Diplomatura en Sustentabilidad de Espacios para la Salud I
Año 2020

Directora: Arq. Alicia Preide
Coordinador Académico: Arq. Javier Sartorio

ESTRATEGIAS PARA REPENSAR EL FUTURO DE UN EDIFICIO DE SALUD EN REFACCION COMO UN EDIFICIO VERDE Y SUSTENTABLE.

Caso Hospital Regional San Juan de Dios, Tarija -Bolivia

Arq. Jessica Baldivieso Alarcón

1. INTRODUCCION

1.1. El problema global

Vamos a considerar que todo lo que nos rodea va a influir en la salud. A partir del siglo XIX, el inicio de las grandes urbanizaciones genero una propagación desenfrenada de enfermedades infecciosas: viruela, tuberculosis, fiebre tifoidea y rubeola. En gran medida, se las pudo controlar a través de intervenciones de salud pública que se diseminaron mediante normas de edificación y de planeamiento.

La dotación de adecuados sistemas de saneamiento, servicios públicos de suministro de agua y requerimientos de ventilación y luz natural son ejemplos de respuestas del entorno construido a los impactos que el desarrollo ha causado en la salud.

En la actualidad, una gran cantidad de problemas de salud ambiental (cambio climático, contaminación tóxica, pérdida de biodiversidad y otros) se relacionan con la producción y el mantenimiento del entorno construido. A medida que el desarrollo se acelera en muchas regiones, la construcción de edificios consume cada vez más recursos, lo cual exige las metodologías y los materiales de construcción locales y autóctonos más allá de su capacidad de sustentable y ello es un problema general y ahora más que hablamos del tema del covid y como esto repercute en la construcción de edificios de Salud.

De hecho, los edificios dejan una enorme huella en la salud ambiental. Según cálculos del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), es posible que las actividades relacionadas con la construcción sean responsables de hasta un 30% o un 40% de las emisiones de dióxido de carbono en todo el mundo. La organización sin fines de lucro Architecture 2030 estima que estas actividades, cuando involucran el transporte de materiales, dan una cifra superior al 48%. Si bien las emisiones industriales de CO2 están estabilizándose, siguen aumentando en el sector de la construcción.

Las actividades relacionadas con la construcción de edificios consumen el 40% del total de piedra bruta, grava y acero que se genera, así como el 25% de la madera virgen de todo el mundo. La construcción y la demolición de edificios producen alrededor del 50% de los residuos sólidos municipales. Los edificios dañan aún más la capa de ozono estratosférico mediante el uso de refrigerantes y productos elaborados con compuestos que agotan el ozono, incluidos los materiales aislantes. Los edificios utilizan más del 75% de la producción mundial de PVC. La producción de cloro, un ingrediente básico del PVC, es uno de los procesos

industriales que más energía consumen en todo el mundo (alrededor del 1% de toda la producción eléctrica mundial).[1]

En muchos entornos actuales, las personas pasan hasta el 90% de su vida en espacios cerrados. Los cálculos sugieren que el nivel de contaminación en interiores es hasta cinco veces mayor que el nivel de contaminación al aire libre. Mediante un análisis cada vez más profundo de las fuentes contaminantes en interiores, que van desde polvo hasta formaldehído, plastificantes con ftalatos y productos de limpieza, se están obteniendo nuevos datos sobre la necesidad de materiales de construcción más seguros y saludables.

Al mismo tiempo, la construcción en el sector de la salud está en pleno auge en muchas regiones del mundo, con un dinamismo particular en varios países en desarrollo.

1.2. Oportunidades del Sector Salud

El sector de la salud tiene la posibilidad, a través de su poder de mercado, de inducir a la industria de la construcción a desarrollar productos y sistemas para la construcción que sean más seguros, resilientes, verdes y saludables. El sector de la salud puede implementar las “mejores prácticas” en la construcción sustentable.

Los edificios destinados a brindar servicios de salud son tan diversos como los sistemas de administración que les dan forma. Las instalaciones varían enormemente entre los diferentes países y dentro de un mismo país. Abarcan desde clínicas de atención ambulatoria en pequeñas comunidades hasta grandes hospitales, patrocinados también por una gran diversidad de propietarios, entre ellos, organismos gubernamentales, organizaciones filantrópicas sin fines de lucro y corporaciones. Incluyen instalaciones comunitarias que funcionan las 24 horas del día.

Es importante destacar que los edificios destinados a la salud generan un gran impacto sobre el medio ambiente y ello originó la creación y adopción de una amplia variedad de herramientas y recursos para “hospitales verdes” dentro del sector de la salud. A nivel mundial, se han personalizado diversas herramientas y recursos para edificios verdes con el fin de adaptarlos al sector de la salud y a zonas o regiones climáticas específicas.

Algunos ejemplos de herramientas de calificación de edificios verdes que sirven de parámetro para la construcción de instalaciones de salud están dados por los siguientes

[1] https://www.hospitalesporlasaludambiental.net/edificios/

sistemas de certificación: LEED para el sector de la salud (LEED for Healthcare) del Consejo de Edificios Verdes de los Estados Unidos, Estrella Verde para el sector de la salud (Green Star for Health) de Australia entre otros. Todas estas herramientas comparten un mismo concepto: los principios para la construcción de edificios verdes tienen en cuenta factores tales como el uso de la tierra y el emplazamiento, el consumo de agua y energía, las prácticas para la obtención de materiales de construcción y la calidad medioambiental de los espacios internos.

Tanto el emplazamiento de los hospitales en lugares cercanos a rutas con transporte público, como el uso de materiales para la construcción locales y regionales, la plantación de árboles en el sitio, la incorporación de componentes de diseño como la luz del sol, la ventilación natural, las energías alternativas y los techos verdes, son todas medidas que permitirán a las instalaciones sanitarias ya existentes disminuir su huella ambiental y su impacto en las comunidades locales, y diseñar los nuevos edificios de manera que utilicen mucho menos recursos . Esto es aplicable a todo tipo de edificio sanitario, ya sean instalaciones de gran envergadura, hospitales centralizados o pequeñas clínicas comunitarias.

Las investigaciones también sugieren que existe una relación directa entre el entorno construido y la respuesta terapéutica; el diseño de un hospital puede influir de manera positiva en la salud del paciente, así como también en el desempeño y la satisfacción de los profesionales que lo atienden. Por ejemplo, la ventilación natural puede constituir una estrategia efectiva para ahorrar energía, así como también una medida eficaz para controlar las infecciones.

La construcción de edificios verdes y saludables también exige mirar un poco más allá del costo inicial del capital, y centrarse en el “costo total de propiedad” a lo largo de toda la vida útil de la estructura. Estos “costos de ciclo de vida” incluyen los costos operativos, como, por ejemplo, el mantenimiento del sistema y de los servicios públicos, de modo de equilibrar las inversiones iniciales en la infraestructura para la provisión de energía y agua, con las ganancias provenientes de la reducción en los costos operativos.

Es importante subrayar que las estrategias de edificios verdes y saludables no son solamente para las construcciones nuevas. En muchos casos, los edificios ya existentes pueden reacondicionarse de manera de incorporar muchas de las mejoras sistémicas que se implementan en los edificios nuevos.

1.3. Objetivo General

- Identificar que estrategias se pueden establecer para convertir al Hospital Regional San Juan de Dios de la Ciudad de Tarija en Bolivia en un edificio verde y sustentable.

1.3.1. Objetivos Específicos

- Realizar una síntesis teórica de los conceptos aplicados para poder considerar la factibilidad de un edificio verde y saludable en la ciudad Tarija.
- Analizar las condiciones ambientales y climáticas del lugar donde está emplazado el Hospital Regional San Juan de Dios para determinar algunas pautas de diseño bioclimático.
- Analizar las condiciones de confort, del recurso solar y viento del lugar donde está emplazado el Hospital Regional San Juan de Dios para determinar el confort adecuado requerido para un hospital verde y saludable.
- Analizar las condiciones de iluminación natural donde está emplazado el Hospital Regional San Juan de Dios para determinar las mejores condiciones para un hospital verde y saludable.
- Analizar el recurso solar y las necesidades energéticas del Hospital Regional San Juan de Dios para determinar los sistemas más adecuados para utilizar.

1.4. Metodología

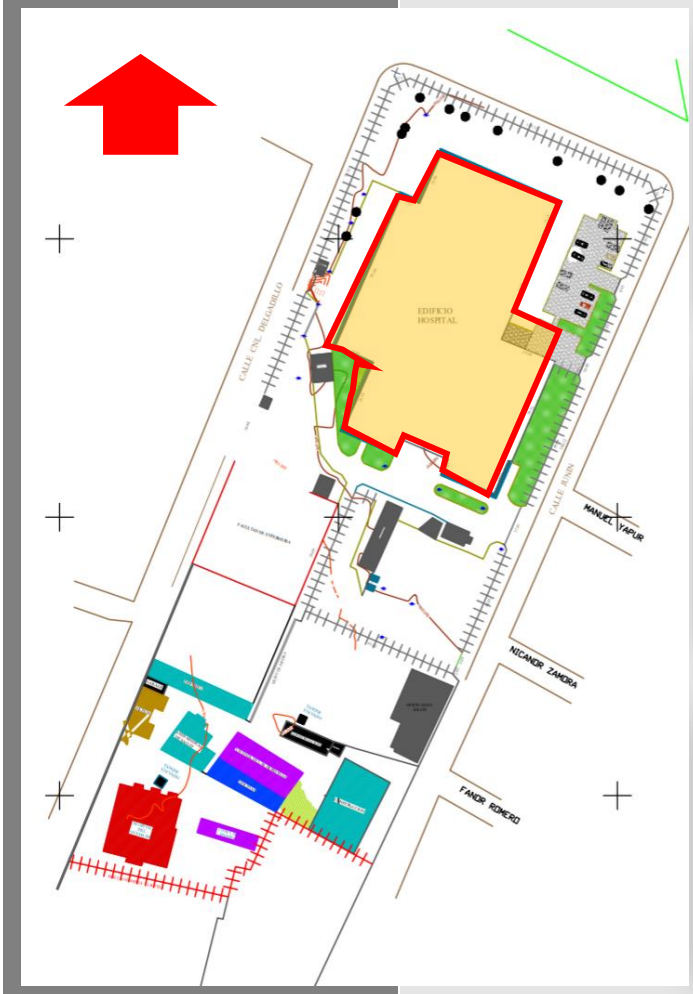
Se realizará primero una identificación de concepto aplicados y aprendidos en el trascurso de la diplomatura y luego a través de un ensayo proyectual de una nueva propuesta se evaluaran acciones a realizar en este efector de salud para pensar en que el hospital Regional San Juan de Dios aplicando criterios diversos con resultados aproximados.

2. IDENTIFICACION Y CARACTERIZACION DEL EFECTOR DE SALUD, DEL EDIFICIO Y SU ENTORNO.

Nombre y Tipo de efector:	**HOSPITAL REGIONAL SAN JUAN DE DIOS**
Monovalente (especialidad) o Polivalente	TERCER NIVEL DE ATENCION
Subsector de pertenencia:	PUBLICO
Jurisdicción de dependencia:	DEPARTAMENTAL
Breve descripción del Sistema de Salud en el cual está inscripto.	**Tercer Nivel de Atención:** Es la instancia conformada por hospitales con alta capacidad resolutiva y tecnológica, contando además de las especialidades del segundo nivel con el resto de especialidades y subespecialidades. Se articula con el primer, segundo y cuarto nivel. Con una cobertura aproximada del 3% de las atenciones. El criterio de relación, entre la cobertura y complejidad, se da en los 4 niveles de atención, es el siguiente: 1. El primer nivel de atención, se caracteriza por realizar atenciones de máxima cobertura, de complejidad esencial. 2. El segundo nivel de atención, se caracteriza por realizar atenciones de alta cobertura, de complejidad mediana. 3. El tercer nivel de atención, se caracteriza por realizar atenciones de mediana cobertura, de alta complejidad. 4. El cuarto nivel de atención, se caracteriza por realizar atenciones de mínima cobertura, de máxima complejidad.



Política operacional	Cuenta con todas las especialidades básicas y subespecialidades. Además de contar con un área para HEMODIALISIS, QUEMADO, INFECTOCONTAGIOSOS, presta servicio de ANATOMIA PATOLOGICA como centro de referencia. En el hospital se realizan las autopsias de ley y es el único de TERCER NIVEL del departamento.
Tipología edilicia:	Forma parte de un complejo hospitalario, el bloque principal es un edificio aislado, con una serie de bloques anexos y de servicios complementarios.









Superficies	Superficie Terreno: 28431,207 m2. Planta Baja: 6322.25 m2 Primer piso: 4250.62 m2 Segundo piso : 4095.60 m2 Tercer piso : 4095.60 m2
Cantidad de camas	200 camas

2.1. Datos significativos de implantación y entorno:

2.1.1. Tarija es uno de los nueve departamentos que forman el Estado Plurinacional de Bolivia. Su capital es la homónima Tarija. Está ubicado en el extremo sur-sureste del país, limitando al norte con Chuquisaca, al este con Paraguay hasta el trifinio Hito Esmeralda donde comienza su frontera sur con Argentina, y al oeste con Potosí. Con 37 623 km² es el departamento menos extenso, con 482 196 es el tercero menos poblado —por delante de Beni y Pando, el menos poblado— y con 12,8 hab/km², el tercero más densamente poblado, por detrás de Cochabamba y La Paz. Se fundó el veinticuatro de septiembre de 1831.

Es llamada cariñosamente por sus habitantes (quienes suelen usar el gentilicio *chapaco* y *chaqueño* como equivalente del sustantivo *tarijeño*) *chura tierra* (la hermosa tierra). Tarija ha tenido, en las últimas décadas, un gran crecimiento económico, gracias a la explotación de sus recursos naturales, considerándose el segundo departamento con menos pobreza dentro del estado boliviano.[2]

2.1.2. Reseña Histórica. Tarija, ciudad originalmente fundada con el nombre de Villa de San Bernardo de la Frontera de Tarixa, es un municipio y una ciudad de Bolivia, capital del departamento homónimo. Cuenta con una población de 563.342 habitantes en total. Se encuentra ubicada en el valle del río Guadalquivir a 1834 msnm.

La ciudad fue fundada el de 4 julio en 1574 por el capitán español Don Luis de Fuentes y Vargas, por órdenes de Francisco Álvarez de Toledo, virrey del Perú. Aun durante el régimen virreinal hispano, en 1807, poco antes de las Guerras de independencia hispanoamericanas, pasó a depender con todos sus territorios a la Provincia de Salta, y por ende al Virreinato del Río de la Plata. Es por ello que ya durante el proceso independentista de la corona de España, el Cabildo de Tarija envía como diputado a la Junta Grande de 1810 celebrada en Buenos Aires, al abogado tarijeño José Julián Pérez de Echalar, para integrarse a las Provincias Unidas del Río de la Plata.

2.1.3. RECURSOS NATURALES EN TARIJA. Ubica en al Sur de Bolivia que es un país donde se encuentran todos los climas desde el tropical en los llanos, hasta el polar en las altas cordilleras. Además de la variabilidad espacial de las condiciones climatológicas, muchos lugares del país presentan climas irregulares a lo largo del año o variaciones grandes e imprevisibles.

---

[2] https://es.wikipedia.org/wiki/Departamento_de_Tarija.

Las condiciones climáticas del país están determinadas por una combinación de factores entre los cuales los más importantes son la posición geo astronómica, la latitud, su ubicación en los trópicos, la altitud, la variedad de relieves que presenta la Cordillera de los Andes, la existencia de zonas planas, la circulación de los vientos alisios, los surazos y el fenómeno El Niño.
Estos factores modifican la temperatura, la precipitación, la humedad, el viento, la presión atmosférica, la evaporación, y la evapotranspiración, dando lugar a climas diferentes en todo el ámbito nacional. Además de presentar, así como en todo el territorio nacional en el departamento presenta tal variedad de fisiográfia y climas, que todos ellos se encuentran en nuestro territorio.

2.1.4. CLIMA. Tarija resulta ser agradable y se considera de la siguiente manera, según las estaciones.

- **Clima de primavera en Tarija, Bolivia:** el clima de primavera es ligeramente cálido y agradable, con algunas lluvias. La temporada de primavera en Tarija va del 21 de septiembre al 21 de diciembre con una máxima promedio de 25 C (77 F) y una baja promedio de 8,3 C (47,3 F).
- **Clima de verano en Tarija, Bolivia:** el tiempo de verano es ligeramente cálido y agradable, con algunas lluvias. La temporada de verano en Tarija va del 21 de diciembre al 21 de marzo, con una máxima promedio de 24 C (76 F) y una baja promedio de 11,3 C (52,7 F).
- **Clima de otoño en Tarija, Bolivia:** clima de otoño es agradable. La temporada de otoño en el Tarija va de 21 de marzo al 21 de junio con una máxima promedio de 22 C (72.3 F) y una baja promedio de 6.7 C (45.0 F).
- **Clima de invierno en Tarija, Bolivia:** El clima de invierno es agradable, pero más frío que en otras temporadas, se considera la estación seca. Temporada de invierno en el Tarija va de 21 de junio al 21 de septiembre con una máxima promedio de 20,7 C (69,3 F) y una baja promedio de 1.0 C (34.3 F).

También existe otra clasificación En Bolivia vamos a clasificar los climas de acuerdo a la elección de los datos meteorológicos. Los más importantes son la precipitación y la temperatura. Se tomará en cuenta la clasificación del climatólogo alemán Vladimir Köppen en 1884 y revisada posteriormente por él mismo y por Rudolf Geiger, describe cada tipo de clima con una serie de letras, normalmente tres, que indican el comportamiento de las temperaturas y las precipitaciones. Es una de las clasificaciones climáticas más utilizadas debido a su generalidad y sencillez.

2.1.4.1. CLASIFICACIÓN DEL CLIMA SEGÚN KOPPEN PARA BOLIVIA

- Climas lluviosos tropicales (A)

- Clima tropical siempre húmedo (Af) región del Chapare donde se han registrado precipitaciones hasta de 8.000 mm por año. Otros sitios frontera con Brasil y el Pantanal.
- Clima tropical húmedo con corta sequía (Am). Norte de La Paz y todo el departamento de Pando.
- Clima tropical de sabana con invierno seco (Aw) que corresponde a gran parte de las llanuras benianas.

- Climas secos (B)

- Clima de estepa con invierno seco y frío (Bswk) Altiplano occidental y faldas de la Cordillera Oriental.
- Clima de estepa con invierno seco y caliente (Bswh) Subandino centro y sur.
- Clima de estepa con invierno seco y muy caliente (BSwh') característico de las llanuras secas del Chaco y la parte central del departamento de Santa Cruz, con inviernos secos muy calientes, donde la temperatura es mayor a 25° C y 30° C pero cuando soplan los vientos provenientes del sur, la temperatura baja hasta menos de 2° C.

- Climas mesotérmicos ó templados (C)

- Clima templado con invierno seco y caliente (Cwa) Yungas de La Paz, Cochabamba y Santa Cruz y todo el subandino sur.
- Clima templado con invierno seco frío (Cwb) corresponde a la zona aledaña al lago Titicaca.

- Climas fríos (E)

- Clima de tundra (ET) en los flancos más bajos de las cordilleras y parte del altiplano.
- Clima de alta montaña (EB) corresponde a las altas cumbres de las cordilleras que están cubiertas de nieve o hielo la mayor parte del año.

- Climas secos (B)

- Clima de estepa con invierno seco y frío (Bswk) Altiplano occidental y faldas de la Cordillera Oriental.
- Clima de estepa con invierno seco y caliente (Bswh) Subandino centro y sur.
- Clima de estepa con invierno seco y muy caliente (BSwh') característico de las llanuras secas del Chaco y la parte central del departamento de Santa Cruz, con inviernos secos muy calientes, donde la temperatura es mayor a 25° C y 30° C pero cuando soplan los vientos provenientes del sur, la temperatura baja hasta menos de 2° C.

-Climas mesotérmicos ó templados (C)

- Clima templado con invierno seco y caliente (Cwa) Yungas de La Paz, Cochabamba y Santa Cruz y todo el subandino sur.
- Clima templado con invierno seco frío (Cwb) corresponde a la zona aledaña al lago Titicaca.

- Climas fríos (E)

- Clima de tundra (ET) en los flancos más bajos de las cordilleras y parte del altiplano.
- Clima de alta montaña (EB) corresponde a las altas cumbres de las cordilleras que están cubiertas de nieve o hielo la mayor parte del año.

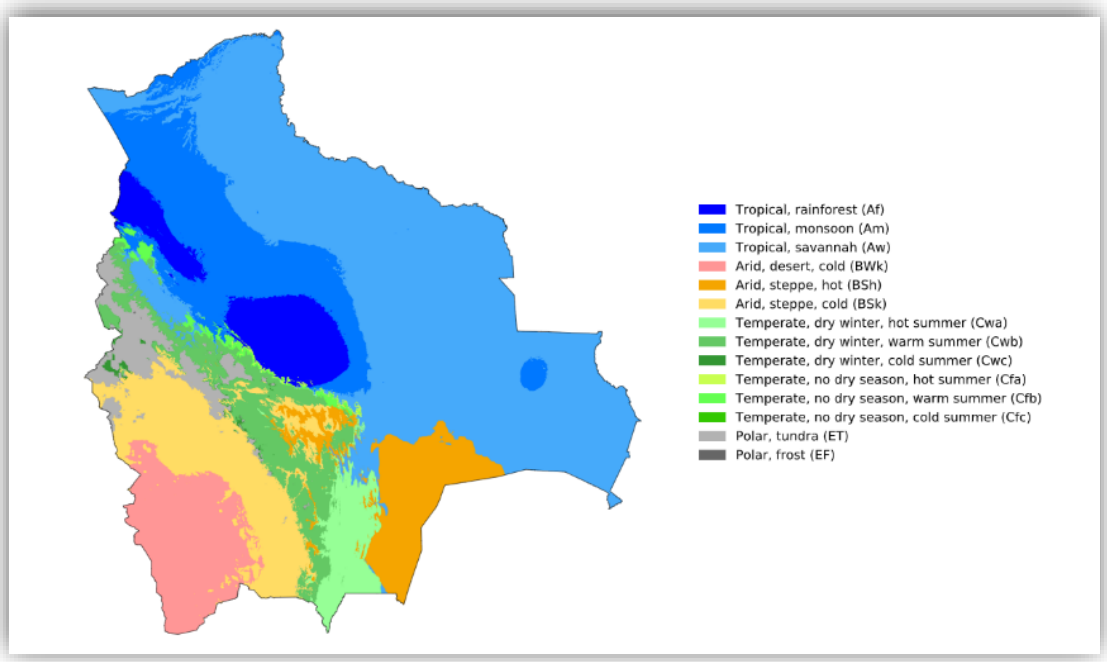


Figura 1. Mapa de Climas según KOPPEN de Atlas de Bolivia

Fuente. Internet

1.5. TEMPERATURA. Si se hace un promedio de temperaturas se obtiene una media que oscila entre los 18 °C a 24 °C, siendo las zonas con temperaturas más bajas en directa razón proporcional a los aumentos de altitud y de latitud.

Pese a hallarse en los mapas toda Tarija en áreas «intertropicales» (al norte del Trópico de Capricornio), las altitudes del extremo oeste hacen que allí sean frecuentes las temperaturas frías con nevadas en cualquier época del año. La Capital entre uno de sus apodos recibe —con su *umland* o territorio periférico— el sobrenombre de «El Valle del Paraíso» o «paraíso de la primavera» por sus condiciones que parecen primaverales casi todo el año, aunque en estas zonas del lado más húmedo de clima templado subhúmedo y en la ciudad un clima semiárido cálido - templado de calor y sensación igual al mediterráneo, en pleno centro y ciudad de la región tarijeña ciertos días de los inviernos son fríos, y la temperatura, especialmente durante el mes de julio, suele bajar hasta 5° C, y hasta ser acompañada por nevadas, merced a los surazos. Se llega a

disminuciones térmicas increíbles para la latitud y altitud; por ejemplo, en 1966 se registró en esta ciudad una temperatura absoluta de -9,5 °C, y el 20 de julio de 2010 en la misma ciudad de San Bernardo de Tarija la temperatura bajó a -9,2 °C acompañada por copiosas nevadas.

En cuanto a la región tarijeña del Gran Chaco su baja altitud y su baja latitud (zona intertropical) hacen suponer a priori que el clima ha de ser cálido todo el año, sin embargo la continentalidad y el libre discurrir de los vientos "surazos" desde el cuadrante sur procedentes de la Antártida hacen que en invierno (especialmente en el mes de julio) las temperaturas bajen también mucho en el Chaco: el 20 de julio de 2010 llegaron a registrarse algunas nevadas en las llanuras del Gran Chaco Chapaco (o tarijeño), en los alrededores de Yacuiba y Villamontes; por ello el clima correspondiente a esa zona es el semitropical continental.

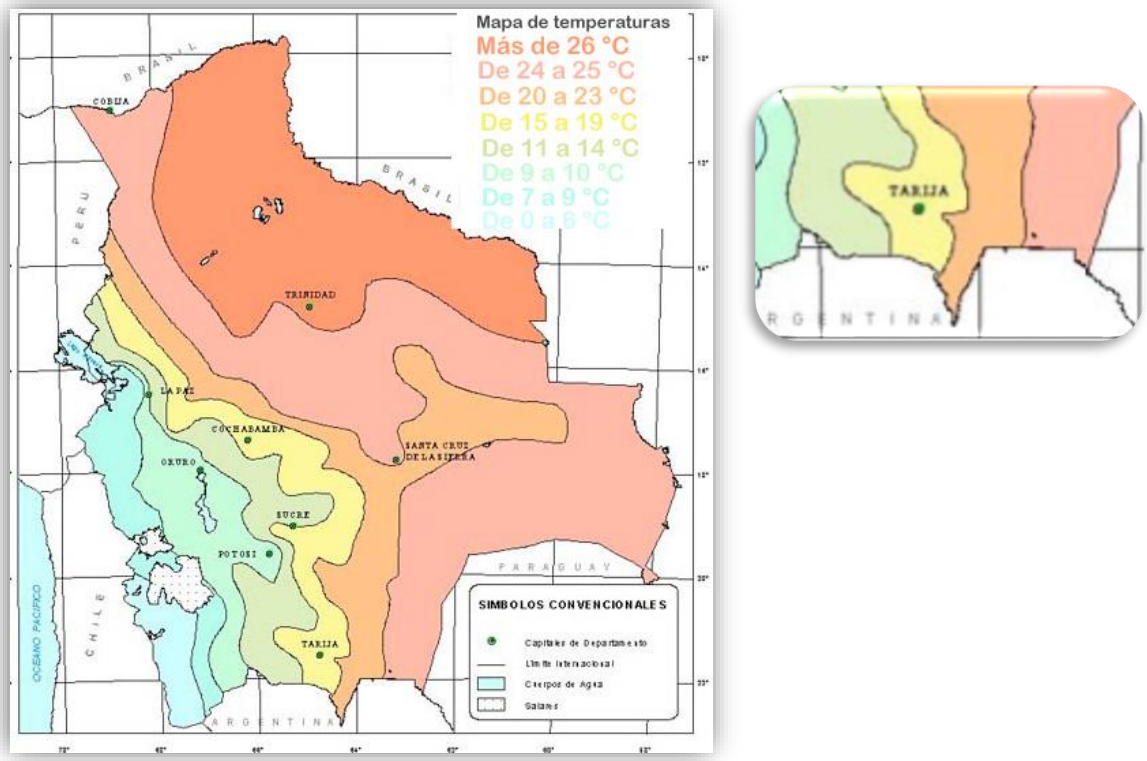


Figura 2. Mapa de Temperatura de Atlas de Bolivia

Fuente. Internet

1.6. PRECIPITACIONES. En cuanto a las precipitaciones, una vez que se establecen las lluvias, durante la época alta (diciembre a marzo), éstas son más abundantes y el aumento persiste hasta abril. Esta tendencia muestra una reducción entre los meses de septiembre-octubre y aumento en el mes de noviembre, lo que evidencia un acortamiento en la fase de lluvias.

En verano, época de lluvia, indican que el 50% de la precipitación anual en el altiplano

cae en tres meses (diciembre-enero-febrero). En esta época, la precipitación que desciende en forma de nieve se acumula en los glaciares, por lo tanto, el sostenimiento y restablecimiento del volumen anual de glaciares depende de la cantidad de precipitación de la época húmeda.

1.6. VIENTO. Los vientos se originan como consecuencia de las diferencias en la presión atmosférica y estas diferencias se producen por las distintas temperaturas en el aire. El aire frío tiende a desplazarse hacia abajo, mientras que el aire caliente se desplaza hacia arriba. Estas zonas pueden abarcar cientos de miles de kilómetros cuadrados y son conocidas como áreas ciclónicas y anticiclónicas respectivamente.

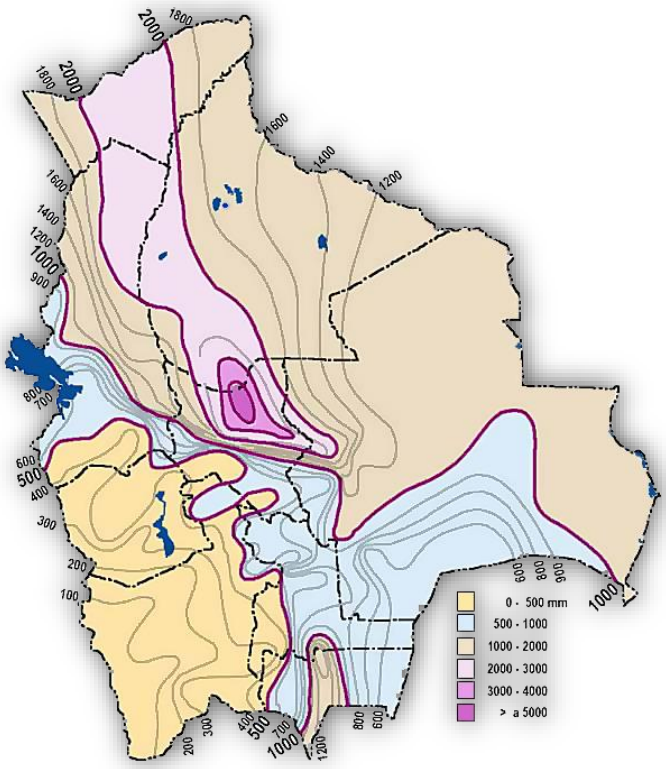


Figura 3. Mapa de Precipitaciones de Atlas de Bolivia
Fuente. Internet

a) Llanos, Las áreas norteñas de los llanos tienen un clima húmedo tropical con temperaturas altas a lo largo de todo el año, con una humedad alta y precipitación alta. La temperatura tiene un promedio superior a los 25 °C todo el año en la mayoría de los lugares. Los vientos provenientes de la cuenca de las amazonas traen lluvias significativas, esta lluvia cae a menudo con truenos, acompañados a veces por los vientos de fuertes granizos. Las áreas centrales de los llanos tienen un clima húmedo tropical.

b) El Chaco tiene un clima semitropical, semiárido. Los vientos nororientales traen la lluvia y la humedad a partir de enero; los otros meses son secos con días calurosos y noches frescas. La temperatura máxima registrada en Bolivia fue de 47 °C y se produjo en esta zona. Los surazos también afectan al Chaco; su llegada se avista generalmente por una línea chubascos. Las temperaturas y las cantidades de precipitación en áreas de montaña varían considerablemente.

c)Los valles y yungas, donde los vientos nororientales húmedos son empujados hacia las montañas, hacen que esta zona sea más húmedas y lluviosa, recibiendo hasta 152 centímetros anuales. Los valles que están dentro de la Cordillera Oriental tienen temperaturas

suaves y las cantidades de precipitación son moderadas con un promedio de 640 a 760 mm anuales. Las temperaturas caen con el aumento de la altura, sin embargo, las nevadas son posibles en elevaciones que oscilan entre los 2.000 msnm, la nieve permanente se encuentra por encima de los 4.600 msnm Las zonas a partir de los 5.500 msnm tienen un clima polar, con zonas de glaciar. Los picos de la Cordillera Occidental se convierten en desiertos fríos y altos por los vientos fuertes.

Las temperaturas caen con el incremento de la elevación. La caída de nevadas es posible por encima de 2.000 msnm (metros sobre el nivel del mar), y la línea de "nieve eterna" está a 4.600 msnm. Las áreas sobre los 5.500 msnm tienen un clima polar, con zonas glaciares. La Cordillera Occidental es un desierto de altura con picos azotados por viento helado.

d) El Altiplano, que también es barrido por los vientos fuertes y fríos, tiene un clima árido-frío, con diferencias agudas en la temperatura diaria y las cantidades de precipitación que disminuyen de norte a sur. La temperatura media durante el día se encuentra entre los 15 a 20 °C, pero con el verano tropical y el sol las temperaturas pueden llegar a 27 °C. Sin embargo justo después de anochecer el aire conserva poco calor, en la noche las temperaturas caen drásticamente y se sitúan justo por encima de cero grados. El lago Titicaca ejerce una influencia de moderación, pero solo la iguala en sus orillas, las heladas ocurren casi cada mes

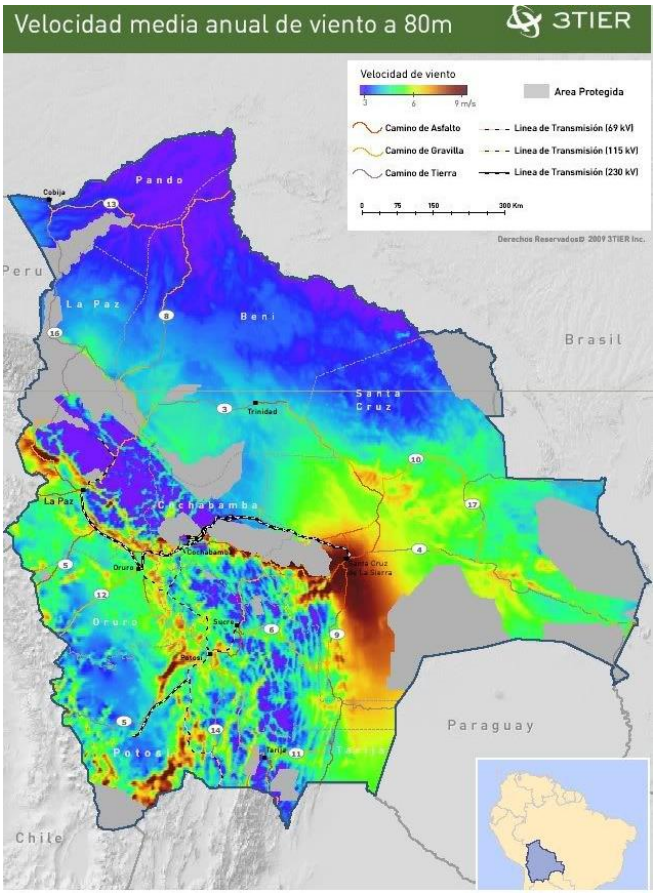
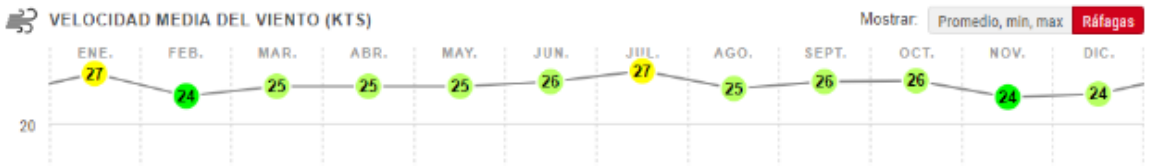


Figura 4. Mapa de Vientos de Atlas de Bolivia
Fuente. Internet

Promedios anuales de viento y clima para Tarija Aeropuerto

Ø VIENTO			Ø AIRE	
DIRECCIÓN	VELOCIDAD	RÁFAGAS	DURANTE EL DÍA	NOCHE
SE	7 kts	25 kts	22 °C	16 °C







Estadísticas basadas en observaciones tomadas entre el 11/2012 - 07/2020 diariamente entre las 7 de la mañana y las 7 de la tarde hora local.[3]

1.7. ECOLOGIA. La ecología es la parte de las ciencias naturales que estudia las relaciones de los seres vivos entre ellos y con el medio ambiente en que habitan. En Bolivia

[3] Fuente. https://es.windfinder.com/windstatistics/tarija_aeropuerto

viven 11.353.142 millones de habitantes que comparten el territorio de 1.098.581 kilómetros cuadrados con unas 20.000 especies de plantas superiores y unas 10.000 especies de animales. Un perfil oeste este de Bolivia muestra una gran masa montañosa andina y una amplia región de llanuras separadas ambas por la curva de nivel de 500 m. Esta morfología influye sobre la distribución de la vegetación de acuerdo a su efecto sobre el clima. La existencia de diferentes hábitats ha creado controversias entre varios autores, que han adoptado diversos sistemas de nomenclatura, aunque reconociendo las mismas unidades fisiográficas.

En los últimos años con la interpretación de imágenes de satélite se logró un gran avance para la delimitación de las ecorregiones del país. Se debe destacar a Ellenberg (1981) divide el país en doce regiones ecológicas que resultan de la superposición de características de relieve, clima y vegetación.

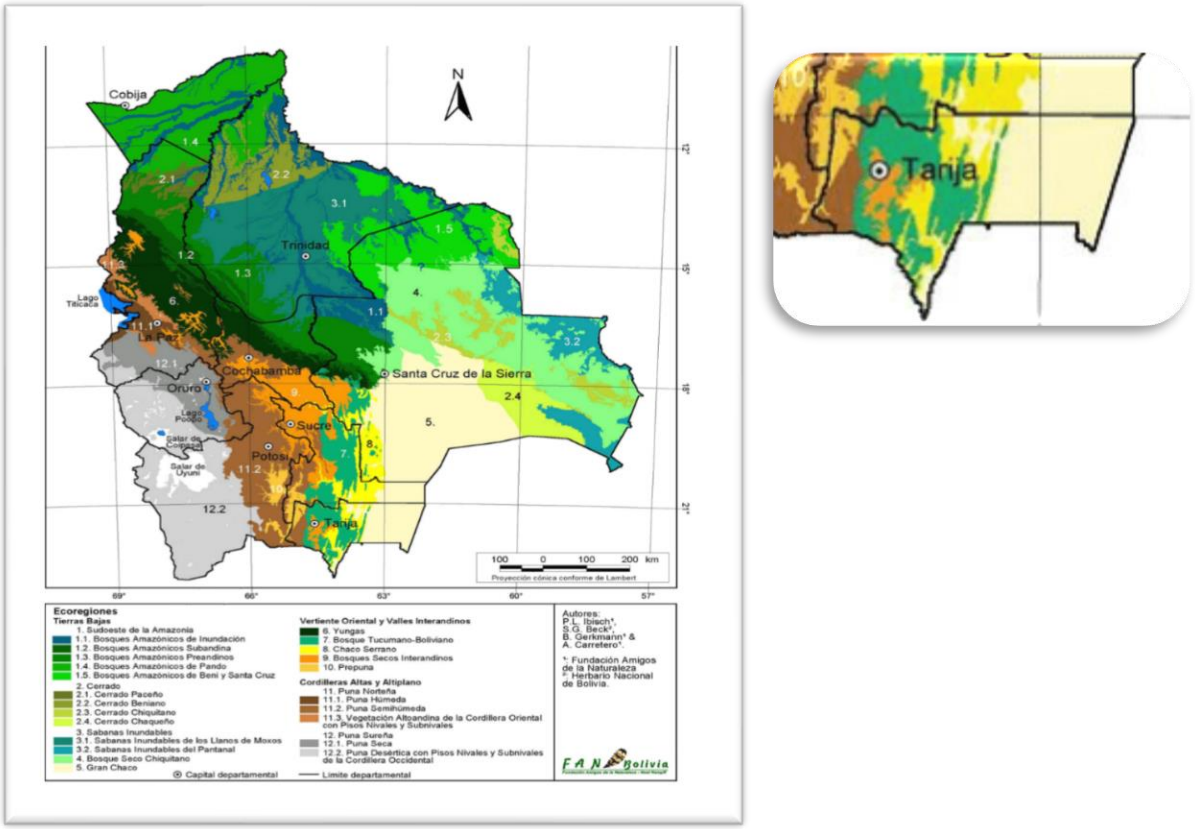


Figura 4. Mapa de Ecorregiones de Atlas de Bolivia

Fuente. Internet

1.8. FISIOGRAFIA. Bolivia es un país donde los planos altitudinales marcan diferencias no solo de relieve sino de clima, vegetación, suelos, flora y fauna. La diversidad de formas topográficas a lo largo y ancho del país, es resultado de la acción de fenómenos complejos de erosión, transporte y sedimentación, ligados con fenómenos de tectonismo y de vulcanismo.

Teniendo en cuenta los grandes factores morfológicos y geológicos, el país puede dividirse en dos unidades mayores: el bloque andino elevado y frío, y los llanos bajos, húmedos y calientes.

El bloque andino es el relieve montañoso cuyo límite inferior se establece en 500 msnm y su máxima altura en 6542 m. Presenta dos vertientes con bastantes diferencias, la occidental fría y seca que termina en el altiplano y la oriental cálida, húmeda y boscosa que sin solución de continuidad va descendiendo a las sierras subandinas y a la llanura amazónica en su límite norte, y al Chaco en su parte septentrional.

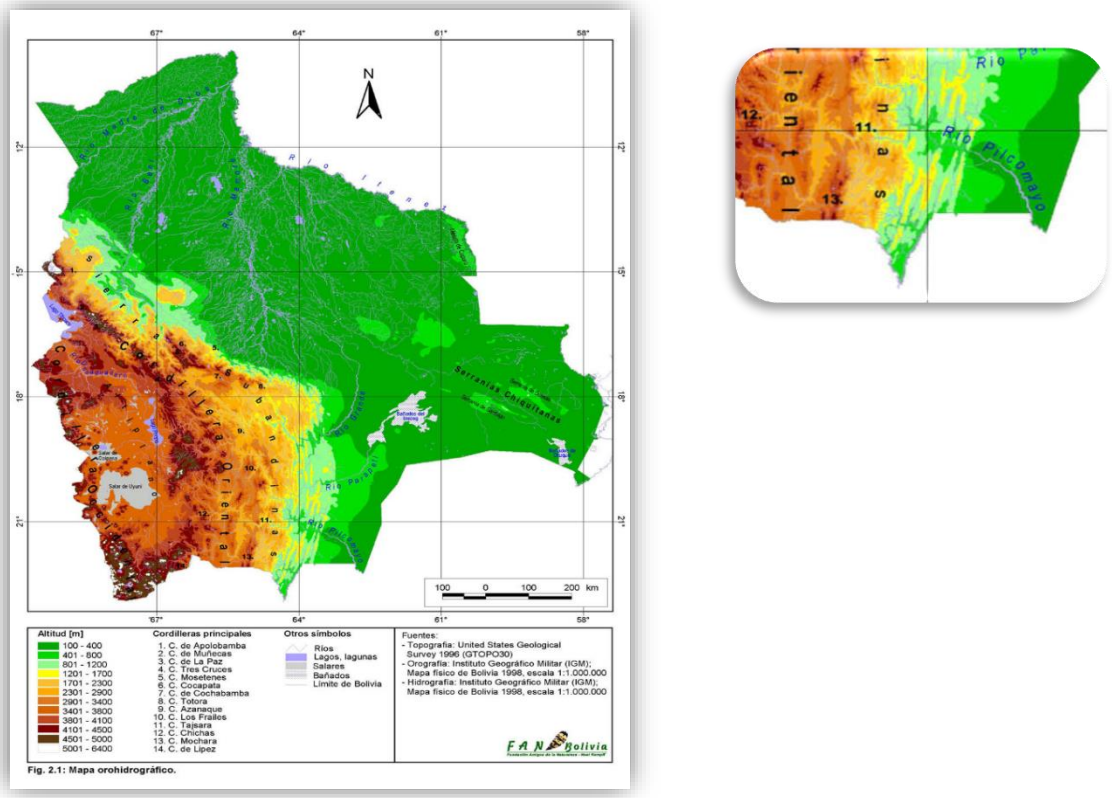


Figura 5. Mapa Fisiográfico de Atlas de Bolivia

Fuente. Internet

1.9. RECURSOS ENERGETICOS. En Bolivia se consume poca energía. El consumo per cápita promedio era de 9673 Kcal/hab./día. El habitante urbano consumía 11.300 Kcal/hab./día y el rural 7450 Kcal/hab./día. En otras unidades se puede expresar que cada boliviano consumía 340 kilogramos de petróleo equivalente (Kg pe) comparado a la media en América Latina (1000 Kg pe) o mundial (1500 Kg pe).

1.10. FUENTES DE ENERGÍA. La energía según el tipo de uso puede obtenerse de dos fuentes: energía tradicional y energía alternativa. Las energías tradicionales están asociadas a los combustibles clásicos: petróleo, gas, leña, carbón y recursos hidráulicos. Las formas de energía no tradicional o energías alternativas están asociadas al sol (energía solar), al viento (energía eólica) minerales radioactivos, energía nuclear y energía geotérmica.

El país cuenta con niveles relativamente elevados de potenciales energéticos tanto tradicionales como de energías alternativas, así existen grandes recursos hidráulicos que se originan en los ríos que nacen en las cordilleras y que en la actualidad sólo se utilizan en una mínima parte. El 2003 las reservas de petróleo se estimaban que alcanzarían para 90 años y las de gas para 600 años. En cambio, en Bolivia, no existe carbón que pueda ser explotado económicamente. También existe un potencial todavía no utilizado de energías alternativas.

1.11. ENERGÍA TRADICIONAL

Hidrocarburos. Por su naturaleza geológica, el país es más un productor de gas natural que de petróleo. Un 62 % del total de líquidos son producidos a partir de condensados. El consumo nacional de productos petrolíferos el 2001 fue de 12.408.800 barriles, o sea 33.997 barriles por día, incluyendo gas licuado de petróleo y lubricantes. Frente a las reservas de gas natural, 54 trillones de pies cúbicos (año 2003) las reservas de crudo y condensado son relativamente pequeñas. El sector de energía eléctrica absorbió el 63 % de las ventas de gas natural

Potencial Hidro energético. El potencial hidroeléctrico con que cuenta Bolivia está en el orden de 39.800 MW de potencia, que alcanzaría una producción de 177.669 GWh, del cual se estaría utilizando sólo el 1%. La región de mayor concentración del recurso hidropotencial en el país se encuentra en la vertiente este de la Cordillera Oriental. Consiste en una franja territorial que tiene su inicio en la Cordillera de Apolobamba y se extiende por la de Muñecas, Real de La Paz, Tres Cruces, Santa Vera Cruz y Cochabamba. Abarca una longitud de aproximadamente 350 Km. y un ancho promedio de 100 Km

Energía eléctrica La industria eléctrica en Bolivia comprende la generación, transmisión, distribución, comercialización, importación y exportación de electricidad. La oferta de electricidad está basada en centrales de generación hidroeléctrica y termoeléctrica. La energía eléctrica se desarrolla principalmente a través del Sistema Interconectado Nacional, SIN en el cual están integrados los principales centros de producción y consumo de los departamentos de La Paz, Cochabamba, Santa Cruz, Oruro, Potosí y Sucre; y abarca alrededor del 90 % del mercado nacional. Adicionalmente se cuenta con pequeños sistemas aislados con características diversas en las ciudades y poblaciones menores, que cubren el restante 10% del mercado eléctrico nacional Las redes de distribución del conjunto de los distribuidores en el SIN crecieron de 18.600 Km en 1996 a 26.000 Km. el 2002.

Biomasa Uso de Biomasa con Fines Energéticos, el 90 % de la población rural de Bolivia depende de la biomasa como energético para combustión, cocción de alimentos, producción de carbón vegetal y para la producción de la industria manufacturera como ladrilleras, panificadoras y otras. Sólo un 3,5% de dicha población utiliza derivados del petróleo y un 0,5% electricidad.

Energía geotérmica. En el interior de la tierra pueden existir importantes acumulaciones de vapor cuyo aprovechamiento adecuado permitiría una fuente de energía permanente. Una descripción muy generalizada de las áreas de interés geotérmico las agruparía en 3 zonas: Sajama, Valle del río Empexa y Lagunas del sur

Energía solar. El sol es una estrella que irradia uniformemente al espacio una cantidad enorme de energía que equivale a 3.83 x 1023KW en potencia, de la cual, la tierra intercepta solamente 1.73 x 1014KW a una distancia promedio aproximada de 150 millones de kilómetros en su posición de tercer planeta del sistema solar.

Las dos terceras partes del territorio de Bolivia, cuya posición latitudinal está entre los paralelos 9o, 40oS. y 22o, 53oS., se encuentra en la franja de mayor radiación solar. Esta situación, sus condiciones climatológicas y altitudinales hacen que cuente con uno de los niveles de intensidad solar más elevados del continente. La incidencia solar en el territorio nacional alcanza los promedios anuales de 5.4 KWh/m2 día de intensidad y de 7 horas/día de insolación efectiva

Energía eólica. La energía eólica tiene una aplicación en el campo de.

1. Suministro de energía eléctrica a áreas rurales (pueblos alejados)
2. Sistemas de bombeo de agua para programas agrícolas de irrigación

1.12. HOSPITAL REGIONAL SAN JUAN DE DIOS. ESTADO ACTUAL.

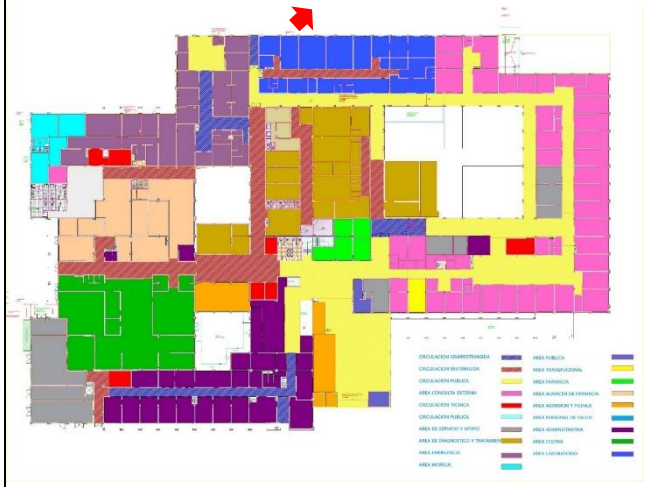
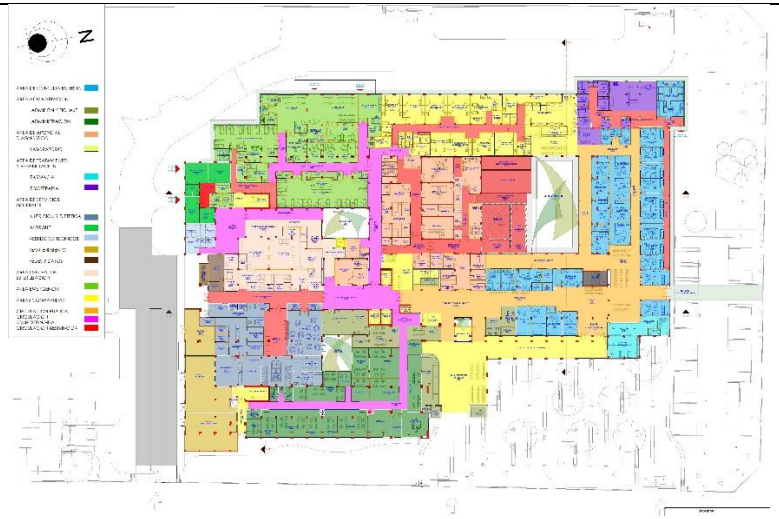
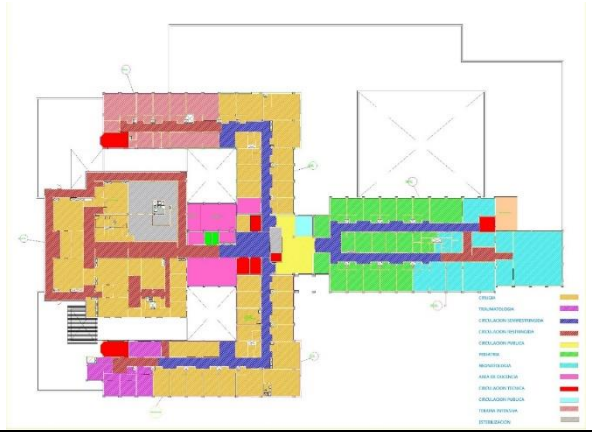
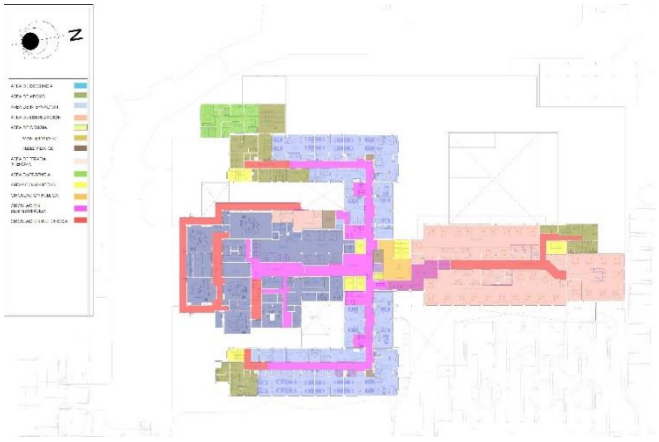
El hospital Regional San juan de Dios fue puesto en funcionamiento desde el año 1970, con un proyecto, del Gobierno de esa época. Responde a un modelo tradicional de hospitales. El mismo fue construido con muy pocas variaciones, pero con el transcurso del tiempo sufrió varios ajustes debido a que la demanda era mayor a la oferta de servicios que se ofertaban.

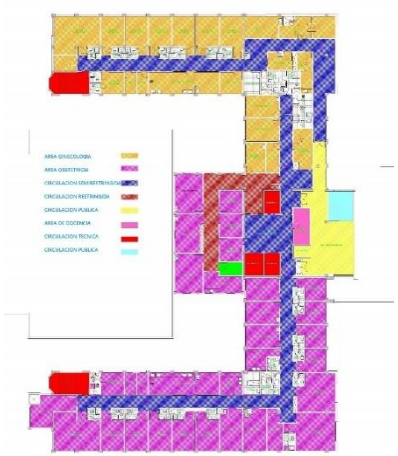
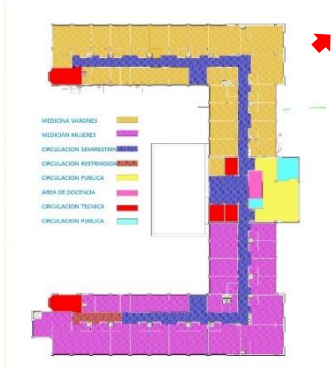


Muchos ambientes anexos con el paso del tiempo fueron modificados y en algún caso mal planteados.

El proyecto se estructura en 4 niveles con el siguiente PROGRAMA MEDICO ARQUITECTONICO:

PLANTA BAJA	ADMINISTRACION
	CONSULTA EXTERNA
	IMAGENOLOGIA
	FARMACIA
	ALMACEN FARMACIA
	COCINA
	EMERGENCIA
PRIMER PISO	CIRUGIA
	INTERNACION
	MEDICINA INTERNA
	NEONATOLOGIA
	PEDIATRIA
SEGUNDO PISO	GINECOLOGIA
	OBSTETRICIA
TERCER PISO	MEDICINA INTERNA

ESTADO ACTUAL	REFUNCIONALIZACION	
PLANTA BAJA 		La refundionalizacion propone trabajar en la reorganización de las áreas y concentrar las unidades.
PRIMER PISO 		Recambio de materiales y aprovechar para cambiar y generar ambientes más cálidos y organizados.

ESTADO ACTUAL	REFUNCIONALIZACION	
SEGUNDO PISO 		Las habitaciones y los materiales interiores cambiaran. Cubiertas verdes y energía fotovoltaica.
TERCER PISO 		

3. DESARROLLO DEL TEMA

Casi todas las decisiones de diseño de edificios pueden favorecer o perjudicar el confort térmico de sus usuarios: la forma edilicia, la orientación, la altura y espacio entre edificaciones, los materiales utilizados en la construcción de muros y techos, el tamaño y tipo de ventanas, el color de elementos exteriores y interiores; potencialmente todas estas variables contribuyen a crear condiciones más adecuados para las actividades desarrolladas adentro y alrededor de edificios.

La arquitectura del pasado ha adoptado estos recursos, perfeccionándolos a través del tiempo. La arquitectura precolombina, colonial y vernácula no tenía otros recursos viables para lograr confort. Desafortunadamente en las últimas décadas, la disponibilidad de fuentes de energía aparente abundante y de bajo costo ha permitido el uso creciente de medios artificiales de acondicionar edificios. El uso de refrigeración y aire acondicionamiento basado en energía fósil convierten edificios inhabitables, debido a decisiones equivocados de diseño, en edificios confortables con clima controlado artificialmente. Esta solución no es sustentable en el mediano y largo plazo, debido a la larga vida útil de edificios y la alta dependencia en energía no renovable.[4]

Por lo tanto, es necesario buscar alternativas que conviertan a los edificios en espacios verdes y saludables sobre todo usando nuestros recursos y aplicando técnicas de diseño bioclimático y otras tecnologías que se puedan considerar. A continuación, se realizará el análisis conceptual de diferentes variables y las estrategias posibles para dar respuesta a nuestro objetivo.

3.1. ZONAS CLIMATICAS. Las zonas están basadas en variables climáticas que indican los requerimientos de diseño para lograr confort térmico en edificios con la aplicación de estrategias bioclimáticos.

También se considera otros variables ambientales tales como radiación solar y precipitación. Así, se identifica los cambios en los impactos de clima sobre edificios que requieren cambios en el diseño urbano, arquitectónico y constructivo.

El proceso de diseño bioclimático se basa en las siguientes cuatro etapas de análisis:

1. El estudio de las condiciones de clima que impacto sobre el edificio.

4

2. La definición de los requerimientos ambientales de confort según las actividades a desarrollar y las expectativas de los usuarios.
3. Las modificaciones de las condiciones exteriores necesarias para lograr confort en el interior del edificio y también en espacios exteriores.
4. Los recursos de diseño arquitectónico y constructivo que logran esta modificación favorable mediante el acondicionamiento natural.

Los indicadores principales de las condiciones climáticas son la temperatura media anual y mensual, y la amplitud térmica promedio anual y mensual:

La temperatura media es el promedio de las temperaturas medias diarias, o, con una leve pérdida de precisión, el promedio de la diferencia entre la temperatura media máxima y la temperatura media mínima.

La amplitud térmica es la diferencia entre la temperatura media máxima y la media mínima. Estos dos indicadores, el valor promedio de la temperatura en un día típico de cada mes y la diferencia entre la temperatura media máxima y mínima mensual, permiten identificar las pautas de diseño bioclimático y los recursos de diseño que promueve confort térmico. En forma gráfica, se compara la relación entre estas variables del clima y los valores que definen condiciones de confort térmico. A través de un método gráfico que son los triángulos de confort, se analizaran las condiciones climáticas utilizando estos dos indicadores.

. **Análisis de confort**. La manera tradicional de analizar las condiciones ambientales en el proceso de diseño bioclimático utiliza dos variables: la temperatura del aire o de bulbo seco y la humedad relativa (Olgyay, 1963 y Givoni, 1969). [5]Los diagramas de Olgyay y Givoni utiliza la humedad relativa y absoluta respectivamente, junto con la temperatura del aire para definir gráficamente la zona de confort. Además, la amplitud térmica está relacionada con la humedad relativa. En zonas muy húmedas, hay dos fenómenos que tienden a controlar la amplitud térmica:

La alta humedad relativa está asociada con mayor nubosidad, factor que disminuye la influencia de la radiación directa durante el día y la perdida de calor por radiación nocturna hacia el cielo y consecuentemente la variación de temperatura entre día y noche. Aún en periodos de sol directo, la alta humedad relativa del aire disminuye levemente la transmisión de radiación solar a través de la atmosfera.

[5] Givoni, B. (1969). Man, climate and architecture. *Elsevier;()*.

La alta humedad relativa también está asociada con mayor precipitación, mayor vegetación y humedad del suelo. El calor latente requerido para la evaporación de agua en las horas de la mañana disminuye el aumento de temperatura, y el rocío a la noche evita la disminución excesiva de temperatura en estas horas. De las variables ambientales, la más importante es la temperatura del medio ambiente. Tradicionalmente, la temperatura bulbo seco se mide con un termómetro de mercurio en vidrio, aunque hoy se utiliza termocúplas con registros electrónicos.

De esta manera Tomando en cuenta los datos climáticos del efector de Salud estudiado se realizaron las siguientes gráficas, tomando en cuenta el verano y el invierno.

3.2. ESTRATEGIAS BIOCLIMATICAS. Las estrategias bioclimáticas que cambian las condiciones interiores mediante una modificación de la amplitud térmica diaria de los espacios interiores incluyen:

- La inercia térmica de elementos constructivos, tales como hormigón y ladrillo macizo, moderan la amplitud del flujo de calor hacia el interior.

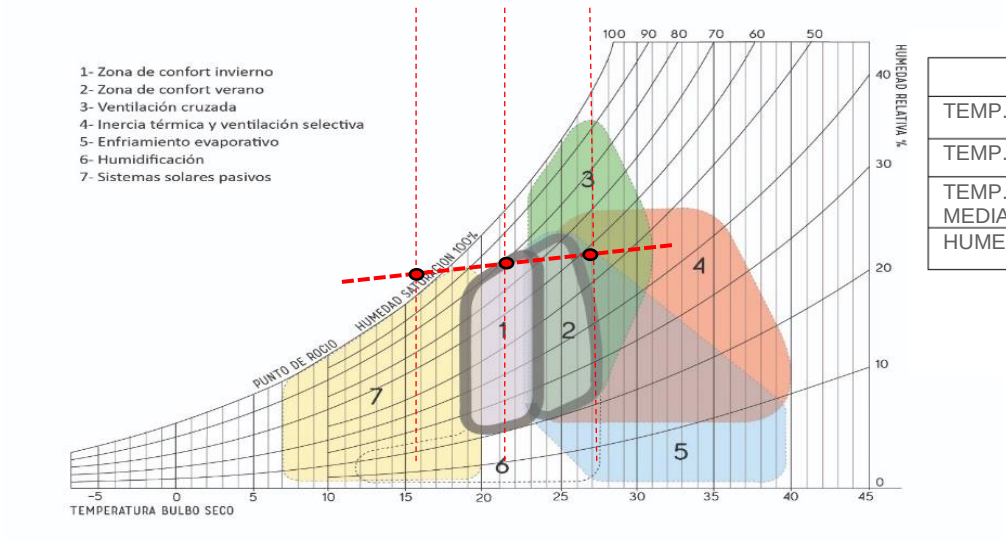
- Estos materiales con importante capacidad térmica también logran una demora favorable en la transferencia de calor. Así, los picos de temperatura sobre un techo, que ocurren alrededor de mediodía penetran al interior varias horas más tarde cuando la temperatura exterior disminuye.

- El uso de materiales de gran capacidad térmica en contacto con el aire interior también actúa para reducir la amplitud, recibiendo y acumulando calor en los materiales cuando la temperatura interior aumenta y restituyendo el calor al espacio cuando disminuye la temperatura interior.

- La ventilación selectiva permite moderar la temperatura interior, aumentando la temperatura interior cuando el interior es fresco y la temperatura del aire exterior es confortable o cálido, o refrescando el interior cálido con aire fresco del exterior. Cuando el aire exterior no contribuye al confort, se disminuye la ventilación cerrando las ventanas.

Tomando en cuenta los datos obtenidos a través del diagrama de GIVONI, se debe considerar para verano la **estrategia 4**.

CONSIDERACIONES EN VERANO



	ENERO
TEMP.MAX (ºC)	27.1
TEMP. MIN (ºC)	14.7
TEMP. MEDIA(ºC)	20.8
HUMEDAD(%)	67.1

Figura 6. DIAGRAMA DE GIVONI
Fuente. ELABORACION PROPIA

En enero tenemos una temperatura por fuera de la zona de confort en el día y cuando cae la noche existe demasiada humedad de saturación. La humedad baja en el día y sube en la noche. Hay una variación importante en la variación de la humedad. Debemos mantener dentro del edificio una humedad del 67%. Ya que es confortable.

A) Inercia Térmica y Ventilación Selectiva.

- **Sobre la Inercia térmica = Aislamiento térmico**

Reduciremos el flujo de calor del exterior al interior, a través del uso de materiales aislantes de baja densidad.

- **Sobre la Inercia térmica = Inercia térmica**

Reduciremos la variación de temperatura en espacios interiores. A través del uso de materiales de gran capacidad térmicas en superficies expuestas al sol.

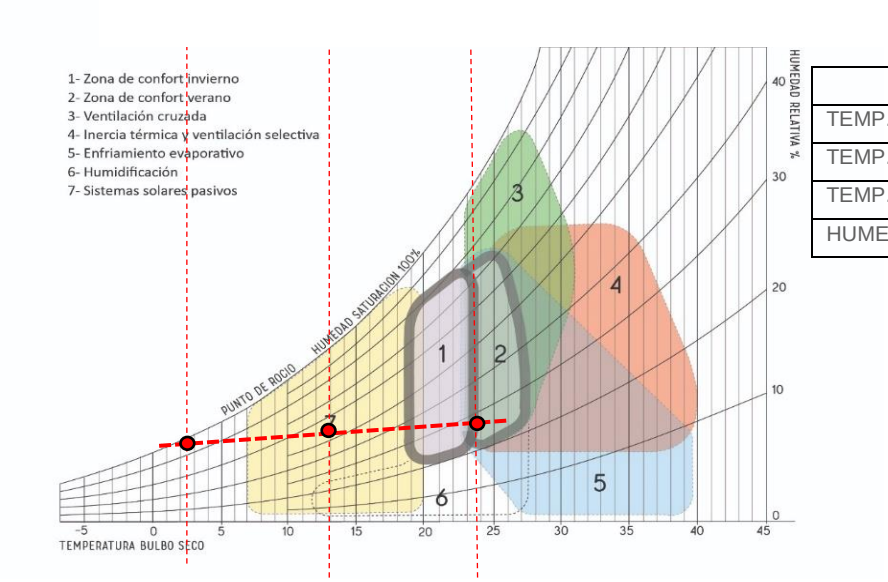
- **Sobre la Ventilación Selectiva**, se prevé lograr el refrescamiento por la noche en climas de gran amplitud térmica. A través de efectos chimenea o brisas para el intercambio de aire.

Durante la noche clima de frio a fresco no se puede realizar ganancia solar, Inercia térmica lograr mover la temperatura mínima y máxima hacia la zona de confort cuanto las movemos depende de la cantidad de inercia térmica, acercar hasta 20 %, se puede lograr llegar a bajar la temperatura.

Ventilación selectica elegir cuando ventilamos, en la noche para mantenerlo fresco en el día. Hay que ver donde incorporar

Tomando en cuenta los datos obtenidos se debe considerar para invierno la **estrategia 7**

CONSIDERACIONES EN INVIERNO



	ENERO
TEMP.MAX (ºC)	23.9
TEMP. MIN (ºC)	2.5
TEMP. MEDIA (ºC)	13.2
HUMEDAD (%)	51.9

Figura 7. DIAGRAMA DE GIVONI
Fuente. ELABORACION PROPIA

La humedad baja en el momento en el que la temperatura es confortable la humedad relativa baja. Es por las variaciones de humedad entre verano e invierno.

A) Sistemas solares pasivo

- Sobre los sistemas solares pasivos = ganancia solar

Lograr captar energía solar en condiciones frías, a través del ingreso de la radiación solar directa o indirecta para calentar materiales, aire o a los usuarios. Bastante ganancia solar para invierno para calentar el edificio. El invierno es muy seco, en el cual no hay nubes hay buena disponibilidad solar. Estrategia solar controlada para el invierno, para subir 10 grados de temperatura.

3.3. EL SOL. La metodología para el diseño de edificios que responden en una manera apropiada a impacto de sol, aprovechando el recurso favorable en orientaciones que recibe sol, y logrando protección de la radiación sol cuando este impacto aumente la sensación de disconfort o requiere acondicionamiento artificial.

Para el desarrollo de un diseño arquitectónico que responde al impacto del sol es necesario considerar en forma combinada los siguientes factores durante el proceso de diseño:

- El movimiento aparente del sol a través del cielo, según las variables que determina su ubicación en la bóveda celeste: Latitud de la localidad en estudio, época del año y la declinación correspondiente y la hora del día. Se utiliza el término 'movimiento aparente' considerando el edificio es fijo y el sol en movimiento, aunque es la tierra que gira alrededor del sol con dos movimientos; la tierra gira sobre su propio eje una vez por día y realiza un movimiento aproximadamente circular alrededor del sol una vez por año.
- Las temperaturas típicas del aire exterior en diferentes meses del año y distintas horas del día, que se obtiene de los datos climáticos.
- Las temperaturas necesarias para confort térmico, bienestar y saludo, según el nivel de actividad física, y las expectativas de los ocupantes de edificios. Los límites de temperatura que determina la zona de confort son importantes para definir periodos fríos, confortables o de calor.

La geometría del edificio en estudio, con la orientación de los elementos de su envolvente, tamaño de aperturas, superficies de techos y ubicación de elementos que requiere protección o exposición a la radiación solar.

La topografía y la vegetación también producen sombras, que se debe considerar en el proceso de diseño. Cabe enfatiza que el proceso de diseño con el sol empieza en las primeras etapas de proyecto, con las decisiones iniciales de forma edilicia, ubicación del volumen en el terreno y la conformación resultante de los espacios exteriores. En este proceso de diseño se considerar los siguientes aspectos del diseño:

- La forma edilicia y su orientación que permite optimizar la captación de radiación solar in climas fríos o minimizar su impacto cuando las temperaturas exteriores son elevadas.
- Las sombras proyectadas por otros edificios y vegetación sobre las fachadas del edificio en estudio.
- La demanda de sol y sombra en espacios exteriores, tanto los espacios del mismo terreno como los espacios públicos adyacentes y terrenos lindantes.
- El tamaño y orientación de las ventanas que reciben radiación solar e iluminación natural.
- Otros elementos que requieren una buena exposición a la radiación solar tales como colectores solares para el calentamiento de agua o módulos fotovoltaicos para generar energía eléctrica.

3.3.1. POSICION DEL SOL. Cálculo de la posición del sol en el cielo para cada lugar de la tierra en cualquier momento del día.

Alba y Ocaso se definen como el instante en que la parte superior del disco solar toca el horizonte. Esto corresponde a una elevación de -0.833° grados para el Sol.

El Crepúsculo es el momento inmediato al ocaso, caracterizado por una luz difusa (por extensión, durante la mañana se habla de alba o de aurora).

El Crepúsculo Civil es el intervalo de tiempo durante el ocaso y cuando la elevación de Sol es de -6°. En el cielo son visibles algunas pocas estrellas y planetas muy brillantes.

El Crepúsculo Náutico > representa el tiempo en que el Sol pasa de -6° a -12° bajo el horizonte, en este período se distinguen el horizonte y las principales estrellas.

Crepúsculo Astronómico es el intervalo de tiempo durante el ocaso cuando la elevación del Sol es de -18° bajo el horizonte. El cielo está oscuro y es posible distinguir las estrellas por encima de la sexta magnitud.

El mediodía en el tiempo solar ocurre cuando el Sol alcanza el punto más alto en el cielo, hacia el sur o hacia el norte dependiendo de la latitud del observador.

Acimut indica un ángulo entre un punto y un plano de referencia. Generalmente es la distancia angular de un punto desde el Norte, medida en grados: 0° norte, 90° este, 180° sur, y 270° oeste.

La altura o elevación, es la distancia angular desde el horizonte de un punto en la esfera celeste, calculada como positiva si se sitúa hacia el Cénit, o negativa si se sitúa hacia el Nádir.

El Cénit , es la intersección de la perpendicular al plano del horizonte que pasa por el observador con el hemisferio celeste visible, y por lo tanto es el punto sobre la cabeza del observador. El punto diametralmente opuesto es el Nádir.

El conocimiento de la posición y de las horas de luz, permiten conocer la energía irradiada por el Sol (fuente renovable) en el punto de la Tierra que estemos examinando.
La energía solar puede ser térmica producida por paneles solares térmicos o eléctrica producida por paneles fotovoltaicos.

3.3.2. GRAFICOS DE TRAYECTORIA SOLAR. Los gráficos del recorrido del Sol, pueden ser trazados en un diagrama cartesiano o en coordenadas polares.

Coordenadas cartesianas la elevación del Sol se traza sobre el eje Y y el acimut se traza a lo largo del eje X.

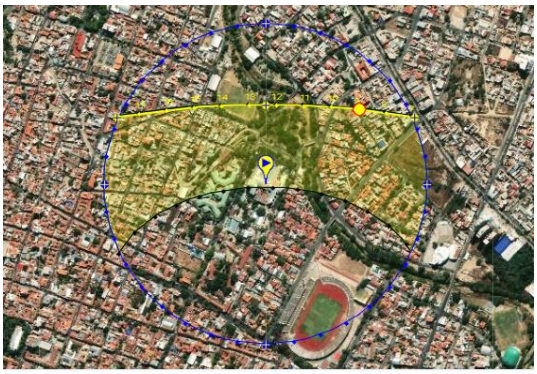
Coordenadas polares: se basan en círculos concéntricos donde la elevación solar se lee en varios círculos concéntricos, de 0° a 90° grados. El acimut es el ángulo corrido al círculo de 0° a 360° grados. El horizonte es representado por el círculo más externo.

El ángulo de acimut indica la dirección del Sol en el plano horizontal desde una posición dada. El norte está definido con un acimut de 0°, mientras que el sur tiene un acimut de 180°. Las diferentes trayectorias del Sol en el cielo están delimitadas por aquellas de los días de solsticio (21 de junio y 21 de diciembre).

Aplicando estos conceptos se realizó el análisis del efector de salud en verano y en invierno en dos horarios 900 AM y 1500 PM.



900 AM VERANO



1500 AM VERANO



900 AM INVIERNO



1500 AM INVIERNO

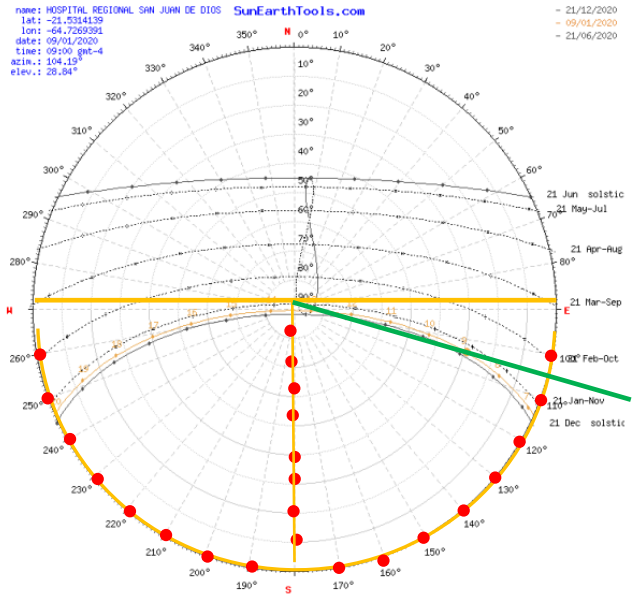


Figura 7. TRAYECTORIA SOLAR VERANO 900 AM
Fuente. SUNEARTHTOOLS.COM

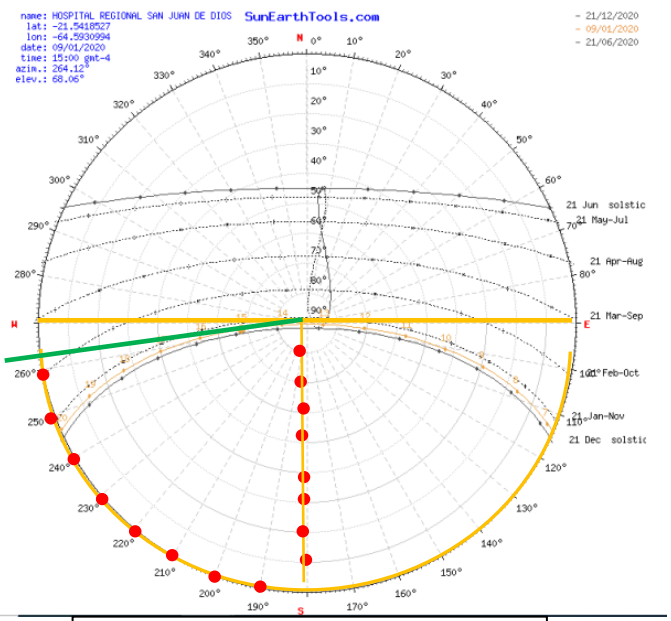
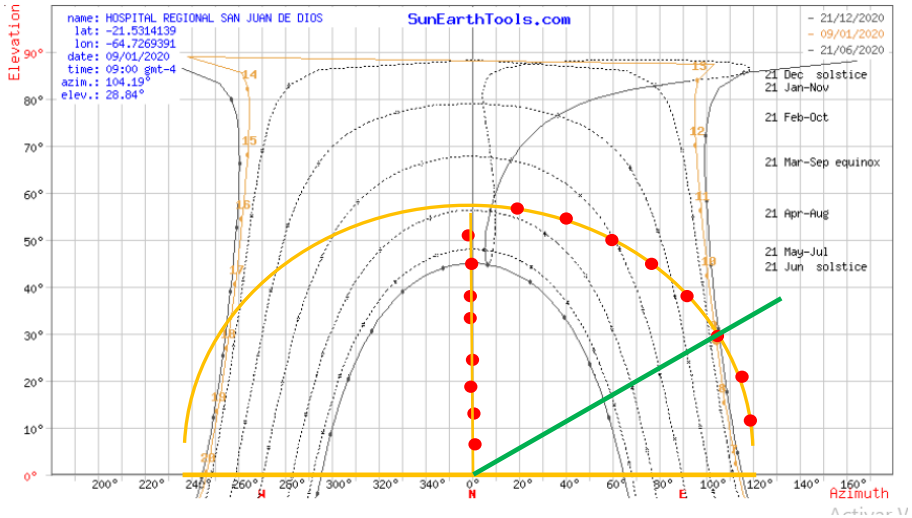
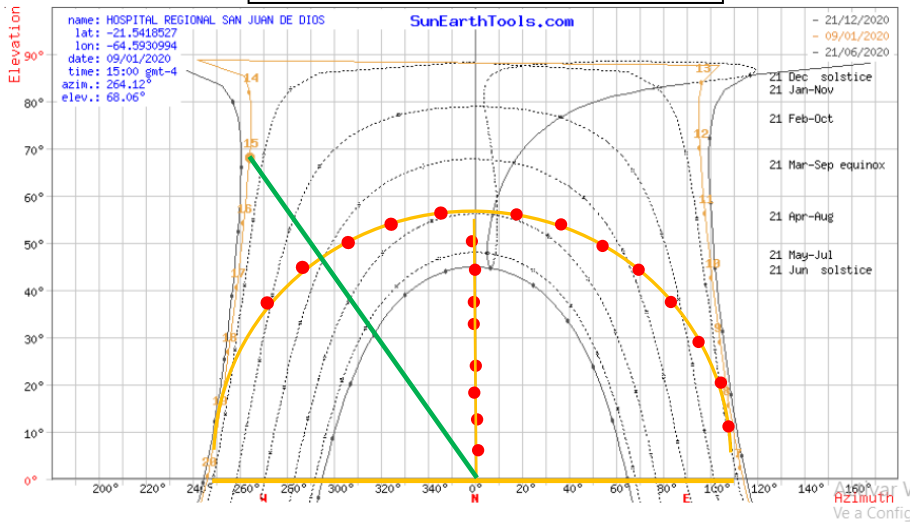


Figura 8. TRAYECTORIA SOLAR VERANO 1500 PM
Fuente. SUNEARTHTOOLS.COM





sol" posición	Elevación	Azimut	latitudes	longitudes
09/01/2020 09:00 | GMT-4	28.84°	104.19°	21.5314139° S	64.7269391° W
crepúsculo	**Sunrise**	**Puesta de sol**	**Azimut Sunrise**	**Azimut Puesta de sol**
crepúsculo -0.833°	06:44:54	20:06:46	114.27°	245.81°
crepúsculo civil -6°	06:20:15	20:31:20	116.68°	243.42°
Náutica" crepúsculo -12°	05:50:57	21:00:36	119.89°	240.22°
El crepúsculo astronómico -18°	05:20:35	21:30:54	123.68°	236.45°
la luz del día	**hh:mm:ss**	**diff. dd+1**	**diff. dd-1**	**Mediodía**
09/01/2020	13:21:52	-00:00:33	00:00:32	13:25:50

Fecha:	09/01/2020 | GMT-4	
coordinar:	-21.5314139, -64.7269391	
ubicación:	-21.53141390,-64.72693910	
hora	Elevación	Azimut
06:44:54	-0.833°	114.27°
7:00:00	2.38°	112.9°
8:00:00	15.45°	108.14°
9:00:00	28.84°	104.19°
10:00:00	42.46°	100.83°
11:00:00	56.22°	97.95°
12:00:00	70.07°	95.7°
13:00:00	83.96°	96.71°
14:00:00	82.07°	264.27°
15:00:00	68.18°	264.11°
16:00:00	54.34°	261.74°
17:00:00	40.59°	258.8°
18:00:00	26.99°	255.37°
19:00:00	13.62°	251.33°
20:00:00	0.61°	246.44°
20:06:46	-0.833°	245.81°

sol" posición	Elevación	Azimut	latitudes	longitudes
09/01/2020 15:00 | GMT-4	68.06°	264.12°	21.5418527° S	64.5930994° W
crepúsculo	**Sunrise**	**Puesta de sol**	**Azimut Sunrise**	**Azimut Puesta de sol**
crepúsculo -0.833°	06:44:20	20:06:15	114.28°	245.81°
crepúsculo civil -6°	06:19:42	20:30:49	116.69°	243.41°
Náutica" crepúsculo -12°	05:50:23	21:00:05	119.9°	240.22°
El crepúsculo astronómico -18°	05:20:01	21:30:24	123.69°	236.44°
la luz del día	**hh:mm:ss**	**diff. dd+1**	**diff. dd-1**	**Mediodía**
09/01/2020	13:21:55	-00:00:33	00:00:32	13:25:17

Fecha:	09/01/2020 | GMT-4	
coordinar:	-21.5418527, -64.5930994	
ubicación:	-21.54185270,-64.59309940	
hora	Elevación	Azimut
06:44:20	-0.833°	114.28°
7:00:00	2.5°	112.86°
8:00:00	15.57°	108.1°
9:00:00	28.97°	104.15°
10:00:00	42.59°	100.79°
11:00:00	56.35°	97.91°
12:00:00	70.2°	95.65°
13:00:00	84.08°	96.7°
14:00:00	81.95°	264.38°
15:00:00	68.06°	264.12°
16:00:00	54.22°	261.73°
17:00:00	40.47°	258.78°
18:00:00	26.87°	255.34°
19:00:00	13.51°	251.29°
20:00:00	0.5°	246.39°
20:06:15	-0.833°	245.81°

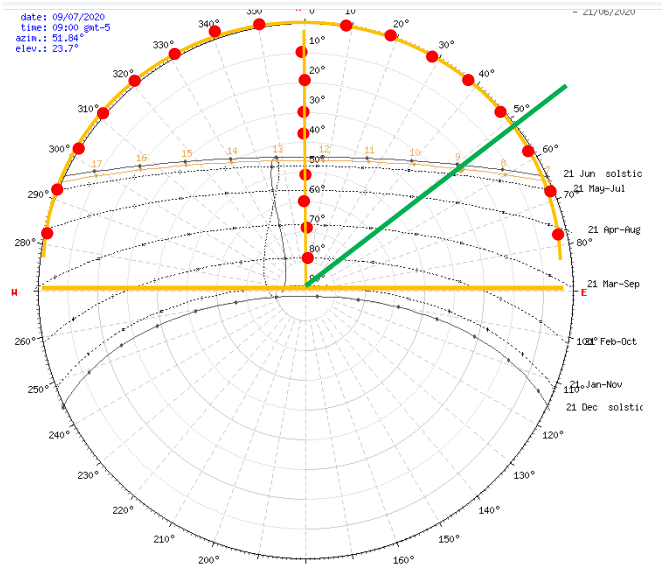


Figura 10. TRAYECTORIA SOLAR INVIERNO 0900 PM
Fuente. SUNEARTHTOOLS.COM

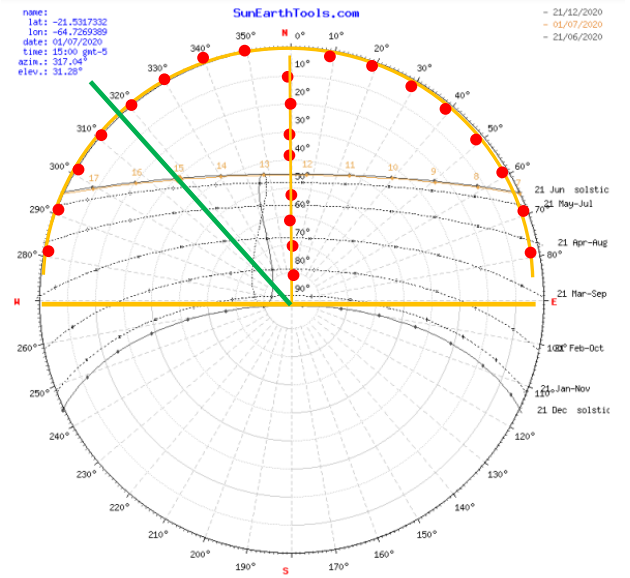
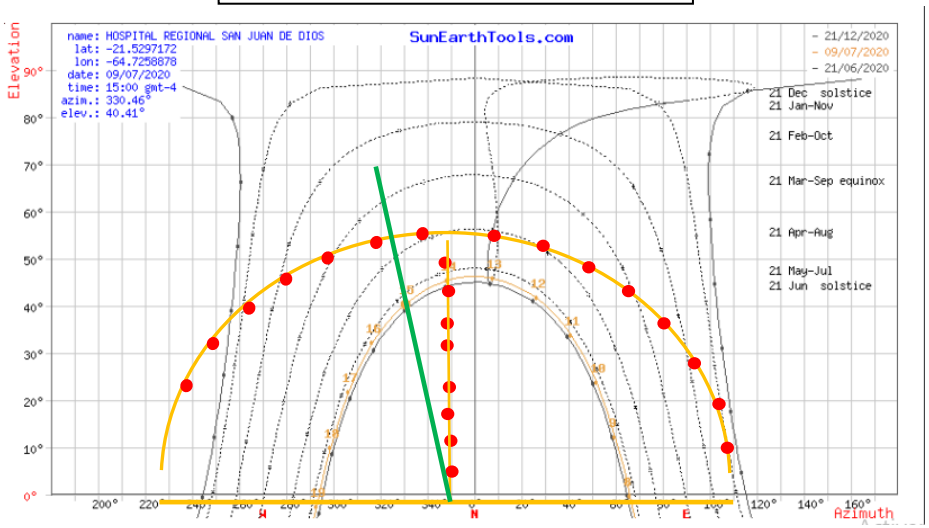
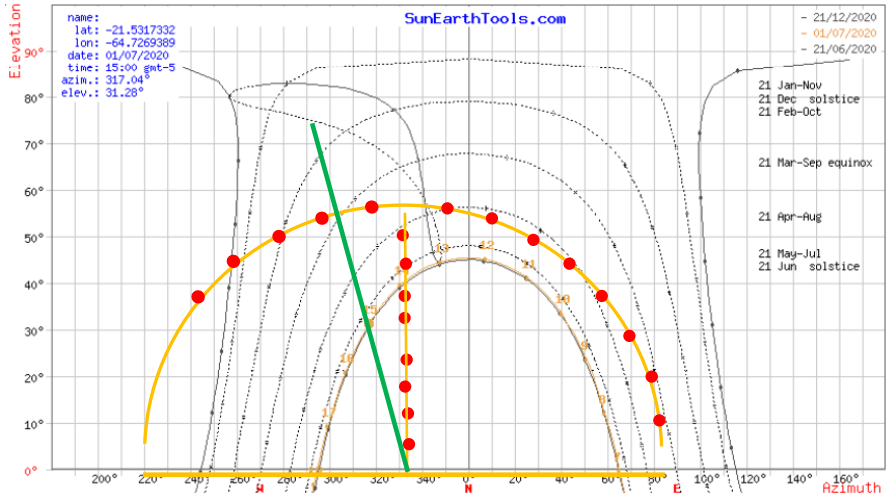


Figura 11. TRAYECTORIA SOLAR INVIERNO 1500 PM
Fuente. SUNEARTHTOOLS.COM





sol" posición	Elevación	Azimut	latitudes	longitudes
09/07/2020 09:00 | GMT-4	12.24°	59.83°	21.5666994° S	64.5790428° W
crepúsculo	**Sunrise**	**Puesta de sol**	**Azimut Sunrise**	**Azimut Puesta de sol**
crepúsculo -0.833°	07:56:59	18:50:30	66.31°	293.62°
crepúsculo civil -6°	07:32:53	19:14:32	68.4°	291.54°
Náutica" crepúsculo -12°	07:05:20	19:42:05	70.58°	289.36°
El crepúsculo astronómico -18°	06:38:08	20:09:17	72.54°	287.39°
la luz del día	**hh:mm:ss**	**diff. dd+1**	**diff. dd-1**	**Mediodía**
09/07/2020	10:53:31	00:00:28	-00:00:27	13:23:44

sol" posición	Elevación	Azimut	latitudes	longitudes
09/07/2020 15:00 | GMT-4	40.41°	330.46°	21.5297172° S	64.7258878° W
crepúsculo	**Sunrise**	**Puesta de sol**	**Azimut Sunrise**	**Azimut Puesta de sol**
crepúsculo -0.833°	07:57:30	18:51:09	66.32°	293.62°
crepúsculo civil -6°	07:33:25	19:15:11	68.4°	291.54°
Náutica" crepúsculo -12°	07:05:52	19:42:44	70.57°	289.36°
El crepúsculo astronómico -18°	06:38:40	20:09:55	72.53°	287.4°
la luz del día	**hh:mm:ss**	**diff. dd+1**	**diff. dd-1**	**Mediodía**
09/07/2020	10:53:39	00:00:29	-00:00:26	13:24:19

Fecha:	09/07/2020 | GMT-4	
coordinar:	-21.5297172, -64.7258878	
ubicación:	-21.52971720,-64.72588780	
hora	**Elevación**	**Azimut**
07:57:30	-0.833°	66.32°
8:00:00	-0.3°	66.09°
9:00:00	12.14°	59.91°
10:00:00	23.71°	51.84°
11:00:00	33.85°	41°
12:00:00	41.64°	26.44°
13:00:00	45.83°	8.08°
14:00:00	45.38°	348.2°
15:00:00	40.41°	330.46°
16:00:00	32.08°	316.65°
17:00:00	21.61°	306.41°
18:00:00	9.84°	298.75°
18:51:09	-0.833°	293.62°

Fecha:	09/07/2020 | GMT-5	
coordinar:	-21.5317332, -64.7269389	
ubicación:	-21.53173320,-64.72693890	
hora	**Elevación**	**Azimut**
06:57:30	-0.833°	66.32°
7:00:00	-0.31°	66.09°
8:00:00	12.14°	59.91°
9:00:00	23.7°	51.84°
10:00:00	33.84°	41°
11:00:00	41.64°	26.44°
12:00:00	45.83°	8.08°
13:00:00	45.38°	348.2°
14:00:00	40.41°	330.46°
15:00:00	32.08°	316.65°
16:00:00	21.61°	306.41°
17:00:00	9.84°	298.75°
17:51:09	-0.833°	293.62°

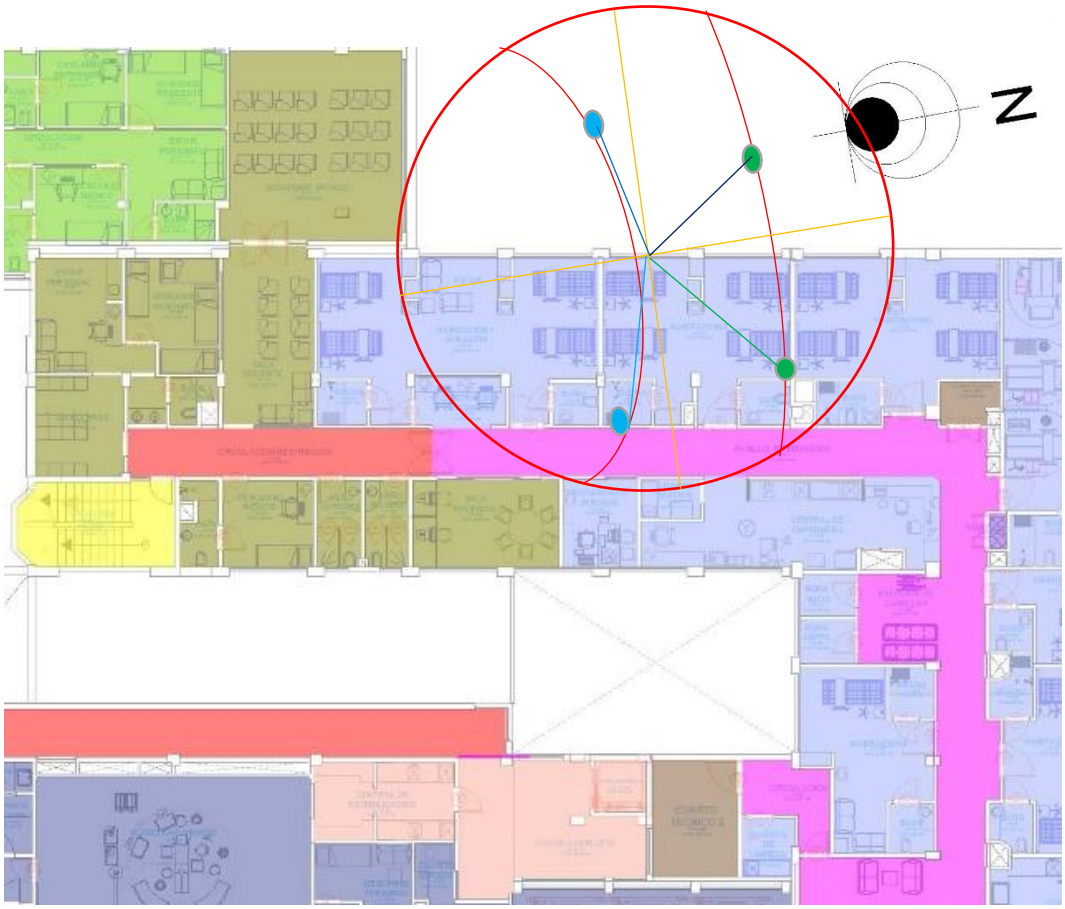


Figura 12. AREA DE ESTUDIO PARA TRAYECTORIA Y DISEÑO PARASOL
Fuente. ELABORACION PROPIA

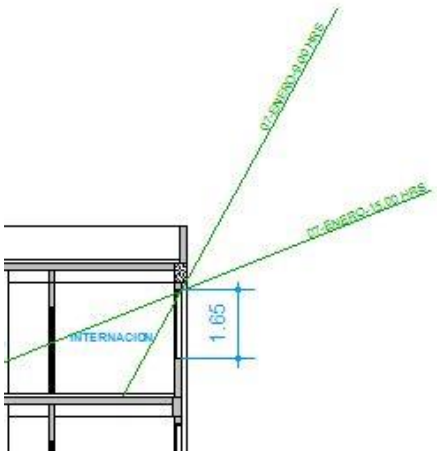


Figura 13. TRAYECTORIA VERTICAL VERANO
Fuente. ELABORACION PROPIA

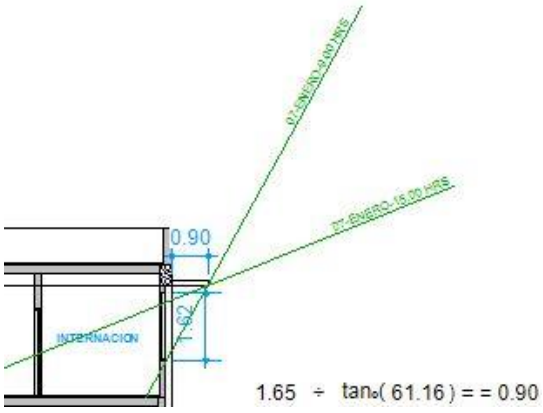


Figura 14. TRAYECTORIA VERTICAL VERANO CON ALERO
Fuente. ELABORACION PROPIA

Tomando en cuenta los calculos nos arroja para verano un alero de 0.90 sin embargo a las 1500 de la tarde continua entrando el sol por lo que se propone reducir a un tercio el alero y colocar 3.

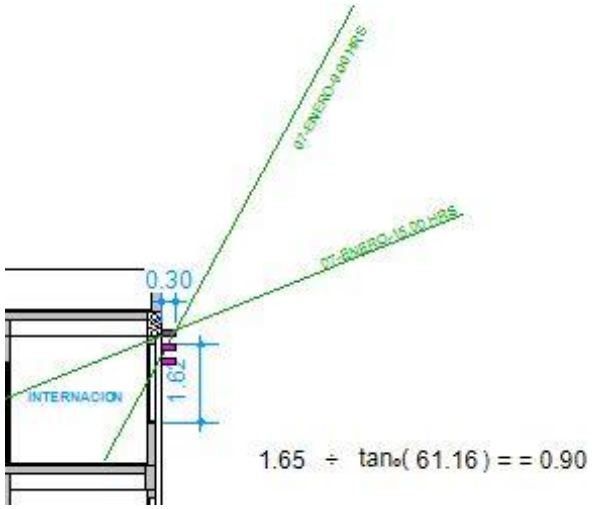


Figura 15. TRAYECTORIA VERTICAL VERANO CON ALERO PROPUESTA DOS
Fuente. ELABORACION PROPIA

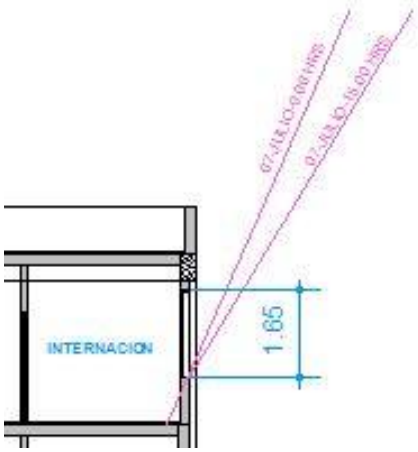


Figura 16. TRAYECTORIA VERTICAL INVIERNO
Fuente. ELABORACION PROPIA

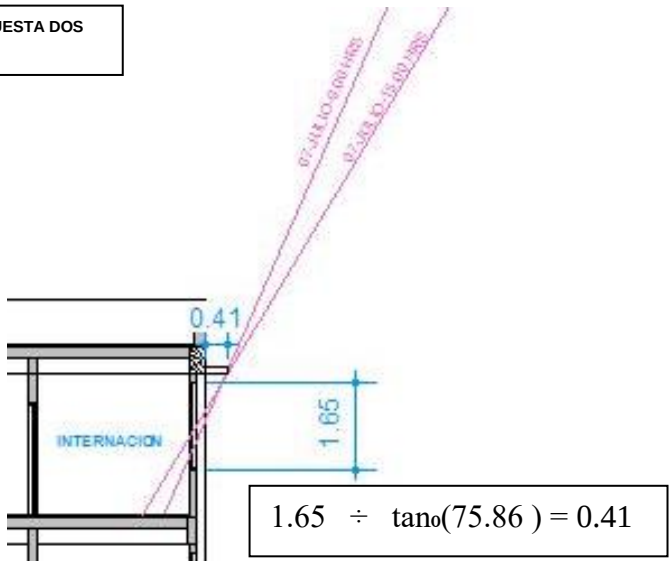
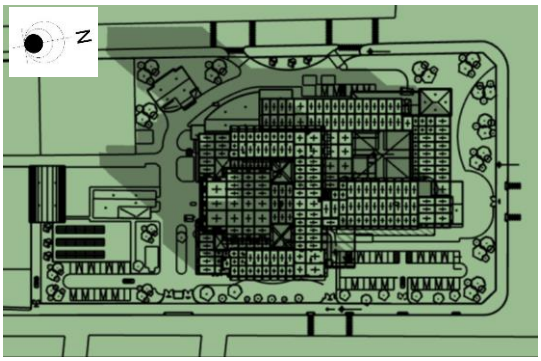


Figura 17. TRAYECTORIA VERTICAL INVIERNO CON ALERO
Fuente. ELABORACION PROPIA

ENERO 9:00 AM



JULIO 9:00 AM

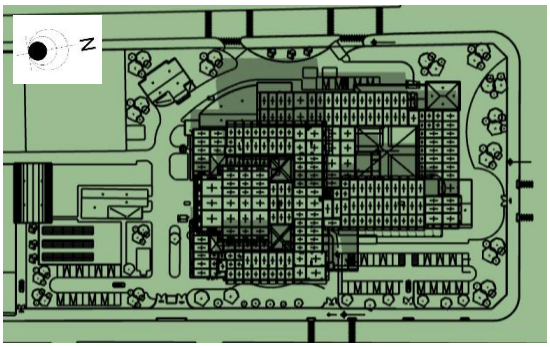
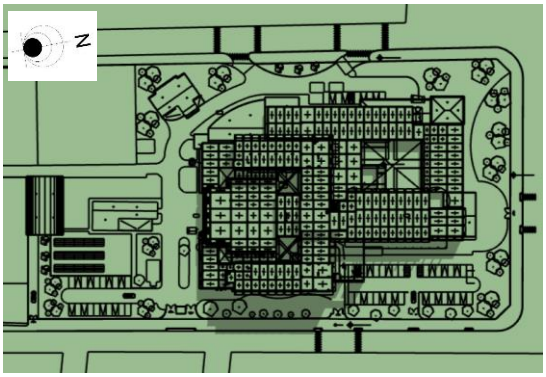


Figura 18. SOMBRAS EN VERANO E INVIERNO
Fuente. ELABORACION PROPIA

ENERO 15:00 PM



JULIO 15:00 PM

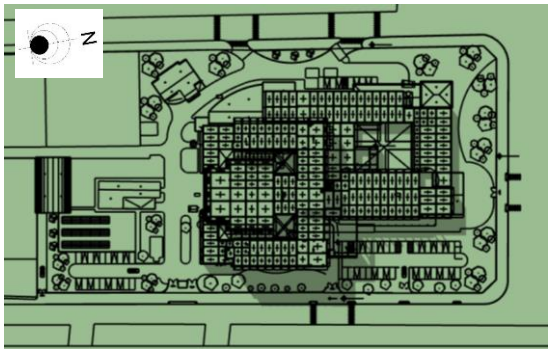




Figura 19. PROTECTORES PARA VIENTOS
Fuente. ELABORACION PROPIA

3.4. VIENTO. El aire se desplaza desde zonas desde alta presión en todas las escalas: Global, Regional, Local, edilicia y en interiores.

A escala Global existen dos causas que generan desequilibrio de presiones:

TÉRMICAS-Generadas por el calentamiento del sol. El aire caliente, menos denso, asciende en el Ecuador, el aire frío, desciende en los polos.

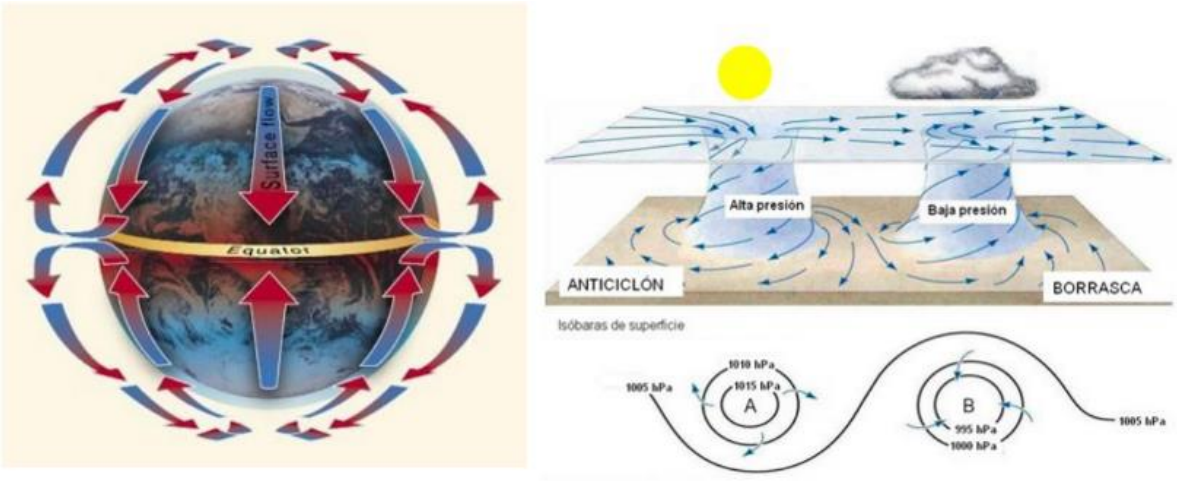


Figura 20. TERMICAS
Fuente. CLASE DE SUSTENTABILIDAD

DINÁMICAS - Generadas por la rotación de la tierra y la inercia del aire (fluido con cierta masa).En combinación, el sol y la rotación de la tierra generan :

- zonas (B) de baja presión en el ecuador y paralelos 60o (+ lluvia)
- zonas (A) de alta presión en los polos y paralelos 30o (- lluvia).

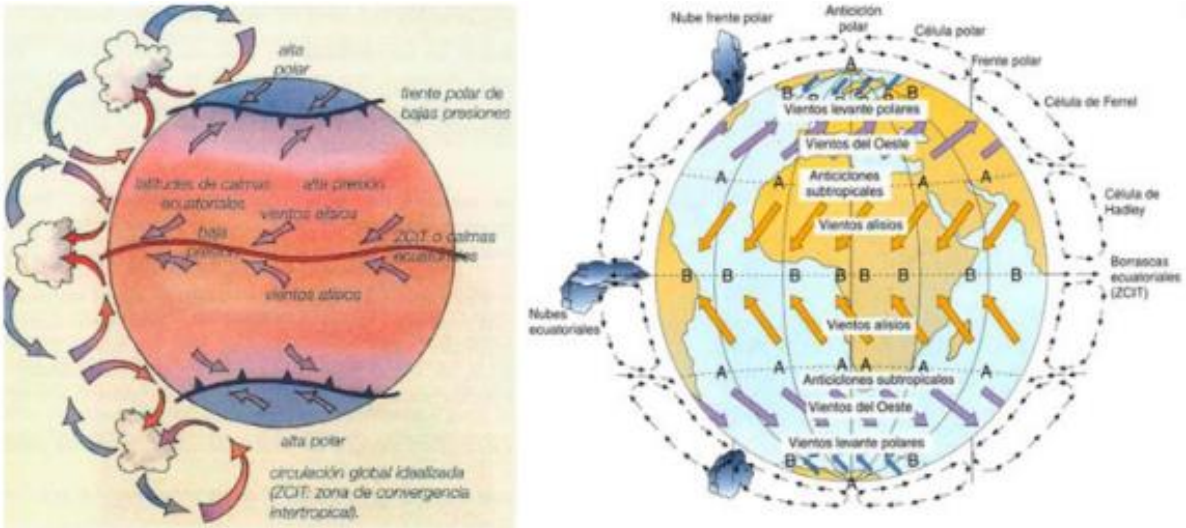


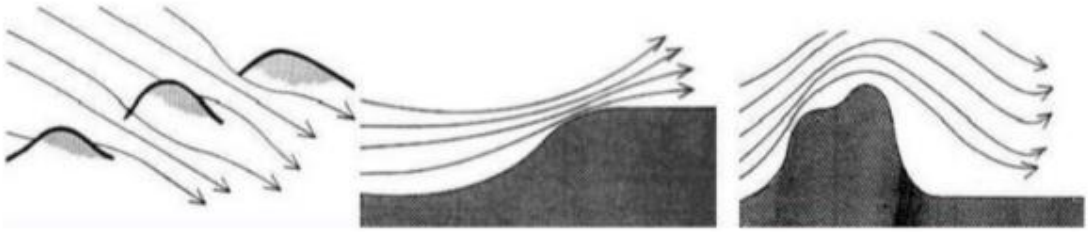
Figura 21. DINAMICAS
Fuente. CLASE DE SUSTENTABILIDAD

A ESCALA REGIONAL. El desequilibrio de presiones puede deberse a:

a) ACCIDENTES GEOGRÁGICOS.

Concentración del flujo y aceleración en :

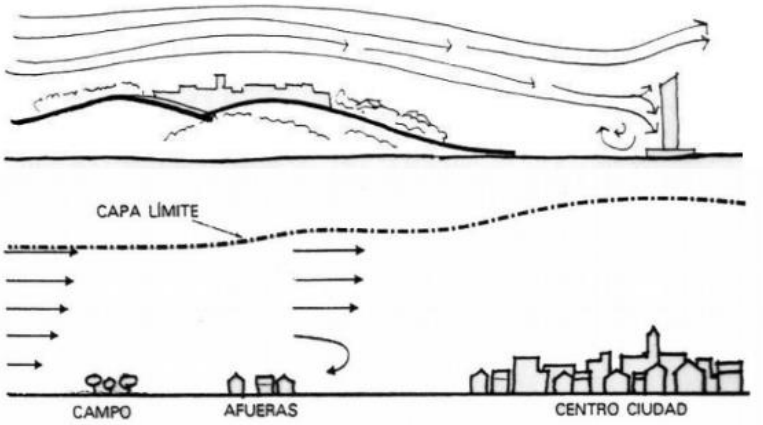
- pasos entre montañas
- pendientes altas o barrancas a barlovento
- en la cima y en sector de descenso del aire
- Zona protegida a sotavento



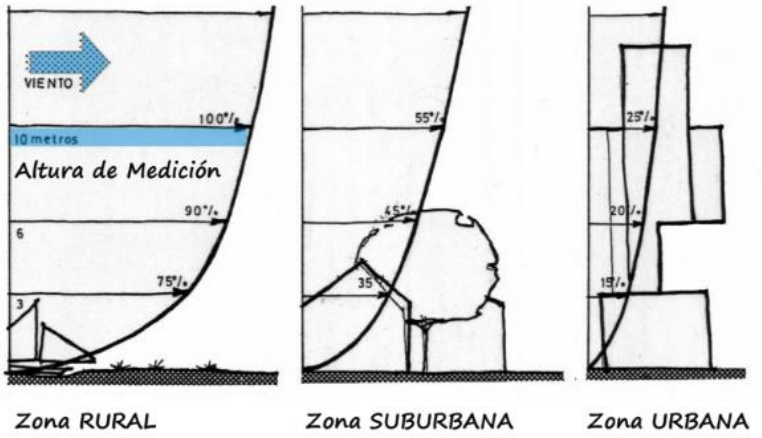
A ESCALA LOCAL

Por desviaciones o alteración del flujo de aire

Capa límite: zona influenciada por la rugosidad del suelo.

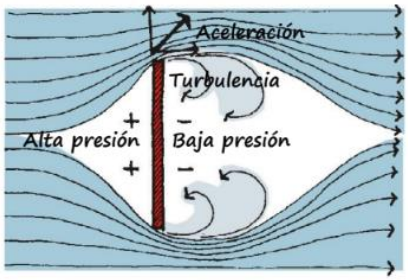


Disminución de VELOCIDAD por rugosidad del suelo.

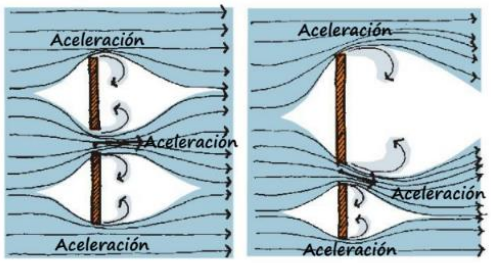


Sobre EDIFICIOS y ESPACIOS EXTERIORES

MECÁNICA de FLUIDOS. El aire se mueve en una dirección hasta que choca con un obstáculo, desviándose hacia los bordes. Superado el obstáculo, a una distancia determinada retoma su dirección inicial.

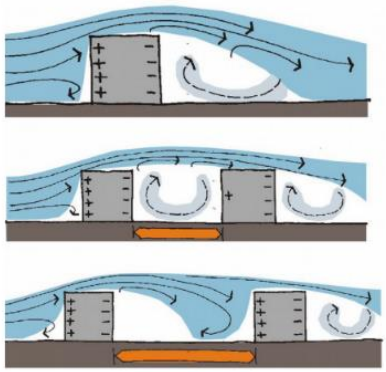


ACELERACIÓN
En las zonas donde las líneas de movimiento se concentran, se produce aceleración.
SOMBRA de VIENTO
Área a sotavento (baja presión) donde se experimenta reducción de velocidad y/o calma
TURBULENCIA
En los límites de las áreas protegidas se producen turbulencias



ACELERACIÓN y DESVIACIÓN
Donde las placas no son iguales se generan desviaciones.

Generación de zonas protegidas o ventiladas



ZONAS PROTEGIDAS
Todo cuerpo enfrentado al viento genera una zona protegida a sotavento.

SUPERPOSICIÓN
Si se dispone otro cuerpo dentro de la zona protegida, se elimina la presión positiva sobre la fachada y se logra protección en el espacio exterior.

DISTANCIA
Regulando la distancia entre cuerpos se puede lograr protección de viento o aprovechamiento para ventilación incluso en el espacio exterior.

3.5. EL CONFORT. Según la mayoría de los estándares internacionales (ISO7730, 1994; ASHRAE55, 1992) el confort térmico se puede definir como: “Aquella condición de la mente que proporciona satisfacción con el ambiente térmico” (Fanger, 1973). Sin embargo, esta definición se puede considerar ambigua ya que se deja abierto tanto el significado de condición de la mente, como el de satisfacción, pero lo que sí se deduce correctamente es que el juicio del confort es un proceso cognitivo influido por distintos tipos de procesos, por ejemplo, físicos, fisiológicos o incluso psicológicos (Ashrae, 2005).

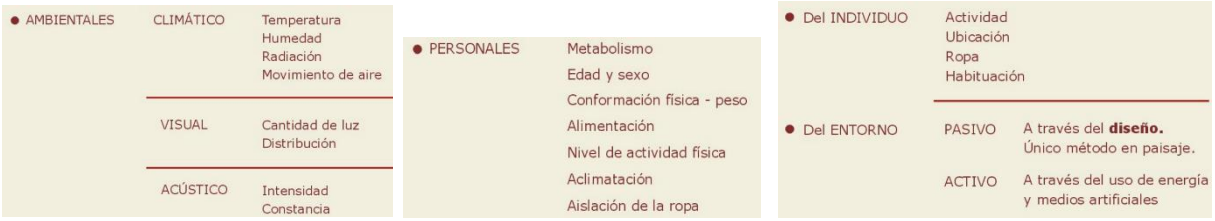
La sensación térmica del ser humano está estrechamente relacionada con el balance térmico del cuerpo, considerando éste como una única entidad, es decir, para que el ser humano esté en una situación de equilibrio térmico, la cantidad de calor producido por el metabolismo debe ser igual a la cantidad de calor perdido por el cuerpo. Por lo tanto, cuando el ser humano se encuentre en esa situación de equilibrio entonces se puede decir que se encuentra en las condiciones ideales de bienestar.

Las condiciones de confort visual en el interior de un recinto dependen de las propiedades geográficas y atmosféricas donde dicho recinto este situado. Por lo tanto, el nivel de iluminación real en el interior del mismo se debe calcular teniendo en cuenta propiedades como el diseño de la ventana, su orientación, los coeficientes de reflexión, y otros.[6]

La satisfacción con el ambiente térmico' está en función del valor de un conjunto de variables ambientales (La temperatura del aire, la temperatura radiante, la humedad relativa y la velocidad del aire) y de unas ligadas a la persona (El consumo metabólico según el tipo de actividad realizada y la vestimenta), conviene remarcar el grado de afectación que supone, de nuevo, la diversidad existente, en el mismo, tanto a nivel de servicio como a nivel de ocupante

A nivel de servicios o áreas, el hospital, como contenedor de un amplio conjunto de actividades, está obligado a cumplir con unos altísimos estándares de calidad, sobre todo para determinadas zonas, como las de quirófanos o las de recuperación, dónde, además, ha de controlar el nivel bacteriológico. (Cruceta, 2005) - A nivel de ocupante, que hace uso de las instalaciones hospitalarias, conjugar dos situaciones tan diferentes como el confort del paciente, que debe permanecer, muchas veces, en un reposo casi absoluto y el confort del trabajador, que ha de realizar tareas que requieren una actividad física importante, es complicado, y, mientras la falta de confort térmico en el personal pueden originar molestias o incomodidades que afecten a la ejecución de las tareas y, en consecuencia, al rendimiento laboral, en los pacientes, puede llegar a suponer un retardo en su proceso curativo.

Es importante no confundir un aumento del consumo con un mayor confort, ya que ambos deben estar en la proporción adecuada. El confort en un hospital en un factor muy importante y las condiciones de ambiente interior que se exigen en los mismos, reguladas por un conjunto de normativas, son bastante exigentes. Por ello, aunque se trate de unos edificios altamente consumidores de energía, en los que es necesario aplicar técnicas de eficiencia energética que conduzcan a reducir las emisiones que generan, por todos los motivos que se



[6] Castilla, M., Álvarez, J. D., Berenguel, M., Pérez, M., Rodríguez, F., & Guzmán, J. L. (2010). Técnicas de control del confort en edificios. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial RIAI*, *7*(3), 5-24.

vienen explicando, no hay que olvidar que éstas nunca deben ser realizadas a costa de reducir confort.

3.6.LA ILUMINACION. La iluminación en hospitales debe cumplir con dos objetivos básicos: Garantizar unas condiciones óptimas para que el personal sanitario pueda llevar a cabo sus tareas correspondientes y, a su vez, lograr un ambiente, lo más confortable posible, para el paciente, ya que, está demostrado, que una iluminación adecuada puede influenciar en su estado de ánimo, y por tanto, en su proceso de recuperación. [7] Ambos objetivos, a su vez, deben garantizar la máxima eficiencia energética, en la medida de lo posible. (IDAE, 2001).

El consumo en iluminación supone entre un 20 y un 30% respecto al consumo total de energía de un Hospital, lo que supone, según datos el IDAE[8]un gasto de unos 1000 GWh/año, que representa el 0,6% del consumo eléctrico nacional. En emisiones de CO2, unas 600.000 toneladas de CO2/ año emitidas a la atmósfera. Sin embargo, este gasto tiene un potencial de ahorro del 30%, por lo que de gran importancia garantizar una iluminación eficiente, siempre dentro de unos buenos niveles de confort (Mediante luminarias de alto rendimiento con equipos de bajo consumo y lámparas de alta relación lumen/watio, sistemas de regulación y control adecuados a las necesidades del local a iluminar,...).

La iluminación puede ser.

- Directa: Sol directo con rayos paralelos, alta intensidad, luz blanca, posibles problemas de disconfort visual por exceso de luz.
- Cielo claro: Luz difusa de baja intensidad, mayor luz de baja altura.
- Cielo nublado: Luz difusa de baja intensidad, mayor luz de gran altura.
- Reflejada: Luz reflejada desde el suelo y el entorno.

3.6.1. ESTRATEGIAS PARA APROVECHAR LA LUZ SOLAR

El aprovechamiento de la luz natural es una importante estrategia para mejorar la sustentabilidad y la eficiencia energética del edificio con las siguientes ventajas: Mejora la calidad de la iluminación, reducción del consumo de energía destinado a la iluminación artificial disminución del costo económico que implica esa energía adicional, reducción del aporte de calor, mejora saludablemente las condiciones de vida y trabajo en los espacios

[7] Confort lumínico (Rey, 2007) (Ballbé, 2008) (Ballesteros, 2010

[8] IDAE, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2007) Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012. Sector edificación. Recuperado de: http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/docu mentos_Plan_de_Accion_2008-2012_19-07- 07_con_TABLAS_PDF_ACC_2936ad7f.pdf

interiores considerando tanto el confort visual como aspectos psicológicos y permite vistas, conexión con el exterior y referencia Temporal.

3.6.2. Fuentes de luz:

Diferencias entre luz natural y luz artificial

- Variación temporal: cambios de nivel de luz en el corto, mediano y largo plazo
- Variación cromática: cambio del color de la luz incorporación en el diseño: integración inicial o al final del desarrollo proyectual
- Responsabilidad: arquitecto o especialista
- Variación espacial: características de la distribución de luz sobre el plano de trabajo.
- Variación angular: características angulares de la luz según ubicación y tipo de fuente.

La iluminación natural tiene un efecto fundamental en las personas. Es importante integrarla eficazmente en instalaciones sanitarias para mejorar el ambiente curativo, ya que desempeña un papel clave en el bienestar de los pacientes y el personal. Se ha demostrado que existe una relación positiva entre la salud y exponer a los pacientes a luz natural durante el día, y adaptar los niveles de exposición de los módulos de iluminación.

La luz es capaz de mejorar la satisfacción del paciente, su comodidad, estado de ánimo y la calidad del sueño. El efecto de los rayos solares en nuestro reloj biológico es importante porque influye en muchos aspectos del bienestar físico y emocional.

Local	Nivel de Iluminación
Habitaciones	200 lux Focalmente: 300 lx para lectura 1000 lx para diagnostico 5 lx iluminación de vigilia nocturna Evitar iluminancias excesivas
Salas de reconocimiento y tratamiento	Puede variar entre 5 y 1000 lux según condiciones específicas para el diagnóstico
Quirófanos	Hasta 100.000 lx Mínimo 2000 lx alrededor de la mesa 1000 lx en el resto de la sala 500 lx en zonas anexas
Unidades de cuidados intensivos	300 a 1000 lx para examen del paciente 100 lx mínimo general en sala Hasta 2000 lx para emergencias
Salas de rehabilitación y terapia	300 lux
Areas de servicios	Según actividad: - Laboratorios 300 lx - Cocinas y lavandería 200 lx - Oficinas 300 a 500 lx

TABLA1. NIVELES DE ILUMINACIÓN RECOMENDADOS SEGÚN ESTÁNDARES Y NORMATIVAS.
FUENTE. CLASE DE SUSTENTABILIDAD

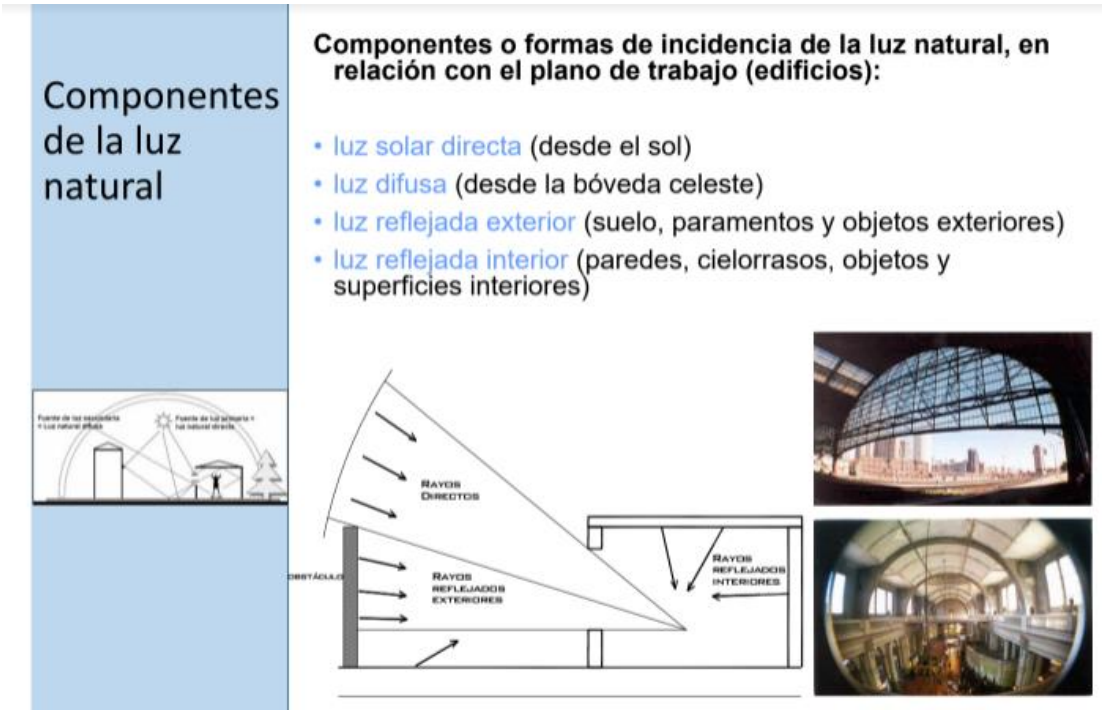
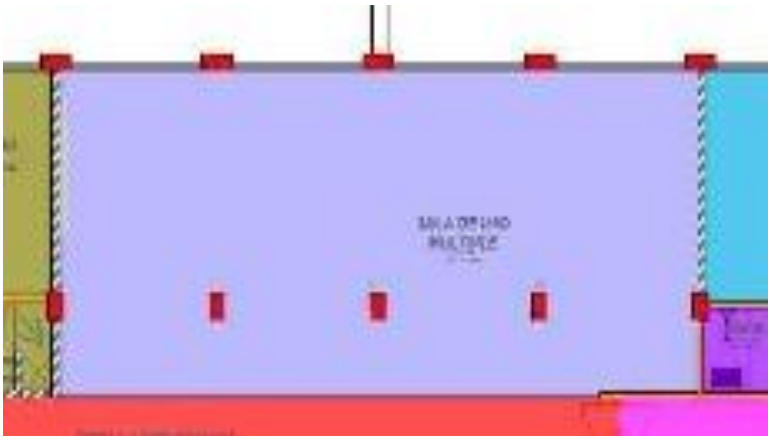
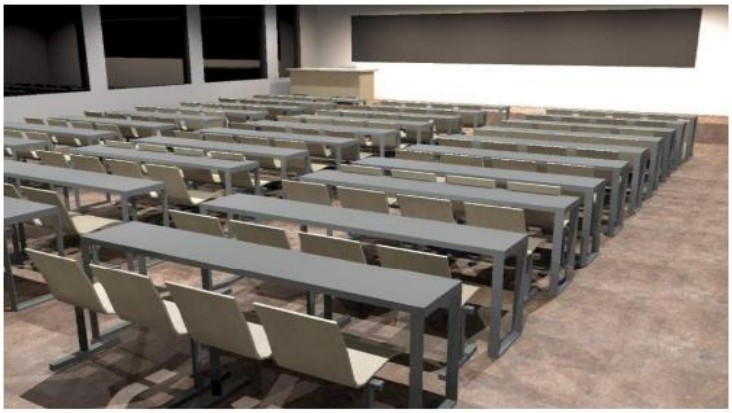


FIGURA 22. NIVELES DE ILUMINACIÓN RECOMENDADOS SEGÚN ESTÁNDARES Y NORMATIVAS.
FUENTE. CLASE DE SUSTENTABILIDAD

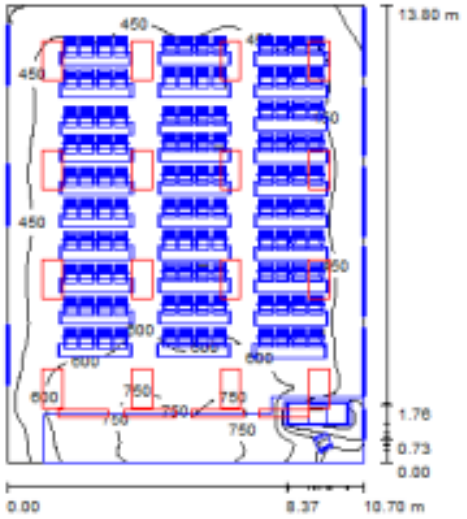
3.6.4. CALCULO DE UN AMBIENTE





Iluminación Fluorescentes

Fluorescentes / Resumen



Altura del local: 3.250 m, Altura de montaje: 3.250 m — Valores en Lux, Escala 1:178

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	527	60	804	0.114
Suelo	40	251	5.68	635	0.023
Techo	70	171	91	224	0.533
Paredes (4)	70	223	37	718	/

Plano útil:

Altura:	0.850 m
Trama:	128 x 128 Puntos
Zona marginal:	0.000 m

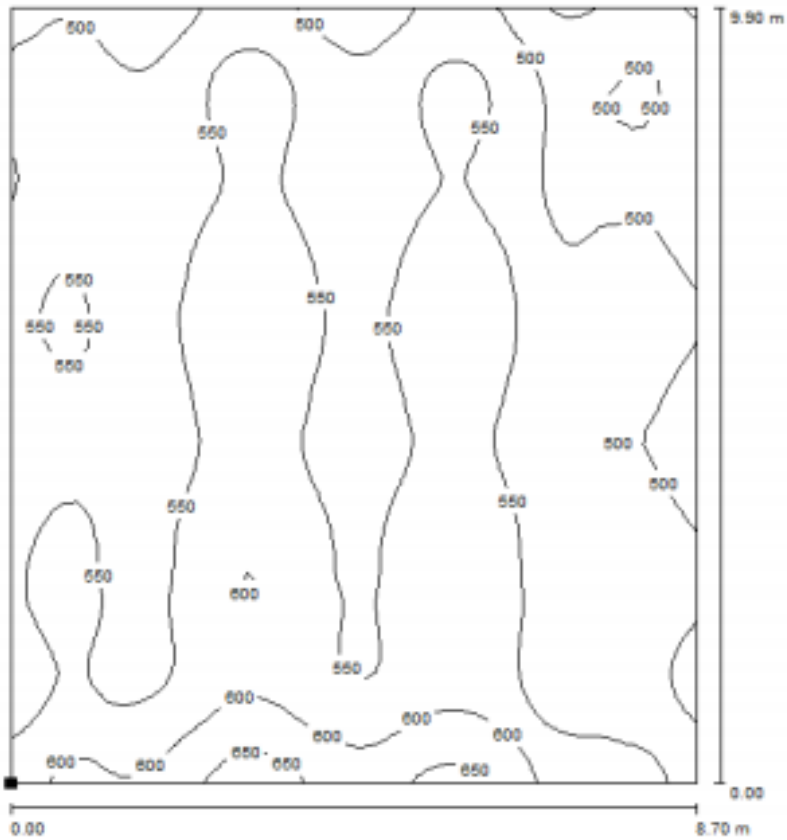
Proporción de intensidad lumínica (según LG7): Paredes / Plano útil: 0.405, Techo / Plano útil: 0.324.

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	4	INDAL L651IFKA_58Fa1M2 651-IFK-A-EL (1.000)	5200	58.0
2	16	Philips TBH318 3x36W M5 (Tipo 1)* (1.000)	10050	108.0
*Especificaciones técnicas modificadas		Total:	181600	1960.0

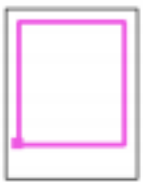
Valor de eficiencia energética: 13.27 W/m² = 2.52 W/m²/100 lx (Base: 147.66 m²)

Fluorescentes / superficie de trabajo / Área de tarea / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 78

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado: (1.000 m, 2.236 m, 0.900 m)



Trama: 64 x 64 Puntos

	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
Área de tarea	**542**	**445**	**672**	**0.821**	**0.662**
Área de circundante	563	95	810	0.169	0.118

LED con par30 beam 36 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 78244 lm
Potencia total: 940.0 W
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	298	124	422	/	/
Pizarra	460	132	591	/	/
Suelo	119	80	199	40	25
Techo	0.41	163	163	70	36
Pared 1	96	96	192	70	43
Pared 2	105	116	220	70	49
Pared 3	124	120	244	70	54
Pared 4	123	135	258	70	57

Simetrías en el plano útil
E_{min} / E_m: 0.156 (1:6)
E_{min} / E_{max}: 0.123 (1:8)

Proporción de intensidad lumínica (según LG7): Paredes / Plano útil: 0.548, Techo / Plano útil: 0.386.

Valor de eficiencia energética: 6.37 W/m² = 1.51 W/m²/100 lx (Base: 147.66 m²)

3.7. LA ENERGIA EN LOS HOSPITALES. El uso de la energía es vital en un hospital, ésta es utilizada en cualquier parte. Tanto la electricidad, como el petróleo, el gas o el agua, son necesarios para el funcionamiento de sus áreas y unidades. La cantidad de consumo de una u otra fuente de energía variará en cada hospital, según su infraestructura y las tareas específicas que en él se realicen, pero, de todos modos, en términos generales, se puede resumir el uso de las fuentes energéticas en un hospital cómo: (Löhr, 2009).

La electricidad: Se considera la fuente de energía más necesaria. Proporciona alumbrado y, además, permite el funcionamiento de las instalaciones de climatización y ventilación, de algunas instalaciones de comunicación vertical, como ascensores, montacargas o escaleras mecánicas, de los equipos informáticos y de la mayoría de aparatos médicos necesarios.

El petróleo y/o gas: Son responsables de que las instalaciones principales de calefacción, las calderas generadoras de vapor y los equipos generadores de frío por absorción puedan cumplir con sus funciones cómo abastecer las instalaciones de calefacción, las cocinas, la lavandería, la generación de agua caliente, esterilización y desinfección, proveer al sistema de ventilación y aire acondicionado de vapor para humedecer el aire o refrigerar cámaras de cocinas, de patología, los equipos refrigerantes para medicina, los aparatos médico-técnicos.

El agua: Considerada como fuente de energía indirectamente, ésta es necesaria en todas las áreas del hospital dónde se necesita agua limpia como agua potable, para limpieza e higiene y también para el suministro de agua blanda para calefacción, y para la generación de vapor para esterilización y humedecer el ambiente. Para ciertos equipos médicos se requiere la provisión de agua completamente desalinizada, obtenida mediante el tratamiento por osmosis del agua blanda. Es importante poner atención a la aparición de legionela, por lo tanto, primero se debe calentar el agua en el calentador de agua potable a 65º C mínimo para matar la legionela, antes de conducirla a una temperatura inferior a la red de agua potable y los puntos de consumo. Es importante resaltar que factores como, por ejemplo, la situación geográfica puede influir notablemente en la elección de una u otra fuente de producción de energía: La facilidad de acometida, transporte o incluso precio decantará a técnicos y propietarios por una u otra.

3.7.1. INDICADORES DE CONSUMO ENERGETICO EN HOSPITALES. Es evidente que para elaborar el conjunto de todos los indicadores mencionados es preciso conocer el edificio, las instalaciones, su funcionamiento:

El tamaño del hospital, tanto en número de camas como en superficie.

- Las funciones realizadas en el edificio, según se trate de un hospital básico, multifuncional.
- El diseño arquitectónico del edificio
- Su ubicación, que determinará las condiciones climáticas, sociales.
- Los servicios complementarios que posee el hospital como la lavandería, la cocina, la zona de esterilización.
- Los recursos energéticos de los que dispone, tanto propios como exteriores, gas, electricidad.

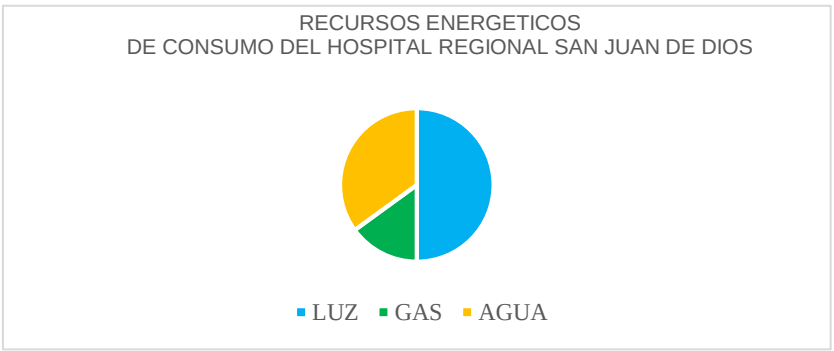


FIGURA 23. RECURSOS ENERGETICOS EN EL HRSJD
FUENTE. ELABORACION PROPIA

3.7.2. ENERGIA SOLAR. La energía radiada desde el Sol hasta la Tierra se denomina energía solar (fuente renovable), este recurso es aprovechado directamente como calor o

electricidad. La radiación sobre la órbita de la Tierra (sin el filtro de la atmósfera) en cualquier instante corresponde a 1367 vatios por m2.

La cantidad de energía solar que llega a nuestro planeta es enorme y se distribuye sobre toda la superficie y, por tanto, son necesarias grandes áreas para poder transformarla en electricidad. Las tecnologías de las que disponemos son: el panel termo solar, el panel de concentración solar, y el panel fotovoltaico.

3.7.3. CALOR CON PANEL SOLAR. Se utiliza para calentar agua, hace uso de los rayos de sol para calentar el líquido contenido en la planta, a su vez, éste transfiere el calor al tanque de agua a través de un intercambiador de calor. Los colectores termales están divididos en circulación forzada (con la ayuda de una bomba se fuerza la circulación del fluido, en este caso el tanque de acumulación tiene menos limitación con respecto a la posición, sin embargo, la planta es más compleja y costosa) o natural (aprovechando el movimiento de convención del líquido calentado; en este caso el taque tiene que estar sobre el radiador).

3.7.4. PANEL DE CONCETRACION. Consiste en calentar un fluido gracias al uso de paneles para concentrar la energía solar en una pequeña área (un fertilizador común en agricultura consiste en un 60% de nitrato de sodio ($NaNO_3$) y un 40% de nitrato de potasio (KNO_3)).El fluido calentado se almacena en un tanque aislado a una temperatura de 550ºC. Después se utiliza la energía para producir vapor y, como una planta termal normal, se convierte en energía eléctrica.

3.7.5. PANEL SOLAR. Los paneles fotovoltaicos convierten la radiación solar directamente en energía eléctrica, el efecto fotoeléctrico tiene una eficiencia de conversión que depende de varios factores, el más importante de ellos es el material de las células (15% para los módulos de silicona monocristalina, 13% para los módulos de silicona policristalina, 8% para los módulos de silicona amorfa). El ciclo vital de un módulo de PV son unos 35-40 años. Los módulos se clasifican según el material utilizado: silicona monocristalina, delgadas películas de silicona policristalina (silicona amorfa, cadmio telúrico (CdTe), sulfato de cadmio (CdS), arsénico de galio (GaAs), cobre indio Diselenide (CIS) y cobre Diselenide galio indio (CIGS)).

3.8. EL SECTOR ELECTRICO BOLIVIANO

3.8.1. GENERACION. De acuerdo a la memoria anual del sector eléctrico boliviano del año 2011 (AE, 2011), Bolivia disponía de una potencia instalada total de 1967 MW, de los cuales un 83,8% se encuentra en el Sistema Interconectado Nacional (SIN) y un 16,2% en sistemas aislados en diferentes lugares del país.

La potencia efectiva total es de 1458 MW (1253 MW en el SIN y 205 MW en los sistemas

Tabla 1. Potencia Eléctrica Instalada en Bolivia. 2010

DESCRIPCION	SISTEMA INTERCONECTADO NACIONAL (MW)	SISTEMAS AISLADOS (MW)	TOTAL (MW)
Potencia Instalada	1648	319	1967
Potencia Efectiva	1253	205	1458
Efectiva/instalada	76%	64,2%	74,1%

Fuente: elaboración propia en base a datos de AE,2011

aislados). Se puede ver que la razón de potencia efectiva sobre la potencia instalada alcanza en total a un 74,1% a nivel nacional, siendo más alta en el SIN (76%), mientras que en los sistemas aislados la efectividad alcanza solamente a un 64,2%. La matriz energética de Bolivia tiene diversas fuentes y su estructura actual es de 58,9% de energía primaria basada en termoelectricidad, 39,3% hidroeléctrica y 1,7% con fuentes de energías alternativas (biomasa).

La energía generada en el SIN en 2010 alcanzó a 6098 GWh/año, tiene 39,3% de origen hidroeléctrico, el 58,9% térmico y el 1,7% biomasa. En los sistemas aislados sobre 872 GWh/año, 2,5% es generación hidroeléctrica, mientras que el 97,5% tiene fuente térmica, mayoritariamente Diesel oíl, con las consecuentes dificultades de suministro, toda vez que el Diesel se debe importar en una buena proporción.

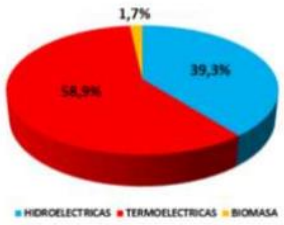


Figura 1 - Composición de la Matriz de Generación de Electricidad de Bolivia. 2010
Fuente: CNDC informe de la Programación de mediano plazo periodo mayo 2010 abril 2015

3.8.2. EL POTENCIAL SOLAR. El año 2010 (CEDLA, 2010), el Proyecto de Energía Solar de la Universidad Mayor de San Simón (UMSS) en Cochabamba actualizo la información sobre energía solar, presentando un mapa de radiación, el mismo que fue preparado usando datos meteorológicos satelitales y validado localmente, con mediciones puntuales, lo cual ha permitido ajustar los datos globales a la especificidad regional.

En Bolivia las regiones del Altiplano y de los Valles interandinos reciben una alta tasa de radiación solar; entre 5 y 6 kWh/m2 día, dependiendo de la época del año. En la zona de los Llanos la tasa de radiación media se sitúa entre 4,5 y 5 kWh/m2 día.

Los altos valores de radiación solar en Bolivia se deben a la posición geográfica que tiene su territorio, el cual se encuentra en la zona tropical del Sur, entre los paralelos 11° y 22° Sur. Por ello la tasa de radiación entre la época de invierno y verano no representa diferencias que sobrepasen el 25%, a diferencia de otras regiones del globo que se encuentran en latitudes mayores.

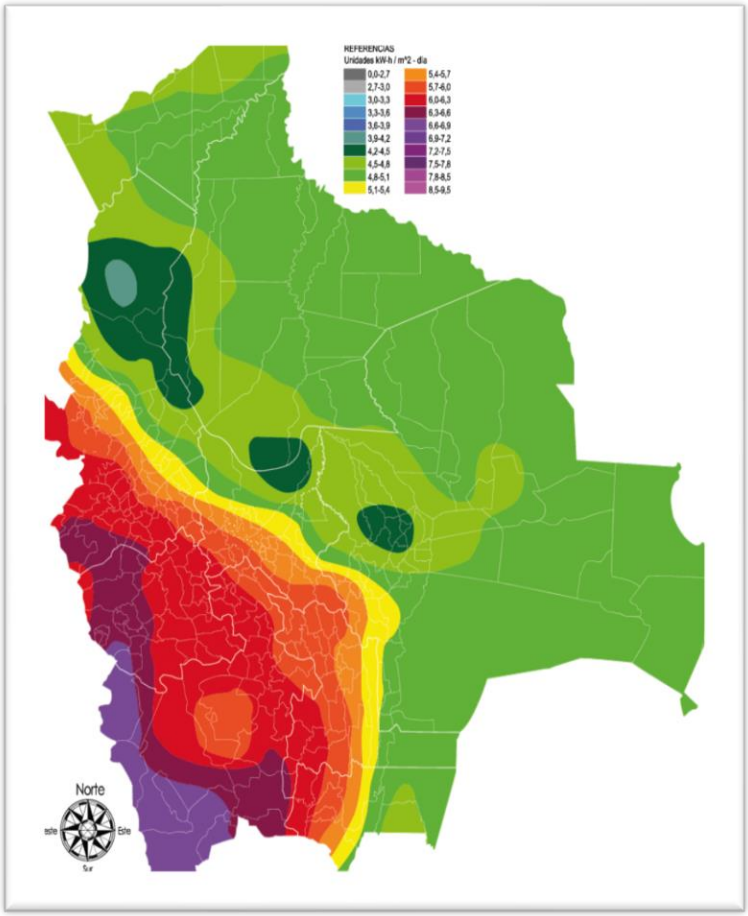


FIGURA 24. RECURSOS SOLARES
FUENTE. INTERNET

La presencia de la cordillera de los Andes modifica en alguna medida la radiación solar, beneficiando con una mayor tasa a las zonas altas como el Altiplano.

Los altos niveles de radiación solar, hacen que se el aprovechamiento de esta fuente de energía sea posible de realizar en prácticamente todo el territorio nacional.

3.8.3. GENERACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA. Para el cálculo del costo de la electricidad fotovoltaica se ha asumido valores de radiación entre 4 y 8,5 kWh/m2/día con los cuales se ha estimado la producción de energía a nivel de uso final (considerando las pérdidas de almacenamiento y distribución.

La estructura de costos de la energía solar en sistemas fotovoltaicos aislados de potencia tipo de 55 Wp, el tamaño más difundido en Bolivia, (ENERGETICA, 2012) se calculó utilizando el método del costo anual equivalente (CAE) usando una tasa de descuento del 6% y los datos de vida útil de cada fabricante. En la configuración se respeta las normas bolivianas sobre tipo y calidad de materiales, equipos y accesorios expresada en la NB 1056.

Tabla 2. Costos Típicos para un Sistema Fotovoltaico Doméstico del tipo 55 Wp. 2012

RUBROS	COSTO $US	COSTO %	VIDA UTIL	CAE $US/año
1 Panel de 55 Wp	201	25%	25	15,72
1 Bateria 100 Ah	170	22%	4	49,06
1 Regulador electrónico	40	5%	10	5,43
3 luminarias 11 Wp CFL	37	5%	4	10,68
Accesorios + cables	179	23%	10	24,32
Estructura y poste	54	7%	25	4,22
Transporte + instalación	100	13%	25	3,13
Total $US	781	100%		117,26

Fuente: ENERGETICA. 2012

Un detalle importante, es ver que el módulo fotovoltaico ahora solamente representa un 25% del costo total del sistema; el siguiente rubro es accesorios y cables con un 23%; la batería significa un 22% de los costos totales. La electrónica (lámparas, reguladores) solamente representa un 10%, mientras que la parte metálica de estructura y poste es un 7%; el transporte y la instalación pueden llegar a ser un 13%.

3.8.4. GENERACIÓN FOTOVOLTAICA DISTRIBUIDA. El potencial solar en Bolivia para la generación de electricidad con sistemas fotovoltaicos es altamente ventajoso, por los altos niveles de intensidad existentes. Una instalación en La Paz es mucho más productiva que en otras partes del mundo.

Inclusive una planta fotovoltaica en el oriente boliviano, tendría un rendimiento similar a una planta en Sevilla – España, catalogada como una de las regiones con mayor potencial solar en Europa (ENERGETICA, 2011),

Tabla 3. Comparación de Producción de Electricidad con Generadores Fotovoltaicos: 1 kWp

CIUDAD	RADIACION MEDIA HORIZONTAL kWh/m2/día	GENERACION FOTOVOLTAICA MEDIA DIARIA kWh/kWp	PRODUCCION MEDIA ANUAL kWh/kWp (*)
La Paz – Bolivia	6,78	5,77	2104
Lima – Perú	5,84	4,87	1778
Sevilla – España	4,81	4,42	1612
Quito – Ecuador	5,06	4,11	1502
Belem – Brasil	5,02	4,09	1491
Lyon – Francia	3,31	2,95	1077
Munich Alem.	3,14	2,89	1054

Fuente: ENERGETICA, 2011

1 kWp en La Paz, rinde prácticamente el doble que una planta de la misma potencia en Alemania, más del doble que en Holanda y, en el caso de España, al menos 30% adicional.

Para la estimación de los costos de los equipos necesarios para generar electricidad, se han utilizado precios de mercado de equipos puestos en Bolivia, incluidos los impuestos correspondientes, una tasa del 6% y el método del costo anual equivalente (CAE). En este caso, se puede observar qué el mayor peso de la inversión se encuentra en los paneles fotovoltaicos, los mismos que representan el 66% de la inversión total.

3.8.5. DATOS SOLARES CON RECURSO DE APOYO

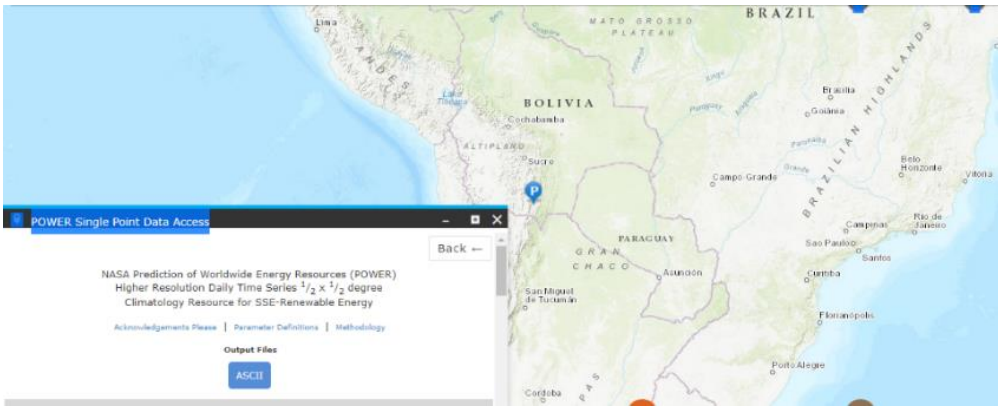


FIGURA 24. IMAGEN DE PROGRAMA DE APOYO DE LA NASA
FUENTE. ELABORACION PROPIA CON INTERNET

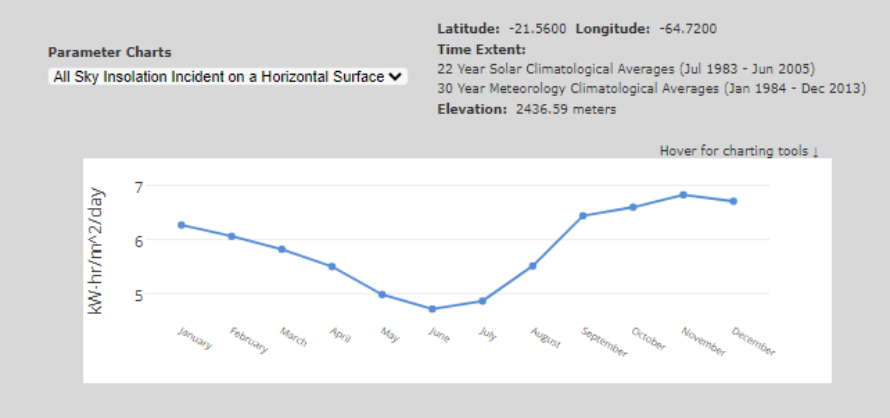


Tabla 4. DATOS SOLARES
FUENTE. ELABORACION PROPIA CON INTERNET

SI_EF_TRACKER	SRB/FLASHFlux 1/2x1/2 Solar Irradiance Irradiance Tracking the Sun (kW-hr/m^2/day)
SI_EF_MIN_TILTED_SURFACE_HORIZONTAL	SRB/FLASHFlux 1/2x1/2 Minimum Solar Irradiance for Equator Facing Horizontal Surface (kW-hr/m^2/day)
SI_EF_TILTED_SURFACE_VERTICAL	SRB/FLASHFlux 1/2x1/2 Solar Irradiance for Equator Facing Vertical Surface (kW-hr/m^2/day)
SI_EF_MAX_TILTED_SURFACE_LATITUDE	SRB/FLASHFlux 1/2x1/2 Maximum Solar Irradiance for Equator Facing Latitude Tilt (kW-hr/m^2/day)
DIFF_MIN	SRB/FLASHFlux 1/2x1/2 Minimum Diffuse Radiation On A Horizontal Surface (kW-hr/m^2/day)
SI_EF_OPTIMAL	SRB/FLASHFlux 1/2x1/2 Solar Irradiance Optimal (kW-hr/m^2/day)
SI_EF_MIN_TRACKER	SRB/FLASHFlux 1/2x1/2 Minimum Solar Irradiance Irradiance Tracking the Sun (N/S Orientation)
SI_EF_OPTIMAL_ANG	SRB/FLASHFlux 1/2x1/2 Solar Irradiance Optimal Angle (Degrees)
SI_EF_TILTED_SURFACE_LAT_MINUS15	SRB/FLASHFlux 1/2x1/2 Solar Irradiance for Equator Facing Latitude Minus 15 Tilt (kW-hr/m^2/day)
DNR_MIN	SRB/FLASHFlux 1/2x1/2 Minimum Direct Normal Radiation (kW-hr/m^2/day)
SI_EF_MAX_TILTED_SURFACE_LAT_MINUS15	SRB/FLASHFlux 1/2x1/2 Maximum Solar Irradiance for Equator Facing Latitude Minus 15 Tilt (kW-hr/m^2/day)
SI_EF_MAX_OPTIMAL_ANG	SRB/FLASHFlux 1/2x1/2 Maximum Solar Irradiance Optimal Angle (Degrees)
SI_EF_OPTIMAL_ANG_ORT	SRB/FLASHFlux 1/2x1/2 Solar Irradiance Tilted Surface Orientation (N/S Orientation)
SI_EF_MIN_TILTED_SURFACE_LAT_MINUS15	SRB/FLASHFlux 1/2x1/2 Minimum Solar Irradiance for Equator Facing Latitude Minus 15 Tilt (kW-hr/m^2/day)
ALLSKY_SFC_SW_DWN	SRB/FLASHFlux 1/2x1/2 All Sky Insolation Incident on a Horizontal Surface (kW-hr/m^2/day)
SI_EF_MIN_TILTED_SURFACE_LAT_PLUS15	SRB/FLASHFlux 1/2x1/2 Minimum Solar Irradiance for Equator Facing Latitude Plus 15 Tilt (kW-hr/m^2/day)
SI_EF_MAX_TILTED_SURFACE_LAT_PLUS15	SRB/FLASHFlux 1/2x1/2 Maximum Solar Irradiance for Equator Facing Latitude Plus 15 Tilt (kW-hr/m^2/day)
DNR	SRB/FLASHFlux 1/2x1/2 Direct Normal Radiation (kW-hr/m^2/day)
DIFF	SRB/FLASHFlux 1/2x1/2 Diffuse Radiation On A Horizontal Surface (kW-hr/m^2/day)
SI_EF_MIN_TILTED_SURFACE_LATITUDE	SRB/FLASHFlux 1/2x1/2 Minimum Solar Irradiance for Equator Facing Latitude Tilt (kW-hr/m^2/day)

Note(s):

Northward facing tilted surfaces are designated negative (-)

PARAMETER	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	ANN
-END HEADER-													
DNR	5.40	5.43	5.90	6.85	7.50	7.89	7.81	7.72	7.91	6.81	6.56	6.15	6.83
DNR_MAX	6.64	7.15	7.04	8.07	8.88	8.95	8.76	9.35	9.26	8.92	8.51	7.77	8.27
DNR_MIN	4.36	4.36	4.46	4.68	5.03	6.47	6.03	6.12	6.30	5.21	4.58	4.24	5.15
DIFF_MAX	2.59	2.40	2.06	1.65	1.29	0.93	1.06	1.29	1.62	2.16	2.50	2.62	1.85
DIFF_MIN	2.32	2.01	1.68	1.08	0.63	0.49	0.57	0.66	1.01	1.46	1.87	2.15	1.32
DIFF	2.50	2.29	1.87	1.31	0.89	0.67	0.75	1.00	1.30	1.91	2.25	2.43	1.59
KT	0.53	0.54	0.57	0.63	0.68	0.70	0.71	0.69	0.68	0.61	0.58	0.55	0.62
ALLSKY_SFC_SW_DWN	6.27	6.06	5.82	5.50	4.98	4.71	4.86	5.51	6.44	6.60	6.83	6.71	5.86
SI_EF_TILTED_SURFACE_HORIZONTAL	6.24	5.68	5.74	5.46	4.80	4.57	4.70	5.49	6.38	6.47	6.79	6.67	5.75
SI_EF_TILTED_SURFACE_LAT_MINUS15	6.15	5.68	5.86	5.75	5.21	5.06	5.16	5.89	6.61	6.52	6.71	6.55	5.93
SI_EF_TILTED_SURFACE_LATITUDE	5.73	5.49	5.91	6.18	5.94	5.97	6.00	6.54	6.86	6.38	6.26	6.02	6.11
SI_EF_TILTED_SURFACE_LAT_PLUS15	5.09	5.03	5.65	6.27	6.31	6.52	6.48	6.81	6.74	5.90	5.56	5.27	5.97
SI_EF_TILTED_SURFACE_VERTICAL	1.79	1.92	2.67	3.86	4.63	5.24	5.01	4.64	3.48	2.20	1.74	1.78	3.25
SI_EF_OPTIMAL	6.28	5.69	5.93	6.28	6.35	6.68	6.58	6.82	6.87	6.52	6.81	6.75	6.46
SI_EF_OPTIMAL_ANG	-7.00	3.50	16.50	32.50	44.00	49.50	47.00	39.00	24.00	8.00	-5.50	-10.00	20.00
SI_EF_OPTIMAL_ANG_ORT	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	S	S	N
SI_EF_TRACKER	7.60	6.67	7.29	7.97	7.48	7.83	7.74	8.75	8.90	8.06	8.62	8.27	7.93
SI_EF_MAX_TILTED_SURFACE_HORIZONTAL	6.92	6.83	6.29	5.93	5.24	4.87	4.98	6.05	6.91	7.46	7.78	7.53	6.40
SI_EF_MAX_TILTED_SURFACE_LAT_MINUS15	6.81	6.83	6.43	6.27	5.72	5.43	5.50	6.52	7.18	7.53	7.66	7.37	6.60
SI_EF_MAX_TILTED_SURFACE_LATITUDE	6.31	6.59	6.50	6.79	6.58	6.46	6.44	7.32	7.50	7.36	7.11	6.72	6.81
SI_EF_MAX_TILTED_SURFACE_LAT_PLUS15	5.55	5.99	6.22	6.92	7.04	7.09	6.99	7.68	7.37	6.79	6.25	5.81	6.64
SI_EF_MAX_TILTED_SURFACE_VERTICAL	1.76	2.01	2.86	4.27	5.21	5.74	5.45	5.26	3.76	2.28	1.65	1.72	3.50
SI_EF_MAX_OPTIMAL	6.97	6.84	6.52	6.93	7.11	7.29	7.11	7.69	7.51	7.53	7.81	7.64	7.25
SI_EF_MAX_OPTIMAL_ANG	-7.50	3.50	17.00	33.50	45.00	50.50	48.00	40.50	25.00	8.50	-6.00	-11.00	20.50
SI_EF_MAX_OPTIMAL_ANG_ORT	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	S	S	N
SI_EF_MAX_TRACKER	8.74	8.40	8.22	8.97	8.47	8.60	8.42	10.08	9.94	9.69	10.35	9.73	9.13
SI_EF_MIN_TILTED_SURFACE_HORIZONTAL	5.62	5.31	4.96	4.45	3.86	4.09	4.08	4.83	5.63	5.65	5.67	5.56	4.97
SI_EF_MIN_TILTED_SURFACE_LAT_MINUS15	5.54	5.31	5.04	4.64	4.13	4.48	4.43	5.14	5.81	5.68	5.61	5.47	5.11
SI_EF_MIN_TILTED_SURFACE_LATITUDE	5.20	5.13	5.07	4.91	4.59	5.21	5.06	5.63	6.00	5.56	5.29	5.09	5.23
SI_EF_MIN_TILTED_SURFACE_LAT_PLUS15	4.65	4.71	4.84	4.93	4.80	5.64	5.40	5.82	5.87	5.16	4.75	4.53	5.09
SI_EF_MIN_TILTED_SURFACE_VERTICAL	1.78	1.90	2.38	3.03	3.45	4.47	4.11	3.93	3.10	2.09	1.76	1.78	2.81
SI_EF_MIN_OPTIMAL	5.64	5.31	5.09	4.95	4.81	5.74	5.45	5.82	6.00	5.68	5.68	5.60	5.48
SI_EF_MIN_OPTIMAL_ANG	-6.00	3.50	15.00	30.00	40.50	48.00	45.50	37.50	23.00	7.50	-4.50	-8.50	19.50
SI_EF_MIN_OPTIMAL_ANG_ORT	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	S	S	N
SI_EF_MIN_TRACKER	6.61	6.10	6.01	5.97	5.50	6.65	6.30	7.26	7.52	6.76	6.77	6.49	6.50

Tabla 4. DATOS SOLARES

FUENTE. ELABORACION PROPIA CON INTERNET

3.8.6. DEMANDA ENERGETICA A CUBRIR



FIGURA 25. CUBIERTAS EN PROYECTO

FUENTE. ELABORACION PROPIA CON INTERNET

El efector de salud tiene más de 2000 m2 donde se pueden emplazar los paneles fotovoltaicos.

De acuerdo a los datos obtenido se tiene la demanda total por mes de consumo del hospital en cuanto a energía total un gasto de mas de 10000 dólares que no es posible cubrir.

DEMANDA		MES
Hospital Regional San juan de Dios	101461,41	Kwh

FIGURA 26. DEMANDA DE ENERGIA POR MES
FUENTE. ELABORACION PROPIA

3.8.7. CALCULO DEL PANEL FOTOVOLTAICO. Para el cálculo del número de paneles fotovoltaicos primero calculamos la energía total requerida. Considerando las ventajas y la magnitud del consume recomendamos la conexión a la red. La radiación solar pico de insolación para este caso es de 5.51 horas, según el promedio de cálculo de 12 meses.

Para la energía eléctrica adicional

$$Pr = \frac{Et}{In * 0.8} \qquad \frac{101461{,}41\ kWh}{5.51\ h * 0.8} = 23017.56\ W$$

$$Np = \frac{Pr}{Ppanel} \qquad = \frac{23017.56}{270} = 85{,}25 \approx 85\ paneles\ para\ la$$ energía eléctrica adicional



FIGURA 27. ESPECIFICACION TECNICA DEL PANEL PROPUESTO
FUENTE. ELABORACION PROPIA

3.8.8. PANELES FOTOVOLTAICOS EN BOLIVIA SISTEMA AUTOCONSUMO. Los módulos fotovoltaicos aprovechan el llamado “efecto fotovoltaico”, que se produce al incidir la radiación solar sobre los materiales denominados semiconductores para crear energía eléctrica. La composición básica de los módulos es silicio monocristalino o policristalino, habiendo hoy en día mediana diferencia entre uno y otro. Podemos encontrar módulos desde 5 W a 270 W.

Módulos monocristalinos Esta es la tecnología que inició la revolución fotovoltaica. Se originó en los años 50, monocristalinos paneles solares son el sistema más antiguo y más desarrollado hasta la fecha. Como su nombre lo indica, están hechos de un solo cristal de silicio puro. Los fabricantes utilizan el método Czochralski para tirar lentamente de una sola semilla cristalina de silicio fuera del silicio monocristalino derretido y formar un lingote. Una semilla cristalina es una pequeña pieza de silicona que se utiliza como base para las moléculas fundidas. Proporcionando la infraestructura correcta, las moléculas fundidas pueden conectar para formar un lingote. Mientras que la semilla se está elaborando, la temperatura se baja gradualmente para ayudar a formar una forma cilíndrica.

Módulos monocristalinos puede ser reconocido por su coloración y mirada uniformes, que indican la pureza elevada del silicio.

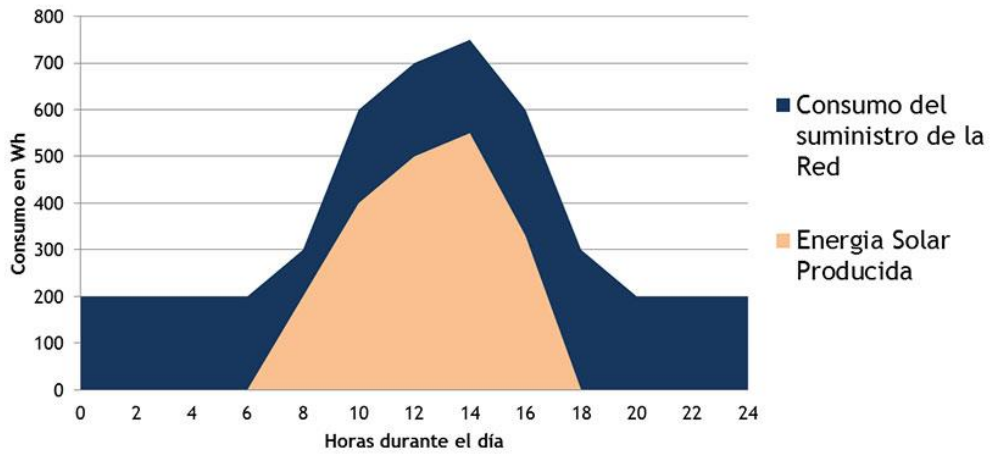


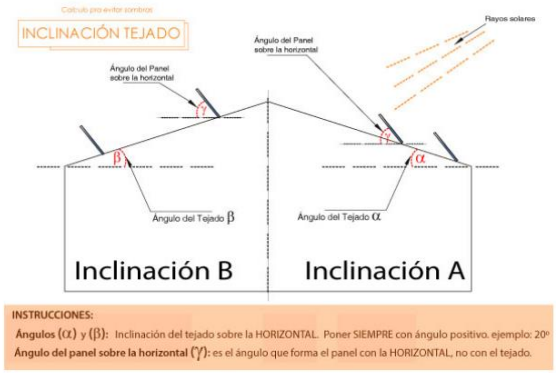
FIGURA 28. TABLA COMAPARATIVA DE LA VENTAJA DEL CONSUMO Y LA ENERGIA SOLAR
FUENTE. ESPECIFICACION DEL PANEL SOLAR ADOPTADO

El sistema fotovoltaico empieza a generar electricidad cuando amanece, llegando a su pico al medio día, la producción va decayendo a mediad que avance la tarde y llega a cero cuando oscurece.

De esta manera el sistema fotovoltaico llega a ser ideal para instituciones o comercios que trabajan horario continuo, o que durante el día siempre tienen un consumo importante de energía.

3.8.9. CALCULO DE SEPARACION ENTRE PANELES SOLARES PARA EVITAR SOMBRAS.

1.- Esquema INCLINACION tejado



2.- Esquema SEPARACIÓN filas de paneles

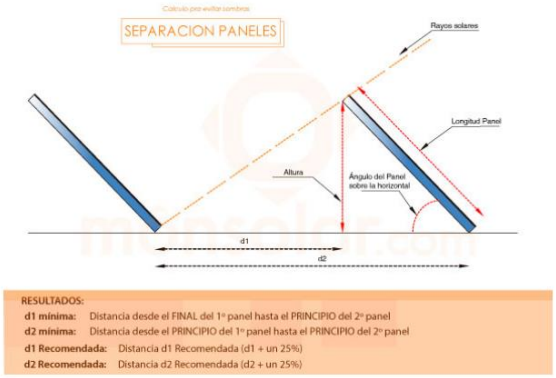


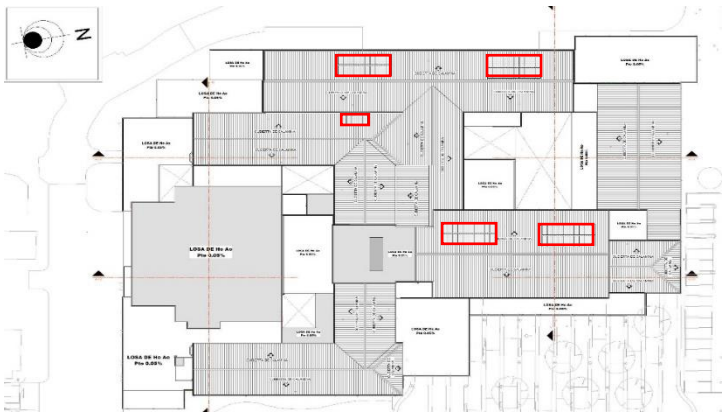
FIGURA 29. DISEÑO DE SEPARACION ENTRE PANELES SOLARES
FUENTE. PROGRAMA MONSOLAR.COM

Tipo de Tejado	Ángulo de inclinación tejado (Ángulos en positivo)	Latitud del lugar	Longitud del panel en metros	Ángulo del panel sobre la Horizontal	d1 mínima	d1 Recomendada	d2 mínima	d2 Recomendada
Horizontal	0	21	1.64	35	0.924	1.155	2.268	2.835
Inclinación A	20.0	21	1.64	35	0.193	0.242	1.778	2.222
Inclinación B	20.0	21	1.64	35	2.817	3.521	3.757	4.696

LEYENDA:
Tipo de tejado: Puede ser horizontal, con inclinación tipo A favorable para la separación entre filas de paneles o inclinación tipo B desfavorable para la separación entre filas de paneles. Utilizar el punto como separador decimal
Inclinación del tejado: Introducir el ángulo de inclinación del tejado. **Horizontal** = 0 grados; **Inclinación A** = ángulo de inclinación del tejado en positivo; **Inclinación B** = ángulo de inclinación del tejado en positivo
Latitud del lugar: Es la latitud del lugar de la instalación, valor en grados. Utilizar el punto como separador decimal.
Longitud del panel solar: Valor en metros (m). Si el panel está en vertical este valor será la parte larga del panel solar, si el panel está en horizontal este valor será el ancho del panel. Utilizar el punto como separador decimal.
Ángulo del panel sobre la Horizontal: Es el ángulo que forma el panel sobre la Horizontal, no sobre el tejado.
d1 mínima: mínima distancia de separación desde el FINAL del 1º panel hasta el PRINCIPIO del 2º
d1 recomendada: Es la d1 incrementada en un 25%. Se recomienda utilizar este valor siempre que sea posible
d2 mínima:: mínima distancia de separación desde el PRINCIPIO del 1º panel hasta el PRINCIPIO del 2º .
d2 recomendada: Es la d2 incrementada en un 25%. Se recomienda utilizar este valor siempre que sea posible

FIGURA 30. TABLA CALCULADORA DE SEPARACIONES
FUENTE. PROGRAMA MONSOLAR.COM

3.8.10. PROPUESTA DE COLOCACION DE PANELES SOLARES



3

FIGURA 30. PLANO DE CUBIERTAS CON PANELES SOLARES
FUENTE. ELABORACION PROPIA

3.9. TECHOS VERDES SUSTENTABLES. Se pueden distinguir dos.

- **INTENSIVAS**. Uso similar al de un jardín donde es posible realizar actividades de distinto tipo, permiten el crecimiento de especies vegetales de mayor tamaño y requieren mayor profundidad de sustrato. Precisan de una estructura de soporte estructural reforzada, por lo que suelen incorporarse solamente en construcciones nuevas. Requieren una importante inversión en mantenimiento e irrigación, por este motivo no son recomendables cuando se propone realizar cubiertas verdes sustentables.
- **EXTENSIVAS.** Cumplen una función prioritariamente de mejoramiento ambiental, son livianas y de bajo mantenimiento. Se diseñan para conformar una superficie con vegetación en la que se incorporan especies de adaptación sencilla, que puedan desarrollarse sobre sustratos de menos de 15 cm. de espesor sin requerir más riego que el proporcionado por las lluvias. En la mayoría de los casos son espacios inaccesibles.

3.9.1. BENEFICIOS DE LOS TECHOS VERDES. Colaboran con el control de inundaciones y la eficiencia de la red pluvial.

- Moderan las temperaturas de las superficies de los techos
- Incrementan la biodiversidad
- Reducen el ruido y la contaminación del aire
- Mejoran las visuales y conforman nuevos espacios verdes
- Incrementan la vida útil de la membrana hidrófuga.

3.9.2. Un techo verde incluye:

- Una membrana impermeable, que impida el paso de humedad hacia el interior de la estructura del edificio.
- Una barrera anti raíces, que impida el paso de raíces que pudieran perforar la capa protectora impermeable.
- Un sistema drenaje, que permita que el agua sobrante fluya hacia los desagües, evitando el encharcamiento en superficie y la falta de oxígeno del suelo.
- Una capa de filtración, que contenga raíces y sustrato, proteja el drenaje y evite el filtrado de materia orgánica lixiviada.
- Un sustrato para el crecimiento de vegetación.
- Vegetación apta para crecer en las condiciones propuestas

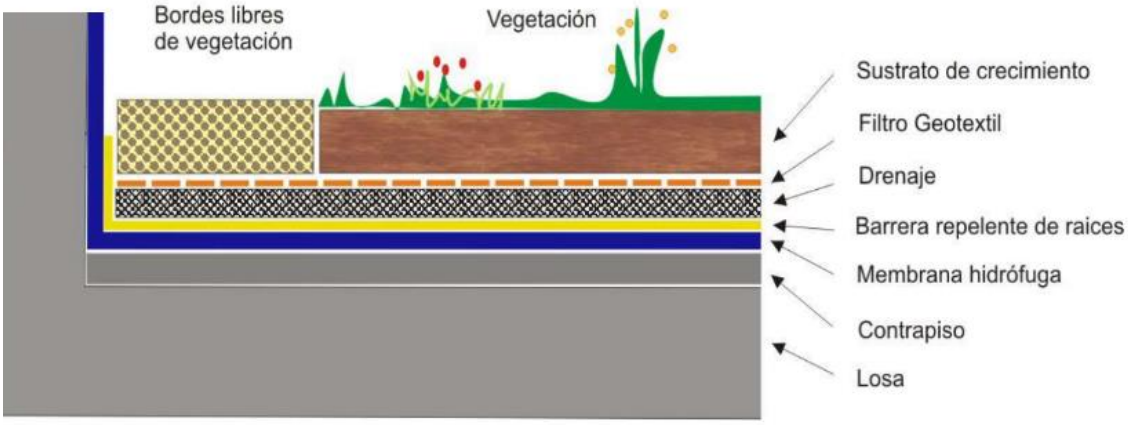


FIGURA 31. DETALLE DE CUBIERTA VERDE
FUENTE. CLASES DE SUSTENTABILIDAD



FIGURA 32. TECHOS ARMADOS CON BANDEJAS – VEGETACION PARA BANDEJAS
FUENTE. CLASES DE SUSTENTABILIDAD



FIGURA 33. DETALLE DE TECHOS ARMADOS CON BANDEJAS
FUENTE. CLASES DE SUSTENTABILIDAD



FIGURA 34. PLANO DE CUBIERTAS CON PROPUESTA DE TECHOS VERDES CON BANDEJAS
FUENTE. ELABORACION PROPIA

3.10. SELECCIÓN DE MATERIALES CON CRITERIOS DE SUSTENTABILIDAD

Cualidades de los Materiales para la Prevención de:

- Consecuencias directas o indirectas sobre el ser humano y el planeta.
- Reducción de los elementos que puedan contener sustancias tóxicas.
- El cuidado y conservación de los recursos naturales y del equilibrio climático.

3.10.1. Criterios de Selección

A) Según el Diseño: de Edificios y Materiales

- Análisis y aprovechamiento de los elementos desmontados, deconstruidos y/o demolidos en la misma obra o su derivación a otras obras en los que puedan ser utilizados.
- Estudios de tecnologías nuevas y antiguas para asegurar la compatibilidad entre materiales existentes y nuevos.
- Detección de materiales que en la actualidad se consideran nocivos para la salud y el medio ambiente y su tratamiento y remoción a través de procedimientos en condiciones de seguridad.

B) Según el Ciclo de Vida Util

1. Obtención de Materia Prima
2. Traslados y Procesamientos
3. Aplicación o Instalación en Obra
4. Uso y Mantenimiento

5. Desecho

C) Según el Impacto del Material en el Tiempo

- Prevención del calentamiento global
- Baja huella de carbono
- Conservación y ahorro de recursos
- Prevención de la contaminación Suelo / Agua / Aire
- Reducción de sustancias químicas que no sean biodegradables
- Conservación y ahorro de agua
- Reducción de residuos
- Posibilidad de reciclaje / reutilización / recargabilidad / recambio / renovabilidad / reparabilidad
- Tratamiento de residuos

C) Atributos

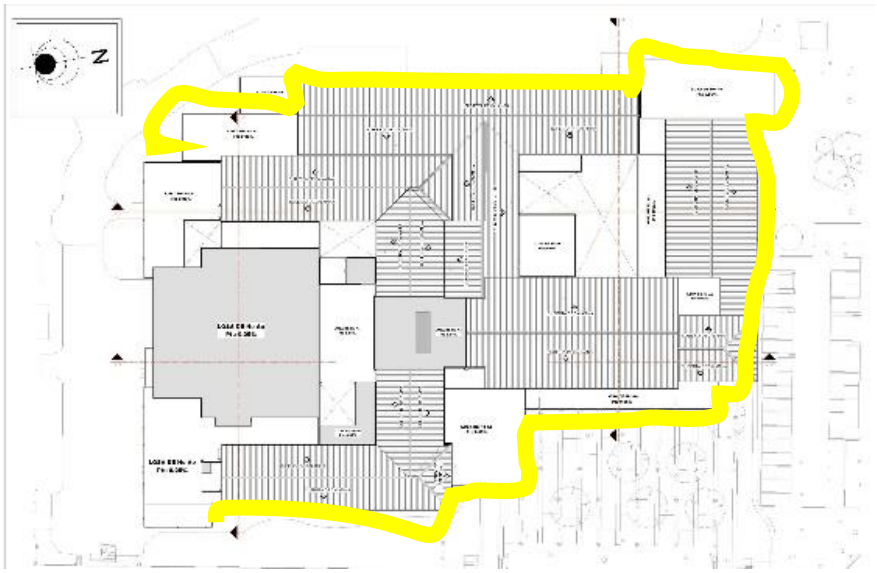
- Calidad y Rendimiento
- Composición Química
- Mejoramiento de la Calidad de Aire Interior
- Comportamiento ante el Fuego
- Conservación, Ahorro de la Energía y Eficiencia Energética
- Durabilidad
- Degradabilidad / Compostabilidad

4. CONCLUSIONES. Los recursos de diseño bioambiental incluyen aleros para lograr protección solar y orientación de ventanas para reducir el ingreso de sol y lograr ventilación cruzada a fin de conseguir refrescamiento natural, o captación solar a través de ventanas favorablemente orientadas combinadas con aislación térmica Es natural que se considera el clima del lugar donde uno vive como optimo, porque es el clima a lo cual uno es mejor adaptado. La aplicación de estos y otros recursos de diseño bioambiental permite lograr confort térmico y bienestar en el interior de edificios sin el uso de acondicionamiento artificial o con un mínimo dependencia en energía convencional. Así se aporta a la eficiencia energética, el aprovechamiento de las energías naturales tales como la radiación solar y las brisas, reduciendo las emisiones de gases efecto invernadero.

En el apartado de Bioclimática se ve por conveniente usar la ESTRATEGIA 4 y sobre esto en VERANO.

- Inercia térmica = Aislamiento térmico se plantea en los tres ámbitos.

ESCALA DE CONJUNTO: Reduciremos la envolvente edilicia.



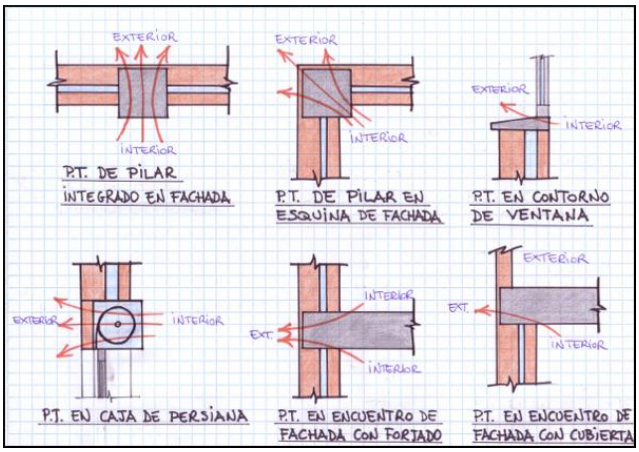
Disponiendo de paneles de aislante térmico en fachadas, cubiertas, falsos techos y de suelos cuando se trate de elementos horizontales sobre espacio exterior o locales no calefactados. En el caso de fachada es muy importante la posición del mismo puesto que al trasdosar lo exteriormente se consigue que todas las capas del cerramiento se encuentren a una temperatura aproximada a la del ambiente interior, mejorándose notablemente el aislamiento térmico, eliminado todos los puentes térmicos y evitando condensaciones

ESCALA EDILICIA: Controlar el Tamaño de los vanos.



ESCALA CONSTRUCTIVA: Continuidad de la barrera aislante y evitar puentes térmicos. **SUSTITUCIÓN DE LAS CARPINTERIAS Y LOS VIDRIOS**. De forma que se dispongan carpinterías con rotura de puente térmico, sistemas de doble acristalamiento con cámara de aire tipo, vidrios con un factor solar bajo o de baja emisividad con un tratamiento que consiga

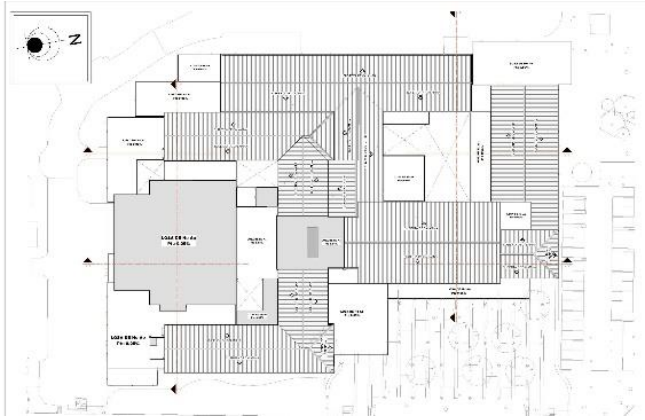
reflejar gran parte de la radiación solar que reciben y por lo tanto reducen notablemente la carga que por radiación solar pueda entrar al interior del edificio. Es conveniente también sustituir la carpintería por otras con la permeabilidad al aire adecuada





- **Sobre la Inercia térmica = Inercia térmica**

ESCALA DE CONJUNTO: Volúmenes Agrupados



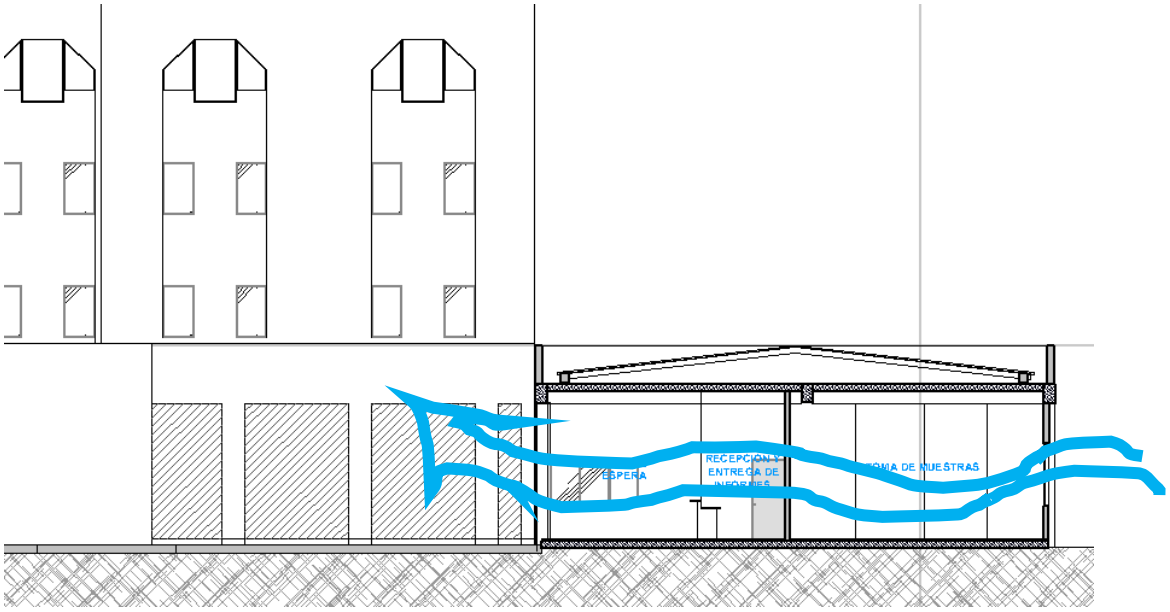
ESCALA EDILICIA: Plantas compactas



ESCALA CONSTRUCTIVA: Materiales pesados

- **Sobre la Ventilación Selectiva**,

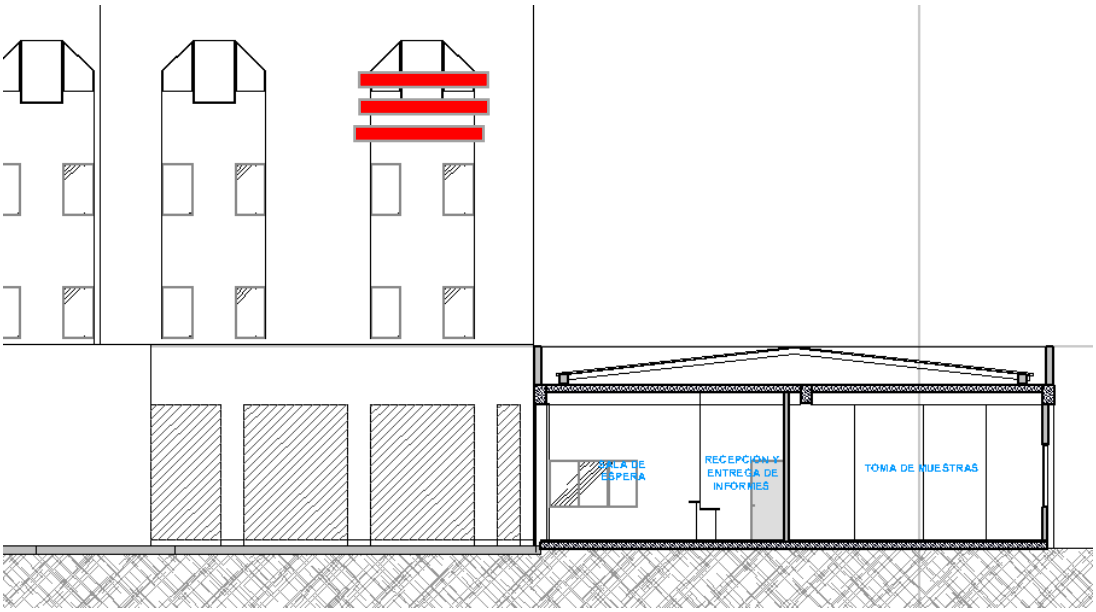
ESCALA EDILICIA: Vanos a diferentes alturas



MEJORAR LAS CONDICIONES DE VENTILACIÓN DEL EDIFICIO Y DE LOS ESPACIOS BAJO CUBIERTA. En general siempre es conveniente que se realice una adecuada ventilación que garantice la calidad de aire interior. En zonas climáticas más cálidas, esta ventilación es todavía más importante sobre todo en verano, siendo conveniente realizar ventilación natural cruzada y la ventilación nocturna, de forma que se conseguirá la pérdida

de energía y disipar el calor acumulado en los cerramientos durante el día, por tanto es recomendable en edificios antiguos de estas zonas mejorar su envolvente al objeto de mejorar su permeabilidad y reducir su estanqueidad, mientras que en climas más fríos se debería de actuar a la inversa, disminuyendo la permeabilidad y aumentando la estanqueidad.

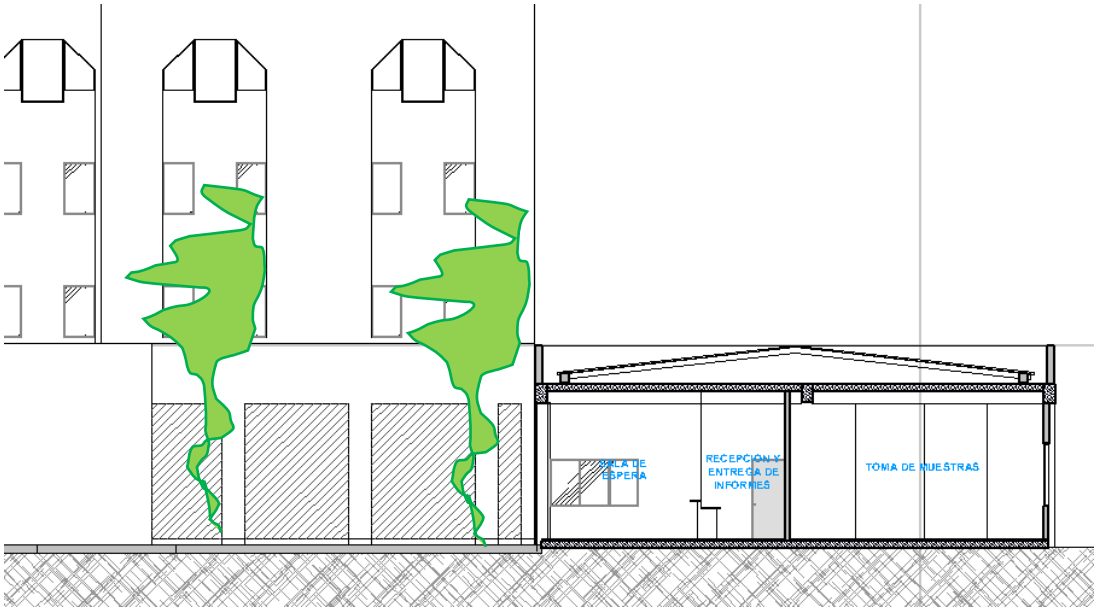
ESCALA CONSTRUCTIVA: Cerramientos móviles y regulables



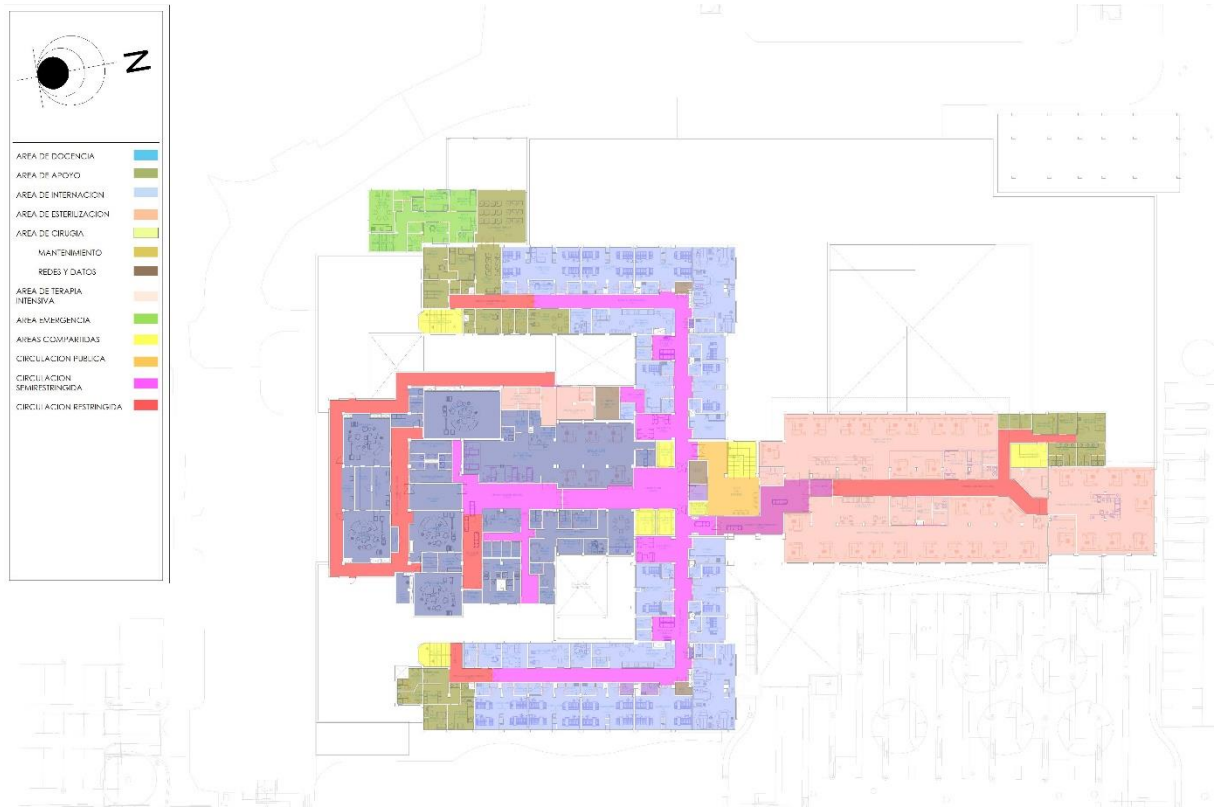
En el apartado de Bioclimática se ve por conveniente usar la ESTRATEGIA 7 y sobre esto en **INVIERNO**

Lograr captar energía solar en condiciones frías, a través del ingreso de la radiación solar directa o indirecta para calentar materiales, aire o a los usuarios.

ESCALA DE CONJUNTO: Separación entre volúmenes, asoleamiento de espacios interiores, vegetación caduca.

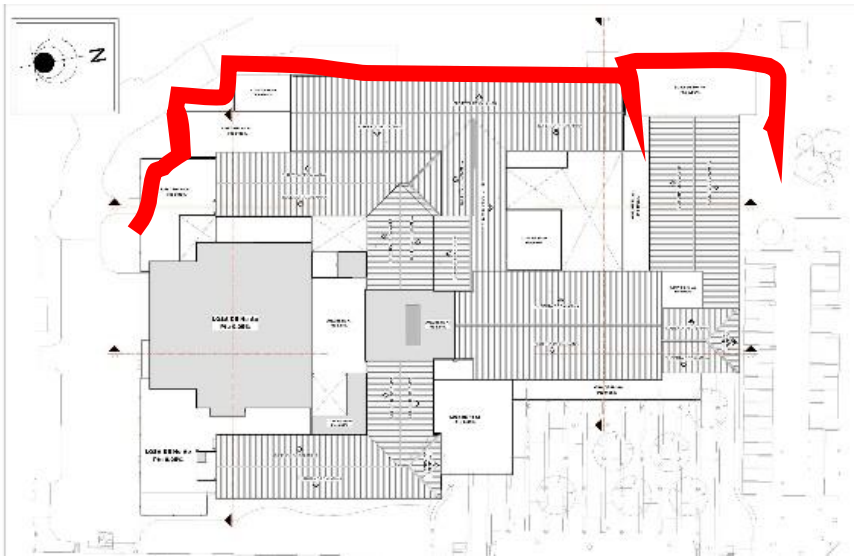


ESCALA EDILICIA: Orientación de espacios y vanos.



ESCALA CONSTRUCTIVA: disposición y diseño de aberturas y / o superficies captadoras.

Bastante ganancia solar para invierno para calentar el edificio. El invierno es muy seco, en el cual no hay nubes hay buena disponibilidad solar. Estrategia solar controlada para el invierno, para subir 10 grados de temperatura.



Sobre l**as estrategias para iluminación natural** están directamente relacionadas con el diseño edilicio. Las características de la iluminación natural en un local dependen principalmente de los siguientes factores:

• geometría y proporciones del local

• localización y orientación de ventanas y aberturas

• características de las superficies interna

Las distintas escalas de diseño que para obtener un adecuado nivel de iluminación natural son:

• A escala del edificio: disponibilidad de luz natural, obstrucciones del entorno, características de su diseño (techos, patios, disposición de bloques, etc.)

• Características del local: aberturas (unilateral, bilateral, cenital), proporciones y geometría, reflectancia de las superficies interiores. Ventanas: diseño, dimensiones, divisiones, orientación, ubicación en el local, sistema de protección solar.

Sistema de iluminación natural propiamente dicho: funcionamiento, cantidad y cantidad de luz provista, redireccionamiento de la luz, protección solar en épocas cálidas, evitar deslumbramiento y contrastes dentro del campo visual.

Es indispensable conocer:

- Características de la fuente de luz: natural - difusa, directa.
- Requerimientos de luz sobre el plano de trabajo: calidad, cantidad, distribución.
- Diseño y control del efecto modificador del edificio mismo: proporción de luz, ángulos de incidencia.
- Verificación de resultados: simulación numérica o física, métodos de evaluación

El diseño de la iluminación natural tiene relación directa con los aspectos arquitectónicos del edificio y su entorno.

Externos

- edificios cercanos, vegetación.
- solados exteriores (absorción luz) Internos
- tamaño y orientación de aberturas y elementos como aleros, parasoles, mosquiteros, vidrios, cortinas, rejas, toldos.
- tamaño y dimensiones de los locales en relación con las aberturas.
- colores y texturas interiores





ESTATEGIAS DE AHORRO ENERGETICO

Respecto a las tarifas eléctricas vigentes al consumidor final, en Bolivia en la categoría domiciliaria está entre 7 y 10 centavos de dólar; en la categoría general se tienen tarifas entre

11,5 y 14,4 centavos de dólar en aquellos departamentos conectados al SIN; para sistemas aislados las tarifas eléctricas se encuentran entre 11,8 y 24 centavos de dólar (AE, 2011). Sin duda que los sistemas fotovoltaicos conectados a la red, podrían desde ya tener oportunidades en estos casos.

Todos los elementos tratados en estos apartados son importantes y nos permitirán considerar diferentes estrategias aplicables a una posible refaccione en el HOSPITAL REGIONAL SAN JUAN DE DIOS de la ciudad de Tarija que lo transforme en un EDIFICIO VERDE Y SUSTENTABLE.

5.BIBLIOGRAFIA

Desarrollos (In) Sustentables. Rovere, Mario (2009) Revista Posibles. El Agora Asociación Civil. Nº 4 (ISSN 1852-107X) Disponible en:
http://www.elagora.org.ar/site/posibles/N4/PoSIbles-4.pdf.

Diseño Bio-ambiental y Arquitectura Solar. John Martin Evans y Silvia de Schiller. Secretaría de Extensión Universitaria FADU/UBA. (ISBN 950-29-0063-4) Segunda Edición 1991.

Sustentabilidad en Arquitectura 1. Compilación de antecedentes de manuales de buenas prácticas ambientales para las obras de arquitectura, junto a indicadores de sustentabilidad y eficiencia energética. Evans, Julián Martín. CPAU 2012.

Sustentabilidad en Arquitectura 2. Criterios y Normativas para la promoción de la sustentabilidad urbana en la CABA. Kozak, Daniel; Romanello, Laura. CPAU. 2013.

Sustentabilidad en Arquitectura 3. Análisis y compilación de las 100 mejores prácticas y procedimientos de sustentabilidad en la producción de obras de arquitectura. Schwartz, Andrés. CPAU 2014[i].

Arquitectura y Clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. Olgvay, Victor. Editorial Gustavo Gili - Princeton University Press, 1963. ISBN 84-252-1488-2.

Arquitectura y Energía Natural. Serra Florensa, Rafael ; Coch Roura, Helena. Editorial Universitat Politécnica de Catalunya - ISBN 84-8301-497-1.

Técnicas Arquitectónicas y Constructivas de Acondicionamiento Ambiental. Neila González, Javier; Bedoya Frutos, César. Editorial Munilla-Lería - ISBN 84-89150-20-6.

IRAM (1996) Norma IRAM 11.603:1996, Clasificación Bio-ambiental de la República Argentina. Instituto Argentina de Normalización y Certificación, Buenos Aires.

IRAM (2012), Norma IRAM 21931-1 Construcción sostenible. Marco de referencia para los métodos de evaluación del desempeño ambiental de las obras de construcción. Parte 1 - Edificios, Instituto Argentino de Normalización y Certificación, Buenos Aires.

IRAM (2014), Norma IRAM 21929-1: Construcción sostenible. Indicadores de sostenibilidad. Parte 1 - Marco para el desarrollo de indicadores y de un conjunto fundamental de indicadores para edificios, Instituto Argentino de Normalización y Certificación, Buenos Aires.

Energética, 2010. Costos de la energía renovable en sistemas aislados. Cochabamba, Bolivia.

Energética, 2011. Generadores Fotovoltaicos Conectados a la Red. Potencial en Bolivia. Cochabamba, Bolivia. UCB – Jelare, 2011. Marco Político Legal y Regulatorio para la Electrificación con Energías Renovables en Bolivia. Energetica – UCB Jelare. La Paz, Bolivia.

Lidema, 2011. Estado Ambiental de Bolivia 2010. La Paz. Bolivia. MEH, 1990. Planificación Energética Rural para Bolivia G. Ruths. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Simón, 2010. Mapa Solar. Proyecto de Energía Solar. Cochabamba, Bolivia. VMEEA. MHE, 2009. Plan Energético Nacional 2009 – 2014. La Paz, Bolivia. WWF-Energetica 2010. Diagnóstico y Desafíos del Sector Energético Boliviano. La Paz, Bolivia.

A.E., 2008. Plan Estratégico Institucional 2009 - 2014. La Paz, Bolivia. A.E., 2011. Memoria Anual del Sector Eléctrico 2010. La Paz, Bolivia. Cedla, 2010. Rol e impacto socio económico de las energías renovables en el área rural de Bolivia". Plataforma BID, 2011. Programa de Electrificación Rural para Bolivia. DANIDA, Niras, 2011. Diagnóstico Inicial para la Elaboración del Plan Estratégico de Desarrollo de las Energías Alternativas en Bolivia. Vice Ministerio de Electricidad y Energías Alternativas. La Paz, Bolivia.

Villegas, P., & Gandarillas, M. (2008). *Los recursos naturales en Bolivia*. Centro de Documentación e Información Bolivia, CEDIB.