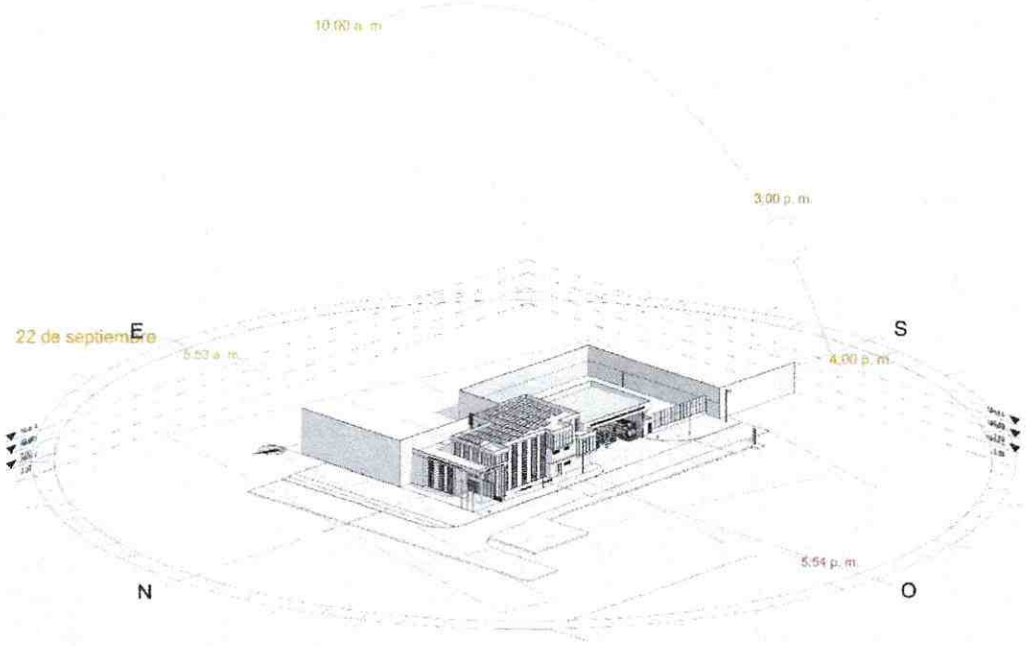
CONSORCIO
ED BOMBEROS IBAGUÉ

INFORME BIOCLIMATICO

DISEÑOS ARQUITECTONICOS PROYECTO DE

CONSTRUCCION ESTACION DE BOMBEROS EL JARDIN



ESTACION TIPO II

CENTRO CAPACITACION TIPO I

IBAGUE - TOLIMA

2025

Alcaldía Municipal
Ibagué

INTRODUCCION

El presente informe bioclimático analiza las condiciones ambientales, climáticas y territoriales que influyen en el desempeño energético y el confort térmico del proyecto arquitectónico, con el propósito de optimizar su comportamiento pasivo y reducir la demanda de recursos. A partir del estudio de variables como radiación solar, vientos dominantes, temperatura, humedad y asoleación, se establecen criterios de diseño que permiten aprovechar las condiciones favorables del clima y mitigar sus efectos adversos. Este documento fundamenta las decisiones proyectuales orientadas a garantizar espacios más eficientes, saludables y sostenibles, en coherencia con las estrategias contemporáneas de arquitectura bioclimática.

Objetivo del proyecto

Diseñar y desarrollar la infraestructura necesaria para la adecuada operación de la Estación de Bomberos "El Jardín", con el fin de mejorar la capacidad de respuesta ante emergencias, garantizar la protección civil y fortalecer el sistema de gestión del riesgo del municipio de Ibagué.

El proyecto busca proporcionar instalaciones funcionales, seguras, eficientes y adaptadas a las condiciones climáticas, geográficas y urbanas del sector.

Objetivos específicos

- Diseñar una infraestructura bomberil moderna, funcional y segura, que responda a los lineamientos técnicos del Sistema Nacional de Bomberos y a la normativa vigente del municipio de Ibagué.
- Garantizar la adecuada sectorización y distribución espacial entre áreas operativas, administrativas, logísticas y de bienestar, optimizando la eficiencia en la atención de emergencias.
- Optimizar la movilidad y tiempos de reacción mediante el diseño de accesos, plataforma vehicular y circulaciones internas que permitan salidas rápidas y maniobras seguras de las máquinas bomberiles.
- Incorporar criterios de sismo resistencia y seguridad estructural, conforme a la NSR-10, asegurando la continuidad operativa ante eventos sísmicos y otras amenazas.

- Implementar sistemas de instalaciones técnicas, hidráulicas, eléctricas y especiales, que soporten la operación 24/7 de la estación y garanticen la confiabilidad del servicio.
- Desarrollar espacios para capacitación, entrenamiento y fortalecimiento institucional, tales como el auditorio, sala situacional y campo de entrenamiento.
- Garantizar condiciones de bienestar del personal bomberil, mediante la inclusión de dormitorios, zonas de descanso, comedor, gimnasio y baterías sanitarias adecuadas.
- **Diseñar la edificación bajo principios de sostenibilidad ambiental, incorporando iluminación y ventilación natural, manejo eficiente de recursos y materiales de bajo mantenimiento.**
- Cumplir con los criterios de accesibilidad universal, asegurando que todas las áreas del proyecto sean inclusivas y aptas para personas con movilidad reducida.
- Integrar adecuadamente la estación con su entorno urbano, considerando la vocación del sector, la normatividad del POT y la convivencia con la comunidad, integrando urbanística, paisajística y arquitectónicamente la estación de bomberos con su espacio urbano.

Beneficios esperados del diseño bioclimático

1. Reducción del consumo energético:
   La incorporación de ventilación cruzada, fachadas microperforadas y un adecuado aprovechamiento de la iluminación natural disminuye significativamente la necesidad de climatización artificial y de iluminación eléctrica.

2. Mejora del confort térmico y ambiental:
   Las estrategias pasivas permiten mantener temperaturas interiores más estables, generar circulación constante de aire y reducir la acumulación de calor, brindando espacios más saludables y agradables para los usuarios.

3. Optimización del aprovechamiento de la luz natural:
   El diseño de vacíos centrales, fachadas permeables y alturas libres adecuadas favorece una iluminación natural uniforme, mitigando el deslumbramiento y mejorando la eficiencia visual en los ambientes interiores.

4. Disminución de la huella de carbono:
   Al reducir el uso de sistemas mecánicos y complementar el consumo con

energía solar fotovoltaica, el proyecto minimiza emisiones asociadas a la operación del edificio.

5. Mayor eficiencia en la ventilación natural:
   La orientación del proyecto y la incorporación de elementos permeables mejoran la circulación del aire, favoreciendo la renovación continua y evitando zonas de estancamiento.

6. Incremento en la vida útil de la edificación:
   Las estrategias bioclimáticas disminuyen las cargas térmicas y la demanda sobre equipos eléctricos y mecánicos, reduciendo el desgaste de materiales y sistemas.

7. Costos operativos más bajos:
   La combinación de estrategias pasivas y generación de energía limpia reduce gastos mensuales en servicios públicos y mantenimiento.

8. Bienestar y salud para los ocupantes:
   Ambientes más frescos, bien iluminados y ventilados ayudan a disminuir la fatiga térmica, mejorar la concentración y reducir la proliferación de agentes contaminantes interiores.

9. Mayor resiliencia climática:
   El proyecto responde mejor a variaciones climáticas extremas, garantizando habitabilidad y eficiencia aun en escenarios de altas temperaturas o cambios estacionales.

10. Valor agregado arquitectónico y sostenible:
    El enfoque bioclimático fortalece la identidad del proyecto, mejora su percepción ante la comunidad y aporta a la certificación o alineación con estándares de sostenibilidad.

GENERALIDADES

Ibagué es la capital del departamento del Tolima y uno de los principales centros administrativos, comerciales y culturales del centro del país. Ubicada en el Valle del Magdalena y al pie de la Cordillera Central, la ciudad ocupa una posición estratégica dentro del corredor Bogotá–Cali y funciona como nodo articulador entre regiones andinas y cafeteras.

1. Ubicación Geográfica

- Región: Andina.
- Departamento: Tolima.
- Coordenadas aproximadas: 4°26' latitud norte, 75°13' longitud oeste.
- Altitud promedio: 1.285 m.s.n.m.
- Distancia a Bogotá: ~200 km.

Ibagué combina zonas urbanas consolidadas, áreas en expansión y sectores rurales con amplia diversidad hídrica y ecológica.

2. Características Climáticas

- Clima: Templado-húmedo.
- Temperatura promedio: 22–24°C.
- Precipitación: alta variabilidad por influencia de la Cordillera Central.
- Regímenes bimodales de lluvia.

El clima favorece el desarrollo urbano, actividades económicas y asentamientos de mediana densidad.

4. Economía Local

La economía de Ibagué se basa en actividades como:

- Comercio y servicios.
- Industria liviana.
- Transporte y logística.
- Sector público y educación.

- Turismo cultural y deportivo.

La ciudad es reconocida como la "Capital Musical de Colombia", lo que impulsa eventos, turismo y actividades culturales.

5. Infraestructura y Movilidad

Ibagué cuenta con:

- Conexión vial con Bogotá, Armenia, Cali y el Eje Cafetero.
- Aeropuerto Perales.
- Red vial urbana en crecimiento.
- Proyectos de infraestructura en consolidación.

La movilidad presenta desafíos en algunos sectores por el aumento poblacional y expansión urbana.

6. Gestión del Riesgo

El municipio presenta amenazas por:

- Movimientos en masa en sectores de ladera.
- Inundaciones en zonas cercanas a ríos y quebradas.
- Eventos sísmicos, dada la influencia de la Falla de Ibagué y la Cordillera Central.
- Incendios estructurales y forestales.

Estas condiciones hacen necesaria la consolidación de equipamientos como estaciones de bomberos estratégicamente ubicadas.

División Política Administrativa de Ibagué

El municipio de **Ibagué**, capital del departamento del Tolima, cuenta con una organización político–administrativa compuesta por áreas urbanas y rurales, distribuidas de acuerdo con lo establecido por la administración municipal y el Plan de Ordenamiento Territorial vigente.

1. División Territorial General

El municipio está conformado por:

✓ **Zona Urbana**

- Organizada en **13 comunas**.
- Cada comuna agrupa barrios y sectores residenciales, comerciales, institucionales e industriales.
- La zona urbana se constituye como el principal centro administrativo, económico y cultural del municipio.

✓ **Zona Rural**

- Conformada por **17 corregimientos**.
- Cada corregimiento agrupa veredas con vocación agrícola, ecológica, turística y de conservación.

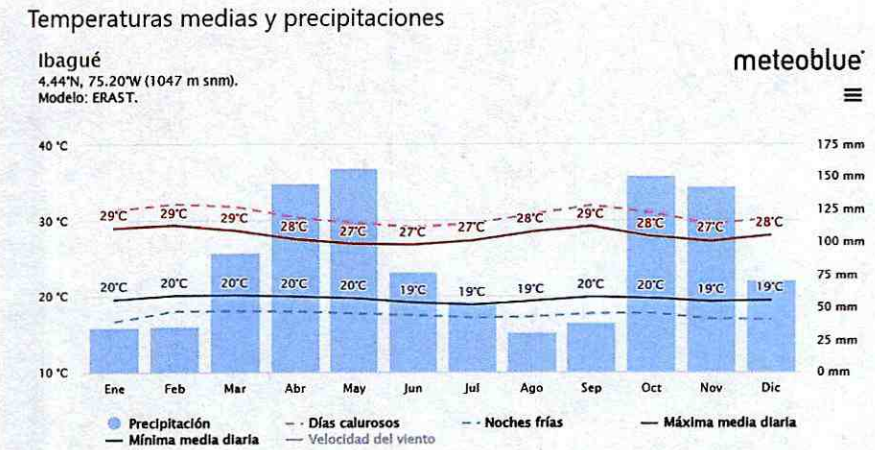
2. Comunas Urbanas de Ibagué

Comuna	Superficie km²[1]	Población (2019)[1]
1 - Centro	2.50	31 009
2 - Calambeo	2.14	41 219
3 - San Simón	2.44	24 603
4 - Piedrapintada	2.11	44 077
5 - Jordán	1.81	30 549
6 - Vergel	4.23	50 477
7 - Salado	5.25	44 219
8 - Simón Bolívar	4.36	77 421
9 - Picaleña - Mirolindo	10.69	64 235
10 - Estadio	2.50	45 149
11 - Ferias	1.62	31 383
12 - Ricaurte	2.10	43 130
13 - Boquerón	2.85	16 086

CLIMA Y TEMPERATURAS

- **Temperatura: Ibagué presenta temperaturas relativamente constantes durante el año. Las medias típicas oscilan entre ~16–18 °C (mínimas nocturnas) y ~25–28 °C (máximas diurnas); la variación estacional es pequeña. Esta estabilidad favorece estrategias de ventilación natural y reduce demandas extremas de climatización. World Weather & Climate Information+1**
- **Precipitación: Ibagué tiene un régimen húmedo con elevada pluviometría anual (en distintos catálogos y series la cifra anual se ubica entre ~1.700 mm y 2.100+ mm/año). Los meses con mayor precipitación son típicamente marzo–abril (pico en abril); meses relativamente más secos están alrededor de julio–agosto pero no exentos de lluvias (el "mínimo" sigue siendo apreciable: decenas de mm/mes). Esto define un patrón bimodal con meses de lluvia intensa y meses relativamente más secos. World Weather & Climate Information+2World Weather & Climate Information+2**

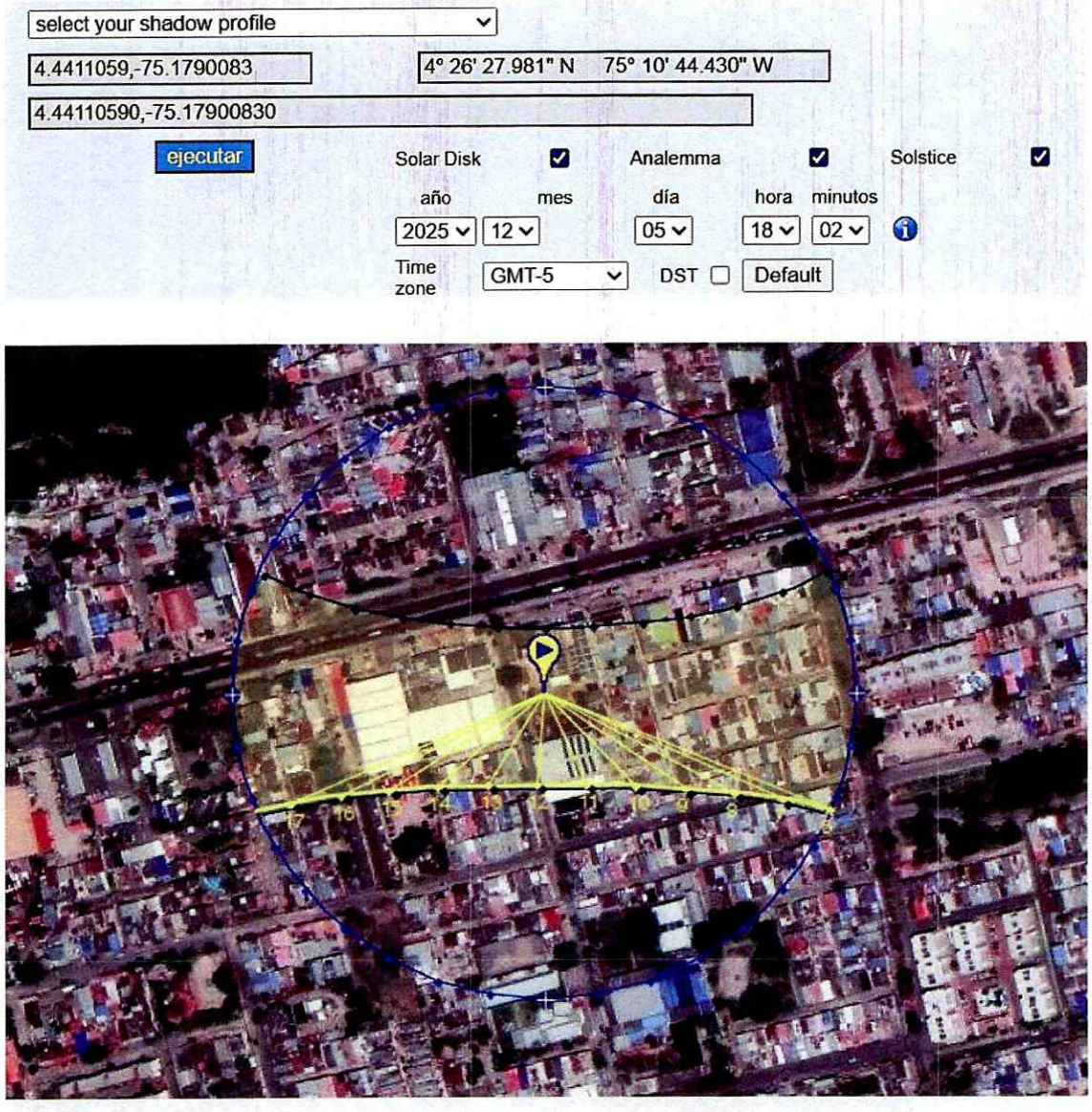
Implicación clave: hay suficiente lluvia anual para justificar y rentabilizar un sistema de captación pluvial que abastezca demandas no potables (lavado de vehículos, riego, servicio de aseo, cisterna auxiliar para mantenimiento y uso operacional). Los picos de lluvia obligan a prever sistemas de desborde y capacidad de conducción para episodios intensos; los meses más secos requieren suficiente almacenamiento y/o complementación con suministro urbano.



CONSORCIO
ED BOMBEROS IBAGUÉ

ANALISIS BIOCLIMATICO.

El proyecto construcción de la estación de Bomberos El Jardín de la Ciudad de Ibagué de Tolima se localiza en el barrio El Jardín específicamente en la Carrera 5 con Calle 94 predio esquinero con dimensión de 2342mts2 en las con coordenadas geográficas: 4.441340, -75.179135

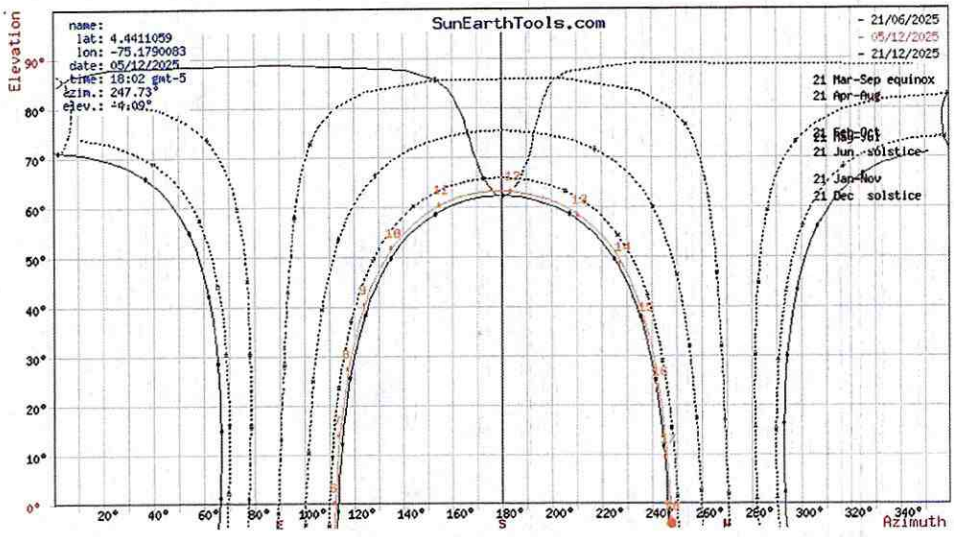


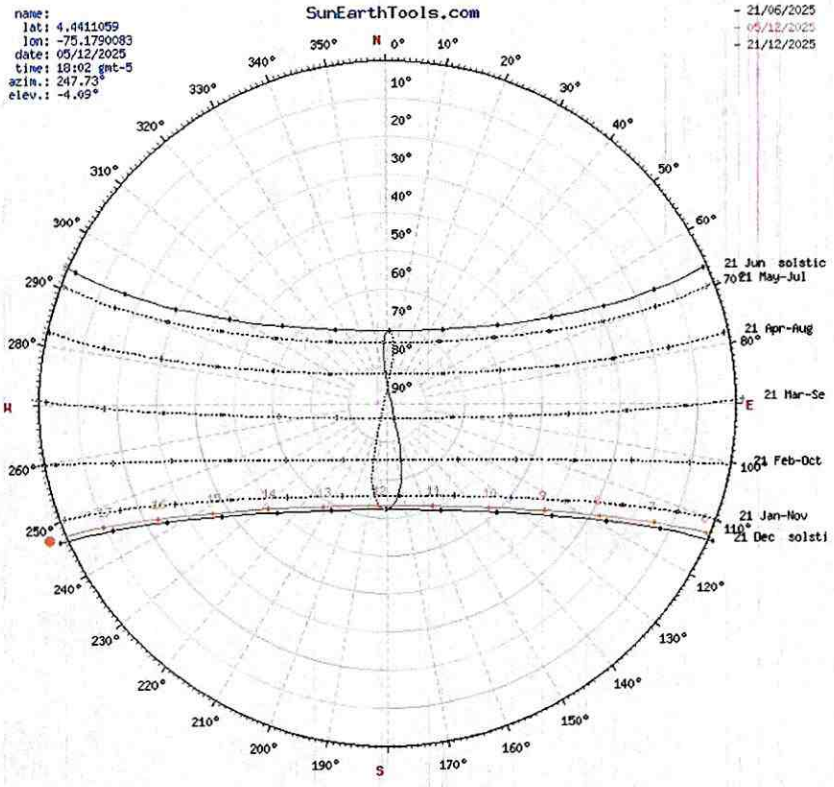
Alcaldía Municipal Ibagué

BOMBEROS COLOMBIA

CONSORCIO
ED BOMBEROS IBAGUÉ

ANALISIS SOLAR





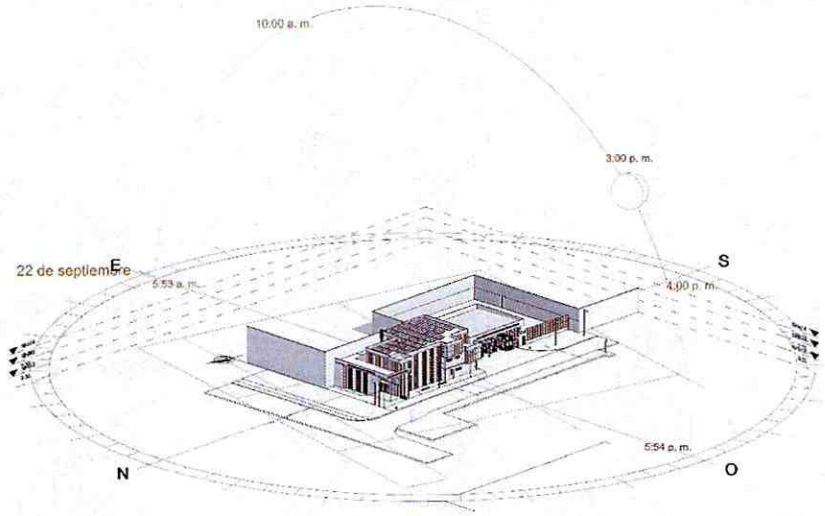
Alcaldía Municipal
Ibagué

BOMBEROS COLOMBIA

El análisis solar del proyecto, localizado en el barrio El Jardín de Ibagué a las coordenadas **4.4411059°N y -75.1790083°W**, se desarrolla considerando la posición geográfica de la ciudad dentro de la zona intertropical, donde la incidencia solar es alta, uniforme y constante durante la mayor parte del año. Su proximidad a la línea ecuatorial determina un comportamiento solar particular: el sol transita en posiciones elevadas en gran parte del día y cruza de norte a sur según la época, generando un régimen de radiación intenso con variaciones estacionales moderadas.

Debido a esta condición, el edificio está expuesto a radiación directa tanto desde el norte como desde el sur, situación característica de ciudades ecuatoriales. Este comportamiento exige un diseño arquitectónico que responda con precisión a la alta carga térmica, especialmente durante los meses en los que el sol asciende sobre la bóveda celeste hacia la zona norte (aproximadamente entre marzo y septiembre), aumentando la incidencia sobre fachadas laterales y cubiertas.

El análisis de asoleación muestra que las horas de radiación más intensas se concentran entre las **10:00 a.m. y las 3:00 p.m.**, influenciando particularmente las fachadas orientadas al oriente y al occidente, que reciben cargas solares críticas durante el amanecer y el atardecer. Esta lectura justifica la implementación de **fachadas microperforadas**, elementos de control solar que permiten filtrar y reducir la radiación directa sin comprometer la ventilación ni la iluminación natural. La modulación de estas pieles se diseñó para optimizar el paso de luz difusa, evitar el deslumbramiento y controlar el sobrecalentamiento interno.



Por otro lado, las cubiertas del proyecto reciben una incidencia directa y continua debido a los altos ángulos solares característicos de la región. Esta condición favorece notablemente la instalación de **paneles de energía solar fotovoltaica**, cuya eficiencia se ve optimizada por la inclinación recomendada para latitudes cercanas al ecuador, donde se privilegia una disposición casi horizontal o con inclinaciones leves para maximizar la captación anual.

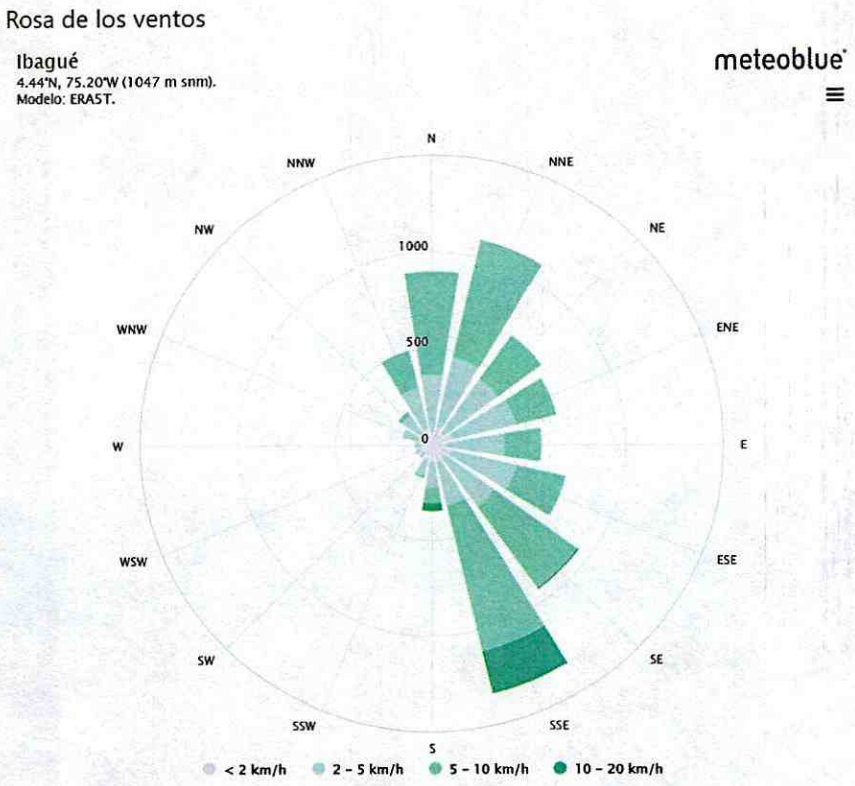
El análisis solar también confirma la pertinencia de los **vacíos centrales y patios de ventilación**, que permiten disipar parte de la ganancia térmica acumulada por radiación en cubiertas y fachadas. Estos espacios funcionan como reguladores bioclimáticos que, junto con la ventilación cruzada, mitigan el efecto de sobrecalentamiento en los momentos de mayor carga térmica del día.

Finalmente, la altura libre de **3.20 metros por nivel** funciona como un amortiguador térmico adicional, permitiendo una mayor acumulación vertical del aire caliente y facilitando su extracción mediante los vacíos y elementos de ventilación superior, optimizando el desempeño pasivo del edificio frente a su exposición solar.

En conjunto, el análisis solar confirma que las decisiones proyectuales adoptadas — sombreamiento pasivo, ventilación cruzada, pieles microperforadas, vacíos centrales y aprovechamiento fotovoltaico— responden adecuadamente a las condiciones de asoleación del sitio, garantizando eficiencia energética, confort térmico y un desempeño ambiental superior.

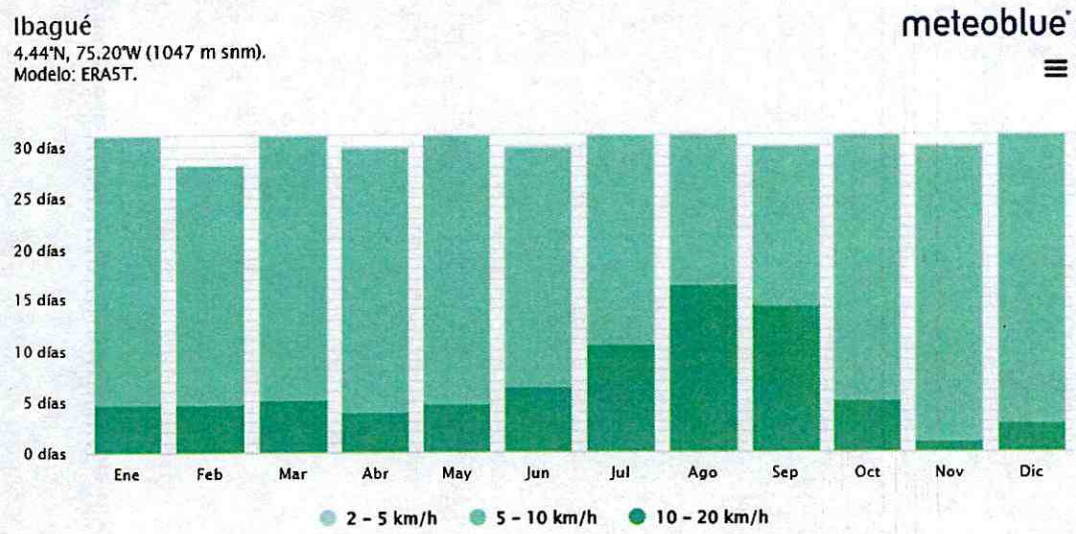
ANALISIS DE VIENTOS

La Rosa de los Vientos para Ibagué muestra el número de horas al año que el viento sopla en la dirección indicada. Ejemplo SO: El viento está soplando desde el Suroeste (SO) para el Noreste (NE). Cabo de Hornos, el punto de la Tierra más meridional de América del Sur, tiene un fuerte viento característico del Oeste, lo cual hace los cruces de Este a Oeste muy difícil, especialmente para los barcos de vela.



El diagrama de Ibagué muestra los días por mes, durante los cuales el viento alcanza una cierta velocidad. Un ejemplo interesante es la meseta tibetana, donde el monzón crea vientos fuertes y regulares de Diciembre a Abril y vientos tranquilos de Junio a Octubre. Las unidades de velocidad del viento pueden cambiarse en los ajustes (arriba a la derecha).

Velocidad del viento



Ibagué presenta un régimen de vientos de baja a moderada velocidad promedio (orden de 4–7 km/h en promedio anual, con meses más ventosos alrededor de julio). La dirección predominante no es única a lo largo del año: existen episodios con componente oeste–suroeste y períodos con componente noreste/este según la temporada y la dinámica local de la cuenca. Los registros y modelos climatológicos muestran además variaciones diurnas marcadas por brisas de valle/montaña (vientos ascendentes diurnos y descensos nocturnos) propias de la orografía andina. meteoblue+2Weatherspark+2

Patrón estacional y diurno/nocturno.

- Estacional: la velocidad media aumenta levemente en la mitad del año (picos en junio–julio según series históricas) y disminuye en meses más húmedos/calmados. Weatherspark+1
- Diurno/nocturno: durante el día se suelen activar brisas de valle (aire que asciende por las laderas hacia la meseta), mientras que en la noche se producen vientos de montaña (descenso frío), lo que genera un aporte importante a la ventilación natural cuando se aprovechan correctamente las aberturas y vacíos. meteoblue+1

Implicaciones para el diseño bioclimático y la ventilación.

1. **Ventilación cruzada eficaz con aberturas opuestas:** dado que la dirección dominante cambia según estación y hora, diseñar aberturas enfrentadas (en ejes N–S y E–W) aumentará la probabilidad de capturar viento útil durante todo el año. Las fachadas microperforadas deben colocarse estratégicamente en los frentes de viento predominante y contrapuestos para facilitar el flujo.

2. **Aprovechamiento de la brisa diurna y purga nocturna:** los vacíos centrales y chimeneas térmicas deben dimensionarse para potenciar el efecto "stack" durante la tarde–noche y permitir purgas nocturnas (refresco pasivo). La altura libre de 3.20 m por piso favorece esta estrategia al aumentar el volumen de aire disponible y la estratificación.

3. **Velocidades moderadas, por lo que la permeabilidad importa:** con velocidades promedio modestos (~5–7 km/h), la permeabilidad de fachadas y el control de resistencias (umbrales, rejas, puertas entre espacios) son críticos: pequeñas aperturas bien ubicadas generan más ventilación útil que grandes aberturas mal orientadas.

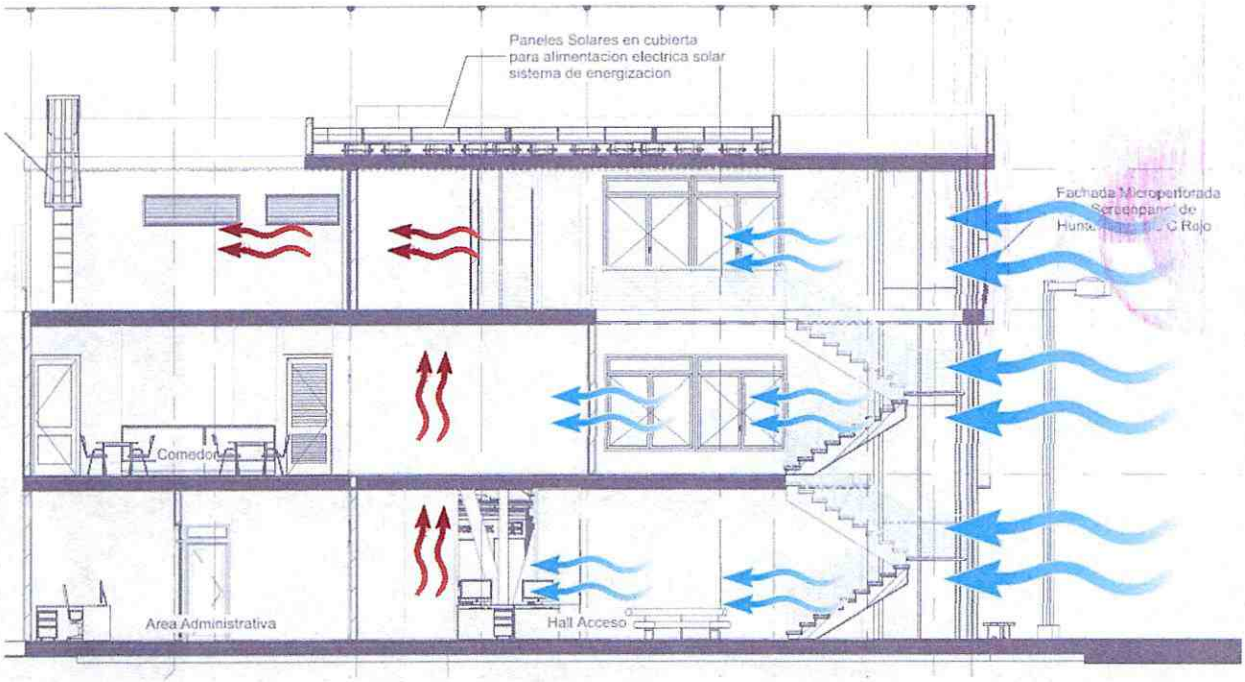
4. **Protección frente a ráfagas y cargas en elementos ligeros:** aunque medias son bajas, pueden registrarse ráfagas puntuales; por eso marquesinas, pérgolas y paneles microperforados deben diseñarse para cargas de viento locales (considerar verificarlas según NSR-10 y parámetros locales de viento).

Implantación y detalle:

- Orientar principales ejes de ventilación y aberturas operables (ventanas, rejillas en fachadas microperforadas) de modo que haya vías de paso N–S y E–W para maximizar posibilidad de ventilación cruzada según variabilidad de viento.
- Dimensionar vacíos/patios centrales con aberturas superiores y chimeneas para favorecer extracción por efecto stack durante las horas de mayor calor; conectar esos vacíos a circulaciones y zonas de mayor ganancia térmica (comedor, sala situacional).
- Diseñar fachadas microperforadas con control modular (paneles regulables/abatibles) para adaptar la permeabilidad en días de lluvia, polvo o ráfagas; incluir protección contra ingreso de agua por viento en diseño de trama microperforada.

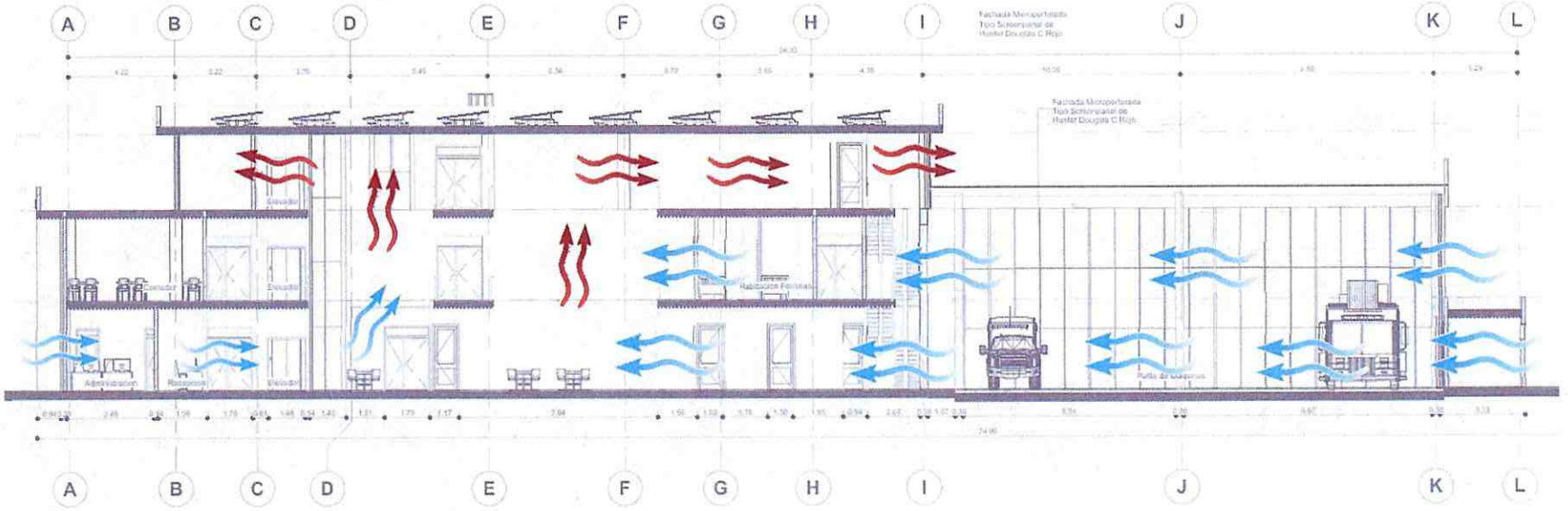
- Incorporar lamas o alerones ajustables en fachadas oriente/occidente para mitigar episodios de viento con sol rasante (amanecer/atardecer) y al mismo tiempo permitir flujo de aire cuando convenga.
- Prever rejillas de entrada y salida localizadas a diferentes cotas (bajas en fachadas de ingreso de viento y altas hacia vacíos/chimeneas) para combinar ventilación cruzada y efecto stack.
- Paisajismo y cortavientos: emplear vegetación y alineamientos de árboles como cortaviento en franjas donde se detecten ráfagas dominantes, procurando no bloquear flujos útiles captados para ventilación cruzada.
- Verificación estructural y aerodinámica: realizar cálculo de cargas de viento para elementos volados y cubiertas (especialmente donde se coloque la instalación fotovoltaica) con base en los parámetros locales y la NSR-10.

Vientos en Sección transversal



CONSORCIO
ED BOMBEROS IBAGUÉ

Vientos en Sección Longitudinal

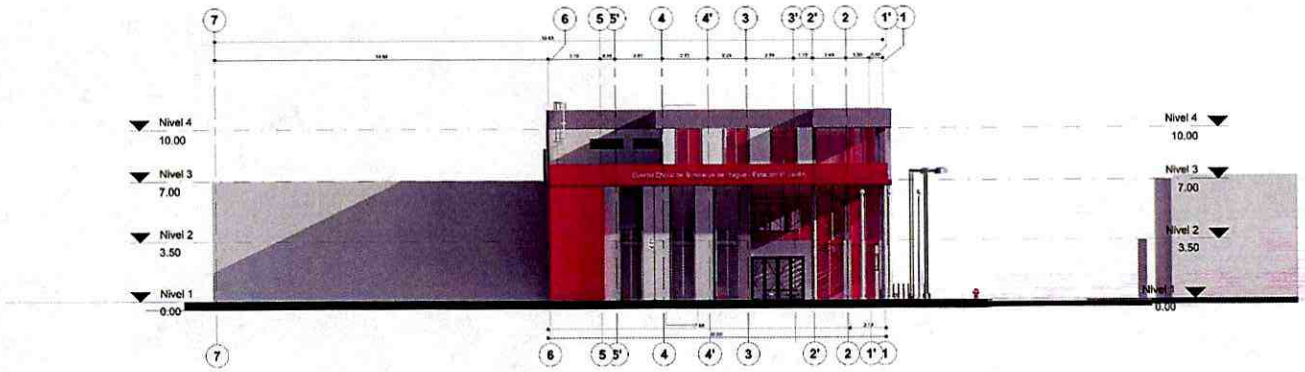


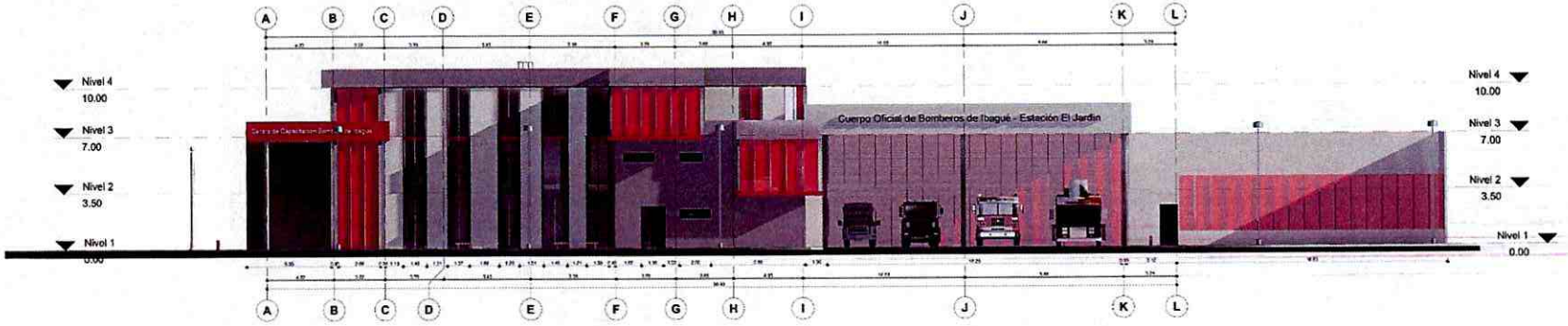
Alcaldía Municipal
Ibagué

BOMBEROS
COLOMBIA

CONSORCIO
ED BOMBEROS IBAGUÉ

Sombras proyectuales en fachada





Alcaldía Municipal
Ibagué

BOMBEROS
COLOMBIA

CONCLUSIONES BIOCLIMATICAS

El proyecto desarrolla una estrategia bioclimática integral que responde de manera precisa a las condiciones ambientales de Ibagué y, específicamente, al microclima del barrio El Jardín. Las decisiones arquitectónicas adoptadas se fundamentan en un análisis riguroso de radiación solar, temperaturas, régimen de vientos y patrones de precipitación, logrando una propuesta eficiente, confortable y ambientalmente responsable.

En primer lugar, la orientación del edificio y la configuración volumétrica permiten optimizar la captación de luz natural y controlar la incidencia solar directa. El análisis solar demostró la necesidad de integrar elementos como **fachadas microperforadas, aleros, voladizos y celosías de control**, que reducen la ganancia térmica sin comprometer la iluminación interior. Asimismo, los vacíos centrales y patios de ventilación garantizan la penetración de luz difusa y la disipación del calor acumulado, mejorando el comportamiento higrotérmico en todos los niveles.

La estrategia de **ventilación cruzada**, apoyada en las direcciones predominantes de los vientos Alisios y las brisas locales, asegura una renovación constante del aire. Las fachadas permeables y la altura libre de **3.20 m por nivel** favorecen el movimiento convectivo del aire, reduciendo la dependencia de sistemas mecánicos y manteniendo niveles de confort térmico adecuados en las horas de mayor carga térmica. Este enfoque contribuye de manera significativa a disminuir la acumulación de humedad, mejorar la sensación térmica interior y promover la calidad ambiental de los espacios.

Por otra parte, el análisis de temperatura y precipitación permitió incorporar sistemas eficientes de manejo de aguas. Las cubiertas planas e inclinadas operan como superficies captadoras que conducen el agua hacia tanques de almacenamiento para su **reutilización en riego, sanitarios y limpieza**, aportando al manejo responsable de los recursos hídricos y reduciendo la demanda sobre el sistema municipal. Este sistema, integrado a una correcta impermeabilización y cálculo de caudales por intensidades máximas, fortalece la resiliencia del proyecto frente a eventos climáticos de alta precipitación.

Finalmente, la implementación de **energía solar fotovoltaica** complementa el enfoque sostenible del edificio, permitiendo generar parte de la demanda eléctrica mediante fuentes renovables. Esta integración energética, junto con la reducción de cargas térmicas y el aprovechamiento pasivo del clima, posiciona al proyecto como una edificación eficiente y con menores emisiones operacionales.

En conjunto, las estrategias aplicadas no solo mejoran el confort térmico, lumínico y ambiental de los usuarios, sino que también incrementan la vida útil de la construcción, reducen costos operativos y contribuyen a la sostenibilidad urbana. El proyecto se consolida, así como una respuesta arquitectónica contemporánea, técnicamente fundamentada y coherente con los principios del diseño bioclimático aplicados al contexto climático de Ibagué.

