

5.3.2 CLIMA Y ZONAS DE VIDA

5.3.2.1 GENERALIDADES

El presente capítulo analiza las variaciones espaciales y temporales de las condiciones climáticas, meteorológicas y ecológicas del área del proyecto vial, mediante la caracterización de las principales variables climáticas que están presentes en el área de estudio. Se incide en el comportamiento de parámetros determinantes para la seguridad de las obras viales y el medio ambiente, como la precipitación y temperatura, aunque se presenta también información sobre variables de importancia más específica, como el caso de vientos, humedad, relativa, etc.

Este capítulo se acompaña de un mapa climático y otro de zonas de vida. El mapa climático presenta una zonificación basada en calificaciones descriptivas de los tipos climáticos del área, con denominaciones ampliamente utilizadas en el mundo por su elevado valor práctico y de fácil acceso a todo público¹. El mapa de vida es una caracterización más técnica, basada en el sistema ideado por Leslie Holdridge.

El análisis climático se ha desarrollado para dos sectores (el primero que comprende del km 32+000 al km 100+000 y el segundo que comprende del km 265+000 al km 300+000) sobre la base de data meteorológica registrada en las estaciones meteorológicas existentes en el área de estudio.

5.3.2.2 CLIMA Y METEOROLOGIA DEL SECTOR 1 (KM 32+000 – 100+000)

Las características climáticas de este primer sector se analizan en base a registros meteorológicos provenientes de diversas estaciones climáticas, cuya ubicación y detalle descriptivos se presentan en el cuadro 5.3.2-1.

Cuadro 5.3.2-1 Estaciones meteorológicas empleadas

Estación	Propietario	Latitud Sur	Longitud Oeste	Altitud (msnm)	Departamento	Periodo
Ccatcca	SENAMHI	13°37'	71°34'	3700	Cusco	1965-1980
Cusco	SENAMHI	13°32'	71°58'	3399	Cusco	1954-1981
Sicuani	SENAMHI	14°17'	71°13'	3550	Cusco	1964-1980
Urcos	SENAMHI	13°42'	71°38'	3149	Cusco	1964-1980
Yauri	SENAMHI	14°47'	71°25'	3915	Cusco	1964-2004

El clima de este tramo corresponde al de la sierra sur oriental del país, debiéndose precisar que el concepto de sierra está estrechamente asociado a la región andina, es decir, a la zona de cordillera, la cual debido a su orografía, determina la existencia de varios pisos altitudinales (un descenso aproximado de 5 °C a 6 °C por kilómetro que se asciende en altitud). De esta manera, la sierra se asocia con una amplia tipología climática, con climas que van desde valles cálidos hasta altiplanicies y cumbres andinas de clima muy frío y húmedo, pasando por distintos climas templados de mayor o menor aridez.

¹ La clasificación sigue los criterios establecidos por Arthur Strahler, en su obra "Geografía Física" (1975).

5.3.2.1 Precipitación

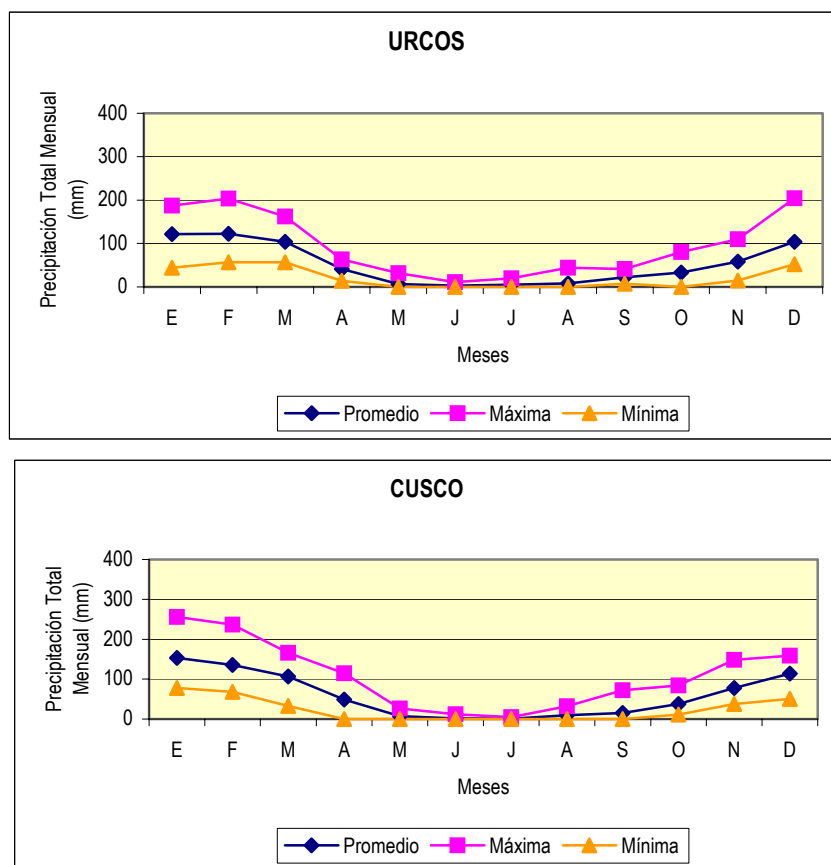
La precipitación muestra regímenes de variabilidad bastante acentuados en la sierra, principalmente en función de la orografía y la altitud. A un nivel regional para toda la sierra, la precipitación aumenta de manera bastante clara con la altitud; sin embargo, las variaciones orográficas hacen cambiar con frecuencia este esquema, sobre todo en un nivel de mayor detalle, cuando se aprecian las diferencias que hay entre valles, sectores encañonados, altiplanicies, etc. Algunas características principales del clima se definen para este tramo, entre las que cabe destacar las siguientes:

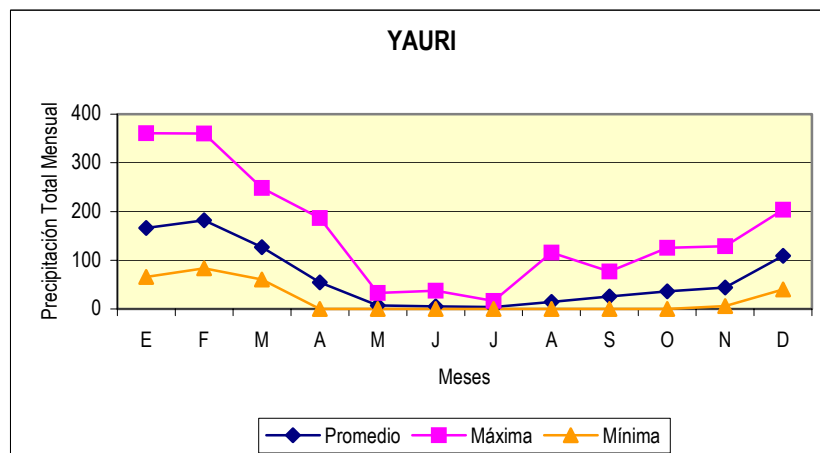
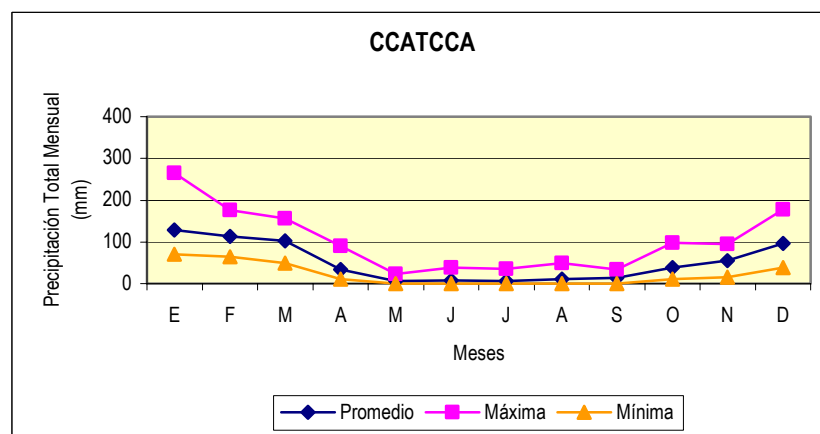
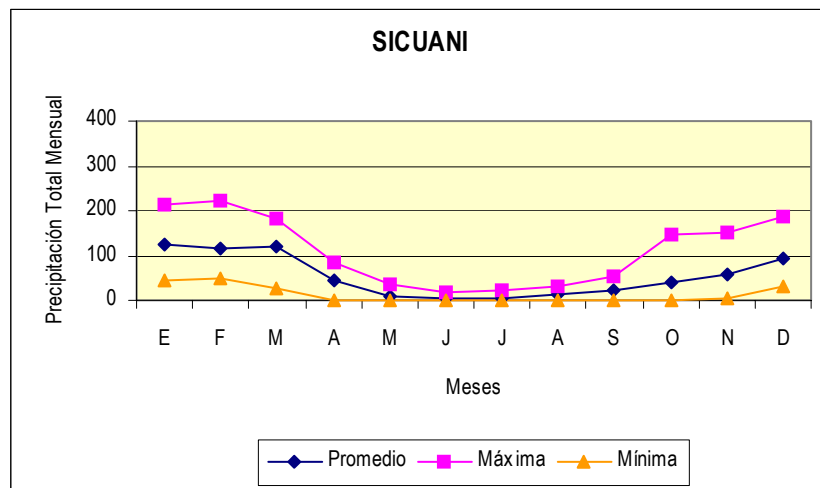
- **Estacionalidad Pluviométrica**

La presencia de veranos lluviosos en la sierra del país se debe a la dominancia de la convergencia intertropical sobre la mayor parte del país durante estos meses. Esta situación corresponde al período en que nuestra latitud se favorece del mayor calentamiento veraniego y duración de horas diurnas, lo que provoca una circunstancia de elevación constante del aire, un descenso de la presión (bajas ecuatoriales), y un consiguiente enfriamiento del aire en altitud, lo que a su vez ocasiona constantes condensaciones y formación de nubes y lluvia.

La figura 5.3.2-1 muestra la pluviometría mensual que se registra en las cinco estaciones meteorológicas consultadas para este capítulo. En todas ellas se aprecia la marcada diferencia de los valores de precipitación que se dan entre los meses de verano lluviosos y los meses de invierno secos.

Figura 5.3.2-1 Precipitación Total Mensual





Al concluir el verano, la verticalidad solar se va desplazando hacia el norte, y para el invierno, la convergencia intertropical de aire mayormente ascendente y lluviosa, se ha desplazado al hemisferio norte, llevando las lluvias a esa región. Por el contrario, al llegar el invierno, sobre el Perú se posicionan las altas presiones subtropicales, de aire mayormente descendente, que al descender de la alta troposfera se calienta, y por consiguiente pierde humedad relativa, siendo poco probable que genere nubosidad y lluvias. El hecho de que el país esté sucesivamente dominado por las bajas presiones ecuatoriales en verano, y las altas subtropicales en invierno es la causa fundamental de la estacionalidad climática en el país.

Por ello la sierra tiene un régimen de precipitaciones claramente estacional, en el que se esperan meses lluviosos a medida que se acerca el verano, y prolongados meses secos al concluir esta estación. Sin embargo, la variación del volumen e intensidad de períodos lluviosos y secos resulta notable a lo largo del tiempo, habiendo variaciones muy seguidas entre años lluviosos y secos, en los que la diferencia entre lo precipitado en un año puede ser el doble o la mitad de lo precipitado un año antes o después.

Si bien, las precipitaciones tienen una tendencia a su aumento con la altitud, la orografía del área juega un papel determinante para definir sectores más o menos lluviosos. En general las precipitaciones son más abundantes en las altiplanicies, como sucede en Yauri, a 3 915 msnm, donde el promedio anual es de 774,4 mm². Se considera una pluviometría anual ligeramente mayor para los sectores de cumbres más elevadas, entre 4 500 y 5 000 msnm, donde se estima que precipitan unos 800 a 900 mm (este sector de mayor altitud no cuenta con estaciones meteorológicas).

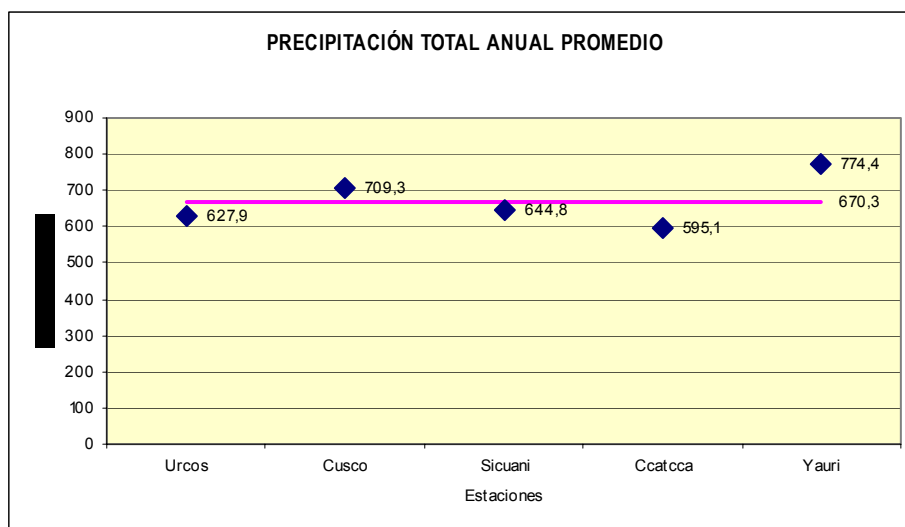
En las zonas bajas de valles interandinos la precipitación muestra valores significativamente variables, por ejemplo Cusco, a 3 399 msnm, presenta 709,3 mm, y Urcos, a 3 149 msnm, tiene 627,9 mm en promedio. En Sicuani, a 3 550 msnm, precipitan 644,8 mm de promedio y en Ccatcca, a 3 700 msnm precipitan 595,1 mm. Estas diferencias se deben a la circulación de los vientos húmedos, que cuando atraviesan las cumbres y altiplanicies, y luego descienden por la topografía, el aire se calienta y reduce su humedad relativa, por lo que disminuyen los valores pluviométricos. Esto se aprecia por ejemplo en Ccatcca, donde la ubicación del valle a sotavento, hace que los vientos descendentes generen menores valores de lluvia que en otros valles.

Aún considerando las variaciones debidas a la orografía, la estacionalidad de las lluvias se manifiesta con claridad como un hecho constante. Por ejemplo Ccatcca, presenta los meses de mayo a setiembre prácticamente secos; en este prolongado periodo las lluvias esporádicas son poco significativas. Lo mismo sucede en las demás estaciones climatológicas especialmente para los meses de julio y agosto, casi siempre secos. Se aprecia también que el mes de abril es un mes transicional de la estación lluviosa a la estación seca, y que los meses de setiembre a noviembre son transicionales de la estación seca a la estación húmeda. A partir de diciembre en todas las estaciones se define con claridad la estación lluviosa. La cual dura hasta marzo.

También se puede constatar que la pluviometría de las diversas estaciones empleadas en este estudio muestra volúmenes de lluvia anual muy similares. Por ejemplo, en la Figura 5.3.2-2 se observa que el valor de la media de las cinco estaciones está muy cerca de los valores específicos de cada estación. Que las desviaciones máximas y mínimas son superiores o inferiores como máximo en un 20 % del valor de la media. Por ello, se puede tratar a toda esta área como un clima de pluviometría anual y de régimen estacional bastante homogéneo.

² Yauri está bastante alejada del área de estudio pero es la altiplanicie con datos meteorológicos más cercana existente.

Figura 5.3.2-2 Precipitación total anual promedio para las estaciones



Teniendo en cuenta que la pluviometría anual es similar en todo el tramo de sierra evaluado, se puede sumar los totales de cada estación, para obtener un total anual de 3 351,5 mm para la región evaluada. Dividiendo este total entre las cinco estaciones, se tiene que la lluvia promedio anual para cada lugar del área de estudio es de 670,3 mm. Del total de lluvia anual para la región, el periodo lluvioso de diciembre a marzo representa un total de 2 427,5 mm, lo que da un promedio de 485,5 mm para el total de la estación lluviosa en cada punto de la región evaluada. Esto quiere decir, que los cuatro meses de la estación lluviosa totalizan el 72,4 % de la lluvia que precipita anualmente.

En cambio la estación seca (considerando como tal a los ocho meses que van de mayo a noviembre), totaliza 184,8 mm, lo que representa únicamente el 27,6 % del total anual. En términos mensuales promedio, cada mes de la estación lluviosa precipita 121,4 mm, es decir, 4,0 mm diarios. Cada mes de la estación seca aporta solamente 23,1 mm, es decir, 0,8 mm diariamente.

Estos valores reflejan claramente la marcada estacionalidad pluviométrica del área. Sin embargo, no reflejan la totalidad de condiciones pluviométricas ya que por ejemplo, los tres meses más secos de junio a agosto pueden carecer prácticamente de lluvias, o también algunas lluvias diarias pueden representar gran parte de los totales mensuales.

- **Análisis de Tormentas**

Uno de los aspectos más importantes de la precipitación es conocer la magnitud de las tormentas. Sin embargo, los datos existentes son escasos, y las inferencias que se pueden establecer resultan muy referenciales. La data de mayor utilidad que existe para este efecto es la de precipitación máxima mensual para 24 horas, que presenta el total de lluvia máximo ocurrido en un día del mes considerado. Sin embargo, esta cifra debe tomarse con muchas reservas, ya que entre otras razones, el total de la lluvia de un día puede producirse en breves minutos u horas de ese mismo día, lo que aumentaría severamente su potencial erosivo e inundable, o por el contrario, producirse a lo largo de muchas horas del período de registro, lo que implicaría un reducido volumen por unidad de tiempo y baja intensidad erosiva, situaciones que no se pueden saber del registro evaluado. Asimismo la máxima mensual no presenta las condiciones de los demás días del mes, y estos tienen distintos efectos según se trate de

lluvias fuertes esporádicas, o lluvias de baja intensidad pero diarias. Por ello, el análisis de tormentas basado en esta data resulta necesariamente referencial.

El Cuadro 5.3.2-2 presenta las precipitaciones máximas en 24 horas, ocurridas en las estaciones climatológicas del área de estudio; indicando también el año en que se registró este valor.

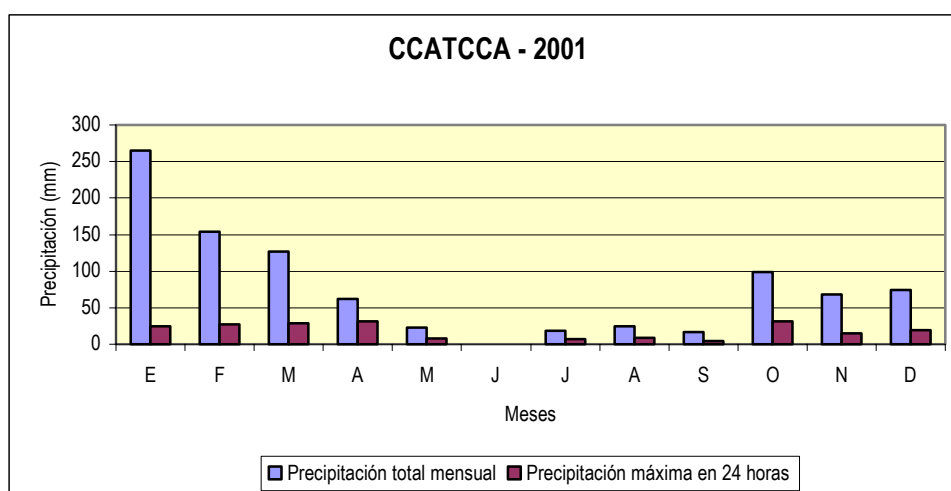
Cuadro 5.3.2-2 Precipitaciones máximas para 24 horas (mm)

Localidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Urcos	27,0 1968	37,0 1975	28,0 1973	25,0 1973	13,0 1966	8,0 1969	15,0 1968	14,0 1974	30,0 1966	18,0 1968	25,0 1964	30,0 1970
Yauri	50,3 2004	35,8 1994	34,2 1995	40,4 1999	16,4 1975	15,2 1974	13,0 1968	20,6 1974	22,2 1973	32,0 1966	39,0 1993	37,2 1997
Ccatcca	38,0 1987	42,1 1994	34,0 2003	31,7 2001	8,6 1995	20,3 1992	13,0 1987	28,1 1993	15,5 2000	33,7 2002	20,7 2002	29,5 1993

Los datos muestran que generalmente las intensidades máximas diarias son muy reducidas, tanto para las zonas bajas de valles como Urcos y Ccatcca (que tienen precipitaciones similares al valle de Ocongata), como para la zona altoandina (Yauri).

A continuación, se tomó el año con mayor precipitación total anual y se comparó con la precipitación máxima en 24 horas para ese mismo año. Para este análisis se tomó la estación Ccatcca porque es la que se encuentra dentro del área de estudio. Estos resultados se aprecian en la figura 5.3.2-3.

Figura 5.3.2-3 Precipitación máxima en 24 horas comparada con la precipitación total mensual



Como se puede apreciar, para ningún mes la precipitación máxima registrada para un día supera los 35 mm. Aunque en algunos casos esos valores representan la mitad o un tercio de lo precipitado en ese mes. Por ejemplo, para el mes de abril se registró un total de 62,1 mm y en 1 sólo día llovió la mitad (31,7 mm); para un día del mes de octubre se registró 31,8 mm que es casi un tercio de lo que precipitó en ese mes (98,4 mm).

Sin embargo, de acuerdo a otras fuentes³ en una ocasión el valle de Cusco, reportó 95,2 mm en sólo dos horas de lluvia (el 17 de noviembre de 1977), y asimismo en 12 horas del 23 al 24 de febrero precipitaron 73,3 mm. Lluvias de esta severa magnitud son probables en la sierra para eventos anómalos, aunque no predecibles, y pueden ocurrir eventualmente también en el área de estudio.

Lluvias de este orden son particularmente importantes por su potencial erosivo y de inundabilidad, teniendo en cuenta que suceden sobre medios de fuerte pendiente que aceleran la intensidad de las escorrentías.

5.3.2.2.2 Temperatura

La temperatura disminuye conforme aumenta la altitud aproximadamente unos 5 °C o 6 °C por cada kilómetro de ascenso. La zona de estudio configura un clima de altitud, donde las temperaturas tienen una fuerte variabilidad expresada principalmente en las diferencias que hay a nivel diario, en momentos a sol y a sombra, y entre el día y la noche. Asimismo, las pendientes topográficas tienen momentos de máximas y mínimas temperaturas, según se encuentren expuestas de manera distinta a los puntos cardinales y también de acuerdo a su rango de inclinación topográfica.

A pesar de la complejidad de estos factores se puede distinguir dos aspectos generales que caracterizan los climas de altitud: la estacionalidad térmica y la existencia de pisos altitudinales.

³ Andrés Choquehuanca, "Las precipitaciones máximas y mínimas históricas" Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Ingeniería Geológica y Geografía, Boletín 1992-1995.

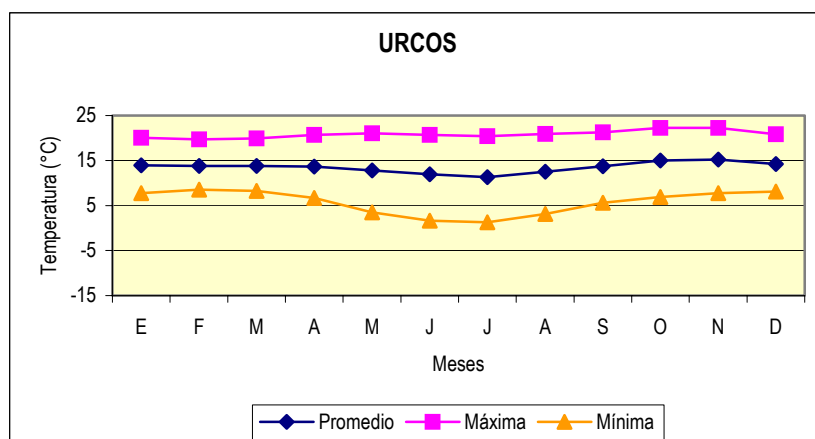
5.3.2.2.3 Estacionalidad Térmica

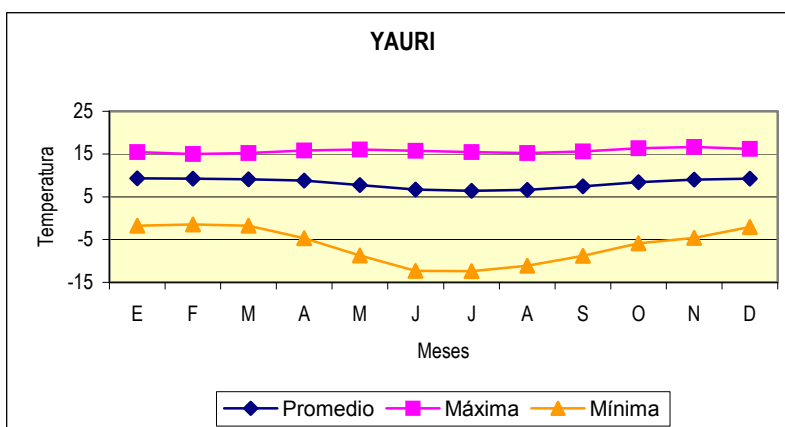
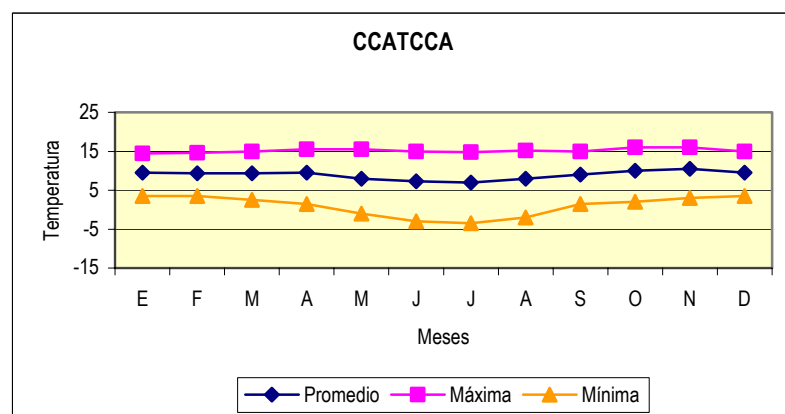
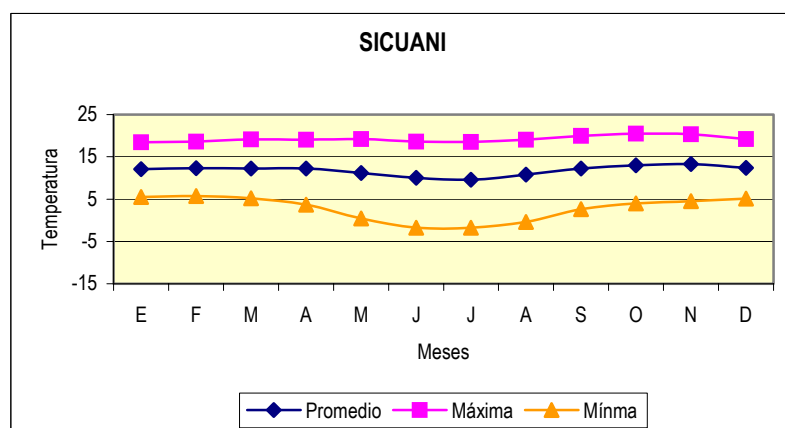
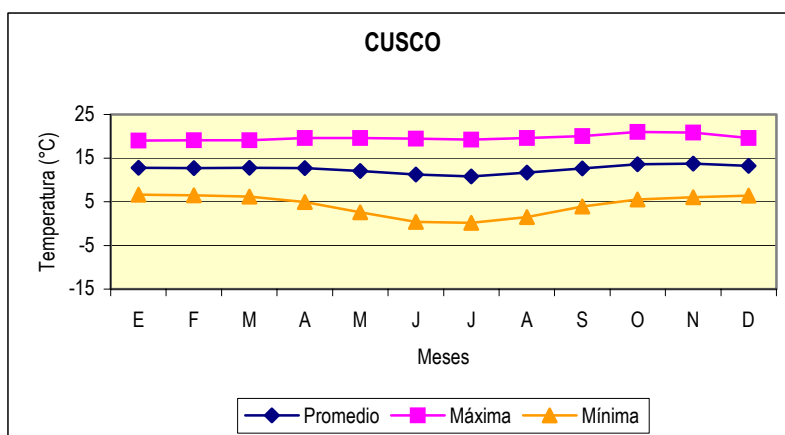
La estacionalidad térmica se manifiesta principalmente en lo que respecta a las temperaturas mínimas diarias y absolutas, las cuales se presentan con mayor rigor en el invierno. En cambio, la estacionalidad no se aprecia para las temperaturas máximas promedio mensual. Así por ejemplo, en la Figura 5.3.2-4 se observa que la temperatura promedio es ligeramente mayor en los meses de primavera (octubre o noviembre). Esto sucede, porque el verano, que es la estación que debería contener los valores más elevados, es a la vez la estación climática que registra la mayor nubosidad, lo que reduce sus valores máximos. La primavera tiene poca nubosidad pero radiaciones solares bastante verticales, lo que genera este aumento de temperatura.

El invierno es seco y casi siempre soleado, y por ello, la temperatura diurna en esta época se eleva sensiblemente, acercándose a los valores que se alcanzan en verano y primavera, pero en cambio, la verticalidad solar no es muy elevada y las horas de luz diurna son deficitarias respecto a las horas de noche. Por ello, las temperaturas nocturnas se reducen sensiblemente sobre todo por la fuerte irradiación propia de los climas de altitud.

El invierno en la sierra es seco por lo que no se genera nubosidad. Los rayos solares pasan libremente y calientan la superficie terrestre durante el día lo que provoca temperaturas entre 15 °C y 20 °C (ver Cuadro 5.3.2-3), pero por la noche, el suelo libera el calor recibido tan rápido como se calentó durante el día; es entonces cuando la temperatura llega a temperaturas muy bajas (mínimas extremas negativas promedio de -12,3 °C y -12,4 °C como se muestra en el Cuadro 5.3.2-5 para la estación Yauri, donde es probable que las mínimas absolutas extremas sean del orden de -15 °C).

Figura 5.3.2-4 Régimen de temperaturas para las estaciones meteorológicas





Cuadro 5.3.2-3 Temperatura promedio mensual máxima extrema (°C)

Estación	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Urcos	20,0	19,7	19,9	20,7	21,0	20,7	20,4	20,9	21,2	22,2	22,2	20,8
Cusco	19,0	19,1	19,1	19,6	19,6	19,4	19,2	19,6	20,0	21,0	20,8	19,6
Sicuani	18,4	18,6	19,1	19,0	19,2	18,6	18,5	19,0	19,9	20,5	20,3	19,2
Yauri	15,4	15,0	15,2	15,8	16,0	15,7	15,4	15,2	15,6	16,3	16,6	16,2

Cuadro 5.3.2-4 Temperatura promedio mensual (°C)

Estación	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Annual
Urcos	13,9	13,8	13,8	13,6	12,8	11,9	11,3	12,5	13,7	15,0	15,2	14,2	13,5
Cusco	12,8	12,7	12,8	12,7	12,0	11,2	10,8	11,7	12,6	13,6	13,7	13,2	12,5
Sicuani	12,1	12,3	12,2	12,2	11,2	10,0	9,6	10,8	12,2	13,0	13,3	12,4	11,8
Ccatcca	9,5	9,4	9,4	9,5	8,0	7,3	7,0	8,0	9,0	10,0	10,5	9,5	8,9
Yauri	9,3	9,2	9,1	8,8	7,7	6,7	6,4	6,6	7,4	8,4	9,0	9,2	8,2

Cuadro 5.3.2-5 Temperatura promedio mensual mínima extrema (°C)

Estación	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Urcos	7,7	8,5	8,2	6,7	3,5	1,6	1,3	3,1	5,6	6,9	7,7	8,1
Cusco	6,6	6,5	6,2	4,9	2,6	0,4	0,2	1,5	3,9	5,5	6,0	6,4
Sicuani	5,5	5,7	5,2	3,7	0,4	-1,8	-1,8	-0,4	2,6	4,0	4,5	5,1
Yauri	-1,8	-1,5	-1,8	-4,7	-8,7	-12,3	-12,4	-11,1	-8,8	-5,9	-4,6	-2,1

5.3.2.4 Pisos Altitudinales

La disminución de la temperatura con la altitud define la existencia de pisos altitudinales térmicos. A partir de ciertos límites o altitudes, los climas andinos pasan de templados a fríos y muy fríos.

a. Piso templado medio de valles interandinos

Para el departamento de Cusco, este piso abarca desde 2 800 hasta 3 800 msnm. En la zona específica de estudio, el piso se extiende sobre 3 400 msnm porque no hay territorios más bajos. Este piso comprende los valles de Ccatcca y Ocongate con un promedio de temperatura anual que va de 12 a 9°C, que incluye una temporada de heladas relativamente rigurosas que se presentan de mayo a agosto, meses que registran numerosas noches con temperaturas comprendidas entre 0 °C y -5 °C. Las temperaturas máximas absolutas son del orden de 25 °C principalmente en los meses soleados de primavera, no obstante por tratarse de climas de altitud, estas temperaturas elevadas duran muy cortos periodos del día.

b. Piso frío de zonas altoandinas

Este piso va de 3 800 a 4 500 msnm. La temperatura promedio anual va del orden de 9 °C a 4 °C, con temperaturas máximas absolutas del orden de 18 °C a 21 °C para momentos de muy corta duración. Las temperaturas de congelamiento son constantes todo el invierno de mayo a setiembre, llegando a mínimas absolutas negativas del orden de -10 °C. A diferencia del piso anterior, los meses restantes del año también tienen temperaturas de congelamiento frecuentes.

c. Piso muy frío de zonas altoandinas

Se extiende por encima de los 4 500 msnm. La temperatura promedio anual es inferior a 4 °C, con temperaturas máximas absolutas del orden de 15 °C a 18 °C para momentos de muy corta duración. Las temperaturas de congelamiento son constantes todo el año durante las noches, llegando a mínimas absolutas del orden de -20 °C. Es el denominado piso periglaciario andino, y a partir de 5 000 o 5 200 msnm se presenta la isoterma de 0 °C. La carretera proyectada en la zona de estudio, no atraviesa este piso, el cual sólo se presenta como parte del área de influencia indirecta del proyecto.

5.3.2.2.5 Clasificación Climática (Basado en el sistema de Thornthwaite)

Como un soporte técnico de los pisos altitudinales descritos y de las zonas climáticas representadas en el mapa climático, en el cuadro 5.3.2-6 se presenta una clasificación climática basada en el sistema de Thornthwaite; empleando los datos de precipitación promedio mensual y temperatura media mensual de las estaciones encontradas en el área de estudio.

Según el cuadro 5.3.2-6, para las estaciones Ccatcca, Sicuani, Urcos y Cusco, el índice de humedad previsto por el sistema de Thornthwaite se encuentra en el rango de 32 a 63, correspondiéndoles la provincia de humedad *subhúmedo* (C). En cambio, el índice de humedad de Yauri está entre 64 y 127 por lo que le corresponde la provincia de humedad *húmedo* (B); esto se debe principalmente a su altitud, ya que como se expresó anteriormente respecto de la precipitación, ésta aumenta con la altitud.

El índice térmico de Yauri, Ccatcca y Sicuani se encuentra entre 32 y 63, por lo tanto les corresponde la provincia de temperatura *microtérmico* (C'). A Urcos y Cusco les corresponde la provincia de temperatura *mesotérmico* (B') debido a que el rango del índice térmico varía de 64 a 127.

De lo obtenido, según el sistema Thornthwaite, el tramo de sierra del proyecto comprende una zona fría y húmeda (representada por la estación Yauri) y una zona subhúmeda representada por las demás estaciones. De estas últimas, las estaciones de altitud más baja (Urcos y Cusco), corresponden a un clima templado, y las estaciones de Ccatcca y Sicuani, a un clima relativamente frío. La zona climática muy fría y húmeda presentada en el mapa climático, no aparece en este sistema por no disponerse de estaciones meteorológicas en este piso altitudinal.

Cuadro 5.3.2-6 Clasificación Climática basada en el Sistema de Thornthwaite

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic		
Yauri														
Precipitación	166.1	182.2	126.8	54.4	7.1	5.0	4.0	14.3	25.7	35.9	43.9	109.0	Índice P-E	Prov de Humedad
P-E	15.9	17.7	11.9	4.7	0.5	0.4	0.3	1.2	2.2	3.0	3.7	10.0	71.6	Húmedo B
Temperatura	9.3	9.2	9.1	8.8	7.7	6.7	6.4	6.6	7.4	8.4	9.0	9.2	Índice T-E	Prov de Temperatura
T-E	4.2	4.1	4.1	4.0	3.5	3.0	2.9	3.0	3.3	3.8	4.1	4.1	44.0	Microtérnico C'
Ccatcca														
Precipitación	108.6	124.6	95.0	42.6	8.9	1.8	4.0	9.5	18.2	31.3	52.9	97.7	Índice P-E	Prov de Humedad
P-E	9.8	11.5	8.5	3.5	0.7	0.1	0.3	0.7	1.4	2.4	4.2	8.7	51.8	Subhúmedo C
Temperatura	9.5	9.4	9.4	9.5	8.0	7.3	7.0	8.0	9.0	10.0	10.5	9.5	Índice T-E	Prov de Temperatura
T-E	4.3	4.2	4.2	4.3	3.6	3.3	3.2	3.6	4.1	4.5	4.7	4.3	48.2	Microtérnico C'
Sicuaní														
Precipitación	125.3	116.3	121.4	42.5	9.0	2.4	5.3	11.3	20.5	38.1	59.1	93.6	Índice P-E	Prov de Humedad
P-E	10.1	9.3	9.8	3.0	0.6	0.1	0.3	0.7	1.4	2.6	4.2	7.2	49.3	Subhúmedo C
Temperatura	12.1	12.3	12.2	12.2	11.2	10.0	9.6	10.8	12.2	13.0	13.3	12.4	Índice T-E	Prov de Temperatura
T-E	5.4	5.5	5.5	5.5	5.0	4.5	4.3	4.9	5.5	5.9	6.0	5.6	63.6	Microtérnico C'
Urcos														
Precipitación	121.4	122.3	103.5	40.9	6.8	2.9	4.9	7.9	22.0	33.3	57.9	104.1	Índice P-E	Prov de Humedad
P-E	9.0	9.2	7.6	2.7	0.4	0.2	0.3	0.5	1.4	2.1	3.8	7.5	44.6	Subhúmedo C
Temperatura	13.9	13.8	13.8	13.6	12.8	11.9	11.3	12.5	13.7	15.0	15.2	14.2	Índice T-E	Prov de Temperatura
T-E	6.3	6.2	6.2	6.1	5.8	5.4	5.1	5.6	6.2	6.8	6.8	6.4	72.8	Mesotérnico B'
Cusco														
Precipitación	153.1	135.7	106.9	49.1	7.6	1.9	1.0	9.5	15.4	37.5	77.7	113.9	Índice P-E	Prov de Humedad
P-E	12.3	10.8	8.2	3.5	0.5	0.1	0.1	0.6	1.0	2.5	5.6	8.7	53.7	Subhúmedo C
Temperatura	12.8	12.7	12.8	12.7	12.0	11.2	10.8	11.7	12.6	13.6	13.7	13.2	Índice T-E	Prov de Temperatura
T-E	5.8	5.7	5.8	5.7	5.4	5.0	4.9	5.3	5.7	6.1	6.2	5.9	67.4	Mesotérnico B'

Precipitación Efectiva (P-E)	
Provincia de humedad	Índice P-E
A Muy Húmedo	Mayor de 128
B Húmedo	64 a 127
C Subhúmedo	32 a 63
D Semiárido	16 a 31
E Árido	Menor de 16

Temperatura Efectiva (T-E)	
Provincia de temperatura	Índice T-E
A' Tropical	Mayor de 128
B' Mesotérmico	64 a 127
C' Microtérnico	32 a 63
D' Taiga	16 a 31
E' Tundra	1 a 15
F Glacial	0

5.3.2.2.6 Vientos

La dirección, frecuencia y velocidad de los vientos en las zonas andinas responden principalmente a los grandes elementos regionales de la circulación general atmosférica, aunque en detalle están muy influenciados por la orografía.

El Cuadro 5.3.2-7 muestra los valores que registran las estaciones para dirección, frecuencia y velocidad media de los vientos de las estaciones Cusco y Sicuani, que son referenciales al área de estudio. Se aprecia que en Cusco, la dirección promedio anual predominante es del noreste con una velocidad promedio de 12,1 km/h. Para Sicuani, la dirección anual predominante es del noroeste con una velocidad de 11,4 km/h. Se observa que para estas estaciones los vientos son bastante débiles y de acuerdo a la escala de Beaufort se clasifican como “vientos flojitos o brisa muy débil”; es decir, es un viento que se siente en el rostro y aprecia con el movimiento de las hojas de los árboles. Este tipo de viento dominante no representa ningún obstáculo para el desempeño de actividades del proyecto en la zona, y los eventos anómalos, que traen consigo la presencia eventual de esporádicos días de fuerte viento, nunca alcanzan magnitudes superiores a 70 u 80 km/hora (“vientos duros a muy duros”), que aparecen como ráfagas bastante puntuales principalmente al promediar las tardes.

Cuadro 5.3.2-7 Dirección, frecuencia y velocidad media de los vientos (km/h)

CUSCO																											
	E		F		M		A		M		J		J		A		S		O		N		D		Anual		
	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F
N	3	12,0	4	11,7	3	10,8	5	9,4	4	10,4	7	11,3	6	10,2	4	16,2	5	17,3	2	10,8	1	10,8	6	13,2	50	12,0	
NE	8	11,2	7	11,3	11	10,5	6	10,2	4	10,8	1	7,2	4	12,6	7	12,8	9	15,2	14	16,2	13	14,1	4	13,5	88	12,1	
E	2	9,0	5	9,4	3	9,6	3	9,6											2	10,8	2	14,4	4	9,0	21	10,2	
SE			1	7,2			1	7,2	1	7,2							1	10,8							4	8,1	
W	4	10,8	5	8,6	5	10,8	4	6,3	8	7,2	7	8,2	6	9,6	7	11,8	4	10,8	3	10,8	5	12,2	7	10,8	65	9,8	
NW	7	9,8	2	9,0	2	9,0	5	9,4	7	7,7	9	9,6	8	10,4	6	12,0	5	10,8	3	9,6	3	9,6	3	8,4	60	9,6	

SICUANI																											
	E		F		M		A		M		J		J		A		S		O		N		D		Anual		
	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F
N																					2,0	18,0			2	18,0	
NE																							1	15,6	1	16	
E											1	4,8													1	4,8	
S									1	13,2									1	19,2			1	8,4	3	13,6	
W	3	10,8	3	11,6	3	10,8	3	13,6	4	11,1	4	11,4	3	9,6	4	11,4	4	13,5	2	8,4	2	10,2	3	16,0	38	11,5	
NW	8	10,2	8	11,1	8	10,4	8	10,8	6	9,8	6	10,8	8	10,8	7	13,0	7	13,5	8	12,3	7	13,4	6	10,2	87	11,4	

F: Frecuencia de los vientos (número de observaciones registradas)

V: Velocidad de los vientos (km/h)

En la Figura 5.3.2-5, se ve que la dirección predominante noroeste en Sicuani se mantiene a lo largo del año; sin embargo, en Cusco, esta distribución varía ligeramente para otoño e invierno cuando la dirección predominante es oeste. En la Figura 5.3.2-5, se muestra una serie de rosas de vientos referidas a los días en que Walsh Perú efectuó los monitoreos de campo para calidad de aire y ruido.

En dichas rosas, que son bastante puntuales porque reflejan las condiciones de uno o dos días del año, se aprecia que las direcciones mayoritarias del viento provienen del oeste, y en menor medida del norte, noroeste y noreste. Estas mediciones puntuales, realizadas directamente en el área de estudio, confirman los promedios anuales de Cusco y Sicuani, estaciones algo alejadas del área pero tomadas como referencia.

Las direcciones oeste y norte predominantes, se deben a la circulación general aérea bajo el dominio mayoritario de las altas presiones subtropicales, pero muy influenciadas por la orografía de los valles,

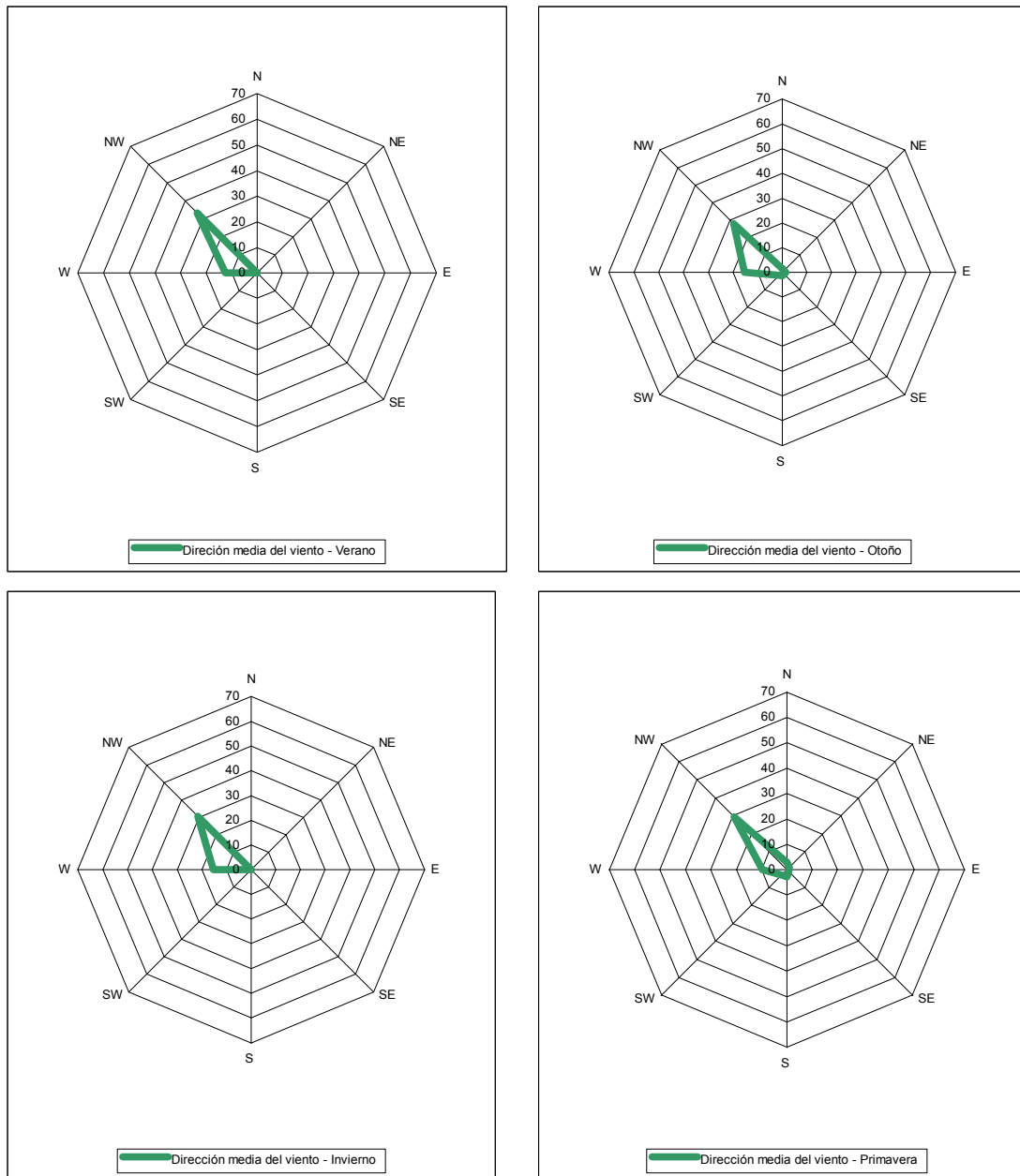
que dirigen la circulación del aire en detalle. Aunque se puede asumir que estas direcciones encontradas son ampliamente dominantes en el tramo evaluado, lo más importante es que se trata de brisas de valle o montaña casi siempre débiles, que como se expresó anteriormente, tendrán muy poca incidencia en las obras viales previstas por el proyecto.

Figura 5.3.2-5 Dirección media estacional de los vientos para las estaciones de Cusco y Sicuani

Cusco



Sicuni

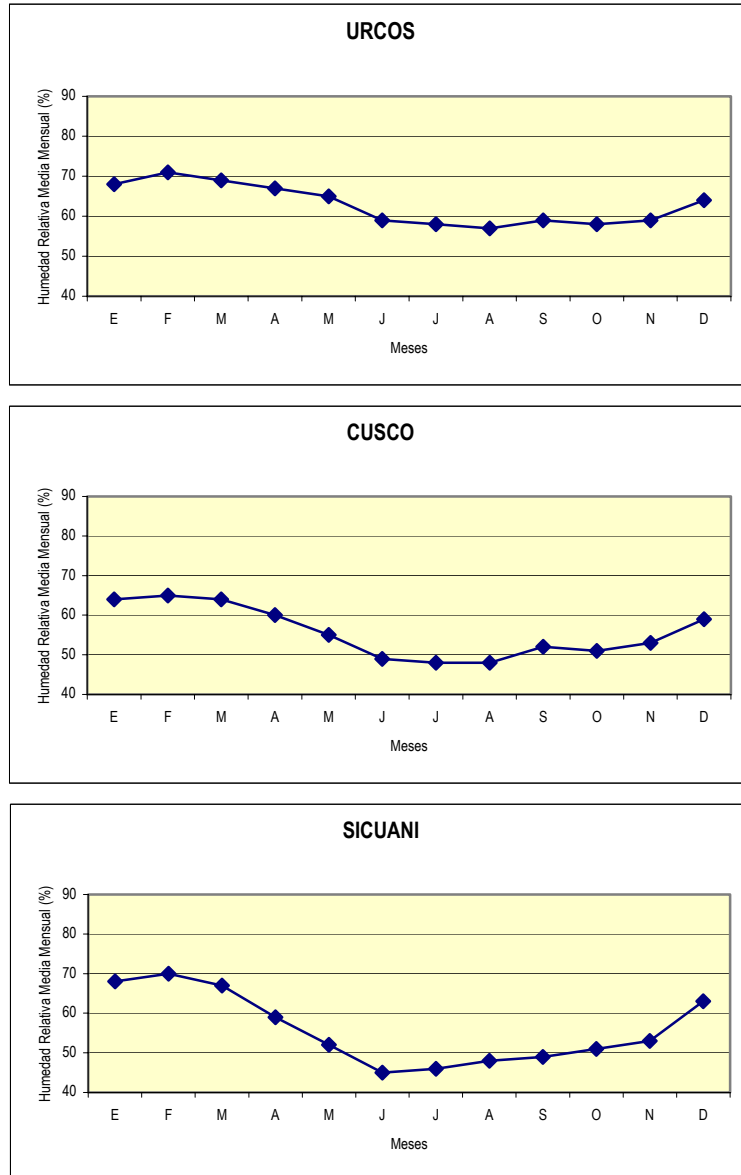


5.3.2.2.6 Humedad Relativa

La humedad relativa es un parámetro que está sensiblemente influenciado por la estacionalidad, como se ve en la Figura 5.3.2-6. Para la mayoría de estaciones, la humedad relativa es mayor en los meses de verano; esto se debe a que la convergencia intertropical se encuentra sobre nuestro hemisferio en esas fechas; es cuando se incrementa la evaporación elevando la humedad relativa. El mecanismo de ascenso de masas de aire propio de las bajas presiones de la convergencia intertropical, es el que genera la mayor humedad relativa de esta estación. En cambio, en invierno, el predominio es de las altas presiones subtropicales, que provocan un descenso troposférico del aire, y consiguientemente un calentamiento del mismo y el descenso de la humedad relativa.

La humedad relativa es un parámetro que acompaña sobre todo la distribución de los meses de lluvia y los meses secos, y no tiene incidencias directas apreciables en las obras previstas por el proyecto.

Figura 5.3.2-6 Humedad relativa



5.3.2.3 ZONAS DE VIDA

Debido a la amplia variedad climática, en el área de estudio se ha registrado 5 zonas de vida natural según el sistema de clasificación desarrollado por Leslie R. Holdridge y que es utilizado en el país desde la década de los setenta. Según este sistema, se prevé qué formaciones vegetales y ecológicas pueden estar presentes en una zona a partir de promedios de biotemperatura y precipitación anuales, según los pisos y zonas latitudinales. Las referidas zonas se encuentran representadas en los mapas de zonas de vida que acompañan este capítulo. Las unidades correspondientes a las zonas de vida de este sector del tramo son los siguientes:

- **Nival-Subtropical (NS)**

El promedio de precipitación total anual varía alrededor de 800 mm y la biotemperatura media anual está por debajo de 1.5 °C. Se ubica sobre 5 000 msnm y su topografía es abrupta casi completamente cubierta por hielos glaciares. No se observa formas de vida salvo algunas criptógamas como líquenes minúsculos. En el área del proyecto constituye una zona muy reducida de la cordillera de Ausangate, por la que no pasa directamente el trazo propuesto, y tiene importancia para el régimen hidrológico de ríos y lagunas.

- **Tundra Pluvial-Alpino Subtropical (tp-AS)**

El promedio de precipitación total anual varía entre 500 mm y 1 000 mm y la biotemperatura media anual entre 3°C y 1.5°C. Se ubica entre 4 500 y 5 000 msnm y su topografía es muy accidentada. Según el Diagrama de Holdridge esta zona de vida tiene una evapotranspiración potencial que varía entre la octava (0,125) y la cuarta parte (0,25) del promedio de precipitación total por año, es decir hay un claro exceso de disponibilidad hídrica entre lo que precipita y lo que evapora, hecho que ubica esta zona de vida en la provincia de humedad *superhúmedo*.

Este clima conforma un piso térmico periglacial, en el cual, gran parte del año (casi todas las noches y madrugadas), el agua que hay en la superficie del terreno congela, pero igualmente fusiona diariamente con las primeras radiaciones solares diurnas. De este modo, se trata de un clima que alterna diariamente momentos de congelamiento y descongelamiento. En sector evaluado, el trazo propuesto no pasa directamente por esta zona de vida.

- **Páramo muy Húmedo-Subalpino Subtropical (pmh-SaS)**

El promedio de precipitación total anual varía entre 700 mm y 800 mm y la biotemperatura media anual entre 6 °C y 3 °C. Se ubica entre 3 900 y 4 500 msnm, es una zona de clima frío, que no permite la agricultura, pero que ofrece algunas buenas condiciones para la ganadería extensiva. Según el Diagrama de Holdridge esta zona de vida tiene una evapotranspiración potencial que varía entre la cuarta parte (0,25) y la mitad (0,5) del promedio de precipitación total por año, hecho que ubica esta zona de vida en la provincia de humedad *húmedo*.

Esta zona de vida la encontramos ampliamente distribuida en el área de influencia indirecta del estudio, pero de manera directa sólo en los kilómetros 32 a 37 y 95 a 100.

- **Bosque Húmedo-Montano Subtropical (bh-MS)**

El promedio de precipitación total anual varía entre 600 mm y 800 mm y la biotemperatura media anual entre 10 °C y 6 °C. Se ubica entre 3 400 y 4 000 msnm. Según el Diagrama de Holdridge esta zona de vida tiene una evapotranspiración potencial que varía entre la mitad (0,5) y una cantidad igual (1) al volumen promedio de precipitación total por año, hecho que ubica esta zona de vida en la provincia de humedad *húmedo*.

Las laderas de pendiente suave permiten el crecimiento de plantaciones forestales. La vegetación arbórea natural está constituida por bosques residuales del quinal, chachacomo, tasta, etc y arbustos como tarhui, airampo, mutuy, etc. y grandes extensiones de pastos naturales: Festuca, Stipa, Calamagrostis, Poa, entre otros. En este clima se desarrolla también la agricultura andina de secano

que bordea los valles de Ccatcca y Ocongata. Esta unidad caracteriza los kilómetros 37 a 40, 55 a 65 y 90 a 95, aproximadamente.

- **Estepa-Montano Subtropical (e-MS)**

El promedio de precipitación total anual varía entre 350 mm y 500 mm y la biotemperatura media anual máxima de 11,3 °C y la media anual mínima de 7,1 °C. Se ubica entre 3 000 y 3 400 msnm y el relieve es accidentado. Sin embargo, en esta zona de vida, las condiciones para la agricultura de secano son relativamente favorables en lo que respecta a la temperatura promedio anual, aunque sean desfavorables por las sequías frecuentes de esta zona. La vegetación natural es de tipo herbácea y estacional. Según el Diagrama de Holdridge esta zona de vida tiene una evapotranspiración potencial total por año variable entre una (1) y dos (2) veces la precipitación total por año, hecho que ubica esta zona de vida en la provincia de humedad *subhúmedo*.

Esta zona de vida comprende la mayor parte del área de influencia del proyecto vial, ya que la encontramos desde el kilómetro 40 al 90.

5.3.2.4 CLIMA Y METEOROLOGIA DEL SECTOR 2 (KM 265+000 – 300+000)

El clima de este sector corresponde al de la selva alta del país. Para realizar el análisis de los parámetros meteorológicos más importantes se tomaron datos de Quincemil, que es la única estación climatológica cercana al área de estudio. La ubicación y detalles descriptivos de esta estación se muestran en el cuadro 5.3.2-8.

Cuadro 5.3.2-8 Estación meteorológica empleada

Estación	Propietario	Latitud Sur	Longitud Oeste	Altitud (msnm)	Departamento	Periodo
Quincemil	SENAMHI	13°14'	70°44'	619	Cusco	1971-2004

5.3.2.4.1 Precipitación

La precipitación se produce por diferentes mecanismos. Para esta zona, la variabilidad de la precipitación está en función de la orografía y la altitud. Quincemil es una de las zonas más lluviosas de Perú, registra 6868,1 mm de precipitación promedio anual, lo que representa precipitaciones de más del doble de las que ocurren en la mayor parte de la selva peruana.

5.3.2.4.2 Estacionalidad

La distribución de lluvias a lo largo del año es estacional, ya que las lluvias caen principalmente en el verano; los valores mínimos de precipitación coinciden con los meses de invierno como se observa en la Figura 5.3.2-7. Los meses lluviosos de diciembre a marzo pueden concentrar algo más del 50 % del total anual.

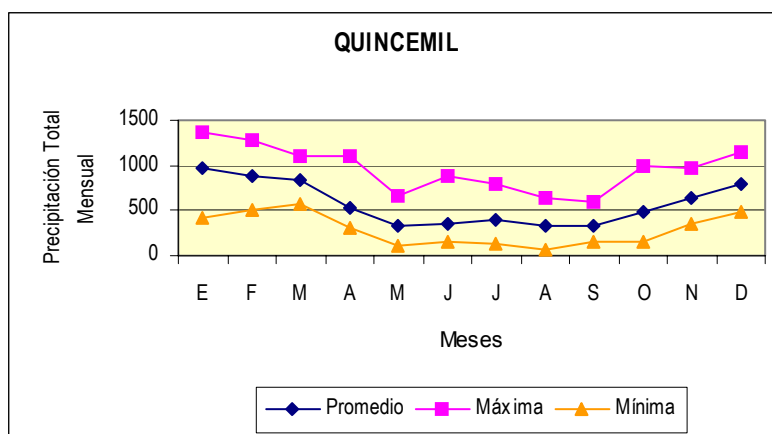
La presencia de veranos lluviosos en la selva alta del país se debe tanto a la dominancia de la convergencia intertropical sobre la mayor parte del país durante estos meses, como a los mecanismos de condensación orográfica propios de la selva alta suroriental. En esta región, los relieves elevados de

la cordillera oriental se oponen a la dirección dominante de donde vienen los vientos húmedos de la amazonía, impulsadas por las altas presiones subtropicales⁵.

Estas masas de aire húmedas, en su recorrido hacia la convergencia intertropical, se encuentran con la cordillera y los valles que descienden de las cumbres orientales. El aire se ve forzado a ascender por la orografía, y consiguientemente pierde temperatura condensando la elevada humedad con la que vienen. Las precipitaciones son por ello muy abundantes, destacándose el hecho de que la estación de Quincemil es la región más lluviosa del país, con aproximadamente 7 metros de lluvia al año.

En invierno, la convergencia intertropical de aire mayormente ascendente se desplaza al hemisferio norte, llevando las lluvias a esa región, y sobre el Perú se posicionan las altas presiones subtropicales, de aire mayormente descendente, que al descender frecuentemente de la alta troposfera se calienta, y por consiguiente pierde humedad relativa, siendo menos probable que genere nubosidad y lluvias. Sin embargo, considerando que esta zona se halla muy influenciada por efecto de lluvias orográficas, la disminución del total de lluvias propias de la estación de invierno no es tan acentuada como en otras regiones del país, y en este tramo evaluado, siempre son posibles lluvias muy fuertes durante la estación seca.

Figura 5.3.2-7 Precipitación total mensual



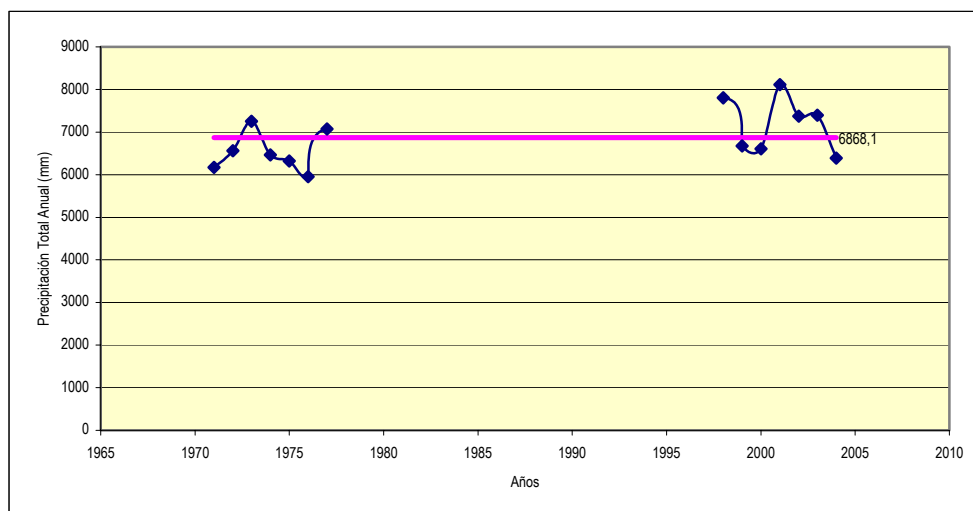
Por su ubicación geográfica y por la elevada tasa de condensación de la selva, esta región posee un régimen de precipitación bastante regular (cuando se considera una prolongada serie de años), a diferencia por ejemplo de la sierra, que tiene una variabilidad interanual bastante acentuada. En la zona de Quincemil no se aprecia gran variabilidad en volumen e intensidad de precipitación interanual (ver Cuadro 5.3.2-9), notándose que entre los años de menor y mayor precipitación, la diferencia no es mayor al 20 % al valor de la media (ver Figura 5.3.2-8); es decir no se aprecian años de sequía o de lluvias excesivamente abundantes con respecto al promedio.

⁵ Como se ve más adelante en la sección 2.2.3 de vientos, la dirección predominante es del este, es decir son vientos que vienen del oriente amazónico y chocan contra la cordillera oriental, donde se halla este tramo evaluado.

Cuadro 5.3.2-9 Precipitación total anual para varios años

Año	Total
1971	6169,2
1972	6562,7
1973	7251,7
1974	6461,0
1975	6320,2
1976	5948,8
1977	7074,0
1998	7805,3
1999	6676,3
2000	6608,7
2001	8112,0
2002	7377,2
2003	7395,4
2004	6390,5
Promedio	6868,1

Figura 5.3.2-8 Variabilidad interanual para la estación Quincemil



Para una serie de años se obtuvo un promedio de precipitación para cada mes. Estos valores se sumaron y dieron como resultado un total anual promedio que es 6 868,1 mm. El periodo lluvioso de diciembre a marzo representa para esta estación un total de 3 468,4 mm, lo que da un promedio de 867,1 mm para cada mes de la estación lluviosa. También se puede obtener un promedio de 28,7 mm para cada día de la estación lluviosa. En términos porcentuales, estos cuatro meses representan el 50,5 % de la lluvia total anual y así mismo cada uno de estos meses aporta porcentualmente el 12,6 % y diariamente 0,4 %.

En cambio la estación seca (considerando como tal a los ocho meses restantes), totaliza 3 399,6 mm, lo que da un promedio de 425,0 mm para cada mes y 13,9 mm por día; esto equivale a la cuarta parte para un periodo lluvioso. Porcentualmente, la precipitación para estos meses es 49,5% del total anual, lo que da a cada mes un porcentaje de 6,2 % y 0,2 % para cada día. Es decir, en un mes del periodo lluvioso

precipita el doble de lo que precipita en un mes del periodo seco. Con esto se refleja la estacionalidad de la región.

5.3.2.4.3 Análisis de Tormentas

Uno de los aspectos más importantes de la precipitación es conocer la magnitud de las tormentas. Sin embargo, los datos existentes son escasos, y las inferencias que se pueden establecer resultan muy referenciales. La data de mayor utilidad que existe para este efecto es la de precipitación máxima mensual para 24 horas, que presenta el total de lluvia máximo ocurrido en un día del mes considerado. Sin embargo, esta cifra debe tomarse con muchas reservas, ya que entre otras razones, el total de la lluvia de un día puede producirse en breves minutos u horas de ese mismo día, lo que aumentaría severamente su potencial erosivo e inundable, o por el contrario, producirse a lo largo de muchas horas del período de registro, lo que implicaría un reducido volumen por unidad de tiempo y baja intensidad erosiva, situaciones que no se pueden saber del registro evaluado. Asimismo la máxima mensual no presenta las condiciones de los demás días del mes, y estos tienen distintos efectos según se trate de lluvias fuertes esporádicas, o lluvias de baja intensidad pero diarias. Por ello, el análisis de tormentas basado en esta data resulta necesariamente referencial.

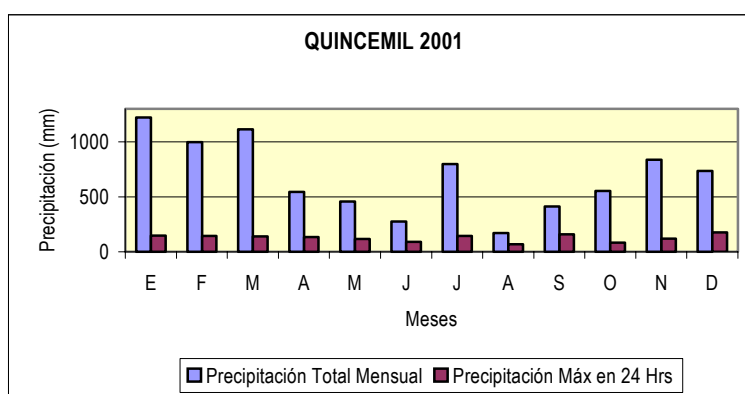
El cuadro 5.3.2-10 presenta las precipitaciones máximas en 24 horas, ocurridas en Quincemil; indicando también el año en que se registró este valor.

Cuadro 5.3.2-10 Precipitación máxima en 24 horas

Localidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Quincemil	235,5	276,2	172,2	165	177,3	179,2	154	198,9	158,4	270	270	183,8
	2003	1977	1998	1998	1976	2000	1975	2000	2001	1973	1972	1976

A continuación, la Figura 5.3.2-9 muestra el año en que se registró la mayor precipitación total anual y se comparó con la precipitación máxima en 24 horas para ese mismo año.

Figura 5.3.2-9 Precipitación máxima en 24 horas comparada con la precipitación total mensual



En Quincemil se observa que para el año 2001 lo que precipitó en un día no supera el 12 % de la precipitación total mensual registrada para ese año. El valor máximo de precipitación para 24 horas se registró en setiembre (158,4 mm); este valor no representa ni el 2% de la precipitación total anual para ese año. Este valor siendo porcentualmente muy bajo, resultaría en cambio muy alto para otras zonas, como las de la sierra de Cusco, donde la precipitación total anual varía entre 600 y 700 mm. En cambio, en un lugar como Quincemil, donde llueve casi 7 000 mm al año, 150 mm en un día no llega a

considerarse un evento anómalo. En la Figura 5.3.2-9 puede observarse también que no hay marcada diferencia en los valores de precipitación máxima a lo largo de ese año, lo que da a entender que es común para Quincemil registrar lluvias de tal magnitud en un solo día.

5.3.2.4.4 Temperatura

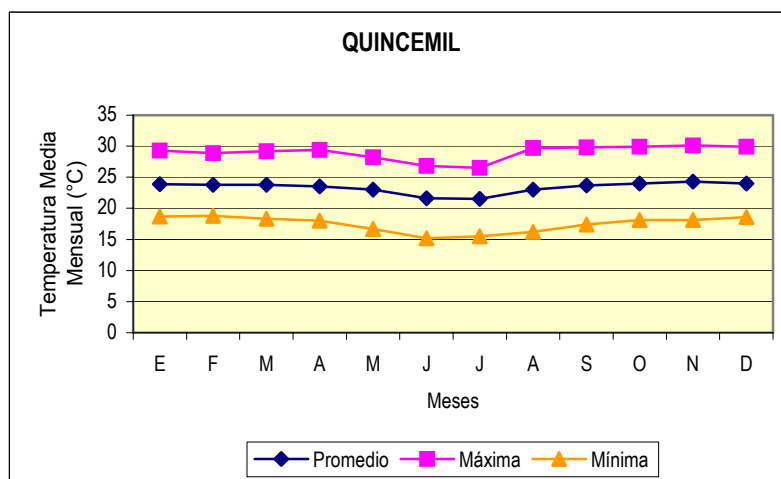
La temperatura es uno de los parámetros que explican la zonificación y diferencias de pisos ecológicos, pero al mismo tiempo, es uno de los elementos que presenta menor variabilidad a lo largo del tiempo y el espacio; es decir, no hay años en que las anomalías térmicas sean tan extremas que cambien la caracterización de una zona y su ecología.

- **Estacionalidad Térmica**

La estacionalidad es el factor más importante de variación térmica. La primavera y verano tienen la temperatura media más elevada y las más bajas se presentan en invierno. A un nivel macro, esto se produce porque en verano, gracias a la inclinación del eje terrestre, la perpendicularidad de los rayos solares se da sobre el hemisferio sur; es decir, nuestro hemisferio se encuentra más iluminado que el hemisferio norte. Las horas de luz solar aumentan y a mayor exposición a los rayos solares, se genera un mayor calentamiento de la zona en estos meses.

En la Figura 5.3.2-10 y en el Cuadro 5.3.2-11 podemos observar también que el rango entre las temperaturas promedio máximas y mínimas es casi constante a lo largo del año (aproximadamente 10 a 12 °C).

Figura 5.3.2-10 Régimen de temperatura media mensual



Cuadro 5.3.2-11 Temperatura promedio mensual máxima extrema, promedio y mínima extrema

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Prom
TPMME	29,3	28,9	29,2	29,4	28,2	26,8	26,5	29,7	29,8	29,9	30,1	29,9	
TPM	23,9	23,8	23,8	23,5	23,0	21,6	21,5	23,0	23,7	24,0	24,3	24,0	23,3
tpmme	18,7	18,8	18,3	18,0	16,7	15,2	15,5	16,2	17,4	18,1	18,1	18,6	

TPMME: Temperatura promedio mensual máxima extrema

TPM: Temperatura promedio mensual

tpmme: Temperatura promedio mensual mínima extrema

- **Pisos Altitudinales**

En el tramo evaluado las diferencias altitudinales son mínimas; del orden de 100 m entre el punto más alto y más bajo de la carretera, sin embargo a nivel de áreas de influencia indirecta, la carretera se halla bordeada por relieves elevados que pueden estar entre 500 a 600 m por encima. En estas zonas más altas, la temperatura es en promedio de unos 2 °C menor a la que se presenta en la zona de influencia directa de la carretera, pero este pequeño valor de diferencia no establece la existencia de pisos altitudinales térmicos distintos.

Para toda el área evaluada, el piso climático mejor definido es el de clima cálido extremadamente lluvioso, una zona en que la temperatura promedio anual es de 23,3 °C, con temperaturas media mensual mínimas extremas del orden de 15,2 °C y temperaturas media mensual máximas extremas del orden de 30,1 °C.

5.3.2.4.5 Clasificación Climática (Basado en el sistema de Thornthwaite)

El cuadro 5.3.2-12 presenta una clasificación climática basada en el sistema de Thornthwaite. Este sistema considera como variables de clasificación a la “precipitación efectiva” (P-E) y a la “temperatura efectiva” (T-E). Estos se obtienen a partir de una relación entre la precipitación promedio mensual y la temperatura media mensual como se ve en las fórmulas de Thornthwaite:

$$PE = 1,64 \left(\frac{P}{T + 12,2} \right)^{10/9}$$

$$TE = \frac{9T}{20}$$

Donde, P = Precipitación promedio mensual

T = Temperatura media mensual

Para este sector se tomaron los datos de la estación Quincemil. De cada mes se obtiene una P-E; al sumar estos valores resulta el “índice de precipitación efectiva”. Este nuevo valor se ubica en alguna de las cinco provincias de humedad reconocidas por Thornthwaite, como se ve en la tabla adjunta. Del mismo modo se suman los valores de T-E a lo largo del año y se obtiene el “índice de temperatura efectiva” el cual se ubica en una de las seis provincias de temperatura consideradas en el sistema.

La estación de Quincemil corresponde la provincia de humedad *muy húmedo* (A) apreciándose que el valor del índice de precipitación efectiva de este lugar supera ampliamente el valor base que es 128, valor al que lo triplica, poniendo en relieve la magnitud del tipo lluvioso de esta región. Asimismo, le corresponde la provincia de temperatura *mesotérmico* (B').

Cuadro 5.3.2-12 Clasificación Climática basada en el Sistema de Thornthwaite

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic		
Quincemil														
Precipitación	961.2	885.2	833.8	523.6	335.2	352.6	396.2	325.6	327.8	488.4	650.3	788.2	Índice P-E	Prov de Humedad
P-E	62.9	57.6	53.9	32.4	20.1	22.2	25.4	19.4	19.1	29.5	40.2	50.3	433.0	Muy húmedo A
Temperatura	23.9	23.8	23.8	23.5	23.0	21.6	21.5	23.0	23.7	24.0	24.3	24.0	Índice T-E	Prov de Temperatura
T-E	10.8	10.7	10.7	10.6	10.4	9.7	9.7	10.4	10.7	10.8	10.9	10.8	126.0	Mesotérmico B'

Precipitación Efectiva (P-E)	
Provincia de humedad	Índice P-E
A Muy Húmedo	Mayor de 128
B Húmedo	64 a 127
C Subhúmedo	32 a 63
D Semiárido	16 a 31
E Árido	Menor de 16

Temperatura Efectiva (P-E)	
Provincia de temperatura	Índice T-E
A' Tropical	Mayor de 128
B' Mesotérmico	64 a 127
C' Microtérmico	32 a 63
D' Taiga	16 a 31
E' Tundra	1 a 15
F' Glacial	0

5.3.2.4.6 Vientos

La dirección y frecuencia de los vientos están muy ligadas a la dinámica aérea producida por el relieve, en el marco de las influencias de los grandes factores climáticos del hemisferio sur. El cuadro 5.3.2-13 muestra los valores que registran las estaciones para dirección, frecuencia y velocidad media de los vientos en la estación Quincemil.

Cuadro 5.3.2-13 Dirección, frecuencia y velocidad media de los vientos (km/h)

QUINCEMIL																										
	E		F		M		A		M		J		J		A		S		O		N		D		Anual	
	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V
N	2	8,0	3	9,0	3	8,0			1	6,0	1	7,0	1	7,0	1	8,0	1	8,0	2	8,5	1	7,0	1	6,0	17	7,5
NE	1	9,0	1	10,0	1	10,0	1	7,0	3	9,3	4	9,5	2	9,0	1	10,5	1	10,0	2	9,5	3	10,0	2	5,0	23	9,0
E	7	8,2	5	8,4	6	8,5	9	9,4	6	9,0	4	7,7	7	8,2	6	10,0	5	8,2	3	9,0	3	10,6	6	8,1	67	8,8
W										1	8,0			1	8,0	3	10,0	3	9,3	3	9,3	1	9,0	12	8,9	
NW			1	10,0																					1	10,0

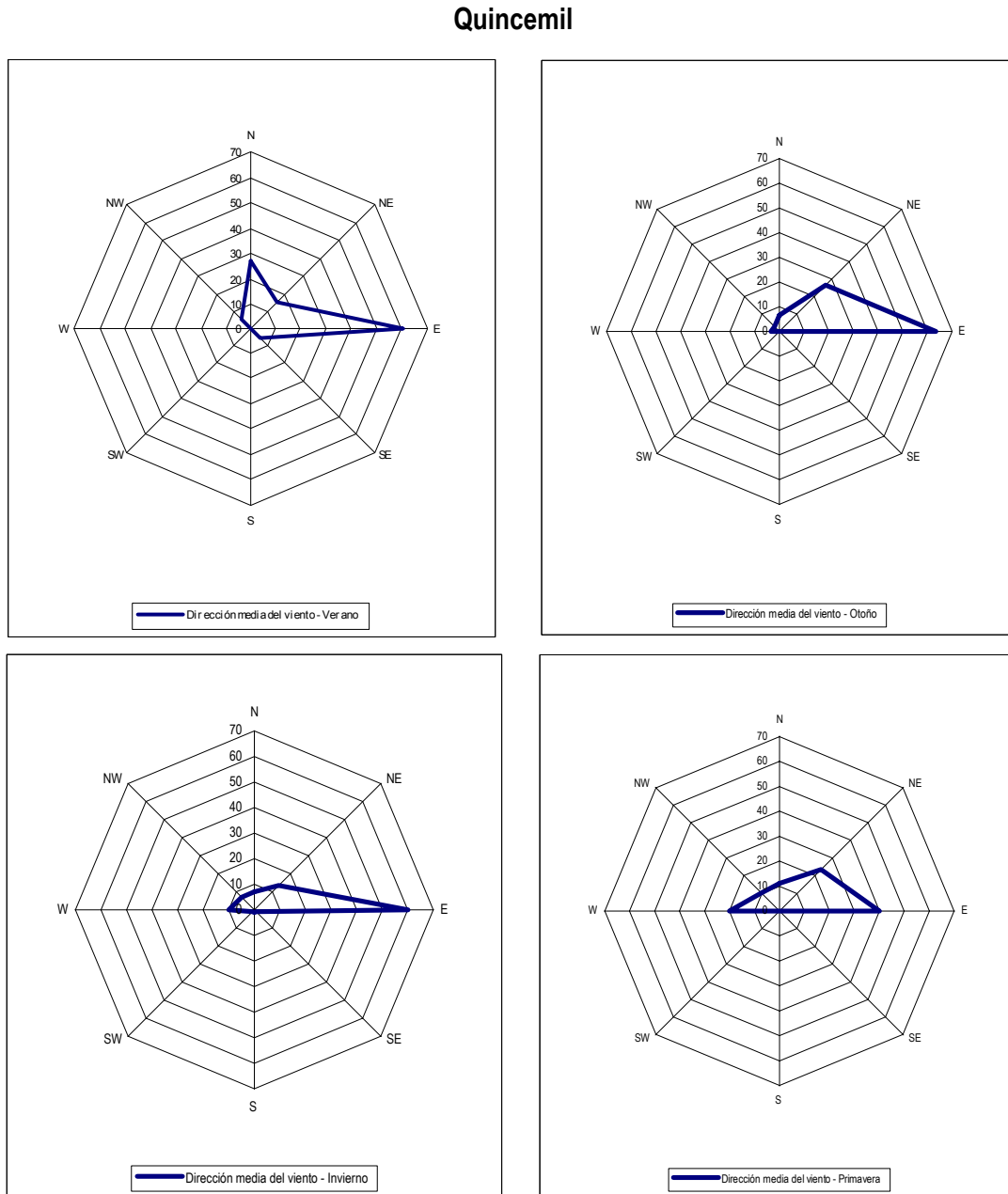
F: Frecuencia de los vientos (número de observaciones registradas)

V: Velocidad de los vientos (km/h)

Se observa que los vientos dominantes son bastante débiles (de acuerdo a la escala de Beaufort se clasifican como "vientos flojitos o brisa muy débil"), es decir, es un viento que se siente en el rostro y aprecia con el movimiento de las hojas de los árboles. Este tipo de viento dominante no representa ningún obstáculo para el desempeño de actividades del proyecto en la zona. Sin embargo, con alguna frecuencia, especialmente durante los meses relativamente secos de mayo a noviembre, eventos

anómalos de fuertes vientos se presentan ocasionalmente, con ráfagas esporádicas que alcanzan a veces valores cercanos a 100 km/hora (“vientos muy duros a temporales” según la escala de Beaufort).

Figura 5.3.2-11 Dirección media estacional de los vientos para Quincemil

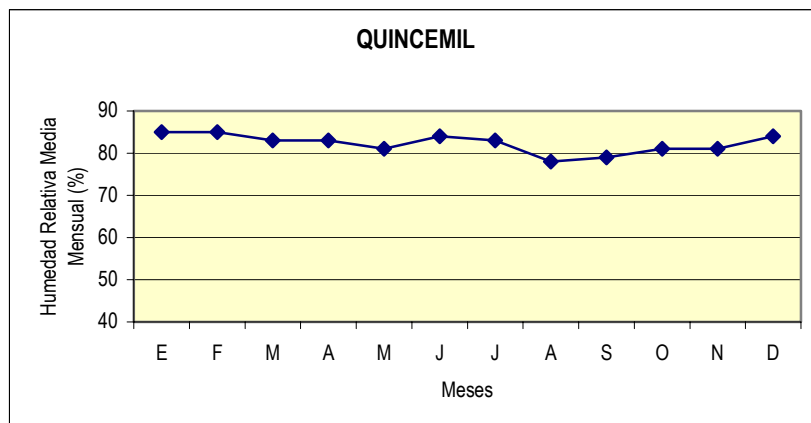


5.3.2.4.7 Humedad Relativa

La humedad relativa es siempre elevada en el área evaluada. Hay muy poca diferencia entre los meses de invierno y verano, siendo ligeramente mayor en esta última estación, cuando se produce la mayor cantidad de precipitaciones.

La humedad relativa es un parámetro que incide sobre todo en el régimen de precipitaciones, y no tiene implicancias directas sensibles en las actividades del proyecto.

Figura 5.3.2-12 Humedad relativa



5.3.2.5 ZONAS DE VIDA

Climáticamente la zona de estudio es muy homogénea, como corresponde al pie de monte de la selva alta. Por ello se registra solamente una sola zona de vida natural según el sistema de clasificación desarrollado por Leslie R. Holdridge y otra zona de carácter transicional, que difiere sólo en pocos aspectos de la mencionada zona. A continuación se describen los caracteres de dichas unidades. Las unidades correspondientes a las zonas de vida de este sector del tramo son los siguientes:

- **Bosque Pluvial-Subtropical (Bp-S)**

La temperatura promedio anual es de 23 °C y el promedio de precipitación está por encima de 6 000 mm anuales. Según el Diagrama de Holdridge esta zona de vida tiene una evapotranspiración potencial que varía entre la octava (0,125) y la cuarta parte (0,25) del promedio de precipitación total por año, es decir hay un claro exceso de disponibilidad hídrica entre lo que precipita y lo que evapora, hecho que ubica esta zona de vida en la provincia de humedad *superhúmedo*.

En estas condiciones climáticas, la vegetación selvática es sumamente densa y diversificada, con un epifitismo muy abundante; casi todos los árboles, que no son de porte muy elevado, están cubiertos de por heliófitas y esciófitas, así como numerosas especies de trepadoras. Esta composición del bosque pluvial, está muy alterada en las inmediaciones de la carretera, donde la vegetación natural casi ha sido reemplazada por un bosque secundario y en muchos casos completamente deforestada para dar paso a terrenos de cultivo y pastizales para ganado. El bosque pluvial propiamente dicho subsiste en las zonas de cumbres que bordean los fondos de valle por donde está emplazada la carretera.

- **Bosque muy Húmedo Subtropical Transicional a Bosque Pluvial-Subtropical (bmh-S/bp-S)**

Esta zona tiene una biotemperatura media anual de 24 a 25 °C, es decir un valor térmico ligeramente superior al indicado para el bosque pluvial subtropical, pero tiene un promedio de precipitación total anual inferior, entre 3 500 y 4 500 mm anuales.

Según el Diagrama de Holdridge esta zona de vida tiene un promedio de evapotranspiración potencial total por año variable entre la cuarta parte (0,25) y la mitad (0,5) del promedio de precipitación total por año, lo que ubica esta zona en un rango intermedio entre las provincias de humedad *superhúmedo* y *perhúmedo*, que tienen un claro exceso de disponibilidad hídrica entre lo que precipita y lo que evapora.

En condiciones naturales poco intervenidas, la vegetación selvática es sumamente densa y diversificada, y tiene similares características que las descritas para el bosque pluvial, aunque con una menor presencia de especies epífitas y sobre todo con la presencia de bosques de árboles de porte elevado y bien desarrollados. Sin embargo esta composición del bosque en el área está muy alterada ya que la mayor parte de terrenos cercanos a la carretera muestran que su vegetación natural casi ha sido reemplazada por un bosque secundario y en muchos casos completamente deforestados para dar paso a terrenos de cultivo y pastizales para ganado.