

**UNIVERSIDAD MAYOR REAL Y PONTIFICIA DE SAN
FRANCISCO XAVIER DE CHUQUISACA**

CENTRO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO E INVESTIGACIÓN

**DIPLOMADO EN INSTALACIONES HIDROSANITARIAS
EN EDIFICACIONES V.1**



**INCIDENCIA SOLAR DE CLIMA INVERNAL EN INSTALACIONES
DE AGUA POTABLE DE VIVIENDA UNIFAMILIAR EN UYUNI**

POSTULANTE: NELSON QUISPE ZARATE

Marzo 2024

INCIDENCIA SOLAR DE CLIMA INVERNAL EN INSTALACIONES DE AGUA POTABLE DE VIVIENDA UNIFAMILIAR EN UYUNI

RESUMEN

Los congelamientos a los que están expuestos las tuberías de agua potable en temporadas invernales son a menudo por las fuertes heladas que se presentan en horas de la madrugada y esta a su vez va registrando temperaturas más bajas con el pasar del tiempo, considerando que el calentamiento global también forma parte de este problema, ya que produce cambios bruscos en el clima. Viviendas unifamiliares atraviesan con la situación de tuberías de agua congeladas por las bajas temperaturas, que bloquean el suministro de agua

La presente investigación muestra la diferencia de temperaturas que existe entre ambientes dado sus condiciones de orientación y actividades que se llegan a realizar en los mismos, analiza la dirección de los rayos solares en la actual orientación de la vivienda para proponer una predicción de una mejor orientación que aproveche al máximo la incidencia solar en los diferentes ambientes que los conforman, de esta manera identificar los espacios más vulnerables a congelamientos de tuberías y poder ser descartados como candidatos para llevar el tendido de las instalaciones de agua potable.

Al determinar los meses, días y las horas de un año en Uyuni con más baja temperatura y a lo largo de un día, se cambia la orientación actual de la vivienda para ofrecer un máximo confort térmico a sus ambientes con ingreso de rayos solares mas profundo en sus ambientes, que paralelamente mejoran el confort térmico de una tubería de agua, reduciendo así congelamientos imprevistos.

Se muestra las malas ubicaciones de instalación de agua, así como también las áreas de la vivienda que prometen mucho en cuanto a poder aprovechar los rayos solares en la mañana. Se identifican los ambientes no recomendados para llevar el tendido de las instalaciones de agua potable, a la vez se hace la reubicación de las tuberías de agua para su mejor confort térmico.

Palabras claves: Orientación, congelamiento, incidencia, temperatura.

INDICE

1. CAPITULO I IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	6
1.1. INTRODUCCION	6
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
1.2.1. SITUACIÓN PROBLÉMICA	6
1.3. CAUSAS MÁS PROBABLES.....	7
1.3.1. DEFICIENCIA DE ORIENTACIÓN ÓPTIMA DE UNA VIVIENDA.....	7
1.3.2. INSTALACIONES DE AGUA POTABLE EXPUESTA A TEMPERATURAS BAJO CERO...10	
1.3.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	10
1.4. OBJETIVOS.....	10
1.4.1. OBJETIVO GENERAL	10
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
1.4.3. HIPOTESIS	10
1.5. JUSTIFICACION	11
2. CAPITULO II MARCO TEORICO	12
2.1. MARCO CONCEPTUAL	12
2.1.1. CONCEPTO DE INCIDENCIA.....	12
2.1.2. CONCEPTO DE ESPACIOS DE ARRASTRE.....	12
2.2. TRAYECTORIA SOLAR E INCLINACION DEL SOL	12
2.3. ESTUDIO SOLAR.....	13
2.3.1. EXPOSICION AL SOL	13
2.3.2. TABLA COMPARATIVA ENTRE ESTACIONES	13
2.4. ORIENTACIÓN DE LA VIVIENDA	14
2.5. TEMPERATURAS MAS BAJAS REGISTRADAS	14
2.5.1. MESES CON TEMPERATURA MAS BAJA.....	15
2.5.2. RANKING DE CIUDADES MAS FRIAS.....	15
2.5.3. HORARIOS CON TEMPERATURA MAS BAJA.....	16
2.5.4. INCIDENCIA SOLAR EN UYUNI	18
2.5.5. TRAMA URBANA DE UYUNI	19
3. CAPITULO III MARCO PRÁCTICO.....	20
3.1. MEDICION DE TEMPERATURA.....	20
3.1.1. MEDICION Y DIFERENCIA DE TEMPERATURA EN MES DE MARZO	20
3.2. PREDICCIÓN DE LA MEJOR ORIENTACIÓN	23
3.2.1. SIMULACIÓN DE ORIENTACION ACTUAL	23
3.2.2. SIMULACIÓN DE LA PREDICCIÓN.....	26
3.3. RESULTADOS	28
3.3.1. RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN	28
4. CAPITULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	30
4.1. CONCLUSIONES	30
4.2. RECOMENDACIONES.....	32

5. BIBLIOGRAFIA.....	36
----------------------	----

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Trayectoria Solar	8
Figura 2. Trayectoria solar Bolivia	8
Figura 3. Inclinação y altura solar	9
Figura 4. Inclinação y altura del sol en las 4 estaciones en Bolivia	9
Figura 5. Meses más fríos	15
Figura 6. Ranking de las ciudades más frías	16
Figura 7. Identificación de la helada	17
Figura 8. Horas de sol en invierno	18
Figura 9. Orientación de calles.....	19
Figura 10. Higrómetro	20
Figura 11. Medición en planta baja - HomeByMe	21
Figura 12. Medición en planta alta - HomeByMe	22
Figura 13. Planimetría de orientación en el mes de julio - SUN-PATH	23
Figura 14. Dirección de los rayos del sol en 3D - SUN-PATH	24
Figura 15. Zonas frías de la vivienda en la orientación actual – Sketch-Up	25
Figura 16. Simulación con HomeByMe	26
Figura 17. Orientación propuesta en SUN-PATH	26
Figura 18. Ambientes fríos – simulación HomeByMe	27
Figura 19. Mejor aprovechamiento solar- SUN-PATH	27
Figura 20. Confort térmico de ambientes mejorado - Sketch-Up	28
Figura 21. Mala ubicación de instalación 1- Sketch-Up	30
Figura 22. Mala ubicación de instalación 2 - Sketch-Up	30
Figura 23. Mala ubicación de instalación 3 - Sketch-Up	31

Figura 24. Zona óptima para ubicar la instalación de agua - Sketch-Up	31
Figura 25. Ambientes fríos - HomeByMe	33
Figura 26. Diferencia de temperatura	34

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Horas de asoleamiento según su orientación.....	13
--	----

INCIDENCIA SOLAR DE CLIMA INVERNAL EN INSTALACIONES DE AGUA POTABLE DE VIVIENDA UNIFAMILIAR EN UYUNI

CAPITULO I IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

1.1. INTRODUCCION

En Uyuni, los veranos son largos, cómodos y parcialmente nublados y los inviernos son cortos, muy frío, nevados y mayormente despejados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de -3 °C a 21 °C y rara vez baja a menos de -5 °C o sube a más de 23 °C.

La eficacia de las ganancias solares dependen ampliamente del diseño del edificio, el número de ventanas que tenga deberá ser el adecuado para ofrecer confort térmico en los diferentes espacios de hábitat, gracias a la radiación solar directa es posible conseguir un aumento de temperatura interior, la disposición de elementos de protección solar logra influir en la incidencia solar, en tal modo se deberá tomar en cuenta a la hora de usarlos (Hernández Minguillón, y otros, 2012).

A día de hoy existen tuberías y recubrimientos especiales para afrontar los congelamientos de instalaciones de agua por el frío, sin embargo, su costo es elevado y esto aumenta el presupuesto de la construcción, por lo que se opta por una instalación con material convencional de PVC.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. SITUACIÓN PROBLÉMICA

Deficiencia de orientación de una vivienda unifamiliar que conlleva a bajos niveles de confort térmico en instalaciones de agua potable.

El evento ocurre a partir de los cambios bruscos de temperatura que llegan a alcanzar registros bajo cero, las tuberías se congelan y revientan, aunque la mayoría de las veces se opta por recubrir con telas gruesas o envolviendo con nylon para proteger del frío, estas no

son fiables, y aunque no llegaran a sufrir una rotura o explosión el taponamiento esta más frecuente.

La mayoría de los espacios de la casa son lo que se conoce como "espacios acondicionados". Se trata de zonas que tienen la temperatura y la humedad controladas gracias a los sistemas de climatización de la casa. Las tuberías que atraviesan estas zonas tienen menos probabilidades de estar expuestas a temperaturas extremas. Sin embargo, en muchos casos, las tuberías pasan por zonas que pueden ser de alto riesgo en los meses de invierno. En estas zonas se pueden encontrar algunas tuberías de alto riesgo: El Subsuelo, a lo largo de las paredes exteriores, a través de espacios no condicionados (sótanos, los espacios de arrastre, áticos, garajes (El clima invernal residencial y las tuberías congeladas, 2022)

Las tuberías que atraviesan estos espacios, están expuestas a congelamientos, llegando a ser más afectados los grifos exteriores.

Al bajar las temperaturas, el agua puede congelarse y eso hace que se expanda ejerciendo una presión en las tuberías. Este suceso da lugar muchas veces a fisuras, grietas o incluso provocar explosiones. En algún caso el fuerte congelamiento podría hacer que reviente el inodoro de porcelana (El clima invernal residencial y las tuberías congeladas, 2022)

Cuando las tuberías están congeladas es incierto saber si provocaron algún problema, y al descongelarse muchas veces se ve recién las filtraciones de agua que llegan a causar daño en los muros.

1.3. CAUSAS MÁS PROBABLES

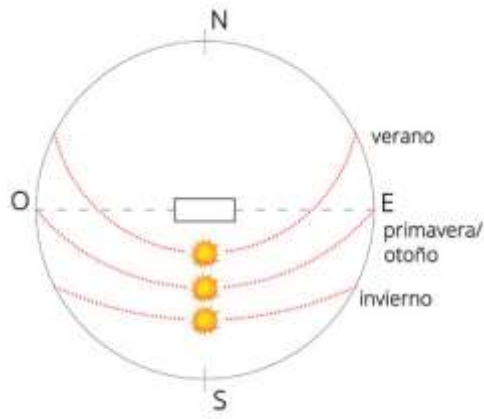
Se identifican las causas más probables.

1.3.1.DEFICIENCIA DE ORIENTACIÓN ÓPTIMA DE UNA VIVIENDA.

Las instalaciones de agua potable que llegan a pasar por un ambiente determinado, están sometidas a la temperatura que estas conllevan, como el asoleamiento no llega de manera uniforme a todos y además de que el tiempo de asoleamiento es reducido, las posibilidades de que permanezcan más tiempo congeladas varían en función a la orientación de la

vivienda, mientras más tiempo estén expuestos a la sombra, más tiempo estará bloqueado el suministro de agua ya que no contarán con el tiempo suficiente para descongelarse.

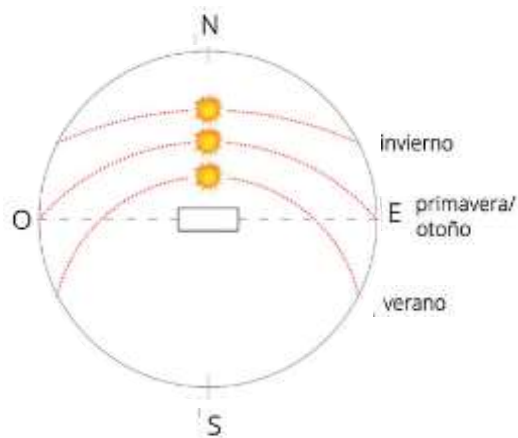
Figura 1. Trayectoria Solar



Nota:Diferencia de trayectoria del sol en las 4 estaciones (España).
Tomada de <https://www.arkialbura.com/cual-es-la-mejor-orientacion-solar-en-arquitectura>

En la figura se aprecia una orientación referente a España, para el caso de Bolivia la orientación cambia de la siguiente manera.

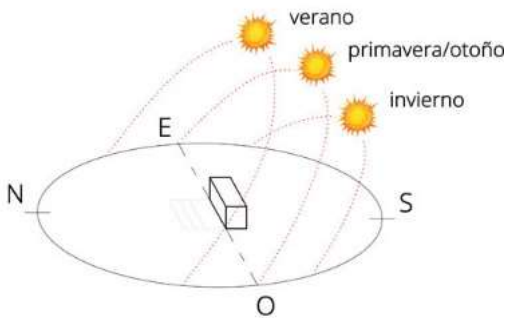
Figura 2. Trayectoria solar Bolivia



Nota:Diferencia de trayectoria del sol en las 4 estaciones (Bolivia). Editado por el autor

La inclinación con la que incide el sol, es el ángulo y altura que va recorriendo a lo largo del día, desde que amanece hasta que atardece, pero esta varia también en función de la estación del año, en invierno está muy bajo y en verano más alto. Como se aprecia en la figura 3, con esta altura se puede apreciar si es una ventaja o no la captación solar (Pascual & Caballero, 2023).

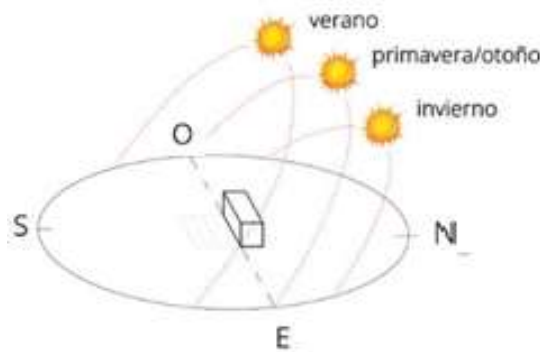
Figura 3. *Inclinación y altura solar*



Nota:Diferencia de altura del sol a través de las estaciones (España).
Tomada de <https://www.arkialbura.com/cual-es-la-mejor-orientacion-solar-en-arquitectura>

La altura solar representada gráficamente para Bolivia es la siguiente:

Figura 4. *Inclinación y altura del sol en las 4 estaciones en Bolivia*



Nota:Diferencia de altura del sol en las 4 estaciones (Bolivia).
Editado por el autor

1.3.2.INSTALACIONES DE AGUA POTABLE EXPUESTA A TEMPERATURAS BAJO CERO.

Las tuberías que atraviesan o recorren espacios no acondicionados son las que corren mayor riesgo de congelación y más aún si no cuentan con algún tipo de recubrimiento o que el propietario no tome las previsiones necesarias para evitar el congelamiento y su posterior explosión.

1.3.3.FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿De qué manera influye la orientación de una vivienda para lograr obtener óptimos niveles de confort térmico?

1.4. OBJETIVOS

1.4.1.OBJETIVO GENERAL

Predicción de la mejor orientación para un mejor aprovechamiento solar en instalaciones de agua potable de una vivienda unifamiliar en invierno.

1.4.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un estudio solar de invierno mediante herramientas digitales web.
- Determinar la mejor orientación de una vivienda que optimice el confort térmico en invierno.
- Determinar el horario de temperatura más baja de invierno mediante datos de SENAMHI
- Realizar la medición de cada ambiente de la vivienda unifamiliar.
- Comparar las temperaturas de cada ambiente de la vivienda unifamiliar.
- Identificar los ambientes más vulnerables a temperaturas bajas.

1.4.3.HIPOTESIS

El congelamiento de tuberías de agua es más prolongado cuando la vivienda está mal orientada.

1.5. JUSTIFICACION

Cuando se realice la presente investigación se obtendrá resultados:

- Reducir congelamientos de instalaciones de agua potable en ambientes vulnerables y espacios exteriores.
- Proteger fontanería vulnerable.
- Mitigar daños al inmueble por fugas de agua.
- Bajar la incidencia de costo de reparación por fugas de agua.
- Mejor conocimiento sobre las zonas vulnerables al congelamiento.

CAPITULO II MARCO TEORICO

2.1. MARCO CONCEPTUAL

Los conceptos detallados a continuación pretenden aclarar palabras clave usadas a lo largo de la investigación.

2.1.1. CONCEPTO DE INCIDENCIA

Es la cantidad de energía solar que influye en una superficie horizontal de todos los lugares de la atmosfera, diferente de la radiación solar que llega de forma directa.

El tiempo que incide el sol en una vivienda unifamiliar depende en gran medida de la duración del día solar, esto sin tener en cuenta que no exista bloqueadores de rayos solares como, por ejemplo, edificios contiguos, montañas cercanas, estos elementos son los que modifican las horas de incidencia en los ambientes de una vivienda unifamiliar, tanto en el amanecer como en el atardecer (Gomez Muñoz, 2003).

2.1.2. CONCEPTO DE ESPACIOS DE ARRASTRE

Son espacios que albergan muchas condiciones dañinas, situados por debajo de la vivienda que poseen un ambiente frio y oscuro que atrae variedad de plagas, de ahí que obtiene condiciones peligrosas (Gromicko, 2006)

Una de las condiciones que alberga este tipo de espacio debido a su escaso ó nulo mantenimiento es una temperatura fría, causa suficiente para que una tubería quede congelada debido al contacto cercano con la temperatura de la superficie del suelo.

2.2. TRAYECTORIA SOLAR E INCLINACION DEL SOL

Dia a día la trayectoria del sol vista desde arriba, se puede apreciar como forma un arco saliendo desde el este y metiéndose al oeste, esta a su vez es cambiante dependiendo de la estación del año. En invierno este arco se ve más reducido, sin embargo, en verano este arco es más amplio (Pascual & Caballero, 2023)

La forma en el que el sol incide es con su inclinación, el ángulo y la altura que va obteniendo a lo largo del día, tomando en cuenta la estación del año, en invierno por ejemplo esta altura es muy baja, a lo contrario de verano que es muy alto.

2.3. ESTUDIO SOLAR

2.3.1. EXPOSICION AL SOL

La superficie de la tierra recibe de manera constante casi en su totalidad la energía lumínica y térmica como radiación del sol. La ciudad de Uyuni a pesar de tener un cielo despejado la mayor parte del tiempo, el clima frío hace que se pueda apreciar un alto contraste de temperaturas. En el día se puede sentir frío si uno tan solo se para en la sombra, y a la vez experimentar una alta temperatura al exponerse al sol.

2.3.2. TABLA COMPARATIVA ENTRE ESTACIONES

Como se puede apreciar en la tabla, la orientación más propicia para una vivienda unifamiliar considerando priorizar las áreas de descanso nos muestra una orientación al norte, esta tabla nos da una pauta de hacia donde tratar de orientar los ambientes que se requieran priorizar para obtener un confort térmico.

Tabla 1. Horas de asoleamiento según su orientación.

EXPOSICIÓN DEL PARAMENTO	AZIMUT	EQUINOCCIO PRIMAVERA 21 SEPTIEMBRE	SOLSTICIO VERANO 21 DICIEMBRE	EQUINOCCIO OTOÑO 21 ENERO	SOLSTICIO INVIERNO 21 JUNIO	HORAS DE ASOLEAMIENTO ANUAL
N	00º	12 h 00'	00 h 00'	12 h 00'	11 h 00'	3.194
NE	45º	07 h 00'	06 h 00'	07 h 00'	08 h 00'	2.555
E	90º	06 h 00'	06 h 30'	06 h 00'	05 h 30'	2.19
SE	135º	05 h 00'	07 h 00'	05 h 00'	03 h 00'	1.825
S	180º	00 h 00'	13 h 00'	00 h 00'	00 h 00'	1.186
SO	225º	05 h 00'	07 h 00'	05 h 00'	03 h 00'	1.825
O	270º	06 h 00'	06 h 30'	06 h 00'	05 h 30'	2.19
NO	315º	07 h 00'	06 h 00'	07 h 00'	08 h 00'	2.555

Fuente: Carta Solar – Asoleamiento en la ciudad de La Paz (Calvimontes Rojas, 2019)

2.4. ORIENTACIÓN DE LA VIVIENDA

La orientación de una vivienda unifamiliar a lo largo de la historia siempre a priorizado la llegada del sol a los lugares de reposo y descanso (dormitorios) y también a zonas sociales (salas), sin embargo, si se toma en cuenta de darle confort térmico a las instalaciones de agua potable se entra en un dilema y mas aun en este caso en donde el frio predomina.

se debe tomar en cuenta que si se trata de lugares con temperaturas bajas o moderadas, como en el Altiplano y en la ciudad de La Paz, es recomendable que, según las posibilidades de cada terreno, los dormitorios tengan Sol en la mañana, con orientación entre sudeste y el Norte; las habitaciones para estar y comer Sol en la tarde, entre el Norte y el sudoeste; y las de servicio tengan la orientación menos favorecida, entre el sudeste y el sudoeste (Calvimontes Rojas, 2019, pág. 3)

2.5. TEMPERATURAS MAS BAJAS REGISTRADAS

El 13 de Junio de 2022 (10:30 h.) el diario digital Opinión, en su portada comunica que “Uyuni registra 20 grados bajo cero y SENAMHI anuncia descenso de temperaturas en el país”. (Uyuni registra 20 grados bajo cero y Senamhi anuncia descenso de temperaturas en el pais, 2022)

Uyuni en su registro histórico llegó a alcanzar los 22 grados bajo cero que hubo en 1946, debido a estas bajas temperaturas es que la población en su mayoría toma previsiones de salvaguardar sus tuberías de agua, ya sea protegiéndolos con telas envolventes, nylon, o en algún caso con poliestireno, pero el hecho de prevenir una tubería congelada llega un poco mas lejos, ya que en los últimos años se ha puesto en practica el realizar un ambiente para los tanques de agua de plástico, o también esta el de crear un ambiente con cerramiento de vidrio en la parte superior de las viviendas para mantener un ambiente agradable y que no llegue a congelar las instalaciones de agua.

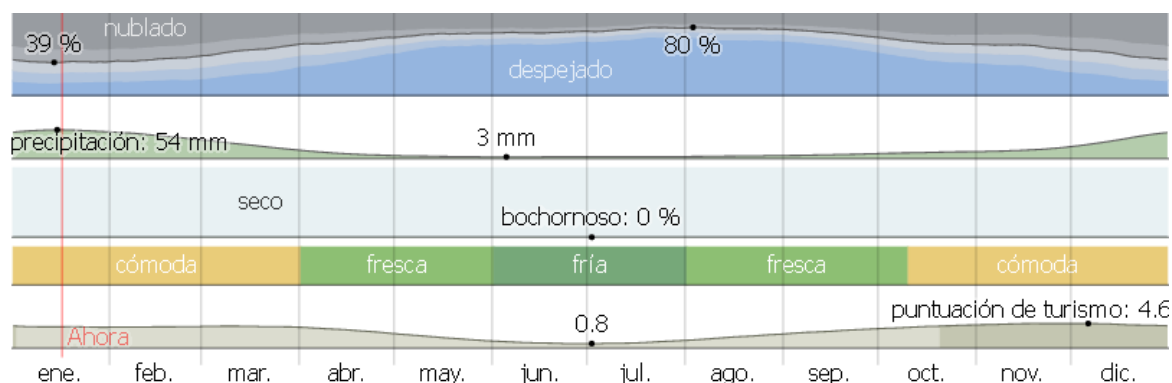
La temperatura baja que pueda registrar Senamhi en Uyuni no siempre es la correcta, ya que superficialmente podría marcar una temperatura, pero si se revisa los ambientes de una vivienda familiar se puede apreciar que la temperatura es mas baja interiormente debido a que está bajo la sombre o en todo caso no le llega los rayos del sol.

2.5.1. MESES CON TEMPERATURA MAS BAJA

En Uyuni, los veranos son cortos, cómodos y un poco nublados, los inviernos son largos, muy frío, nevados y mayormente despejados.

Durante el del año, la temperatura generalmente varía de -3 °C a 21 °C y rara vez baja a menos de -5 °C o sube a más de 23 °C, pero siempre esta lo imprevisto de un bajón en las temperaturas o en algún caso acompañado de nieve por un par de días.

Figura 5. Meses más fríos



Nota: Identificación del mes con más frío. Obtenido de SENAMHI 2023

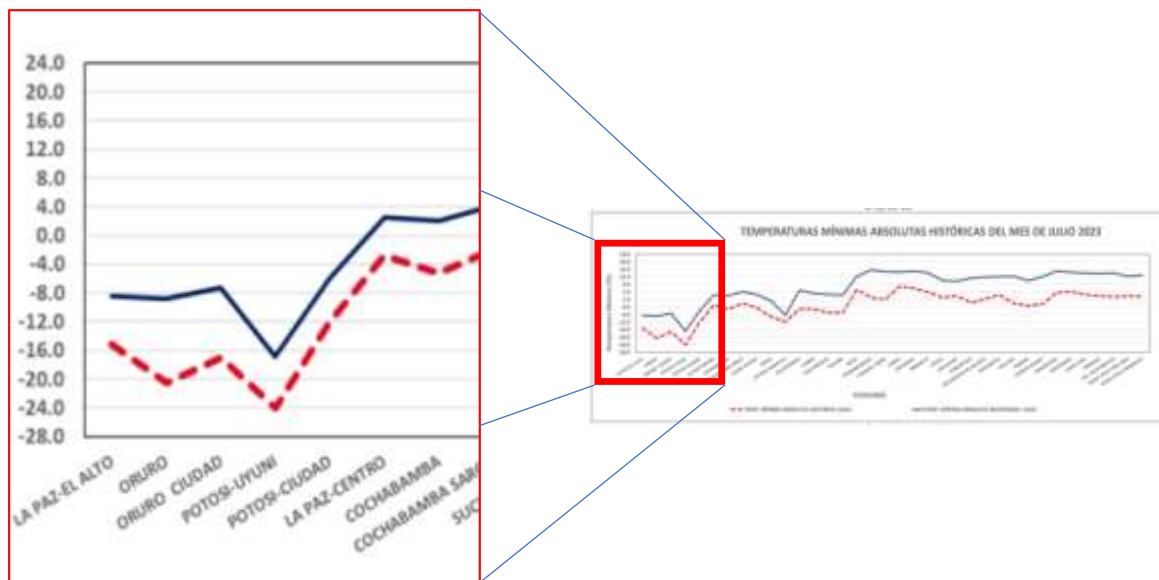
En el gráfico de la figura 5 se puede apreciar que el punto pico de frío de extremo se da a finales del mes de junio y a inicios del mes de julio, lo que nos indica que en estas fechas es donde más prevenciones se debería tomar para mitigar problemas de taponamiento por congelamiento.

2.5.2. RANKING DE CIUDADES MAS FRIAS

Las temperaturas oscilan desde -3°C hasta -16°C como la más baja alcanzada en Julio de 2023.

De esta manera es que una vivienda unifamiliar se afronta en los meses de junio y julio a temperaturas mínimas, y por consiguiente también las instalaciones de agua potable.

Figura 6. Ranking de las ciudades más frías



Nota: Se muestra a las ciudades mas frías de Bolivia. Obtenido de SENAMHI 2023

En sus últimas publicaciones de SENAMHI de 2023, muestra a Uyuni con más tendencia de alcanzar temperaturas mínimas absolutas.

2.5.3.HORARIOS CON TEMPERATURA MAS BAJA

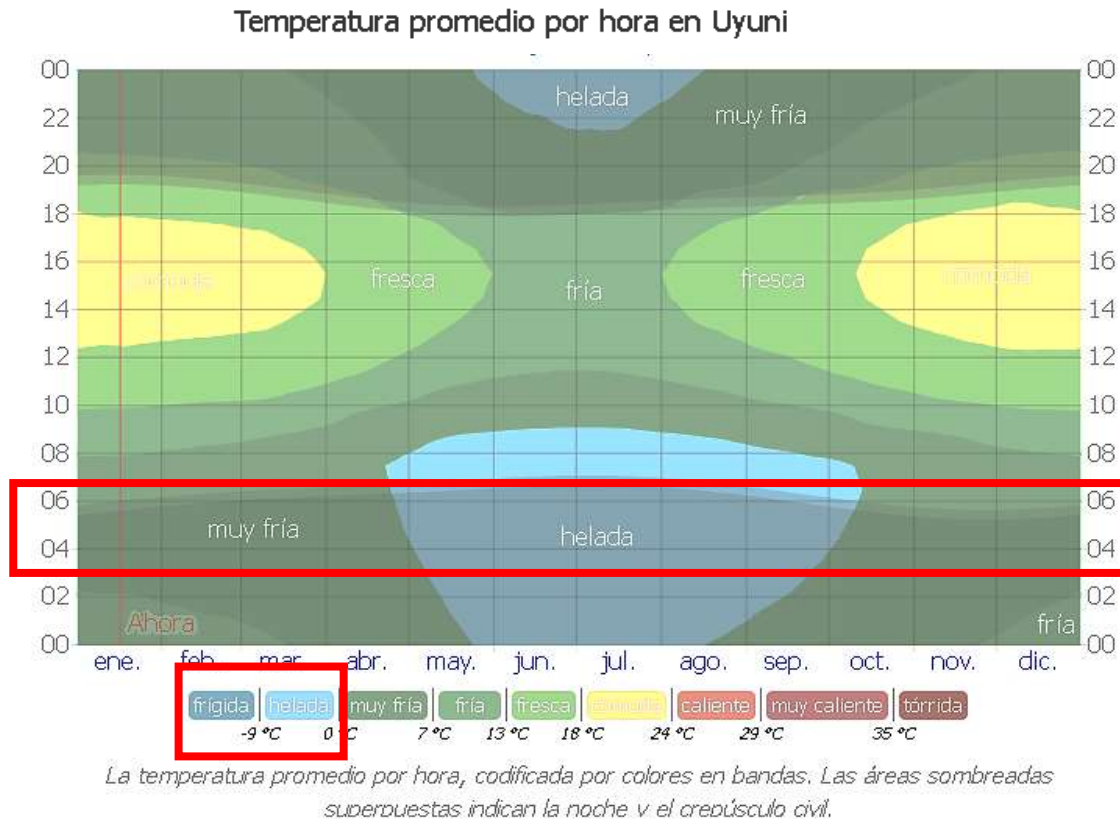
Uyuni contempla la mayor parte del día un ambiente frío en la época de invierno, pero hay horarios en los que se intensifica esta baja temperatura mas por debajo de lo habitual (muy frío), que se la conoce como helada.

Es en este horario es en el que llegan a suceder acontecimientos relacionados con las instalaciones agua potable, porque se llegan a reventar acometidas, y tuberías de la red principal, pasando este horario critico es en donde entra en acción la incidencia solar.

La incidencia solar en apoca de invierno puede marcar un antes y un después en el buen funcionamiento de suministro de agua potable, ya que esta al momento de la salida de los rayos del sol empezaría a calentar todo lo que encuentre a su paso, y no solo eso porque la incidencia solar no solo se da de manera directa, si no que de manera indirecta ya sea

por el calor que absorbiendo los muros de la vivienda, por el suelo que esta menos frio, o por el mismo líquido elemento en tuberías que estando expuesto al sol esta se calienta y propaga por las diferentes redes de agua potable evitando así un posible taponamiento por congelamiento.

Figura 7. Identificación de la helada



Nota: Se muestra las horas con mas frio.
Obtenido de SENAMHI 2023

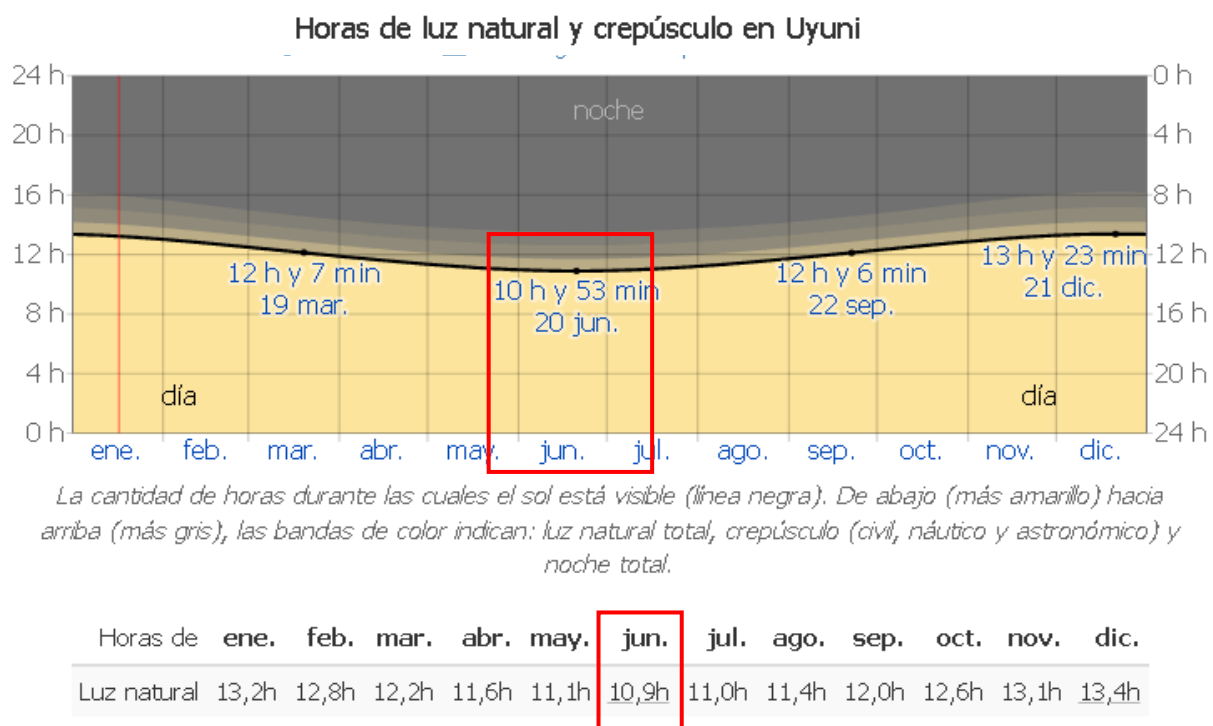
La figura nos muestra que la helada más intensa se da entre las 4:00 am. y las 6:00 am, horarios en el cual pueden llegar a alcanzar los -9°C de temperatura.

Uyuni al contar con pocos edificios que alteren la incidencia solar, puede recibir los primeros rayos del sol de manera directa en las diferentes viviendas unifamiliares que existen, mitigando así de alguna manera los rastros de la helada intensa que se da en horas de la madrugada.

2.5.4. INCIDENCIA SOLAR EN UYUNI

La duración del día con iluminación natural en Uyuni varía durante el año. En 2024, el día más corto es el 20 de junio, con 10 horas y 53 minutos de luz natural; el día más largo es el 21 de diciembre, con 13 horas y 23 minutos de luz natural.

Figura 8. Horas de sol en invierno



Nota: Se muestra la cantidad de horas de sol del día más corto en invierno. Obtenido de SENAMHI 2023

Se estaría hablando de 10.9 horas de luz natural con incidencia solar de invierno en el día más corto de invierno en Uyuni que se tendría que aprovechar.

A esta cantidad límite de horas de sol, se tendría que añadir la identificación de orientación de la trama urbana de la ciudad de Uyuni para un mejor aprovechamiento de la incidencia solar.

2.5.5. TRAMA URBANA DE UYUNI

En base a archivos municipales de Uyuni en especial al Plano y Guía Comercial de la ciudad emitido en 1909 se puede apreciar la siguiente orientación que tomó la trama urbana para su posterior desarrollo y crecimiento (Galaz-Mandakovic, 2018)

Figura 9. Orientación de calles



Nota: Se muestra la orientacion de la trama urbana.
Obtenido de <https://uyuni.hypotheses.org/234>

En el plano se evidencia una orientación de calles hacia el noreste con otra transversal orientado hacia el noroeste, estas calles responden a un diseño en base a un auge comercial de la época en el que se fundó, que fue la minería.

CAPITULO III MARCO PRÁCTICO

En aras de predecir una mejor orientación de una vivienda unifamiliar, se procede primeramente a la medición de temperatura por ambiente en la orientación actual en la que se encuentra las calles de Uyuni, posteriormente la misma vivienda se pasará a orientar en otra posición en un software de apoyo que nos muestre el alcance de la incidencia solar en sus diferentes ambientes.

3.1. MEDICION DE TEMPERATURA

La medición que se hace a continuación se la realiza con un Higrómetro de la marca Govee.

Figura 10. Higrómetro



Nota: Termómetro Higrómetro Bluetooth, Sensor de temperatura y Humedad con App de Smartphone – Govee H5075

3.1.1.MEDICION Y DIFERENCIA DE TEMPERATURA EN MES DE MARZO

La fecha de la medición corresponde al mes de marzo, misma medición que muestra la diferencia de temperaturas que existe en una vivienda unifamiliar sin importar la estación del año.

La vivienda a analizar consta de planta baja y planta alta, en la cual la planta baja consta de una tienda, un garaje, una sala y un baño, mientras que la planta alta consta de 3 dormitorios, y una sala.

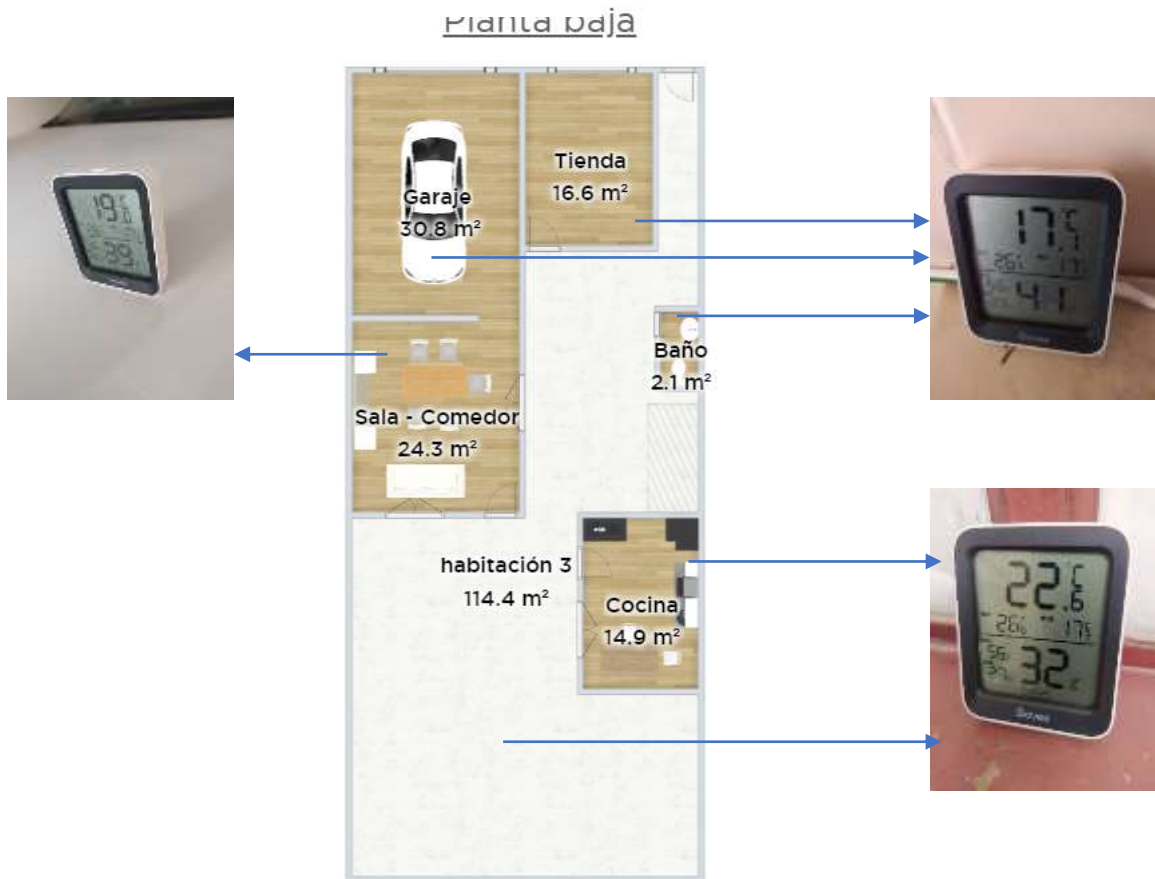
La fachada de la vivienda está orientada al sureste y consta de las siguientes características:

- Tiene 3 colindantes, un pequeño patio, muro de ladrillo 6 huecos, revoque de cemento, losa aligerada, vidrios dobles, ventanas medianas una a dos por cada ambiente

Las mediciones están realizadas con intervalos de 15 minutos por ambiente en horas del mediodía.

En las mediciones están realizadas con la actual orientación que es la parte posterior de la vivienda hacia el noreste a 48° , en la misma se puede apreciar la diferencia de temperaturas que existe entre ellas, razón por la cual se identifica a los ambientes más críticos con temperatura baja para no llevar una instalación de agua potable por esos ambientes.

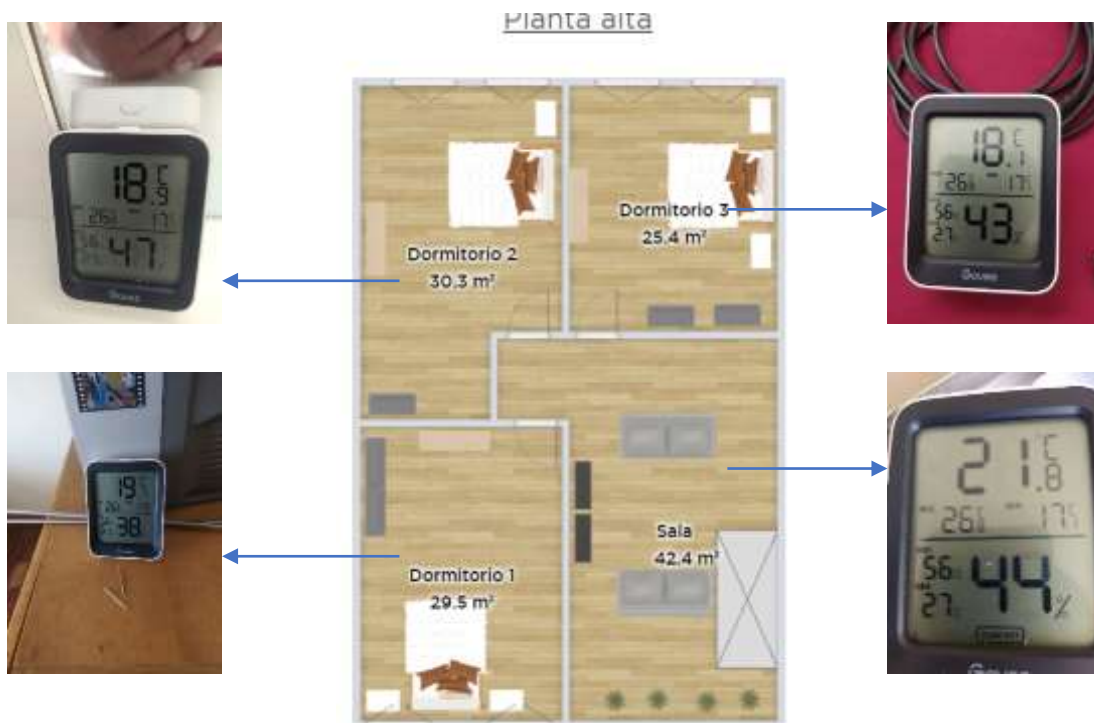
Figura 11. Medición en planta baja - HomeByMe



Estas mediciones nos muestran una clara diferencia de temperatura aun estando en el medio día que es donde la incidencia del sol está en su auge de manera indirecta. En el amanecer estas temperaturas son aún más diferenciadas debido al tipo de uso que conlleva cada ambiente. La cocina por ejemplo tiene más alto confort térmico ya que existen cocinas a gas y al preparar los alimentos, más el calor del cuerpo humano que se genera por la actividad, este aumenta la temperatura del ambiente.

El garaje, la tienda y la sala-comedor mantienen una temperatura más fría debido a que deja de llegar el sol, además estos ambientes son más amplios dificultando así su calentamiento, y menos aún en el garaje que pocas veces hay actividad en el mismo. La tienda por el contrario mantiene una actividad regular, sin embargo, también carece de un buen confort térmico por la poca llegada del sol, debiendo esta esperar al sol de la tarde para que eleve su temperatura. El baño pasa por la misma situación, su funcionalidad no es frecuente y tampoco tiene llegada del sol ya que se encuentra alejado.

Figura 12. Medición en planta alta - HomeByMe



El patio mantiene la temperatura ambiente que se pronostica, pero a esto se debe añadir que estando al aire libre y en la sombra tiende a bajar la temperatura diferenciándose así

del patio al que llegan los rayos del sol. La orientación de la vivienda llega a captar los rayos del sol de la mañana por la parte posterior de la vivienda, quedando la fachada en la sombra. En la planta alta se puede apreciar temperaturas más bajas debido a que no le llega por completo rayos del sol, en esta situación se encuentra el dormitorio 2, el dormitorio 3, y el dormitorio 1.

La sala aparece con mejor ambiente, pero esta diferencia se da por la ventana grande que conlleva, de esta manera es que puede elevar su temperatura a un nivel más agradable, considerándose un buen candidato de espacio para llevar las instalaciones de agua potable. Los dormitorios podrían registrar temperaturas más frías, pero como se lleva a cabo actividades cotidianas regulares, más que todo al despertar y al levantarse de la cama es que estos ambientes se quedan con la temperatura que genero la persona que lo usa. El material también juega un papel importante, en este caso se tiene pisos de cerámica la cual hace que el ambiente se torne un poco más frio, lo cual cambiaria si se tuviera un piso de madera o machihembre, eso crearía una diferencia significativa en cuanto al confort térmico.

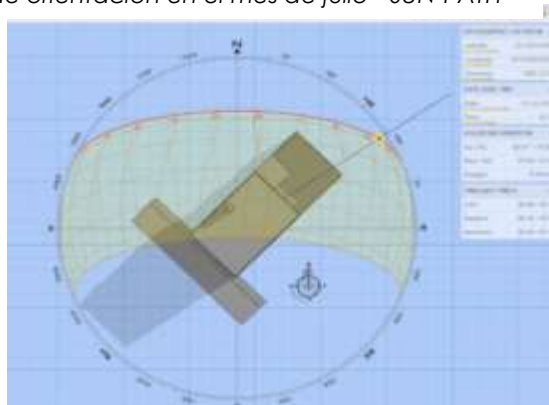
3.2. PREDICCIÓN DE LA MEJOR ORIENTACIÓN

Se procede la predicción de orientación solar para un mejor aprovechamiento del sol.

3.2.1. SIMULACIÓN DE ORIENTACION ACTUAL

Visualización en planimetría de la dirección de los rayos del sol.

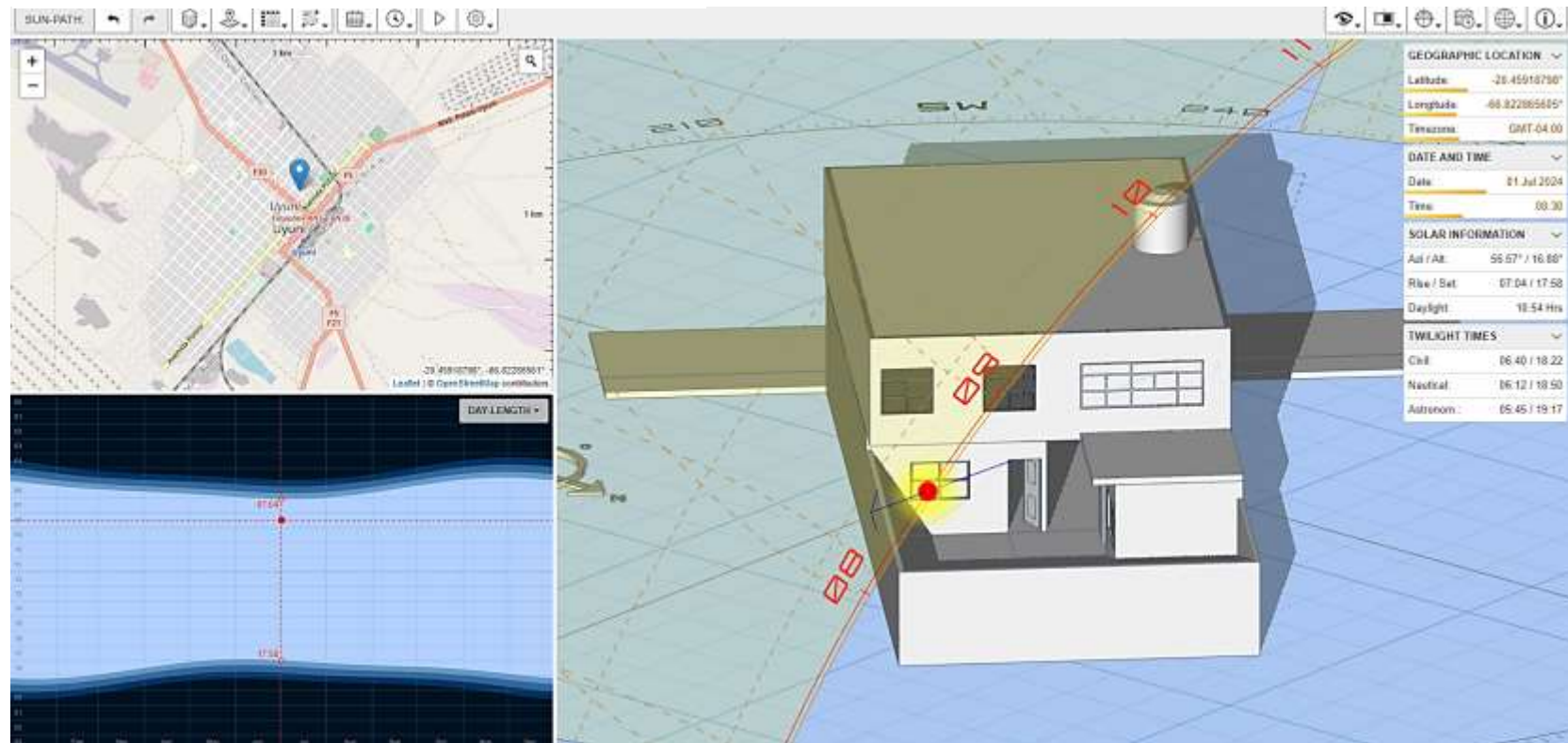
Figura 13. Planimetría de orientación en el mes de julio - SUN-PATH



Nota: Actual orientacion solar de la vivienda en fecha 1 de Julio

Primeramente, la actual orientación se gira 11° con dirección de este a norte, de esta manera optimizamos la llegada del sol en horas de la mañana a los ambientes, mismos que tendrán un más amplio volumen de espacio que ilumine el sol, dando como consecuencia un mejor confort térmico, posicionándolos como ambientes candidatos para ubicar por esa zona las instalaciones de agua.

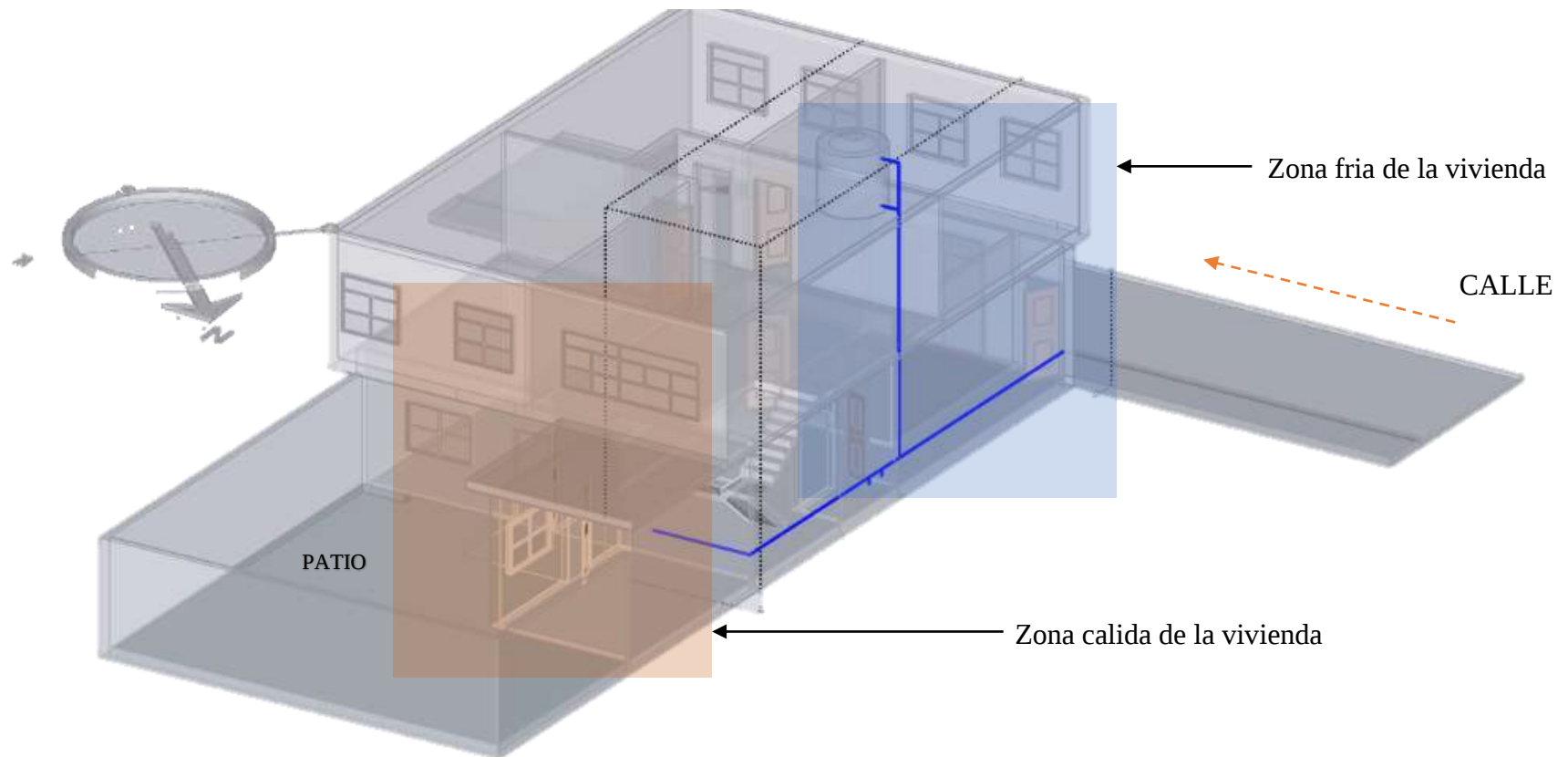
Figura 14. Dirección de los rayos del sol en 3D - SUN-PATH



Nota: 3D-Orientación actual que muestra la dirección de los rayos del sol de la vivienda en fecha 1 de Julio

En la imagen se muestra la ubicación de la instalación de agua actual, además se puede apreciar que está situado en un lugar de poco alcance para los rayos solares.

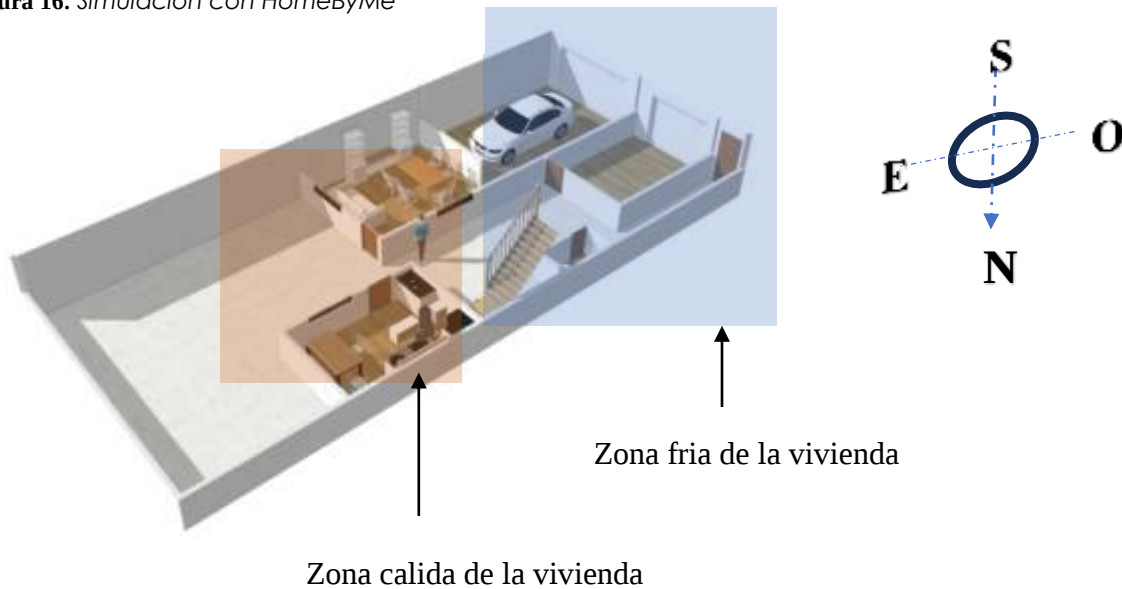
Figura 15. Zonas frias de la vivienda en la orientación actual – Sketch-Up



Nota: Ubicación actual de las Instalaciones de Agua Potable de la vivienda unifamiliar.

La simulación con HomeByMe muestra el aprovechamiento solar y la dirección de los rayos del sol. al interior de la vivienda con la actual orientación.

Figura 16. Simulación con HomeByMe

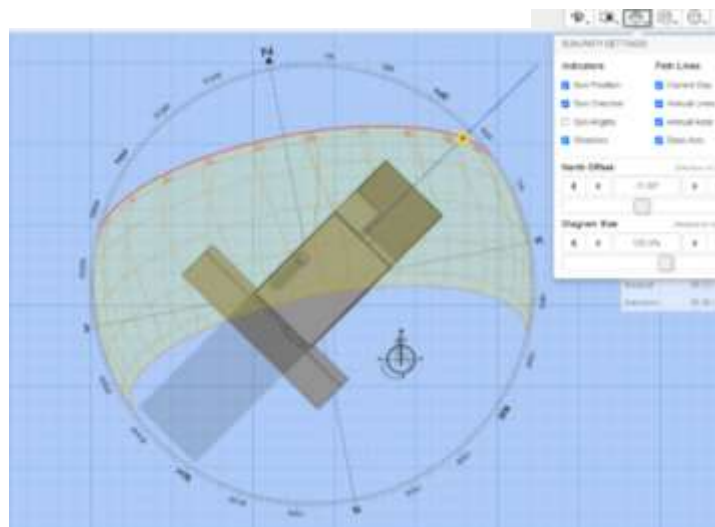


Nota: Para fines ilustrativos del 3D, el norte esta girado hacia abajo.

3.2.2.SIMULACIÓN DE LA PREDICCIÓN

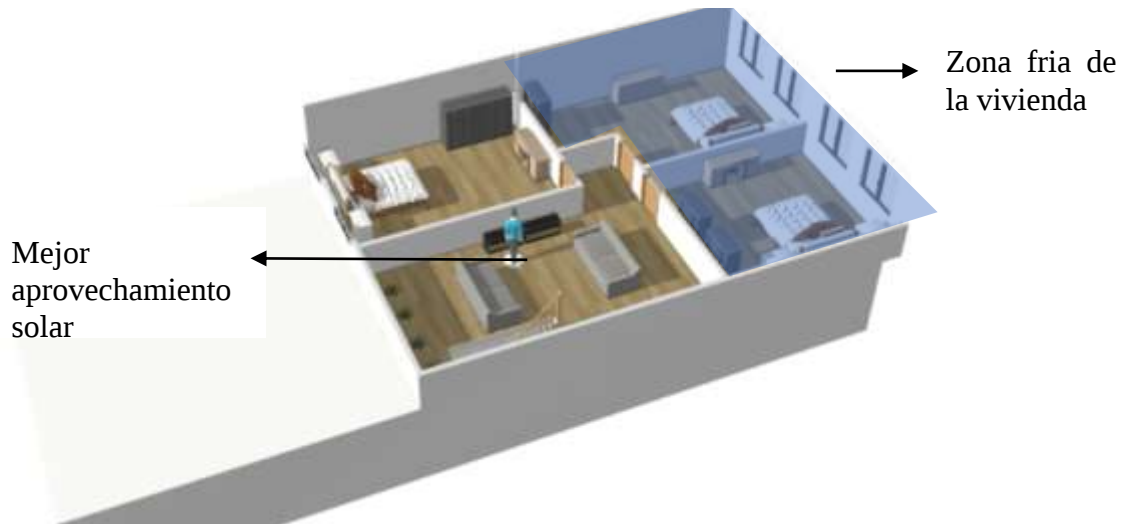
En la imagen se muestra el cambio de la dirección del sol que se da forma paralela a los muros, como resultado se genera más ingreso de rayos solares al promediar las 8:00 hr

Figura 17. Orientación propuesta en SUN-PATH



Nota: Direccion propuesta de los rayos del sol a consecuencia del cambio de orientacion.

Figura 18. Ambientes fríos – simulación HomeByMe



Nota: Simulación de ingreso de los rayos del sol ante el cambio de orientación propuesto

La simulación de la proyección de los rayos del sol en invierno muestra un ingreso solo a dos de los ambientes, llegando a quedar sin asoleamiento los otros 2 dormitorios y por ende con baja temperatura, y poniéndolos como espacios no idóneos para situar las instalaciones de agua. La simulación toma en cuenta la recomendación de orientación del Arquitecto Urbanista Calvimontes Rojas, mismo que evalúa la incidencia solar en la ciudad de La Paz.

Figura 19. Mejor aprovechamiento solar- SUN-PATH



Nota: Propuesta de rotación en la orientación para mejor aprovechamiento solar en la instalación de agua en la fecha mas fría de Uyuni (Julio).

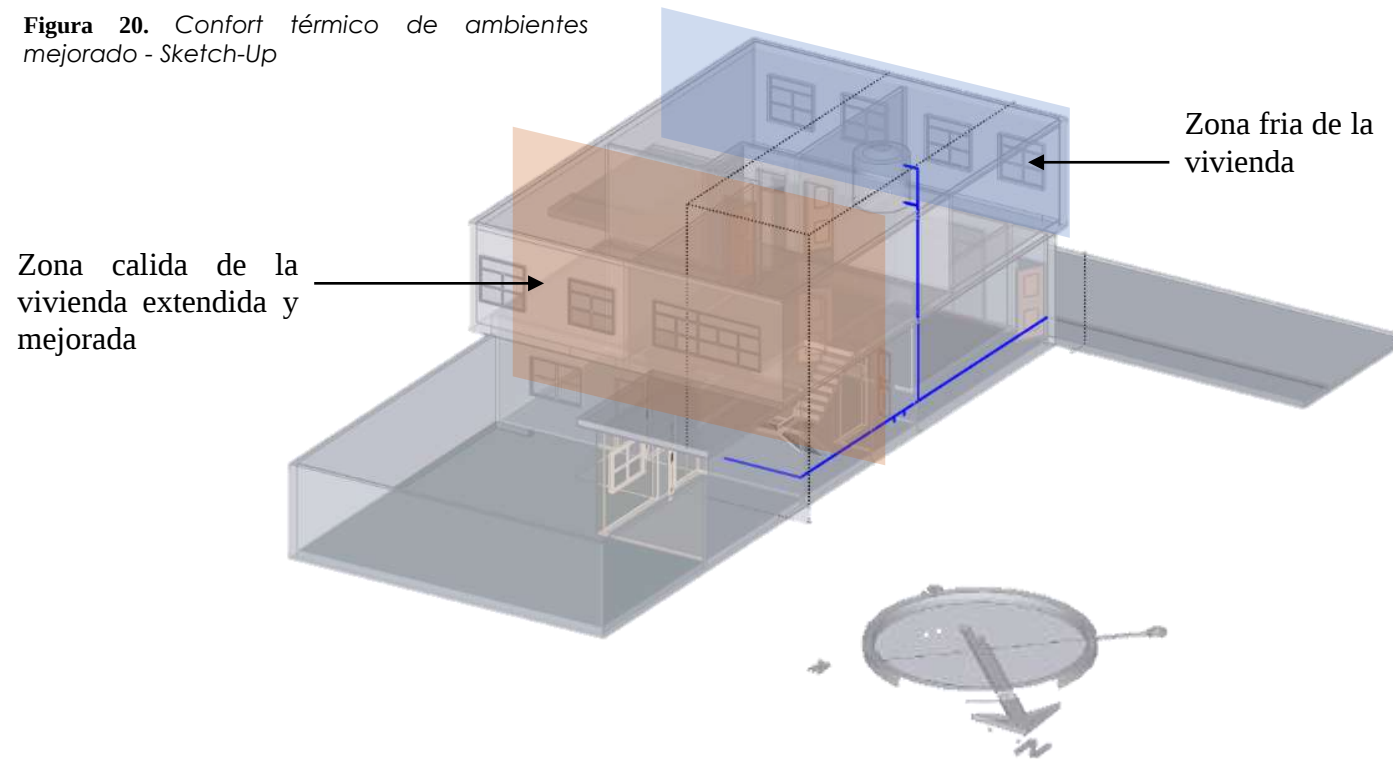
3.3. RESULTADOS

Tras el cambio de orientación realizado a la vivienda unifamiliar se obtiene los siguientes resultados de cambio que sufre el confort térmico en las instalaciones de agua.

3.3.1. RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN

El aprovechamiento solar se extiende más en los ambientes con la nueva orientación, mitigando el frio que se manifiesta en la vivienda. La instalación de agua aún no se ve beneficiada considerablemente, así que se procede a cambiarlo de ubicación para un mejor resultado en cuanto su confort térmico.

Figura 20. Confort térmico de ambientes mejorado - Sketch-Up



- Los cambios significativos se dan en la entrada del sol por la mañana acaparando este más área interna de la vivienda a calentar, si antes el sol incidía en una pequeña parte de la vivienda, ahora llega a casi la mitad, beneficiándose así de un confort térmico mismo que nos da más opciones para poder llevar las instalaciones.
- La orientación de la vivienda muestra que la parte frontal no necesariamente es la prioridad para una buena captación solar, al menos no para este estudio, ya que la parte posterior ha demostrado que puede recolectar igual o más confort térmico a través del sol debido a que se tiende a hacer más aberturas y ventanas en el patio por tener un espacio privado.
- El resultado muestra un buen mejoramiento en cuanto a confort térmico, sin embargo de manera indirecta aún no se beneficia las tuberías de agua, por tal motivo deberían reubicarse a una zona cálida de la vivienda para evitar posibles congelamientos.

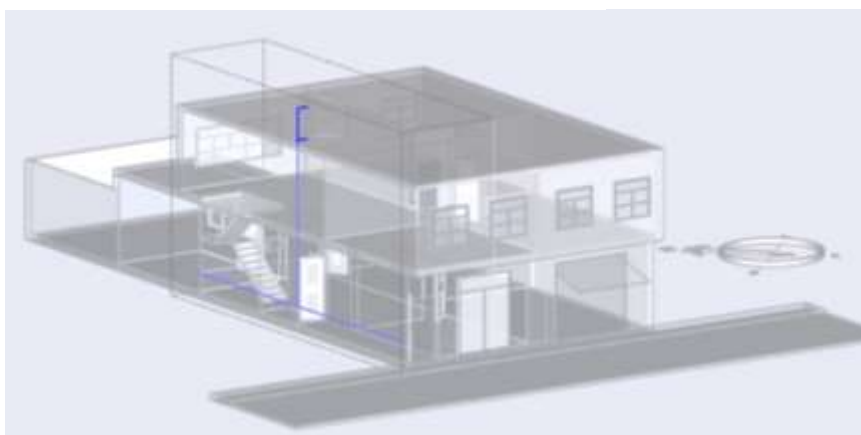
CAPITULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Como conclusión se tiene que la priorización de orientación de una vivienda repercute en la instalación de agua potable en cuanto a su confort térmico.

Habiendo mejorado la incidencia solar en la vivienda girando su orientación, se tiene las siguientes ubicaciones erróneas para llevar una instalación de agua ya que los espacios por los que los atraviesan fueron identificados con tendencias a bajas temperaturas, haciéndolos no idóneos para tomarlos en cuenta.

Figura 21. Mala ubicación de instalación 1- Sketch-Up

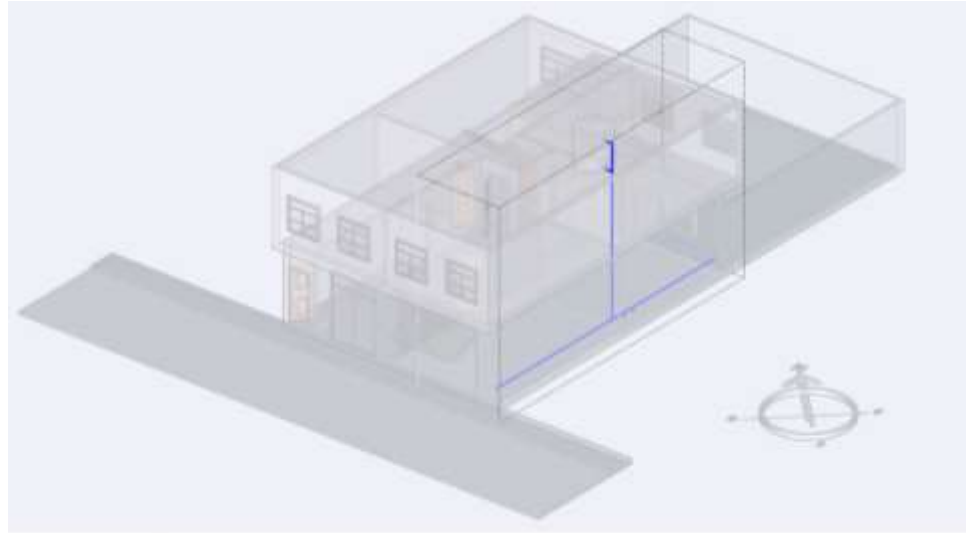


El sol no incide en la tubería, ni en la mañana ni en la tarde, debido a su ubicación.

Figura 22. Mala ubicación de instalación 2 - Sketch-Up



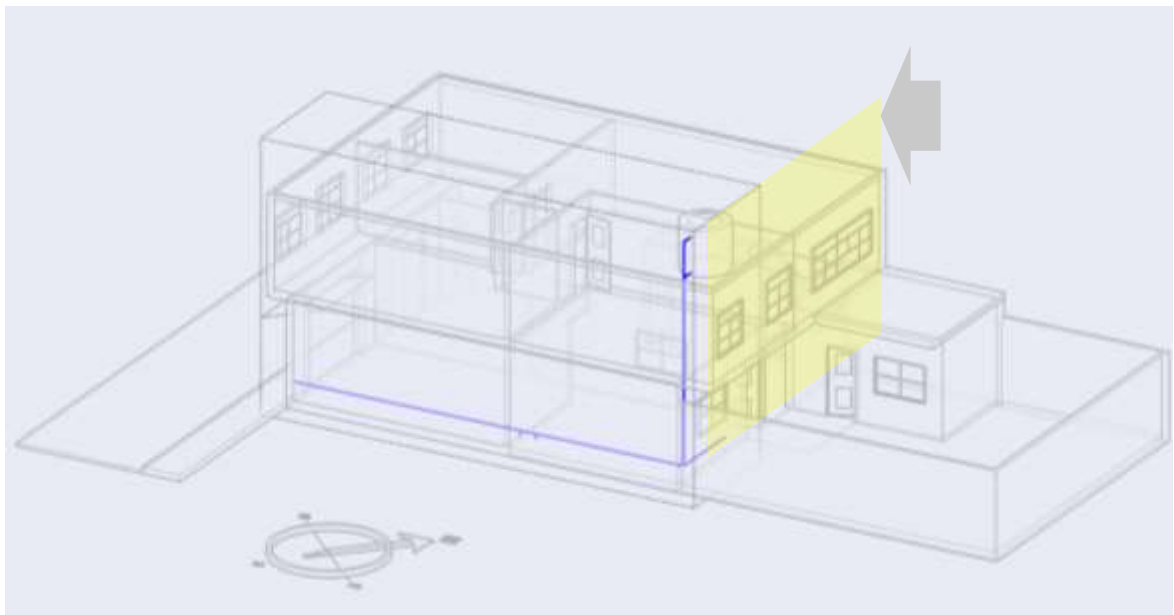
Figura 23. Mala ubicación de instalación 3 - Sketch-Up



Tanto la figura 22 como la 23 reflejan tendencias a congelamiento al tener ausencia indirecta de luz solar.

- Zona más propicia para ubicar la instalación de agua.

Figura 24. Zona óptima para ubicar la instalación de agua - Sketch-Up



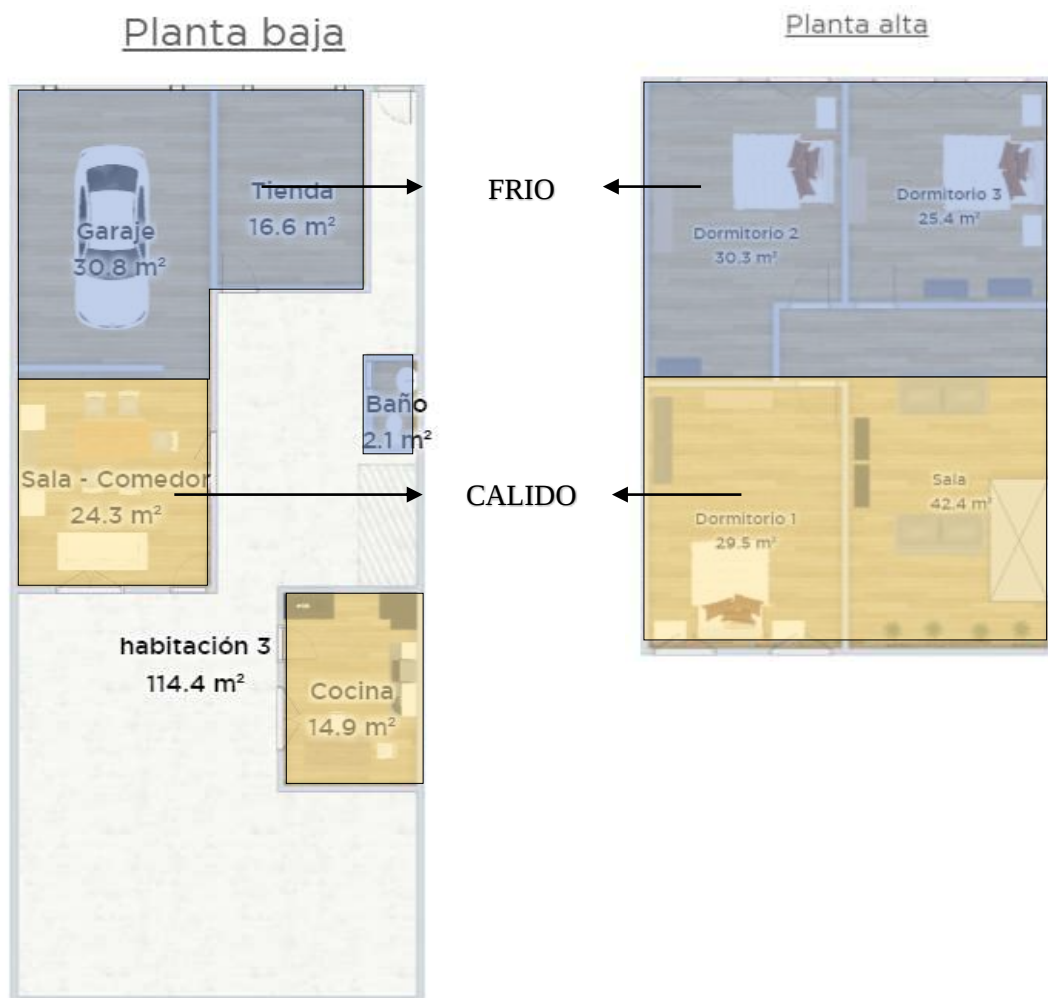
En la imagen se muestra la zona marcada de amarillo como mejor ubicación para una propuesta de instalación de agua.

- A pesar de hallar una ubicación estratégica para aprovechar al máximo la incidencia solar, es mejor manejar el diseño de instalaciones de agua potable de forma independiente en cuanto a orientación solar se refiere, ya que los resultados encontrados sugieren que la orientación de la vivienda es crucial, mas no así en esencia lo más importante a considerar al momento de ubicar las instalaciones, puesto que si estas se manejan de forma independiente al igual que su orientación, pasa a no depender de la incidencia solar en la vivienda, concluyendo de esta manera la predicción más favorable para el máximo aprovechamiento solar investigado.
- Esta investigación ofrece una opción de economizar en una construcción al hacer instalaciones de agua potable en lugares de clima invernal ostentoso, porque el aprovechar la incidencia solar hace que sea viable usar materiales convencionales del mercado, por el contrario si no se pudiera sacar provecho a esta incidencia, probablemente se tendría que optar por materiales resistentes al frio, añadiendo también el costo de los recubrimientos con tubos de hule que podrían llevar.

4.2. RECOMENDACIONES

- Tras los resultados de esta investigación se recomienda ubicar los espacios de las instalaciones de agua potable al noreste a 57°, girando la orientación actual a 11° en dirección contraria a las agujas del reloj, de esta manera se da un máximo aprovechamiento de incidencia solar en horas de la mañana que ayudan a descender la prolongación del congelamiento, que como está identificado en el marco teórico son las horas donde más tiende a bajar las temperaturas.

Figura 25. Ambientes fríos - HomeByMe



Nota: Identificación de ambientes fríos no aptos para proponer una instalación de agua.

Se recomienda que las instalaciones de agua no deben ejecutarse por los ambientes identificados con bajas temperaturas, estos ambientes que están orientados al suroeste, ya que estos tienden a bajar su temperatura y más en horas de la mañana que con los que están orientados al noreste.

Figura 26. *Diferencia de temperatura*



Nota: Diferencias de temperatura entre ambientes

La máxima diferencia de temperatura medida entre ambientes en horas del mediodía es de 5°C, identificando de esta forma a los ambientes orientados al suroeste con más tendencia a tener bajas temperaturas.

Se observa que las variantes para ofrecer mejor confort térmico son más de una, y se identifica a las siguientes:

- El material con el cual está construido una vivienda influye en su temperatura ya que un muro construido con ladrillo de 6 huecos tendrá diferente comportamiento térmico en comparación con un muro de ladrillo gambote macizo.
- La ubicación de las instalaciones en una vivienda familiar independientemente de la orientación solar, ya que aun teniendo una buena orientación, si la ubicación de las instalaciones de agua se sitúa en un área fría, está siempre tenderá al congelamiento.
- El tipo de material resistente al frio con el cual se ejecutó las instalaciones de agua potable, porque al existir diferentes materiales con resistencia al frio, alguno de ellos permite su instalación idónea sin importar la incidencia solar, sin embargo si la instalación es realizada con un material convencional es necesario llevarlo por las áreas menos frías.

- Las montañas cercanas a la urbanización que pueda existir, ya que generan que la luz solar tarde en llegar a la vivienda, mientras más prominentes sean estas, la luz solar tardará más horas en llegar a la vivienda en la mañana.
- Los edificios colindantes, cercanos y de gran altura que pueda generar sombra en el alba y el ocaso, siendo un perjuicio temporal o permanente, debido a que la vivienda tendrá sol en horas del medio día que poco o nada le benefician.

Con estos resultados se aprecia que la incidencia solar es una variante principal para ofrecer confort térmico a las instalaciones, mas no así la definitiva.

BIBLIOGRAFIA.

- Calvimontes Rojas, C. (7 de Abril de 2019). *Asoleamiento en la ciudad de La Paz*. Obtenido de Neocities: <https://urbtecto.neocities.org/ASOLEAMIENTO-LA-PAZ.pdf>
- El clima invernal residencial y las tuberías congeladas*. (31 de Enero de 2022). Obtenido de First Onsite: <https://firstonsite.com/es/resource/residential-winter-weather-and-frozen-pipes/>
- Galaz-Mandakovic, D. (10 de Junio de 2018). *Emergencia y desarrollo urbano de uyuni en su articulacion Argentifera con Antofagasta*. Obtenido de Hypotheses: <https://uyuni.hypotheses.org/234>
- Gomez Muñoz, V. M. (2003). *Desempeño solar de viviendas*. La Paz, Baja California Sur: Tesis.
- Gromicko, N. (2006). *Peligros e Inspección de los Espacios de Arrastre*. Obtenido de InterNACHI: <https://www.nachi.org/crawlspace-hazards-inspection-spanish.htm#:~:text=Los%20espacios%20de%20arrastre%20son,y%20puede%20fomentar%20condiciones%20peligrosas>
- Hernández Minguillón, R. J., Sala Lizarraga, J. M., Ruiz de Adana Santiago, M., Irulegi, O., Serra, A., García-Romero, A., . . . Rueda Palenzuela, S. (2012). *Arquitectura Ecoeficiente TOMO I*. San Sebastian: UPV/EHU.
- Pascual, O., & Caballero, M. (22 de Diciembre de 2023). *¿Cual es la mejor orientacion solar en arquitectura?* Obtenido de ArkiAlbura: <https://www.arkialbura.com/cual-es-la-mejor-orientacion-solar-en-arquitectura/>
- Uyuni registra 20 grados bajo cero y Senamhi anuncia descenso de temperaturas en el pais*. (13 de Junio de 2022). Obtenido de Opinion : <https://www.opinion.com.bo/articulo/pais/uyuni-registra-22-grados-cero-senamhi-anuncia-descenso-temperaturas/20220613103045870133.html>