

DISTRIBUCION ESPACIAL DEL RECURSO HIDRICO SUPERFICIAL DE LA PROVINCIA DE SAN JUAN.

Arnobio German Poblete

Instituto de Geografía Aplicada – Departamento de Geografía de la UNSJ
agpoblete@gmail.com

Juan Leoninas Minetti

CONICET - UNT
minetti@arnet.com.ar

Laura Alicia Aguiar

Instituto de Geografía Aplicada – Departamento de Geografía de la UNSJ
aguiarlauri@yahoo.com.ar

[FECHA ENTREGA,30/04/2014 - FECHA APROBADO 01/06/14]

1. RESUMEN

Los últimos eventos hídricos extremos y extemporáneos ocurridos en la provincia de San Juan, han motivado la necesidad de contextualizarlos tanto espacial como temporalmente, y en ese marco identificar los agentes climatológicos dinámicos que los generan. Por lo cual, se analiza entonces la distribución espacial del recurso hídrico de la provincia, bajo la perspectiva de las escalas climatológicas que la generan: hemisférica (circulación en altura), sinóptica (circulación en superficie) y mesoes-

cala (topografía).

Los autores cuentan con un único antecedente relevante que abordó esta temática realizado en el año 1986, siendo éste artículo una actualización del mismo, antes de esa fecha no se conocen otros estudios semejantes. Este trabajo tiene como propósito principal describir la distribución espacial media de las variables hídricas, teniendo en cuenta la topografía y los agentes dinámicos de los cuales depende la precipitación.

2. ABSTRACT

The recent extreme hidric and water events in the province of San Juan, have motivated the need to contextualize both spatially and temporally, and in this context to identify the dynamic weather agents that generate them. Therefore, the areal distribution of water resources in the province are analyzed from the perspective of the climate scales that generate: hemispheric (circulation in height), synoptic (regional circulation) and me-

soscale (topography).

The authors have a single relevant precedent that addressed this subject made in 1986, this article being an update of it before this date similar studies are not known. This work has as main purpose to describe the average spatial distribution of water variables, taking into account the topography and dynamic agents of which depends on rainfall.

3. INTRODUCCION

Los últimos eventos hídricos extremos y extemporáneos tales como el récord histórico de precipitaciones registrado a mediados de febrero de 2014 (Poblete, A.G., et. al., 2014) y la escasez de nieve en los Andes Áridos (Poblete, A.G., et. al., 2012, 2013), han motivado la necesidad de profundizar la investigación sobre dichos eventos encuadrándolos en el estudio de su variabilidad tanto espacial como temporal, y de identificar los agentes climatológicos dinámicos que los generan.

Es importante determinar el escenario hídrico medio

para referenciar dichos eventos en un contexto mesocálico, teniendo en cuenta que en el territorio sanjuanino las diferencias notables de sus geoformas dan lugar a diversidades climáticas en distancias relativamente cercanas, por lo que resulta más apropiado referirse a una topoclimatología de San Juan (Poblete et.al, 1989). En ese marco se analiza la distribución espacial del recurso hídrico de la provincia, bajo la perspectiva de las escalas climatológicas que la generan: planetaria (circulación en altura), sinóptica (circulación en superficie) y

mesoescala (topografía).

A partir de 1985 se intensifican los trabajos científicos climáticos en San Juan motivados por el Cambio Climático (CC) y la prolongada sequía de 1967-70, se destacan los trabajos de: Minetti J.L. et.al (1986). Minetti J.L. et.al (1987), después se tipifican objetivamente sus tipos climáticos: Poblete A.G. Minetti, J.L. (1989).

Sin embargo, los autores también abordaron la temática hídrica desde diversos puntos de vista, tales como el hídrico, térmico, tipificación climática y dinámica: Poblete

A.G.. et.al. (1987), Vargas W.M. et.al. (2002), Poblete A.G.. et.al. (2002), Poblete A.G.. y Valdez V. (2008), Poblete A.G.. et.al. (2008), Poblete A.G. y Bórbore C.A. (2012), Poblete A.G. (2012), Poblete A.G. et.al. (2013), Poblete A.G. y Minetti J.L. (2013).

Este artículo tiene como propósito principal reanalizar la distribución espacial media de las variables hídricas, teniendo en cuenta la topografía y los agentes dinámicos de los cuales depende la precipitación.

4. DATOS Y METODOS

Para la realización de este trabajo se tomaron distintas fuentes de datos: a) las Estaciones del SMN del Aeropuerto Las Chacritas, Observatorio y Aero de Mendoza, Jáchal, La Rioja, Chamental y San Luis. b) Los registros históricos aportados por los pluviómetros de las estaciones del ferrocarril. c) Los registros diarios y horarios de precipitación, suministrados por la estación agro-meteorológica de INTA -Pocito-; que fueron complementados con registros de la ciudad obtenidos de estaciones meteorológicas automáticas pertenecientes al "Programa

de Climatología de la provincia de San Juan" y del "Laboratorio Climatológico Sudamericano", sede NOAA.

Los datos de Chile fueron aportados por la "Dirección Meteorológica de Chile", vía internet.

Todos los registros obtenidos de las fuentes citadas, consistieron y homogeneizaron mediante test específicos como los de: Tukey de Grubbs y Dixon (WMO. 1966), Fisher, R.A., 1932. (Ver Figura N° 1).

Las imágenes fueron obtenidas de los sitios: <http://www.smn.gov.ar>, <http://wxmaps.org/pix/sa.fcst.html>.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Ubicación Geográfica del Área en Estudio

Es el dominio comprendido entre los paralelos de 27° y 32° 30' S y los meridianos de 66° y 71° W aproximadamente (Figura 1), abarcando las cuencas de los ríos Jáchal y San Juan en su totalidad y Vinchina-Bermejo parcialmente, todos pertenecientes al sistema del Desaguadero. Los dominios de las cuencas mencionadas, se encuentran al Oeste de la República Argentina, apoyados en la Cordillera de los Andes y Sierras Pampeanas, alejándolos del Océano Pacífico con una distancia virtual semejante a la real que los separa del Océano Atlántico (ver figuras 1, 3a y 3b). Siendo uno de los principales condicionantes de la distribución areal del recurso hídrico que aquí se aborda.

5.2. Situación Atmosférica

El clima de la provincia de San Juan, está dominado por el anticiclón subtropical semipermanente, banda interrumpida en un hemisferio casi homogéneo, por la presencia del continente sudamericano con su cordillera andina en su occidente. Dicha perturbación se manifiesta disociando el sistema de alta presión en dos núcleos, uno en el Océano Atlántico y otro en el Océano Pacífico, separados fundamentalmente en verano, por una célula de baja presión de característica termo orográfica (Linchtenstein, 1971), lo que se puede apreciar en las Fig. N°: 2a y 2b.-

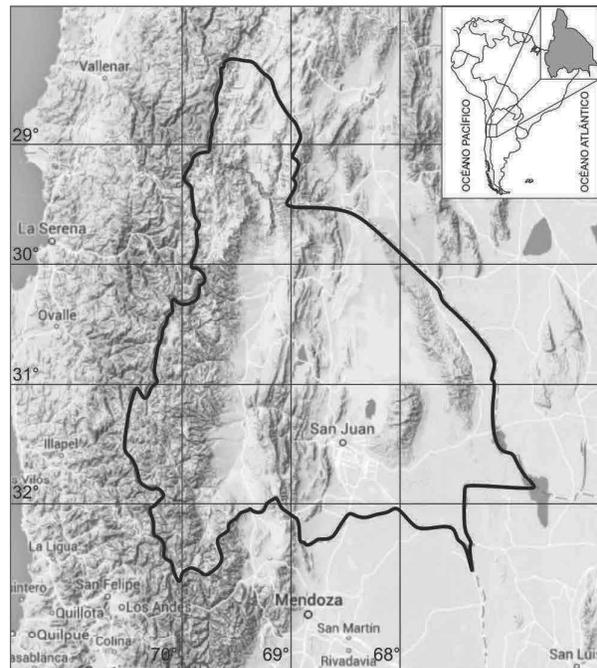


Figura 1: Ubicación del área de estudio.

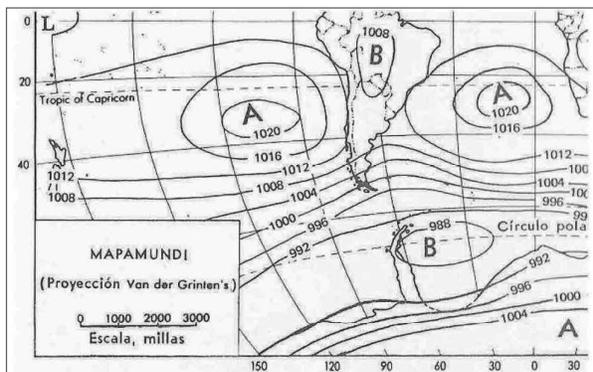


Figura 2a: Centros de acción medios en el entorno de Sudamérica, en Enero.

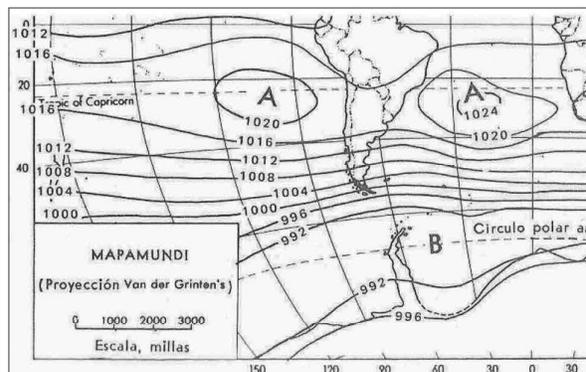


Figura 2b: Centros de acción medios en el entorno de Sudamérica, en Julio.

El efecto de la cordillera de Los Andes asociado con el flujo del oeste, normal a ésta, no sólo se manifiesta como un condicionante de componente dinámica para la formación y evolución de una depresión a barlovento de la misma, sino también por los procesos termodinámicos conocidos como efecto Zonda en Argentina (Norte, 1984 1986), (Poblete A.G., 2013). Los mismos al condensar la humedad atmosférica advectada por los centros de acción citados, concentran en el ambiente montañoso las reservas hídricas suficientes para alimentar el desagüe que generan las redes hidrográficas alóctonas de los ríos San Juan y Jáchal. Esta oposición entre montaña húmeda y piedemonte oriental seco, hace que dichos sistemas adquieran una importancia vital en el desarrollo económico provincial. Por otra parte el sector oriental del área de estudio tiene un régimen de verano que depende principalmente de la actividad del Anticiclón del Atlántico, de ahí que sus ríos tengan un régimen torrencial, como por ejemplo: los de Valle Fértil. (Bruniard E., 1989; 1982).

Mientras que el anticiclón subtropical extiende su dominio en altura con su eje dirigido hacia el Ecuador, la depresión térmica de la zona continental pierde efectividad alrededor de los 2,5 km. (Lichtenstein E.R., 1980).

Como se dijo, este ambiente está también dominado en gran medida por los sistemas meteorológicos asociados al flujo de los vientos constantes del oeste, que extienden su influencia en las capas bajas durante el invierno hasta la zona central de Chile por el corrimiento del anticiclón hacia latitudes más boreales (ver figura 2a y 2b). Mientras que el norte chico de Chile, por la posición del máximo de presión estacional, queda fuera de esa influencia para capas bajas y en términos climatológicos (Minetti, J.L. y E.M.Sierra, 1989). Sin embargo, en esta región en la capa media y alta de la atmósfera, el dominio de los oestes es casi permanente, manifestándose por medio de vaguadas, bajas segregadas y frentes en superficie que atraviesan la Cordillera especialmente en invierno.

En el este sanjuanino el régimen térmico e hídrico dependen fundamentalmente de la advección de masas tropicales en verano que junto a la orografía de las sierras y los agentes provenientes del Pacífico citados an-

teriormente, dan lugar a un clima de estepa, resultando más húmedo que el que domina la mayor parte del territorio sanjuanino, (Poblete et.al, 1989).

Estos factores de circulación generan en el área dos regímenes climatológicos estacionales de precipitación netamente diferenciados: el invernal y el estival (Figura 4), (Prohaska H. E. 1976).

Como se manifestó anteriormente, los sistemas orográficos presentes, aíslan al sector sanjuanino de las masas húmedas imprimiéndole a este espacio un carácter netamente continental y árido, sumado al juego de los fenómenos sinópticos y mesoscálicos derivados de los centros de acción atmosféricos que advectan masas de aire de distinta naturaleza; la interacción entre ambos origina en el territorio sanjuanino un comportamiento térmico con veranos muy cálidos e inviernos fríos, y un régimen hídrico muy diferenciado arealmente como se verá con detalle más adelante.

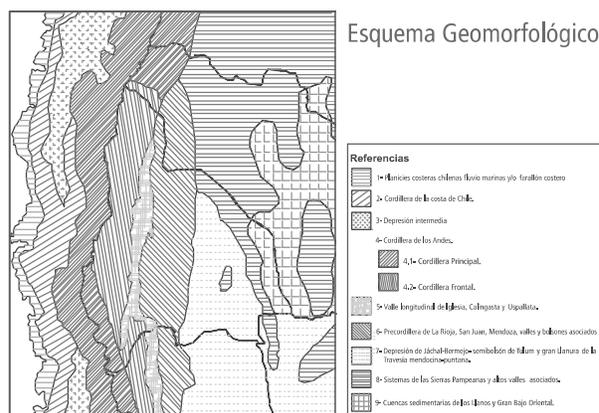


Figura 3a: Unidades geomorfológicas del área de estudio y su entorno.

Debido a las modificaciones que el relieve impone a los fenómenos atmosféricos, y en particular a cualquier campo de variabilidad espacial de parámetros climáticos, en las figuras 3a y 3b; y Tabla 1 se enumeran los dominios geomorfológicos en donde se inserta la Provincia de San

Juan y su entorno.

Desde el punto de vista climático se destaca la envergadura de la Cordillera de los Andes que con su altura modifica sustancialmente la acción de los agentes dependientes de la escala sinóptica (frentes, vaguadas, bajas segregadas y otros), provenientes del Pacífico Sur; en la misma se encuentran los altos valles cordilleranos que juegan un rol destacado en el almacenamiento de la nieve y formación de glaciares. Le sigue en importancia, la Precordillera de La Rioja-San Juan-Mendoza, en especial, sus picos más relevantes como por ejemplo: El Tontal; y en el este sanjuanino las sierras de la Huerta y Valle Fértil, que son las principales condensadoras de la humedad procedentes del noreste.

En cuanto a los relieves negativos son importantes la depresión intermedia en el centro de Chile, el valle longitudinal de Iglesia-Calingasta-Uspallata, los bolsones de Hualilán y Matagusanos, que debido a su aislamiento en los mismos se registran los mínimos absolutos de precipitación en San Juan; y en menor medida la travesía del sistema Jáchal-Bermejo.

5. 3. Distribución Espacial

Se decide contextualizar el análisis areal del régimen hídrico en el territorio sanjuanino dentro de un marco que abarque el argentino y de esta manera mostrar, en otra escala, el producto de la acción combinada de los agentes dinámicos y topografía.

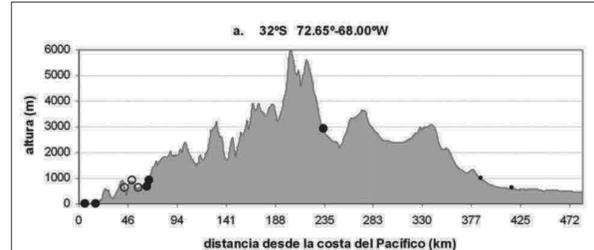


Figura 3b: Corte transversal en los 32° S de latitud

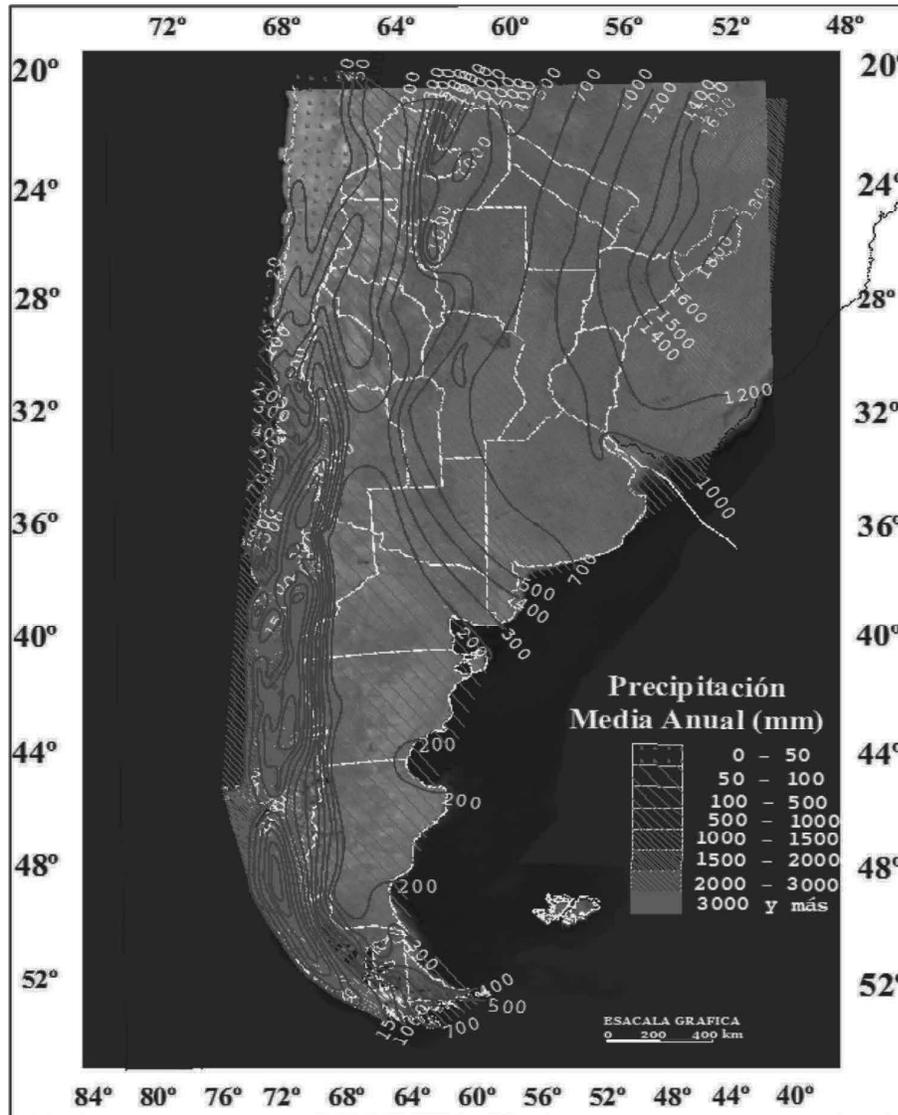


Figura 4: Distribución de las precipitaciones medias anuales en Argentina.

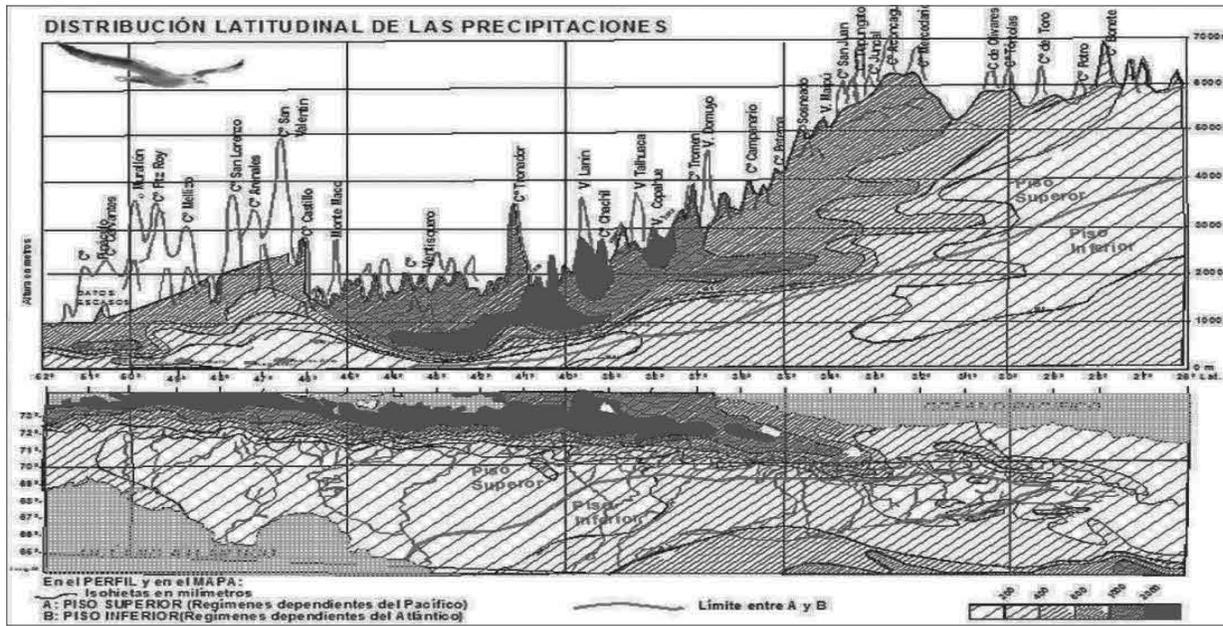


Figura 5: Distribución latitudinal de las precipitaciones en la región de estudio y su entorno; y su asociación con los principales ríos cordilleranos

La figura 4 muestra la distribución areal de las precipitaciones en el territorio argentino, se puede apreciar que existe un decrecimiento de las isohietas del NE al SW, debido fundamentalmente a la influencia del anticiclón atlántico en verano. Dicha disminución es únicamente interrumpida por relieves tales como: los de las sierras Subandinas en el NOA, Famatina, Velasco y sierras Pampeanas en el centro de Argentina. Por otro lado, se observa una merma latitudinal del SW al NE a causa de la influencia del Océano Pacífico principalmente en invierno. En la intersección de ambas disminuciones se encuentra la diagonal árida sudamericana (Bruniard E., 1982), en la que se ubica la provincia de San Juan; por lo que al clima de la misma se lo denomina "climosensible", puesto que participa de las fluctuaciones interanuales y estacionales de los centros de acción ubicados en ambos océanos. En éste escenario se inserta la distribución espacial del régimen hídrico que se estudiará a nivel mesoscálico.

En un primer análisis en dicha escala, se puede apreciar la fuerte incidencia de la topografía descripta, y la orientación de las laderas respecto de las fuentes de vapor de agua que se esquematiza en la figura 5; en donde se aprecia la incidencia disímil de los agentes dinámicos según actúen sobre el piso superior de la Cordillera (dependiente fundamentalmente del Océano Pacífico) o inferior (dependiente principalmente del Océano Atlántico).

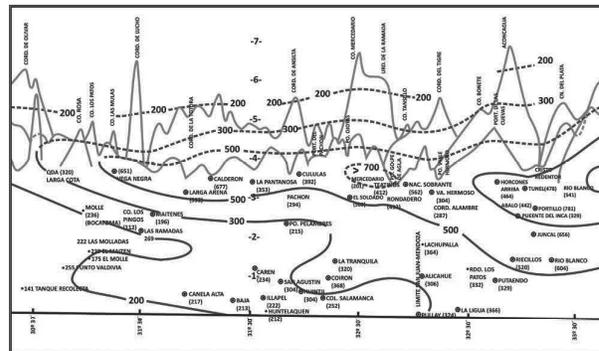


Figura 6: Corte vertical de la cordillera en el meridiano de 70° W que muestra la influencia del relieve y la dirección de la advección en el monto de sus precipitaciones.

En dicha figura se nota como incide la altura y la dirección del advenimiento de los mecanismos precipitantes provenientes principalmente del océano Pacífico Sur en invierno, de ahí que a esta interdependencia se le llame latitudinal puesto que la precipitación va disminuyendo de Sur a Norte y en función de la altura. Esto explica, por ejemplo, las diferencias de escurrimiento entre los ríos San Juan (más al Sur) y el Jáchal, debido a que en este caso la cuenca se encuentra distante respecto de los factores precipitantes y a una mayor altura. En la figura 6 se muestra el resultado de lo recién descrito con el monto de las isohietas. Se observa que en el entorno del cerro Mercedario se superan los 700 mm siendo el sector cúlmine desde el cual la precipitación disminuye hacia mayores y menores alturas por lo que se podría considerar el llamado "óptimo pluvial" cordillerano. (Minetti J.L. et.al., 1986).

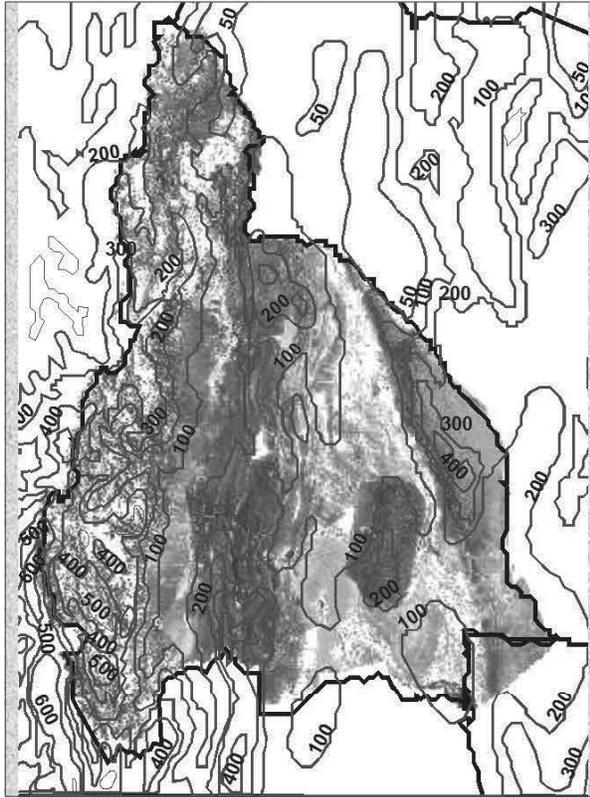


Figura 7: Isohietas anuales resultantes de la combinación de los factores dinámicos y el relieve

Lo anterior se refleja en la variabilidad espacial de las precipitaciones cuyo valor es función del relieve, lo que se puede apreciar en la figura 7, como así también de la dirección predominante de la advección de humedad y mecanismos precipitantes que se detallarán más adelante. De ahí que las isohietas no sean paralelas a las isohipsas. En dicha figura se aprecia nítidamente este hecho en las Sierras de Valle Fértil, donde las curvas de igual precipitación penetran en dirección NE-SW, sin coincidir con las isohipsas debido a que su régimen estival depende principalmente de la llegada de la humedad desde el Atlántico, siguiendo dicha dirección, como se verá más adelante.

Otra evidencia de la importancia de la advección es lo que ocurre en el SW de la provincia, zona donde se encuentra el óptimo pluvial, debido a que los agentes que producen la precipitación especialmente en invierno (vaguadas, frentes en superficie y bajas segregadas, entre otros) tienen esa dirección prevalente de ingreso, a lo que se suma el efecto orográfico de la Cordillera del Límite y Frontal. En los altos valles de este sector es donde el río San Juan se provee de la mayor cantidad de agua que se almacena en la temporada invernal como nieve. En la misma figura se observa que los mínimos de precipitación se encuentran en los valles y bolsones: Valle Longitudinal de Iglesia y Calingasta, Travesía del Jáchal-Bermejo y las Cuencas cerradas pre cordilleranas de Hualilán y Matagusanos. Esto es debido a que el relieve los aísla de las fuentes de humedad y agentes precipitantes.

5. 4. Principales agentes que producen los máximos de precipitación en la montaña y en la estepa

Como la distribución espacial de las precipitaciones medias anuales depende fundamentalmente de la topografía y de la dirección predominante del acceso de la advección de humedad y agentes precipitantes, se decide describir someramente a estos últimos.

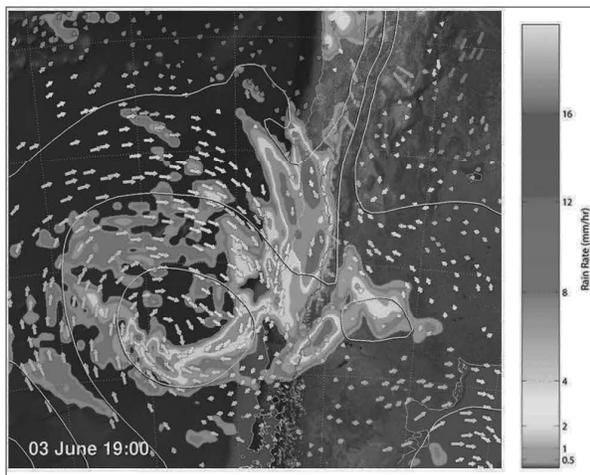


Figura 8a: Depresión fría uno de los principales agentes que producen precipitaciones en el SW de la provincia, en invierno

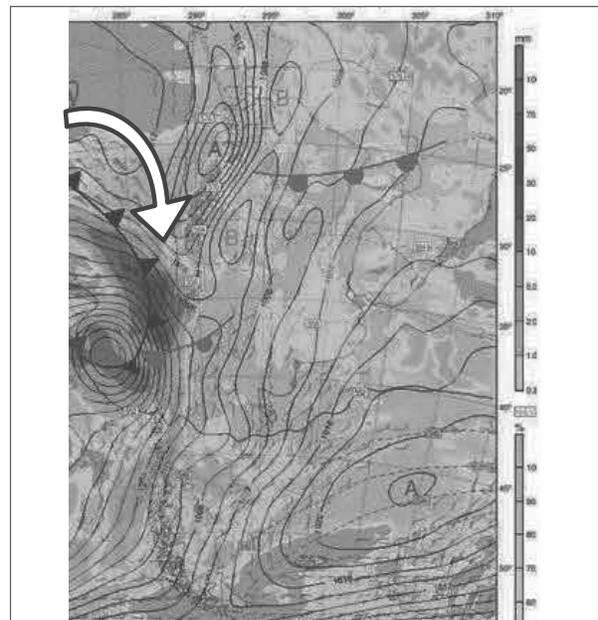


Figura 8b: Situación sinóptica asociada a la depresión descrita en el 8 a. Se observa un frente ocluido que provoca un marcado gradiente asociado a un posible zonda, intensas lluvias en el centro de Chile y nevadas en la cordillera. La flecha blanca indica el flujo de humedad, relacionado con la corriente en chorro que fluye paralelamente al frente frío en altura.

Las figuras 8 a y 8 b muestran a uno de los principales agentes precipitantes en el entorno del "óptimo pluvial" cordillerano ya descrito, principal fuente hídrica de la cuenca del río San Juan. Se trata de una depresión en superficie asistida por una vaguada cilíndrica en altura (8a). A su paso, provoca mal tiempo con frío, viento, lluvias en el centro de Chile y nevadas en la cordillera como se puede apreciar en la figura 8b, que es una representación conceptual de las condiciones sinópticas y locales típicas asociadas durante un evento de precipitación significativo sobre los Andes Áridos. La flecha blan-

ca paralela al frente frío representa el flujo de humedad sobre los océanos denominado "río atmosférico" el cual impacta y descarga grandes cantidades de vapor de agua sobre la cordillera, por encima de este corre la corriente en chorro paralela al frente frío, y a sotavento una descendente que frecuentemente se manifiesta como un viento zonda. Esto ocurre fundamentalmente en invierno, debido a que el movimiento estacional del anticiclón Pacífico hacia el Ecuador lo permite (ver figuras 2a y 2b).



Figura N° 9a: Campo de presión en el mes de Enero (verano). Observarse el canal isobárico que conduce a la masa tropical hacia el SSE de la Prov. de San Juan. Donde B es la baja térmica del NOA y A anticiclones, siendo las líneas: isobaras y los números en sus extremos los valores expresados en milibares.

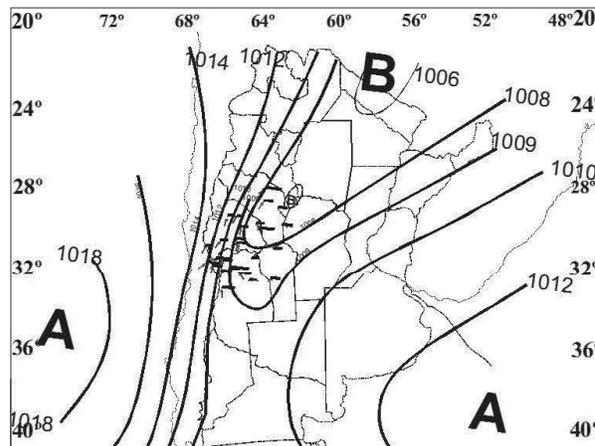


Figura N° 9b: Campos de presión y dirección prevalente del viento (advección), correspondiente al mes de enero (adaptado de Celemin 1984)

Por otra parte, la advección dominante en el este sanjuanino, donde se encuentran las sierras de Valle Fértil que también presentan un "óptimo pluvial" relativo, es la proveniente del anticiclón atlántico transportada principalmente por el canal isobárico que se forma asociado a la baja térmica del NOA como lo muestran las figuras 9a y 9b. Esta configuración sinóptica es propia de la temporada estival (Poblete et.al., 2013) su con-

tenido de agua precipitable depende del estado de la temperatura superficial del mar (SST) en dicho océano, a diferencia de lo que ocurre en la cordillera, lo que domina en este caso es el transporte de humedad, siendo varios los agentes precipitantes (frentes fríos y cálidos, vaguadas, bajas segregadas, entre otros) que coadyuvan a la orografía.

5. 4. Análisis espacial de máximos y mínimos de precipitación

De acuerdo a la disposición meridiana mostrada en la figura 7, se pueden identificar los siguientes ejes de mí-

nimas y máximas precipitaciones en el territorio sanjuanino:

5. 4. 1. Eje de máxima precipitación media anual de Valle Fértil Guayaguas

Los máximos superan los 400 mm con valores puntuales de 505 mm en la Sierra de Valle Fértil. Al sur de ésta, el máximo disminuye apreciablemente, lo que concuerda con la magnitud de las serranías asociadas al desierto del Gran Bajo Oriental. En estos núcleos de máximos relativos se originan los ríos de régimen torrencial que caracterizan a los oasis peripampásicos. Entre el eje des-

cripto y otros máximos de sistemas de la provincia de La Rioja se encuentra una extensa planicie, la cuenca sedimentaria de Los Llanos y el nombrado Gran Bajo Oriental, con menos de 250 mm y 150 mm respectivamente. En esta última se destacan las salinas de Masca-sín y Pampa de las Salinas como improntas de un paisaje típico del desierto.

5. 4. 2. Eje de mínima precipitación media anual de la depresión del Vinchina Bermejo:

Este dominio árido parte del límite de La Rioja con San Juan y sigue al sur con valores de precipitación que en la travesía de Mogna, oscilan alrededor de 75 mm hasta encontrarse con la cuña orográfica que representa la sierra de Pie de Palo la cual bifurca a éste eje en dos sectores: El oriental representado por la travesía de Ampacama que continua en los Grandes Médanos del Bermejo, con precipitaciones inferiores a 100 mm; y el occidental que penetra por el Semibolsón de Tulum en donde se encuentra el principal asentamiento humano de la provincia de San Juan en el oasis generado por el alóctono río San Juan y finaliza en el norte de Mendoza. En la ladera oriental de la sierra de Pie de Palo se observa un máximo de 200 mm que se extiende al sur de la misma, fuera del dominio serrano, como consecuencia de la ya descripta influencia de la dirección de la advección (NE-SW).

5. 4. 3. Eje de Máxima precipitación media anual de la Precordillera con Valles y Bolsones Secos asociados

Esta banda de máximo relativo comienza en el límite de San Juan y La Rioja sobre la Sierra de la Punilla superando los 150 mm. Al sur le siguen el máximo de la Sierra del Volcán con más de 300 mm, Sierra Negra y La Invernada por encima de los 150 mm; y Sierras del Tontal y de Uspallata que sobrepasan los 400 mm. Cabe destacar el aumento de precipitaciones que se manifiesta en la Sierra del Volcán cuando cesa el bloqueo del flujo del vapor de agua que realiza la "pared" de Famatina Sañogasta en el este.

Al oriente de la precordillera se observan máximos relativos menores que los recién descriptos en las serranías de Umango, Yansó, Mogna, Villicum, Sierra Chica de Zonda, de La Flecha y Pederal. En este último sector el máximo se propaga sobre el Semibolsón de Tulum (área de Carpintería y Media Agua) donde se observa un 30% más de precipitación que en la línea Pocito Ciudad de San Juan. Los "wadis" que presenta el glacis precordillerano en este sector, son índice de los aluviones estivales. Entre estos núcleos húmedos se encuentran los bolsones secos de Jagüe, La Troya, Niquivil, Tucunuco, Matagusanos y Valle del Zonda. Una transecta en la latitud 31°30' que se analizará más adelante.

5. 4. 4. Eje de mínima precipitación media anual de Laguna Verde, Río Blanco, Iglesia, Calingasta y Uspallata:

Comienza en la Puna catamarqueña con menos de 50 mm, se prolonga hacia el sur en forma bien definida siguiendo el faldeo occidental de la precordillera. Los menores valores registrados se observaron en Angualasto, Villa Iglesia y Rodeo con 34, 35 y 36 mm respectivamente.

En el sector meridional de este eje, las precipitaciones aumentan y en Uspallata se observan más de 100 mm. La cuenca superior del río Jáchal, en territorio riojano, con exclusión de las altas cumbres puntuales, tiene un régimen de precipitación estival, lo que origina escurrimientos de tipo mixto entre los derrames provenientes de la licuación de las nieves del invierno, que fluyen fundamentalmente desde la Cordillera del Límite (piso superior, ver figura 5), con los torrentes de verano que se originan en el resto de la cuenca (piso inferior).

5. 4. 5. Ambiente Cordillerano:

Dada la irregularidad morfológica de la Cordillera Frontal, (como se puede observar en las figuras 5 y 6), presenta núcleos máximos sobre su ladera oriental, como son los de la Cordillera de la Brea (>100mm), San Guillermo (>150mm), Colangüil (>200mm), Olivares y Los Patos Norte (>300mm), La Totorá, Ansilta (>400mm), Mercedario (>500mm), del Tigre (>400mm) y el Cordón del Plata (>600mm). Al oeste de la Cordillera Frontal se verifican mínimos relativos como el del Valle del Cura (>150mm), valles de los ríos San Francisco, Hermoso y Blanco (>200mm) y valle superior del río de Los Patos (>300mm).

En la Cordillera Principal, los Cerros Pisis de 6779 m y Bonete Chico de 6850 m son los captadores más importantes de nieve invernal de la cuenca septentrional del río Jáchal. El Cerro Bonete de 6872 m también tiene un importante aporte invernal, aunque éste drena hacia la cuenca endorreica de la laguna La Brava.

Desde el cerro El Potro aproximadamente, y debido a la mayor continuidad de la Cordillera del Límite, se observa un eje de máximo definido en el entorno del óptimo pluvial. Los núcleos máximos más destacados y contenidos en esta franja que aportan a la vertiente del Pacífico corresponden a los ubicados en las latitudes de: 29° 20'S (>250mm) que vierten al río Huasco, 30° 40'S (>500mm) al río Limarí, entre los 31° 20' y 31° 50'S (>600mm) al río Choapa, 32° 10'S (>700mm) a los ríos Choapa y Aconcagua, 32° 50'S (>800mm) al río Aconcagua y 33 ° (>800mm) al río Maipo.

El límite sur de la cuenca del río Jáchal lo constituye el Cordón de Olivares. Éste junto con el sector meridional de Colangüil y el Cordón de las Tórtolas en la Cordillera Principal, conforman la región de mayor aporte de nieve invernal de la cuenca imbrífera del río Jáchal. Los núcleos de mayor acopio de nieve invernal de la cuenca imbrífera del río San Juan se ubican alrededor del paso Golpe de Agua, en la cuenca del río Teatinos (700 mm), en las nacientes del río Volcán al norte del Cerro Aconcagua (600 mm), en la cuenca superior del río Blanco (600 mm), cuenca superior del río Castaño (> 500 mm), y los núcleos de la Cordillera Frontal ya descriptos.

5.5. Perfiles de precipitación en tres transectas

Para completar el estudio de la distribución espacial de las precipitaciones en el territorio sanjuanino y su entor-

no, se decide hacer un análisis de la distribución zonal con apoyatura de cortes transversales en los paralelos.

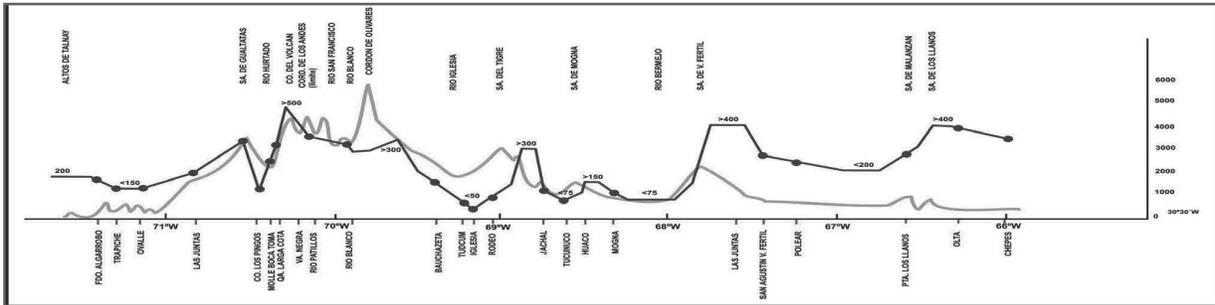


Figura 10: Transecta en el paralelo de 29°S que muestra la influencia de la orografía en las precipitaciones del norte de San Juan.

En el norte del territorio sanjuanino (ver figura 10) se observa en general la escasez de precipitaciones debido fundamentalmente a su importante distancia respecto de las fuentes de humedad y a mecanismos precipitantes, tanto pacífica como atlántica, como se describió anteriormente. Sin embargo, el relieve sigue jugando un

rol determinante en el monto de las mismas, obsérvese como la relación entre ambos es prácticamente directa. En el oriente se aprecia que, a pesar de relieves relativamente bajos, la precipitación asciende, lo que se debería a la predominancia de la advección sobre la topografía.

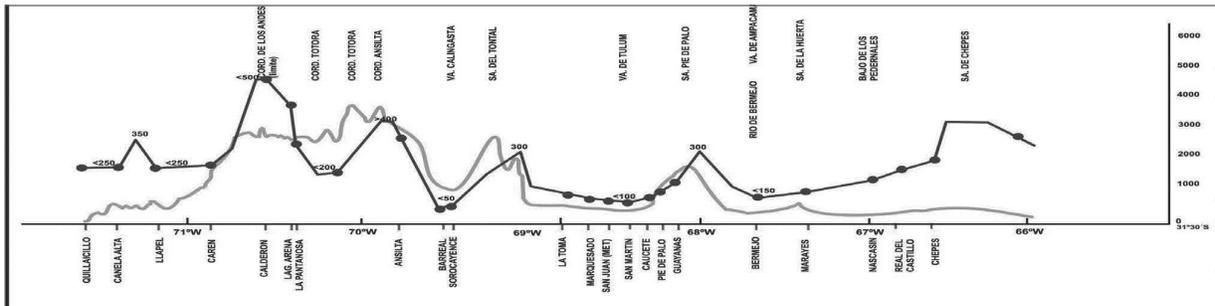


Figura 11: Transecta en el paralelo de 31° 30' que muestra la influencia de la orografía en las precipitaciones del norte de San Juan.

Al igual que en la transecta anterior se nota que también hay una asociación directa entre el relieve y el monto de las precipitaciones (ver figura 11), sin embargo en este caso las mismas son mayores debido a la cercanía de la entrada de los agentes precipitantes, que como se dijo penetran fundamentalmente en invierno por el SW provenientes, en general, del Pacífico sur asociados a bajas que se desprenden del cinturón de las depresiones

subpolares, en lugar de: frentes en superficie, vaguadas y bajas segregadas, entre otros, se destaca el rol que juega El Tontal, comportándose climáticamente como un verdadero bastión cordillerano. El aumento de la cantidad de las precipitaciones en el Este por la influencia de las sierras en Chepes y Ulapes, que coadyuvan a la advección de humedad proveniente del Atlántico como se mostró en las figuras 9a y 9b.

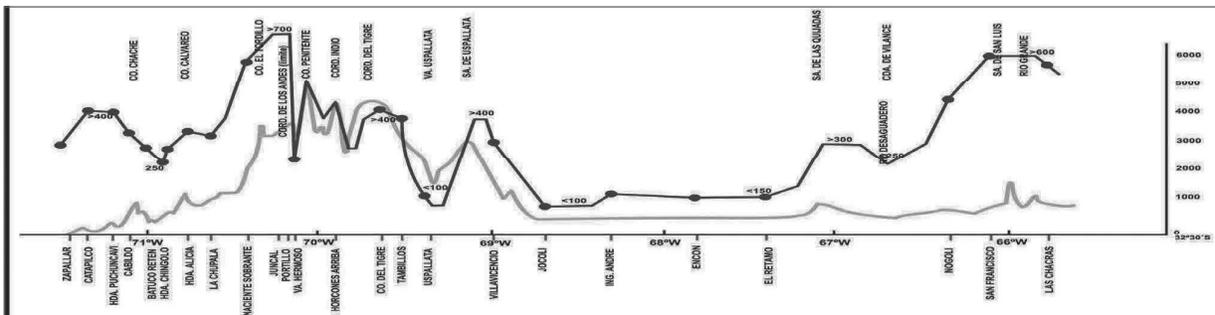


Figura 12: Transecta en el paralelo de 32° 30' que muestra la influencia de la orografía en las precipitaciones del sur de San Juan.

En la figura 12 se observa la disposición del monto de las precipitaciones respecto del relieve; se verifica que en este caso en la transecta, el alto valor de las precipitaciones, por estar muy cerca del sector donde la advección invernal es más frecuente sumado a la magnitud de la

cordillera, muestra que la cantidad de precipitación es la más alta del territorio sanjuanino. Es decir, donde se encuentra el ya citado óptimo pluvial, que produce la fuente de agua más importante que en la temporada estival discurre por los cauces de los ríos San Juan y Mendoza.

6. CONCLUSIÓN

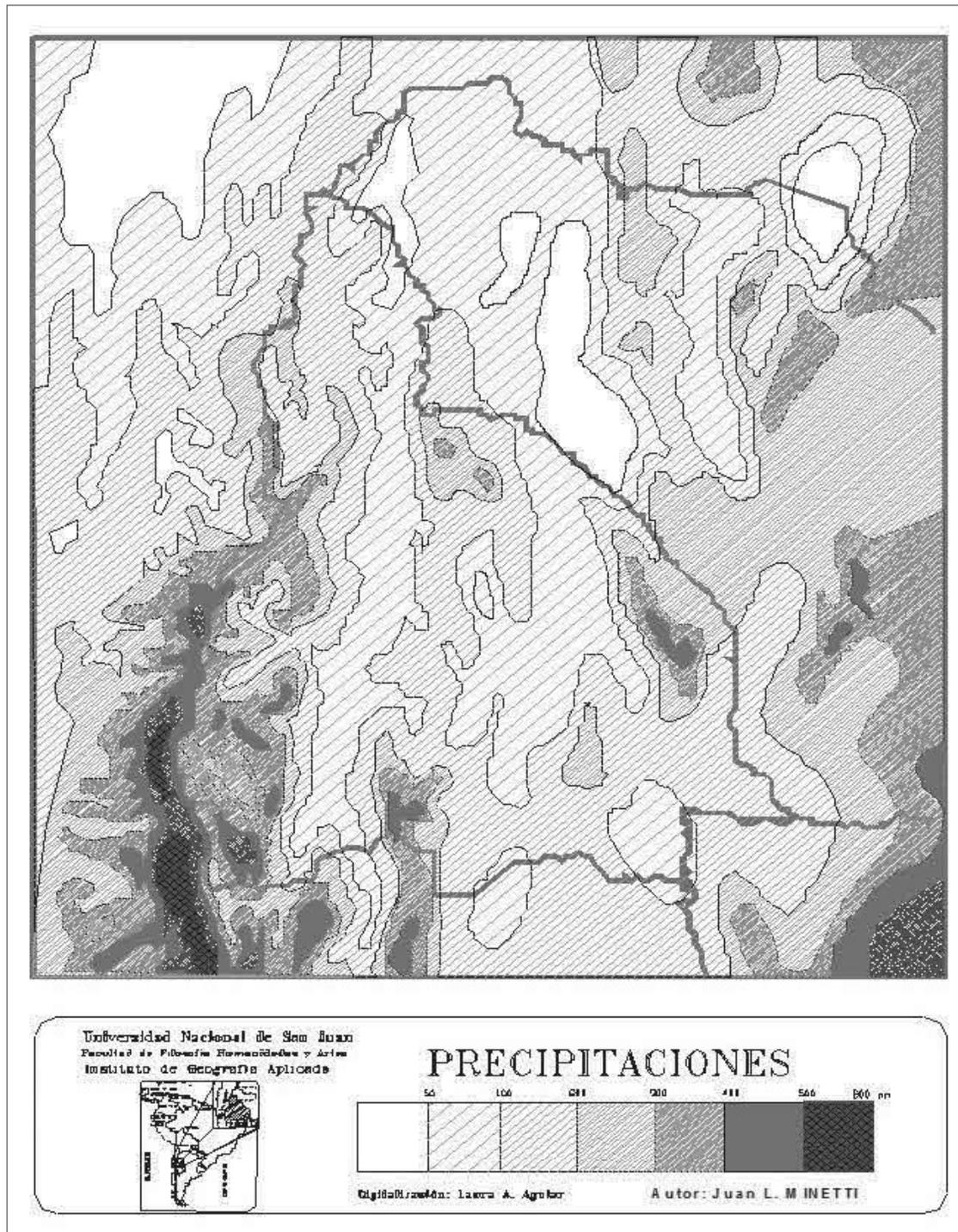


Figura 13: Campo espacial de las precipitaciones resultantes de los agentes precipitantes y el relieve.

A manera de conclusión, se decide mostrar la distribución de las precipitaciones anuales, en el territorio sanjuanino, con el objeto de visualizar el resultado topoclimático generado por la interacción entre agentes dinámicos y topografía.

Cabe enfatizar que la región con mayor precipitación se encuentra en la cordillera, al SW de la provincia aportando el recurso hídrico que posibilita la existencia de los oasis de Tulum, Ullum-Zonda, distribuido por el río San Juan. También, se aprecia la importancia de El Tontal, como factor favorable para las precipitaciones generadas por mecanismos que ingresan en altura (por ejemplo las vaguadas). El mismo efecto que éste, tienen las sierras de La Batea y Yansó en el norte de la Precordillera.

Es importante destacar el núcleo húmedo generado por las sierras de Valle Fértil y La Huerta, dando lugar a un clima de estepa que contrasta con el desierto que domina la mayor parte del territorio sanjuanino (Poblete et.al, 1989).

Además, se aprecia la extensión areal que tienen los sectores con precipitación mínima, tales como: el valle Longitudinal de Iglesia y Calingasta, las depresiones precordilleranas de Hualilán y Matagusanos, la travesía del Jáchal-Bermejo separada por un núcleo de relativa mayor humedad en la sierra de Pie de Palo, del desierto dominante en el entorno del Encón; contribuyendo al escenario árido que caracteriza a la provincia de San Juan.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a las siguientes instituciones y proyectos por sus aportes económicos para el desarrollo de este trabajo: Universidad Nacional de San Juan y ANCYT, PICTO- UNSJ-2009-0150-BID, UNSJ, Proyecto: "Análisis climatológico-dinámico de la crisis hídrica de los últimos años en Cuyo y Chile central en el contexto del Cam-

bio Climático Global". Res. 018/14-CS, CICITCA-UNSJ, Laboratorio Climatológico Sudamericano, Secretaría de Energía por los datos proporcionados para esta investigación. NCEP/ENCAR y la NOAA por los datos del Reanalysis y su tratamiento.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Bruniard, E. 1989: **NA' ALHUA**. Departamento e Instituto de Geografía. Facultad de Humanidades. UNNE. Chaco.
- Bruniard, E. 1982. **La Diagonal Árida Argentina: un Límite Climático Real**. *Revista Geográfica*. No. 95 pp. 5-20. Published by: Pan American Institute of Geography and History. New York.
- Draper N.R. and Smith H. 1966: **Applied Regression Analysis**. Wiley, New York.
- Fisher, R.A., 1932: **Statistical Methods for Research Workers**. Oliver & Boyd. Edimburg
- Lichtenstein E.R., 1980: **La Depresión del Noroeste Argentino (The Northwestern Argentina Low)**. Ph.D. Disertación. 223 pp. [Disponible en el Departamento de Ciencias de la Atmosfera Ciudad Universitaria (1428) Buenos Aires, Argentina].
- Minetti, J. L., Barbieri, P., A. G. Poblete Y E.Sierra.-1986- **El Régimen de Precipitaciones de la provincia de San Juan y su Entorno**. Informe Técnico Nro.8. CIRSASJ-CONICET. IPGH-OEA (Inst. Panamericano de Geografía e Historia-Organización de Estados Americanos), 200pp. SAN JUAN.
- Minetti, J.L., E. M. Sierra y A. G. Poblete .1987: **Las Fluctuaciones de la Circulación Regional Sudamericana**. Anales del II Congreso Interamericano de Meteorología, pp. 12-3-1/12-3-6. Centro Argentino de Meteorólogos. Buenos Aires, R.A.
- Minetti, J.L. and E.M.Sierra. 1989. **The influence of general circulation patterns on humid and dry years in the Cuyo Andean region of Argentina**. *Int.Jou. Clim.* 9, 55-68.
- Pittock A.B, 1971: **Rainfall and the general circulation**. Proceeding of the International Conference on Weather Modification, Canberra 6-11 September. Amer Meteorological Society: 330-338.
- Poblete A. G., J. L. Minetti Y E.Sierra.-1987-: **La implicancia del régimen andino-puneño en los oasis del NOA y Cuyo**. En la Revista Geofísica Nro.30 (Enero - Julio 1989) el Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH)-OEA. ISSN: 0252-9769. Pg.: 137-149.-
- Poblete A. G. et.al.-1989- "Los mesodimas de San Juan 1ra.y 2da parte ". Informe Técnico Nro.: 11 .CISAJ-CONICET. San Juan.
- Poblete, A. G., Aguiar L. Silva, S., 2002. **Estructuras estadísticas de los derrames del río San Juan y el Jáchal y sus relaciones**. En *Revista de Geografía* N°: 6 del Instituto y Departamento de Geografía de la UNSJ. ISSN 1544-1942, Pg.: 58-70.-
- Poblete, A.G., Minetti, J.L., Valdez, V. 2008. **Asociaciones espaciales entre índices de circulación atmosférica regional y de la cupla océano-atmósfera, con los caudales del río San Juan – Argentina**. *Revista de Geografía*, Vol.:12 año 8, ISSN 1544-1942. San Juan.- pag 53-62.-
- Poblete, A. G., Valdez, V., L. 2008. **Análisis de Extremos aplicados a la recurrencia de precipitaciones de verano en el Valle de Tulum**. en *Jornadas de Investigación y Creación de la FFHA*. A realizarse en mayo de 2008.-, ISSN en tramite. San Juan.-

- Poblete, Arnobio Germán: **Análisis Dinámico del Proceso Nival Ocurrido en la Temporada que Contribuyó a la Continuidad de la Escasez Hídrica de los Oasis Cuyanos.** 2012. Revista de Geografía. ISSN 1514-1942 Vol.16. pp: 16-22..
- Poblete, A.G., Borbore, C.A. **Factores Dinámicos a tener en Cuenta para Elaborar Mapas de Variables Climáticas en Ambientes Montañosos: Caso San Juan -Argentina-. 2012.** Boletín Técnico -Informativo Asociación Centro Argentino de Cartografía- ISSN 1667-8508-.
- Poblete, A.G., Aguiar, L. A., Borbore, C.A. 2013. **Análisis Dinámico del Régimen de Vientos en la Provincia de San Juan.** Publicado en Rev de Geografía UNSJ- ISSN 1514-1942- Vol. XVII- Nº17. Pg- 29-41. San Juan. Argentina.
- Poblete Arnobio. Minetti, Juan L. 2013. **Variabilidad del Clima Asociados con la Precipitación y Caudales de ríos en Los Andes Áridos –Sudamérica-** .Rev de Geografía UNSJ- ISSN 1514-1942- Vol. XVII- Nº17. San Juan. Argentina.
- Poblete, Arnobio Germán. 2012: **Análisis Dinámico del Proceso Nival Ocurrido en la Temporada que Contribuyó a la Continuidad de la Escasez Hídrica de los Oasis Cuyanos.** Revista de Geografía. ISSN 1514-1942 Vol.16. pp: 16-22..
- PROHASKA H. E. 1976. **The climate of Argentina, Paraguay and Uruguay. En Climates of Central and South America.** World Survey of Climatology. Volumen XXII. Landsberg Editor in Chief. Elsevier, Amsterdam. Pag. 13-112.
- Vargas W. Minetti, J. L. Y A. G. Poblete. 2002. **Low-frecuency oscillations in climatic and hidrological variables in southern South America's tropical- subtropical regions.** Rev. Theoretical an Applied Climatology, Vol. 72. Vienna. Austria.ISSN: 0177-798-X. pg.: 29-40.
- WMO. World Meteorological Organization, 1966: **Climate Change. Technical Note Nº 79.** Geneve.