I = 1.761 \text{ A}$$

$$I = 1.761 \times 1.25 = 2.20 \text{ A}$$

El conductor que soporta esta corriente es el cable ACW 6 mm

8.5.6 Bases de Cálculo

De acuerdo al C.N.E., tomo V

Alumbrado y toma corrientes

Área techada: 25 W/m²

Área libre: 5 W/m²

8.5.7 Sistema de Tierra

Se ha previsto un pozo de tierra para los tableros de distribución, donde converge la línea de tierra de todos los artefactos eléctricos.

8.6 Especificaciones Técnicas

La propuesta de vivienda se construirá ajustándose a las especificaciones técnicas que se establecen seguidamente.

8.6.1 Estructuras

La vivienda se encuentra apoyada sobre una cimentación de mortero de barro esta base sirve para transmitir al terreno el peso propio de la vivienda, seguida de la sobre cimentación de concreto ciclópeo en donde empieza el muro de adobe, seguida por una viga collar esta viga hace que tengan un mejor trabajo de conjunto y resistan mejor a los movimientos sísmicos.

8.6.2 Arquitectura

La composición arquitectónica responde a la tipología de vivienda de la zona, cuenta con una distribución de espacios correspondiente a un diagnóstico el proyecto contempla en forma definida de área construida del siguiente ambiente dormitorio principal. Cuenta además de claraboyas para captar la energía

señalar en el ambiente interior con su respectiva aislación térmica y finalmente de veredas exteriores.

8.6.3 Instalaciones Eléctricas

El ambiente cuenta con instalaciones eléctricas, los conductos serán de PVC del tipo liviano SEL, según los planos. Los conductores serán de cobre, del calibre indicado en los planos, cuenta también con un pozo a tierra.

CAPITULO IX: ANALISIS DE PARAMETROS VINCULANTES AL PROBLEMA

9.1 Aislamiento térmico

El propósito de esta comparación es de conocer el coeficiente de conductividad térmica de los materiales, que se utiliza en la propuesta de diseño de la vivienda en la zona de estudio, y las propiedades térmicas de los materiales con sus diferentes espesores de revestimiento.

El método de comparación consiste básicamente en estimar la conductividad térmica de los materiales, el estudio del espesor del material que se utiliza, la conductividad térmica, de los cuales se realiza un análisis.

9.1.1 Referencias Normativas

- a.1 Norma EM. 110 Confort Térmico y Lumínico con Eficiencia Energética la presente norma se aplica optativamente en el territorio nacional a toda edificación nueva así como en la ampliación, remodelación, refacción y/o acondicionamiento de edificaciones existentes.

9.1.2 Parámetros para el análisis

- Respecto al aislamiento térmico de viviendas es insuficiente. En el Título III Edificaciones, en su Norma A.010 "Condiciones Generales de Diseño" y Norma A.020 "Vivienda" existen diversos artículos que abordan el tema pero de forma superficial y general. Se señala que debe contarse con soluciones técnicas apropiadas al clima tal que los ambientes cuenten con un grado de aislamiento térmico. se Menciona que para temperaturas por debajo de 12 °C es requisito contar con muros exteriores que permitan mantener un nivel de confort térmico, y que las puertas y ventanas al exterior deberán permitir un cierre hermético, y también se especifica que en Artículo 18 indica de preferencia el aislamiento térmico del cerramiento debe tener una transmisión térmica K del cerramiento no será superior a 1.20 w/m² °C.

9.1.1 Características de los materiales de la vivienda

“Se entiende por materiales de construcción “cualquier producto fabricado para su incorporación con carácter permanente a las obras de construcción, incluyendo tanto los de edificación como los de ingeniería civil”. El conocimiento de las propiedades de los materiales es necesario para saber cuáles emplear en la construcción de una determinada vivienda” (Pérez & Mite, 2009, p.31)

Las propiedades térmicas determinan la respuesta ante cambio de temperatura y son importantes cuando se estudia el aislamiento de una construcción.

a.1. **Tipos de Techos:** En los techos de las construcciones se deberá considerar las pendientes, las características de impermeabilidad, aislamiento térmico y longitud de los aleros de acuerdo a las condiciones climáticas de cada lugar, se realiza una comparación de la conductividad térmica de los tipos de cubiertas de las viviendas, los cuales se clasificaron en tres tipos de coberturas:

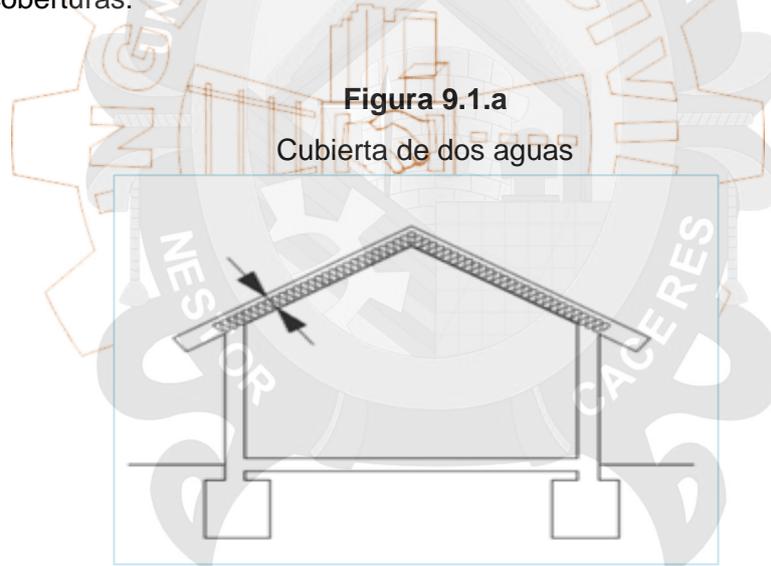


Figura 9.1.a
Cubierta de dos aguas

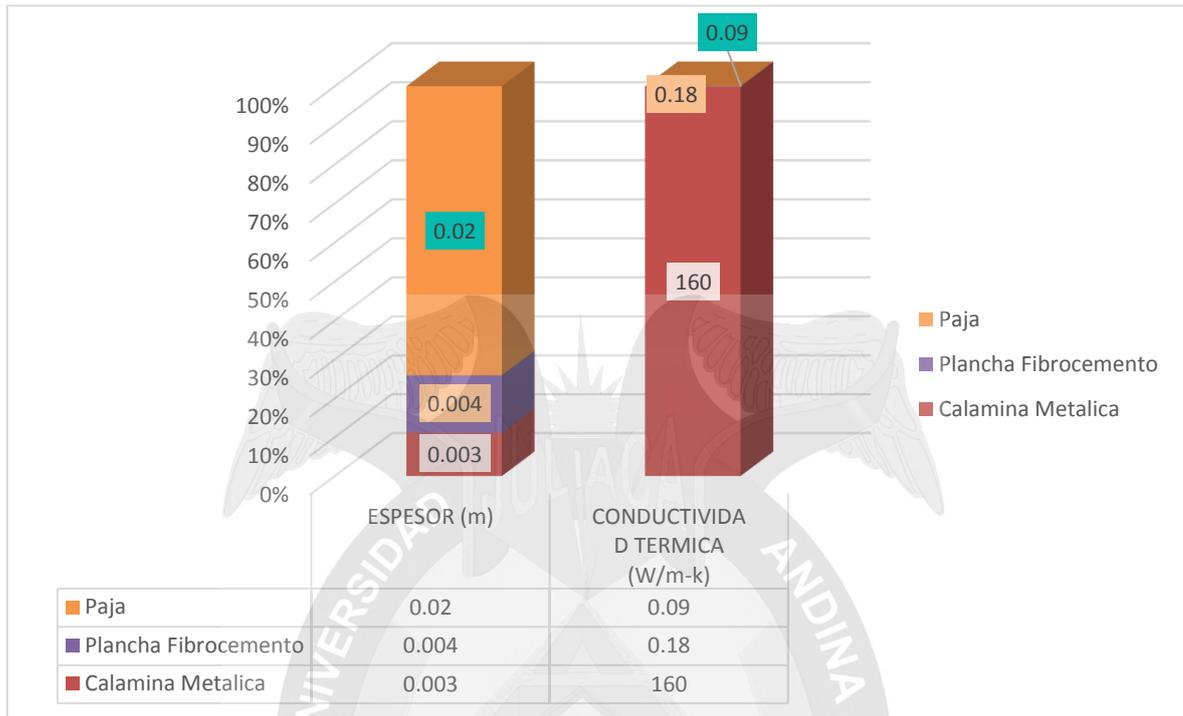
Esquema constructivo de cubiertas

Tabla 9.1.a
Conductividad térmica de materiales de cubiertas

TECHOS		
COMPONENTE CONSTRUCTIVO	ESPESOR (m)	CONDUCTIVIDAD TERMICA (W/m-k)
Calamina Metalica	0.003	160
Plancha Fibrocemento	0.004	0.18
Paja	0.02	0.09

Resumen de aislamiento térmico

Comparaciones de Cubiertas



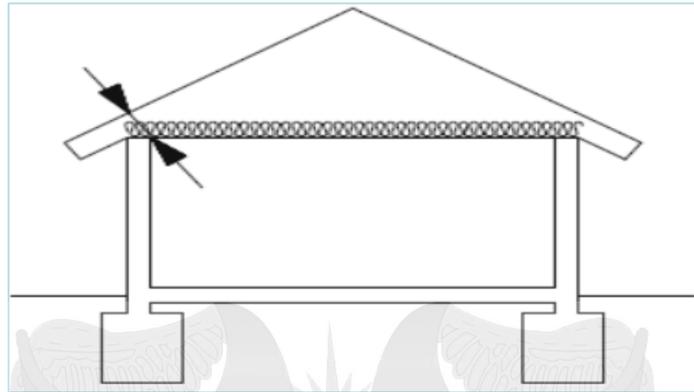
Condiciones de los materiales de construcción

En el Grafico 9.1.a. se comparan los materiales de cobertura y son los siguientes: la calamina metálica de espesor de 0.003 m presenta una conductividad térmica de 160 (w/m-k) alta, en comparación de la cubierta de fibrocemento de espesor de 0.004 m que presenta una conductividad térmica baja de 0.18 (w/m-k), en comparación con la calamina metálica, ya que por debajo de estos materiales se encuentra la paja de espesor de 0.02 m que es un material aislante con una baja conductividad térmica de 0.09 (w/m-k). Los cuales actúan de coberturas de los techos de las viviendas, ya que para la presente construcción de la vivienda se eligió la calamina metálica por su bajo costo.

b.2. Tipos de Cielo raso: es la vestidura de la cara interior de techos es aplicada directamente en el mismo, sobre la superficie independiente especialmente construida, la naturaleza del cielo raso varia con la función que le haya sido asignada, así puede tratarse de un simple enlucido o revoque destinado a emparejar una superficie de una vestidura acústica, térmica. Se realizara una comparación de tipos de cielo rasos en viviendas de los cuales se clasifica en:

Figura 9.2.a

Cielo raso Horizontal en el interior de las viviendas



Esquema constructivo

Tabla 9.2.b

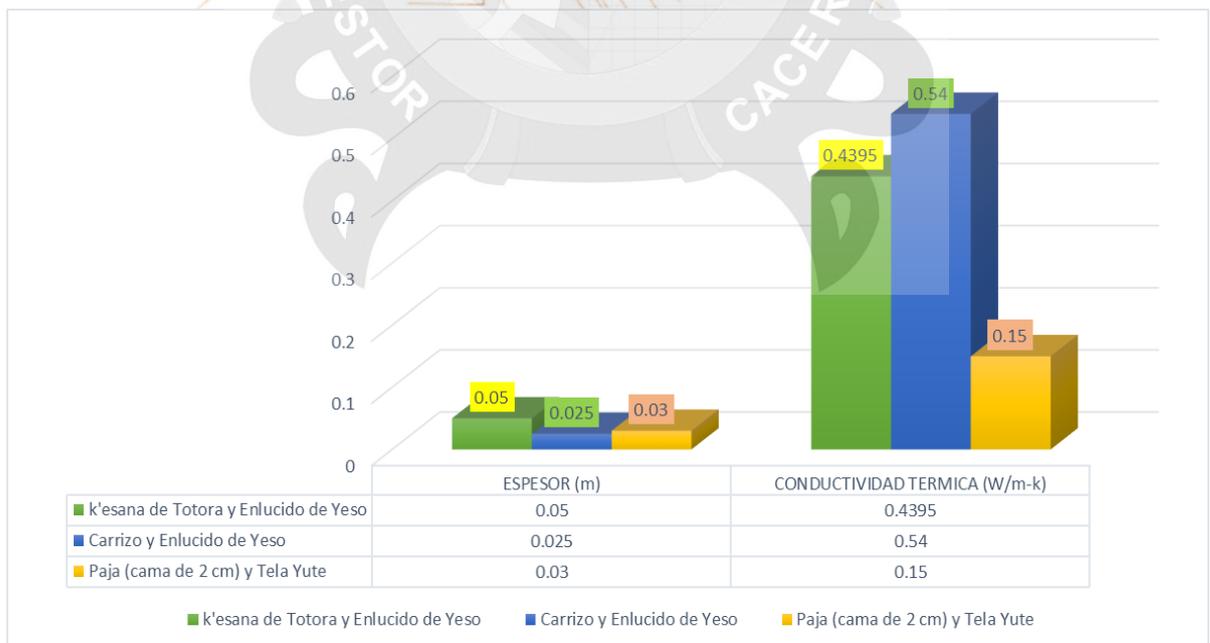
Conductividad térmica de cielo raso

CIELORRASO		
COMPONENTE CONSTRUCTIVO	ESPESOR (m)	CONDUCTIVIDAD TERMICA (W/m-k)
k'esana de Totora y Enlucido de Yeso	0.05	0.4395
Carrizo y Enlucido de Yeso	0.025	0.54
Paja (cama de 2 cm) y Tela Yute	0.03	0.15

Resumen de aislamiento térmico

Grafico 9.2.b

Comparaciones de cielo rasos



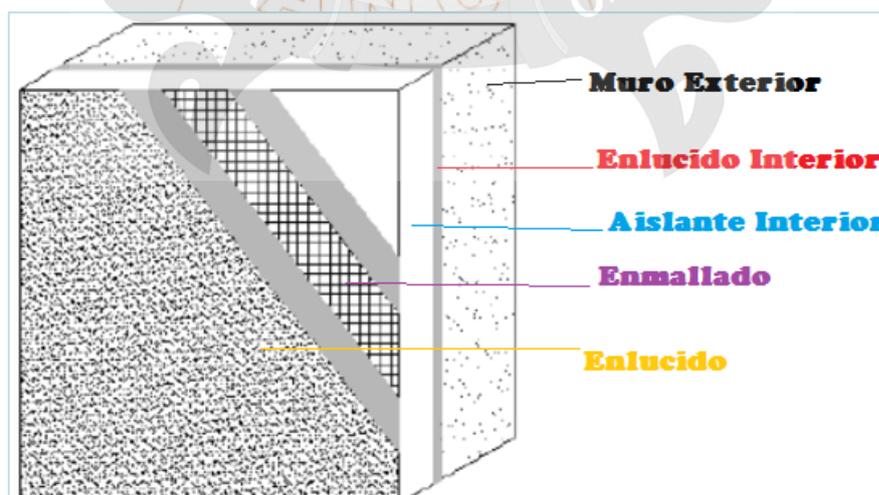
Comparación de materiales en cielo rasos

En el Gráfico 9.2.3 se muestra los materiales que componen el cieloraso por lo que se hace una comparación de estos componentes y es como sigue: K'esana de totora es un material aislante de baja conductividad térmica que impide fugar la calor del ambiente interior de la vivienda y enlucido de yeso con una conductividad térmica de 0.4395 (w/m-k) por lo que impide las pérdidas de calor. En comparación del cieloraso común está compuesto de los siguientes materiales de carrizo y de enlucido de yeso con una conductividad térmica de 0.54 (w/m-k). Por lo que el cieloraso común no presenta ser un buen aislante térmico. Como también se realizó la comparación de la paja con una conductividad baja de 0.15 (w/m-k), que hace que el poblador no elija por el escaso recurso. Para la presente construcción de la vivienda se tomó la primera alternativa por presentar características óptimas en comparación de las demás alternativas.

c.3. **Tipo de Muro:** El muro es el elementó estructural que resiste la mayor parte de las cargas actuantes en la construcción, los muros son los elementos que se debe aislar son los muros que están en contacto con el exterior. La aislación térmica puede ser por el exterior o interior del muro, se realizara una comparación de las características de los muros con o sin aislamiento térmico en su construcción, frente a eventos extremos de la naturaleza como son las épocas de invierno.

Figura 9.3.c

Muro aislado Térmicamente



Esquema constructivo

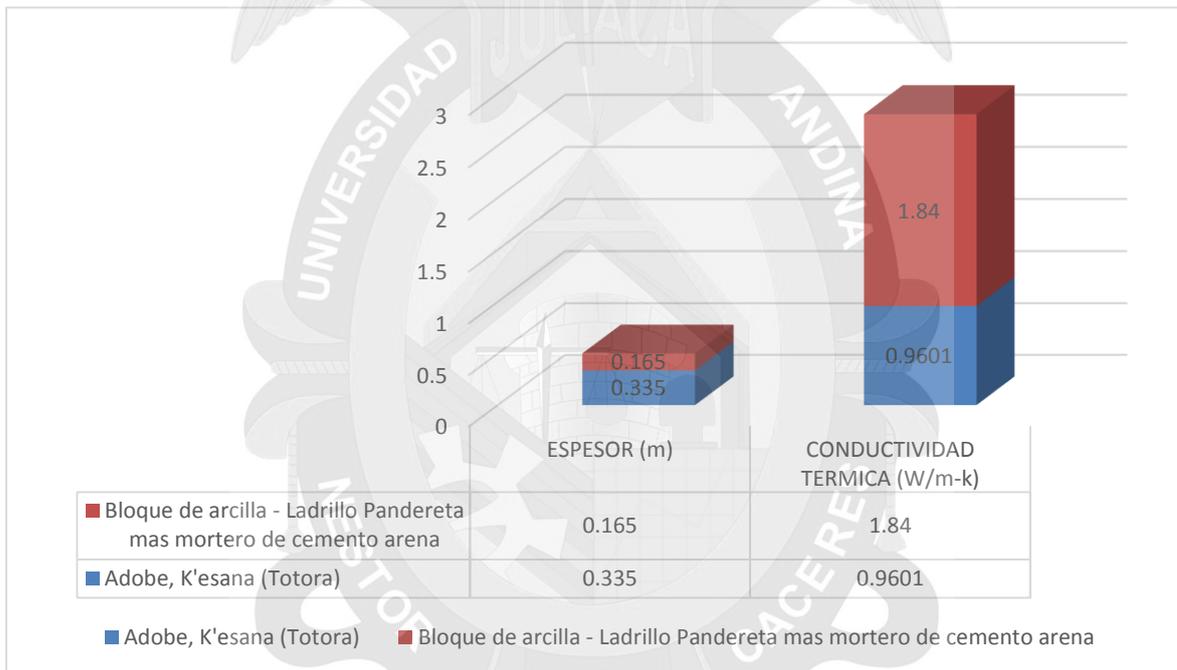
Conductividad térmica de materiales para muros

MURO		
COMPONENTE CONSTRUCTIVO	ESPESOR (m)	CONDUCTIVIDAD TERMICA (W/m-k)
Adobe, K'esana (Totora)	0.335	0.9601
Bloque de arcilla - Ladrillo Pandereta mas mortero de cemento arena	0.165	1.84

Resumen de aislamiento térmico en muros

Grafico 9.3.c

Comparaciones de Aislamiento de Muros



Comportamiento de los materiales en los muros

En el Grafico 9.3.c se realiza una comparación de los materiales como son el adobe más K'esana y ladrillo pandereta más mortero, ya que ambos tiene capacidad de almacenar energía durante el día para emitirla durante la noche, la vivienda acondicionada utiliza el adobe más la k'esana por lo que se aísla el interior de la vivienda con conductividad térmica total de 0.9601 (w/m-k), ya que estos elementos constructivos logran mejorar la temperatura en el interior de la vivienda reteniendo el calor, por otro lado el muro de ladrillo pandereta más mortero 0.165 m de espesor con una conductividad térmica de 1.84 (w/m-k) presenta una alta conductividad térmica y no es un buen conductor de energía, para la vivienda, se eligió la primer alternativa ya que la K'esana es un buen aislante térmico.

9.4.1. **Tipo de Enlucido:** Comprende revocos constituidos por una capa de mortero, se realiza en muros interiores y exteriores obteniéndose una capa compacta y bien adherida, se realizara una comparación de sus propiedades termofísicas de los materiales que se utilizan en los enlucidos de los interiores en las viviendas.

Figura 9.4.d

Enlucido en Muros



Esquema constructivo

Tabla 9.4.d

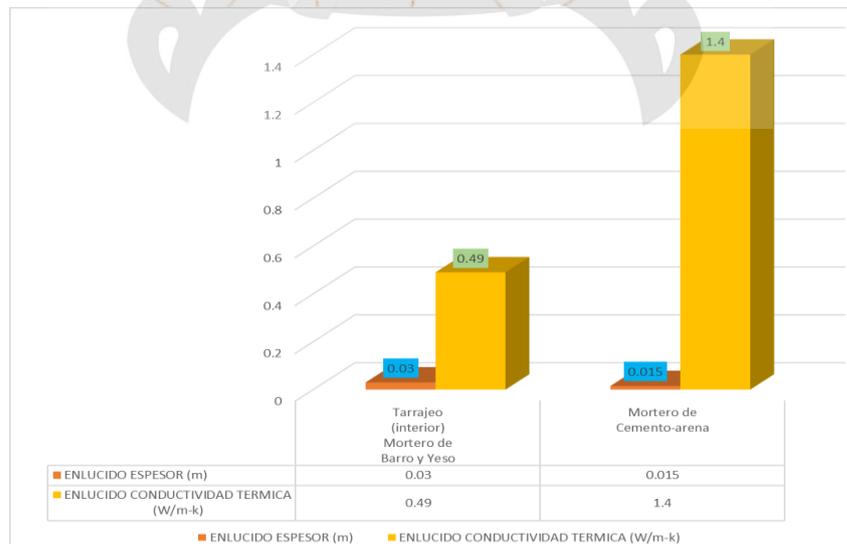
Conductividad térmica de materiales para enlucidos

ENLUCIDO		
COMPONENTE CONSTRUCTIVO	ESPESOR (m)	CONDUCTIVIDAD TERMICA (W/m-k)
Tarrajeo (interior)		
Mortero de Barro y Yeso	0.03	0.49
Mortero de Cemento-arena	0.015	1.4

Resumen de aislamiento térmico en muros

Grafico 9.4.d

Comparaciones de Aislamiento en Enlucidos

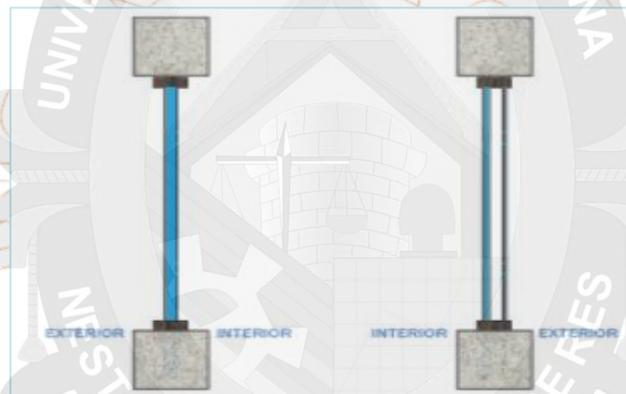


Comparaciones de aislamiento en enlucidos

En el Estado 6.1 se hacen comparaciones de los enlucidos, al interior de la vivienda y este puede mejorar notablemente, el enlucido de mortero de barro y paja de espesor de 0.03 m con una conductividad térmica de 0.49 (w/m-k), resulta ser un buen aislante térmico. En comparación con los enlucidos comunes con mortero de cemento – arena de espesor de 0.015 m con una conductividad térmica de 1.4 (w/m-k). Para ello se eligió la primera alternativa por las características que presenta.

e.5. **Tipo de Ventana:** el desempeño energético de una ventana depende de los componentes que la conforman. Una adecuada elección de estos componentes depende de las exigencias energéticas de la vivienda y de los resultados que se quiera obtener. Se realiza una comparación de las ventanas

Figura 9.5.e
Ventanas



Esquema constructivo

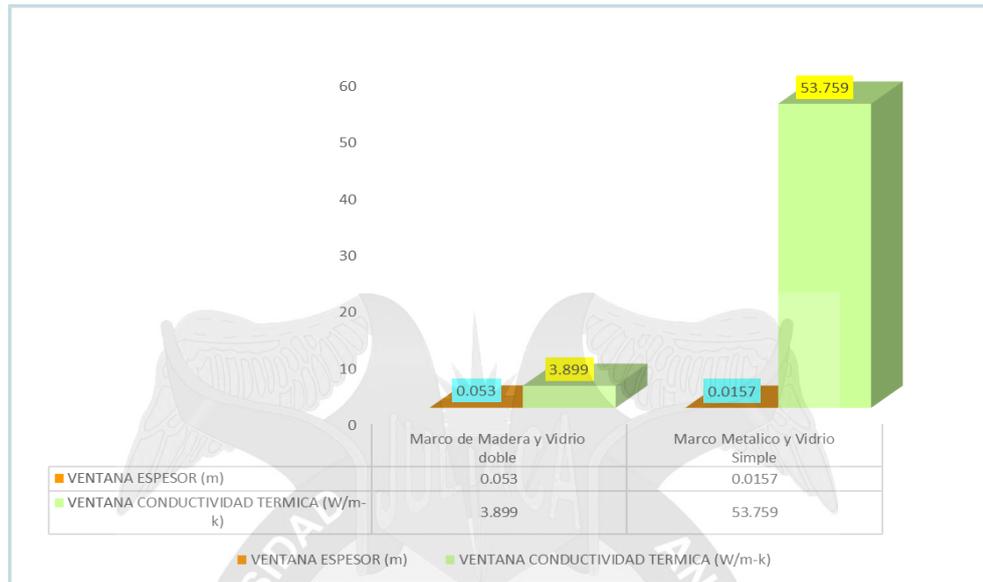
Tabla 9.5.e

Conductividad térmica de materiales para ventanas

VENTANA		
COMPONENTE CONSTRUCTIVO	ESPESOR (m)	CONDUCTIVIDAD TERMICA (W/m-k)
Marco de Madera y Vidrio doble	0.053	3.899
Marco Metalico y Vidrio Simple	0.0157	53.759

Resumen de aislamiento térmico

Comportamiento de Ventanas



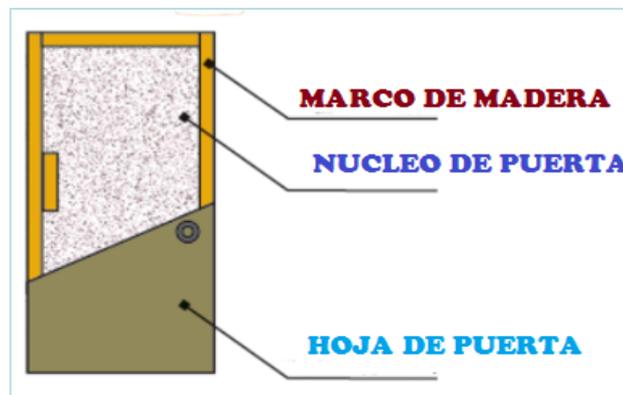
Comparaciones de aislamiento de vanos (ventanas)

En el Grafico 9.5 se muestra que las ventanas de madera con conductividad térmica de 3.899 (w/m-k) se comportan mejor como aislante térmico, reduciendo la perdida de calor en comparación de una ventana metálico de conductividad térmica de 53.759 (w/m-k), para ello se eligió una ventana de marco de madera que reduce las pérdidas de calor.

f.6. **Tipo de Puerta:** las puertas tienen como función comunicar el interior y exterior de una vivienda, brindan protección frente a agentes climáticos y dan seguridad a los habitantes de la vivienda de manera estable. La mayor o menor aislación térmica que puede otorgar una puerta depende del material de la misma, se realiza una comparación del tipo de puertas que se utiliza en una vivienda.

Figura 9.6.f

Puerta



Esquema constructivo

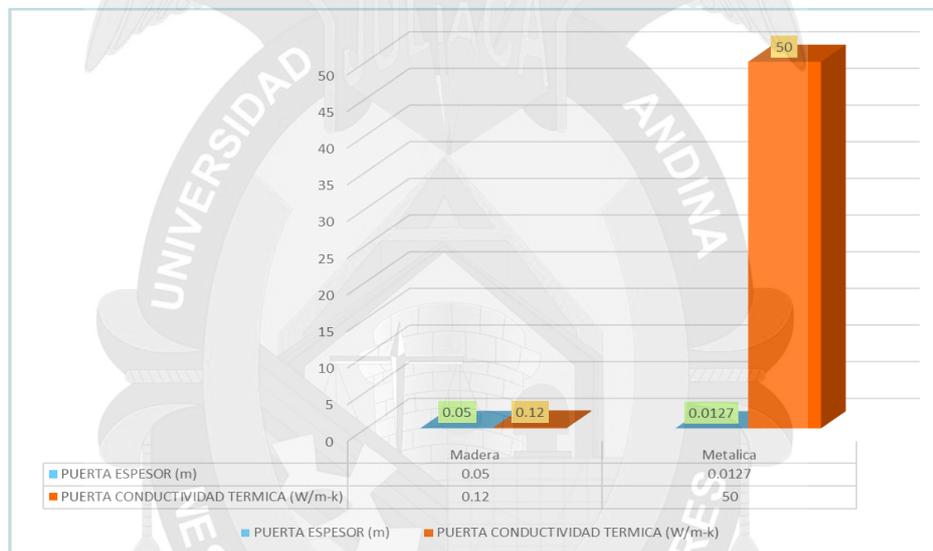
Tabla 9.6.f
Conductividad térmica de materiales de puerta

PUERTA		
COMPONENTE CONSTRUCTIVO	ESPESOR (m)	CONDUCTIVIDAD TERMICA (W/m-k)
Madera	0.05	0.12
Metálica	0.0127	50

Resumen de aislamiento térmico

Grafico 9.6.f

Comportamiento de Puertas



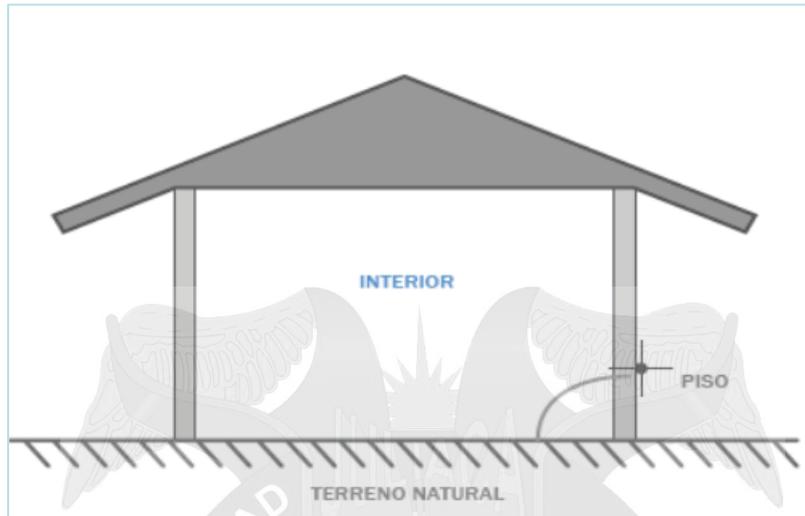
Comparaciones de puertas de acuerdo a su conductividad

En el Grafico 9.6 se muestra los valores de la puerta de madera que presenta ser un buen aislante térmico, con una conductividad térmica de 0.12 (w/m-k) lo que reduce la pérdida de calor del interior de la vivienda y por otro lado la puerta metálica no es están recomendable, ya que su conductividad térmica es de 50 (w/m-k). Para ello se eligió la puerta de madera por su baja conductividad.

g.7. **Tipo de Pisos:** El piso es una capa para realizar la aislación en una vivienda puede ser relativamente complicada, pero depende del tipo de piso existente que se encuentra en contacto con el terreno, se realiza una comparación de los tipos de pisos que cuentan las viviendas.

Figura 9.7.g

Piso interior de la Vivienda



Esquema constructivo de piso

Tabla 9.7.g

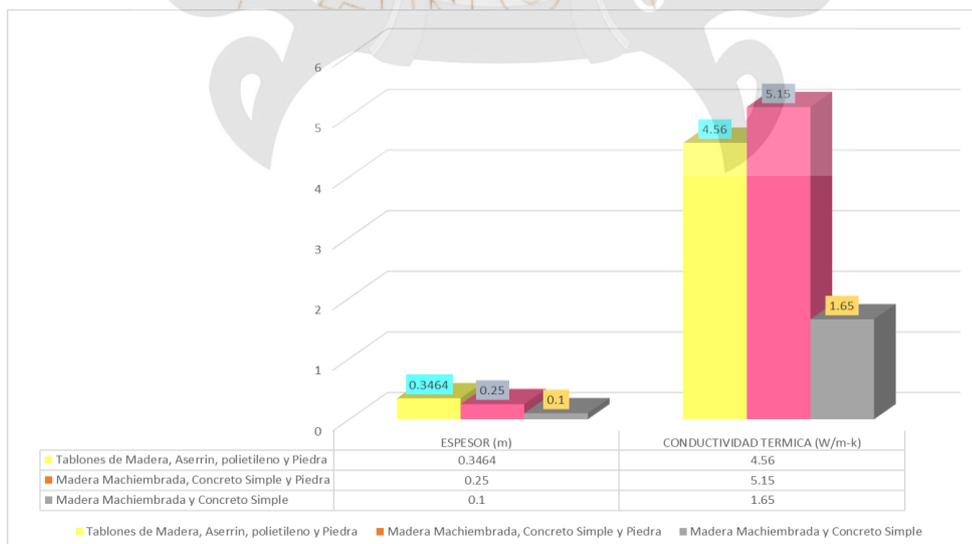
Conductividad térmica de tipos de pisos

COMPONENTE CONSTRUCTIVO	ESPESOR (m)	CONDUCTIVIDAD TERMICA (W/m-k)
Tablones de Madera, Aserrín, polietileno y Piedra	0.3464	4.56
Madera Machiembrada, Concreto Simple y Piedra	0.25	5.15
Madera Machiembrada y Concreto Simple	0.1	1.65

Resumen de aislamiento térmico en pisos

Grafico 9.7.g

Comportamiento de Pisos



Comparaciones de aislamiento de pisos



En el Gráfico 3.7.1g se realiza comparaciones de los pisos, que comúnmente se utiliza en los interiores de las viviendas, para ello el piso con tablonces de madera y sus componentes presenta una conductividad térmica de 4.56 (w/m-k), en comparación del piso de concreto simple, piedra y madera machihembrado con una conductividad térmica 5.15 (w/m-k), ya que no reduce las pérdidas de calor, por falta de aislar mejor, por último el piso madera machihembrada y concreto simple de conductividad térmica 1.65(w/m-k), no mejoraría el confort térmico. Para ello se eligió la primera alternativa por presentar ser una alternativa mejor que las demás.



CAPITULO X: EVALUACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

10.1 Conductividad Térmica

Tabla 10.1.a

Conductividad Térmica de la K'esana

MUESTRA	CONDUCTIVIDAD TERMICA (W / m °C)	CONDUCTIVIDAD TERMICA (W /m k)
1	0.0317	0.0086
2	0.0387	0.0103
3	0.0482	0.0115
promedio	0.0395	0.0101

Resultados de las pruebas de laboratorio

En la tabla se muestra los resultados de la conductividad térmica de la K'esana.

Tabla 10.2.b

Comparación de coeficientes de conductividad Térmica

MATERIAL	CONDUCTIVIDAD TERMICA (W / m k)
K'esana	0.0101
Madera	0.12
Panel de yeso	0.250
Baldosa cerámica	1.000
Triplay	0.140
Ladrillo corriente	0.84
Adobe	0.90
Acero	50.00

En la tabla 10.2 se observa los coeficientes de conductividad térmica de algunos materiales incluyendo la K'esana. Además sabemos que cuanto menor es su valor, mejor es su comportamiento como aislante debido a que es menos conductor.

10.2 Mediciones Térmicas

10.2.1 Mediciones Experimentales

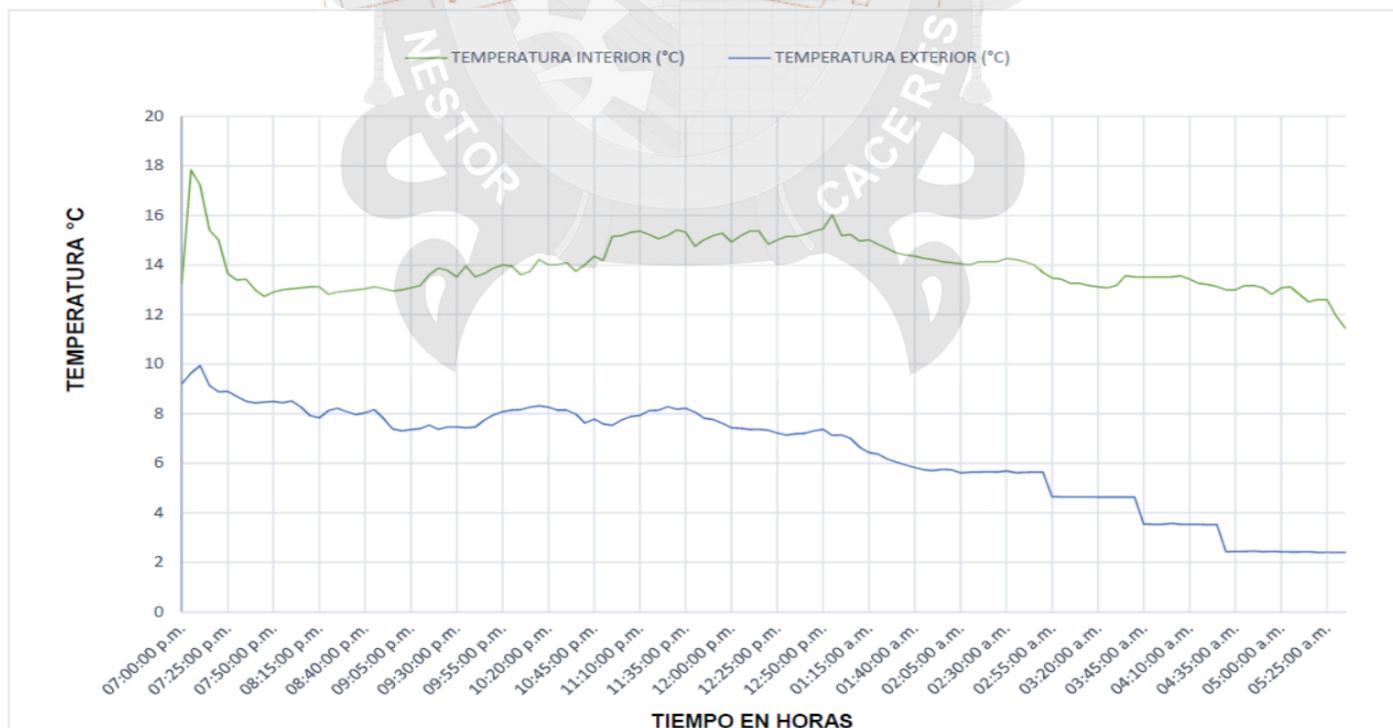
A continuación se muestra los resultados de las mediciones realizadas al interior y exterior de la vivienda. Las mediciones que se realizaron son en los meses de Junio y Julio, de los cuales cubre la estación invernal.

Se expone los resultados experimentales, registrados en base al comportamiento térmico de la vivienda, se registró con instrumentos de Xplorer GLX PS-2002, Xplorer PS-2000 y Sensores Analógicos de Temperatura. Se describe las acciones llevadas a cabo en la investigación.

10.2.2 Mediciones Térmicas Posteriores a la Construcción

Al culminar la construcción de la vivienda se procedió a las mediciones térmicas con sensores analógicos de temperatura colocándolos en el interior y exterior de la vivienda de adobe acondicionada térmicamente; a continuación se muestran los registros de temperatura registrado a partir del primer monitoreo del 25 de Junio al 26 de Junio, el próximo mes se programó el monitoreo de mediciones térmicas; a partir del 06 de Julio hasta el 07 de Julio. Se tiene resultados en los gráficos y las tablas siguientes.

Gráfico 10.1.a
Temperaturas Registradas



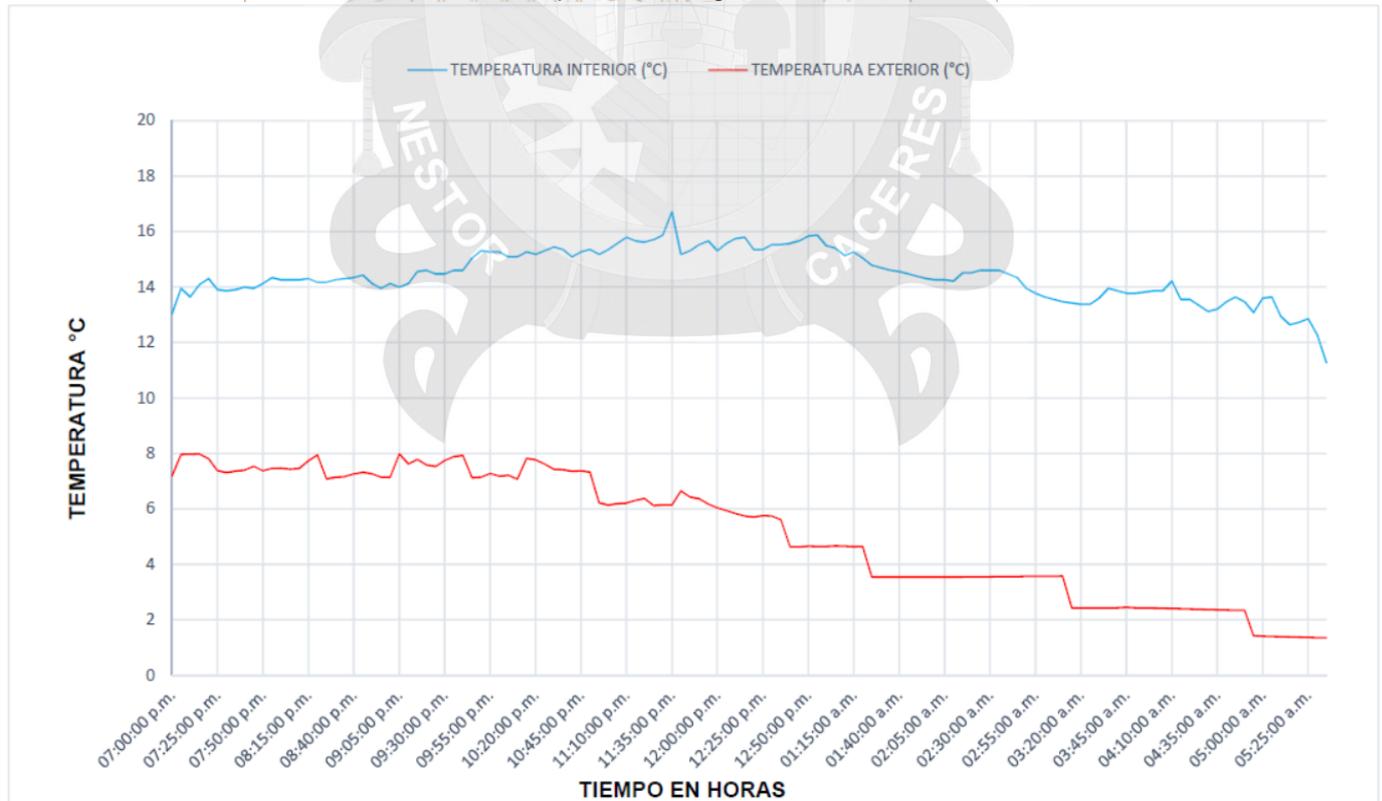
Comportamiento térmico de temperaturas en el interior y exterior de la vivienda los días 25 y 26 de junio del 2017.

Registro de Temperaturas

CONDICIONES TERMICAS EN EL INTERIOR Y EXTERIOR DE LA VIVIENDA DE ADOBE ACONDICIONADA TERMICAMENTE			
DIAS	TIEMPO (horas)	TEMPERATURA INTERIOR (°C)	TEMPERATURA EXTERIOR (°C)
25 de Junio -2017	07:00:00 p.m.	13.2569	9.2123
25 de Junio -2017	08:00:00 p.m.	13.0373	8.5156
25 de Junio -2017	08:40:00 p.m.	13.0373	8.0352
25 de Junio -2017	09:30:00 p.m.	13.5205	7.4648
25 de Junio -2017	10:20:00 p.m.	14.0038	8.2617
25 de Junio -2017	11:10:00 p.m.	15.3668	7.9258
25 de Junio -2017	11:35:00 p.m.	15.3228	8.2148
25 de Junio -2017	12:00:00 p.m.	14.9269	7.4297
26 de Junio -2017	12:50:00 p.m.	15.4549	7.3711
26 de Junio -2017	01:40:00 a.m.	14.3553	5.8281
26 de Junio -2017	02:30:00 a.m.	14.2674	5.6876
26 de Junio -2017	03:20:00 a.m.	13.1251	4.6321
26 de Junio -2017	04:10:00 a.m.	13.4327	3.5341
26 de Junio -2017	05:00:00 a.m.	13.0812	2.4214
26 de Junio -2017	05:20:00 a.m.	12.5978	2.4023
26 de Junio -2017	05:25:00 a.m.	12.5978	2.4021

Resumen de Temperatura interior y exterior en el ambiente de la vivienda construida

Grafico 10.2.b
Temperaturas Registradas



Comportamiento térmico de temperaturas en el interior y exterior de la vivienda los días 6 y 7 de julio del 2017

Registro de Temperaturas

CONDICIONES TERMICAS EN EL INTERIOR Y EXTERIOR DE LA VIVIENDA DE ADOBE ACONDICIONADA TERMICAMENTE			
DIAS	TIEMPO (horas)	TEMPERATURA INTERIOR (°C)	TEMPERATURA EXTERIOR (°C)
06 de Julio - 2017	07:00:00 p.m.	13.029	7.182
6 de Julio - 2017	08:00:00 p.m.	14.255	7.4648
6 de Julio - 2017	08:40:00 p.m.	14.3426	7.2578
6 de Julio - 2017	09:30:00 p.m.	14.474	7.7422
6 de Julio - 2017	10:20:00 p.m.	15.1753	7.7656
6 de Julio - 2017	11:10:00 p.m.	15.7895	6.2031
6 de Julio - 2017	11:35:00 p.m.	16.7128	6.1432
6 de Julio - 2017	12:00:00 p.m.	15.3068	6.0391
7 de Julio - 2017	12:50:00 p.m.	15.8335	4.6541
7 de Julio - 2017	01:40:00 a.m.	14.5617	3.5411
7 de Julio - 2017	02:30:00 a.m.	14.6055	3.5542
7 de Julio - 2017	03:20:00 a.m.	13.3793	2.431
7 de Julio - 2017	04:10:00 a.m.	14.2112	2.4041
7 de Julio - 2017	05:00:00 a.m.	13.5982	1.4122
7 de Julio - 2017	05:20:00 a.m.	12.7225	1.3754
7 de Julio - 2017	05:25:00 a.m.	12.8538	1.3662

Resumen de Temperatura interior y exterior en el ambiente de la vivienda construida

10.3 Discusiones

Posterior a la construcción de la vivienda de adobe acondicionada térmicamente, se llevó a cabo las mediciones térmicas para los días más desfavorables de la época de Invierno en los días 25 y 26 de Junio, en la posterior programación, se registró las temperaturas en el mes de Julio los días 6 y 7 del 2017, los promedios de temperaturas registrados después de la construcción, llegó a un máximo de 15.4549 °C a horas 12:50 minutos y un mínimo de temperatura de 12.5978 °C en 05 horas con 25 minutos para el mes de Junio. En el próximo monitoreo se alcanzó a una temperatura máxima de 16.7128 °C a horas 11 de la noche con 35 minutos y el mínimo de temperatura es de 12.8535 °C en 05 horas con 25 minutos en horas de la madrugada del día siguiente, que corresponde al mes de Julio, en comparación con el exterior la temperatura ambiente en horas de la noche es de 9.2123 °C en un máximo, y disminuyendo en la madrugada a 2.4021 °C, para el mes de Junio y para el mes de Julio la temperatura es de 7.182 °C en un máximo y un mínimo de 1.3662 °C.

Finalmente la vivienda registra una adecuada acumulación de calor al interior de la vivienda, llegando a un máximo de temperaturas los cuales son: 15.4549 °C y 16.7128, lo que significa que la vivienda propuesta mejora la protección contra los cambios bruscos de temperatura y además la habitación se comporta adecuadamente y mejora el confort térmico.

Para determinar el confort térmico de la vivienda acondicionada térmicamente con materiales térmicos se realizó mediciones de temperatura en la habitación interior y exterior de la vivienda construida y como también se hizo las mediciones de temperatura en la vivienda rural, en la comunidad de Rio Salado en el Distrito de Juli, en la prueba estadística se determinara a través de la prueba "t" student acerca de una media, y determinar si la temperatura incrementa significativamente en el interior de la vivienda construida, el cálculo se procede de la siguiente manera:

- Se plantea la hipótesis nula (H_0) e hipótesis alternativa (H_a):
 - La hipótesis alternativa plantea matemáticamente lo que queremos demostrar.
 - La hipótesis nula plantea exactamente lo contrario
- Determinar el nivel de significancia. (Rango de aceptación de hipótesis alternativa)
- Se realiza los cálculos correspondientes a partir de la muestra:

Teniendo la fórmula de "t" student:

$$t_c = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

Donde:

X_1 y X_2 : media de las muestras

S_1^2 y S_2^2 : varianza de las muestras

n_1 y n_2 : tamaño de las muestras

t_c : t calculada

- Una vez obtenido los datos resultantes, se remplaza en la formula general de t de student, y así obtenemos un dato que es el valor estadístico
- Seguidamente se procederá a hallar el valor crítico de la tabla de t student con el nivel de significancia y los grados de libertad.

$$gl = (n_1 - n_2) - 2$$

Donde:

gL : grados de libertad

n : tamaño de la muestra

- Si el valor del estadístico es mayor que el nivel de significancia, se rechaza la hipótesis alternativa.
- Si el valor del estadístico es menor que el nivel de significancia, se acepta la hipótesis alternativa.
- Datos

Tabla 10.5.e

Resultados de Mediciones de Temperaturas

Datos de registro de tiempo en (min.)	Vivienda tradicional sin confort térmico	Vivienda acondicionada térmicamente con confort térmico.
07:50:00 p.m.	9.4844	13.5146
08:40:00 p.m.	8.9961	13.6900
09:30:00 p.m.	8.3945	13.9973
10:20:00 p.m.	7.2617	14.5896
11:10:00 p.m.	7.0312	15.5782
12:00:00 p.m.	7.3789	15.1169
12:50:00 p.m.	6.3633	15.6442
01:40:00 a.m.	6.1289	14.4585
02:30:00 a.m.	5.9336	14.4365
03:20:00 a.m.	5.7344	13.2522
04:10:00 a.m.	5.7578	13.8220
05:00:00 a.m.	4.6680	13.3397
05:20:00 a.m.	4.9102	12.6602
05:25:00 a.m.	4.5978	12.7258

Resumen de Temperaturas en vivienda tradicional y vivienda acondicionada

a. Planteamiento de las Hipótesis estadísticas

H_0 : $X_A = X_B$ la vivienda de adobe acondicionada térmicamente con materiales térmicos es mejor que las viviendas tradicionales.

H_a : $X_A \neq X_B$ no existe diferencias con la vivienda acondicionada térmicamente y la vivienda tradicional.

b. Selección de nivel de significancia

Como se trata de una investigación científica, el nivel de significancia será:

$\alpha = 5\%$ o 0.05

$$X_1 = 6.6172 \quad X_2 = 14.0589$$

$$S_1 = 2.2345 \quad S_2 = 0.8513$$

$$t_c = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

Luego utilizando la formula se tiene:

$$t_c = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \quad t_c = 0.4693$$

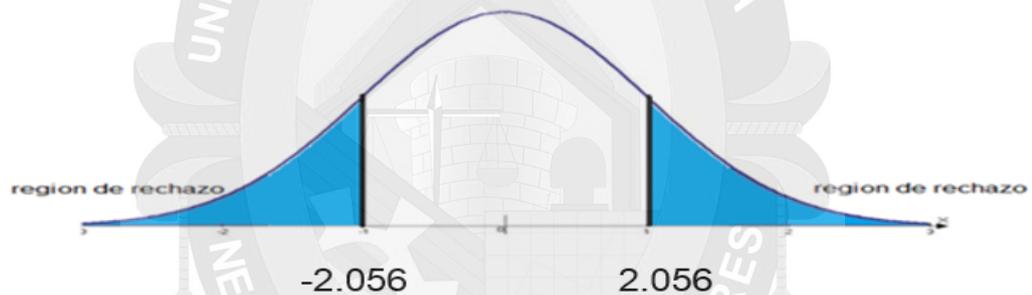
d. Criterio regla de decisión

Por tabla: Valores críticos de t

$$gl = (n_1 + n_2) - 2$$

$$gl = (14 + 14) - 2$$

$$gl = 26 \text{ grados de libertad}$$



e. Toma de Decisión

Si $T_c > T_t$, se rechaza la hipótesis nula, caso contrario se acepta.

Como $T_c < T_t$, es decir, si $0.4693 < 2.056$, entonces se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, por lo tanto existe diferencias de viviendas de adobe acondicionada térmicamente con la vivienda tradicional.

Contrastación de hipótesis (A)

a.- Las viviendas de adobe que se encuentran en zonas rurales ubicados a más de 3800 m.s.n.m. en la Región Puno, presentan deficiencias constructivas de diseño y de orientación.

H_0 : $X_A = X_B$ las viviendas que se encuentra en zonas rurales presenta deficiencias constructivas de diseño y orientación

H_a : $X_A \neq X_B$ las viviendas que se encuentran en zonas rurales no presentan deficiencias constructivas de diseño y orientación

Como se trata de una investigación científica, el nivel de significancia será:

$$\alpha = 5\% \text{ o } 0.05$$

b. Estadística de prueba

Como n_1 y $n_2 > 30$, se utilizara la prueba Z

$$X_1 = 1.7542 \quad X_2 = 1.9887$$

$$S_1 = 0.235 \quad S_2 = 0.6695$$

$$Z_c = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

Luego utilizando la formula se tiene:

$$Z_c = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \quad t_c = -2.1915$$

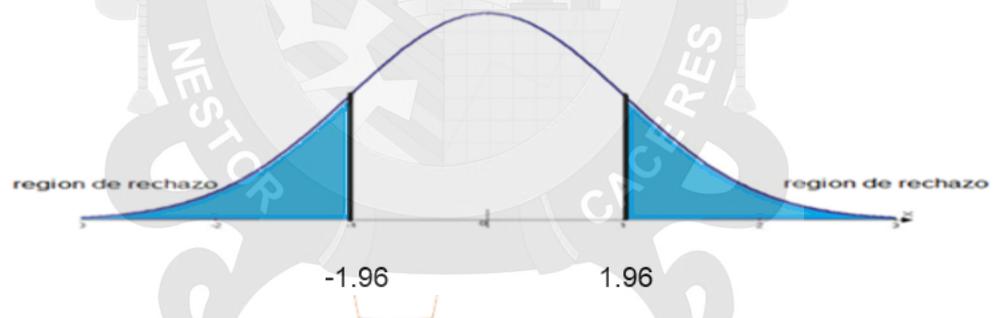
c. Criterio regla de decisión

Por tabla: Valores críticos de t

$$gl = (n_1 + n_2) - 2$$

$$gl = (79 + 79) - 2$$

$$gl = 156 \text{ grados de libertad}$$



d. Toma de Decisión

Como $Z_c < Z_t$, es decir, si $-2.1915 < -1.96$, entonces se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, puesto que las viviendas presentan deficiencias constructivas.



b.- La totora presenta propiedades térmicas adecuadas para utilizar como aislante térmico en el interior de las viviendas de adobe ubicados a más de 3800 m.s.n.m. en la Región Puno.

En la hipótesis "b" planteado, se ha podido contrastar que la Totora presenta una baja conductividad térmica de 0.0101 W/m k , que se ha demostrado con resultados de laboratorio en comparación de coeficientes de conductividad térmica que se detallan en la Tabla 10.2.b

Contrastación de hipótesis (C)

c.- La vivienda de adobe acondicionada térmicamente con materiales térmicos permite incrementar la temperatura interior y mejora las condiciones de habitabilidad.

En la hipótesis "c" se ha podido contrastar que la vivienda acondicionada con materiales térmicos incrementa la temperatura interior promedio a $16.0838 \text{ }^\circ\text{C}$ mejorando las condiciones de confort térmico para la habitabilidad del poblador.



11.1 Conclusiones

- a.1 La evaluación a las viviendas rurales en las comunidades en estudio son: Palermo Rio Salado, Alto de la Alianza y San Salvador de Llachacata Aylo Uthata, se verifico que las viviendas presentan deficiencias en construcción y una falta de dirección técnica, del estudio realizado se eligió una vivienda de los cuales una habitación en la comunidad de Palermo Rio Salado del Distrito de Juli, en el cual se realizó las mediciones térmicas, teniendo como resultados desfavorables como son: en 07 horas con 50 minutos en horas de la noche después de haber instalado los sensores de temperatura se registró una temperatura de 9.4844 °C, y a horas 01 de la mañana con 40 minutos la temperatura desciende a 6.1289 °C, y a las 05 de la mañana la temperatura desciende a 4.668 °C y en comparación con el exterior a la misma hora se tiene una temperatura ambiente de 1.4214 °C, la falta de aislamiento térmico en la vivienda, hace que se enfríe rápidamente durante las noches y parte del día.
- a.2 El análisis de las viviendas de adobe y las técnicas constructivas, se realizaron en las comunidades de Palermo Rio Salado, Alto de la Alianza y San Salvador de Llachacata Aylo Uthata del departamento de Puno, de acuerdo al instrumento aplicado algunos resultados son: las personas encuestadas desconocen las propiedades térmicas de los materiales de construcción en un 94% de habitantes que equivale a 74 encuestados, 78% de personas desconocen sobre aislación térmica para el interior de las habitaciones que representa 62 encuestados, un 54% de personas señalan que sus habitaciones son frías que representa 43 encuestados, y el 71% de las personas afirman que los meses más fríos del año son los meses de Mayo, Junio y Julio, observando los datos que se muestran evidencian el nivel de desconocimiento de las personas de técnicas constructivas para mejorar el confort térmico de una habitación
- a.3 Respecto a la Mortalidad general la Dirección Regional de Salud Puno menciona que la enfermedad con mayores fallecidos es la Neumonía con 117 personas fallecidas de 100,000 habitantes de diferentes edades. Los estudios realizados en el distrito de Juli señalan que la mayor cantidad de causas de mortandad es la enfermedad de la septicemia con 142 casos de 1000 habitantes, seguido de insuficiencia renal con 72 casos, con 70 casos



casos y otra de las enfermedades con mayores causas es la bronconeumonía con 66 personas de 1000 habitantes, en el distrito de Ajoyani la mayor cantidad de causas de mortandad es la enfermedad de septicemia con 12 casos, seguido de la desnutrición proteica con 9 casos y en tercer lugar está la neumonía con 8 casos de 1000 habitantes, finalmente el distrito de Vilquechico reporta en un número mayor con trastornos respiratorios con 132 casos, seguido con infecciones respiratorias agudas en un número de 121 casos, el resto de enfermedades del sistema digestivo con 70 casos de personas fallecidas y las demás enfermedades están por debajo de estos índices. De acuerdo a los reportes de DIRESA y de las redes de salud en los distritos en estudio se concluye que el mayor índice de fallecidos es a causa de las neumonías y otras enfermedades que afecta a la población y esto es debido a la falta de atención oportuna de las autoridades, ya que las viviendas rurales en los lugares de estudio presentan deficiencias en construcción y estas no garantizan un confort térmico adecuado para que las personas se sientan protegidos ante cualquier eventualidad y/o cambios de temperatura, son los que más problemas causa a la población en sus diferentes edades.

- a.4 Respectó a la morbilidad general a nivel del departamento de Puno las enfermedades con mayores casos son las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores con 208,827 casos, con un alto índice de personas afectadas por esta enfermedad de acuerdo al reporte de DIRESA. Los datos recogidos de la Red de salud del Distrito de Juli señalan que la causa predominante de morbilidad es la caries dental con 1,273 casos, seguido de faringitis aguda con 1,254 casos, en el Distrito de Ajoyani de acuerdo a los datos de la Red de salud Ajoyani reporta que la enfermedad con mayores casos es la cavidad bucal con 1,331 casos en diferentes edades, la desnutrición con 899 casos, las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores con 740 casos, y por último en el Distrito de Vilquechico reporta la Red de salud que las infecciones agudas de las vías respiratorias con 244 casos, enfermedades de la cavidad bucal con 184 casos, enfermedades crónicas de las vías respiratorias con 150 casos. Entendiendo que en el área rural no existe déficit de vivienda sino más bien un déficit de vivienda adecuada, acorde a las necesidades del poblador, que mejore la calidad de vida y que los índices de enfermedades disminuyan teniendo una vivienda saludable.



de calor por conducción, durante el desarrollo del proyecto se hizo ensayos de laboratorio para determinar la conductividad térmica de la K'esana de Totora como aislante térmico vegetal. Se elaboró tres muestras de diferentes dimensiones y espesores, obteniendo valores de conductividad térmica como son: 0.0086, 0.0103 y 0.0115 W/m k y estos valores están dentro del rango de otros materiales como la madera, cartón y aserrín.

- b.2 Los medios de su fabricación no son intensivos y podrían ser implementados fácilmente en la región. Los paneles de K'esana realizados presentan ventajas de necesitar una menor transformación de la materia prima, todos estos ensayos realizados a la K'esana de Totora muestra el potencial del material para su uso como aislante térmico por presentan una baja conductividad térmica de 0.0101 W/m k, que fácilmente se incorporaría en edificaciones para mejorar el confort térmico en las viviendas que están ubicados a más de 3800 m.s.n.m. en la región de Puno.
- b.3 Debido a la escasa difusión y promoción la población desconoce el concepto de confort térmico y no consideran que sus viviendas deberían responder a diseños acorde a las condiciones climáticas de su zona, por lo que en su mayoría, se construyen viviendas siguiendo modelos modernos copiados de otras ciudades y climas por lo que se ven afectados por las bajas temperaturas en épocas de invierno y parte del año.
- b.4 Además de una escasa normativa de respaldo, hay poca investigación y estudios relacionados con la aplicación de aislantes térmicos como una alternativa para mejorar el confort térmico de las viviendas. Se aúna a este hecho el desconocimiento técnico por parte de la mayoría de los profesionales en el ámbito de la construcción, siendo muy pocos los especialistas en el tema.
- c.1 La evaluación de los resultados del monitoreo de temperaturas en el interior de la vivienda construida nos dio como resultados óptimos llegando a un promedio de temperatura de 16.0838 °C, en comparación con la vivienda rural diagnosticada la temperatura registrada es de 9.4844 °C, observando los datos existe una diferencia por lo que la vivienda acondicionada con materiales térmicos mejora el confort térmico y la calidad de vida del poblador. Además de una escasa normativa de respaldo, hay poca investigación y estudios relacionados con la aplicación de



viviendas. Se aúna a este hecho el desconocimiento técnico por parte de la mayoría de los profesionales en el ámbito de la construcción, siendo muy pocos los especialistas en el tema.

- c.2 La vivienda acondicionada térmicamente con materiales térmicos se construyó en la comunidad de Palermo Rio Salado en el Distrito de Juli al Nor Este de la ciudad a unos 20 minutos, para su construcción se utilizó los siguientes materiales: en los muros se utilizó los adobes de 40 x 30 x 10 cm y la K'esana de Totorá se utilizó para el aislamiento interior en los muros y cielo raso de espesor de 3.5cm para ambos casos, en los enlucidos se utilizó el yeso por presentar una baja conductividad térmica de 0.40 W/m.k, en los vanos se utilizó puerta y ventana de madera, en el piso de la vivienda se utilizó Aserrín de madera como una cámara de aire y tabloncillos de madera de conductividad térmica de 0.15 W/m k, para captar de calor se utilizó las claraboyas en sus dos aguas, los materiales que se utilizaron son propios de la zona y algunos materiales industrializados combinados de tal forma que cada componente de la envolvente reduzca las pérdidas de calor.
- c.3 En síntesis el presente proyecto de vivienda de adobe acondicionada térmicamente con materiales térmicos, mejora el confort térmico del ambiente interior de la habitación llegando a temperaturas óptimas de 16.0838 °C, ya que la vivienda propuesta beneficiaría a los pobladores de las zonas altoandinas y circunlacustre de la región Puno, con una vivienda duradera y replicable para su construcción se utilizó materiales térmicos de la zona y se aprovechó la energía solar pasiva como fuente de calor para el calentamiento del interior de la habitación, la vivienda acondicionada mejoraría la calidad de vida de los pobladores en general.

En conclusión general el objetivo de este trabajo fue recabar información valiosa para que en el futuro cercano se implementen estas u otras recomendaciones similares en la construcción de las viviendas aprovechando el valor expresivo de la Totorá como material de construcción y además combinarlos con otros materiales y mencionar que aunque sean mínimas marcaran una diferencia importante, generando un cambio positivo tanto en beneficio de las personas como para el ambiente, toda vez para el caso de la región de Puno la población que es vulnerable a los cambios de temperatura, debemos también considerar la educación ambiental en la población para la conciencia en el uso y la aplicación de las buenas prácticas que permitan aprovechar los recursos que se encuentran en la propia localidad.



11.2 Recomendaciones

- a. A lo largo de la investigación hemos comprendido que el momento de diseñar y materializar viviendas sustentables, debemos entender en su complejidad y sobre todo tener claras las necesidades de sus ocupantes, para ello se requiere tener una percepción teórica donde intervengan conocimientos sobre aspectos climáticos, arquitectónicos y tecnológicos.
- b. Considerar la K'esana de Titora como material de construcción en el aislamiento interior de las viviendas por presentar óptimas condiciones en la construcción y mejora el confort térmico interior para una mejor vida saludable para el poblador.
- c. Se recomienda Tomar el modelo de vivienda de adobe acondicionada térmicamente para el uso de dormitorio, por presentar óptimas condiciones de confort térmico frente a los cambios de temperaturas.
- d. Por otro lado, se recomienda que el sector salud conjuntamente con el municipio implemente programas y capacitaciones en familias saludables, con buenas prácticas de higiene. Haciendo participara a todos los integrantes de la familia.
- e. Muy a pesar de que exista ya en el Perú una normativa actual que trate de mejorar las condiciones de confort térmico no existe aún una normativa de obligado cumplimiento, que sugiera el uso de aislantes térmicos, tampoco está muy difundido su empleo como una alternativa para mejorar los déficits de confort en las viviendas.



ANEXO



I. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Missione Betlemme Immensee (2008): Sei anni lavorando con la energie rinnovabili sulle Ande Peruviane; <http://www.tallerwww.taller-inti.ortinti.org>; [consulta noviembre del 2015]
2. GERES (2009): The association; India – Himalaya, Energy efficiency and bioclimatic architect; <http://www.geres.eu/en/top-about-us>, <http://www.geres.eu/en/housing/energy/17/inde-1000-batiments-passifs>, [consulta: Noviembre del 2015]
3. Alan J. Chapman (1984). Transmisión de Calor (3.a ed. Española Rice University). Madrid: Edit. BELLISCO.
4. Yunus A. Cengel (2007). Transferencia de Calor y Masa un Enfoque Práctico (3.a ed. en Español). México McGraw –HILI/INTERMAMERICANA EDITORES.
5. J. P. Holman (1998). Transferencia de Calor (8.a ed. y 1.a en Español). España: McGraw –HILI/INTERMAMERICANA EDITORES.
6. Incropera F. Y Dewitt D. (1999). Fundamentos de Transferencia de Calor (4.a ed.). México: Prentice Hall.
7. Churchill, S. Y Chu, H. (1975). Correlating Equations for Laminar and Turbulente Free Convection from a Vertical Plate, USA
8. James R. Welty (2012). Fundamentos de Transferencia de Momento, calor y Masa. (2.a ed.). Universidad Estatal de Oregón: LIMUSA.
9. M^a Dolores García Lasanta (2004). Arquitectura Bioclimática Viviendas bioclimáticas en Galicia. (2.a ed. en PDF). A. Coruña: Asociación Touda.
10. Ibáñez P. y Rosell J. (2005). Tecnología Solar. (Ediciones Mundiprensa). Madrid
11. Kreith, F. (1970). Principios de Transferencia de calor (1.a ed.). México: Editorial Herrero Hermanos, Sucesores, S.A.
12. Huaylla, F. A. (2010). Evaluación experimental de cambios constructivos para lograr confort térmico en una vivienda Altoandina del Perú. Tesis para optar el Título de Ingeniero Físico, Escuela Profesional de Ingeniería Física, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
13. López & Bernilla (2012). Evaluación Funcional y Constructiva de Viviendas de Adobe Estabilizado en Cayalti Programa “COBE - 1976”. Tesis para optar el Título de maestro en Tecnología de la Construcción, Sección de Post Grado, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.



- arquitectónico aplicación software Ecotect. Tesis para optar el Título de Arquitecto, Escuela de Arquitectura, Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador.
15. Flores, C.A. (2014). Construcción de una vivienda en base a las propiedades termofísicas y evaluación de su confort térmico en la comunidad rural colloco – llave. Tesis para optar el título de Licenciado en Ciencias Físico Matemáticas, Escuela profesional de ciencias físico matemáticas, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
 16. CAPECO: Reglamento Nacional de Edificaciones, Lima, Perú
 17. Ministerio de Energía y Minas Dirección General De Electricidad: Código Nacional de Electricidad – TOMO V Sistema de Utilización
 18. Carlos Zeppelín H., Helen Ipinza Wolff, Paula Colonelli P-C (2015). Manual Acondicionamiento Térmico Criterios de Intervención Documento Desarrollado Por: Corporación de Desarrollo Tecnológico de la Cámara Chilena de la Construcción. Chile
 19. Claudio Nitsche M. (2012) Humedad por Condensación en Viviendas Prevención y Soluciones. Documento Desarrollado Por: corporación de desarrollo tecnológico de la cámara chilena de la construcción. Chile
 20. Schepp, F. (2016). Manual De (Re) Acondicionamiento Térmico una guía para el dueño de casa (1.a ed.). Chile: el sur impresores
 21. Ghoroshi Karimí, K. Arquitecto (2011). Ecomateriales y Construcción Sostenible [versión PDF]. Recuperado de <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>
 22. Roberto Morales m., Rafael Torres c., Luis A. Rengifo, Carlos Irala C., (1993). Manual para la construcción de Viviendas de Adobe. Lima, Perú.
 23. Lanzetti, A. Arq. (2011). Instituto de la Vivienda: Acondicionamiento Higrotermico de Edificios, Buenos Aires Argentina.
 24. Ministerio De Salud (2015): Dirección Regional de Salud Puno, Análisis Situacional Salud Publica y Reporte Epidemiológico Semanal Puno. <http://www.minsa.gob.pe>
 25. Instituto Nacional de Estadística e Informática (2010): Censo de Población y Vivienda 2007.
 26. Gobierno Regional Puno (2008): Plan de Desarrollo Regional Concertado al 2021
 27. Gobierno Regional Puno (2012): Mesa Temática: Desarrollo Social al 2021
 28. Plan De Desarrollo Concertado de la Provincia de Carabaya (210 - 2012): Municipalidad Provincial de Carabaya
 29. Municipalidad Provincial Chucuito – Juli (2016): Plan de Acondicionamiento Territorial de la Provincia de Chucuito “Diagnostico Territorial”



- de Atención de CEM Huancané
31. Costos y Presupuestos en Edificación (2004). Ing. Jesús Ramos Salazar (9.a ed.). Cámara Peruana de la Construcción.
 32. Solana M. L. (2011). La percepción del confort térmico, análisis de los parámetros de diseño y ambientales mediante Ingeniería Kansei: Aplicación a la biblioteca del diseño (UPV) (PFG científico – técnico), Universitat Politecnica Valencia.
 33. Lamela Hernández (2010): termodinámica y transferencia de calor base material centro politécnico del petróleo.
 34. Arce & Arodriguez (2014). propuesta del empleo del adobe reforzado con geomalla en la construcción de viviendas unifamiliares de un piso en el pueblo joven Yanama – Ayacucho. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Escuela Académico profesional de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú.
 35. Hidalgo, C. J. (2007). Aprovechamiento de la Totora como Material de Construcción. Tesis para optar el Título de Arquitecto, Facultad de Arquitectura, Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
 36. Bustamante, G. W. (2009). Guía de Diseño para la Eficiencia Energética en la Vivienda Social (Publicación N° 333). Santiago de Chile: MINVU y CNE
 37. Software: S10 Costos y Presupuestos 2005
 38. Software: Autodesk Ecotect v.2011
 39. Pérez, A. J. & Mite, P. J. (2009). El confort y la seguridad en la vivienda social urbana. Tesis para optar el Título de Masterado en Tecnologías Constructivas de Viviendas de Bajo Costo, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
 40. Software: IBM SPSS Statistics 24

II. CALCULO DEL COEFICIENTE DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA

1. Referencias del ensayo

Proyecto de investigación: "Texto: Experimento de Física II con INTERFACE XPLOER GLX" de la Universidad Nacional del Callao, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática.

2. Aplicación del ensayo

Con la Ley de Fourier se obtuvo el coeficiente de conductividad térmica de cada una de las Muestras de K'esana.

3. Parámetros para el análisis

- "Ley de Fourier es fundamental en la transferencia de calor por conducción. Plantea que la cantidad de calor por conducción es proporcional al área, al tiempo y al gradiente de temperatura. El coeficiente de conductividad térmica K cantidad de calor que pasa por unidad de tiempo, a través de la unidad de superficie de intercambio térmico, perpendicular al flujo calorífico, cuando la temperatura disminuye en un grado por unidad de longitud ($W/m^{\circ}C$). Para aislantes y materiales de construcción la conductividad térmica K debe estar comprendido entre los valores de ($0.02 - 3.0 W/m^{\circ}C$)" (Lamela, 2010, p.25)

4. Ensayo de la Muestra 02

A. Datos tomados con equipo de transferencia de energía

Figura 2.1.

Transferencia de Energía

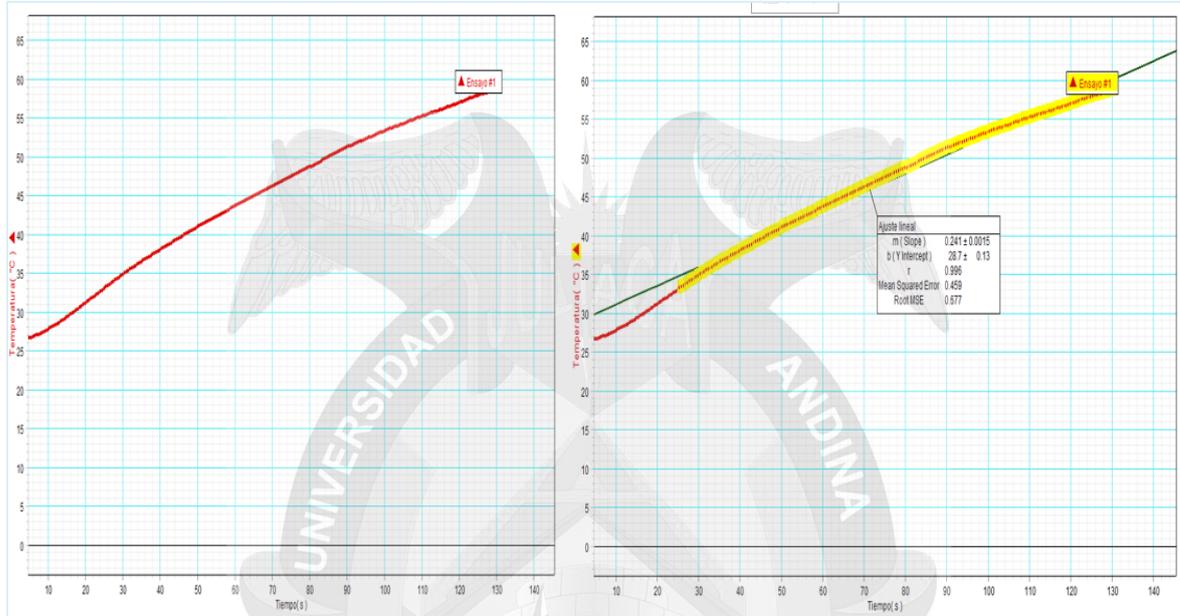


Toma de Datos con equipo de transferencia de energía de la fuente de calor

A. desarrollo: Para esta prueba se cuenta con un equipo de ensayo de transferencia de calor que con la asistencia del Software Data Studio se obtiene resultados del comportamiento de la transferencia de energía.

Gráficos 2.1.

Curvas de transferencia de energías registradas



Registro de curvas con software Data Studio

$m = \text{pendiente}$

$m = 0.241$

$$\frac{Q}{\Delta t} = mc \frac{\Delta T}{\Delta t} = (0.085 \text{ kg})(900 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}})(0.241 \frac{^\circ\text{C}}{\text{s}}) = 18.4365 \text{ watts}$$

En el cálculo se muestra la cantidad de calor transferido por la hornilla sobre el equipo de transferencia de energía.

B. Ensayo experimental

Previamente se utiliza la muestra número 02 de la K'esana de totora para los registros de conductividad térmica en el programa de cálculo, los cuales registran temperaturas en °C y el tiempo en Segundos. Mediante este proceso se recogen los datos para el cálculo respectivo.

Ensayo de conductividad térmica

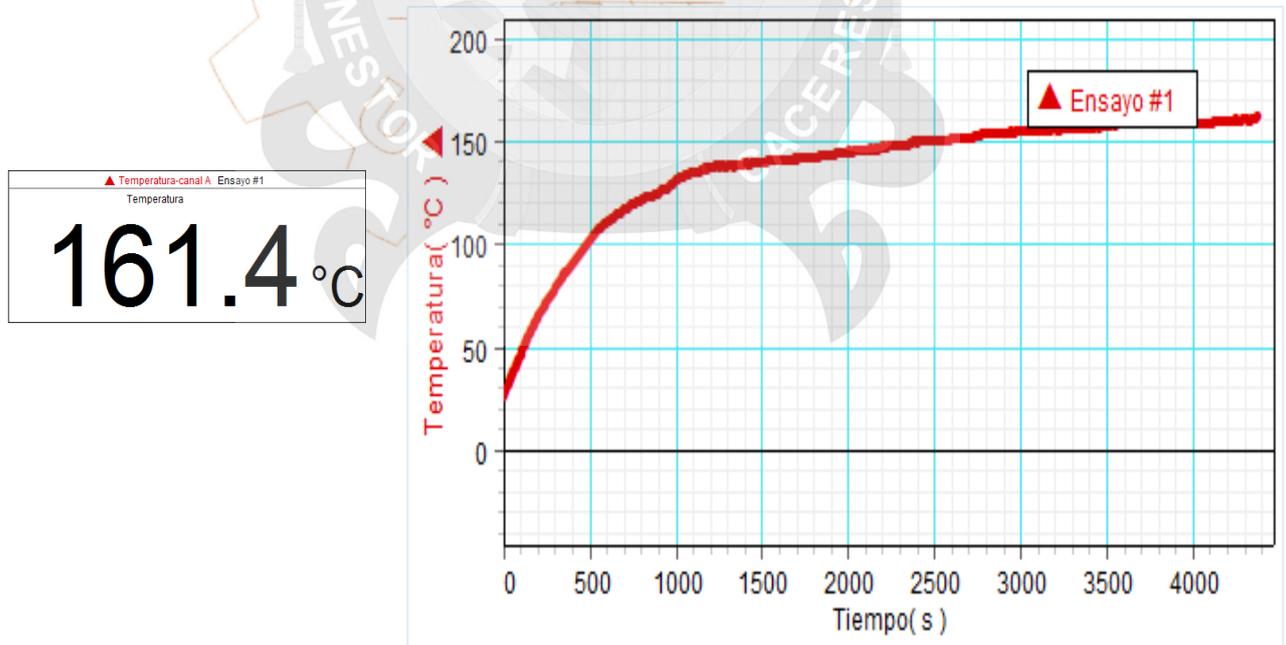


Ensayo en laboratorio con presencia del asesor de tesis

Los datos registrados con el sensor de temperatura N° 1 en el interior del recinto registra una temperatura de 161.4 °C

Grafico 2.2.

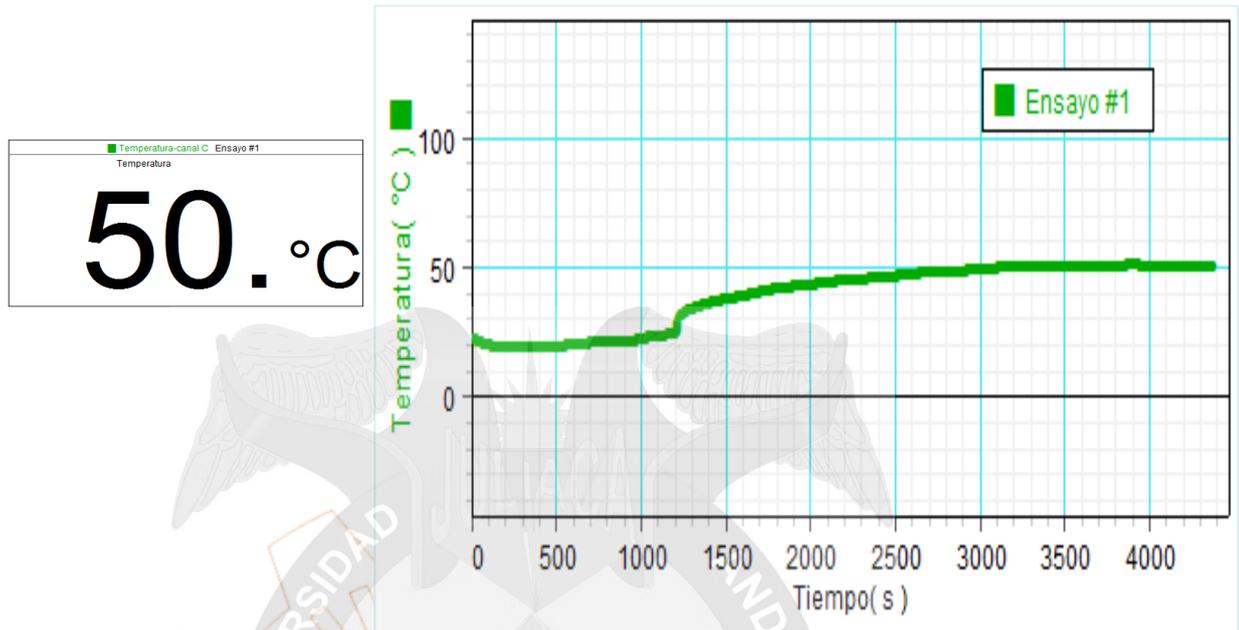
Registro con sensor de temperatura (colocado en el interior de la muestra)



Fuente; (Elaboración Propio)

Los datos registrados con el sensor de temperatura N° 2 en la parte superior de la K'esana de totora la temperatura llega a 50 °C

Registro con sensor de temperatura (colocado en la parte superior de la muestra)



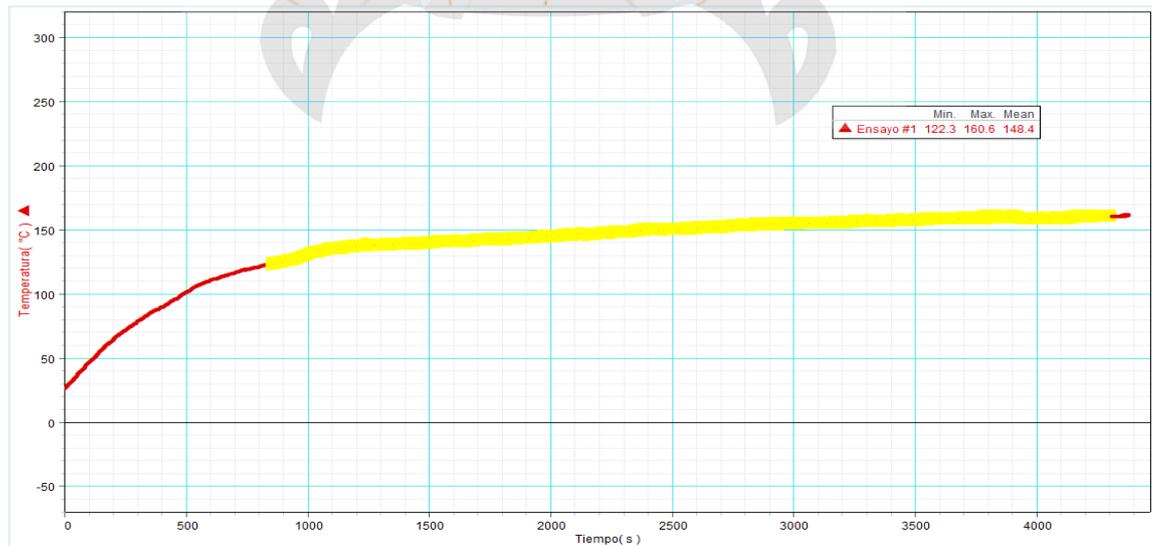
Fuente; (Elaboración Propio)

C.1. Con los datos registrados se procede al cálculo para determinar la conductividad térmica de la K'esana de totora de la muestra 02

Primero: Se toman los datos de temperatura de la fuente caliente del ensayo realizado, la gráfica nos muestra alternativas como son: mínimo, máximo y medio de los cuales se elige el medio, porque la curva presenta una constante en la parte amarilla del gráfico, por lo que se elige al ser una constante que representa una temperatura de $T_c = 148.4^\circ\text{C}$

Gráfico 2.4.

Temperatura de fuente caliente

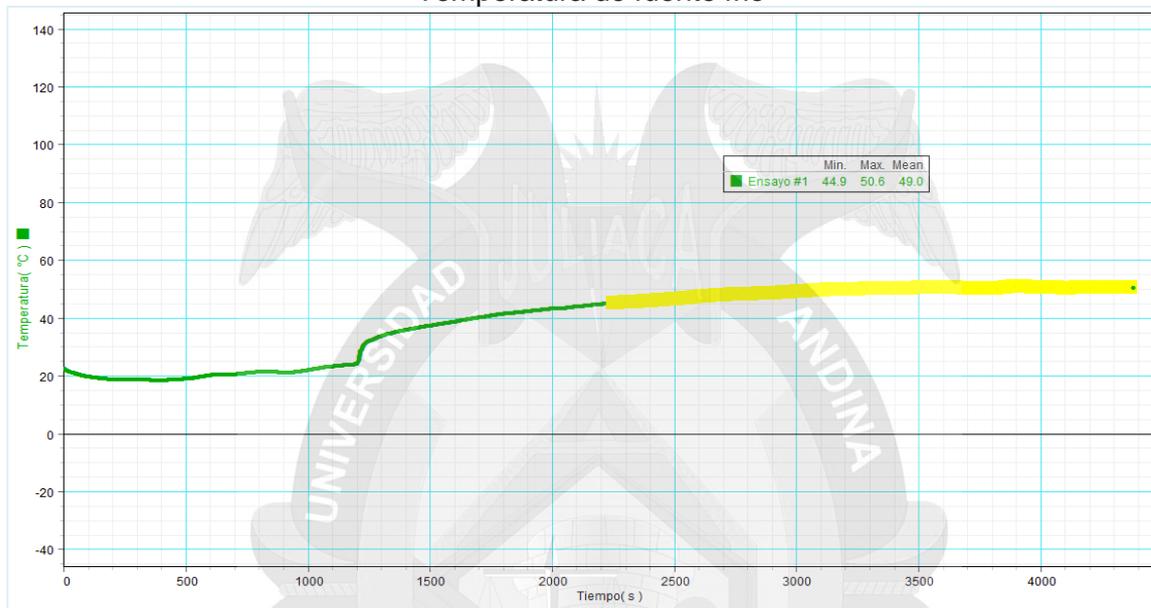


Fuente; (Elaboración Propio)

Segundo: Los datos registrados de la fuente frío son tomados de la gráfica los cuales muestra como alternativas: mínimo, máximo y medio de los cuales para realizar el cálculo, se elige la constante medio que corresponde a una temperatura de $T_f = 49^\circ C$.

Grafico 2.5.

Temperatura de fuente frío



Fuente: (Elaboración Propio)

Tercero: Al finalizar los análisis de los gráficos se procede al cálculo, para determinar la conductividad térmica lo que corresponde utilizar la fórmula de la ley de Fourier.

Datos:

$$T_c = 148.4^\circ C$$

$$T_f = 49^\circ C$$

Formula

$$\frac{Q}{Dt} = kA \frac{T_c - T_f}{d}$$

K = Conductividad térmica

A = Área de la muestra

d = Espesor de la muestra

T_f = Temperatura de la fuente fría

T_c = Temperatura de la fuente caliente

Q = calor transferido en el intervalo de tiempo Dt .

Calculo: Aplicando la fórmula de la Ley de Fourier se determina la conductividad térmica (K)

$$\frac{Q}{\Delta t} = k A \frac{(T_c - T_f)}{d}$$

luego

$$k = 18.4365 \text{ watts} \frac{d}{A (T_c - T_f)}$$

$$A = 0.54 \times 0.31 \text{ m}^2$$

$$A = 0.167 \text{ m}^2$$

$$d = 3.5 \text{ cm}$$

$$k = 18.4365 \text{ watts} \frac{0.035 \text{ m}}{0.1674 \text{ m}^2 (148.4 - 49) \text{ }^\circ\text{C}}$$

$$k = 3.8779 \times 10^{-2} \frac{W}{m \text{ }^\circ\text{C}}$$

$$k = 0.0387 \frac{W}{m \text{ }^\circ\text{C}}$$

Tabla 2.1.

Conductividad térmica de la K'esana de Totora

Muestras	T_c	T_f	Dimensiones	Espesores	Conductividad Térmica "K"	Conductividad Térmica "K"
Muestra 01	136.9°C	34.9°C	53.5cmx32cm	3.0 cm	0.0317W/m °C	0.0086W/m k
Muestra 02	148.4°C	49.0°C	54cmx31cm	3.5 cm	0.0387W/m °C	0.0103W/m k
Muestra 03	133.0°C	47.4°C	51cmx35cm	a. cm	0.0482W/m °C	0.0115W/m k
Promedio				3.5 cm	0.0395W/m °C	0.0101W/m k

Resumen de resultados de conductividad térmica

TERMICAMENTE CON MATERIALES TERMICOS

3.1 Características básicas de Ecotect y su integración en el análisis de una Vivienda

Ecotect es un programa de análisis de la construcción que permite a los diseñadores trabajar en 3D y aplicar las herramientas necesarias para entender el uso de la energía y el impacto que tendrá en un edificio.

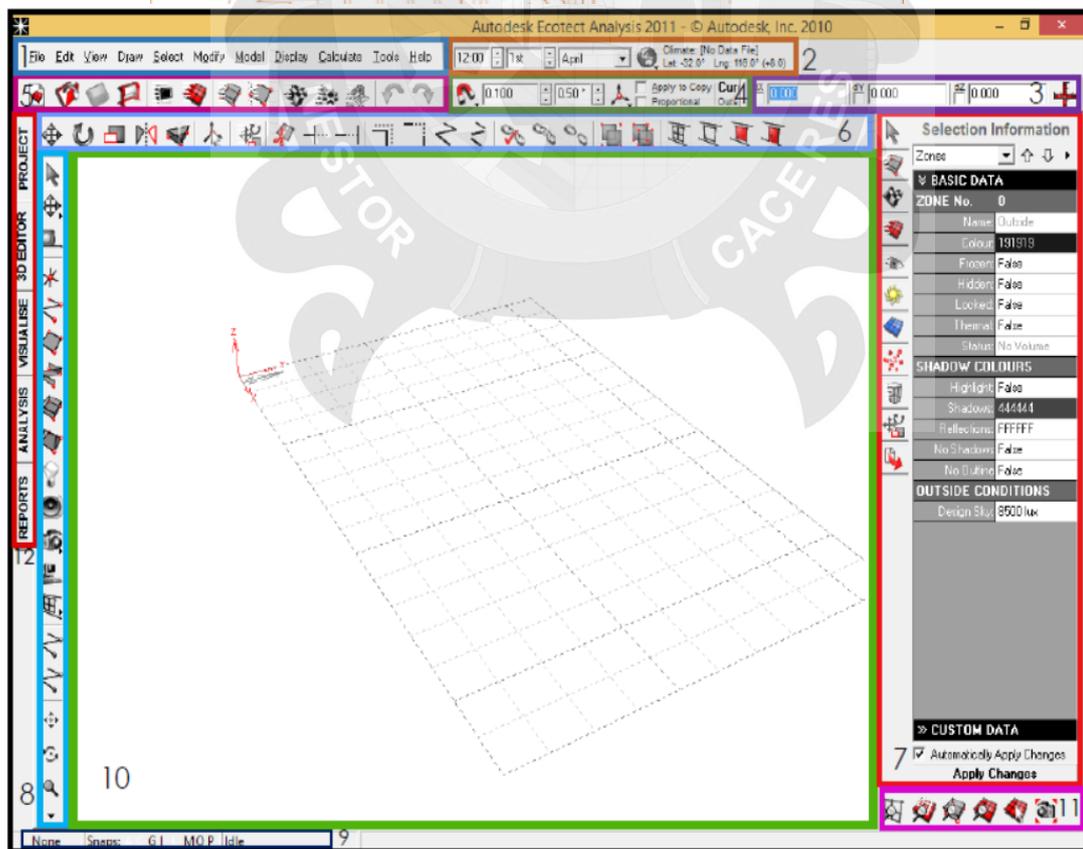
Ecotect tiene su propia, aunque limitado, entorno de modelado 3D para la creación de sus modelos. Como alternativa, un modelo puede ser importado como una malla de otro lugar. Una vez en el programa, el usuario puede ejecutar varias rutinas de análisis en él, tales como el rendimiento térmico, análisis de visibilidad entre otros.

Los archivos de datos meteorológicos acompañan a los archivos de datos de modelo para que el proyecto sea analizado en el sitio proyectado. Aunque no existen abundantes datos se pueden importar con las herramientas incluidas en el software. Ecotect fue escrito por el Dr. Andrew Marsh. (Manual de Ecotect v.2011)

3.2 Áreas de trabajo

Figura 3.1.a

Área de trabajo de Ecotect



Software de Autodesk Ecotect v.2011

1. Main Menu: todas las opciones y comandos del programa
2. Date-Time: elegimos la fecha y la hora, además de cargar el archivo del clima.
3. Cursor Input Toolbars: esta barra aparece al dibujar en el editor y nos ayuda a dimensionar.
4. Options Toolbar
5. Main Toolbar: atajos a las herramientas principales del programa
6. Additional Toolbar: herramientas adicionales de dibujo
7. Control Panels
8. Modeling Toolbar: herramientas principales de dibujo.
9. Status Bar
10. Drawing Canvas: área de trabajo
11. View Toolbar: diferentes opciones de vista del modelo
12. Área de Trabajo

3.2.2 Definición del modelo geométrico

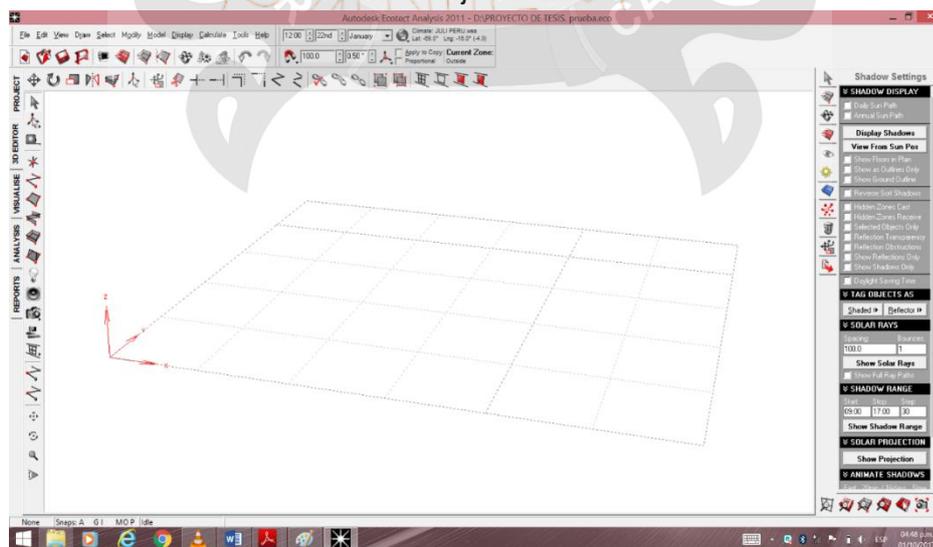
- Para modelar con Ecotect se debe tener en cuenta el concepto de zona, zona será un volumen de aire limitado por superficie (paredes, techo y piso) que tendrá la misma temperatura.

El modelado geométrico contiene toda la información de formas, distribución y materiales de proyecto.

Paso 1: Para modelar en Ecotect se utiliza el área de trabajo 3D EDITOR ingresó al programa Ecotect Analysis v.2011.

Figura 3.2.b

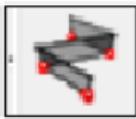
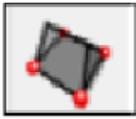
Área de Trabajo 3D EDITOR

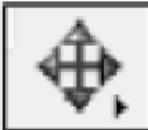
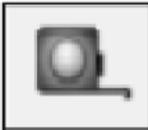
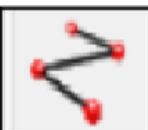


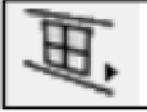
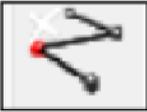
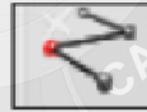
Software de Autodesk Ecotect v.2011

Utilice los elementos del menú Draw o la barra de herramientas de modelado para seleccionar el tipo de objeto que se desea crear. A continuación las herramientas que se utilizaran para el modelado.

- Modeling Toolbar: herramientas principales de dibujo.

Crear Particiones		Crear Zonas	
	<p>Permite agregar interactivamente un objeto de partición para el modelo. Esto es simplemente un objeto LINEA extruido. Se crea la línea parental y, una vez terminado, Ecotect expulsa automáticamente un número de objetos en el plano vertical que corresponde al número de segmentos en la línea. Cualquier cambio en la línea parental modificará la partición.</p>		<p>Permite agregar interactivamente un nuevo objeto ZONA al modelo. Un objeto de zona no es más que un objeto PISO extruido. Una vez creado el plano del suelo, Ecotect crea automáticamente una nueva zona de modelo, extruye cada segmento de línea en las paredes y añade un plano del techo. A la finalización de la zona, se le pedirá el nombre de la zona.</p>
Crear un Techo Inclinado		Insertar una Luminaria	
	<p>Permite agregar interactivamente un nuevo objeto Cubierta inclinada al modelo. El panel objetos paramétricos a la derecha del pantalla 3D Editor ofrece todos los parámetros para la creación de un techo.</p>		<p>Permite agregar interactivamente una nueva fuente de luz para el modelo. Esto es simplemente un objeto Point con un segundo nodo indicando la dirección del vector. El segundo nodo se añade automáticamente de tal forma que el objeto quede hacia abajo a lo largo en el eje Z negativo.</p>
Insertar un Speaker		Insertar una Cámara	
	<p>Permite agregar interactivamente un nuevo objeto ALTAVOZ al modelo. Esto es simplemente un objeto Point con un segundo nodo indicando la dirección del vector. El segundo nodo se añade automáticamente de tal manera que el objeto se enfrenta a lo largo del eje X positivo.</p>		<p>Permite agregar interactivamente un nuevo objeto CÁMARA al modelo.</p>

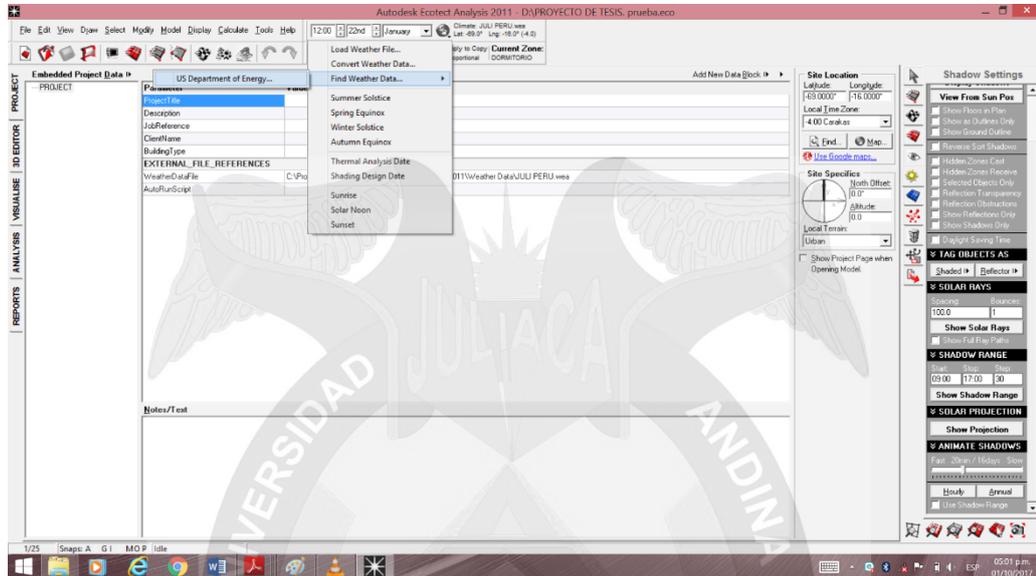
	<p>Este es el modo de selección y es por defecto, le permite arrastrar y hacer clic en Seleccionar objetos en el modelo. A este modo se vuelve al pulsar Escape varias veces.</p>		<p>Muestra los elementos del submenú Transformar del menú Modificar</p>
<p>Medir Objetos</p>		<p>Crear un Punto</p>	
	<p>Entra en el modo de medición, permite hacer clic y arrastrar en la página Editor 3D para mostrar la distancia y los ángulos entre los puntos. Los valores se muestran en tiempo real a medida que se arrastra, así como en el panel Información de selección.</p>		<p>Permite agregar interactivamente un nuevo objeto PUNTO al modelo. Una vez seleccionado, hacer clic y arrastrar en la vista principal modelo va a crear y luego colocar el nuevo punto.</p>
<p>Crear Líneas</p>		<p>Crear Areas</p>	
	<p>Permite agregar interactivamente un nuevo objeto LINE para el modelo. Un objeto LINE es una línea de multi-nodo simple sin restricciones en posición nodal.</p>		<p>Permite agregar interactivamente un objeto nuevo PLANE al modelo. Un PLANE se compone de cualquier número de nodos coplanares, con el último ligado de nuevo al primero. La ecuación del plano se deriva de los tres primeros nodos no lineales, todos los nodos posteriores están restringidas en su movimiento al plano definido de ese modo.</p>

	<p>Permite agregar interactivamente un nuevo objeto APARATO al modelo. APARATOS son simplemente objetos que consumen algunos recursos (electricidad, combustible o agua) y / o que tienen un efecto de calentamiento o enfriamiento en el espacio que están contenidos dentro.</p>		<p>Muestra un menú que le permite insertar de forma interactiva objetos secundarios dentro de una superficie seleccionada.</p>
		<p>Ventanas: Este elemento le permite insertar de forma interactiva un objeto VENTANA dentro de un objeto seleccionado en ese momento o como un objeto en sí mismo. Un objeto VENTANA tiene características y comportamientos para diferentes tipos de análisis especiales.</p>	<p>Puertas: Este elemento le permite insertar de forma interactiva un objeto PUERTA dentro de un objeto seleccionado en ese momento o como un objeto en sí mismo.</p>
		<p>Panel: Este elemento le permite insertar de forma interactiva un objeto panel dentro de un objeto seleccionado en ese momento o como un objeto en sí mismo. Un panel es simplemente un área de material diferente dentro de un PLANE más grande. Un ejemplo es la inserción de paneles de madera dentro de una pared de ladrillo más grande.</p>	<p>Espacios vacíos: Este elemento le permite insertar de forma interactiva un objeto vacío dentro de un objeto seleccionado en ese momento o como un objeto en sí mismo. Un vacío es simplemente un agujero abierto en el objeto padre. También puede utilizar un vacío para especificar que dos zonas son adyacentes pero interconectado con un libre flujo de aire entre ellos.</p>
Insertar un Nodo		Eliminar un Nodo	
	<p>Este ítem sólo está activado cuando se seleccionan uno o más objetos. Se permite insertar de forma interactiva un nuevo nodo en uno de los objetos seleccionados. Para insertar el nodo, simplemente haga clic en el botón izquierdo del ratón en algún lugar a lo largo del borde de línea del objeto en el que desea insertar y, a continuación, arrastre el nodo nuevo en su posición.</p>		<p>Esta función sólo está disponible en el modo de nodo. Si se seleccionan uno o más nodos, que se eliminarán de uno o varios objetos. Si no, se le pedirá que elimine todo el objeto en su lugar.</p>

Cuando se crea un objeto, Ecotect asigna automáticamente un tipo de elemento y un material predeterminado. Puede seleccionar que material será el predeterminado para cada tipo de elemento mediante el botón establecer como predeterminado en el cuadro de dialogo librería de materiales.

Paso 2: Nos permite ingresar las características generales del proyecto. También datos de ubicación del proyecto.

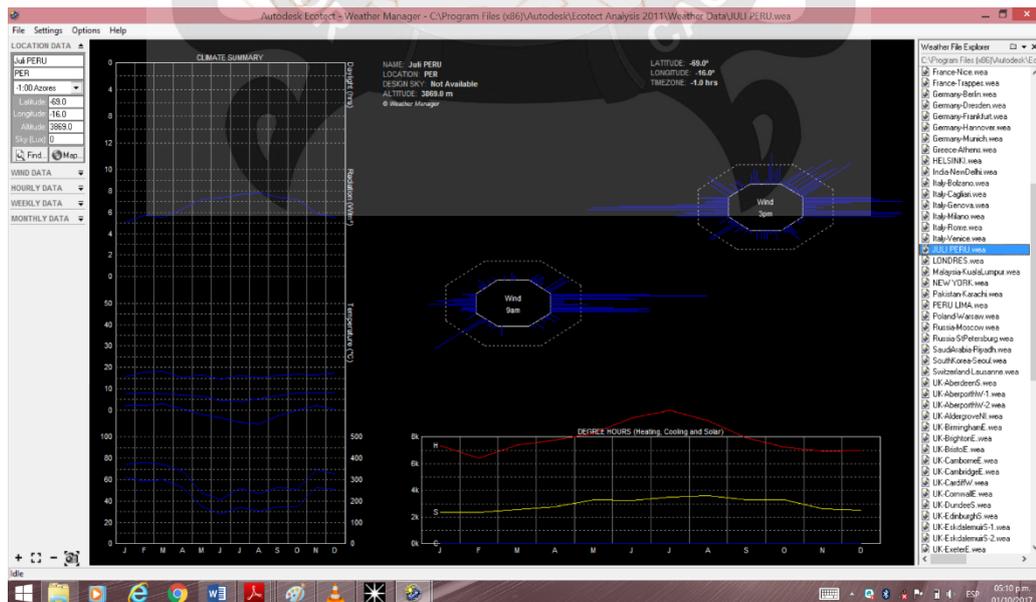
Figura 3.3.c
Ingreso al Proyecto



Software de Autodesk Ecotect v.2011

Paso 3: Análisis de datos climáticos: "WEATHER TOOL"
Ecotect trabaja con archivos de clima de extensión wea. Los archivos de clima se obtienen a partir de estaciones meteorológicas.

Figura 3.4.d
Datos Climáticos WEATHER TOOL

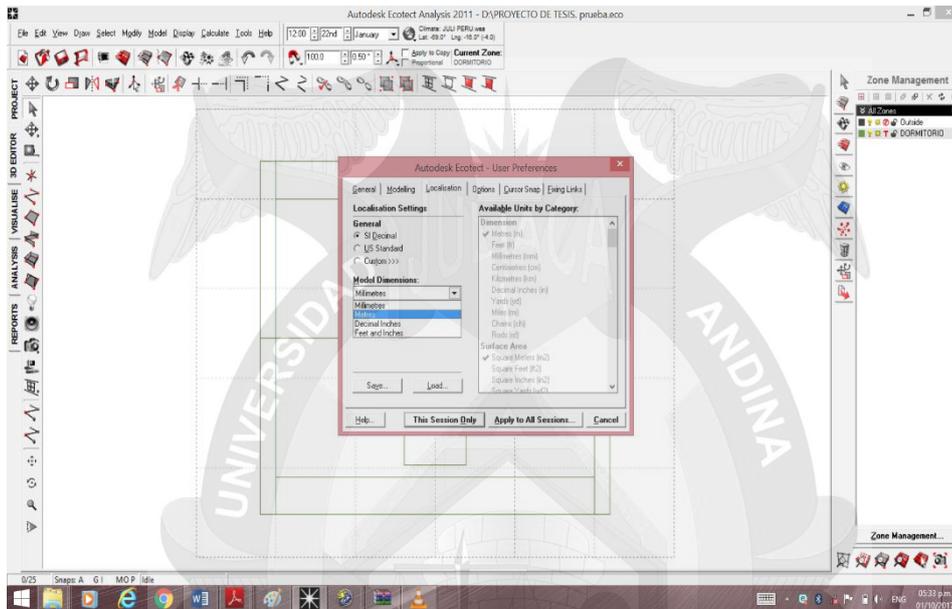


Software de Autodesk Ecotect v.2011

Área principal del programa donde modelamos las edificaciones y configuramos sus diferentes características

Paso 4: con la herramienta  preferences: Shift+Ctrl+P configurar las dimensiones de trabajo.

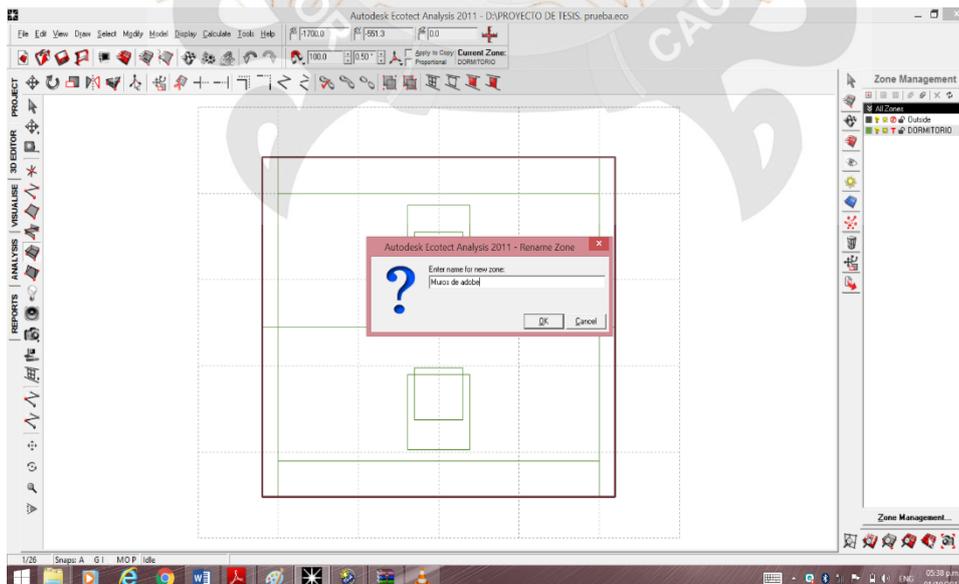
Figura 3.5.e
3D Editor Modelar la Vivienda



Software de Autodesk Ecotect v.2011

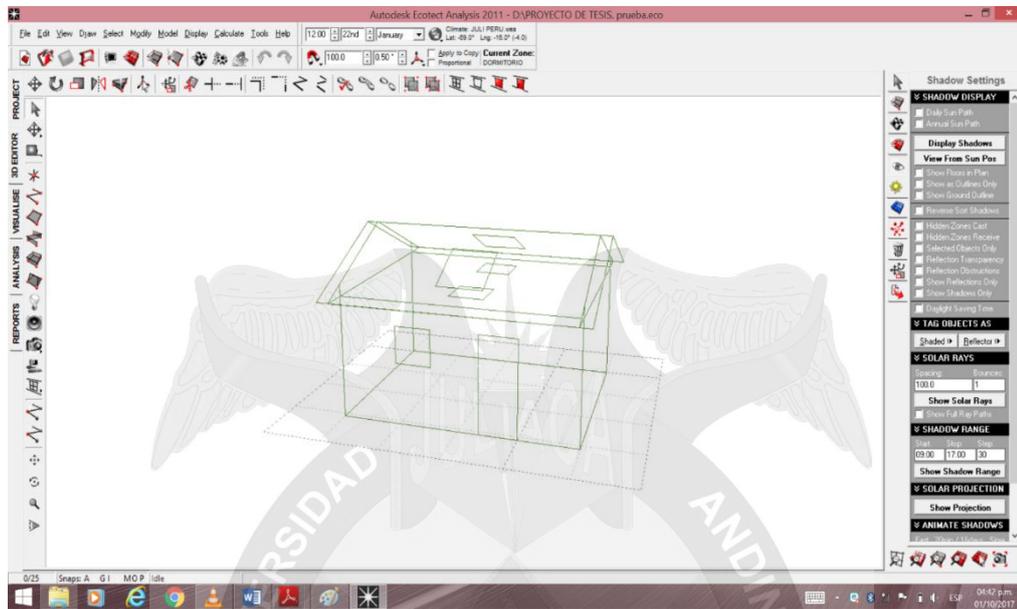
Paso 5: herramienta  Zone empieza el dibujo y se crea las capas para administrar.

Figura 3.6.f
Crear Capas con Dibujo



Software de Autodesk Ecotect v.2011

Figura 3.7.g
Modelo 3D



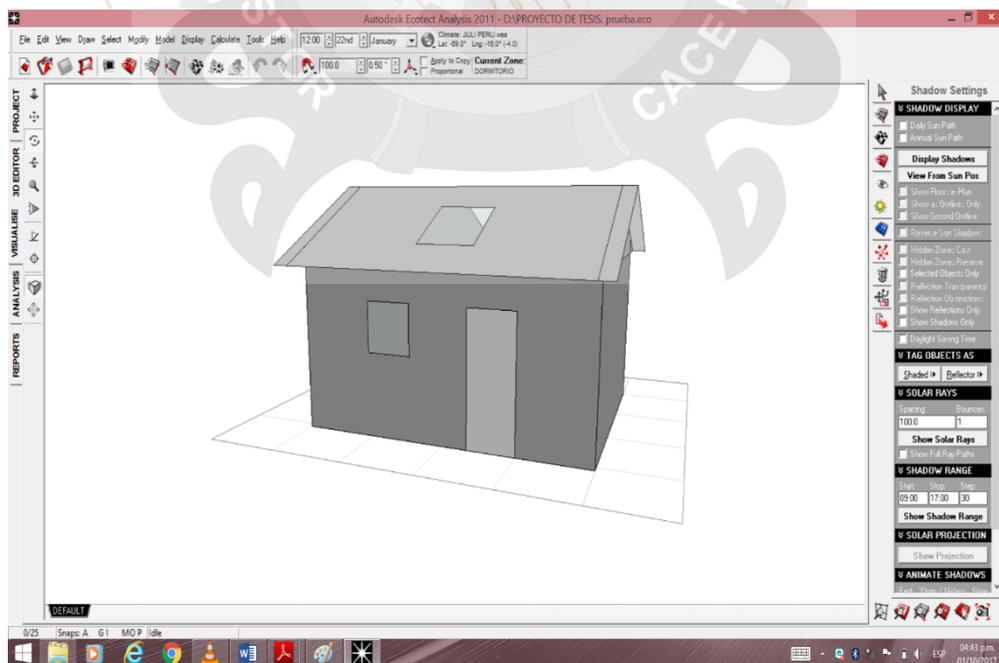
Software de Autodesk Ecotect v.2011

3.5 Visualise

Área de trabajo que nos sirve para visualizar el modelo renderizado y también los análisis gráficos.

Paso 7: herramienta de trabajo **VISUALISE** se visualiza el modelo renderizado

Figura 3.8.h
Modelo Renderizado



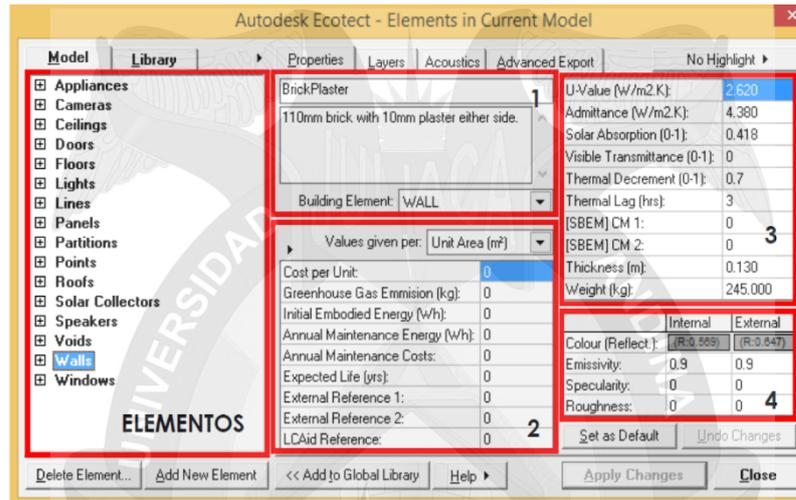
Software de Autodesk Ecotect v.2011

En Ecotect se diferenciara algunos conceptos:

- Elementos: este concepto se refiere a objetos en general, por ejemplo muros, ventanas, puertas, etc. Estos elementos están compuestos de una o mas capas.
- Capas: este concepto se refiere a materiales, por ejemplo madera, concreto, ladrillos de arcilla.

Figura 3.9.i

Tabla de propiedades de elementos

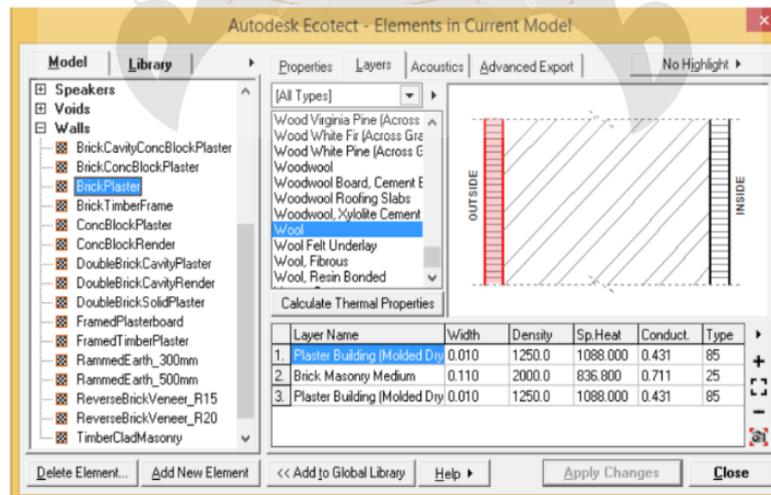


Software de Autodesk Ecotect v.2011

1. Nombre, descripción y elemento de construcción
2. Costos de materiales e impacto ambientales
3. Propiedades térmicas
4. Propiedades visuales y ópticas

Figura 3.10.j

Área de Materiales

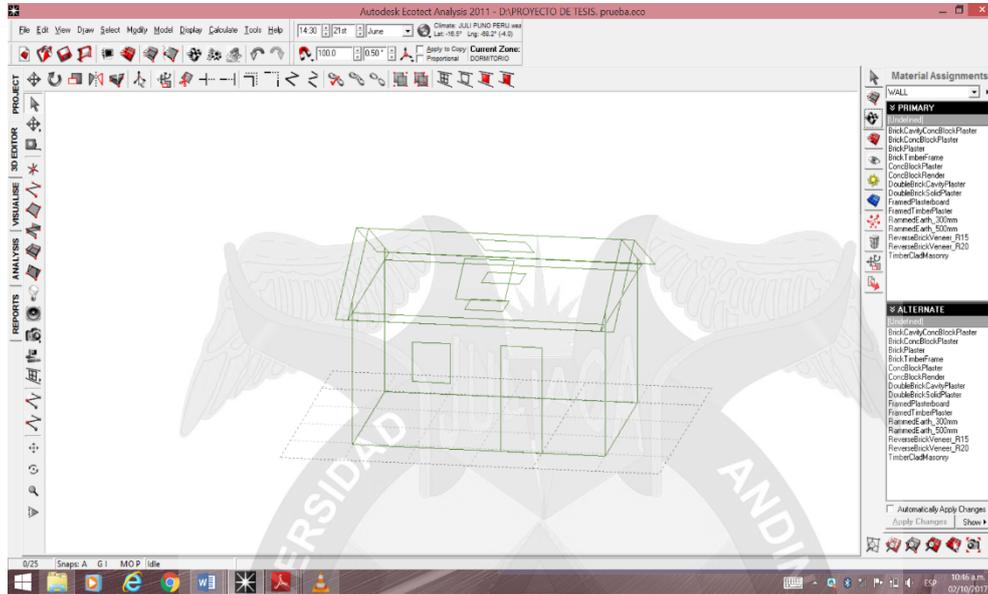


Software de Autodesk Ecotect v.2011

raso, pisos, vanos y otros elementos de la vivienda.

Figura 3.11.k

Asignación de Materiales a la Vivienda

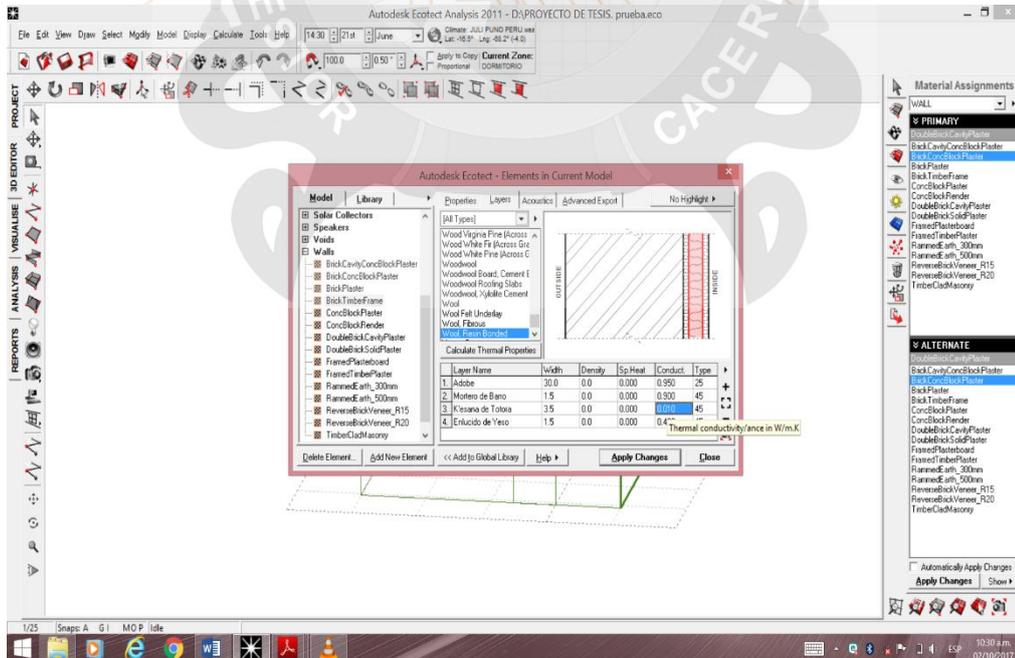


Software de Autodesk Ecotect v.2011

Pasó 9: asignar materiales a los componentes de la vivienda de la tabla de propiedades termofísicas Tabla 7.1

Figura 3.12.I

Asignar Materiales



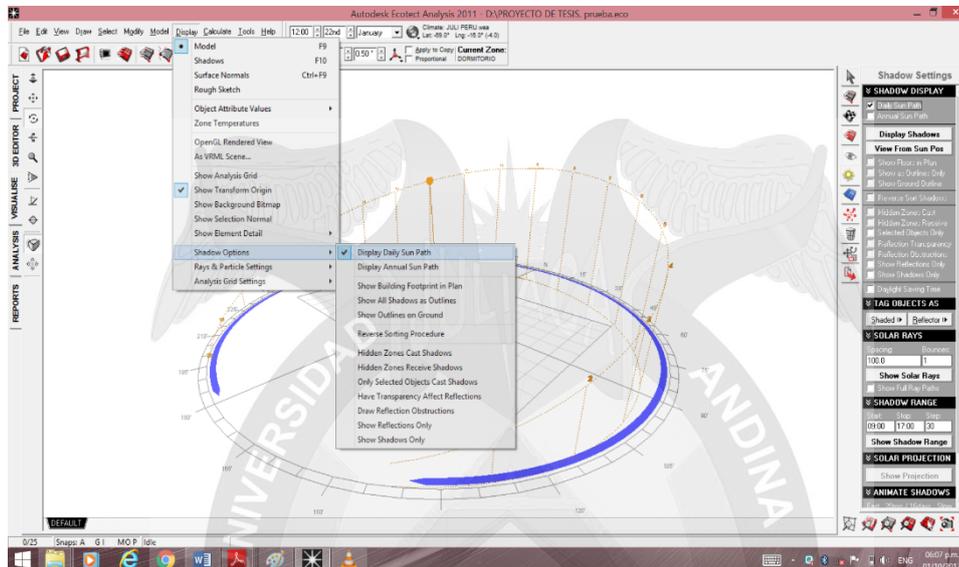
Software de Autodesk Ecotect v.2011

Ecotect incluye una amplia gama de funciones de análisis de sombras y de visualización. Para mostrar sombras dentro del modelo actual, solo tiene que seleccionar el ítem sombras

Paso 10: seleccionar el ítem sombras en el menú Display.

Figura 3.13.m

Visualizar sombras



Software de Autodesk Ecotect v.2011

3.5.3 Opciones de Visualización

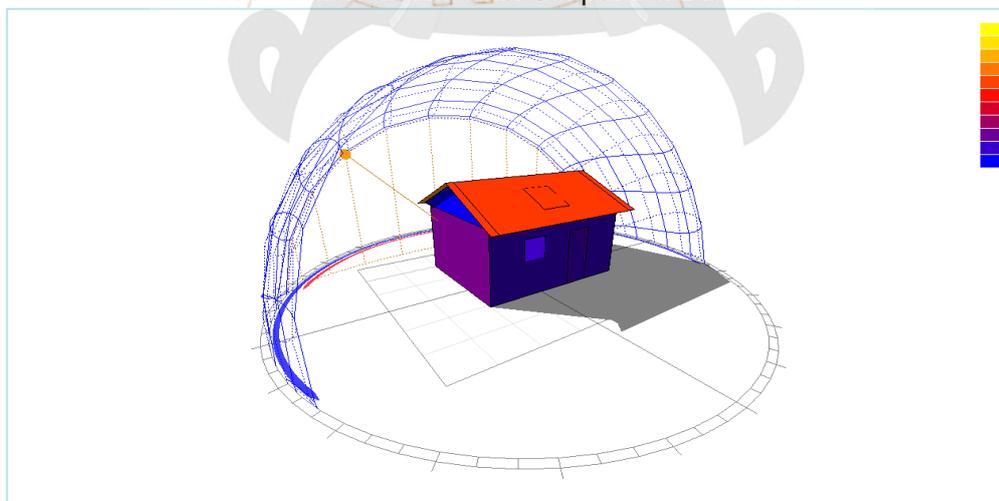
A continuación se muestra las opciones más importantes de visualización.

Pasó 11: la visualización de sombras estará en función de:

- Cambio de fecha y hora
- Localización y orientación

Figura 3.14.n

Visualización de Ruta del Sol para el Día Actual



Análisis del modelo final de la vivienda de adobe Elaboración con uso del programa ECOTECT versión 2011)

La configuración se describe a continuación

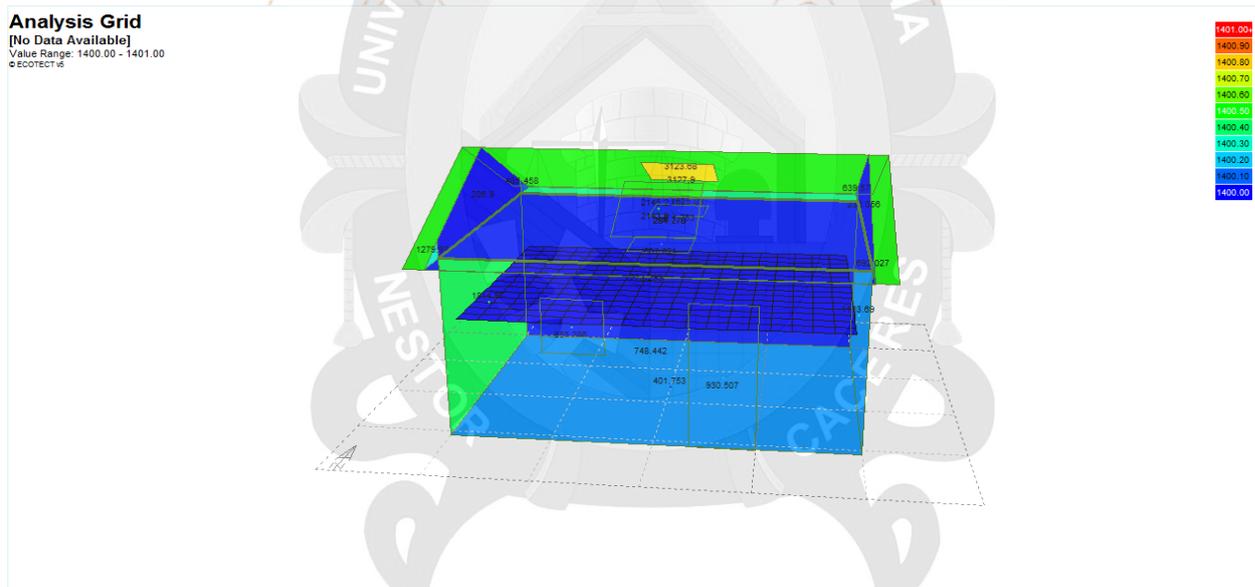
- La simulación de este modelo se siguió con las consideraciones mencionadas en la sección anterior, tal como se muestra en la tabla 7.1
- El análisis realizado es para el día 21 de Junio a horas 3:00 pm de la tarde donde el sol da hacia el este, solsticio de invierno
- La fachada de la vivienda orientación al norte

3.5.4 Análisis de radiación solar incidente sobre superficies

La radiación solar incidente, también llamada insolación, se refiere al amplio espectro de la energía radiante del sol que golpea un objeto o superficie. En el formato de archivo de datos meteorológicos, la componente directa (E_{direct}) se da como un valor en W/m^2 y se mide en una superficie que mira directamente al sol.

Figura 3.15.o

Análisis de radiación solar en la vivienda



Análisis de radiación solar con programa ECOTECT versión 2011

Utilizando el programa ECOTECT versión 2011 nos muestra la figura siguiente en donde se observa la cantidad de radiación solar en la envolvente de la vivienda, el nivel de radiación sobre las superficies se mide en wh/m^2 de acuerdo a la ubicación la radiación solar a la envolvente varía de acuerdo a la ubicación de la habitación, por lo que en la figura se nota que hay una variación de radiación solar.

Es posible mostrar el diagrama solar del lugar seleccionado en interacción con el modelo, permitiendo visualizar el vector solar según el mes, día y hora que deseemos, mostrando a su vez la sombra generada para ese momento en específico y teniendo la posibilidad de ver rango de sombras y diagramas de sombras de superficies seleccionadas.

Con el uso de muchas herramientas que nos permite analizar ECOTECT podemos generar durante la etapa de diseño mejores decisiones que optimicen según la ubicación, forma.

En las siguientes figuras podemos observar las sombras que se generan en los diferentes meses del año mediante el software ECOTECT versión 2011 a distintas horas del día para poder observar el comportamiento del sol durante el día.

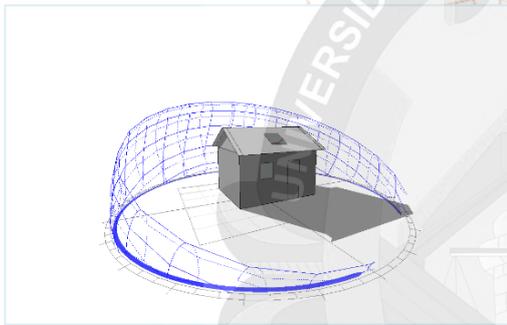


Fig. 3.16.p sombra 11:00am 11 de Febrero

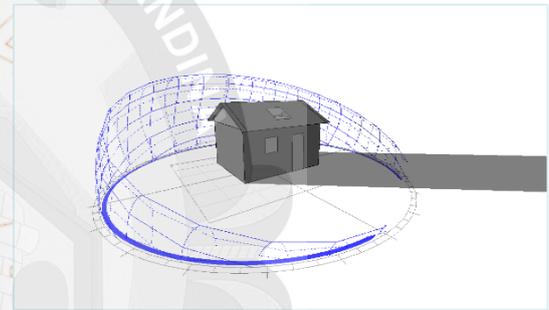


Fig. 3.17.q sombra 12:30pm 11 de Abril

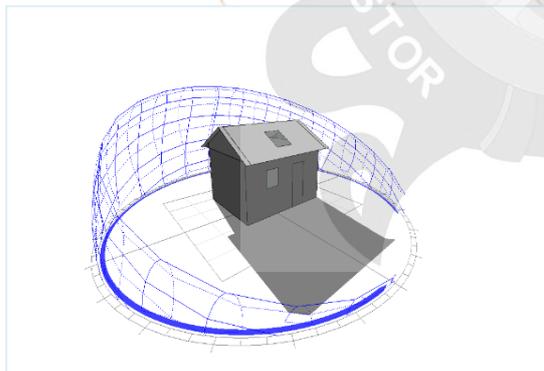


Fig. 3.18.r sombra 09:30am 13 de Junio

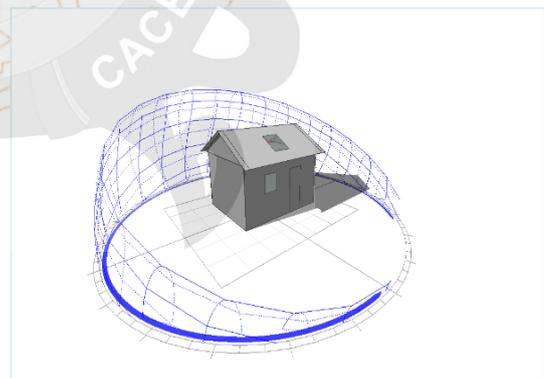


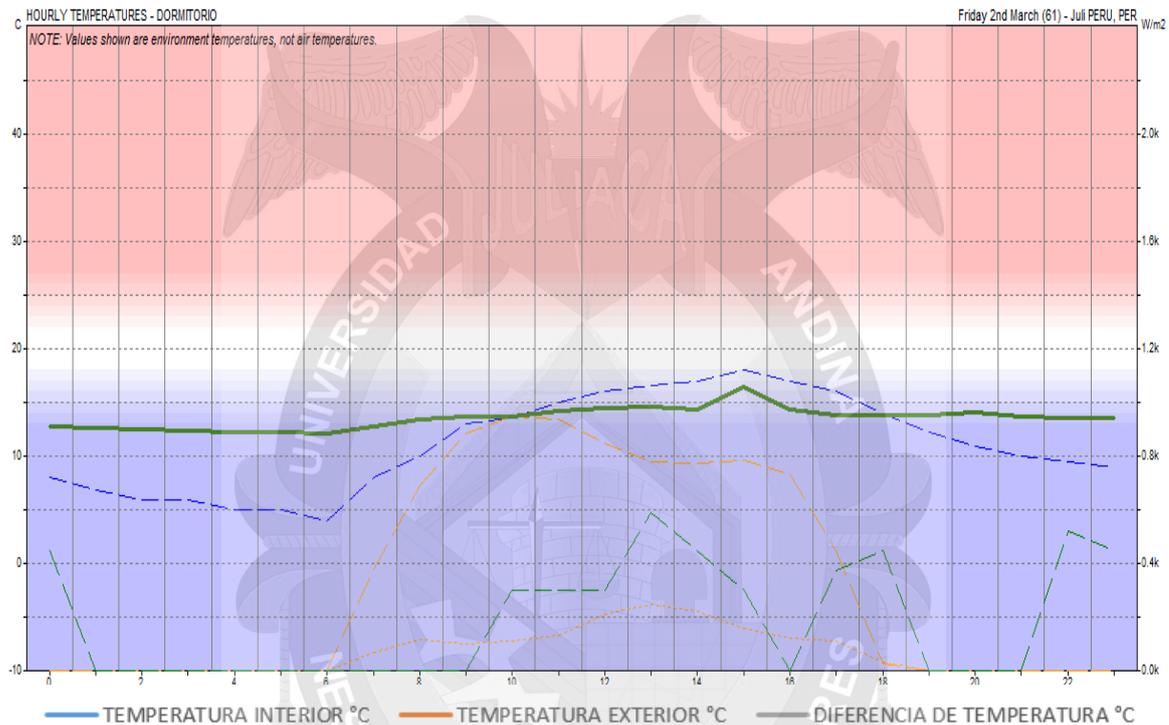
Fig. 3.19.s sombra 13:45am 13 de Diciembre

Temperaturas horarias

El gráfico de temperaturas horarias muestra las temperaturas internas de todas las zonas térmicas visibles en el modelo para un periodo de 24 horas. Esta forma de análisis puede ser accedida a través de la tabla de análisis térmico en la página de análisis o invocada desde el ítem de performance térmica en el menú **Calculate**

Grafico 3.1.a

Análisis de confort térmico interior de la vivienda



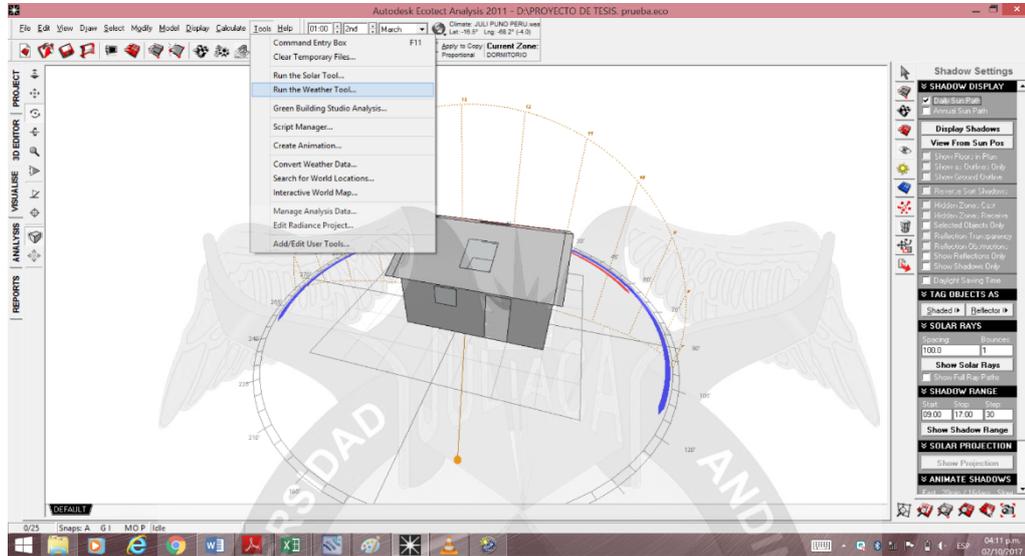
Resultados de Confort térmico con uso del programa ECOTECT versión 2011

El análisis del confort térmico de la vivienda con el programa ECOTECT versión 2011 en la figura nos muestra temperatura interior, temperatura exterior y diferencia de temperaturas, el pico más alto que llega la temperatura es de 15.6 °C a horas 03:00 pm lo que hace presagiar que la vivienda interior mantiene un confort térmico adecuado para el poblador, y la temperatura exterior está por los 18.0 °C, con una diferencia de temperatura de -2.4 °C, por lo cual podemos señalar que la vivienda presenta un adecuado confort térmico, para que la calor acumulada durante el día sirva de almacén ya que la Titora por ser una material poroso acumula energía, por lo que en horas de la noche este emite la calor acumulada para un confort térmico adecuado en horas de la noche.

La temperatura acumulada para las 11:00 pm de la noche la habitación tiene una temperatura interior de 13.4 °C comparando con el exterior la temperatura es de 9 °C y con una diferencia de temperaturas de 4.4 °C.

Figura 3.20.t

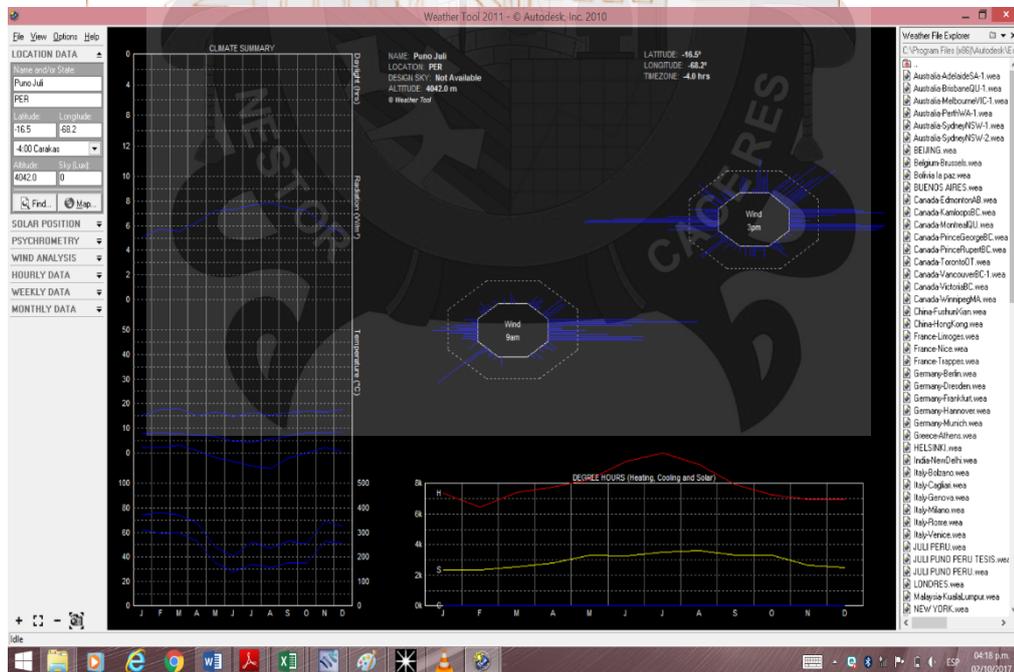
Ingreso al Comando Tools



Software de Autodesk Ecotect v.2011

Figura 3.21.u

Ingreso a Weather Tool



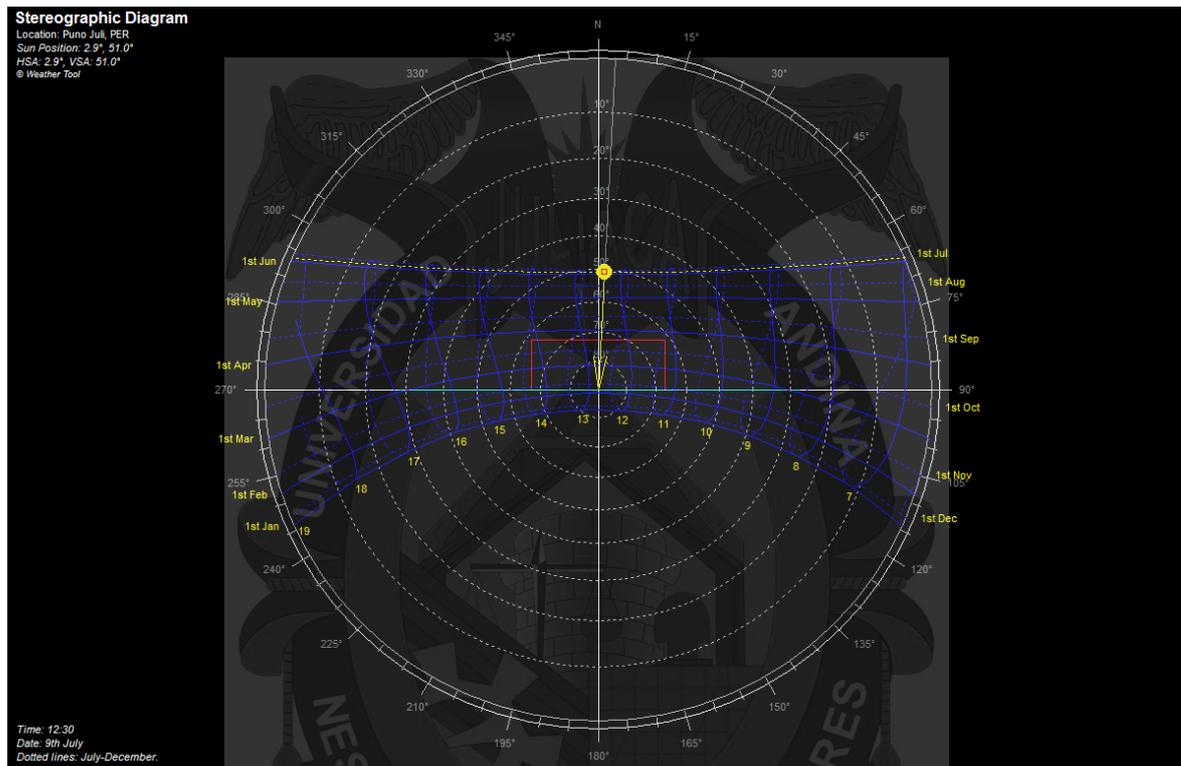
Software de Autodesk Ecotect v.2011

El recorrido solar se puede estimar a través de gráficos geométricos, o cálculos analíticos, ya que la mecánica se puede describir por ecuaciones de trigonometría espacial, es posible escenificar en gráficos la posición solar variable a lo largo del tiempo y para cada latitud con diferentes tipos de diagramas, este

el programa ECOTECT versión 2011 se obtiene la gráfica de geometría solar donde se observa el recorrido solar, durante los meses del año y horas por día esta grafica nos ayudara a orientar mejor la vivienda para un mejor asoleamiento.

Figura 3.22.v

Geometría solar para el Distrito de Juli

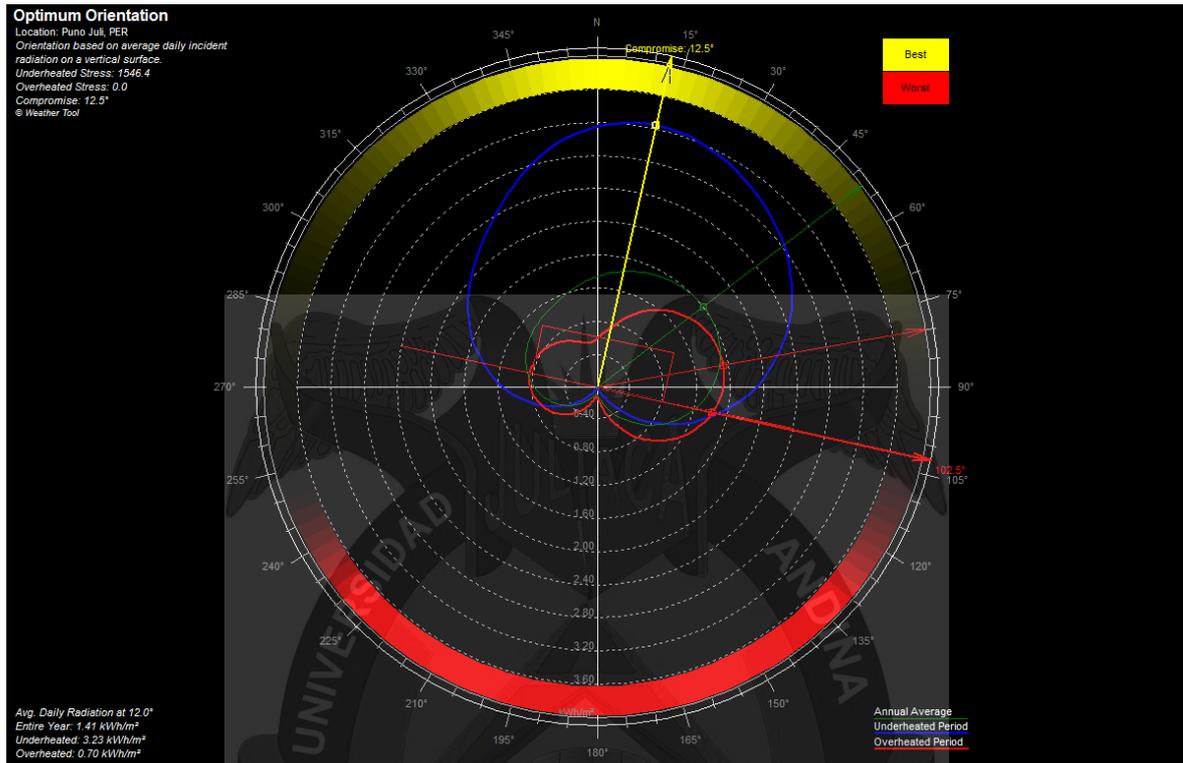


Análisis del recorrido solar con uso del programa ECOTECT versión 2011)

3.5.8 Mejor Orientación

Para derivar la orientación más eficaz, la herramienta de tiempo calcula la cantidad de radiación solar incidente sobre una superficie vertical 1m² por cada 5° de Angulo de orientación. Tres valores se almacenan para cada Angulo, la radiación media diaria tomado durante todo el año, a lo largo de los tres meses más fríos y más cálidos de los tres meses. Estos tres valores puede ser trazados en un gráfico polar en que el radio de cualquier punto del centro representa el valor de la radiación incidente, utilizando el programa ECOTECT versión 2011, nos genera la siguiente gráfica, orientar la vivienda a 12.5° noreste para una mejor captación solar durante el día.

Orientación adecuada para la Ubicación de la Vivienda



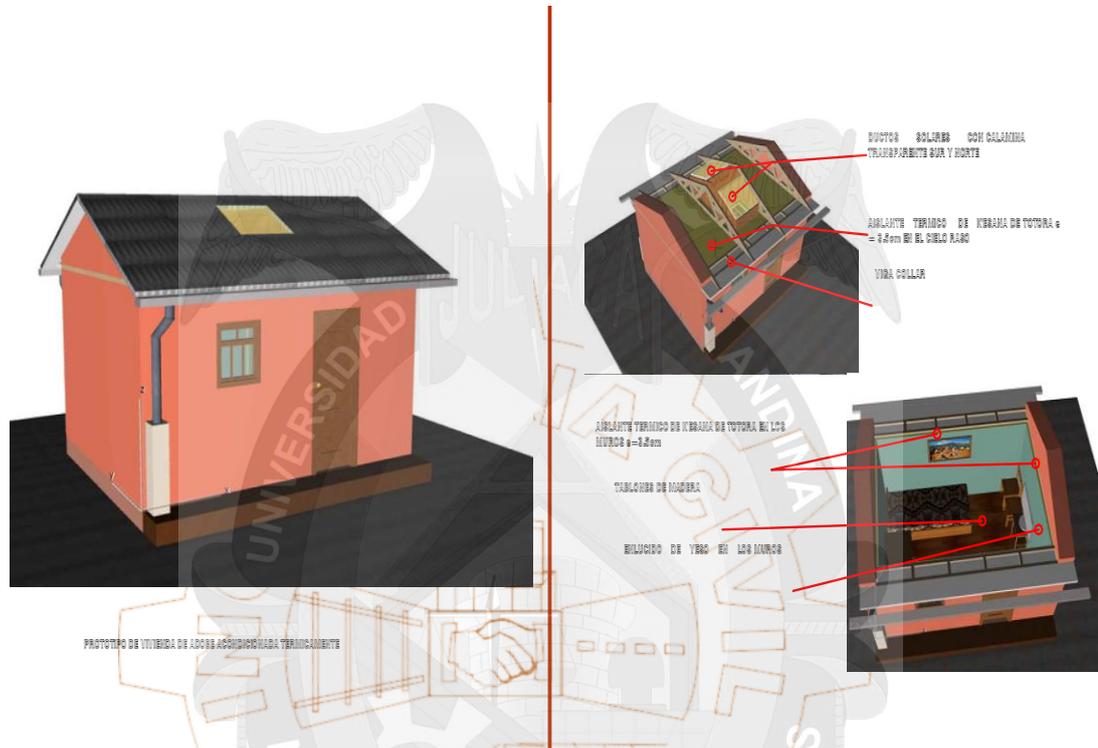
Análisis de la orientación de la vivienda con uso del programa ECOTECT versión 2011)



Isometría de propuesta de vivienda de adobe acondicionada térmicamente para mejorar el confort térmico.

Figura 4.1.a

Isometría de la vivienda construida



PROTOTIPO DE VIVIENDA DE ADOBE ACONDICIONADA TÉRMICAMENTE



CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO DE VIVIENDA DE ADOBE ACONDICIONADA TÉRMICAMENTE EN LA COMUNIDAD DE PALERMO RIO BALADO UBICADO A 8880 M.S.N.M. DEL DISTRITO DE JULI EN LA PROVINCIA DE CHUQUIBUT



PROTOTIPO DE VIVIENDA ACONDICIONADA TÉRMICAMENTE CON MATERIALES TRADICIONALES





A continuación se menciona algunas experiencias de algunas entidades que se enfocan en mejorar el confort térmico de las viviendas rurales en el ámbito del país.

1. "Aislamiento térmico de la vivienda" Experiencia del Programa Nacional de Vivienda Rural (PNVR-MVCS 2016) en pisos y otras medidas de aislamiento.
2. Abrigando Hogares Experiencias con medidas de confort térmico en viviendas rurales altoandinas "Reducción de la Vulnerabilidad de los Pobladores Rurales de las Zonas Altoandinas"
3. Vivienda Altoandina Abrigada y Segura "Transferencia tecnológica para la mejora de la salud, confort térmico y seguridad (gestión de riesgos) en la vivienda de zonas de clima frío intertropical de altura, aplicada al hábitat alto andino de la región Puno"
4. Centro de Energías Renovables y uso Racional de la Energía una Perspectiva Solar Proyecto: Acondicionamiento de Vivienda Rural Existente y Prototipo de Vivienda Rural Nueva en Zonas Cálidas de Piura, Ica y Loreto.
5. "Manual para la Mejora del Confort Térmico de la Vivienda Altoandina" Proyecto: "Adaptación al Cambio climático y reducción del riesgo de desastres en cuencas prioritizadas de Ica y Huancavelica"
6. Soluciones Técnicas en Apoyo a la Autoconstrucción de la Vivienda en el Distrito de Mazocruz Proyecto: "Apoyo al Proceso de Recuperación (Rehabilitación y Reconstrucción) de las Poblaciones afectadas por las nevadas y granizadas ocurridas en la región de Puno – 2013"
7. Confort Térmico en Viviendas Altoandinas un Enfoque Integral Proyecto: Ccasamanta Qarkanakusum CARE Perú.
8. Soluciones constructivas para elevar la temperatura interior en viviendas rurales ubicadas en zonas altoandinas. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento Dirección Nacional de Construcción.

6.1 Análisis de costos

Se realizó el análisis de costos de la vivienda acondicionada térmicamente con materiales térmicos, con la intención de comparar los costos con la vivienda no acondicionada térmicamente de las mismas características.

A continuación se nombran los rendimientos de mano de obra utilizados en el análisis.

1. Estructuras

a. Pisos

a.1. Aislamiento con sabana de plástico grueso

Calculo del rendimiento M.O. para el tendido de una sábana de plástico grueso

Plástico Grueso	3.40 X 2.50
Área Del Plástico Grueso	8.50 m ² en 8 horas
Acarreo	6.82 m ² en 8 horas

Personal base:

	Personal
1 Limpieza del piso de la habitación (acarreo)	0.5 peón
2 Tendido del plástico en el piso	1 peón
Tensado del plástico grueso	

En horas hombre:

$$\text{Peón: } \frac{(0.5 \times 8)}{6.82} + \frac{(1 \times 8)}{8.50} = 1.527 \text{ H.H.}$$

Total: 1.527 H.H.

Calculo del rendimiento en m² en 8 horas:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Jornada laboral diaria} \times \text{N}^\circ \text{ de Hombres}}{\text{Produccion diaria}}$$

$$R = \frac{8(1 + 1.5)}{1.527} = 13.1 \text{ M2/DIA}$$



a.2. Aislamiento con cama de piedra mediana de 6"

Calculo del rendimiento M.O. para empedrado con piedra mediana de 6"

Cama de piedra	3.40 X 2.50
Área de la cama de piedra	8.5 m2 en 8 horas
Acarreo	3.19 m2 en 8 horas

Personal base:

	Personal
1 Acumulación de piedras medianas (acarreo)	1 Peón
2 Colocado de durmientes de madera 2"x2"x10'	1 Operario + 0.5 Peón
Empedrado con piedras medianas	
Vaciado con cemento corrido en durmientes	

En horas hombre:

$$\text{Operario: } \frac{1 \times 8}{8.5} = 0.941 \text{ H.H.}$$

$$\text{Peón: } \frac{(0.5 \times 8)}{3.19} + \frac{(1 \times 8)}{8.5} = 2.195 \text{ H.H.}$$

Total: 3.136 H.H.

Calculo del rendimiento en m2 en 8 horas:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Jornada laboral diaria} \times \text{N}^\circ \text{ de Hombres}}{\text{Produccion diaria}}$$

$$R = \frac{8(1 + 1.5)}{3.136} = 6.377 \text{ M2/DIA}$$

a.3. Aislamiento cámara de aire con aserrín de madera e=1"

Calculo del rendimiento M.O. para colocado de aserrín de madera de espesor de 1"

Aserrín de Madera	3.40 X 2.50
Área del colocado de Aserrín de Madera	8.50 m2
Área del colocado de Aserrín de Madera (Acarreo)	6.82m2

Personal

1 limpieza para colocado de aserrín de madera (acarreo)	0.5 Peón
---	----------

Nivelado del aserrín de madera en el piso

En horas hombre:

$$\text{Peón: } \frac{(0.5 \times 8)}{6.82} + \frac{(0.5 \times 8)}{8.5} = 1.057 \text{ H.H.}$$

Total: 1.057 H.H.

Calculo del rendimiento en m2 en 8 horas:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Jornada laboral diaria} \times \text{N}^\circ \text{ de Hombres}}{\text{Produccion diaria}}$$

$$R = \frac{8(1)}{1.057} = 7.568 \text{ M2/DIA}$$

b. Vigas

b.1. Viga collar

Calculo del rendimiento M.O. para una viga collar

Estructura de la Madera $2(4 \times 0.30) + 2(3.10 \times 0.30)$

Área de la Estructura 4.26 M2

	Personal	Tiempo Requerido
1 Tallado de uniones de madera	1 Operario + 0.5 Peón	40 min.
2 Armado de la estructura de madera	1 Operario + 0.5 Peón	60min.
3 Tensado de la estructura	1 Operario + 0.5 Peón	20 min.
TOTAL		120 min. = 2 HORAS

RENDIMIENTO POR DIA 8 HORAS 17.04 M2/DIA

2. Arquitectura

a. Revoques enlucidos y molduras

a.1. Revoque con barro en interior primera capa e=1.0cm

Calculo del rendimiento M.O. para revoques con mortero de barro

Muro de Adobe $2(3.40 \times 2.0) + 2(4.0 \times 2)$



Acarreo 3.93 m2

Personal

1 Zarandeado de tierra para revoque

1 Peón

Picado de paja

Remojado con agua la tierra

Pisado del mortero de barro

2 Revestimiento del muro interior

1 Operario + 0.5 peón

En horas hombre:

$$\text{Operario: } \frac{1 \times 8}{29.6} = 0.270 \text{ H.H.}$$

$$\text{Peón: } \frac{(0.5 \times 8)}{29.6} + \frac{(1 \times 8)}{3.93} = 2.170 \text{ H.H.}$$

Total: 2.440 H.H.

Calculo del rendimiento en m2 en 8 horas:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Jornada laboral diaria} \times \text{N}^\circ \text{ de Hombres}}{\text{Produccion diaria}}$$

$$R = \frac{8(1 + 1.5)}{2.440} = 8.196 \text{ M2/DIA}$$

b.1. Aislamiento de muro interior con K'esana de totora e=3.5cm

Calculo del rendimiento M.O. para un panel de K'esana

Panel 2(3.40 X 2.0) + 2(2.50 X 2)

Área del panel 23.60 m2

Acarreo 4.2 m

Personal

1 Colocado de la K'esana de totora en el muro

1 Operario + 0.5 Peón

Tensado del panel de K'esana en el muro

Enmallado con alambre sobre la K'esana

Acarreo

0.5 peón

En horas hombre:

$$\text{Operario: } \frac{1 \times 8}{23.6} = 0.338 \text{ H.H.}$$



$$\text{Peón: } \frac{23.6}{4.2} = 1.121 \text{ H.H.}$$

Total: 1.460 H.H.

Calculo del rendimiento en m2 en 8 horas:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Jornada laboral diaria} \times \text{N}^\circ \text{ de Hombres}}{\text{Produccion diaria}}$$

$$R = \frac{8(1 + 1)}{1.460} = 10.952 \text{ M2/DIA}$$

b. Cielo rasos

b.1. Estructura de soporte en cielo raso

Calculo del rendimiento M.O. para una estructura de cielo raso

Estructura 3.40 x 2.50

Área de la estructura 8.50 m²

Acarreo 10 m

Personal

1 Armado de estructura de madera 1 Operario + 1Peón

Tensado de la estructura

En horas hombre:

$$\text{Operario: } \frac{1 \times 8}{8.50} = 0.941 \text{ H.H.}$$

$$\text{Peón: } \frac{(1 \times 8)}{8.5} + \frac{(1 \times 8)}{10} = 1.741 \text{ H.H.}$$

Total: 2.682 H.H.

Calculo del rendimiento en m2 en 8 horas:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Jornada laboral diaria} \times \text{N}^\circ \text{ de Hombres}}{\text{Produccion diaria}}$$

$$R = \frac{8(1 + 2)}{2.682} = 8.947 \text{ M2/DIA}$$

b.2. Aislamiento de cielo raso con K'esana de totora e=3.5cm



Panel	3.40 x 2.50
Área del panel	8.50 M2
Acarreo	6 m

Personal

1 Colocado de la K'esana de totora	1 Operario + 0.5 peón
Tensado del panel de K'esana en el cieloraso	
Enmallado con alambre sobre la K'esana	
Acarreo	0.5 peón

En horas hombre:

$$\text{Operario: } \frac{1 \times 8}{8.50} = 0.941 \text{ H.H.}$$

$$\text{Peón: } \frac{(0.5 \times 8)}{8.5} + \frac{(0.5 \times 8)}{6} = 1.137 \text{ H.H.}$$

Total: 2.078 H.H.

Calculo del rendimiento en m2 en 8 horas:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Jornada laboral diaria} \times \text{N}^\circ \text{ de Hombres}}{\text{Produccion diaria}}$$

$$R = \frac{8(1 + 1)}{2.078} = 7.698 \text{ M2/DIA}$$

c. Captación de calor

c.1. Estructura de soporte de conducto en cielo raso

Calculo del rendimiento M.O. para una estructura de conducto solar

Estructura	4(0.45 + 0.45) + 2(0.26) + 2(0.46)
Área de la estructura	5.04 M2
Acarreo	12 m

Personal

1 Armado de estructura de madera	1 Operario + 0.5 Peón
Tensado de la estructura	
Acarreo	1 peón

En horas hombre:

$$\text{Operario: } \frac{1 \times 8}{5.04} = 1.587 \text{ H.H.}$$



$$\text{Peón: } \frac{5.04}{12} = 1.460 \text{ H.H.}$$

Total: 3.047 H.H.

Calculo del rendimiento en m2 en 8 horas:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Jornada laboral diaria} \times \text{N}^\circ \text{ de Hombres}}{\text{Produccion diaria}}$$

$$R = \frac{8(1 + 1.5)}{3.047} = 6.562 \text{ M2/DIA}$$

c.2. Bastidor corredizo

Calculo del rendimiento M.O. para bastidor corredizo

Estructura 02 unidades de (0.60 x 1.20)

Área de la estructura 2 und

Acarreo 7 m

	Personal	Tiempo Requerido
1 Armado de estructura de madera	1 Operario + 0.5 peón	
Tensado de la estructura		
Colocado con triplay		

En horas hombre:

$$\text{Operario: } \frac{1 \times 8}{2} = 4 \text{ H.H.}$$

$$\text{Peón: } \frac{(0.5 \times 8)}{7} = 0.571 \text{ H.H.}$$

Total: 4.571 H.H.

Calculo del rendimiento en m2 en 8 horas:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Jornada laboral diaria} \times \text{N}^\circ \text{ de Hombres}}{\text{Produccion diaria}}$$

$$R = \frac{8(1 + 0.5)}{4.571} = 2.625 \text{ UND/DIA}$$



De acuerdo a las características de la vivienda acondicionada térmicamente con materiales térmicos mejora el confort térmico por todos aquellos materiales que se ha incorporado en la habitación que mejora el confort térmico para elevar la calidad de vida del poblador, el costo de la vivienda acondicionada con materiales térmicos como: en muros aislados con K'esana de Totora, cielo raso aislado con K'esana de Totora, piso aislado con plástico grueso para evitar la capilaridad, empedrado con piedra mediana, incorporado con aserrín de madera, entablado con tablonces de madera y en los vanos como puerta de madera y ventana de madera, y finalmente la habitación cuenta con claraboyas en los techos una en cada agua para captar la energía solar, por toda estas características la habitación tiene un costo de S/. 5,713.32 nuevo soles.

La vivienda sin acondicionamiento térmico es evaluado en cuanto a costos y características, ya que una vivienda sin un aislamiento térmico no mejora la calidad de vida del poblador altoandino y circunlacustre de la región Puno, las características de la vivienda es como se describe: los muros son de adobe de las dimensiones de 40x30x10cm sin aislamiento, el piso no cuenta con aislamiento, el techo no cuenta con claraboyas, los vanos como la puerta es metálico, la ventana es metálico, por todas estas características la vivienda tiene un costo de S/. 3,208.00 nuevo soles

En conclusión una vivienda aislada térmicamente con materiales térmicos mejora el confort térmico y a la vez mejora la calidad de vida frente a los cambios bruscos de temperatura en nuestra región de Puno y a la vez la vivienda propuesto también es sismoresistente y en comparación con la vivienda común no cuenta con aislamiento térmico ni es sismoresistente las características de las viviendas evaluadas no son similares ya que ambos son diferentes en cuanto a diseño.



Presupuesto

Presupuesto **1501004 ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DE ADOBE UBICADOS A MÁS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO**
 Subpresupuesto **001 "ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DE ADOBE UBICADOS A MÁS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO"**
 Cliente **NESTOR ROLANDO FLORES CERVANTES** Costo al **09/07/2017**
 Lugar **PUNO - CHUCUITO - JULI**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/	Parcial S/
01	ESTRUCTURAS				
02	OBRAS PROVISIONALES				5.00
02.01	LOCAL PARA ALMACEN DE MATERIALES DE CONSTRUCCION	mes	1.00	5.00	5.00
03	OBRAS PRELIMINARES				9.18
03.01	LIMPIEZA MANUAL DE TERRENO NORMAL	m2	12.40	0.34	4.22
03.02	TRAZO Y REPLANTEO EN TERRENO NORMAL	m2	12.40	0.40	4.96
04	MOVIMIENTO DE TIERRAS				71.81
04.01	EXCAVACION DE ZANJAS PARA CIMIENTOS DE MAMPOSTERIA CON MORTERO DE BARRO	m3	3.41	16.17	55.14
04.02	ACARREO Y ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	3.41	4.89	16.67
05	CONCRETO SIMPLE				
06	CIMENTOS CORRIDOS				31.42
06.01	CIMENTOS CORRIDOS MEZCLA MORTERO DE BARRO+30% PG	m3	3.12	10.07	31.42
07	SOBRECIMENTOS				329.11
07.01	SOBRECIMIENTO CONCRETO C:H 1:8+8% PM(MAX 6")	m3	1.73	77.16	133.49
07.02	SOBRECIMIENTO ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	9.28	21.08	195.62
08	FALSO PISO				
09	PISOS				798.24
09.01	AISLAMIENTO CON SABANA DE PLASTICO GRUESO	m2	8.50	8.92	75.82
09.02	AISLAMIENTO CON CAMA DE PIEDRA MEDIANA DE 6"	m2	8.50	78.46	666.91
09.03	AISLAMIENTO CAMARA DE AIRE CON ASERRIN DE MADERA E=1"	m2	8.50	6.53	55.51
10	VIGAS				202.77
10.01	VIGA COLLAR	m	32.60	6.22	202.77
11	ESTRUCTURA DE MADERA Y COBERTURAS				656.00
11.01	TIJERAL DE MADERA TIPO 1	pza	4.00	67.49	269.96
11.02	CORREAS DE MADERA AGUANO 1"X3"	m	38.00	3.31	125.78
11.03	CUMBRERA GALVANIZADA	m	4.50	5.93	26.69
11.04	COBERTURA DE CALAMINA 11 CANALES	m2	17.34	13.47	233.57
12	ARQUITECTURA				
13	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA				361.76
13.01	MUROS DE ADOBE 40X30X10 JUNTAS MORTERO DE BARRO E=3CM	m2	26.60	13.60	361.76
14	REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS				1,072.05
14.01	REVOQUE CON BARRÓ EN INTERIOR PRIMERA CAPA E=1.0cm	m2	20.06	12.16	243.93
14.02	AISLAMIENTO DE MURO INTERIOR CON KESANA DE TOTORA E=3.5CM	m2	23.60	15.04	354.94
14.03	ENLUCIDO DE YESO SOBRE MUROS INTERIORES E=1.5CM	m2	23.02	4.71	108.42
14.04	TARRAJEO EN MUROS EXTERIORES MORTERO C:A 1:5 E=1.5cm	m2	33.32	8.65	288.22
14.05	VESTIDURA DE DERRAMES INTERIOR YESO E=1.5CM	m	6.25	5.04	31.50
14.06	VESTIDURA DE DERRAMES EXTERIOR C:A 1:5 E=1.5cm	m	6.25	5.91	36.94
14.07	BRUÑAS DE E=1CM	m	15.00	0.54	8.10
15	CIELO RASOS				540.91
15.01	ESTRUCTURA DE SOPORTE EN CIELO RASO	m	30.00	10.71	321.30
15.02	AISLAMIENTO DE CIELO RASO CON KESANA DE TOTORA E=3.5CM	m2	8.50	18.68	158.78
15.03	ENLUCIDO DE YESO EN CIELO RASO INTERIORES E=1.5CM	m2	7.14	8.52	60.83
16	CAPTACION DE CALOR				462.09
16.01	CALAMINA TRANSPARENTE EN TECHO	m2	1.52	15.21	23.12
16.02	ESTRUCTURA DE SOPORTE DE CONDUCTO EN CIELO RASO	m	22.00	16.24	357.28
16.03	TRIPLAY EN CONDUCTO DE CLARABOYA	m2	3.70	7.58	28.05
16.04	BASTIDOR CORREDIZO	und	2.00	22.77	45.54
16.05	BRUÑAS DE E=1CM	m	15.00	0.54	8.10
17	PISOS Y PAVIMENTOS				249.93
17.01	PISO DE ACABADO CON TABLONES DE MADERA AGUANO DE 1"x8"x10"	m2	8.50	21.62	183.77
17.02	VEREDAS - MORTERO F'c= 175 kg/cm2 E=4" INCLUYE ACABADO Y BRUÑADO	m2	2.00	33.08	66.16
18	CARPINTERIA METAL MADERA				176.28
18.01	VENTANA DE MADERA (V-1) SEGUN DISEÑO INC. COLOCACION	und	1.00	35.69	35.69
18.02	PUERTA DE MADERA 0.65X1.60M INC. COLOCACION	und	1.00	140.59	140.59
19	VIDRIOS CRISTALES Y SIMILARES				72.28
19.01	VIDRIO SEMIDOBLE EN VENTANA INCLUY/COLOCACION	p2	3.00	3.93	11.79

Fecha : 27/12/2017 02:26:19p.m.

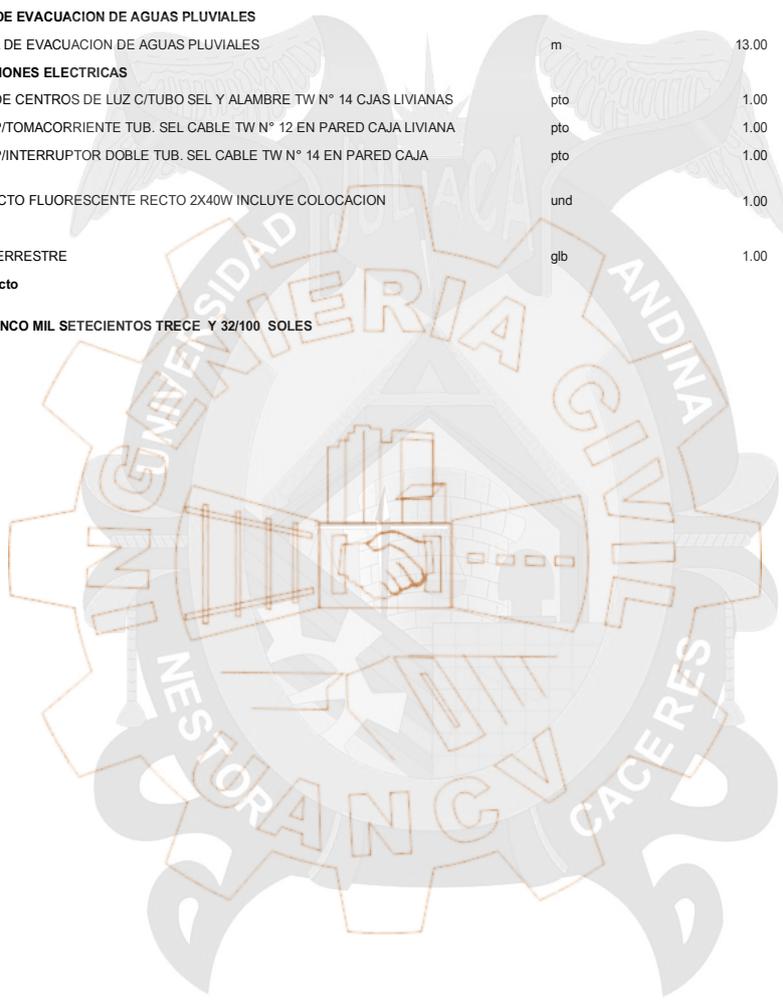


Presupuesto

Presupuesto **1501004** ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DE ADOBE UBICADOS A MÁS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO
 Subpresupuesto **001** "ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DE ADOBE UBICADOS A MÁS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO"
 Cliente **NESTOR ROLANDO FLORES CERVANTES** Costo al **09/07/2017**
 Lugar **PUNO - CHUCUITO - JULI**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/	Parcial S/
19.02	VIDRIO SEMIDOBLE EN DUCTOS DE CLARABOYAS (3 mm)	p2	16.26	3.72	60.49
20	PINTURA				294.56
20.01	PINTURA LATEX DOS MANOS EN MUROS INTERIORES Y EXTERIORES	m2	35.00	5.26	184.10
20.02	PINTURA S EN CIELO RASO AL LATEX	m2	21.00	5.26	110.46
21	INSTALACIONES SANITARIAS				
22	SISTEMA DE EVACUACION DE AGUAS PLUVIALES				104.00
22.01	SISTEMA DE EVACUACION DE AGUAS PLUVIALES	m	13.00	8.00	104.00
23	INSTALACIONES ELECTRICAS				75.93
23.01	SALIDA DE CENTROS DE LUZ C/TUBO SEL Y ALAMBRE TW N° 14 C/JAS LIVIANAS	pto	1.00	33.38	33.38
23.02	SALIDA P/TOMACORRIENTE TUB. SEL CABLE TW N° 12 EN PARED CAJA LIVIANA	pto	1.00	11.35	11.35
23.03	SALIDA P/INTERRUPTOR DOBLE TUB. SEL CABLE TW N° 14 EN PARED CAJA LIVIANA	pto	1.00	13.85	13.85
23.04	ARTEFACTO FLUORESCENTE RECTO 2X40W INCLUYE COLOCACION	und	1.00	17.35	17.35
24	VARIOS				200.00
24.01	FLETE TERRESTRE	gib	1.00	200.00	200.00
	Costo Directo				5,713.32

SON: CINCO MIL SETECIENTOS TRECE Y 32/100 SOLES





Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra **1501004** **ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DE ADOBE UBICADOS A MÁS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO**
 Subpresupuesto **001** **"ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DE ADOBE UBICADOS A MÁS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO"**
 Fecha **01/07/2017**
 Lugar **210401** **PUNO - CHUCUITO - JULI**

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
MANO DE OBRA					
0101010003	OPERARIO	hh	228.5973	5.19	1,186.42
0101010005	PEON	hh	201.7671	4.16	839.35
					2,025.77
MATERIALES					
0201050006	ASERRIN DE MADERA	kg	8.5000	2.00	17.00
0203020002	FLETE TERRESTRE	glb	1.0000	200.00	200.00
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg	2.5984	4.50	11.69
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg	2.4990	8.00	19.99
02040100030004	ALAMBRE GALVANIZADO N° 18	kg	4.9560	3.80	18.83
02041200010001	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 1"	kg	0.1850	8.00	1.48
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	14.4462	4.00	57.78
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg	4.0120	4.50	18.05
02041200010009	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA 2",3",4"	kg	4.8900	4.00	19.56
02041200010010	CLAVOS PARA CALAMINA	kg	1.8688	5.00	9.34
0204250006	CALAMINA N° 30 1.83X0.83X3mm	pza	13.7333	15.00	206.00
0204250007	CALAMINA TRANSPARENTE AMARILLO 1.83X0.83X3mm	pza	1.2038	16.00	19.26
02070100050002	PIEDRA MEDIANA DE 6"	m3	3.5616	17.00	60.55
02070200010001	ARENA FINA	m3	0.7568	20.00	15.14
0207030001	HORMIGON	m3	6.8678	10.00	68.68
0207050004	TIERRA CERNIDA	m3	0.4150	1.00	0.42
02100500010001	PLASTICO DOBLE ANCHO	m	8.5000	5.00	42.50
0213010007	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 kg)	bol	33.3051	23.00	766.02
0213030001	YESO	kg	0.6200	0.70	0.43
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg	bol	19.7342	6.50	128.27
0215010002	TUBERIA PVC SEL PARA INSTALACIONES ELECTRICAS DE 3/4"X3m	und	3.0000	2.80	8.40
0216060002	ADOBES DE 40X30X10	und	478.8000	0.50	239.40
0222100001	SILICONA	und	0.4752	7.00	3.33
0231000001	MADERA AGUANO	p2	28.2112	4.50	126.95
02310000010003	MADERA AGUANO 2"X3"X10'	pza	11.4100	6.00	68.46
02310000010005	MADERA AGUANO 2"X2"X10'	p2	0.0310	3.20	0.10
02310000010006	MADERA AGUANO 1"X3"X10'	pza	13.3000	6.00	79.80
0231000002	MADERA PARA DURMIENTES DE 2" X 2" X 10'	p2	8.5000	6.50	55.25
0231000003	MADERA PARA ESTRUCTURA DE 2" X 2" X 10'	p2	15.6000	5.00	78.00
02310500010008	TRIPLAY DE 1.20X2.40 m X 6 mm	pln	2.3940	12.00	28.73
0234060003	TABLONES DE MADERA 3/4" X 8" X 10'	und	8.5000	13.00	110.50
02380100030003	LIJA	und	2.2400	2.50	5.60
0240010001	PINTURA LATEX	gal	2.2400	25.00	56.00
02400100050002	PINTURA IMPRIMANTE PARA MUROS	gal	7.2800	22.00	160.16
0241020001	CINTA AISLANTE	ril	0.1800	3.50	0.63
0243120003	VIDRIO TRANSPARENTE SEMI DOBLE	p2	20.2230	3.00	60.67
02510300010008	TORNILLO AUTORROSCANTE 9/64X3"	und	0.2000	0.50	0.10
02560300010004	DURMIENTES DE MADERA 2"X2"X10'	p2	2.5500	5.00	12.75
0262050008	INTERRUPTOR BAKELITA X 2.5WITCH	und	1.0000	7.50	7.50
02621300010006	TOMACORRIENTE BAKELITA BIPOLAR DOBLE	und	1.0000	5.00	5.00
0268020002	CAJA OCTOGONAL PLASTICO 4" X 2" X 2"	und	1.0000	1.00	1.00
02680800010004	CAJA RECTANGULAR PLASTICO 4" X 2" X 2"	und	2.0000	1.00	2.00
0270110324	ARTEFACTO FLUORESCENTE RECTO 2X40W	und	1.0000	12.00	12.00
0270150002	CABLE TW # 14 AWG 2.5 mm2	m	15.0000	1.20	18.00
0271050139	BASTIDORES DE MADERA	und	2.0000	3.00	6.00
0279010049	K'ESANA DE TOTORA E=3.5CM	m2	32.1000	8.00	256.80
0290100020016	TIJERAL DE MADERA TIPO I SEGUN DISEÑO	und	4.0000	60.00	240.00
0290110008	CUMBRERA	m	4.5900	5.00	22.95
02902200060002	PAJA PICADA	kg	13.2396	1.00	13.24
0292010001	CORDEL	m	2.4800	0.50	1.24
0292030002	CANAleta DE PLANCHA GALVANIZADA PARA LLUVIA INCLUYE ACCESORIOS	m	13.0000	8.00	104.00
					3,465.55
EQUIPOS					
0301230002	ALQUILER DE LOCAL	mes	1.0000	5.00	5.00
0301240013	VENTANA DE MADERA (V-1) 0.60 X 0.60 SEGUN DISEÑO INC. COLOCACION	und	1.0000	25.00	25.00
0301240014	PUERTA DE MADERA 0.65 X 1.60 SEGUN DISEÑO INC. COLOCACION	und	1.0000	130.00	130.00
					160.00
Total				S/	5,651.32

Fecha : 27/12/2017 02:28:09p.m.



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1501004 ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DE ADOBE UBICADOS A MÁS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO
Subpresupuesto 001 "ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DE ADOBE UBICADOS A MÁS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO"

Partida	02.01	(010102010205-1501004-01)	LOCAL PARA ALMACEN DE MATERIALES DE CONSTRUCCION	Costo unitario directo por:	mes	5.00	
Código	Descripción Recurso		Equipos	Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
0301230002	ALQUILER DE LOCAL			mes	1.0000	5.00	5.00 5.00
Partida	03.01	(010101030304-1501004-01)	LIMPIEZA MANUAL DE TERRENO NORMAL	Costo unitario directo por:	m2	0.34	
Código	Descripción Recurso		Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
0101010005	PEON			hh	0.0800	4.16	0.33 0.33
Código	Descripción Recurso		Equipos	Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.01	0.01 0.01
Partida	03.02	(010101020123-1501004-01)	TRAZO Y REPLANTEO EN TERRENO NORMAL	Costo unitario directo por:	m2	0.40	
Código	Descripción Recurso		Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
0101010003	OPERARIO			hh	0.0320	5.19	0.17
0101010005	PEON			hh	0.0160	4.16	0.07 0.24
Código	Descripción Recurso		Materiales	Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
0213030001	YESO			kg	0.0500	0.70	0.04
02310000010005	MADERA AGUANO 2"X2"X10'			p2	0.0025	3.20	0.01
0292010001	CORDEL			m	0.2000	0.50	0.10 0.15
Código	Descripción Recurso		Equipos	Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.01	0.01 0.01
Partida	04.01	(010104010917-1501004-01)	EXCAVACION DE ZANJAS PARA CIMIENTOS DE MAMPOSTERIA CON MORTERO DE BARRO	Costo unitario directo por:	m3	16.17	
Código	Descripción Recurso		Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
0101010005	PEON			hh	3.7736	4.16	15.70 15.70
Código	Descripción Recurso		Equipos	Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.47	0.47 0.47
Partida	04.02	(010104010916-1501004-01)	ACARREO Y ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	Costo unitario directo por:	m3	4.89	
Código	Descripción Recurso		Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
0101010005	PEON			hh	1.1429	4.16	4.75 4.75
Código	Descripción Recurso		Equipos	Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.14	0.14 0.14

Fecha : 27/12/2017 02:34:51p.m.



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1501004 ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DE ADOBE UBICADOS A MÁS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO
Subpresupuesto 001 "ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DE ADOBE UBICADOS A MÁS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO"

Partida	06.01	(010105010122-1501004-01)	CIMIENTOS CORRIDOS MEZCLA MORTERO DE BARRO+30% PG	Costo unitario directo por:		m3	10.07
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	0.2000	5.19	1.04	
0101010005	PEON		hh	0.1000	4.16	0.42	
Materiales							
02070100050002	PIEDRA MEDIANA DE 6"		m3	0.5000	17.00	8.50	
0207050004	TIERRA CERNIDA		m3	0.0700	1.00	0.07	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.04	0.04	

Partida	07.01	(010105010014-1501004-01)	SOBRECIMIENTO CONCRETO C:H 1:8+8% PM(MAX 6")	Costo unitario directo por:		m3	77.16
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	0.6667	5.19	3.46	
0101010005	PEON		hh	0.3333	4.16	1.39	
Materiales							
02070100050002	PIEDRA MEDIANA DE 6"		m3	0.4200	17.00	7.14	
0207030001	HORMIGON		m3	0.6600	10.00	6.60	
0213010007	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 kg)		bol	2.5399	23.00	58.42	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.15	0.15	

Partida	07.02	(010105010012-1501004-01)	SOBRECIMIENTO ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	Costo unitario directo por:		m2	21.08
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	0.8000	5.19	4.15	
0101010005	PEON		hh	0.4000	4.16	1.66	
Materiales							
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8		kg	0.2800	4.50	1.26	
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg	0.0400	4.00	0.16	
0231000001	MADERA AGUANO		p2	3.0400	4.50	13.68	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.17	0.17	

Partida	09.01	(010150010105-1501004-01)	AISLAMIENTO CON SABANA DE PLASTICO GRUESO	Costo unitario directo por:		m2	8.92
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010005	PEON		hh	0.9160	4.16	3.81	
Materiales							
02100500010001	PLASTICO DOBLE ANCHO		m	1.0000	5.00	5.00	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.11	0.11	

Fecha : 27/12/2017 02:34:51p.m.



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1501004 ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DE ADOBE UBICADOS A MÁS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO
Subpresupuesto 001 "ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DE ADOBE UBICADOS A MÁS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO"

Partida 09.02 (010150010110-1501004-01) AISLAMIENTO CON CAMA DE PIEDRA MEDIANA DE 6"
Costo unitario directo por: m2 78.46

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	1.2545	5.19	6.51
0101010005	PEON	hh	0.6273	4.16	2.61
9.12					
Materiales					
02070100050002	PIEDRA MEDIANA DE 6"	m3	0.1500	17.00	2.55
0207030001	HORMIGON	m3	0.6600	10.00	6.60
0213010007	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 kg)	bol	2.5399	23.00	58.42
02560300010004	DURMIENTES DE MADERA 2"X2"X10'	p2	0.3000	5.00	1.50
69.07					
Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.27	0.27
0.27					

Partida 09.03 (010150010113-1501004-01) AISLAMIENTO CAMARA DE AIRE CON ASERRIN DE MADERA E=1"
Costo unitario directo por: m2 6.53

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra					
0101010005	PEON	hh	1.0571	4.16	4.40
4.40					
Materiales					
0201050006	ASERRIN DE MADERA	kg	1.0000	2.00	2.00
2.00					
Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.13	0.13
0.13					

Partida 10.01 (010105010124-1501004-01) VIGA COLLAR
Costo unitario directo por: m 6.22

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	0.4695	5.19	2.44
0101010005	PEON	hh	0.2347	4.16	0.98
3.42					
Materiales					
02041200010009	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA 2",3",4"	kg	0.1500	4.00	0.60
02310000010003	MADERA AGUANO 2"X3"X10'	pza	0.3500	6.00	2.10
2.70					
Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.10	0.10
0.10					

Partida 11.01 (010101020113-1501004-01) TIJERAL DE MADERA TIPO 1
Costo unitario directo por: pza 67.49

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	5.19	5.19
0101010005	PEON	hh	0.5000	4.16	2.08
7.27					
Materiales					
02901000020016	TIJERAL DE MADERA TIPO I SEGUN DISEÑO	und	1.0000	60.00	60.00
60.00					
Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.22	0.22
0.22					

Fecha : 27/12/2017 02:34:51p.m.



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1501004 ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DE ADOBE UBICADOS A MÁS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO
Subpresupuesto 001 "ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DE ADOBE UBICADOS A MÁS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO"

Partida	11.02	(010119110518-1501004-01)	CORREAS DE MADERA AGUANO 1"X3"	Costo unitario directo por:			m	3.31
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO		hh	0.0800	5.19	0.42		
0101010005	PEON		hh	0.0400	4.16	0.17		
Materiales								
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg	0.1500	4.00	0.60		
02310000010006	MADERA AGUANO 1"X3"X10'		pza	0.3500	6.00	2.10		
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.02	0.02		

Partida	11.03	(010119110515-1501004-01)	CUMBRERA GALVANIZADA	Costo unitario directo por:			m	5.93
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO		hh	0.0800	5.19	0.42		
Materiales								
02041200010010	CLAVOS PARA CALAMINA		kg	0.0800	5.00	0.40		
0290110008	CUMBRERA		m	1.0200	5.00	5.10		
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.01	0.01		

Partida	11.04	(010119110516-1501004-01)	COBERTURA DE CALAMINA 11 CANALES	Costo unitario directo por:			m2	13.47
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO		hh	0.1600	5.19	0.83		
0101010005	PEON		hh	0.0800	4.16	0.33		
Materiales								
02041200010010	CLAVOS PARA CALAMINA		kg	0.0800	5.00	0.40		
0204250006	CALAMINA N° 30 1.83X0.83X3mm		pza	0.7920	15.00	11.88		
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.03	0.03		

Partida	13.01	(010150010104-1501004-01)	MUROS DE ADOBE 40X30X10 JUNTAS MORTERO DE BARRO E=3CM	Costo unitario directo por:			m2	13.60
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO		hh	0.6154	5.19	3.19		
0101010005	PEON		hh	0.3077	4.16	1.28		
Materiales								
0216060002	ADOBES DE 40X30X10		und	18.0000	0.50	9.00		
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.13	0.13		

Fecha : 27/12/2017 02:34:51p.m.



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1501004 ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DE ADOBE UBICADOS A MÁS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO
Subpresupuesto 001 "ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DE ADOBE UBICADOS A MÁS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO"

Partida	14.01	(010109010217-1501004-01)	REVOQUE CON BARRO EN INTERIOR PRIMERA CAPA E=1.0cm	Costo unitario directo por:	m2	12.16
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	0.9761	5.19	5.07
0101010005	PEON		hh	1.4641	4.16	6.09
11.16						
Materiales						
0207050004	TIERRA CERNIDA		m3	0.0098	1.00	0.01
02902200060002	PAJA PICADA		kg	0.6600	1.00	0.66
0.67						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.33	0.33
0.33						
Partida	14.02	(010108020105-1501004-01)	AISLAMIENTO DE MURO INTERIOR CON K'ESANA DE TOTORA E=3.5CM	Costo unitario directo por:	m2	15.04
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	0.7305	5.19	3.79
0101010005	PEON		hh	0.3652	4.16	1.52
5.31						
Materiales						
02040100030004	ALAMBRE GALVANIZADO N° 18		kg	0.2100	3.80	0.80
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"		kg	0.1700	4.50	0.77
0279010049	K'ESANA DE TOTORA E=3.5CM		m2	1.0000	8.00	8.00
9.57						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.16	0.16
0.16						
Partida	14.03	(010105030603-1501004-01)	ENLUCIDO DE YESO SOBRE MUROS INTERIORES E=1.5CM	Costo unitario directo por:	m2	4.71
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	0.1600	5.19	0.83
0101010005	PEON		hh	0.0800	4.16	0.33
1.16						
Materiales						
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg		bol	0.5420	6.50	3.52
3.52						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.03	0.03
0.03						
Partida	14.04	(010109010218-1501004-01)	TARRAJEO EN MUROS EXTERIORES MORTERO C:A 1:5 E=1.5cm	Costo unitario directo por:	m2	8.65
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	0.6667	5.19	3.46
0101010005	PEON		hh	0.3333	4.16	1.39
4.85						
Materiales						
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16		kg	0.0750	8.00	0.60
02070200010001	ARENA FINA		m3	0.0180	20.00	0.36
0213010007	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 kg)		bol	0.1170	23.00	2.69
3.65						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.15	0.15
0.15						

Fecha : 27/12/2017 02:34:51p.m.



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1501004 ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DE ADOBE UBICADOS A MÁS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO
Subpresupuesto 001 "ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DE ADOBE UBICADOS A MÁS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO"

Partida 14.05 (010109010224-1501004-01) VESTIDURA DE DERRAMES INTERIOR YESO E=1.5CM Costo unitario directo por: m 5.04

Código	Descripción Recurso	Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
0101010003	OPERARIO		hh	0.2857	5.19	1.48
Materiales						
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg		bol	0.5420	6.50	3.52
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.04	0.04

Partida 14.06 (010109010225-1501004-01) VESTIDURA DE DERRAMES EXTERIOR C:A 1:5 E=1.5cm Costo unitario directo por: m 5.91

Código	Descripción Recurso	Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
0101010003	OPERARIO		hh	0.4000	5.19	2.08
0101010005	PEON		hh	0.2000	4.16	0.83
Materiales						
02070200010001	ARENA FINA		m3	0.0200	20.00	0.40
0213010007	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 kg)		bol	0.1092	23.00	2.51
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.09	0.09

Partida 14.07 (010109010226-1501004-01) BRUÑAS DE E=1CM Costo unitario directo por: m 0.54

Código	Descripción Recurso	Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
0101010003	OPERARIO		hh	0.0711	5.19	0.37
0101010005	PEON		hh	0.0356	4.16	0.15
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.02	0.02

Partida 15.01 (010109010222-1501004-01) ESTRUCTURA DE SOPORTE EN CIELO RASO Costo unitario directo por: m 10.71

Código	Descripción Recurso	Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
0101010003	OPERARIO		hh	0.8942	5.19	4.64
0101010005	PEON		hh	0.8942	4.16	3.72
Materiales						
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg	0.1500	4.00	0.60
0231000003	MADERA PARA ESTRUCTURA DE 2" X 2" X 10'		p2	0.3000	5.00	1.50
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.25	0.25

Fecha : 27/12/2017 02:34:51p.m.



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1501004 ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DE ADOBE UBICADOS A MÁS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO
Subpresupuesto 001 "ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DE ADOBE UBICADOS A MÁS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO"

Partida	15.02	(010115050105-1501004-01)	ASLAMIENTO DE CIELO RASO CON K'ESANA DE TOTORA E=3.5CM	Costo unitario directo por:		m2	18.68
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0392	5.19	5.39	
0101010005	PEON		hh	1.0392	4.16	4.32	9.71
Materiales							
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg	0.1700	4.00	0.68	
0279010049	K'ESANA DE TOTORA E=3.5CM		m2	1.0000	8.00	8.00	8.68
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.29	0.29	0.29
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.29	0.29	0.29
Partida	15.03	(010105030604-1501004-01)	ENLUCIDO DE YESO EN CIELO RASO INTERIORES E=1.5CM	Costo unitario directo por:		m2	8.52
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	0.6667	5.19	3.46	
0101010005	PEON		hh	0.3333	4.16	1.39	4.85
Materiales							
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg		bol	0.5420	6.50	3.52	3.52
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.15	0.15	0.15
Partida	16.01	(010101020122-1501004-01)	CALAMINA TRANSPARENTE EN TECHO	Costo unitario directo por:		m2	15.21
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	0.4000	5.19	2.08	2.08
Materiales							
02041200010010	CLAVOS PARA CALAMINA		kg	0.0800	5.00	0.40	
0204250007	CALAMINA TRANSPARENTE AMARILLO 1.83X0.83X3mm		pza	0.7920	16.00	12.67	13.07
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.06	0.06	0.06
Partida	16.02	(010109010223-1501004-01)	ESTRUCTURA DE SOPORTE DE CONDUCTO EN CIELO RASO	Costo unitario directo por:		m	16.24
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.2191	5.19	6.33	
0101010005	PEON		hh	1.8287	4.16	7.61	13.94
Materiales							
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg	0.0950	4.00	0.38	
0231000003	MADERA PARA ESTRUCTURA DE 2" X 2" X 10'		p2	0.3000	5.00	1.50	1.88
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.42	0.42	0.42

Fecha : 27/12/2017 02:34:51p.m.



Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1501004	ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DE ADOBE UBICADOS A MÁS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO				
Subpresupuesto	001	"ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DE ADOBE UBICADOS A MÁS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO"				
Partida	16.03	(010101020119-1501004-01)	TRIPLAY EN CONDUCTO DE CLARABOYA		Costo unitario directo por: m2 7.58	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	0.4000	5.19	2.08
Materiales						
02041200010001	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 1"		kg	0.0500	8.00	0.40
02310500010008	TRIPLAY DE 1.20X2.40 m X 6 mm		pln	0.4200	12.00	5.04
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.06	0.06
Partida	16.04	(010113060105-1501004-01)	BASTIDOR CORREDIZO		Costo unitario directo por: und 22.77	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.5238	5.19	7.91
0101010005	PEON		hh	1.5238	4.16	6.34
Materiales						
02310500010008	TRIPLAY DE 1.20X2.40 m X 6 mm		pln	0.4200	12.00	5.04
02510300010008	TORNILLO AUTORROSCANTE 9/64X3"		und	0.1000	0.50	0.05
0271050139	BASTIDORES DE MADERA		und	1.0000	3.00	3.00
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.43	0.43
Partida	16.05	(010109010226-1501004-01)	BRUÑAS DE E=1CM		Costo unitario directo por: m 0.54	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	0.0711	5.19	0.37
0101010005	PEON		hh	0.0356	4.16	0.15
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.02	0.02
Partida	17.01	(010110040206-1501004-01)	PISO DE ACABADO CON TABLONES DE MADERA AGUANO DE 1"x8"X10"		Costo unitario directo por: m2 21.62	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	0.2000	5.19	1.04
0101010005	PEON		hh	0.2000	4.16	0.83
Materiales						
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg	0.0400	4.00	0.16
0231000002	MADERA PARA DURMIENTES DE 2" X 2" X 10'		p2	1.0000	6.50	6.50
0234060003	TABLONES DE MADERA 3/4" X 8" X 10'		und	1.0000	13.00	13.00
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.09	0.09

Fecha : 27/12/2017 02:34:51p.m.



Análisis de precios unitarios

Presupuesto **1501004** ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DE ADOBE UBICADOS A MÁS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO
Subpresupuesto **001** "ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DE ADOBE UBICADOS A MÁS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO"

Partida	17.02	(010150020102-1501004-01)	VEREDAS - MORTERO F'c= 175 kg/cm2 E=4" INCLUYE ACABADO Y BRUÑADO	Costo unitario directo por:	m2	33.08
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	0.0889	5.19	0.46
0101010005	PEON		hh	0.0444	4.16	0.18
Materiales						
02070200010001	ARENA FINA		m3	0.0160	20.00	0.32
0207030001	HORMIGON		m3	0.0580	10.00	0.58
0213010007	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 kg)		bol	1.3705	23.00	31.52
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.02	0.02
0.02						
Partida	18.01	(010112020206-1501004-01)	VENTANA DE MADERA (V-1) SEGUN DISEÑO INC. COLOCACION	Costo unitario directo por:	und	35.69
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	5.19	10.38
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.31	0.31
0301240013	VENTANA DE MADERA (V-1) 0.60 X 0.60 SEGUN DISEÑO INC. COLOCACION		und	1.0000	25.00	25.00
25.31						
Partida	18.02	(010112020205-1501004-01)	PUERTA DE MADERA 0.65X1.60M INC. COLOCACION	Costo unitario directo por:	und	140.59
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	5.19	10.38
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.21	0.21
0301240014	PUERTA DE MADERA 0.65 X 1.60 SEGUN DISEÑO INC. COLOCACION		und	1.0000	130.00	130.00
130.21						
Partida	19.01	(010113060107-1501004-01)	VIDRIO SEMIDOBLE EN VENTANA INCLUY/COLOCACION	Costo unitario directo por:	p2	3.93
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	0.0800	5.19	0.42
Materiales						
0222100001	SILICONA		und	0.0500	7.00	0.35
0243120003	VIDRIO TRANSPARENTE SEMI DOBLE		p2	1.0500	3.00	3.15
3.50						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.01	0.01
0.01						

Fecha : 27/12/2017 02:34:51p.m.



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1501004 ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DE ADOBE UBICADOS A MÁS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO
Subpresupuesto 001 "ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DE ADOBE UBICADOS A MÁS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO"

Partida	19.02	(010113060106-1501004-01)	VIDRIO SEMIDOBLE EN DUCTOS DE CLARABOYAS (3 mm.)	Costo unitario directo por:	p2	3.72
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
		Mano de Obra				
0101010003	OPERARIO		hh	0.0800	5.19	0.42
						0.42
		Materiales				
0222100001	SILICONA		und	0.0200	7.00	0.14
0243120003	VIDRIO TRANSPARENTE SEMI DOBLE		p2	1.0500	3.00	3.15
						3.29
		Equipos				
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.01	0.01
						0.01
Partida	20.01	(010708001002-1501004-01)	PINTURA LATEX DOS MANOS EN MUROS INTERIORES Y EXTERIORES	Costo unitario directo por:	m2	5.26
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
		Mano de Obra				
0101010003	OPERARIO		hh	0.2420	5.19	1.26
						1.26
		Materiales				
02380100030003	LIJA		und	0.0400	2.50	0.10
0240010001	PINTURA LATEX		gal	0.0400	25.00	1.00
02400100050002	PINTURA IMPRIMANTE PARA MUROS		gal	0.1300	22.00	2.86
						3.96
		Equipos				
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.04	0.04
						0.04
Partida	20.02	(010114011502-1501004-01)	PINTURA S EN CIELO RASO AL LATEX	Costo unitario directo por:	m2	5.26
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
		Mano de Obra				
0101010003	OPERARIO		hh	0.2420	5.19	1.26
						1.26
		Materiales				
02380100030003	LIJA		und	0.0400	2.50	0.10
0240010001	PINTURA LATEX		gal	0.0400	25.00	1.00
02400100050002	PINTURA IMPRIMANTE PARA MUROS		gal	0.1300	22.00	2.86
						3.96
		Equipos				
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.04	0.04
						0.04
Partida	22.01	(010106010706-1501004-01)	SISTEMA DE EVACUACION DE AGUAS PLUVIALES	Costo unitario directo por:	m	8.00
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
		Materiales				
0292030002	CANAleta DE PLANCHA GALVANIZADA PARA LLUVIA INCLUYE ACCESORIOS		m	1.0000	8.00	8.00
						8.00

Fecha : 27/12/2017 02:34:51p.m.



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1501004 ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DE ADOBE UBICADOS A MÁS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO
Subpresupuesto 001 "ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DE ADOBE UBICADOS A MÁS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO"

Partida	23.01	(010119010608-1501004-01)	SALIDA DE CENTROS DE LUZ CITUBO SEL Y ALAMBRE TW N° 14 CJAS LIVIANAS	Costo unitario directo por:		pto	33.38
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/		Parcial S/
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	5.19		5.19 5.19
Materiales							
0215010002	TUBERIA PVC SEL PARA INSTALACIONES ELECTRICAS DE 3/4"X3m		und	3.0000	2.80		8.40
0241020001	CINTA AISLANTE		rl	0.1800	3.50		0.63
0268020002	CAJA OCTOGONAL PLASTICO 4" X 2" X 2"		und	1.0000	1.00		1.00
0270150002	CABLE TW # 14 AWG 2.5 mm2		m	15.0000	1.20		18.00
28.03							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.16		0.16 0.16
Partida	23.02	(010119010609-1501004-01)	SALIDA PTOMACORRIENTE TUB. SEL CABLE TW N° 12 EN PARED CAJA LIVIANA	Costo unitario directo por:		pto	11.35
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/		Parcial S/
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	5.19		5.19 5.19
Materiales							
02621300010006	TOMACORRIENTE BAKELITA BIPOLAR DOBLE		und	1.0000	5.00		5.00
02680800010004	CAJA RECTANGULAR PLASTICO 4" X 2" X 2"		und	1.0000	1.00		1.00 6.00
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.16		0.16 0.16
Partida	23.03	(010119010611-1501004-01)	SALIDA P/INTERRUPTOR DOBLE TUB. SEL CABLE TW N° 14 EN PARED CAJA LIVIANA	Costo unitario directo por:		pto	13.85
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/		Parcial S/
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	5.19		5.19 5.19
Materiales							
0262050008	INTERRUPTOR BAKELITA X 2.5SWITCH		und	1.0000	7.50		7.50
02680800010004	CAJA RECTANGULAR PLASTICO 4" X 2" X 2"		und	1.0000	1.00		1.00 8.50
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.16		0.16 0.16
Partida	23.04	(010119010612-1501004-01)	ARTEFACTO FLUORESCENTE RECTO 2X40W INCLUYE COLOCACION	Costo unitario directo por:		und	17.35
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/		Parcial S/
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	5.19		5.19 5.19
Materiales							
0270110324	ARTEFACTO FLUORESCENTE RECTO 2X40W		und	1.0000	12.00		12.00 12.00
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.16		0.16 0.16
Partida	24.01	(010101020203-1501004-01)	FLETE TERRESTRE	Costo unitario directo por:		glb	200.00
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/		Parcial S/
Materiales							
0203020002	FLETE TERRESTRE		glb	1.0000	200.00		200.00 200.00

Fecha : 27/12/2017 02:34:51p.m.



PROYECTO : ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DE ADOBE UBICADOS A MAS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO

UBICACIÓN: JULI - CHUCUITO - PUNO

FECHA: dic-17

ITEM	DESCRIPCIÓN	N° VECES	MEDIDAS			PARCIAL	TOTAL	UND
			LARGO	ANCHO	ALTURA			
01	ESTRUCTURAS							
01.01	OBRAS PROVISIONALES							
01.01.01	Local para almacen de materiales de construccion						1.00	mes
		1.00				1.00		
01.02	OBRAS PRELIMINARES							
01.02.01	Limpieza manual de Terreno normal						12.40	m2
		1.00	AREA =	12.40		12.40		
01.02.02	Trazo y replanteo en Terreno Normal con Equipo						12.40	m2
		1.00	AREA =	12.40		12.40		
01.03	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
01.03.01	Excavacion de Zanjas Para Cimientos de Mamposteria con Mortero de Barro						3.41	m3
	Eje A-A Tramo 1-2	1.00	4.00	0.40	0.60	0.96		
	Eje B-B Tramo 1-2	1.00	4.00	0.40	0.60	0.96		
	Eje 1-1 Tramo A-B	1.00	3.10	0.40	0.60	0.74		
	Eje 2-2 Tramo A-B	1.00	3.10	0.40	0.60	0.74		
01.03.02	Acarreo y Eliminacion de Material Excedente						3.41	m3
	En Eje A-A Tramo 1-2 en Cimientos Corridos	1.00	4.00	0.40	0.60	0.96		
	En Eje B-B Tramo 1-2 en Cimientos Corridos	1.00	4.00	0.40	0.60	0.96		
	En Eje 1-1 Tramo A-B en Cimientos Corridos	1.00	3.10	0.40	0.60	0.74		
	En Eje 2-2 Tramo A-B en Cimientos Corridos	1.00	3.10	0.40	0.60	0.74		
01.04	CONCRETO SIMPLE							
01.04.01	CIMIENOS CORRIDOS							
01.04.01.01	Cimientos Corridos Mezcla Mortero de Barro + 30% PG						3.12	m3
	Eje A-A,B-B Tramo 1-2	2.00	4.00	0.40	0.60	1.92		
	Eje 1-1,2-2 Tramo A-B	2.00	2.50	0.40	0.60	1.20		
01.04.02	SOBRECIMIENOS							
01.04.02.01	Sobrecimiento Concreto C:H 1:8+8% PM (max 6")						1.73	m3
	Eje A-A Tramo 1-2	1.00	4.10	0.30	0.40	0.49		
	Eje B-B Tramo 2-2	1.00	4.10	0.30	0.40	0.49		
	Eje 1-1 Tramo A-B	1.00	3.10	0.30	0.40	0.37		
	Eje 2-2Tramo A-B	1.00	3.10	0.30	0.40	0.37		
01.04.02.02	Sobrecimiento - Encofrado y Desencofrado						9.28	m2
	Eje A-A Tramo 1-2	1.00	7.40		0.40	2.96		
	Eje B-B Tramo 2-2	1.00	7.40		0.40	2.96		
	Eje 1-1 Tramo A-B	1.00	5.60		0.20	1.12		
	Eje 2-2Tramo A-B	1.00	5.60		0.40	2.24		
01.04.03	FALSO PISO							
01.04.03.01	PISOS						8.50	m2
	Aislamiento con sabana de plastico grueso	1.00	Area=	8.50		8.50		
	Aislamiento con cama de piedra mediana de 6"	1.00	Area=	8.50		8.50		
	Aislamiento camara de aire con aserrin de madera e=1"	1.00	3.40	2.50	0.01	0.09	0.09	m3
01.05	VIGAS							
01.05.01	VIGA COLLAR							
01.05.01.01	Viga collar						31.40	m
	VC - 001 (0.30x0.30) sobre muro							
	Eje A-A Tramo 1-2	2.00	Perim=	4.00		8.00		
	Eje B-B Tramo 2-2	2.00	Perim=	4.00		8.00		
	VC - 002 (0.30x0.30) sobre muro							
	Eje 1-1 Tramo A-B	2.00	Perim=	3.10		6.20		
	Eje 2-2Tramo A-B	2.00	Perim=	3.10		6.20		
	Eje A-A, B-B, 1-1, 2-2Tramo A-A, B-B	1.00	Perim=	3.00		3.00		
01.05.02	ESTRUCTURA DE MADERA Y COBERTURAS							
01.05.02.01	Tijeral de Madera Tipo 1						4.00	pza
		4.00	1.00			4.00		
01.05.02.02	Correas de Madera Aguano 1"X3"						38.00	m
		1.00	38.00	Perim=		38.00		
01.05.02.03	Cumbrera Galvanizada						4.50	m
		1.00	4.50	Perim=		4.50		
01.05.02.04	Cobertura de Calamina de 11 canales						17.34	m2
		1.00	Area=	17.34		17.34		



PROYECTO : ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DE ADOBE UBICADOS A MAS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO

UBICACIÓN: JULI - CHUCUITO - PUNO

FECHA: dic-17

ITEM	DESCRIPCIÓN	N° VECES	MEDIDAS			PARCIAL	TOTAL	UND
			LARGO	ANCHO	ALTURA			
02	ARQUITECTURA							
02.01	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA							
02.01.01	Muros de adobe 40x30x10 juntas de mortero de barro e=3cm						26.60	m2
	Eje A-A Tramo 1-2	1.00	Area=	5.27		5.27		
	Eje B-B Tramo 2-2	1.00	Area=	5.27		5.27		
	Eje 1-1 Tramo A-B	1.00	Area=	6.80		6.80		
	Eje 2-2Tramo A-B	1.00	Area=	6.80		6.80		
	Timpanos en Tramo A-A, B-B	1.00	Area=	2.46		2.46		
02.02	REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS							
02.02.01	Revoque con barro en interior primera capa e=1.0cm						20.06	m2
	Muros Interiores							
	Eje A-A Tramo 1-2	1.00	Area=	4.25		4.25		
	Eje B-B Tramo 2-2	1.00	Area=	4.25		4.25		
	Eje 1-1 Tramo A-B	1.00	Area=	5.78		5.78		
	Eje 2-2Tramo A-B	1.00	Area=	5.78		5.78		
02.02.02	Tarrajeo en muros mortero C:A 1:5 E=1.5cm						33.32	m2
	Muros Exteriores							
	Eje A-A Tramo 1-2	1.00	Area=	8.00		8.00		
	Eje B-B Tramo 2-2	1.00	Area=	8.00		8.00		
	Eje 1-1 Tramo A-B	1.00	Area=	6.20		6.20		
	Eje 2-2Tramo A-B	1.00	Area=	6.20		6.20		
	Timpanos en Tramo A-A, B-B	2.00	Area=	2.46		4.92		
02.02.03	Aislamiento de muro interior con K'esana de Totora e=3.5cm						23.60	m2
	Eje A-A Tramo 1-2	1.00	Area=	6.80		6.80		
	Eje B-B Tramo 2-2	1.00	Area=	6.80		6.80		
	Eje 1-1 Tramo A-B	1.00	Area=	5.00		5.00		
	Eje 2-2Tramo A-B	1.00	Area=	5.00		5.00		
02.02.04	Enlucido de yeso sobre muros interiores e=1.5cm enlucido sobre K'esana de Totora						23.02	m2
	Eje A-A Tramo 1-2	1.00	Area=	6.63		6.63		
	Eje B-B Tramo 2-2	1.00	Area=	6.63		6.63		
	Eje 1-1 Tramo A-B	1.00	Area=	4.88		4.88		
	Eje 2-2Tramo A-B	1.00	Area=	4.88		4.88		
02.02.05	Vestidura de derrames interior yeso e=1.5cm						6.25	m
	V-1	1.00	Perim=	2.40		2.40		
	P-1	1.00	Perim=	3.85		3.85		
02.02.06	Vestidura de derrames exterior C:A 1:5 e=1.5cm						6.25	m
	V-1	1.00	Perim=	2.40		2.40		
	P-1	1.00	Perim=	3.85		3.85		
02.02.07	Bruñas de E=1cm En Exteriores	1.00		15.00		15.00		15.00 m
02.03	CIELORRASOS							
02.03.01	Estructura de soporte en cielo raso Entarimado con madera de 2"x2"x10'	1.00	Perim=	30.00		30.00		30.00 m
02.03.02	Aislamiento de cielo raso con K'esana de Totora e=3.5cm Cieloraso	1.00	Area=	8.50		8.50		8.50 m2
02.03.03	Enlucido de yeso en cieloraso interiores e=1.5cm K'esana de totora	1.00	Area=	7.14		7.14		7.14 m2
02.04	CAPTACION DE CALOR							
02.04.01	Calamina transparente en techo calamina en conducto solar	2.00	Area=	0.76		1.52		1.52 m2
02.04.02	Estructura de soporte en conducto en cieloraso Estructura de soprtre de madera de 2"x2"x10'	1.00	Perim=	22.00		22.00		22.00 m
02.04.03	Triplay en conducto de claraboya triplay en claraboya	1.00	Area=	22.00		3.70		3.70 m2
02.04.04	Bastidor corredizo Bastidor en claraboya	2.00		juegos		2.00		2.00 jgo



PLANILLA DE METRADOS

PROYECTO : ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DE ADOBE UBICADOS A MAS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO

UBICACIÓN: JULI - CHUCUITO - PUNO

FECHA: dic-17

ITEM	DESCRIPCIÓN	N° VECES	MEDIDAS			PARCIAL	TOTAL	UND
			LARGO	ANCHO	ALTURA			
02.05	PISOS Y PAVIMENTOS							
02.05.01	Piso de tablonos en el interior						8.50	m2
	Piso de acabado con tablonos de madera aguano de 1"x8"x10'	1.00	Area=	8.50		8.50		
02.05.02	Veredas - Mortero F'c= 175 kg/cm2 E=4" incluye acabado y bruñado						2.00	m2
	Vereda	1.00	Area=	2.00		2.00		
02.06	CARPINTERIA METAL MADERA							
02.06.01	Ventana de madera (V-1) Segun Diceño Inc. Colocacion						1.00	Und
	V-1	1.00				1.00		
02.06.02	Puerta de Madera 1.00x2.85m Segun Diceño Inc. colocación						1.00	Und
	P-1	1.00				1.00		
02.07	VIDRIOS, CRISTALES Y SIMILARES							
02.07.01	Vidrio Semi doble inc/colocacion				10.70		3.00	p2
	V-1	1.00	Area=	0.28		0.28		
02.07.02	Vidrio Semi doble inc/colocacion en ductos de claraboya (3mm)				10.70		16.26	p2
	V-2	2.00	Area=	0.76		1.52		
02.08	PINTURA							
02.08.01	Pintura Látex dos manos en muros interiores y exteriores						22.00	m2
	Pintura en muros exteriores e interiores	1.00	Area=	22.00		22.00		
02.08.02	Pintura en cieloraso al latex						21.00	m2
	Pintura en cieloraso	1.00	Area=	8.50		8.50		
	Pintura en Derrames	1.00	Perim=	12.50		12.50		
03	INSTALACIONES SANITARIAS							
03.01	SISTEMA DE EVACUACION DE AGUAS PLUVIALES							
03.01.01	Sistema de Evacuación de aguas pluviales						13.00	m
	Para evacuacion de Lluvias	1.00	13.00			13.00		
04	INSTALACIONES ELECTRICAS							
04.01	Salida de centros de luz C/Tubo SEL y alambre TW N° 14, cajas Livianas						1.00	pto
		1.00				1.00		
04.02	Salida P/Tomacorriente tub. SEL cable TW N° 12 en pared caja liviana						1.00	pto
		1.00				1.00		
04.03	Salida P/Interruptor doble tub. SEL cable TW N° 14 en pared caja liviana						1.00	pto
		1.00				1.00		
04.04	Artefacto fluorescente recto 2x40w - incluye colocacion						1.00	Und
		1.00				1.00		
04.05	Pozo de tierra incluye excavación, tapado y caja						1.00	Und
		1.00				1.00		
05	VARIOS							
05.01	Flete Terrestre						1.00	gib
		1.00				1.00		



Presupuesto

Presupuesto 1501003 VIVIENDA DE ADOBE SIN ACONDICIONAMIENTO TERMICO UBICADO A MÁS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO
 Subpresupuesto 001 VIVIENDA DE ADOBE CON ÁREA DE 12.40 M2
 Cliente NESTOR ROLANDO FLORES CERVANTES Costo al 09/07/2017
 Lugar PUNO - CHUCUITO - JULI

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/	Parcial S/
01	ESTRUCTURAS				
02	OBRAS PROVISIONALES				5.00
02.01	LOCAL PARA ALMACEN DE MATERIALES DE CONSTRUCCION	mes	1.00	5.00	5.00
03	OBRAS PRELIMINARES				9.18
03.01	LIMPIEZA MANUAL DE TERRENO NORMAL	m2	12.40	0.34	4.22
03.02	TRAZO Y REPLANTEO EN TERRENO NORMAL	m2	12.40	0.40	4.96
04	MOVIMIENTO DE TIERRAS				71.81
04.01	EXCAVACION DE ZANJAS PARA CIMIENTOS DE MAMPOSTERIA CON MORTERO DE BARRO	m3	3.41	16.17	55.14
04.02	ACARREO Y ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	3.41	4.89	16.67
05	CONCRETO SIMPLE				
06	CIMIENTOS CORRIDOS				67.30
06.01	CIMIENTOS CORRIDOS MEZCLA MORTERO DE BARRO+30% PG	m3	3.12	21.57	67.30
07	SOBRECIMENTOS				329.59
07.01	SOBRECIMIENTO CONCRETO C:H 1:8+8% PM(MAX 6")	m3	1.73	93.42	161.62
07.02	SOBRECIMIENTO ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	9.28	18.10	167.97
08	FALSO PISO				
09	PISOS				52.11
09.01	FALSO PISO MEZCLA C:H 1:8 E=2"	m2	8.50	6.13	52.11
10	ESTRUCTURA DE MADERA Y COBERTURAS				656.00
10.01	TIJERAL DE MADERA TIPO 1	pza	4.00	67.49	269.96
10.02	CORREAS DE MADERA AGUANO 1"X3"	m	38.00	3.31	125.78
10.03	CUMBRERA GALVANIZADA	m	4.50	5.93	26.69
10.04	COBERTURA DE CALAMINA 11 CANALES	m2	17.34	13.47	233.57
11	ARQUITECTURA				
12	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA				319.20
12.01	MUROS DE ADOBE 40X30X10 JUNTAS MORTERO DE BARRO E=3CM	m2	26.60	12.00	319.20
13	REVOQUES ENLUCIDOS Y MÓLDURAS				550.68
13.01	REVOQUE CON BARRO EN INTERIOR PRIMERA CAPA E=1.0cm	m2	20.06	3.67	73.62
13.02	ENLUCIDO DE YESO SOBRE MUROS INTERIORES E=1.5CM	m2	23.02	4.71	108.42
13.03	TARRAJEO EN MUROS EXTERIORES MORTERO C:A 1:5 E=1.5cm	m2	33.32	8.65	288.22
13.04	VESTIDURA DE DERRAMES INTERIOR YESO E=1.5CM	m	6.25	5.66	35.38
13.05	VESTIDURA DE DERRAMES EXTERIOR C:A 1:5 E=1.5cm	m	6.25	5.91	36.94
13.06	BRUÑAS DE E=1CM	m	15.00	0.54	8.10
14	CIELO RASOS				268.03
14.01	CIELORRASO CON TRIPLAY	m2	12.20	21.97	268.03
15	PISOS Y PAVIMENTOS				67.32
15.01	VEREDAS - MORTERO F _c = 175 kg/cm ² E=4" INCLUYE ACABADO Y BRUÑADO	m2	2.00	33.66	67.32
16	CARPINTERIA METAL MADERA				176.28
16.01	VENTANA METALICA (V-1) SEGUN DISEÑO INC. COLOCACION	und	1.00	35.69	35.69
16.02	PUERTA METALICA (V-1) SEGUN DISEÑO INC. COLOCACION	und	1.00	140.59	140.59
17	VIDRIOS CRISTALES Y SIMILARES				11.79
17.01	VIDRIO SEMIDOBLE EN VENTANA INCLUY/COLOCACION	p2	3.00	3.93	11.79
18	PINTURA				217.78
18.01	PINTURA LATEX DOS MANOS EN MUROS INTERIORES Y EXTERIORES	m2	35.00	4.09	143.15
18.02	PINTURA EN CIELO RASO AL LATEX	m2	8.50	8.78	74.63
19	INSTALACIONES SANITARIAS				
20	SISTEMA DE EVACUACION DE AGUAS PLUVIALES				130.00
20.01	SISTEMA DE EVACUACION DE AGUAS PLUVIALES	m	13.00	10.00	130.00
21	INSTALACIONES ELECTRICAS				75.93
21.01	SALIDA DE CENTROS DE LUZ C/TUBO SEL Y ALAMBRE TW N° 14 CJAS LIVIANAS	pto	1.00	33.38	33.38
21.02	SALIDA P/TOMACORRIENTE TUB. SEL CABLE TW N° 12 EN PARED CAJA LIVIANA	pto	1.00	11.35	11.35
21.03	SALIDA P/INTERRUPTOR DOBLE TUB. SEL CABLE TW N° 14 EN PARED CAJA LIVIANA	pto	1.00	13.85	13.85
21.04	ARTEFACTO FLUORESCENTE RECTO 2X40W INCLUYE COLOCACION	und	1.00	17.35	17.35
22	VARIOS				200.00
22.01	FLETE TERRESTRE	glb	1.00	200.00	200.00
	Costo Directo				3,208.00

Fecha : 27/12/2017 02:45:45p.m.



Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra **1501003** **VIVIENDA DE ADOBE SIN ACONDICIONAMIENTO TERMICO UBICADO A MÁS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO**
 Subpresupuesto **001** **VIVIENDA DE ADOBE CON ÁREA DE 12.40 M2**
 Fecha **01/07/2017**
 Lugar **210401** **PUNO - CHUCUITO - JULI**

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
MANO DE OBRA					
0101010003	OPERARIO	hh	99.3797	5.19	515.78
0101010005	PEON	hh	55.0664	4.16	229.08
					744.86
MATERIALES					
0203020002	FLETE TERRESTRE	glb	1.0000	200.00	200.00
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg	2.5984	4.50	11.69
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg	2.4990	8.00	19.99
02041200010001	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 1"	kg	0.6100	8.00	4.88
02041200010004	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"	kg	1.6104	4.50	7.25
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	6.0712	4.00	24.28
02041200010010	CLAVOS PARA CALAMINA	kg	1.7472	5.00	8.74
0204250006	CALAMINA N° 30 1.83X0.83X3mm	pza	13.7333	15.00	206.00
02070100050002	PIEDRA MEDIANA DE 6"	m3	2.2866	40.00	91.46
02070200010001	ARENA FINA	m3	0.7568	20.00	15.14
0207030001	HORMIGON	m3	1.7678	20.00	35.36
0207050004	TIERRA CERNIDA	m3	0.4150	1.00	0.42
0209040002	TAPAJUNTA DE MADERA 1/2"X2"X10'	pza	6.8320	8.00	54.66
0213010007	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 kg)	bol	13.2459	23.00	304.66
0213030001	YESO	kg	0.6200	0.70	0.43
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg	bol	15.8643	6.50	103.12
0215010002	TUBERIA PVC SEL PARA INSTALACIONES ELECTRICAS DE 3/4"X3m	und	3.0000	2.80	8.40
0216060002	ADOBES DE 40X30X10	und	478.8000	0.50	239.40
0222100001	SILICONA	und	0.1500	7.00	1.05
0222110001	COLA SINTETICA	gal	3.0988	12.00	37.19
0231000001	MADERA AGUANO	p2	28.2112	4.50	126.95
02310000010005	MADERA AGUANO 2"X2"X10'	p2	0.0310	3.20	0.10
02310000010006	MADERA AGUANO 1"X3"X10'	pza	13.3000	6.00	79.80
02310500010008	TRIPLAY DE 1.20X2.40 m X 6 mm	pln	4.8800	24.00	117.12
02380100030003	LIJA	und	1.7400	2.50	4.35
0240010001	PINTURA LATEX	gal	2.1750	25.00	54.38
02400100050002	PINTURA IMPRIMANTE PARA MUROS	gal	2.6100	22.00	57.42
0241020001	CINTA AISLANTE	rlt	0.1800	3.50	0.63
0243120003	VIDRIO TRANSPARENTE SEMI DOBLE	p2	3.1500	3.00	9.45
0262050008	INTERRUPTOR BAKELITA X 2.5WITCH	und	1.0000	7.50	7.50
02621300010006	TOMACORRIENTE BAKELITA BIPOLAR DOBLE	und	1.0000	5.00	5.00
0268020002	CAJA OCTOGONAL PLASTICO 4" X 2" X 2"	und	1.0000	1.00	1.00
02680800010004	CAJA RECTANGULAR PLASTICO 4" X 2" X 2"	und	2.0000	1.00	2.00
0270110324	ARTEFACTO FLUORESCENTE RECTO 2X40W	und	1.0000	12.00	12.00
0270150002	CABLE TW # 14 AWG 2.5 mm2	m	15.0000	1.20	18.00
02901000020016	TJERAL DE MADERA TIPO I SEGUN DISEÑO	und	4.0000	60.00	240.00
0290110008	CUMBRERA	m	4.5900	5.00	22.95
02902200060002	PAJA PICADA	kg	13.2396	1.00	13.24
0292010001	CORDEL	m	2.4800	0.50	1.24
0292030002	CANAleta DE PLANCHA GALVANIZADA PARA LLUVIA INCLUYE ACCESORIOS	m	13.0000	10.00	130.00
					2,277.25
EQUIPOS					
03010600020009	REGLA DE MADERA	p2	0.5100	6.00	3.06
0301230002	ALQUILER DE LOCAL	mes	1.0000	5.00	5.00
0301240013	VENTANA DE MADERA (V-1) 0.60 X 0.60 SEGUN DISEÑO INC. COLOCACION	und	1.0000	25.00	25.00
0301240014	PUERTA DE MADERA 0.65 X 1.60 SEGUN DISEÑO INC. COLOCACION	und	1.0000	130.00	130.00
					163.06
				Total	S/ 3,486.47

Fecha : 27/12/2017 02:47:11p.m.



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1501003 VIVIENDA DE ADOBE SIN ACONDICIONAMIENTO TERMICO UBICADO A MÁS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO
Subpresupuesto 001 VIVIENDA DE ADOBE CON ÁREA DE 12.40 M2

Partida	02.01	(010102010205-1501003-01)	LOCAL PARA ALMACEN DE MATERIALES DE CONSTRUCCION	Costo unitario directo por:	mes	5.00
Código	Descripción Recurso		Equipos	Unidad	Cantidad	Precio S/ Parcial S/
0301230002	ALQUILER DE LOCAL			mes	1.0000	5.00 5.00
Partida	03.01	(010101030304-1501003-01)	LIMPIEZA MANUAL DE TERRENO NORMAL	Costo unitario directo por:	m2	0.34
Código	Descripción Recurso		Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Precio S/ Parcial S/
0101010005	PEON			hh	0.0800	4.16 0.33
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		Equipos	%mo		0.01 0.01
Partida	03.02	(010101020123-1501003-01)	TRAZO Y REPLANTEO EN TERRENO NORMAL	Costo unitario directo por:	m2	0.40
Código	Descripción Recurso		Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Precio S/ Parcial S/
0101010003	OPERARIO			hh	0.0320	5.19 0.17
0101010005	PEON			hh	0.0160	4.16 0.07
0213030001	YESO		Materiales	kg	0.0500	0.70 0.04
02310000010005	MADERA AGUANO 2"X2"X10'			p2	0.0025	3.20 0.01
0292010001	CORDEL			m	0.2000	0.50 0.10
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		Equipos	%mo		0.01 0.01
Partida	04.01	(010104010917-1501003-01)	EXCAVACION DE ZANJAS PARA CIMIENTOS DE MAMPOSTERIA CON MORTERO DE BARRO	Costo unitario directo por:	m3	16.17
Código	Descripción Recurso		Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Precio S/ Parcial S/
0101010005	PEON			hh	3.7736	4.16 15.70
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		Equipos	%mo		0.47 0.47
Partida	04.02	(010104010916-1501003-01)	ACARREO Y ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	Costo unitario directo por:	m3	4.89
Código	Descripción Recurso		Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Precio S/ Parcial S/
0101010005	PEON			hh	1.1429	4.16 4.75
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		Equipos	%mo		0.14 0.14

Fecha : 27/12/2017 02:48:06p.m.



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1501003 VIVIENDA DE ADOBE SIN ACONDICIONAMIENTO TERMICO UBICADO A MÁS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO
Subpresupuesto 001 VIVIENDA DE ADOBE CON ÁREA DE 12.40 M2

Partida	06.01	(010105010122-1501003-01)	CIMIENTOS CORRIDOS MEZCLA MORTERO DE BARRO+30% PG	Costo unitario directo por:		m3	21.57
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	0.2000	5.19	1.04	
0101010005	PEON		hh	0.1000	4.16	0.42	
1.46							
Materiales							
02070100050002	PIEDRA MEDIANA DE 6"		m3	0.5000	40.00	20.00	
0207050004	TIERRA CERNIDA		m3	0.0700	1.00	0.07	
20.07							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.04	0.04	
0.04							
<hr/>							
Partida	07.01	(010105010014-1501003-01)	SOBRECIMIENTO CONCRETO C:H 1:8+8% PM(MAX 6")	Costo unitario directo por:		m3	93.42
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	0.6667	5.19	3.46	
0101010005	PEON		hh	0.3333	4.16	1.39	
4.85							
Materiales							
02070100050002	PIEDRA MEDIANA DE 6"		m3	0.4200	40.00	16.80	
0207030001	HORMIGON		m3	0.6600	20.00	13.20	
0213010007	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 kg)		bol	2.5399	23.00	58.42	
88.42							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.15	0.15	
0.15							
<hr/>							
Partida	07.02	(010105010012-1501003-01)	SOBRECIMIENTO ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	Costo unitario directo por:		m2	18.10
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	0.4000	5.19	2.08	
0101010005	PEON		hh	0.2000	4.16	0.83	
2.91							
Materiales							
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8		kg	0.2800	4.50	1.26	
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg	0.0400	4.00	0.16	
0231000001	MADERA AGUANO		p2	3.0400	4.50	13.68	
15.10							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.09	0.09	
0.09							
<hr/>							
Partida	09.01	(010105010010-1501003-01)	FALSO PISO MEZCLA C:H 1:8 E=2"	Costo unitario directo por:		m2	6.13
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	0.0400	5.19	0.21	
0101010005	PEON		hh	0.0500	4.16	0.21	
0.42							
Materiales							
0207030001	HORMIGON		m3	0.0600	20.00	1.20	
0213010007	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 kg)		bol	0.1800	23.00	4.14	
5.34							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.01	0.01	
03010600020009	REGLA DE MADERA		p2	0.0600	6.00	0.36	
0.37							

Fecha : 27/12/2017 02:48:06p.m.



Análisis de precios unitarios

Presupuesto **1501003 VIVIENDA DE ADOBE SIN ACONDICIONAMIENTO TERMICO UBICADO A MÁS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO**
Subpresupuesto **001 VIVIENDA DE ADOBE CON ÁREA DE 12.40 M2**

Partida	10.01	(010101020113-1501003-01)	TIJERAL DE MADERA TIPO 1	Costo unitario directo por:		pza	67.49
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/		Parcial S/
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	5.19		5.19
0101010005	PEON		hh	0.5000	4.16		2.08
7.27							
Materiales							
02901000020016	TIJERAL DE MADERA TIPO I SEGUN DISEÑO		und	1.0000	60.00		60.00
60.00							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.22		0.22
0.22							
Partida	10.02	(010119110518-1501003-01)	CORREAS DE MADERA AGUANO 1"X3"	Costo unitario directo por:		m	3.31
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/		Parcial S/
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	0.0800	5.19		0.42
0101010005	PEON		hh	0.0400	4.16		0.17
0.59							
Materiales							
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg	0.1500	4.00		0.60
02310000010006	MADERA AGUANO 1"X3"X10'		pza	0.3500	6.00		2.10
2.70							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.02		0.02
0.02							
Partida	10.03	(010119110515-1501003-01)	CUMBRERA GALVANIZADA	Costo unitario directo por:		m	5.93
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/		Parcial S/
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	0.0800	5.19		0.42
0.42							
Materiales							
02041200010010	CLAVOS PARA CALAMINA		kg	0.0800	5.00		0.40
0290110008	CUMBRERA		m	1.0200	5.00		5.10
5.50							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.01		0.01
0.01							
Partida	10.04	(010119110516-1501003-01)	COBERTURA DE CALAMINA 11 CANALES	Costo unitario directo por:		m2	13.47
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/		Parcial S/
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	0.1600	5.19		0.83
0101010005	PEON		hh	0.0800	4.16		0.33
1.16							
Materiales							
02041200010010	CLAVOS PARA CALAMINA		kg	0.0800	5.00		0.40
0204250006	CALAMINA N° 30 1.83X0.83X3mm		pza	0.7920	15.00		11.88
12.28							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.03		0.03
0.03							

Fecha : 27/12/2017 02:48:06p.m.



Análisis de precios unitarios

Presupuesto **1501003** VIVIENDA DE ADOBE SIN ACONDICIONAMIENTO TERMICO UBICADO A MÁS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO
Subpresupuesto **001** VIVIENDA DE ADOBE CON ÁREA DE 12.40 M2

Partida	12.01	(010150010104-1501003-01)	MUROS DE ADOBE 40X30X10 JUNTAS MORTERO DE BARRO E=3CM	Costo unitario directo por:		m2	12.00
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	0.4000	5.19	2.08	
0101010005	PEON		hh	0.2000	4.16	0.83	
							2.91
Materiales							
0216060002	ADOBES DE 40X30X10		und	18.0000	0.50	9.00	
							9.00
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.09	0.09	
							0.09
Partida	13.01	(010109010217-1501003-01)	REVOQUE CON BARRO EN INTERIOR PRIMERA CAPA E=1.0cm	Costo unitario directo por:		m2	3.67
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	0.4000	5.19	2.08	
0101010005	PEON		hh	0.2000	4.16	0.83	
							2.91
Materiales							
0207050004	TIERRA CERNIDA		m3	0.0098	1.00	0.01	
02902200060002	PAJA PICADA		kg	0.6600	1.00	0.66	
							0.67
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.09	0.09	
							0.09
Partida	13.02	(010105030603-1501003-01)	ENLUCIDO DE YESO SOBRE MUROS INTERIORES E=1.5CM	Costo unitario directo por:		m2	4.71
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	0.1600	5.19	0.83	
0101010005	PEON		hh	0.0800	4.16	0.33	
							1.16
Materiales							
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg		bol	0.5420	6.50	3.52	
							3.52
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.03	0.03	
							0.03
Partida	13.03	(010109010218-1501003-01)	TARRAJEO EN MUROS EXTERIORES MORTERO C:A 1:5 E=1.5cm	Costo unitario directo por:		m2	8.65
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	0.6667	5.19	3.46	
0101010005	PEON		hh	0.3333	4.16	1.39	
							4.85
Materiales							
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16		kg	0.0750	8.00	0.60	
02070200010001	ARENA FINA		m3	0.0180	20.00	0.36	
0213010007	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 kg)		bol	0.1170	23.00	2.69	
							3.65
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.15	0.15	
							0.15

Fecha : 27/12/2017 02:48:06p.m.



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1501003 VIVIENDA DE ADOBE SIN ACONDICIONAMIENTO TERMICO UBICADO A MÁS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO
Subpresupuesto 001 VIVIENDA DE ADOBE CON ÁREA DE 12.40 M2

Partida	13.04	(010109010224-1501003-01)	VESTIDURA DE DERRAMES INTERIOR YESO E=1.5CM	Costo unitario directo por:			m	5.66
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO		hh	0.4000	5.19	2.08		2.08
Materiales								
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg		bol	0.5420	6.50	3.52		3.52
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.06	0.06		0.06
Partida	13.05	(010109010225-1501003-01)	VESTIDURA DE DERRAMES EXTERIOR C:A 1:5 E=1.5cm	Costo unitario directo por:			m	5.91
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO		hh	0.4000	5.19	2.08		2.08
0101010005	PEON		hh	0.2000	4.16	0.83		0.83
Materiales								
02070200010001	ARENA FINA		m3	0.0200	20.00	0.40		0.40
0213010007	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 kg)		bol	0.1092	23.00	2.51		2.51
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.09	0.09		0.09
Partida	13.06	(010109010226-1501003-01)	BRUÑAS DE E=1CM	Costo unitario directo por:			m	0.54
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO		hh	0.0711	5.19	0.37		0.37
0101010005	PEON		hh	0.0356	4.16	0.15		0.15
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.02	0.02		0.02
Partida	14.01	(010115050103-1501003-01)	CIELORRASO CON TRIPLAY	Costo unitario directo por:			m2	21.97
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO		hh	0.4000	5.19	2.08		2.08
0101010005	PEON		hh	0.4000	4.16	1.66		1.66
Materiales								
02041200010001	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 1"		kg	0.0500	8.00	0.40		0.40
02041200010004	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"		kg	0.1320	4.50	0.59		0.59
0209040002	TAPAJUNTA DE MADERA 1/2"X2"X10'		pza	0.5600	8.00	4.48		4.48
0222110001	COLA SINTETICA		gal	0.2540	12.00	3.05		3.05
02310500010008	TRIPLAY DE 1.20X2.40 m X 6 mm		pln	0.4000	24.00	9.60		9.60
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.11	0.11		0.11

Fecha : 27/12/2017 02:48:06p.m.



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1501003 VIVIENDA DE ADOBE SIN ACONDICIONAMIENTO TERMICO UBICADO A MÁS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO
Subpresupuesto 001 VIVIENDA DE ADOBE CON ÁREA DE 12.40 M2

Partida	15.01	(010150020102-1501003-01)	VEREDAS - MORTERO F'c= 175 kg/cm2 E=4" INCLUYE ACABADO Y BRUÑADO	Costo unitario directo por:		m2	33.66
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	0.0889	5.19	0.46	
0101010005	PEON		hh	0.0444	4.16	0.18	
Materiales							
02070200010001	ARENA FINA		m3	0.0160	20.00	0.32	
0207030001	HORMIGON		m3	0.0580	20.00	1.16	
0213010007	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 kg)		bol	1.3705	23.00	31.52	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.02	0.02	
0.02							
Partida	16.01	(010112020202-1501003-01)	VENTANA METALICA (V-1) SEGUN DISEÑO INC. COLOCACION	Costo unitario directo por:		und	35.69
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	5.19	10.38	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.31	0.31	
0301240013	VENTANA DE MADERA (V-1) 0.60 X 0.60 SEGUN DISEÑO INC. COLOCACION		und	1.0000	25.00	25.00	
25.31							
Partida	16.02	(010112020207-1501003-01)	PUERTA METALICA (V-1) SEGUN DISEÑO INC. COLOCACION	Costo unitario directo por:		und	140.59
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	5.19	10.38	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.21	0.21	
0301240014	PUERTA DE MADERA 0.65 X 1.60 SEGUN DISEÑO INC. COLOCACION		und	1.0000	130.00	130.00	
130.21							
Partida	17.01	(010113060107-1501003-01)	VIDRIO SEMIDOBLE EN VENTANA INCLUY/COLOCACION	Costo unitario directo por:		p2	3.93
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	0.0800	5.19	0.42	
Materiales							
0222100001	SILICONA		und	0.0500	7.00	0.35	
0243120003	VIDRIO TRANSPARENTE SEMI DOBLE		p2	1.0500	3.00	3.15	
3.50							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.01	0.01	
0.01							

Fecha : 27/12/2017 02:48:06p.m.



Análisis de precios unitarios

Presupuesto **1501003 VIVIENDA DE ADOBE SIN ACONDICIONAMIENTO TERMICO UBICADO A MÁS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO**
Subpresupuesto **001 VIVIENDA DE ADOBE CON ÁREA DE 12.40 M2**

Partida	18.01	(010708001002-1501003-01)	PINTURA LATEX DOS MANOS EN MUROS INTERIORES Y EXTERIORES	Costo unitario directo por:		m2	4.09
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	0.2667	5.19	1.38	1.38
Materiales							
02380100030003	LIJA		und	0.0400	2.50	0.10	
0240010001	PINTURA LATEX		gal	0.0500	25.00	1.25	
02400100050002	PINTURA IMPRIMANTE PARA MUROS		gal	0.0600	22.00	1.32	2.67
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.04	0.04	0.04
<hr/>							
Partida	18.02	(010114011202-1501003-01)	PINTURA EN CIELO RASO AL LATEX	Costo unitario directo por:		m2	8.78
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.1429	5.19	5.93	5.93
Materiales							
02380100030003	LIJA		und	0.0400	2.50	0.10	
0240010001	PINTURA LATEX		gal	0.0500	25.00	1.25	
02400100050002	PINTURA IMPRIMANTE PARA MUROS		gal	0.0600	22.00	1.32	2.67
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.18	0.18	0.18
<hr/>							
Partida	20.01	(010106010706-1501003-01)	SISTEMA DE EVACUACION DE AGUAS PLUVIALES	Costo unitario directo por:		m	10.00
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Materiales							
0292030002	CANALETA DE PLANCHA GALVANIZADA PARA LLUVIA INCLUYE ACCESORIOS		m	1.0000	10.00	10.00	10.00
<hr/>							
Partida	21.01	(010119010608-1501003-01)	SALIDA DE CENTROS DE LUZ C/TUBO SEL Y ALAMBRE TW N° 14 CJAS LIVIANAS	Costo unitario directo por:		pto	33.38
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	5.19	5.19	5.19
Materiales							
0215010002	TUBERIA PVC SEL PARA INSTALACIONES ELECTRICAS DE 3/4"X3m		und	3.0000	2.80	8.40	
0241020001	CINTA AISLANTE		rtl	0.1800	3.50	0.63	
0268020002	CAJA OCTOGONAL PLASTICO 4" X 2" X 2"		und	1.0000	1.00	1.00	
0270150002	CABLE TW # 14 AWG 2.5 mm2		m	15.0000	1.20	18.00	28.03
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.16	0.16	0.16

Fecha : 27/12/2017 02:48:06p.m.



Análisis de precios unitarios

Presupuesto **1501003** VIVIENDA DE ADOBE SIN ACONDICIONAMIENTO TERMICO UBICADO A MÁS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO
Subpresupuesto **001** VIVIENDA DE ADOBE CON ÁREA DE 12.40 M2

Partida	21.02	(010119010609-1501003-01)	SALIDA P/TOMACORRIENTE TUB. SEL CABLE TW N° 12 EN PARED CAJA LIVIANA	Costo unitario directo por:		pto	11.35
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	5.19	5.19	5.19
Materiales							
02621300010006	TOMACORRIENTE BAKELITA BIPOLAR DOBLE		und	1.0000	5.00	5.00	5.00
02680800010004	CAJA RECTANGULAR PLASTICO 4" X 2" X 2"		und	1.0000	1.00	1.00	6.00
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.16	0.16	0.16
Partida	21.03	(010119010611-1501003-01)	SALIDA P/INTERRUPTOR DOBLE TUB. SEL CABLE TW N° 14 EN PARED CAJA LIVIANA	Costo unitario directo por:		pto	13.85
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	5.19	5.19	5.19
Materiales							
0262050008	INTERRUPTOR BAKELITA X 2.5SWITCH		und	1.0000	7.50	7.50	7.50
02680800010004	CAJA RECTANGULAR PLASTICO 4" X 2" X 2"		und	1.0000	1.00	1.00	8.50
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.16	0.16	0.16
Partida	21.04	(010119010612-1501003-01)	ARTEFACTO FLUORESCENTE RECTO 2X40W INCLUYE COLOCACION	Costo unitario directo por:		und	17.35
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	5.19	5.19	5.19
Materiales							
0270110324	ARTEFACTO FLUORESCENTE RECTO 2X40W		und	1.0000	12.00	12.00	12.00
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.16	0.16	0.16
Partida	22.01	(010101020203-1501003-01)	FLETE TERRESTRE	Costo unitario directo por:		glb	200.00
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Materiales							
0203020002	FLETE TERRESTRE		glb	1.0000	200.00	200.00	200.00

Fecha : 27/12/2017 06:31:46p.m.



PROYECTO : VIVIENDA DE ADOBE SIN ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO UBICADOS A MAS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO

UBICACIÓN: JULI - CHUCUITO - PUNO

FECHA: dic-17

ITEM	DESCRIPCIÓN	N° VECES	MEDIDAS			PARCIAL	TOTAL	UND
			LARGO	ANCHO	ALTURA			
01	ESTRUCTURAS							
01.01	OBRAS PROVISIONALES							
01.01.01	Local para almacén de materiales de construcción	1.00				1.00	1.00	mes
01.02	OBRAS PRELIMINARES							
01.02.01	Limpieza manual de Terreno normal	1.00	AREA =	12.40		12.40	12.40	m2
01.02.02	Trazo y replanteo en Terreno Normal con Equipo	1.00	AREA =	12.40		12.40	12.40	m2
01.03	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
01.03.01	Excavación de Zanjas Para Cimientos de Mampostería con Mortero de Barro						3.41	m3
	Eje A-A Tramo 1-2	1.00	4.00	0.40	0.60	0.96		
	Eje B-B Tramo 1-2	1.00	4.00	0.40	0.60	0.96		
	Eje 1-1 Tramo A-B	1.00	3.10	0.40	0.60	0.74		
	Eje 2-2 Tramo A-B	1.00	3.10	0.40	0.60	0.74		
01.03.02	Acarreo y Eliminación de Material Excedente						3.41	m3
	En Eje A-A Tramo 1-2 en Cimientos Corridos	1.00	4.00	0.40	0.60	0.96		
	En Eje B-B Tramo 1-2 en Cimientos Corridos	1.00	4.00	0.40	0.60	0.96		
	En Eje 1-1 Tramo A-B en Cimientos Corridos	1.00	3.10	0.40	0.60	0.74		
	En Eje 2-2 Tramo A-B en Cimientos Corridos	1.00	3.10	0.40	0.60	0.74		
01.04	CONCRETO SIMPLE							
01.04.01	CIMENTOS CORRIDOS							
01.04.01.01	Cimientos Corridos Mezcla Mortero de Barro + 30% PG						3.12	m3
	Eje A-A-B Tramo 1-2	2.00	4.00	0.40	0.60	1.92		
	Eje 1-1,2-2 Tramo A-B	2.00	2.50	0.40	0.60	1.20		
01.04.02	SOBRECIMENTOS							
01.04.02.01	Sobrecimiento Concreto C:H 1:8+8% PM (max 6")						1.73	m3
	Eje A-A Tramo 1-2	1.00	4.10	0.30	0.40	0.49		
	Eje B-B Tramo 2-2	1.00	4.10	0.30	0.40	0.49		
	Eje 1-1 Tramo A-B	1.00	3.10	0.30	0.40	0.37		
	Eje 2-2 Tramo A-B	1.00	3.10	0.30	0.40	0.37		
01.04.02.02	Sobrecimiento - Encofrado y Desencofrado						9.28	m2
	Eje A-A Tramo 1-2	1.00	7.40		0.40	2.96		
	Eje B-B Tramo 2-2	1.00	7.40		0.40	2.96		
	Eje 1-1 Tramo A-B	1.00	5.60		0.20	1.12		
	Eje 2-2 Tramo A-B	1.00	5.60		0.40	2.24		
01.04.03	FALSO PISO							
01.04.03.01	PISOS						8.50	m2
	Falso Piso - Mezcla C:H 1:8 E=2"	1.00	Area=	8.50		8.50		
	Habitación							
01.05.02	ESTRUCTURA DE MADERA Y COBERTURAS							
01.05.02.01	Tijeral de Madera Tipo 1	4.00	1.00			4.00	4.00	pza
01.05.02.02	Correas de Madera Aguano 1"X3"	1.00	38.00	Perim=		38.00	38.00	m
01.05.02.03	Cumbrera Galvanizada	1.00	4.50	Perim=		4.50	4.50	m
01.05.02.04	Cobertura de Calamina de 11 canales	1.00	Area=	17.34		17.34	17.34	m2
02	ARQUITECTURA							
02.01	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA							
02.01.01	Muros de adobe 40x30x10 juntas de mortero de barro e=3cm						26.60	m2
	Eje A-A Tramo 1-2	1.00	Area=	5.27		5.27		
	Eje B-B Tramo 2-2	1.00	Area=	5.27		5.27		
	Eje 1-1 Tramo A-B	1.00	Area=	6.80		6.80		
	Eje 2-2 Tramo A-B	1.00	Area=	6.80		6.80		
	Timpanos en Tramo A-A, B-B	1.00	Area=	2.46		2.46		
02.02	REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS							
02.02.01	Revoque con mortero de barro en interior primera capa e=1.0cm						20.06	m2
	Muros Interiores							
	Eje A-A Tramo 1-2	1.00	Area=	4.25		4.25		
	Eje B-B Tramo 2-2	1.00	Area=	4.25		4.25		
	Eje 1-1 Tramo A-B	1.00	Area=	5.78		5.78		
	Eje 2-2 Tramo A-B	1.00	Area=	5.78		5.78		



PROYECTO : VIVIENDA DE ADOBE SIN ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO UBICADOS A MAS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGIÓN PUNO

UBICACIÓN: JULI - CHUCUITO - PUNO

FECHA: dic-17

ITEM	DESCRIPCIÓN	N° VECES	MEDIDAS			PARCIAL	TOTAL	UND
			LARGO	ANCHO	ALTURA			
02.02.02	Tarrajeo en muros mortero C:A 1:5 E=1.5cm						33.32	m2
	Muros Exteriores							
	Eje A-A Tramo 1-2	1.00	Area=	8.00		8.00		
	Eje B-B Tramo 2-2	1.00	Area=	8.00		8.00		
	Eje 1-1 Tramo A-B	1.00	Area=	6.20		6.20		
	Eje 2-2Tramo A-B	1.00	Area=	6.20		6.20		
	Timpanos en Tramo A-A, B-B	2.00	Area=	2.46		4.92		
02.02.03	Enlucido de yeso sobre muros interiores e=1.5cm						23.02	m2
	Eje A-A Tramo 1-2	1.00	Area=	6.63		6.63		
	Eje B-B Tramo 2-2	1.00	Area=	6.63		6.63		
	Eje 1-1 Tramo A-B	1.00	Area=	4.88		4.88		
	Eje 2-2Tramo A-B	1.00	Area=	4.88		4.88		
02.02.04	Vestidura de derrames interior yeso e=1.5cm						6.25	m
	V-1	1.00	Perim=	2.40		2.40		
	P-1	1.00	Perim=	3.85		3.85		
02.02.05	Vestidura de derrames exterior C:A 1:5 e=1.5cm						6.25	m
	V-1	1.00	Perim=	2.40		2.40		
	P-1	1.00	Perim=	3.85		3.85		
02.02.06	Bruñas de E=1cm						15.00	m
	En Exteriores	1.00	15.00			15.00		
02.03	CIELORRASOS							
02.03.01	Cielorraso con Triplay						12.20	m2
	Cieloraso	1.00	Area=	8.50		8.50		
	Aleros	2.00	Area=	1.85		3.70		
02.05	PISOS Y PAVIMENTOS							
02.05.01	Falso piso 2"						8.50	m2
	Habitacion	1.00	Area=	8.50		8.50		
02.05.02	Veredas - Mortero F'c= 175 kg/cm2 E=4" incluye acabado y bruñado						2.00	m2
	Vereda	1.00	Area=	2.00		2.00		
02.06	CARPINTERIA METAL MADERA							
02.06.01	Ventana Metalica (V-1) Segun Diceño Inc. Colocacion						1.00	Und
	V-1	1.00				1.00		
02.06.02	Puerta de Metal 1.60x0.65m Segun Diceño Inc. colocación						1.00	Und
	P-1	1.00				1.00		
02.07	VIDRIOS, CRISTALES Y SIMILARES							
02.07.01	Vidrio Semi doble inc/colocacion				10.70		3.00	p2
	V-1	1.00	Area=	0.28		0.28		
02.08	PINTURA							
02.08.01	Pintura Látex dos manos en muros interiores y exteriores						22.00	m2
	Pintura en muros exteriores e interiores	1.00	Area=	22.00		22.00		
02.08.02	Pintura en cieloraso al latex						21.00	m2
	Pintura en cieloraso	1.00	Area=	8.50		8.50		
	Pintura en Derrames	1.00	Perim=	12.50		12.50		
03	INSTALACIONES SANITARIAS							
03.01	SISTEMA DE EVACUACION DE AGUAS PLUVIALES							
03.01.01	Sistema de Evacuación de aguas pluviales						13.00	m
	Para evacuacion de Lluvias	1.00	13.00			13.00		
04	INSTALACIONES ELECTRICAS							
04.01	Salida de centros de luz C/Tubo SEL y alambre TW N° 14, cajas Livianas						1.00	pto
		1.00				1.00		
04.02	Salida P/Tomacorriente tub. SEL cable TW N° 12 en pared caja liviana						1.00	pto
		1.00				1.00		
04.03	Salida P/Interruptor doble tub. SEL cable TW N° 14 en pared caja liviana						1.00	pto
		1.00				1.00		
04.04	Artefacto fluoescente recto 2x40w - incluye colocacion						1.00	Und
		1.00				1.00		
04.05	Pozo de tierra incluye excavación, tapado y caja						1.00	Und
		1.00				1.00		
05	VARIOS							
05.01	Flete Terrestre						1.00	glib
		1.00				1.00		



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS FÍSICO MATEMÁTICAS

LABORATORIO DE FÍSICA



CONSTANCIA

El que suscribe, Coordinador de Gabinetes y Laboratorios de la Escuela Profesional de Ciencias Físico Matemáticas, hace constar que, el Lic. Natalio Miranda Rivera, con apoyo del Bachiller Néstor Rolando Flores Cervantes, han realizado la siguiente prueba de laboratorio, en las instalaciones del laboratorio de Física:

1. **Transferencia de Calor para determinar la Conductividad Térmica de K'esana (Totora).**

La prueba antes mencionado, se ha realizado los días 13 y 14 de Diciembre del 2016, en las instalaciones del Laboratorio de Física

La presente constancia se expide a solicitud del interesado, para fines estrictamente académico y relacionado a su trabajo de investigación.

Puno, 01 de Agosto del 2017

Lic. Renzo Henry Mamani Pari
Coordinador de Gabinetes y laboratorios

7.1. ENSAYOS DE LABORATORIO PARA DETERMINAR LA CONDUCTIVIDAD TERMICA



VISTA 01: SE OBSERVA EL CARGUIO DE LA TOTORA Y EL SECADO



VISTA 02: SE OBSERVA EL COLOCADO DE ESTACAS DE FIERRO DE ½" PARA EL TEJIDO DE LA K'ESANA DE TOTORA



VISTA 03: SE OBSERVA EL TEJIDO DE LAS MUESTRAS DE K'ESANAS EN FORMA DE ALFOMBRAS



VISTA 04: SE OBSERVA A LAS MUESTRAS DE LAS K'ESANAS DE TOTORA PARA LOS ENSAYOS DE LABORATORIO



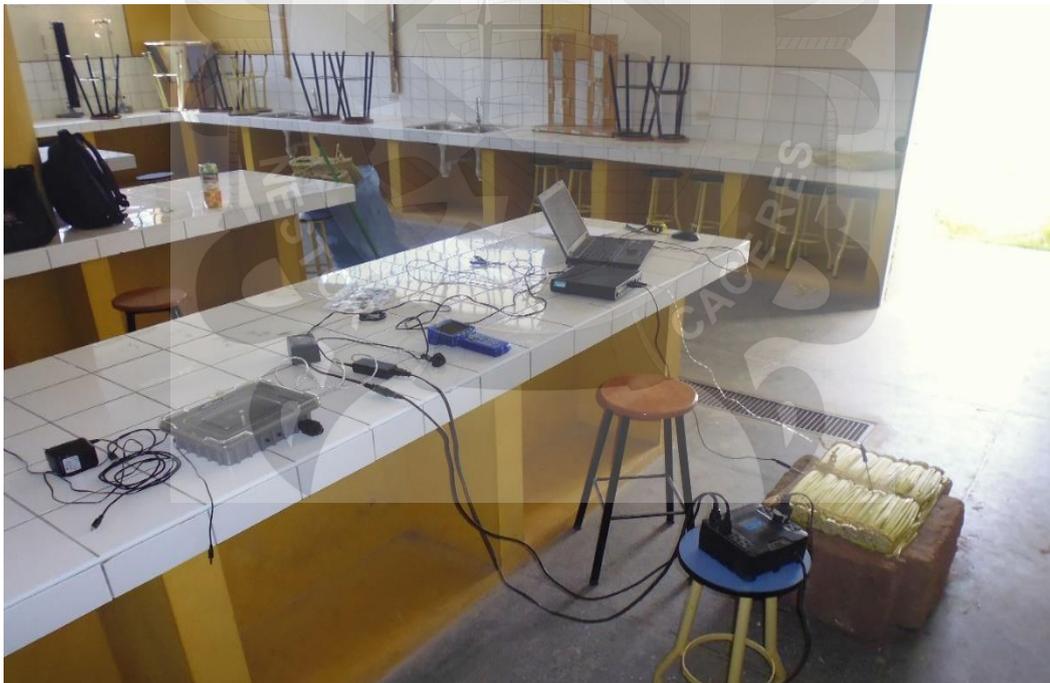
VISTA 05: SE OBSERVA EL COLOCADO DE 04 ADOBES EN FORMA DE CUADRADO Y EN SU INTERIOR UNA COCINA ELECTRICA



VISTA 06: SE OBSERVA LAS PRUEBAS DE CONDUCTIVIDAD TERMICA CON EQUIPOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR EN LABORATORIO



VISTA 07: SE OBSERVA LA UBICACIÓN DE LOS SENSORES EN LA PARTE SUPERIOR DE LA K'ESANA Y OTRO EN EL INTERIOR DEL RECINTO DE ADOBE QUE REGISTRAN LAS TEMPERATURAS TANTO INTERNAS COMO EXTERNAS PARA DETERMINAR LA CONDUCTIVIDAD TERMICA



VISTA 08: SE OBSERVA LOS EQUIPOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR EN EL LABORATORIO DE FISICO MATEMATICO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO EN LOS ENSAYOS RESPECTIVOS DE LAS MUESTRAS 01, 02 Y 03



VISTA 09: SE OBSERVA LA CANTERA Y PREPARACION DE BARRO PARA ELABORAR ADOBES



VISTA 10: SE OBSERVA EL MOLDEO DE LOS ADOBES DE LAS DIMENSIONES DE 40 X 30 X 10 CM EN EL TENDAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA



VISTA 11: SE OBSERVA LOS ADOBES PRODUCIDOS EN EL TENDAL



VISTA 12: SE OBSERVA EL TRAZO Y REPLANTEO PARA SU CIMENTACION DE LA VIVIENDA



VISTA13: SE OBSERVA LA EXCAVACION DE ZANJAS PARA SU RESPECTIVA CIMENTACION



VISTA 14: SE OBSERVA LA CIMENTACION CON MAMPOSTERIA CON MORTERO DE BARRO



VISTA 15: SE OBSERVA EL ENCOFRADO Y VACIADO DEL SOBRECIMIENTO DE CONCRETO DE C:H
1:8 + 8% PM



VISTA 16: SE OBSERVA EL ASENTADO DE LAS HILADAS DEL MURO DE ADOBE



VISTA 17: SE OBSERVA EL COLOCADO DE LA VIGA COLLAR



VISTA 18: SE OBSERVA EL COLOCADO DE TIJERALES, CORREAS Y CALAMINAS EN LA ESTRUCTURA DE LA VIVIENDA CONSTRUIDA



VISTA 19: SE OBSERVA EL REVESTIMIENTO EN EL INTERIOR DE LA HABITACION CON MORTERO DE BARRO COMO PRIMERA CAPA PARA EL AISLAMIENTO TERMICO



VISTA 20: SE OBSERVA EL COLOCADO DE LA K'ESANA DE TOTORA EN EL CIELORASO



VISTA 21: SE OBSERVA EL COLOCADO DE LA K'ESANA DE TOTORA COMO AISLANTE TERMICO EN LOS MUROS EN EL INTERIOR DE LA VIVIENDA



VISTA 22: SE OBSERVA EL ENLUCIDO CON YESO EN LOS PANELES DE K'ESANA EN EL INTERIOR DE LA VIVIENDA



VISTA 23: SE OBSERVA EL COLOCADO DEL PLASTICO PARA EVITAR LA CAPILARIDAD Y LOS DURMIENTES PARA EL ENTABLADO INTERIOR DE LA VIVIENDA



VISTA 24: SE OBSERVA EL VACIADO EN LOS DURMIENTES CON CONCRETO SIMPLE



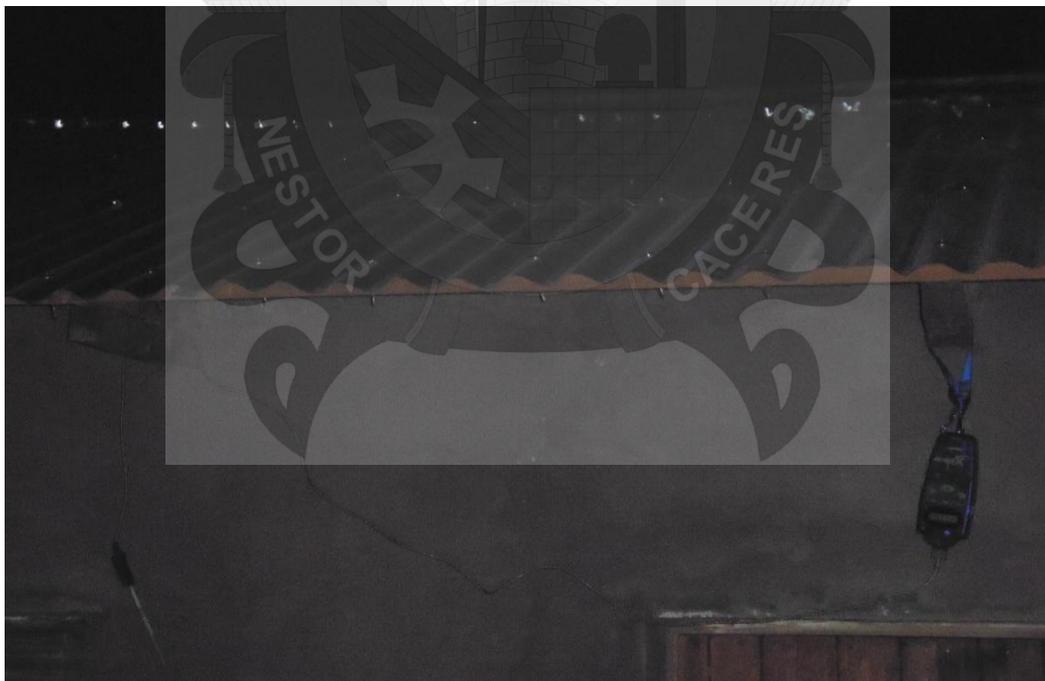
VISTA 25: SE OBSERVA EL COLOCADO DE TABLONES Y ASERRIN EN EL PISO DE LA HABITACION



VISTA 26: SE OBSERVA EL COLOCADO DE LAS TAPAS Y VIDRIO EN LAS ABERTURAS DE LA CLARABOYAS



VISTA 27: SE OBSERVA LOS INSTRUMENTOS DE MEDICION DE TEMPERATURAS EN EL INTERIOR DE LA HABITACION



VISTA 28: SE OBSERVA EL INSTRUMENTO DEL EXPLORER CON SU RESPECTIVO SENSOR DE TEMPERATURA EN EXTERIORES DE LA VIVIENDA



VISTA 29: SE OBSERVA EN LOS INSTRUMENTOS DE MEDICION DE TEMPERATURAS EN REGISTRO DE TEMPERATURA INTERIOR



VISTA 30: SE OBSERVA LOS EXTERIORES DE LA PROPUESTA DE VIVIENDA ACONDICIONADA TERMICAMENTE EN LA COMUNIDAD DE RIO SALADO EN EL DISTRITO DE JULI



TITULO: “ACONDICIONAMIENTO TERMICO EN VIVIENDAS DE ADOBE UBICADOS A MAS DE 3800 msnm EN LA REGION DE PUNO”

Definición del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Índices	Instrumentos de Medición
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL					
¿Es posible mejorar las condiciones térmicas de las viviendas de adobe ubicadas a más de 3800 m.s.n.m. en la Región Puno?	Diseño y Construcción de la vivienda de adobe acondicionada térmicamente con materiales térmicos y evaluar su confort térmico para su habitabilidad del poblador ubicado a más de 3800 m.s.n.m. en la Regio Puno.	La construcción de la vivienda de adobe acondicionada térmicamente con materiales térmicos, es mejor que las viviendas tradicionales debido a la eficiente acumulación de calor en el interior de la vivienda para su habitabilidad del poblador ubicado a más de 3800 m.s.n.m. en la Región Puno.	VARIABLE INDEPENDIENTE <ul style="list-style-type: none"> • Construcción de la vivienda de adobe acondicionada térmicamente con materiales térmicos. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Propiedad térmica de los materiales de construcción ◦ Transferencia de calor ◦ Componentes constructivos de la vivienda de adobe. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Densidad W/m.K ◦ Conductividad y resistividad ◦ Calor específico J/Kg.K ◦ Formas de transferencia de calor ◦ Techo ◦ Muro ◦ Vanos ◦ piso ◦ Cimientos y Sobrecimientos 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Densidad ◦ Conductividad térmica ◦ Calor específico ◦ Conducción ◦ Convección ◦ Radiación ◦ Calamina, correas de madera, colchón de totora, viga de madera. ◦ Carrizo ◦ Yeso ◦ Adobe ◦ paneles de totora, enlucidos, viga collar. ◦ Puerta y ventana de madera ◦ Madera tablones, durmientes de madera. ◦ Aserrín de madera ◦ Lamina de plástico ◦ Piedra ◦ Piedras ◦ Concreto simple 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Equipos de transferencia de calor ◦ Diseño en software – CAD ◦ Modelamiento de la estructura con software Ecotec ◦ Encuestas ◦ Ensayos de laboratorio ◦ Sensores de temperatura



PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	VARIABLE DEPENDIENTE	Captaçión de Calor	
¿Cómo serán las condiciones térmicas de las viviendas de adobe actualmente en las zonas rurales ubicados a más de 3800 m.s.n.m. en la Región Puno?	Evaluación de las viviendas de adobe y técnicas constructivas actuales que se encuentran en zonas rurales ubicados a más de 3800 m.s.n.m. en la Región Puno.	Las viviendas de adobe que se encuentran en zonas rurales ubicados a más de 3800 m.s.n.m. en la Región Puno, presentan deficiencias constructivas de diseño y de orientación.	<ul style="list-style-type: none"> Confort térmico en el interior de la vivienda. 	<ul style="list-style-type: none"> Aspectos arquitectónicos de diseño 	<ul style="list-style-type: none"> Claraboyas Acumulador de calor
¿La Titora se comportara como un material aislante para el acondicionamiento térmico en las viviendas de adobe ubicadas a más de 3800 m.s.n.m. en la Región Puno?	Determinar la conductividad térmica del material de la titora para su utilización en el acondicionamiento térmico interior en las viviendas de adobe ubicados a más de 3800 m.s.n.m. en la Región Puno.	La titora presenta propiedades térmicas adecuadas para utilizar como aislante térmico en el interior de las viviendas de adobe ubicados a más de 3800 m.s.n.m. en la Región Puno.	<ul style="list-style-type: none"> Confort térmico y arquitectura bioclimática Capacidad de aislación térmica 	<ul style="list-style-type: none"> Ubicación y orientación Distribución Geometría 	<ul style="list-style-type: none"> Orografía del lugar Posición de la vivienda trapezoidal Trapezoidal
				<ul style="list-style-type: none"> Perdidas caloríficas Ganancias caloríficas Demanda de energía 	<ul style="list-style-type: none"> Calor Calor sensible y latente Calor específico
				<ul style="list-style-type: none"> Conductividad térmica λ Transmitancia térmica U. Resistencia térmica R. 	<ul style="list-style-type: none"> Conducción de calor Calculo de transmitancia térmica Coefficientes peculiares de transferencia de calor por convección Espesor del material Conductividad térmica del material
¿Cómo se comportara una vivienda construida con materiales aislantes de la zona ubicada a más de 3800 m.s.n.m. en la Región Puno?	Evaluar el confort térmico interior en la vivienda de adobe acondicionada térmicamente y que mejora las condiciones de habitabilidad en climas fríos para el poblador ubicado a más de 3800 m.s.n.m. en la Región Puno.	La vivienda de adobe acondicionada térmicamente con materiales térmicos permite incrementar la temperatura interior y mejora las condiciones de habitabilidad.	<ul style="list-style-type: none"> Factores medio ambientales y climáticos 	<ul style="list-style-type: none"> Condiciones climáticas Temperatura 	<ul style="list-style-type: none"> Orografía Vientos



X.- CUESTIONARIO DE ENCUESTAS

ENCUESTA DE ACONDICIONAMIENTO TERMICO DE VIVIENDAS DE

ADOBE UBICADOS A MAS DE 3800 M.S.N.M. EN LA REGION DE PUNO

I. INFORMACION GENERAL A COMPLETAR PREVIAMENTE POR EL ENCUESTADOR

1. Dirección de la Vivienda Multifamiliar

Nombre del Encuestado: _____

Jr./Calle/Pasaje/Comunidad _____ N° _____

Distrito _____ Provincia _____ Departamento _____

II. ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DE ADOBE

1. ¿conoce algunas propiedades térmicas de los materiales de construcción?

a. Si b. No

2. ¿conoce algunas formas de transferencia de calor?

a. Si b. No

III. CONFORT TERMICO

3. ¿Cuál es su ubicación de su vivienda?

a. esquina b. entre dos viviendas b. Independiente

4. ¿con cuál de las siguientes distribuciones cuenta su vivienda?

a. dormitorio, cocina, ss.hh. y corral b. dormitorio, cocina, despensa, ss.hh. y corral

5. la geometría de su dormitorio da hacia el:

a. sur b. norte c. este d. oeste

6. ¿Por dónde considera usted que hay perdidas de calor del interior de su dormitorio?

a. puertas b. ventanas c. pisos d. techos

7. ¿Por dónde consideras que hay ganancias caloríficas para el interior de su dormitorio?

a. Techos b. Ventanas c. Artefactos d. Puertas



- a. Si b. No
9. Como considera usted que es su dormitorio:
- a. Calurosa b. Fresca c. Fría
10. En qué mes del año considera que desciende la temperatura:
- a. Abril y Mayo b. Junio y Julio c. Mayo, Junio y Julio
11. ¿De qué material es el techo de su dormitorio?
- a. Calamina b. Paja c. Plancha – Fibrocemento
12. ¿De qué material es el muro de su dormitorio?
- a. Adobe b. Piedra c. Adobe y Piedra
13. ¿De qué material es su ventana de su dormitorio?
- a. Madera b. Metálico
14. ¿De qué material es su puerta de su dormitorio?
- a. Madera b. Metálico
15. ¿De qué material es el piso del interior de su dormitorio?
- a. Madera b. Concreto c. Tierra d. Piedra



ANEXO REGISTRO DE TEMPERATURAS

MONITOREO DE TEMPERATURAS EN LA VIVIENDA			
CONDICIONES TERMICAS EN EL INTERIOR Y EXTERIOR DE LA VIVIENDA DE ADOBE ACONDICIONADA TERMICAMENTE			
DIAS	TIEMPO (horas.)	TEMPERATURA INTERIOR (°C)	TEMPERATURA EXTERIOR (°C)
25 de Junio -2017	07:00:00 p.m.	13.2569	9.2123
25 de Junio -2017	07:05:00 p.m.	17.8406	9.6383
25 de Junio -2017	07:10:00 p.m.	17.2201	9.9375
25 de Junio -2017	07:15:00 p.m.	15.4109	9.1328
25 de Junio -2017	07:20:00 p.m.	15.0148	8.8867
25 de Junio -2017	07:25:00 p.m.	13.6523	8.9023
25 de Junio -2017	07:30:00 p.m.	13.3887	8.6953
25 de Junio -2017	07:35:00 p.m.	13.4327	8.5039
25 de Junio -2017	07:40:00 p.m.	12.9933	8.4297
25 de Junio -2017	07:45:00 p.m.	12.7297	8.4648
25 de Junio -2017	07:50:00 p.m.	12.9054	8.4922
25 de Junio -2017	07:55:00 p.m.	12.9933	8.4453
25 de Junio -2017	08:00:00 p.m.	13.0373	8.5156
25 de Junio -2017	08:05:00 p.m.	13.0812	8.2617
25 de Junio -2017	08:10:00 p.m.	13.1251	7.9141
25 de Junio -2017	08:15:00 p.m.	13.1251	7.832
25 de Junio -2017	08:20:00 p.m.	12.8176	8.1289
25 de Junio -2017	08:25:00 p.m.	12.9054	8.2187
25 de Junio -2017	08:30:00 p.m.	12.9494	8.082
25 de Junio -2017	08:35:00 p.m.	12.9933	7.9609
25 de Junio -2017	08:40:00 p.m.	13.0373	8.0352
25 de Junio -2017	08:45:00 p.m.	13.1251	8.1602
25 de Junio -2017	08:50:00 p.m.	13.0373	7.8125
25 de Junio -2017	08:55:00 p.m.	12.9494	7.3828
25 de Junio -2017	09:00:00 p.m.	12.9933	7.3047
25 de Junio -2017	09:05:00 p.m.	13.0812	7.3594
25 de Junio -2017	09:10:00 p.m.	13.1691	7.3945
25 de Junio -2017	09:15:00 p.m.	13.6084	7.5352
25 de Junio -2017	09:20:00 p.m.	13.872	7.3711
25 de Junio -2017	09:25:00 p.m.	13.7841	7.4609
25 de Junio -2017	09:30:00 p.m.	13.5205	7.4648
25 de Junio -2017	09:35:00 p.m.	13.9599	7.4297
25 de Junio -2017	09:40:00 p.m.	13.5205	7.457
25 de Junio -2017	09:45:00 p.m.	13.6523	7.7344
25 de Junio -2017	09:50:00 p.m.	13.872	7.9414
25 de Junio -2017	09:55:00 p.m.	14.0038	8.0781
25 de Junio -2017	10:00:00 p.m.	13.9599	8.1406
25 de Junio -2017	10:05:00 p.m.	13.6084	8.1602
25 de Junio -2017	10:10:00 p.m.	13.7402	8.2578
25 de Junio -2017	10:15:00 p.m.	14.2235	8.3164



25 de Junio -2017	10:20:00 p.m.	14.0038	8.2017
25 de Junio -2017	10:25:00 p.m.	14.0038	8.1406
25 de Junio -2017	10:30:00 p.m.	14.0917	8.1445
25 de Junio -2017	10:35:00 p.m.	13.7402	7.9844
25 de Junio -2017	10:40:00 p.m.	14.0038	7.6172
25 de Junio -2017	10:45:00 p.m.	14.3553	7.7852
25 de Junio -2017	10:50:00 p.m.	14.1796	7.582
25 de Junio -2017	10:55:00 p.m.	15.1468	7.5273
25 de Junio -2017	11:00:00 p.m.	15.1908	7.7422
25 de Junio -2017	10:05:00 p.m.	15.3228	7.8789
25 de Junio -2017	11:10:00 p.m.	15.3668	7.9258
25 de Junio -2017	11:15:00 p.m.	15.2348	8.1211
25 de Junio -2017	11:20:00 p.m.	15.0588	8.1367
25 de Junio -2017	11:25:00 p.m.	15.1908	8.2773
25 de Junio -2017	11:30:00 p.m.	15.4109	8.1758
25 de Junio -2017	11:35:00 p.m.	15.3228	8.2148
25 de Junio -2017	11:40:00 p.m.	14.751	8.0664
25 de Junio -2017	11:45:00 p.m.	15.0148	7.8203
25 de Junio -2017	11:50:00 p.m.	15.1908	7.7656
25 de Junio -2017	11:55:00 p.m.	15.2788	7.6133
25 de Junio -2017	12:00:00 p.m.	14.9269	7.4297
25 de Junio -2017	12:05:00 p.m.	15.1908	7.4141
25 de Junio -2017	12:10:00 p.m.	15.3668	7.3555
25 de Junio -2017	12:15:00 p.m.	15.3668	7.3672
26 de Junio -2017	12:20:00 p.m.	14.8389	7.3281
26 de Junio -2017	12:25:00 p.m.	15.0148	7.2109
26 de Junio -2017	12:25:00 p.m.	15.1468	7.1328
26 de Junio -2017	12:25:00 p.m.	15.1468	7.1914
26 de Junio -2017	12:40:00 p.m.	15.2348	7.2031
26 de Junio -2017	12:45:00 p.m.	15.3668	7.3008
26 de Junio -2017	12:50:00 p.m.	15.4549	7.3711
26 de Junio -2017	12:55:00 p.m.	16.0276	7.1211
26 de Junio -2017	01:00:00 a.m.	15.1908	7.1445
26 de Junio -2017	01:05:00 a.m.	15.2348	7.0000
26 de Junio -2017	01:10:00 a.m.	14.9709	6.6484
26 de Junio -2017	01:15:00 a.m.	15.0148	6.4297
26 de Junio -2017	01:20:00 a.m.	14.8389	6.3633
26 de Junio -2017	01:25:00 a.m.	14.663	6.1719
26 de Junio -2017	01:30:00 a.m.	14.4872	6.0391
26 de Junio -2017	01:35:00 a.m.	14.3993	5.9336
26 de Junio -2017	01:40:00 a.m.	14.3553	5.8281
26 de Junio -2017	01:45:00 a.m.	14.2674	5.7344
26 de Junio -2017	01:50:00 a.m.	14.2235	5.7031
26 de Junio -2017	01:55:00 a.m.	14.1356	5.7578
26 de Junio -2017	02:00:00 a.m.	14.0917	5.7383



26 de Junio -2017	02:05:00 a.m.	14.0477	5.6094
26 de Junio -2017	02:10:00 a.m.	14.0038	5.6406
26 de Junio -2017	02:15:00 a.m.	14.1356	5.6434
26 de Junio -2017	02:20:00 a.m.	14.1356	5.6543
26 de Junio -2017	02:25:00 a.m.	14.1356	5.6435
26 de Junio -2017	02:30:00 a.m.	14.2674	5.6876
26 de Junio -2017	02:35:00 a.m.	14.2235	5.6213
26 de Junio -2017	02:40:00 a.m.	14.1356	5.6235
26 de Junio -2017	02:45:00 a.m.	14.0038	5.6478
26 de Junio -2017	02:50:00 a.m.	13.6963	5.6489
26 de Junio -2017	02:55:00 a.m.	13.4766	4.6541
26 de Junio -2017	03:00:00 a.m.	13.4327	4.6431
26 de Junio -2017	03:05:00 a.m.	13.2569	4.6435
26 de Junio -2017	03:10:00 a.m.	13.2569	4.6467
26 de Junio -2017	03:15:00 a.m.	13.1691	4.6457
26 de Junio -2017	03:20:00 a.m.	13.1251	4.6321
26 de Junio -2017	03:25:00 a.m.	13.0812	4.6312
26 de Junio -2017	03:30:00 a.m.	13.1691	4.6341
26 de Junio -2017	03:35:00 a.m.	13.5645	4.6312
26 de Junio -2017	03:40:00 a.m.	13.5205	4.6326
26 de Junio -2017	03:45:00 a.m.	13.5205	3.5456
26 de Junio -2017	03:50:00 a.m.	13.5205	3.5325
26 de Junio -2017	03:55:00 a.m.	13.5205	3.5329
26 de Junio -2017	04:00:00 a.m.	13.5205	3.5678
26 de Junio -2017	04:05:00 a.m.	13.5645	3.5325
26 de Junio -2017	04:10:00 a.m.	13.4327	3.5341
26 de Junio -2017	04:15:00 a.m.	13.2569	3.5356
26 de Junio -2017	04:20:00 a.m.	13.213	3.5123
26 de Junio -2017	04:25:00 a.m.	13.1251	3.5211
26 de Junio -2017	04:30:00 a.m.	12.9933	2.4231
26 de Junio -2017	04:35:00 a.m.	12.9933	2.4334
26 de Junio -2017	04:40:00 a.m.	13.1691	2.4342
26 de Junio -2017	04:45:00 a.m.	13.1691	2.4489
26 de Junio -2017	04:50:00 a.m.	13.0812	2.4286
26 de Junio -2017	04:55:00 a.m.	12.8176	2.4326
26 de Junio -2017	05:00:00 a.m.	13.0812	2.4214
26 de Junio -2017	05:05:00 a.m.	13.1251	2.4122
26 de Junio -2017	05:10:00 a.m.	12.8176	2.4145
26 de Junio -2017	05:15:00 a.m.	12.5099	2.4212
26 de Junio -2017	05:20:00 a.m.	12.5978	2.4023
26 de Junio -2017	05:25:00 a.m.	12.5978	2.4021
26 de Junio -2017	05:30:00 a.m.	11.9383	2.4022
26 de Junio -2017	05:35:00 a.m.	11.4541	2.4022



MONITOREO DE TEMPERATURAS EN LA VIVIENDA			
CONDICIONES TERMICAS EN EL INTERIOR Y EXTERIOR DE LA VIVIENDA DE ADOBE ACONDICIONADA TERMICAMENTE			
DIAS	TIEMPO (horas)	TEMPERATURA INTERIOR (°C)	TEMPERATURA EXTERIOR (°C)
06 de Julio - 2017	07:00:00 p.m.	13.029	7.182
06 de Julio - 2017	07:05:00 p.m.	13.9485	7.9609
6 de Julio - 2017	07:10:00 p.m.	13.642	7.9719
6 de Julio - 2017	07:15:00 p.m.	14.0799	7.9825
6 de Julio - 2017	07:20:00 p.m.	14.2988	7.8125
6 de Julio - 2017	07:25:00 p.m.	13.9047	7.3828
6 de Julio - 2017	07:30:00 p.m.	13.8609	7.3047
6 de Julio - 2017	07:35:00 p.m.	13.9047	7.3594
6 de Julio - 2017	07:40:00 p.m.	13.9923	7.3945
6 de Julio - 2017	07:45:00 p.m.	13.9485	7.5352
6 de Julio - 2017	07:50:00 p.m.	14.1237	7.3711
6 de Julio - 2017	07:55:00 p.m.	14.3426	7.4609
6 de Julio - 2017	08:00:00 p.m.	14.255	7.4648
6 de Julio - 2017	08:05:00 p.m.	14.255	7.4297
6 de Julio - 2017	08:10:00 p.m.	14.255	7.457
6 de Julio - 2017	08:15:00 p.m.	14.2988	7.7344
6 de Julio - 2017	08:20:00 p.m.	14.1674	7.9414
6 de Julio - 2017	08:25:00 p.m.	14.1674	7.0781
6 de Julio - 2017	08:30:00 p.m.	14.255	7.1406
6 de Julio - 2017	08:35:00 p.m.	14.2988	7.1602
6 de Julio - 2017	08:40:00 p.m.	14.3426	7.2578
6 de Julio - 2017	08:45:00 p.m.	14.4302	7.3164
6 de Julio - 2017	08:50:00 p.m.	14.1237	7.2617
6 de Julio - 2017	08:55:00 p.m.	13.9485	7.1406
6 de Julio - 2017	09:00:00 p.m.	14.1237	7.1445
6 de Julio - 2017	09:05:00 p.m.	13.9923	7.9844
6 de Julio - 2017	09:10:00 p.m.	14.1237	7.6172
6 de Julio - 2017	09:15:00 p.m.	14.5617	7.7852
6 de Julio - 2017	09:20:00 p.m.	14.6055	7.582
6 de Julio - 2017	09:25:00 p.m.	14.474	7.5273
6 de Julio - 2017	09:30:00 p.m.	14.474	7.7422
6 de Julio - 2017	09:35:00 p.m.	14.6055	7.8789
6 de Julio - 2017	09:40:00 p.m.	14.6055	7.9258
6 de Julio - 2017	09:45:00 p.m.	15.0437	7.1211
6 de Julio - 2017	09:50:00 p.m.	15.3068	7.1367
6 de Julio - 2017	09:55:00 p.m.	15.263	7.2773
6 de Julio - 2017	10:00:00 p.m.	15.263	7.1758
6 de Julio - 2017	10:05:00 p.m.	15.0876	7.2148
6 de Julio - 2017	10:10:00 p.m.	15.0876	7.0664
6 de Julio - 2017	10:15:00 p.m.	15.263	7.8203



6 de Julio - 2017	10:20:00 p.m.	15.1753	7.7050
6 de Julio - 2017	10:25:00 p.m.	15.3068	7.6133
6 de Julio - 2017	10:30:00 p.m.	15.4384	7.4297
6 de Julio - 2017	10:35:00 p.m.	15.3507	7.4141
6 de Julio - 2017	10:40:00 p.m.	15.0876	7.3555
6 de Julio - 2017	10:45:00 p.m.	15.263	7.3672
6 de Julio - 2017	10:50:00 p.m.	15.3507	7.3281
6 de Julio - 2017	10:55:00 p.m.	15.1753	6.2109
6 de Julio - 2017	11:00:00 p.m.	15.3507	6.1328
6 de Julio - 2017	10:05:00 p.m.	15.5701	6.1914
6 de Julio - 2017	11:10:00 p.m.	15.7895	6.2031
6 de Julio - 2017	11:15:00 p.m.	15.6578	6.3008
6 de Julio - 2017	11:20:00 p.m.	15.6139	6.3711
6 de Julio - 2017	11:25:00 p.m.	15.7017	6.1211
6 de Julio - 2017	11:30:00 p.m.	15.8774	6.1445
6 de Julio - 2017	11:35:00 p.m.	16.7128	6.1432
6 de Julio - 2017	11:40:00 p.m.	15.1753	6.6484
6 de Julio - 2017	11:45:00 p.m.	15.3068	6.4297
6 de Julio - 2017	11:50:00 p.m.	15.5262	6.3633
6 de Julio - 2017	11:55:00 p.m.	15.6578	6.1719
6 de Julio - 2017	12:00:00 p.m.	15.3068	6.0391
6 de Julio - 2017	12:05:00 p.m.	15.5701	5.9336
6 de Julio - 2017	12:10:00 p.m.	15.7456	5.8281
6 de Julio - 2017	12:15:00 p.m.	15.7895	5.7344
7 de Julio - 2017	12:20:00 p.m.	15.3507	5.7031
7 de Julio - 2017	12:25:00 p.m.	15.3507	5.7578
7 de Julio - 2017	12:25:00 p.m.	15.5262	5.7383
7 de Julio - 2017	12:25:00 p.m.	15.5262	5.6094
7 de Julio - 2017	12:40:00 p.m.	15.5701	4.6302
7 de Julio - 2017	12:45:00 p.m.	15.6578	4.6231
7 de Julio - 2017	12:50:00 p.m.	15.8335	4.6541
7 de Julio - 2017	12:55:00 p.m.	15.8774	4.6452
7 de Julio - 2017	01:00:00 a.m.	15.4823	4.6456
7 de Julio - 2017	01:05:00 a.m.	15.3946	4.6657
7 de Julio - 2017	01:10:00 a.m.	15.1314	4.6568
7 de Julio - 2017	01:15:00 a.m.	15.263	4.6324
7 de Julio - 2017	01:20:00 a.m.	15.0437	4.6453
7 de Julio - 2017	01:25:00 a.m.	14.7807	3.5404
7 de Julio - 2017	01:30:00 a.m.	14.6931	3.5412
7 de Julio - 2017	01:35:00 a.m.	14.6055	3.5432
7 de Julio - 2017	01:40:00 a.m.	14.5617	3.5411
7 de Julio - 2017	01:45:00 a.m.	14.474	3.5431
7 de Julio - 2017	01:50:00 a.m.	14.3864	3.5432
7 de Julio - 2017	01:55:00 a.m.	14.2988	3.5449
7 de Julio - 2017	02:00:00 a.m.	14.255	3.5445



7 de Julio - 2017	02:05:00 a.m.	14.255	3.5412
7 de Julio - 2017	02:10:00 a.m.	14.2112	3.5438
7 de Julio - 2017	02:15:00 a.m.	14.5178	3.5464
7 de Julio - 2017	02:20:00 a.m.	14.5178	3.549
7 de Julio - 2017	02:25:00 a.m.	14.6055	3.5516
7 de Julio - 2017	02:30:00 a.m.	14.6055	3.5542
7 de Julio - 2017	02:35:00 a.m.	14.6055	3.5568
7 de Julio - 2017	02:40:00 a.m.	14.474	3.5594
7 de Julio - 2017	02:45:00 a.m.	14.3426	3.562
7 de Julio - 2017	02:50:00 a.m.	13.9485	3.5646
7 de Julio - 2017	02:55:00 a.m.	13.7733	3.5672
7 de Julio - 2017	03:00:00 a.m.	13.642	3.5698
7 de Julio - 2017	03:05:00 a.m.	13.5544	3.5724
7 de Julio - 2017	03:10:00 a.m.	13.4669	3.575
7 de Julio - 2017	03:15:00 a.m.	13.4231	2.4302
7 de Julio - 2017	03:20:00 a.m.	13.3793	2.431
7 de Julio - 2017	03:25:00 a.m.	13.3793	2.4318
7 de Julio - 2017	03:30:00 a.m.	13.5982	2.4326
7 de Julio - 2017	03:35:00 a.m.	13.9485	2.4334
7 de Julio - 2017	03:40:00 a.m.	13.8609	2.4342
7 de Julio - 2017	03:45:00 a.m.	13.7733	2.4489
7 de Julio - 2017	03:50:00 a.m.	13.7733	2.4286
7 de Julio - 2017	03:55:00 a.m.	13.8171	2.4326
7 de Julio - 2017	04:00:00 a.m.	13.8609	2.4204
7 de Julio - 2017	04:05:00 a.m.	13.8609	2.41225
7 de Julio - 2017	04:10:00 a.m.	14.2112	2.4041
7 de Julio - 2017	04:15:00 a.m.	13.5544	2.39595
7 de Julio - 2017	04:20:00 a.m.	13.5544	2.3878
7 de Julio - 2017	04:25:00 a.m.	13.3355	2.37965
7 de Julio - 2017	04:30:00 a.m.	13.1166	2.3715
7 de Julio - 2017	04:35:00 a.m.	13.2042	2.36335
7 de Julio - 2017	04:40:00 a.m.	13.4669	2.3552
7 de Julio - 2017	04:45:00 a.m.	13.642	2.34705
7 de Julio - 2017	04:50:00 a.m.	13.4669	2.3389
7 de Julio - 2017	04:55:00 a.m.	13.0728	1.4214
7 de Julio - 2017	05:00:00 a.m.	13.5982	1.4122
7 de Julio - 2017	05:05:00 a.m.	13.642	1.403
7 de Julio - 2017	05:10:00 a.m.	12.9414	1.3938
7 de Julio - 2017	05:15:00 a.m.	12.6349	1.3846
7 de Julio - 2017	05:20:00 a.m.	12.7225	1.3754
7 de Julio - 2017	05:25:00 a.m.	12.8538	1.3662
7 de Julio - 2017	05:30:00 a.m.	12.2844	1.357
7 de Julio - 2017	05:35:00 a.m.	11.2756	1.3478



MONITOREO DE TEMPERATURAS EN LA VIVIENDA RURAL

CONDICIONES TERMICAS EN EL INTERIOR Y EXTERIOR DE LA VIVIENDA DIAGNOSTICADA EN LA COMUNIDAD DE PALERMO RIO SALADO

DIAS	TIEMPO (horas)	TEMPERATURA INTERIOR (°C)	TEMPERATURA EXTERIOR (°C)
16 de Junio -2017	07:00:00 p.m.	12.957	8.2123
16 de Junio -2017	07:05:00 p.m.	11.9451	8.6383
16 de Junio -2017	07:10:00 p.m.	11.9375	8.9375
16 de Junio -2017	07:15:00 p.m.	11.0547	8.1328
16 de Junio -2017	07:20:00 p.m.	10.8672	8.8867
16 de Junio -2017	07:25:00 p.m.	10.9297	8.9023
16 de Junio -2017	07:30:00 p.m.	10.9062	8.6953
16 de Junio -2017	07:35:00 p.m.	9.5391	8.5039
16 de Junio -2017	07:40:00 p.m.	9.4883	8.4297
16 de Junio -2017	07:45:00 p.m.	9.4609	8.4648
16 de Junio -2017	07:50:00 p.m.	9.4844	8.4922
16 de Junio -2017	07:55:00 p.m.	9.5937	8.4453
16 de Junio -2017	08:00:00 p.m.	8.5156	8.5156
16 de Junio -2017	08:05:00 p.m.	8.4922	8.2617
16 de Junio -2017	08:10:00 p.m.	8.8047	8.9141
16 de Junio -2017	08:15:00 p.m.	8.8594	8.832
16 de Junio -2017	08:20:00 p.m.	8.2148	8.1289
16 de Junio -2017	08:25:00 p.m.	8.0586	8.2187
16 de Junio -2017	08:30:00 p.m.	8.0195	8.082
16 de Junio -2017	08:35:00 p.m.	8.8945	8.9609
16 de Junio -2017	08:40:00 p.m.	8.9961	8.0352
16 de Junio -2017	08:45:00 p.m.	8.125	8.1602
16 de Junio -2017	08:50:00 p.m.	8.6602	7.8125
16 de Junio -2017	08:55:00 p.m.	8.3164	7.3828
16 de Junio -2017	09:00:00 p.m.	8.2656	7.3047
16 de Junio -2017	09:05:00 p.m.	8.3398	7.3594
16 de Junio -2017	09:10:00 p.m.	8.3633	7.3945
16 de Junio -2017	09:15:00 p.m.	8.3633	7.5352
16 de Junio -2017	09:20:00 p.m.	8.4219	7.3711
16 de Junio -2017	09:25:00 p.m.	8.3984	7.4609
16 de Junio -2017	09:30:00 p.m.	8.3945	7.4648
16 de Junio -2017	09:35:00 p.m.	8.3516	7.4297
16 de Junio -2017	09:40:00 p.m.	8.4336	7.457
16 de Junio -2017	09:45:00 p.m.	8.6328	7.7344
16 de Junio -2017	09:50:00 p.m.	8.8984	7.9414
16 de Junio -2017	09:55:00 p.m.	8.1016	7.0781
16 de Junio -2017	10:00:00 p.m.	7.1211	6.1406
16 de Junio -2017	10:05:00 p.m.	7.1758	6.1602
16 de Junio -2017	10:10:00 p.m.	7.2891	6.2578
16 de Junio -2017	10:15:00 p.m.	7.2461	6.3164



16 de Junio -2017	10:20:00 p.m.	7.2017	6.2017
16 de Junio -2017	10:25:00 p.m.	7.1992	6.1406
16 de Junio -2017	10:30:00 p.m.	7.1172	6.1445
16 de Junio -2017	10:35:00 p.m.	7.8672	6.9844
16 de Junio -2017	10:40:00 p.m.	7.8555	6.6172
16 de Junio -2017	10:45:00 p.m.	7.7578	6.7852
16 de Junio -2017	10:50:00 p.m.	7.4766	6.582
16 de Junio -2017	10:55:00 p.m.	7.5156	6.5273
16 de Junio -2017	11:00:00 p.m.	7.9219	6.7422
16 de Junio -2017	10:05:00 p.m.	7.9258	6.8789
16 de Junio -2017	11:10:00 p.m.	7.0312	6.9258
16 de Junio -2017	11:15:00 p.m.	7.0859	6.1211
16 de Junio -2017	11:20:00 p.m.	7.2305	6.1367
16 de Junio -2017	11:25:00 p.m.	7.1836	6.2773
16 de Junio -2017	11:30:00 p.m.	7.1797	6.1758
16 de Junio -2017	11:35:00 p.m.	7.0977	6.2148
16 de Junio -2017	11:40:00 p.m.	7.9492	6.0664
16 de Junio -2017	11:45:00 p.m.	7.7344	6.8203
16 de Junio -2017	11:50:00 p.m.	7.6914	6.7656
16 de Junio -2017	11:55:00 p.m.	7.4297	6.6133
16 de Junio -2017	12:00:00 p.m.	7.3789	6.4297
16 de Junio -2017	12:05:00 p.m.	7.3633	6.4141
16 de Junio -2017	12:10:00 p.m.	7.3086	6.3555
16 de Junio -2017	12:15:00 p.m.	7.3125	6.3672
17 de Junio -2017	12:20:00 p.m.	6.3203	5.3281
17 de Junio -2017	12:25:00 p.m.	6.1836	5.2109
17 de Junio -2017	12:25:00 p.m.	6.1523	5.1328
17 de Junio -2017	12:25:00 p.m.	6.1992	5.1914
17 de Junio -2017	12:40:00 p.m.	6.2148	5.2031
17 de Junio -2017	12:45:00 p.m.	6.2812	5.3008
17 de Junio -2017	12:50:00 p.m.	6.3633	5.3711
17 de Junio -2017	12:55:00 p.m.	6.1484	5.1211
17 de Junio -2017	01:00:00 a.m.	6.1406	5.1445
17 de Junio -2017	01:05:00 a.m.	6.0391	5.9834
17 de Junio -2017	01:10:00 a.m.	6.8047	5.6484
17 de Junio -2017	01:15:00 a.m.	6.4414	5.4297
17 de Junio -2017	01:20:00 a.m.	6.4531	5.3633
17 de Junio -2017	01:25:00 a.m.	6.2344	5.1719
17 de Junio -2017	01:30:00 a.m.	6.1953	5.0391
17 de Junio -2017	01:35:00 a.m.	6.2383	5.9336
17 de Junio -2017	01:40:00 a.m.	6.1289	5.8281
17 de Junio -2017	01:45:00 a.m.	6.125	5.7344
17 de Junio -2017	01:50:00 a.m.	6.0547	4.7031
17 de Junio -2017	01:55:00 a.m.	6.0625	4.7578
17 de Junio -2017	02:00:00 a.m.	6.1211	4.7383
17 de Junio -2017	02:05:00 a.m.	6.9883	4.6094
17 de Junio -2017	02:10:00 a.m.	6.8867	4.6406



17 de Junio -2017	02:15:00 a.m.	5.8984	4.0434
17 de Junio -2017	02:20:00 a.m.	5.8867	4.6543
17 de Junio -2017	02:25:00 a.m.	5.9297	4.6435
17 de Junio -2017	02:30:00 a.m.	5.9336	4.6876
17 de Junio -2017	02:35:00 a.m.	5.9883	4.6213
17 de Junio -2017	02:40:00 a.m.	5.9453	3.6235
17 de Junio -2017	02:45:00 a.m.	5.918	3.6478
17 de Junio -2017	02:50:00 a.m.	5.8984	3.6489
17 de Junio -2017	02:55:00 a.m.	5.8281	3.6541
17 de Junio -2017	03:00:00 a.m.	5.8359	3.6431
17 de Junio -2017	03:05:00 a.m.	5.8516	3.6435
17 de Junio -2017	03:10:00 a.m.	5.8555	3.6467
17 de Junio -2017	03:15:00 a.m.	5.7734	3.6457
17 de Junio -2017	03:20:00 a.m.	5.7344	3.6321
17 de Junio -2017	03:25:00 a.m.	5.8164	3.6312
17 de Junio -2017	03:30:00 a.m.	5.8164	3.6341
17 de Junio -2017	03:35:00 a.m.	5.7656	3.6312
17 de Junio -2017	03:40:00 a.m.	5.7344	3.6326
17 de Junio -2017	03:45:00 a.m.	5.7031	2.5456
17 de Junio -2017	03:50:00 a.m.	5.6992	2.5325
17 de Junio -2017	03:55:00 a.m.	5.6562	2.5329
17 de Junio -2017	04:00:00 a.m.	5.7344	2.5678
17 de Junio -2017	04:05:00 a.m.	5.7773	2.5325
17 de Junio -2017	04:10:00 a.m.	5.7578	2.5341
17 de Junio -2017	04:15:00 a.m.	5.7734	2.5356
17 de Junio -2017	04:20:00 a.m.	4.9961	2.5123
17 de Junio -2017	04:25:00 a.m.	4.0078	2.5211
17 de Junio -2017	04:30:00 a.m.	4.9414	1.4231
17 de Junio -2017	04:35:00 a.m.	4.9648	1.4334
17 de Junio -2017	04:40:00 a.m.	4.9727	1.4342
17 de Junio -2017	04:45:00 a.m.	4.7305	1.4489
17 de Junio -2017	04:50:00 a.m.	4.6562	1.4286
17 de Junio -2017	04:55:00 a.m.	4.6289	1.4326
17 de Junio -2017	05:00:00 a.m.	4.668	1.4214
17 de Junio -2017	05:05:00 a.m.	4.6797	1.4122
17 de Junio -2017	05:10:00 a.m.	4.5586	1.4145
17 de Junio -2017	05:15:00 a.m.	4.6328	1.4212
17 de Junio -2017	05:20:00 a.m.	4.9102	1.4023
17 de Junio -2017	05:25:00 a.m.	4.5978	1.4021
17 de Junio -2017	05:30:00 a.m.	4.9383	1.4022
17 de Junio -2017	05:35:00 a.m.	4.4541	1.4022

XII.- REFERENCIA DEL ENSAYO DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA



Designation: C 518 – 02

**Standard Test Method for
Steady-State Thermal Transmission Properties by Means of
the Heat Flow Meter Apparatus¹**

This standard is issued under the fixed designation C 518; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

1. Scope

1.1 This test method covers the measurement of steady state thermal transmission through flat slab specimens using a heat flow meter apparatus.

1.2 The heat flow meter apparatus is used widely because it is relatively simple in concept, rapid, and applicable to a wide range of test specimens. The precision and bias of the heat flow meter apparatus can be excellent provided calibration is carried out within the range of heat flows expected. This means calibration shall be carried out with similar types of materials, of similar thermal conductances, at similar thicknesses, mean temperatures, and temperature gradients, as expected for the test specimens.

1.3 This a comparative, or secondary, method of measurement since specimens of known thermal transmission properties shall be used to calibrate the apparatus. Properties of the calibration specimens must be traceable to an absolute measurement method. The calibration specimens should be obtained from a recognized national standards laboratory.

1.4 The heat flow meter apparatus establishes steady state one-dimensional heat flux through a test specimen between two parallel plates at constant but different temperatures. By appropriate calibration of the heat flux transducer(s) with calibration standards and by measurement of the plate temperatures and plate separation, Fourier's law of heat conduction is used to calculate thermal conductivity, and thermal resistivity or thermal resistance and thermal conductance.

1.5 This test method shall be used in conjunction with Practice C 1045. Many advances have been made in thermal technology, both in measurement techniques and in improved understanding of the principles of heat flow through materials. These advances have prompted revisions in the conceptual approaches to the measurement of the thermal transmission properties (1-4).² All users of this test method should be aware of these concepts.

1.6 This test method is applicable to the measurement of

thermal transmission through a wide range of specimen properties and environmental conditions. The method has been used at ambient conditions of 10 to 40°C with thicknesses up to approximately 250 mm, and with plate temperatures from -195°C to 540°C at 25-mm thickness (5, 6).

1.7 This test method may be used to characterize material properties, which may or may not be representative of actual conditions of use. Other test methods, such as Test Methods C 236 or C 976 should be used if needed.

1.8 To meet the requirements of this test method the thermal resistance of the test specimen shall be greater than 0.10 m²-K/W in the direction of the heat flow and edge heat losses shall be controlled, using edge insulation, or a guard heater, or both.

1.9 It is not practical in a test method of this type to try to establish details of construction and procedures to cover all contingencies that might offer difficulties to a person without pertinent technical knowledge. Thus users of this test method shall have sufficient knowledge to satisfactorily fulfill their needs. For example, knowledge of heat transfer principles, low level electrical measurements, and general test procedures is required.

1.10 Standardization of this test method is not intended to restrict in any way the future development of improved or new methods or procedures by research workers.

1.11 Since the design of a heat flow meter apparatus is not a simple matter, a procedure for proving the performance of an apparatus is given in Appendix X3.

1.12 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to consult and establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.*

2. Referenced Documents**2.1 ASTM Standards:**

C 167 Test Methods for Thickness and Density of Blanket or Batt Thermal Insulations³

C 168 Terminology Relating to Thermal Insulation³

C 177 Test Method for Steady-State Heat Flux Measurements and Thermal Transmission Properties by Means of

¹ This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee C16 on Thermal Insulation and is the direct responsibility of Subcommittee C 16.30 on Thermal Measurement.

Current edition approved Sept. 10, 2002. Published October 2002. Originally published as C 518 – 63T. Last previous edition C 518 – 98.

² The boldface numbers in parentheses refer to the list of references at the end of this test method.

³ Annual Book of ASTM Standards, Vol 04.06.

C 518 – 02

- the Guarded Hot Plate Apparatus³
- C 236 Test Method for Steady-State Thermal Performance of Building Assemblies by Means of a Guarded Hot Box³
- C 687 Practice for Determination of the Thermal Resistance of Loose-Fill Building Insulation³
- C 976 Test Method for Thermal Performance of Building Assemblies by Means of a Calibrated Hot Box³
- C 1045 Practice for Calculating Thermal Transmission Properties Under Steady-State Conditions³
- C 1046 Practice for In-Situ Measurement of Heat Flux and Temperature on Building Envelope Components³
- C 1058 Practice for Selecting Temperatures for Evaluating and Reporting Thermal Properties of Thermal Insulation³
- C 1114 Test Method for Steady-State Thermal Transmission Properties by Means of the Thin-Heater Apparatus³
- C 1132 Practice for Calibration of the Heat Flow Meter Apparatus³
- E 230 Specification and Temperature-Electromotive Force (EMF) Tables for Standardized Thermocouples⁴
- E 691 Practice for Conducting an Interlaboratory Study to Determine the Precision of a Test Method⁵
- 2.2 ISO Standard:
- ISO 8301:1991 Thermal Insulation—Determination of Steady-State Thermal Resistance and Related Properties—Heat Flow Meter Apparatus⁶

3. Terminology

3.1 *Definitions*—For definitions of terms and symbols used in this test method, refer to Terminology C 168 and to the following subsections.

3.2 *Definitions of Terms Specific to This Standard:*

3.2.1 *calibration, n*—the process of establishing the calibration factor for a particular apparatus using calibration specimens having known thermal transmission properties.

3.2.2 *calibration transfer specimen, n*—(CTS) a thermal calibration specimen that has been measured by a national standards laboratory.

3.2.3 *cold surface assembly, n*—the plate that provides an isothermal boundary at the cold surface of the test specimen(s).

3.2.4 *controlled environment, n*—an environment sometimes employed in the apparatus to limit lateral heat flows.

3.2.5 *edge insulation, n*—auxiliary insulation used to limit lateral heat flows, these are sometimes permanently mounted in the apparatus.

3.2.6 *guard, n*—promotes one-dimensional heat flow. Primary guards are planar, additional coplanar guards can be used and secondary or edge guards are axial.

3.2.7 *heat flow meter apparatus, n*—the complete assemblage of the instrument, including hot and cold isothermal surfaces, the heat flux transducer(s), and the controlled environment if used, and instrumentation to indicate hot and cold surface temperatures, specimen thickness, and heat flux.

3.2.8 *hot surface assembly, n*—the plate that provides an isothermal boundary at the hot surface of the test specimen(s).

⁴ Annual Book of ASTM Standards, Vol. 14.03.

⁵ Annual Book of ASTM Standards, Vol. 14.02.

⁶ Available from American National Standards Institute (ANSI), 25 W. 43rd St., 4th Floor, New York, NY 10036.

3.2.9 *heat flux transducer, n*—a device containing a thermopile, or an equivalent, that produces an output which is a function of the heat flux passing through it. The metering area usually consists of a number of differently connected temperature sensors placed on each face of a core and surface sheets to protect the assembly. A properly designed transducer will have a sensitivity that is essentially independent of the thermal properties of the specimen.

3.2.10 *metering area, n*—the area of the specimen(s) in contact with the sensor area of the heat flux transducer.

3.2.11 *secondary transfer standard, n*—a specimen, which has been measured in a heat flow meter apparatus, which has been calibrated with primary standards, used to calibrate additional apparatuses.

3.2.12 *sensitivity, n*—the ratio of the heat flux passing through the transducer to the electrical output of the heat flux transducer.

3.2.13 *standard reference material (SRM), n*—a lot of material that has been characterized by a national standards laboratory.

3.2.14 *thermal transmission properties, n*—those properties of a material or system that define the ability of the material or system to transfer heat. Properties, such as thermal resistance, thermal conductance, thermal conductivity, and thermal resistivity would be included, as defined in Terminology C 168.

3.3 *Symbols and Units*—The symbols used in this test method have the following significance:

3.3.1 λ —thermal conductivity, $W/(m \cdot K)$.

3.3.2 C —thermal conductance, $W/(m^2 \cdot K)$.

3.3.3 R —thermal resistance, $(m^2 \cdot K)/W$.

3.3.4 q —heat flux (heat flow rate, Q , through area A), W/m^2 .

3.3.5 Q —heat flow rate in the metered area, W .

3.3.6 A —metering area, m^2 .

3.3.7 L —separation between the hot and cold plate assemblies during testing, m .

3.3.8 T_m —mean temperature, $(T_h + T_c)/2$, K .

3.3.9 ΔT —temperature difference across the specimen, K .

3.3.10 ρ —(bulk) density of the material tested, kg/m^3 .

3.3.11 S —calibration factor of the heat flux transducer, $(W/m^2)/V$.

3.3.12 E —heat flux transducer output, V .

3.3.13 T_h —temperature of the hot plate surface, K .

3.3.14 T_c —temperature of the cold plate surface, K .

3.4 *Subscripts:*

3.4.1 h —hot.

3.4.2 c —cold.

3.4.3 a, b —first and second specimen.

3.4.4 m —mean.

4. Significance and Use

4.1 This test method provides a rapid means of determining the steady-state thermal transmission properties of thermal insulations and other materials with a high level of accuracy when the apparatus has been calibrated appropriately.

4.2 Proper calibration of the heat flow meter apparatus requires that it be calibrated using specimen(s) having thermal transmission properties determined previously by Test Methods C 177, or C 1114.

C 518 – 02

NOTE 1—Calibration of the apparatus typically requires specimens that are similar to the types of materials, thermal conductances, thicknesses, mean temperatures, and temperature gradients as expected for the test specimens.

4.3 The thermal transmission properties of specimens of a given material or product may vary due to variability of the composition of the material; be affected by moisture or other conditions; change with time; change with mean temperature and temperature difference; and depend upon the prior thermal history. It must be recognized, therefore, that the selection of typical values of thermal transmission properties representative of a material in a particular application should be based on a consideration of these factors and will not apply necessarily without modification to all service conditions.

4.3.1 As an example, this test method provides that the thermal properties shall be obtained on specimens that do not contain any free moisture although in service such conditions may not be realized. Even more basic is the dependence of the thermal properties on variables, such as mean temperature and temperature difference. These dependencies should be measured or the test made at conditions typical of use.

4.4 Special care shall be taken in the measurement procedure for specimens exhibiting appreciable inhomogeneities, anisotropies, rigidity, or especially high or low resistance to heat flow (see Practice C 1045). The use of a heat flow meter apparatus when there are thermal bridges present in the specimen may yield very unreliable results. If the thermal bridge is present and parallel to the heat flow the results obtained may well have no meaning. Special considerations also are necessary when the measurements are conducted at either high or low temperatures, in ambient pressures above or below atmospheric pressure, or in special ambient gases that are inert or hazardous.

4.5 The determination of the accuracy of the method for any given test is a function of the apparatus design, of the related instrumentation, and of the type of specimens under test (see Section 10), but this test method is capable of determining thermal transmission properties within $\pm 2\%$ of those determined by Test Method C 177 when the ambient temperature is near the mean temperature of the test ($T(\text{ambient}) = T(\text{mean}) \pm 1^\circ\text{C}$), and in the range of 10 to 40°C. In all cases the accuracy of the heat flow meter apparatus can never be better than the accuracy of the primary standards used to calibrate the apparatus.

4.5.1 When this test method is to be used for certification testing of products, the apparatus shall have the capabilities required in 5.8 and one of the following procedures shall be followed:

4.5.1.1 The apparatus shall have its calibration checked within 24 h before or after a certification test using either secondary transfer standards traceable to, or calibration standards whose values have been established by, a recognized national standards laboratory not more than five years prior to the certification date. The average of two calibrations shall be used as the calibration factor and the specimen(s) certified with this average value. When the change in calibration factor is greater than 1%, the standard specimen shall be retested and a new average calculated. If the redetermined change in calibration factor is still greater than 1% the apparatus shall be

calibrated using the procedure in Section 6.

4.5.1.2 Where both the short and long term stability of the apparatus have been proven to be better than 1% of the reading (see Section 10), the apparatus may be calibrated at less frequent intervals, not exceeding 30 days. The specimens so tested cannot be certified until after the calibration test following the test and then only if the change in calibration factor from the previous calibration test is less than 1%. When the change in calibration is greater than 1%, test results from this interval shall be considered void and the tests repeated in accordance with 4.5.1.1.

4.5.2 The precision (repeatability) of measurements made by the heat flow meter apparatus calibrated as in Section 6.6 normally are much better than $\pm 1\%$ of the mean value. This precision is required to identify changes in calibration and is desirable in quality control applications.

5. Apparatus

5.1 The construction guidelines given in this section should be understood by the user of this test method. While it is mandatory that these details be followed carefully when constructing an apparatus, it behooves the user to verify that the equipment is built as specified. Serious errors of measurement may result from this oversight.

5.2 General:

5.2.1 The general features of a heat flow meter apparatus with the specimen or the specimens installed are described in Section 6 and shown in Figs. 1-3. A heat flow meter apparatus consists of two isothermal plate assemblies, one or more heat flux transducers and equipment to control the environmental conditions when needed. Each configuration will yield equivalent results if used within the limitations stated in this test method. There are distinct advantages for each configuration in practice and these are discussed in Appendix X2.

NOTE 2—Further information can be found in ISO 8301:1991, which is the equivalent ISO standard for the Heat Flow Meter Apparatus.

5.2.2 The exposed surfaces of the plates and the heat flux transducer, that is, the surfaces making contact with the specimens, shall be painted or otherwise treated to have a total hemispherical emittance of greater than 0.8 at their operating temperatures (see Note 3).

NOTE 3—Hard anodizing of aluminum produces a surface with a total hemispherical emittance of approximately 0.85. Several paints are available, which when applied as directed, produce a total hemispherical emittance of approximately 0.86.

5.3 *Plate Assemblies, Hot and Cold*—The two plate assemblies should provide isothermal surfaces in contact with either side of the test specimen. The assemblies consist of heat source or sink, a high conductivity surface, means to measure surface



FIG. 1 Apparatus with One Heat Flux Transducer and One Specimen

C 518 - 02

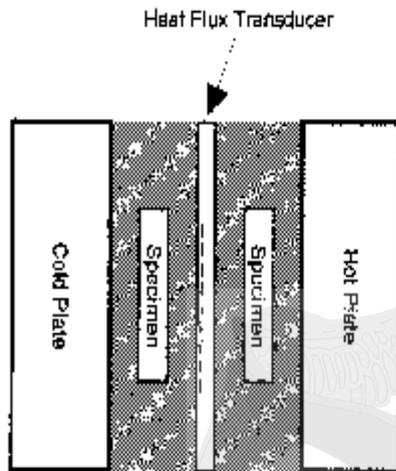


FIG. 2 Apparatus with One Heat Flux Transducer and Two Specimens

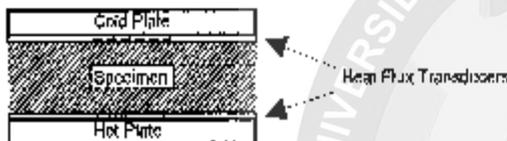


FIG. 3 Apparatus with Two Heat Flux Transducers and One Specimen

temperature, and means of support. A heat flux transducer may be attached to one, both, or neither plate assembly, depending upon the design, (see Section 6). In all cases, the area defined by the sensor of the heat flux transducer is called the metering area and the remainder of the plate is the guard area.

5.3.1 The portion of each plate assembly in contact with the heat flux transducer, or if a heat flux transducer is not mounted on the plate assembly, the portion in contact with the specimen, shall consist of a high conductivity material, known as the isothermal plate. The isothermal plate shall be supported so as to minimize temperature gradients across its surface. Deviations from isothermal conditions over the plate surface of no more than $\pm 0.3 \text{ K}$ shall be allowed.

5.3.2 A means shall be provided to maintain the temperature of the plate assemblies at the desired level. Examples are fluid baths, electrical heaters, or thermoelectric coolers, or a combination thereof (7-9).

5.3.3 If a heat flux transducer is located at the midplane of the specimens (see Fig. 2), then means shall be provided to determine the average temperature of the transducer in order to apply temperature corrections to the calibration, except when the test temperatures are equal to those used in calibration, in which case no correction is required. If a matched pair of specimens is tested, the temperature of the transducer can be computed from the temperatures of the plate assemblies.

5.3.4 The plate assemblies shall be sufficiently rigid to maintain flatness and parallelism. For an apparatus designed to be used over wide ranges of conductivity and thickness (thermal resistances) the flatness and parallelism of the plates should be 0.02 % of the maximum linear dimensions of the

plates (see Note 4). One way to check this is to use standard gauge blocks to generate a map over the metering area (10). For instruments designed to be used solely for testing nonrigid materials with a small range of resistances it has been shown that a flatness of 0.2 % of the maximum linear dimension is sufficient, but these instruments should be calibrated with standards having a thermal resistance between 0.5 and 1.0 times the resistance of the tested specimens.

NOTE 4—The planeness of the surface can be checked with a straightedge, of a length greater than the width or diameter of the unit, held against the surface and viewed with a light behind the straightedge. Departures as small as 25 μm are readily visible, and larger departures can be measured using shimstock or thin paper.

5.3.4.1 It is important to maintain the parallelism of the plates for several reasons. In most cases it is the plate separation, which is measured in order to determine specimen thickness. Furthermore, the plate parallelism is important in maintaining consistent surface contact with specimens in repeat testing, such as calibration, and is required to maintain a uniform temperature difference across the specimen(s). If the plate temperatures are cycled continuously during testing, the flatness needs to be checked periodically.

5.3.5 Plate flatness may become critical when measuring specimens with less thermal resistance than the calibration standards, irrespective of the thickness or rigidity of the calibration standard. For rigid thin specimens the criteria given in 5.3.4 may not be sufficient.

5.3.6 The rigidity, flatness, and parallelism of the plates may impede the testing of rigid specimens where it is not possible to obtain good surface contact. In such cases, the use of a thin sheet of suitable homogeneous material may be interposed between the specimen and the plates surfaces. This thin sheet should have a low thermal resistance relative to the specimen. The resistance of the thin sheet should be determined using a Test Method C 177 apparatus. The resistance of the composite sandwich (sheet-rigid specimen-sheet) then is determined and the value of the sheet resistance subtracted from the total resistance.

5.4 Temperature Measuring and Control Systems:

5.4.1 The surfaces of the plate assemblies in contact with the specimen(s) shall be instrumented with precision temperature sensors such as thermocouples, platinum resistance thermometers (RTD), and thermistors. Temperature sensors shall be mounted in grooves so as to be flush with the surface in contact with the specimen(s).

5.4.2 No strict specification is given as the number of temperature sensors that shall be used for each surface; however, the user shall report the uncertainty of the temperature measurement, including the component due to temperature nonuniformity across the surface. In some cases where temperature mapping of the plate surfaces has indicated high uniformity under all conditions of use, one thermal sensor per surface has been used satisfactorily.

5.4.2.1 Special precautions should be taken to ensure that the temperature sensors are anchored thermally to the surface to be measured and that the temperature gradients along the wires leading to the sensors are minimized. If thermocouples on opposing surfaces are connected differentially, they shall be

C 518 – 02

electrically insulated from the plates with a resistance of 1 megohm or greater (5, 6).

5.4.2.2 Thermocouples mounted in the surfaces of the plates or set into the surfaces of specimens should be made of wire no longer than 0.25 mm in diameter (No. 30 B and S gage). For highest accuracy only "special limit" thermocouples should be used. In addition, even these "special limit" thermocouples should be checked for nonhomogeneities in the wire. For information concerning voltage output and accuracy of thermocouples in the cryogenic temperature range, and installation see references (7, 8).

5.4.2.3 Temperature sensors should be calibrated to an accuracy equivalent to that for thermocouples conforming to Tables E 230. The precision of the temperature measuring system may need to be better than this to detect the effect of drift on the results discussed in Appendix X3. The accuracy required by a heat flow meter apparatus can best be determined by carrying out an error analysis (see Section 8), and then calibrating the temperature sensors to the degree required.

5.4.2.4 In the special case where the heat flow meter apparatus is used only for repetitive tests on one material and the same plate temperatures are used for calibration (and where the standards are tested at the same temperatures), the accuracy of the calibration of the temperature sensors will not be as critical since any errors will remain constant and be included in the calibration.

5.5 Heat Flux Transducer

5.5.1 *Types of Heat Flux Transducer*—The types of heat flux transducers are described in Practice C 1046. The gradient type, often used in the heat flow meter apparatus, consists of a slab of material, the "core," across which the temperature gradient is measured, normally with a thermopile. The main transducer surfaces are assumed to be isothermal, so the heat flow will be normal to them. Precautions shall be taken to limit the effect of heat flow through the leads on the output of the thermopile. Often the heat flux transducer also is instrumented to measure one of the surface temperatures of the specimen(s).

5.5.2 *Surface Sheets*—Both surfaces of the transducer should be covered with a layer of material as thin as is compatible with protection from thermal shunting of the thermopile. The exposed surfaces of the heat flux transducer shall be finished smoothly to conform to the desired geometric shape to within the limits of 5.3.5.

5.6 *Plate Separation, Specimen Thickness*—A means shall be provided to determine the average separation between the heating and cooling plate surfaces during operation. Rigid specimens generally act as the spacers themselves, and plate separation is determined by their thickness at operating temperature. In this case, a small constant force generally is applied to hold the plates against the specimen. It is unlikely that a pressure greater than 2.5 kPa will be required. For easily compressible specimens, small stops interposed between the corners of the hot and cold plates, or some other positive means shall be used to limit the compression of the specimens (see Note 5). Provision shall be made for checking the linearity of any thickness measuring system.

NOTE 5—Because of the changes of specimen thickness possible as a result of temperature or compression by the plates, it is recommended that

specimen thickness be measured in the apparatus, at the existing test temperature and compression conditions whenever possible.

5.7 *Edge Insulation*—Heat loss from the outer edges of the heat flow meter apparatus and specimens shall be restricted by edge insulation or by governing the surrounding air temperature or by both methods. The three different configurations differ in their susceptibility to edge heat losses as is discussed in Appendix X2 (2, 4, 9, 10).

5.7.1 For all three configurations, the susceptibility to edge heat losses is related strongly to the sensitivity of the transducer to temperature differences along its main surfaces, and therefore, only experimental checks while changing environmental conditions can confirm, for each operating condition, the magnitude of the effect of edge heat losses on measured heat flux. This error should be smaller than 0.5 %.

5.8 *Measuring System Requirements*—The apparatus measuring system shall have the following capabilities:

5.8.1 The uncertainty of the measurement of the temperature difference across the specimens shall be within $\pm 0.5\%$ of the actual temperature difference.

5.8.2 A voltage accuracy of better than 0.2 % of the minimum output (from the transducer) to be measured.

5.8.3 Sufficient linearity so that the system contributes less than 0.2 % error at all outputs.

5.8.4 Sufficient input impedance so that the system contributes less than 0.1 % error for all readings. One megohm has been found adequate for many apparatuses.

5.8.5 Sufficient stability so that the system contributes less than 0.2 % error during the period between calibrations, or 30 days, whichever is greater.

5.8.6 Adequate noise immunity so that less than 0.2 % rms noise occurs in the readings.

5.8.7 Where direct readout equipment is used, adequate provision shall be made for calibration of the electronic circuitry, independent of the remainder of the apparatus, and shall contribute no more than 0.2 % error, for each variable.

5.9 *Proven Performance*—The test results obtained by this test method only can be assured if the limitations of the apparatus are known. See Appendix X3 for further details. To establish these limitations, one must prove the performance by comparing the results with materials of similar thermal properties previously tested on a guarded hot plate apparatus as those to be evaluated.

5.9.1 A single point of reference may lead to serious errors. It is best to select a range of transfer standards having known thermal transmission properties, which cover the range of values to be tested, in both resistance and thickness.

5.9.2 If the apparatus is to be used at thicknesses greater than that of the available reference materials, a series of calibration measurements shall be performed to insure that the equipment does not introduce additional errors, which may be due to lateral heat losses or gains brought about by insufficient guarding (4, 10). One means of checking for these errors is to use multiple thicknesses of the calibration standards. If these are stacked with a radiation blocking septum between each of the standards, the first approximation is that the total thermal resistance is the sum of the individual thermal resistances.

5.10 *Environmental Control*—In many applications, it is

C 518 - 02

desirable to control the environment surrounding the test specimen to reduce edge heat losses, and it is especially important when the mean test temperature is below the ambient temperature, in order to avoid condensation on the cold plate. A cabinet or enclosure surrounding the isothermal plates and the specimens to maintain the ambient temperature at the mean temperature of the specimen also may be used as a means to maintain the dew point temperature at least 5 K lower than the temperature on the cold plates, in order to prevent condensation and moisture pickup by the specimen. Any environmental control system employed in conjunction with a heat flow meter apparatus shall be capable of maintaining its set point condition within $\pm 1^\circ\text{C}$ in temperature.

6. Calibration

6.1 The calibration of a heat flow meter apparatus is a very critical operation. Since lateral heat losses or gains of heat are not controlled or eliminated automatically, but only lessened by increasing the size of the guard area and edge insulation, there is no guarantee that the heat losses or gains are negligible under all testing conditions. To ensure that the equipment is performing properly with specimens of different thermal resistances, the apparatus shall be calibrated with materials having similar thermal characteristics and thicknesses as the materials to be evaluated. The apparatus shall be calibrated with the specimen in the same orientation and the heat flux in the same direction under which the primary, CTS or SRM, or secondary transfer standards were characterized, if known. The material selected for the calibration standard shall have properties that are not affected by convection over the range of calibration parameters (temperature difference, thickness, density, and so forth) of interest. The apparatus shall be calibrated as a unit, with the heat flux transducers(s) installed in the apparatus.

6.2 This procedure applies to the calibration of a heat flow meter apparatus over a wide range of heat flow rates and temperatures, which permits the testing of a wide variety of insulation materials over an extended temperature range.

6.3 The following calibration procedure is used to compute the calibration factor, S (see Practice C 1132) for a heat flow meter apparatus, and must be used by anyone who desires to produce meaningful heat flux measurements from a heat flow apparatus.

6.4 Calibration Standards:

6.4.1 Calibration standards may be good for many years if handled carefully but shall be checked periodically to confirm lack of change.

6.4.2 It is recommended that the primary standards obtained from a national standards laboratory should not be used on a daily basis, but secondary or working standards should be produced. Create a record on the secondary standards with the following information.

6.4.2.1 Name of national laboratory to which it is traceable.

6.4.2.2 Date the secondary standard is produced.

6.4.2.3 Date the secondary standard is last tested.

6.4.2.4 Thermal value of the secondary standard.

6.4.2.5 Range of parameters for which it is valid.

6.4.2.6 Estimate of bias of the primary and secondary standards.

6.5 Calibration Procedure:

6.5.1 Calibrate the heat flow meter apparatus under the same conditions of plate temperatures, temperature gradient, specimen thickness, heat flow direction, and apparatus orientation as those for which data are available for the standard.

6.5.2 *Single Temperature Point*—If the calibration standard is tested at a single mean temperature, conduct the calibration and subsequent tests near the same mean temperature. Use engineering judgment or an error analysis to determine how closely the mean temperature must be maintained. As assessment of the sensitivity of the calibration standard to test conditions should be determined by the user of the transfer standard to determine its limitations of use.

6.5.3 *Multiple Temperature Points*—If the calibration standard is tested at three or more mean temperatures, calibrate the heat flow meter apparatus at the same temperatures using the same temperature gradients (11). A smooth curve can be fitted to the points such that a calibration factor can be interpolated for any given mean temperature. It is not permissible to extrapolate above or below the mean temperature range of the calibration standard measurements. Changing the plate temperature of a heat flow meter apparatus has the potential of changing apparatus calibration. When changing plate temperatures, take steps to determine if the heat flux transducer calibration factor has changed.

6.5.4 *Single Thickness Point*—If the original calibration standard is tested at only one thickness, the heat flow meter apparatus can be calibrated for that thickness without an exhaustive thickness study. If tests are to be conducted at thicknesses other than the calibrated thickness, make a thorough study of the error of the heat flow meter apparatus at other thicknesses. Several references on this subject are listed at the end of this test method (4 and 12-15).

6.5.5 *Multiple Thickness Points*—If the original standard is tested at three or more thicknesses, the heat flow meter apparatus can be calibrated over the same thickness range. A smooth curve can be fitted to the points such that a calibration factor can be interpolated for any given thickness. If tests are to be conducted at thicknesses above or below the calibrated thicknesses, make a thorough study of the error of the heat flow meter apparatus at these thicknesses.

6.6 Calibration of Various Designs:

6.6.1 There are several configurations of heat flow meter apparatuses that use one or two heat flux transducers and one or two specimens in the apparatus. While it is not practical to list all of the possible combinations of apparatus and specimen configurations, this section contains the equations for calculating the calibration factor of three common apparatuses. The calibration and testing configuration should be identical. The calibration factor of a heat flow meter apparatus is determined by running the same standard specimens a number of times, not consecutively, but over a period of time with the standard removed each time.

6.6.2 *One Calibration Standard*—Apparatus with one heat flux transducer and one standard (see Fig. 1).

$$S = C(T_h - T_c)/E \quad (1)$$

6.6.3 *Two Calibration Standards*—Apparatus with one heat flux transducer and one specimen configuration (same as that for 6.6.2).

C 518 - 02

6.6.3.1 The two calibration standards need to be the same thickness and of similar material but need not be identical. With the following equation, it is not necessary to know the thermal conductance of each calibration standard, but it is necessary to know the average thermal conductance of the two standards:

$$S = \frac{C_a + C_b}{\left(\frac{E_a}{(T_{hs} - T_{cs})} + \frac{E_b}{(T_{hs} - T_{cs})}\right)} \quad (2)$$

6.6.3.2 *Two Calibration Standards*—Apparatus with one heat flux transducer and two specimens (see Fig. 2).

6.6.3.3 Again, the standards need to be the same thickness and of similar material but not necessarily identical.

$$S = \frac{C_a + C_b}{E \left(\frac{1}{(T_{hs} - T_{cs})} + \frac{1}{(T_{hs} - T_{cs})} \right)} \quad (3)$$

6.6.4 *One Calibration Standard*—Apparatus with two heat flux transducers and one specimen (see Fig. 3).

6.6.4.1 Assuming the two transducers physically are identical and have similar outputs, one can sum the outputs of the two transducers and then calibrate as a single transducer apparatus. In this case, it is very important to keep the mean temperature and the plate temperatures equal to those used in testing the standard.

$$S = \frac{C(T_h - T_c)}{(E_1 + E_2)} \quad (4)$$

6.6.4.2 As an alternative, each heat flux transducer can be calibrated as an independent apparatus as in 6.6.1.

7. Test Procedures

7.1 *Foreword on Testing Procedures*—The relative simplicity of this test method may lead one to overlook very important factors, which may affect the results. To ensure accurate measurement, the operator shall be instructed fully in the operation of the equipment. Furthermore, the equipment shall be calibrated properly with reference materials having similar heat transfer characteristics. Also it is necessary that the specimen be prepared properly for evaluation.

7.2 Sampling and Preparation of Specimens:

7.2.1 *Test Specimens*—One- or two-piece specimens may be used, depending on the configuration selected for the test. Where two pieces are used, they shall be selected from the same material to be essentially identical in construction, thickness, and density. For loose fill materials, the method specified in the material specification or in Practice C 687 shall be used to produce a specimen or specimens of the desired density.

7.2.2 *Selection of Specimens*—The specimen or specimens shall be of such size as to cover the plate assembly surfaces and shall either be of the actual thickness to be applied in use or of sufficient thickness to give a true average representation of the material to be tested. If sufficient material is not available, the specimen shall at least cover the metering area, and the rest of the plate surfaces must be covered with a mask with a thermal conductivity as close to that of the specimen as possible.

7.3 *Specimen Conditioning*—Details of the specimen selection and conditioning preferably are given in the material

specification. Where such specifications are not given, the specimen preparation shall be conducted in accordance with the requirement that materials shall not be exposed to temperatures that will change the specimens in an irreversible manner. Typically, the material specifications call for specimen conditioning at 22°C (72°F) and 50 % R.H. for a period of time until less than a 1 % mass change is observed over a 24-h period. For some materials, such as cellulose, considerably longer times may be required for both conditioning and testing.

7.4 Measurements on Specimens:

7.4.1 *Blanket and Batt-Type Materials*—When specified, the test thickness of blankets and batt-type materials shall be determined before testing in accordance with Test Methods C 167, provided that good contact is maintained between the specimen and the isothermal plates. Also, it is recommended highly that the thickness during the actual test be measured. At the conclusion of the test, the density in the metering area should be determined.

7.4.2 *Loose-fill Materials*—These materials generally are tested in open test frames as spelled out in Practice C 687. The requirement to measure the density in the metering area is again critical.

7.5 Limitations on Specimen Thickness:

7.5.1 *General*—The combined thickness of the specimen or specimens, the heat flux transducer and any damping material, which in total equals the distance between the cold and hot plates, must be restricted in order to limit the effect of edge losses on the measurements. In addition edge losses are affected by the edge insulation and the ambient temperature, so the requirements on both of these parameters must be met.

7.5.2 *Maximum Spacing Between Hot and Cold Plates*—The maximum allowable distance between the hot and cold plates during a test, is related to the dimensions of the heat flux transducer, the metering area, the size of the plate assembly, the construction of the heat meter apparatus, and the properties of the specimen. No suitable theoretical analysis is available to predict the maximum allowable thickness of specimens. It is possible to use the results of an analysis for a similarly sized guarded hot plate as a guide (10, 16-18).

7.6 Procedure of Measurement:

7.6.1 *Temperature Difference*—For any test, make the temperature difference across the specimen not less than 10 K. For specimens that are expected to have a large thermal resistance, a larger temperature difference in the specimen is recommended (see Practice C 1058 for the selection of the plate temperatures). The actual temperature difference or gradient is best specified in the material specifications or by agreement of the parties concerned.

7.6.2 *Edge Insulation*—Enclose the edges of the specimens with thermal insulation to reduce edge heat losses to an acceptable level if this edge insulation is not built into the apparatus (see 5.7).

7.6.3 *Settling Time and Measurement Interval*—Verify the existence of thermal equilibrium by observing and recording, the emf output of the heat flux transducer, the mean temperature of the specimens, the temperature drop across the specimen, and a calculated λ value. Make observations at time intervals of at least 10 min until five successive observations

yield values of thermal conductivity, which fall within 1/2 % of the mean value for these five readings. If the five readings show a monotonically increasing or decreasing trend, equilibrium has not been attained. In this case, additional sets of readings shall be taken. If experience has shown that a shorter time interval may be used, follow the same criteria for stability. For high density specimens ($\rho > 40 \text{ kg/m}^3$) or for low conductance specimens ($C < 0.05 \text{ W/K}\cdot\text{m}^2$) the time between readings may have to be increased to 30 min or longer (19).

8. Error Analysis

8.1 A complete error analysis is complex; however, some form of error analysis is mandated for compliance with this test method. Such an error analysis is useful for estimating which parameters may contribute to the overall uncertainty in the measurements. It is the option of the manufacturer or user of the apparatus to follow the guidelines given in 8.2, 8.2.1, or 8.3 to determine the uncertainties. It is mandated, however, that any result shall be accompanied with its uncertainty.

8.1.1 For any one given apparatus, a careful error analysis as outlined here, in most cases, will show up any major difficulties, which may need correcting in order to improve the measurement accuracy of the heat flow meter apparatus. The performance of this analysis involves consideration of the following points.

8.1.2 Estimates of errors in each individual measurement procedure and propagation of these errors to the final result.

8.1.3 Measurements to determine apparatus variability to intentional deviations from normal operations.

8.1.4 Measurements on reference materials and participation in round-robin programs.

8.1.5 For a more complete discussion of error analysis the reader is directed to the ISO "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurements" (20).

8.1.6 Calibration Errors:

8.1.6.1 Heat flux transducer calibration is temperature dependent and must be considered if the transducer temperature is changed.

8.1.6.2 Specimen temperature gradient may affect the calibration factor.

8.1.6.3 Heat flow meter apparatus calibration may be dependent on heat flux.

8.2 To illustrate a procedure of error analysis estimation, consider the operational definition of thermal conductivity:

$$\lambda = S \cdot E \cdot L / \Delta T \quad (5)$$

The uncertainties in S , E , L , and ΔT (δS , δE , δL , and $\delta \Delta T$) can be used to form the uncertainty $\delta \lambda$ by the usual error propagation formula where the total uncertainty is calculated from the square root of the sums of the squares of the individual standard deviations.

$$(\delta \lambda / \lambda)^2 = (\delta S / S)^2 + (\delta E / E)^2 + (\delta L / L)^2 + (\delta \Delta T / \Delta T)^2 \quad (6)$$

This equation assumes that the errors in S , E , etc., are random and independent of each other since the covariance terms are omitted. This is valid here if different instrumentation is used for measurements on each of the variables (20). In order to use Eq 6 the operator must estimate the maximum uncertainty for each variable and examine the sources of error to

determine which can occur randomly and which can occur simultaneously.

8.2.1 Care shall be taken to evaluate properly all of the uncertainties in the variables S , E , L , etc. For example, obvious sources of error in E are those caused by extraneous transverse heat flow along leads and deviations from one dimensional heat flow; however, an often neglected but important heat leak is that caused by a temperature drift of the transducer itself. This can be estimated readily from the heat capacity of the transducer assembly and the drift detection limit of the measurement system. The error in ΔT , δT , can be caused by calibration errors and measurement errors, but also by incorrect placement, incorrect thermal anchoring, and disturbances introduced by the thermocouple itself.

8.3 Experiments should be performed to determine the variability of the test results to deviations from normal operating conditions. This variability combined with the estimated control stability under normal operating conditions can be used to estimate the error from this source. As one example, the effect of an imperfect guard balance control can be determined by purposely offsetting the guard, if this is possible, by a sufficient ΔT in both directions and measuring the differences in the measured output.

8.3.1 Care should be taken to not use such large offsets that nonlinear effects occur in the specimens. These results combined with the probable value of the offset during normal operation yield the error due to imperfect guard balance.

8.4 The total estimated imprecision can be listed in a table of errors, such as shown in Table 1. This table is shown as an example only and does not represent any one particular heat flow meter apparatus since the errors will be specific to each apparatus.

9. Calculation

9.1 Density and Change in Mass—When required, calculate the density of the dry specimen as tested, ρ , the mass change due to conditioning of the material, and the mass change of the specimen during test.

9.1.1 Density of Batt and Blanket Specimens—It has been found that it is important to measure the mass of the specimens in contact with the metering area. The area of the specimen directly measured shall be cut out and its mass determined after testing, unless the specimen must be retained for further testing.

TABLE 1 Estimation of Random and Systematic Errors at Room Temperature

Variable	Absolute Variations		Percent Variations	
	Random	Systematic	Random	Systematic
ΔT	0.01 K	0.02 K	0.04	0.40
L	0	0.1 mm	0	0.40
E	0	0.01 V	0	0.01
S	0	2 mW	0	0.2
Temperature				
drift	0.05 K	0.05K	0.01	0.01
calibration	0	0.1 K	0	0.4
Heat flow				
drift	1 mW/m ²	1 mW/m ²	0.2	0.2
lateral	1 mW/m ²	2 mW/m ²	0.2	0.2
λ	0.2 mW/m ² ·K	0.3 mW/m ² ·K	0.8	1.2

C 518 – 02

9.2 *Thermal Properties for One Specimen*—When only one specimen is used, calculate the thermal conductance of the specimen as follows:

$$C = S \cdot E / \Delta T \quad (7)$$

and where applicable, calculate the thermal conductivity, as follows:

$$\lambda = S \cdot E \cdot (L / \Delta T) \quad (8)$$

9.3 *Thermal Properties for Two Specimens*—When two specimens are used, calculate the total thermal conductance, C , as follows:

$$C = S \cdot E / (\Delta T_a + \Delta T_b) \quad (9)$$

The λ factor, that is, the average thermal conductivity of the specimen is calculated as follows:

$$\lambda_{ave} = (S \cdot E / 2) / (L_a + L_b) / (\Delta T_a + \Delta T_b) \quad (10)$$

where the subjects refer to the two specimens.

9.4 Other derived thermal properties may be calculated but only under the provisions given in Practice C 1045.

9.5 *Thermal Properties for Two Transducers*—All pertinent equations of 9.2 and 9.3 apply to this configuration, provided $S \cdot E$ will be replaced by $(S' \cdot E' + S'' \cdot E'') / 2$, where the superscripts ' and '' refer to the first and second heat flux transducer, respectively.

10. Precision and Bias

10.1 The precision and bias of this test method cannot be stated quantitatively for all apparatus variations and test conditions.

10.1.1 The precision of a heat flow meter apparatus can be determined by making multiple measurements on the same standard, removing and installing the specimen for each measurement. To obtain the best estimate of the precision, this study shall be done over an extended time period where the reference standard is treated as an unknown. It is common for a laboratory with good practices to have a heat flow meter apparatus precision with a standard deviation of less than 0.5 %.

10.1.2 One excellent way to monitor the stability of the calibration, and thus the precision of the heat flow meter apparatus, is to generate and use a control chart. In this way, often it is easier to spot changes in the calibration, such as drift, or a sudden change in a transducer output.

10.2 A series of three round robins was conducted between 1976 and 1983, as reported by Hust and Pelanne (21), and employed low density fiberglass specimens from 2.54 to 10.2/cm thick with densities ranging from 10 to 33 kg/m³. A total of twelve laboratories was involved in these studies. The interlaboratory imprecision, at the two standard deviation level when analyzed using Practice E 691, was found to vary from 1.92 % to 3.54 % between 2.54 and 10.2 cm.

10.3 Interlaboratory testing carried out between nine laboratories under the National Voluntary Laboratory Accreditation Program currently is showing an interlaboratory imprecision of 2.12 % at the two standard deviation level based on testing of similar but not identical specimens (22, 23).

10.4 A round robin conducted in 1987, as reported by Adams and Hust, included eleven participating laboratories

testing a fiberglass blanket and several types of loose-fill insulations (24). The blanket insulation had an interlaboratory imprecision of 3.7 % at the two standard deviation level. The loose-fill interlaboratory imprecision was found to be >10 % for different materials at the two standard deviation level. It has been suggested that the principal cause for the significant differences observed is the various specimen preparation techniques used by the various laboratories.

10.5 A round robin conducted in 1990, as reported by McCaa and Smith, et. al., included ten participating laboratories testing a fiberglass blanket and several type of loose-fill insulation (25). The blanket insulation had an interlaboratory imprecision of 2.8 % at the two standard deviation level. The loose-fill interlaboratory imprecision was found to be 5.0 % for perlite, 5.8 % for cellulose, 9.4 % for unbonded fiberglass, and 10.5 % for mineral wool at the two standard deviation level. This represented a significant improvement over the 1987 results and is attributed to a more concise specimen preparation procedure in Practice C 687.

11. Report

11.1 The report of the results of each test shall include the following information with all data to be reported in both SI and inch-pound units unless specified otherwise.

11.1.1 The report shall be identified with a unique numbering system to allow traceability back to the individual measurements taken during the test performed.

11.1.2 Name and any other pertinent identification of the material including a physical description.

11.1.3 Description of the specimen and its relationship to the sample, including a brief history of the specimen, if known.

11.1.4 Thickness of the specimen as received and as tested.

11.1.5 Method and environment used for conditioning, if used.

11.1.6 Density of the conditioned specimen as tested, kg/m³.

11.1.7 Mass loss of the specimen during conditioning and testing, in percentage of conditioned mass, if measured.

11.1.8 Mass regain of the specimen during test, in percentage of conditioned mass, if measured.

11.1.9 Average temperature gradient in the specimen during test as computed from the temperatures of the hot and cold surfaces, K/m .

11.1.10 Mean temperature of the test, K or $^{\circ}C$.

11.1.11 Heat flux through the specimen, W/m^2 .

11.1.12 Thermal conductance, $W/m^2 \cdot K$.

11.1.13 Duration of the measurement portion of the test, min or h.

11.1.14 For loose-fill materials, report the specimen preparation followed.

11.1.15 Date of test, the date of the last heat meter calibration, and the type or types of materials used.

11.1.16 Estimated or calculated uncertainty in reported values. It is optional as to which of the error analysis methods given in Section 8 is used by the laboratory.

11.1.17 Orientation and position of the heat meter apparatus during test (vertical, horizontal, etc.), and whether the meter was against the hot or cold surface of the specimen and

C 518 - 02

whether the edges of the specimen(s) were sealed or open to the ambient.

11.1.18 For direct reading apparatus, the results of the calibration of electronic circuitry and equipment or a statement of compliance including date, and a statement of compliance on linearity requirements.

11.2 In many cases a laboratory is requested to provide only the thermal conductivity at a specified mean temperature and a few pertinent physical properties, such as density, and test thickness. An abridged test report shall state "Abridged ASTM C 518 Test Report" and shall include the thermal transmission property of interest, mean temperature, test thickness, and bulk density. It is mandated that an uncertainty statement shall be transmitted with the thermal transmission property. Compliance to Test Method C 518 requires that the other test parameters specified in 11.1.1-11.4 to be recorded in the laboratory records.

11.3 For certification testing only, the specimens used in calibration shall be identified as to the type, thermal resistance, date of specimen certification, source of certification, expiration date of calibration, and the certification test number. Where applicable include a statement of the laboratory accreditation of the test facility, including the date of the latest inspection.

11.4 Statement of compliance, or where circumstances or requirements preclude complete compliance with the procedures of the test, agreed exceptions. A suggested wording is "This test conformed with all requirements of ASTM C 518- with the exception of (a complete list of exceptions follows)."

12. Keywords

12.1 calibration; error analysis; heat flow meter apparatus; thermal resistance; heat flux; instrument verification; thermal conductivity; thermal testing

APPENDICES

(Nonmandatory Information)

X1. (SEE FIGURES.)

X2. RESPONSE OF HEAT FLUX TRANSDUCERS

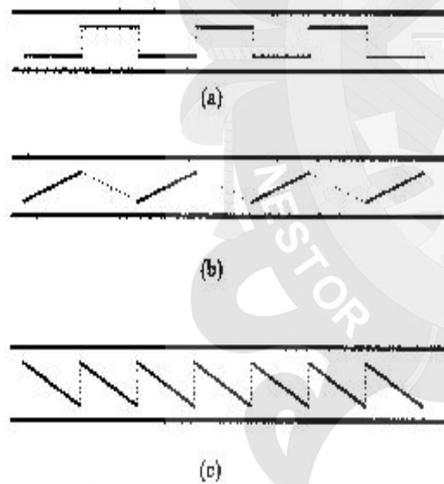


FIG. X1.2 Schematic Designs of Transducers

X2.1 *Configurations*—The general features of a heat flow meter apparatus with the specimen or the specimens installed

are shown in Section 6. A heat flow meter apparatus consists of two isothermal plate assemblies, one or more heat flux transducers, equipment to measure and control temperatures, thickness, and measure the output of the heat flux transducers and equipment to control the environmental conditions when needed. Each configuration will yield equivalent results if used within the limitations stated in this test method (24). For a particular heat flux transducer, the test configuration that has the fastest response, that is the shortest settling time, is best determined by experiment. Four specimens of different materials, such as an urethane foam, ceramic fiber board, a rubber, and a high conductivity, low-thermal capacity material, should be tested in each configuration. A study of these results will allow either the selections of the proper configuration for each type of material or the selection of a reasonable configuration for all types.

X2.1.1 In order to predict settling times for all types of specimens, each of the above specimens shall be retested after being conditioned to temperatures both below and above the mean temperature of the test.

X2.2 *Time Response of Heat Flux Transducers:*



FIG. X1.1 Some Layouts of the Liquid Paths in Heating or Cooling Plates

C 518 – 02

X2.2.1 High Thermal Resistance Transducer—A transducer with a high thermal resistance generally is used when the transducer is attached to one or both of the isothermal plates. When the specimens are preconditioned to the mean temperature of the test and when the plates are capable of both heating and cooling the specimens, the time response of a high resistance transducer will be more rapid than a comparable guarded hot plate apparatus. If the heat flux transducer has appreciable mass, the response will not be rapid.

X2.2.1.1 When two transducers are used and attached to the isothermal plates, these can be used to obtain a very rapid response times if both plates are capable of heating and cooling and if the outputs of both transducers are summed (25).

X2.2.2 Low Thermal Resistance Transducers—The low-thermal resistance, gradient-type heat flux transducer is better suited to the configuration where the transducer is not attached to either plate. The temperature drop across the low-resistance transducer is small enough that the two specimens can be considered as halves of a single specimen. When the specimens are first conditioned to the mean temperature of the test and when the specimens are identical, the response is sufficiently rapid to be used for quality control work.

X2.2.2.1 Where half thicknesses of the normal specimen can be used, it can be more rapid than the single transducer configuration, especially when each of the specimens is first conditioned to the mean temperature at which it will be tested.

X2.3 Sensitivity of Configurations to Edge Losses:

X2.3.1 Heat loss from specimen edges may be significant under some conditions. Factors to be considered when evaluating edge losses are thickness of specimen, conductivity of specimens, width of the guard, amount of external insulation,

and edge ambient temperature.

X2.3.2 The configuration with the transducer mounted on one isothermal plate is similar to the guarded hot plate apparatus regarding edge heat losses through the specimen. The edge heat losses in the transducer may be much more significant than those in the guarded hot plate apparatus because they may produce errors due to the temperature nonuniformity on the side of the transducer in contact with the specimen.

X2.3.3 The configuration with two transducers mounted on the isothermal plates is the most insensitive to edge conditions if the average of the readings of the two meters is assumed to be the measured heat flux per unit area through the specimen. If the plates are perfectly uniform in temperature, if the two transducers are exactly equal in the layout of the thermopile junctions, and if the specimen has thermal conductivity independent of temperature, this configuration is nearly insensitive to edge conditions. Even under these ideal conditions, however, the use of this configuration does not eliminate edge losses, but only reduces the apparatus susceptibility to variations in the boundary temperatures.

X2.3.4 The configuration with the transducer between the two specimens is very sensitive to edge heat losses on the heat flux transducer since the power that flows through the edges is supplied, not by a heavy isothermal metal plates, but by the specimens, so that their surface temperatures may not be uniform. If the transducer is sensitive to temperature differences along its main surfaces, edge heat losses may now create serious errors. Edge heat losses within the specimens are similar to those in the guarded hot plate when the surrounding temperature is that of the hot or cold plate.

X3. PROVEN PERFORMANCE OF A HEAT FLOW APPARATUS

X3.1 Proven Performance—Any heat flow meter apparatus that is new or has been modified shall be tested for the following characteristics and corrections shall be made where a change of greater than one percent occurs in the transducer output due to the effects of X3.1.1-X3.2 over the range of operation and are recommended for changes of 0.3 % over the range of operation.

X3.1.1 Zero Offset—This condition can be achieved by assuring that both plate assemblies are at the same temperature. If there is any output from the transducer for zero heat flux, this may be due to any or all of the following:

X3.1.1.1 Electrical contact resistance on a transducer with low output. This may be corrected if one can improve the connections to eliminate the problem. This type of output may be temperature dependent.

X3.1.1.2 Also, check grounding circuits because such a signal may be due to AC pickup in the leads from the transducer.

X3.1.1.3 If after checking X3.1.1.1 and X3.1.1.2 there is still a zero off-set, it may be possible to correct for this by assuring that the calibration curve of output versus heat flux is linear over the range of operating conditions.

X3.1.1.4 Susceptibility to warm or cold plate temperature nonuniformity. Check for temperature nonuniformity under all operating conditions and over a range of specimen thermal resistances.

X3.1.1.5 Drift in the transducer due to material aging of delamination. If such a change is noted, this should be used to determine the required calibration frequency.

X3.1.1.6 Temperature coefficient of the transducer sensitivity. This depends on the type of temperature detectors used in the transducer (thermocouple materials used in the thermopile) and the type of material used for the transducer core. If it is found that the sensitivity is temperature dependent, a curve of sensitivity versus temperature shall be developed and used to correct measurement data.

X3.1.1.7 Heat flow down the transducer leads. One possible way to check for this is to move one's hand across the surface of the transducer between the metering area and the point where the leads exit the plate assembly, while observing the transducer output. In a well designed plate or transducer assembly there should be no observable output from the transducer except in the metering area.

X3.1.1.8 Effect of the thermal conductivity of the specimen

 C 518 – 02

on the sensitivity of the transducer. A "thermal shorting" effect between elements caused by low thermal resistance between the sensors of the thermopile or a funneling of heat through the sensors can change the sensitivity of the transducer. This can best be tested by running specimens with widely different thermal resistances.

X3.1.1.9 Effect of loading pressure on the transducer sensitivity. This should only be a problem if the transducer core is flexible.

X3.2 Finally, measurements shall be performed on transfer standards or accepted reference materials, to prove the performance of the apparatus. Care should be taken to ensure that the reference materials have characteristics similar to the specimens to be tested, and that the uncertainties of the standards themselves are known.

References

- (1) Tye, R.P., Ed., *Thermal Conductivity Vols I and II*, Academic Press, London and New York, 1969.
- (2) Degenne, M., Klarsfeld, S., Barthe, P., "Measurement of the Thermal Resistance of Thick Low-Density Mineral Fiber Insulation," *Thermal Transmission Measurements of Insulation, ASTM STP 660*, ASTM, 1978, p.130.
- (3) Pelanne, C.M., "Does the Insulation Have a Thermal Conductivity? The Revised ASTM Test Standards Require an Answer," *Thermal Transmission Measurements of Insulation, ASTM STP 660*, ASTM 1978, pp. 69-70.
- (4) Pelanne, C.M., "Discussion on Experiments to Separate the Effect of Thickness from the Systematic Equipment Errors in Thermal Transmission Measurements," DOE/ASTM C 16.00 Thermal Insulation Conference October 22-25, 1978. Tampa, FL, *ASTM STP 718*, ASTM, 1980, pp. 322-334.
- (5) Zabawsky, Z., "Construction and Calibration of a Heat Flow Meter for Thermal Conductivity Measurements," *Paper No. 68-520, ISA*, 1968, pp. 1-6.
- (6) Hollingsworth, M., Jr., "An Apparatus for Thermal Conductivity at Cryogenic Temperatures Using a Heat Flow Meter," *Symposium of Thermal Conductivity Measurements of Insulating Materials at Cryogenic Temperatures, ASTM STP 411*, 1967, p. 43.
- (7) Pelanne, C. M., and Bradley, C. B., "A Rapid Heat Flow Meter Thermal-Conductivity Apparatus," *Materials Research and Standards*, Vol 2, No 7, July, 1962, p. 549.
- (8) DePonte, F., and Di Filipo, P., "Design Criteria for Guarded Hot Plate Apparatus," *Heat Transmission Measurements in Thermal Insulations, ASTM STP 544*, R. P., Tye, Ed., 1974, p. 97.
- (9) DePonte, F., and Di Filipo, P., "Some Remarks on the Design of Isothermal Plates," *Quaderno No. 37, Istituto di Fisica Tecnica, Università di Padova*, 1972.
- (10) Rennex, B., "Error Analysis for the National Bureau of Standards 1016 mm Guarded Hot Plate," *NBSIR 83-2674*, Washington, DC, 1983.
- (11) Tye, R.P., Coumou, K.G., Desjarlais, A.O. and Haines, D.M., "Historical Development of Large Heat Flow Meter Apparatus for Measurement of Thermal Resistance of Insulations," *ASTM STP 922*, ASTM, 1987, pp. 651-664.
- (12) Bomberg, M., "A Workshop on Measurement Errors and Methods of Calibration of a Heat Flow Meter Apparatus," *Journal of Thermal Insulation*, Vol 18, October, 1994, pp. 100-114.
- (13) Scott, J. A., and Bell, R. W., "Discussion of Heat Flow Meter Apparatus Calibration and Traceability Issues for Thermal Conductivity Measurements," *Journal of Thermal Insulation*, Vol 18, October, 1994, pp. 146-162.
- (14) Albers, M.A., and Pelanne, C.M., "Experimental and Mathematical Study of the Effect of Thickness in Low-Density Glass-Fiber Insulation," *Thermal Conductivity 17*, Plenum Press, New York and London, J.G. Hust, Ed., 1983, pp. 471-482.
- (15) Bomberg, M., Pelanne, C.M., and Newton, W.S., "Analysis of Uncertainties in Calibration of a Heat-Flow Meter Apparatus," *Thermal Conductivity 18*, Plenum Press, New York and London, T. Ashworth and D.R. Smith, Eds., 1985, pp. 254-272.
- (16) De Ponte, F. and Maccato, W., "The Calibration of Heat Flow Meters," *Thermal Insulation Performance, ASTM STP 718*, ASTM 1980, pp. 237-254.
- (17) Hollingsworth, M., "Experimental Determination of the Thickness Effect in Glass Fiber Building Insulation," *ASTM STP 718*, ASTM 1980, pp. 255-271.
- (18) Bode, K-H., "Thermal Conductivity Measurements with the Plate Apparatus: Influence of the Guard Ring Width on the Accuracy of Measurement," *ASTM STP 879*, ASTM, 1985, pp. 29-48.
- (19) Shirliffe, C.J., "Establishing Steady-State Thermal Conditions in Flat Slab Specimens," *Heat Transmission Measurement in Thermal Insulations, ASTM STP 544*, ASTM, 1974, p. 13.
- (20) Guide to the Expression of Uncertainty in Measurements", ISBN 92-67-10188-9, 1st Ed. ISO, Geneva, Switzerland, 1993.
- (21) Hust, J.G. and Pelanne, C.M., "Round Robins on the Apparent Thermal Conductivity of Low-Density Glass Fiber Insulations Using Guarded Hot Plate and Heat-Flow-Meter Apparatus," *NBSIR 85-3026*, May 1985.
- (22) Horlick, J. and Berger, H.W., "NVLAP and the Thermal Insulation Proficiency Testing Program," *Journal of Thermal Insulations*, Vol 8, April 1985, pp. 278-297.
- (23) Horlick, J., "National Voluntary Laboratory Accreditation Program Proficiency Testing for Thermal Insulation Materials, Laboratory Accreditation Program Round 9—August 1983," National Institute of Standards and Technology Publication NBSIR 84-2890, May 1980.
- (24) Adams, R.D. and Hust, J.G., "A Round Robin on Apparent Thermal Conductivity of Several Loose-Fill Insulations," *Insulation Materials, Testing and Applications, ASTM STP 1030*, McElroy and Kimpflen, Eds., ASTM, June 1990, p. 263.
- (25) McCaa, D.J., Smith, D.R., et al, "Interlaboratory Comparison of the Apparent Thermal Conductivity of a Fibrous Batt and Four Loose-Fill Insulations," *Insulation Materials: Testing and Applications, 2nd Volume, ASTM STP 1116*, ASTM 1991, pp. 534-557.



 C 518 – 02

ASTM International takes no liability regarding the validity of any patent rights asserted in connection with any item mentioned in this standard. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any such patent rights, and the risk of infringement of such rights, are entirely their own responsibility.

This standard is subject to revision at any time by the responsible technical committee and may be revised every five years, and amendments or other approved corrections may be issued at any time. Your comments and suggestions for this standard or for additional standards should be addressed to ASTM International Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee, which you may attend. If you feel that your comments have not been received or that hearing you should make, please contact ASTM International Headquarters at the address stated below.

This standard is copyrighted by ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19380-2900, United States. Individual copies (single or multiple copies) of this standard may be obtained by contacting ASTM at the above address or at 610 832 9899 (phone), 610 832 9599 (fax), or service@astm.org (e-mail) or through the ASTM website (www.astm.org).





PLANOS