



Caracterización estadística y dinámica del clima de Pampa El Leoncito y su entorno (Calingasta-San Juan)

Statistical and dynamic characterization of the climate of Pampa El Leoncito and its surroundings (Calingasta-San Juan)

Poblete, Arnobio G.¹

Escribá, Karina G.²

¹Universidad Nacional de San Juan. Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes. Instituto de Geografía Aplicada (I.G.A). agpoblete@gmail.com

²Universidad Nacional de San Juan. Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes. Instituto de Geografía Aplicada (I.G.A). gise.escriba@gmail.com

RESUMEN

Palabras claves:

Viento

CASLEO

Pampa El Leoncito

El presente trabajo se propuso caracterizar estadística y dinámicamente al clima del área que incluye a la pampa El Leoncito y el observatorio El CASLEO y su entorno. Para ello, se procuró describir, comprender y analizar, principalmente las variables climáticas como la heliofanía, temperatura, humedad, nubosidad y vientos, para contextualizarlo en una clasificación climática.

Importa el estudio del viento, dirección y velocidad por estar relacionado con un deporte muy popular en esta zona denominado "Carrovelismo", carros a vela impulsados por este. Debido a las condiciones óptimas en esta zona para practicar este deporte, es que resulta una atracción turística a nivel mundial.

Los datos proporcionados por la estación meteorológica automática del CASLEO fueron registrados cada media hora, para su posterior análisis. El periodo investigado fue de 2007 a 2017, se procesaron variables como temperatura máxima, media y mínima; dirección media y máxima del viento y velocidad. Las mismas fueron discriminadas por años, meses, días y horas (calculando cada media hora por día) en las cuatro estaciones del año.

En la distribución espacial las temperaturas y precipitaciones, dependen del relieve. Las últimas son abundantes en la cordillera en invierno en forma de nieve. La variabilidad estacional de dichas variables, tienen un régimen estival en el valle de Calingasta. Se confirma que la zona es turística por excelencia debido a que tiene temperaturas moderadas, escasas precipitaciones y humedad atmosférica en verano, y un régimen de brisas de valle que promueven un confort climático óptimo. A esto se le suma la presencia de un observatorio astronómico internacional y la posibilidad de realizar carrovelismo.

ABSTRACT

Keywords:

Wind

CASLEO

Pampa El Leoncito

The present work set out to characterize statistically and dynamically the climate of the area that includes the Pampa El Leoncito and the observatory El CASLEO and its surroundings. For this, an attempt was made to describe, understand and analyze, mainly the climatic variables such as heliophany, temperature, humidity, cloudiness and winds, to contextualize it in a climatic classification.

The study of wind, direction and speed is important because it is related to a very popular sport in this area called "Carrovelismo", sailing cars powered by it. Due to the optimal conditions in this area to practice this sport, it is a worldwide tourist attraction.

The data provided by the CASLEO automatic meteorological station was recorded every half hour, for

subsequent analysis. The investigated period was from 2007 to 2017, variables such as maximum, average and minimum temperature were processed; average and maximum wind direction and speed. They were discriminated by years, months, days and hours (calculated every half hour per day) in the four seasons of the year.

In the spacial distribution, temperatures and rainfall depend on the relief. The latter are abundant in the mountains in winter in the form of snow. The seasonal variability of these variables have a summer regime in the Calingasta valley. It is confirmed that the area is quintessential tourist because it has moderate temperatures, low rainfall and atmospheric humidity in summer, and a regime of valley breezes that promote optimal climatic comfort. Added to this is the presence of an international astronomical observatory and the possibility of carving.

Recibido: 18/12/2019

Aceptado: 12/06/2020

1. Introducción

El Barreal Blanco conocida más popularmente como Pampa de El Leoncito está ubicado en la provincia de San Juan a 30 km de la localidad de Barreal (Calingasta). Esta planicie única en el mundo, conformada por doce kilómetros de largo y cinco de ancho, constituye una cuenca seca, donde antiguamente existía una gran laguna, considerada la más grande de América del Sur.

La Pampa El Leoncito y las sierras adyacentes donde está ubicado el observatorio astronómico El CASLEO es un espacio de gran atractivo turístico, tanto para sanjuaninos como visitantes del exterior del país. Un valle surcado por pequeños ríos y acequias que provee agua que desciende de los picos nevados. Alcanza una superficie de 89.900 hectáreas. Este espacio natural es una planicie arcillosa y blanquecina. En su extensión conserva y preserva especies animales y vegetales. Es considerado una reserva natural, con nominación de Parque Nacional.

Las características climáticas de dicho espacio geográfico, presentan diversas posibilidades de recreación para quienes lo visitan. Entre ellas, la más popular es el carovelismo, además de rafting, cabalgatas y caminatas entre otras. Dentro del parque pueden distinguirse diferentes paisajes, desde el valle de Calingasta hasta la Precordillera. En su interior funciona el Observatorio Félix Aguilar, como ya se mencionó el Complejo Astronómico El Leoncito (CASLEO), uno de los más importantes del hemisferio Sur y una pista de carovelismo. Este último, considerado un deporte no convencional, puede practicarse en la Pampa El Leoncito. Los autos a vela corren empujados por el viento y pueden alcanzar velocidades de más de 135 km/h. Este deporte se originó en De Pannne, Bélgica, alrededor de 1800. Fue un amante del windcar quien sobrevoló Barreal en los años 70 mientras viajaba hacia Chile y encontró esta enorme llanura sanjuanina, por lo que regresó para conocerla e intentar realizar esta actividad. El carovelismo comienza a tener impulso en la década de 1980, cuando comenzaron los primeros campeonatos ([El Federal Diario digital, 2015, p.1](#)).

El planetario está ubicado al borde de la Precordillera. Debido a las condiciones climáticas específicas y especiales del lugar como la mayor perspectiva del cielo, luz y estrellas, son un espacio óptimo para realizar observaciones astronómicas, libre de contaminación lumínica.

Debido a la relevancia que el lugar demanda, resulta fundamental conocer los diversos factores y condicionantes climáticos de la zona. Se considera oportuno describir, comprender y analizar, principalmente las variables de temperatura y precipitaciones asociadas a la heliofanía, humedad, nubosidad, evapotranspiración y otras que por sus características justifican la localización del Observatorio. También es relevante el estudio del viento, su dirección y velocidad por estar relacionado con los carros a vela. Esto permitiría un análisis descriptivo e interpretativo del comportamiento de dichas variables y elaboración de un análisis climático estadístico-dinámico.

2. Datos y métodos

Los datos, registrados cada media hora, para la realización y posterior análisis, fueron proporcionados por la estación meteorológica automática del CASLEO. El periodo indagado fue 2007 a 2017. Teniendo en cuenta este intervalo, se procesaron principalmente las siguientes variables: temperatura máxima, media y mínima; dirección media y máxima del viento y velocidad. Las mismas fueron discriminadas por años, meses, días y horas (calculando cada media hora por día) en las cuatro estaciones del año.

Surge la necesidad de aclarar que los datos obtenidos fueron mediante una estación meteorológica ubicada en las cercanías del observatorio El CASLEO. La escala de tiempo resulta sesgada ya que los datos proporcionados por la estación son desde el año 2007 a 2017. Los mismos presentaron inconsistencias al momento de su procesamiento, debido a algunas fallas en la estación CASLEO.

Dichos datos, fueron controlados con los de la estación Cortaderas, ubicada en la localidad de Barreal, y los de San Juan aportados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y Servicio meteorológico Nacional, ubicado en el aeropuerto en la localidad de Las Chacritas, en San Juan.

Tabla 1. Sistema de coordenadas celestes más usuales. Loedel Palumbo 1940.

Sistema de Coordenadas	Centro (origen)	Plano de referencia (0° latitud)	Polos	Coordenadas		Dirección principal (0° longitud)
				Latitud	Longitud	
Horizontales (altazimutales)	Observador	Horizonte	Zenith, nadir	Altura (a) o elevación	Azimut (A)	Puntos cardinales Norte o Sur en el horizonte
Ecuatoriales	Centro de la Tierra (geocéntricas), or Sol (heliocéntricas)	Ecuador Celeste	Polos Celestes	Declinación (δ)	Ascensión Recta (AR o α) o Ángulo Horario (HA o h)	Punto Aries (o Equinoccio Vernal)
Eclípticas		Eclíptica	Polos eclípticos	Latitud Eclíptica (β)	Longitud Eclíptica (λ)	

Fuente: elaboración propia.

Para el cálculo de la Evapotranspiración Potencial se implementa el modelo (Poblete, 1998):

$$ETP(t) = 0,010296 Tx^2 - 0,107315 Tx(t-10) + 1,2515 \quad (4)$$

Ecuación 1. Evapotranspiración Potencial.

Donde:

- ETP valor estimado de la Evapotranspiración Potencial.
- TX Temperatura máxima del periodo.

3. Resultados y discusión

3.1. Origen de la Pampa El Leoncito

La formación de la Pampa El Leoncito se debió a una combinación geomorfológica-climática, puesto que la gran sequedad que provoca el déficit hídrico, las precipitaciones se evaporan rápidamente, dejando una gran sedimentación plana como consecuencia del nivel del agua acumulada. Consolidándose de esta forma, la planicie tan característica de esa zona (ver [Figura 1](#)).

Figura 1. Ubicación del área en estudio.



Fuente: elaboración propia.

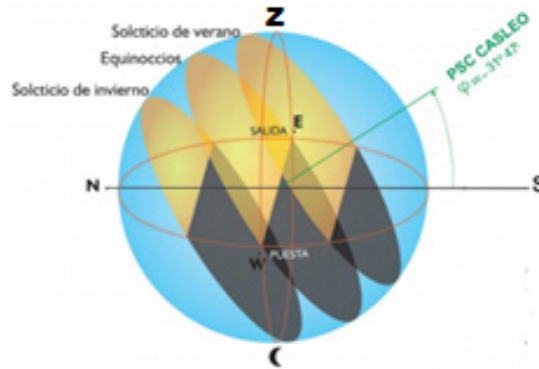
4. Régimen de radiación

4.1. La Duración del Día, el Crepúsculo y la Luz Solar en Calingasta (LEONCITO-CASLEO)

Debido a la gran luminosidad y diafanidad que permiten la existencia de un observatorio tan importante, se considera conveniente describir el régimen de radiación dominante en la zona.

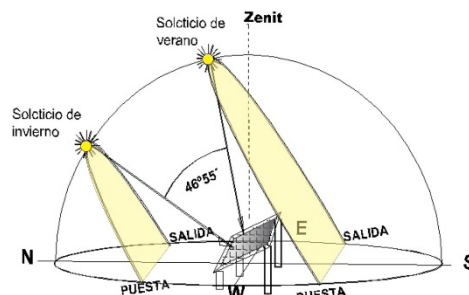
Las Figuras 2 y 3 muestran en un sistema horizontal de coordenadas esféricas (Tabla 1), los arcos diurnos y nocturnos correspondientes al solsticio de diciembre ($\psi = -23^\circ 27'$, con δ declinación solar), los equinoccios de marzo y septiembre ($\delta = 0^\circ$) y al solsticio de junio ($\delta = 23^\circ 27'$), para el observatorio astronómico CASLEO ($31^\circ 47' 55''$ S $69^\circ 17' 44''$ W).

Figura 2. Arcos diurnos y nocturnos, correspondientes a los solsticios y equinoccios en la latitud de El Leoncito.



Fuente: elaboración propia.

Figura 3. Arcos diurnos y nocturnos y su diferencia angular y longitud del arco diurno en los solsticios en la latitud de El Leoncito.



Fuente: elaboración propia.

La **Figura 3** muestra desde una coordenada celeste horizontal (ver **Tabla 1**), la longitud de los arcos diurnos y nocturnos y su diferencia angular entre los solsticios en la latitud de El Leoncito. Aspecto a tener en cuenta para emprendimientos de paneles solares y/u orientación de las viviendas. Hay que considerar en la **Figura 3** al estar en un valle, el sol tiene que elevarse–descende por la montaña, anulando de esta manera los crepúsculos matutinos y vespertinos.

En ambas figuras, puede apreciarse que en el solsticio de diciembre, se produce la mayor permanencia del sol por encima del horizonte (aproximadamente 14 h 12', de tiempo solar medio, sin considerar el crepúsculo) siendo, por lo tanto, el día de mayor duración en el año. Dicho astro describe ese arco, saliendo y poniéndose al Sur del eje Este–Oeste verdadero, pero su trayectoria cruza en el entorno de su culminación al Norte del cenit. Esto origina fuertes implicancias en el balance de radiación diurno y estacional, pues a la larga duración del día, se le suma la incidencia menos oblicua de los rayos solares, dando lugar a una mayor cantidad de radiación por unidad de superficie (**Barry y Chorley, 1998, p.351**). Sumado al ambiente seco del valle calingastino, se obtiene por resultado un cielo diáfano que justifica la ubicación del observatorio citado. Si se observan los arcos diurnos y nocturnos correspondientes a los equinoccios de marzo y septiembre ($d = 0^\circ$) que, por su disposición simétrica respecto del horizonte, tienen ambos una duración de 12 horas. Se aprecia que el sol sale en el Este verdadero (azimut = 270°) y se pone en el Oeste verdadero (azimut = 90°), o sea “en la mitad del cielo” para los mismos. En su paso por el meridiano del lugar, se aleja de la vertical (topocentro), hacia el Norte.

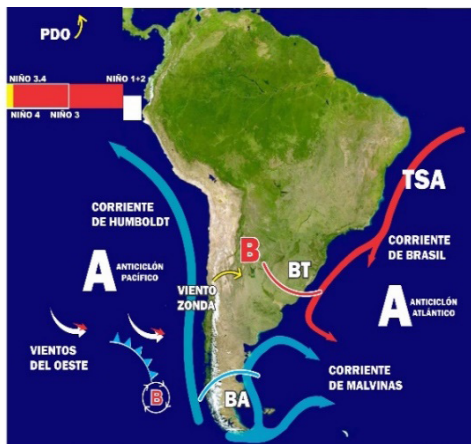
En los arcos diurnos y nocturnos correspondientes al solsticio de invierno ($\delta = 23^\circ 27'$) el sol describe un arco pequeño por encima del horizonte, desplazado en toda su trayectoria hacia el Norte del eje Este–Oeste verdadero, dando lugar a una duración neta del día de 10 h 05' en forma contraria al verano. En esta estación, la breve duración del día y la incidencia más oblicua de los rayos solares, dan lugar a que una mayor cantidad de área, deba ser alimentada por la misma unidad radiactiva y por lo tanto resulta más débil (**Barry y Chorley, 1999, p.358**).

En las tres situaciones analizadas se puede notar que la culminación del sol es al Norte del cenit. La marcha solar descrita cobra vital importancia en Calingasta debido a su alta heliofanía originada por su sequedad, muchos días despejados o con escasas nubes (**Poblete y Minetti, 1989, p.107**). De esta manera la radiación se constituye como principal factor de calentamiento, dando lugar a una considerable amplitud térmica.

5. Factores y agentes que condicionan el clima del Valle Longitudinal

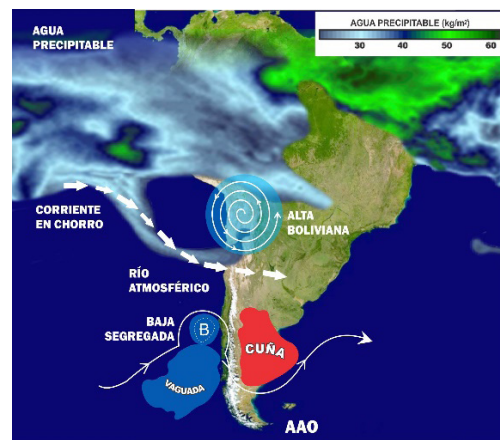
Las **Figuras 4 y 5** muestran los factores y agentes dinámicos en superficie y en altura. Los mismos configuran el tiempo y clima de Calingasta.

Figura 4. Factores y agentes dinámicos en superficie (Anticiclones Pacífico, Atlántico; Vientos del Oeste; Bajas Circumpolares; Baroclinicidad Tropical, Austral y Viento Zonda,) factores de la cupla océano-atmósfera (ENSO y PDO) y factores oceánicos (Corrientes Oceánicas de Humboldt, Malvinas y Brasil, TSA).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Factores y agentes que operan en altura (250, 500 y 700 mb aprox.) Corriente en Chorro (Jet stream), Río Atmosférico, Cuñas, Vaguadas y Bajas Segregadas, Alta Boliviana, Oscilación Antártica (AAO).



Fuente: Elaboración propia.

A continuación se caracterizan brevemente los factores y agentes descriptos en las Figuras 4 y 5.

- Paso de sistemas frontales en superficie que por contacto y/o ascenso producen el enfriamiento del aire, pudiendo provocar nevadas en los Andes Áridos (Figura 4).
- Depresiones en superficie (bajas circumpolares provenientes del área subpolar, que advectan aire frío y en su flanco izquierdo generan un frente). Las mismas se desprenden debido a la ondulación de una onda de Rossby (Figura 4) (Poblete y Minetti, 1989).
- Vaguadas, “valles fríos” en altura, de baja presión que promueven el ascenso del aire desde el suelo. Muchas veces en su delantera se mueve un frente frío en superficie (Figura 5).
- Bajas segregadas, son depresiones frías en altura, que se desprenden de la delantera de una vaguada cuando esta se vuelve muy puntiaguda, activándose luego de manera independiente y promoviendo a su paso el ascenso de aire. Es la que más se asocia a tormentas invernales y de verano (Figura 5).
- Jet Stream o Corriente en chorro es un flujo en altura, que discurre en el nivel aproximado de los 200 a 300 mb, provocando un canal divergente y de esa manera induciendo el ascenso de aire desde la superficie. Cumple un rol fundamental en el transporte de agua precipitable desde regiones ecuatoriales y subtropicales hacia los Andes Áridos, proceso al que se llama Río Atmosférico (Figura 5).
- Forzamiento orográfico que impone la cordillera de los Andes haciendo que todos los procesos descriptos se potencien, modifiquen y en algunos casos se originen por la presencia de la misma. Sin ella, se produciría entre otros fenómenos, la ausencia de precipitación nival como se muestra en la Figura 11. La asociación entre una alta presión en el centro de Chile y una baja en Cuyo, induciendo al aire a ascender a sotavento enfriándose, para luego descender a barlovento calentándose por compresión. Esto da lugar a un proceso termodinámico que origina el Zonda, pudiendo ser en altura o en superficie, característica muy importante del valle calingastino.

La actividad de los descriptos, depende de factores de la media y larga escala entre los que se destacan:

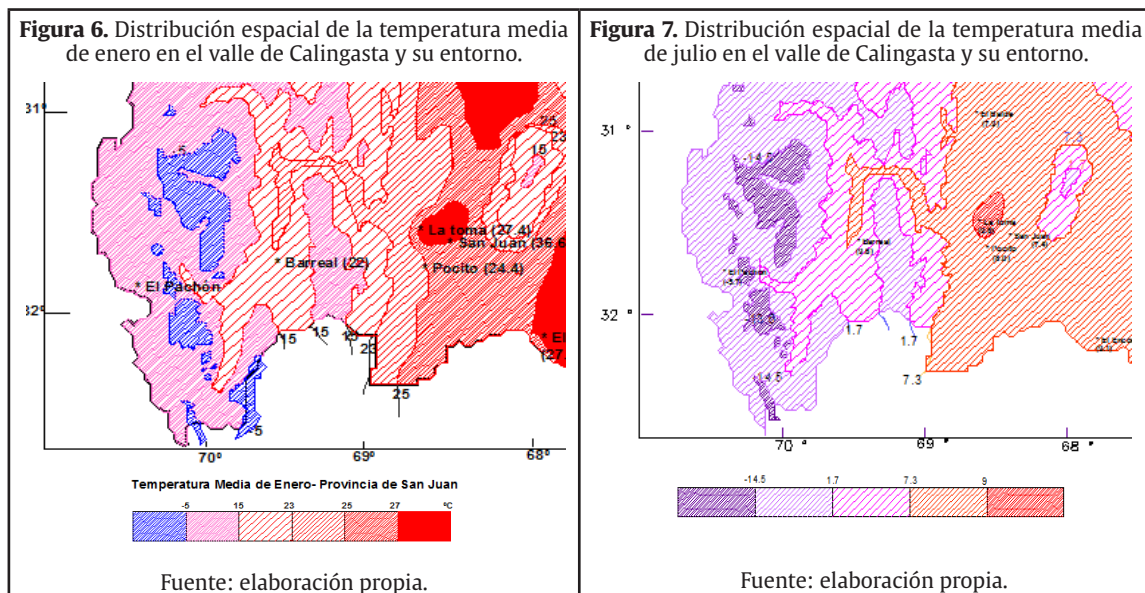
- Las temperaturas superficiales del mar (SST) en el área Niño 3+4: Son integrantes del ENSO fenómeno producto de la cupla océano-atmósfera. A las que se las llama “El Niño” componente oceánica del mismo (EN); y la Oscilación del Sur (SO) la atmosférica, medida por las diferencias de las anomalías de presión entre Tahití y puerto Darwin en Australia. La componente cálida (“Niño”) del ENSO Resulta un factor favorable a los procesos nivosos, mientras que los fríos (“Niña”) son inhibitorios.
- La actividad del Anticiclón Subtropical del Pacífico Sur (ASPSO): Tiene su origen dinámico en la subsidencia provocada por el descenso del contraliso, propio de la Celda de Hadley, resultando seco y caliente. Constituye un sistema meteorológico que está posicionado casi de forma permanente frente a las costas de Chile a nivel de superficie. Contrariamente a lo mencionado acerca del “Niño”, resulta un factor negativo para la caída de nieve, entre otras influencias.
- El desplazamiento latitudinal del (ASPSO) al que se le llama LSAP: Es importante tener en cuenta su corrimiento hacia el sur, ya que con ello provoca el desvío de los agentes precipitantes que provienen de las regiones subpolares.
- Oscilación Decadal Pacífica (PDO): Es una variación del clima del Pacífico que alterna fases de calentamiento y de enfriamiento cada 20 o 30 años. Estos periodos se detectan midiendo las temperaturas oceánicas del Pacífico Norte (PN), desde el paralelo 20° N hacia el Polo. En su fase negativa, se encuentra una franja de agua más fría de lo normal en la parte Este del PN (costa de Estados Unidos) y una masa de agua más caliente de lo normal en forma de herradura que conecta el PN con el Pacífico Oeste y el Sur. En su fase positiva, el primero se vuelve más frío y la banda Este del mismo, se calienta. Su fase positiva/negativa, favorece/desfavorece la caída nival en los Andes Áridos.
- Westerlies: Constituyen los vientos del oeste predominantes en la troposfera media y superior. Su origen es producto de la variación vertical de presión con la latitud. Es decir que se generan por un gradiente de presión que es causado, en la mayoría de los casos, por la variabilidad de la temperatura.
- Alta presión en el centro de la Argentina: Asociada a factores térmicos, que como consecuencia

es más frecuente en invierno y de esta manera inhibe el gradiente de presión Centro de Chile-Cuyo y, por ende, a los procesos Foehn.

- Fluctuación Subtropical Bidecadal (FSB): Relacionada con el Jet de las Capas Bajas, y a la llamada convergencia subtropical, ubicada en los estados del sureste de Brasil, tiene una oscilación aproximada cada 20 años. Es la que condiciona la llegada de frentes cálidos al Valle Longitudinal de Iglesia – Calingasta.
- Proceso Foehn (Zonda): Originado por el ascenso de una parcela de aire a barlovento de una cordillera de magnitud, con un posterior vuelco a sotavento, cuyo trabajo de descenso es realizado por la gravedad, comprimiéndose al encontrar mayor presión atmosférica en su entorno a medida que baja. De esa manera se calienta termodinámicamente debido al ahorro de energía en forma de calor, producido por ambos procesos. Este aumento de temperatura, a su vez, induce un secamiento.
- Otros de menor significación.

6. Régimen Térmico

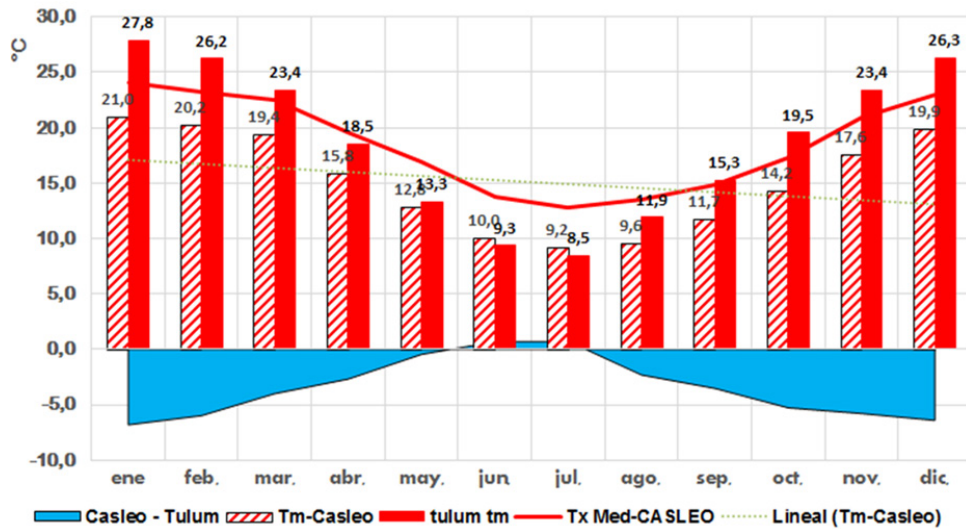
De la combinación de los factores astronómicos, dinámicos y topográficos descriptos, se configura la distribución espacial de la temperatura en el valle de Calingasta y su entorno.



Tanto en la [Figura 6](#) como en la [Figura 7](#) se observa claramente que el factor dominante que determina la configuración espacial de la temperatura en verano e invierno es la topografía. Se encuentran las más bajas en la cordillera y pre-cordillera en alturas elevadas, mientras que en los valles, donde se ubican las localidades en estudio, se ubican las más altas.

Teniendo en cuenta esta distribución espacial, a continuación se describe su variabilidad estacional en el entorno de las localidades “El Leoncito” y “CASLEO”, comparándola con la del valle de Tulum, con el objeto de justificarlas como promotoras del turismo estival.

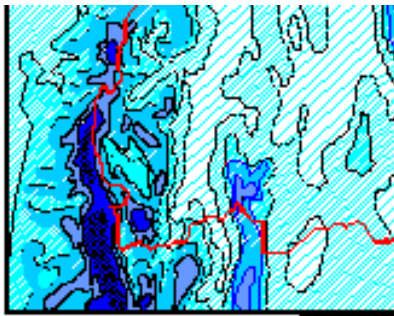
Figura 8. Temperaturas medias mensuales de CASLEO (rojo texturado) y valle de Tulum (rojo pleno) y sus diferencias (azul pleno). Con Máximas medias (línea roja) y Mínimas medias (línea azul) de CASLEO.



Fuente: elaboración propia en base a datos de la estación meteorológica CASLEO.

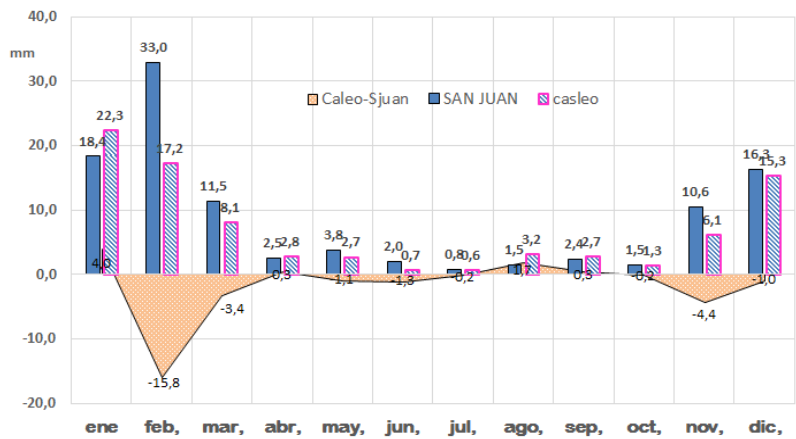
En la **Figura 8** se contrastan ambas variabilidades. Se observa que las medias mensuales en La Pampa de El Leoncito y CASLEO oscilan entre 9,2 °C en el mes de julio y 21 °C en enero. Realizando una comparación entre ellas y las registradas en el valle del Tulum, se aprecian notorias diferencias; especialmente en los meses de verano, por ejemplo 27,8 °C en el valle de Tulum y 21 °C en Pampa El Leoncito en enero. Mientras que en el mes de julio (invierno) dichas diferencias no son tan significativas y además se presentan invertidas (9,1 °C Pampa El Leoncito y 8,4 °C en el valle del Tulum, respectivamente), lo que implica que la temporada óptima para que los habitantes de la ciudad de San Juan y alrededores veraneen en los valles calingastinos es desde octubre a marzo (ver diferencias negativas sombreado en azul).

Figura 9. Precipitaciones medias anuales en el valle de Calingasta y montañas aledañas.



Fuente: elaboración propia.

Figura 10. Comparación de las precipitaciones medias mensuales de las Chacritas con las registradas por la estación meteorológica del CASLEO. Diferencias con sombreado beige.

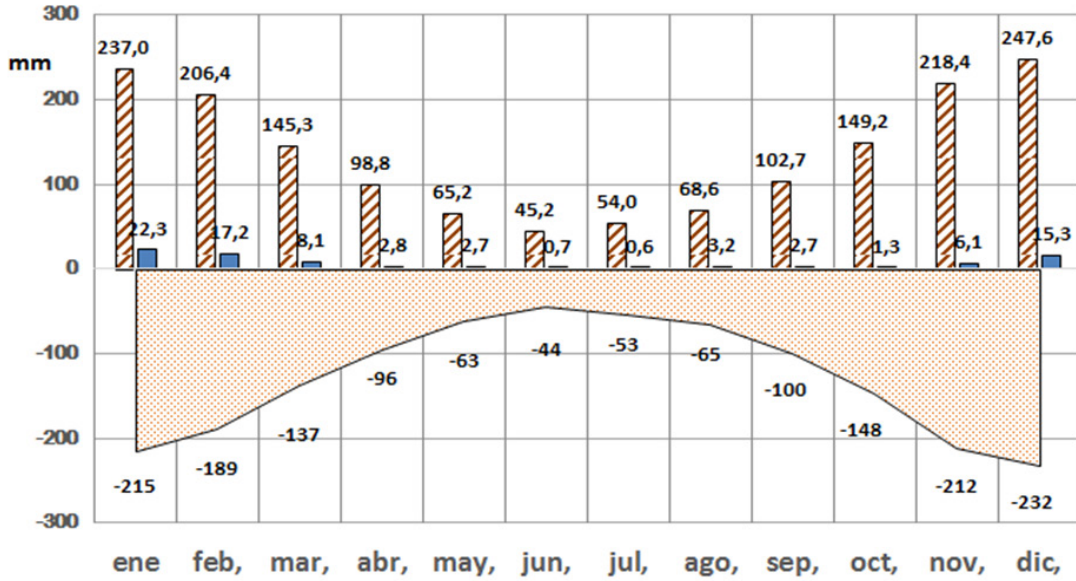


Fuente: elaboración propia.

La distribución espacial de las precipitaciones anuales se muestra en la **Figura 9** donde se verifica que al igual que en la temperatura, el factor determinante es el relieve. En este caso, como se dijo, las mayores precipitaciones se encuentran en la cordillera, disminuyendo de Sur a Norte (de 600-400 mm), debido a que los factores precipitantes descritos en las **Figuras 4** y **5** ingresan con mayor frecuencia en esa dirección. Mientras que en el valle de Calingasta, las mismas son mínimas (entre 50 y 100 mm) por el aislamiento orográfico puesto que la Precordillera al Este, tiene una gran magnitud destacándose el Tontal que por su altura, incrementa las precipitaciones invernales.

La **Figura 10** muestra la distribución estacional de las precipitaciones medias mensuales medidas en la estación CASLEO, notándose que tienen un régimen estival, siendo el de mayor acumulación enero con 22 mm, y julio el de menor precipitación con 1 mm. Comparadas con las del valle de Tulum se asemejan en su variabilidad, pero en cantidad las primeras las superan, salvo en enero.

Figura 11. Balance hídrico de la localidad en estudio comparando la precipitación (azul) y la evapotranspiración potencial (ETP en marrón texturado) y déficit hídrico (naranja).



Fuente: elaboración propia.

Para evaluar el balance hídrico (BH) del área en estudio se estima la evapotranspiración con la Ecuación 1, dado que no se pudieron aplicar los métodos de Thornwaite por ser inadecuado para la región árida, y el de Penman por no contar con parámetros fundamentales para efectuar su cómputo. (<https://es.scribd.com/document/320142823/Evapotranspiracion-Teoria-y-Calculo-de-ETP-por-diversos-metodos-Thornthwaite-Penman-Blannay-Criddle-Hargreaves>).

La Figura 11, presenta al BH con un gran déficit durante todo el año y fundamentalmente en verano (oscilando entre 140 y 232 mm), lo que confirma la sequedad reinante en las localidades en estudio y su entorno.

7. Hidrografía

En el entorno del área de estudio también se encuentra parte de la red hidrográfica más importante de la provincia, puesto que es la mayor aportante de recurso hídrico al río San Juan que permite la existencia del valle del Tulum, un oasis en donde se concentra la mayor parte de la población de la provincia como su actividad económica.

Figura 12. Red Hidrográfica del entorno Pampa El Leoncito-CASLEO.



Elaboración propia.

La **Figura 12** muestra la ubicación de dicha cuenca imbrífera donde se aprecia al río Blanco, afluente del río Los Patos (principal contribuyente aportante del río San Juan) que aporta el 43% del derrame del río San Juan. Esto debido a que drena el equivalente de agua de nieve proveniente del sector cordillerano, donde se producen las mayores precipitaciones nívicas (ver **Figura 9**).

8. Régimen de vientos

La configuración de los vientos dominantes en el valle de Calingasta, depende de factores propios de la escala planetaria (ondas de Rossby generadoras de vaguadas, cuñas y bajas segregadas y Jet Stream); además la sinóptica (frentes, zondas, entre otros) y fundamentalmente la mesoescala condicionada por el relieve, que genera vientos y brisas locales tales como la llamada “brisa de valle”, producida por la diferente incidencia diaria de los rayos solares en los faldeos montañosos creando así, un gradiente de densidad en vez de los gradientes de presión propios de las primeras. Todos ellos afectados por el efecto Venturi (Principio de Bernoulli), especialmente en las quebradas, impulsando otro condicionante en la dirección e intensidad del movimiento del aire, dando lugar a la complejidad que resulta estudiar el régimen de vientos tanto diurno como estacional.

De acuerdo a los datos procesados de la estación CASLEO se realizaron las siguientes rosas de vientos, correspondientes a las cuatro estaciones del año que representan la frecuencia diaria en el periodo 2007-2017 de los vientos dominantes, producto de la combinación de los factores descriptos.

Rosa de vientos de las diferentes estaciones del año:

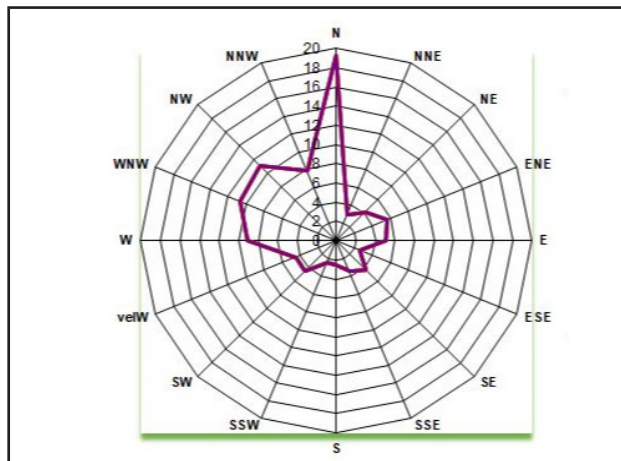


Figura 13. Rosa de Vientos correspondiente a los meses de verano astronómico. (21 de diciembre a 21 de marzo).

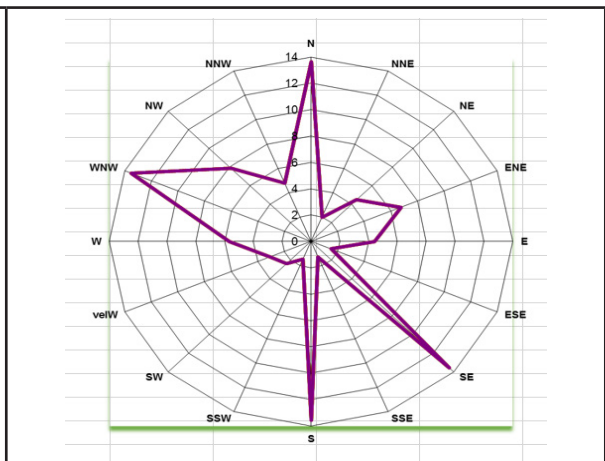


Figura 14. Rosa de Vientos correspondiente a los meses de otoño astronómico. (21 de marzo a 21 de junio).

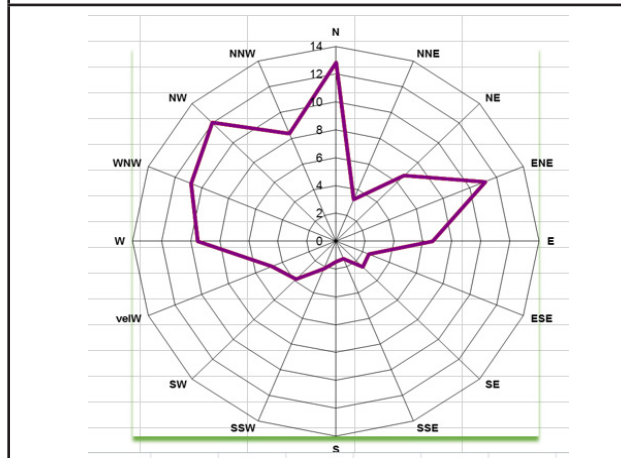


Figura 15. Rosa de Vientos correspondiente a los meses de invierno astronómico. (21 de junio a 21 de septiembre).

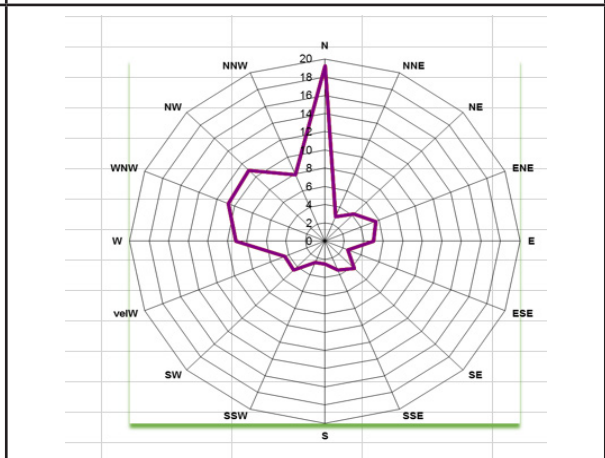


Figura 16. Rosa de Vientos correspondiente a los meses de primavera astronómica. (21 de septiembre a 21 de diciembre).

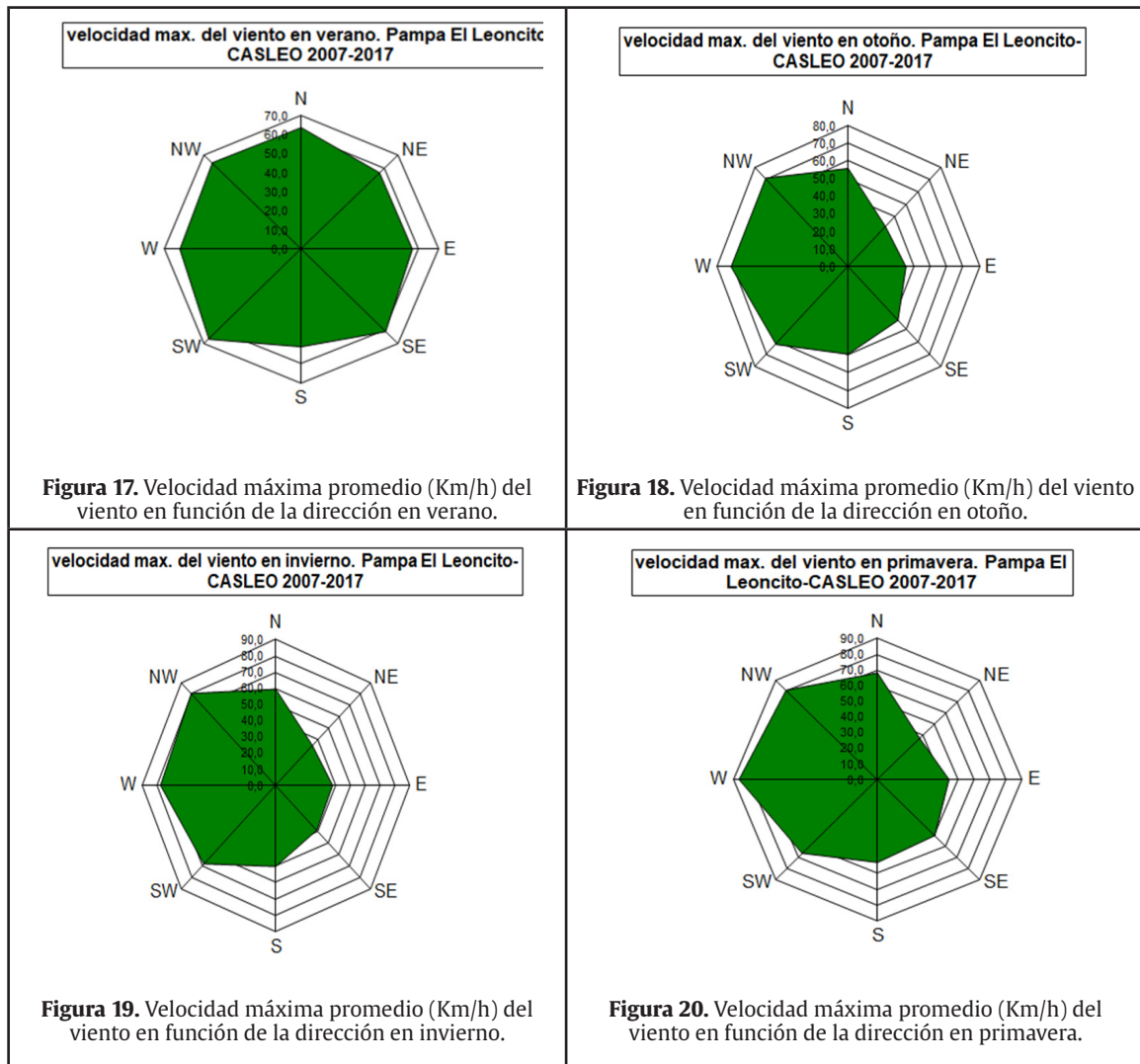
Fuente de datos: elaboración propia en base a datos de la estación meteorológica CASLEO.

La **Figura 13** muestra que en verano las direcciones dominantes del viento tienen componente Norte. La de mayor frecuencia es la del Norte propiamente dicha y en menor medida la del Noroeste; las restantes resultan poco relevantes.

En otoño (**Figura 14**), se observa que además del Norte, se presenta con la misma significación la dirección Noroeste, indicando una mayor incidencia del viento Zonda. También son notables las direcciones provenientes del Sur y el Sureste.

En la **Figura 15**, correspondiente al invierno, se aprecia nuevamente la fuerte dominancia de la componente "Zonda", puesto que las direcciones más significativas son las del Noroeste, Nornoroeste y Oeste, siendo también de importancia las direcciones Norte y Este-noreste.

En primavera, tal como se aprecia en la **Figura 16** domina la dirección Norte y en menor medida la del Noroeste, siendo las restantes poco significativas. Compatibles las dos últimas estaciones mencionadas, con los hallazgos para el valle del Tulum. (Poblete y Páez, 2020).



Elaboración propia. Fuente de datos: estación meteorológica CASLEO.

Como complemento del análisis de las rosas de frecuencia de vientos, se considera conveniente mostrar las velocidades máximas del viento por dirección y por estación del mismo, para comprender el régimen de vientos dominante en el área de estudio, y tener una idea más precisa de este.

La **Figura 17** muestra las velocidades máximas promedio del viento según la dirección. Se observa que las mismas son semejantes entre sí, con un promedio de 65 Km/h, en todas las direcciones, salvo en el Sur (donde se reduce a 60 Km/h). Esto se debería a que en esta estación todos los factores dinámicos, sinópticos y de la mesoescala, descriptos anteriormente se potencian, intensificándose independientemente de la dirección, debido a una mayor incidencia radioactiva que promueve la convección.

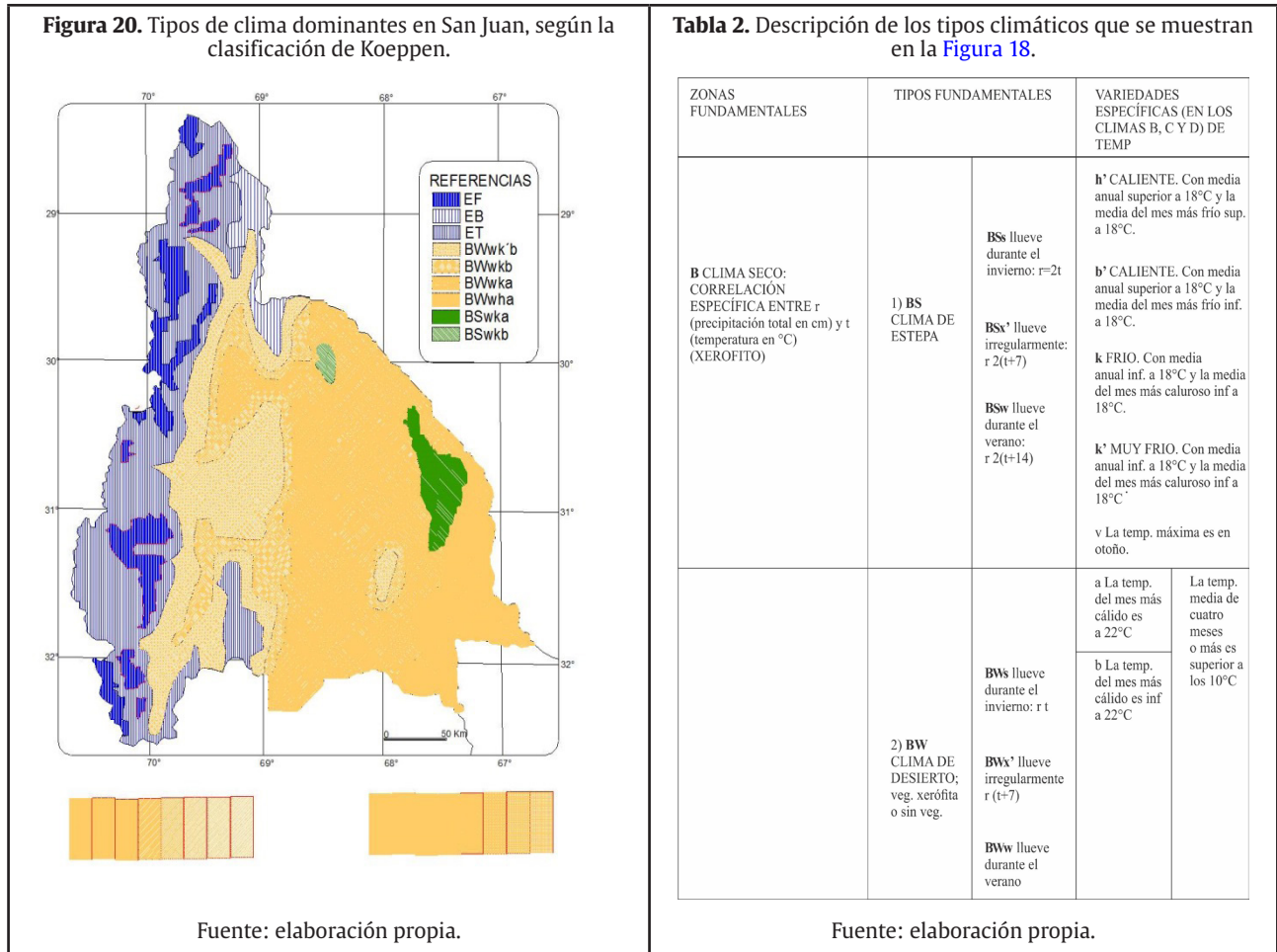
Las velocidades máximas del otoño se observan en la **Figura 18**. En este caso, se muestra con mayor nitidez la componente zondina, propia del departamento Calingasta, puesto que las mayores velocidades (65 Km/h), tienen una componente Oeste. En el resto solo en el Norte y Sur se le acercan, siendo las que tienen componente Este las menores, oscilando entre 30 y 50 Km/h.

En invierno (**Figura 19**) también domina la componente zondina con mayor magnitud alcanzando entre los 80 Km/h, coincidente con el régimen de vientos dominantes en toda la provincia de San Juan (Poblete y Páez, 2020). Mientras que las de componente Norte y Este son de menor magnitud (entre los 45 y 60 Km/h). Al igual que en invierno, en primavera (**Figura 20**) también hay un dominio zondino, alcanzando la componente Oeste los 90 Km/h. coherente con el régimen del viento zonda en el valle de Tulum (Poblete op.cit).

9. Tipo de clima dominante en el entorno de La Pampa El Leoncito

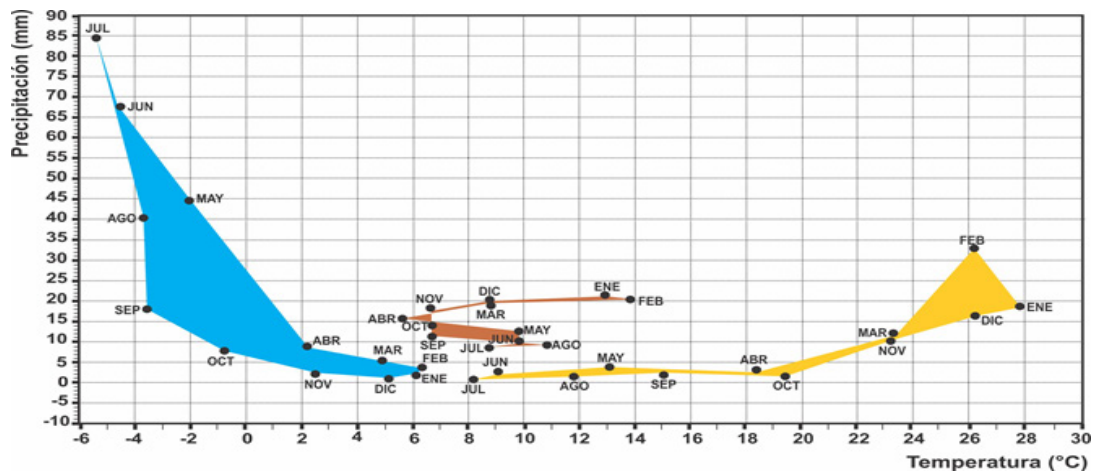
Aplicando la clasificación de Koeppen, el valle de Calingasta presenta una subvariedad del clima desértico (BW) que domina gran parte de San Juan, este subtipo BWwkb, penetra por la quebrada del río San Juan al valle de Calingasta, presentándose como una verdadera transfiguración provocada por la altura entre el subtipo BWwka y el subtipo BWwk'b.(ver [Figura 20](#) y [Tabla 2](#)).

A pesar de que el valle longitudinal del valle de Iglesia-Calingasta-Uspallata es una unidad desde el punto de vista morfoestructural, no lo es climáticamente. Aunque el patrón dominante y común es la aridez, la temperatura media del mes de enero en el valle de Calingasta, no supera los 22 °C (mientras que en Iglesia sí), dando lugar a un desierto relativamente fresco.



La [Figura 20](#) muestra los tipos de clima dominantes en la provincia de San Juan, observándose que los principales son el desierto (BW), de montaña (E) y de estepa (BS).

Figura 21. Climodiagrama de las localidades de Pachón (celeste), Barreal (marrón) y San Juan (amarillo).



Fuente: elaboración propia en base a datos de la estación meteorológica CASLEO y SMN.

Barreal se inserta en la transición entre el BW y el E, tal como se muestra en la [Figura 21](#) donde se observa la variabilidad estacional de los citados que los diferencia.

10. Conclusiones

El movimiento diurno solar aparente durante las principales estaciones del año, confirma debido a su alta heliofanía originada por su sequedad, a la radiación como el principal factor de calentamiento potenciado por muchos días despejados; dando lugar a una considerable amplitud térmica diurna con noches, cuya visibilidad justifica la localización del observatorio astronómico CASLEO.

El factor dominante que determina la distribución espacial de la temperatura es la topografía. Encontrándose las más bajas en la Cordillera de los Andes y Precordillera en alturas elevadas (El Tontal), mientras que en los valles, donde se encuentran las localidades en estudio, se ubican las más altas.

Del contraste de la variabilidad estacional entre las temperaturas medias mensuales del valle del Tulum y las de La Pampa de El Leoncito y CASLEO, se aprecian notorias diferencias; especialmente en los meses de verano. Mientras que en el mes de julio (invierno) dichas diferencias no son tan significativas e invertidas, lo que implica que la temporada óptima para que los habitantes de la ciudad de San Juan y alrededores realicen actividades turísticas en los valles calingastinos es desde octubre a marzo.

En la distribución espacial de las precipitaciones anuales, se verifica que al igual que la temperatura, el factor determinante es el relieve. En este caso las mayores precipitaciones se encuentran en la cordillera, disminuyendo de Sur a Norte.

Las precipitaciones en el valle de Calingasta, más frecuentes en verano, discurren hacia la Pampa El Leoncito, puesto que constituye la cota cero del valle donde se encuentra ubicado; formando un "lago" que por la gran sequedad que provoca el déficit hídrico, se evapora rápidamente, dejando una sedimentación plana como consecuencia del nivel del agua acumulada. Consolidándose de esta forma, la planicie tan característica de esa zona.

La variabilidad estacional de las precipitaciones medias mensuales medidas en la estación CASLEO, tienen un régimen estival. Comparadas con las del valle de Tulum se asemejan en su variabilidad, pero en cantidad las primeras las superan, salvo en enero.

El balance hídrico (BH) del área en estudio, presenta un gran déficit durante todo el año y fundamentalmente en verano, confirmando la sequedad extrema de la misma y su entorno.

Teniendo en cuenta que el Blanco, uno de los más importantes afluentes del río San Juan, con un aporte del 42,5 % de su derrame como contribuyente de Los Patos, drena el equivalente de agua de nieve proveniente del sector cordillerano, donde se producen las mayores precipitaciones níveas.

La configuración de los vientos dominantes en el valle de Calingasta depende fundamentalmente de la mesoescala condicionada por el relieve, que genera vientos y brisas locales tales como la llamada "brisa de valle" producida por la diferente incidencia diaria de los rayos solares en los faldeos montañosos creando así un gradiente de densidad, en vez del de presión propio de las otras escalas. Todos ellos afectados por el efecto Venturi (Principio de Bernoulli), especialmente en las quebradas, impulsando otro

condicionante en la dirección e intensidad del movimiento del aire, dando lugar a la complejidad que resulta estudiar el régimen de vientos tanto diurno como estacional.

En verano las direcciones dominantes del viento tienen componente Norte, siendo la de mayor frecuencia la del Norte propiamente dicha y en menor medida la del Noroeste; las restantes resultan poco relevantes.

En otoño además del Norte, se presenta con la misma significación la dirección Noroeste, indicando una mayor incidencia del viento Zonda. También son notables las direcciones provenientes del Sur y el Sureste. En invierno, se aprecia nuevamente la fuerte dominancia de la componente 'Zonda', puesto que las direcciones más significativas son las del Noroeste, Nor-noreste y Oeste siendo también de importancia las direcciones Norte y Este-noreste. Por otra parte, en primavera domina la dirección Norte y en menor medida la del Noroeste, siendo las restantes poco significativas.

Dado que el mayor atractivo turístico de la Pampa El leoncito es el carovelismo, resulta muy relevante conocer el régimen de intensidad de vientos. Las velocidades del viento según dirección y estación confirma la dominancia del efecto Foehn especialmente en invierno y primavera. Siendo por velocidad estas las más apropiadas para el carovelismo, sin embargo no hay que descartar al verano, puesto que también tiene velocidades de magnitud en la mayoría de las direcciones.

Aplicando la clasificación climática de Koeppen (1936), el valle de Calingasta presenta una subvariedad del clima desértico (BW) que domina gran parte de San Juan, este subtipo BWwkb, penetra por la quebrada del río San Juan al valle de Calingasta, presentándose como una verdadera transfiguración provocada por la altura entre el subtipo BWwka y el subtipo BWwk'b. Teniendo en cuenta lo anterior, el valle de Calingasta constituye la transición entre el BW y el E, debido a la diferente variabilidad estacional de las temperaturas y precipitaciones.

El desarrollo de esta investigación y sus conclusiones tienen la impronta de ser el resultado de datos aportados por la estación del CASLEO; que presentaron ser no homogéneas e inconsistentes al momento de procesarlos y además con periodos sin registros.

Referencias bibliográficas

- Argentina.gob.ar (2020). <https://www.argentina.gob.ar/parquesnacionales/elleoncito>
- Barry, G.B. y Chorley, R.J. (1999). *Atmósfera, tiempo y clima*. Barcelona, España: Omega.
- Carovelismo en La Pampa del Leoncito. (11 de Noviembre de 2015). *El Federal*. Recuperado de: <http://www.elfederal.com.ar/carovelismo-en-la-pampa-del-leoncito/>
- Loedel Palumbo, E. y De Luca, S. (1940). *Cosmografía*. Buenos Aires, Argentina: Estrada.
- Parque Nacional El Leoncito (2002). Recuperado de: <http://www.elleoncito.gob.ar>
- Parques Nacionales de la Argentina (2005). *Guía Visual del Ministerio de Medio Ambiente, Organismo Autónomo Parques Nacionales*. Recuperado de: <https://studylib.es/doc/6474941/guía-visual-de-los-parques-nacionales-de-argentina>
- Poblete A.G y Páez. E (2020). Caracterización estacional de la manifestación del efecto FOEHN: Viento Zonda en San Juan. *IPHG: México*. Artículo en prensa.
- Poblete, A.G. (1998). *Evaluación De Modelos Que Estiman La Evapotranspiración Y Evaporación En Medios Áridos, Formulación de un modelo que las estime* (Tesis doctoral). Universidad Nacional de Tucumán. San Miguel de Tucumán, Argentina.
- Poblete, A. y Minetti, J. (2013). Variabilidad del Clima Asociado con la Precipitación y Caudales de ríos en Los Andes Áridos -Sudamérica. *Revista de Geografía UNSJ*, 17(17).
- Poblete, A.G. y Minetti, J. L. (1989). Informe Técnico Centro de Investigaciones de San Juan. *Los mesoclimas de San Juan*. Primera parte, N° 11 del U.N.S.J.
- Tripin Portal Turístico (2019). *Barreal Blanco*. Recuperado de: <https://www.tripin.travel/barreal/barreal-blanco>