

INFORME FINAL

MEDICIÓN DEL NIVEL DE FONDO O BACKGROUND DE MATERIAL PARTICULADO EN LA LOCALIDAD DE ANDACOLLO



Elaborado por:

**ASESORIAS EN INGENIERIA AMBIENTAL
PEDRO A. SANHUEZA H. E.I.R.L.**

Para:

COMPAÑÍA MINERA TECK CARMEN DE ANDACOLLO

23 de Febrero - 2012

Nº Proyecto	Elaboración		Revisión A		Revisión B		Versión	
G26-11	MJR	17/02/12	MTV	20/02/12	PSH	22/02/12	Final	V1



ESTUDIO DESARROLLADOR POR:

Dr. Ing. Pedro Sanhueza H.
Ing. Yolanda Silva
Ing. Ignacio Olaeta
Ing. Mónica Torreblanca V.
Ing. Evelyn Salazar M.
Ing. María José Rodríguez A.
Ing. Miguel Frías

Jefe de Proyecto
Especialista en Monitoreo
Especialista en Monitoreo
Especialista Calidad del Aire
Especialista Calidad del Aire
Especialista Calidad del Aire
Especialista en Monitoreo

CONTRAPARTE TÉCNICA:

Julio Cortés
Christian Peralta
Marcelo Zepeda

Superintendente de Seguridad, Salud y Medio Ambiente
Supervisor de Medio Ambiente
Supervisor de Medio Ambiente

TABLA DE CONTENIDOS

1.	INTRODUCCIÓN	4
1.1	Objetivos	5
1.2	Área de Estudio	5
2.	DEFINICIÓN DE BACKGROUND	7
3.	ANÁLISIS METEOROLOGÍA DE SUPERFICIE	11
3.1	RED DE MONITOREO	11
3.2	TEMPERATURA	13
3.3	HUMEDAD RELATIVA	15
3.4	VELOCIDAD DEL VIENTO	17
3.5	DIRECCIÓN DEL VIENTO	19
3.6	PRESIÓN ATMOSFÉRICA	23
3.7	RADIACIÓN SOLAR	24
3.8	PRECIPITACIONES	27
4.	MODELACIÓN METEOROLÓGICA 3D	28
4.1	Trayectoria de Vientos	29
4.1.1	Destino de las masas de aire que salen de las faenas de Teck CDA	30
4.1.2	Destino de las masas de aire que salen de las faenas de Dayton	33
4.1.3	Selección del sitio para localizar la estación Background	35
5.	DISEÑO CAMPAÑA DE MONITOREO	39
5.1	Descripción del equipamiento	39
6.	CONCLUSIONES	40



1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo a los registros y monitoreos de concentraciones de material particulado respirable (MP10), en el año 2009, la localidad de Andacollo fue declarada zona saturada por MP10 tanto en su métrica de 24 horas como en la media anual, tal como lo establece el DS N° 8 del 3 de Febrero del 2009, según consta en el Diario Oficial del 6 Abril del año 2009.

Por tal razón, el 30 de Noviembre del 2009, se inicia el proceso de Elaboración del Plan de Descontaminación Atmosférico para la localidad de Andacollo y sectores aledaños, el cual en la actualidad aún se encuentra en elaboración. El día de 30 de Noviembre del 2009, se dio inicio formal al proceso de Elaboración del Plan de Descontaminación Atmosférico para la localidad de Andacollo y sus alrededores.

La elaboración de un Plan de Descontaminación, implica contar con antecedentes científicos y técnicos que apoyen y den forma a las medidas que debe contener el Plan. Uno de los aspectos relevantes es la determinación del nivel de fondo o background de material particulado, de manera tal, que permita apoyar el análisis sobre la asignación de responsabilidades y las reducciones que tendrán que realizar las distintas actividades emisoras para lograr la meta del Plan.

Minera Teck CDA, posee en la zona de estudio una red de monitoreo meteorológica y de calidad que mide MP10 y MP2,5 y las variables meteorológicas; temperatura, humedad relativa, velocidad y dirección del viento, presión atmosférica, radiación solar y precipitaciones. Ésta información permitió caracterizar la calidad del aire de Andacollo y sus alrededores. Estas estaciones se ubican en la zona declarada como saturada, por tanto sus registros dan cuenta de la calidad del aire en dicha zona.

Como complemento a las mediciones dentro de la zona saturada, es de interés registrar las concentraciones de MP10 que se incorporan a la zona saturada, y que son aportes naturales (erosión eólica), y también aportes de otras zonas fuera de Andacollo. Es así como este informe entrega el respaldo técnico que da origen a la selección del sitio donde se instalará la estación Background de MP10 y MP2.5, la cual generará una data de un año, para efectos de conocer la variabilidad estacional de dichas concentraciones.



1.1 Objetivos

Establecer un sitio donde instalar una estación monitorea que registre el nivel de fondo o Background de material particulado (MP10 y MP2,5) en la localidad de Andacollo.

Los objetivos específicos, que permiten cumplir con el objetivo general son:

- Analizar el concepto de background, y los criterios para la selección de los puntos de medición de background.
- Analizar las concentraciones de material particulado respirable, registradas en las estaciones monitoras, de acuerdo a los diseños y tiempos de exposición de las normas primaria de calidad para MP10 (D.S. N° 59/1998 y D.S. N° 45/2001 del MinSegPres);
- Analizar las variables meteorológicas de superficie registradas en las estaciones pertenecientes a la Red de Monitoreo de Teck CDA;
- Realizar una modelación meteorológica en tres dimensiones a través del modelo CALMET, para la construcción de las trayectorias de viento;
- Diseñar una campaña de monitoreo, contemplando: la selección de el o los lugares de monitoreo, requerimientos técnicos, duración de la campaña y aseguramiento y control de la calidad de la información.
- Implementación de la campaña de monitoreo anteriormente diseñada.

1.2 Área de Estudio

El área de estudio corresponde a la zona circundante a la localidad de Andacollo, la cual se encuentra ubicada en la provincia del Elqui, comuna de Andacollo en la Región de Coquimbo. La Figura 1.1, muestra la localización de la ciudad de Andacollo en el contexto regional.

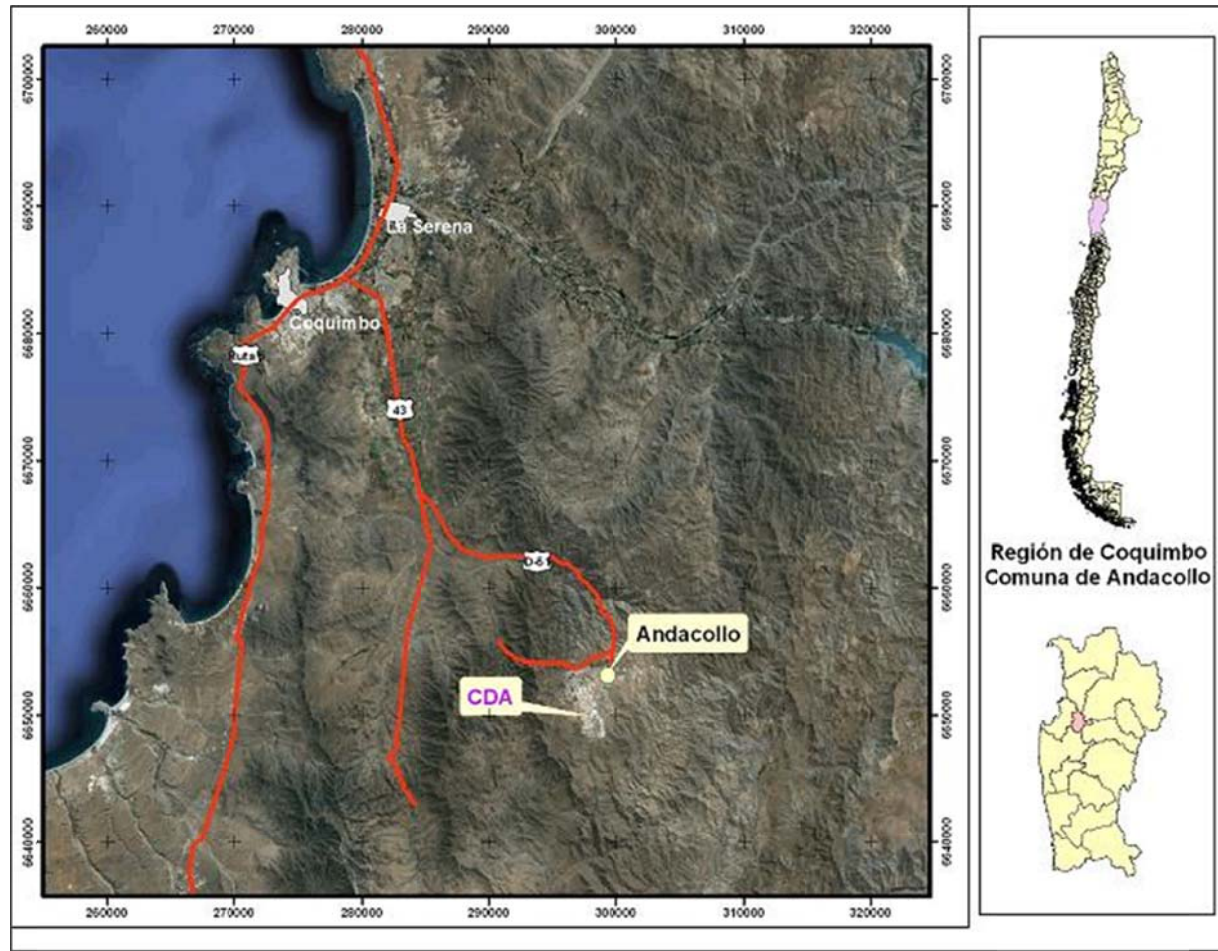


Figura 1.1 Localización Área de Estudio
Fuente: Elaboración Propia

2. DEFINICIÓN DE BACKGROUND

En el contexto de la calidad del aire, el background se define como la concentración de un contaminante aportado por fuentes naturales, no antropogénicas. También se reconoce como el nivel de fondo o natural. No obstante su definición simple, existen complicaciones al momento de poder estimar esta contribución natural, especialmente para el material particulado.

La complejidad radica en que no es fácil encontrar un lugar que no esté expuesto directa o indirectamente a aportes antropogénicos de materia particulada, debido por una parte a que existen múltiples fuentes que la originan, y por el transporte a grandes distancias, asociado al material particulado fino.

Por tal motivo, el concepto original de background ha sufrido modificaciones, generándose subcategorías, dependiendo del objetivo de estudio. Es así como se reconoce que en una ciudad, la concentración de material particulado no es homogénea, encontrándose sectores en que los niveles son los más bajos (producto de condiciones locales favorables de ventilación y/o alejadas de fuentes de emisión), y a esto se le conoce como background urbano. Este concepto se asocia a la concentración mínima que aporta una ciudad. La Figura 2.1 muestra tres posibles representaciones del background urbano. En ella se observa además unos peaks asociados a fuentes locales. El objetivo de conocer el background urbano es para apoyar a la toma de decisión, en relación a la localización de estaciones monitoras y en el estudio de la variabilidad espacial de las concentraciones del contaminante dentro de la ciudad.

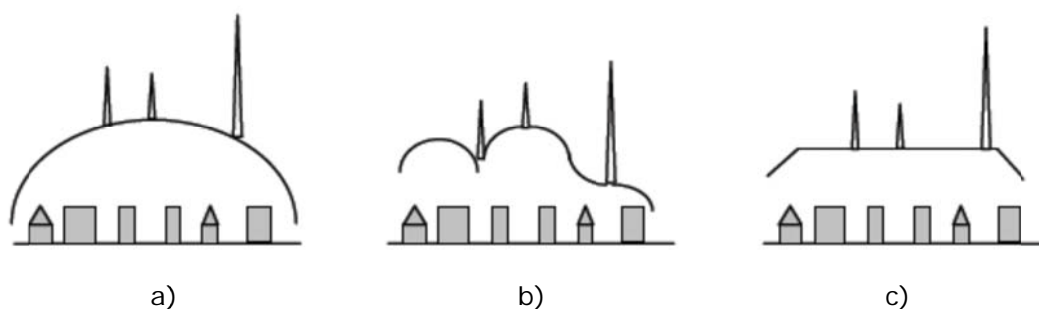


Figura 2.1 Representación del Background urbano: a) Concéntrico b) Variable c) Plateau

Fuente: Netherlands research program on particulate matter, spatial variability of urban background PM10 and PM2.5 concentrations, 2009



Por otro lado, existirá un background suburbano, el cual representa los niveles que se encuentran inmediatamente fuera de la ciudad, lo cual se genera en parte por la isla térmica de la ciudad que aporta contaminantes producto de movimientos convectivos que finalmente se distribuyen en su periferia.

Por último, está la definición de background regional, el cual representa más fielmente el concepto tradicional de nivel de fondo natural. Se asume un gradiente decreciente desde el background urbano al background regional, sin embargo, como se indicó anteriormente, para el caso del material particulado, el tema no es tan lineal, y la mejor aproximación resulta en muchos casos como los niveles con contribuciones antropogénicas reducidas al mínimo, pero no necesariamente con nulo aporte.

Típicamente los puntos de medición de tipo background regional, se encuentran viento arriba del rumbo de vientos predominantes en la zona de Estudio. Este criterio de selección de los lugares background permite conocer los niveles del aire entrante a la zona de estudio. Otra alternativa es escoger zonas similares desde el punto de vista ambiental natural respecto a la zona de estudio pero que no estén impactadas por las fuentes predominantes en la zona de estudio.

Es decir una estación background tratara de caracterizar la situación teórica de los niveles de contaminación atmosférica en una zona ecológicamente equivalente pero sin la presencia de las fuentes de contaminación, habitualmente de origen antropogénico, que estamos tratando de caracterizar.

Empresas mineras en Chile localizadas en zonas alejadas de centros urbanos y otras fuentes de emisión antropogénicas, han definido sus niveles background en base a mediciones realizadas en sus redes de monitoreo, aprovechando circunstancias especiales, tales como detenciones programadas y paralización de faenas por huelga de sus trabajadores. Aún cuando esto tiene sustento, adolece de la representatividad temporal, pues dichas mediciones son por un período de días a lo más un par de semanas.

2.1 Importancia de definir en nivel Background en Andacollo

Para el caso específico de Andacollo, dada la condición de zona saturada por MP10, lo que interesa es determinar la contribución natural de material particulado que ingresa a la zona definida como saturada, pues esto representa el piso de concentraciones y por tanto una limitante natural para el desarrollo (en términos de emisiones antropogénicas) de la zona, dado que existe una norma de calidad del aire.

Para explicar esta relación, se presenta la Figura 2.2, la cual muestra gráficamente los conceptos involucrados en la gestión de calidad del aire en una zona saturada. NA representa en nivel actual (NA) de concentración de un contaminante (por ejemplo la media anual de MP10 en Andacollo), VN es el valor de la norma (Por ejemplo la media anual de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), BKG es el nivel background.

De la Figura 2.2 se desprende que la capacidad que tiene la zona (CZ), en términos de concentraciones adicionales (antropogénicas) que puede recibir sin comprometer la salud de las personas, se determina por la diferencia entre el nivel de la norma de calidad y el nivel background, es decir:

$$\text{CZ} = \text{VN} - \text{BKG}$$

Además, la reducción de concentración (R), necesaria para salir de la categoría de zona saturada corresponde a:

$$\text{R} = \text{NA} - \text{VN}$$

Y la contribución antropogénica (CA), corresponde al valor

$$\text{CA} = \text{NA} - \text{BKG}$$

El Plan de Descontaminación debe asignar cuotas de emisión a las distintas fuentes emisoras del área saturada, y dado que existe una relación de Emisión con Concentración, entonces la capacidad de la zona (CZ) resulta ser un dato relevante al momento de establecer las medidas del Plan, pues dichas medidas deben tener un potencial de reducción de emisiones tal que asegure al menos la reducción R para salir de la categoría de latencia de la zona.

Finalmente, para estimar la capacidad de la zona, sólo queda como incógnita el nivel background (BKG), pues el valor de la norma está dada en la legislación chilena. De ahí la importancia de estimar en forma objetiva y precisa, el nivel de fondo que impone restricciones a la zona saturada.

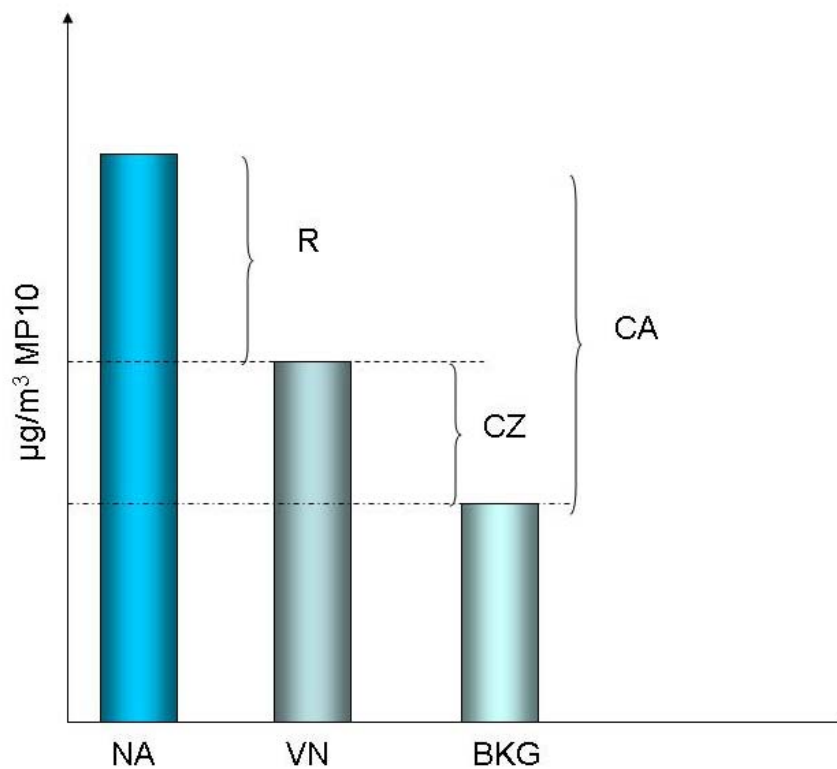


Figura 2.2 Conceptos involucrados
Fuente: Elaboración propia

3. ANÁLISIS METEOROLOGÍA DE SUPERFICIE

3.1 Red de Monitoreo

Se analiza en este capítulo, el comportamiento de las variables meteorológicas de superficie, relevantes para el transporte y dispersión de contaminantes atmosféricos.

La red de monitoreo meteorológica de Minera Teck CDA, está compuesta por cuatro estaciones; Garita, Urmeneta, Chepiquilla y Tres Perlas. Para las estaciones Garita, y Chepiquilla se analizaron las variables registradas durante el año 2010. Cabe destacar que la estación Urmeneta sólo cuenta con información meteorológica desde el 24 de Septiembre del 2010, motivo por el cual no fue considerada. Con el fin de tener una mayor cobertura de la zona se analizó las variables registradas en la estación Tres Perlas desde el mes de Abril del año 2011.

Las variables analizadas son; temperatura (°C), humedad relativa (%), velocidad del viento (m/s), dirección del viento (grados), presión atmosférica (mbar), radiación solar (Watts/m²) y precipitaciones (mm de agua caída).

La Localización de cada una de las estaciones, y las variables monitoreadas, se detallan en la Tabla III.1, y su ubicación espacial en la Figura 3.1.

Tabla III.1 Localización de Estaciones de Calidad del Aire y Meteorología

Estación	Coordenadas WGS84- Huso 19		Variables Monitoreadas						
	Este	Norte	Vv	Dv	T°	HR	PA	RS	Pp
Garita	299.290	6.651.154	X	X	x	x	x	x	x
Urmeneta	299.288	6.652.817	x	X	x	x			
Chepiquilla	299.430	6.651.102	x	x	x	x		x	
Tres Perlas	297.439	6.652.211	x	x	x	x	x	x	x

Vv: Velocidad del Viento (m/s); Dv: Dirección del Viento (°); T°: Temperatura Ambiental (°C); HR: Humedad Relativa (%); PA: Presión Atmosférica (mbar); RS: Radiación Solar (Watts/m²); Pp: Precipitación (mm de agua caída).

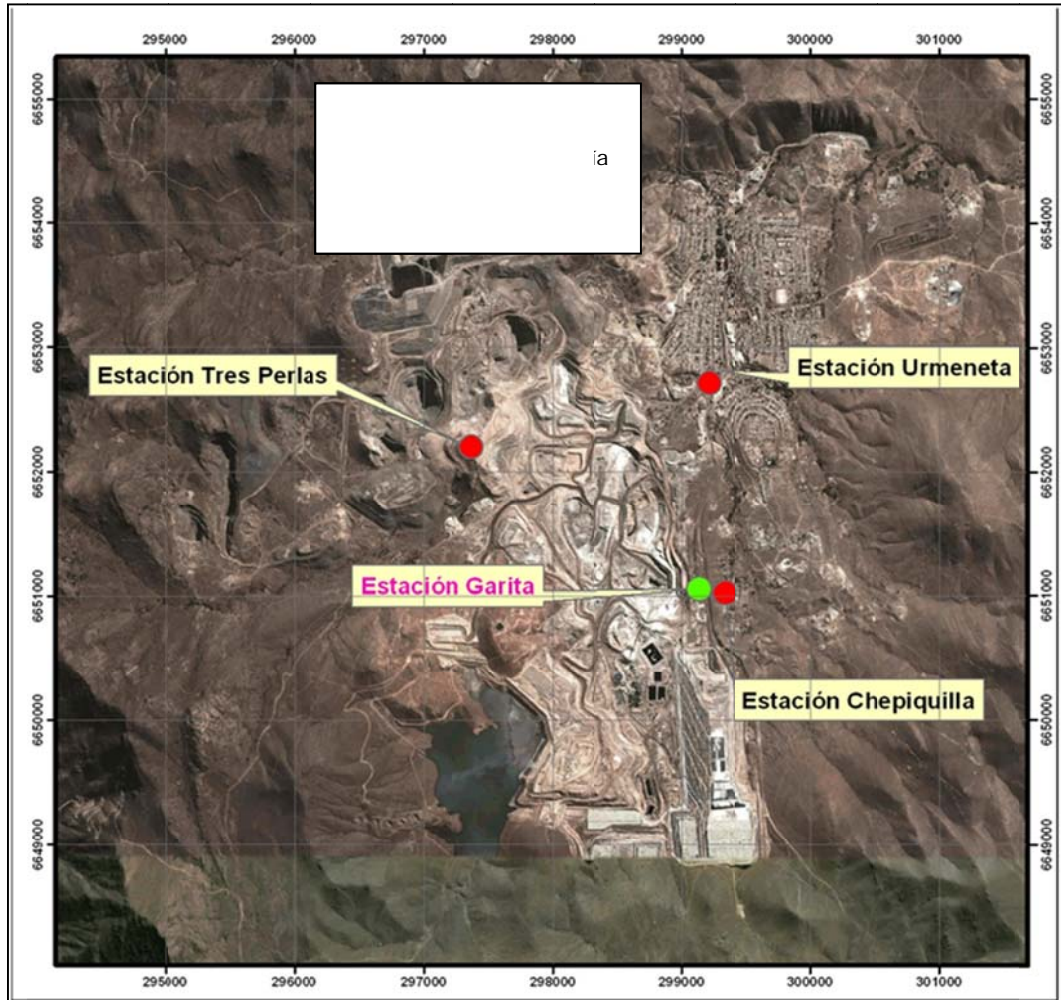


Figura 3.1 Localización Estaciones Monitoras en Andacollo
Fuente: Elaboración Propia

3.2 Temperatura

Las Figuras 3.2 a la 3.4 presentan los registros mínimo, promedio y máximo mensuales de la temperatura (°C) registrada en las estaciones Garita y Chepiquilla durante el año 2010 y Tres Perlas año 2011, respectivamente. De ellas se observa que ciclo estacional tiene un máximo en los meses Marzo, Mayo, y Septiembre, donde las temperaturas máximas alcanzan los 29°C, mientras que las temperaturas mínimas se registran en el mes de Julio con temperaturas bajo cero. Por otra parte, se observa que el comportamiento entre las estaciones Garita y Chepiquilla es similar, esto debido a las cercanías de las estaciones.

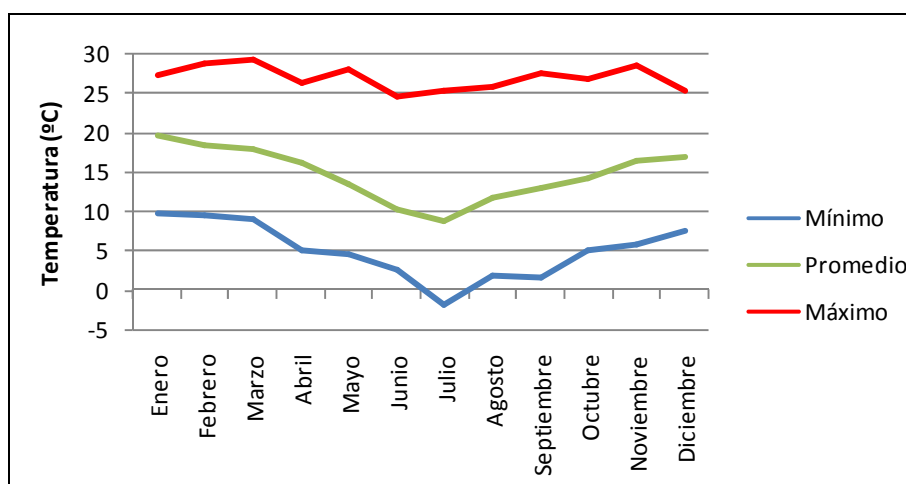


Figura 3.2 Temperatura Mensual Estación Garita

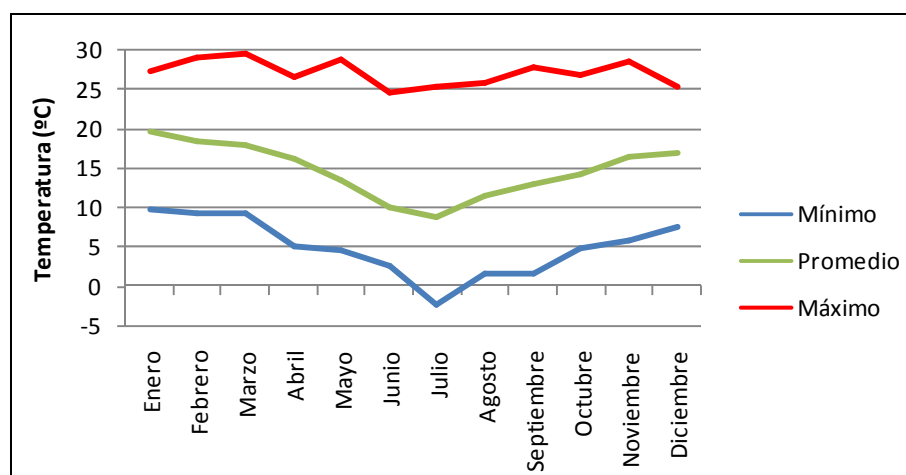


Figura 3.3 Temperatura Mensual Estación Chepiquilla

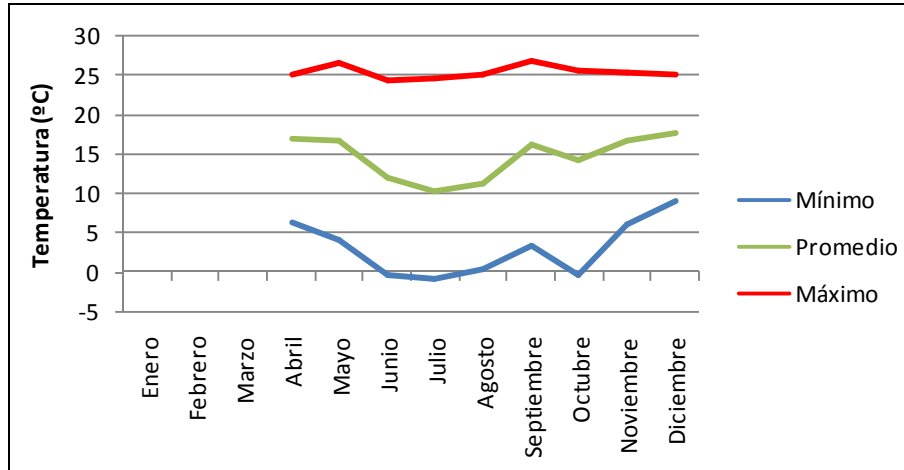


Figura 3.4 Temperatura Mensual Estación Tres Perlas

3.3 Humedad Relativa

La Humedad Relativa no es un parámetro de escala espacial pequeña puesto que obedece a periodos de calentamientos y enfriamientos y a situaciones sinópticas provenientes sobre todo del océano. En general, la zona está expuesta constantemente a elevadas cantidades de humedad y a una gran cobertura nubosa aportada por las incursiones de aire marino que llega a la comuna.

Las Figuras 3.5 a 3.7 presentan los registros mensuales mínimos, promedio y máximos de la humedad relativa (%) para las estaciones Garita y Chepiquilla 2010 y Tres Perlas 2011. De ellas se observan que los periodos de mayor humedad se registran en los meses de Junio y Julio. En ocasiones, cuando la Humedad Relativa es mayor a 20%, en el caso de diciembre, puede haber cielo cubierto y calentamiento.

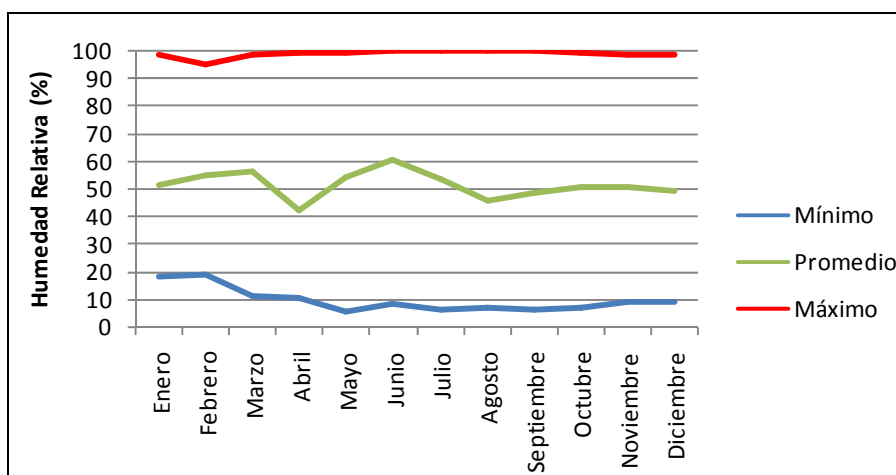


Figura 3.5 Humedad Relativa Mensual Estación Garita

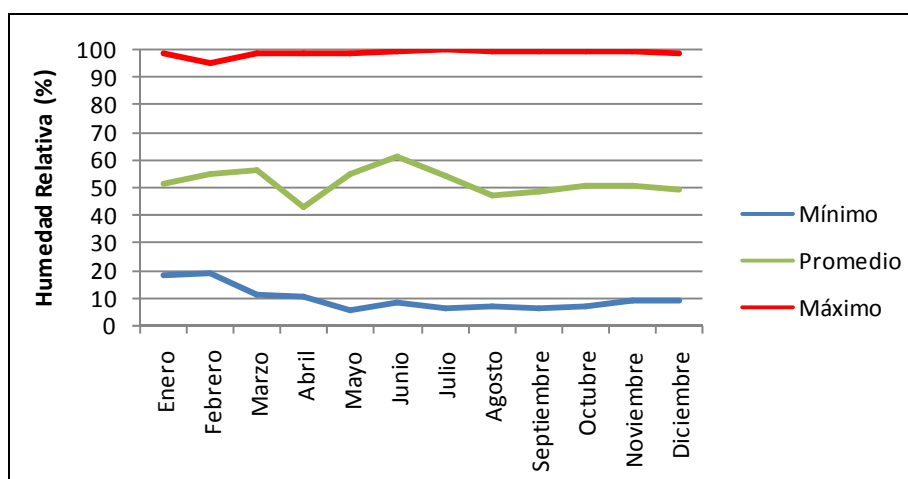


Figura 3.6 Humedad Relativa Mensual Estación Chepiquilla

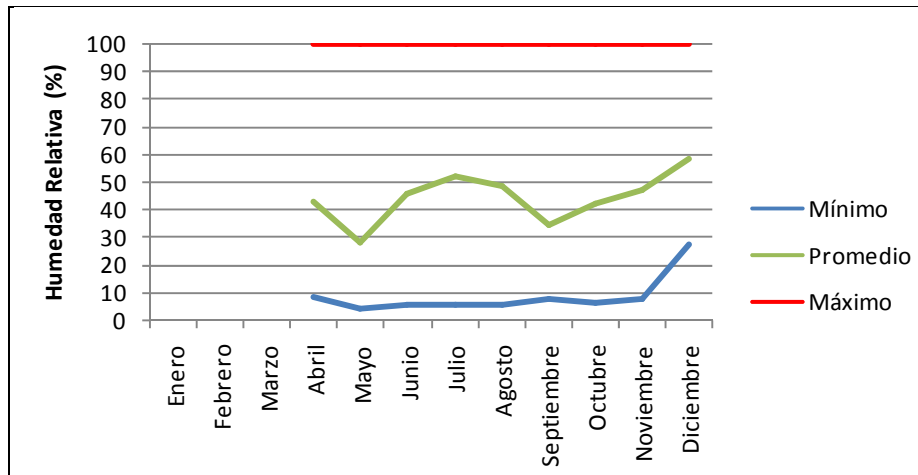


Figura 3.7 Humedad Relativa Mensual Estación Tres Perlas

3.4 Velocidad del Viento

Las Figuras 3.8 a 3.10 presentan los registros mínimo, promedio y máximo mensuales de la velocidad del viento (m/s) registrada en las estaciones Garita y Chepiquilla año 2010, y Tres Perlas año 2011.

De ella se observa que las estaciones de Chepiquilla y Garita muestran condiciones muy similares, donde se observan máximas velocidades registradas en el mes de Julio con velocidades que bordean los 9 m/s en las estaciones Garita y Chepiquilla, también se presenta otros peaks en los meses de Mayo y Octubre (sobre los 7 m/s). Con respecto a las velocidades del viento promedio estas se disminuyen entre los meses de Abril y Agosto, mientras que las velocidades mínimas se mantienen constantes durante todo el año bordeando los 1 m/s.

En Tres Perlas las mayores velocidades podrían ser debidas a la localización, puesto que el viento aumenta con la altura. También se puede apreciar un aumento notable en el mes de Junio y otro en Septiembre

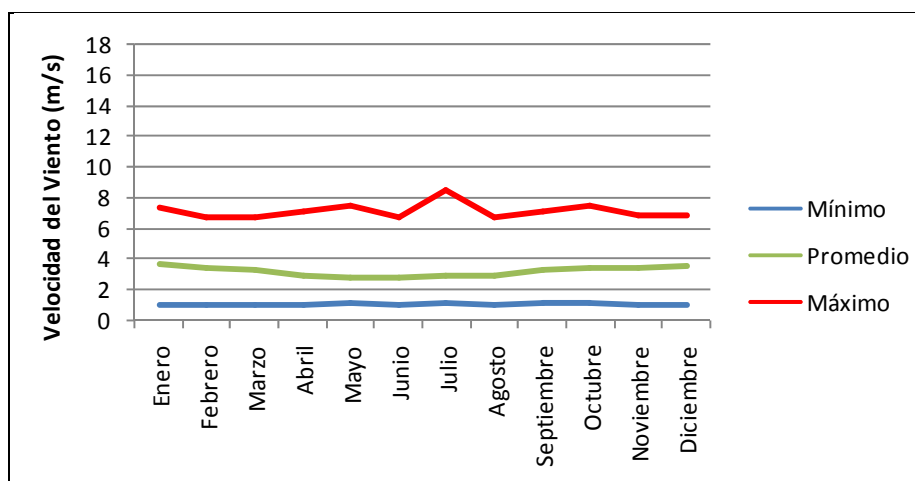


Figura 3.8 Velocidad del Viento Mensual Estación Garita

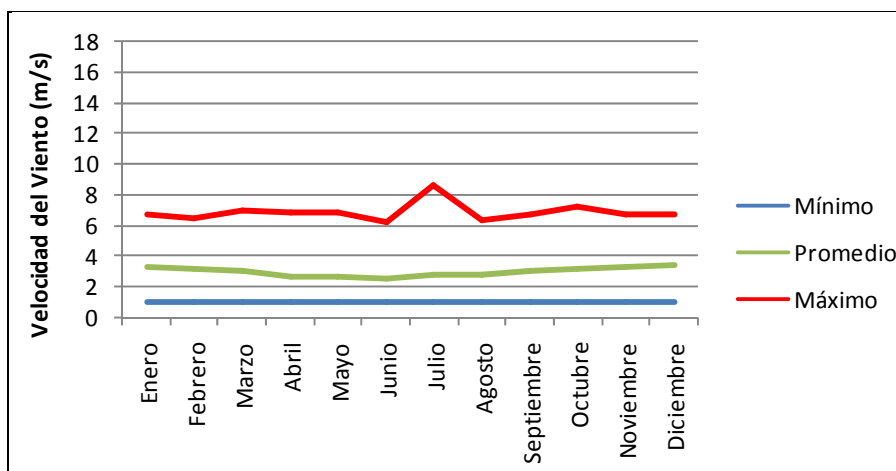


Figura 3.9 Velocidad del Viento Mensual Estación Chepiquilla

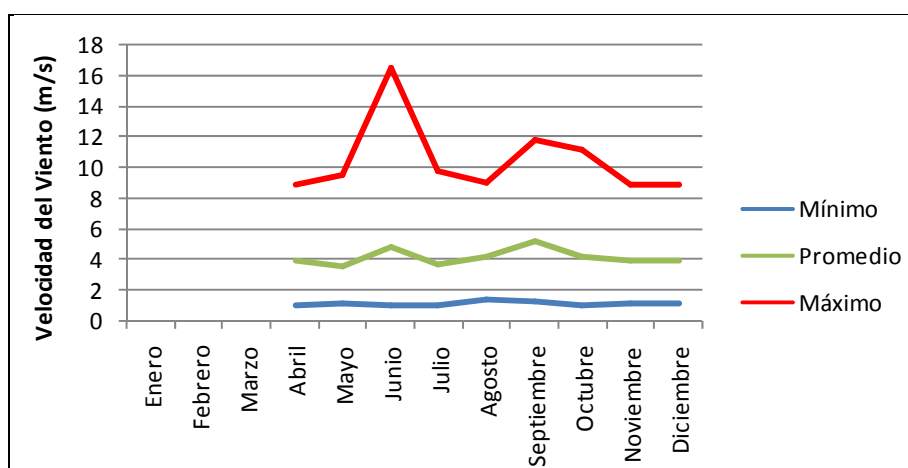


Figura 3.10 Velocidad del Viento Mensual Estación Tres Perlas



3.5 Dirección del Viento

Las Figuras 3.11 a 3.13 presentan las rosas de vientos para las estaciones Garita, Chepiquilla, Garita, y Tres Perlas respectivamente. De ellas se observa que las rosas de viento para el ciclo diario de Chepiquilla, Garita y Tres Perlas tienen bastante similitud, mostrando diferencias en la frecuencia de los vientos Sur, Norte, Sur-Suroeste y Norte- Noroeste.

El ciclo nocturno de las rosas de viento muestra una configuración de viento Sur para todas las estaciones con una gran cantidad de calmas, excepto en la estación Tres Perlas donde las velocidades son considerables en comparación con las tres estaciones restantes, donde hay un predominio de calmas y vientos moderados.

En el ciclo completo, que considera todas las horas del registro, las rosas de viento son predominantemente del Sur y Norte.

Estas rosas de viento, típicas de componentes Norte y Sur principalmente, corresponderían a la presencia de bajas costeras proyectándose desde el Norte y al paso de sistemas frontales que corresponden a vientos del Norte y Noroeste. Por otro lado, la componente Sur la aportaría la presencia semipermanente del Anticiclón del Pacífico.

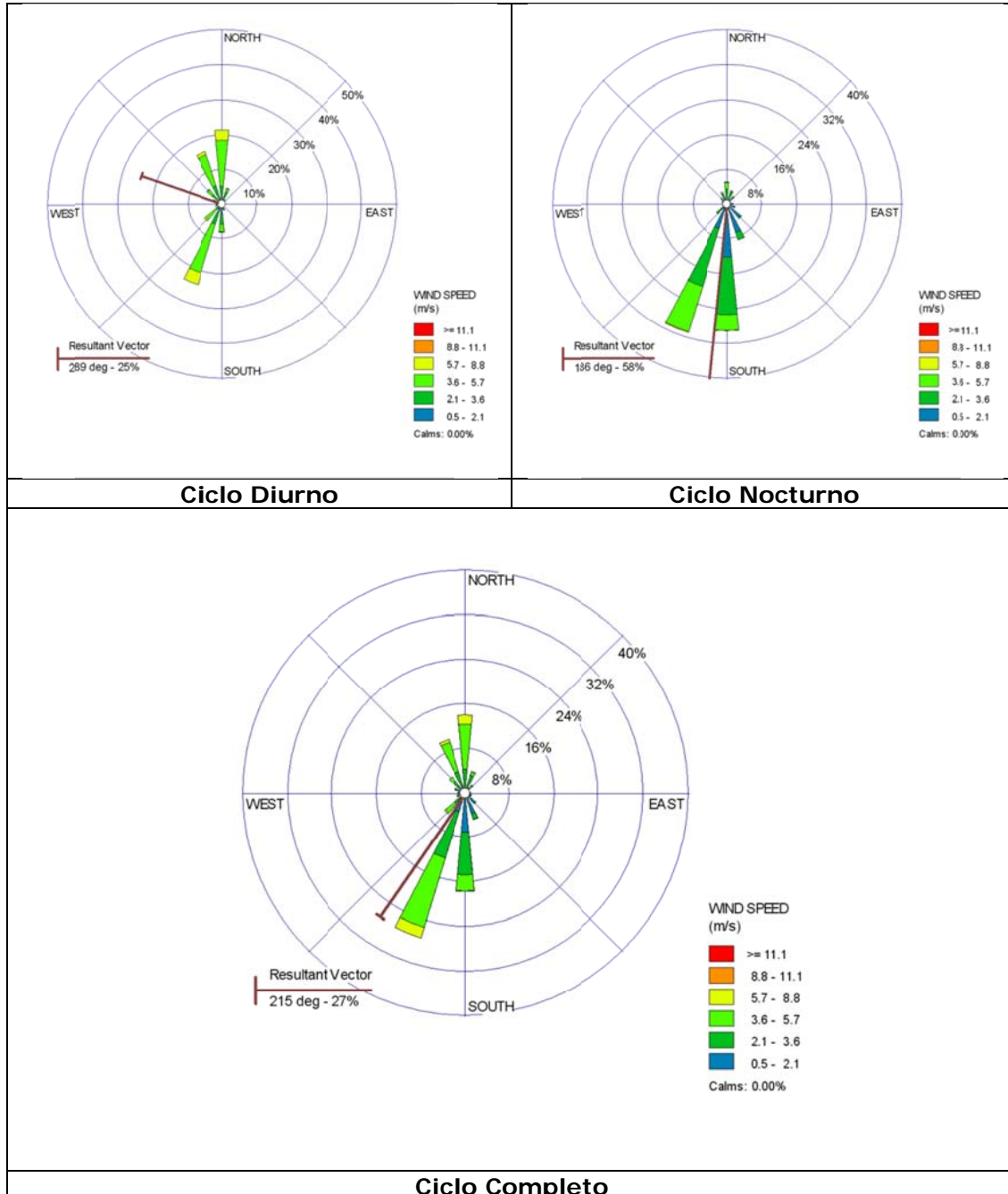


Figura 3.11 Rosa de Vientos, Estación Garita

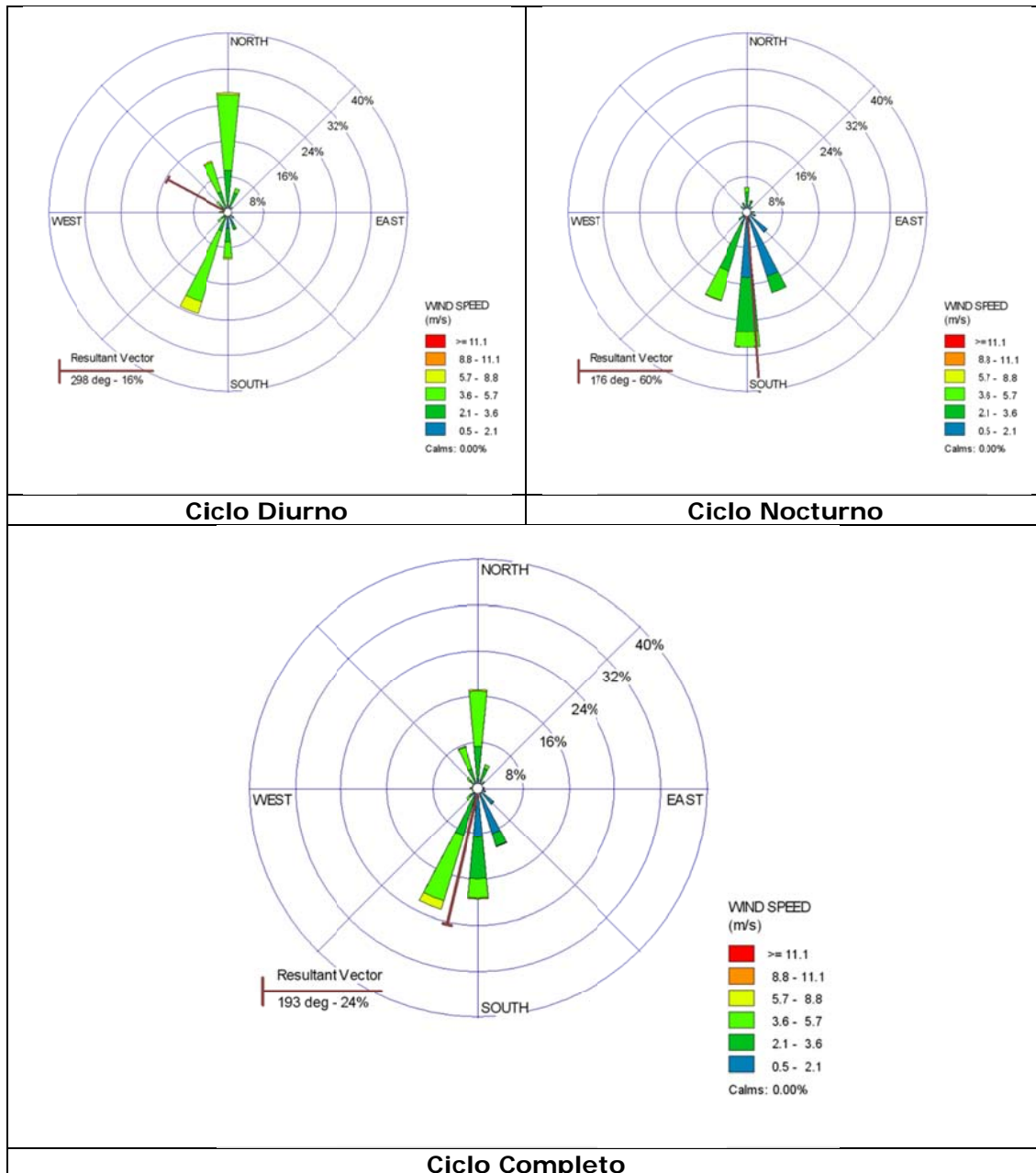


Figura 3.12 Rosa de Vientos, Estación Chepiquilla

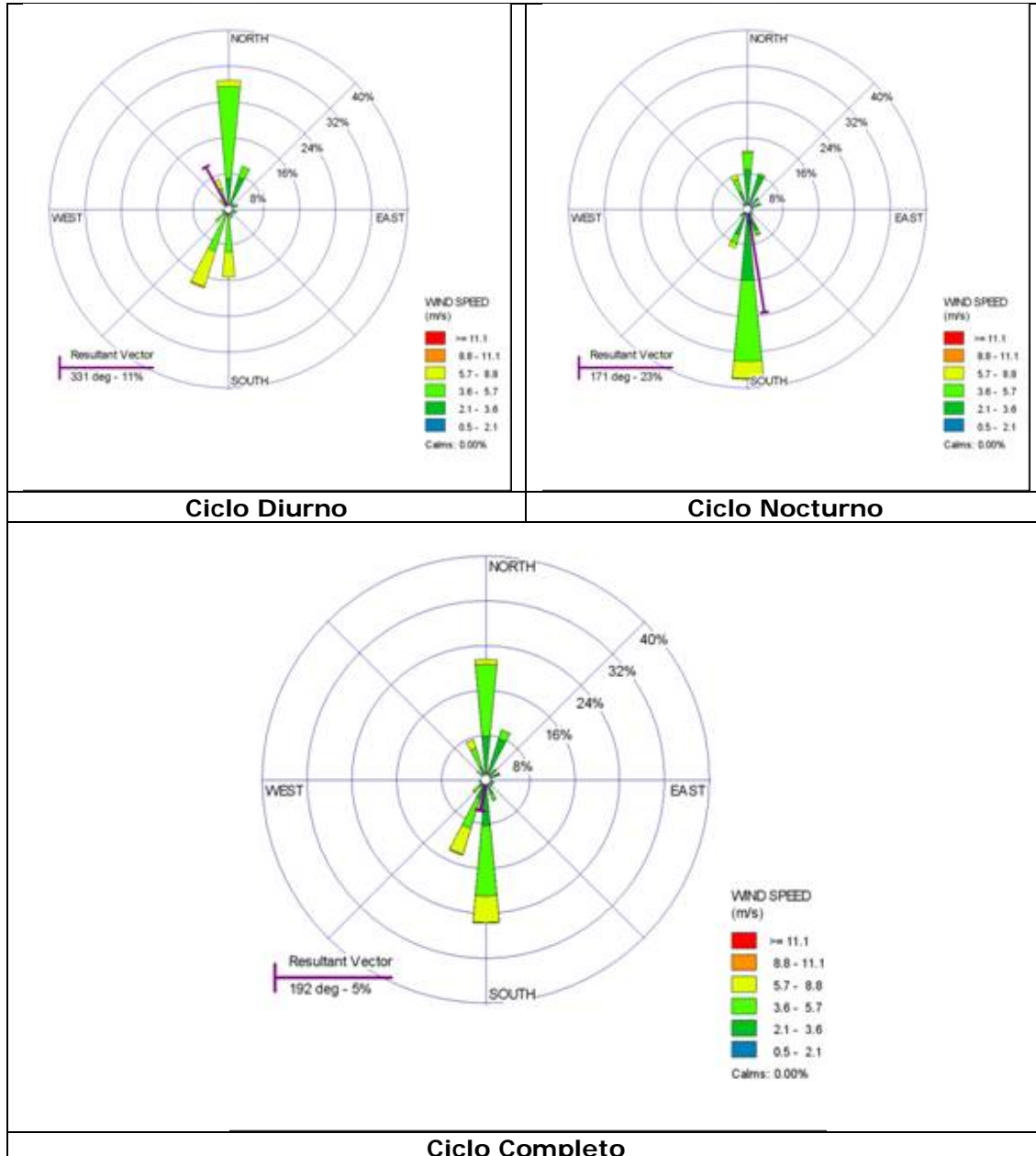


Figura 3.13 Rosa de Vientos, Estación Tres Perlas

3.6 Presión Atmosférica

Las Figuras 3.14 a 3.15 presentan los registros mínimos, promedios y máximos mensuales de la Presión Atmosférica registrada en las estaciones Garita 2010,y Tres Perlas, para el año 2011. Cabe recordar que la estación Chepiquilla no registra esta variable. De ellas se observa la presión atmosférica promedio en estación Garita alcanza los 895 mbar, mientras que la estación Tres Perlas presenta valores menores, con promedios de 875 mb. Esto es debido principalmente a las alturas de las estaciones. Tres Perlas está localizada a los 1221 msnm, mientras que Garita a los 1080 msnm.

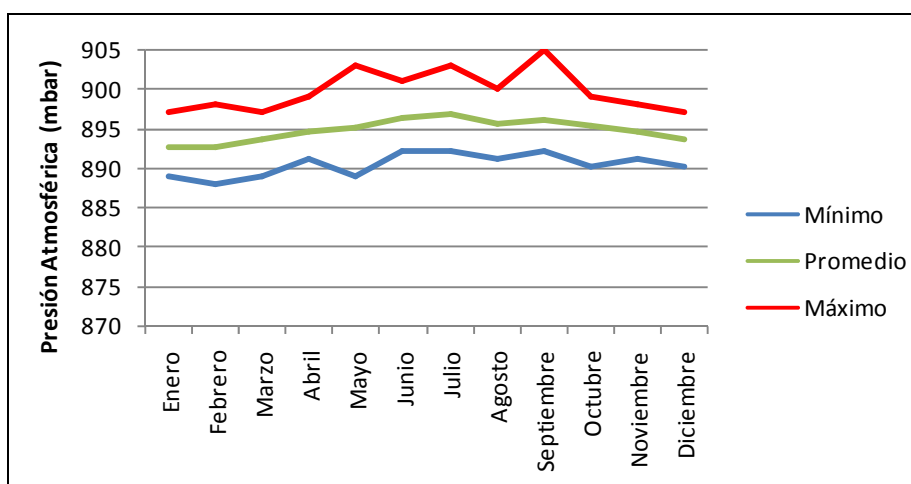


Figura 3.14 Presión Atmosférica Promedio Estación Garita

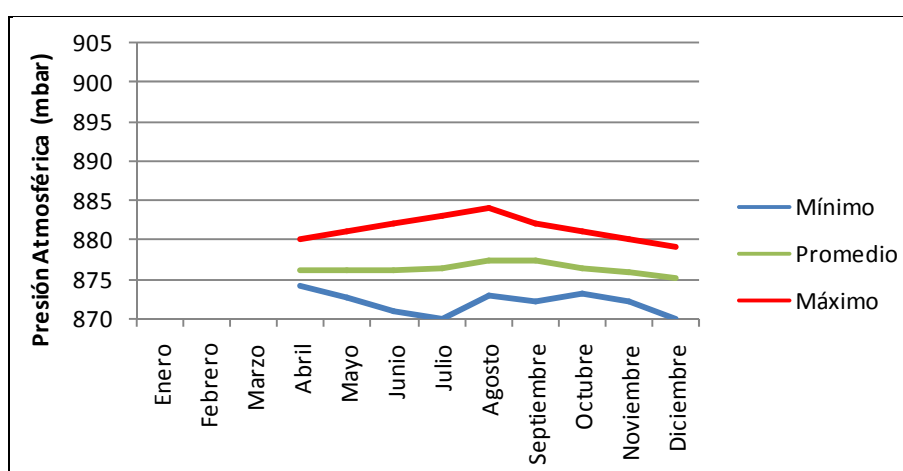


Figura 3.15 Presión Atmosférica Mensual Estación Tres Perlas

3.7 Radiación Solar

Las Figuras 3.16 a 3.21 presentan los registros mínimos, promedios y máximos mensuales y horarios de la Radiación Solar para las estaciones Garita y Chepiquilla 2010 y Tres Perla 2011. De ellas se observa que el ciclo diario comienza prácticamente al mismo tiempo en todas las estaciones, es decir, entre las 06:00 y 07:00 horas. En la estación Tres Perlas se registra un caso anómalo de máxima, puesto que fue registrado a las 21:00 horas para luego volver a descender. El máximo peaks se registra entre las 13:00 y las 14:00 horas.

En términos generales, hay un comportamiento similar en todas las estaciones, puesto que la radiación es un parámetro de escala global que puede presentar diferencias de acuerdo a la configuración del relieve.

Por otra parte, se observa un ciclo estacional dado principalmente por Chepiquilla y Garita. En Tres Perlas aparece la tendencia pero sólo desde el otoño en adelante. Los valores mínimos, se ubican en los meses de invierno con notables descensos a casi la mitad de lo que se recibe en verano, fenómeno muy importante que podría determinar tanto las temperaturas registradas como la intensidad del viento.

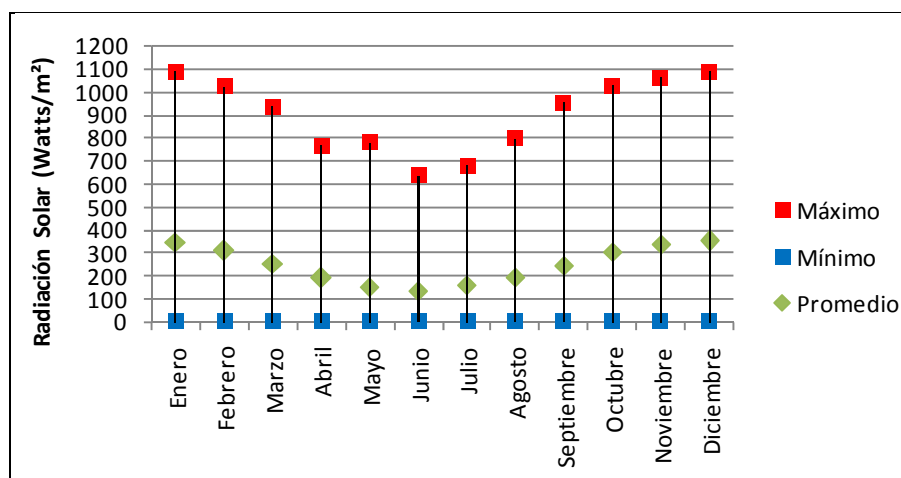


Figura 3.16 Radiación Solar Mensual Estación Garita

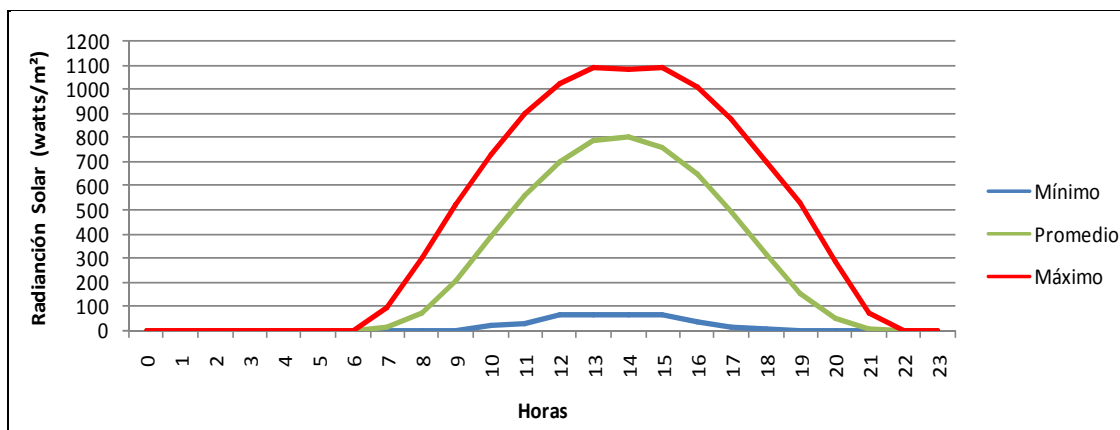


Figura 3.17 Comportamiento Horario de la Radiación Solar Estación Garita

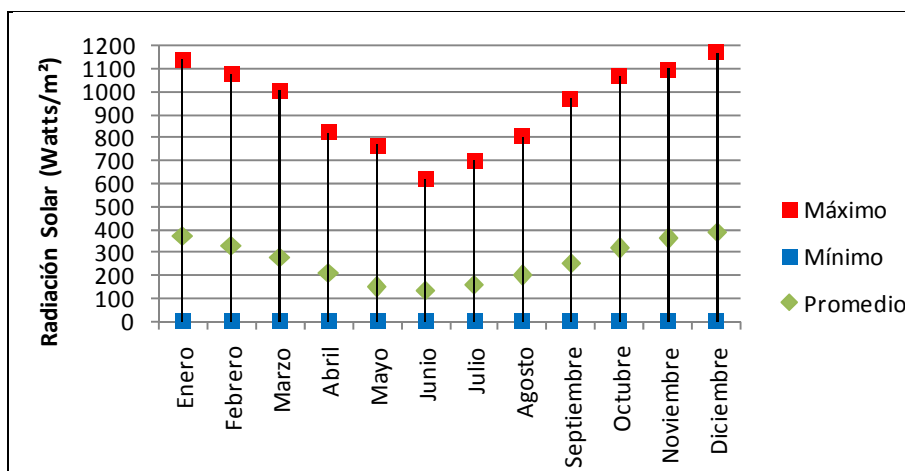


Figura 3.18 Radiación Solar Mensual Estación Chepiquilla

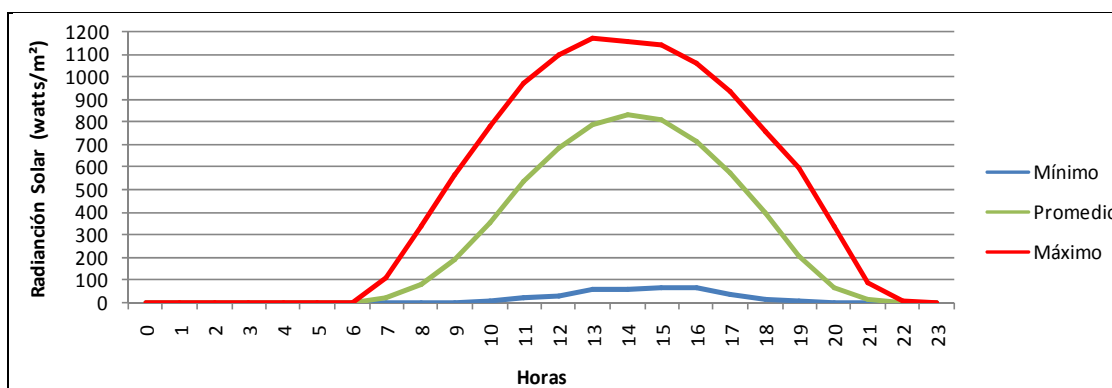


Figura 3.19 Comportamiento Horario de la Radiación Solar Estación Chepiquilla

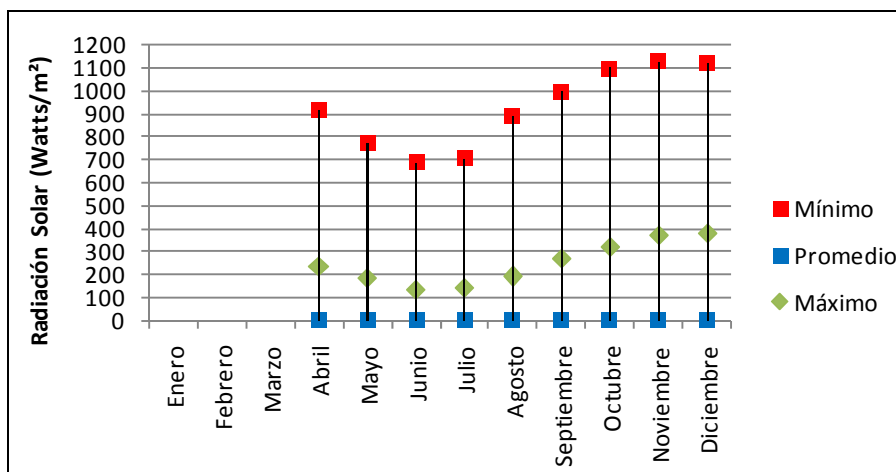


Figura 3.20 Radiación Solar Mensual Estación Tres Perlas

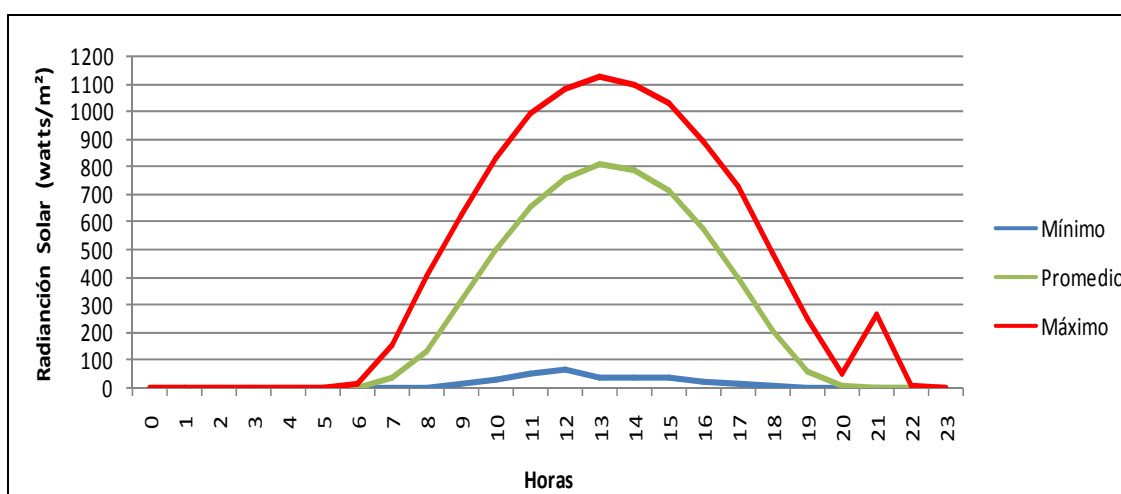


Figura 3.21 Comportamiento Horario de la Radiación Solar Estación Tres Perlas

3.8 Precipitaciones

La única estación que registró precipitación fue Garita, por lo que es posible pensar que sí hubo episodios de tipo frontal que afectaron a la comuna de Andacollo y sus alrededores durante el año 2010. Estas precipitaciones alcanzaron los 10 mm de agua caída en una hora, esto se registro en el mes de Junio, habiéndose presentado con menor intensidad en los meses de Mayo, Junio, Agosto y Septiembre. Si bien la estación Tres Perlas monitorea esta variable, no presentan registros para el año 2011.

Las Figuras 3.22 y 3.23 presentan los registros mínimos, promedios y máximos mensuales y horarios registrados en estación Garita para el año 2010. De ellas se observa que los montos de precipitación para esta zona son en general escasos, según su comportamiento horario las mayores precipitaciones se registraron durante horas de la mañana (09:00 y las 12:00 horas).

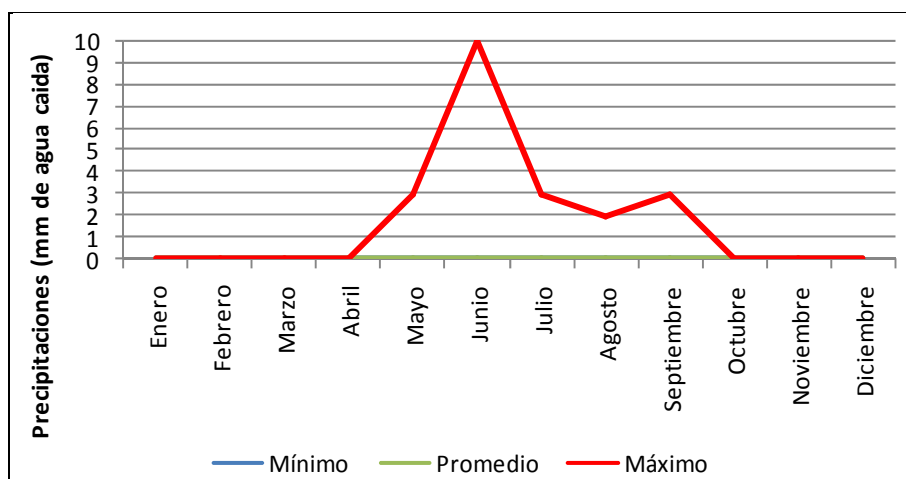


Figura 3.22 Precipitación Promedio Mensual Estación Garita

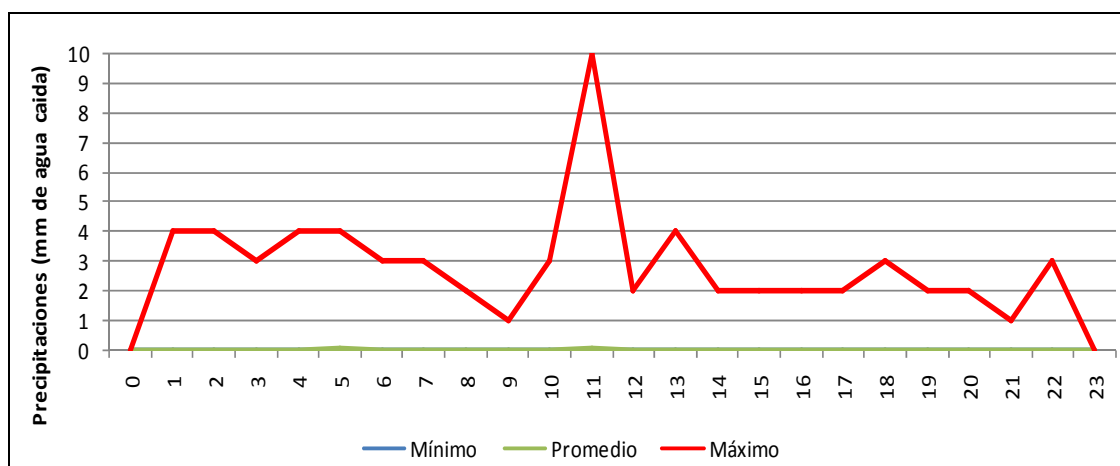


Figura 3.23 Precipitación Promedio Horario Estación Garita

4. MODELACIÓN METEOROLÓGICA 3D

Para determinar sitios candidatos a localizar la estación Background, se realizó un análisis de trayectorias de masas de aire en la zona, dando énfasis a las masas que pasan por las faenas mineras de Teck-CDA y Dayton, de manera de obtener aquellas zonas que se venan menos influenciadas por sus emisiones.

Para esto se procesaron las bases de meteorología de superficie correspondiente a las mediciones realizadas en las estaciones de Garita, Chepiquilla y Urmeneta durante el año 2010 y la estación Tres Perlas el año 2011, en conjunto con la meteorología de altura obtenida del modelo meteorológico de mesoescala MM5, y se estructuraron los archivos de superficie y altura requeridos por el programa CALMET.

El año procesado corresponde al 2010, y la resolución temporal es de una hora, es decir, se dispone de la información meteorológica base para 8760 horas de ese año. Se procesó además, el terreno del área de modelación, el cual se obtuvo de las bases digitales de la USGS, para la zona de estudio. Con ella se generó el archivo GEO.dat que contiene los parámetros geofísicos requeridos por CALMET.

La Figura 4.1 muestra el área de modelación, la cual corresponde a un dominio de 20 x 20 Kilómetros con grillas de 200 metros, cuya coordenada SW es 288.100 E y 6.642.543 N (WGS84-Huso19).

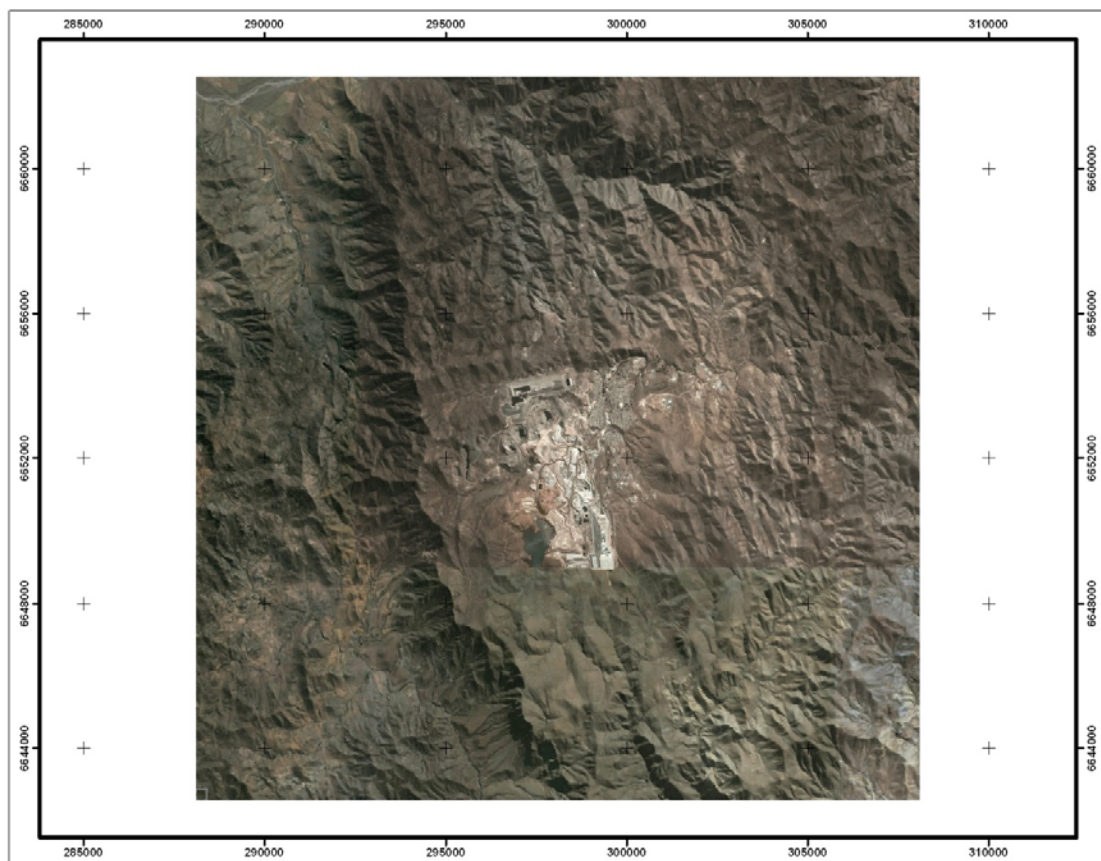


Figura 4.1 Dominio de la Modelación

4.1 Trayectoria de Vientos

En la identificación de un sector para el emplazamiento de la estación de monitoreo de Background de MP10 y MP2,5, se generaron las trayectorias hacia adelante, para todo el año 2010, desde las principales fuentes identificadas en la localidad de Andacollo (Pueblo, Teck CDA y Dayton), con el fin de identificar un sector fuera de la zona declarada saturada, donde las masas de aire provenientes de dichos lugares no afectaría la calidad del aire. En éste análisis se definieron 13 sectores que abarcan por completo el área de estudio. La Figura 4.2 muestra dichos sectores, la línea roja corresponde a la zona declarada como saturada por MP10.

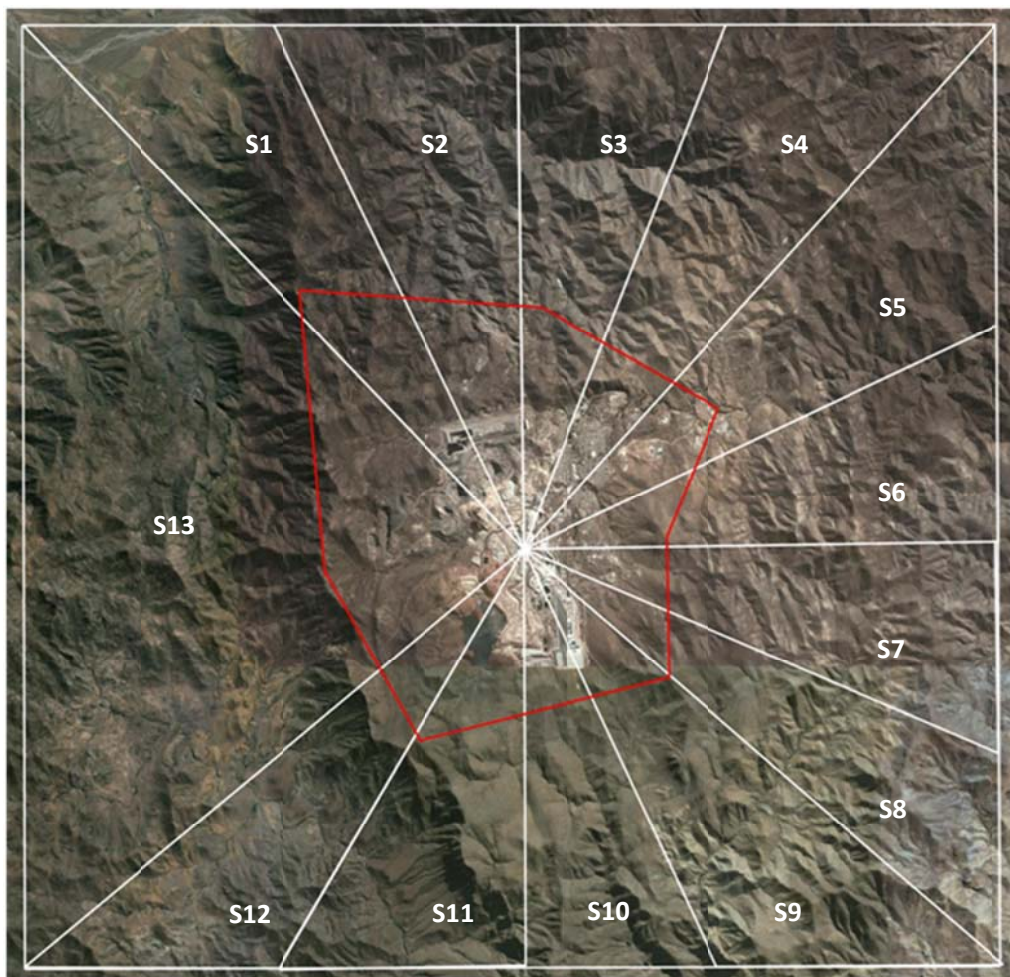


Figura 4.2 Sectores destinos de las masas de aire

4.1.1 Destino de las masas de aire que salen de las faenas de Teck CDA

A fin de evaluar los destinos de las masas de aire que salen de las faenas de Teck CDA, se procesaron las trayectorias para cada hora del año 2010 (8760 horas), y se registraron los aportes en distintos receptores de interés, obteniéndose de esta manera, la probabilidad de que una masa de aire que pasó por Teck CDA, llegase a cada uno de dichos receptores.

La Figura 4.3 muestra los resultados de este análisis. De ella se observa que existe una baja probabilidad (menor que 20%) de que las masas de aire que pasando por el Andacollo, se dirijan hacia los sectores S5, S6, y S7 con (18,8%, 18,9% y 19,7% de horas de un año respectivamente). De los receptores analizados, lo más usual es que

las masas de aire se dirijan hacia el sector S13 (44,1% del tiempo), y en segundo lugar hacia el sector S2, con un 40% de las horas de un año.

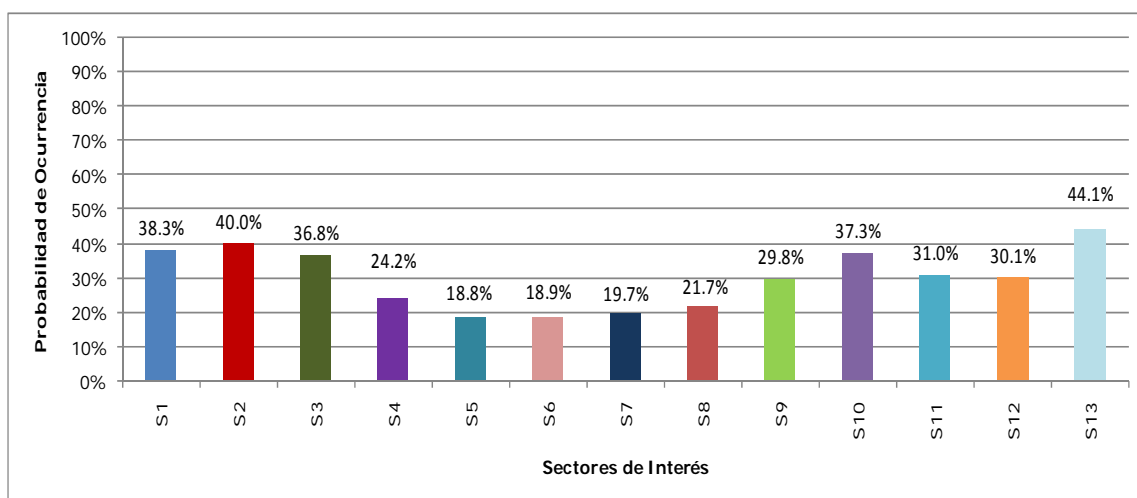


Figura 4.3 Probabilidad de que una masa de aire que sale de las faenas de Teck CDA llegue a un sector de interés

Para determinar si existe algún patrón horario en las trayectorias de masas de aire que salen de las faenas minera de Teck CDA, se realizó un análisis de los destinos de dichas masas de aire para cada hora del día, hacia los sectores de interés, encontrándose entre las 00:00 y las 07:00 horas las menores probabilidades es que las masas de aire se dirijan a los sectores S5, S6, S7, S8 localizadas al oriente del área de estudio, por otra parte entre las 10:00 y las 15:00 horas las masas de aire se dirigen en menor medida a los sectores S1, S2, S3, S12 y S13 localizados en los extremos norte y sur del área. Finalmente entre las 19:00 y las 23:00 lo menos probable es que las masas que pasan por las faenas mineras de CDA lleguen a los sectores S5, S6, S7, S8, y S9. La Figura 4.4 muestra este análisis.

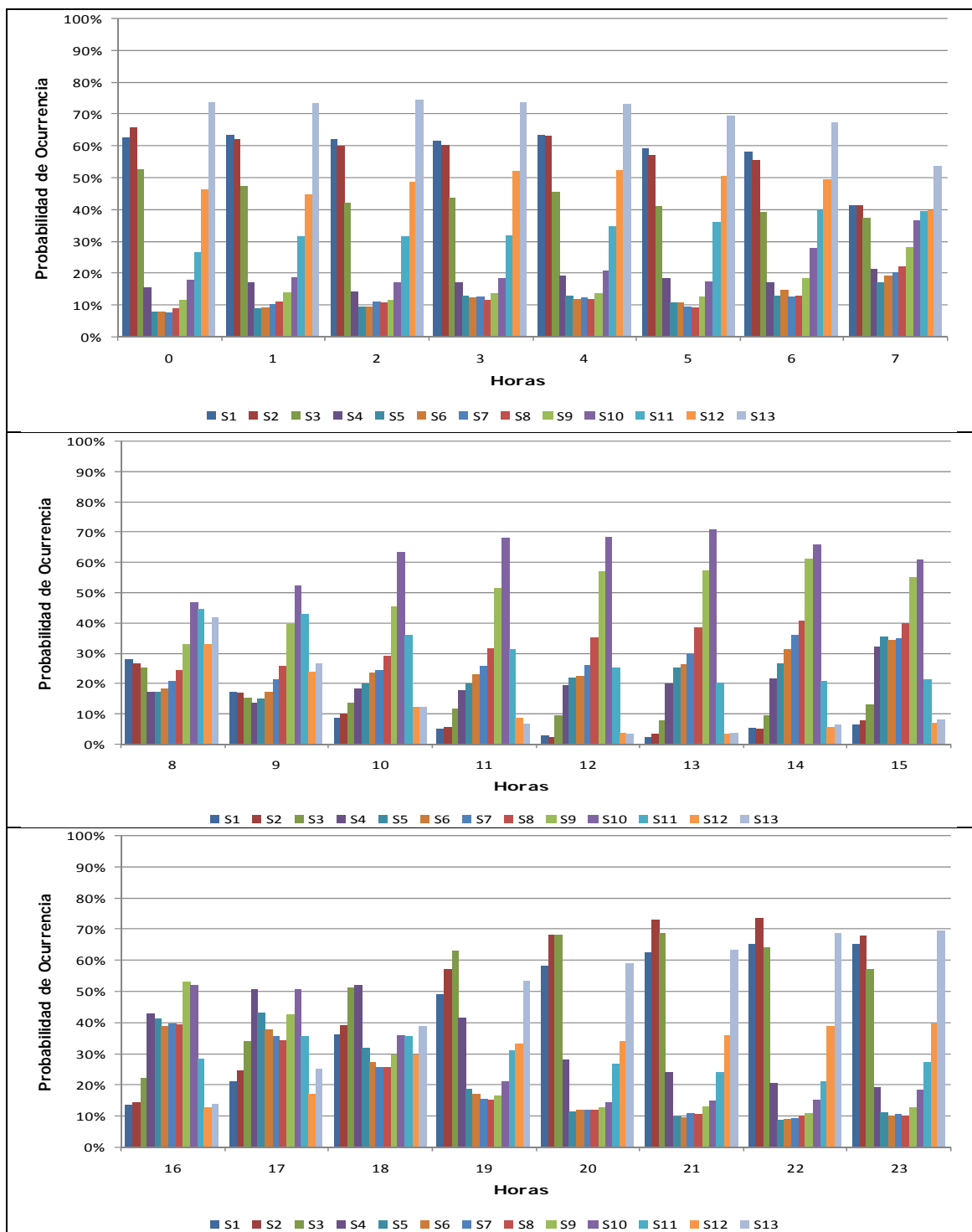


Figura 4.4 Distribución horaria de la Probabilidad de que una masa de aire que sale de las faenas de Teck CDA, se dirija a alguno de los sectores de interés

4.1.2 Destino de las masas de aire que salen de las faenas de Dayton

A fin de evaluar los destinos de las masas de aire que salen de las faenas de Dayton, se procesaron las trayectorias para cada hora del año 2010 (8760 horas), y se registraron los aportes en distintos receptores de interés, obteniéndose de esta manera, la probabilidad de que una masa de aire que pasó por las faenas, llegase a cada uno de dichos receptores.

La Figura 4.5 muestra los resultados de este análisis. De ella se observa que existe una baja probabilidad (inferior al 20%) de que las masas de aire que pasando por las faenas de Dayton, se dirijan hacia los sectores S4, S5, S6, S7 y S18 con 19,2%, 18,6%, 17,5%, 17,5% y 18,3% de las horas de un año respectivamente). De los receptores analizados, lo más usual es que las masas de aire se dirijan hacia el sector S1 y S13 (100% y 80,5% del tiempo).

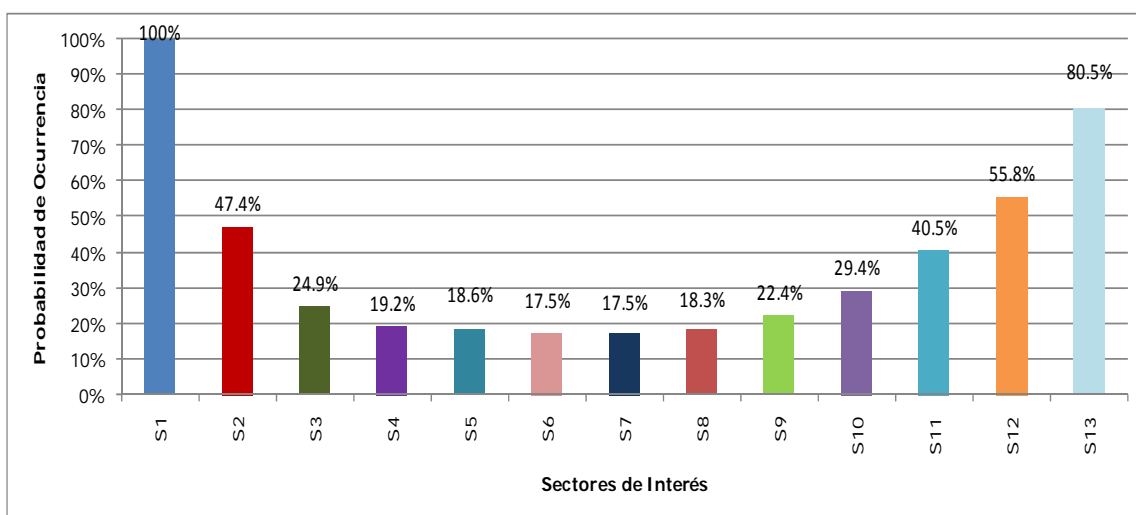


Figura 4.5 Probabilidad de que una masa de aire que sale de las faenas de Dayton llegue a un sector de interés

Para determinar si existe algún patrón horario en las trayectorias de masas de aire que salen de las faenas minera de Dayton, se realizó un análisis de los destinos de dichas masas de aire para cada hora del día, encontrándose que durante todas las horas (00:00 y las 23:00 horas) las menores probabilidades es que las masas de aire lleguen a los sectores S4, S5, S6, S7, S8 y S9. La Figura 4.6 muestra este análisis.

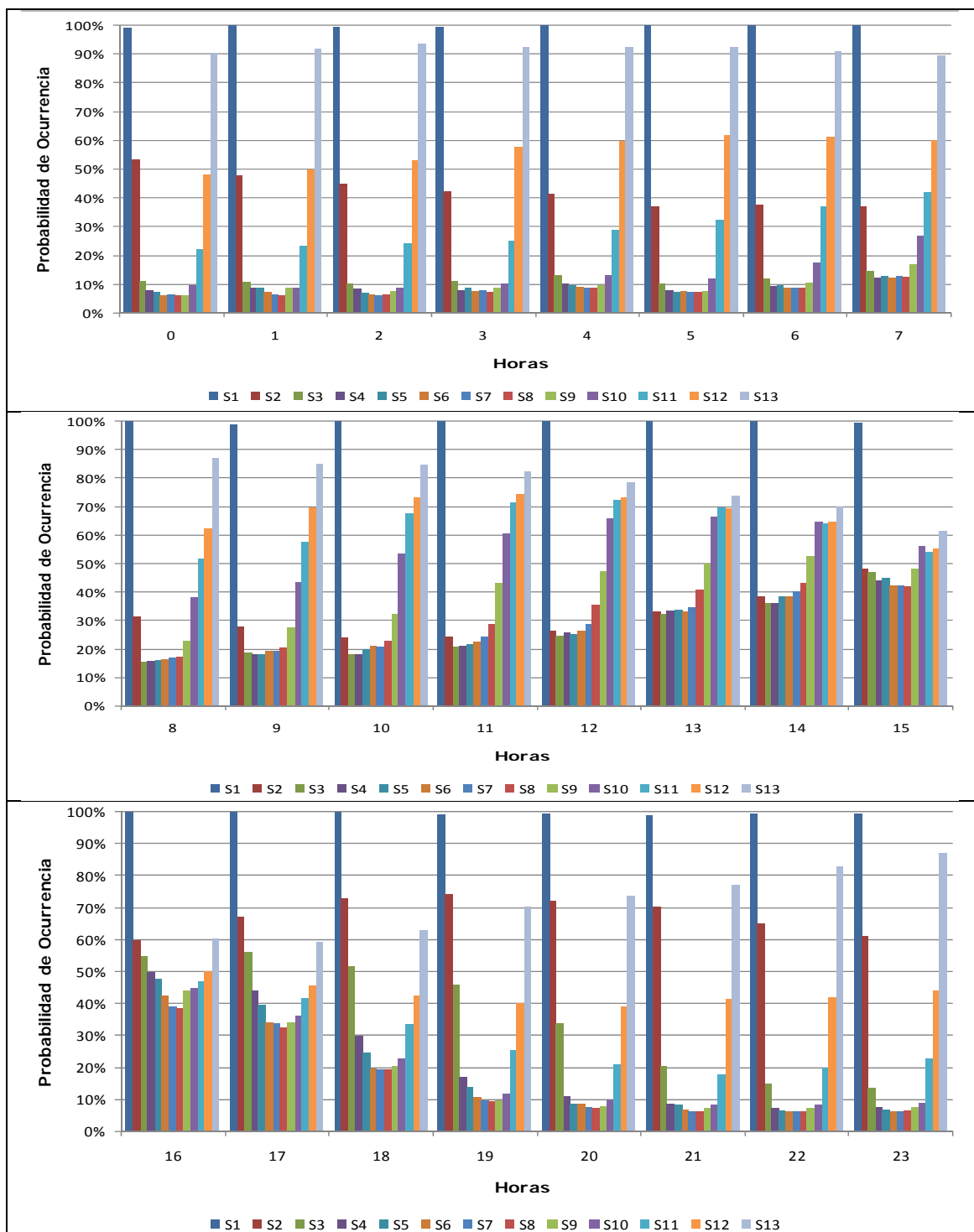


Figura 4.6 Distribución horaria de la Probabilidad de que una masa de aire que sale de las faenas de Dayton, se dirija a alguno de los sectores de interés

4.1.3 Selección del sitio para localizar la estación Background

Una vez analizadas las trayectorias de vientos desde las faenas mineras de Teck CDA y Dayton, hacia los distintos sectores del área, se seleccionaron aquellos que tienen menor influencia de las fuentes anteriormente mencionadas. Estos sectores se definieron fuera de la zona saturada, de manera de registrar, durante la campaña de monitoreo, valores que llegan a la zona saturada, sin influencia de las fuentes locales.

Del análisis anterior se desprende que los sectores S4 a S8 presentan las mejores condiciones para instalar una estación Background, debido a que presentan la menor probabilidad de ser impactados por las emisiones de las faenas mineras del sector.

Con esta información, se realizó una visita a terreno, donde se analizó in situ las ventajas y desventajas de cada sitio alternativo. Se revisó el entorno, las condiciones de seguridad, accesibilidad, y cercanía a fuentes de particulado. De esta forma el sitio seleccionado quedó en el Sector 4, cuyas coordenadas se muestran en la Tabla IV.1.

Las Figuras 4.7 y 4.8 muestran la localización en relación a Andacollo y su entorno. El punto seleccionado queda a 7,5 km al Noreste de Andacollo y a 9,5 km al Noreste de Minera Teck CDA.

Las Figuras 4.9 y 4.10 muestran fotografías del sitio seleccionado y de la estación monitorea instalada.

Tabla IV.1 Localización Punto de Monitoreo Background

Punto de Monitoreo	Coordenadas UTM WGS84-19		Altitud (m)
	Este	Norte	
Bkg_Andacollo_CDA	304.568	6.659.056	1.400

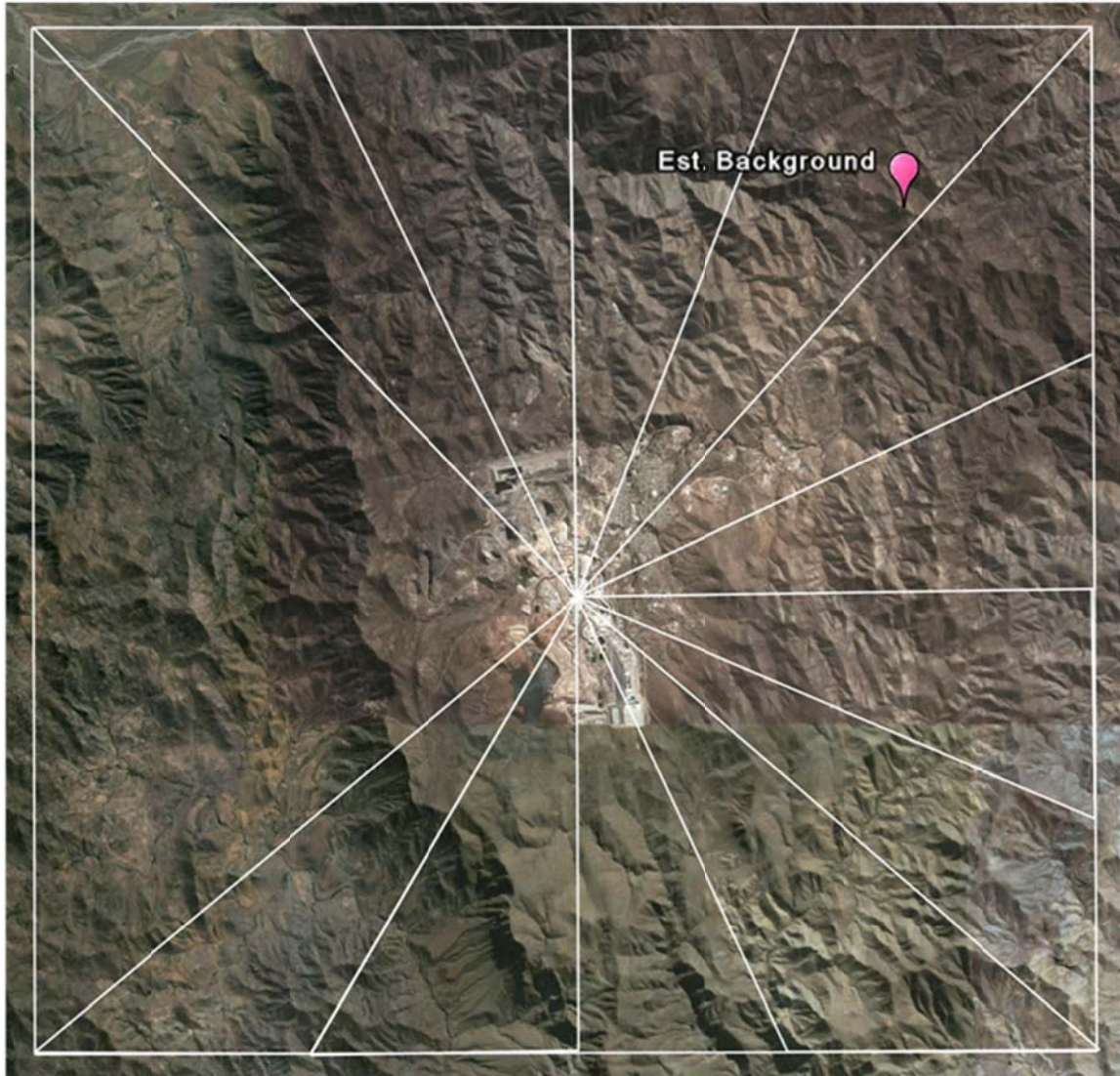


Figura 4.7: Localización punto de monitoreo de Background de MP10 y MP2,5 en Andacollo con respecto a los sectores de destino de las masas de aire

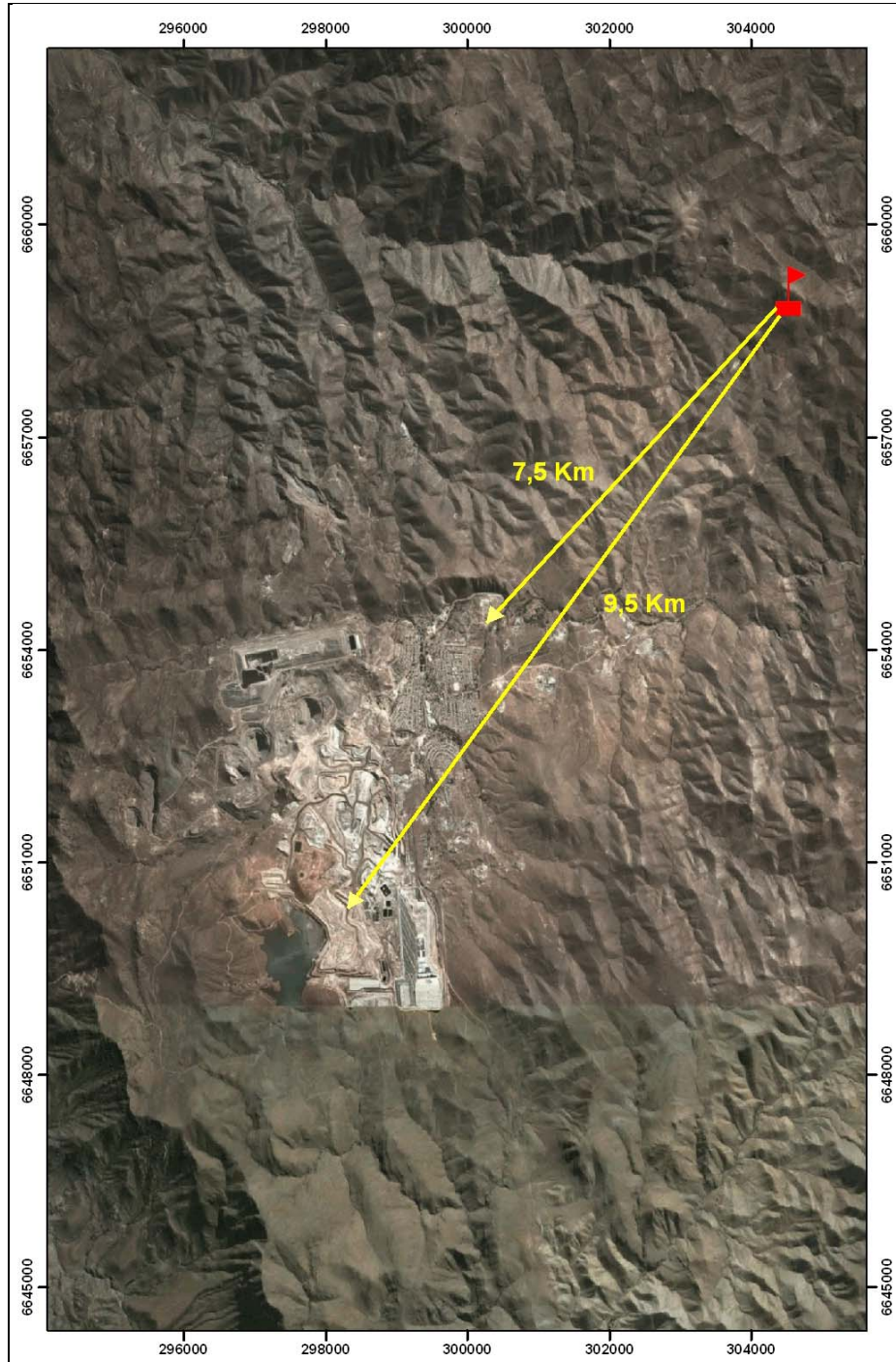


Figura 4.8 Localización punto de monitoreo de Background de MP10 y MP2,5 en Andacollo



Figura 4.9: Vista hacia Andacollo desde el punto de localización de la estación monitora



Figura 4.10: Estación Monitora

5. DISEÑO CAMPAÑA DE MONITOREO

Una vez seleccionado el sitio, se realizaron las labores de habilitación del sitio, e instalación de los equipos. Una descripción del instrumental que contiene la estación monitorea se muestra a continuación.

5.1 Descripción del equipamiento

Se ha instalado dos equipos E-SAMPLER (http://www.metone.com/documents/E-SAMPLER_Brochure.pdf) los cuales miden en forma continua, concentraciones de MP10 y MP2.5 en condiciones del lugar, con resolución de 15 minutos.

La técnica de medición de estos equipos es por nefelometría láser. El E-SAMPLER tiene la posibilidad opcional de capturar el material particulado en un filtro a fin de obtener el factor de conversión entre las mediciones nefelométricas y el equivalente Gravimétrico de los métodos EPA. El Flujo de muestreo son 2 LPM con sistema de control de flujo (sensa la temperatura y Presión). Posee un data logger que almacena la información de variables Temperatura, presión, flujo, hora, concentración y alarmas. El periodo de medición es seteable, recolectando para esta campaña, periodo de 15 minutos, altura de la toma de muestra (medidos desde el nivel del suelo), conectados en forma análoga al capturador de datos Modelo CR1000 marca Campbell. La ventaja de este tipo de analizador es su portabilidad ya que puede funcionar con baterías y paneles solares.

Paralelamente a las mediciones de partículas, fue instalada una estación meteorológica que mide la velocidad y dirección del viento con sensor Modelo 034B marca Met One, promedio de recolección de datos 15 minutos, altura de instalación de los sensores (medidos desde el nivel del suelo) 12 mts, sensor de Temperatura y Humedad Relativa del Aire Modelo 083E, Marca Met One, promedio de recolección de datos 15 minutos, altura de instalación del sensor (medidos desde el nivel del suelo) 3 mts y sensor de radiación Global Modelo 096-2, Marca Met One, promedio de recolección de datos 15 minutos, altura de instalación del sensor (medidos desde el nivel del suelo) 2.5 mts, los sensores están conectados a un capturados de datos Modelo CR1000 marca Campbell.

El enlace remoto es realizado a través de un modem celular, realizando al menos una comunicación semanal para el rescate de datos análogo y verificar funcionamiento de los equipos y sensores meteorológicos.

Una vez al mes es visitada la estación para realizar mantenciones preventivas a los cabezales, rescatar datos directo de los Datalogger de los equipos de partículas y verificar sensores meteorológicos, limpieza de paneles solares y verificar condición de las baterías y medidas de seguridad.

El Programa de Monitoreo considera la realización de una campaña de monitoreo por un periodo de 1 año, utilizando equipos del tipo exploratorios, complementados con mediciones Meteorológicas en el mismo punto. Por otra parte mensualmente se entregará un informe con los resultados de los monitoreos realizados el mes anterior.

6. CONCLUSIONES

Este estudio contiene los lineamientos metodológicos para definir lugares para medir concentraciones de fondo ó background de MP10 y MP2,5 en Andacollo, entendiendo por tal, idealmente un lugar en que las concentraciones de partículas en su fracción respirable, no se vean afectada por contribuciones antropogénicas.

Para esto se realizó una modelación meteorológica y un análisis de trayectorias, para definir sectores en que existiese una muy baja probabilidad de ser afectados por contribuciones de zonas mineras y urbanas.

Del análisis anterior se obtuvo que cuatro sectores (S4, S5, S6, y S7), presentaban las mejores condiciones para instalar la estación monitorea que permitirían caracterizar los niveles background de MP10 y MP2,5 en Andacollo. Con este primer filtro, se fue a terreno y se recorrieron los sitios candidatos, escogiendo aquel que por accesibilidad, seguridad, y factibilidad técnica resultó ser el adecuado.

Es así como se seleccionó un lugar entre el límite de los sectores S4 y S5, el cual reunía todos los requisitos para una medición representativa, es decir, no está influenciado por contribuciones antropogénicas y cumplía con las condiciones de accesibilidad y seguridad, el cual se encuentra localizado a 7,5 km al Noreste de Andacollo y a 9,5 km al Noreste de Minera Teck CDA.

La estación quedó instalada y operativa a fines de Diciembre, y comenzó a medir concentraciones de MP10 y MP2.5, así como variables meteorológicas, desde Enero del 2012, y estará registrando datos hasta Diciembre del 2012. Los resultados obtenidos serán entregados al mes siguiente del monitoreo, en un informe mensual, y un consolidado anual, al final del periodo de medición.