



**MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE,
NIVELES DE RUIDO Y VIBRACIONES EN
LAS VÍAS DE LA MUNICIPALIDAD
PROVINCIAL MARISCAL NIETO**

**“INFORME DE MONITOREO AMBIENTAL
INTEGRADO DE AIRE, RUIDO Y VIBRACIONES
2021”**

DICIEMBRE - 2021


ING. CIP. OSCAR VALENCIA TALAVERA
Registro 195211 - QUIMICO

PRESENTACIÓN

La Municipalidad Provincial de Mariscal Nieto, a través del Grupo Técnico de Estudio Ambiental de la Calidad del Aire (GT – GESTA Zonal de Aire), el cual se encuentra conformado por la autoridad regional, autoridad municipal, organizaciones sociales, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, del sector público y privado, entre otros, solicita el apoyo técnico a la empresa Anglo American Quellaveco (en adelante AAQ), con el objetivo de monitorear la Calidad de aire, ruido y vibraciones de las vías de alto tránsito vehicular en la Ciudad de Moquegua, lo cual permitirá conocer los niveles de contaminación del aire en la provincia y comparar si sobrepasan los Estándares de Calidad Ambiental.

El presente Informe de Monitoreo de Calidad Ambiental detalla los resultados obtenidos producto del desarrollo del Monitoreo Ambiental llevado a cabo por la empresa Consultoría y Monitoreo Perú S.A.C., a través del análisis de resultados, y la verificación de los mismos, además de la explicación de los aspectos técnicos para el entendimiento del público en general.

El informe de resultados de los monitoreos de calidad de aire, ruido ambiental y niveles de vibración, se presenta a continuación en 2 volúmenes:

- VOLUMEN I: **“INFORME DE MONITOREO AMBIENTAL INTEGRADO DE AIRE Y RUIDO AMBIENTAL”**
- VOLUMEN II: **“ANEXOS”**



ING. CIP. OSCAR VALENCIA TALAVERA
Registro 195211 - QUÍMICO

VOLUMEN I:**INFORME DE MONITOREO AMBIENTAL INTEGRADO DE AIRE Y RUIDO
AMBIENTAL****DICIEMBRE - 2021**
ING. CP OSCAR VALENCIA TALAVERA
Registro 195211 - QUÍMICO

MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE, NIVELES DE RUIDO Y VIBRACIONES EN LAS VÍAS DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL MARISCAL NIETO

VOLUMEN I

“INFORME DE MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO INTEGRADO DE CALIDAD DE AIRE, RUIDO Y VIBRACIONES 2021”

DESARROLLADO POR:



DICIEMBRE - 2021


ING. CIP. OSCAR VALENZUELA
Registro 195211 - QUIMICO

INDICE

I.	INTRODUCCIÓN	10
1.1.	GENERALIDADES	10
1.2.	OBJETIVOS	11
1.2.1.	OBJETIVO GENERAL	11
1.2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
1.3.	MARCO LEGAL	12
II.	PARTICIPACIÓN CIUDADANA	13
III.	METODOLOGÍA UTILIZADA	14
3.1.	CRITERIOS PARA EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD	14
3.2.	MÉTODOS UTILIZADOS	16
3.2.1.	CALIDAD DE AIRE	16
3.2.2.	RUIDO AMBIENTAL	16
3.2.3.	VIBRACIONES	17
3.3.	PARÁMETROS EVALUADOS	18
3.3.1.	CALIDAD DE AIRE	18
3.3.2.	RUIDO AMBIENTAL	19
3.3.3.	VIBRACIONES	19
IV.	NORMATIVA AMBIENTAL	20
4.1.	CALIDAD DE AIRE	20
4.2.	RUIDO AMBIENTAL	21
4.3.	VIBRACIONES	22
V.	ESTACIONES DE MONITOREO	23
VI.	RESULTADOS DEL MONITOREO	29
6.1.	EQUIPOS DE MONITOREO	29
6.1.1.	CALIDAD DE AIRE	29
6.1.2.	RUIDO AMBIENTAL	30
6.1.3.	VIBRACIONES	30
6.2.	RESULTADOS	31
6.2.1.	CALIDAD DE AIRE	31
6.2.1.1.	Material Particulado	31


 ING. CIP. OSCAR VALENZUELA
 Registro 195211 - QUIMICO

6.2.1.1.1.	PM10.....	31
6.2.1.1.2.	PM2.5.....	32
6.2.1.2.	Gases.....	36
6.2.1.2.1.	Dióxido de Nitrógeno (NO ₂).....	36
6.2.1.2.2.	Monóxido de Carbono (CO).....	36
6.2.1.2.3.	Dióxido de Azufre (SO ₂).....	36
6.2.1.3.	Partículas Totales en Suspensión PTS.....	42
6.2.1.4.	Metales en Aire:.....	45
6.2.1.4.1.	Arsénico (As).....	45
6.2.1.4.2.	Plomo (Pb).....	45
6.2.1.5.	Parámetros Meteorológicos.....	47
6.2.1.5.1.	Estación CHEN CHEN (Del 07 al 11 de diciembre).....	47
6.2.1.5.2.	Estación SAN ANTONIO (Del 07 al 11 de diciembre).....	50
6.2.1.5.3.	Estación CAJA AREQUIPA (Del 13 al 17 de diciembre).....	53
6.2.1.5.4.	Estación Ca-A-1 (SE MOQUEGUA) – COLEGIO JESUS NAZARENO (Del 13 al 17 de diciembre).....	56
6.2.1.5.5.	Estación ÓVALO CEMENTERIO (Del 18 al 22 de diciembre).....	59
6.2.1.5.6.	Estación Ca-SAN ANTONIO (Del 18 al 22 de diciembre).....	62
6.2.1.5.7.	Estación E-3 (Del 23 al 27 de diciembre).....	65
6.2.1.5.8.	Estación COLEGIO EL CONDE (Del 23 al 27 de diciembre).....	68
6.2.1.6.	Rosa de viento.....	71
6.2.1.6.1.	Estación CHEN CHEN (Del 07 al 11 de diciembre).....	71
6.2.1.6.2.	Estación SAN ANTONIO (Del 07 al 11 de diciembre).....	72
6.2.1.6.3.	Estación CAJA AREQUIPA (Del 13 al 17 de diciembre).....	73
6.2.1.6.4.	Estación Ca-A-1 (SE MOQUEGUA) (Del 13 al 17 de diciembre).....	74
6.2.1.6.5.	Estación ÓVALO CEMENTERIO (Del 18 al 22 de diciembre).....	75
6.2.1.6.6.	Estación Ca-SAN ANTONIO (Del 18 al 22 de diciembre).....	76
6.2.1.6.7.	Estación E-3 (Del 23 al 27 de diciembre).....	77
6.2.1.6.8.	Estación COLEGIO EL CONDE (Del 23 al 27 de diciembre).....	78
6.2.2.	RUIDO AMBIENTAL.....	79
6.2.2.1.	Estación CAJA AREQUIPA.....	79
6.2.2.2.	Estación OVALO CEMENTERIO.....	82
6.2.2.3.	Estación SAN ANTONIO.....	84
6.2.2.4.	Estación CHEN CHEN.....	86
6.2.2.5.	Estación COLEGIO EL CONDE.....	88


 ING. CIP. OSCAR VALENZUELA
 Registro 195211 - QUIMICO

6.2.2.6.	Estación E-3.....	90
6.2.2.7.	Estación Ca-A-1 (SE MOQUEGUA) – COLEGIO JESUS NAZARENO	92
6.2.2.8.	Estación Ca-San Antonio.....	94
6.2.3.	VIBRACIONES.....	96
6.2.3.1.	PUNTO DE MONITOREO CAJA AREQUIPA.....	96
6.2.3.2.	PUNTO DE MONITOREO OVALO CEMENTERIO	98
6.2.3.3.	PUNTO DE MONITOREO SAN ANTONIO.....	100
6.2.3.4.	PUNTO DE MONITOREO CHEN CHEN	102
6.2.3.5.	PUNTO DE MONITOREO COLEGIO EL CONDE.....	104
6.2.3.6.	PUNTO DE MONITOREO E-3	106
6.2.3.7.	PUNTO DE MONITOREO Ca-A-1 (SE Moquegua).....	108
6.2.3.8.	PUNTO DE MONITOREO Ca - San Antonio	110
6.3.	CONSOLIDADO DE RESULTADOS	112
6.3.1.	CALIDAD DE AIRE	112
6.3.2.	RUIDO AMBIENTAL	116
6.3.3.	NIVELES DE VIBRACIÓN	118
6.4.	CONCLUSIONES.....	120
6.4.1.	CALIDAD DE AIRE	120
6.4.2.	RUIDO AMBIENTAL	121
6.4.3.	VIBRACIONES.....	122
I.	ANEXOS	123
	ANEXO 1	
	EVIDENCIA FOTOGRÁFICA DE LAS OBSERVACIONES EN CAMPO	
	ANEXO 2	
	DATA METEOROLÓGICA.....	
	ANEXO 3	
	PLANOS DE UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO	
	ANEXO 4	
	FICHAS DE IDENTIFICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO	
	ANEXO 5	
	CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN: EQUIPOS UTILIZADOS EN CAMPO	
	ANEXO 6	
	CERTIFICADOS DEL LABORATORIO	


 ING. CIP. OSCAR VALENZUELA
 Registro 195211 - QUÍMICO

ANEXO 7	
CERTIFICADOS DE ACREDITACIÓN DE LABORATORIO DE CALIBRACIÓN	
ANEXO 8	
FLOW CHART (QAQC AIRE)	
ANEXO 9	
INFORMES DE ENSAYO DE LABORATORIO	
ANEXO 10	
CADENAS DE CUSTODIA	


ING. CIP. OSCAR VALENZUELA
Registro 195211 - QUIMICO

Lista de Tablas

	Página
Tabla 1. <i>Parámetros evaluados para Calidad de Aire</i>	18
Tabla 2. <i>Parámetros evaluados para Meteorología</i>	19
Tabla 3. <i>Parámetros evaluados para Ruido Ambiental</i>	19
Tabla 4. <i>Parámetros evaluados para Vibraciones</i>	19
Tabla 5. <i>Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire</i>	20
Tabla 6. <i>Niveles máximos permisibles provenientes de Unidades Minero-Metalúrgicas</i>	21
Tabla 7. <i>Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido.</i>	21
Tabla 8. <i>ISO 2631-2 Normativa vigente para Vibraciones</i>	22
Tabla 9. <i>Categorización de sitios de monitoreo según EPA</i>	23
Tabla 10. <i>Estaciones de monitoreo</i>	24
Tabla 11. <i>Equipos de monitoreo utilizados para Calidad de Aire</i>	29
Tabla 12. <i>Equipos de monitoreo utilizados para Ruido ambiental</i>	30
Tabla 13. <i>Equipos de monitoreo utilizados para Vibraciones</i>	30
Tabla 14. <i>Resultados de Material Particulado PM10 y PM2.5</i>	35
Tabla 15. <i>Resultados de Gases</i>	41
Tabla 16. <i>Resultados PTS</i>	44
Tabla 17. <i>Resultados: Metales en PM10</i>	46
Tabla 18. <i>Meteorología - Chen Chen</i>	47
Tabla 19. <i>Meteorología – SAN ANTONIO</i>	50
Tabla 20. <i>Meteorología – CAJA AREQUIPA</i>	53
Tabla 21. <i>Meteorología - Ca-A-1 (SE MOQUEGUA) – COLEGIO JESUS NAZARENO</i>	56
Tabla 22. <i>Meteorología – Ovalo Cementerio</i>	59
Tabla 23. <i>Meteorología – Ca- San Antonio</i>	62
Tabla 24. <i>Meteorología – E-3</i>	65
Tabla 25. <i>Meteorología – Colegio EL CONDE</i>	68
Tabla 26. <i>Resultados ruido continuo – CAJA AREQUIPA</i>	81
Tabla 27. <i>Resultados ruido continuo – OVALO CEMENTERIO</i>	83
Tabla 28. <i>Resultados ruido continuo – SAN ANTONIO</i>	85
Tabla 29. <i>Resultados ruido continuo – CHEN CHEN</i>	87
Tabla 30. <i>Resultados ruido continuo – COLEGIO EL CONDE</i>	89
Tabla 31. <i>Resultados ruido continuo – E-3</i>	91
Tabla 32. <i>Resultados ruido continuo – Ca-A-1 (SE MOQUEGUA) – COLEGIO JESUS NAZARENO</i>	93
Tabla 33. <i>Resultados ruido continuo – Ca-San Antonio</i>	95
Tabla 34. <i>Resultados Vibraciones – CAJA AREQUIPA</i>	97
Tabla 35. <i>Resultados Vibraciones – OVALO CEMENTERIO</i>	99
Tabla 36. <i>Resultados Vibraciones – SAN ANTONIO</i>	101
Tabla 37. <i>Resultados Vibraciones – CHEN CHEN</i>	103
Tabla 38. <i>Resultados Vibraciones – COLEGIO EL CONDE</i>	105
Tabla 39. <i>Resultados Vibraciones – E-3</i>	107
Tabla 40. <i>Resultados Vibraciones – Ca-A-1 (SE MOQUEGUA)</i>	109
Tabla 41. <i>Resultados Vibraciones – Ca-San Antonio</i>	111


 ING. CIP. OSCAR VALENZUELA
 Registro 195211 - QUIMICO

Lista de Figuras

	Página
<i>Figura 1.</i> Ciudad de Moquegua: Mapa de Densidad Poblacional	25
<i>Figura 2.</i> Ciudad de Moquegua: Calidad de Aire	26
<i>Figura 3.</i> Ciudad de Moquegua: Tráfico vehicular	27
<i>Figura 4.</i> Ciudad de Moquegua: Flujos de viento	28
<i>Figura 5.</i> Concentración de Material Particulado PM10 y PM2.5 – CHEN CHEN	
<i>Figura 6.</i> Concentración de Material Particulado PM10 y PM2.5 – SAN ANTONIO	33
<i>Figura 7.</i> Concentración de Material Particulado PM10 y PM2.5 – CAJA AREQUIPA	
<i>Figura 8.</i> Concentración de Material Particulado PM10 y PM2.5 – Ca-A-1(SE Moquegua) - COLEGIO JESUS NAZARENO	33
<i>Figura 9.</i> Concentración de Material Particulado PM10 y PM2.5 – OVALO CEMENTERIO	
<i>Figura 10.</i> Concentración de Material Particulado PM10 y PM2.5 – Ca-San Antonio - COLEGIO JESUS NAZARENO	34
<i>Figura 11.</i> Concentración de Material Particulado PM10 y PM2.5 – E-3	
<i>Figura 12.</i> Concentración de Material Particulado PM10 y PM2.5 – EL CONDE	34
<i>Figura 13.</i> Concentración de Dióxido de Nitrógeno – CHEN CHEN	
<i>Figura 14.</i> Concentración de Dióxido de Nitrógeno – SAN ANTONIO	37
<i>Figura 15.</i> Concentración de Dióxido de Nitrógeno – CAJA AREQUIPA	
<i>Figura 16.</i> Concentración de Dióxido de Nitrógeno – Ca-A-1 (SE Moquegua) COLEGIO JESUS NAZARENO	37
<i>Figura 17.</i> Concentración de Dióxido de Nitrógeno – OVALO CEMENTERIO	
<i>Figura 18.</i> Concentración de Dióxido de Nitrógeno – Ca - SAN ANTONIO	38
<i>Figura 19.</i> Concentración de Dióxido de Nitrógeno – E-3	
<i>Figura 20.</i> Concentración de Dióxido de Nitrógeno – COLEGIO EL CONDE	38
<i>Figura 21.</i> Concentración de Monóxido de Carbono – CHEN CHEN	
<i>Figura 22.</i> Concentración de Monóxido de Carbono – SAN ANTONIO	39
<i>Figura 23.</i> Concentración de Monóxido de Carbono – CAJA AREQUIPA	
<i>Figura 24.</i> Concentración de Monóxido de Carbono – Ca-A-1 (SE Moquegua) COLEGIO JESUS NAZARENO	39
<i>Figura 25.</i> Concentración de Monóxido de Carbono – OVALO CEMENTERIO	
<i>Figura 26.</i> Concentración de Monóxido de Carbono – Ca - SAN ANTONIO	40
<i>Figura 27.</i> Concentración de Monóxido de Carbono – E-3	
<i>Figura 28.</i> Concentración de Monóxido de Carbono –COLEGIO EL CONDE	40
<i>Figura 29.</i> Concentración de PTS – CHEN CHEN	42
<i>Figura 30.</i> Concentración de PTS – SAN ANTONIO	43
<i>Figura 31.</i> Concentración de PTS – E-3	43
<i>Figura 32.</i> Temperatura CHEN CHEN	48
<i>Figura 33.</i> Humedad relativa CHEN CHEN	48
<i>Figura 34.</i> Velocidad del viento - CHEN CHEN	49
<i>Figura 35.</i> Presión - CHEN CHEN	49
<i>Figura 36.</i> Temperatura SAN ANTONIO	51
<i>Figura 37.</i> Humedad relativa SAN ANTONIO	51
<i>Figura 38.</i> Velocidad del viento – SAN ANTONIO	52
<i>Figura 39.</i> Presión - SAN ANTONIO	52
<i>Figura 40.</i> Temperatura CAJA AREQUIPA	54


 ING. CIP. OSCAR VALENZUELA
 Registro 195211 - QUIMICO

Figura 41. Humedad relativa CAJA AREQUIPA	54
Figura 42. Velocidad del viento – CAJA AREQUIPA.....	55
Figura 43. Presión – CAJA AREQUIPA.....	55
Figura 44. Temperatura Ca-A-1 (SE MOQUEGUA) – COLEGIO JESUS NAZARENO.....	57
Figura 45. Humedad relativa Ca-A-1 (SE MOQUEGUA) – COLEGIO JESUS NAZARENO.....	57
Figura 46. Velocidad del viento - Ca-A-1 (SE MOQUEGUA) – COLEGIO JESUS NAZARENO	58
Figura 47. Presión - Ca-A-1 (SE MOQUEGUA) – COLEGIO JESUS NAZARENO.....	58
Figura 48. Temperatura Ovalo Cementerio	60
Figura 49. Humedad relativa Ovalo Cementerio	60
Figura 50. Velocidad del viento - Ovalo Cementerio.....	61
Figura 51. Presión - Ovalo Cementerio	61
Figura 52. Temperatura Ca- San Antonio.....	63
Figura 53. Humedad relativa Ca- San Antonio.....	63
Figura 54. Velocidad del viento - Ca- San Antonio.....	64
Figura 55. Presión - Ca- San Antonio.....	64
Figura 56. Temperatura E-3.....	66
Figura 57. Humedad relativa E-3.....	66
Figura 58. Velocidad del viento – E-3.....	67
Figura 59. Presión – E-3	67
Figura 60. Temperatura Colegio EL CONDE	69
Figura 61. Humedad relativa Colegio EL CONDE	69
Figura 62. Velocidad del viento - Colegio EL CONDE	70
Figura 63. Presión - Colegio EL CONDE	70
Figura 64. Rosa de Viento CHEN CHEN (1er ciclo)	
Figura 65. Rosa de Viento CHEN CHEN (2do ciclo)	
Figura 66. Rosa de Viento CHEN CHEN (3er ciclo)	71
Figura 67. Rosa de Viento CHEN CHEN (4to ciclo)	
Figura 68. Rosa de Viento CHEN CHEN (5to ciclo)	71
Figura 69. Rosa de Viento SAN ANTONIO (1er ciclo)	
Figura 70. Rosa de Viento SAN ANTONIO (2do ciclo)	
Figura 71. Rosa de Viento SAN ANTONIO (3er ciclo).....	72
Figura 72. Rosa de Viento SAN ANTONIO (4to ciclo)	
Figura 73. Rosa de Viento SAN ANTONIO (5to ciclo)	72
Figura 74. Rosa de Viento CAJA AREQUIPA (1er ciclo)	
Figura 75. Rosa de Viento CAJA AREQUIPA (2do ciclo)	
Figura 76. Rosa de Viento CAJA AREQUIPA (3er ciclo).....	73
Figura 69. Rosa de Viento CAJA AREQUIPA (4to ciclo)	
Figura 70. Rosa de Viento CAJA AREQUIPA (5to ciclo)	73
Figura 79. Rosa de Viento Ca-A-1 (SE MOQUEGUA) (1er ciclo)	
Figura 80. Rosa de Viento Ca-A-1 (SE MOQUEGUA) (2do ciclo)	
Figura 81. Rosa de Viento Ca-A-1 (SE MOQUEGUA) (3er ciclo)	74
Figura 82. Rosa de Viento Ca-A-1 (SE MOQUEGUA) (4to ciclo)	
Figura 83. Rosa de Viento Ca-A-1 (SE MOQUEGUA) (5to ciclo).....	74
Figura 84. Rosa de Viento OVALO CEMENTERIO (1er ciclo)	
Figura 85. Rosa de Viento OVALO CEMENTERIO (2do ciclo)	
Figura 86. Rosa de Viento OVALO CEMENTERIO (3er ciclo)	75
Figura 87. Rosa de Viento OVALO CEMENTERIO (4to ciclo)	
Figura 88. Rosa de Viento OVALO CEMENTERIO (5to ciclo).....	75


 ING. CIP. OSCAR VALENZUELA
 Registro 195211 - QUIMICO

Figura 89. Rosa de Viento Ca-SAN ANTONIO (1er ciclo)	
Figura 90. Rosa de Viento Ca-SAN ANTONIO (2do ciclo)	
Figura 91. Rosa de Viento Ca-SAN ANTONIO (3er ciclo)	76
Figura 92. Rosa de Viento Ca-SAN ANTONIO (4to ciclo)	
Figura 93. Rosa de Viento Ca-SAN ANTONIO (5to ciclo)	76
Figura 94. Rosa de Viento E-3 (1er ciclo)	
Figura 95. Rosa de Viento E-3 (2do ciclo)	
Figura 96. Rosa de Viento E-3 (3er ciclo)	77
Figura 97. Rosa de Viento E-3 (4to ciclo)	
Figura 98. Rosa de Viento E-3 (5to ciclo)	77
Figura 99. Rosa de Viento COLEGIO EL CONDE (1er ciclo)	
Figura 100. Rosa de Viento COLEGIO EL CONDE (2do ciclo)	
Figura 101. Rosa de Viento COLEGIO EL CONDE (3er ciclo)	78
Figura 102. Rosa de Viento COLEGIO EL CONDE (4to ciclo)	
Figura 103. Rosa de Viento COLEGIO EL CONDE (5to ciclo)	78
Figura 104. Niveles de Ruido continuo – CAJA AREQUIPA	80
Figura 105. Niveles de Ruido continuo – OVALO CEMENTERIO	82
Figura 106. Niveles de Ruido continuo – SAN ANTONIO	84
Figura 107. Niveles de Ruido continuo – CHEN CHEN	86
Figura 108. Niveles de Ruido continuo – COLEGIO EL CONDE	88
Figura 109. Niveles de Ruido continuo – E-3	90
Figura 110. Niveles de Ruido continuo – Ca-A-1 (SE MOQUEGUA) – COLEGIO JESUS NAZARENO	92
Figura 111. Niveles de Ruido continuo – Ca-San Antonio	94
Figura 112. Niveles Vibraciones – CAJA AREQUIPA	96
Figura 113. Niveles Vibraciones – OVALO CEMENTERIO	98
Figura 114. Niveles Vibraciones – SAN ANTONIO	100
Figura 115. Niveles Vibraciones – CHEN CHEN	102
Figura 116. Niveles Vibraciones – COLEGIO EL CONDE	104
Figura 117. Niveles Vibraciones – E-3	106
Figura 118. Niveles Vibraciones – Ca-A-1 (SE Moquegua)	108
Figura 119. Niveles Vibraciones – Ca-San Antonio	110


 ING. CIP. OSCAR VALENCIA TALAVERA
 Registro 195211 - QUIMICO

I. INTRODUCCIÓN

1.1. GENERALIDADES

La Municipalidad Provincial de Mariscal Nieto, a través del Grupo Técnico de Estudio Ambiental de la Calidad del Aire (GT – GESTA Zonal de Aire), el cual se encuentra conformado por la autoridad regional, autoridad municipal, organizaciones sociales, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, del sector público y privado, entre otros, solicita el apoyo técnico a la empresa Anglo American Quellaveco (en adelante AAQ), con el objetivo de monitorear la Calidad de aire, ruido y vibraciones de las vías de alto tránsito vehicular en la Ciudad de Moquegua, lo cual permitirá conocer los niveles de contaminación del aire en la provincia y comparar si sobrepasan los Estándares de Calidad Ambiental.

El presente Informe de Monitoreo de Calidad Ambiental detalla los resultados obtenidos producto del desarrollo del Monitoreo Ambiental llevado a cabo por la empresa Consultoría y Monitoreo Perú S.A.C., a través del análisis de resultados, y la verificación de los mismos, además de la explicación de los aspectos técnicos para el entendimiento del público en general.

Los trabajos de monitoreo fueron realizados entre el 07 de diciembre hasta el 28 de diciembre del año 2021, realizándose la medición de variables de calidad de aire en 08 puntos de monitoreo (05 ciclos de 24 horas), la medición de ruido 08 puntos de monitoreo (02 ciclos de 24 horas) y niveles de vibración 08 puntos de monitoreo (02 ciclos de 24 horas).

Los análisis de las muestras fueron realizados por los laboratorios ALS LS PERÚ S.A.C. (acreditado por el INACAL) y CERTIFICACIONES Y CALIDAD S.A.C. (acreditado por el IAS), laboratorios certificados con la ISO 17025, que garantiza la calidad de los resultados.



ING. CIP. OSCAR VALENZUELA
Registro 195211 - QUIMICO

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

- ❖ Evaluar los resultados del monitoreo ambiental de calidad de aire, ruido y vibraciones en las principales vías de alto tránsito vehicular en la ciudad de Moquegua, tomando como referencia la normativa ambiental nacional vigente.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Evaluar la calidad de aire en los puntos de monitoreo establecidos, en comparación con los Estándares de Calidad Ambiental para aire (ECA para aire).
- ❖ Evaluar el nivel de ruido ambiental en los puntos de monitoreo establecidos, en comparación con los Estándares de Calidad Ambiental para ruido (ECA para ruido).
- ❖ Evaluar el nivel vibración en los puntos de monitoreo establecidos, en comparación la normativa de referencia para vibraciones


ING. CIP. OSCAR VALENZUELA
Registro 195211 - QUIMICO

1.3. MARCO LEGAL

- ❖ Constitución Política del Perú, Título III, Capítulo II: Del Ambiente y los Recursos Naturales.
- ❖ Ley General del Ambiente, Ley N° 28611.
- ❖ Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire y Emisiones - Ministerio de Energía y Minas.
- ❖ Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire (Decreto Supremo N°010-2019 MINAM)
- ❖ Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen disposiciones complementarias.
- ❖ Resolución Ministerial N° 315-96-EM/VMM. Niveles máximos permisibles de elementos y compuestos presentes en emisiones gaseosas provenientes de las unidades minero-metalúrgicas.
- ❖ Decreto Supremo N° 085-2003-PCM. Aprueban el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido.
- ❖ ISO 2631-2:1997 “Guía para la estimación de la exposición de los individuos a vibraciones globales del cuerpo, Parte 1: Requerimientos generales”, 1997.


ING. CIP. OSCAR VALENZUELA
Registro 195211 - QUIMICO

II. PARTICIPACIÓN CIUDADANA

Reconociendo la importancia del acceso a la información de todos los interesados como son los representantes de la Municipalidad Provincial de Mariscal Nieto, principales autoridades y el público en general, se tuvo tres visitas participativas, en las cuales se expuso acerca del objetivo del monitoreo, temas técnicos, funcionamiento de equipos, controles de calidad a los asistentes (Evidencia fotográfica en Anexo 1), conformados por:

- | | |
|----------------------------------|---|
| ▪ Lennia Vanessa Montalvo Butrón | Representante de la Municipalidad Provincial Mariscal Nieto |
| ▪ Elme Ticona Paucara | Representante de DIRESA |
| ▪ Karen Adriana Tunque Vilca | Representante de Dirección Regional de Energía y Minas |
| ▪ Yeni Marleny Velez R. | Representante de Dirección Regional de la Producción |
| ▪ Eugenio Sagu Mallea | Representante de DRA Moquegua |
| ▪ Jesús Mejía Rueda | Representante de AAQ |
| ▪ Juan Diego Mamanchara Filinch | Representante de Municipalidad Provincial de Mariscal Nieto |

Así mismo es importante mencionar que la ubicación de los puntos de monitoreo fue acordada en consenso con la Municipalidad Provincial de Mariscal Nieto. Como siguiente paso será la difusión de resultados a los grupos de interés.


ING. CIP. OSCAR VALENZUELA
Registro 195211 - QUIMICO

III. METODOLOGÍA UTILIZADA

3.1. CRITERIOS PARA EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

- ❖ Los ensayos fueron realizados por los Laboratorios ALS LS PERÚ S.A.C. (en adelante, ALS) y Certificaciones y Calidad S.A.C. (en adelante, CERTIFICAL), los cuales se encuentran debidamente certificados en el Instituto Nacional de Calidad (en adelante, INACAL), dicho registro se adjunta en el Anexo 4.
- ❖ Los equipos utilizados en el presente monitoreo poseen certificación instrumental vigente (véase Anexo 3), la cual fue emitida por Laboratorios de Calibración debidamente acreditados por INACAL. dicho registro se adjunta en el Anexo 5.
- ❖ El programa de control y aseguramiento de calidad se basa en las recomendaciones de publicaciones internacionales, oficiales y estandarizadas, las mismas se encuentran respaldadas en la ISO/IEC 17025, norma que está orientada a la evaluación de conformidad y contiene los requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración. Los controles aplicados son los siguientes:
 - Determinación de límite de detección.
 - Lectura de blancos.
 - Lectura de muestras de control (Estándares).
 - Lectura de adición de estándares.
 - Lectura de duplicados.
 - Definición del comportamiento de las muestras estándares en el tiempo mediante gráficas de control.
 - Criterios de aceptación o rechazo de resultados.
 - Reporte de valores de incertidumbre expandida de la medición
- ❖ Así mismo, se presentan las Cartillas o también denominadas *Flow Chart recorder* generado por un highvol mecánico, las cuales permiten registrar las horas de funcionamiento del equipo HiVol-PM-10, dicho registro se adjunta en el Anexo 6. En el cual se muestra en general un flujo continuo de energía sin altas o bajas de tensión que puedan amenazar la calidad de la información recolectada. Al respecto, como es posible evidenciar en las referidas cartillas, se cumplió con los siguientes criterios:


ING. CIP. OSCAR VALENCIA TALAVERA
Registro 195211 - QUÍMICO

-
- Un mínimo de 22 horas de muestreo (90% de suficiencia de información) por día, de acuerdo a lo establecido en la tabla 4 del Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire (en adelante, el Protocolo).
 - Una variabilidad no mayor a 10.1% del flujo desde el punto de seteo (1.13 m³/min) para los muestreadores de alto volumen, de acuerdo a la tabla 15 del Protocolo.
 - De igual manera, se verificó que, en el caso de los muestreadores de bajo volumen el flujo no presentara una variabilidad mayor a 5.1%, de acuerdo a la tabla 15 del Protocolo.


ING. CIP. OSCAR VALENZUELA
Registro 195211 - QUIMICO

3.2. MÉTODOS UTILIZADOS

Para la realización del monitoreo se utilizaron los siguientes métodos:

3.2.1. CALIDAD DE AIRE

El monitoreo de calidad de aire se ha desarrollado de acuerdo a lo establecido en el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire (Decreto Supremo N° 010-2019-MINAM) aprobado por el Ministerio del Ambiente. Este protocolo tiene como objetivos, determinar los criterios técnicos para asegurar el diseño y operación eficiente de las estaciones y redes de monitoreo de calidad de aire en el país; establecer métodos de referencia y equivalentes para la determinación de las concentraciones de los parámetros de la calidad del aire regulados en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aire; incorporar criterios que permitan orientar la medición de aquellos parámetros de la calidad del aire no regulados en la normativa nacional vigente; y proporcionar criterios y herramientas para el aseguramiento y control de la calidad de la información generada en los monitoreos de calidad de aire.

3.2.2. RUIDO AMBIENTAL

El monitoreo de ruido ambiental, se realizó de acuerdo a lo establecido en la Resolución Ministerial N° 227-2013-MINAM, donde se aprueba el Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental, el cual sirve como instrumento para establecer metodologías, técnicas y procedimientos para elaborar las mediciones de niveles de ruido en el país. Además, establece las directrices generales a ser aplicadas en todo el territorio nacional, independientemente de su ubicación geográfica, contexto social o situación económica específica. Los resultados obtenidos en los monitoreos podrán ser comparados con los Estándares de Calidad Ambiental para Ruido vigentes a efectos de verificar su cumplimiento.


ING. CIP. OSCAR VALENZUELA
Registro 195211 - QUIMICO

3.2.3. VIBRACIONES

El monitoreo de vibraciones, se realizó de acuerdo a lo establecido en la NTP ISO 4866:2013, donde se establece los principios para la realización de mediciones de vibración y el procesamiento de datos, con respecto a la evaluación de los efectos de la vibración en estructuras.

En cuanto a los niveles de vibraciones, los parámetros considerados para la evaluación de la calidad ambiental, son los siguientes:

- Nivel de vibraciones: Aceleración (m/s^2)
- Nivel de velocidad de vibraciones (VdB y VVP en mm/s)


ING. CIP. OSCAR VALENZUELA
Registro 195211 - QUIMICO

3.3. PARÁMETROS EVALUADOS

3.3.1. CALIDAD DE AIRE

Tabla 1. Parámetros evaluados para Calidad de aire de acuerdo a lo establecido en el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire (Decreto Supremo N° 010-2019-MINAM)

PARÁMETRO	METODOLOGÍA	L.D.	UNIDAD
Material particulado PM10	EPA IO-2.1 1999 Sampling of Ambient Air for Total Suspended Particulate Matter (SPM) and PM10 Using High Volume (HV) Sampler	1.0	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Material particulado PM2.5	EPA, 40 CFR 50 Appendix L.2006. Method for the determination of fine particulate Matter as PM2.5 in the atmosphere	2.0	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Material Particulado PTS High Vol	EPA IO-2.1 - June 1999. Sampling of Ambient Air For PM2,5 Using High Volume (HV) Sampler	1.0	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Metales Filtros High Vol PM10	EPA/625/R-96/010a - Compendium Method IO-3.4, 1999. Determination of Metals in Ambient Particulate Matter using Inductively Coupled Plasma (ICP) Spectroscopy.	---	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Dióxido de Nitrógeno (NO_2)	Peter O. Warner- Basado en Analysis of air pollutants, Pág. 125-128. 1937 (Validado), 2020. Determinación de NO_2 - Método del Arsenito (Colorimétrico)	3.502	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Dióxido de Azufre (SO_2)	EPA CFR 40 App. A-2 to Part 50 . 2010. Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxide in the Atmosphere (Pararosaniline Method)	13.72	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Monóxido de Carbono (CO)	Peter O. Warner - Basado en Analysis of the air pollutants, Pág. 101-102. 1937 (Validado), 2020. Método del Ácido p-Sulfoaminobenzoico (Colorimétrico)	623	$\mu\text{g}/\text{m}^3$

Fuente: ALS LS Perú S.A.C.
L.D.: Límite de detección.


ING. CIP. OSCAR VALENZUELA
Registro 195211 - QUIMICO

❖ Meteorología

Tabla 2. Parámetros evaluados para Meteorología

PARÁMETRO	METODOLOGÍA	L.D.	UNIDAD
Humedad Relativa	ASTM D5741-96(2011). Standard Practice for Characterizing surface wind using a wind vane and Rotating Anemometer.	---	%
Dirección del Viento			°
Temperatura Ambiental			°C
Presión Atmosférica			mBar
Velocidad de Viento			m/s

Fuente: Consultoría & Monitoreo Perú S.A.C.

L.D.: Límite de detección

3.3.2. RUIDO AMBIENTAL

Tabla 3. Parámetros evaluados para Ruido Ambiental

ENSAYO	METODOLOGÍA	L.C.M.	UNIDAD
Ruido ambiental (24 hrs campo)	ISO 1996-1:2016(E) Acoustic - Description, measurement and assessment of Environmental Noise- Part 1: Basic Quantities and assessment procedure. - ISO 1996-2:2017(E) Acoustic - Description, measurement and assessment of Environmental Noise- Part 2: Determination of sound pressure levels.	0.1	dB

Fuente: CERTIFICAL S.A.C.

L.C.M.: Límite de cuantificación del método.

3.3.3. VIBRACIONES

Tabla 4. Parámetros evaluados para Vibraciones

ENSAYO	METODOLOGÍA	L.D.	UNIDAD
Vibraciones - Medición continua 24h (Campo)*	NTP ISO 4866:2013/ISO 5348:1998 Revisada 2014. Vibraciones y choques mecánicos: Vibración de estructuras fijas. Lineamientos para la medición de vibraciones y la evaluación de sus efectos sobre las estructuras / Montaje mecánico de acelerómetros.	0.00001	m/s ²

Fuente: ALS LS Perú S.A.C.

L.D.: Límite de detección



ING. CIP. OSCAR VALENZUELA
Registro 195211 - QUIMICO

IV. NORMATIVA AMBIENTAL

4.1. CALIDAD DE AIRE

❖ Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

Tabla 5. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire

PARÁMETROS	PERIODO	VALOR µg/m ³	CRITERIO DE EVALUACIÓN	MÉTODO DEL ANÁLISIS ⁽¹⁾
Benceno (C ₆ H ₆)	Anual	2	Media aritmética anual	Cromatografía de gases
Dióxido de Azufre (SO ₂)	24 horas	250	NE más de 7 veces al año	Fluorescencia UV (método automático)
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	1 hora	200	NE más de 24 veces al año	Quimioluminiscencia (Método Automático)
	Anual	100	Promedio aritmético Anual	
Material Particulado con diámetro menor a 2.5 micras (PM _{2.5})	24 horas	50	NE más de 7 veces al año	Separación Inercial/ filtración (gravimetría)
	Anual	25	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	24 horas	100	NE más de 7 veces al año	Separación Inercial/ filtración (gravimetría)
	Anual	50	Media aritmética anual	
Mercurio Gaseoso Total (Hg) ⁽²⁾	24 horas	2	No exceder	Espectrometría de absorción atómica de vapor frío (CVAAS) Espectrometría de fluorescencia atómica de vapor frío (CVAFS) Espectrometría de absorción atómica Zeeman. (Métodos automáticos)
Monóxido de Carbono (CO)	1 hora	30000	NE más de 1 vez al año	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Método Automático)
	8 horas	10000	Media aritmética móvil	
Ozono (O ₃)	8 horas	100	Máxima media diaria NE más de 24 veces al año	Fotometría de absorción UV (Método Automático)
Plomo (Pb) en PM ₁₀	Mensual	1.5	NE más de 4 veces al año	Método para PM ₁₀ (Espectrofotometría de absorción atómica)
	Anual	0.5	Media aritmética de los valores mensuales	
Sulfuro de hidrógeno (H ₂ S)	24 horas	150	Media aritmética	Fluorescencia UV (Método Automático)

NE: No Exceder

(1) O método equivalente aprobado

(2) El estándar de calidad ambiental para Mercurio Gaseoso Total entrará en vigencia al día siguiente de la publicación del Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire, de conformidad con lo establecido en la Séptima Disposición Complementaria Final del presente Decreto Supremo.


ING. CIP. OSCAR VALENZUELA
Registro 195211 - QUIMICO

Los niveles máximos permisibles a continuación en la Tabla 6, serán utilizados sólo como referencia debido a que el Estándar de Calidad Ambiental para aire, no presenta valores para el parámetro PTS (Partículas en suspensión). Cabe mencionar que el monitoreo realizado fue en ciudad, no teniendo fuente única y no se encuentra vinculado a alguna unidad Minero-Metalúrgica.

❖ NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES DE ELEMENTOS Y COMPUESTOS PRESENTES EN EMISIONES GASEOSAS PROVENIENTES DE LAS UNIDADES MINERO-METALURGICAS: Resolución Ministerial N° 315-96-EM/VMM.

Tabla 6. Niveles máximos permisibles provenientes de Unidades Minero-Metalúrgicas

PARÁMETROS	CONCENTRACION MEDIA ARITMETICA DIARIA $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ppm)	CONCENTRACION MEDIA ARITMETICA ANUAL $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ppm)	CONCENTRACION MEDIA GEOMETRICA ANUAL $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Anhidrido sulfuroso	572(0.2) *	172(0.06)	-
Partículas en suspensión	350*	-	150
Plomo	-	0.5	-
Arsénico	6	-	-

*: No debe ser excedido más de una vez al año

Además, debe considerarse:

- Concentración Mensual de Plomo = $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Concentración de Arsénico en 30 minutos = $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (no debe ser excedido más de una vez al año).

4.2. RUIDO AMBIENTAL

❖ Decreto Supremo N° 085-2003-PCM. Aprueban Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido.

Tabla 7. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido.

ZONAS DE APLICACIÓN	VALORES EXPRESADOS EN LAeqT (dB)	
	Horario Diurno	Horario Nocturno
Zona de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70


ING. CP. OSCAR VALENCIA TALAVERA
Registro 195211 - QUIMICO

4.3. VIBRACIONES

Dado que, en la actualidad no existe en el Perú una norma que establezca los ECA para vibraciones, los resultados de los monitoreos fueron comparados a manera referencial con la Norma Técnica Peruana NTP-ISO 2631-2; con la finalidad de evaluar la calidad ambiental en cuanto a niveles de vibraciones.

Tal como se observa en la Tabla 8, existen superposiciones entre los rangos de aceleración, debido a que la mencionada norma está basada en la sensación de incomodidad de las personas ante las vibraciones.

❖ ISO 2631-1:1997 “Guía para la estimación de la exposición de los individuos a vibraciones globales del cuerpo, Parte 1: Requerimientos generales”, 1997.

Tabla 8. ISO 2631-2 Normativa vigente para Vibraciones

RANGO DE ACELERACIÓN (m/s ²)	EVALUACIÓN
< 0,315	No incómodo
0,315 – 0,630	Un poco incómodo
0,5 – 1,0	Moderadamente incómodo
0,8 – 1,6	Incómodo
1,25 – 2,5	Muy incómodo
> 2	Extremadamente incómodo


 ING. CIP. OSCAR VALENZUELA
 Registro 195211 - QUÍMICO

V. ESTACIONES DE MONITOREO

En cuanto a la ubicación de los puntos de muestreo y la colocación de los equipos en los mismos, existen varias recomendaciones, de las cuales se muestra en la Tabla 9, el concepto de la Agencia de Protección Ambiental (en adelante EPA) de los Estados Unidos en cuanto a la relación entre topografía, flujo de aire y la selección de los sitios de monitoreo.

Tabla 9. Categorización de sitios de monitoreo según EPA

CATEGORÍA	CARACTERIZACIÓN
A <i>nivel del suelo</i>	Alta concentración de contaminantes con alto potencial de acumulación. Sitio a 3 – 5 metros de mayor arteria de tráfico, ubicado en lugar donde la ventilación natural es restringida. Medición a 3 – 6 metros sobre suelo.
B <i>nivel del suelo</i>	Alta concentración de contaminantes con bajo potencial de acumulación. Sitio a 3 – 15 metros de mayor arteria de tráfico, ubicado en lugar con buena ventilación natural. Medición a 3 – 6 metros sobre suelo.
C <i>nivel del suelo</i>	Mediana concentración de contaminantes. Sitio a 15 – 60 metros de mayor arteria de tráfico. Medición a 3 – 6 metros sobre suelo.
D <i>nivel del suelo</i>	Baja concentración de contaminantes. Sitio a más de 60 metros de arteria de tráfico. Medición a 3 – 6 metros sobre suelo.
E <i>aire libre</i>	Medición a 6 – 45 metros sobre suelo. Dos subclases definidas: (1) buena exposición hacia todas las direcciones (p. ej. encima de edificio) o (2) exposición hacia una dirección específica (medición en una ventana).
F <i>Orientado hacia las fuentes</i>	Medición en los alrededores de una fuente fija. Monitoreo que brinda datos relacionados directamente a la emisión de la fuente.

Se tomó como criterio primordial para la identificación de los puntos de monitoreo, los objetivos de las mediciones, donde se evaluaron las fuentes o la exposición de seres humanos y naturaleza a los niveles de polución.

Además, según las recomendaciones de EPA, la ubicación de los muestreadores mecánicos utilizados debe ser a 3 metros del nivel del suelo y a 80 metros de distancia aproximadamente de la vía principal de la ciudad de Moquegua. Cabe mencionar que estos aspectos son distancias aproximadas recomendadas por EPA, sin embargo, in situ puede haber variaciones de las mismas. También se tomaron en cuenta otros parámetros, los cuales son mencionados párrafos más adelante.

Como se puede observar en la Tabla 10, presentamos las coordenadas UTM de las estaciones de monitoreo, así como su respectiva categorización de sitios de monitoreo según EPA (Columna Categoría).

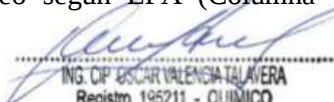

ING. CIP. OSCAR VALENZUELA
Registro 195211 - QUIMICO

Tabla 10. Estaciones de monitoreo

Es así que los puntos de selección los cuales se encuentran debidamente distribuidos geográficamente, están ubicados cerca a zonas de tráfico urbano denso de las vías principales de accesos a Moquegua, así como también en zonas donde la población está expuesta a las emisiones vehiculares, considerando para esto la dirección de los flujos de viento.

Es importante mencionar que la ubicación espacial apropiada de las estaciones de monitoreo fue en consenso con la Municipalidad Provincial de Mariscal Nieto.

Los parámetros evaluados para la localización de los puntos de monitoreo fueron los siguientes:

- ❖ Parámetros demográficos
- ❖ Parámetros de calidad de aire
- ❖ Flujo vehicular
- ❖ Dirección de flujos de viento


 ING. CIP. OSCAR VALENZUELA
 Registro 195211 - QUIMICO

Parámetros Demográficos

Se analizó la data de densidad de población, georreferenciada del INEI 2017 (calculado elaborado por CENEPRED), considerando puntos de alta densidad poblacional y accesos principales a la ciudad de Moquegua.

Según lo observado en la Figura 1, los puntos de monitoreo fueron ubicados a lo largo de la vía principal de la ciudad y enfocada en los lugares donde hay mayor densidad poblacional (color azul y verde).

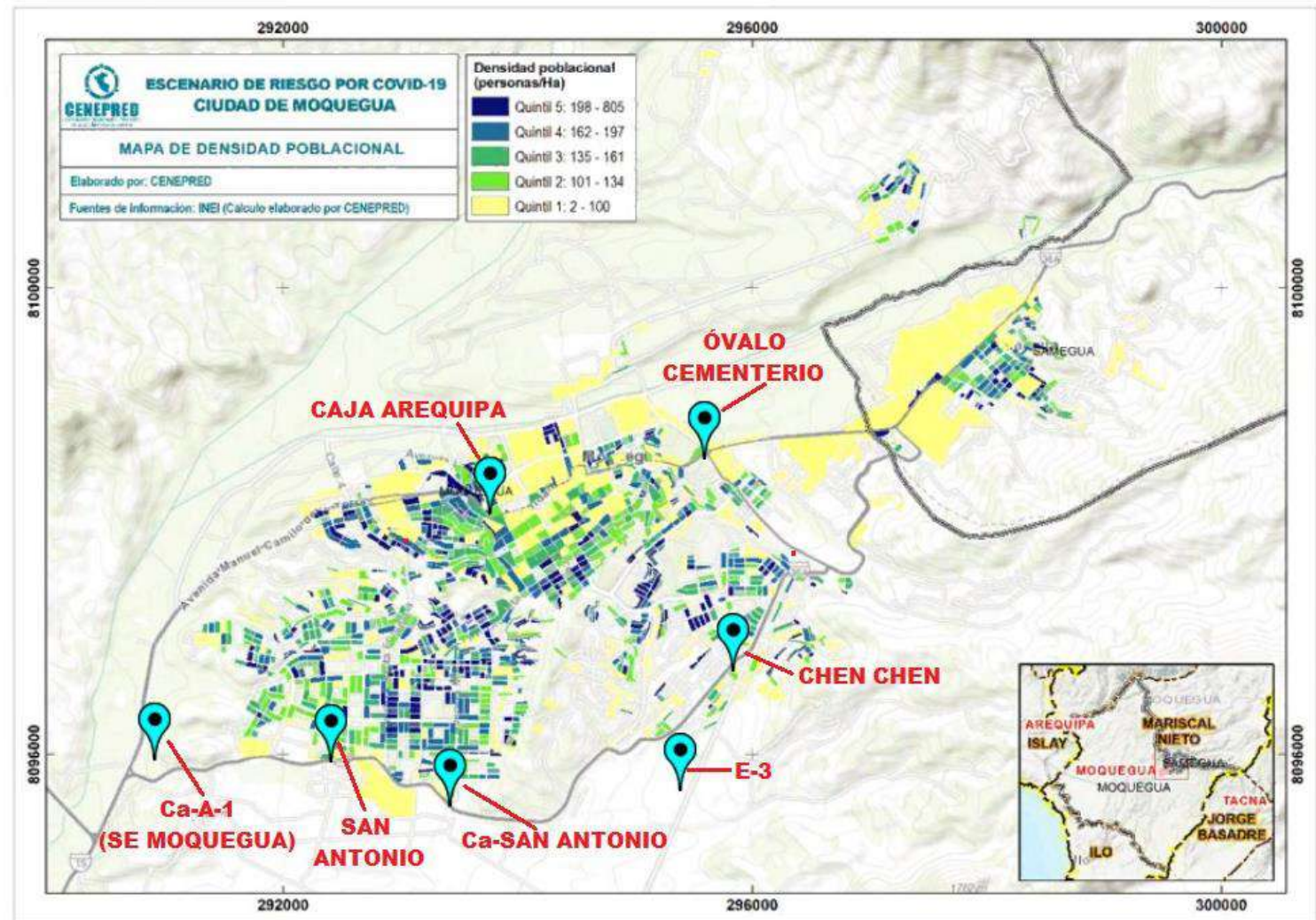


Figura 1. Ciudad de Moquegua: Mapa de Densidad Poblacional
Fuente: Densidad Poblacional INEI-2017(calculo elaborado por CENEPRED)


ING. CIP OSCAR VALENCIA TALAVERA
Registro 195211 - QUIMICO

Flujo Vehicular

Se analizó el flujo vehicular de las principales vías de transporte de Moquegua. En la Figura 3 se puede apreciar las zonas donde hay más tráfico en el parque automotor.

Se puede observar en la Figura 3 que la vía principal posee tráfico rápido, tornándose lento en algunas intersecciones. Este tráfico depende del horario en que sea considerado. Los puntos de monitoreo fueron colocados cercanos a las intersecciones para recabar como esto influye en la calidad de aire de la ciudad de Moquegua.

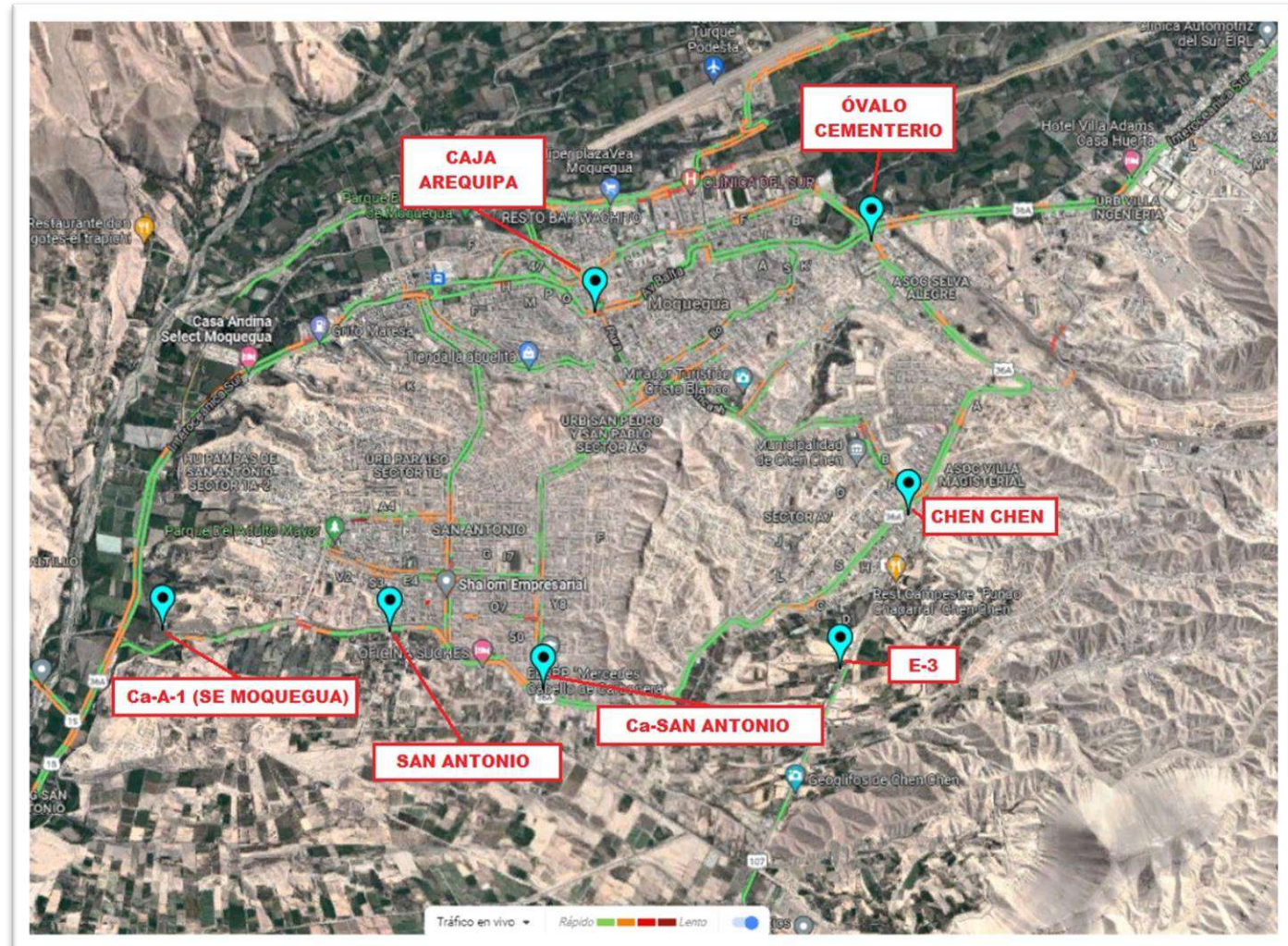


Figura 3. Ciudad de Moquegua: Tráfico vehicular
Fuente: Google Maps


ING. CIP OSCAR VALENCIA TALAVERA
Registro 195211 - QUIMICO

Dirección de flujos de viento

Se analizó los flujos de vientos correspondientes a la ciudad de Moquegua, se adjunta la Predominancia de la dirección de viento Sur-Este. La dirección de las flechas muestra hacia donde se dirigen los flujos de viento.

La Figura 4 muestra 50% de predominancia Sur y 50% Este. Esta información es un cálculo estadístico correspondiente al año 2009 – 2021 por WINDFINDER, servicio meteorológico que usa una red de estaciones meteorológicas de alcance mundial en tiempo real.

Cabe mencionar que en la temporada en la que se realizó el presente monitoreo, se obtuvo como dirección predominante del viento Sur-Oeste.

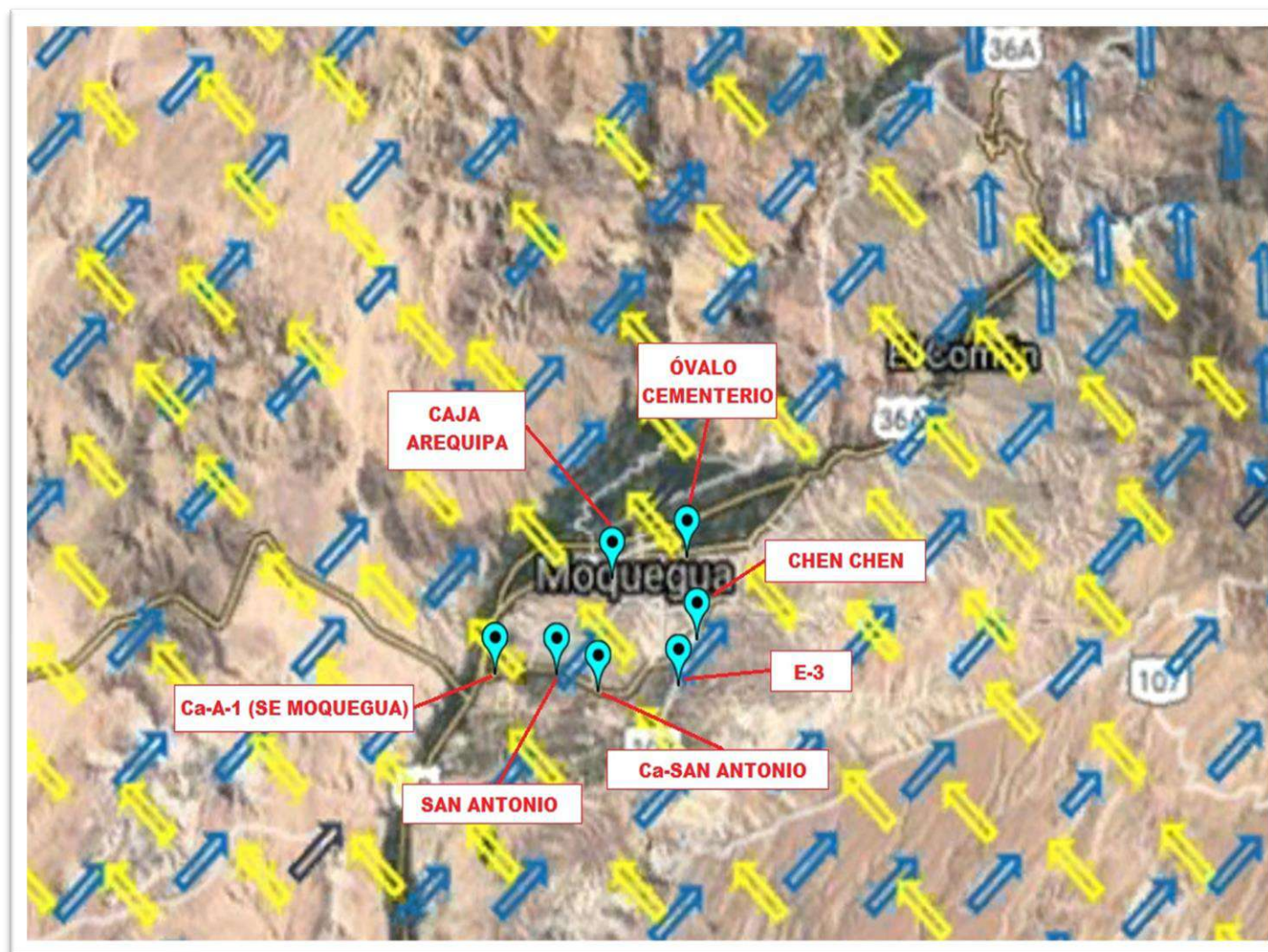


Figura 4. Ciudad de Moquegua: Flujos de viento

Fuente: WINDFINDER - https://es.windfinder.com/windstatistics/ilo_moquegua

[Firma]
ING. CIP. OSCAR VALENCIA TALAVERA
Registro 195211 - QUINICO

VI. RESULTADOS DEL MONITOREO

6.1. EQUIPOS DE MONITOREO

Los equipos utilizados en el presente monitoreo poseen certificación instrumental vigente (Anexo 3), la cual fue emitida por Laboratorios de Calibración debidamente acreditados por INACAL. dicho registro se adjunta en el Anexo 5. Los mismos son aprobados por los Protocolos nacionales vigentes.

6.1.1. CALIDAD DE AIRE

Tabla 11. Equipos de monitoreo utilizados para Calidad de Aire

EQUIPO	MARCA	MODELO	UTILIZACIÓN	N° DE SERIE
Equipo PM10	Tisch Environmental, Inc.	Volumétrico	Muestreo de partículas en el aire	P10105X
Equipo PM10	Thermo Scientific.	Volumétrico	Muestreo de partículas en el aire	P9501X
Equipo PTS	Thermo Scientific.	Volumétrico	Muestreo de partículas en el aire	P9506X
Equipo PTS	Tisch Environmental, Inc	Volumétrico	Muestreo de partículas en el aire	P5172X
Equipo PM2.5	Met One Instruments	E-FRM-230	Muestreo de partículas en el aire	T22092
Equipo PM2.5	BGI	PQ200	Muestreo de partículas en el aire	90005
Rotámetro	Dwyer Instruments	RMA-13	Medición de flujo de gases	T46Z
Estación Meteorológica	Davis Instruments	6162C	Medición de parámetros meteorológicos	AQ15827010
Estación Meteorológica	Davis Instruments	6162C	Medición de parámetros meteorológicos	BA171206006

Elaboración: Consultoría & Monitoreo Perú S.A.C.


ING. CIP OSCAR VALENCIA TALAVERA
Registro 195211 - QUIMICO

6.1.2. RUIDO AMBIENTAL

Tabla 12. Equipos de monitoreo utilizados para Ruido ambiental

EQUIPO	MARCA	MODELO	UTILIZACIÓN	Nº DE SERIE
Sonómetro	Larson Davis	LxT1	Monitoreo de Ruido Ambiental	0006481

Elaboración: Consultoría & Monitoreo Perú S.A.C.

6.1.3. VIBRACIONES

Tabla 13. Equipos de monitoreo utilizados para Vibraciones

EQUIPO	MARCA	MODELO	UTILIZACIÓN	Nº DE SERIE
Vibrómetro	SVANTEK	SV 106	Medidor de Vibraciones	SV84

Elaboración: Consultoría & Monitoreo Perú S.A.C.


 ING. CIP. OSCAR VALENZUELA
 Registro 195211 - QUIMICO

6.2. RESULTADOS

6.2.1. CALIDAD DE AIRE

El desarrollo del monitoreo de calidad de aire se llevó a cabo entre el 07 y 28 de diciembre del año 2021, en un total de 08 estaciones de monitoreo (05 ciclos de 24 horas). Todas las estaciones fueron abastecidas con energía eléctrica.

En la fecha 11 de diciembre durante el monitoreo realizado en la estación de monitoreo CHEN CHEN hubo un corte de energía eléctrica, evento fuera de nuestro alcance, sin embargo previsto en nuestro plan de monitoreo, por lo que se recurrió al uso de un grupo electrógeno. Cabe mencionar que se cumplió con ponerlo en funcionamiento antes de una hora de parada (Ver Flow Chart correspondiente al día 11/12 Anexo 8), lo cual asegura la calidad de la información, de acuerdo a lo establecido en la tabla 4 del Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire. establecido en el Decreto Supremo N° 010-2019-MINAM, el cual establece como mínimo 22 horas de muestreo (90% de suficiencia de información) por día.

6.2.1.1. Material Particulado

6.2.1.1.1. PM10

Según los resultados obtenidos en la campaña de monitoreo y su posterior análisis, se observa lo siguiente:

- ❖ El 95% los resultados obtenidos se encuentran por debajo del Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para PM10 de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. establecido en el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM.
- ❖ Se evidenció que los resultados obtenidos para las estaciones de monitoreo **CHEN CHEN (1er ciclo)**, **CAJA AREQUIPA (5to ciclo)** y **E-3 (1er ciclo)**, se encontraron por encima del ECA correspondiente con valores de 103.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 126.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 179.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente tal como se observa en la Tabla 14.


ING. CIP. OSCAR VALENZUELA
Registro 195211 - QUIMICO

- ❖ Según las Figuras a continuación, sobre la evolución de la concentración de Material particulado PM10, se observa un incremento en la concentración los días lunes y miércoles. Es probable que este resultado se deba a un mayor tránsito vehicular en estos días de la semana.
- ❖ El día 07/12 (1er ciclo), hubo una invasión de terreno a menos de 500 metros del punto CHEN CHEN, lo cual ocasionó levantamiento de polvo en el lugar. Este hecho puede haber repercutido en el resultado obtenido. Se adjunta evidencia fotográfica del día mencionado en el Anexo 1.
- ❖ El día 23/12 (1er ciclo) en la estación de monitoreo E-3, se presentaron fuertes ráfagas de viento con levantamiento de tierra, este hecho podría haber repercutido en el resultado anómalo obtenido al incrementar procesos erosivos por acción eólica. Cabe mencionar que estas son condiciones poco frecuentes. La velocidad de viento máxima registrada fue 4.9 m/s (Anexo 2) Se adjunta evidencia fotográfica del día mencionado en el Anexo 1.
- ❖ El día 17/12 (5to ciclo) en la estación de monitoreo CAJA AREQUIPA, hubieron trabajos en la zona, por lo que desviaron el tráfico vehicular, este hecho podría haber repercutido en el resultado anómalo obtenido. Se adjunta evidencia fotográfica del día mencionado en el Anexo 1.

6.2.1.1.2. PM2.5

Según los resultados obtenidos en la campaña de monitoreo y su posterior análisis, se observa lo siguiente:

- ❖ La totalidad de los resultados obtenidos se encuentran por debajo del Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para PM2.5 de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, establecido en el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM.


ING. CIP. OSCAR VALENZUELA
Registro 195211 - QUIMICO

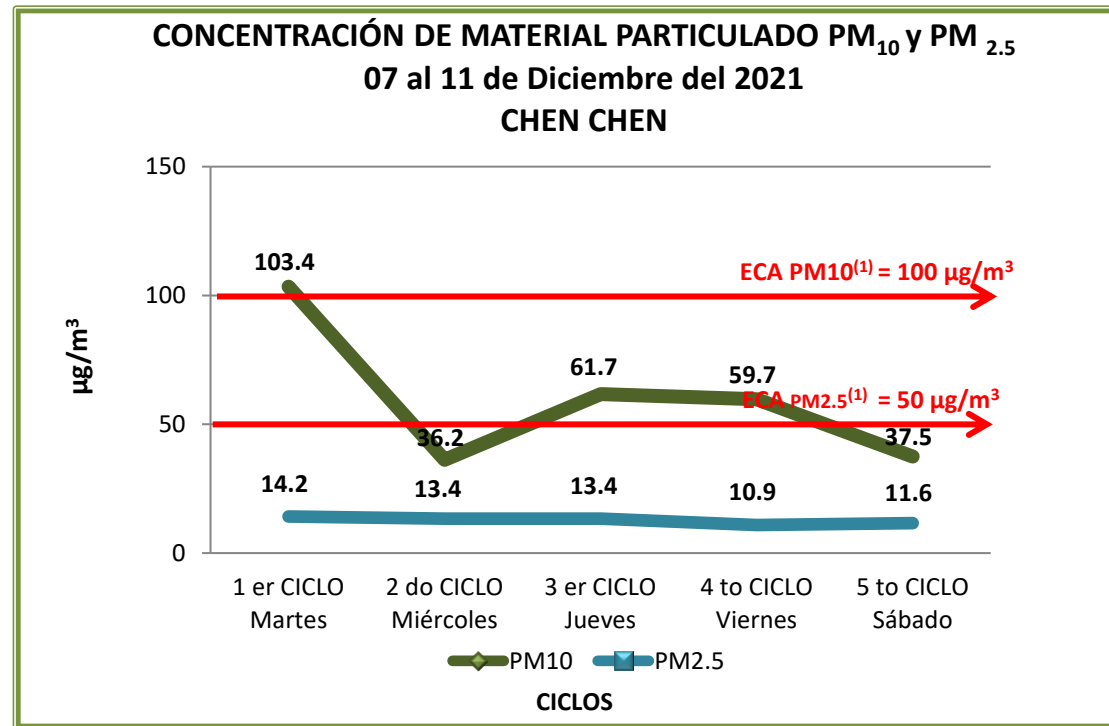


Figura 5. Concentración de Material Particulado PM₁₀ y PM_{2.5} – CHEN CHEN
(1) Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

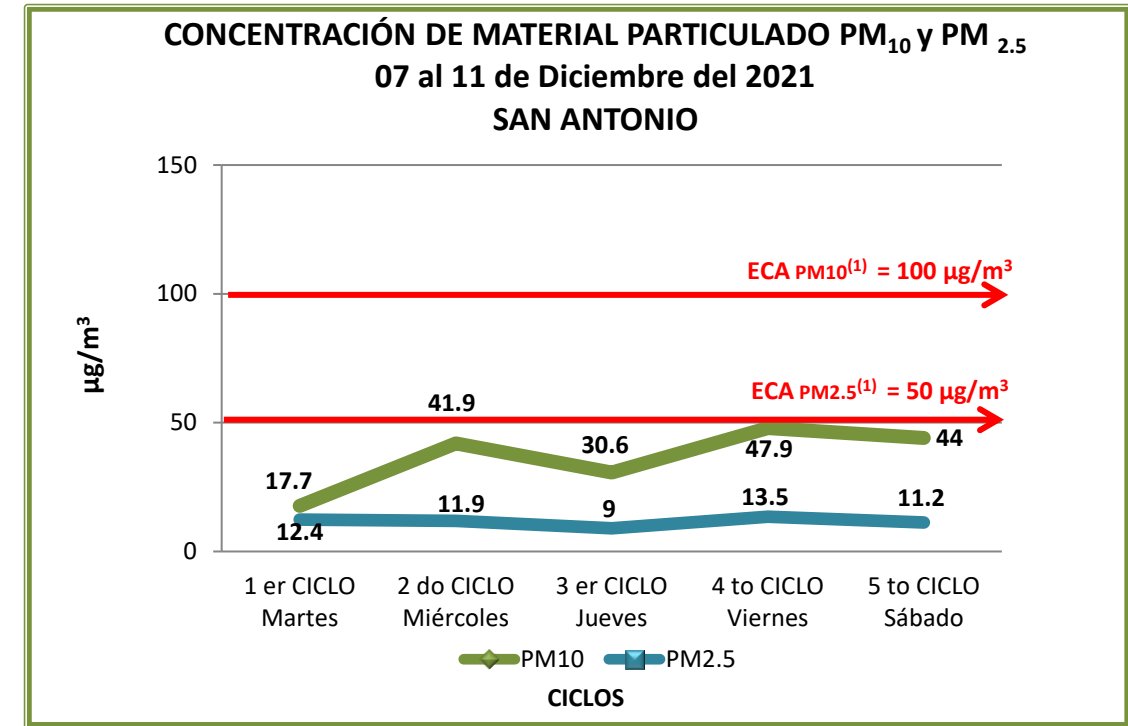


Figura 6. Concentración de Material Particulado PM₁₀ y PM_{2.5} – SAN ANTONIO
(1) Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

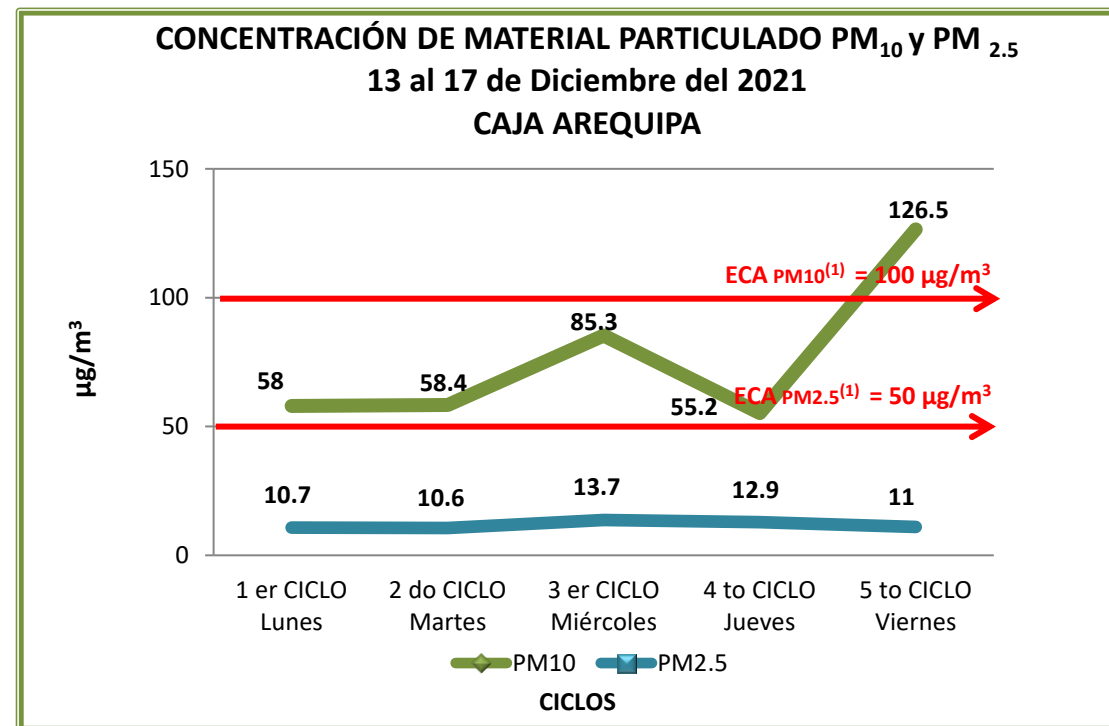


Figura 7. Concentración de Material Particulado PM₁₀ y PM_{2.5} – CAJA AREQUIPA
(1) Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

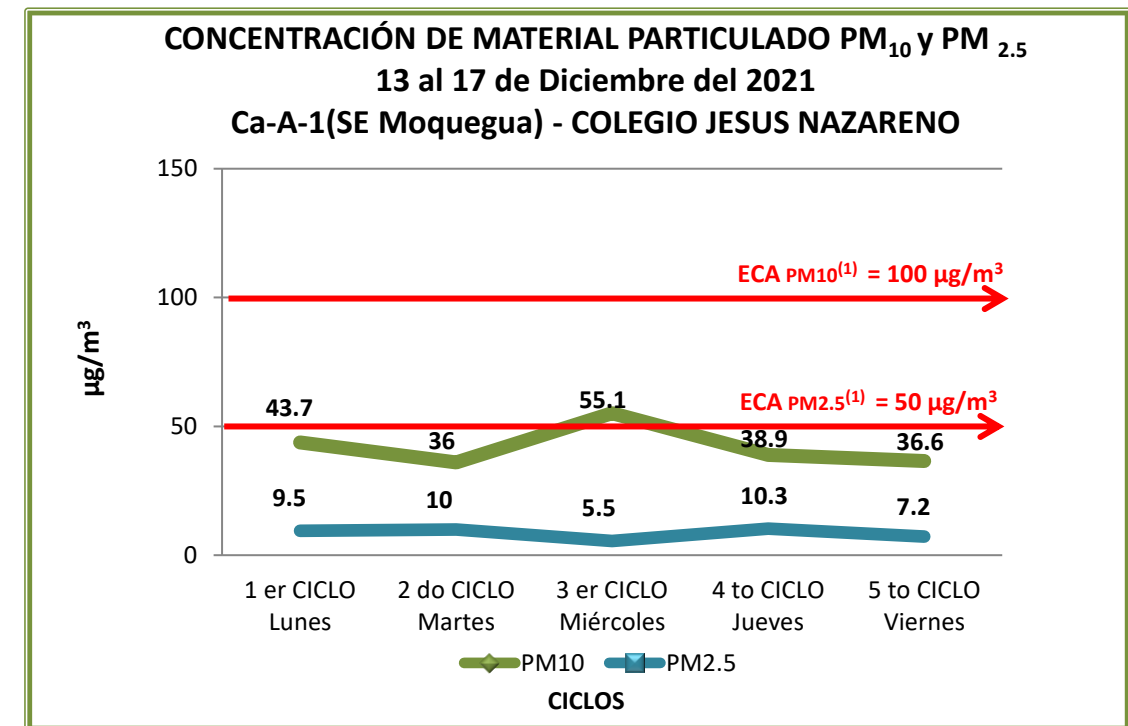


Figura 8. Concentración de Material Particulado PM₁₀ y PM_{2.5} – Ca-A-1(SE Moquegua) - COLEGIO JESUS NAZARENO
(1) Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

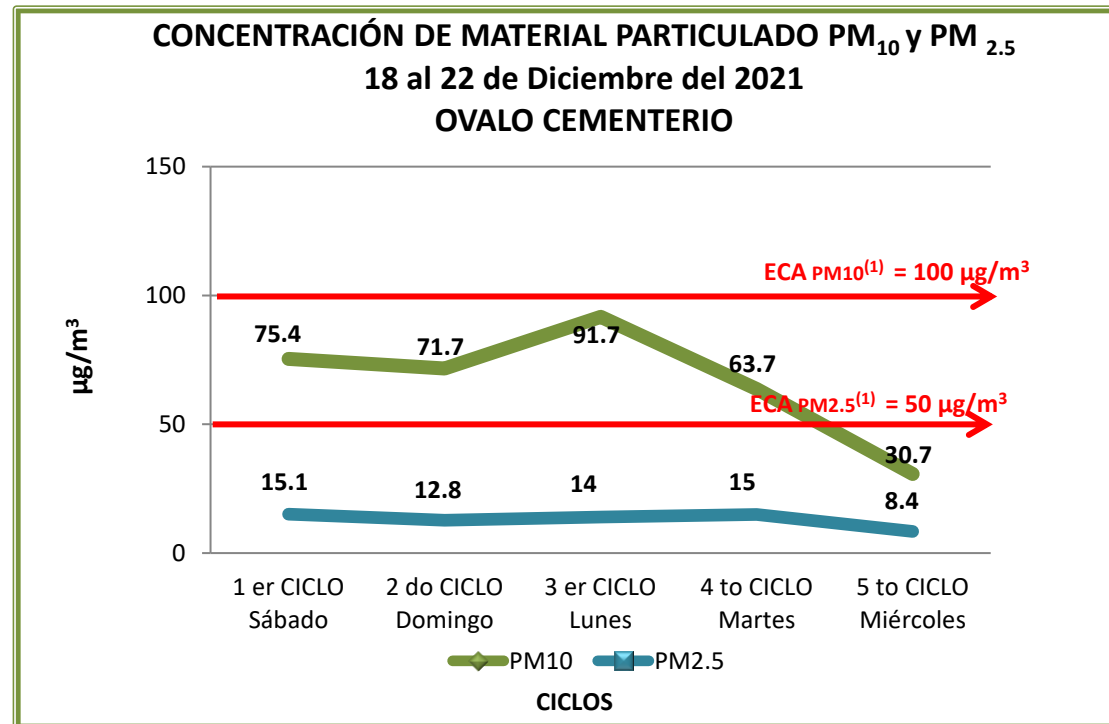


Figura 9. Concentración de Material Particulado PM₁₀ y PM_{2.5} – OVALO CEMENTERIO
 (1) Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

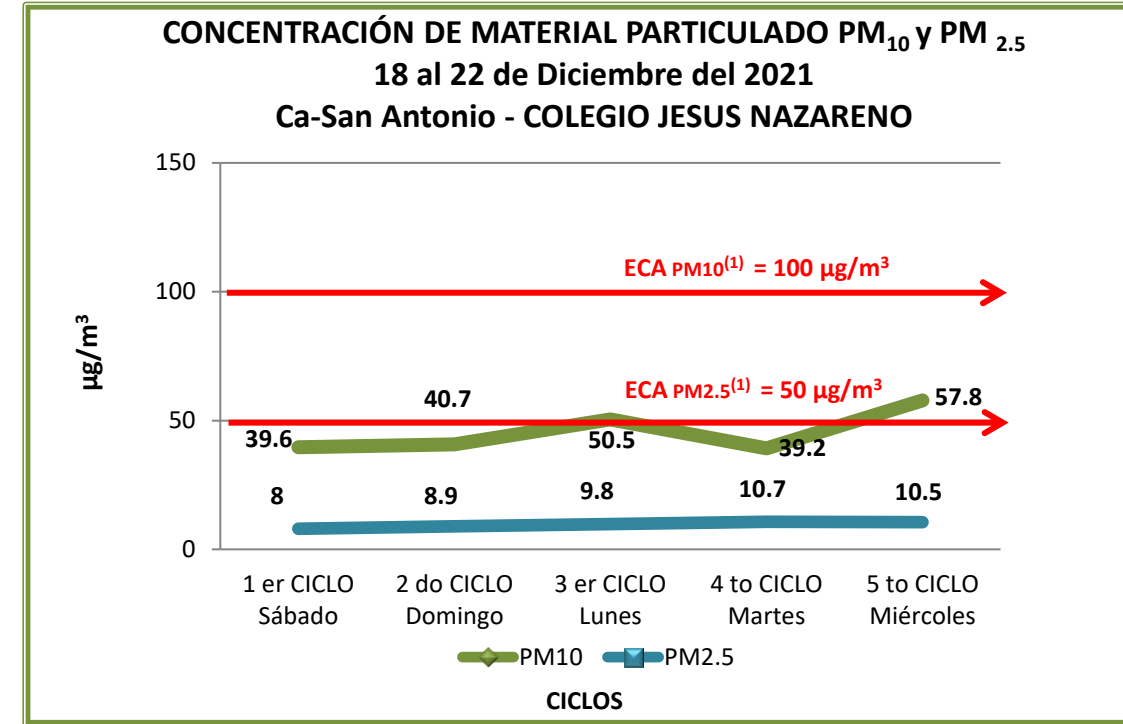


Figura 10. Concentración de Material Particulado PM₁₀ y PM_{2.5} – Ca-San Antonio - COLEGIO JESUS NAZARENO
 (1) Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

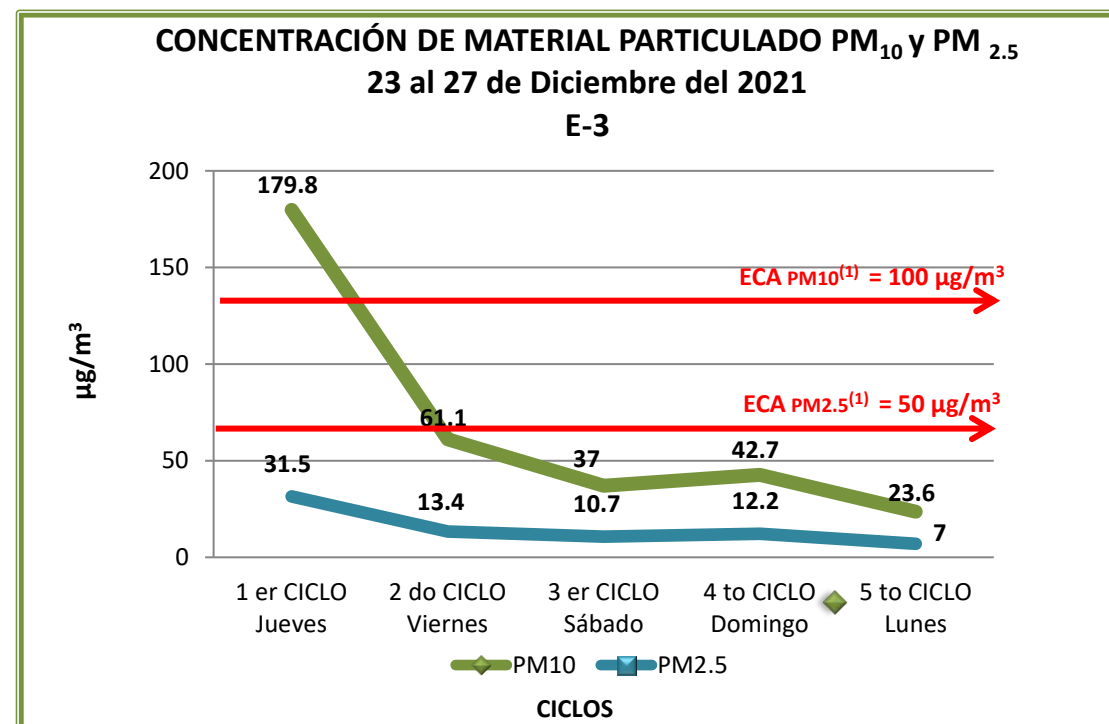


Figura 11. Concentración de Material Particulado PM₁₀ y PM_{2.5} – E-3
 (1) Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

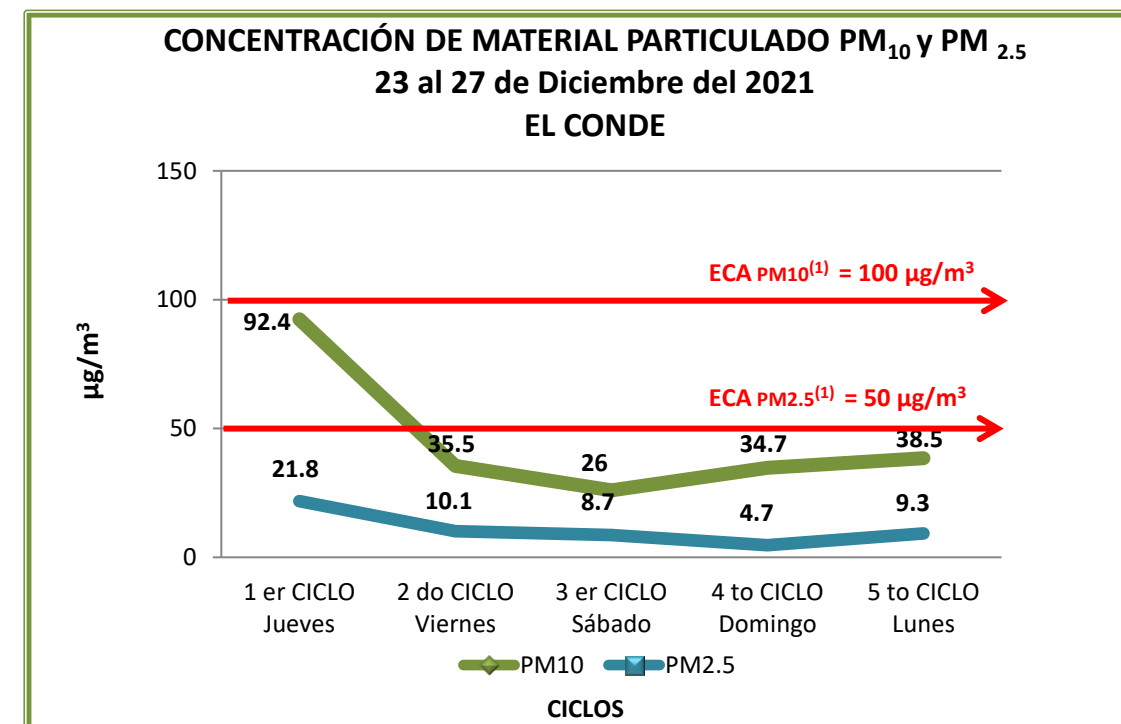


Figura 12. Concentración de Material Particulado PM₁₀ y PM_{2.5} – EL CONDE
 (1) Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

Tabla 14. Resultados de Material Particulado PM10 y PM2.5

ESTACIÓN	CICLO	FECHA DE MUESTREO	DÍA DE SEMANA	CONCENTRACIÓN PROMEDIO DIARIO PM10	CONCENTRACIÓN PROMEDIO DIARIO PM2.5	UNIDAD
CHEN CHEN	1er ciclo	07 al 08/12/2021	Martes	103.4 ^(c)	14.2 ^(b)	µg/m³
	2do ciclo	08 al 09/12/2021	Miércoles	36.2 ^(b)	13.4 ^(b)	µg/m³
	3er ciclo	09 al 10/12/2021	Jueves	61.7 ^(b)	13.4 ^(b)	µg/m³
	4to ciclo	10 al 11/12/2021	Viernes	59.7 ^(b)	10.9 ^(b)	µg/m³
	5to ciclo	11 al 12/12/2021	Sábado	37.5 ^(b)	11.6 ^(b)	µg/m³
SAN ANTONIO	1er ciclo	07 al 08/12/2021	Martes	17.7 ^(b)	12.4 ^(b)	µg/m³
	2do ciclo	08 al 09/12/2021	Miércoles	41.9 ^(b)	11.9 ^(b)	µg/m³
	3er ciclo	09 al 10/12/2021	Jueves	30.6 ^(b)	9.0 ^(b)	µg/m³
	4to ciclo	10 al 11/12/2021	Viernes	47.9 ^(b)	13.5 ^(b)	µg/m³
	5to ciclo	11 al 12/12/2021	Sábado	44.0 ^(b)	11.2 ^(b)	µg/m³
CAJA AREQUIPA	1er ciclo	13 al 14/12/2021	Lunes	58.0 ^(b)	10.7 ^(b)	µg/m³
	2do ciclo	14 al 15/12/2021	Martes	58.4 ^(b)	10.6 ^(b)	µg/m³
	3er ciclo	15 al 16/12/2021	Miércoles	85.3 ^(b)	13.7 ^(b)	µg/m³
	4to ciclo	16 al 17/12/2021	Jueves	55.2 ^(b)	12.9 ^(b)	µg/m³
	5to ciclo	17 al 18/12/2021	Viernes	126.5 ^(c)	11.0 ^(b)	µg/m³
Ca-A-1 (SE Moquegua) COLEGIO JESUS NAZARENO,	1er ciclo	13 al 14/12/2021	Lunes	43.7 ^(b)	9.5 ^(b)	µg/m³
	2do ciclo	14 al 15/12/2021	Martes	36.0 ^(b)	10.0 ^(b)	µg/m³
	3er ciclo	15 al 16/12/2021	Miércoles	55.1 ^(b)	5.5 ^(b)	µg/m³
	4to ciclo	16 al 17/12/2021	Jueves	38.9 ^(b)	10.3 ^(b)	µg/m³
	5to ciclo	17 al 18/12/2021	Viernes	36.6 ^(b)	7.2 ^(b)	µg/m³
OVALO CEMENTERIO	1er ciclo	18 al 19/12/2021	Sábado	75.4 ^(b)	15.1 ^(b)	µg/m³
	2do ciclo	19 al 20/12/2021	Domingo	71.7 ^(b)	12.8 ^(b)	µg/m³
	3er ciclo	20 al 21/12/2021	Lunes	91.7 ^(b)	14.0 ^(b)	µg/m³
	4to ciclo	21 al 22/12/2021	Martes	63.7 ^(b)	15.0 ^(b)	µg/m³
	5to ciclo	22 al 23/12/2021	Miércoles	30.7 ^(b)	8.4 ^(b)	µg/m³
Ca-San Antonio (COAR)	1er ciclo	18 al 19/12/2021	Sábado	39.6 ^(b)	8.0 ^(b)	µg/m³
	2do ciclo	19 al 20/12/2021	Domingo	40.7 ^(b)	8.9 ^(b)	µg/m³
	3er ciclo	20 al 21/12/2021	Lunes	50.5 ^(b)	9.8 ^(b)	µg/m³
	4to ciclo	21 al 22/12/2021	Martes	39.2 ^(b)	10.7 ^(b)	µg/m³
	5to ciclo	22 al 23/12/2021	Miércoles	57.8 ^(b)	10.5 ^(b)	µg/m³
E-3	1er ciclo	23 al 24/12/2021	Jueves	179.8 ^(c)	31.5 ^(b)	µg/m³
	2do ciclo	24 al 25/12/2021	Viernes	61.1 ^(b)	13.4 ^(b)	µg/m³
	3er ciclo	25 al 26/12/2021	Sábado	37.0 ^(b)	10.7 ^(b)	µg/m³
	4to ciclo	26 al 27/12/2021	Domingo	42.7 ^(b)	12.2 ^(b)	µg/m³
	5to ciclo	27 al 28/12/2021	Lunes	23.6 ^(b)	7.0 ^(b)	µg/m³
EL CONDE	1er ciclo	23 al 24/12/2021	Jueves	92.4 ^(b)	21.8 ^(b)	µg/m³
	2do ciclo	24 al 25/12/2021	Viernes	35.5 ^(b)	10.1 ^(b)	µg/m³
	3er ciclo	25 al 26/12/2021	Sábado	26.0 ^(b)	8.7 ^(b)	µg/m³
	4to ciclo	26 al 27/12/2021	Domingo	34.7 ^(b)	4.7 ^(b)	µg/m³
	5to ciclo	27 al 28/12/2021	Lunes	38.5 ^(b)	9.3 ^(b)	µg/m³
ECA ⁽¹⁾				100	50	µg/m³

Fuente: Informe de ensayo ALS LS Perú S.A.C.
(1) Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.
(b) Valores que están por debajo de lo establecido en el ECA
(c) Valores que están por encima de lo establecido en el ECA


ING. CIP OSCAR VALENCIA TALAVERA
Registro 195211 - QUÍMICO

6.2.1.2. Gases

6.2.1.2.1. Dióxido de Nitrógeno (NO₂)

Según los resultados obtenidos en la campaña de monitoreo y su posterior análisis, se observa lo siguiente:

- ❖ La totalidad de los resultados obtenidos se encuentran por debajo del Estándar de Calidad Ambiental de 200 µg/m³, establecido en el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM, ver Tabla 15.

6.2.1.2.2. Monóxido de Carbono (CO)

Según los resultados obtenidos en la campaña de monitoreo y su posterior análisis, se observa lo siguiente:

- ❖ La totalidad de los resultados obtenidos se encuentran por debajo del Estándar de Calidad Ambiental de 10 000 µg/m³, establecido en el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM, ver Tabla 15.

6.2.1.2.3. Dióxido de Azufre (SO₂)

Según los resultados obtenidos en la campaña de monitoreo y su posterior análisis, se observa lo siguiente:

- ❖ La totalidad de los resultados obtenidos se encuentran por debajo del límite de detección del método de análisis, por ende, se encuentran por debajo del Estándar de Calidad Ambiental de 200 µg/m³, establecido en el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM, ver Tabla 15.
- ❖ Los resultados obtenidos de SO₂ son considerablemente bajos, esto es porque su emisión en los vehículos depende de la calidad del combustible, y ya desde hace varios años el nivel de azufre en los combustibles que se comercializan en Perú es hasta 100 veces menor de cuando el SO₂ era un problema de emisión vehicular.


ING. CIP. OSCAR VALENZUELA
Registro 195211 - QUIMICO

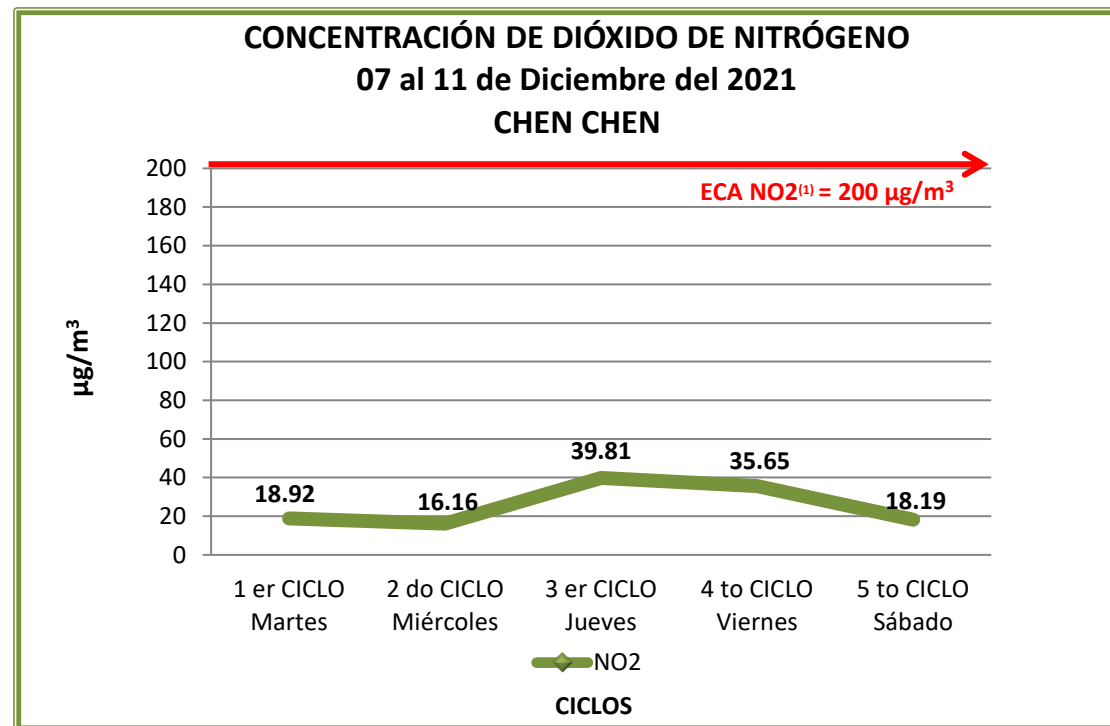


Figura 13. Concentración de Dióxido de Nitrógeno – CHEN CHEN
(1) Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

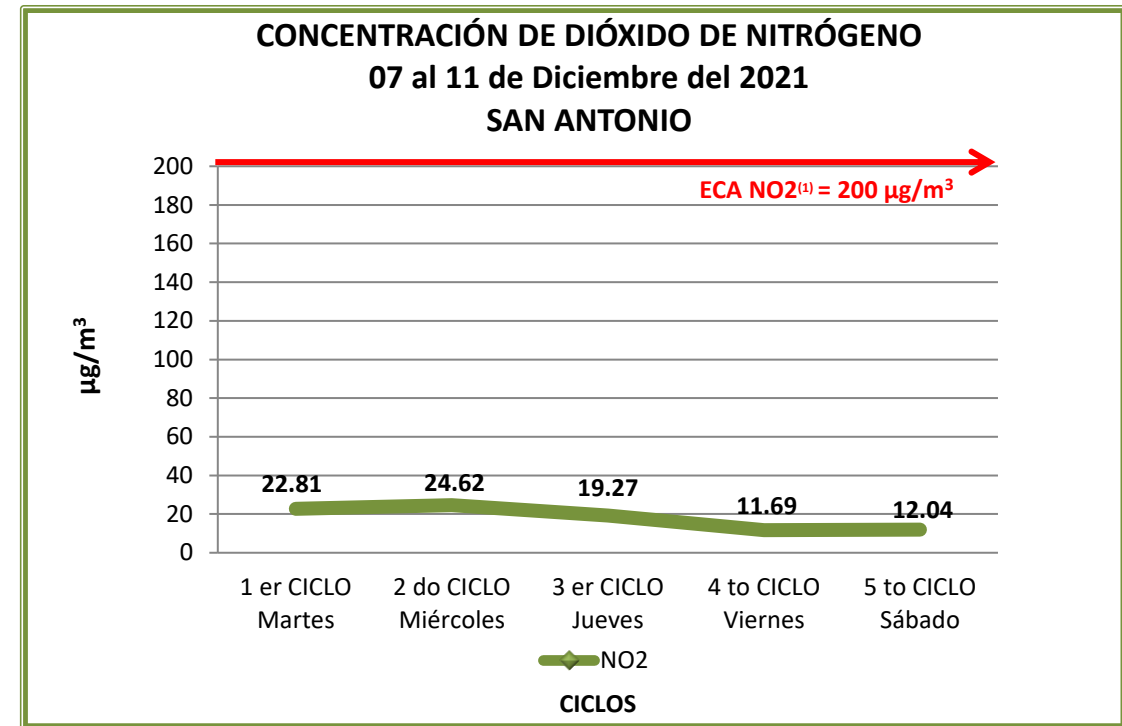


Figura 14. Concentración de Dióxido de Nitrógeno – SAN ANTONIO
(1) Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

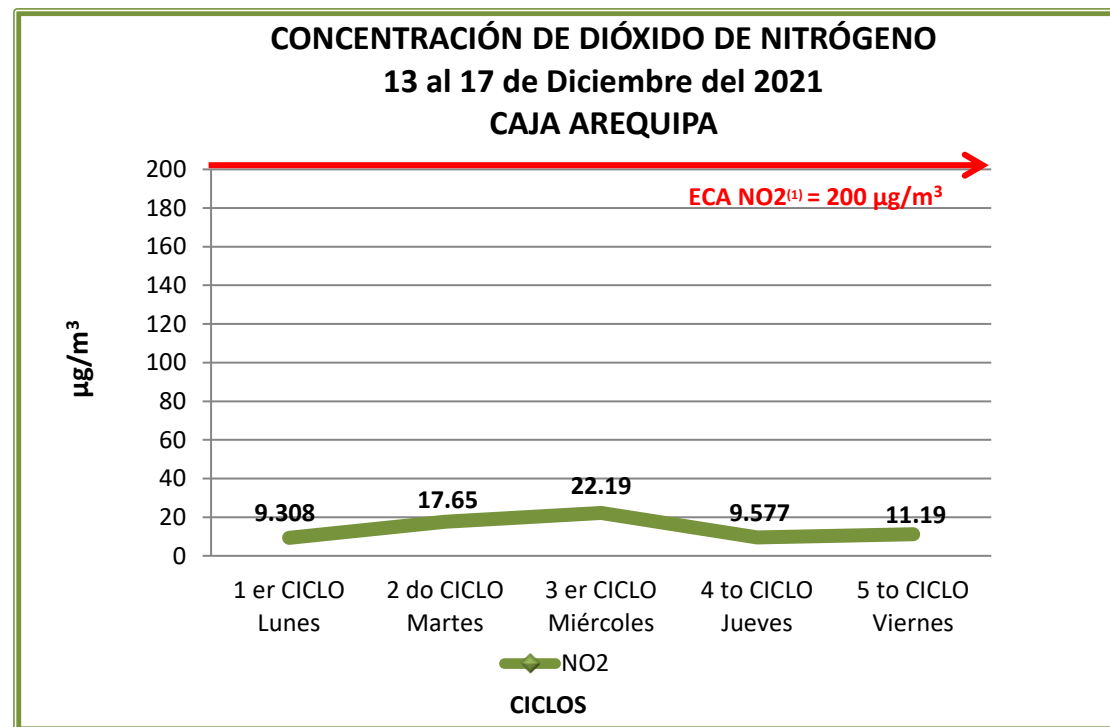


Figura 15. Concentración de Dióxido de Nitrógeno – CAJA AREQUIPA
(1) Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

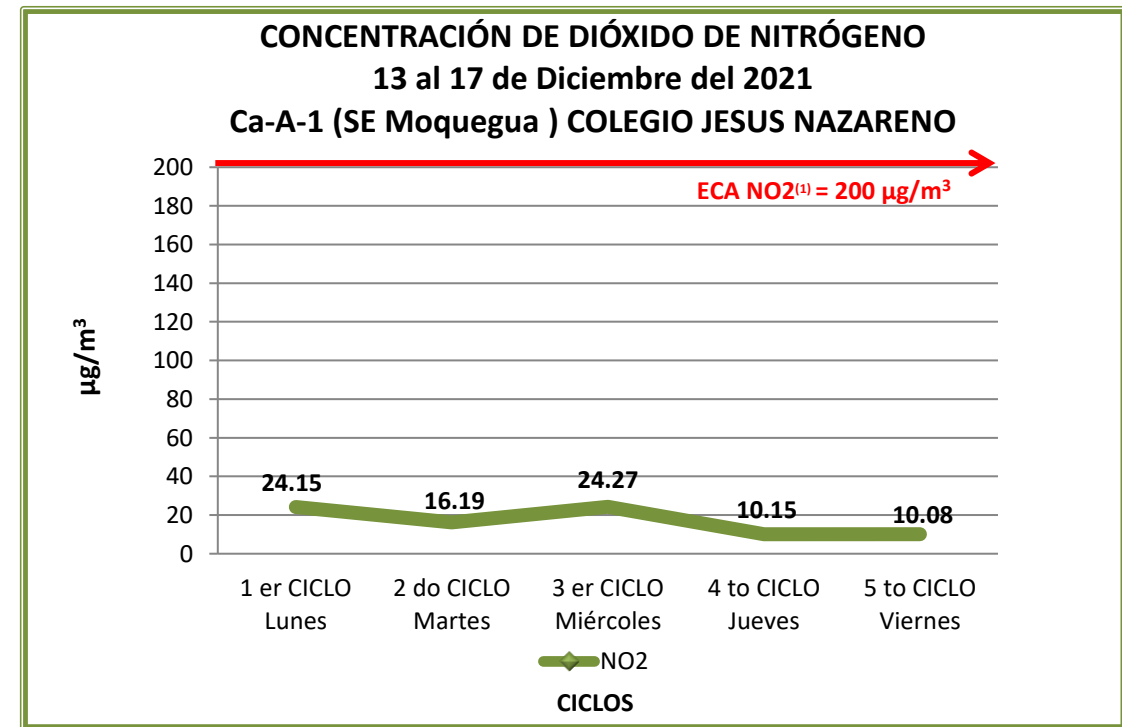


Figura 16. Concentración de Dióxido de Nitrógeno – Ca-A-1 (SE Moquegua) COLEGIO JESUS NAZARENO
(1) Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

ING. DR. OSCAR VALENZUELA
Registro 195211 - QUIMICO

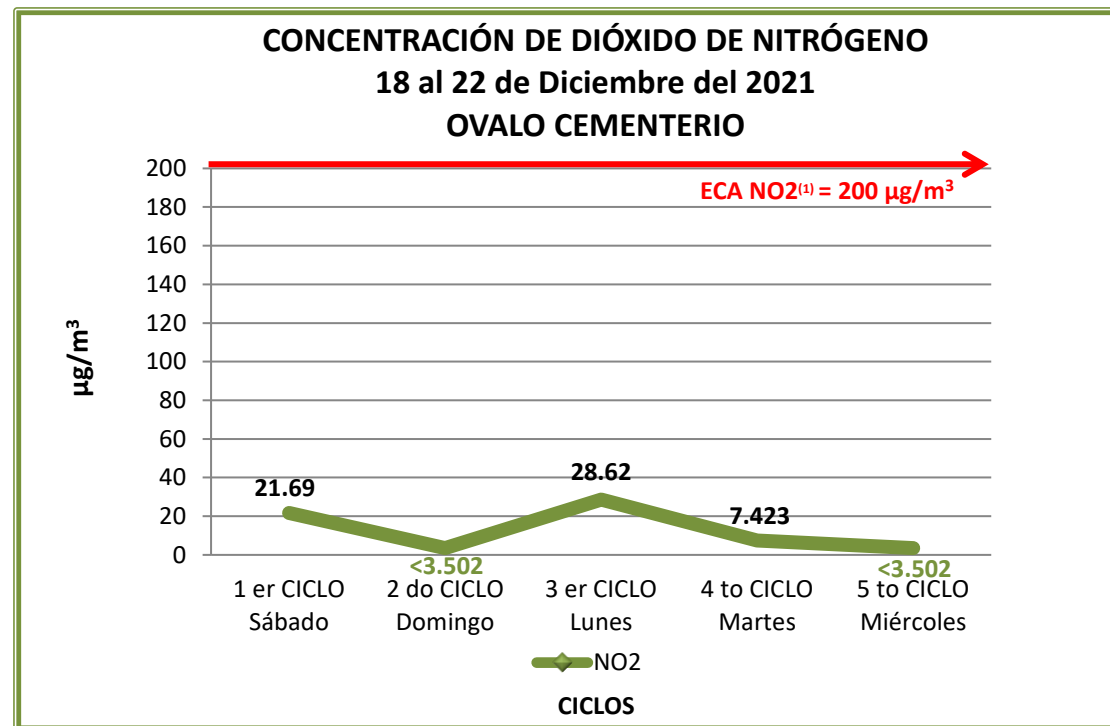


Figura 17. Concentración de Dióxido de Nitrógeno – OVALO CEMENTERIO
(1) Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

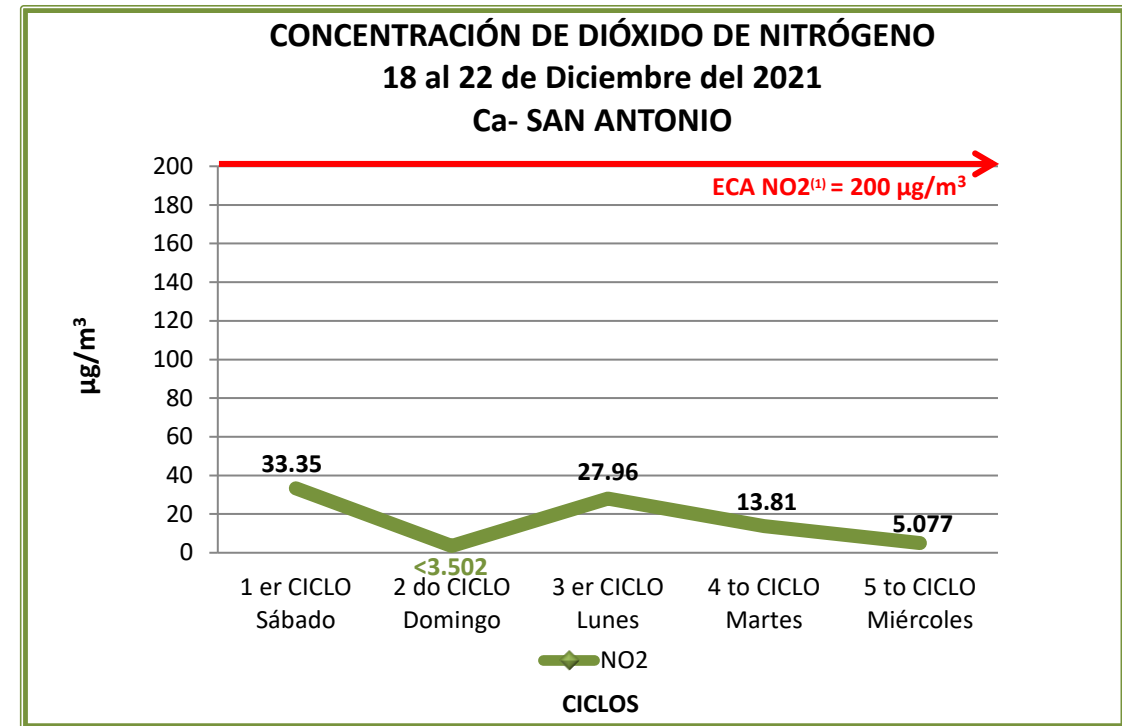


Figura 18. Concentración de Dióxido de Nitrógeno – Ca - SAN ANTONIO
(1) Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

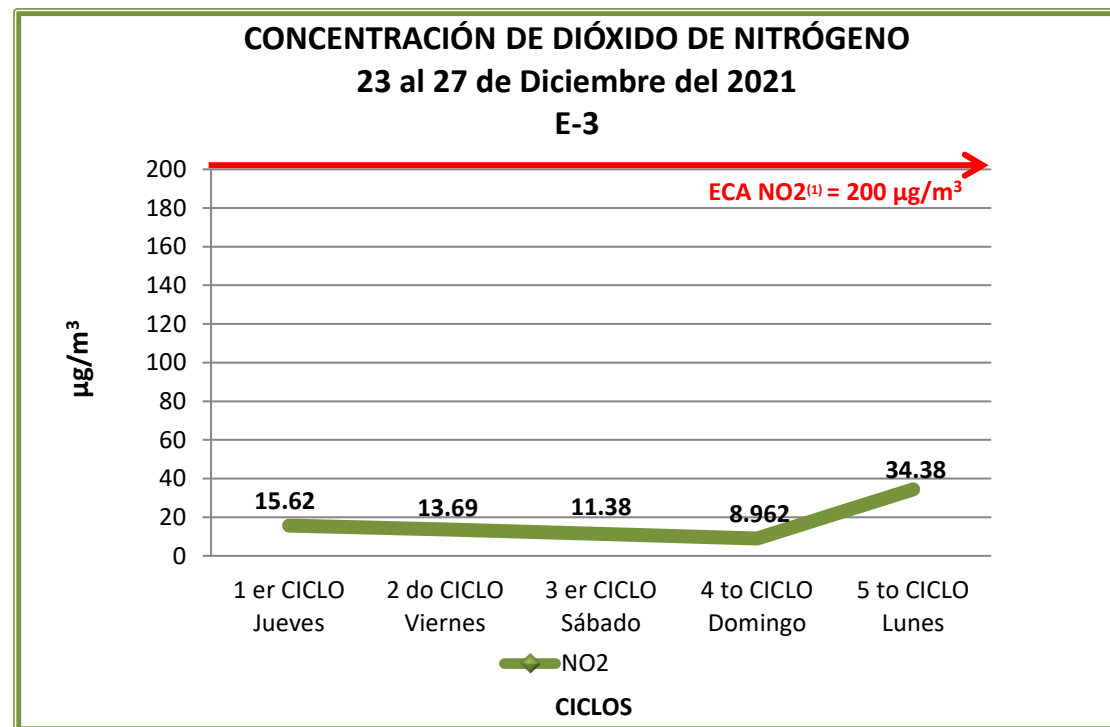


Figura 19. Concentración de Dióxido de Nitrógeno – E-3
(1) Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

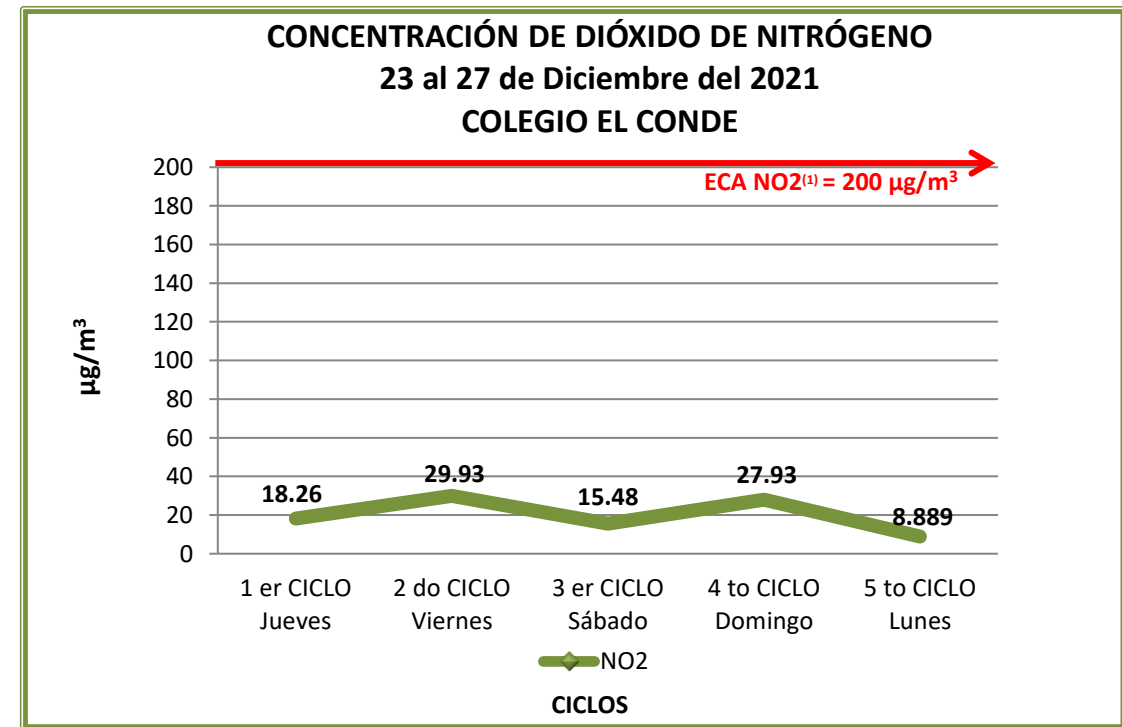


Figura 20. Concentración de Dióxido de Nitrógeno – COLEGIO EL CONDE
(1) Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

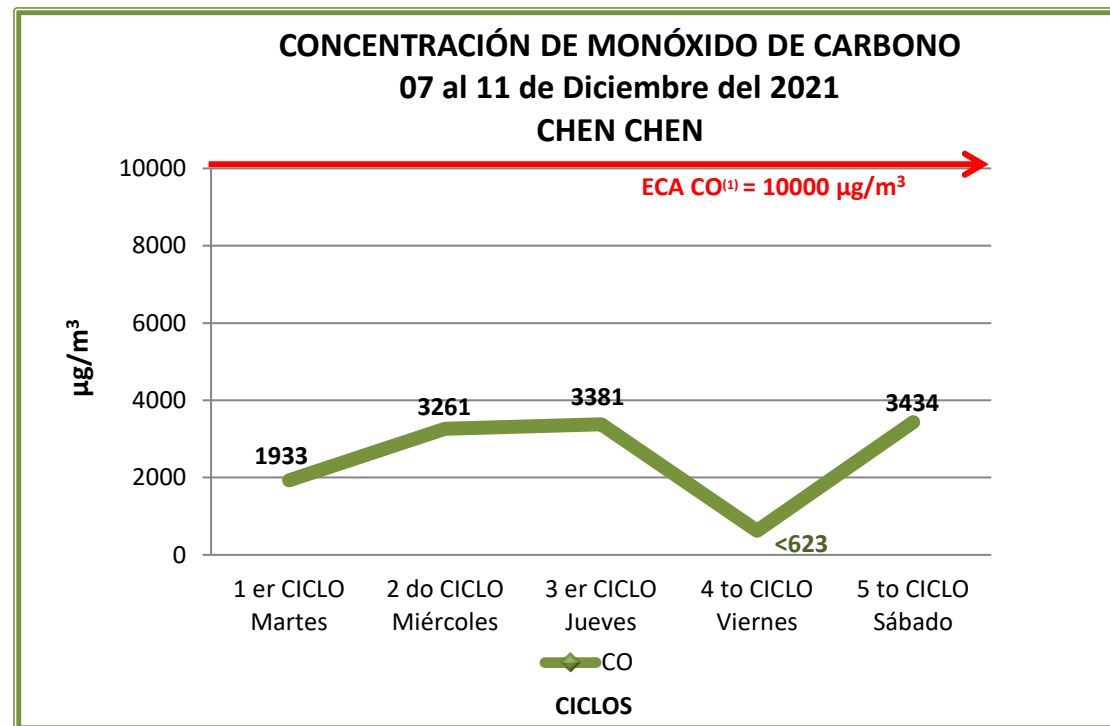


Figura 21. Concentración de Monóxido de Carbono – CHEN CHEN
(1) Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

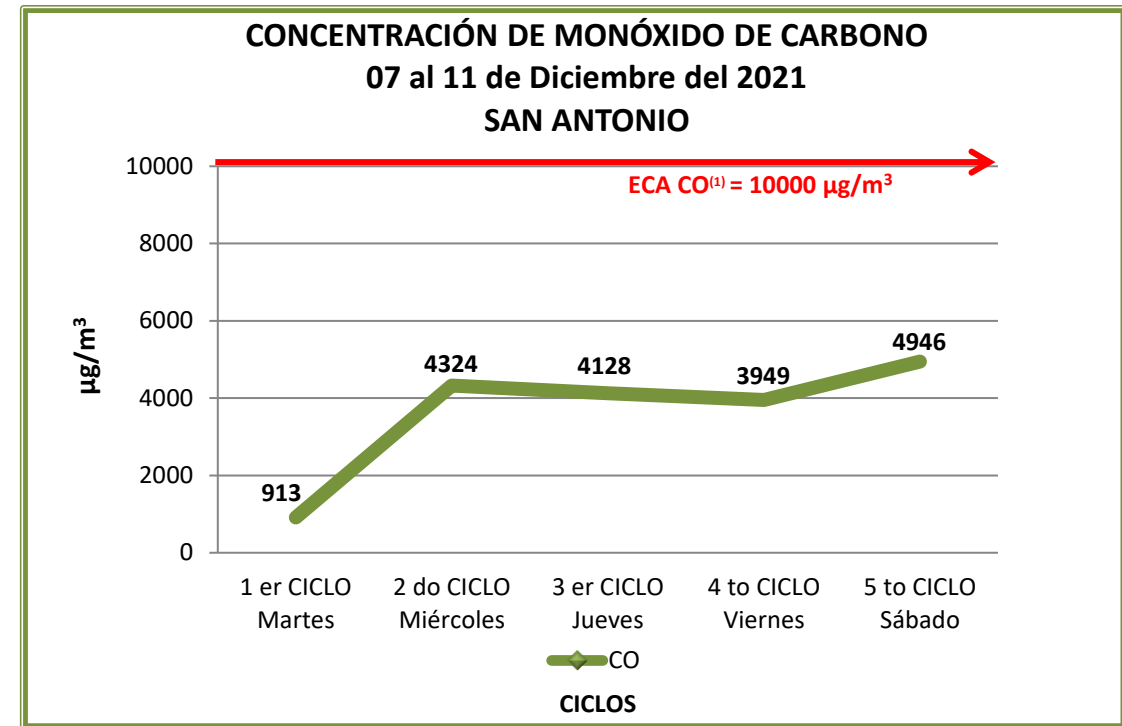


Figura 22. Concentración de Monóxido de Carbono – SAN ANTONIO
(1) Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

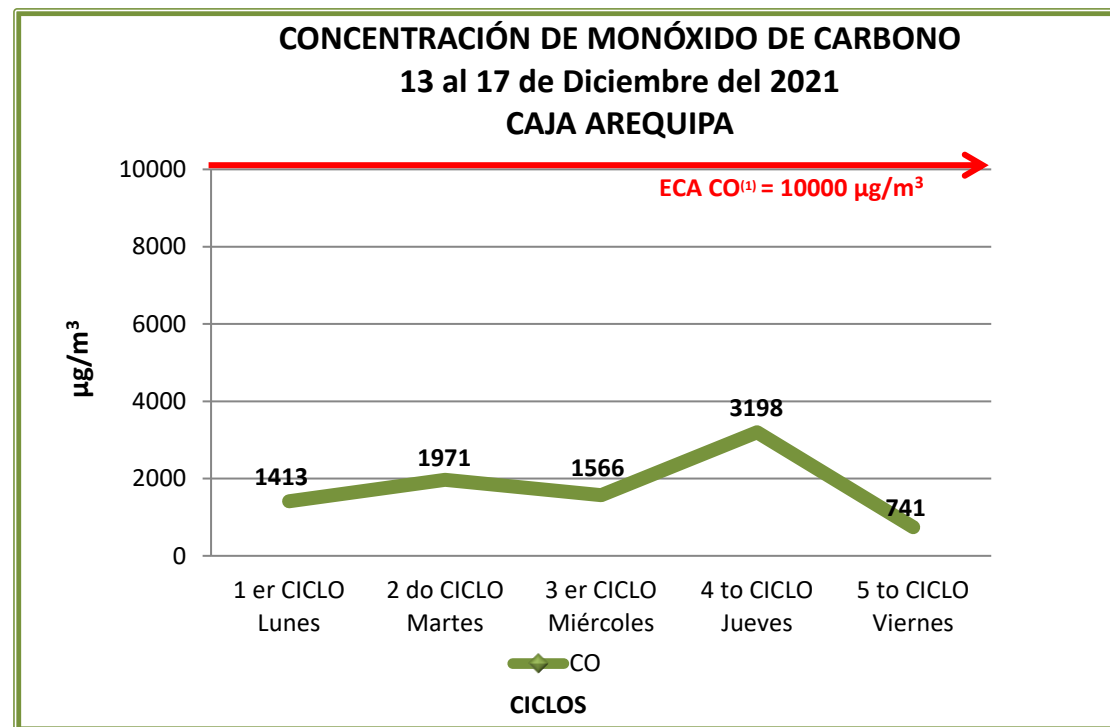


Figura 23. Concentración de Monóxido de Carbono – CAJA AREQUIPA
(1) Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

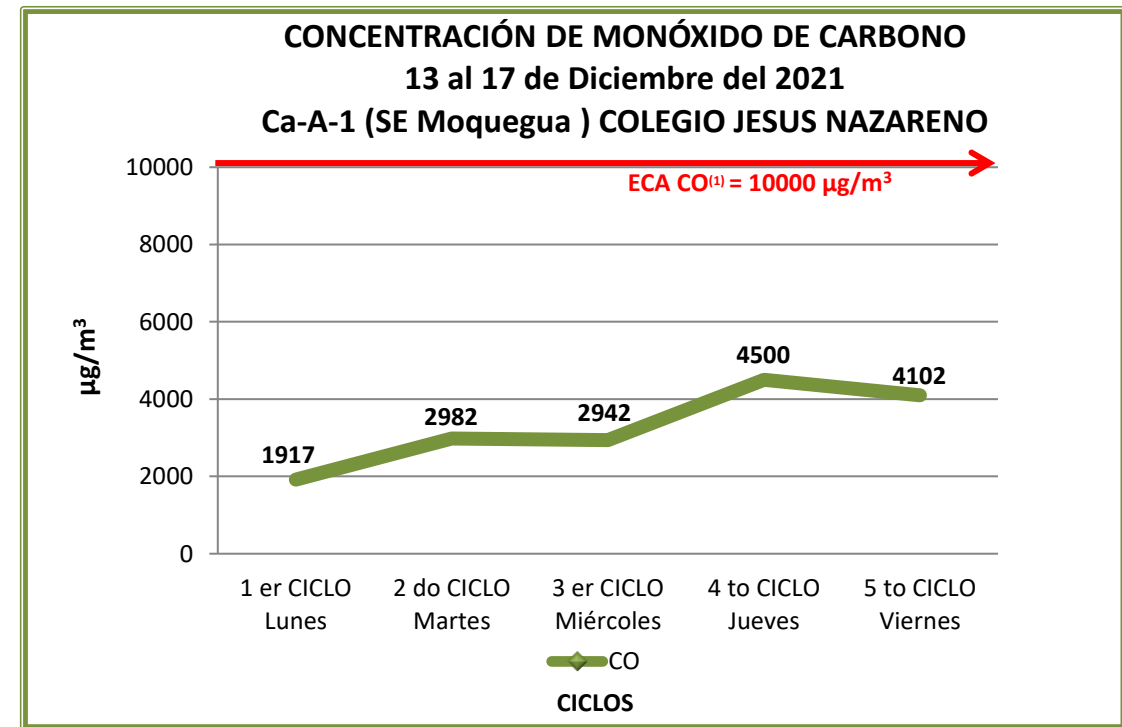


Figura 24. Concentración de Monóxido de Carbono – Ca-A-1 (SE Moquegua) COLEGIO JESUS NAZARENO
(1) Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

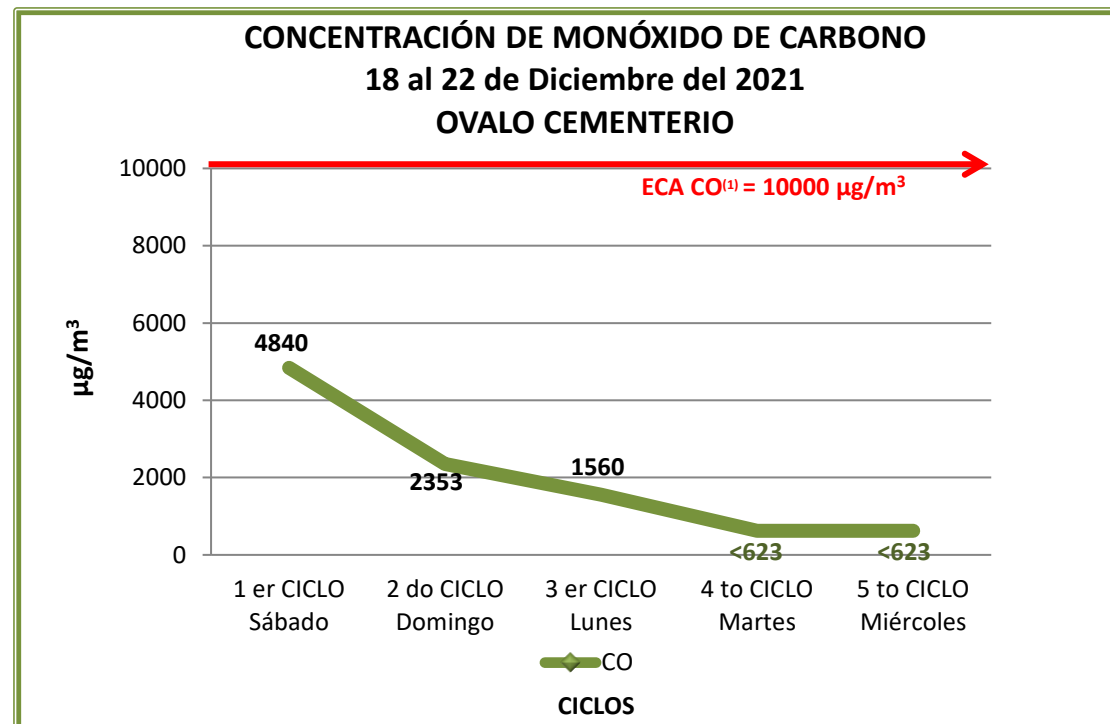


Figura 25. Concentración de Monóxido de Carbono – OVALO CEMENTERIO
(1) Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

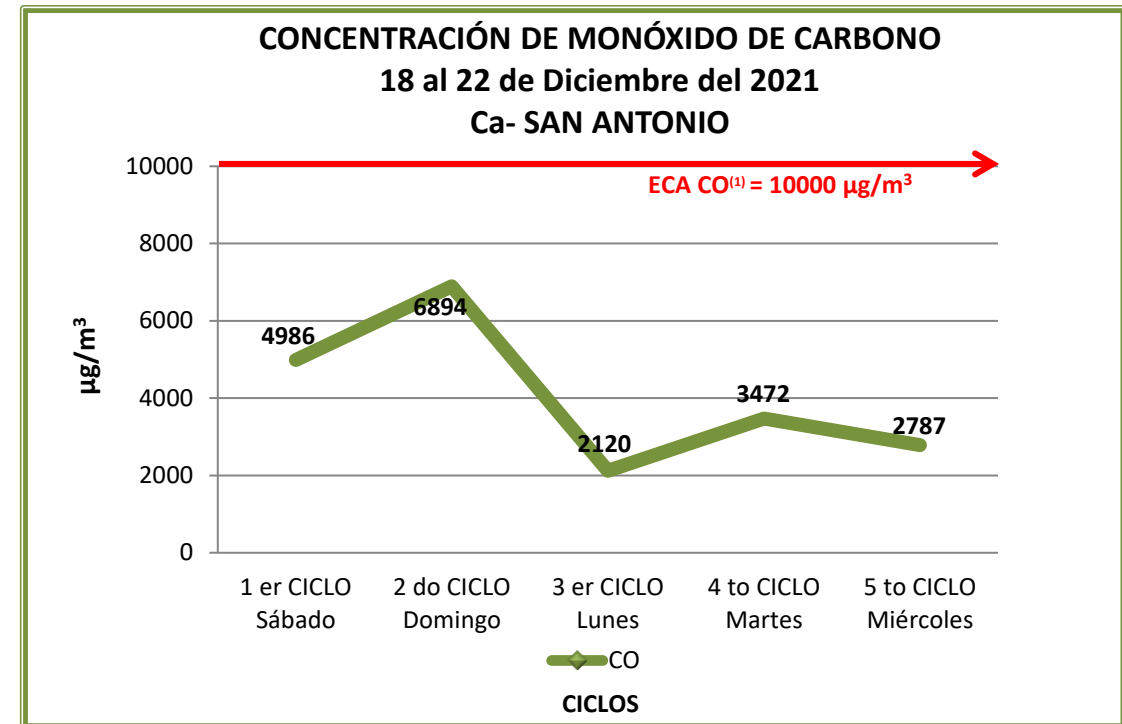


Figura 26. Concentración de Monóxido de Carbono – Ca - SAN ANTONIO
(1) Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

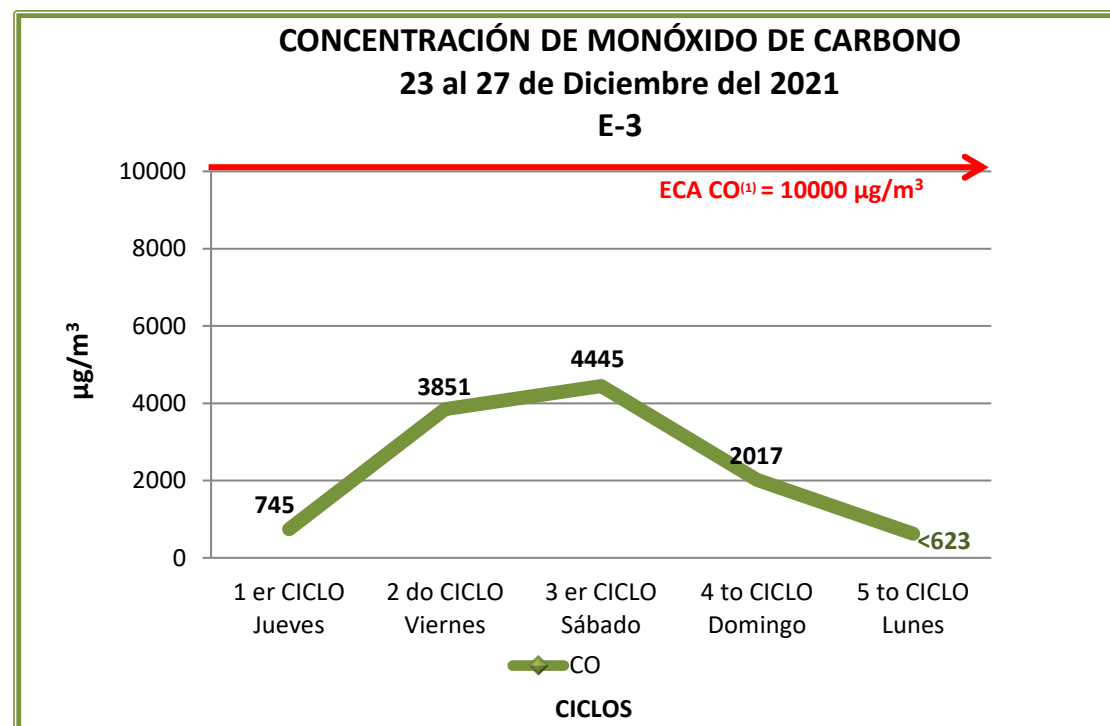


Figura 27. Concentración de Monóxido de Carbono – E-3
(1) Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

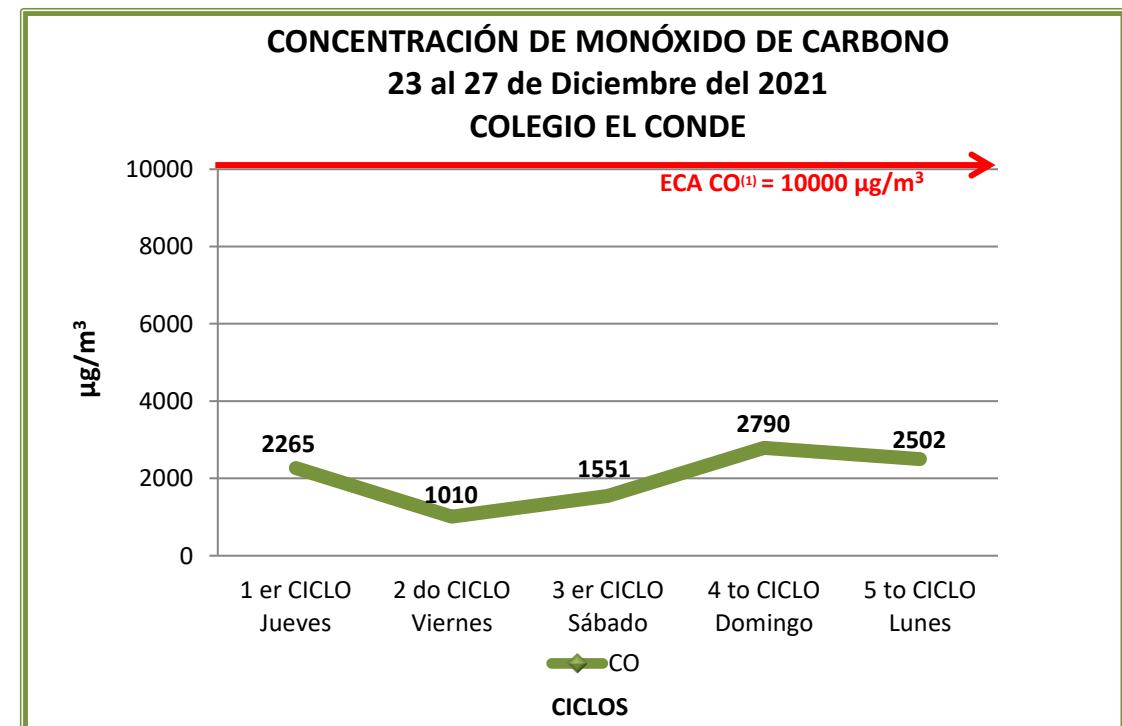


Figura 28. Concentración de Monóxido de Carbono –COLEGIO EL CONDE
(1) Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

Tabla 15. Resultados de Gases

ESTACIÓN	CICLO	FECHA DE MUESTREO	CONCENTRACIÓN PROMEDIO 1 HORA NO ₂	CONCENTRACIÓN PROMEDIO 8 HORAS CO	CONCENTRACIÓN PROMEDIO DIARIA SO ₂	UNIDAD
CHEN CHEN	1er ciclo	07 al 08/12/2021	18.92 ^(b)	1933 ^(b)	< 13.72 ^(a)	µg/m ³
	2do ciclo	08 al 09/12/2021	16.16 ^(b)	3261 ^(b)	< 13.72 ^(a)	µg/m ³
	3er ciclo	09 al 10/12/2021	39.81 ^(b)	3381 ^(b)	< 13.72 ^(a)	µg/m ³
	4to ciclo	10 al 11/12/2021	35.65 ^(b)	< 623 ^(a)	< 13.72 ^(a)	µg/m ³
	5to ciclo	11 al 12/12/2021	18.19 ^(b)	3434 ^(b)	< 13.72 ^(a)	µg/m ³
SAN ANTONIO	1er ciclo	07 al 08/12/2021	22.81 ^(b)	913 ^(b)	< 13.72 ^(a)	µg/m ³
	2do ciclo	08 al 09/12/2021	24.62 ^(b)	4324 ^(b)	< 13.72 ^(a)	µg/m ³
	3er ciclo	09 al 10/12/2021	19.27 ^(b)	4128 ^(b)	< 13.72 ^(a)	µg/m ³
	4to ciclo	10 al 11/12/2021	11.69 ^(b)	3949 ^(b)	< 13.72 ^(a)	µg/m ³
	5to ciclo	11 al 12/12/2021	12.04 ^(b)	4946 ^(b)	< 13.72 ^(a)	µg/m ³
CAJA AREQUIPA	1er ciclo	13 al 14/12/2021	9.308 ^(b)	1413 ^(b)	< 13.72 ^(a)	µg/m ³
	2do ciclo	14 al 15/12/2021	17.65 ^(b)	1971 ^(b)	< 13.72 ^(a)	µg/m ³
	3er ciclo	15 al 16/12/2021	22.19 ^(b)	1566 ^(b)	< 13.72 ^(a)	µg/m ³
	4to ciclo	16 al 17/12/2021	9.577 ^(b)	3198 ^(b)	< 13.72 ^(a)	µg/m ³
	5to ciclo	17 al 18/12/2021	11.19 ^(b)	741 ^(b)	< 13.72 ^(a)	µg/m ³
Ca-A-1 (SE Moquegua) COLEGIO JESUS NAZARENO,	1er ciclo	13 al 14/12/2021	24.15 ^(b)	1917 ^(b)	< 13.72 ^(a)	µg/m ³
	2do ciclo	14 al 15/12/2021	16.19 ^(b)	2982 ^(b)	< 13.72 ^(a)	µg/m ³
	3er ciclo	15 al 16/12/2021	24.27 ^(b)	2942 ^(b)	< 13.72 ^(a)	µg/m ³
	4to ciclo	16 al 17/12/2021	10.15 ^(b)	4500 ^(b)	< 13.72 ^(a)	µg/m ³
	5to ciclo	17 al 18/12/2021	10.08 ^(b)	4102 ^(b)	< 13.72 ^(a)	µg/m ³
OVALO CEMENTERIO	1er ciclo	18 al 19/12/2021	21.69 ^(b)	4840 ^(b)	< 13.72 ^(a)	µg/m ³
	2do ciclo	19 al 20/12/2021	< 3.502 ^(a)	2353 ^(b)	< 13.72 ^(a)	µg/m ³
	3er ciclo	20 al 21/12/2021	28.62 ^(b)	1560 ^(b)	< 13.72 ^(a)	µg/m ³
	4to ciclo	21 al 22/12/2021	7.423 ^(b)	< 623 ^(a)	< 13.72 ^(a)	µg/m ³
	5to ciclo	22 al 23/12/2021	< 3.502 ^(a)	< 623 ^(a)	< 13.72 ^(a)	µg/m ³
Ca-San Antonio (COAR)	1er ciclo	18 al 19/12/2021	33.35 ^(b)	4986 ^(b)	< 13.72 ^(a)	µg/m ³
	2do ciclo	19 al 20/12/2021	< 3.502 ^(a)	6894 ^(b)	< 13.72 ^(a)	µg/m ³
	3er ciclo	20 al 21/12/2021	27.96 ^(b)	2120 ^(b)	< 13.72 ^(a)	µg/m ³
	4to ciclo	21 al 22/12/2021	13.81 ^(b)	3472 ^(b)	< 13.72 ^(a)	µg/m ³
	5to ciclo	22 al 23/12/2021	5.077 ^(b)	2787 ^(b)	< 13.72 ^(a)	µg/m ³
E-3	1er ciclo	23 al 24/12/2021	15.62 ^(b)	745 ^(b)	< 13.72 ^(a)	µg/m ³
	2do ciclo	24 al 25/12/2021	13.69 ^(b)	3851 ^(b)	< 13.72 ^(a)	µg/m ³
	3er ciclo	25 al 26/12/2021	11.38 ^(b)	4445 ^(b)	< 13.72 ^(a)	µg/m ³
	4to ciclo	26 al 27/12/2021	8.962 ^(b)	2017 ^(b)	< 13.72 ^(a)	µg/m ³
	5to ciclo	27 al 28/12/2021	34.38 ^(b)	< 623 ^(a)	< 13.72 ^(a)	µg/m ³
EL CONDE	1er ciclo	23 al 24/12/2021	18.26 ^(b)	2265 ^(b)	< 13.72 ^(a)	µg/m ³
	2do ciclo	24 al 25/12/2021	29.23 ^(b)	1010 ^(b)	< 13.72 ^(a)	µg/m ³
	3er ciclo	25 al 26/12/2021	15.48 ^(b)	1551 ^(b)	< 13.72 ^(a)	µg/m ³
	4to ciclo	26 al 27/12/2021	27.93 ^(b)	2790 ^(b)	< 13.72 ^(a)	µg/m ³
	5to ciclo	27 al 28/12/2021	8.889 ^(b)	2502 ^(b)	< 13.72 ^(a)	µg/m ³
ECA ⁽¹⁾			200	10 000	250	µg/m ³

Fuente: Informe de ensayo ALS LS Perú S.A.C.
(1) Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.
(a) Valores que están por debajo del límite de detección, por ende, se encuentran por debajo de lo establecido en el ECA.
(b) Valores que están por debajo de lo establecido en el ECA.
(c) Valores que están por encima de lo establecido en el ECA.


ING. CIP. OSCAR VALENCIA TALAVERA
Registro 195211 - QUÍMICO

6.2.1.3. Partículas Totales en Suspensión PTS

Según los resultados obtenidos en la campaña de monitoreo y su posterior análisis, se observa lo siguiente:

- ❖ El 93% de los resultados obtenidos se encuentran por debajo del Nivel máximo permisible de $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$, establecido en la Resolución Ministerial N° 315-96-EM/VMM. Esta normativa se utilizó de manera referencial, ya que su aplicación es para emisiones provenientes de Unidades Minero – Metalúrgicas. No se cuenta con normativa para el parámetro de PTS en ciudades.
- ❖ En la estación de monitoreo CHEN CHEN se observa dos valores elevados (días martes y miércoles), en comparación con el resto de días (a pesar de no superar el valor de referencia), estos valores se deberían al acontecimiento aislado de levantamiento de tierra por actividades de invasión mencionadas anteriormente. Figura 21
- ❖ En la estación de monitoreo E-3, se tiene un resultado anómalo de ($468.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$), (Ver Figura 23) este resultado podría deberse a fuertes ráfagas de viento y levantamiento de polvo que se presentaron el día 23/12. Se adjunta evidencia fotográfica en el Anexo 1. La velocidad de viento máxima registrada fue 4.9 m/s (Anexo 2)

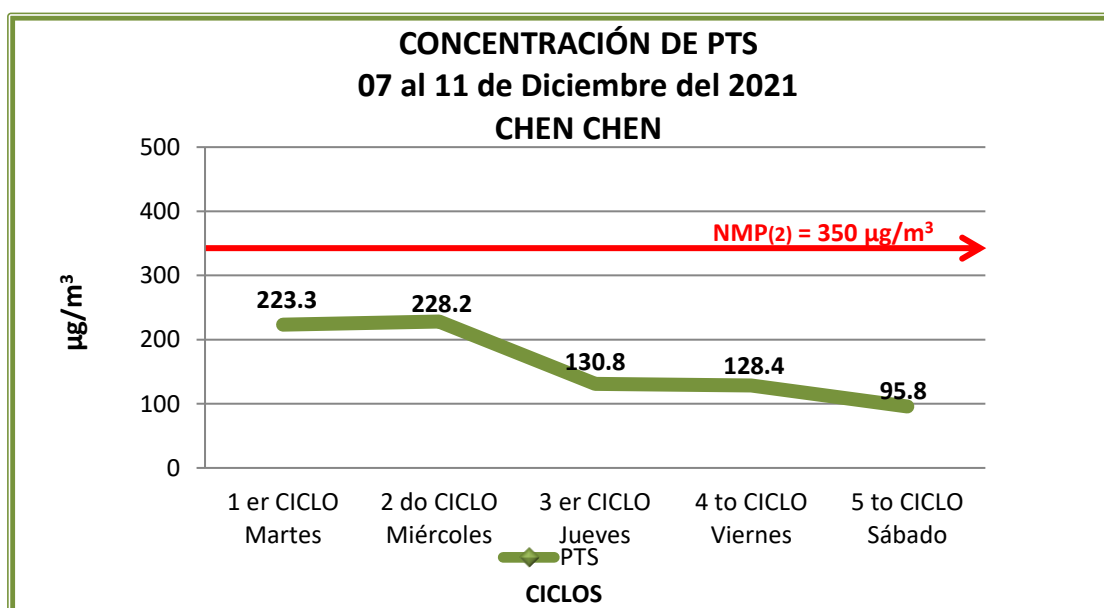


Figura 29. Concentración de PTS – CHEN CHEN

(2) Resolución Ministerial N° 315-96-EM/VMM - Aprueba niveles máximos permisibles de elementos y compuestos presentes en emisiones gaseosas provenientes de las unidades Minero-Metalúrgicas


 ING. CP. OSCAR VALENZUELA
 Registro 195211 - QUIMICO

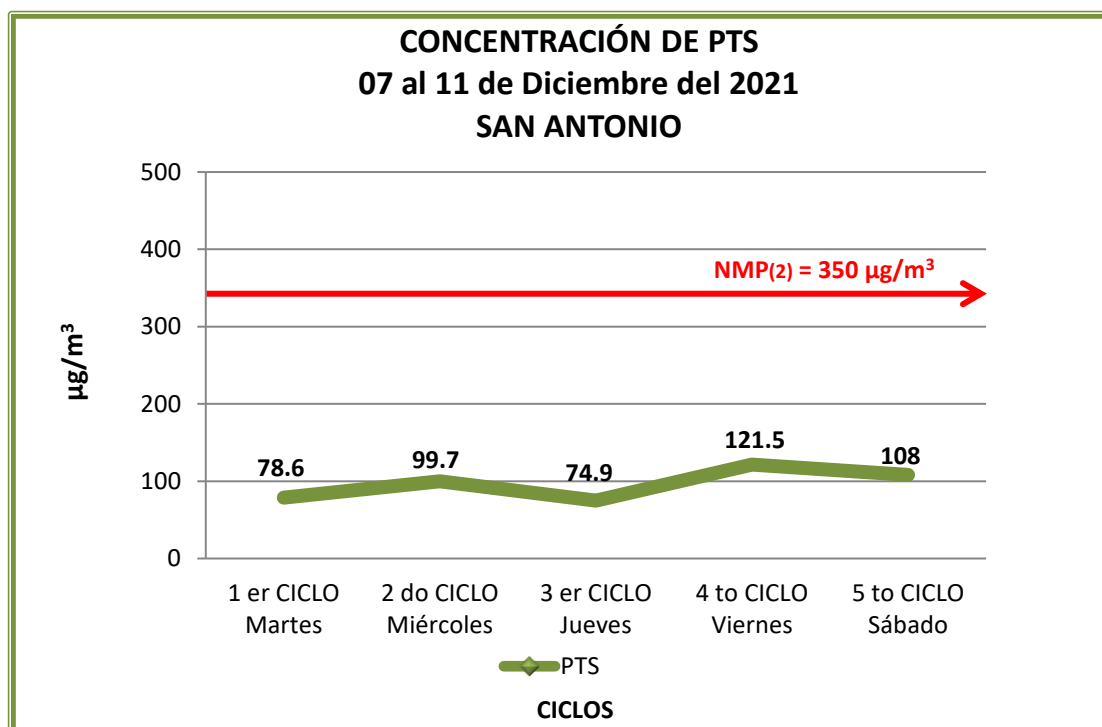


Figura 30. Concentración de PTS – SAN ANTONIO

(2) Resolución Ministerial N° 315-96-EM/VMM - Aprueba niveles máximos permisibles de elementos y compuestos presentes en emisiones gaseosas provenientes de las unidades Minero-Metalúrgicas

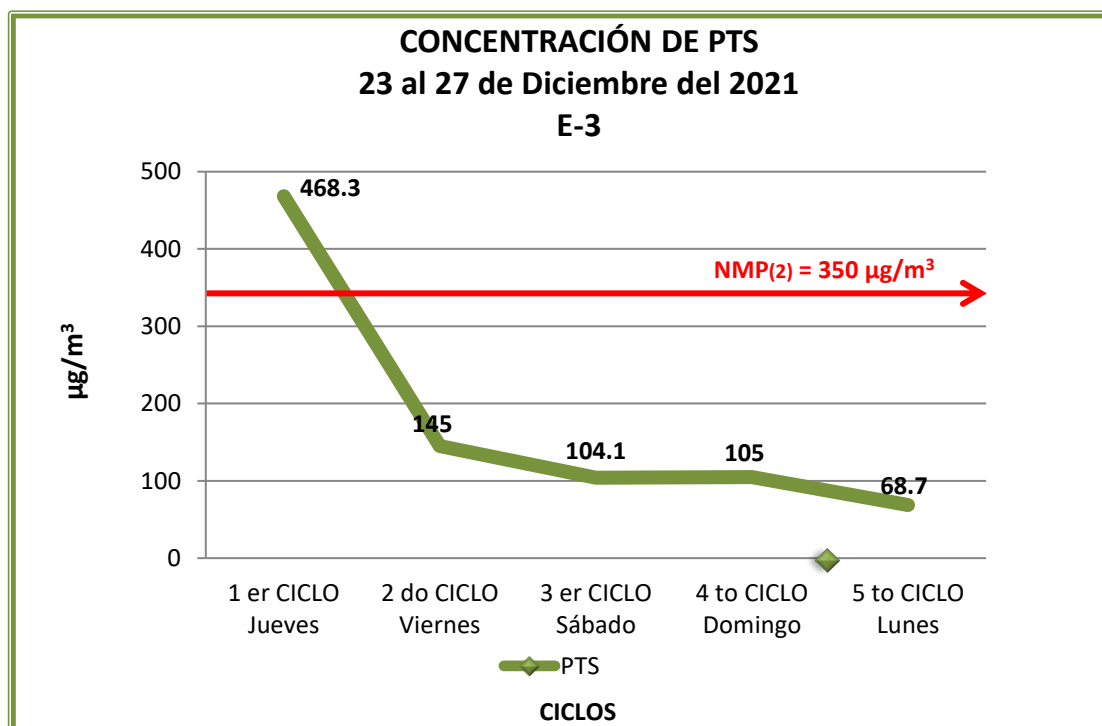


Figura 31. Concentración de PTS – E-3

(2) Resolución Ministerial N° 315-96-EM/VMM - Aprueba niveles máximos permisibles de elementos y compuestos presentes en emisiones gaseosas provenientes de las unidades Minero-Metalúrgicas


 ING. CIP. OSCAR VALENZUELA
 Registro 195211 - QUIMICO

Tabla 16. Resultados PTS

ESTACIÓN	CICLO	FECHA DE MUESTREO	CONCENTRACIÓN PROMEDIO DIARIO PTS	UNIDAD
CHEN CHEN	1er ciclo	07 al 08/12/2021	223.3 ^(b)	µg/m ³
	2do ciclo	08 al 09/12/2021	228.2 ^(b)	µg/m ³
	3er ciclo	09 al 10/12/2021	130.8 ^(b)	µg/m ³
	4to ciclo	10 al 11/12/2021	128.4 ^(b)	µg/m ³
	5to ciclo	11 al 12/12/2021	95.8 ^(b)	µg/m ³
SAN ANTONIO	1er ciclo	07 al 08/12/2021	78.6 ^(b)	µg/m ³
	2do ciclo	08 al 09/12/2021	99.7 ^(b)	µg/m ³
	3er ciclo	09 al 10/12/2021	74.9 ^(b)	µg/m ³
	4to ciclo	10 al 11/12/2021	121.5 ^(b)	µg/m ³
	5to ciclo	11 al 12/12/2021	108 ^(b)	µg/m ³
E-3	1er ciclo	23 al 24/12/2021	468.3 ^(c)	µg/m ³
	2do ciclo	24 al 25/12/2021	145 ^(b)	µg/m ³
	3er ciclo	25 al 26/12/2021	104.1 ^(b)	µg/m ³
	4to ciclo	26 al 27/12/2021	105 ^(b)	µg/m ³
	5to ciclo	27 al 28/12/2021	68.7 ^(b)	µg/m ³
NMP ⁽²⁾			350	µg/m ³

Fuente: Informe de ensayo ALS LS Perú S.A.C.

(2) Resolución Ministerial N° 315-96-EM/VMM - Aprueba niveles máximos permisibles de elementos y compuestos presentes en emisiones gaseosas provenientes de las unidades Minero-Metalúrgicas

(b) Valores que están por debajo de lo establecido en la RM

(c) Valores que están por encima de lo establecido en la RM


ING. CIP. OSCAR VALENZUELA
Registro 195211 - QUIMICO

6.2.1.4. Metales en Aire:

6.2.1.4.1. Arsénico (As)

Según los resultados obtenidos en la campaña de monitoreo y su posterior análisis, se observa lo siguiente:

- ❖ El 80% de los resultados obtenidos se encuentran por debajo del límite de detección del método de análisis, por ende, se encuentran por debajo del Nivel máximo permisible de 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, establecido en la Resolución Ministerial N° 315-96-EM/VMM.
- ❖ En algunos casos se tiene valores diferentes al límite de detección, sin embargo, estos son muy pequeños. Obsérvese el detalle en la Tabla 174. Ningún valor supera el nivel máximo permisible indicado.

6.2.1.4.2. Plomo (Pb)

Según los resultados obtenidos en la campaña de monitoreo y su posterior análisis, se observa lo siguiente:

- ❖ El 75% de los resultados obtenidos se encuentran por debajo del límite de detección del método de análisis, por ende, se encuentran por debajo del Estándar de Calidad Ambiental de 1.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Por lo tanto, cumplen con lo establecido en el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM.
- ❖ En algunos casos se tiene valores diferentes al límite de detección, sin embargo, estos son muy pequeños. Obsérvese el detalle en la Tabla 174. Ningún valor supera el nivel máximo permisible indicado.


ING. CIP. OSCAR VALENZUELA
Registro 195211 - QUIMICO

Tabla 17. Resultados: Metales en PM10

ESTACIÓN	CICLO	FECHA DE MUESTREO	DÍA DE SEMANA	CONCENTRACIÓN PROMEDIO As en PM10	CONCENTRACIÓN PROMEDIO Pb en PM10	UNIDAD
CHEN CHEN	1er ciclo	07 al 08/12/2021	Martes	<0.002 ^(a)	0.005 ^(b)	µg/m³
	2do ciclo	08 al 09/12/2021	Miércoles	<0.002 ^(a)	0.006 ^(b)	µg/m³
	3er ciclo	09 al 10/12/2021	Jueves	<0.002 ^(a)	<0.002 ^(a)	µg/m³
	4to ciclo	10 al 11/12/2021	Viernes	<0.002 ^(a)	<0.002 ^(a)	µg/m³
	5to ciclo	11 al 12/12/2021	Sábado	<0.002 ^(a)	<0.002 ^(a)	µg/m³
SAN ANTONIO	1er ciclo	07 al 08/12/2021	Martes	<0.002 ^(a)	<0.002 ^(a)	µg/m³
	2do ciclo	08 al 09/12/2021	Miércoles	<0.002 ^(a)	<0.002 ^(a)	µg/m³
	3er ciclo	09 al 10/12/2021	Jueves	<0.002 ^(a)	<0.002 ^(a)	µg/m³
	4to ciclo	10 al 11/12/2021	Viernes	<0.002 ^(a)	<0.002 ^(a)	µg/m³
	5to ciclo	11 al 12/12/2021	Sábado	<0.002 ^(a)	<0.002 ^(a)	µg/m³
CAJA AREQUIPA	1er ciclo	13 al 14/12/2021	Lunes	<0.002 ^(a)	<0.002 ^(a)	µg/m³
	2do ciclo	14 al 15/12/2021	Martes	<0.002 ^(a)	<0.002 ^(a)	µg/m³
	3er ciclo	15 al 16/12/2021	Miércoles	<0.002 ^(a)	<0.002 ^(a)	µg/m³
	4to ciclo	16 al 17/12/2021	Jueves	<0.002 ^(a)	<0.002 ^(a)	µg/m³
	5to ciclo	17 al 18/12/2021	Viernes	<0.002 ^(a)	<0.002 ^(a)	µg/m³
Ca-A-1 (SE Moquegua) COLEGIO JESUS NAZARENO,	1er ciclo	13 al 14/12/2021	Lunes	<0.002 ^(a)	<0.002 ^(a)	µg/m³
	2do ciclo	14 al 15/12/2021	Martes	<0.002 ^(a)	<0.002 ^(a)	µg/m³
	3er ciclo	15 al 16/12/2021	Miércoles	<0.002 ^(a)	<0.002 ^(a)	µg/m³
	4to ciclo	16 al 17/12/2021	Jueves	<0.002 ^(a)	<0.002 ^(a)	µg/m³
	5to ciclo	17 al 18/12/2021	Viernes	<0.002 ^(a)	<0.002 ^(a)	µg/m³
OVALO CEMENTERIO	1er ciclo	18 al 19/12/2021	Sábado	0.009 ^(b)	<0.002 ^(a)	µg/m³
	2do ciclo	19 al 20/12/2021	Domingo	0.008 ^(b)	<0.002 ^(a)	µg/m³
	3er ciclo	20 al 21/12/2021	Lunes	<0.002 ^(a)	0.009 ^(b)	µg/m³
	4to ciclo	21 al 22/12/2021	Martes	0.001 ^(b)	0.01 ^(b)	µg/m³
	5to ciclo	22 al 23/12/2021	Miércoles	<0.002 ^(a)	<0.002 ^(a)	µg/m³
Ca-San Antonio (COAR)	1er ciclo	18 al 19/12/2021	Sábado	0.008 ^(b)	<0.002 ^(a)	µg/m³
	2do ciclo	19 al 20/12/2021	Domingo	0.011 ^(b)	<0.002 ^(a)	µg/m³
	3er ciclo	20 al 21/12/2021	Lunes	<0.002 ^(a)	0.01 ^(b)	µg/m³
	4to ciclo	21 al 22/12/2021	Martes	0.009 ^(b)	0.01 ^(b)	µg/m³
	5to ciclo	22 al 23/12/2021	Miércoles	<0.002 ^(a)	0.009 ^(b)	µg/m³
E-3	1er ciclo	23 al 24/12/2021	Jueves	0.008 ^(b)	0.009 ^(b)	µg/m³
	2do ciclo	24 al 25/12/2021	Viernes	<0.002 ^(a)	0.01 ^(b)	µg/m³
	3er ciclo	25 al 26/12/2021	Sábado	<0.002 ^(a)	<0.002 ^(a)	µg/m³
	4to ciclo	26 al 27/12/2021	Domingo	<0.002 ^(a)	<0.002 ^(a)	µg/m³
	5to ciclo	27 al 28/12/2021	Lunes	<0.002 ^(a)	<0.002 ^(a)	µg/m³
EL CONDE	1er ciclo	23 al 24/12/2021	Jueves	0.008 ^(b)	0.008 ^(b)	µg/m³
	2do ciclo	24 al 25/12/2021	Viernes	<0.002 ^(a)	<0.002 ^(a)	µg/m³
	3er ciclo	25 al 26/12/2021	Sábado	<0.002 ^(a)	<0.002 ^(a)	µg/m³
	4to ciclo	26 al 27/12/2021	Domingo	<0.002 ^(a)	<0.002 ^(a)	µg/m³
	5to ciclo	27 al 28/12/2021	Lunes	<0.002 ^(a)	<0.002 ^(a)	µg/m³
NORMATIVA APLICABLE				6 ⁽²⁾	1.5 ⁽¹⁾	µg/m³

Fuente: Informe de ensayo ALS LS Perú S.A.C.
(1) Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.
(2) Resolución Ministerial N° 315-96-EM/VMM - Aprueba niveles máximos permisibles de elementos y compuestos presentes en emisiones gaseosas provenientes de las unidades Minero-Metalúrgicas
(a) Valores que están por debajo del límite de detección de lo establecido en la Normativa Aplicable
(b) Valores que están por debajo de lo establecido en la Normativa Aplicable
(c) Valores que están por encima de lo establecido en la Normativa Aplicable


ING. CIP. OSCAR VALENCIA TALAVERA
Registro 195211 - QUIMICO

6.2.1.5. Parámetros Meteorológicos

Con la finalidad de realizar un mejor análisis de los resultados de la calidad del aire, se elaboró las rosas de vientos para cada ciclo de monitoreo de cada una de las estaciones en donde se realizaron las tomas de muestras. A continuación, se describen los parámetros meteorológicos registrados, cuyos datos se adjuntan en el Anexo 2.

6.2.1.5.1. Estación CHEN CHEN (Del 07 al 11 de diciembre)

- ❖ En la tabla 18 se observa que el valor máximo de **Temperatura** registrado fue de 29°C, la cual se encuentra entre las 10:00 a.m. y 12:00 p.m.; los valores mínimos se encuentran registrados en horas de la noche y madrugada.
- ❖ La dirección predominante de procedencia de los vientos, durante los cinco (05) ciclos, fue sur sureste, (ver Tabla 18), presentándose principalmente durante el día.
- ❖ En relación con la velocidad del viento en esta zona, el promedio de los datos registrados en los cinco (05) ciclos de monitoreo fue de 1.556 m/s. (ver Figura 26)

Tabla 18. Meteorología - Chen Chen

	FECHA	TEMPERATURA	HUMEDAD	VELOCIDAD VIENTO	DIRECCIÓN DEL VIENTO	PRESIÓN
		(°C)	(%)	(m/s)		(mbar)
Promedio	07-08/12/21	21.3	52	1.1	SSE	850.2
Máximo		28.6	68	3.1		852
Mínimo		17.2	29	0		849.3
Promedio	08-09/12/21	21.9	48.8	1.1	SE	848.3
Máximo		29	64	3.6		849.8
Mínimo		17.3	27	0		847.2
Promedio	09-10/12/21	19	59	1.4	W	866.2
Máximo		26.7	82	4.9		868.7
Mínimo		13.4	34	0		864.2
Promedio	10-11/12/21	20	56.6	1.2	SE	850.3
Máximo		25.4	73	3.1		851.6
Mínimo		16.3	35	0		849.2
Promedio	11-12/12/21	21.3	52	1.1	SSE	850.2
Máximo		28.6	68	3.1		852
Mínimo		17.2	29	0		849.3
PROMEDIO		20.57	54.08	1.556	SSE	853.75

Elaboración: Consultoría & Monitoreo Perú S.A.C.

ING. CIP. OSCAR VALENZUELA
Registro 195211 - QUÍMICO

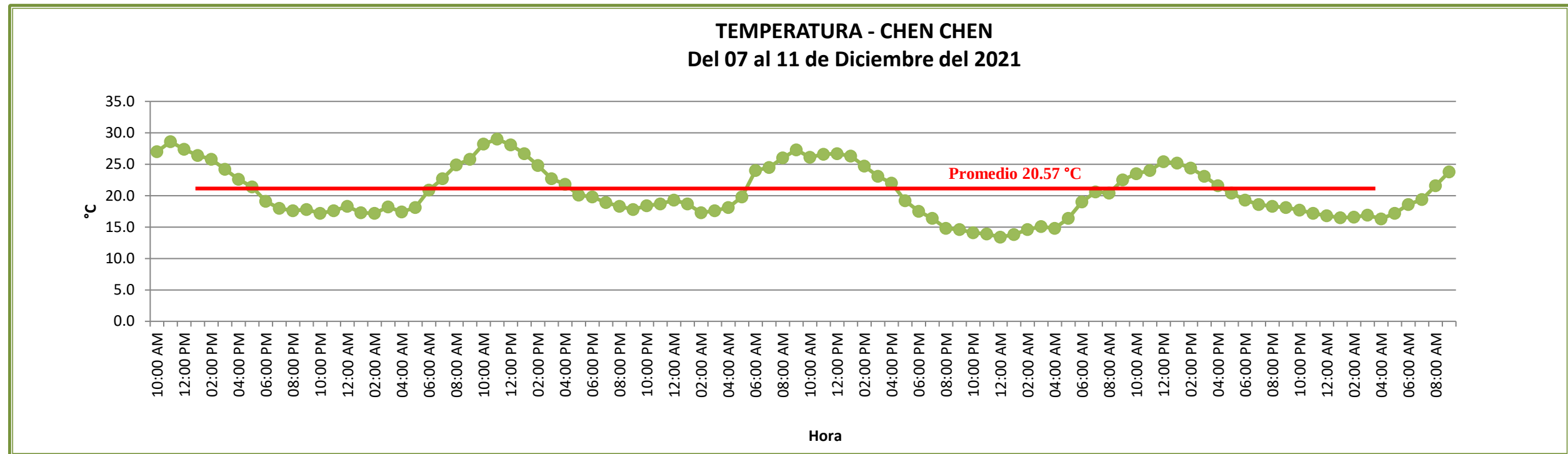


Figura 32. Temperatura CHEN CHEN
Elaboración: Consultoría & Monitoreo Perú S.A.C.

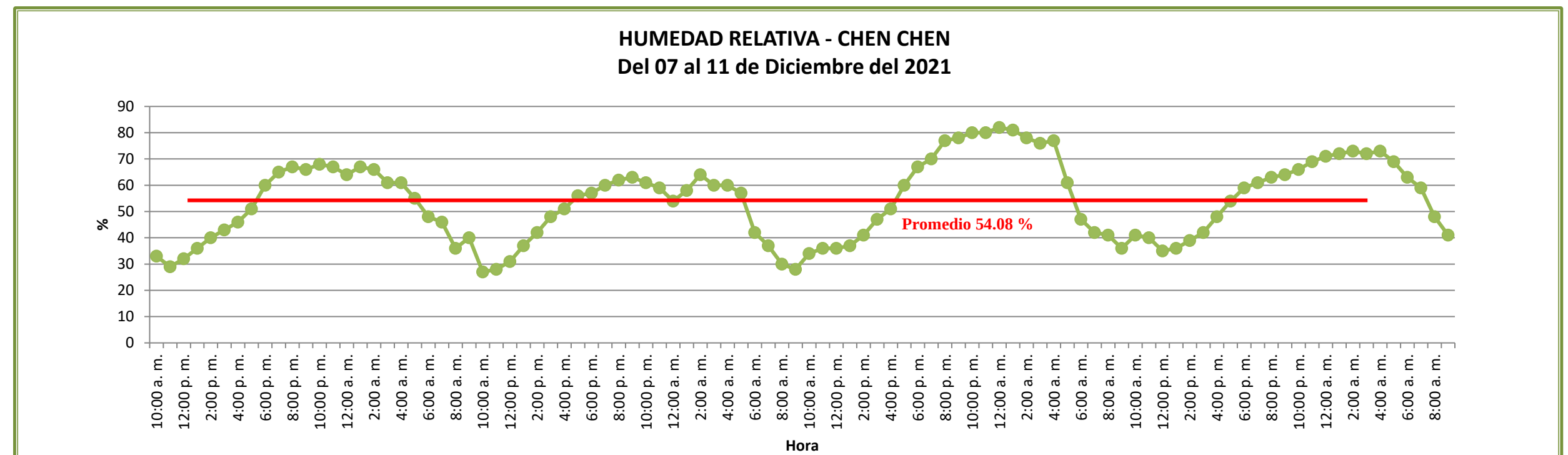


Figura 33. Humedad relativa CHEN CHEN
Elaboración: Consultoría & Monitoreo Perú S.A.C.


 ING. CIP. OSCAR VALENCIA TALAVERA
 Registro 195211 - QUIMICO

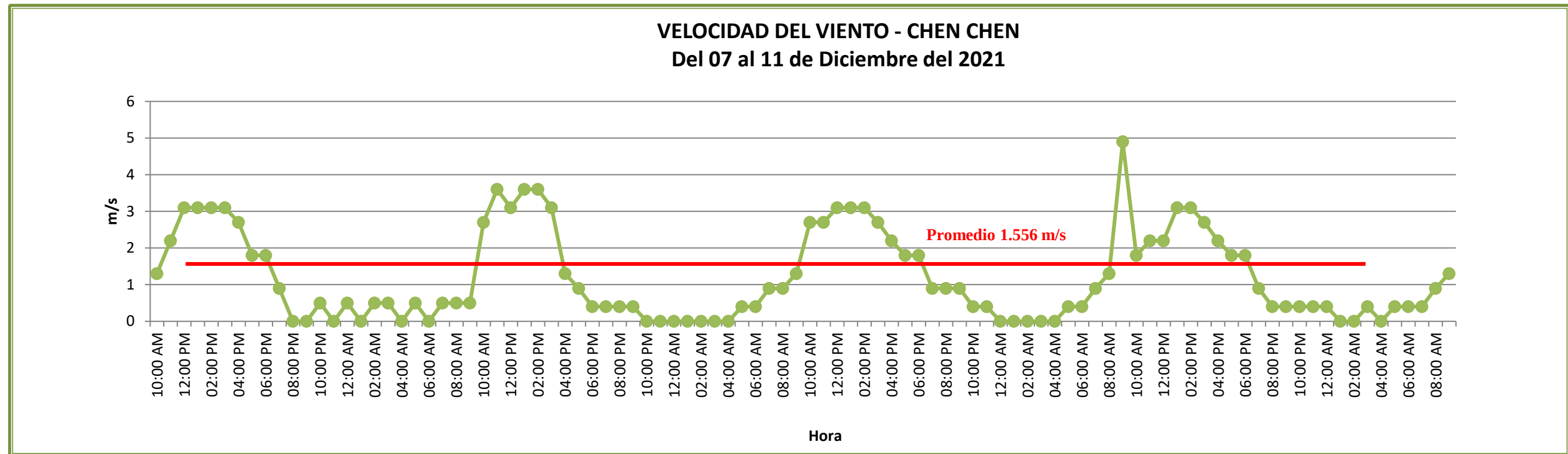


Figura 34. Velocidad del viento - CHEN CHEN
Elaboración: Consultoría & Monitoreo Perú S.A.C.

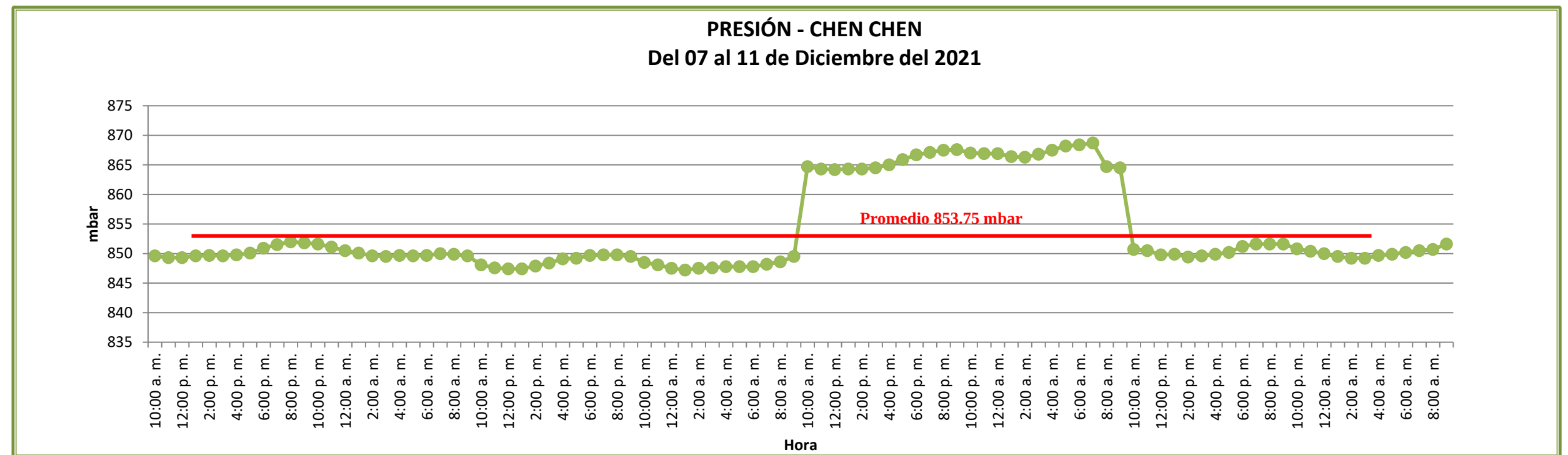
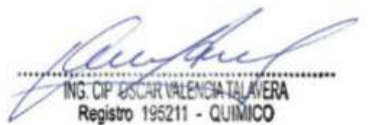


Figura 35. Presión - CHEN CHEN
Elaboración: Consultoría & Monitoreo Perú S.A.C.


 ING. CIP. OSCAR VALENCIA TALAVERA
 Registro 195211 - QUIMICO

6.2.1.5.2. Estación SAN ANTONIO (Del 07 al 11 de diciembre)

- ❖ En la tabla 19 se observa que el valor máximo de **Temperatura** registrado fue de 29.4°C, la cual se encuentra entre las 11:00 a.m. y 12:00 p.m.; los valores mínimos se encuentran registrados en horas de la noche y madrugada.
- ❖ La dirección predominante de procedencia de los vientos, durante los cinco (05) ciclos, fue oeste, (ver Tabla 19), presentándose principalmente durante la tarde entre 11:30 a.m. y 03:30 p.m.
- ❖ En relación con la velocidad del viento en esta zona, el promedio de los datos registrados en los cinco (05) ciclos de monitoreo fue de 1.66 m/s. (ver Figura 30)

Tabla 19. Meteorología – SAN ANTONIO

	FECHA	TEMPERATURA	HUMEDAD	VELOCIDAD VIENTO	DIRECCIÓN DEL VIENTO	PRESIÓN
		(°C)	(%)	(m/s)		(mbar)
Promedio	07-08/12/21	20.5	60.6	1.3	W	867.9
Máximo		29.2	79	3.6		869.9
Mínimo		15.4	33	0		866.4
Promedio	08-09/12/21	21.1	55.5	1.4	W	865.7
Máximo		29.4	76	4		867.7
Mínimo		15.3	26	0		863.9
Promedio	09-10/12/21	19.3	59	1.2	W	866.3
Máximo		27.3	82	3.1		868.7
Mínimo		13.4	35	0		864.2
Promedio	10-11/12/21	19.9	58.8	1.2	SE	854.9
Máximo		25.4	74	3.1		869.8
Mínimo		16.3	35	0		849.2
Promedio	11-12/12/21	20.3	64.5	1.5	W	867.5
Máximo		26.8	82	3.6		868.7
Mínimo		14.3	46	0		866.3
PROMEDIO		20.24	59.62	1.66	W	864.45

Elaboración: Consultoría & Monitoreo Perú S.A.C.


 ING. CIP. OSCAR VALENZUELA
 Registro 195211 - QUIMICO

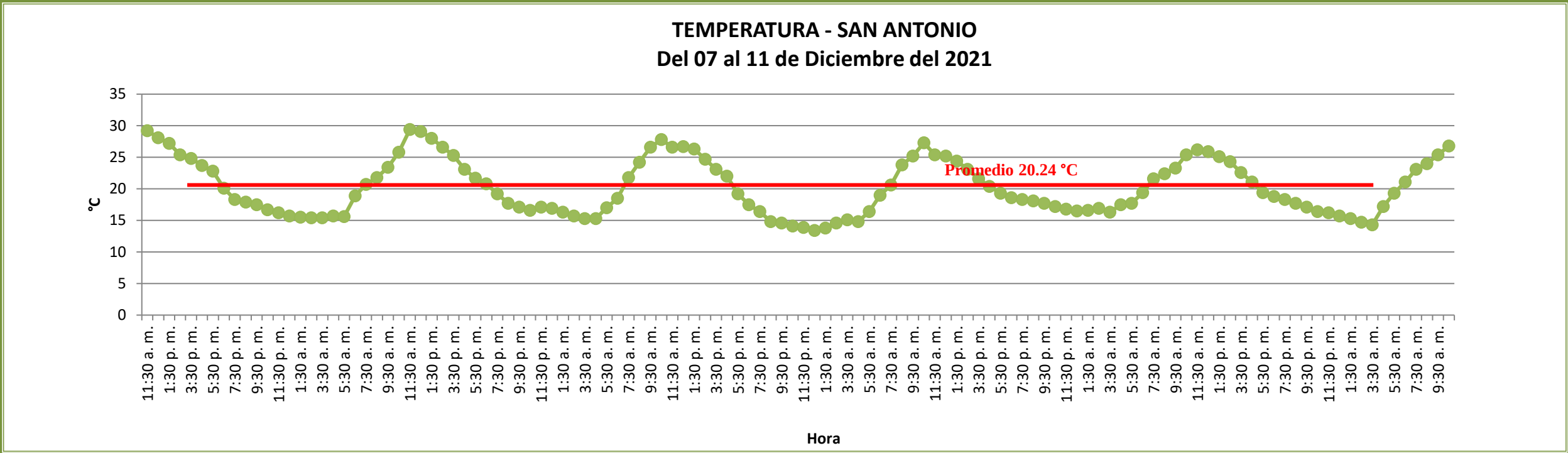


Figura 36. Temperatura SAN ANTONIO
Elaboración: Consultoría & Monitoreo Perú S.A.C.

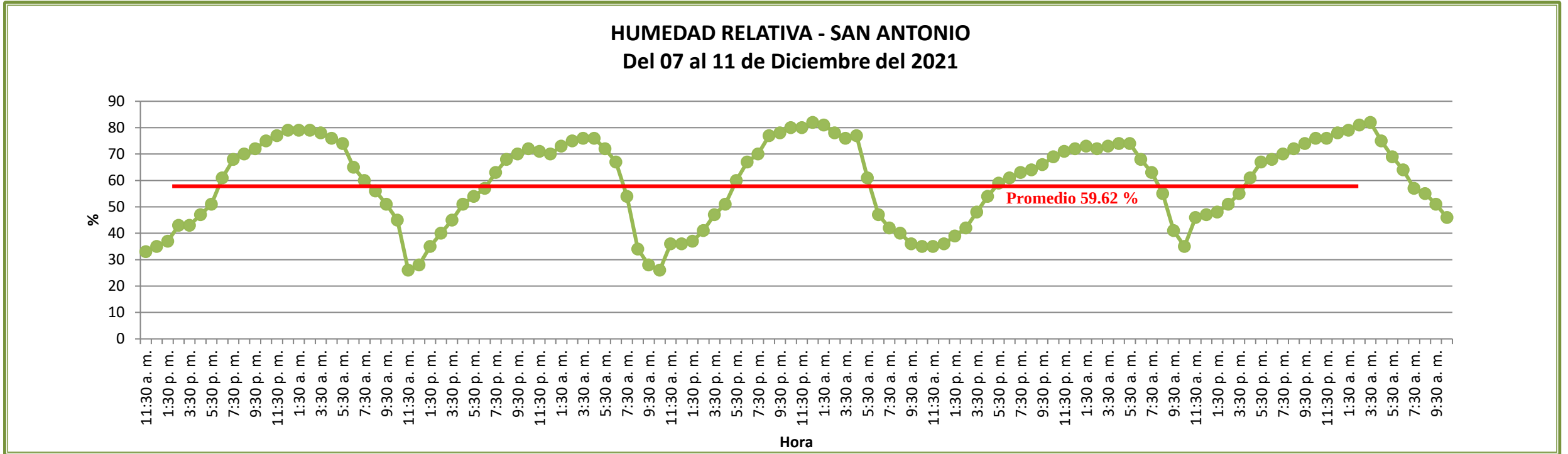
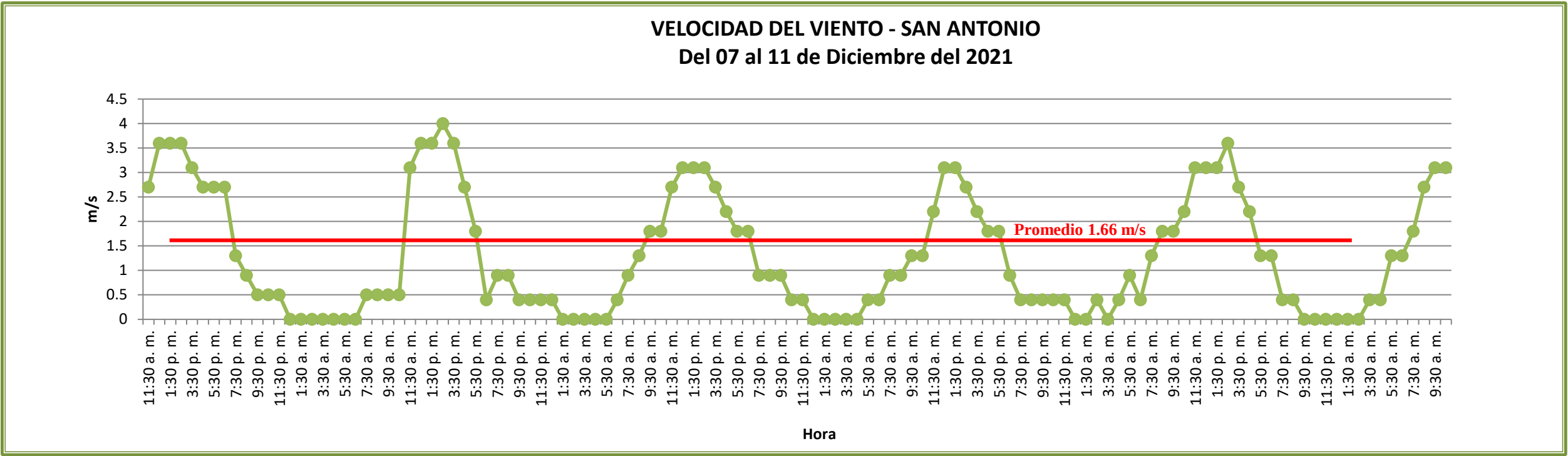


Figura 37. Humedad relativa SAN ANTONIO
Elaboración: Consultoría & Monitoreo Perú S.A.C.

ING. O.P. VALENCIA TALAVERA
Registro 195211 - QUIMICO



6.2.1.5.3. Estación CAJA AREQUIPA (Del 13 al 17 de diciembre)

- ❖ En la tabla 20 se observa que el valor máximo de **Temperatura** registrado fue de 28.2°C, la cual se encuentra entre las 11:30 a.m. y 12:30 p.m.; los valores mínimos se encuentran registrados en horas de la noche y madrugada.
- ❖ La dirección predominante de procedencia de los vientos, durante los cinco (05) ciclos, fue oeste suroeste, (ver Tabla 20), presentándose principalmente durante la tarde entre 12:30 p.m. y 03:30 p.m.
- ❖ En relación con la velocidad del viento en esta zona, el promedio de los datos registrados en los cinco (05) ciclos de monitoreo fue de 1.084 m/s. (ver Figura 34)

Tabla 20. Meteorología – CAJA AREQUIPA

	FECHA	TEMPERATURA	HUMEDAD	VELOCIDAD VIENTO	DIRECCIÓN DEL VIENTO	PRESIÓN
		(°C)	(%)	(m/s)		(mbar)
Promedio	13-14/12/21	20.1	58.6	1	WSW	862.1
Máximo		27.3	74	2.7		863.6
Mínimo		14.8	38	0		860
Promedio	14-15/12/21	21.1	55.1	0.9	WSW	861.5
Máximo		28	70	1.8		862.6
Mínimo		16	36	0		860.6
Promedio	15-16/12/21	20.2	58.4	0.9	WSW	859.8
Máximo		27.7	77	3.1		861.3
Mínimo		14.8	36	0		858.3
Promedio	16-17/12/21	20.3	56.2	0.9	SSW	860.1
Máximo		27.4	78	1.8		861.4
Mínimo		13.7	35	0		858.7
Promedio	17-18/12/21	19.7	57.9	0.8	WSW	859.8
Máximo		28.2	78	1.8		861
Mínimo		13.2	34	0		858.5
PROMEDIO		20.28	57.23	1.084	WSW	860.64

Elaboración: Consultoría & Monitoreo Perú S.A.C.


 ING. CIP OSCAR VALENZUELA
 Registro 195211 - QUÍMICO

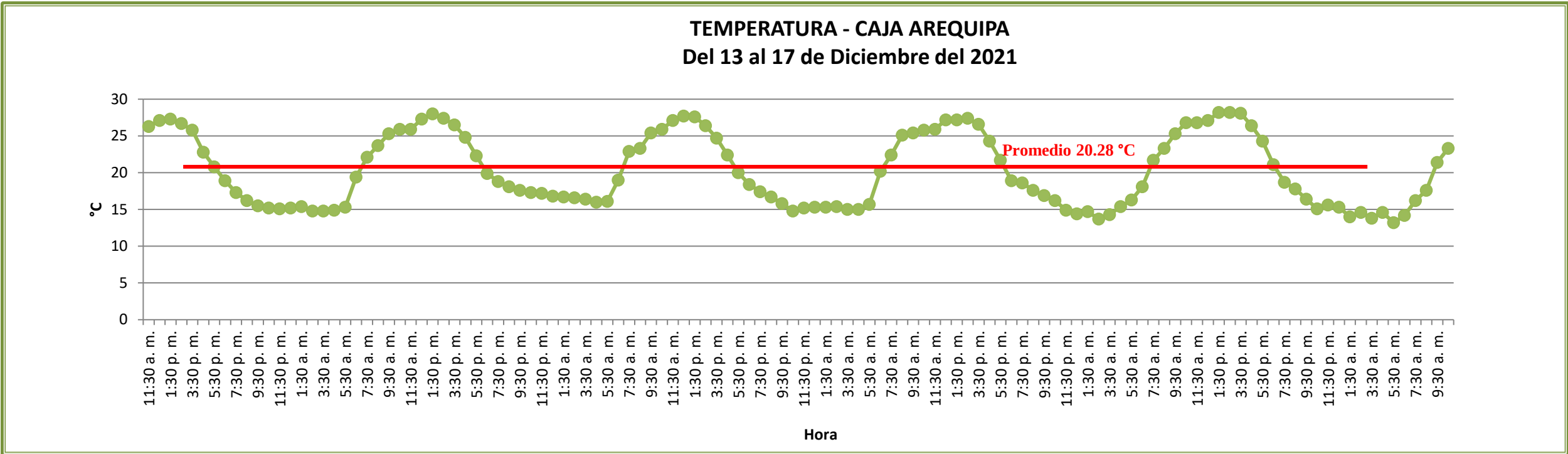


Figura 40. Temperatura CAJA AREQUIPA
Elaboración: Consultoría & Monitoreo Perú S.A.C.

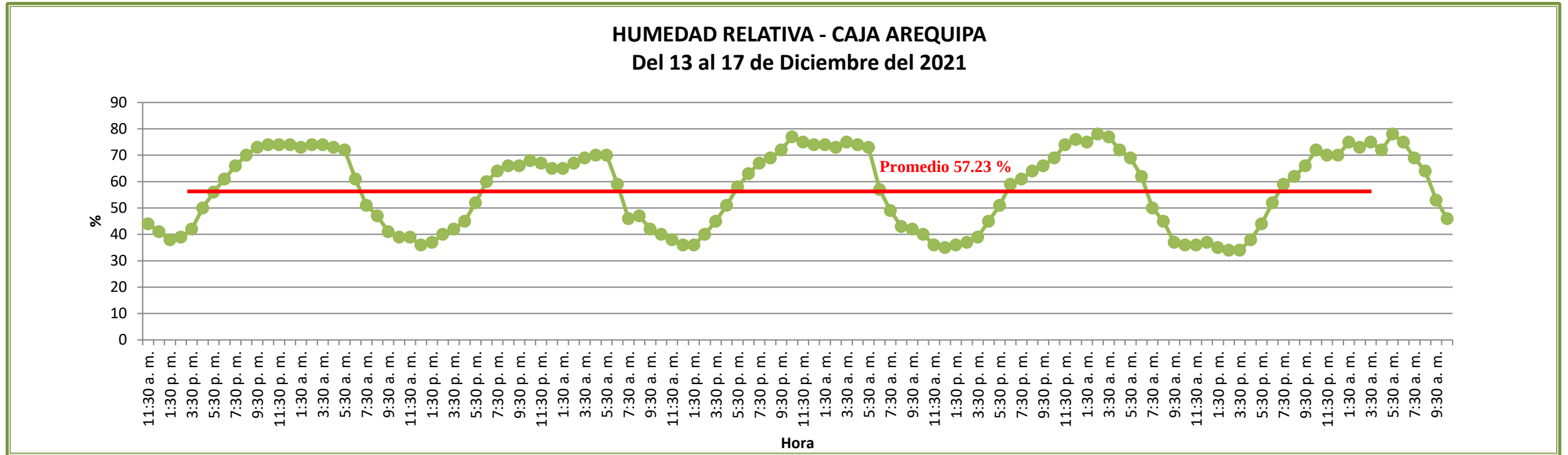
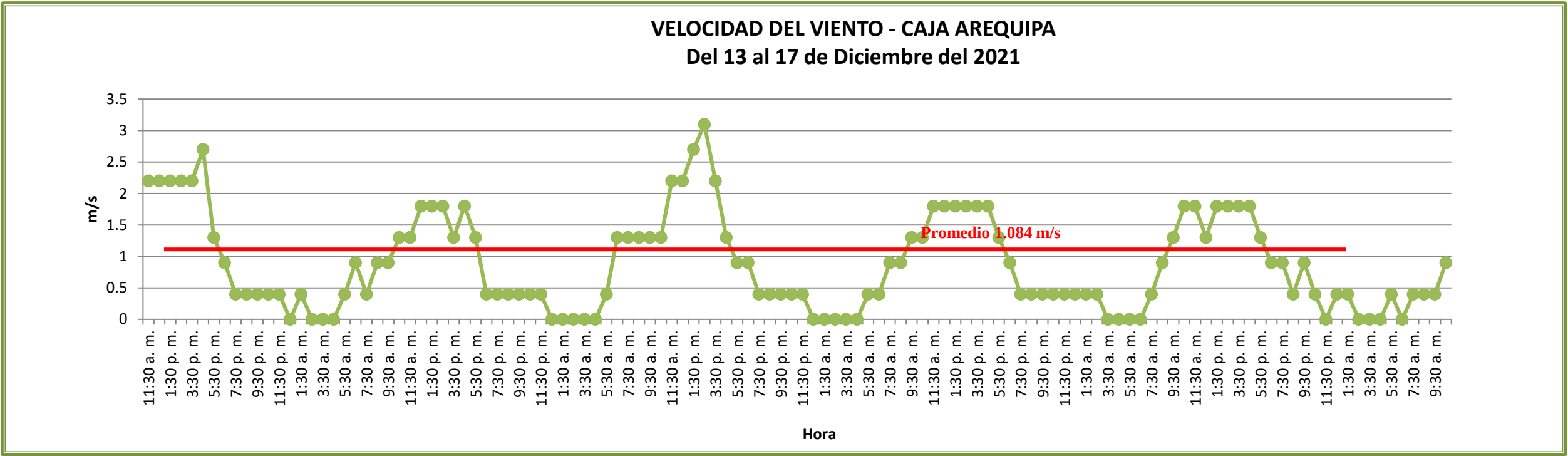


Figura 41. Humedad relativa CAJA AREQUIPA
Elaboración: Consultoría & Monitoreo Perú S.A.C.


ING. CIP. OSCAR VALENZUELA TALAVERA
Registro 195211 - QUÍMICO



6.2.1.5.4. Estación Ca-A-1 (SE MOQUEGUA) – COLEGIO JESUS NAZARENO
(Del 13 al 17 de diciembre)

- ❖ En la tabla 21 se observa que el valor máximo de **Temperatura** registrado fue de 28.3°C, la cual se encuentra entre las 02:00 p.m. y 03:00 p.m.; los valores mínimos se encuentran registrados en horas de la noche y madrugada.
- ❖ La dirección predominante de procedencia de los vientos, durante los cinco (05) ciclos, fue oeste, (ver Tabla 21), presentándose principalmente durante la tarde entre 02:00 p.m. y 04:00 p.m.
- ❖ En relación con la velocidad del viento en esta zona, el promedio de los datos registrados en los cinco (05) ciclos de monitoreo fue de 1.8179 m/s. (ver Figura 38)

Tabla 21. Meteorología - Ca-A-1 (SE MOQUEGUA) – COLEGIO JESUS NAZARENO

	FECHA	TEMPERATURA	HUMEDAD	VELOCIDAD VIENTO	DIRECCIÓN DEL VIENTO	PRESIÓN
		(°C)	(%)	(m/s)		(mbar)
Promedio	13-14/12/21	19.1	66	1.5	W	873.8
Máximo		26.8	86	4		875.6
Mínimo		12.9	43	0		871.7
Promedio	14-15/12/21	20.5	61	1.2	W	873.2
Máximo		28.3	78	3.1		874.5
Mínimo		14.7	37	0		871.9
Promedio	15-16/12/21	19.2	65.6	1.5	WSW	871.6
Máximo		26.7	85	4.5		873.3
Mínimo		13.1	41	0		870.2
Promedio	16-17/12/21	19	65	1.5	W	871.9
Máximo		26.9	87	4		873.5
Mínimo		12.7	38	0		869.9
Promedio	17-18/12/21	19.2	63.3	1.3	WSW	871.6
Máximo		27.6	87	3.6		873.1
Mínimo		11.9	38	0		869.8
PROMEDIO		19.38	64.18	1.8179	W	872.43

Elaboración: Consultoría & Monitoreo Perú S.A.C.


ING. CIP OSCAR VALENZUELA
Registro 195211 - QUIMICO

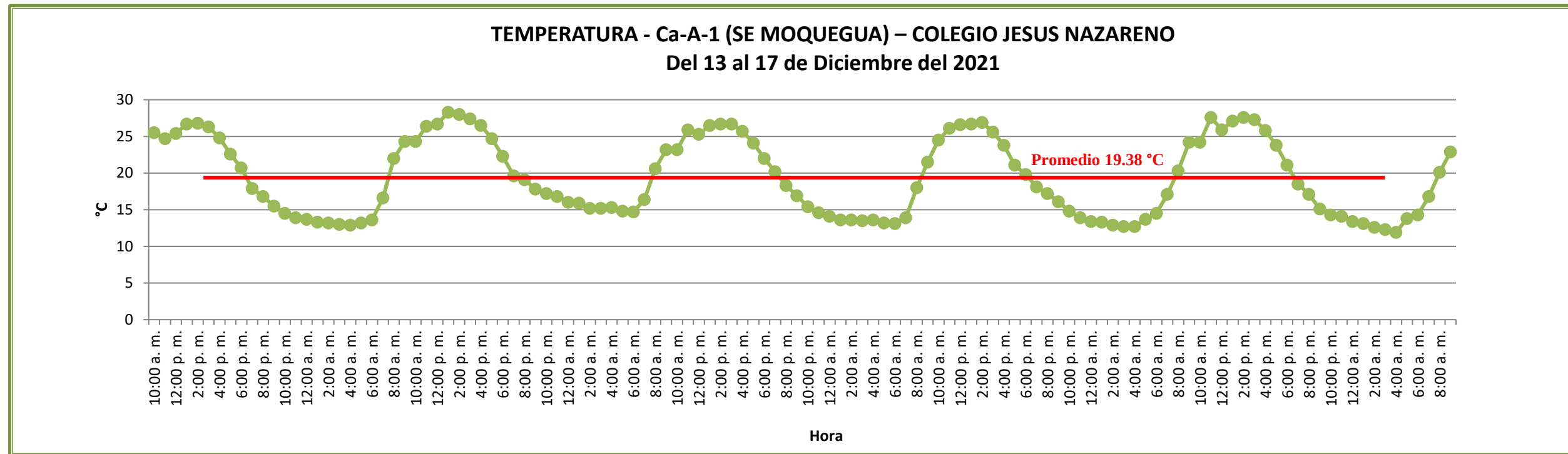


Figura 44. Temperatura Ca-A-1 (SE MOQUEGUA) – COLEGIO JESUS NAZARENO
Elaboración: Consultoría & Monitoreo Perú S.A.C.

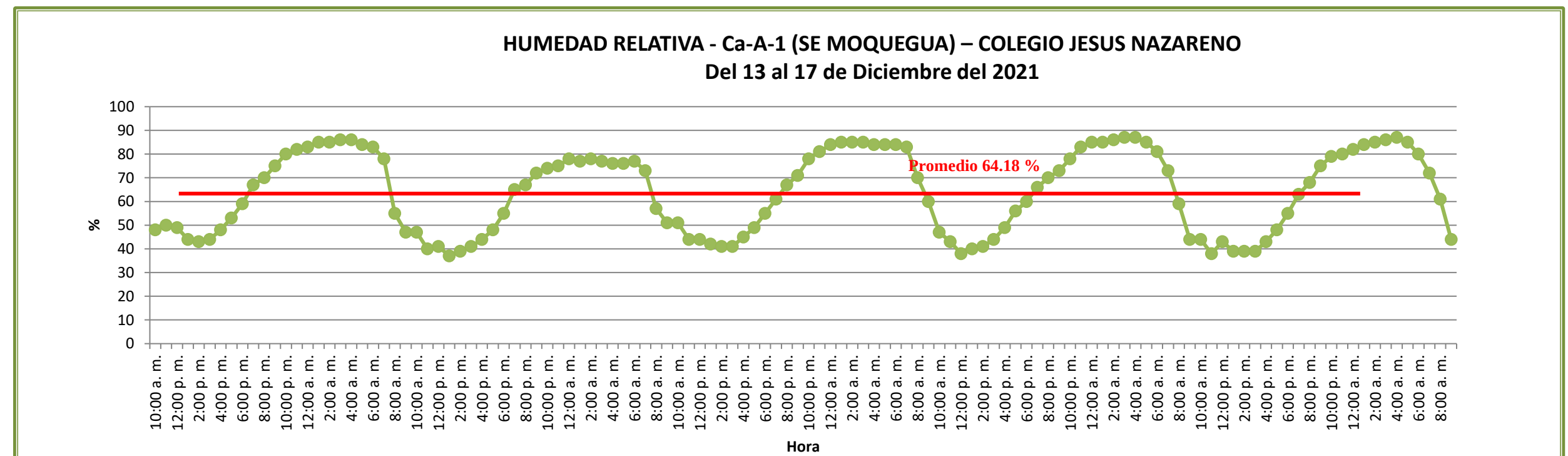


Figura 45. Humedad relativa Ca-A-1 (SE MOQUEGUA) – COLEGIO JESUS NAZARENO
Elaboración: Consultoría & Monitoreo Perú S.A.C.

[Signature]
ING. OIP OSCAR VALENZUELA
Registro 195211 - QUÍMICO

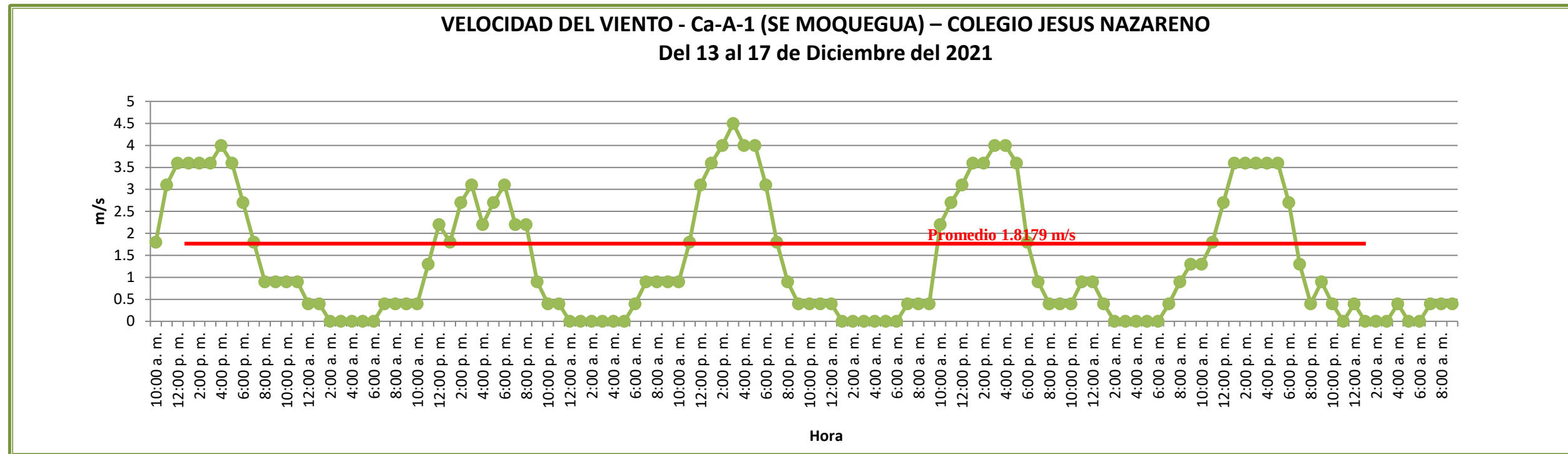


Figura 46. Velocidad del viento - Ca-A-1 (SE MOQUEGUA) – COLEGIO JESUS NAZARENO
Elaboración: Consultoría & Monitoreo Perú S.A.C.

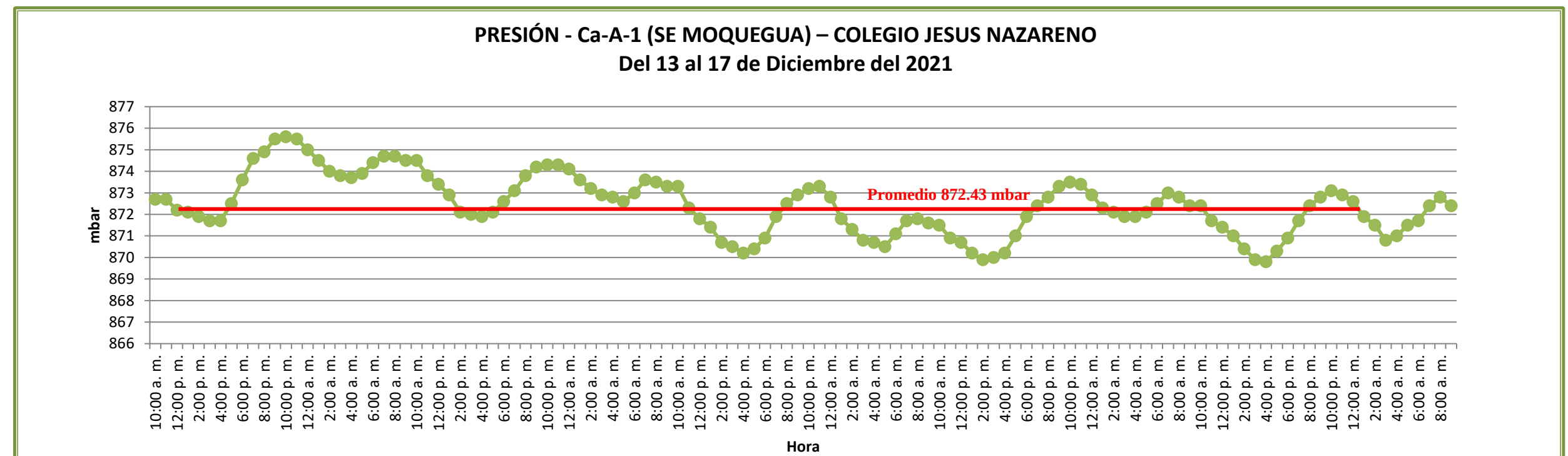


Figura 47. Presión - Ca-A-1 (SE MOQUEGUA) – COLEGIO JESUS NAZARENO
Elaboración: Consultoría & Monitoreo Perú S.A.C.


ING. CIP. OSCAR VALENCIA TALAVERA
Registro 195211 - QUÍMICO

6.2.1.5.5. Estación ÓVALO CEMENTERIO (Del 18 al 22 de diciembre)

- ❖ En la tabla 22 se observa que el valor máximo de **Temperatura** registrado fue de 28.2°C, la cual se encuentra entre las 12:00 p.m. y 01:00 p.m.; los valores mínimos se encuentran registrados en horas de la noche y madrugada.
- ❖ La dirección predominante de procedencia de los vientos, durante los cinco (05) ciclos, fue sur suroeste, (ver Tabla 22), presentándose principalmente durante la tarde entre 02:00 p.m. y 04:00 p.m.
- ❖ En relación con la velocidad del viento en esta zona, el promedio de los datos registrados en los cinco (05) ciclos de monitoreo fue de 1.059 m/s. (ver Figura 42)

Tabla 22. Meteorología – Ovalo Cementerio

	FECHA	TEMPERATURA	HUMEDAD	VELOCIDAD VIENTO	DIRECCIÓN DEL VIENTO	PRESIÓN
		(°C)	(%)	(m/s)		(mbar)
Promedio	18-19/12/21	19.2	59.9	1	W	854.3
Máximo		28.2	84	2.7		855.9
Mínimo		12.2	31	0		853.1
Promedio	19-20/12/21	20.5	53.6	1.1	SSW	854.9
Máximo		27.8	74	2.2		856.4
Mínimo		16	29	0		853
Promedio	20-21/12/21	19.5	56.1	0.8	SSW	854.7
Máximo		26.4	72	2.2		856.6
Mínimo		15.7	36	0		853.2
Promedio	21-22/12/21	18.8	61.2	0.8	SSW	854.2
Máximo		24.8	83	1.8		855.3
Mínimo		13.9	36	0		853
Promedio	22-23/12/21	20.6	52.1	0.9	SSE	856.5
Máximo		24.8	68	2.2		858.2
Mínimo		18.1	36	0		854.2
PROMEDIO		19.70	56.57	1.059	SSW	854.89

Elaboración: Consultoría & Monitoreo Perú S.A.C.


ING. CIP. OSCAR VALENZUELA
Registro 195211 - QUIMICO

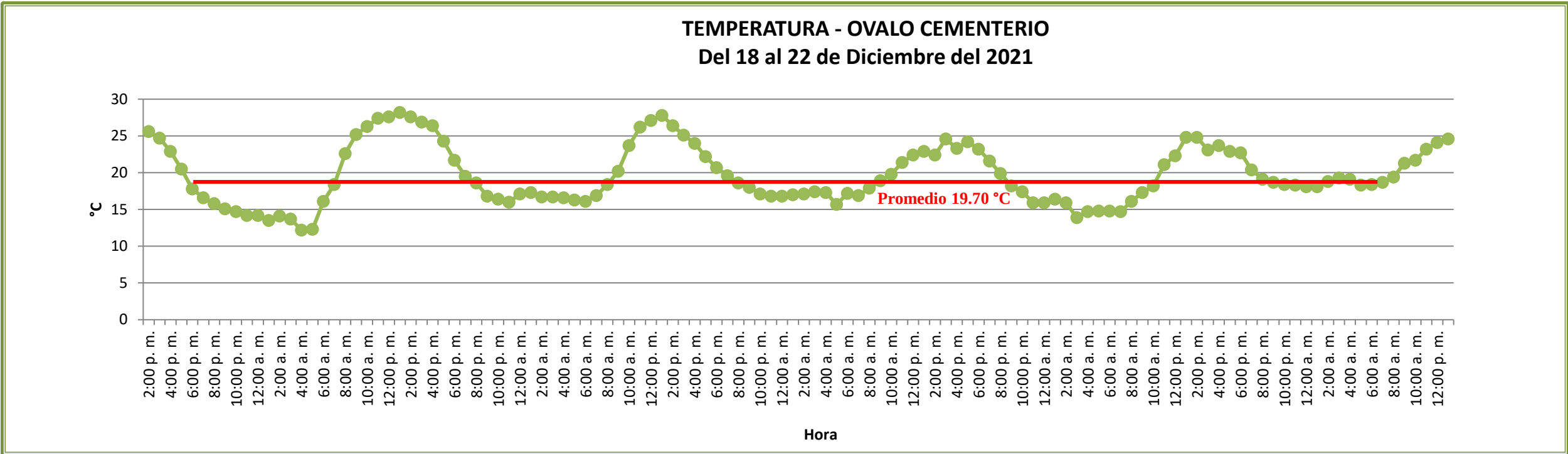


Figura 48. Temperatura Ovalo Cementerio
Elaboración: Consultoría & Monitoreo Perú S.A.C.

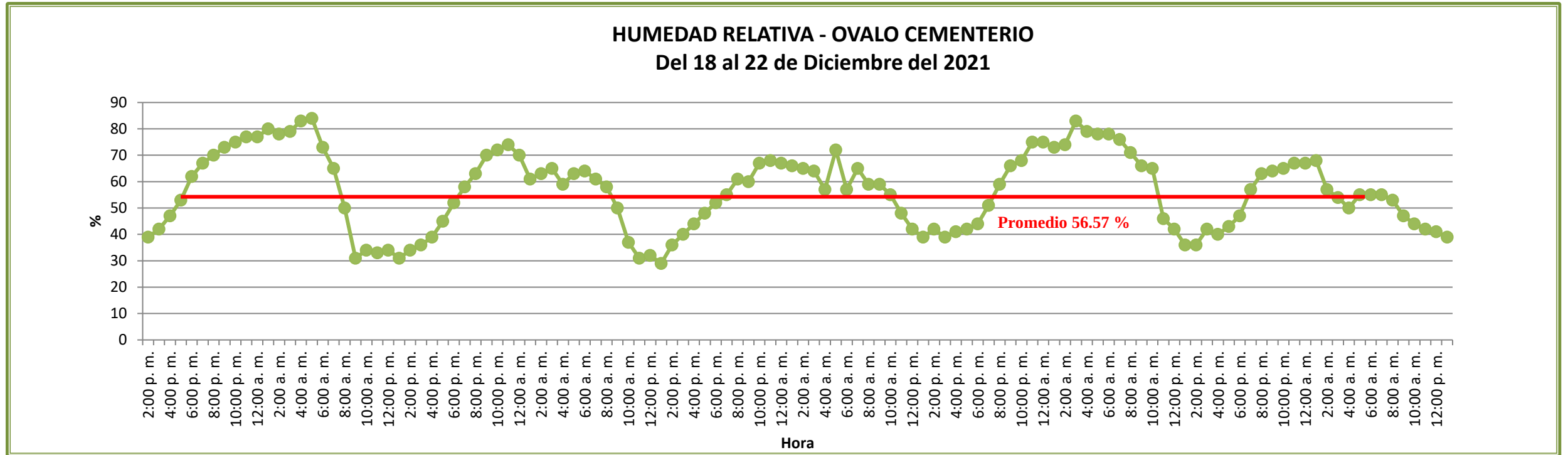


Figura 49. Humedad relativa Ovalo Cementerio
Elaboración: Consultoría & Monitoreo Perú S.A.C.

ING. CIP OSCAR VALENZUELA TALAVERA
Registro 195211 - QUIMICO

6.2.1.5.6. Estación Ca-SAN ANTONIO (Del 18 al 22 de diciembre)

- ❖ En la tabla 23 se observa que el valor máximo de **Temperatura** registrado fue de 28.6°C, la cual se encuentra entre las 01:00 p.m. y 03:00 p.m.; los valores mínimos se encuentran registrados en horas de la noche y madrugada.
- ❖ La dirección predominante de procedencia de los vientos, durante los cinco (05) ciclos, fue sur suroeste, (ver Tabla 23), presentándose principalmente durante la tarde entre 01:00 p.m. y 05:00 p.m.
- ❖ En relación con la velocidad del viento en esta zona, el promedio de los datos registrados en los cinco (05) ciclos de monitoreo fue de 1.556 m/s. (ver Figura 46)

Tabla 23. Meteorología – Ca- San Antonio

	FECHA	TEMPERATURA	HUMEDAD	VELOCIDAD VIENTO	DIRECCIÓN DEL VIENTO	PRESIÓN
		(°C)	(%)	(m/s)		(mbar)
Promedio	18-19/12/21	19.1	62.8	1.3	SW	861.8
Máximo		28.6	87	4		863.6
Mínimo		12.5	31	0		860.1
Promedio	19-20/12/21	20.6	55.1	1.3	SW	862.3
Máximo		27.6	75	3.6		863.7
Mínimo		16.4	33	0		860.2
Promedio	20-21/12/21	19.8	57.8	1	SW	862.1
Máximo		25.6	75	3.1		864
Mínimo		15.8	36	0		860.9
Promedio	21-22/12/21	19.1	63.5	1.2	SW	861.7
Máximo		24.6	82	3.1		862.9
Mínimo		14.7	37	0		860.2
Promedio	22-23/12/21	21.5	52.8	1.4	SW	864.1
Máximo		26.5	68	3.1		865.6
Mínimo		18.9	37	0		861.5
PROMEDIO		20.57	54.08	1.556	SW	853.75

Elaboración: Consultoría & Monitoreo Perú S.A.C.


 ING. CIP. OSCAR VALENZUELA
 Registro 195211 - QUIMICO

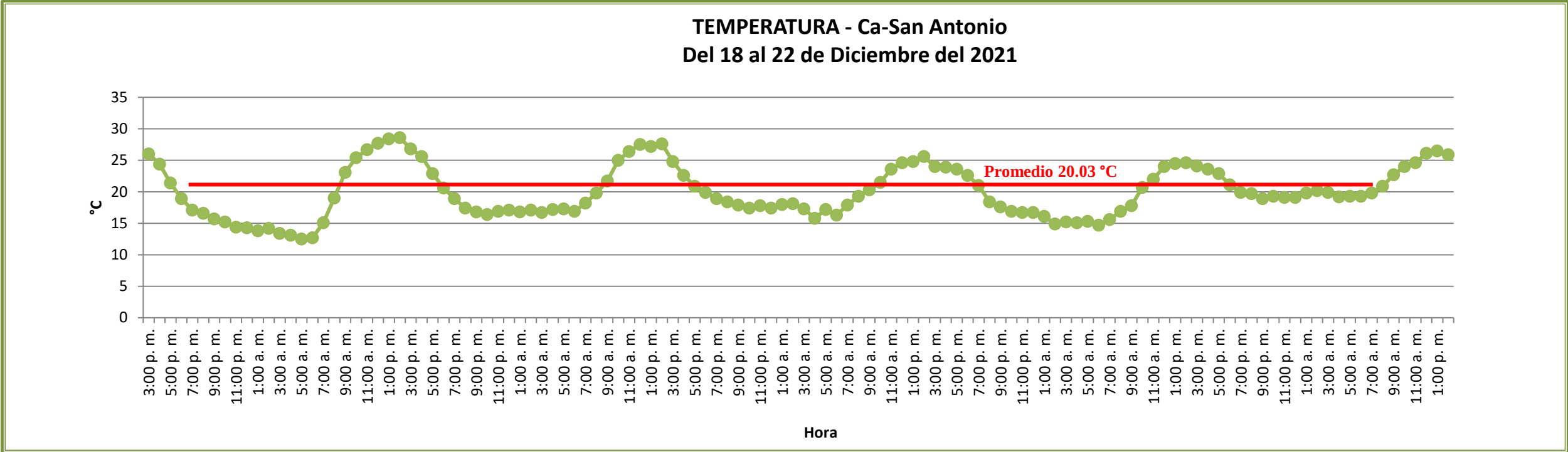


Figura 52. Temperatura Ca- San Antonio
Elaboración: Consultoría & Monitoreo Perú S.A.C.

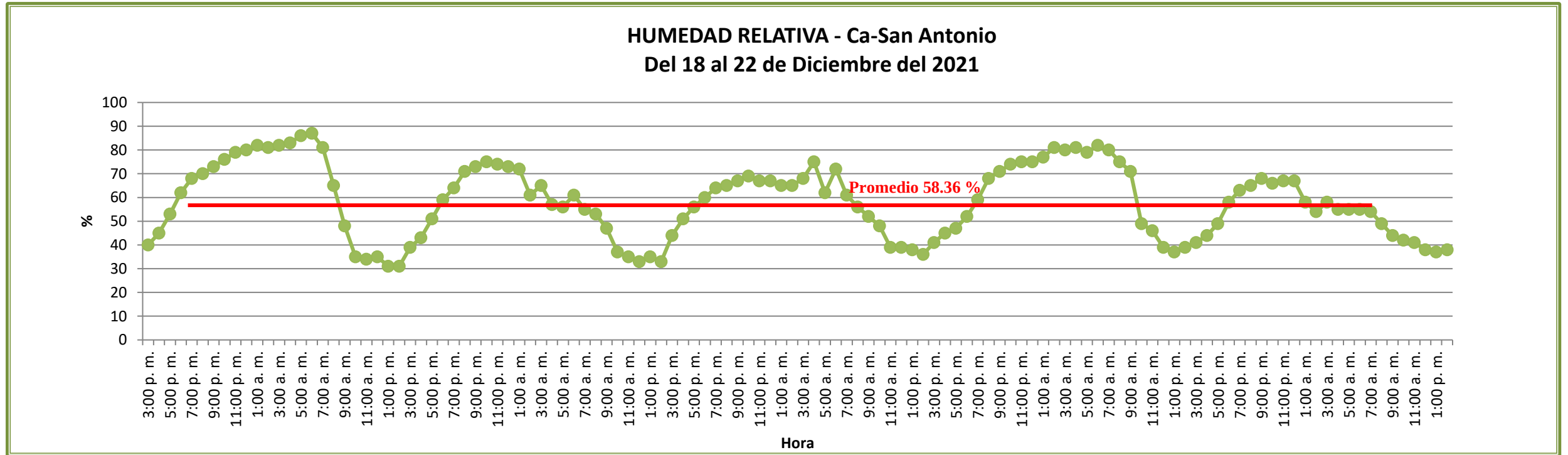
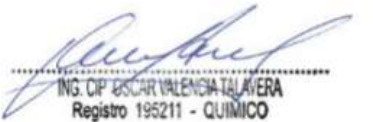


Figura 53. Humedad relativa Ca- San Antonio
Elaboración: Consultoría & Monitoreo Perú S.A.C.


ING. CIP. OSCAR VALENCIA TALAVERA
Registro 195211 - QUÍMICO

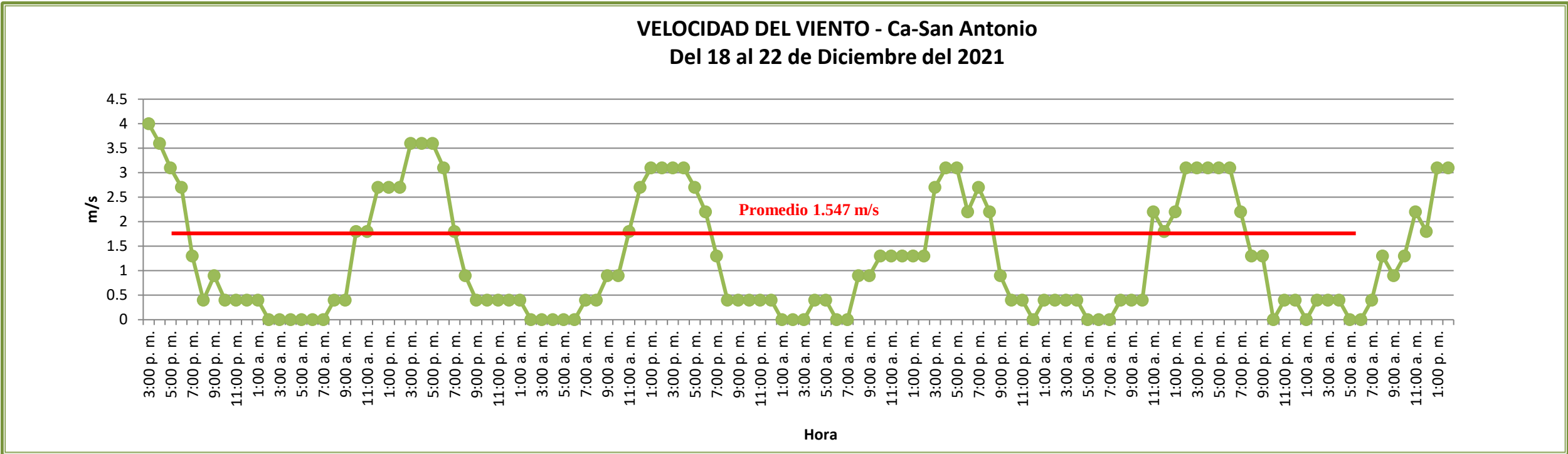


Figura 54. Velocidad del viento - Ca- San Antonio
Elaboración: Consultoría & Monitoreo Perú S.A.C.

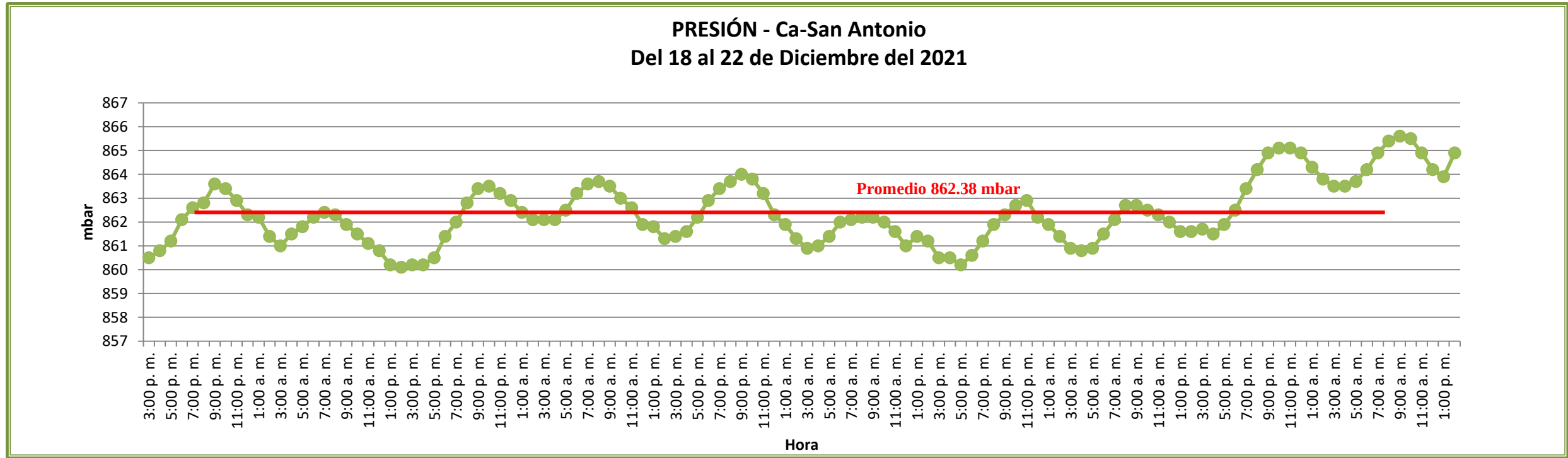


Figura 55. Presión - Ca- San Antonio
Elaboración: Consultoría & Monitoreo Perú S.A.C.

ING. CIP. OSCAR VALENZUELA TALAVERA
Registro 195211 - QUIMICO

6.2.1.5.7. Estación E-3 (Del 23 al 27 de diciembre)

- ❖ En la tabla 24 se observa que el valor máximo de **Temperatura** registrado fue de 27.1°C, la cual se encuentra entre las 12:00 p.m. y 02:00 p.m.; los valores mínimos se encuentran registrados en horas de la noche y madrugada.
- ❖ La dirección predominante de procedencia de los vientos, durante los cinco (05) ciclos, fue suroeste, (ver Tabla 24), presentándose principalmente durante la tarde entre 10:00 a.m. y 02:00 p.m.
- ❖ En relación con la velocidad del viento en esta zona, el promedio de los datos registrados en los cinco (05) ciclos de monitoreo fue de 2.12 m/s. (ver Figura 50)

Tabla 24. Meteorología – E-3

	FECHA	TEMPERATURA	HUMEDAD	VELOCIDAD VIENTO	DIRECCIÓN DEL VIENTO	PRESIÓN
		(°C)	(%)	(m/s)		(mbar)
Promedio	23-24/12/21	19.2	67.2	1.9	WSW	853.5
Máximo		24.1	86	4.9		856.5
Mínimo		16.3	50	0		849.6
Promedio	24-25/12/21	20	59.6	1.7	WSW	853.6
Máximo		27.1	81	4.5		855.7
Mínimo		16.1	39	0		851.8
Promedio	25-26/12/21	19.7	71	2	SW	853.7
Máximo		26.3	88	5.8		854.9
Mínimo		15.6	45	0		852
Promedio	26-27/12/21	20	66.7	2.1	SW	853.6
Máximo		25.3	88	5.4		855.5
Mínimo		15.2	45	0		852.2
Promedio	27-28/12/21	19	72	1.9	SW	852.9
Máximo		25.1	91	4.9		854.6
Mínimo		13.8	44	0		851.7
PROMEDIO		19.57	67.27	2.12	SW	853.46

Elaboración: Consultoría & Monitoreo Perú S.A.C.


 ING. CIP. OSCAR VALENZUELA
 Registro 195211 - QUIMICO

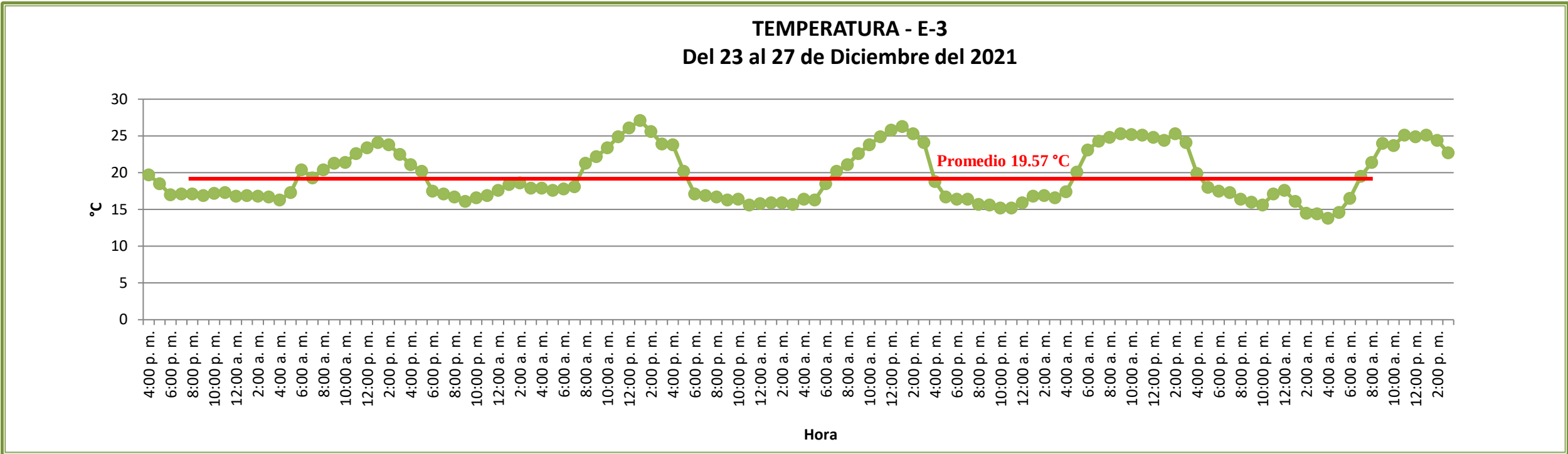


Figura 56. Temperatura E-3
Elaboración: Consultoría & Monitoreo Perú S.A.C.

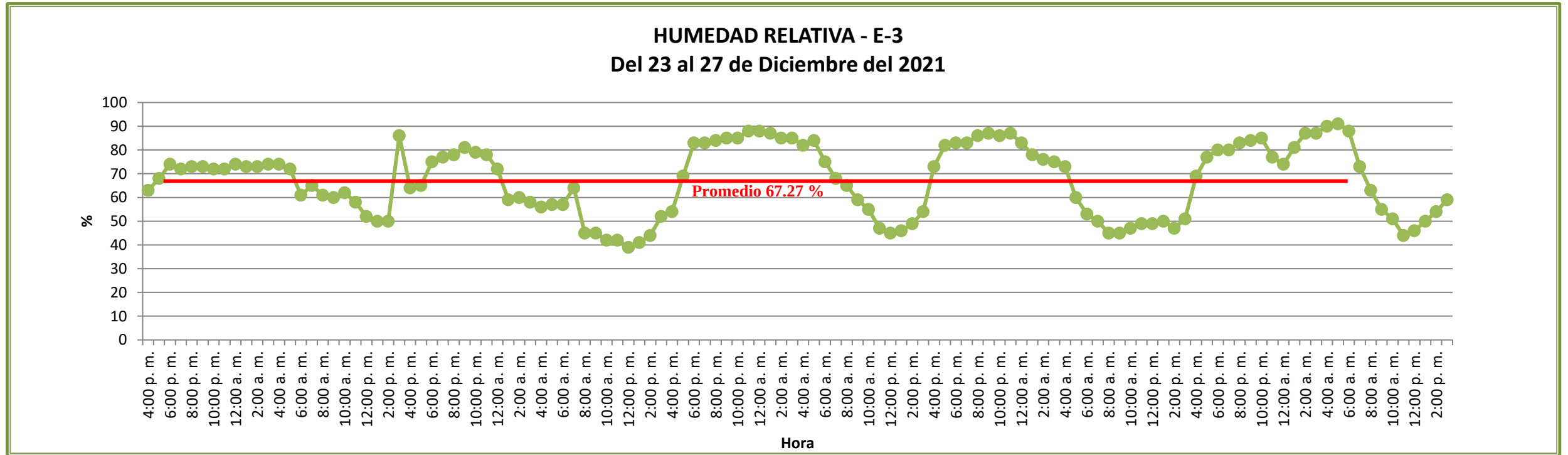


Figura 57. Humedad relativa E-3
Elaboración: Consultoría & Monitoreo Perú S.A.C.

ING. CIP OSCAR VALENCIA TALAVERA
Registro 195211 - QUIMICO

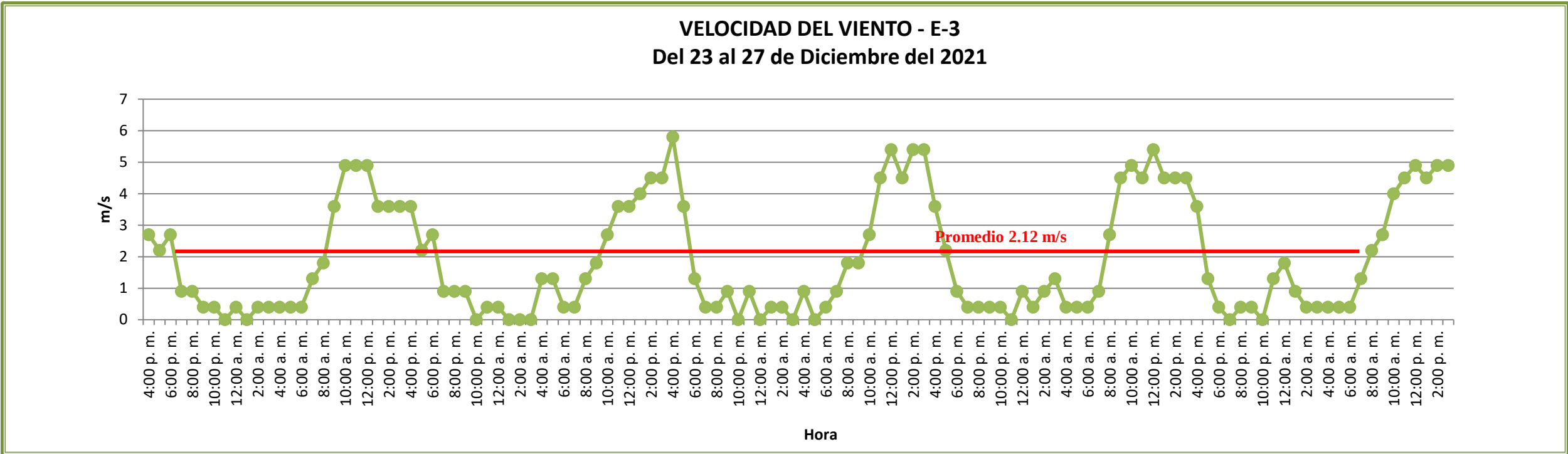
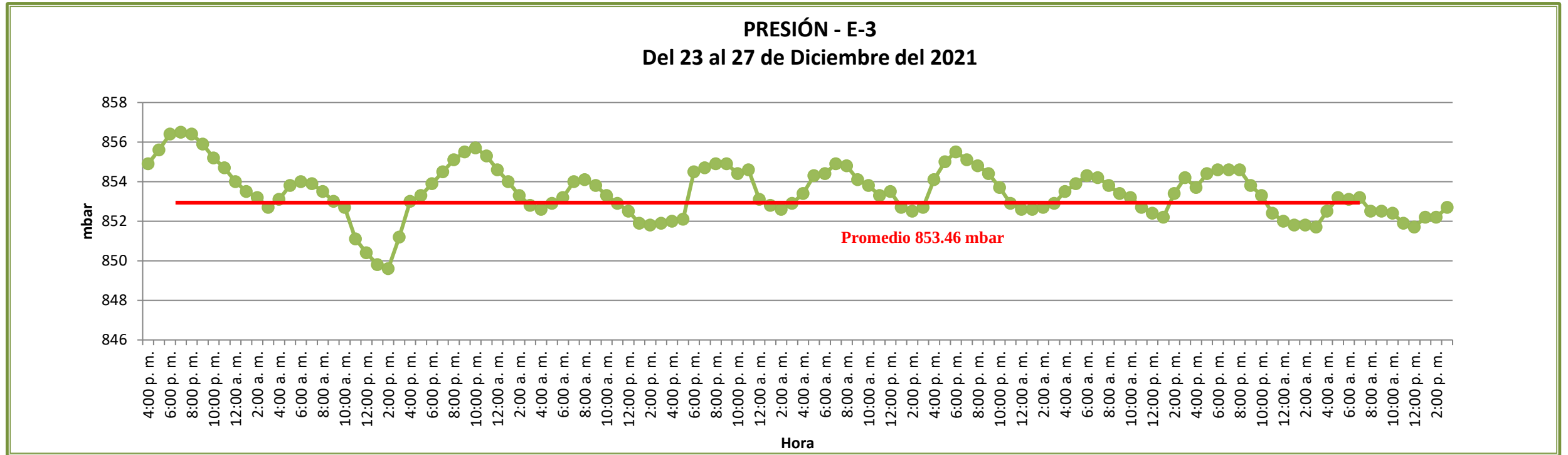


Figura 58. Velocidad del viento – E-3
Elaboración: Consultoría & Monitoreo Perú S.A.C.



6.2.1.5.8. Estación COLEGIO EL CONDE (Del 23 al 27 de diciembre)

- ❖ En la tabla 25 se observa que el valor máximo de **Temperatura** registrado fue de 29°C, la cual se encuentra entre las 12:00 p.m. y 02:00 p.m.; los valores mínimos se encuentran registrados en horas de la noche y madrugada.
- ❖ La dirección predominante de procedencia de los vientos, durante los cinco (05) ciclos, fue oeste suroeste y suroeste, (ver Tabla 25), presentándose principalmente durante la tarde entre 11:00 a.m. y 05:00 p.m.
- ❖ En relación con la velocidad del viento en esta zona, el promedio de los datos registrados en los cinco (05) ciclos de monitoreo fue de 2.73 m/s. (ver Figura 54)

Tabla 25. Meteorología – Colegio EL CONDE

	FECHA	TEMPERATURA	HUMEDAD	VELOCIDAD VIENTO	DIRECCIÓN DEL VIENTO	PRESIÓN
		(°C)	(%)	(m/s)		(mbar)
Promedio	23-24/12/21	21.2	67.3	1.9	SSW	900.2
Máximo		25.2	80	4.5		902.7
Mínimo		16.9	55	0		898.8
Promedio	24-25/12/21	21.3	67.8	2.1	WSW	899.7
Máximo		29	86	4.9		902.2
Mínimo		16.2	35	0		897.2
Promedio	25-26/12/21	21.6	71.3	2.4	SW	899.9
Máximo		28.6	87	5.4		901.4
Mínimo		16.7	44	0		898.2
Promedio	26-27/12/21	21.2	69.8	2.3	WSW	899.9
Máximo		27.9	89	5.4		901.7
Mínimo		14.8	37	0		898.2
Promedio	27-28/12/21	21.4	69.9	2.3	SSE	899.6
Máximo		28.1	87	5.4		901.4
Mínimo		15	37	0		897.9
PROMEDIO		21.33	69.24	2.73	WSW / SW	899.83

Elaboración: Consultoría & Monitoreo Perú S.A.C.


 ING. CIP. OSCAR VALENZUELA
 Registro 195211 - QUIMICO

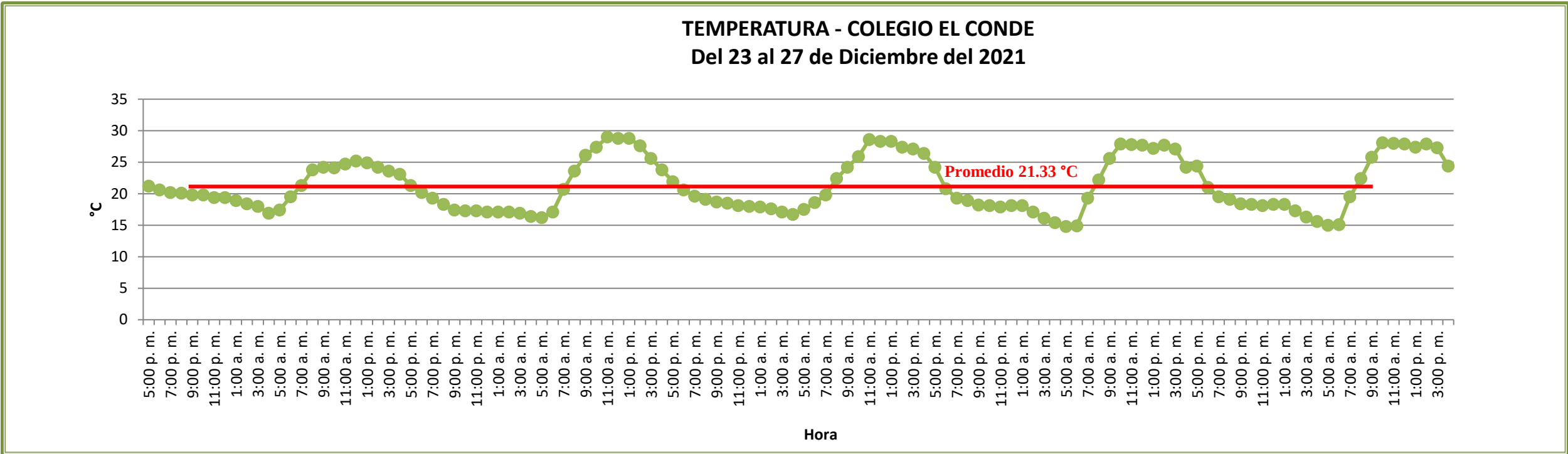


Figura 60. Temperatura Colegio EL CONDE
Elaboración: Consultoría & Monitoreo Perú S.A.C.

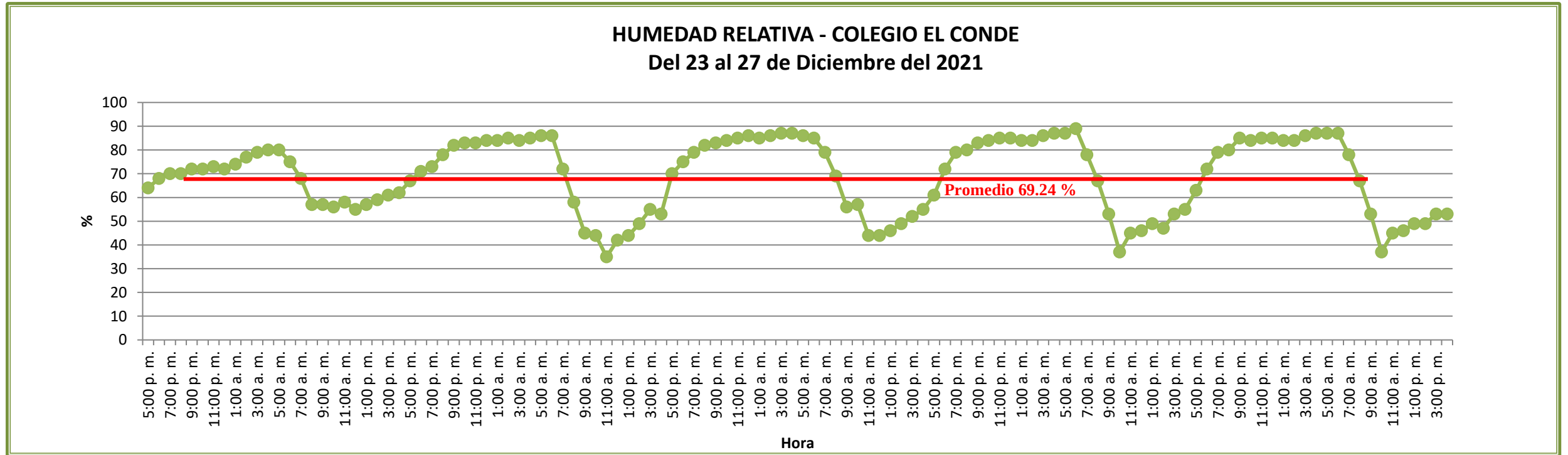


Figura 61. Humedad relativa Colegio EL CONDE
Elaboración: Consultoría & Monitoreo Perú S.A.C.


ING. CIP OSCAR VALENCIA TALAVERA
Registro 195211 - QUÍMICO

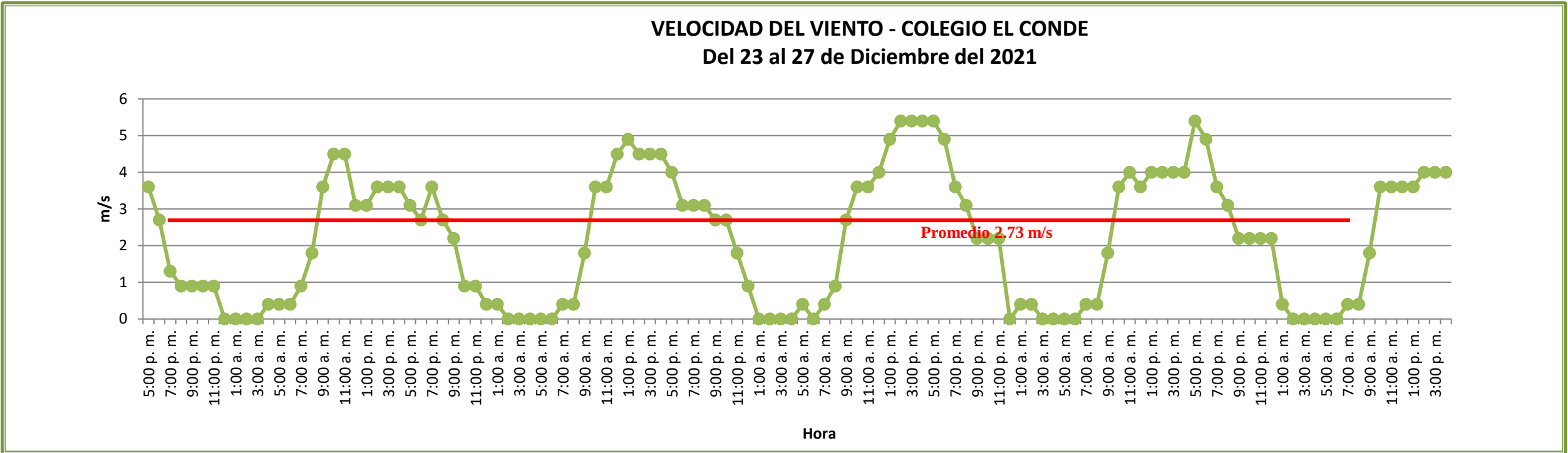
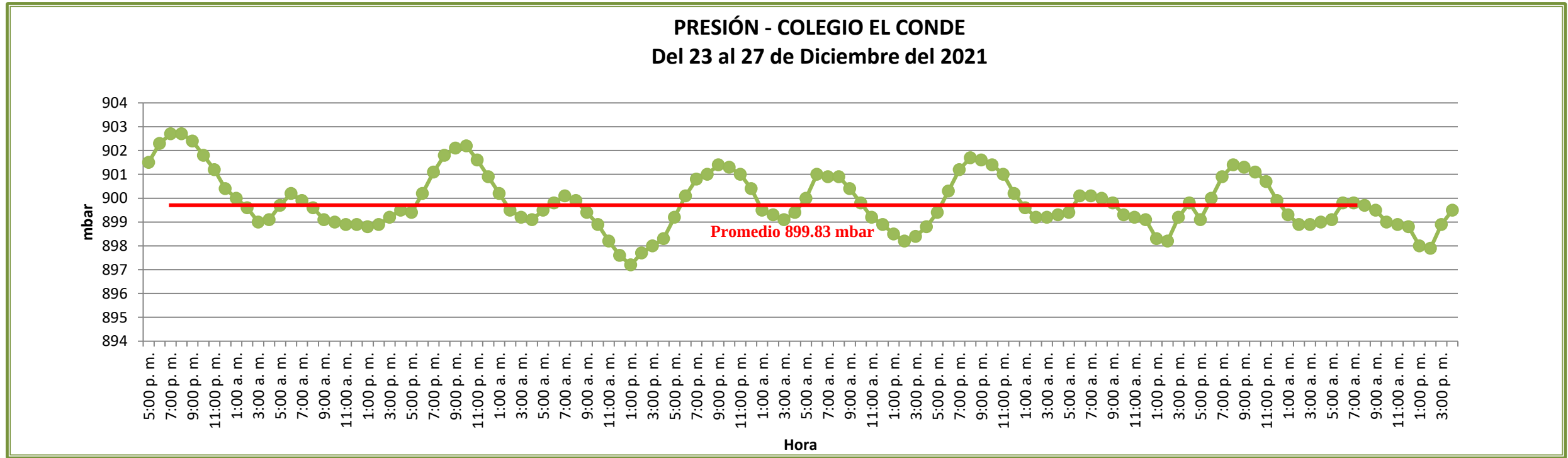


Figura 62. Velocidad del viento - Colegio EL CONDE
Elaboración: Consultoría & Monitoreo Perú S.A.C.



6.2.1.6. Rosa de viento

6.2.1.6.1. Estación CHEN CHEN (Del 07 al 11 de diciembre)

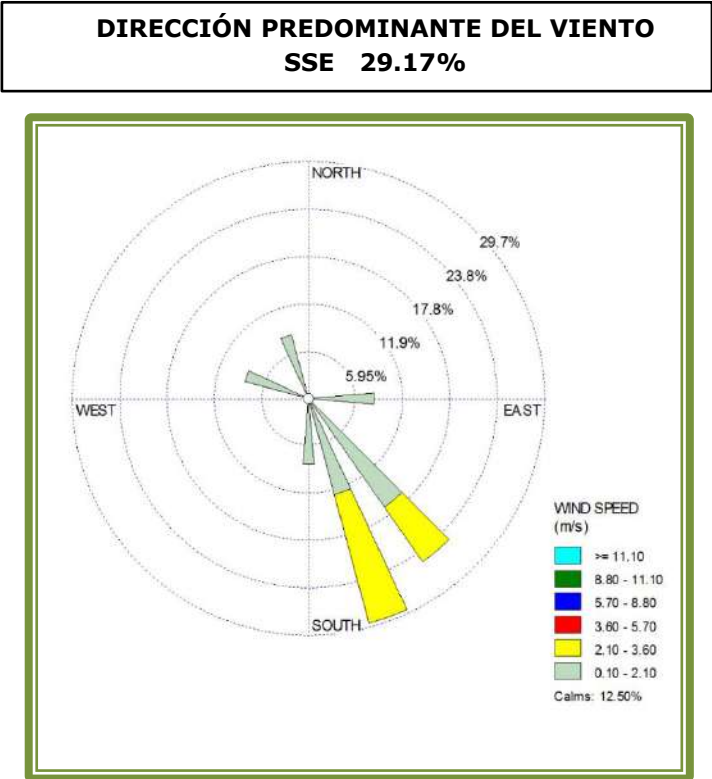


Figura 64. Rosa de Viento CHEN CHEN (1er ciclo)

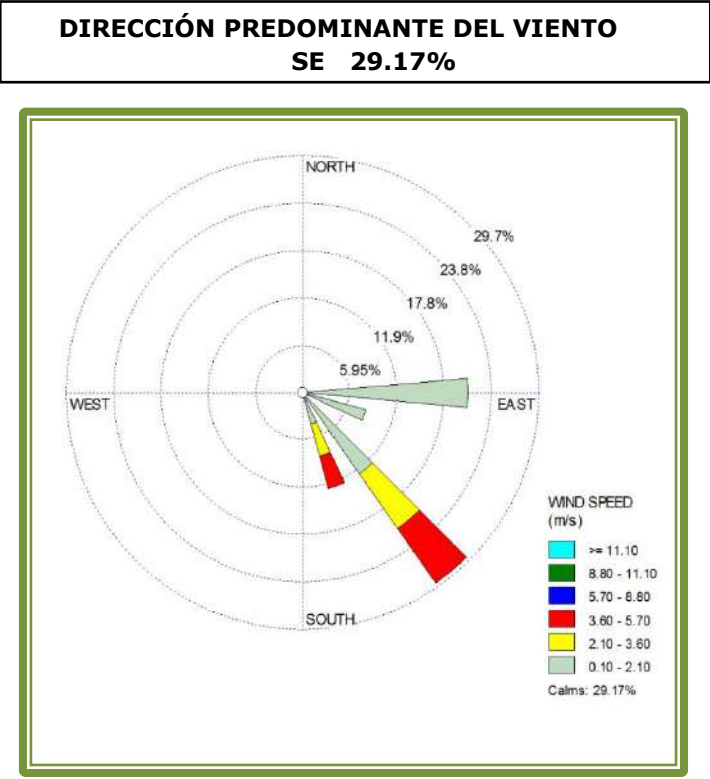


Figura 65. Rosa de Viento CHEN CHEN (2do ciclo)

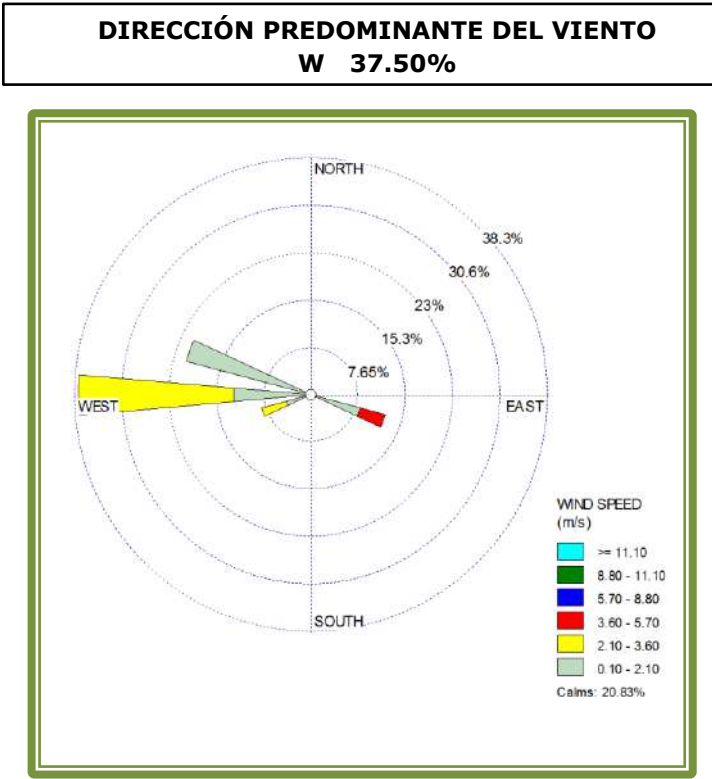


Figura 66. Rosa de Viento CHEN CHEN (3er ciclo)



Figura 67. Rosa de Viento CHEN CHEN (4to ciclo)

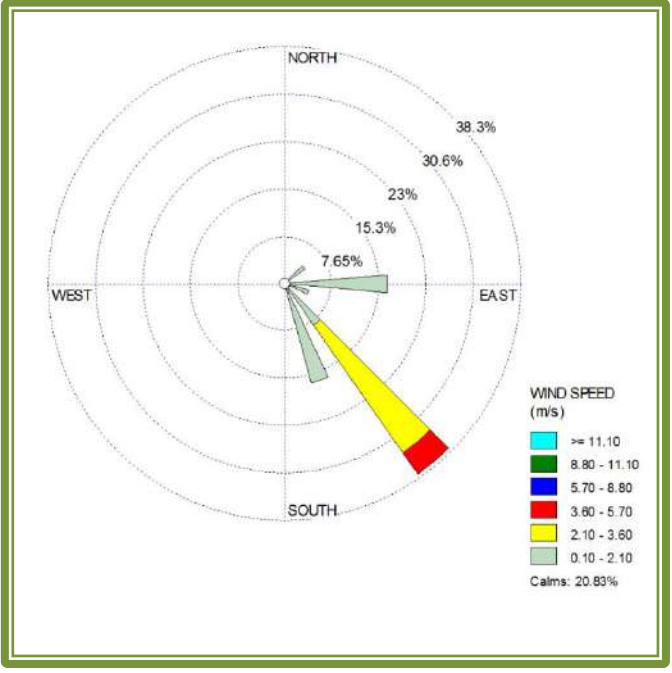


Figura 68. Rosa de Viento CHEN CHEN (5to ciclo)

ING. CP OSCAR VALENCIA TALAVERA
Registro 195211 - QUÍMICO

6.2.1.6.2. Estación SAN ANTONIO (Del 07 al 11 de diciembre)

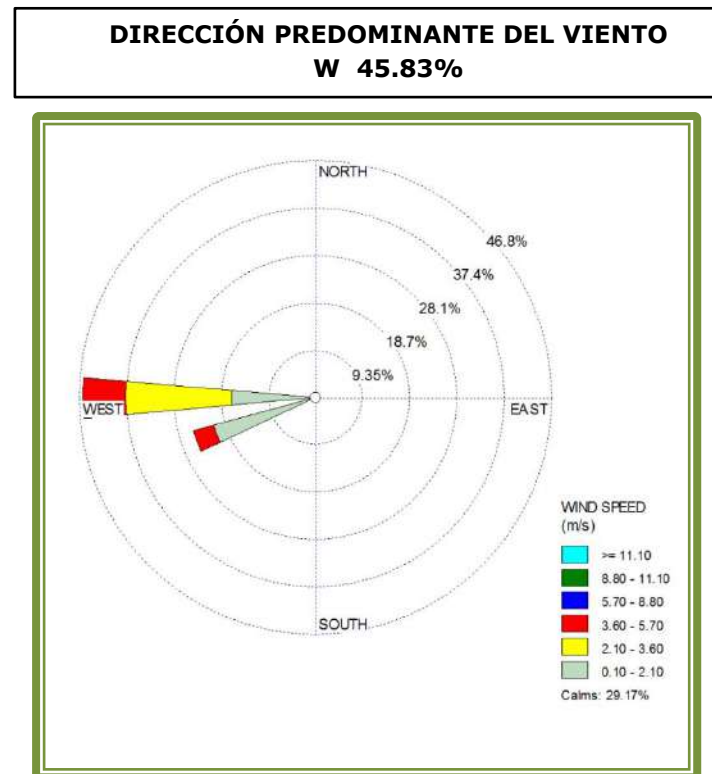


Figura 69. Rosa de Viento SAN ANTONIO (1er ciclo)

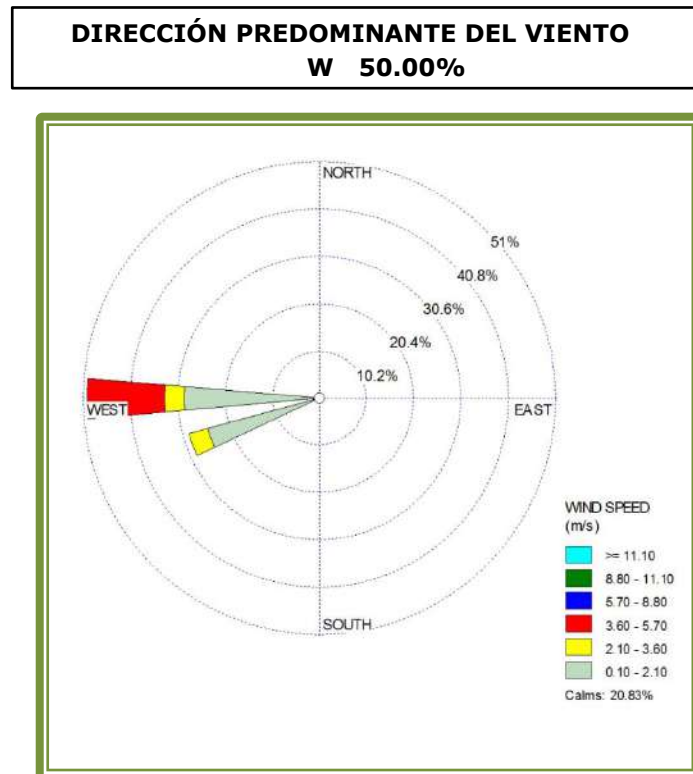


Figura 70. Rosa de Viento SAN ANTONIO (2do ciclo)



Figura 71. Rosa de Viento SAN ANTONIO (3er ciclo)

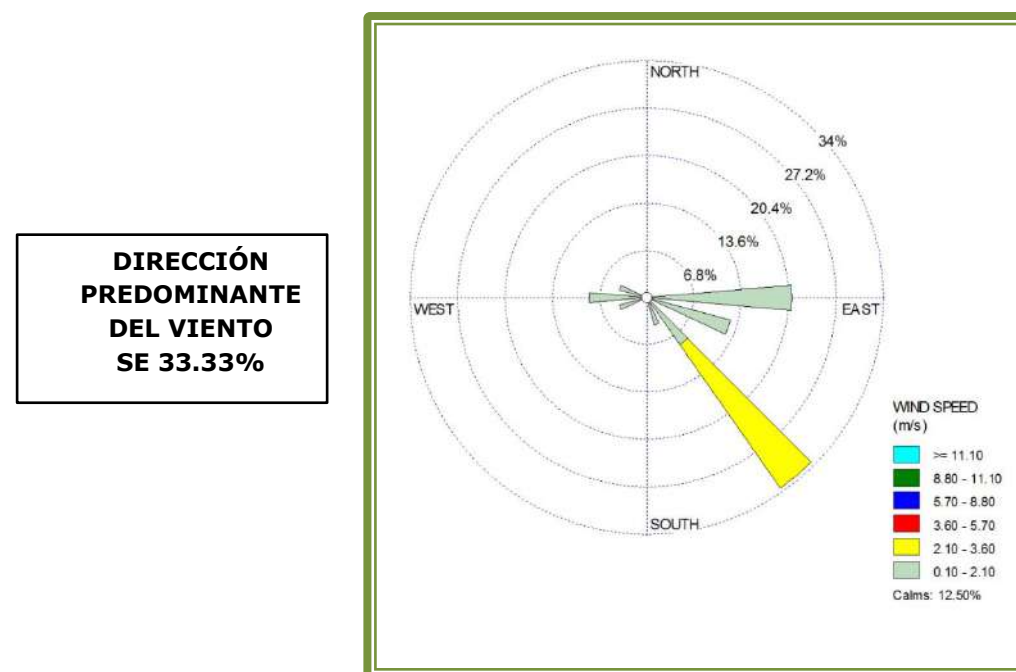


Figura 72. Rosa de Viento SAN ANTONIO (4to ciclo)

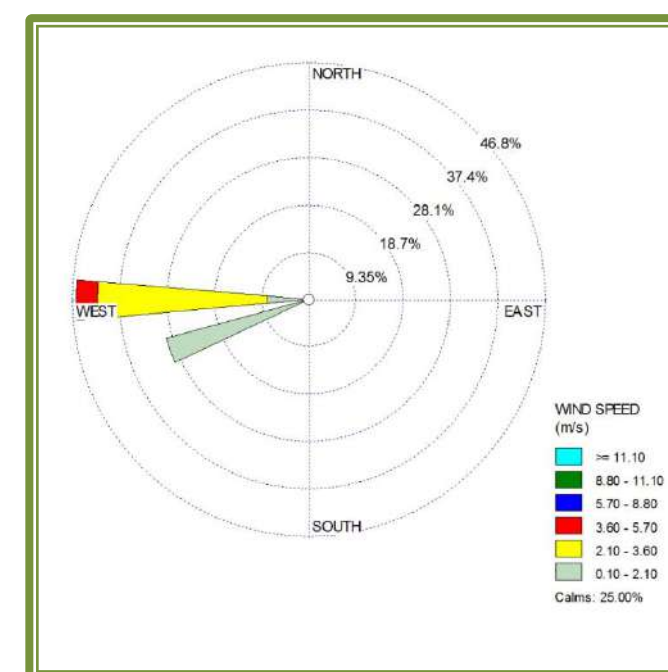


Figura 73. Rosa de Viento SAN ANTONIO (5to ciclo)

ING. CIP. OSCAR VALENZUELA TALAVERA
Registro 195211 - QUIMICO

6.2.1.6.3. Estación CAJA AREQUIPA (Del 13 al 17 de diciembre)

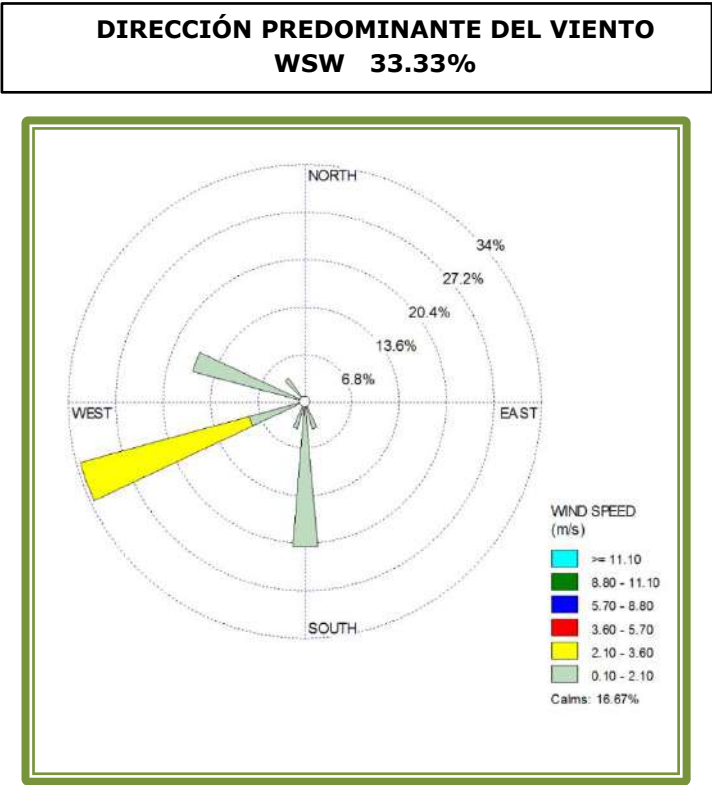


Figura 74. Rosa de Viento CAJA AREQUIPA (1er ciclo)

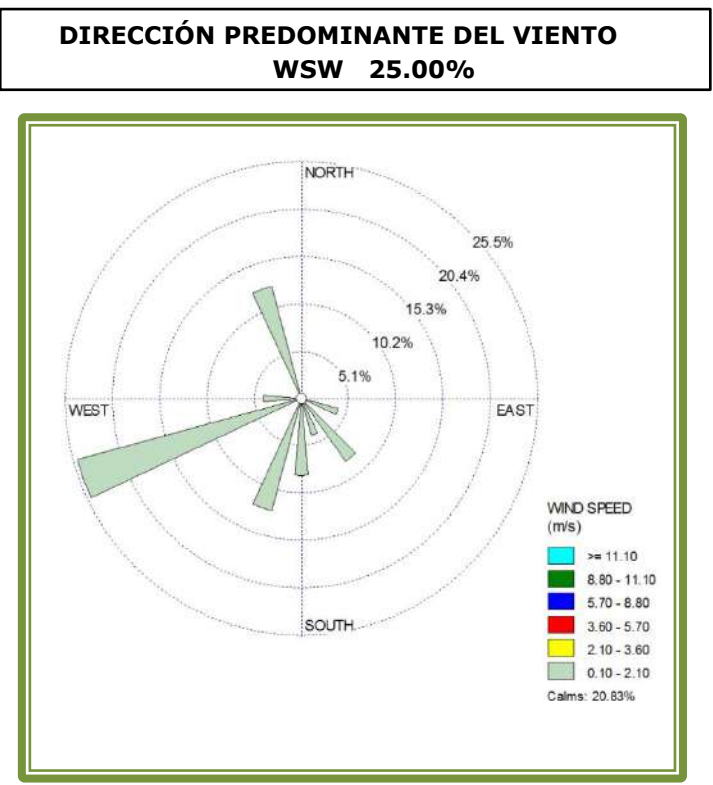


Figura 75. Rosa de Viento CAJA AREQUIPA (2do ciclo)

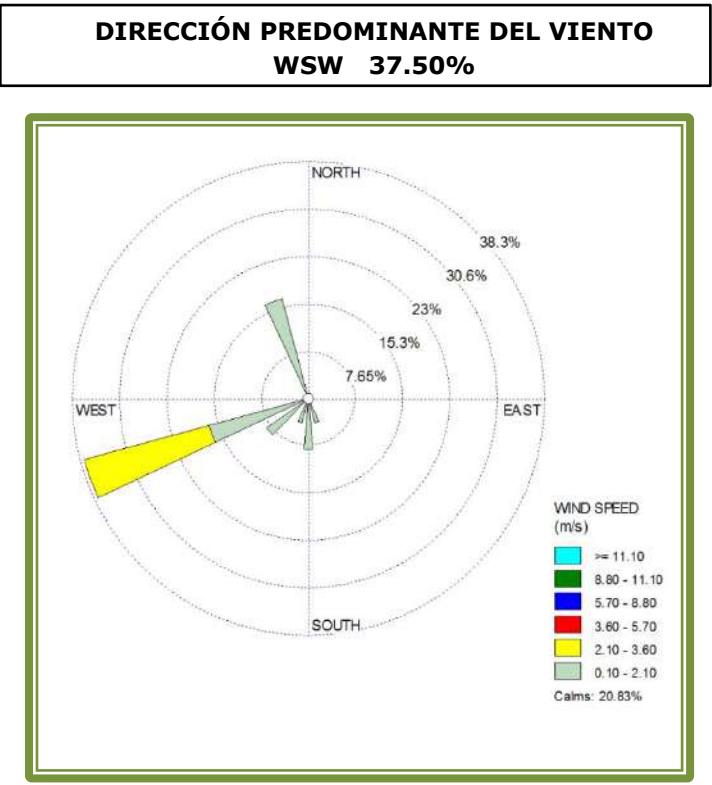


Figura 76. Rosa de Viento CAJA AREQUIPA (3er ciclo)

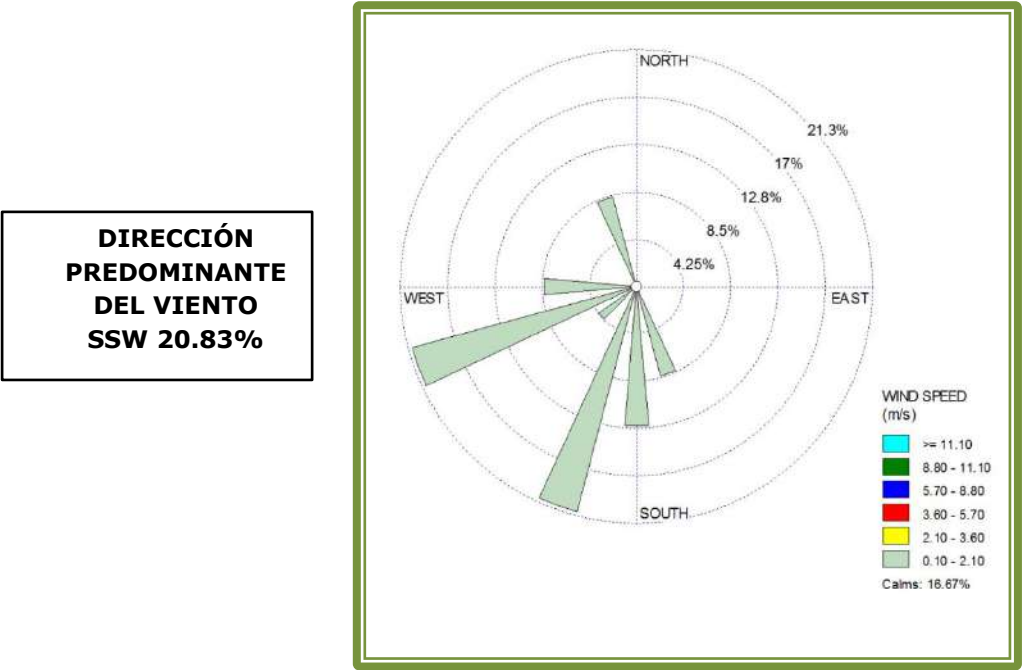


Figura 77. Rosa de Viento CAJA AREQUIPA (4to ciclo)

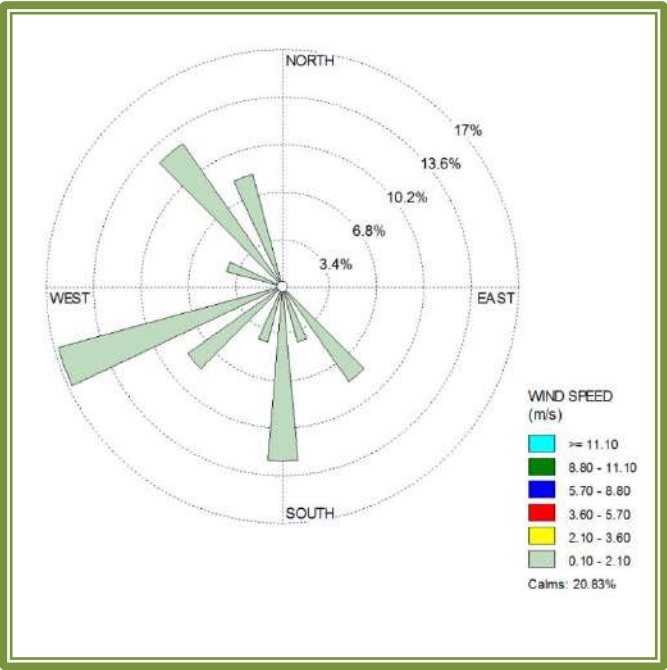


Figura 78. Rosa de Viento CAJA AREQUIPA (5to ciclo)

ING. CIP. ESCARVALENTA TALAVERA
Registro 195211 - QUIMICO

6.2.1.6.4. Estación Ca-A-1 (SE MOQUEGUA) (Del 13 al 17 de diciembre)

DIRECCIÓN PREDOMINANTE DEL VIENTO
W 58.33%

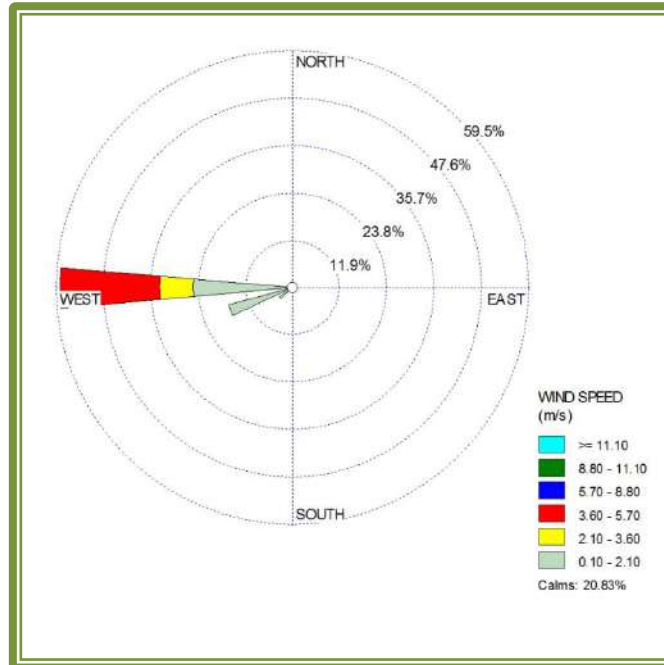


Figura 79. Rosa de Viento Ca-A-1 (SE MOQUEGUA) (1er ciclo)

DIRECCIÓN PREDOMINANTE DEL VIENTO
W 37.50%

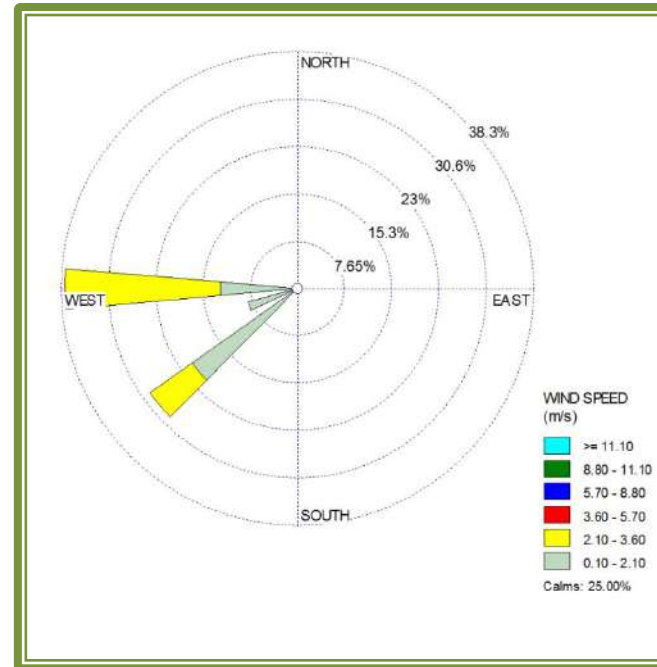


Figura 80. Rosa de Viento Ca-A-1 (SE MOQUEGUA) (2do ciclo)

DIRECCIÓN PREDOMINANTE DEL VIENTO
WSW 37.50%

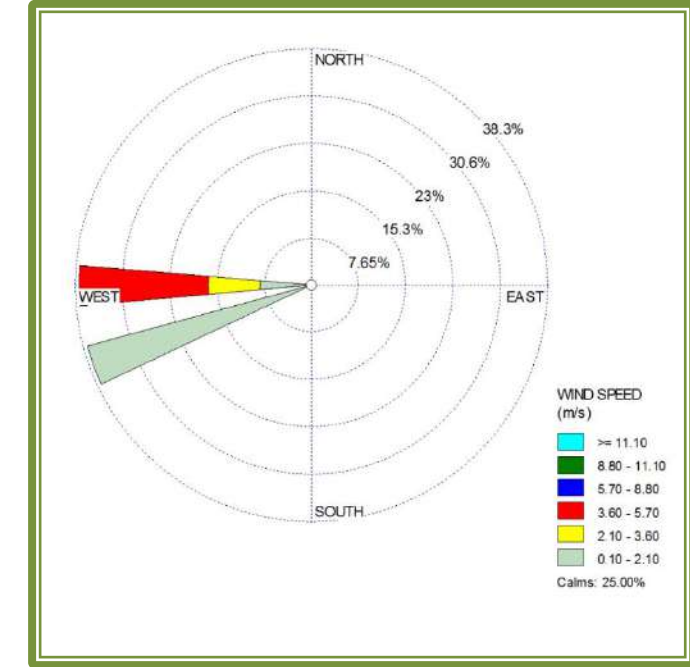


Figura 81. Rosa de Viento Ca-A-1 (SE MOQUEGUA) (3er ciclo)

DIRECCIÓN PREDOMINANTE DEL VIENTO
W 50.00%

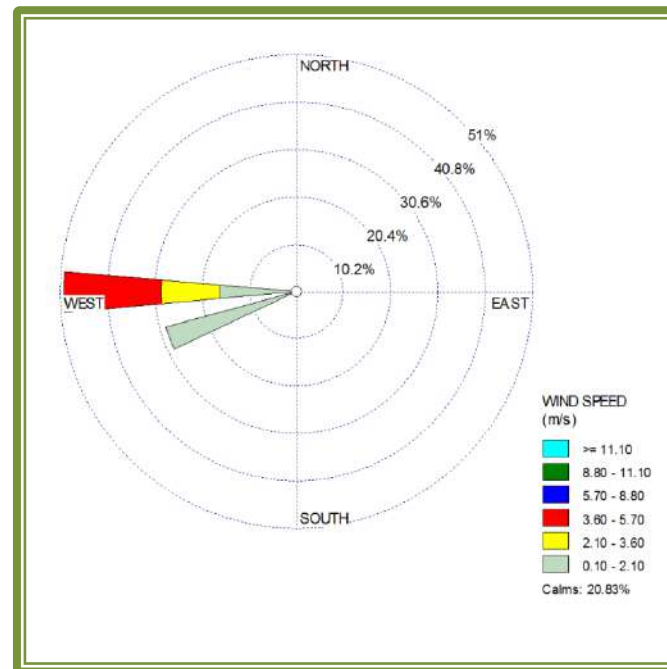


Figura 82. Rosa de Viento Ca-A-1 (SE MOQUEGUA) (4to ciclo)

DIRECCIÓN PREDOMINANTE DEL VIENTO
WSW 37.50%

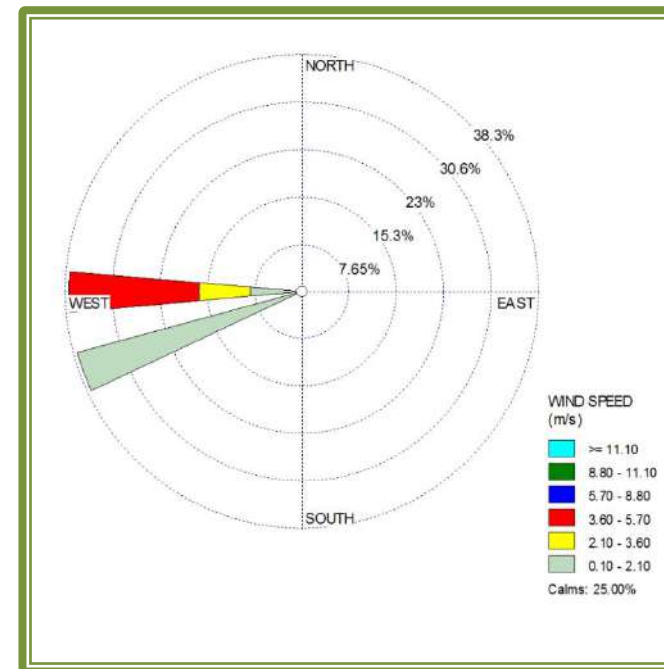


Figura 83. Rosa de Viento Ca-A-1 (SE MOQUEGUA) (5to ciclo)

ING. CP. OSCAR VALENZUELA
Registro 195211 - QUÍMICO

6.2.1.6.5. Estación ÓVALO CEMENTERIO (Del 18 al 22 de diciembre)

DIRECCIÓN PREDOMINANTE DEL VIENTO
W 37.50%

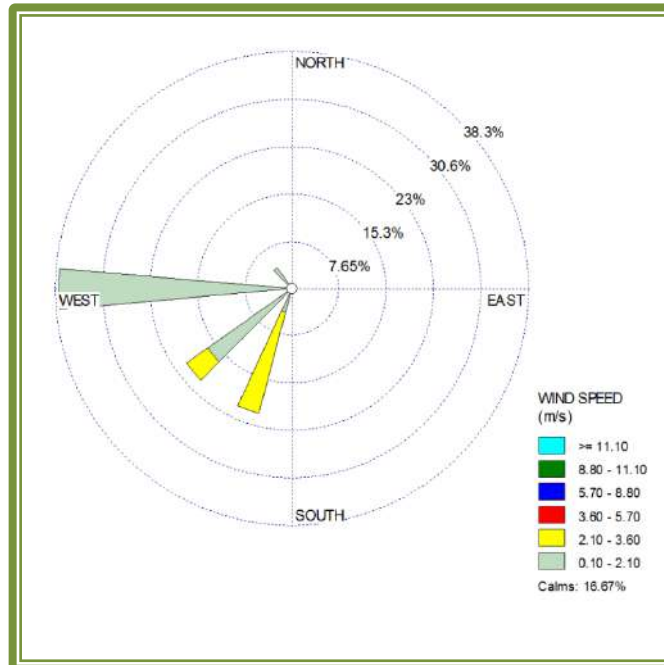


Figura 84. Rosa de Viento OVALO CEMENTERIO (1er ciclo)

DIRECCIÓN PREDOMINANTE DEL VIENTO
SSW 25.00%

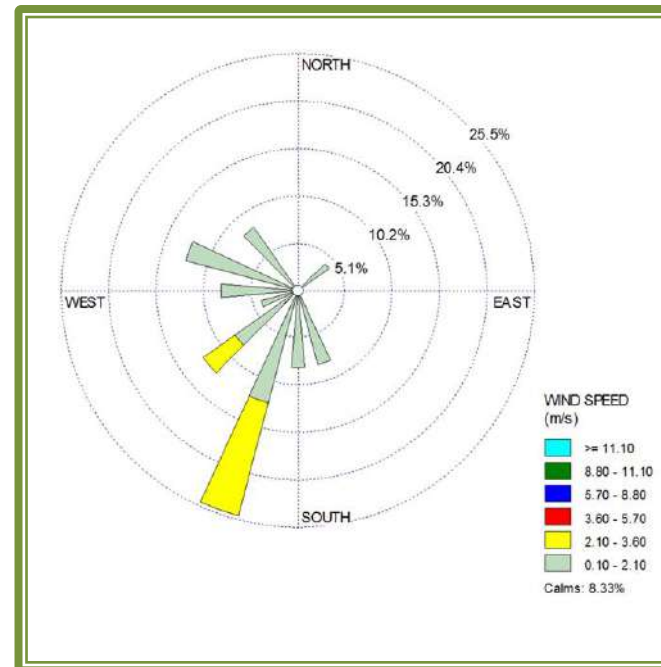


Figura 85. Rosa de Viento OVALO CEMENTERIO (2do ciclo)

DIRECCIÓN PREDOMINANTE DEL VIENTO
SSW 16.67%

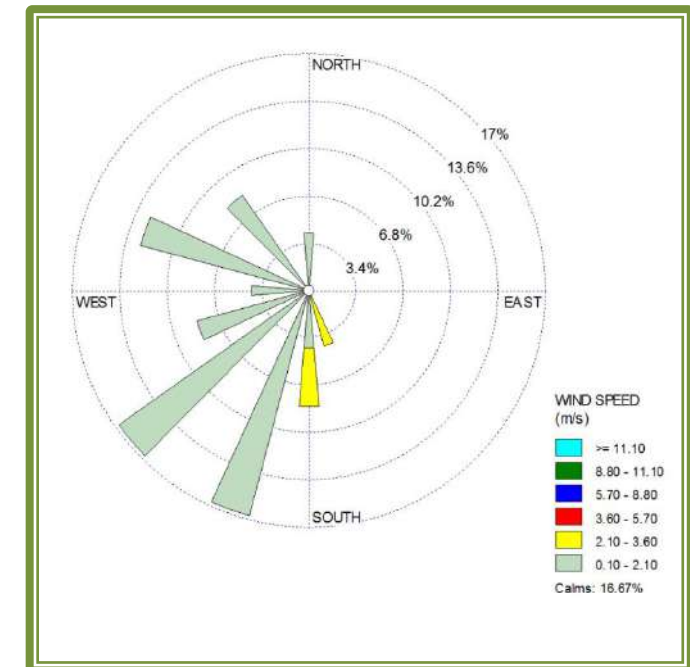


Figura 86. Rosa de Viento OVALO CEMENTERIO (3er ciclo)

DIRECCIÓN PREDOMINANTE DEL VIENTO
SSW 20.83%

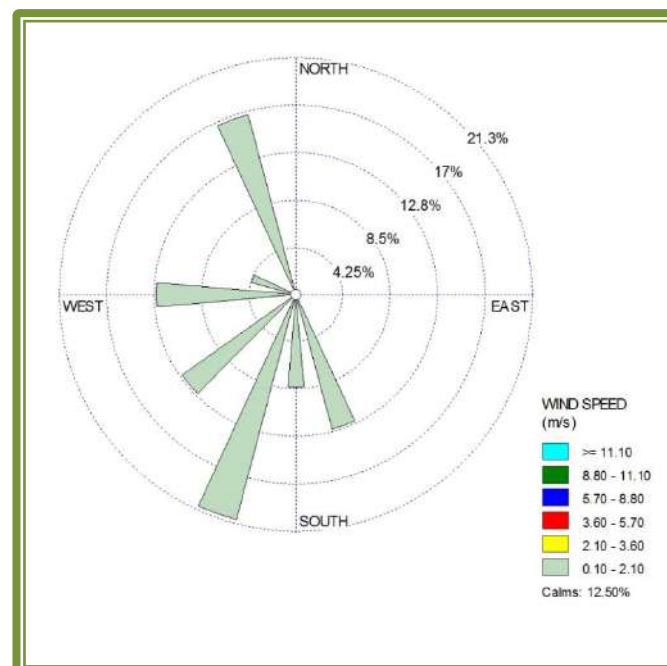


Figura 87. Rosa de Viento OVALO CEMENTERIO (4to ciclo)

DIRECCIÓN PREDOMINANTE DEL VIENTO
SSE 25.00%

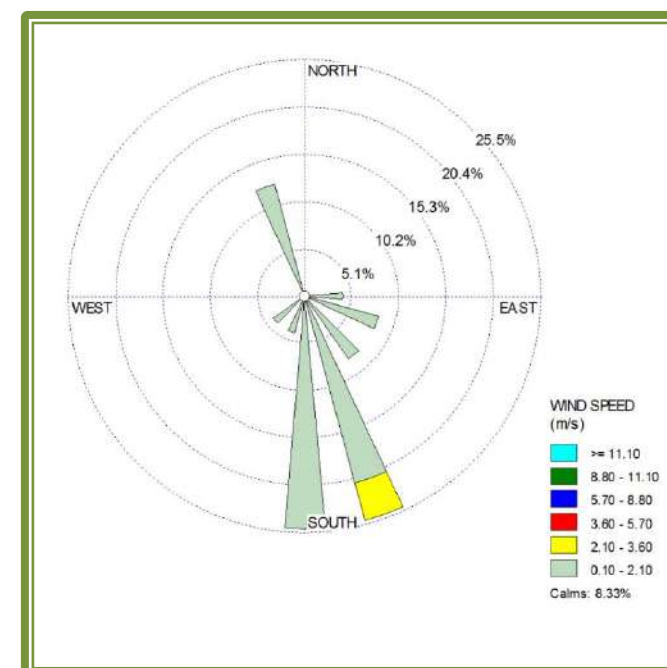


Figura 88. Rosa de Viento OVALO CEMENTERIO (5to ciclo)

[Signature]
ING. CIP. OSCAR VALENZUELA
Registro 195211 - QUÍMICO

6.2.1.6.6. Estación Ca-SAN ANTONIO (Del 18 al 22 de diciembre)

DIRECCIÓN PREDOMINANTE DEL VIENTO
SW 45.83%

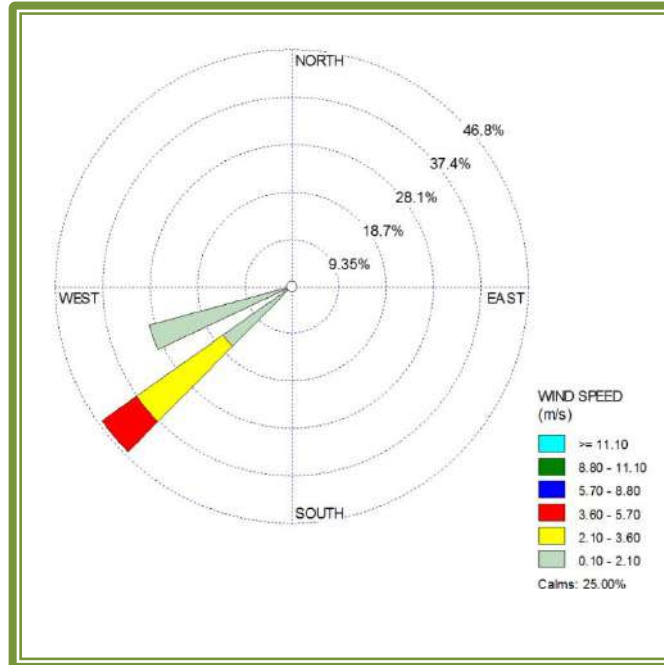


Figura 89. Rosa de Viento Ca-SAN ANTONIO (1er ciclo)

DIRECCIÓN PREDOMINANTE DEL VIENTO
SW 66.67%

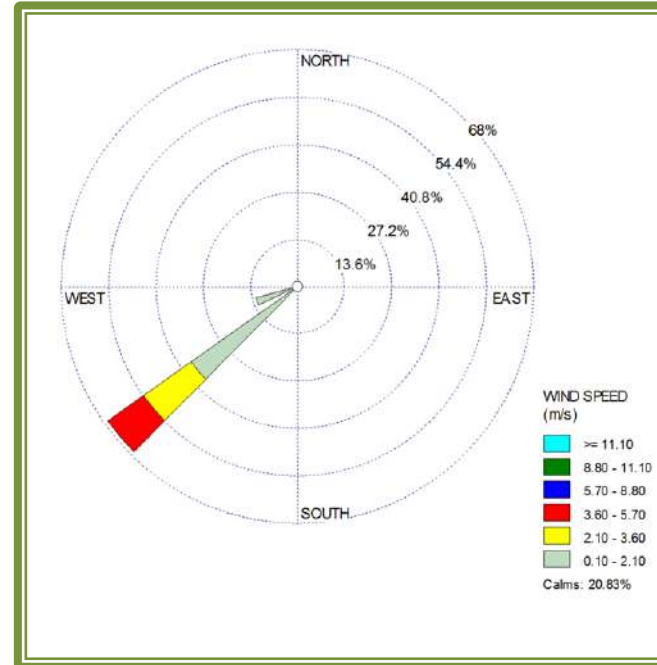


Figura 90. Rosa de Viento Ca-SAN ANTONIO (2do ciclo)

DIRECCIÓN PREDOMINANTE DEL VIENTO
SW 62.50%

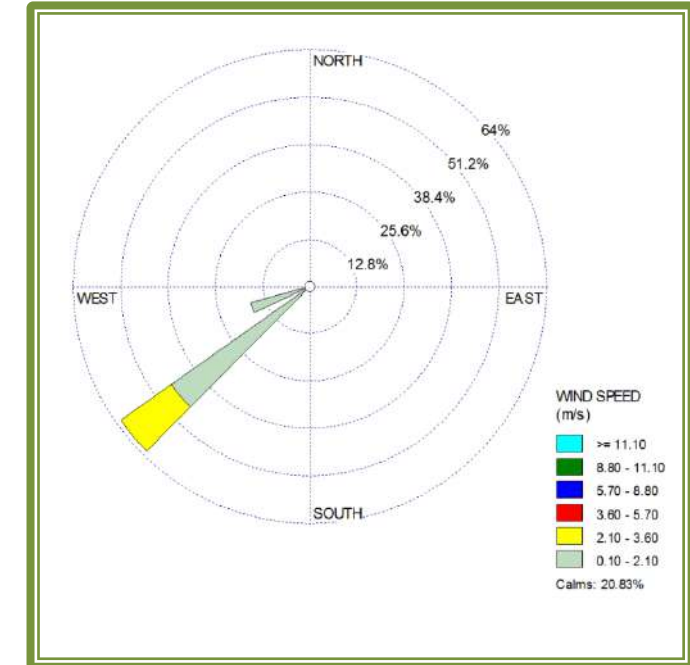


Figura 91. Rosa de Viento Ca-SAN ANTONIO (3er ciclo)

DIRECCIÓN PREDOMINANTE DEL VIENTO
SW 41.67%

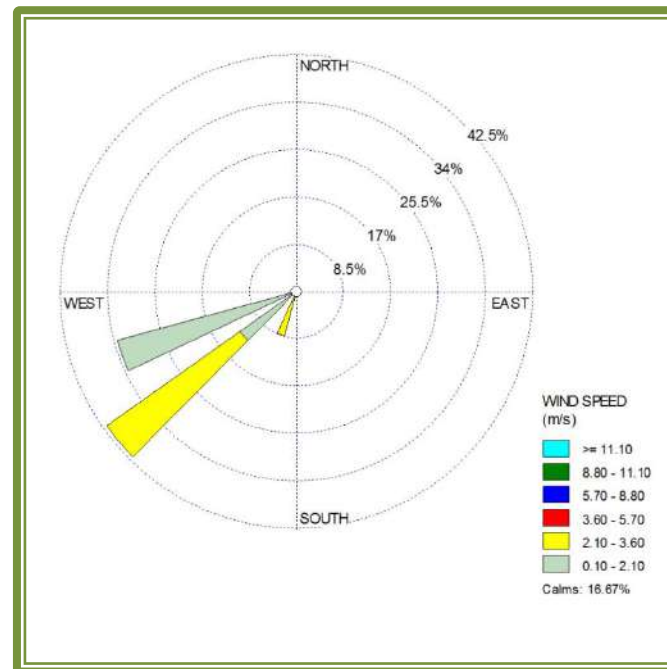


Figura 92. Rosa de Viento Ca-SAN ANTONIO (4to ciclo)

DIRECCIÓN PREDOMINANTE DEL VIENTO
SW 50.00%

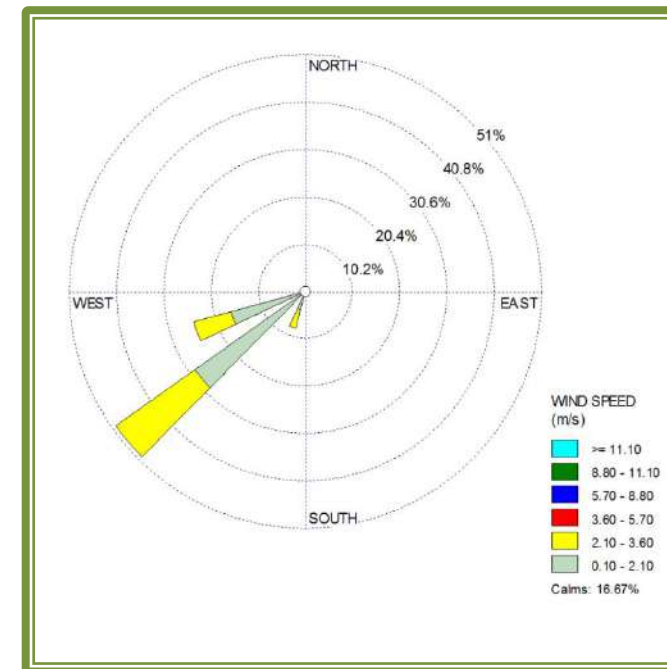


Figura 93. Rosa de Viento Ca-SAN ANTONIO (5to ciclo)

[Signature]
ING. CIP. OSCAR VALENZUELA
Registro 195211 - QUÍMICO

6.2.1.6.7. Estación E-3 (Del 23 al 27 de diciembre)

DIRECCIÓN PREDOMINANTE DEL VIENTO
WSW 54.17%

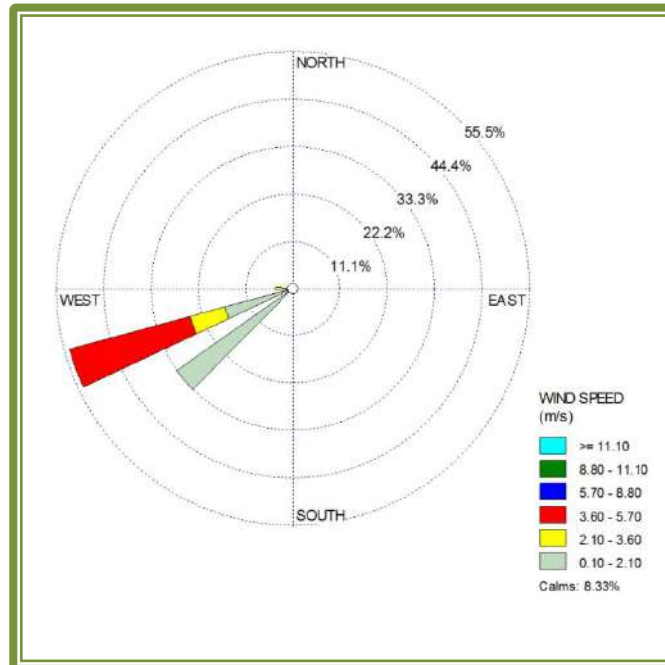


Figura 94. Rosa de Viento E-3 (1er ciclo)

DIRECCIÓN PREDOMINANTE DEL VIENTO
WSW 29.17%

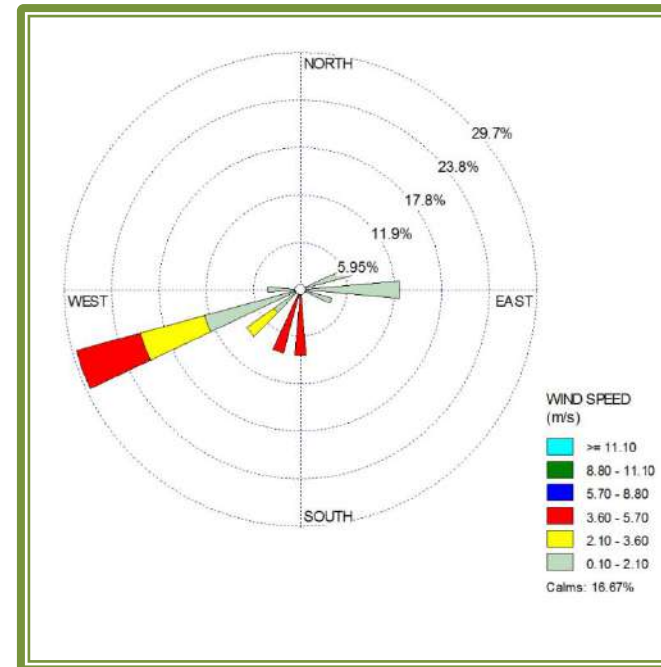


Figura 95. Rosa de Viento E-3 (2do ciclo)

DIRECCIÓN PREDOMINANTE DEL VIENTO
SW 33.33%

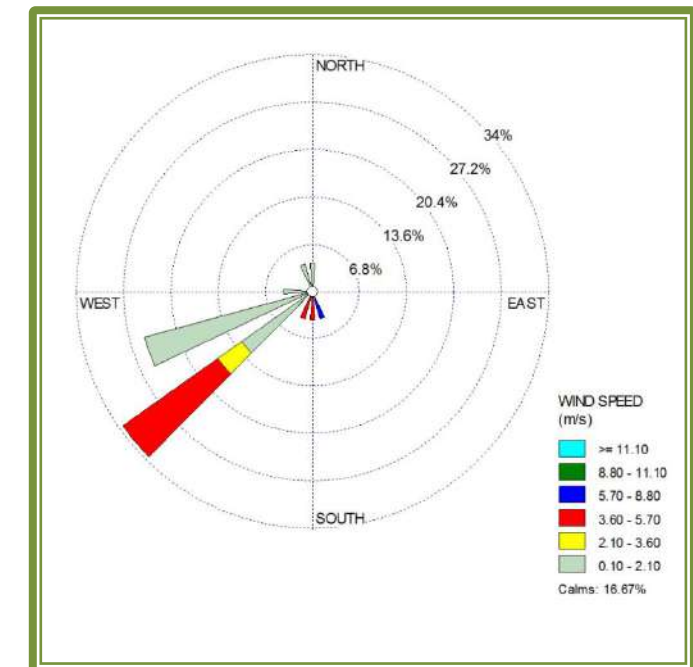


Figura 96. Rosa de Viento E-3 (3er ciclo)

DIRECCIÓN PREDOMINANTE DEL VIENTO
SW 62.50%

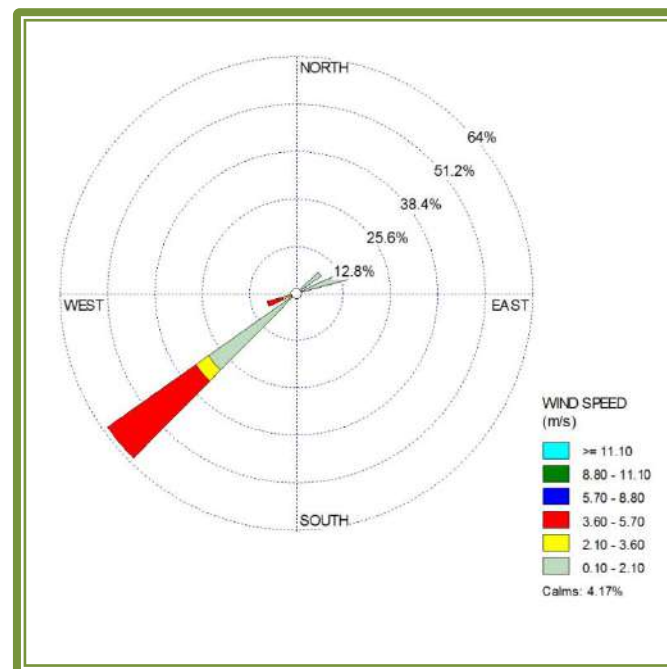


Figura 97. Rosa de Viento E-3 (4to ciclo)

DIRECCIÓN PREDOMINANTE DEL VIENTO
SW 41.67 %

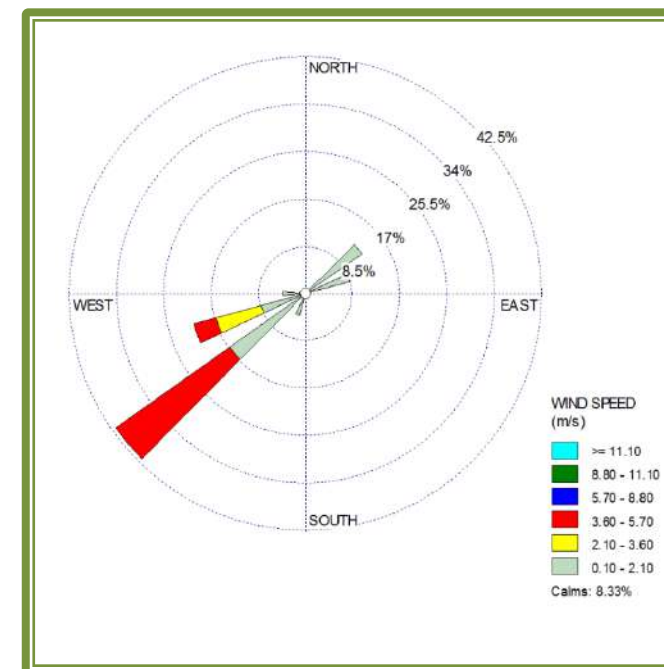


Figura 98. Rosa de Viento E-3 (5to ciclo)

[Signature]
ING. OSCAR VALENZUELA
Registro 195211 - QUIMICO

