

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1. INTRODUCCIÓN

El fenómeno urbano y su planificación son complejos y están sometidos a diversas influencias y decisiones desde muchos puntos de vista, sociales, económicos, políticos, administrativos y jurídicos. La ordenación de la ciudad debe considerar los criterios de economía energética y el adecuado aprovechamiento de los recursos naturales locales para equilibrar su diseño con las variables climáticas, topográficas y territoriales de cada sector de la ciudad y así conseguir una optimación en todos los asentamientos ya existentes y los que se vayan generando.

En los países en vías de desarrollo (como el nuestro), las carencias de infraestructuras son tan graves que las medidas se centran en el abastecimiento, servicio y recogida de las aguas, desechos y energía. Los países ya desarrollados, muestran otro tipo de preocupaciones, que van más por la calidad de vida, la relación ciudadana, la seguridad de las ciudades y el bienestar de la población. Debemos aprender de esta realidad para evitar consecuencias irreversibles en nuestras ciudades, ya que los hechos negativos nos demuestran que existe una gran disfuncionalidad de los recursos y que en numerosas ocasiones se alcanzan situaciones irreversibles de alarma ambiental, a las que aún no hemos llegado y a las que no quisiéramos llegar. La preocupación medioambiental ha invadido todas las disciplinas, y es en éste sentido donde tiene total actualidad el presente trabajo de investigación.¹

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La actual normativa urbana, no responde al tipo de clima de la ciudad, ni se han realizado estudios de los factores naturales de la ciudad de Tarija, fuera o dentro de la universidad, por lo que estos no son tomados en cuenta al urbanizarla, reflejándose esto en la ordenación actual, donde se imposibilita el ahorro energético en las viviendas y equipamientos públicos.

¹ Urbanismo Bioclimático – Esther Higuera

2.1. Fundamentación del problema

Haciendo un pequeño análisis de la ciudad (que podemos observar en el anexo), podemos notar las falencias que existen dentro de la planificación de la ciudad, donde las calles, avenidas y edificaciones son construidas sin criterios bioclimáticos, desaprovechando las ventajas que nos proporciona el clima de Tarija, es por esto, que es sumamente necesario, implementar un análisis del clima de la ciudad y así mismo la influencia del soleamiento y las sombras arrojadas sobre el espacio público y privado, para dar soluciones óptimas a los espacios consolidados y más aun a los espacios de nueva creación.

3. DELIMITACIÓN DEL TEMA

Para el desarrollo de este tema, se analizarán los principales parámetros del clima, estos son temperaturas, vientos y humedad, los que combinados nos ayudarán a encontrar sus necesidades climáticas. Una vez determinadas nuestras necesidades haremos un análisis del soleamiento y las sombras arrojadas, ya que es sumamente necesario conocer esto para equilibrar la entrada de calor o evitar la misma a las edificaciones; tomando en cuenta todos estos aspectos, podemos combinarlos y así obtener las principales pautas que nos favorecerán a conseguir un espacio público y privado más confortable, con ahorro energético y que se adecue de mejor manera a su entorno.

4. JUSTIFICACIÓN DEL TEMA

El desarrollo de este tema nos impulsará a entender la influencia del clima en la ciudad y como aprovecharlo adecuadamente, buscando soluciones óptimas para los

espacios públicos y privado, aportando pautas que ayuden a adecuar los asentamientos consolidados y de nueva creación a su entorno.

Es necesario conocer los factores climáticos de una región, pues estos influyen en todos los aspectos de la arquitectura y urbanismo; si no existe un conocimiento profundo del clima, las soluciones a las diversas exigencias de los usuarios, serán pobres y mal planteadas, es hora de empezar a tomar en cuenta los que desde el comienzo nos ha regido, esto es nuestro entorno y el clima que allí se presenta.

A continuación enfatizamos algunos de los puntos más importantes que tocamos con este proyecto:

- ✓ Es necesario reducir los impactos de los asentamientos humanos sobre el medio, para gozar de una mejor calidad de vida y preservar los recursos que nos ofrece esta tierra.
- ✓ Es nuestro deber el lograr cambios positivos en los sectores donde se vayan a generar nuevos asentamientos, trabajando a favor del medio ambiente y no degradando el mismo.
- ✓ El planeta entero es un ecosistema complejo que depende de muchos factores de la naturaleza, sin embargo, los asentamientos humanos son cada vez más amplios, modificando el ecosistema existente, por ello es importante comenzar a generar asentamientos donde existe armonía entre el medio construido y el medio natural.
- ✓ Se debe abordar la planificación con criterios diferentes a los conocidos actualmente, buscando esta vez favorecer a la naturaleza y al medio ambiente tanto o más que a nosotros mismos.
- ✓ Es nuestro deber el buscar reducir la huella ecológica, para beneficio nuestro y el de las futuras generaciones.
- ✓ El crecimiento de la ciudad debe ser la excusa perfecta para mejorar los espacios erosionados y una de las mejores maneras de conservar áreas verdes y ecosistemas existentes, además de aprovechar el clima a nuestro favor, en vez de sufrir las inclemencias del mismo.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo personal

Ampliar mis conocimientos en el área de bioclimática y su influencia sobre el espacio urbano y arquitectónico, desarrollando un tema de realidad actual y de interés personal.

5.2. Objetivo académico

Desarrollar un tema de investigación, que aporte nuevas fuentes de consulta a los estudiantes de la carrera de arquitectura y sirva de base referencial para futuras investigaciones.

5.3. Objetivo general

Determinar las necesidades de confort térmico en la ciudad de Tarija, analizando sus parámetros climáticos (temperatura, humedad y viento), y una vez conociendo estas necesidades, elaborar un compendio de pautas para mejorar las condiciones del espacio público con criterios bioclimáticos y de aprovechamiento solar, para su aplicación en la ordenación eficiente de asentamientos humanos.

5.4. Objetivos específicos

- Especificar las necesidades que ocasiona el clima de la ciudad de Tarija.

- Recopilar y ordenar la información de los datos del viento de la ciudad de Tarija en la rosa de los vientos local.
- Resumir los datos del clima de la ciudad de Tarija en la carta bioclimática local.
- Estudiar el recorrido del sol en latitud y longitud correspondiente a la ciudad de Tarija y plasmar los datos obtenidos en la carta solar urbana.
- Construir un Heliódón que ayude a comprender de mejor manera el comportamiento del sol para la ciudad de Tarija.
- Redactar en un documento el resultado de todo este estudio en pautas bioclimáticas para asentamientos humanos.

6. PREGUNTAS ORIENTADORAS

- ¿Cómo se puede aprovechar el clima de Tarija en los asentamientos humanos?
- ¿Cuál es la geometría solar en Tarija y como puedo plasmarla en un documento accesible?
- ¿Cómo puedo resumir los datos anuales del clima para ser utilizados y aplicados en los asentamientos humanos?

7. HIPÓTESIS

Es posible detectar las necesidades que genera el clima de la ciudad de Tarija, y conociendo estas, elaborar pautas de diseño urbano que respondan a las mismas; para que las urbanizaciones ya existentes o las de nueva creación, logren un mayor ahorro energético, adaptándose y aprovechando el clima característico de la región.

8. MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales:

- Datos del clima correspondientes a la latitud y longitud de la ciudad de Tarija.

- Carta bioclimática adecuada a la ciudad de Tarija.
- Rosa de los vientos local.
- Carta solar polar local, que indica el recorrido del sol en todo el año.
- Carta solar cilíndrica, que indica la posición angular del sol con respecto a latitud y longitud, en cada hora del día.
- Heliodón: instrumento que simula el recorrido del sol.

Bibliografía de consulta:

- Arquitectura y Clima; Víctor Olgyay.
- Urbanismo bioclimático, Esther Higuera.
- Manual de buenas prácticas con criterios bioclimáticos, tomo I, II, III y IV; Juan de Herrera ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz.

Metodología:

La metodología que se utilizará en este análisis es el método descriptivo que es aprovechado para recoger, organizar, resumir, presentar, analizar, generalizar, los resultados de las observaciones. Este método implica la recopilación y presentación sistemática de datos para dar una idea clara de una delimitada situación. Las ventajas que tiene este estudio es que la: Metodología es fácil y de corto tiempo.

En el estudio descriptivo el propósito del investigador es describir situaciones y eventos. Esto es, decir cómo es y se manifiesta determinado fenómeno.²

Todos los medios de información ya mencionados, previo análisis e interpretación se clasificaran y ordenaran sirviendo de base para que una vez encontradas y entendidas las necesidades climáticas de la ciudad de Tarija, se formulen estrategias de organización de espacios de uso público y de uso privado.

Para lograr que en cada lugar la ordenación sea consecuente con su medio y lugar, se propone la siguiente metodología:

² http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lhr/victoria_a_a/capitulo3.pdf

1°.- En primer lugar establecer las necesidades que condiciona el clima característico de la ciudad de Tarija, cualitativa y cuantitativamente.

2°.- En segundo lugar efectuar un estudio de la geometría solar de la ciudad de Tarija, determinando las sombras arrojadas, y su relación con el espacio construido, delimitando de esta manera, las alturas máximas recomendables para cada orientación de manzano, ya sea de nueva creación o de espacios ya consolidados.

3°.- En tercer lugar, realizar un compendio de prácticas bioclimáticas para la edificación, que respondan a las necesidades climáticas encontradas en la ciudad, de manera que se entienda las necesidades que se genera en la trama urbana, amanzamiento y parcelación, encontrando de esta manera, las necesidades a las que debe responder un asentamiento.

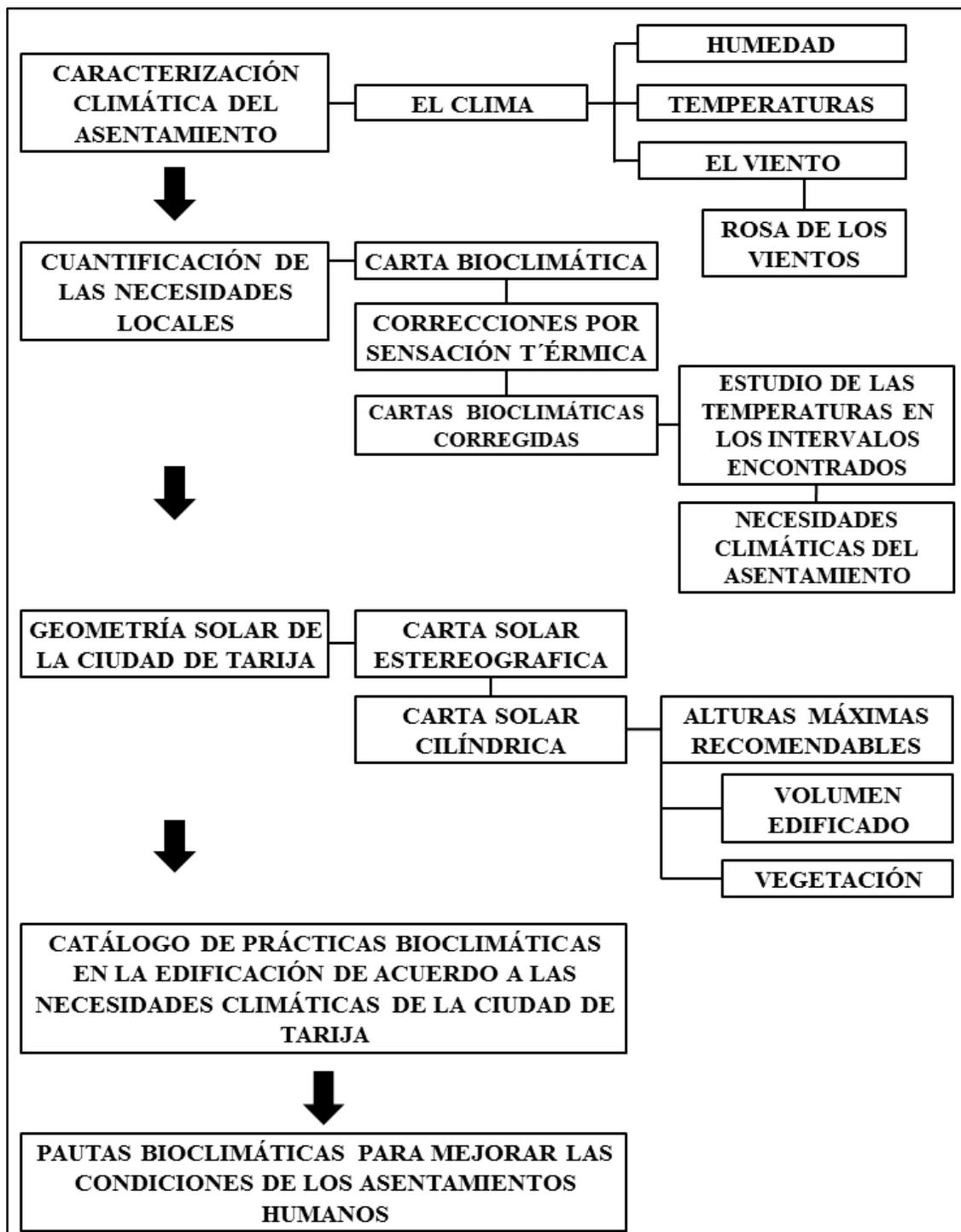
4°.- Por último, se redactara pautas bioclimáticas a modo de estrategias generales, que favorezcan la implementación de características bioclimáticas en las edificaciones.

Así, La secuencia seria:



Para lograr una ordenación urbana equilibrada con su medio, existen numerosos caminos. El objetivo es conocer los recursos y potencialidades del territorio para que la propuesta no los esquilme, se logre una calidad de vida óptima de sus residentes en todos los ámbitos (social, físico y medioambiental) y, por último, se consideren las entradas y salidas de materiales y energía. Según el emplazamiento de cada proyecto de planificación urbana o territorial se articularán las estrategias pormenorizadas para alcanzar estos objetivos generales. Por lo que se propone un esquema metodológico, que sirve de guía en el proceso del urbanismo bioclimático:

³ Ester Higuera, Urbanismo bioclimático. GG 2006



Cuadro 1

Metodología utilizada en el trabajo

fuente: elaboración propia

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

1. ANTECEDENTES

Aparecen recogidas consideraciones de localización óptima y orientación desde la antigüedad. Así, algunos de los capítulos de los Diez Libros de Arquitectura de Vitrubio se titulan: “De la disposición de los edificios según las diversas propiedades de los lugares” (Libro sexto capítulo primero); “De la elección de lugares sanos” (Libro primero capítulo cuarto); sin embargo, en la actualidad han aparecido problemáticas mucho más complejas debido a la industrialización de los países y a la interacción de fenómenos diversos, que supone el planteamiento de soluciones innovadoras para el siglo venidero. La preocupación medioambiental ha invadido todas las disciplinas, y es en éste sentido donde tiene total actualidad el presente trabajo de investigación.⁴

1.1. La Huella ecológica.

La huella ecológica es un indicador del impacto ambiental que genera la humanidad; se hace de los recursos existentes en los ecosistemas del planeta relacionándola con la capacidad ecológica de la Tierra de regenerar sus recursos.. Hoy la humanidad necesita el equivalente a 1,5 planetas para proporcionar los recursos que utilizamos y absorber los desechos. Esto significa que a la Tierra le toma un año y seis meses regenerar lo que se usa en un año.⁵

Si sabemos la cantidad de naturaleza que tenemos disponible, cuánta utilizamos y quién la usa, podemos hacer un seguimiento de nuestro progreso en el camino hacia un objetivo de desarrollo sostenible que permita un futuro más verde y un planeta vivo.⁶

⁴ Criterios medio ambientales en la ordenación de asentamientos – Esther Higuera

⁵ <http://www.elbosquechileno.cl/37huella.html>

⁶ http://www.ua.es/es/estudios/seus/desarrollo_sostenible/apuntes/doc_huella_ecologica

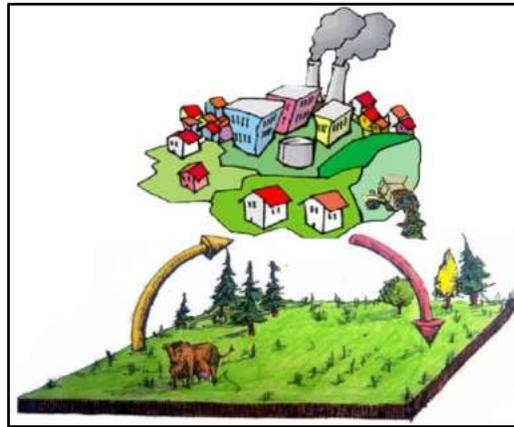


Figura 1 **El ciclo urbano insostenible**
Fuente: La Huella Ecológica –Web

Básicamente la huella ecológica está basada en la observación de estos aspectos: urbanizaciones, agricultura, ganadería, pesca, bosques, dióxido de carbono. Algunos estudios pueden incluir, además, una componente para el agua y una para la energía.⁷

1.1.1. La ciudad como ecosistema urbano

La idea de considerar a la ciudad como un sistema vivo no es nueva.⁸ Las ciudades constituyen sistemas complejos, contiene una comunidad de organismos vivos, un medio físico que se va transformando fruto de la actividad interna y un funcionamiento a base de intercambios de materia, energía e información, que, en este sentido, son asimilables a un ecosistema natural, siendo el hombre y sus sociedades subsistemas del mismo.⁹

Para mantener la atmósfera terrestre equilibrada, existen los ciclos biológicos, que mantienen estable los aportes y las salidas de oxígeno.

Los principales ciclos del sistema urbano son los siguientes:

⁷ Estudios universidad de Villena / desarrollo sostenible / la huella ecológica

⁸ (MUMFORD LEWIS, La cultura de las ciudades, Editorial Emecé, Buenos Aires, 1968)

⁹ NICOLETI MANFREDI, El Ecosistema Urbano, Dedalo Libri, baria, 1978

Ciclo urbano	Síntomas de la patología urbana
Atmosférico	Aumento de la contaminación ambiental, polución Aumento del CO2 Recalentamiento de la atmósfera urbana Efecto de isla térmica urbana Menor renovación del aire con respecto al entorno
Energético	Agotamiento de las energías no renovables Coste energético y contaminación
Hidrológico	Desequilibrio ambiental Disminución humedad relativa áreas densificadas Alteración acuíferos naturales Aumento de las escorrentías superficiales Alteración del clima urbano

Tabla 1 **El ciclo urbano y los síntomas de la patología urbana**

Fuente: Urbanismo bioclimático- Esther Higuera

1.2. Urbanismo Bioclimático

El urbanismo bioclimático adecua los trazados urbanos a las condiciones singulares del clima y el territorio, entendiendo que cada situación geográfica debe generar un urbanismo característico y diferenciado con respecto a otros lugares. Este, además, implica la elección de una ubicación **apropiada** y una correcta **adaptación** del entorno próximo y los volúmenes edificados al clima del lugar y a sus variaciones estacionales y diarias, considerando como factores ambientales fundamentales la temperatura y humedad del aire, el viento y, sobre todo, el soleamiento.



Figura 2 **Urbanismo bioclimático**

Fuente: Un cambio en las ciudades-Web

Este comportamiento ambiental alternativo se puede conseguir con una adaptación estacional selectiva mediante el soleamiento, por la predecible variación de su recorrido, que lo convierte en el factor principal para diseñar la adaptación térmica de las ciudades y sus edificios. El factor viento figura en segundo orden de importancia

en el diseño urbano, pero en general no suele ser un factor relevante en el diseño de edificios, salvo que produzca un impacto importante a causa de su velocidad, o sea un factor influyente para enfriar en situaciones difíciles de calor.¹⁰

1.2.1. Principios Básicos

Para un correcto trazado urbano, simplemente hay que analizar el entorno urbano en el cual se va a realizar la planificación y así considerar todas las variables medioambientales y urbanas que este presenta, pues estas serán las que generen un trazado urbano con características bioclimáticas. Siempre se debe tomar en cuenta que, los principios generadores del urbanismo bioclimático deben tener por regla general que, para cada lugar se tiene que elaborar una planificación que tome en cuenta los siguientes puntos:

- Un trazado vial que responda a criterios de soleamiento y viento local.
- Calles adaptadas a la topografía buscando las orientaciones óptimas de soleamiento y viento local.
- Zonas verdes adecuadas a las necesidades de humedad y evaporación ambiental.
- Morfología urbana de manzanas que generen fachadas bien orientadas y una adecuada proporción de patios de manzana según el clima.
- Parcelación que genere edificios con fachadas y patios bien orientados.
- Tipología edificatoria diversa y adecuada a condiciones del sol y viento del lugar.

El uso eficiente de los recursos materiales y energéticos y el carácter sostenible de las ciudades, son también principios ineludibles de esta propuesta urbanística.

¹⁰ Claves del urbanismo bioclimático / Manuel Martín Monroy

1.3. Situación actual del Urbanismo Bioclimático

1.3.1. Experiencias en el mundo

1.3.1.1. Ciudad de Curitiba

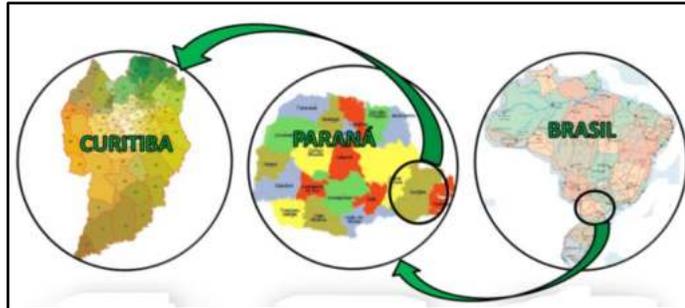


Figura 3 Ubicación de Curitiba en el mapa Fuente: Elaboración Propia

La ciudad brasileña de Curitiba, es la capital del Estado de Paraná, Jaime Lerner arquitecto, urbanista y político fue elegido alcalde de la ciudad y en esos periodos de gobierno impulsó la transformación de la ciudad de Curitiba.¹¹

Enfoques de sostenibilidad:

✓ Sostenibilidad cultural

Uno de los factores determinantes en el éxito de Curitiba, ha sido el hecho de tener siempre en cuenta a sus ciudadanos, en el futuro de la ciudad que habitan.



Figura 4 Centro histórico de Curitiba Fuente: Curitiba - Web

Eso permitió a Jaime Lerner y su equipo entender que la solución al problema de los problemas vehiculares, no era ensanchar las carreteras que pasaban por el centro, ya que esto destruiría el tejido histórico de la ciudad y en el cual reside gran parte de su

¹¹ Un modelo de desarrollo sostenible: Curitiba (Brasil)/Liana Vallicelli1

identidad; sino en evitar la necesidad de los coches en estas zonas. La estrategia sería la de desviar el tráfico y reducir la necesidad del transporte privado implementando una red de autobuses que se ha convertido en paradigma del transporte público.¹² Además, se crearon toda una serie de equipamientos culturales centrados en la educación de la ciudadanía, principalmente, en las mismas materias de sostenibilidad que la propia ciudad estaba llevando a cabo.

✓ **Sostenibilidad social**

La nueva red de autobuses se convierte en un elemento integrador de todos los colectivos. El haber evitado la necesidad del vehículo privado en la zona histórica del centro vendría de la mano de una peatonalización del centro.



Figura 5 **Reestructuración de vías en Curitiba**
Fuente: Revista digital Iberoamericana

Si bien cuando fue anunciado, todo el mundo le temía por sus negocios, después de una semana los mismos que la temían la deseaban; no nos olvidemos, que el uso colectivo de la calle reduce el consumo energético individual en nuestros hogares.

✓ **Sostenibilidad medioambiental**

En paralelo a la solución vial se ejecutaron una serie de equipamientos destinados a fomentar el cuidado del medio ambiente, estableciendo una red de hitos urbanos. Además se construyeron grandes parques y bosques donde el ciudadano tiene espacio para una interacción social y ambiental, siendo el jardín botánico una muestra de ello. El medio ambiente juega papel importante en la estrategia de desarrollo sostenible.

¹² Curitiba una experiencia continua en soluciones de transporte / Clodualdo Pinheiro Junior



Figura 6 **espacios naturales y áreas verdes Curitiba**
Fuente: Ciudad de Curitiba-Web

Los grandes parques que se construyeron, en vez de las carísimas canalizaciones subterráneas, han permitido que Curitiba tenga hoy 55 m² de zona verde por habitante, lo que viene a ser 5 veces más de lo que la ONU recomienda.

1.3.1.2. El distrito de Kronsberg, en Hannover, Alemania

El distrito de Kronsberg, en Hannover, Alemania, nace de la necesidad de celebrar en dicho lugar la exposición de la temática “Humanidad, Naturaleza y Tecnología”. Representa uno de los programas urbanos más amplio y avanzado, en cuanto a eco-barrios, en Europa. Se trata de un compendio entre ecología, diseño de espacios habitables de calidad y espacios abiertos semi-naturales.¹³

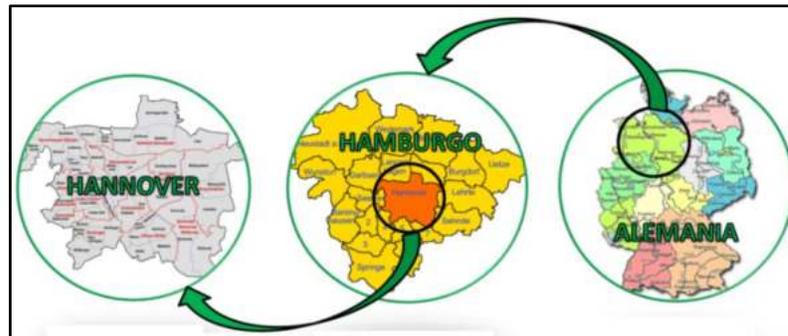


Figura 7 **Ubicación de Hannover en el mapa**

Fuente: Elaboración Propia

El proyecto se desarrolla en dos fases, la primera fase planteó sectores de planificación y la preparación de medidas para la construcción. En la segunda fase se intenta aunar todos estos elementos y convertirlos en una realidad construida.

¹³ <http://camuniso.blogspot.com/2012/02/indice-de-proyectos.html>

En las calles residenciales no se permite el tráfico denso, mediante secciones viales. Las bolsas de aparcamientos se organizan mediante pequeñas áreas y un tercio de estas se encuentran enterradas. Existe una densa red de caminos peatonales, tanto urbanos como rurales, que se convierten en una atractiva alternativa para el peatón.



Figura 8 **Distrito de Kronsberg Alemania**
Fuente: www.kronsbergd.com/

Es de primordial importancia en la calidad del paisaje urbano, la planificación de las alturas y volúmenes de los cuerpos edificados, construyéndose todas las parcelas en esquina, y consiguiendo una alta densidad utilizando el mínimo suelo. Se consigue, pues, una armonía en el lugar mediante la planificación del espacio viario, espacio construido y espacio abierto sujeto a la retícula.



Figura 9 **Distrito de Kronsberg Alemania**
Fuente: www.kronsbergd.com/

La estructura del desarrollo urbano sigue el principio de reducir altura y densidad a medida que se aproxima al distrito rural. Las zonas de mayor densidad están constituidas por edificios compactos de 4 o 5 alturas, bajando paulatinamente a 3 alturas, hasta llegar a las casas-terraza de la zona de baja densidad.



Figura 10 **Distrito de Kronsberg Alemania**
Fuente: www.kronsbergd.com/

El terciario se desarrolla a lo largo de la línea del tranvía, concentrándose en una plaza, centro neurálgico del barrio, donde podemos encontrar el centro médico, sede de la comunidad, centro de arte y una iglesia. A la hora de construir las viviendas, el promotor, anteriormente a adquirir el terreno debía contratar el proyecto a un arquitecto, presentarlo frente al Consejo de Kronsberg, y si este era aceptado, se le permitía hacer la compra del terreno con el compromiso de construirlo.

Enfoques de sostenibilidad:

El nuevo distrito se distribuye en barrios con identidad distintiva propia, cada uno de los cuales se organizan alrededor de un parque vecinal y se encuentra rodeado de corredores verdes.¹⁴

El desarrollo urbano fue precedido de un diálogo interdisciplinario entre Urbanistas y Servicios Sociales, creándose un **catálogo de planificación social**. Las peticiones de un alojamiento flexible para hacer frente a necesidades cambiantes desemboca en unas tipologías de viviendas de gran variedad, comprendidas entre 2 y 4 alturas, algunas se realizan mediante concursos, otras son fruto de subvenciones o subsidios. Asegurando así gran diversidad social de habitantes y evitando la segregación social. Todos los apartamentos de la zona están pensados de manera que sean luminosos y ventilados, que estén bien distribuidos y proporcionados.

¹⁴ Manual de diseño del Distrito de Kronsberg. Geohabitat



Figura 11 **Manzano visto en planta**
Fuente: www.kronsbergd.com/

Los elementos que dan forma al espacio abierto del distrito son cinco corredores verdes transversales y el bosque de la colina en paralelo a la actuación. Estos constituyen el enlace más importante con el entorno rural adyacente. Aparecen tanto espacios abiertos públicos, como semi-públicos o privados, cerca de las viviendas, ofreciendo numerosos y variados espacios verdes. Los corredores verdes tienen la función de delimitar barrios y a su vez dar conexión a las zonas construidas con los campos. Gracias a las construcciones bioclimáticas proyectadas se ha conseguido un reducción del CO2 generado por la calefacción natural de los edificios, así como un 60% de ahorro energético.

1.3.1.3. Mentougou - China¹⁵



Figura 12 **Eco - Valle Mentougou en China**
Fuente: panoramio.com



Figura 13 **Eco - Valle Mentougou en China**
Fuente: panoramio.com

El eco-valle Mentougou es un proyecto que combina estructuras contemporáneas de nuevos materiales, tecnologías y formas. El estudio finlandés Eriksson es el que

¹⁵ <http://www.panoramio.com>

proyecta esta ciudad. Las viviendas se sitúan en las paredes del valle. Los edificios de grandes dimensiones se ubican junto a vegetación y zonas de agua. El proyecto se ha llevado a cabo conjuntamente con expertos en infraestructuras ecológicas.

Esta ciudad busca una vida eco-eficiente. Desde el uso del suelo, la construcción y el tráfico, hasta el reciclaje y gestión del agua; el eco-valle respeta el medio ambiente y reduce al mínimo su huella ecológica. Este nuevo diseño urbano pretende evitar el desajuste entre la oferta y la demanda de vivienda visto en la eco-ciudad Masdar, dado que la construcción en esta zona está liderada por empresas chinas e internacionales. El eco-valle Mentougou también mantiene los buenos principios de reciclado completo de nutrientes, piedra angular de Masdar. Mentougou asegura la neutralidad de carbono, pretende producir toda su agua y potenciar la agricultura local a fin de satisfacer las necesidades nutricionales del eco-valle.

Se han desarrollado diferentes tipologías de vivienda que se adecuen a la geomorfología, a continuación podemos apreciar tres de ellos:



Figura 14 **Modelo de apartamento de ciudad**
Fuente: panoramio.com

Modelo de apartamento de ciudad: Apartamentos altos de 4 – 6 pisos, con viviendas dispuestas en pequeñas comunidades que son del tipo unifamiliar, además presentan techo bajo para que la escala sea más pequeña y no obstruya el sol a las demás edificaciones.

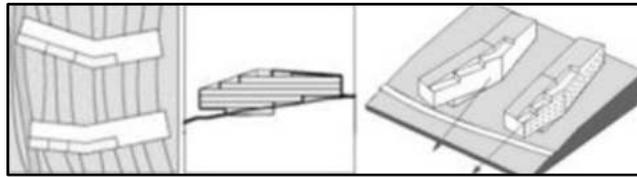


Figura 15 **Modelo de Cuña**
Fuente: panoramio.com

Modelo de cuña: Construida de acuerdo a la dirección de las laderas, con formas que disimulan la escala real, además que deja espacios para el agua de esorrentía.

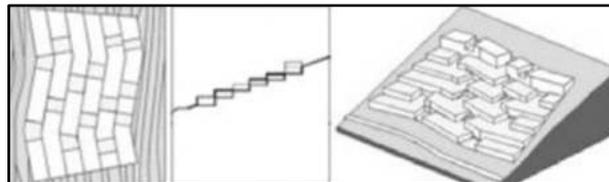


Figura 16 **Modelo de terraza**
Fuente: panoramio.com

Modelo de terraza: Construida tomando en cuenta la dirección de las laderas, donde cada apartamento dispone de terraza en la azotea, logrando que la escala se siente pequeña desde el suelo además de que el suelo aísla bien cada apartamento.

2. VARIABLES DE LOS MEDIOS NATURAL Y URBANO

Las variables consideradas relativas al Medio Ambiente han sido: soleamiento, vegetación, viento, agua y humedad del aire y geomorfología. Y respecto al Medio Urbano: Red viaria, espacios libres, morfología de las manzanas, morfología de las parcelas y tipología edificatoria. Su interacción se resumirá en una matriz, clave para determinar con exactitud las líneas estratégicas que deberán establecer los criterios de optimación medioambiental para lograr un desarrollo urbano adecuado al medio. A continuación se hará un análisis exhaustivo de cada una de las variables, para adquirir un mejor conocimiento de las variables que influirán en la redacción de pautas bioclimáticas.

2.1. VARIABLES DEL MEDIO URBANO

2.1.1. Espacios cerrados

Dentro de un área urbana, el hombre realiza sus actividades dentro de diferentes espacios que pueden ser abiertos, cerrados o intermedios. Los espacios cerrados o encajonados presentan cerramientos laterales (muros), cerramientos superiores (cubiertas) y cerramientos inferiores (pisos); son utilizados por el hombre para efectuar diversas actividades que las agruparemos en dos:

- Actividades individuales o en familia que se desarrollan en los espacios de residencia, es decir en las viviendas (comer, dormir, descansar, etc.).
- Actividades en comunidad que se practican en sociedad (comercial, social, cultural, recreativo, esparcimiento, administrativo, etc.).

Los espacios cerrados vienen a constituir dentro del área urbana, las edificaciones, que están relacionados directamente con la arquitectura.

Las condiciones de la edificación constituyen la escala de aproximación más detallada dentro de la ciudad, donde la relación con la arquitectura es totalmente directa.

2.1.2. Espacios libres

Los espacios libres dan a las personas sensación de libertad, desahogo, permite una apreciación general y concreta de los tramos de fachadas que los componen, ya que algunos espacios abiertos, si se los ve desde el punto de vista tridimensional están formadas por los cerramientos como son las fachadas del área circundante.

Los espacios libres como sistema general está constituidos por los siguientes elementos: Parque suburbano; parque urbano; parque deportivo; jardines; y áreas ajardinadas. A éstos habría que sumar los sistemas locales de espacios libres y zonas verdes constituidos por elementos de menor superficie cuyo servicio se restringe a un nivel de barrio, o local como su propio nombre indica:

- ✓ Tamaño y forma de los espacios libres y zonas verdes
- ✓ Localización
- ✓ Orientación

2.1.3. Manzanos

Los manzanos son la subdivisión de un área urbana, tienen determinada morfología, orientación y densidad edificatoria. Un manzano puede ser un tipo de agrupación o múltiplo de parcelas, según el patrón que predomine de acuerdo a las características de las relaciones funcionales y espaciales, que se buscan para resolver determinado problema habitacional o urbano.

La morfología de las manzanas define las características principales del tejido urbano, y se puede entender como el negativo de la estructura viaria principal del asentamiento. Desde el objetivo que se persigue en el presente estudio de optimizar las relaciones entre el medio urbano y el medio ambiente, con respecto a la morfología de las manzanas se tendrán en cuenta las siguientes especificaciones de las pautas bioclimáticas:

- ✓ Condiciones geométricas de las manzanas y patios de manzana
- ✓ Orientación de las manzanas
- ✓ Densidad edificatoria

2.1.4. Parcelas

Denominadas también lotes, solares o predios, son superficies de terreno limitadas horizontalmente para uso público o privado, que agrupados forman los manzanos, presentan una morfología, grado de ocupabilidad y edificabilidad, además de una orientación adecuada.

La morfología de las parcelas dentro de las manzanas, es una aproximación más, entre la relación de las condiciones generales y particulares de un asentamiento. Con respecto a su correcta integración con el medio natural, destacamos los siguientes factores que serán convenientemente detallados en las pautas bioclimáticas:

- ✓ Condiciones geométricas de la parcela.

- ✓ Ocupación máxima de las parcelas y patios de parcela
- ✓ Edificabilidad máxima de las parcelas

2.1.5. Red viaria

La red viaria es la estructurante de un área urbana, constituye la configuración general de un asentamiento, y es uno de los principales determinantes de su organización. Va completamente ligado a la evolución urbana y al crecimiento, cuyas causas constituirían por sí solas un amplio campo de investigación. La clasificación de las estructuras generales son las siguientes: Estructura en estrella; en ciudad satélite; lineal; rectangular en parrilla; otras formas de parrilla; red axial barroca; tracería; ciudad en nido. De acuerdo con las estructuras urbanas más frecuentes empleadas en los asentamientos de la ciudad de Tarija, y como base del presente estudio diferenciaremos los que sus calles están dispuestas en forma de parrilla, pero la forma dispersa es la que sobresale aún más.

2.2. VARIABLES DEL MEDIO NATURAL

A continuación se analizan las variables elegidas para formar parte de la matriz de interacción, tanto las relacionadas al Medio Ambiente como al Medio Urbano.

2.2.1. El soleamiento

El sol influye directamente en el medio ambiente urbano de diversas formas: como radiación solar directa y reflejada; como radiación difusa.

Procedente del sol, **la radiación solar directa**, condiciona el diseño de edificios y espacios libres urbanos. La atmósfera actúa de filtro y espejo de la radiación solar, permitiendo la entrada a una banda del espectro, desde los rayos ultravioleta a los infrarrojos. Tras atravesarla, la energía ha disminuido considerablemente; la fracción de la constante solar que recibe el suelo es la radiación directa, cuyo valor varía de acuerdo con las circunstancias: la transmisión atmosférica, o condicionantes geográficos como la altitud respecto al nivel del mar.

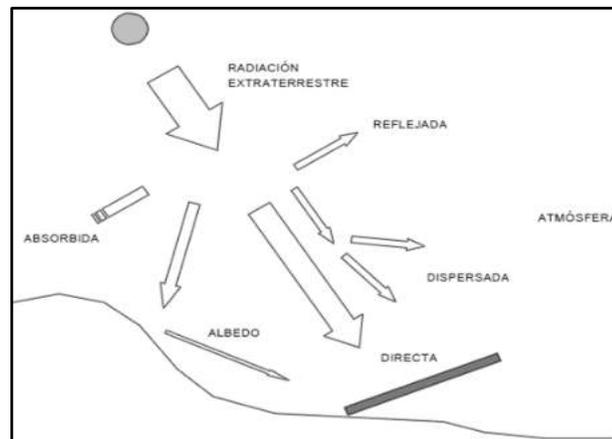


Figura 17 **Diferentes formas de incidencia del sol en la tierra**
Fuente: Urbanismo Bioclimático – Esther Higuera

La **radiación solar difusa**, es la procedente de la refracción y difusión sobre las superficies colindantes o la atmósfera, de la radiación solar directa. Su existencia se materializa claramente en los días nublados, sin sol. Es un factor importantísimo el albedo del suelo, diferente según la composición del mismo, y en clara diferencia entre el medio natural y el urbano, donde predominan las superficies pavimentadas y asfaltadas. La radiación difusa está totalmente relacionada con la iluminación.

2.2.2. El viento

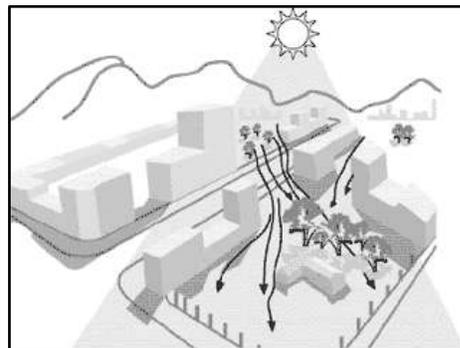


Figura 18 **Incidencia del viento en la ciudad**
Fuente: Ventilación cruzada-Web

El movimiento del aire procede por el gradiente térmico resultado de la radiación solar, más intensa en el Ecuador que en los Polos; por la rotación de la Tierra que los dirigen hacia la derecha en el Hemisferio Norte y hacia la izquierda en el Sur; y por el desplazamiento al que son sometidas las masas de aire a razón de las perturbaciones

atmosféricas. El régimen de vientos a nivel local es el que nos interesa desde el punto de vista Urbanístico, ya que diversos factores geográficos, topográficos, del tipo de vegetación o de suelo y la masa edificatoria lo van a particularizar notablemente. Sin embargo, podemos distinguir entre los vientos de montaña y de valle. El sol calienta las laderas de las montañas antes que el valle, por lo que las masas de aire caliente ascienden hacia las cumbres. Por la tarde el aire fluye siguiendo la dirección del valle con viento débil. Al anochecer, las cumbres se enfrían más rápidamente y el viento va de la montaña al valle, alcanzando su velocidad máxima momentos antes del amanecer.

2.2.2.1. Factores que modifican la velocidad y dirección del viento

Podemos identificar dos tipos de vientos que son los principales, estos son barlovento y sotavento, que se refieren a la dirección desde donde sopla el viento. Sin embargo, en los países donde predominan los vientos constantes o planetarios, como son los vientos alisios o vientos del oeste, los términos barlovento y sotavento se usan frecuentemente en la toponimia a escala local o regional.

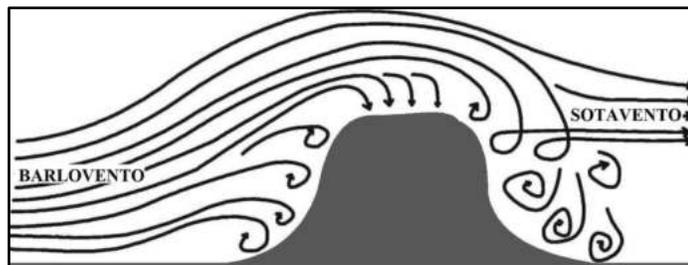


Figura 19 El viento en Barlovento y Sotavento
Fuente: elaboración propia

También los obstáculos topográficos naturales o edificados, perturban el régimen laminar del viento, sobre todo en las capas más bajas. Al encontrar un obstáculo, el viento es desviado en las direcciones vertical y horizontal, y debido a la concentración del flujo laminar aumenta la velocidad en la parte superior, y disminuye en la inferior. Esto se puede favorecer en circunstancias en las que se precise una disminución de la velocidad del viento mediante barreras arquitectónicas

o vegetales; la mejor protección se consigue mediante barreras sucesivas, distanciadas unos 500 metros: una velocidad determinada se ve reducida en un 70% al atravesar la primera barrera, y en un 50% al pasar por la segunda, estableciéndose un entorno de viento más controlado del orden de 700 metros.¹⁶

2.2.3. La humedad en el ambiente

Se denomina humedad al agua que impregna un cuerpo o al vapor presente en la atmósfera.

El agua está presente en todos los cuerpos vivos, ya sean animales o vegetales, y esa presencia es de gran importancia para la vida.

La cantidad de vapor de agua presente en el aire, se puede expresar:

- De forma absoluta mediante la humedad absoluta
- De forma relativa mediante la humedad relativa o grado de humedad

La humedad relativa es la relación porcentual entre la cantidad de vapor de agua real que contiene el aire y la que necesitaría contener para saturarse a idéntica temperatura, esta es expresada en porcentajes con respecto a la cantidad total de humedad que contiene el ambiente.

La humedad del aire es un factor que sirve para evaluar la comodidad térmica del cuerpo vivo que se mueve en cierto ambiente. Sirve para evaluar la capacidad del aire para evaporar la humedad de la piel, debida a la transpiración fundamentalmente. También es importante, tanto la del aire, como la de la tierra, para el desarrollo de las plantas. Es importante conocer la humedad que contienen los materiales de construcción por cuanto más contenido de humedad tienen, menor resistencia ofrecen al paso del calor.

¹⁶ La ciudad y el viento – Fernando de Terán

2.2.4. La Topografía

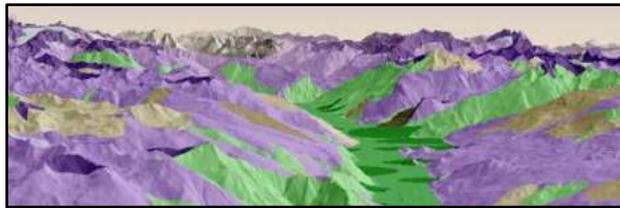


Figura 20

Topografía

Fuente: Web

Determinados condicionantes locales son capaces de alterar la relación entre el medio urbano y el medio físico. Muchos de las condiciones geomorfológicas de un territorio matizan considerablemente la radiación solar directa, el régimen de vientos, la humedad ambiental etc., poniendo claramente de manifiesto la interacción entre todas las variables del medio natural.

2.2.5. La vegetación



Figura 21

Vegetación

Fuente: Web

No es frecuente estudiar la localización, especies y porte de los árboles y vegetación, en los estudios y planes sobre el suelo urbano. Pero son éstos los elementos más completos para adaptar y proteger los espacios libres, para mantener el equilibrio del ecosistema urbano y favorecer la composición atmosférica, la velocidad del aire o la humedad ambiental.¹⁷

2.2.5.1. Acción sobre la humedad ambiental

Por su función fisiológica, liberan humedad al ambiente, del agua sustraída por sus raíces; un metro cuadrado de bosque aporta 500 kg de agua anuales. En el verano se reduce la temperatura ambiente circundante a la vegetación, equivalente al calor latente preciso para evaporar el agua transpirada.¹⁸

¹⁷ Las Funciones de un Árbol. Investigación Científica y Superación Académica,-Universidad de Guadalajara.

¹⁸ El Valor de los Árboles Urbanos. González, V.C.E., 1986

2.2.5.2. Acción sobre la velocidad del aire

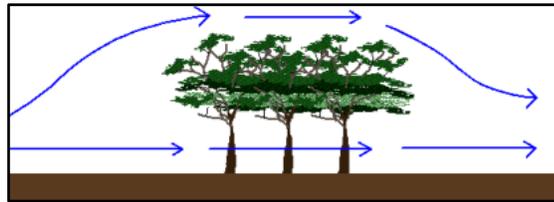


Figura 22 La vegetación y su influencia en el viento
Fuente: Elaboración propia

Su discontinuidad de ramas, hojas etc. le confiere ventajas frente a otro tipo de barreras protectoras contra el viento, que generan efectos perjudiciales y grandes turbulencias en el entorno, ya que no desvían los vientos, sino que los absorben haciéndoles desaparecer. Su longitud de acción está entre 7 y 10 veces la altura de las especies. Las mejores pantallas son las de especies de hoja perenne. Diferenciaremos entre una protección anual o estacional; si se precisa protección anual las especies más indicadas son las de hoja perenne resinosa.

2.2.5.3. Acción sobre la radiación solar

La cantidad y calidad de la vegetación circundante modifica la radiación solar: tanto directa como indirecta formando pantallas como la global por absorción de parte del espectro de la luz solar. Las coníferas debilitan fuertemente la luz solar pero no la modifican cualitativamente. Las frondosas la debilitan y producen una absorción selectiva. Las especies de hoja caduca, permiten la radiación invernal y dificultan la estival. Esto permite un control sobre las temperaturas ambientales muy interesante para alcanzar el confort climático con recursos naturales. Deben estudiarse la localización del árbol, su orientación y la de la sombra arrojada en invierno y verano, así como la altura del porte y la distancia de otros paramentos.

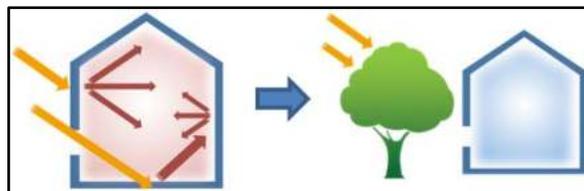


Figura 23 Como ahorrar energía colocando vegetación
Fuente: Web

2.2.5.6. Protección contra el ruido

Las barreras vegetales atenúan el ruido en función de la diferencia del trayecto de las ondas sonoras, según el tipo de vegetación que la constituya. Los árboles de hoja perenne son capaces de atenuar en una frecuencia de 1.000 Herzios, 17 dB por cada 100 metros lineales de vegetación; frente a los 9 dB en árboles de hoja caduca. No hay que olvidar las cualidades estético-funcionales, que consiguen aumentar el confort de un espacio urbano considerablemente.¹⁹

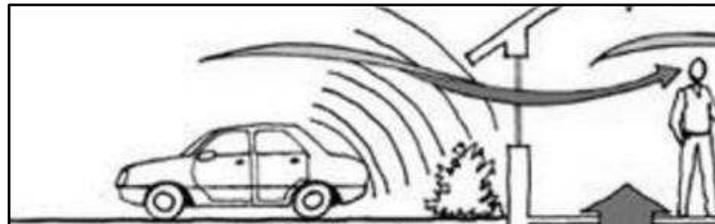


Figura 24 Solicitaciones ambientales de la envolvente de una vivienda
Fuente: Guía para el diseño eficiente de la vivienda–Waldo Bustamante

2.3. Interacción entre los medios natural y urbano

En éste apartado se analizarán los condicionantes meteorológicos del clima, y su relación con los espacios urbanos y con la masa edificatoria, y luego la perspectiva inversa. De ésta forma se pueden sacar conclusiones precisas sobre estos aspectos, tan fundamentales a la hora de integrar la planificación urbana con las condiciones intrínsecamente relacionadas con el soporte territorial.

Los factores y variables del medio natural se interaccionan entre sí, de manera que resulta complejo establecer unos límites claros entre las mismas. Sin embargo, y como consecuencia de esta circunstancia se pueden relacionar las variables que apriorísticamente han intervenido en el crecimiento y la génesis urbana de un asentamiento.

La relación entre el medio natural y urbano se puede resumir en forma de matriz de interacción, cuadro cartesiano con las variables del medio natural en el eje horizontal y las del medio urbano en el vertical. Las celdas se completan con la relación

¹⁹ Guía para el diseño eficiente de la vivienda social – Waldo Bustamante

detallada anteriormente, existiendo a su vez casillas vacías cuando tal interacción no se produce.

Criterios de optimación medioambiental		Variables del medio natural				
		Sol	Vegetación	Viento	Agua	Geomorfología
Variables del medio urbano	Red viaria	Orientación Forma	Localización	Orientación Forma	Microclima externo	Soporte Suelo Topografía
	Espacios libres	Orientación Forma	Especies Densidad Localización	Orientación Forma	Microclima externo	Soporte Suelo
	Condiciones de las manzanas	Orientación Geometría Densidad		Orientación Geometría Densidad		
	Condiciones de las parcelas	Geometría Alturas Ocupación Edificabilidad		Geometría Alturas Edificabilidad		
	Condiciones de la edificación	Control solar Acondicionamiento pasivo		Ventilación Huecos	Microclima interno	

Tabla 2 **Interacción entre los medios natural y urbano**
Fuente: Urbanismo Bioclimático – Esther Higuera

2.4. Conclusiones

El correcto análisis de los factores naturales y urbanos, nos permiten tener un panorama general de un asentamiento humano, tomando en cuenta todas las variables que influyen en él. Una vez comprendido y analizados los factores naturales y urbanos, podemos comenzar a trabajar con ellos, procurando aplicarlos en la redacción de pautas bioclimáticas que tomen en cuenta cada uno de los puntos aquí enunciados. Sin embargo, por tratarse de un trabajo de investigación, es necesario contar con una metodología correctamente estructurada, que nos sirva de guía para obtener resultados óptimos, y es por eso, que a continuación, en la siguiente unidad, elaboraremos exhaustivamente la metodología que nos dará el camino a seguir en la elaboración de pautas bioclimáticas.

CAPÍTULO III
NECESIDADES CLIMATICAS DE LA
CIUDAD DE TARIJA

La caracterización climática es el compendio de todas las variables meteorológicas. En todo momento los elementos aparecen combinados, dificultando así la determinación de su importancia relativa en la interacción térmica. Las soluciones a nivel asentamiento, de los diferentes problemas climáticos concretos deben tener en cuenta el conjunto de todos ellos, de esta forma se logrará una estructura climáticamente equilibrada.

1. Parámetros climáticos de la ciudad

Para un correcto diseño bioclimático y aprovechamiento solar en los espacios públicos es necesario conocer las condiciones climáticas de la ciudad de Tarija, podemos enumerar que los factores determinantes para esta caracterización analizaremos el viento, las temperaturas y la humedad.

1.1. Vientos

En la siguiente tabla, podemos observar la intensidad y dirección de los vientos expresados en km/h:

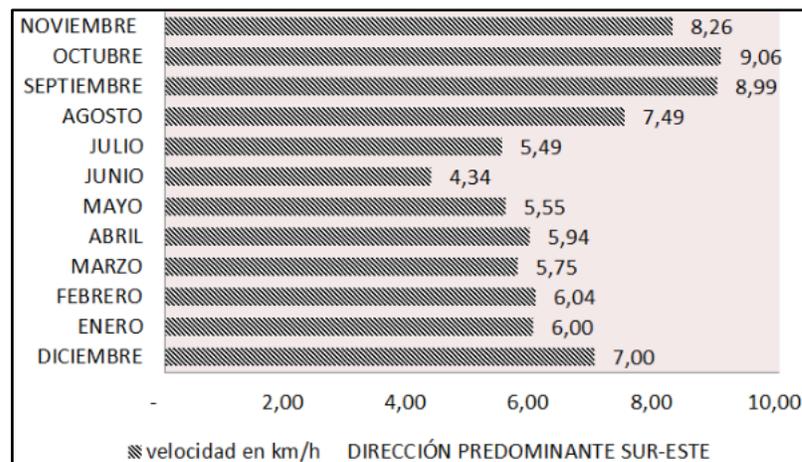


Gráfico 1 Velocidad del viento por meses en km/h Fuente: Elaboración propia

La intensidad y velocidad del viento varía mes a mes, sin embargo, la dirección de los vientos es permanente; los meses en los que podemos apreciar una mayor velocidad, son los meses correspondientes al invierno, por lo que será necesario desarrollar

estrategias que nos ayuden a reducir el impacto del mismo en las edificaciones, ya que a escala urbana, poco se puede hacer, debido a que la dirección dominante del viento, no varía durante el año, y esto nos imposibilita tomar medidas correctoras al respecto. En cuanto a la velocidad del viento para cada estación, tenemos el siguiente gráfico:

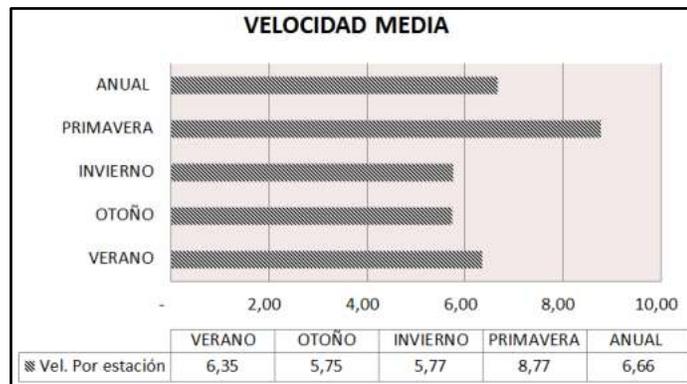


Gráfico 2 Velocidad del viento por estaciones en km/h
Fuente: Elaboración propia

1.1.1. Rosa de los vientos local

La gráfica de la rosa de los vientos, es un instrumento, que nos ayuda a identificar la procedencia dominante de los vientos en una determinada latitud y longitud.

Los vientos en la ciudad de Tarija, provienen con mayor frecuencia del Sur – Este, sur-sur este y del sur; no existiendo variaciones de importancia en todo el resto del año, este dato, será utilizado al momento de orientar las calles, manzanos y parcelas en un asentamiento, ya que el viento es un factor importante para la ventilación en los meses más calurosos del año, y un factor a evitar el enfriamiento en los meses que presentan temperaturas bajas.

A continuación se realiza un análisis de los vientos para cada estación, como se recomendó en las pautas bioclimáticas, se hizo un análisis de los vientos de 10 años anteriores, para determinar de esta manera, la velocidad y dirección media del viento.

1.1.1.1. Primavera

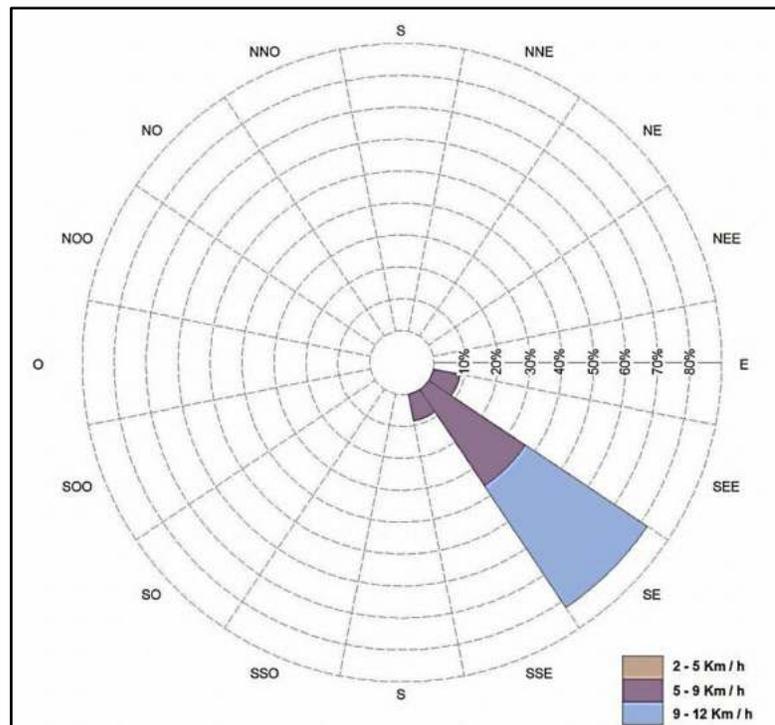


Gráfico 3 Rosa de los vientos para Primavera Fuente: Elaboración propia

AÑO	SEP.		OCT.		NOV.		MEDIA	
2003	8,5	SE	9,4	SE	9,1	SE	9	SE
2004	8,1	SE	9,1	SE	8,9	SE	8,7	SE
2005	10,5	SE	10,4	SE	8,6	SE	9,83	SE
2006	9,2	S	8,3	S	8	S	8,5	S
2007	8,2	S	9,4	SSE	8,6	SSE	8,73	SSE
2008	10,6	SE	9,2	SE	7,5	SSE	9,1	SE
2009	11,7	SE	11,5	SE	9,6	SE	10,93	SE
2010	9,8	SE	8,9	SE	8,6	SSE	9,1	SE
2011	7,2	SE	8	SE	7,3	SE	7,5	SE
2012	7	SE	7,6	SE	6,5	SE	7,03	SE
2013	8,1	SE	7,8	SE	8,1	SE	8	SE

Velocidad y dirección del viento para meses correspondientes a Primavera

Tabla 3

Fuente: Elaboración propia

Dirección del viento	VELOCIDAD DEL VIENTO km/h				TOTAL
	2 - 5	5 - 9	9 - 12	12 y mas	
SE	-	37%	45%	-	82%
S	-	9%	-	-	9%
SSE	-	9%	-	-	9%
TOTAL	-	55%	45%	-	100%

Tabla 4

Resumen de la velocidad del viento para Primavera

Fuente: Elaboración propia

1.1.1.2. Verano

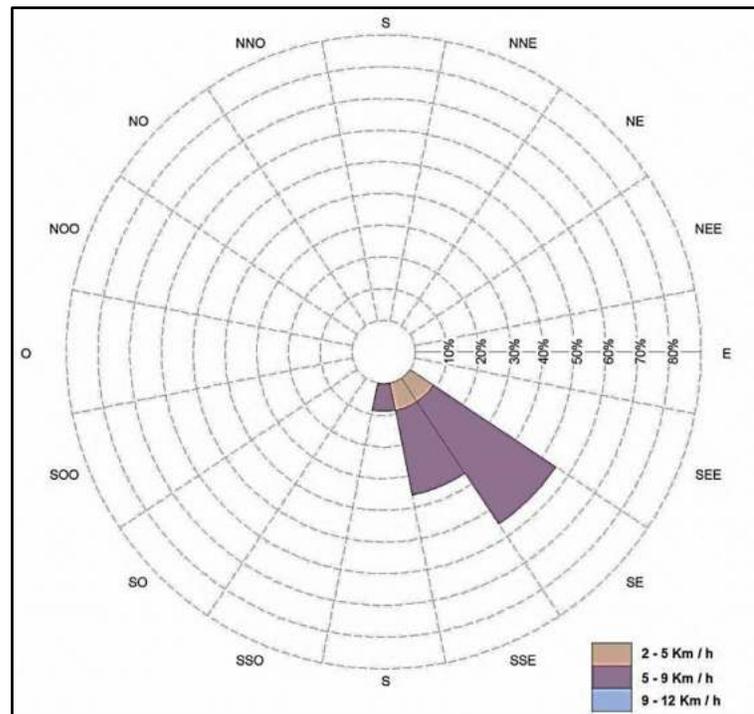


Gráfico 4 Rosa de los vientos para Verano Fuente: Elaboración propia

AÑO	DIC.		ENE.		FEB.		MEDIA	
2003	8,2	SE	6,4	SE	6,9	SE	7,16	SE
2004	7,7	SE	6,8	SE	7,1	SE	7,2	SE
2005	7,5	SSE	6,4	SSE	4,5	SE	6,13	SE
2006	7,8	S	6	S	7,8	SSE	7,2	SSE
2007	7,6	SSE	6	SSE	6,1	S	6,56	S
2008	4,1	SSE	6,6	SSE	6,9	SSE	5,86	SSE
2009	8,2	SSE	5,3	SSE	7,1	SE	6,86	SE
2010	6,2	SSE	8,7	SSE	8	SSE	7,63	SSE
2011	5,1	SSE	4,4	SSE	4,2	SSE	4,56	SSE
2012	7,2	SE	4	SE	3,2	SE	4,8	SE
2013	7,3	SE	5,4	SE	4,7	SE	5,8	SE

Velocidad y dirección del viento para meses correspondientes a Verano

Tabla 5

Fuente: Elaboración propia

Dirección del viento	VELOCIDAD DEL VIENTO km/h				TOTAL
	2 - 5	5 - 9	9 - 12	12 y mas	
SE	9%	46%			55%
S		9%			9%
SSE	9%	27%			36%
TOTAL	18%	82%			100%

Tabla 6

Resumen de la velocidad del viento para Verano

Fuente: Elaboración propia

1.1.1.3. Otoño

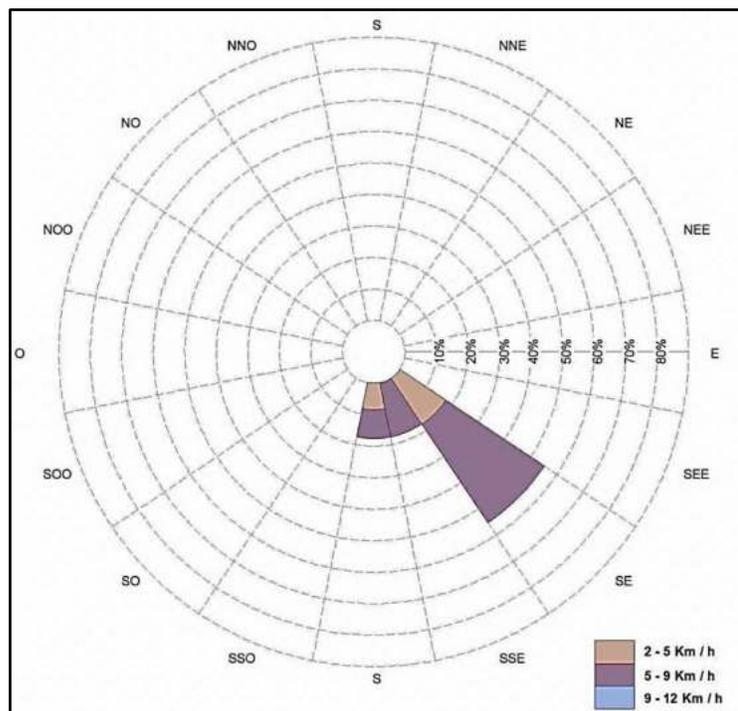


Gráfico 5 **Rosa de los vientos para Otoño** Fuente: Elaboración propia

AÑO	MAR.		ABR.		MAY.		MEDIA	
2003	3,9	SE	7,2	SSE	5,5	SSE	5,53	SSE
2004	5,7	SE	6,9	SE	6,4	SE	6,33	SE
2005	5,2	SE	4,3	SE	3,8	SE	4,43	SE
2006	6,9	S	5,5	S	4,5	S	5,63	S
2007	7,4	S	7,1	S	7,1	S	7,2	S
2008	6,3	SSE	6	SSE	6,7	SSE	6,33	SSE
2009	6,3	SE	6,6	SE	7,5	SSE	6,8	SE
2010	8	SE	6,5	SE	7,5	SE	7,33	SE
2011	3,6	S	4,4	S	3,1	SE	3,7	S
2012	4,5	SE	4,6	SE	3,7	SSE	4,26	SE
2013	5,4	SE	6,2	SE	5,3	SE	5,63	SE

Velocidad y dirección del viento para meses correspondientes a Otoño

Tabla 7

Fuente: Elaboración propia

Dirección del viento	VELOCIDAD DEL VIENTO km/h				TOTAL
	2 - 5	5 - 9	9 - 12	12 y mas	
SE	18%	37%	-	-	55%
S	9%	18%	-	-	27%
SSE	-	18%	-	-	18%
TOTAL	27%	73%	-	-	100%

Tabla 8

Resumen de la velocidad del viento para Otoño

Fuente: Elaboración propia

1.1.1.4. Invierno

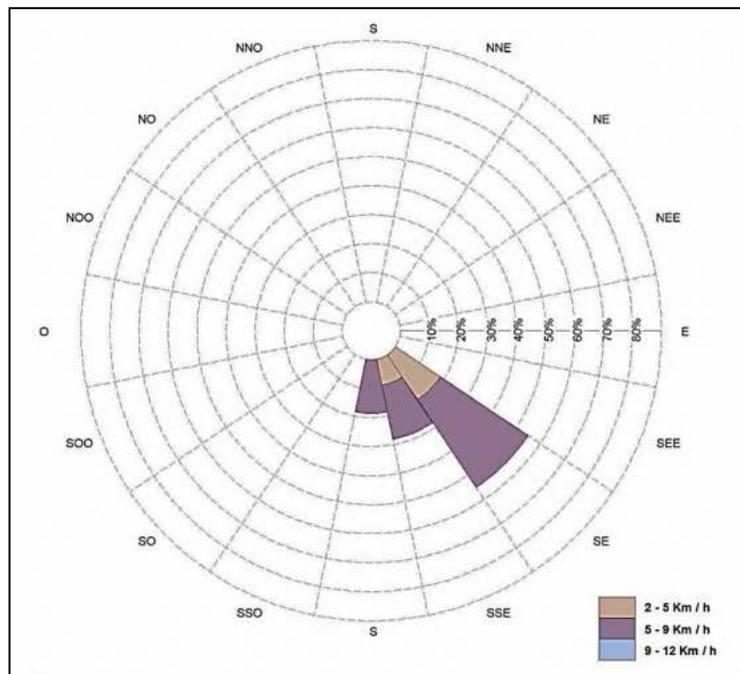


Gráfico 6 **Rosa de los vientos para Invierno** Fuente: Elaboración propia

AÑO	JUN.		JUL.		AGO.		MEDIA	
2003	2,3	SSE	4,2	SSE	8	SE	4,83	SSE
2004	4,4	SE	5,3	SE	6,4	SE	5,36	SE
2005	3	SE	6	SE	6,8	SE	5,26	SE
2006	4,8	S	3,9	S	7,3	SSE	5,33	S
2007	6	SSE	6,2	S	9,5	S	7,23	S
2008	4,4	SSE	6,1	SSE	8,9	SSE	6,46	SSE
2009	4,8	SSE	6,8	SSE	8,3	SE	6,63	SSE
2010	6,2	SE	7,7	SE	8	SE	7,3	SE
2011	4,2	SE	4,3	SE	5,8	SE	4,76	SE
2012	2,7	SE	4,6	SSE		SE	2,43	SE
2013	5	SE	5,4	SE	6,1	SE	5,5	SE

Velocidad y dirección del viento para meses correspondientes a Invierno
Tabla 9 Fuente: Elaboración propia

Dirección del viento	VELOCIDAD DEL VIENTO km/h				TOTAL
	2 - 5	5 - 9	9 - 12	12 y mas	
SE	18%	37%			55%
S		18%			18%
SSE	9%	18%			27%
TOTAL	27%	73%			100%

Tabla 10 **Resumen de la velocidad del viento para Invierno** Fuente: Elaboración propia

1.1.1.5. Anual

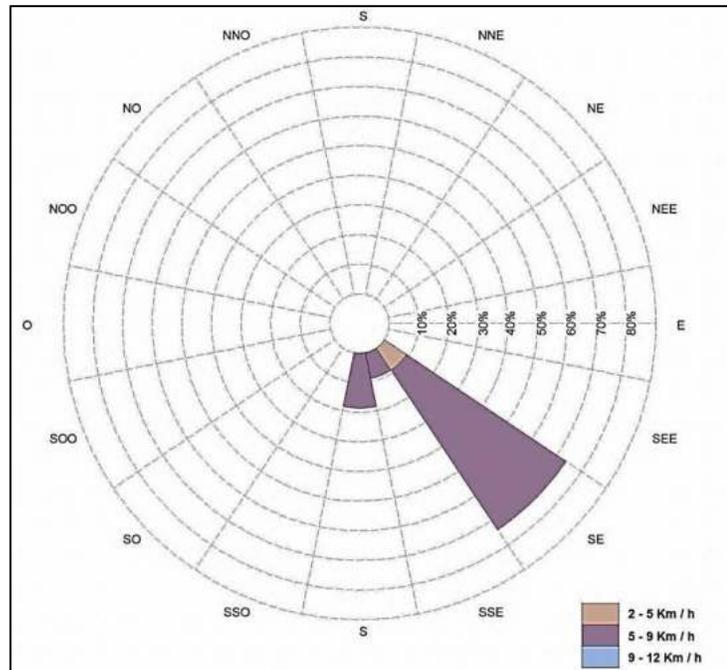


Gráfico 7 **Rosa de los vientos Anual** Fuente: Elaboración propia

AÑO	Primavera		Verano		Otoño		Invierno		Total	
2003	9	SE	7,16	SE	5,53	SSE	4,83	SSE	6,63	SE
2004	8,7	SE	7,2	SE	6,33	SE	5,36	SE	6,89	SE
2005	9,83	SE	6,13	SE	4,43	SE	5,26	SE	6,41	SE
2006	8,5	S	7,2	SSE	5,63	S	5,33	S	6,66	S
2007	8,73	SSE	6,56	S	7,2	S	7,23	S	7,43	S
2008	9,1	SE	5,86	SSE	6,33	SSE	6,46	SSE	6,93	SSE
2009	10,93	SE	6,86	SE	6,8	SE	6,63	SSE	7,80	SE
2010	9,1	SE	7,63	SSE	7,33	SE	7,3	SE	7,84	SE
2011	7,5	SE	4,56	SSE	3,7	S	4,76	SE	5,13	SE
2012	7,03	SE	4,8	SE	4,26	SE	2,43	SE	4,63	SE
2013	8	SE	5,8	SE	5,63	SE	5,5	SE	6,23	SE

Tabla 11 **Velocidad y dirección del viento Anual** Fuente: Elaboración propia

Dirección del viento	VELOCIDAD DEL VIENTO km/h				TOTAL
	2 - 5	5 - 9	9 - 12	12 y mas	
SE	9%	64%	-	-	73%
S	-	18%	-	-	18%
SSE	-	9%	-	-	9%
TOTAL	9%	91%	-	-	100%

Tabla 12 **Resumen de la velocidad del viento Anual** Fuente: Elaboración propia

La desventaja evidente en la ciudad de Tarija, es respecto a los vientos, que en otras ciudades varia su procedencia en las estaciones de verano e invierno, sin embargo, en Tarija, la procedencia es dominante en dirección sur este, por lo que nuestras estrategias para aprovecharlo y evitarlo, deberá ser trabajado desde la escala arquitectónica.

1.2. Temperaturas

Las temperaturas en la ciudad de Tarija son generalmente templadas, con ascensos de temperaturas variables a lo largo del año, y descensos por debajo de los 0°C en los meses correspondientes al invierno, no obstante, las temperaturas extremas llegan a ser apenas un 2% de todo el año.

El análisis de las temperaturas, se realizó a lo largo de treinta años, para tomar en cuenta variaciones importantes del clima, ascensos y descensos importantes, en el siguiente gráfico apreciamos las temperaturas correspondientes a las estaciones del año.

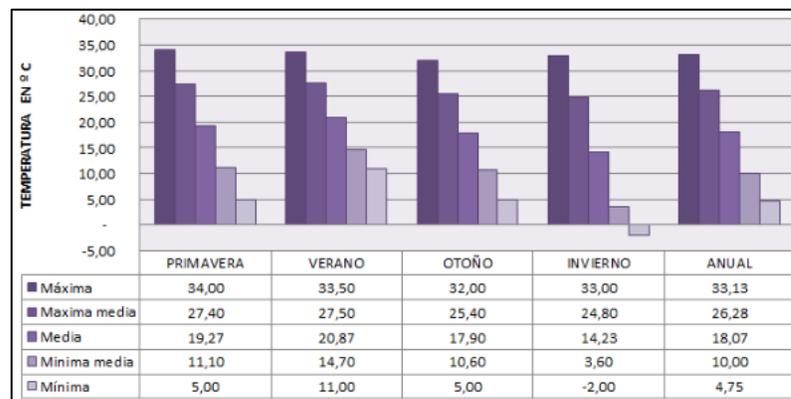


Gráfico 8 **temperaturas medias estacionales** Fuente: Elaboración propia

- La primavera es la estación que mayores temperaturas alcanza alrededor de todo el año, y es la estación en la que se deben tomar en cuenta medidas correctoras, para combatir las temperaturas calurosas, pues las temperaturas máximas extremas sobrepasan a las que presenta el verano, que es la época más calurosa, está claro que las estaciones están cambiando, por lo que es aún más imprescindible, adecuar nuestra ciudad a los diferentes cambios

climáticos que sufrirá nuestra tierra al igual que el resto del planeta. Es necesario tomar en cuenta, que el sol calienta mucho más actualmente, por lo que las horas de sol, en hachadas deben ser controladas.

- En verano las temperaturas llegan a estar cerca del grado de confort térmico, sin embargo, hay que trabajar con las temperaturas más altas, las cuáles afectan a los sectores más expuestos de la ciudad, estos son aquellos ubicados al norte de la misma, donde los vientos y brisas llegan con menor intensidad. Será necesario trabajar, así mismo, con la orientación del sol que es de suma importancia, ya que este condiciona el calentamiento o no de la ciudad.
- En otoño las temperaturas son en su mayoría agradables cerca de las horas del mediodía, pero tenemos mañanas y noches frías, por lo será necesario, buscar la manera más adecuada de conseguir confort en estas horas del día.
- La estación de invierno, presenta un alto grado de temperaturas confortables, sin embargo, por las mañanas y las noches, tenemos bajas temperaturas, por lo que es necesario, controlar los accesos de soleamiento, y buscar la manera de retener calor durante el día, de esta manera, acondicionar pasivamente las viviendas.

1.3. Humedad relativa

Es importante, tomar en cuenta la humedad, ya que podemos utilizarla a nuestro favor, pues esta aumenta o disminuye las temperaturas del ambiente, si sabemos cómo conseguirlo. En el siguiente gráfico podemos apreciar de mejor manera, los porcentajes de humedad en el año.

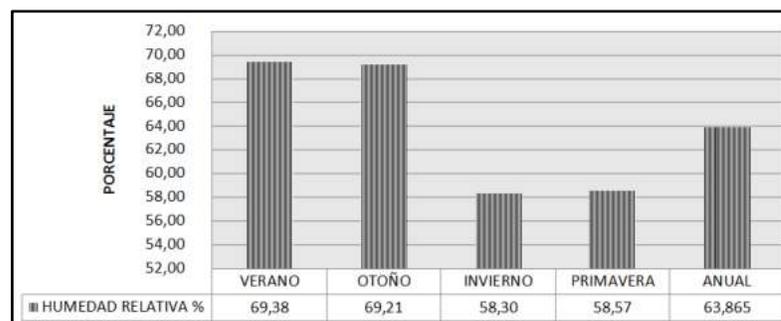


Gráfico 9

Humedad relativa por estación

Fuente: Elaboración propia

En el siguiente gráfico, podemos observar los datos de humedad relativa, datos obtenidos entre los años 2003 al 2013.

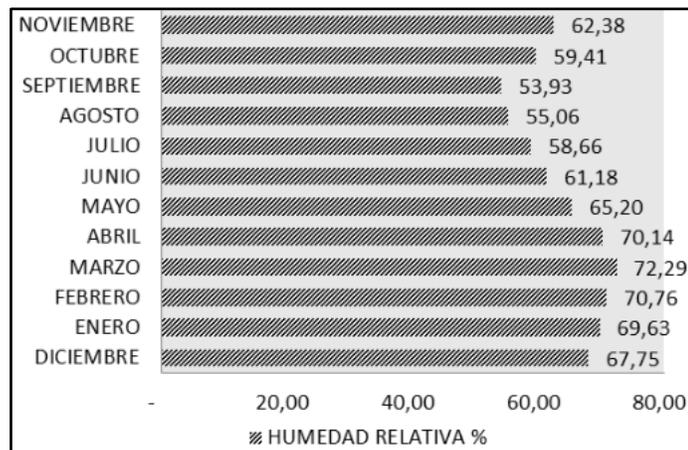


Gráfico 10 Humedad relativa por meses Fuente: Elaboración propia

Es interesante observar, que los meses abril marzo y febrero, son los meses que mayor humedad presentan, a pesar de que las precipitaciones son mayores en verano. Conociendo estos datos, podremos comenzar a pensar en las mejores estrategias para utilizar la humedad del ambiente, para conseguir un mayor confort dentro de cualquier edificación.

El análisis de la humedad en la ciudad de Tarija, es inextenso, debido a que esta influirá de manera mínima en la ciudad, esto en razón a las islas de calor que se presentan en la ciudad, ausencia de vientos en algunos sectores, y vientos fuertes en otros, que hacen la combinación viento – humedad inefectiva para lograr el confort térmico de los espacios públicos, y aunque no existen soluciones maestras, podemos utilizar de forma superficial estos datos, para tener al menos una idea de cuáles son las necesidades que tenemos en nuestra ciudad y tratar de buscar soluciones eficaces a las mismas.

2. Necesidades climáticas de la ciudad de Tarija

Después de la recopilación de datos del clima y un pequeño análisis de los mismos, comenzaremos a graficar las cartas bioclimáticas locales correspondientes a la ciudad de Tarija.

2.1. Elaboración de la carta bioclimática local

La carta bioclimática muestra la relación de las variables más importantes que determinan el confort humano, dando una ubicación dentro de las escalas del confort humano a las temperaturas que podría presentar un asentamiento.

Para el presente estudio estimamos oportuno establecer las condiciones de los hermanos Olgyay, basado en condiciones de humedad y temperatura principalmente y que además aporta medidas correctoras muy directas y que servirán para instaurar las pautas de diseño urbano que se persiguen en la presente investigación.

❖ Condiciones generales para la ejecución de la carta bioclimática:

- ✓ Dado que la adaptación del organismo a su ambiente tiene unas limitaciones claras, el valor límite máximo de temperatura de confort se instituye en 26,7°C, y el mínimo para localidades frías en 21,1°C.²⁰
- ✓ La carta establece un nivel de arropamiento equivalente a 1 clo. La velocidad del aire inferior a 0,2286 m/sg y el nivel de actividad de 1,00 a 1,20 m (estado de una persona parada o sentada).
- ✓ La humedad relativa aceptable estará entre 30% y 60%, disminuyendo la franja de temperatura cuando la humedad supera los 60%, ya que cuando esto sucede, el mecanismo de transferencia de calor por evaporación se torna dificultoso.
- ✓ Las consideraciones del arropamiento se tendrán en cuenta para diferenciar las zonas de confort del invierno, la primavera, el verano y el otoño, de la siguiente manera:
 - Época invierno arropamiento 1,50 clo
 - Época primavera arropamiento 1,00 clo
 - Época verano arropamiento 0,50 clo
 - Época otoño arropamiento 1,00 clo

²⁰ C. Bedoya, J. Neila. Las técnicas de acondicionamiento ambiental

CLO	EQUIVALENCIA EN TIPO DE VESTIMENTA
0	Individuo vestido con pantalón corto liviano
0.5	Pantalones y camisas livianos
1	Pantalón y una camisa con un abrigo ligero
1.25	Pantalón, camisa, chaleco y abrigo.
1.5	Traje de lana, camisa, chaleco, calcetines, abrigo, guantes, gorro y bufanda
2	Traje de lana, camisa, chaleco, calcetines, abrigo, guantes, gorro y bufanda con características térmicas.

Tabla 13 **equivalencia en tipo de vestimenta** Fuente: Urbanismo bioclimático – Esther Higuera

Estas consideraciones establecen las diferencias relativas según las épocas del año, de forma que habrá una zona de confort invernal, otra estival, y otra intermedia para el otoño y la primavera.

Cada zona de confort delimitará cuáles son los requerimientos específicos para el confort en esa estación y las estrategias necesarias desde la planificación urbana para lograr un desarrollo futuro más adecuado con el medio natural y climático del lugar.

Se ha determinado que la temperatura ambiente ideal para el ser humano está entre 23 y 25° en verano y 21 y 23° en invierno; además de la temperatura, el factor humedad en el aire también es importante, deberá de estar rondando entre el 45% y 60% en verano y el 40% y 50% en invierno.

La carta se realiza siguiendo los pasos que se detallan a continuación, teniendo en cuenta los datos de temperatura de la Estación Meteorológica del asentamiento:

1° Establecer de las temperaturas máximas de las medias, de la localidad en el mes de abril y octubre (esto para una carta bioclimática para las estaciones de primavera y otoño), haciendo una ponderación entre los mismos.

Hay que tener en cuenta la consideración de que no puede ser la temperatura inferior a 21,1 °C, si es así se coge éste valor de referencia.

2° Se suman y restan 2,8 °C desde la temperatura máxima de las medias obtenida anteriormente.

Estos dos valores configuran los límites superior e inferior de la zona de confort con 20% de humedad relativa, y para un arropamiento igual a 1 clo.

3° Hasta el 50% de humedad relativa se mantiene constante este valor límite de temperatura seca.

4° Se calcula la temperatura efectiva correspondiente a la temperatura seca, y ésta se mantiene constante desde el 50% al 80% de humedad relativa.

5° Se redondean las esquinas y se obtiene el área de confort para un arropamiento de 1 clo, óptimo para las condiciones de primavera y otoño.

6° Se delimitan las zonas de confort del invierno y del verano. Para ello se tomamos arropamiento del verano el valor de 0,50 clo correspondiente a un pantalón ligero y camisa de manga corta; y como arropamiento del invierno el de 1,50 clo correspondiente a traje de lana, camisa, chaleco, calcetines, abrigo, guantes, gorro y bufanda. Ambas zonas de confort tienen diferentes límites de temperatura seca, debido fundamentalmente al arropamiento según las condiciones climáticas de cada lugar, y a la adaptación metabólica del organismo en las condiciones de invierno y verano. Para tener en cuenta estas consideraciones, se establecen nuevas áreas de confort climático en la carta de Olgyay.

Dado que 1 clo equivale a 7,3 °C:

- Se delimita la zona de confort del verano subiendo el límite de temperatura seca 3,5°C con respecto a la carta bioclimática realizada para 1 clo. ($7,3^{\circ}\text{C}/2$)
- Se delimita la zona de confort del invierno bajando el límite de temperatura seca 3,5°C con respecto a la carta bioclimática realizada para 1 clo. ($7,3^{\circ}\text{C}/2$)
- La diferencia total entre el verano y el invierno es de 1 clo o de 7,3°C en total

7° A partir de las diferentes zonas de confort según las estaciones se establecen los intervalos climáticos de cinco en cinco grados de temperatura seca: Muy frío, frío, fresco, moderado, agradable, caluroso y muy caluroso. Los intervalos estarán distribuidos de la siguiente manera:

a. La zona de confort estará dentro del intervalo AGRADABLE, entre el límite superior e inferior.

b. Intervalos por encima de la zona de confort:

- ✓ Límite superior de intervalo agradable +5 = CALUROSO
- ✓ Límite superior del intervalo caluroso +5 = MUY CALUROSO

c. Intervalos por debajo de la zona de confort:

- ✓ Límite inferior de intervalo agradable – 5 = MODERADO
- ✓ Límite inferior de intervalo moderado – 5 = FRESCO
- ✓ Límite inferior de intervalo fresco – 5 = FRIO
- ✓ Límite inferior de intervalo frío – 5 = MUY FRIO

2.1.1. Carta bioclimática de otoño y primavera

- Para la elaborar esta carta, tomamos como referencia la temperatura de 21°, como soportable para el ser humano, a la que se incluirá el nivel de arropamiento de 1 clo, equivalente a 7°C, y seguimos los pasos de la metodología de elaboración de la carta bioclimática.
- Límites para el área de confort:

Límite superior $21^{\circ} + 3.5^{\circ} = 24.5^{\circ}\text{C}$ (equivalente a 0.5 clo)

Límite inferior $21^{\circ} - 3.5^{\circ} = 17.5^{\circ}\text{C}$ (equivalente a 0.5 clo)

Es necesario recalcar que existen temperaturas superiores a las temperaturas medias, por lo que en la anterior gráfica, se tomaron en cuenta, esto, para obtener de mejor manera las necesidades que se presentan en la ciudad de Tarija a lo largo de las estaciones del año.

Las temperaturas utilizadas para esta gráfica son: Máxima extrema de 34°C, con una máxima media de 27,4°C, una mínima media de 11,10°C y una mínima extrema de 5°C, con una humedad relativa comprendida entre el 50% y el 59% para primavera; y una máxima extrema de 32°C, con una máxima media de 25,20°C, una mínima media de 10,60°C y una mínima extrema de 5°C, con una humedad relativa comprendida entre el 50% y el 59% para otoño.

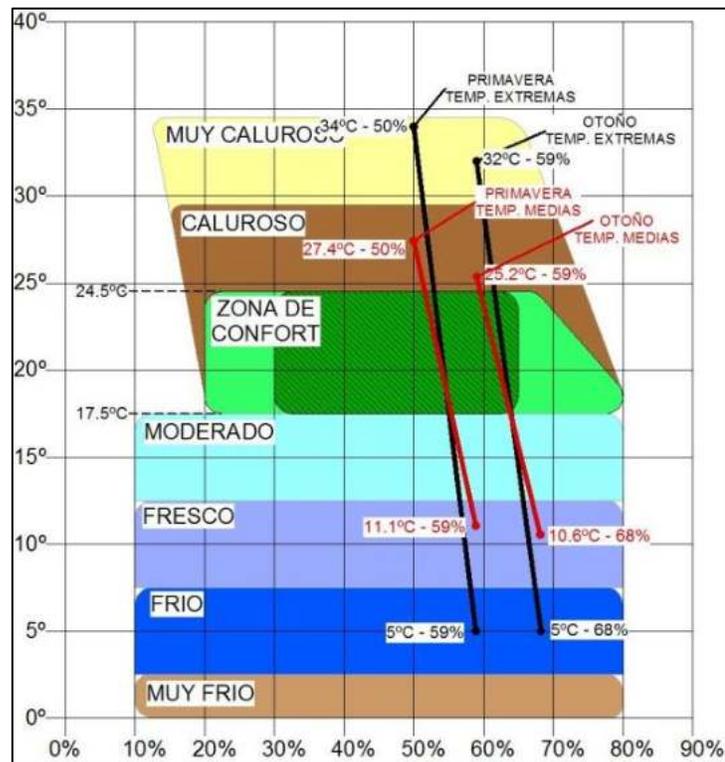


Gráfico 11 Carta bioclimática de otoño y primavera
Fuente: elaboración propia

2.1.2. Carta bioclimática de invierno

- Para la elaboración de esta carta, tomamos como referencia la temperatura de 21°, como soportable para el ser humano, a la que se incluirá el nivel de arropamiento de 1.5 clo equivalente a 10.5°C, y seguimos los pasos de la metodología de elaboración de la carta bioclimática.
- Límites para el área de confort:

Límite superior $21^{\circ} + 3.5^{\circ} = 24.5^{\circ}\text{C}$ (equivalente a 0.5 clo)

Límite inferior $21^{\circ} - 7^{\circ} = 14^{\circ}\text{C}$ (equivalente a 1 clo)

Las temperaturas utilizadas para esta gráfica son: Máxima extrema de 33°C, con una máxima media de 24,8°C, una mínima media de 3,6°C y una mínima extrema de -2°C, con una humedad relativa comprendida entre el 50% y el 55%

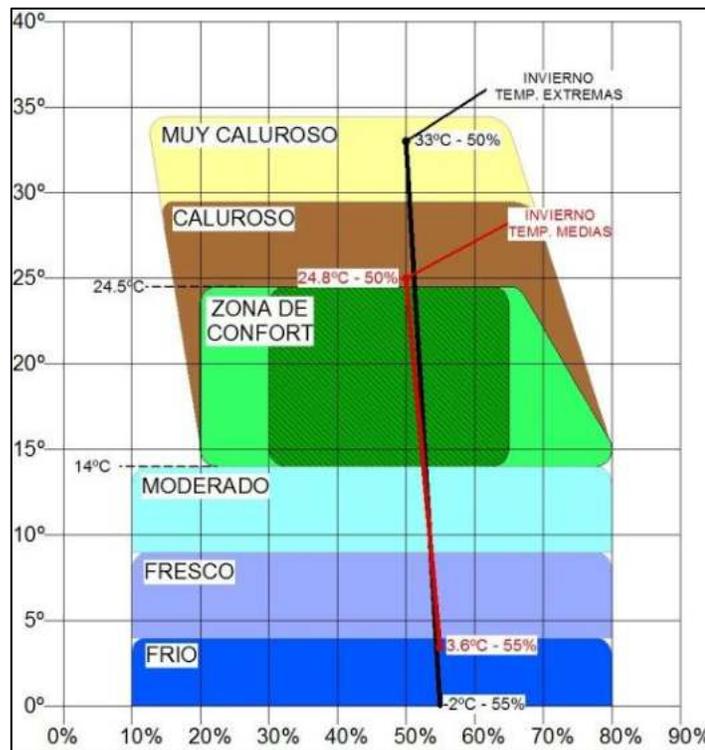


Grafico 12 Carta bioclimática de invierno
Fuente: elaboración propia

2.1.3. Carta bioclimática de verano

- Para la elaboración de esta carta, tomamos como referencia la temperatura de 21°, como soportable para el ser humano, a la que se incluirá el nivel de arropamiento de 0.5 clo equivalente a 3.5°C, y seguimos los pasos de la metodología de elaboración de la carta bioclimática.
- Límites para el área de confort:

Límite superior $21^{\circ} + 7^{\circ} = 28^{\circ}\text{C}$ (equivalente a 1 clo)

Límite inferior $21^{\circ} - 3.5^{\circ} = 17.5^{\circ}\text{C}$ (equivalente a 0.5 clo)

Las temperaturas utilizadas para esta gráfica son: máxima extrema de 33,5°C, con una máxima media de 27,5°C, una mínima media de 14,70°C y una mínima extrema de 11°C, con una humedad relativa comprendida entre el 59% y el 67%.

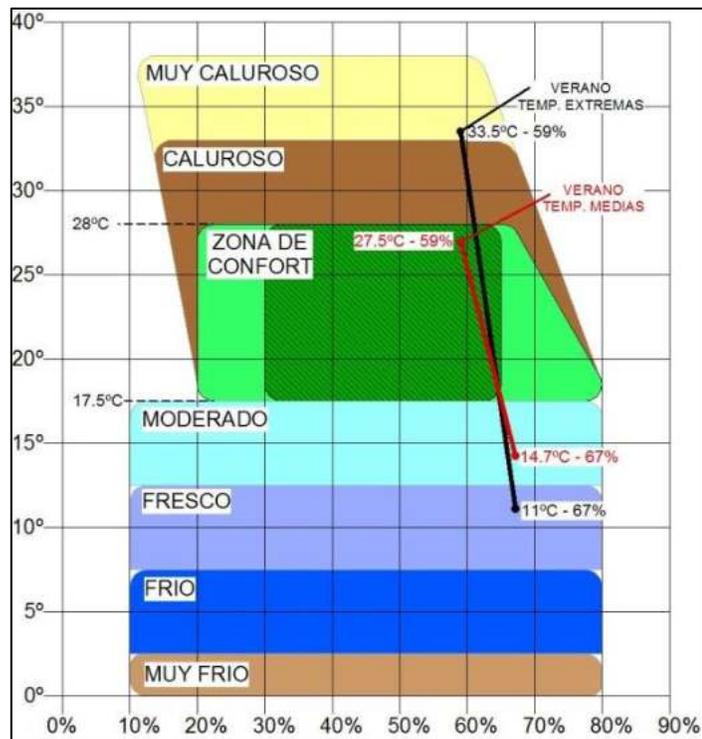


Grafico 13 Carta bioclimática de verano
Fuente: elaboración propia

2.1.4. Carta bioclimática anual

- Para la elaboración de esta carta, tomamos como referencia la temperatura de 21°, como soportable para el ser humano, a la que se incluirá el nivel de arropamiento de 1 clo equivalente a 7°C, y seguimos los pasos de la metodología de elaboración de la carta bioclimática.
- Límites para el área de confort:

Límite superior $21^{\circ} + 7^{\circ} = 28^{\circ}\text{C}$ (equivalente a 1 clo)

Límite inferior $21^{\circ} - 7^{\circ} = 14^{\circ}\text{C}$ (equivalente a 0.5 clo)

En conclusión, la mayor parte de las estaciones, necesita retener calor para las horas en que se presenta temperaturas más bajas, generalmente en las mañanas y en las noches; en verano y primavera, se goza de un buen grado de confort, aunque, al igual que en los meses de temperaturas más bajas, se necesita retener un poco de calor para las horas más frías.

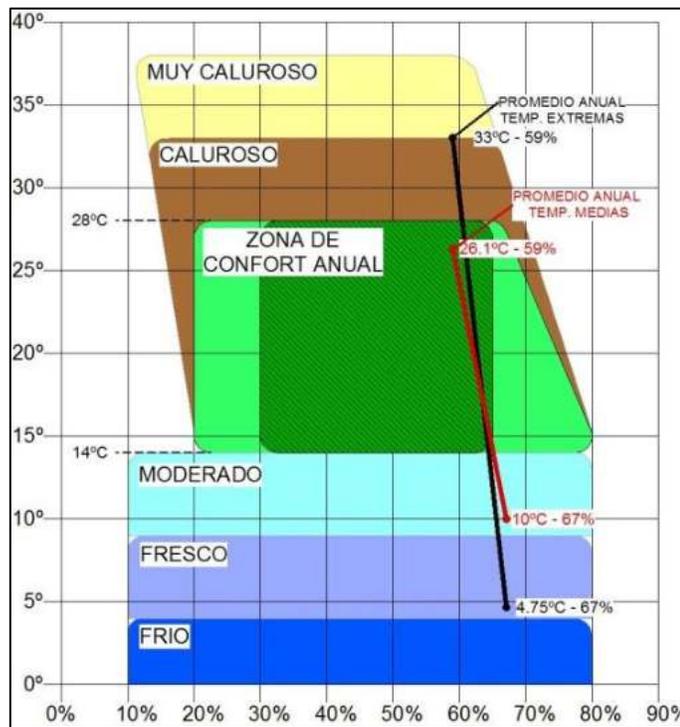


Gráfico 14 Carta bioclimática Anual
Fuente: elaboración propia

2.2. Variaciones de la temperatura por sensación térmica

En el verano el elemento que aumenta la sensación térmica es la humedad. Cuando la humedad es elevada, el valor de la sensación térmica es superior al de la temperatura del aire. En este caso la sensación térmica refleja la dificultad que el organismo encuentra para disipar el calor producido por el metabolismo interno y nos sentimos incómodos.

Si en el verano la humedad es baja, la sensación térmica es menor que la temperatura real del aire. En este caso notamos una sensación de bienestar, porque la piel se enfría más debido a una mayor evaporación de la transpiración. Cuando la temperatura del aire es menor que 32°C (temperatura de la piel), el viento disminuye la sensación térmica. En cambio si la temperatura supera los 32°C la aumenta. Por otro lado, el viento se toma en cuenta en una velocidad de 0.2286 m/s para la redacción de las cartas bioclimáticas, que según la escala de Bouffort, corresponde a un estado de calma, sin embargo este dato no es real, pues cada región presenta diferentes velocidades en el viento en distintas épocas del año, ocasionando efectos de

enfriamiento en las personas, lo que llega a ser favorable en algunas estaciones y desfavorable en otras. Por esto es necesario hacer correcciones en las cartas bioclimáticas, complementando las mismas con un estudio de régimen de vientos y el porcentaje de humedad en el aire.

2.2.1. Tabla para calcular la sensación térmica por efecto de la humedad

A diferencia de las modificaciones que se produce por efecto del viento, la humedad varía sus modificaciones, ya que en temperaturas mayores a los 20 grados, la temperatura se ve incrementada, pero en temperaturas menores a los 20 grados, las temperaturas tienden a bajar, esto lo podremos apreciar en las tablas anexas.

para poder hacer una corrección de temperaturas por sensación térmica, escogemos la fila de la tabla correspondiente al valor de la temperatura del aire (columna de la izquierda) y se va hasta el cruce con la columna de la humedad relativa (fila de arriba). En el punto de cruce de las dos tomamos ese valor.

Ejemplo: aire a 25° y humedad relativa 80%. Leemos 27, ubicado en la segunda tabla.

TEMP. (°C)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	-1	-1	-2	-3
2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	0	0	-1	-1	-2
3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	1	1	0	0	-1
4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	2	2	2	2	0
5	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	3	2	2	1	1
6	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	4	4	3	3	2
7	8	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6	5	5	4	4	3
8	9	9	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7	7	6	6	5	5	4
9	10	10	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	8	8	7	7	6	6	5
10	11	11	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9	9	8	8	7	7	6
11	12	12	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	10	10	9	9	8	8	7
12	13	13	13	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	11	11	10	10	9	9	8
13	14	14	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	12	12	11	11	10	10	9
14	15	15	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	13	13	12	12	11	11	10
15	16	16	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	14	14	13	13	12	12	11
16	17	17	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	15	15	14	14	13	13	12
17	18	18	18	17	17	17	17	17	16	15	14	14	13	13	17	16	15	15	14	14	13
18	19	19	19	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	17	17	16	16	15	15	14
19	20	20	20	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	18	18	17	17	16	16	15

Tabla 14

Temperaturas por corrección de humedad menor a 20°

Fuente: windsurfers.com.ar

TEMP. (° C)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
20	16	16	17	17	17	18	18	19	19	19	19	19	20	20	20	21	21	21	21	21	21
21	18	18	18	19	19	19	19	19	20	20	20	20	21	21	21	22	22	22	22	22	22
22	19	19	19	20	20	20	20	20	21	21	21	21	22	22	22	22	23	23	23	23	24
23	20	20	20	20	21	21	22	22	22	23	23	23	23	24	24	24	24	24	24	25	25
24	21	21	22	22	22	22	23	23	23	24	24	24	24	25	25	25	25	26	26	26	26
25	22	23	23	23	24	24	24	24	24	24	25	25	25	26	26	26	27	27	27	28	28
26	24	24	24	24	25	25	25	26	26	26	26	27	27	27	27	28	28	29	29	29	30
27	25	25	25	25	26	26	26	27	27	27	27	28	28	29	29	30	30	31	31	31	33
28	26	26	26	26	27	27	27	28	28	28	29	29	29	30	31	32	32	33	34	34	36
29	26	26	27	27	27	28	29	29	29	29	30	30	31	33	33	34	35	35	37	38	40
30	27	27	28	28	28	28	29	29	30	30	31	32	33	34	35	36	37	39	40	41	45
31	28	28	29	29	29	29	30	31	31	31	33	34	35	36	37	39	40	41	45	45	50
32	29	29	29	29	30	31	31	33	33	34	35	35	37	39	40	42	44	45	51	51	55
33	29	29	30	30	31	33	33	34	34	35	36	38	39	42	43	45	49	49	53	54	55
34	30	30	31	31	32	34	34	35	36	37	38	41	42	44	47	48	50	52	55	55	56
35	31	32	32	32	33	35	35	37	37	40	40	44	45	47	51	52	55	53	56	56	57
36	32	33	33	34	35	36	37	39	39	42	43	46	49	50	54	55	56	54	57	57	58
37	32	33	34	35	36	38	38	41	41	44	46	49	51	55	55	56	57	56	58	58	59
38	33	34	35	36	37	39	40	43	44	47	49	51	55	56	57	57	59	57	59	59	60
39	34	35	36	37	38	41	41	44	46	50	50	55	56	57	58	58	60	58	60	61	61
40	35	36	37	39	40	43	43	47	49	53	55	56	57	58	59	59	61	59	61	62	62

Tabla 15

Temperaturas por corrección de humedad superior a 20°

Fuente: windsurfers.com.ar

2.2.2. Tabla para calcular la sensación térmica por efecto del viento

Una vez obtenido el valor de la temperatura de la sensación térmica, se calcula el posible incremento por los efectos de la velocidad del viento. Si ese día sopla mucho viento (50 km/h) tenemos menos sensación térmica. En la siguiente tabla entramos por la izquierda, en 27 °C, llegamos a la columna de 50 km/h. Ahí podemos ver que este efecto va a rebajar 3 grados la sensación térmica, quedando finalmente en 24 °C.

Velocidad en km / h	Efecto en los usuarios	Efecto de enfriamiento					
		1 – 7 grados	7 – 15 grados	15 – 20 grados	20 – 25 grados	25 – 30 grados	30 – 32 grados
0 – 0,5	Sensación de sofocación	0	0	0	0	0	0
0,5 – 1,5	Movimiento imperceptible	0.9	0.8	0.6	0.5	0.4	0.2
1,5 – 3	Fresco en temperaturas altas e incómodo a bajas temperaturas	1	1	0.9	0.7	0.6	0.4
3 – 5	Nivel máximo de confort nocturno	1.2	1.1	1	0.9	0.7	0.5
5 – 7	Límite máximo para actividades en el interior	1.8	1.5	1.3	1.1	1	0.8
7 – 10	Aceptable solo en condiciones muy cálidas	2.2	2	1.9	1.7	1.5	1

Tabla 16

Velocidades del viento y su efecto en las temperaturas

fuente: Viento y arquitectura G. Z. Brown

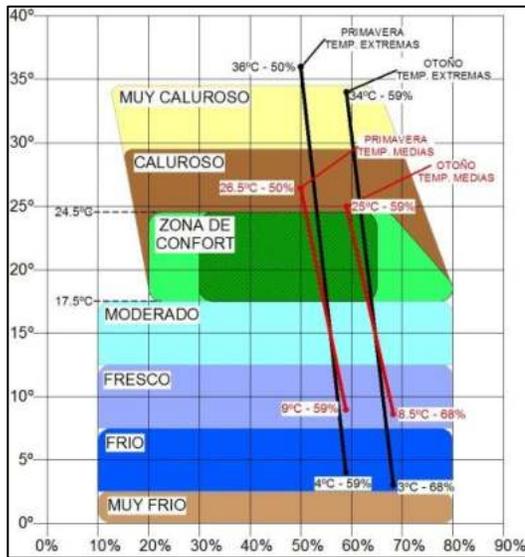
2.3. Corrección de la carta bioclimática por efecto del viento y la humedad

De las tablas: Temperaturas por corrección de humedad menor a 20°, temperaturas por corrección de humedad superior a 20° y velocidades del viento y su efecto en las temperaturas; podemos hacer las correcciones de temperaturas por sensación térmica. Una vez hechas las correcciones en la temperatura, podemos ordenarlas en la siguiente tabla:

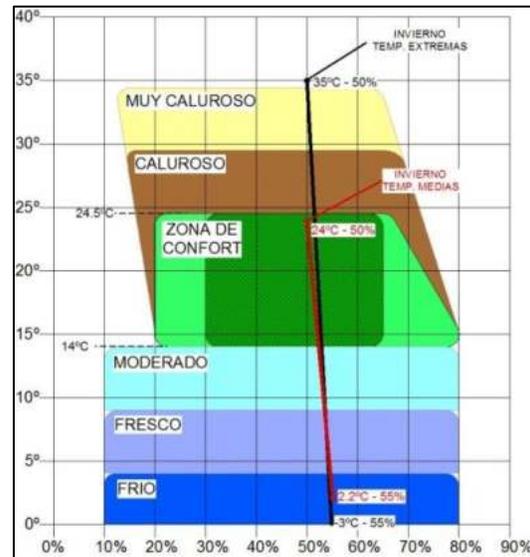
ESTACIÓN	TEMPERATURA MÁXIMA	TEMPERATURA MÍNIMA
Primavera	36	4
Otoño	34	3
Verano	34	9
Invierno	35	-3
Anual	34.8	4.5

Tabla 17 Corrección de temperaturas por efecto de la humedad y el viento Fuente: Elaboración propia

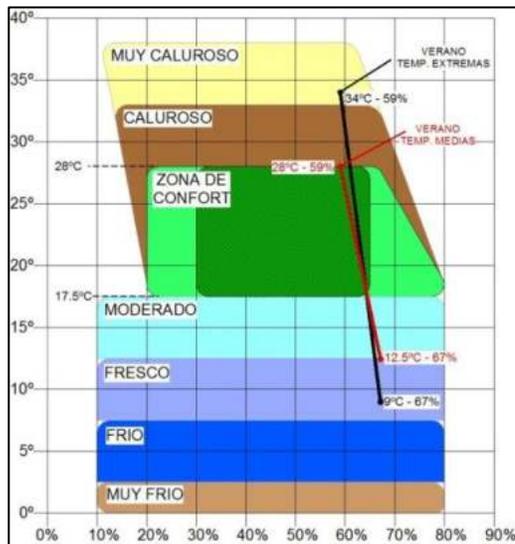
Las temperaturas resultantes deben ser ubicadas en las cartas bioclimáticas correspondientes a cada estación estableciendo el intervalo en el que se encuentran indicadas posteriormente las necesidades climáticas correspondientes, estas llegan a ser las cartas bioclimáticas con las que se va a trabajar, y el siguiente paso será el procesos de cuantificación de las necesidades resultantes de la elaboración de estas cartas. A continuación, aplicaremos las medidas correctoras para las cartas bioclimáticas de las 4 estaciones:



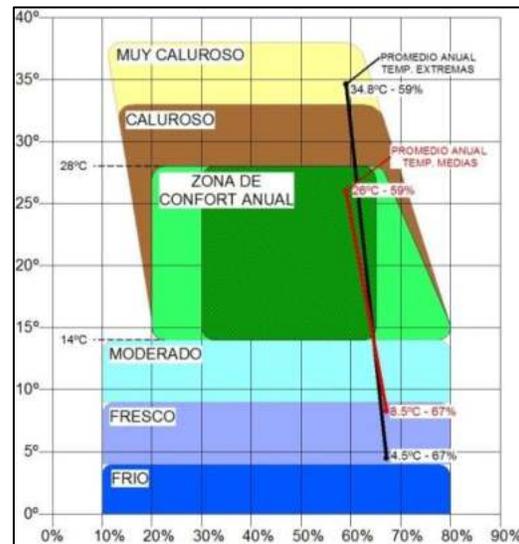
Carta bioclimática con correcciones para primavera y otoño
Grafico 15 Fuente: elaboración propia



Carta bioclimática con correcciones para invierno
Grafico 16 Fuente: elaboración propia



Carta bioclimática con correcciones para verano
Grafico 17 Fuente: elaboración propia



Carta bioclimática anual con correcciones
Grafico 18 Fuente: elaboración propia

3. Proceso de cuantificación

Para obtener las necesidades climáticas adecuadamente es necesario hacer un análisis exhaustivo de las temperaturas, este análisis debe corresponder a treinta años. Cuando no se cuente con los datos de este tiempo, se puede reducir a diez, y en caso solo se tengan datos de cinco años y menos, se podrá hacer uso de las gráficas horarias, las cuáles fueron analizadas en un anexo.

Para porcentual las temperaturas, debemos seguir los siguientes pasos:

1. Obtener todos los datos de las temperaturas de 30 años consecutivos, estos deben estar detallados por días.
2. Resumir los datos en estaciones, determinando cuantos días en cada estación corresponden a cada una de las necesidades halladas en las cartas bioclimáticas.
3. Porcentuar datos, de manera que encontremos las necesidades en porcentajes de cada estación, y así mismo, el porcentaje anual de necesidades.

Las tablas del estudio pormenorizado del clima, se puede observar en el anexo.

Siguiendo los pasos para porcentuar correctamente las necesidades climáticas, obtenemos la siguiente tabla:

Estación	Rango	%	Necesidades
Primavera	Muy caluroso	2.5	Necesidad de protecciones solares y ventilación
	Caluroso	29	Protección solar
	Confortable	35.5	Ninguna
	Moderado	13	Mínima radiación solar
	Fresco	15.5	Radiación solar
	Frio	4.5	Radiación solar y acumulación de energía
Otoño	Muy caluroso	1.4	Necesidad de protecciones solares y ventilación
	Caluroso	25	Protección solar
	Confortable	40.4	Ninguna
	Moderado	12.7	Mínima radiación solar
	Fresco	12.5	Radiación solar
	Frio	8	Radiación solar y acumulación de energía
Invierno	Muy caluroso	1.4	Necesidad de protecciones solares y ventilación
	Caluroso	17	Protección solar
	Confortable	34.4	Ninguna
	Moderado	15.9	Mínima radiación solar
	Fresco	15.1	Radiación solar
	Frio	13.7	Radiación solar y acumulación de energía
	Muy frio	2.5	Radiación solar y acumulación de energía
Verano	Muy caluroso	0.3	Necesidad de protecciones solares y ventilación
	Caluroso	5.6	Protección solar
	Confortable	60.8	Ninguna
	Moderado	32.6	Mínima radiación solar
	Fresco	0.7	Radiación solar

Anual	Muy caluroso	1.4	Necesidad de protecciones solares y ventilación
	Caluroso	19.15	Protección solar
	Confortable	42.77	Ninguna
	Moderado	18.55	Mínima radiación solar
	Fresco	10.95	Radiación solar
	Frio	6.55	Radiación solar y acumulación de energía
	Muy frio	0.62	Radiación solar y acumulación de energía

Tabla 18 Medidas correctoras según las necesidades del asentamiento Fuente: elaboración propia

La elaboración de la **carta bioclimática**, es la base para poder saber pormenorizadamente las necesidades del asentamiento. Los intervalos climáticos que se proponen vienen determinados por la situación de la zona de confort, de invierno, primavera, verano y otoño, las cuales consideran el arropamiento y la adaptación metabólica del ser humano a cada estación.

Para cada necesidad existen unas estrategias generales de actuación, detalladas en las pautas bioclimáticas generales de este estudio.

4. Conclusiones

El análisis del clima de la ciudad de Tarija, nos muestra un panorama de clima templado, donde las temperaturas extremas no sobrepasan el 5% anual, sin embargo, sabemos que el clima es impredecible, y por ello es que en este estudio se ha tomado en cuenta las temperaturas extremas, para poder saber puntualmente cuales son las necesidades climáticas de la ciudad, las necesidades aquí encontradas serán nuestros parámetros principales.

En el siguiente capítulo, haremos un análisis de la geometría solar en la ciudad de Tarija y las sombras que se producen por la misma. Este análisis es necesario, debido a que las condiciones mejoran o empeoran de acuerdo al soleamiento percibido, ya que este es el encargado de calentar las edificaciones en caso de ser recibido adecuadamente o enfriarla en caso de evitarlo.

CAPÍTULO IV

**GEOMETRÍA SOLAR DE LA CIUDAD DE
TARIJA Y SU INFLUENCIA EN LOS
ESPACIOS PÚBLICOS**

El diseño de los espacios exteriores puede favorecer o impedir la entrada sol en los mismos. Para conocer el efecto de las obstrucciones en el espacio exterior es necesario hacer un estudio de las sombras que proyectan las edificaciones circundantes sobre ese espacio. Esta evaluación se puede realizar mediante diversos métodos manuales o informatizados. En este caso, haremos el uso de las cartas solares que representan el recorrido del sol en una determinada latitud y longitud.

Mediante ellas podemos conocer tanto en urbanismo como en arquitectura, las sombras arrojadas de un edificio sobre otro y sobre el espacio urbano en cualquier momento del día y del año, sirven para realizar obstrucciones urbanas, estudios pormenorizados de soleamiento y enmarques de ventanas. Las cartas solares, se clasifican según el sistema de proyección de la trayectoria solar resultando: cartas de proyección estereográfica y cilíndrica.

1. Carta solar estereográfica

La carta solar, es un instrumento muy importante, tanto para el urbanismo, como para la arquitectura; en ella podemos observar el recorrido del sol durante todo el año. La ubicación del sol, aparece como si esta estuviese visto en planta, la intersección de las líneas, nos muestran la ubicación del sol en el cielo a cada hora durante cada mes del año; para obtener datos de ella, debemos encontrar los azimut correspondientes a cada intersección de líneas; combinada con la carta solar cilíndrica, podremos tener una ubicación más exacta del astro solar, y realizar proyecciones con las mismas.

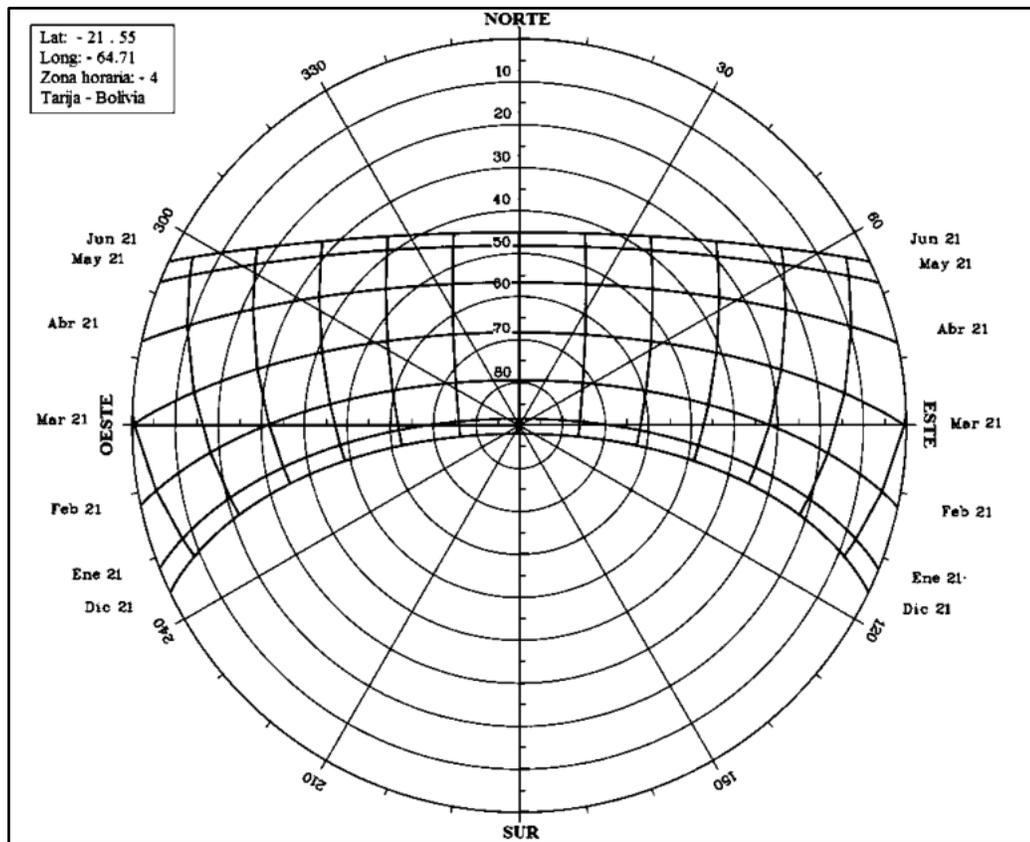


Gráfico 19

Carta solar estereográfica latitud y longitud Tarija

Fuente: Programa SOLAR CHART

La siguiente tabla, nos muestra los datos de azimut, correspondiente a las cuatro estaciones, datos útiles al momento de encontrar la ubicación del sol con respecto a la latitud y longitud de la ciudad de Tarija.

Horas	Azimut Solsticio de Invierno	Azimut Equinoccios Primavera y Otoño	Azimut solsticio de Verano
6 am	-	-	111,88
7 am	62,67	84,05	107,56
8 am	55,86	77,73	103,98
9 am	46,86	69,56	101,37
10 am	34,72	57,02	99,59
11 am	18,67	35,63	100,56
12 pm	0	0	0
13 pm	- 18,67	-35,63	- 100,56
14 pm	- 34,72	- 57,02	-99,59
15 pm	- 46,86	- 69,56	- 101,37
16 pm	- 55,86	- 77,73	- 103,98
17 pm	- 62,72	- 84,05	- 107,56
18 pm	-	-	- 111,88

Tabla 19

Azimut solar para la ciudad de Tarija

Fuente: Elaboración propia

La carta estereográfica también representa el recorrido del sol en la bóveda celeste, esta vez en un sistema de coordenadas esféricas. En urbanismo bioclimático se utiliza principalmente para el cálculo de los parasoles y protecciones de huecos en las distintas orientaciones.

2. Carta solar cilíndrica

La carta solar cilíndrica representa el recorrido del sol.

Cada curva es el recorrido del sol sobre el horizonte, desde que amanece (orto) hasta que anochece (ocaso), con el cenit a las 12 horas solares. La curva cuyo recorrido es más pequeño corresponde al mes de solsticio de invierno. Y la máxima a la del mes de solsticio de verano. Las curvas intermedias son los recorridos mensuales.

La utilidad de la carta es grande en urbanismo. Sirve para el cálculo de obstrucciones urbanas, el soleamiento de los espacios urbanos y la viabilidad de colocación de paneles solares en una situación urbana.²¹

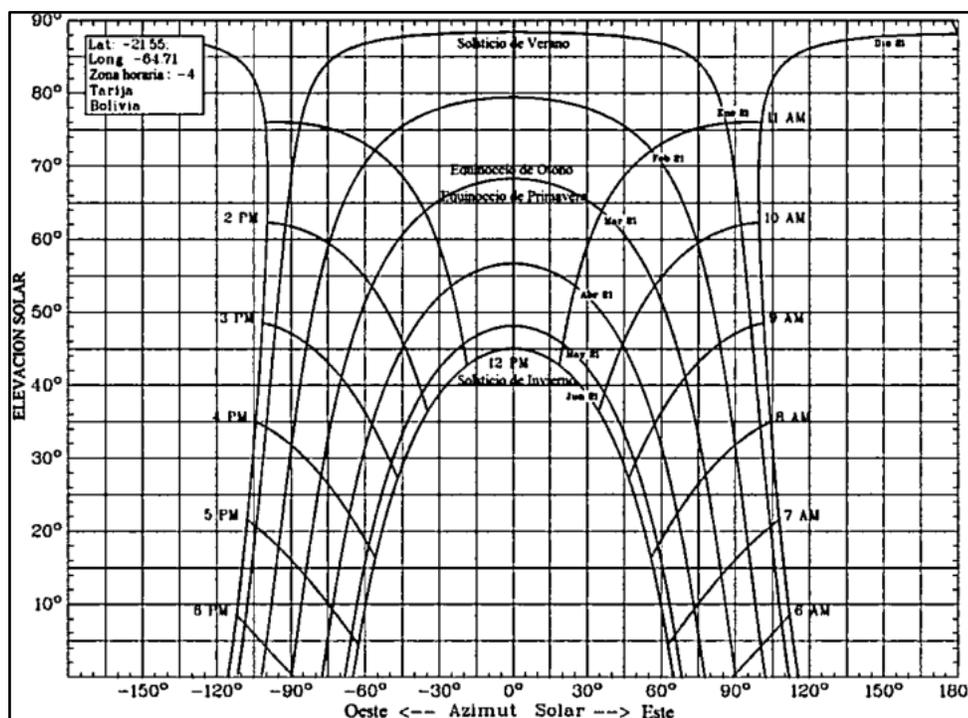


Gráfico 20 Carta solar cilíndrica latitud y longitud Tarija Fuente: Programa SOLAR CHART

²¹ ARMANDO, VICTOR *Geometría solar* editorial Nueva Visión 1977

El recorrido del sol, es uno de los factores más importantes a la hora de diseñar la ciudad, tanto como las viviendas, por este motivo, es que se analizó el recorrido del mismo a cabalidad. La siguiente tabla, nos indica los ángulos del sol con respecto a la ciudad de Tarija:

Horas	Altura solar Solsticio de Invierno	Altura solar Equinoccios Primavera y Otoño	Altura solar Solsticio de Verano
6 am	-	-	8°
7 am	4,5 °	14°	21,20°
8 am	16,70°	27,8°	35°
9 am	27,80°	41°	48°
10 am	36,40°	53,5°	62°
11 am	43,10°	63,6°	76,1°
12 pm	45°	68°	88,10°
13 pm	43,10°	63,6°	76,1°
14 pm	36,40°	53,5°	62°
15 pm	27,80°	41°	48°
16 pm	16,70°	27,8°	35°
17 pm	4,5 °	14°	21,20°
18 pm	-	-	8°

Tabla 20

altura solar para la ciudad de Tarija

Fuente: Elaboración propia

Gracias a la carta cilíndrica, podemos encontrar el ángulo de proyección de los rayos del sol con respecto a la latitud y longitud correspondientes a la ciudad de Tarija, uniendo los datos de la carta solar cilíndrica y los de la carta solar polar, podremos saber de dónde provienen los rayos del sol a una determinada hora del día, y así trabajar con las sombras proyectadas, que nos darán a conocer las orientaciones favorables de manzanos y parcelas, además de alturas de edificación y retiros, tanto frontales, como laterales.

3. Altura máxima de volúmenes construidos de acuerdo a las sombras arrojadas

Haciendo uso de estas cartas, establecemos a continuación la altura óptima de los volúmenes edificados de acuerdo a las sombras que proyectan sobre el espacio público y privado.

3.1. Orientación de calles: NORTE SUR

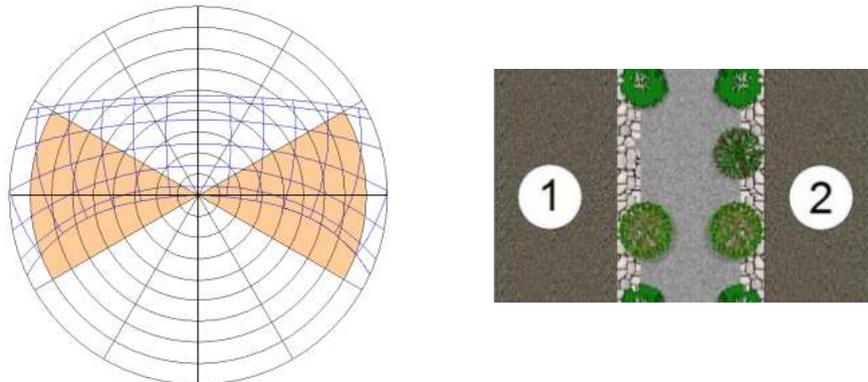


Figura 25 Carta solar y ubicación de las fachadas estudiadas Fuente: Elaboración Propia

Horas óptimas de sol: 3 en cada fachada, 2 en las condiciones más desfavorables.

Horas por la mañana: 9 am a 12 pm fachada oeste= fachada 1

Horas por las tarde: 12 pm a 15 pm fachada este= fachada 2

Ángulo máximo de obstrucción 27.80°.

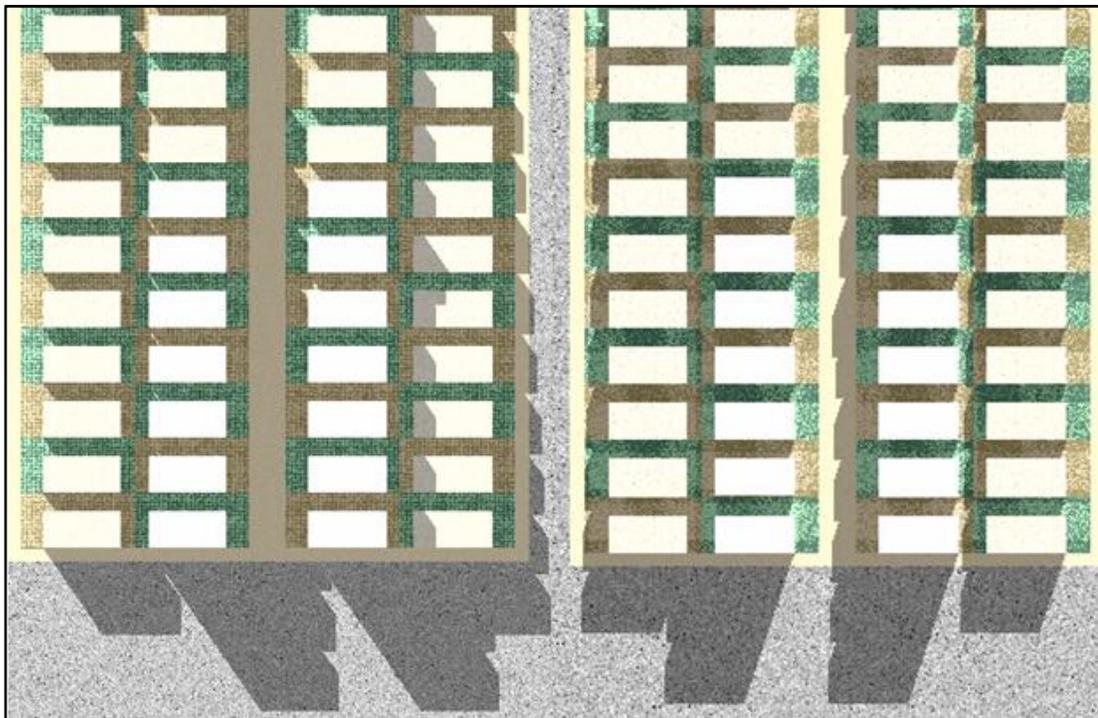


Figura 26

estudio de soleamiento en volúmenes

Fuente: Elaboración Propia

Altura de edificación por ancho de vía, se consideran vías de 6 metros como mínimo y 50 metros como máximo, las medidas de vía no contemplados en esta tabla, se pueden obtener por interpolación de medidas.

Ancho de vía en metros	Altura de edificación sobre rasante	Altura de edificación a 3 metros de la rasante	Altura de edificación a 5 metros de la rasante
6	4	7	8
7	5	7	9
8	6	8	10
9	6	9	10
10	7	9	11
11	8	10	12
12	9	11	13
13	9	11	13
14	10	13	14
15	11	13	15
16	12	14	15
17	12	15	16
18	13	15	17
19	14	16	17
20	15	17	18
21	15	17	19
22	16	19	20
23	17	19	20
24	18	20	21
30	22	24	26
50	36	38	40

Tabla 21 **Altura de edificación recomendable para edificios sobre calles de orientación Norte Sur**
Fuente: Elaboración propia

3.2. Orientación de calles: ESTE OESTE

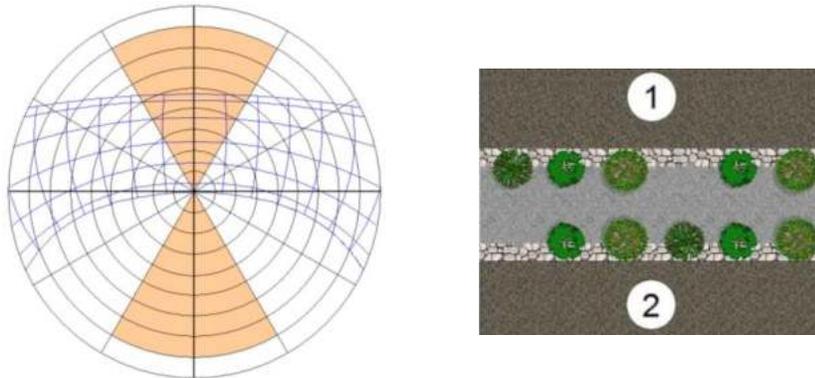


Figura 27 Carta solar y ubicación de las fachadas estudiadas Fuente: Elaboración Propia

Horas óptimas de sol: 4 en fachada principal norte y 4 horas optimas de sol en fachada vividera sur.

Horas totales de sol: Desde las 10 am hasta las 14 pm

Es necesario aclarar que las edificaciones que tengan su fachada principal dirigida hacia el sur, presenten un fondo de parcela necesario de 5 metros para que la luz del sol pueda llegar a la edificación en invierno. Las edificaciones con fachada norte deben permitir un retiro de 3 metros como mínimo para que se posibilite el soleamiento a las viviendas con orientación de la fachada desfavorable hacia el sur.

Ángulo máximo de obstrucción: 36.40°.

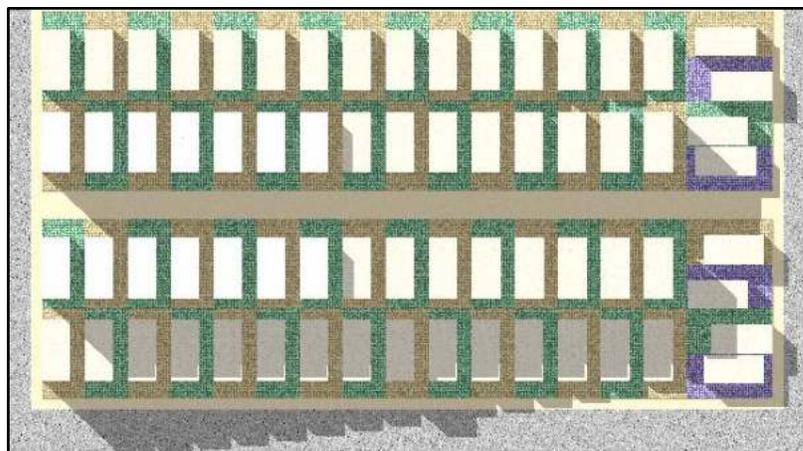


Figura 28 estudio de soleamiento en volúmenes Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se hace un compendio de alturas de edificación por el ancho de vía, las fachadas principales hacia el norte permiten alturas bastante bajas, para que las fachadas hacia el sur no presenten problemas en el soleamiento de invierno, a continuación tenemos la tabla adjunta.

Ancho de vía en metros	1. Altura de edificación fachada Sur			2. Altura de edificación en fachada norte
	Altura de edificación sobre rasante	Altura de edificación a 3 metros de la rasante	Altura de edificación a 5 metros de la rasante	No se consideran retiros
6	6	8	10	8
7	7	9	11	8
8	8	10	12	8
9	9	11	13	8
10	9	12	14	8
11	11	10	13	8
12	12	11	14	8
13	13	12	14	8
14	14	13	15	8
15	14	16	18	8
16	15	17	19	8
17	16	18	20	8
18	17	19	21	8
19	17	20	22	8
20	18	21	23	8
21	19	22	24	7
22	20	23	25	7
23	21	24	25	7
24	22	24	26	7
30	27	30	32	7
50	46	48	50	7

Tabla 22 **Altura de edificación recomendable para edificios sobre calles de orientación Este Oeste**
Fuente: Elaboración propia

3.3. Orientación de calles: NOROESTE SURESTE

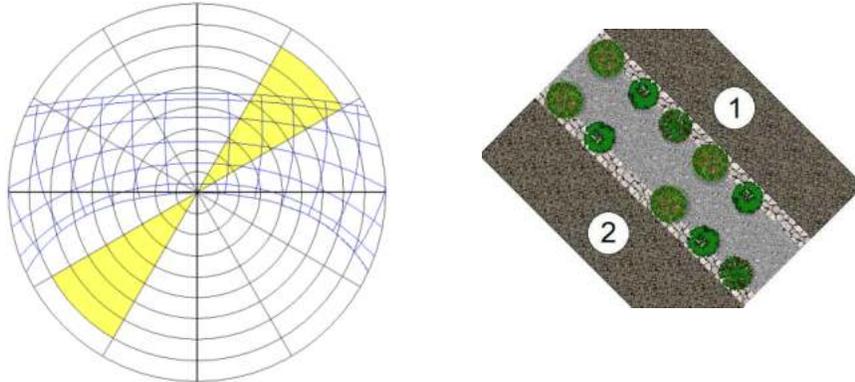


Figura 29 Carta solar y ubicación de las fachadas estudiadas Fuente: Elaboración Propia

Horas óptimas de sol: 3 horas en fachada principal noreste y 2 horas óptimas de sol en fachada principal suroeste, hasta tres en condiciones favorables.

Horas totales de sol: Desde las 10 am hasta las 13 pm – fachada principal noreste

Horas totales de sol: Desde las 14 pm hasta las 16 pm – fachada principal suroeste

Ángulo máximo de obstrucción: 36.40° .

Ángulo mínimo de obstrucción: 16.70° .

Las edificaciones con fachada principal suroeste son las más desfavorables en invierno, sin embargo, este tipo de orientación, es la que posibilita edificaciones en altura de hasta 56 metros.

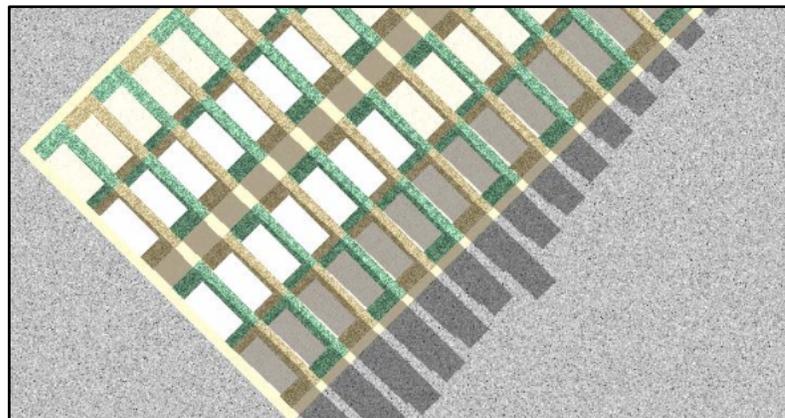


Figura 30 estudio de soleamiento en volúmenes Fuente: Elaboración Propia

Si las edificaciones permiten 3 metros de fondo de parcela obligatorio, se podrá añadir una hora de soleamiento efectivo para las fachadas vivideras de las viviendas con fachada principal suroeste, desde las 14pm hasta las 15pm.

En la siguiente tabla se hace un compendio de alturas de edificación por el ancho de vía, las fachadas principales noreste permiten alturas bastante elevadas, y las fachadas principales sureste alturas moderadas, a continuación tenemos la tabla adjunta.

Ancho de vía en metros	1. Altura de edificación fachada noreste			2. Altura de edificación en fachada suroeste
	Altura de edificación sobre rasante	Altura de edificación a 3 metros de la rasante	Altura de edificación a 5 metros de la rasante	No se consideran retiros
6	5	7	8	23
7	5	8	9	24
8	6	8	10	25
9	7	9	11	26
10	8	10	11	26
11	8	11	12	27
12	9	11	13	28
13	10	12	14	29
14	11	13	14	29
15	12	14	15	30
16	12	14	16	31
17	13	15	17	32
18	14	16	17	32
19	14	17	18	33
20	15	17	19	34
21	16	18	20	35
22	17	19	20	35
23	17	20	21	36
24	18	20	22	37
30	23	25	27	42
50	38	40	41	56

Tabla 23 **Altura de edificación recomendable para edificios sobre calles de orientación Noroeste Sureste**
Fuente: Elaboración propia

3.4. Orientación de calles: SUROESTE NORESTE

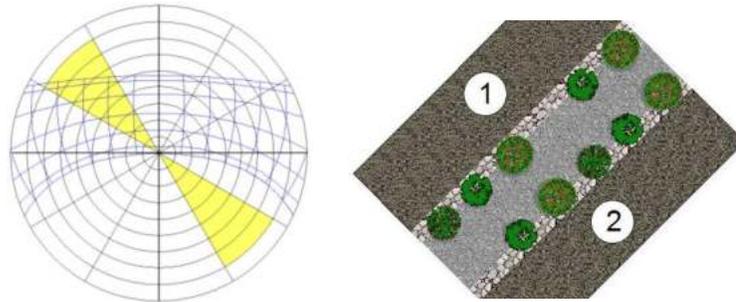


Figura 31 Carta solar y ubicación de las fachadas estudiadas Fuente: Elaboración Propia

Horas óptimas de sol: 3 horas en fachada principal noroeste y 2 horas óptimas de sol en fachada principal sureste, hasta tres en condiciones favorables.

Horas totales de sol: Desde las 8am hasta las 10am – fachada principal sureste.

Horas totales de sol: Desde las 11am hasta las 14pm – fachada principal noroeste.

Ángulo máximo de obstrucción: 36.40°.

Ángulo mínimo de obstrucción: 16.70°.

Las edificaciones con fachada principal sureste son las más desfavorables en invierno, sin embargo, este tipo de orientación, es la que permite edificaciones en altura de hasta 56 metros.

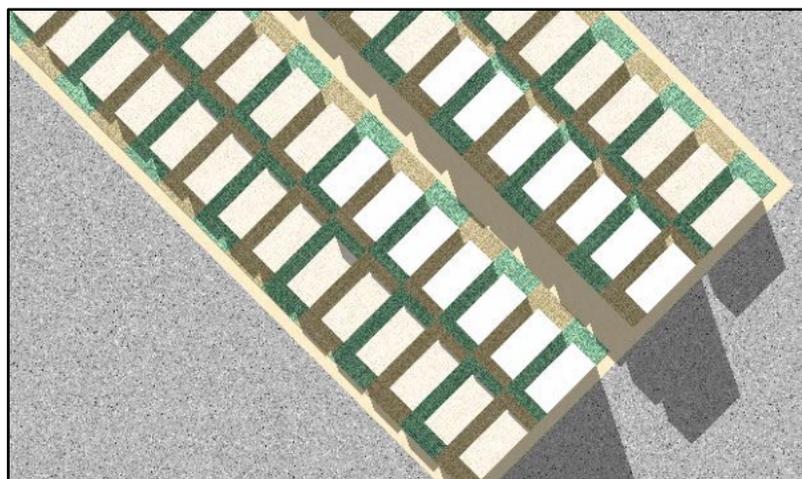


Figura 32 estudio de soleamiento en volúmenes Fuente: Elaboración Propia

Si las edificaciones permiten 3 metros de fondo de parcela obligatorio, se podrá añadir una hora de soleamiento efectivo para las fachadas vivideras de las viviendas con fachada principal sureste, desde las 9am hasta las 10am.

En la siguiente tabla se hace un compendio de alturas de edificación por el ancho de vía, las fachadas principales noroeste permiten alturas bastante elevadas, y las fachadas principales sureste alturas moderadas, a continuación tenemos la tabla adjunta.

Ancho de vía en metros	1. Altura de edificación en fachada sureste	2. Altura de edificación fachada noroeste		
	No se consideran retiros	Altura de edificación sobre rasante	Altura de edificación a 3 metros de la rasante	Altura de edificación a 5 metros de la rasante
6	23	5	7	8
7	24	5	8	9
8	25	6	8	10
9	26	7	9	11
10	26	8	10	11
11	27	8	11	12
12	28	9	11	13
13	29	10	12	14
14	29	11	13	14
15	30	12	14	15
16	31	12	14	16
17	32	13	15	17
18	32	14	16	17
19	33	14	17	18
20	34	15	17	19
21	35	16	18	20
22	35	17	19	20
23	36	17	20	21
24	37	18	20	22
30	42	23	25	27
50	56	38	40	41

Tabla 24 **Altura de edificación recomendable para edificios sobre calles de orientación Suroeste Noreste**
Fuente: Elaboración propia

- ✓ Las orientaciones no contempladas en este análisis, sur-sur-este, sur-sur-oeste, nor-nor-este, nor-nor-oeste, este-sur-este, oeste-sur-oeste, oeste-nor-oeste y oeste-nor-oeste, serán interpoladas de la siguiente manera.
 - Fachadas este-sur-este, oeste-sur-oeste, oeste-nor-oeste y oeste-nor-oeste, responderán al estudio de calles con orientación este oeste.
 - Fachadas sur-sur-este, sur-sur-oeste, nor-nor-este y nor-nor-oeste responderán al estudio de calles con orientación norte sur.
- ✓ Sin importar el tipo de edificio que se vaya a construir, este debe responder a las alturas máximas establecidas, para no resultar en perjuicios a las construcciones aledañas.

4. Conclusión

Según el análisis de soleamiento y sombras, y las diferentes orientaciones de las calles en la ciudad de Tarija, podemos deducir que las condicionantes de altura de edificación establecida en el PLOT, no responde a un análisis de soleamiento, por lo que es imprescindible implementar el mismo en los diferentes casos de construcción en altura; además de regir alturas en otros sectores donde se quita el acceso al sol por las construcciones que no toman en cuenta a los colindantes antes de construir edificios de gran magnitud.

En cuanto a las especies vegetales, es necesario implementar un estudio más profundo, donde se contemplen, especies vegetales, sus usos y beneficios en la ciudad, en un tema diferente dedicado exclusivamente al enverdecimiento de la ciudad.

CAPÍTULO V

**CATÁLOGO DE PRÁCTICAS
BIOCLIMÁTICAS EN LA EDIFICACIÓN DE
ACUERDO A LAS NECESIDADES
CLIMATICAS DE LA CIUDAD DE TARIJA**

Las características constructivas responden principalmente a las principales necesidades climáticas de la ciudad, por lo tanto, se analizarán las alternativas constructivas, respondiendo a cada una de ellas.

1. Necesidad de radiación solar y acumulación de calor

CAPTACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR DIRECTA	
	<p>Descripción:</p> <p>Aprovechamiento de la radiación que penetra directamente en la edificación a través de los huecos y de la cubierta.</p>
<p>Figura 33 Fuente: Estrategias bioclimáticas en la arquitectura – María López</p>	<p>Influyen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Orientación de la fachada. - Dimensiones de los huecos. Largo x ancho.
	<p>Objetivo:</p> <p>Aprovechar la radiación solar que llega a la fachada durante todo el año, para ubicar ventanas, dimensionar los huecos y evitar obstrucciones solares.</p>
<p>Figura 34 Fuente: elaboración propia</p>	<p>Observaciones:</p> <p>Las ventajas en esta estrategia, dependen de la orientación de la fachada y la forma en la que se trabaje la misma, por lo que puede ser utilizada en cualquiera de las fachadas de la edificación.</p>
	<p>Grafico 21 Fachadas recomendables para la aplicación de la estrategia Fuente: Elaboración propia</p>

Cuadro 2

Captación de la radiación solar directa

fuente: Varios

CAPTACIÓN INDEPENDIENTE: INVERNADERO ACRISTALADO

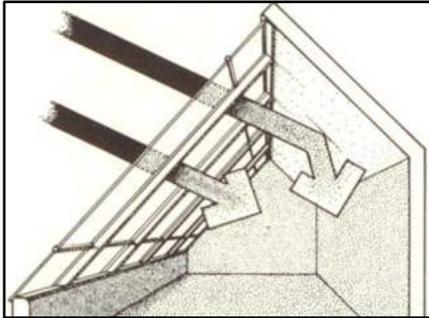


Figura 35

Fuente: Estrategias bioclimáticas en la arquitectura – María López



Figura 36

Fuente: invernadero acristalado - web

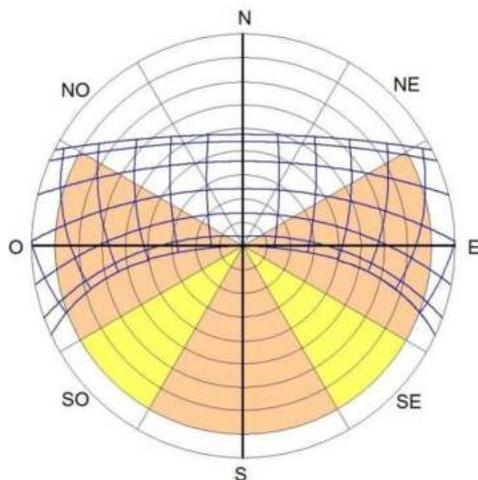


Gráfico 22

Fachadas recomendables para la aplicación de la estrategia

Fuente: Elaboración propia

Descripción:

En un invernadero acristalado, los rayos solares son absorbidos por la pared trasera del invernadero, de modo que es convertido en calor, que se queda dentro del edificio. En este sentido, el invernadero es simplemente un sistema de almacenamiento térmico de pared expandida.

Es importante que el color de la pared trasera sea de colores oscuros y que la orientación sea la adecuada.

Objetivo:

Almacenar calor y expandirlo por el resto del edificio.

Observaciones:

Este elemento, puede ser utilizado en fachadas este, oeste y sur, donde la fachada tiene una orientación desfavorable.

Cuadro 3

Captación independiente: invernadero acristalado

fuentes: Varios

CAPTACIÓN EN MURO TROMBE

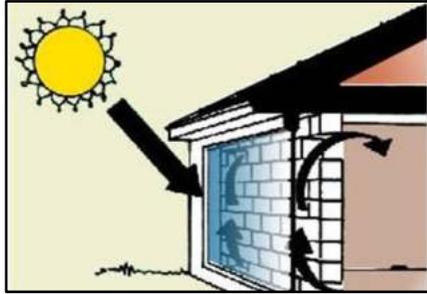


Figura 37

Fuente: estrategias para diseño urbano arquitectónico – Alexander Figueroa



Figura 38

Fuente: muro trombe – web

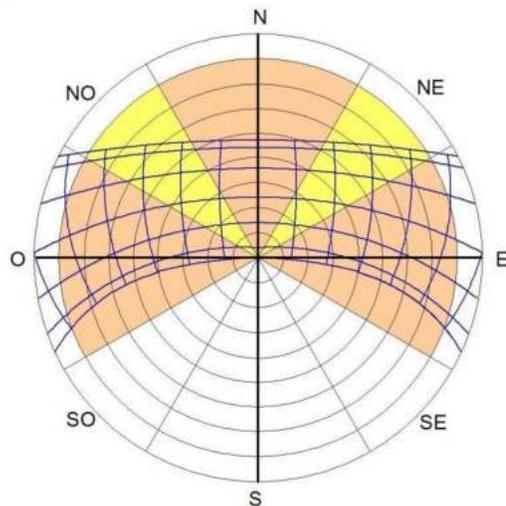


Grafico 23

Fachadas recomendables para la aplicación de la estrategia
Fuente: Elaboración propia

Descripción:

El muro **Trombe** es un **componente ecológico** de **diseño bioclimático**, para ahorro y captación de energía, un sistema de obtención indirecta de energía.

En este **tipo de sistema denominado muro Trombe**, la captación se realiza a través de un elemento que actúa como **acumulador de calor**, el calor se transmite al interior por conducción y por convección, en **forma ecológica**, se genera un retraso en la transmisión del calor, se amortigua la oscilación de las temperaturas debido a la **inercia térmica** del terreno.

Objetivo:

Ahorrar y captar energía.

Observaciones:

Según el recorrido del sol en la ciudad de Tarija, determinamos que el muro trombe puede ubicarse en las fachadas este, norte, oeste, noreste y noroeste.

PATIO ACRISTALADO

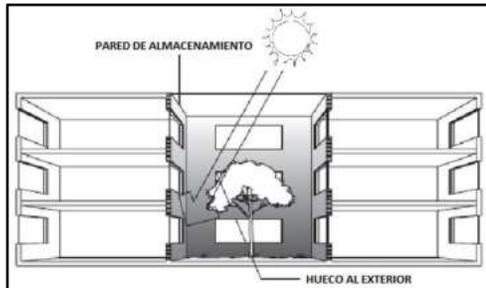


Figura 39

Fuente: Convenio Instituto Juan Herrera – Vitoria Gasteiz

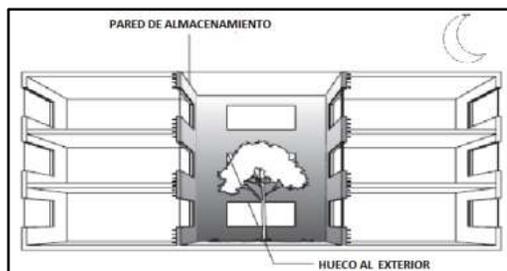


Figura 40

Fuente: Convenio Instituto Juan Herrera – Vitoria Gasteiz

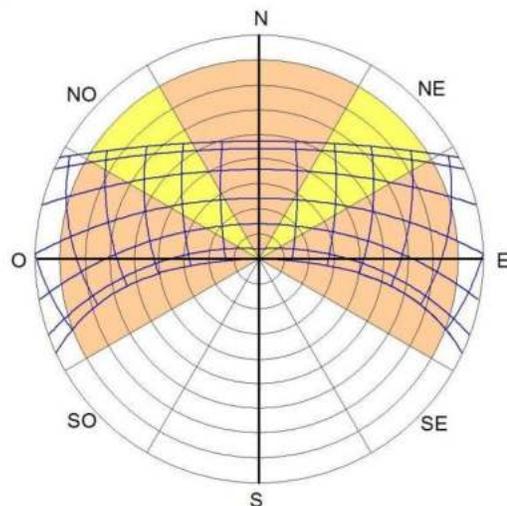


Grafico 24

Fachadas recomendables para la aplicación de la estrategia

Fuente: Elaboración propia

Descripción:

Espacios interiores del edificio que están en contacto por alguna de sus caras con el exterior. Suelen tener funciones y usos definidos. Su temperatura ambiente depende de las pérdidas específicas de calor hacia el exterior y de las ganancias específicas procedentes de los edificios. Evitar la pérdida de calor en la envolvente opaca del edificio.

Objetivo:

Almacenar calor durante el día en las superficies pesadas internas para calentar de noche las estancias contiguas.

Observaciones:

Adecuado para todas las tipologías edificatorias, siempre que tengan una orientación favorable norte, este oeste, noreste y noroeste.

Importantes beneficios a largo plazo, reducción de los consumos energéticos y de contaminantes.

Cuadro 5

Patio acristalado

fuente: Varios

2. Necesidad de protecciones solares

PROTECCIÓN EXTERIOR FIJA

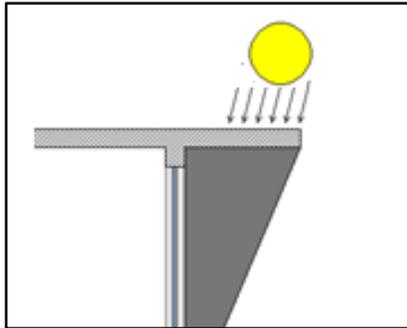


Figura 41 Protección exterior fija
Fuente: elaboración propia



Figura 42
Fuente: aleros – web

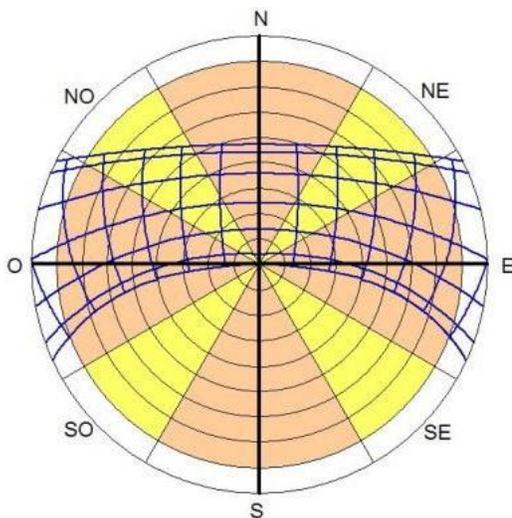


Grafico 25
Fachadas recomendables para la aplicación de la estrategia
Fuente: Elaboración propia

Descripción:

Los aleros son estructuras que van fijas al muro y que sirven de techo y su utilidad es tan importante en el verano como en la primavera.

Este tipo de estructuras dan sombra a las edificaciones en verano y permiten el paso del sol en el invierno, además de ser elementos decorativos de cualquier fachada.

Objetivo:

Evitar el sobrecalentamiento en los ambientes de la edificación donde ingrese el sol. Proteger de la entrada excesiva de sol por ventanales y puertas.

Observaciones:

De ser posible, los elementos de protección exterior fija, deben estar ubicados en todas las fachadas, ya que el recorrido del sol, afecta a todas de igual manera.

PROTECCIÓN DE HUECOS CON UMBRÁCULOS EXTERIORES



Figura 43
Fuente: pérgolas - web



Figura 44
Fuente: celosías - web

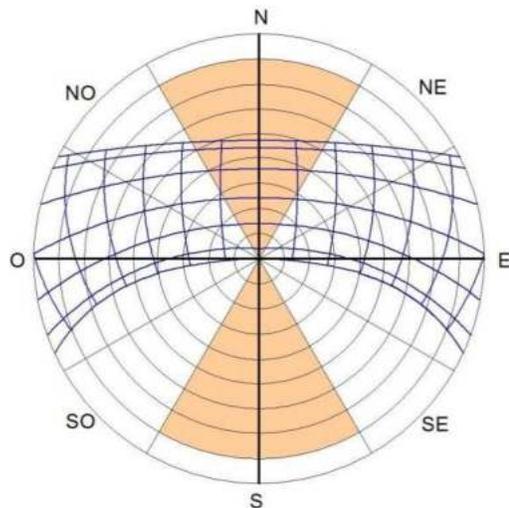


Grafico 26
Fachadas recomendables para la aplicación de la estrategia
Fuente: Elaboración propia

Descripción:

Espacios anexos a la edificación formados por estructuras ligeras, pérgolas, celosías, etc., a las que se les puede combinar la presencia de vegetación.

Celosía, es un tablero calado para cerrar [vanos](#), como ventanas y balcones, que impide ser visto pero permite ver y deja penetrar la luz y el aire.

Una pérgola es un [elemento](#) estructural, conformado por un corredor flanqueado por columnas verticales que soportan vigas longitudinales que unen las columnas de cada lado.

Objetivo:

Proveer de sombra a los espacios que reciben excesivo soleamiento en los meses infra calentados.

Observaciones:

Estos elementos son aconsejables para las fachadas norte y sur principalmente además de ser elementos fijos ideales para patios de parcela.

Cuadro 7

Protección de huecos con umbráculos exteriores

fuente: Varios

PROTECCIÓN HUECOS PARASOLES HORIZONTALES Y VERTICALES EXTERIORES



Figura 45 Fuente: protección exterior – web



Figura 46 Fuente: protección vertical – web

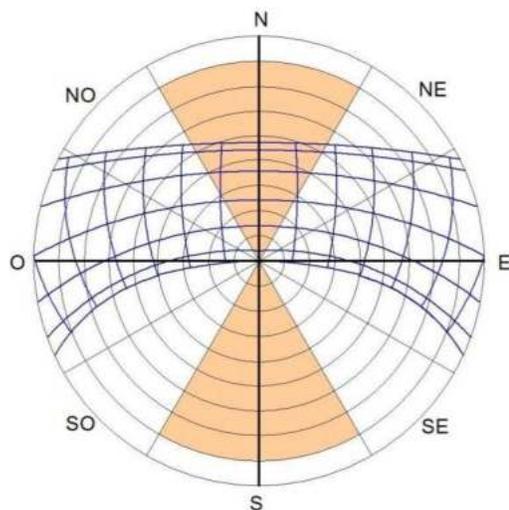


Grafico 27

Fachadas recomendables para la aplicación de la estrategia
Fuente: Elaboración propia

Descripción:

Los parasoles horizontales y verticales, son elementos añadidos externamente a las aberturas de la fachada, para evitar que el sol entre directamente al interior, evitando de esta manera un sobrecalentamiento interno, también resultan favorables como elementos decorativos, y para remodelar fachadas.

Objetivo:

Resguardar las aberturas de fachadas de la radiación solar directa.

Observaciones:

Debido al ángulo de incidencia solar, los dispositivos fijos horizontales son recomendables para fachadas con orientación norte y sur, para asegurar la protección solar durante el final de la primavera, todo el verano y principio del otoño.

PROTECCIÓN MÓVIL EXTERIOR HUECOS (TOLDOS)

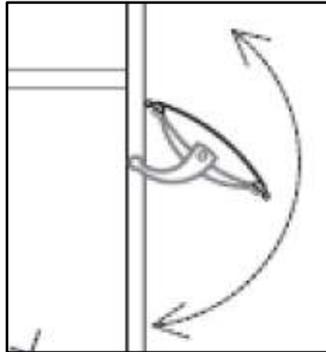


Figura 47

Fuente: Convenio Instituto Juan Herrera – Vitoria Gasteiz



Figura 48 Fuente: toldo – web

Descripción:

Son elementos individuales de protección solar ligeros, los cuales permiten controlar, a requerimiento de la ocupación del espacio, la cantidad de luz solar con entrada directa hacia el interior de las estancias; a la vez que reducir las ganancias de calor interno.

Los toldos constituyen uno de los mecanismos más clásicos de apantallamiento móvil exterior.

Objetivo:

Proteger las aberturas de las fachadas, de la radiación solar directa.

Observaciones:

Recomendable para fachadas este, oeste y contiguas, debido al recorrido del sol a lo largo de todo el año.

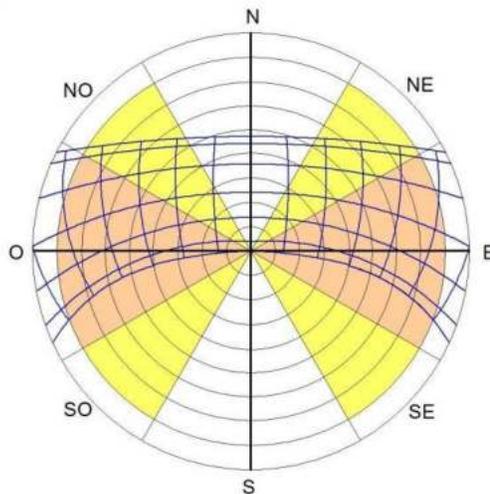


Gráfico 28

Fachadas recomendables para la aplicación de la estrategia

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 9

Protección móvil exterior huecos (toldos)

fuente: Varios

PROTECCIÓN MÓVIL INTERIOR HUECOS (PERSIANA)



Figura 49 Fuente: persiana interior móvil – web

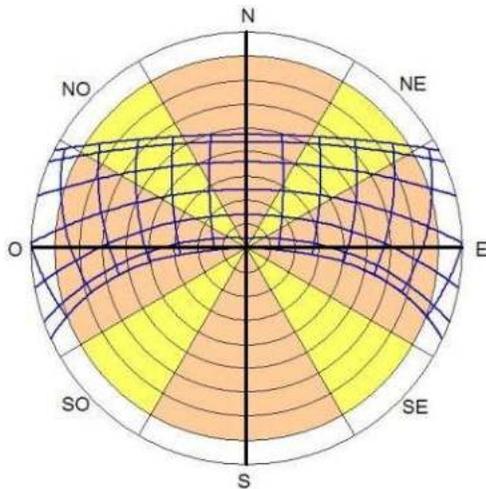


Grafico 29
Fachadas recomendables para la aplicación de la estrategia
Fuente: Elaboración propia

Descripción:

Son elementos que se colocan al interior de las aberturas de fachadas, para evitar el paso de la luz solar directa, estos elementos no trabajan tan eficientemente como las protecciones exteriores, debido a que el aire que circula entre el vidrio y el protector se calienta y, eventualmente, se transmite al interior del ambiente.

Objetivo:

Reducir las ganancias de calor, al disminuir la luz solar directa hacia el interior de los espacios.

Observaciones:

De múltiples materiales y eficaz, más si se despega de la fachada para que se pueda renovar el aire próximo a la misma. Uso recomendable para cualquier fachada.

Cuadro 10

Protección móvil interior huecos (persiana)

fuelle: Varios

PROTECCIÓN CON VEGETACIÓN DE HOJA CADUCA

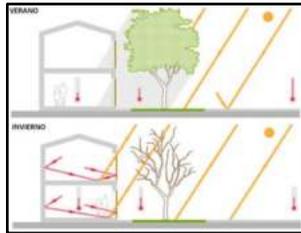


Figura 50

Fuente: estrategias para diseño urbano arquitectónico – Alexander Figueroa



Figura 51

Fuente: protección con vegetación – web

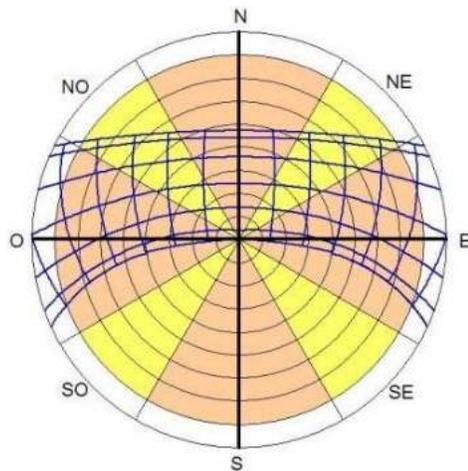


Gráfico 30

Fachadas recomendables para la aplicación de la estrategia
Fuente: Elaboración propia

Descripción:

Para el verano, un árbol o planta que proyecte sombra sobre un edificio o ventana, puede ser la diferencia entre confort y discomfort.

Evidentemente, los árboles de hojas caducas son el ideal para esta situación. Con hojas en verano, sin hojas y dejando pasar el sol en invierno para permitir la radiación directa desde el sur.

Objetivo:

Actuar como barrera protectora natural contra el sol en los meses infra calentados.

Observaciones:

Este tipo de elementos, son recomendables para cualquier fachada, especialmente para la fachada norte, donde son necesarias las protecciones solares desde la estación de primavera.

3. Necesidad de ventilación natural y/o refrigeración pasiva

PANELES AISLANTES TÉRMICOS EN MUROS PERIMETRALES



Figura 52

Fuente: detalles de paneles aislantes térmicos - web

Descripción:

Un aislante térmico es aquel material usado en la construcción y caracterizado por su alta resistencia térmica, estableciendo una barrera al paso del calor entre dos medios que naturalmente tenderían a igualarse en temperatura.

Por esta razón se utilizan como aislamiento térmico materiales porosos o fibrosos como las lanas minerales, poliestireno expandido, poliestireno extruido, espuma de poliuretano, corcho, etc.

Objetivo:

Evitar el paso del calor externo a la edificación.

Observaciones:

Según el recorrido del sol en la ciudad de Tarija, determinamos que este tipo de elementos, deben ser ubicados en las fachadas que reciben mayor soleamiento en las estaciones infra calentadas.

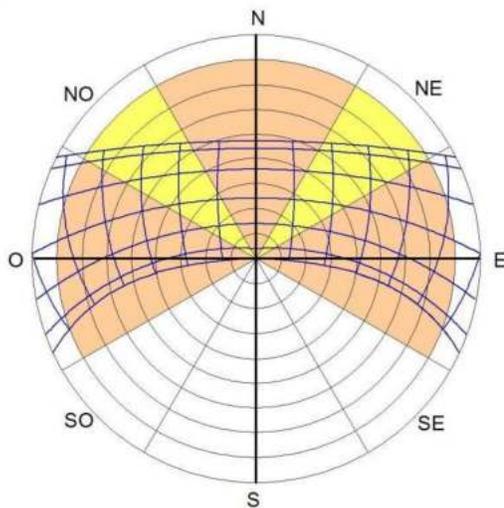


Gráfico 31

Fachadas recomendables para la aplicación de la estrategia
Fuente: Elaboración propia

Cuadro 12

Paneles aislantes térmicos en muros perimetrales

fuente: Varios

DISPOSICIÓN DE HUECOS ENFRENTADOS

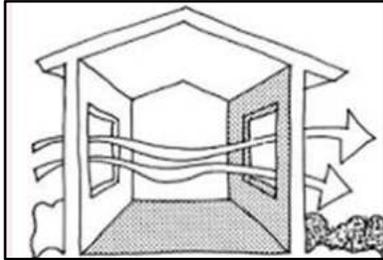


Figura 53

Fuente: Estrategias bioclimáticas en la arquitectura
María López

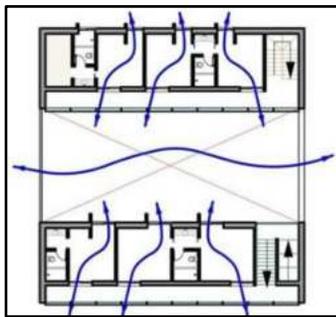


Figura 54

Fuente: estrategias para diseño urbano arquitectónico
Alexander Figueroa

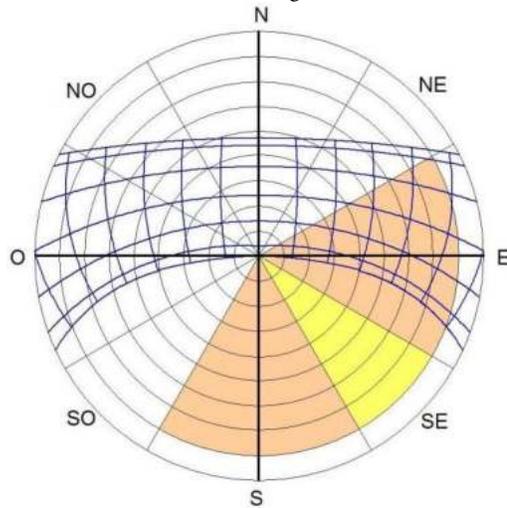


Grafico 32

Fachadas recomendables para la aplicación de la estrategia
Fuente: Elaboración propia

Descripción:

Ventilación cruzada es un modo de ventilación natural para las edificaciones. Implica favorecer una ventilación que de estar abiertas las ventanas y puertas interiores de los locales barra de forma lo más homogénea posible todos los locales de un edificio o vivienda.

En la bibliografía de referencia especialistas como [Olgyay](#) lo aconsejan para zonas climáticas templadas cálidas como una estrategia de [refrescamiento pasivo](#) de los edificios.

Objetivo:

Ventilar los ambientes interiores de la edificación con el uso estratégico del viento.

Observaciones:

Recomendable para las fachadas con orientación sur, sur este y este. Debido a la dirección dominante de los vientos en la ciudad de Tarija.

Cuadro 13

Disposición de huecos enfrentados

fuente: Varios

VENTILACIÓN POR EFECTO CHIMENEA Y VENTURI

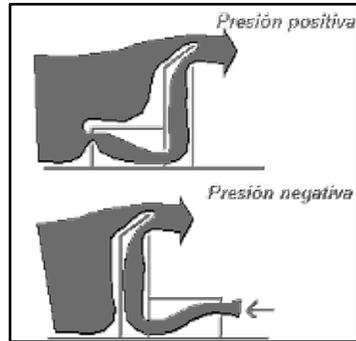


Figura: 55 Fuente: Recomendaciones para el Diseño Bioclimático de Viviendas Pérez O. Bandrich

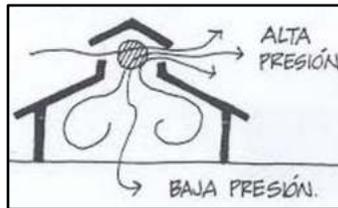


Figura: 56 Fuente: En busca de un hogar confortable – Edmundo Reyes Guzmán

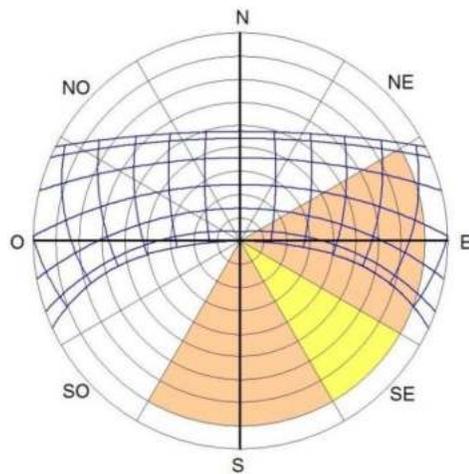


Grafico 33
Fachadas recomendables para la aplicación de la estrategia
Fuente: Elaboración propia

Descripción:

El [efecto de chimenea](#) es un movimiento natural causado por diferencias térmicas y de presión del aire entre los distintos estratos.

El aire caliente tiende a subir, por lo que colocando “**tiros de ventilación**”, es decir aberturas en las partes altas de la casa, se logra que éste salga, provocando a la vez la entrada de aire fresco en las partes bajas de la casa. Si, a la vez se logra una ventilación cruzada en la parte alta de las torres, se produce una diferencia de presión entre el interior y el exterior llamado **Efecto Venturi**

Objetivo:

Producir intercambio de aire del exterior al interior, reduciendo las temperaturas.

Observaciones:

Recomendable para las fachadas con orientación sur, sur este y este.

Cuadro 14

Ventilación por efecto chimenea y Venturi

fuelle: Varios

ENFRIAMIENTO POR EVAPORACIÓN

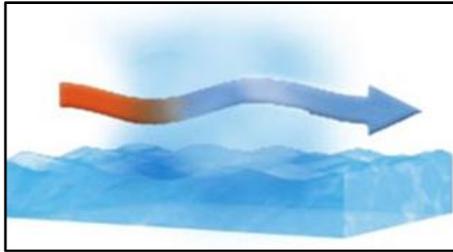


Figura 57 Fuente: termigo.com



Figura 58 Fuente: refrigeración pasiva – web

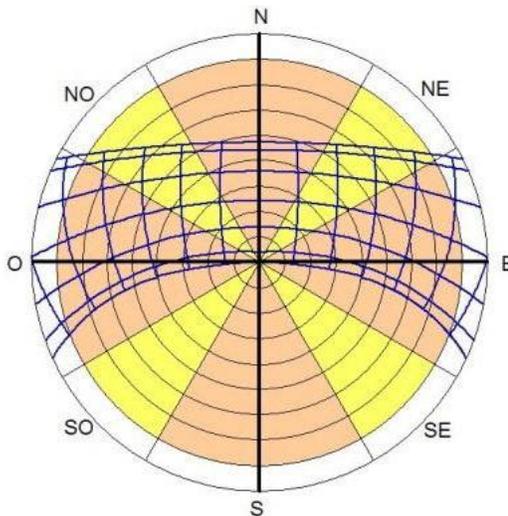


Grafico 34
Fachadas recomendables para la aplicación de la estrategia
Fuente: Elaboración propia

Descripción:

Cuando el agua se evapora, se produce un cambio de estado, de agua a líquido gaseoso. Para que esta transformación se produzca, se necesita energía. Esta reacción es una reacción endotérmica, lo que significa que la energía es absorbida en lugar de ser liberada. La energía necesaria para convertir el agua de líquido a gaseoso se toma del calor del aire que está en contacto con el agua líquida. Durante esta reacción, el agua líquida se transforma en gas y la temperatura del aire disminuye.

Objetivo:

Disminuir la temperatura del aire a través de la evaporación del agua.

Observaciones:

Esta estrategia puede ser utilizada en cualquier tipo de edificación, indistintamente de la orientación que esta presente.

FACHADA VEGETAL EN FORMA DE GAVIÓN

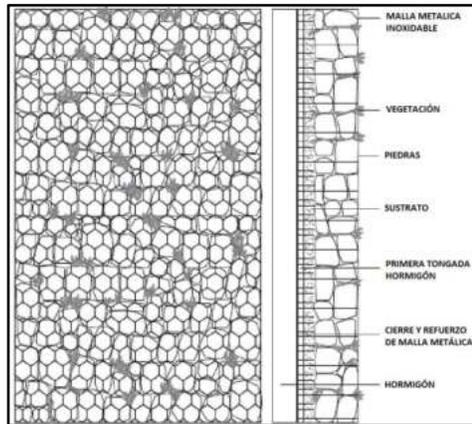


Figura 59

Fuente: Convenio Instituto Juan Herrera
Vitoria Gasteiz



Figura 60 Fuente: muro tipo gavión – web

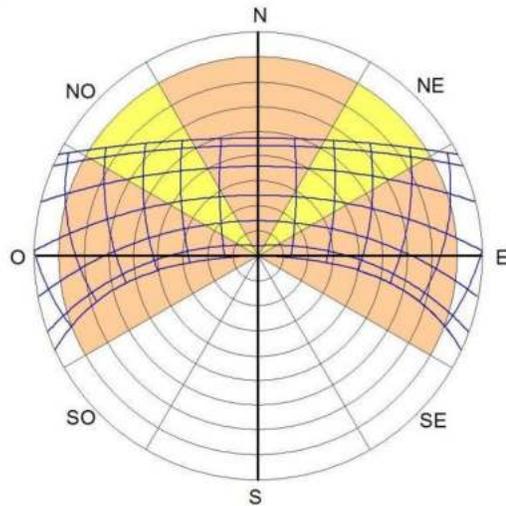


Grafico 35

Fachadas recomendables para la aplicación de la estrategia
Fuente: Elaboración propia

Descripción:

Sistema basado en la fabricación de paneles con gaviones. Partiendo de un encofrado se coloca la malla metálica, las piedras, el sustrato, una primera tongada de hormigón, se cierra y refuerza la malla y posteriormente se hormigona.

La presencia de vegetación genera brisas que refrescan el ambiente alrededor de las viviendas.

Objetivo:

Regula la temperatura (mejora el “Microclima”). Las plantas pierden agua hacia el medio a través de la evapotranspiración. En ese cambio de fase se utiliza el calor del aire del entorno, de modo que además de aumentar la humedad ambiental se disminuye la temperatura del aire.

Observaciones:

Adecuado para todas las tipologías edificatorias, siempre que tengan una orientación favorable norte, este oeste, noreste y noroeste.

4. Trama urbana con huecos intersticiales

Ocupación de las manzanas media, media baja, para que existan siempre patios de manzana y en la medida de lo posible complementarlos con patios de parcela. Se favorece la disposición enfrentada de los huecos y se facilitan los fenómenos de ventilación enumerados anteriormente.

Para la correcta aplicación de las anteriores estrategias constructivas, es necesario trabajar en la ciudad, para así favorecer la implementación de sistemas bioclimáticos a la ciudad.

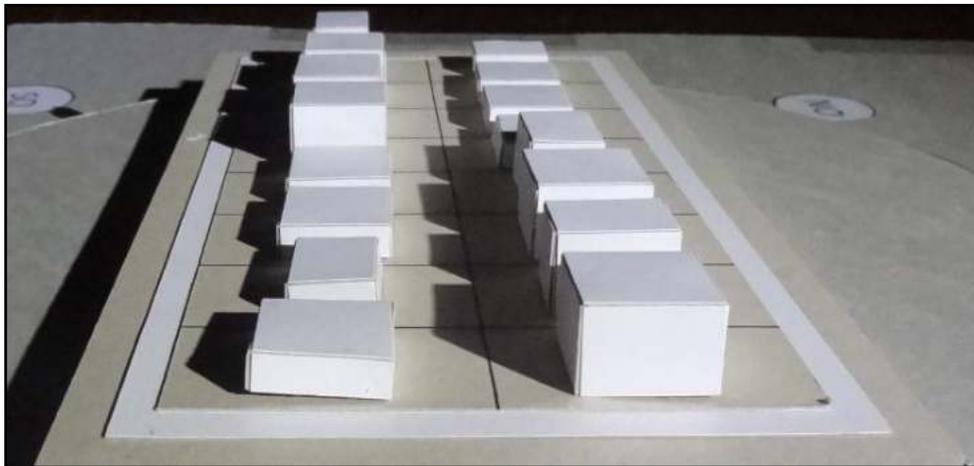


Figura 61 **trama urbana densidad media con huecos intersticiales** Fuente: elaboración propia

5. Conclusión

Es necesario recalcar, que un asentamiento humano, no lo conforman únicamente el espacio público, sino también el espacio privado que será las edificaciones que en él se encuentran, en el caso de asentamientos ya consolidados, podemos ver que ya no podremos cambiar las orientaciones del mismo, sin embargo, podemos trabajar en las edificaciones, es por ello que se ha determinado, en primer lugar, pautas generales para la edificación, para que cualquier orientación en la que se encuentren una vivienda, esta pueda aprovechar de mejor manera los factores climáticos de la ciudad, principalmente el soleamiento en el invierno.

Una vez conocidas las estrategias aplicables a la edificación, podemos redactar las pautas referentes a los asentamientos, tratando de que los espacios públicos brinden las mejores condiciones para la aplicación de estas estrategias bioclimáticas.

Para comenzar con esta redacción tenemos los siguientes puntos a modo de guía:

- 1) Orientación de las calles ejes este - oeste acompañando las curvas de nivel
- 2) Relación entre la altura de la edificación y el ancho de las calles para lograr que haya sol en las fachadas principales y vivideras en el solsticio de invierno
- 3) Controlar la radiación solar directa máxima que se produce en las cubiertas ventilando siempre y sin aprovechamiento para usos vivideros.
- 4) Localización de las zonas verdes para mejorar el microclima local, más humedad, sombra, menos temperatura y menos contaminación.
- 5) Manzanas con formas rectangulares.
- 6) Densidad edificatoria media-alta, 30 viviendas por hectárea aproximadamente, tomando en cuenta el soleamiento y altura de edificación según el ancho de vías y la orientación.
- 7) Control de las sombras arrojadas por la edificación sobre los espacios libres, para matizar su uso y la posibilidad de plantar vegetación.
- 8) Todas las parcelas contarán con patio de parcela interior, estableciendo unos ejes interiores favorables a la ventilación en las épocas estivales.
- 9) Todos los huecos de las fachadas, llevarán elementos para la protección solar, fija o móvil según los casos y las orientaciones.
- 10) Localizar en las viviendas de estancias de invierno y estancias de verano de acuerdo con las necesidades de cada época.

CAPÍTULO VI

**PAUTAS BIOCLIMÁTICAS PARA
MEJORAR LAS CONDICIONES DE LOS
ASENTAMIENTOS HUMANOS**

Las siguientes pautas bioclimáticas para asentamientos humanos, están basadas en criterios medioambientales, y su principal objetivo es mejorar las condiciones del espacio público, para que las condiciones de implementación de estrategias bioclimáticas para la edificación sean óptimas. Serán redactadas a modo de manual, de modo que las expondremos en artículos.

Artículo 1. Estructura urbana

1.1.Orientación de calles

- 1.1.1. La orientación más favorable de las vías, es la que produce fachadas este y oeste, pues se obtiene mejores circunstancias de soleamiento en invierno y mayores oportunidades de ventilación en verano.
- 1.1.2. Las calles que no responden a esta orientación, pueden ser salvaguardadas, y recibir el soleamiento adecuado si se limitan alturas máximas de edificación, para que haya cuatro horas de sol en condiciones óptimas y 2 horas en las condiciones más desfavorables, esto es el solsticio de invierno. las alturas recomendables para cualquier orientación, se encuentra detallada en el capítulo III de este trabajo de investigación.

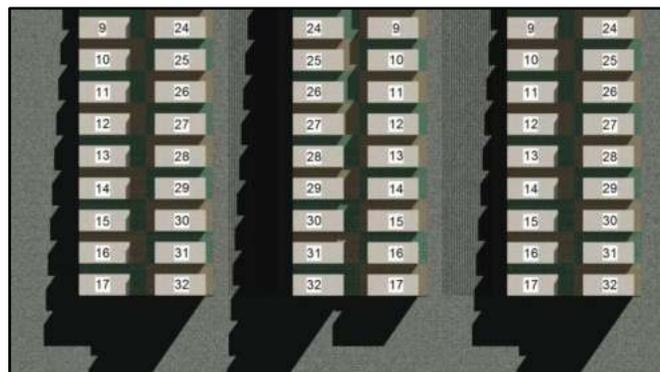


Figura 62 **calles en dirección norte sur**
Fuente: elaboración propia

1.2. Condiciones geométricas: Ancho de calles

- 1.2.1. Ancho de calles según la altura de la edificación, para que haya dos horas de sol en las condiciones más desfavorables, esto es el solsticio de invierno. El análisis del ancho de vía – edificación, se puede observar en el capítulo IV de este libro.

- 1.2.2. Las calles de nueva creación, presentaran el ancho de vía, de acuerdo a los fines constructivos de la zona, pudiéndose dejar calles de cualquier ancho, las que limitaran las alturas de las edificaciones según el análisis de soleamiento que se hizo en el capítulo IV.
- 1.2.3. Es recomendable, que se utilicen vías de 14 metros, debido a la distribución que podemos hacer en esta medida, como vemos a continuación:

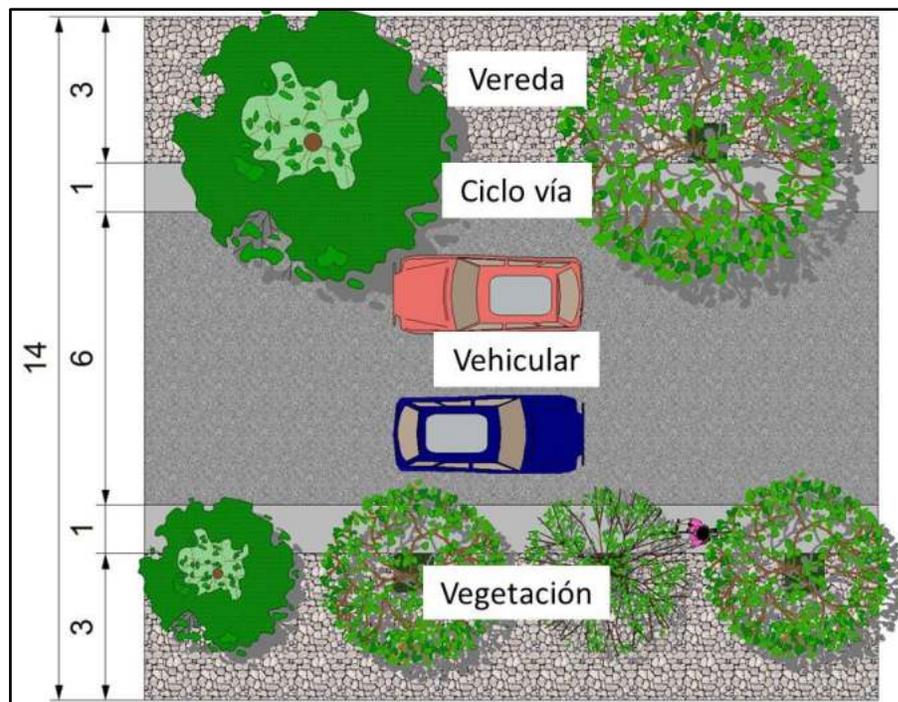


Figura 63 Distribución de calle de 14 metros
Fuente: elaboración propia

- 1.2.4. El ancho de vías contemplado en el análisis de cap. IV, no responde a un análisis exhaustivo de vías, simplemente trata de dar solución a los problemas que podrían presentarse en los espacios urbanos ya consolidados, donde no se puede modificar lo construido, los diferentes anchos de vía legales, están contemplados en el PLOT.
- 1.2.5. En las calles del casco urbano, ya consolidado, esto significa que será condición indispensable limitar la altura de las edificaciones, para garantizar su soleamiento invernal, estas limitaciones de alturas, las podemos observar en el capítulo IV.

1.2.6. El ancho de calles circundantes a las plazas, deben cumplir las mismas condiciones, analizando también las alturas ocasionadas por la vegetación, esto en control estricto con el diseño paisajístico de los espacios verdes.

1.3.Otras condiciones intrínsecas

1.3.1. Para evitar ascensos de temperatura por la capa asfáltica, es necesaria la implementación de vías peatonales, que favorecen la circulación del peatón y limitan el acceso de la movilidad, que además está ubicado en los primeros lugares de contaminantes del CO₂. En este trabajo se han sugerido vías peatonales desde 6 a 10 metros, incluyendo las alturas a las que debe regirse la edificación dependiendo del ancho de cada una de ellas. (Ver capítulo III) las características que sugerimos para una calle peatonal son las siguientes:

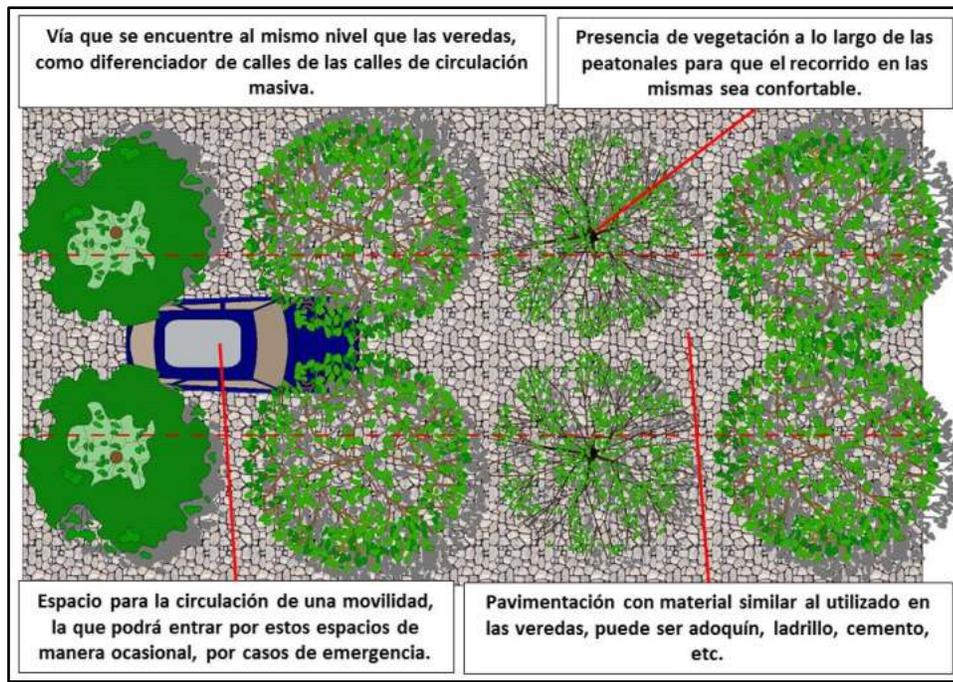


Figura 64 características de una peatonal Fuente: elaboración propia

1.3.2. Actualmente no se han desarrollado estrategias para salvar la ciudad de la capa asfáltica, que es uno de los problemas a los que nos enfrentamos diariamente, pues la temperatura ambiente asciende por causa del mismo, además de reseca la tierra que está debajo de sus capas. La mejor manera de

salvaguardar esta situación, es implementando vegetación en todas las veredas, de esta manera podremos mejorar al menos la circulación del peatón, reduciendo el calor sofocante que desprende el asfalto en las horas más calurosas del día. Para evitar que las especies vegetales en vereda mueran a causa de la falta de riego y la tierra cada vez más seca que la rodea, se aconseja crear pequeños espacios permeables, que reúnan el agua de lluvia que corre por las calles en los meses con altas precipitaciones. Esto lo podemos ver en la siguiente figura:



Figura 65 forma de canalizar agua de lluvia
Fuente: elaboración propia

Artículo 2. Zonas verdes

2.1. Tamaño, forma y orientación de las zonas verdes

2.1.1. Las plazas son espacios necesarios dentro de la ciudad, pues la vegetación en ella existente regula el microclima exterior, además de favorecer la circulación del viento. Deben presentar tamaños y formas libres, en la que las zonas verdes sean de fácil acceso y al servicio de la mayor parte de la población residente. Se diferenciarán los espacios libres y zonas verdes de acuerdo con las estaciones: plazas estivales sombreadas y plazas invernales soleadas.



Figura 66 características recomendables para plazas Fuente: elaboración propia

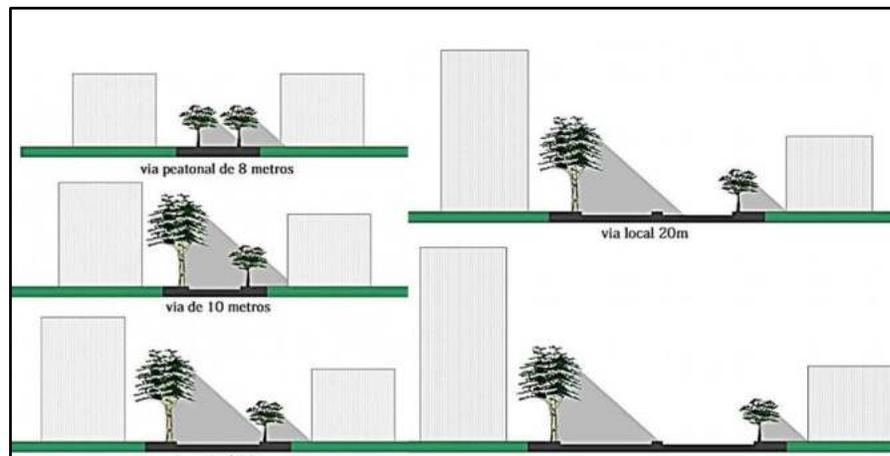
2.1.2. El ancho de las plazas urbanas será adecuado a la forma de los manzanos, siendo analizadas las alturas de vegetación y diseño paisajístico de las mismas de manera que no perjudique las fachadas de las viviendas circundantes.

- ✓ Se aconsejan formas alargadas con dirección norte sur, para favorecer las condiciones de sombreado y soleamiento. La vegetación, los acabados superficiales y los elementos de mobiliario urbano acondicionarán los espacios de acuerdo con las estaciones.
- ✓ Las plazas pueden presentar cualquier orientación, ya que esta no limita sus usos, sin embargo, debe estar correctamente diseñada para ser soleada en invierno y fresca en verano

2.2. Otras condiciones intrínsecas

2.2.1. Densidad de especies según su naturaleza de espacio estival o invernal.

2.2.2. Las especies vegetales para las zonas verdes más aconsejables son las autóctonas. El suelo es apto para el crecimiento de la capa vegetal.



Sombras arrojadas por la vegetación media y alta
 Figura 67 Fuente: elaboración propia

2.2.3. Muy importante que se localicen las especies de hoja caduca junto a las áreas edificadas para no impedir el soleamiento invernal. Las especies de hoja perenne no deben sobrepasar los 10 metros de altura, para que su sombra no perjudique a las edificaciones. El porte de los árboles condicionará su localización atendiendo a las cuestiones de soleamiento exclusivamente y deberían cumplir con las siguientes condiciones:

- Fachada este.- cualquier tipo de vegetación, recomendable vegetación alta.
- Fachada oeste.- cualquier tipo de vegetación, recomendable vegetación alta.

2.2.4. En las calles del casco urbano, ya consolidado, existen fachadas en diferentes orientaciones, y atendiendo a estas el tipo de vegetación debe ser el siguiente:

- Fachada norte.- vegetación alta de hoja caduca o vegetación media-alta de hoja perenne
- Fachada noreste: vegetación media
- Fachada sureste: vegetación alta
- Fachada noroeste: vegetación media
- Fachada sur.- vegetación de hoja perenne que no sobrepase los 10 metros de estatura.
- Fachada suroeste: vegetación alta

- 2.2.5. En las vías menores a 10 metros los árboles tienen que ser de pequeño porte.
- 2.2.6. La separación mínima entre el arbolado y la línea de fachada será de 4,00 metros.
- 2.2.7. En las calles de dirección norte-sur, las dos veredas reciben la misma cantidad de horas de sol, una acera por la mañana y otra por la tarde, adecuadas para poner vegetación alta de hoja caduca.
- 2.2.8. Las especies vegetales junto a las áreas edificadas deben presentar una separación de ocho (8) metros entre si cuando se trate de vegetación alta, cuando se trate de vegetación media, es recomendable separar las especies cada cuatro (4) metros.
- 2.2.9. En la medida en la que las especies vegetales se localicen agrupadas, se notarán sus efectos sobre el medio circundante y se reducen los costes de mantenimiento.
- 2.2.10. Evitar especies de gran desarrollo próximas a los edificios.
- 2.2.11. Como la dirección del viento en la ciudad de Tarija, es de una dirección dominante todo el año, La vegetación, los acabados superficiales y los elementos de mobiliario urbano acondicionarán los espacios de acuerdo con las estaciones., de manera que estas generen un microclima agradable en las estaciones más calurosas, además de trabajar con las mismas para crear barreras contra el viento en invierno.
- 2.2.12. Los acabados superficiales serán de composición permeable, para permitir la infiltración de las aguas de lluvia y disminuir los coeficientes de escorrentía superficial.
- 2.2.13. No se sugieren protecciones urbanas contra el viento, ya que la velocidad del mismo no supone un problema en nuestra ciudad.
- 2.2.14. Se sugiere convertir la ciudad entera en pulmones para nuestra ciudad, con la implementación de arbolado en exceso en calles y plazas.
- 2.2.15. Los espacios aledaños a quebradas y ríos, son espacios apropiados para zonas verdes, los manzanos deben mantener la forma rectangular, acomodando los espacios irregulares con vegetación.



Figura 68 **orilla de quebradas y ríos**
Fuente: elaboración propia

2.2.16. Las especies vegetales para las zonas verdes más aconsejables son las autóctonas. El suelo es apto para el crecimiento de la capa vegetal. Las densidades de vegetación serán altas ya que es necesario el aporte de humedad de la vegetación para mejorar el microclima urbano. Muy importante que se localicen las especies de hoja caduca junto a las áreas edificadas para no impedir el soleamiento invernal. El porte de los árboles condicionará su localización atendiendo a las cuestiones de soleamiento exclusivamente.

Artículo 3. Condiciones de las manzanas

3.1. Condiciones geométricas de las manzanas

3.1.1. La forma de las manzanas será rectangular, y no cuadrada para que esta reciba mayores beneficios de soleamiento y viento; seguirá las curvas de nivel de la ladera acomodándose de la mejor manera posible a ellas.

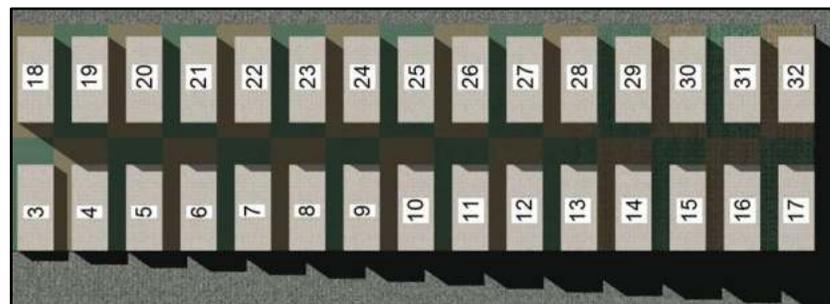


Figura 69 **Orientación de manzanos** Fuente: elaboración propia

- 3.1.2. Sus formas serán de tamaño mediano-grande, para que exista una canalización interna de las brisas a lo largo de las calles principales del asentamiento.
- 3.1.3. En caso de que los manzanos sean de forma cuadrada, estos deberán cumplir con las alturas establecidas en el capítulo III de acuerdo a la orientación en la que se encuentre la fachada, de esta manera se podrá favorecer a todas las parcelas en la obtención de soleamiento en invierno.
- 3.1.4. Las formas cuadradas de manzanos, ocasionan bloques demasiado densos, donde las condiciones de ventilación y soleamiento son desfavorables; para salvar esta situación, se aconseja implementar patios de manzana para iluminar y ventilar las piezas habitables., los que ayudaran a favorecer las condiciones de las parcelas de condiciones desfavorables.

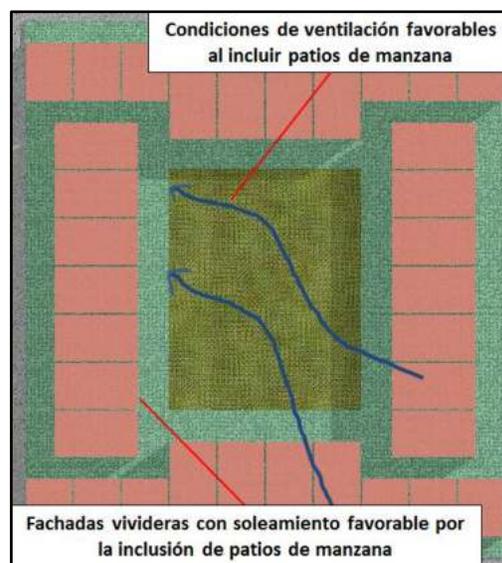


Figura 70 Patios de manzana
Fuente: elaboración propia

3.2. Orientación de las manzanas

- 3.2.1. La orientación más favorable, es la que presenta un sector más alargado en dirección norte sur, de manera que las fachadas sean este y oeste.
- 3.2.2. Las orientaciones sur se destinarán a usos complementarios para el verano principalmente y se acondicionarán los patios de manzana para iluminar y ventilar las piezas habitables.

3.3. Densidad edificatoria

- 3.3.1. Para favorecer la ventilación natural, y las condiciones de soleamiento, se establecerá una masa edificatoria en manzana entre densa y muy densa, cuyo límite está definido por el tamaño de parcela mínimo para la ciudad de Tarija, que es de 300 m², lográndose una densidad de 160 hab. y 34 viviendas ha.
- 3.3.2. Para los asentamientos de nueva creación, se recomienda el uso de peatonales cada dos manzanos para que las vías no ocupen demasiado espacio.



Figura 71 ordenación eficiente de manzanos
Fuente: elaboración propia

Artículo 4. Condiciones de las parcelas

4.1. Condiciones geométricas de las parcelas

- 4.1.1. La parcela es la unidad mínima de parcelación a efectos de edificación, porción de suelo que constituye una unidad física y predial. En ningún caso podrán realizarse parcelaciones a dos veces más pequeño el tamaño establecido como parcela mínima, que es de 300 m².

- 4.1.2. No se establecen condiciones de parcela máxima, estas deberán responder a un estudio diferente a la hora de normar las mismas.
- 4.1.3. Las formas regulares de parcelas favorecen el diseño arquitectónico interno y su organización funcional, diferenciando las situaciones de invierno de las de verano, cuyas necesidades son opuestas. Es necesario que existan retiros en el fondo de parcela y en por lo menos uno de los laterales, aportando estos beneficios bioclimáticos a las mismas, como se observa a continuación:

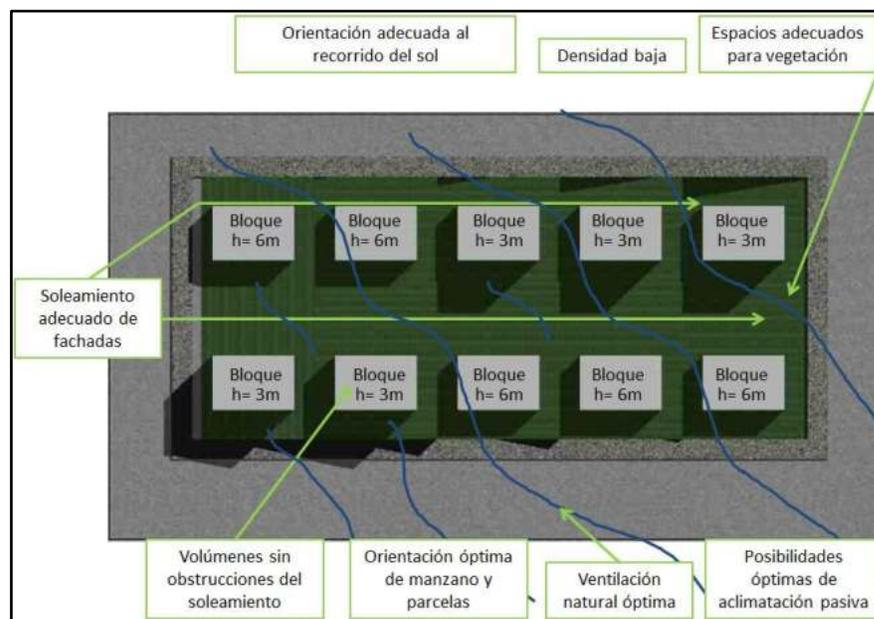


Figura 72 **condiciones de la parcela** Fuente: elaboración propia

- 4.1.4. Fondos y frentes mínimos de parcela sugeridos son de doce metros (12). Permitiendo de esta manera que se cumpla con la densidad instruida en el presente trabajo.
- 4.1.5. Los retiros están establecidos en el PLOT de acuerdo a la tipología de vivienda.
- 4.1.6. Es recomendable que se respete por lo menos un retiro lateral, para que se permita una mejor circulación de viento entre parcelas.
- 4.1.7. La alineación de parcelas será siempre a vial.

4.2. Ocupación máxima de parcelas y patios de parcela.

- 4.2.1. La superficie ocupable es la superficie sobre la que debe asentarse las edificaciones en cada parcela, definida entre los linderos y la alineación exterior. Se excluye del cómputo la superficie destinada a los patios interiores de la edificación si son abiertos o si responden a sistemas de acondicionamiento pasivo para controlar el soleamiento y la ventilación de las edificaciones.
- 4.2.2. Patio de parcela es el espacio libre interior a la parcela cuya dimensión corresponde al espacio no ocupable en función de las exigencias del PLOT de la ciudad de Tarija. En estos espacios no serán tolerables aprovechamientos que exijan construcciones de carácter permanente.
- 4.2.3. La edificabilidad máxima establece el valor máximo de edificación que se puede realizar sobre una parcela, resultante de aplicar la ocupación en planta por el número máximo de alturas permitido. Las terrazas quedan excluidos del cómputo de la edificabilidad. La superficie ocupable máxima de parcela será del 40%, permitiendo de esta manera la inserción de vegetación y mejores condiciones de aclimatación pasiva de la edificación.
- 4.2.4. Los patios son los espacios destinados a proveer de iluminación y ventilación naturales a las piezas habitables. Cumplirán las siguientes condiciones: Los patios podrán cubrirse con elementos acristalados siempre que cuenten con elementos de protección para la radiación solar estival, y mecanismos para su fácil apertura interior que posibiliten la ventilación del 40% de la superficie del patio.
- 4.2.5. Las dimensiones mínimas de los patios, vienen establecidas por la altura de las edificaciones que lo configuran, su orientación, y la garantía de radiación solar para todas las plantas.
- 4.2.6. Área de movimiento es el área dentro de la cual puede situarse la edificación principal. Vendrá condicionada por la superficie libre destinada a patios y por los fondos mínimos y máximos edificables,

tomando siempre en cuenta, que se presten las mejores condiciones para la aplicación de principios bioclimáticos en la edificación.

4.3. Características de las parcelas

- ✓ Para determinar el número máximo de plantas se tendrán en cuenta la anchura de la calle de la edificación, de forma que no se supere la obstrucción máxima de soleamiento. (Ver capítulo III)
- ✓ Las construcciones permitidas por encima de la altura máxima de la edificación son antepechos hasta 1,20m., las vertientes de la cubierta y los remates de instalaciones, chimeneas, y paneles de energía solar.

Artículo 5. Condiciones de la edificación

5.1. Características constructivas

- 5.1.1. Las características constructivas aconsejables, se analizan en el capítulo V de este libro, y están condicionados de acuerdo al clima que presenta la ciudad de Tarija.
- 5.1.2. Las edificaciones que respeten retiros frontales, no tendrán problemas para implementar voladizos en sus fachadas, sea cual sea la altura de la edificación.

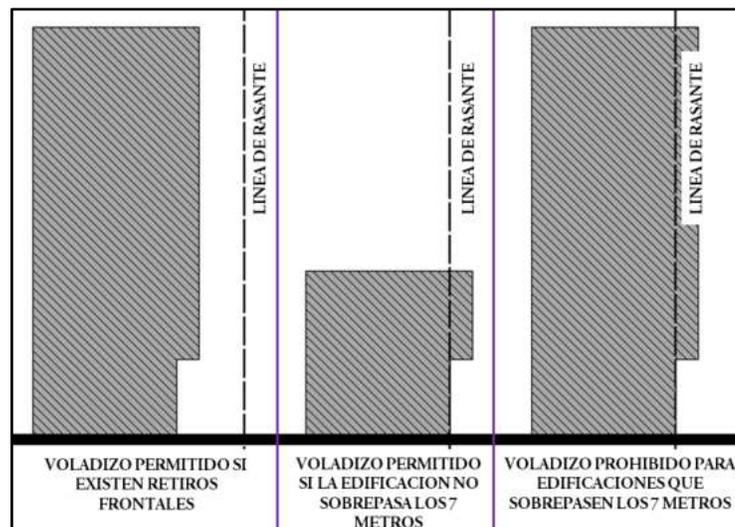


Figura 73 voladizos permitidos - prohibidos Fuente: elaboración propia

- 5.1.3. Las edificaciones podrán sobrepasar 0,80 metros de la rasante municipal con voladizo, si estas no sobrepasan los 7 metros de altura, pues en estas

condiciones no suponen perjuicios a los vecinos de enfrente en situaciones donde las vías son demasiado angostas.

- 5.1.4. Las edificaciones mayores a 7 metros de altura, no deben hacer uso de voladizos que sobrepasen a la rasante municipal, caso contrario, significaran un perjuicio a las construcciones aledañas.
- 5.1.5. Solo se admiten aquellos retranqueos de la línea de fachada los cuáles permiten aumentar una planta más de la edificación con la garantía de que se cumplen los requisitos mínimos de soleamiento para la fachada. Es importante que no se rebase la altura de edificabilidad máxima permitida para la zona según las condiciones de ordenación.
- 5.1.6. La línea de la edificación es el resultado materializado de la fachada de la edificación con la rasante del terreno, excluyendo los cuerpos volados. Se permite la localización de soportales o volados en las plantas bajas, como elementos de protección solar estival.
- 5.1.7. La dimensión de huecos de fachada será determinada haciendo un estudio de la orientación de la misma y su exposición o no al viento, y las ventajas o desventajas que ésta presente con respecto al soleamiento. El diseño de las aberturas de fachadas, es responsabilidad directa del arquitecto diseñador del edificio.
- 5.1.8. Se recomienda aislar térmicamente las cubiertas, debido al excesivo calor que genera la exposición de la cubierta al asoleamiento durante todo el día.
- 5.1.9. Es necesario implementar espacios de amortiguamiento en el bajo de la cubierta, de control y atemperamiento climático a lo largo del año. Nunca se podrán destinar a usos viveros bajo cubierta.
- 5.1.10. Fachadas de colores claros para reflejar la radiación solar incidente. Blancos, ocre, cremas, o tierras claras.

Conclusiones

En este capítulo pudimos observar algunas estrategias urbanas, para mejorar las condiciones de los asentamientos ya existente, como las estrategias a seguir al diseñar nuevos asentamientos, sin embargo, no existen soluciones maestras, cada sector, para la implementación de estas pautas, debe hacer un análisis extenso del sector, sus pendientes, sus barreras naturales y artificiales, su orientación respecto al soleamiento, pues con el conocimientos de estos factores, la aplicación de estas pautas, será efectiva.

Cabe recalcar que las pautas aquí establecidas, no responden a un análisis urbano, sino a un estudio climático, por ello, las respuestas son al clima de la ciudad y no al entorno urbano de la misma, aunque estas estén ligadas estrechamente.

CAPÍTULO VII
CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES
LÍNEAS DE ACCIÓN FUTURAS

1. Conclusiones y recomendaciones

El proyecto de investigación que se realizó, ha contribuido de manera muy importante a identificar y resaltar los puntos que hay que cubrir y considerar para llevar a cabo una implementación exitosa de la bioclimática al espacio urbano, tomando en cuenta los factores climáticos del asentamiento, y aprendiendo como utilizar el mismo a nuestro favor. Nos deja muchas cosas importantes que reflexionar y muchas otras que hay que reforzar, como el estudio de factores naturales como el viento, que, al igual que la trayectoria solar, necesita instrumentos de estudio tangibles, donde se puedan realizar pruebas a escala de sus efectos en la ciudad y la vivienda.

Conforme se fue investigando nos fuimos percatando de muchas cosas que antes no habíamos considerado, que ignorábamos. Pudimos percatarnos como lo hemos venido mencionando de la importancia de saber las necesidades climáticas de la ciudad, tener una visión más clara de la influencia del sol en la ciudad, saber que existen maneras de ahorrar energía, y sobre todo la manera de aprovechar todos estos factores a nuestro favor, y conseguir una ciudad más eficiente energéticamente.

Hay muchas cosas de las que se aprendió a lo largo de este estudio que se podrían mencionar, pero las más importantes son las mencionadas anteriormente. Sin embargo consideramos que la más importante de todas es llevar a cabo antes que nada una planeación de lo que se quiere efectuar y que se espera obtener cuando se lleva a cabo diferentes proyectos, porque si no tenemos una meta clara, todas las respuestas serán desfavorables.

El trabajo que se elaboró fue satisfactorio, porque se cumplieron las expectativas planteadas, en algunas ocasiones se presentaron problemas en el trabajo que llevaba días resolverlo para así poder continuar, pero por fortuna no hubo algún incidente en donde se pusiera en juego el llegar al final de la investigación.

A pesar del estudio realizado para alcanzar las pautas bioclimáticas aquí redactadas, es necesario aclarar algunos puntos pendientes, que no fueron contemplados anteriormente.

- 1) Concretar las líneas de actuación de manera totalmente particularizada a la situación de cada asentamiento. No caben soluciones maestras. Cada sitio con su entorno y características necesitará de unas medidas específicas.
- 2) Potenciar los usos mixtos y la diversidad de actividades concentradas en los lugares centrales urbanos, para reducir viajes y el consumo de energía para el transporte fomentando los recorridos peatonales.
- 3) Integrar, ampliar y diseñar convenientemente la red de espacios libres urbanos. Empleo de las especies autóctonas, aclimatadas y con menor necesidad de cuidados, o de agua. Proponer diversidad de usos recreativos, huertos de ocio, etc., de los espacios verdes.
- 4) Planificar con densidades medias y altas, frente a la baja densidad de viviendas unifamiliares dispersas cuyos costes de infraestructuras, energéticos e impacto sobre el medio circundante son muy elevados.
- 5) Incentivar las técnicas arquitectónicas de acondicionamiento pasivo, ofreciendo posibilidad de soluciones de acuerdo con las necesidades del asentamiento, para el ahorro energético.
- 6) Políticas de tráfico que primen el peatonal sobre el motorizado, sobre todo en áreas centrales con alta densidad edificatoria. Las calles es conveniente que se adapten a la topografía y se propongan segregaciones de los tráficos urbanos.

2. Líneas de acción

Aunque este sea el final de este trabajo de investigación, podríamos decir que éste no termina aquí, más bien es el inicio de nuevos trabajos de investigación que complementarán y ampliarán el mismo, buscando siempre crecer en el conocimiento y buscar nuevas alternativas a las incógnitas que tenemos dentro de las ramas de

arquitectura y urbanismo. A tales efectos, a continuación vemos cuales son las líneas de acción futura y consecuente de esta temática:

2.1. Análisis de la influencia de los vientos en la ciudad

Estudio necesario para responder de manera adecuada a la influencia del viento a través de la ciudad y en diferentes sectores de la ciudad, investigación que culminará con la construcción de un túnel de viento, instrumento simulador de viento tanto a escala urbana como a nivel de edificación.

2.2. Estudio de las sombras generadas en los diferentes tipos de pendientes existentes en la ciudad

Análisis de pendientes de la ciudad y las sombras que estas generan, determinando las zonas de uso más aceptable, las zonas no aptas para la urbanización e incluso los mejores espacios para la ubicación de espacios verdes. Este estudio no fue realizado en el presente trabajo, debido a que las condiciones de cada pendiente son simplemente diferentes, por ello es necesario estudiar cada una a cabalidad.

2.3. Islas de calor urbanas

Analizar los diferentes focos de calor en la ciudad, estableciendo sus causas y efectos, para poder generar de esta manera estrategias para mejorar las condiciones en las mismas.

2.4. Asfalto sostenible

Investigar cuales son las maneras más optimas de pavimentar calles sin que estas incrementen el calor circundante, impermeabilicen las calles y resequen la tierra sobre la que es extendido, en fin, que deje de ser nocivo, y por lo contrario, sea de apoyo a la eficiencia en la ciudad.

2.5. Enverdecimiento de la ciudad

Estudio de las especies autóctonas y ubicación estratégica de las mismas a lo largo de la ciudad, haciendo un análisis pormenorizado e los efectos de la vegetación en la

ciudad, y las mejores estrategias para que esta colabore también a la eficiencia energética.

2.6. Las condiciones formales de la edificación

Definida a través de parámetros básicos, establecer la tipología edificatoria por zonas urbanas homogéneas. La diversidad tipológica favorece el control pormenorizado del medio natural y ofreceré más soluciones a los ciudadanos para mejorar su calidad de vida.

2.7. Las condiciones estéticas de la edificación

Tratamiento de las fachadas y de las medianeras,(colores, materiales constructivos, formas óptimas, etc.); cubiertas (planas, o inclinadas, colores, sistemas de ventilación o captación solar, materiales constructivos óptimos, etc.); cuerpos volados, soportales y aleros; formas y dimensiones de los huecos (según las fachadas y la planta edificada); y otros elementos característicos que puedan ayudar a controlar el microclima interno de los inmuebles (estanques, patios internos sombreados, etc.).