

FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería de Minas

“EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN
PARA CONTINUAR CON LA EXPLORACIÓN DEL
PROYECTO MINERO HUAYRAPONGO CHILETE,
2021”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO DE MINAS

Autores:

Mirian Jakelin Galvez Caruajulca

Alex Yoel Luna Blanco

Asesor:

Ing. Elmer Ovidio Luque Luque

Cajamarca - Perú

2021

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis Padres; porque mi esfuerzo y las metas alcanzadas, refleja la dedicación, el amor que invirtieron en mí persona. Gracias a mis padres son quien soy, orgullosamente y con la cara muy en alto agradezco a Victor Manuel Luna Zambrano y Dorila Blanco Azañero, mi mayor inspiración, gracias a mis padres he concluido con mi mayor meta.

A mis Hermanos, Deysi Natali Luna Blanco y Yohan Omar Luna Blanco por las alegrías y apoyo q me brindan siempre.

A mi mamita María Teófila Azañero Caruajulca y mi papacito Victor Pascual Blanco Diaz, mis segundos padres, mis abuelitos a quien amo tanto.

Y en especial a ti Emelina Leyva Bolaños (mi monita) que eres mi fuerza, valor y el complemento perfecto de mi vida para seguir adelante.

Alex Yoel Luna Blanco

Dedico esta tesis de manera especial a mis padres pues ellos fueron el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional sin su apoyo no lo hubiera logrado, por ser mi fuente de motivación y de inspiración para seguir superándome cada día más y así poder tener un futuro mejor.

A dios por haberme brindado buena salud, sabiduría y guiarme por buen camino para así poder cumplir con mis objetivos.

A mis amigos, compañeros y maestros por su apoyo incondicional que sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento y a todas esas personadas que estuvieron a mi lado apoyándome y lograron que una de mis mestas se haga realidad.

Mirian Jakelin Galvez Caruajulca

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por guiarnos en el camino del bien y por permitirnos concluir con nuestro objetivo.

A nuestros padres quienes son el motor y mayor inspiración, que a través de su amor, paciencia, buenos valores, nos ayudan a trazar nuestro camino.

Y por supuesto a mi querida Universidad, a todas las autoridades y maestros, por permitirnos concluir con ésta etapa tan maravillosa, gracias por la paciencia, orientación y guiarnos en el desarrollo de esta investigación en especial gracias a nuestro asesor el Ingeniero Elmer Oviedo Luque Luque.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
TABLA DE CONTENIDOS.....	4
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
ÍNDICE DE ECUACIONES	13
RESUMEN.....	14
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	15
1.3. Objetivos.....	33
1.4. Hipótesis.....	33
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	34
2.1. Tipo de investigación	34
2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)	34
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	35
2.4. Procedimiento	35
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	37
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	181
4.1. Discusión.....	181
4.2. Conclusiones	182
REFERENCIAS	184
ANEXOS	185

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01 Límites Máximos Permisibles	16
Tabla 02 Efectos fisiológicos por diferencia de oxígeno	24
Tabla 03 Efectos fisiológicos de los gases nitrosos.....	30
Tabla 04 Efectos fisiológicos del SO ₂	31
Tabla 05 Efectos fisiológicos del H ₂ S.....	32
Tabla 06 Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos	35
Tabla 07 Puntos de Monitoreo	37
Tabla 08 Coordenadas UTM del área de investigación	38
Tabla 09 Acceso al proyecto Huayrapongo	39
Tabla 10 Concentración de Partículas en Suspensión PM ₁₀ en el PM.-1	43
Tabla 11 Concentración de Partículas en Suspensión PM _{2,5} en el PM.-1	51
Tabla 12 Concentración de Partículas en Suspensión PM ₁₀ en el PM.-2	60
Tabla 13 Concentración de Partículas en Suspensión PM _{2,5} en el PM.-2	69
Tabla 14 Concentración de Partículas en Suspensión PM ₁₀ en el PM.-3	78
Tabla 15 Concentración de Partículas en Suspensión PM _{2,5} en el PM.-3	87
Tabla 16 Concentración de Dióxido de Azufre (SO ₂) en el PM.-1	96
Tabla 17 Concentración De Monóxido De Carbono (CO) en el PM.-1	104
Tabla 18 Concentración de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂) en el PM.-1	113
Tabla 19 Concentración de Dióxido de Azufre (SO ₂) en el PM.-2	121
Tabla 20 Concentración de Monóxido de Carbono (CO) en el PM.-2	130
Tabla 21 Concentración de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂) en el PM.-2	139
Tabla 22 Concentración de Dióxido de Azufre (SO ₂) en el PM.-3	148
Tabla 23 Concentración de Monóxido de Carbono (CO) en el PM.-3	156
Tabla 24 Concentración de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂) en el PM.-3	166
Tabla 25 Comparación de concentraciones con límites máximos permisibles	180

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01. Retención de polvo en la región alveolar del pulmón.	23
Figura 02. Ventilador centrifugo.....	26
Figura 03. Ventilador centrifugo.....	26
Figura 04. Ventilador axial	27
Figura 05. Toma de coordenadas con GPS navegador	38
Figura 06. Contador de partículas HANDHELD 3016 (0.5 y 10 µm) con un flujo de 0.1 CFM.....	41
Figura 07. Punto de muestreo PM.-1 (Bocamina)	42
Figura 08. Concentraciones de partículas en suspensión PM ₁₀ obtenidas en las 12 horas de control.....	44
Figura 09. Valores de material particulado (PM ₁₀), cada 5 minutos (7:00 am-8:00 am).....	45
Figura 10. Valores de material particulado (PM ₁₀), cada 5 minutos (8:00 am-9:00 am).....	45
Figura 11. Valores de material particulado (PM ₁₀), cada 5 minutos(9:00 am-10:00 am)	46
Figura 12. Valores de material particulado (PM ₁₀), cada 5 minutos (10:00 am-11:00 am).....	46
Figura 13. Valores de material particulado (PM ₁₀), cada 5 minutos (11:00 am-12:00 am).....	47
Figura 14. Valores de material particulado (PM ₁₀), cada 5 minutos (12 m-1:00 pm).....	47
Figura 15. Valores de material particulado (PM ₁₀), cada 5 minutos (1:00 pm-2:00 pm).....	48
Figura 16. Valores de material particulado (PM ₁₀), cada 5 minutos(2:00 pm-3:00 pm).....	48
Figura 17. Valores de material particulado (PM ₁₀), cada 5 minutos (3:00 pm-4:00 pm).....	49
Figura 18. Valores de material particulado (PM ₁₀), cada 5 minutos (4:00 pm-5:00 pm).....	49
Figura 19. Valores de material particulado (PM ₁₀), cada 5 minutos (5:00 pm -6:00 pm).....	50
Figura 20. Valores de material particulado (PM ₁₀), cada 5 minutos (6:00 pm-7:00 pm).....	50
Figura 21. Concentración de partículas en suspensión PM _{2.5} obtenidas en las 12 horas de control.....	53
Figura 22. Valores de material particulado (PM _{2.5}), cada 5 minutos (7:00 am-8:00 am)	53
Figura 23. Valores de material particulado (PM _{2.5}), cada 5 minutos (8:00 am-9:00 am)	54
Figura 24. Valores de material particulado (PM _{2.5}), cada 5 minutos(9:00 am-10:00 am)	54
Figura 25. Valores de material particulado (PM _{2.5}), cada 5 minutos (10:00 am -11:00 am)	55
Figura 26. Valores de material particulado (PM _{2.5}), cada 5 minutos(11:00 am-12:00 pm)	55
Figura 27. Valores de material particulado (PM _{2.5}), cada 5 minutos (12:00 pm-01:00 pm).....	56
Figura 28. Valores de material particulado (PM _{2.5}), cada 5 minutos(01:00 pm-02:00 pm).....	56
Figura 29. Valores de material particulado (PM _{2.5}), cada 5 minutos(02:00 pm-03:00 pm).....	57

Figura 30. Valores de material particulado (PM _{2,5}), cada 5 minutos(03:00 pm-04:00 pm).....	57
Figura 31. Valores de material particulado (PM _{2,5}), cada 5 minutos(04:00 pm-05:00 pm).....	58
Figura 32. Valores de material particulado (PM _{2,5}), cada 5 minutos(05:00 pm-06:00 pm).....	58
Figura 33. Valores de material particulado (PM _{2,5}), cada 5 minutos(06:00 pm-07:00 pm).....	59
Figura 34. Concentraciones de partículas en suspensión en el PM ₁₀ obtenidas en las 12 horas de control.	62
Figura 35. Valores de Material Particulado (PM ₁₀), cada cinco minutos (07:00 am-8:00 am).....	62
Figura 36. Valores de Material Particulado (PM ₁₀), cada cinco minutos (08:00 am-9:00 am).....	63
Figura 37. Valores de Material Particulado (PM ₁₀), cada cinco minutos (09:00 am-10:00 am).....	63
Figura 38. Valores de Material Particulado (PM ₁₀), cada cinco minutos (10:00 am-11:00 am).....	64
Figura 39. Valores de Material Particulado (PM ₁₀), cada cinco minutos (11:00 am-12:00 pm).....	64
Figura 40. Valores de Material Particulado (PM ₁₀), cada cinco minutos (12:00 pm-01:00 pm).....	65
Figura 41. Valores de Material Particulado (PM ₁₀), cada cinco minutos (01:00 pm-02:00 pm).....	65
Figura 42. Valores de Material Particulado (PM ₁₀), cada cinco minutos(02:00 pm-03:00 pm).....	66
Figura 43. Valores de Material Particulado (PM ₁₀), cada cinco minutos(03:00 pm-04:00 pm).....	66
Figura 44. Valores de Material Particulado (PM ₁₀), cada cinco minutos(04:00 pm-05:00 pm).....	67
Figura 45. Valores de Material Particulado (PM ₁₀), cada cinco minutos(05:00 pm-06:00 pm).....	67
Figura 46. Valores de Material Particulado (PM ₁₀), cada cinco minutos(06:00 pm-07:00 pm).....	68
<i>Figura 47. Concentración de partículas en suspensión PM_{2,5} obtenidas en las 12 horas de control.</i>	<i>71</i>
Figura 48. Valores de Material Particulado (PM _{2,5}), cada cinco minutos (07:00 am - 08:00 am).....	71
Figura 49. Valores de Material Particulado (PM _{2,5}), cada cinco minutos (08:00 am - 09:00 am).....	72
Figura 50. Valores de Material Particulado (PM _{2,5}), cada cinco minutos (09:00 am - 10:00 am).....	72
Figura 51. Valores de Material Particulado (PM _{2,5}), cada cinco minutos (10:00 am - 11:00 am).....	73
Figura 52. Valores de Material Particulado (PM _{2,5}), cada cinco minutos (11:00 am - 12:00 am).....	73
Figura 53. Valores de Material Particulado (PM _{2,5}), cada cinco minutos (12:00 pm - 01:00 pm).....	74
Figura 54. Valores de Material Particulado (PM _{2,5}), cada cinco minutos (01:00 pm - 02:00 pm).....	74
Figura 55. Valores de Material Particulado (PM _{2,5}), cada cinco minutos (02:00 pm - 03:00 pm).....	75
Figura 56. Valores de Material Particulado (PM _{2,5}), cada cinco minutos (03:00 pm - 04:00 pm).....	76
Figura 57. Valores de Material Particulado (PM _{2,5}), cada cinco minutos (04:00 pm - 05:00 pm).....	76
Figura 58. Valores de Material Particulado (PM _{2,5}), cada cinco minutos (05:00 pm - 06:00 pm).....	77
Figura 59. Valores de Material Particulado (PM _{2,5}), cada cinco minutos (06:00 pm - 07:00 pm).....	77

Figura 60. Concentraciones de partículas en suspensión PM_{10} obtenidas en las 12 horas de control.	80
Figura 61. Valores de Material Particulado (PM_{10}), cada cinco minutos (07:00 am - 08:00 am).....	81
Figura 62. Valores de Material Particulado (PM_{10}), cada cinco minutos (08:00 am - 09:00 am)	81
Figura 63. Valores de Material Particulado (PM_{10}), cada cinco minutos (09:00 am - 10:00 am).....	82
Figura 64. Valores de Material Particulado (PM_{10}), cada cinco minutos (10:00 am - 11:00 am).....	82
Figura 65. Valores de Material Particulado (PM_{10}), cada cinco minutos (11:00 am - 12:00 pm).....	83
Figura 66. Valores de Material Particulado (PM_{10}), cada cinco minutos (12:00 pm - 01:00 pm)	83
Figura 67. Valores de Material Particulado (PM_{10}), cada cinco minutos (01:00 pm - 02:00 pm)	84
Figura 68. Valores de Material Particulado (PM_{10}), cada cinco minutos (02:00 pm - 03:00 pm)	84
Figura 69. Valores de Material Particulado (PM_{10}), cada cinco minutos (03:00 pm - 04:00 pm)	85
Figura 70. Valores de Material Particulado (PM_{10}), cada cinco minutos (04:00 pm - 05:00 pm)	85
Figura 71. Valores de Material Particulado (PM_{10}), cada cinco minutos (05:00 pm - 06:00 pm)	86
Figura 72. Valores de Material Particulado (PM_{10}), cada cinco minutos (06:00 pm - 07:00 pm)	86
Figura 73. Concentración de partículas obtenidas en las horas de control.	89
Figura 74. Valores de Material Particulado ($PM_{2,5}$), cada cinco minutos (07:00 am - 08:00 am)	89
Figura 75. Valores de Material Particulado ($PM_{2,5}$), cada cinco minutos (08:00 am - 09:00 am)	90
Figura 76. Valores de Material Particulado ($PM_{2,5}$), cada cinco minutos (09:00 am - 10:00 am)	90
Figura 77. Valores de Material Particulado ($PM_{2,5}$), cada cinco minutos (10:00 am - 11:00 am)	91
Figura 78. Valores de Material Particulado ($PM_{2,5}$), cada cinco minutos (11:00 am - 12:00 pm).....	91
Figura 79. Valores de Material Particulado ($PM_{2,5}$), cada cinco minutos (12:00 pm - 01:00 pm).....	92
Figura 80. Valores de Material Particulado ($PM_{2,5}$), cada cinco minutos (01:00 pm - 02:00 pm).....	92
Figura 81. Valores de Material Particulado ($PM_{2,5}$), cada cinco minutos (02:00 pm - 03:00 pm).....	93
Figura 82. Valores de Material Particulado ($PM_{2,5}$), cada cinco minutos (03:00 pm - 04:00 pm).....	93
Figura 83. Valores de Material Particulado ($PM_{2,5}$), cada cinco minutos (04:00 pm - 05:00 pm).....	94
Figura 84. Valores de Material Particulado ($PM_{2,5}$), cada cinco minutos (05:00 pm - 06:00 pm).....	94
Figura 85. Valores de Material Particulado ($PM_{2,5}$), cada cinco minutos (06:00 pm - 07:00 pm).....	95
Figura 86. Comparación de la concentración de Dióxido de Azufre obtenidas en las 12 horas de control.	97
Figura 87. Valores de Dióxido de Azufre (SO_2), cada cinco minutos (07:00 am - 08:00 am)	98
Figura 88. Valores de Dióxido de Azufre (SO_2), cada cinco minutos (08:00 am - 09:00 am)	98
Figura 89 C. Valores de Dióxido de Azufre (SO_2), cada cinco minutos (09:00 am - 10:00 am).....	99

Figura 90. Valores de Dióxido de Azufre (SO ₂), cada cinco minutos (010:00 am - 11:00 am).....	99
Figura 91. Valores de Dióxido de Azufre (SO ₂), cada cinco minutos (11:00 am - 12:00 pm)	100
Figura 92. Valores de Dióxido de Azufre (SO ₂), cada cinco minutos (12:00 pm - 01:00 pm)	100
Figura 93. Valores de Dióxido de Azufre (SO ₂), cada cinco minutos (01:00 pm - 02:00 pm)	101
Figura 94. Valores de Dióxido de Azufre (SO ₂), cada cinco minutos (02:00 pm - 03:00 pm)	101
Figura 95. Valores de Dióxido de Azufre (SO ₂), cada cinco minutos (03:00 pm - 04:00 pm)	102
Figura 96. Valores de Dióxido de Azufre (so ₂), cada cinco minutos (04:00 pm - 05:00pm).....	102
Figura 97. Valores de Dióxido de Azufre (SO ₂), cada cinco minutos (05:00 pm - 06:00 pm)	103
Figura 98. Valores de Dióxido de Azufre (SO ₂), cada cinco minutos (06:00 pm - 07:00 pm)	103
Figura 99. concentración de partículas obtenidas en las horas de control	106
Figura 100. valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (07:00 am - 08:00 am)	106
Figura 101. valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (08:00 am - 08:00 am)	107
Figura 102. valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (08:00 am - 09:00 am)	107
Figura 103. valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (10:00 am - 11:00 am)	108
Figura 104. valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (11:00am - 12:00 m).....	108
Figura 105. valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (12:00 pm - 01:00pm).....	109
Figura 106. valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (01:00 pm - 02:00 pm).....	109
Figura 107. valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos(02:00 pm-03:00 pm).....	110
Figura 108. valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (03:00 pm - 04:00 pm).....	110
Figura 109. valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (04:00 pm - 05:00 pm).....	111
Figura 110. valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (05:00 pm - 06:00 pm).....	111
Figura 111. valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (06:00 pm - 07:00 pm).....	112
Figura 112. Concentración de Monóxido de carbono NO ₂ obtenidas en las horas 12 de control.....	114
Figura 113. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂), cada cinco minutos (07:00 am - 08:00am).....	115
Figura 114. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂), cada cinco minutos (08:00 am - 09:00 am).....	115
Figura 115. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂), cada cinco minutos (09:00 am - 10:00 am).....	116
Figura 116. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂), cada cinco minutos (10:00 am - 11:00 am).....	116
Figura 117. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂), cada cinco minutos (11:00 am - 12:00 am).....	117
Figura 118. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂), cada cinco minutos (12:00 pm - 01:00 pm)	117
Figura 119. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂), cada cinco minutos (01:00 pm - 02:00 pm)	118

Figura 120. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂), cada cinco minutos (02:00 pm - 03:00 pm)	118
Figura 121. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂), cada cinco minutos (03:00 pm - 04:00 pm)	119
Figura 122. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂), cada cinco minutos (04:00 pm - 05:00 pm)	119
Figura 123. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂), cada cinco minutos (05:00 pm - 06:00 pm)	120
Figura 124. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂), cada cinco minutos (06:00 pm - 07:00 pm)	120
Figura 125. Concentración de Dióxido de Azufre (SO ₂), obtenidas en las 12 horas de control.	123
Figura 126. Valores de Dióxido de Azufre (SO ₂), cada cinco minutos (07:00am - 08:00 am).....	124
Figura 127. Valores de Dióxido de Azufre (SO ₂), cada cinco minutos (08:00am - 09:00 am).....	124
Figura 128. Valores de Dióxido de Azufre (SO ₂), cada cinco minutos (09:00am - 10:00 am).....	125
Figura 129. Valores de Dióxido de Azufre (SO ₂), cada cinco minutos (10:00am - 11:00 am).....	125
Figura 130. Valores de Dióxido de Azufre (SO ₂), cada cinco minutos (11:00am - 12:00pm)	126
Figura 131. Valores de Dióxido de Azufre (SO ₂), cada cinco minutos (12:00 pm - 01:00 pm)	126
Figura 132. Valores de Dióxido de Azufre (SO ₂), cada cinco minutos (01:00 pm - 02:00 pm)	127
Figura 133. Valores de Dióxido de Azufre (SO ₂), cada cinco minutos (02:00 pm - 03:00 pm)	127
Figura 134. Valores de Dióxido de Azufre (SO ₂), cada cinco minutos (03:00 pm - 04:00 pm)	128
Figura 135. Valores de Dióxido de Azufre (SO ₂), cada cinco minutos (04:00 pm - 05:00 pm)	128
Figura 136. Valores de Dióxido de Azufre (SO ₂), cada cinco minutos (05:00 pm - 06:00 pm)	129
Figura 137. Valores de Dióxido de Azufre (SO ₂), cada cinco minutos (06:00 pm - 07:00 pm)	129
Figura 138. Concentración de Monóxido de Carbono (CO), obtenidas en las 12 horas de control.	132
Figura 139. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (07:00 am - 08:00 am)	133
Figura 140. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (08:00 am - 09:00 am)	133
Figura 141. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (09:00 am - 10:00 am)	134
Figura 142. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (10:00 am - 11:00 am)	134
Figura 143. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (11:00 am - 12:00 pm).....	135
Figura 144. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (12:00 pm - 01:00 pm).....	135
Figura 145. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (01:00 pm - 02:00 pm).....	136
Figura 146. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (02:00 pm - 03:00 pm).....	136
Figura 147. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (03:00 pm - 04:00 pm).....	137
Figura 148. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (04:00 pm - 05:00 pm).....	137
Figura 149. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (05:00 pm - 06:00 pm).....	138

Figura 150. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (06:00 pm - 07:00 pm).....	138
Figura 151. Concentración de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂), obtenidas en las 12 horas de control.	141
Figura 152. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂), cada cinco minutos (07:00 am - 08:00 am).....	141
Figura 153. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂), cada cinco minutos (08:00 am - 09:00 am).....	142
Figura 154. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂), cada cinco minutos (09:00 am - 10:00 am).....	142
Figura 155. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂), cada cinco minutos (10:00 am - 11:00 am).....	143
Figura 156. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂), cada cinco minutos (11:00 am - 12:00 pm).....	143
Figura 157. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂), cada cinco minutos (12:00 pm - 01:00pm)	144
Figura 158. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂), cada cinco minutos (01:00 pm - 02:00 pm)	144
Figura 159. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂), cada cinco minutos (02:00 pm - 03:00 pm)	145
Figura 160. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂), cada cinco minutos (03:00 pm - 04:00 pm)	145
Figura 161. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂), cada cinco minutos (04:00 pm - 05:00 pm)	146
Figura 162. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂), cada cinco minutos (05:00 pm - 06:00 pm)	146
Figura 163. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂), cada cinco minutos (06:00 pm - 07:00 pm)	147
Figura 164. Concentración de Dióxido de Azufre (SO ₂), obtenidas en las 12 horas de control.	149
Figura 165. Valores de Dióxido de Azufre (SO ₂), cada cinco minutos (07:00 am - 08:00 am)	150
Figura 166. Valores de Dióxido de Azufre (SO ₂), cada cinco minutos (08:00 am - 09:00 am)	150
Figura 167. Valores de Dióxido de Azufre (SO ₂), cada cinco minutos (09:00 am - 10:00 am)	151
Figura 168. Valores de Dióxido de Azufre (SO ₂), cada cinco minutos (10:00 am - 11:00 am)	151
Figura 169. Valores de Dióxido de Azufre (SO ₂), cada cinco minutos (11:00 am - 12:00 pm)	152
Figura 170. Valores de Dióxido de Azufre (SO ₂), cada cinco minutos (12:00 pm - 01:00 pm)	152
Figura 171. Valores de Dióxido de Azufre (SO ₂), cada cinco minutos (01:00 pm - 02:00 pm)	153
Figura 172. Valores de Dióxido de Azufre (SO ₂), cada cinco minutos (02:00 pm - 03:00 pm)	153
Figura 173. Valores de Dióxido de Azufre (SO ₂), cada cinco minutos (03:00 pm - 04:00 pm)	154
Figura 174. Valores de Dióxido de Azufre (SO ₂), cada cinco minutos (04:00 pm - 05:00 pm)	154
Figura 175. Valores de Dióxido de Azufre (SO ₂), cada cinco minutos (05:00 pm - 06:00 pm)	155
Figura 176. Valores de Dióxido de Azufre (SO ₂), cada cinco minutos (06:00 pm - 07:00 pm)	155
Figura 177. Concentración de Monóxido de Carbono (CO), obtenidas en las 12 horas de control.	158
Figura 178. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (07:00 am - 08:00 am)	159
Figura 179. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (08:00 am - 09:00 am)	159

Figura 180. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (09:00 am - 10:00 am)	160
Figura 181. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (10:00 am - 11:00 am)	160
Figura 182. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (11:00 am - 12:00 pm).....	161
Figura 183. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (12:00 pm - 01:00 pm).....	161
Figura 184. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (01:00pm - 02:00 pm).....	162
Figura 185. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (02:00pm - 03:00 pm).....	162
Figura 186. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (03:00pm - 04:00 pm).....	163
Figura 187. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (04:00pm - 05:00 pm).....	163
Figura 188. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (05:00pm - 06:00 pm).....	164
Figura 189. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (06:00pm - 07:00 pm).....	165
Figura 190. Concentración de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂), obtenidas en las 12 horas de control.	168
Figura 191. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂), cada cinco minutos (07:00 am - 08:00 am).....	168
Figura 192. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂), cada cinco minutos (08:00 am - 09:00 am).....	169
Figura 193. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂), cada cinco minutos (09:00 am - 10:00 am).....	169
Figura 194. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂), cada cinco minutos (10:00 am - 11:00 am).....	170
Figura 195. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂), cada cinco minutos (11:00 am - 12:00 pm).....	170
Figura 196. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂), cada cinco minutos (12:00 pm - 01:00 pm)	171
Figura 197. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂), cada cinco minutos (01:00 pm - 02:00 pm)	171
Figura 198. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂), cada cinco minutos (02:00 pm - 03:00 pm)	172
Figura 199. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂), cada cinco minutos (03:00 pm - 04:00 pm)	172
Figura 200. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂), cada cinco minutos (04:00 pm - 05:00 pm)	173
Figura 201. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂), cada cinco minutos (05:00 pm - 06:00 pm)	173
Figura 202. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂), cada cinco minutos (06:00 pm - 07:00 pm)	174
Figura 203. Comparación de las Concentraciones (PM ₁₀), con el L.M.P.	175
Figura 204. Comparación de las Concentraciones (PM _{2.5}), con el L.M.P.....	176
Figura 205. Comparación de las Concentraciones de Dióxido de Azufre (SO ₂), con el L.M.P.....	177
Figura 206. Comparación de las Concentraciones de Monóxido De Carbono (CO) con el L.M.P.	178
Figura 207. Comparación de las Concentraciones de Dióxido De Nitrógeno (NO ₂) con el L.M.P.....	179

ÍNDICE DE ECUACIONES

1. Ecuacion 1 . $Q1 = q * n$	20
2. Ecuacion 2. $Q2 = K x N$	21
3. Ecuacion 3. $Q3 = V * n * A$	21
4 Ecuacion 4. $Q4 = V . n . A$	21
5. Ecuacion 5. $QT = Q1 + Q2 + Q4$	21

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, es titulado “Evaluación del sistema de ventilación para continuar con la exploración del proyecto minero Huayrapongo, Chilete, 2021”, el cual tiene por objetivo: “Realizar la evaluación del sistema de ventilación para continuar con la exploración del proyecto minero Huayrapongo, Chilete, 2021”. Para lograr cumplir con el objetivo se desarrolló una investigación del tipo no experimental, de carácter transversal y de nivel descriptivo.

La presente investigación incluye una geo-referenciación y características especiales de la misma, hasta llegar a la revisión del sistema de ventilación, realizando las mediciones y cálculos de caudales actuales. Además, los resultados se han cotejado con los límites máximos permisibles exigentes en el Reglamento de Seguridad Minera D.S. N° 024-2016-EM modificado por D.S. N° 023-2017-EM.

El trabajo inicio con la visita al proyecto minero Huayrapongo en tal lugar se recogió la información para el desarrollo de la investigación, así como se monitoreo material particulado y gases, para luego ser comparados con los valores permisibles.

La presente concluye que el proyecto minero Huayrapongo tiene actualmente una buena ventilación natural, por lo cual no se recomienda utilizar otro sistema de ventilación adicional.

Palabras clave: Mine ventilation design, vicious air recirculation, worker effectiveness, airrequirement.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

El proyecto minero Huayrapongo cuenta con una labor de desarrollo de 70 m. de longitud. Sin embargo, en la actualidad se vienen realizando trabajos sin ningún tipo de asesoramiento técnico-profesional; por ende, se desconoce si las condiciones de ventilación son óptimas para que el personal continúe con la labor de exploración. Ante tal situación, en la presente investigación tendrá la finalidad de presentar una propuesta de un sistema de ventilación para el determinado proyecto.

GOMEZ (2007) Establece que los problemas de ventilación ya estaban siendo abordados antes del siglo XVI, se empleaban sistemas bastante ingeniosos para ventilar las minas: se aprovechaba la ventilación natural producida por la diferencia de nivel y cambios de temperatura posteriormente aprovechaban las caídas de agua en los piques para introducir aire y el fuego para levantarlo: deflectora montados en piques cogían el viento y lo desviaban hacia interior mina.

REBOLLEDO, I., REYES, C., BALDI, G., & BRAVO, I. (2019) considera que los yacimientos subterráneos poseen un entorno bastante hostil tanto para los trabajadores como para la maquinaria que se implementa, una de las adversidades presente es el aire enrarecido (falta de oxígeno) que genera un ambiente desfavorable para el funcionamiento de los equipos y que es perjudicial para la salud de los trabajadores, si no hay O_2 no se puede trabajar. Es ante esta problemática y como una medida de mitigación que se implementa la investigación en cual puede ser natural o artificial, ambas con La finalidad de satisfacer las necesidades de aire en el interior mina.

HANSEN (2017) concluye que el trabajo de ventilación de minas tiene por objeto suministrar a las labores en operación suficiente aire fresco en función a las necesidades de la persona, equipo diésel autorizado y dilución de contaminantes, de modo que la

atmosfera en dichas zonas mantenga sus condiciones termo – ambientales en compatibilidad con la seguridad, la salud y el rendimiento del personal.

Bases Teóricas

La ventilación es una rama de la Ingeniería de Minas, la cual mediante un fuerte apoyo de las leyes físicas y termodinámicas respalda o potenciada con análisis de sistemas, tiene por misión atender los requerimientos de Higiene Ambiental en labores subterráneas en operaciones, (Ver: Tabla 1)

Tabla 01

Límites Máximos Permisibles

ITEM	Límite Máximo Permissible (LMP)
Monóxido de carbono CO	30000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Dióxido de azufre SO ₂	80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Dióxido de nitrógeno NO ₂	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Partículas en suspensión PM ₁₀	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Partículas en suspensión PM _{2.5}	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Fuente: Reglamento de seguridad y salud ocupacional D.S. N° 024-2016-EM modificado por D.S. N° 023-2017-EM.

La ventilación de minas es el trabajo que se realiza para lograr el acondicionamiento del aire que circula a través de las labores subterráneas siendo su objetivo principal asegurar un ambiente libre de riesgo, saludable y cómodo para que los trabajadores dicho objetivo debe de ser alcanzado de manera más eficiente y de menos costo posible. debiendo de tener en cuenta que la ventilación es un proceso íntimamente ligado a la dinámica de la

mina, en máximos permisibles, teniendo en consideración lo estipulado en el reglamento de seguridad y salud ocupacional aprobado por el MEM. En el D.S. N° 024-2016-EM modificado por D.S. N° 023-2017-EM.

En una mina subterránea, la ventilación es el proceso mediante el cual se hace circular por el interior de la misma al aire necesario para asegurar una atmosfera respirable y segura para el desarrollo de los trabajos, la ventilación se realiza estableciendo un circuito para la circulación del aire a través de todas las labores. Para ello es indispensable que la mina tenga dos labores de acceso: dos pozos, un pozo y un socavón, en las labores que solo tienen un acceso por ejemplo (una galería en avance) es necesario ventilar con ayuda de una tubería se coloca entre la entrada a la labor y el final de la labor. Esta ventilación se coloca entre la entrada a la labor y el final de la labor. Esta ventilación se conoce como secundaria, en oposición a la que recorre toda la mina que se conoce como principal, los ventiladores son los responsables del movimiento del aire, tanto en la ventilación principal como en la secundaria. Generalmente los ventiladores principales se colocan en el exterior de la mina, en la superficie.

De la cuadra I.L (1974) Curso de laboreo de Minas, Madrid; Universidad politécnica de Madrid. ISBN 8460062546).

Principios de ventilación es por: Dos puntos de diferentes ($> P2$ a $<P1$), Diferencia de temperatura ($> T^{\circ}2$ a $<T^{\circ}1$).

Novitzky (1962) define como ventilación de una mina, al conjunto de trabajos que se realizan para suministrar aire que debe circular por las diferentes labores subterráneas, ya sea por medios naturales o mecánicos, con la finalidad de obtener un ambiente seguro, saludable y cómodo para los trabajadores durante su jornada de trabajo.

La ventilación se puede clasificar en dos grandes grupos: Ventilación natural y ventilación mecánica. Dentro de los tipos de ventilación de una mina existe la ventilación

mixta o combinada como es impelente y aspirante, en la impelente el ventilador impulsa aire hacia interior mina, en el caso del aspirante el ventilador aspira el aire del interior mina por la tubería y lo expulsa hacia el exterior, el caudal requerido para ambos casos será calculado: De acuerdo al número de personas, de acuerdo a la concentración de polvo en suspensión, de acuerdo al aumento de temperatura, de acuerdo al consumo de explosivos y de acuerdo al número de equipo diésel.

La ventilación natural se produce cuando existe una energía natural capaz de lograr la creación de una corriente natural de aire, que está influenciada por la gradiente térmica entre diferentes puntos del circuito de ventilación.

Para que exista un flujo de aire a través de la mina, es necesario que exista alguna fuente de energía que ponga al aire en movimiento.

La única fuente de energía capaz de lograr este efecto es la gradiente térmica que existe entre distintos puntos del circuito de ventilación, cuya existencia se puede comprobar fácilmente midiendo la temperatura en diferentes lugares de la mina y observando que el aire fluye de las áreas donde la temperatura es mayor (donde hay mayor energía térmica) hacia las áreas de menor temperatura. El fenómeno es igual al que se encuentra por encima de este.

Se trata de un fenómeno termodinámico análogo al que ocurre en un motor térmico; en calor proveniente de la roca constituye una fuente permanente de energía térmica, obligando al aire incrementar su volumen a presión constante. Esta expansión del aire viene acompañada de una reducción en su densidad, lo que le permite desplazarse a zonas de menor energía (más frías). En la medida en que existan en la mina zonas de menor energía térmica y la roca de las labores subterráneas que se conoce como ventilación natural.

Este aire se introduce por la bocamina principal de ingreso, recorriendo el flujo del aire por la totalidad del circuito de ventilación, hasta la salida del aire por la otra bocamina.

Para que funcione la ventilación natural tiene que existir una diferencia de alturas entre las bocaminas de entrada y salida. En realidad, más importante que la profundidad de la mina es el intercambio termodinámico que se produce entre la superficie y el interior. La energía térmica agregada al sistema se transforma a energía de presión, susceptible de producir un flujo de aire /el aire caliente desplaza al aire frío produciendo circulación).

La ventilación natural es muy cambiante, depende de la época del año, incluso, en algunos casos, de la noche y el día; dado que, la ventilación natural es un fenómeno de naturaleza inestable y fluctuante, en ninguna faena subterránea moderna debe utilizarse como un medio único y confiable para ventilar sus operaciones.

El caudal del aire es la cantidad de aire que ingresa a la mina y que sirve para ventilar labores, cuya condición debe ser que el aire fluya de un modo contante y sin interrupciones. El movimiento de aire se produce cuando existe una alteración del equilibrio: diferencia de presiones entre la entrada y salida de un ducto, por causas naturales (gradiente geotérmica) o inducida por medios mecánicos.

La ventilación mecánica es ocasionada por la presión que ejerce un ventilador sobre una masa de aire que envía o succiona aire y el cual es accionado por un motor eléctrico que le permite una constante presión sobre el aire que transporta y en una cantidad fija. Esta ventilación requiere energía eléctrica, que puede ser producida a base del petróleo o de hidroeléctricas y en esto que es la ventilación minera sea más cara o más económica respectivamente por tonelada de mineral extraído (Zitron, 2007).

Es la ventilación secundaria y son aquellos sistemas que haciendo uso de ductos y ventiladores auxiliares, ventilan áreas restringidas de las minas subterráneas, empleando

para ello los circuitos de alimentación fresco y de evolución del aire viciado que le proporcione el sistema de ventilación general.

El caudal del aire es la cantidad de aire que ingresa a la mina y que sirve para ventilar labores, cuya condición debe ser que el aire fluya de un modo constante y sin interrupciones, el movimiento de aire se produce cuando existe una alteración de equilibrio: diferencia de presiones entre la entrada y salida de un ducto, por causas naturales (gradiente térmica) o inducida por medios mecánicos (Ramires, 2005).

Reglas de ventiladores:

- La presión requerida es directamente proporcional a la longitud
- La presión es directamente proporcional a perímetro.
- La potencia requerida es directamente proporcional al cubo de la velocidad o volumen.
- La presión requerida es directamente proporcional al cuadrado de la velocidad o volumen (Mallqui, 1981).

Requerimiento de acuerdo al número de personas

$$Q_1 = q * n \dots\dots\dots (1)$$

$Q_1 =$ Cantidad de aire necesario para el personal ($m^3/min.$)

$q =$ Cantidad de aire mínimo por persona ($m^3/min.$) (R. S. S. O)

$n =$ Número de personas presente en la mina por guardia

Necesidades de aire a diferentes altitudes mineras Para respiración del personal:

De 1500 msnm a 3000 msnm, aumentará en 40% que será igual a $4.0 m^3/min.$

De 3000 msnm a 4000 msnm, aumentará en 70% que será igual a $5.0 m^3/min.$

Sobre los 4000 msnm, se aumentará en un 100% que será igual a $6.0 m^3/min.$

Requerimiento de acuerdo al uso de equipo diésel

$$Q_2 = K \times N \dots\dots\dots (2)$$

$Q_2 =$ Cantidad de aire para el uso de equipos diésel ($m^3/min.$)

$K = 3.0$ ($m^3/min.$) cantidad de aire necesario por cada HP

$N =$ Número de HP de los equipos que trabajan en la mina

Requerimiento de acuerdo al uso de explosivos

$$Q_3 = V * n * A \dots\dots\dots (3)$$

$Q_3 =$ Cantidad de aire para diluir contaminantes por explosivo

$V =$ Velocidad de aire 20 m/min (Dinamita), 25 m/min. (ANFO)

$n =$ Número de niveles de la mina en trabajo

$A =$ Área promedio de la sección de las labores, niveles en trabajo (m^2)

Requerimiento para mantener óptimas condiciones ambientales

$$Q_4 = V \cdot n \cdot A \dots\dots\dots (4)$$

$Q_4 =$ Cantidad de aire para mantener condiciones ambientales ideales (m^3
 $/min.$)

$V =$ Velocidad de aire

$n =$ Número de niveles en trabajo, con temperaturas elevadas

$A =$ Área promedio de la sección de la labor (m^2)

Cálculo de cantidad total del aire

$$QT = Q_1 + Q_2 + Q_4 \dots\dots\dots (5)$$

El material particulado (polvo de las minas), es un conjunto de partículas que se encuentran presentes en el aire, paredes, techos y pisos de las labores mineras. Cuando el polvo se encuentra en el aire, forma un sistema disperso llamado aerosol.

El polvo puede permanecer en el aire durante largo tiempo, dependiendo de varios factores, entre las cuales están: tamaño, figura, forma, peso específico. El polvo de tamaño mayor a $10 \mu s$ no se mantiene en suspensión por mucho tiempo en las corrientes de aire, por lo tanto, se deposita fácilmente. El polvo de tamaño menor $10 \mu s$ se mantiene en el aire por un prolongado tiempo.

Si la partícula es ultramicroscópica, de diámetro menor a $0.1 \mu s$, al igual que las moléculas del aire, no se depositan, encontrándose en un movimiento browniano.

Los efectos ocasionados por el polvo que llegan a producirse como resultado de las diferentes operaciones mineras, en el desarrollo de una galería. Son un factor determinante cuando el contenido de sílice libre de la roca llega a sobrepasar los límites permisibles.

Las concentraciones elevadas son perjudiciales para la salud del hombre dando origen a una enfermedad que se le conoce como “neumoconiosis”. En nuestro caso el polvo que nos preocupa es el que contiene sílice, por lo tanto, la enfermedad se le conoce con el nombre de “silicosis” esta es una de las peores enfermedades a que se están expuestos los trabajadores que realizan labores subterráneas.

El de acción patológica de este tipo de polvo que se inhala, es muy complejo, por su acción nociva queda manifiesto al originarse en los pulmones un tejido fibroso que, sin los capilares sanguíneos, es muy similar al tejido posterior a las heredas ordinarias; por tal razón se denomina a este primer proceso de iniciación de la enfermedad como “Fibrosis”. El proceso de silicosis se realiza de acuerdo a la extensión del periodo de exposición, como se muestra en las figuras 01 y 02.

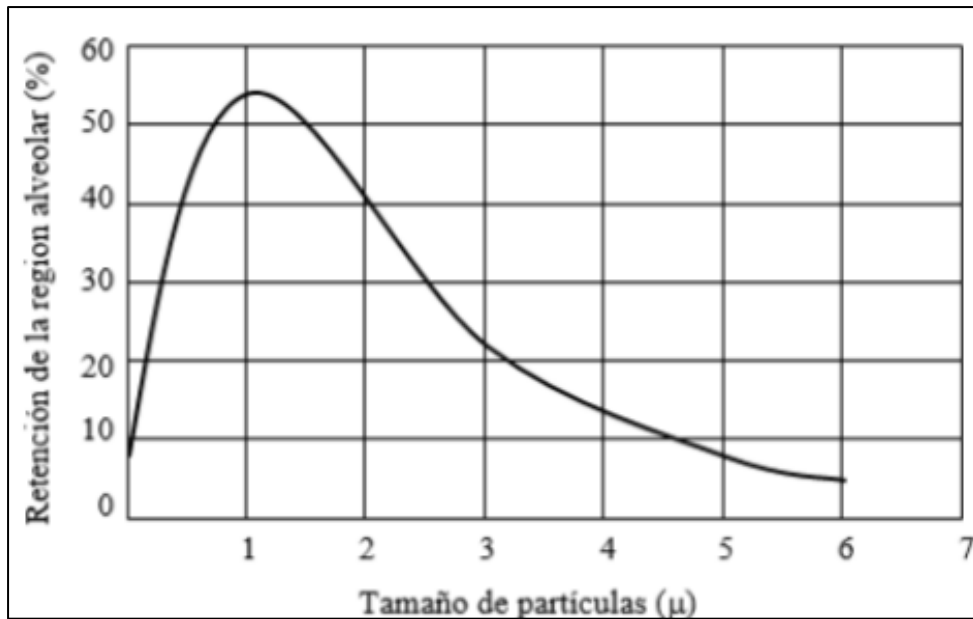


Figura 1. Retención de polvo en la región alveolar del pulmón.

El polvo llega a considerarse como nocivo, es aquel formado por partículas inferiores a 5 micrones (5μ) particularmente entre 1 y 2 micrones.

Fuente: apuntes de ventilación de minas – UNI

Los factores que puedan producir la silicosis son variables y aún desconocidas, puesto que las partículas de polvo una vez que han sido aspirados y transportados a los pulmones pueden llegar a eliminarse nuevamente mediante los vasos linfáticos.

Norvit (2018) Establece que la capacidad de los pulmones sanos para esta duración automática de partículas de polvo es muy grande, pero disminuye cuando se presenta alteraciones patológicas del sistema linfático en los pulmones.

En esta forma una tuberculosis incipiente o primaria tiene un efecto negativo en la gente minera, haciéndolos más propensos a la silicosis.

Efectos por deficiencia de oxígeno cuando una persona respira fácilmente y sin dificultades desenvolviéndose mejor en su trabajo, cuando el contenido del oxígeno en el ambiente de trabajo se mantiene en más o menos 21 %, cualquier disminución de su

contenido considerado normal de oxígeno en la atmosfera se denomina “deficiencia de oxígeno”. Las causas que originan esta deficiencia ya fueron expuestas anteriormente.

En la tabla 02, se muestra los efectos fisiológicos en una atmosfera con deficiencia de oxígeno.

Debemos indicar que los efectos pueden ser diferentes en cada persona dependiendo del tiempo de exposiciones y de su inmunidad.

Tabla 02

Efectos fisiológicos por diferencia de oxígeno

Contenido de O ₂ (%)	Efectos
17	Síntomas de respiración rápida y profunda.
15	Desvanecimiento, zumbido de los oídos, latidos rápidos del corazón.
13	Perdida del conocimiento si la exposición es prolongada.
9	Desmayos e inconciencia.
7	Pone en peligro la vida (equivalente a 8 850 m.s.n.m.)
6	Movimientos convulsivos que llegan a causar la muerte.

Fuente: Manuel de ventilación de minas – UNI

Clasificación de los ventiladores. Con el desarrollo de la tecnología aerodinámica, en los años posteriores a la segunda guerra mundial se desarrollaron los primeros ventiladores de flujo axial, es decir, los ventiladores axiales los cuales son más utilizados, en la actualidad y a nivel global, para mover grandes cantidades de aire en

los trabajos subterráneos, operando dichas unidades tanto en interior mina, como en superficie. Los ventiladores de tipo centrífugo. Actualmente son ampliamente utilizados en sistemas de ventilación industrial dado su capacidad de generar altas caídas de presión con caudales relativamente bajos.

Zitron (2007) los ventiladores se dividen en el sentido más general en dos tipos; ventiladores axiales y centrífugos, para cada uno de estos tipos se pueden disponer con variedad de posiciones de descarga y distintos tipos de accionamiento del rodete.

El ventilador centrífugo consiste en un motor encerrado en una envolvente de forma espiral, el aire que entra a través del eje del rotor paralelo a la flecha del ventilador, es succionado por el rotor y arrojado contra la envolvente se descarga por la salida en ángulo recto a la flecha; puede ser de entrada sencilla o de doble entrada, son ventiladores de flujo radial. La trayectoria del fluido sigue la dirección del eje del rodete a la entrada y esta perpendicular al mismo a la salida. Si el aire a la salida se recoge perimetralmente en una voluta, entonces se dice que el ventilador es voluta.

En un ventilador de entrada doble. El aire entra por ambos lados de la envolvente succionando por un rotor doble o por dos rotores sencillos montados lado a lado. Los rotores se pueden clasificar; en general, en aquellos cuyas aspas son radiales o inclinadas hacia adelante o inclinadas hacia atrás del sentido de la rotación, (Zitron, 2007)



Figura 2. Ventilador centrifugo

Fuente: Zitron, 2007

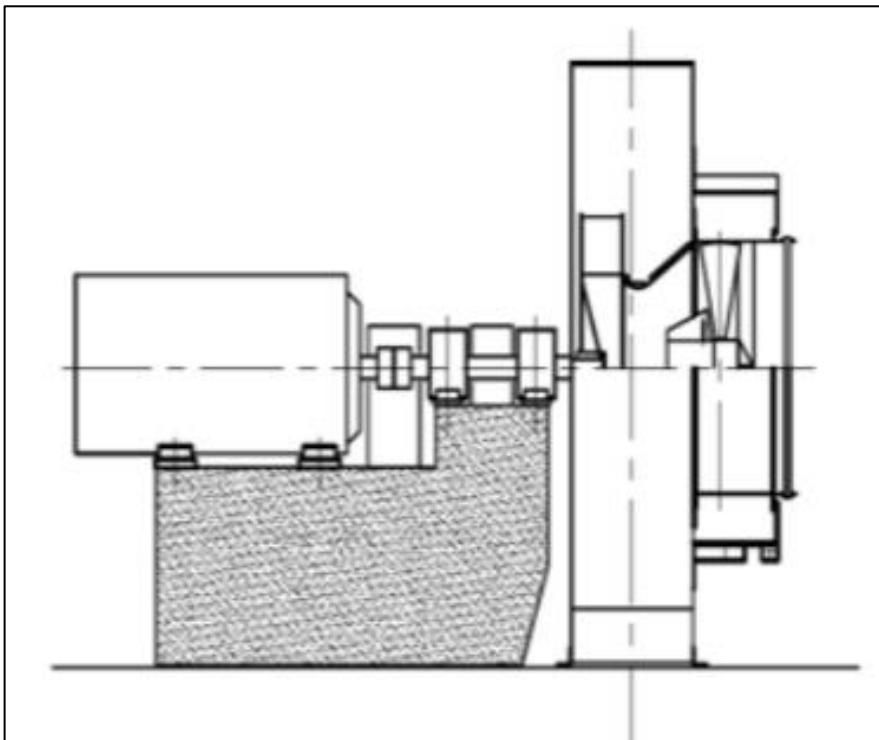


Figura 3. Ventilador centrifugo

Fuente: Zitron,2007

El ventilador axial es de diseño aerodinámico, este tipo de ventilador consiste esencialmente en un rodete alojado en una envolvente cilíndrica o carcasa. La adición de alaves-guia, detrás del rotor, convierte al ventilador turbo-axial en un ventilador axial con aletas guía.

Puede funcionar en un amplio rango de volúmenes de aire, a presiones estáticas que van de bajas a moderadamente altas y es capaz de desarrollar mayores presiones estáticas que el ventilador centrífugo, a la vez que es mucho más eficiente. Los alaves-guia en la succión o en la descarga, o en ambas partes, se han añadido para enderezar el flujo de aire fuera de la unidad la vez que sirven de apoyo en el diseño. (Zitron, 2007).

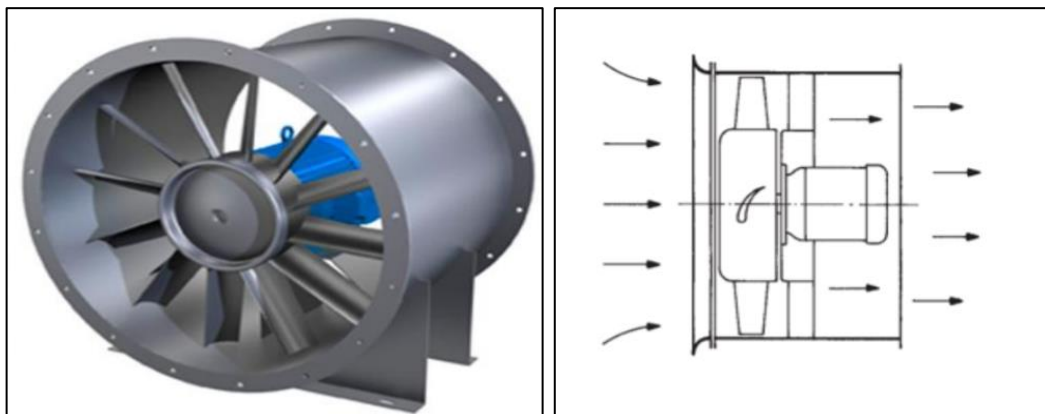


Figura 4. Ventilador axial

Fuente: Zitron, 2007.

Alguno de los gases presentes en una mina son los siguientes:

Nitrógeno (N_2), Peso específico = $0.97 \text{ kg} / \text{m}^3$, está presente en el aire y en algunas rocas es un gas químicamente inerte, incoloro, insípido y más liviano que el aire. Es a la vez el principal diluyente del oxígeno en el aire, sin embargo, cuando se agrega nitrógeno al aire se produce una atmosfera con deficiencia de oxígenos, es decir el agregar el agregar nitrógeno al aire es equivalente a quitarle oxígeno. En todo caso, una

cantidad excesiva de nitrógeno creara una atmosfera asfixiante en la que un ser humano no puede mantenerse vivo.

Fuentes de aumento del contenido de N, en el aire de mina son: putrefacción de sustancias orgánicas y trabajos con explosivos.

El oxígeno (O_2), Peso específico = $1.11 k_g / m^3$; es un gas muy activo, se necesita para la respiración y la combustión. En incoloro, inodoro, insípido y ligeramente más pesado que el aire.

Aunque estamos acostumbrados a respirar aire que contiene 21% de oxígeno, el cuerpo humano puede funcionar en atmosferas mayores o menores de este gas. Sin embargo, cuando el contenido de oxígeno baja hasta 16% (1 atm de presión), muchas personas tienen dificultades para respirar.

Cuando el contenido de oxígeno baja hasta 10% muchas personas pierden el conocimiento.

Las principales de la disminución de oxígeno en el aire de mina son: procesos de oxidación lenta de materiales orgánicos (madera, combustibles, rocas) desprendimiento de gases por los carbones y las rocas.

El Anhídrido carbónico (CO_2), Peso específico = $1.53 k_g / m^3$; Gas incoloro, inodoro con sabor ligeramente acida cuando se encuentra en concentraciones altas. Normalmente se considera que el CO_2 es un gas inerte ya que no mantiene la combustión, razón por la cual se le emplea como extinguidor para combatir incendios.

Como se ha mencionado anteriormente, el anhídrido carbónico se encuentra presente en el aire que respiramos. Sin embargo, se encuentra también en los suelos, en el carbón y en muchas rocas.

Es generado por los seres vivientes, los incendios y las explosiones, es más pesado que el aire y tiende a circular por las zonas bajas (niveles más profundos o en el piso de las galerías).

Monóxido de carbono (CO), Peso específico = $0.97 \text{ kg} / \text{m}^3$, Se trata de un gas incoloro, inodoro, insípido y ligeramente más liviano que el aire, su presencia en las minas se debe a las voladuras, los incendios subterráneos y al empleo de motores de combustión interna mal regulados. El peligro de monóxido de carbono para la salud se debe a que la hemoglobina de la sangre se combina con el gas con mucha más facilidad que con el oxígeno, lo cual limita la capacidad de absorción de oxígeno por parte de la sangre. Esto hace que una concentración volumétrica de 500 ppm de CO en el aire pueda producir la muerte en 3 horas, ya que bloquea la absorción de oxígeno al 50% de la hemoglobina contenida en la sangre. Explota cuando se encuentra en el aire en un porcentaje de 13% a 75%.

El Óxido de nitrógeno (NO_x), Peso específico $\text{NO}_x=1.58 \text{ kg} / \text{m}^3$. Se trata de gases más pesados que el aire, incoloros cuando la concentración es baja (pero tóxica) y pardos rojizos cuando la concentración es alta. Se detecta con relativa facilidad por el olor característico que se percibe en un frente de trabajo inmediatamente después de una voladura con explosivos.

Gases formados por efecto del empleo de explosivos y de equipos de combustión interna, la toxicidad de estos gases se debe a que, al disolverse en la humedad contenida en los pulmones, dan la formación de ácido nítrico y nitroso cuya corrosividad es conocida, (ver tabla 03)

Tabla 03

Efectos fisiológicos de los gases nitrosos

Efectos fisiológicos	Porcentaje por volumen de concentración	Concentración (ppm)
Concentración máxima que se permite para exposiciones.	0,001 – 0,004	10 – 40
Cantidad mínima que produce irritación de la garganta.	0,0062	62
Produce tos, en cantidades mínimas	0,01	100
Peligroso, aun en exposiciones cortas (media a una hora).	0,01 – 0,015	100 - 150
Fatal para exposiciones cortas	0,02 – 0,07	200 - 700

Fuente: Apuntes de ventilación de minas – UNI.

El Anhídrido sulfuroso (SO_2), Peso específico = 2.26 kg/m^3 , es un gas incoloro, sofocante, inflamable, más pesado que el aire y con fuerte olor a azufre, se disuelve fácilmente en el agua. Se forma por la combustión de minerales con alto contenido de azufre en incendios subterráneos y por las voladuras en minas que contienen sulfuros. Su efecto extremadamente irritante lo hace fácil de detectar y es difícil que una persona pueda permanecer más de unos minutos en una atmosfera que contiene este gas, (ver tabla 04)

Tabla 4

Efectos fisiológicos del SO₂

Concentración (ppm)	Efectos fisiológicos del SO ₂
0.3 – 0.1	Detectable por la mayoría de las personas por el sentido del gusto más que por el olor.
3.0 – 5.0	Olor característico.
10	Concentración máxima permisible para una exposición prolongada.
20	En cantidades mínimas produce tos e irritación inmediata a los ojos.
50	Pronunciada irritación de los ojos, garganta y pulmones pero que puede llegar a soportarse por espacio de varios minutos.
50.0 – 100.0	Concentración máxima permisible, para una corta exposición (media hora).
150	Extremadamente desagradable, puede soportarse varios minutos.
400.0 – 500.0	Peligrosa, inclusive para una exposición corta, imposible respirar.

Fuente: Apuntes de ventilación de Minas – UNI

El Ácido sulfhídrico (H₂S), Peso específico = 1.19 kg / m³, es un gas incoloro de gusto azucarado y olor a huevo podrido, arte y forma una mezcla explosiva cuando su concentración llega a 6 % o es fácilmente soluble en agua.

Es más venenoso que el monóxido de carbono, pero su característico olor lo hace, menos peligroso, irrita las mucosas de los ojos y de los conductos respiratorios y ataca el sistema nervioso.

Las fuentes de formación de sustancias orgánicas, descomposición de minerales, desprendimiento de las grietas (minas de sal, de asfaltitas), (ver tabla 05).

Tabla 5

Efectos fisiológicos del H₂S

Porcentaje por volumen de concentración	Efectos fisiológicos del H ₂ S
	Intoxicación sub aguda
	Síntomas ligeros tales como:
0.005 – 0.010	Conjuntivitis leve (irritación de los ojos) e irritación del conducto respiratorio después de una hora de exposición.
0.020 – 0.030	Intoxicación sub – aguda Peligrosa entre media hora y una hora de exposición.
0.050 – 0.070	Intoxicación sub – aguda Peligrosa entre media hora y una hora de exposición.
0.100 – 0.200 o más	Intoxicación aguda Perdida del conocimiento, cese de la respiración y muerte a los pocos minutos.

Fuente: apuntes de ventilación de minas – UNI

Metano (CH_4) y otros hidrocarburos, Peso específico = $0.554\text{kg} / \text{m}^3$. Es un gas incoloro, inodoro, insípido y más liviano que el aire, se concentra en las partes altas de las labores mineras de atmosfera tranquila.

El metano es una de las impurezas más peligrosas de la atmosfera de las minas, por su propiedad de formar mezclas explosivas con el aire, las explosiones de metano han sido la causa de muerte de centenares de mineros.

1.2. Formulación del problema

¿Es factible evaluar el sistema de ventilación para continuar con la exploración del proyecto minero Huayrapongo, Chilete – 2021?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar el sistema de ventilación para continuar con la de exploración del proyecto minero Huayrapongo, Chilete – 2021.

1.3.2. Objetivos específicos

- ✓ Analizar el material particulado en el proyecto minero Huayrapongo.
- ✓ Analizar la presencia de gases en interior mina del proyecto minero Huayrapongo.
- ✓ Proponer un sistema de ventilación para el proyecto minero Huayrapongo.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

Al realizar la evaluación del sistema de ventilación nos permitirá mantener el actual sistema de ventilación o proponer un nuevo diseño.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

Señale el tipo de investigación. Hernández (2014) tipifica las investigaciones No Experimentales de la siguiente manera:

Longitudinales

- Por su propósito, ya que analizan cambios a través del tiempo.
- Por su tipo, son investigaciones de diseños de tendencias, etc.

Transversales

- Por su característica, a través de una recolección de datos en un único momento.
- Por su tipo. Pueden ser: Exploratorios o Descriptivos.

En las investigaciones “No Experimentales” se observan situaciones ya existentes (no provocadas intencionalmente en la investigación). Además, se determinó es del Carácter Transversal, ya que éstas tienen por características, que el investigador recolecte información (datos) en un determinado momento, para luego identificar variables y analizar su correlación. Para finalizar es de Nivel Descriptivo, ya que se estudió la variable identificada, utilizando el diseño estratificado para la contratación de la hipótesis. En resumen, la presente es del Tipo No Experimental, de Carácter Transversal y de Nivel Descriptivo.

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

2.2.1. Población:

Toda la labor del proyecto minero Huayrapongo Chilete – 2021.

2.2.2. Muestra:

La muestra es 3 estaciones de monitoreo de la labor Huayrapongo.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Tabla 6

Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos

Métodos	Instrumentos	Materiales
De campo	Guías	Libreta de apuntes
	Fichas	Formato de campo
	Tomas fotográficas	Fotografía
De laboratorio	Monitoreo de partículas	Contador de partículas HANDHELD 3016
	Monitoreo de gases	Medidor de gases modelo S200
	Levantamiento topográfico	GPS, Brújula y Cinta métrica
	Normas técnicas peruanas	Formato estándar
	Fichas de resultados	Informe
	Toma de fotografías	Fotografía

Fuente: Elaboración propia

2.4. Procedimiento

Para la Evaluación del Sistema de Ventilación para continuar con la exploración del Proyecto Minero Huayrapongo Chilete 2021, se utilizará el Contador de partículas HANDHELD 3016 para analizar el material particulado PM_{10} y $PM_{2.5}$, el Medidor de gases modelo S200 analizando Monóxido de carbono (CO), Dióxido de Azufre (SO_2) y Dióxido de nitrógeno (NO_2) y para tener una noción de la galería se realizará un levantamiento topográfico con brújula.

De la tabla 1, referente a los límites máximos permisibles, en la columna A) se determinó el tipo de agente a monitorear; de la columna B) se determinó los límites máximos permisibles de cada uno de los agentes a monitorear, con cuales se cotejarán los datos obtenidos de cada uno de las estaciones de monitoreo.

De la tabla 6, referente a los puntos de monitoreo, en la columna A) se determinó la ubicación de las estaciones de monitoreo, estando ubicada la primera en la bocamina, la segunda entrando a 50M y la tercera entrando a 70M desde la bocamina; en la columna B) se determinó la coordenada este de las estaciones de monitoreo; de la columna C) se determinó la coordenada norte de las tres estaciones de monitoreo; de la columna D) se determinó la elevación de las estaciones de monitoreo.

La investigación se realizó respetando los temas éticos, siendo los datos tomados en campo en su totalidad y siendo éstos verídicos, sin alteración y respetando al máximo el no plagio.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Los resultados que se muestran, están en función del tipo de investigación, población y muestra, método de recolección de datos, instrumentos y el procedimiento descrito en el capítulo anteriormente; Así mismo, se presentan los puntos de monitoreo ubicación, accesibilidad, clima y vegetación, los mismos que se muestran a continuación:

Selección de los sitios de monitoreo

Para la selección de la estación de monitoreo se han tomado en cuenta puntos específicos dentro del proyecto, respetando el protocolo de Monitoreo de calidad de aire y gestión de datos.

Tabla 7

Puntos de Monitoreo

Punto de monitoreo	Fecha de monitoreo	Ubicación		
		Coordenadas UTM		
		Este	Norte	Elevación
P.M. - 1	14/12/2020	737390	9205501	1719
P.M. - 2	15/12/2020	737431	9205473	1724.12
P.M. - 3	16/12/2020	737447	9205466	1724.51

Fuente: Elaboración propia

Ubicación

El proyecto Minero Huayrapongo-Chilete, se encuentra ubicado en:

- Departamento : Cajamarca
- Provincia : San Pablo
- Distrito : San Bernardino
- Concesión Minera: Nebulosa 3 (Extensión Hectáreas 300.00)

La zona de estudio se encuentra en las siguientes coordenadas UTM:

Tabla 8

Coordenadas UTM del área de investigación

Punto	Este	Norte	Elevación
Bocamina	7373790	92055051	1719
A 50 M	737431,12	92054731	1724.12
Fondo a 70 M	737446.65	9205466.2	1724.51

Fuente: Datos tomados en campo



Figura 5. Toma de coordenadas con GPS navegador

Accesibilidad

El acceso al proyecto minero Huayrapongo se realiza mediante la siguiente ruta:

Tabla 9

Acceso al proyecto Huayrapongo

Origen-Destino	Distancia (km)	Estado de carretera
Cajamarca-Chilete	87.2	Asfaltado
Chilete - Desvió Paredones	17	Asfaltado
Desvío Paredones- Proyecto Huayrapongo	16	Trocha afirmada

Fuente: Elaboración propia.

Clima y Vegetación

El clima por lo general es cálido y seco durante la mayor parte del año, con temperatura promedio anual que varía entre 18 y 28 °C, presentándose entre los meses de junio y agosto las mayores temperaturas.

Muestra un microclima seco, caracterizado por la ausencia de precipitaciones pluviales, esto es influenciado por la basta cubierta rocosa permitiendo que la zona muestre escasos recursos

vegetales y de poco aprovechamiento para los organismos residentes, en los meses de diciembre y en enero se aprovecha la humedad y algunos hualangos, cactus y árboles de pate, así como brotes de forrajes tienden a verdecer la cubierta superficial de esta zona.

A continuación, se presentan los resultados del monitoreo ambiental de calidad de Partículas y Aire en el Proyecto Minero Huayrapongo, Chilete. Situado en el Distrito de San Bernardino, Provincia de San Pablo, Departamento de Cajamarca de las diferentes estaciones o puntos de monitoreo, siendo los parámetros: Material Particulado menor a 10 micras (PM_{10}) y Material Particulado menor a 2.5 micras ($PM_{2.5}$), Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Nitrógeno (NO_2), y Dióxido De Azufre (SO_2), con la finalidad de conocer las concentraciones de las sustancias o contaminantes presentes en el aire en la zona de monitoreo

Para ello, se creyó conveniente elegir puntos específicos para la toma de datos que, con ayuda de instrumentos de última generación, se ha realizado el monitoreo de acuerdo al Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire y Gestión de Datos, publicado en el Reglamento de Seguridad Minera D.S. N° 024-2016-EM modificado por D.S. N° 023-2017-EM.

Para analizar el material particulado mediante el monitoreo se realizó durante las 12 horas por el transcurso de tres días. Se empleó un contador de partículas HANDHELD 3016 (0.5 y 10 μm) con un flujo de 0.1 CFM y una interfaz "pantalla táctil". El instrumento usa una fuente de luz diodo láser para conteo de partículas, y el número de partículas es mostrado en pantalla.



Figura 6. Contador de partículas HANDHELD 3016 (0.5 y 10 μ m) con un flujo de 0.1 CFM.

Resultados del monitoreo en el punto PM. -1

Partículas en suspensión PM₁₀ -12h



Figura 7. Punto de muestreo PM. -1 (Bocamina)

Al realizar el estudio de las partículas PM₁₀ por el equipo Contador de partículas HANDHELD 3016 IAQ, con un flujo de 0.1 CFM y un interfaz “Pantalla Táctil”, se observa que, en la zona de monitoreo se generan este tipo de partículas a causa de las corrientes de aire que existen en el lugar.

La siguiente tabla muestra las concentraciones de partículas PM₁₀ medidas en el punto de monitoreo PM. -1 de las 7:00 a.m. a 6:00 p.m. y comparadas con el Valor estándar.

Tabla 10

Concentración de Partículas en Suspensión PM10 en el PM. -1

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas			Fecha de monitoreo	Concentraciones
		Este	Norte	Elevación		de PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
07:00 a.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	54.25
08:00 a.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	55.5
09:00 a.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	57.75
10:00 a.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	58.08
11:00 a.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	60.92
12:00 p.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	56.92
01:00 p.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	55
02:00 p.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	60.17
03:00 p.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	62.42
04:00 p.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	63.58
05:00 p.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	57.25
06:00 p.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	56.33
Promedio aritmético de las concentraciones de partículas en suspensión PM10						58.18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Estándar nacional de calidad del aire PM10						150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

Las concentraciones de partículas PM₁₀ medido en el punto de control están por debajo del valor establecido en 150 µg/m³ según el D.S. N° 024-2016-EM y su modificatoria D.S. N° 023-2017-EM. para aire.

La máxima concentración (63.58 µg/m³) se obtuvo en la hora 04:00 p.m.; mientras que la mínima concentración se obtuvo a las 07:00 a.m. (54.25 µg/m³).

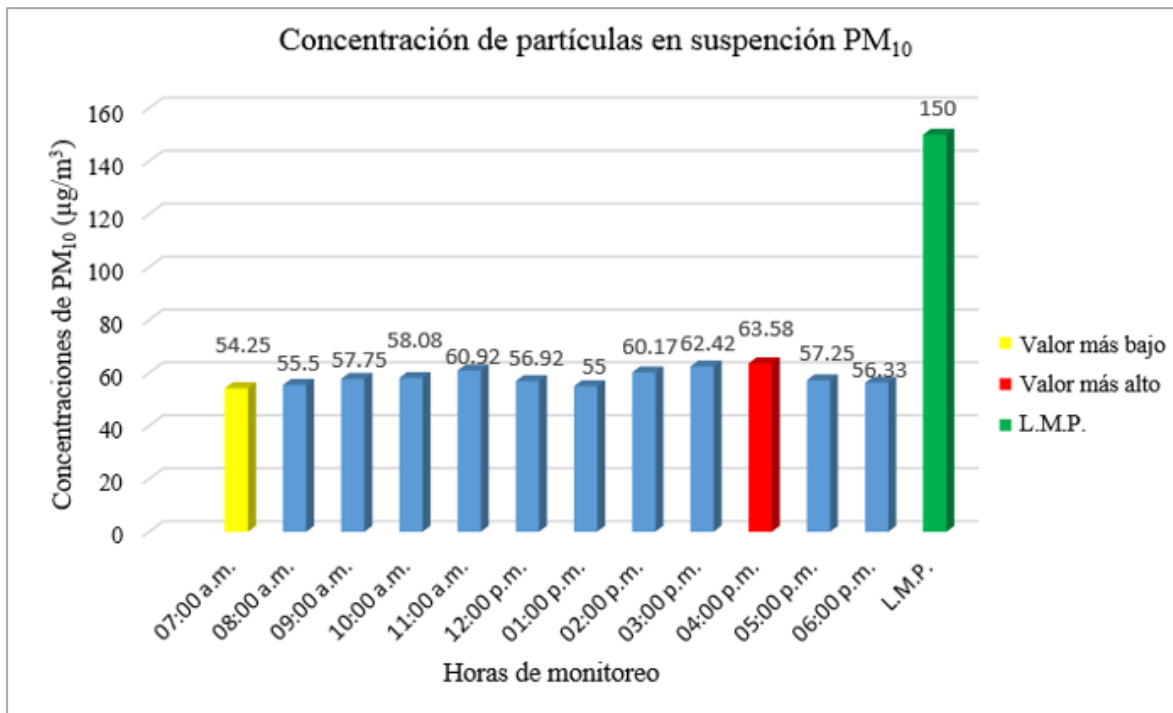


Figura 8. Concentraciones de partículas en suspensión PM₁₀ obtenidas en las 12 horas de control.

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

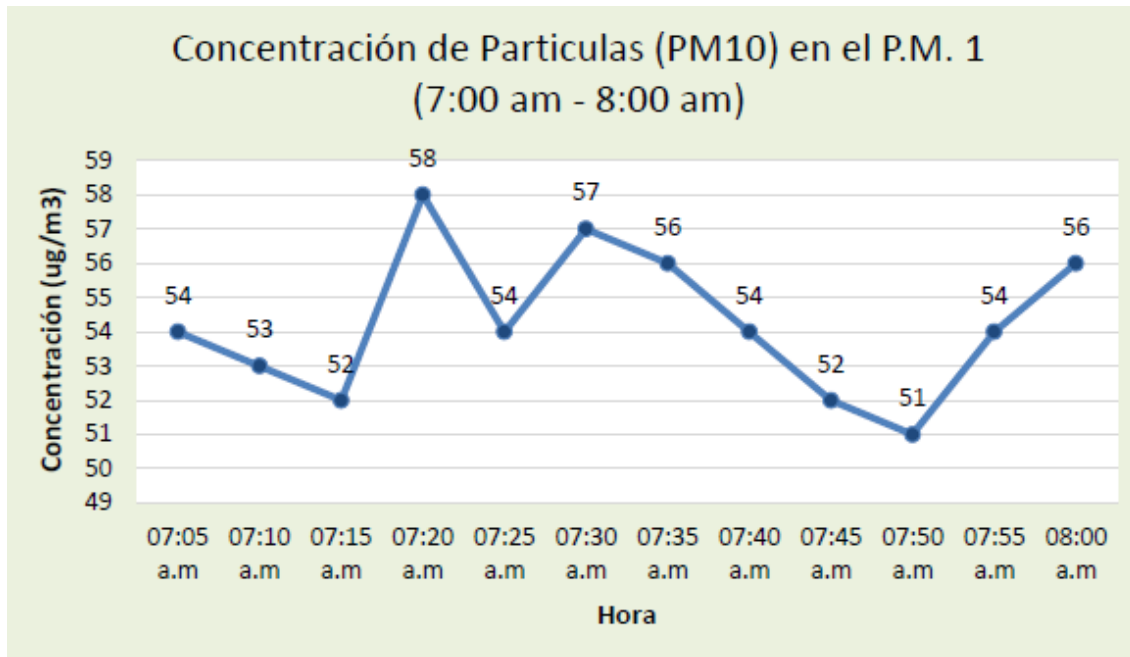


Figura 9. Valores de material particulado (PM₁₀), cada 5 minutos (7:00 am-8:00 am).

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

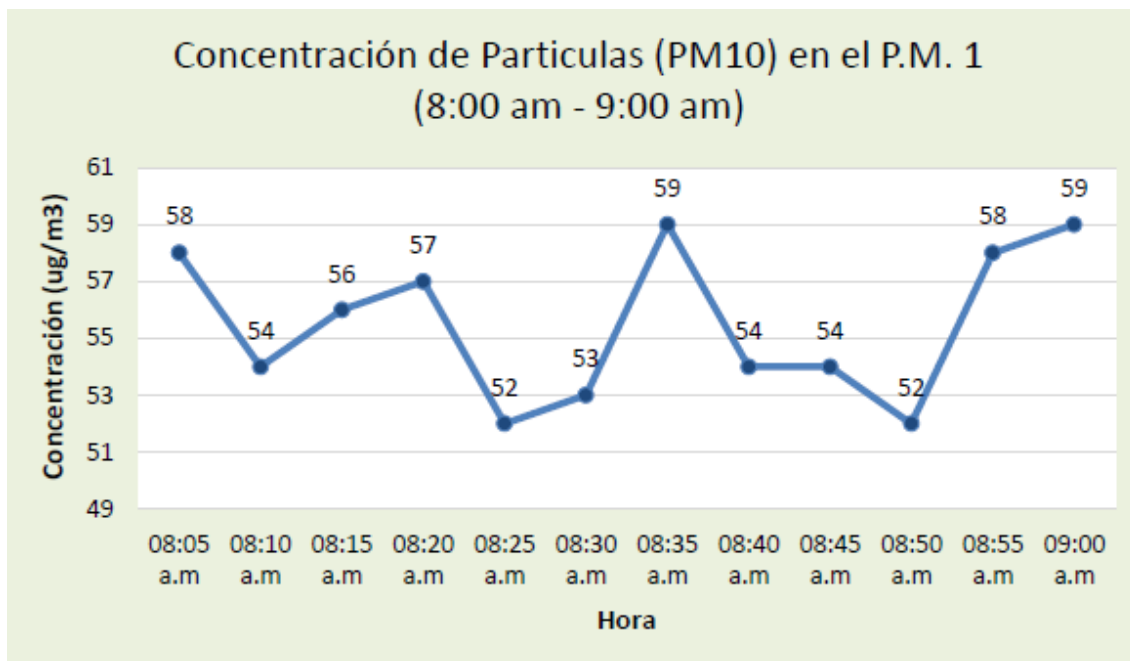


Figura 10. Valores de material particulado (PM₁₀), cada 5 minutos (8:00 am-9:00 am).

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

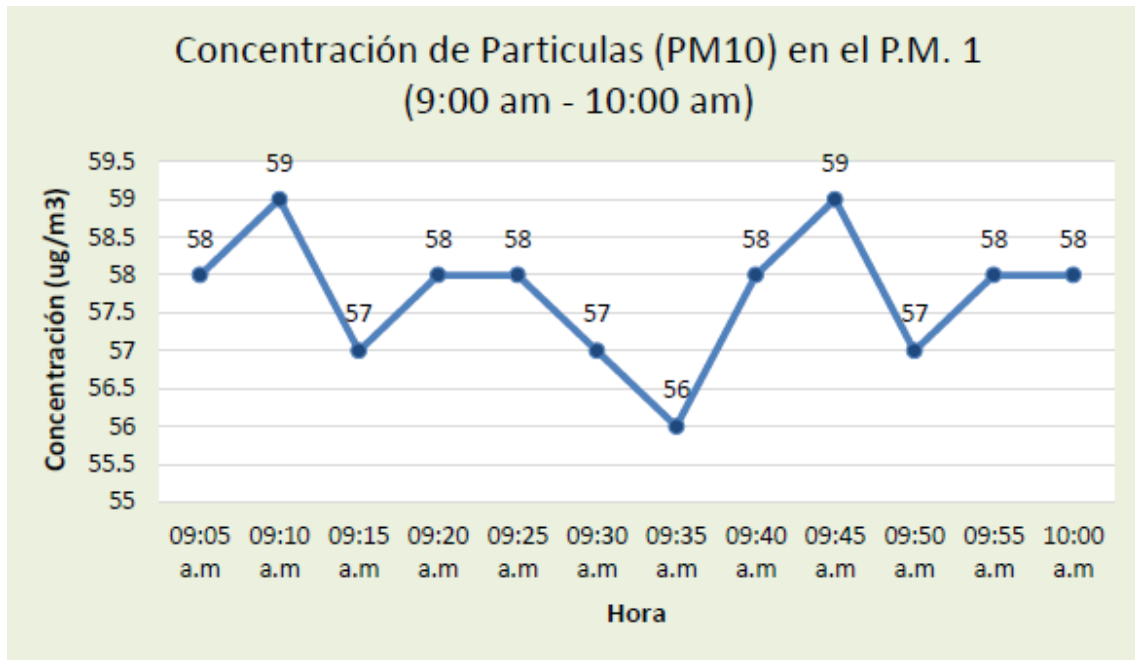


Figura 11. Valores de material particulado (PM₁₀), cada 5 minutos (9:00 am-10:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

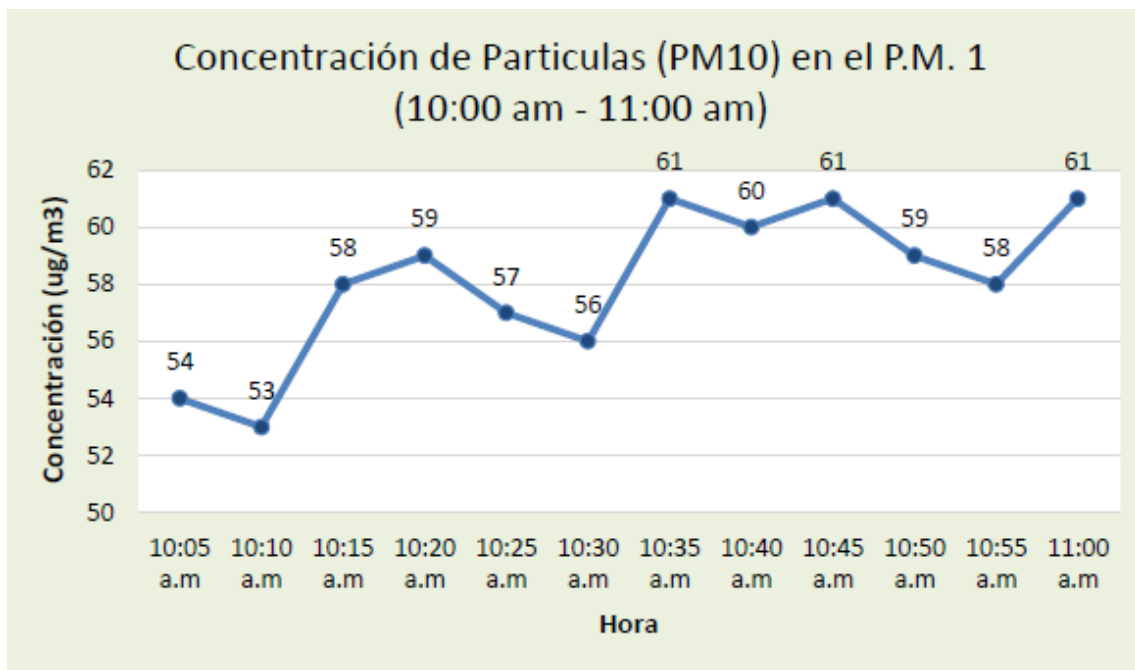


Figura 12. Valores de material particulado (PM₁₀), cada 5 minutos (10:00 am-11:00 am).

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

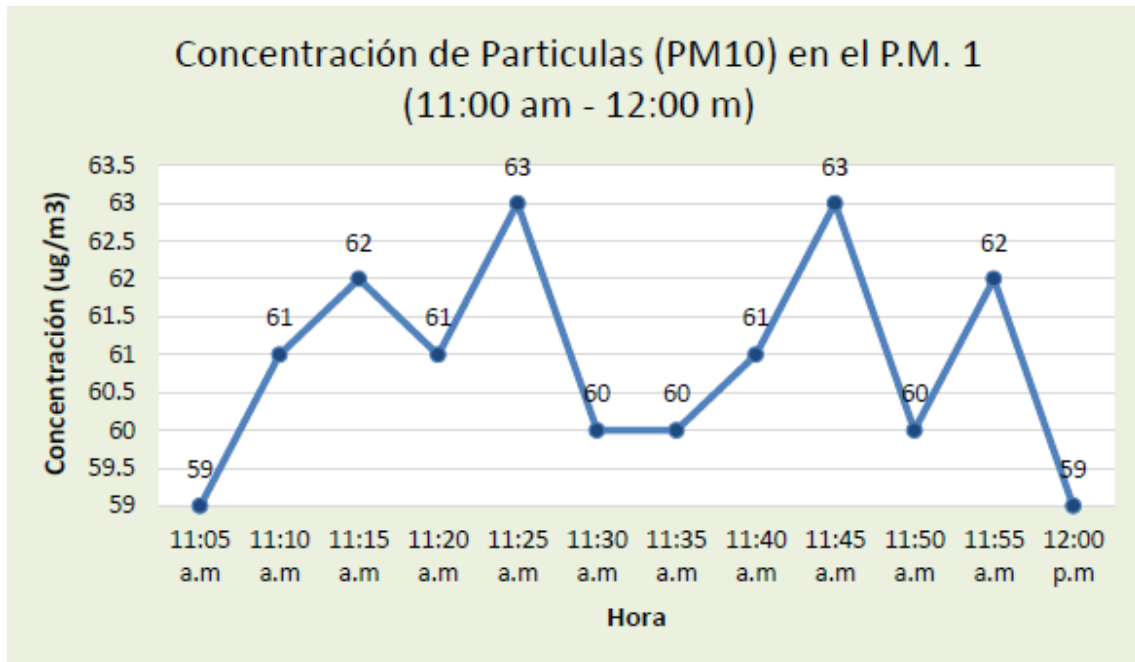


Figura 13. Valores de material particulado (PM₁₀), cada 5 minutos (11:00 am-12:00 am).

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

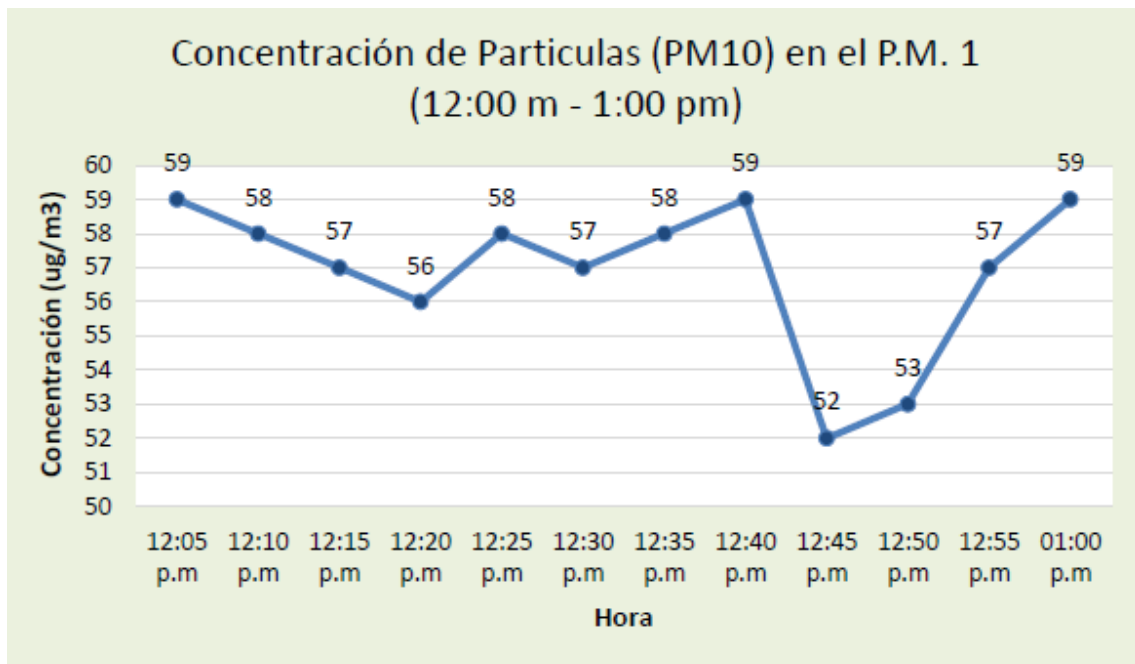


Figura 14. Valores de material particulado (PM₁₀), cada 5 minutos (12 m-1:00 pm).

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

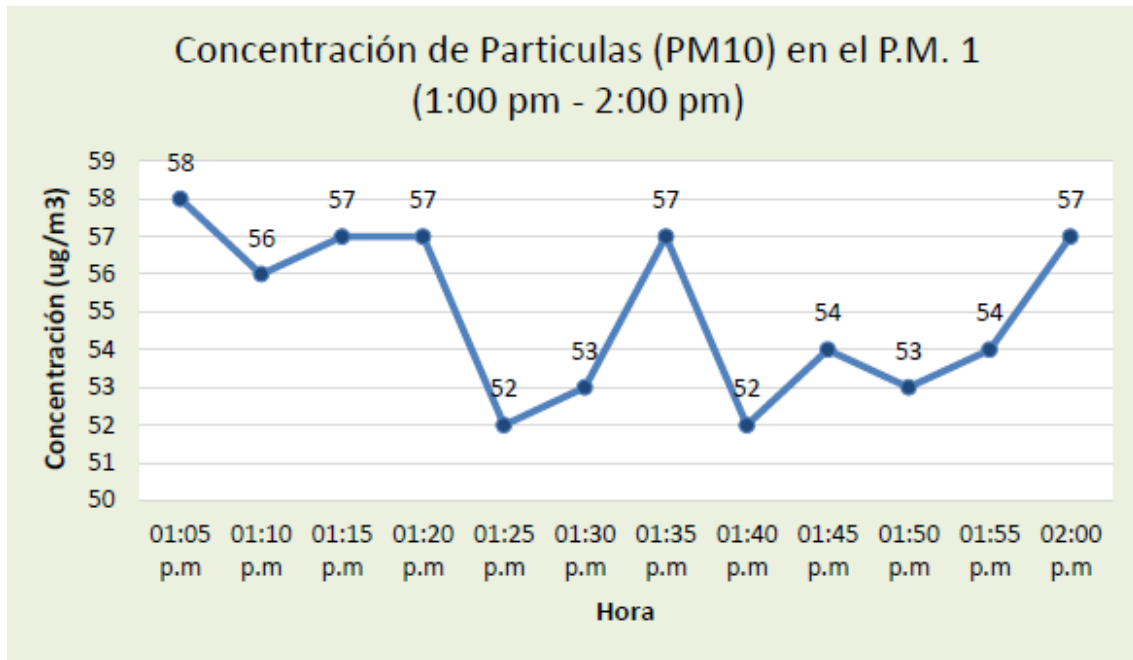


Figura 15. Valores de material particulado (PM₁₀), cada 5 minutos (1:00 pm-2:00 pm).

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

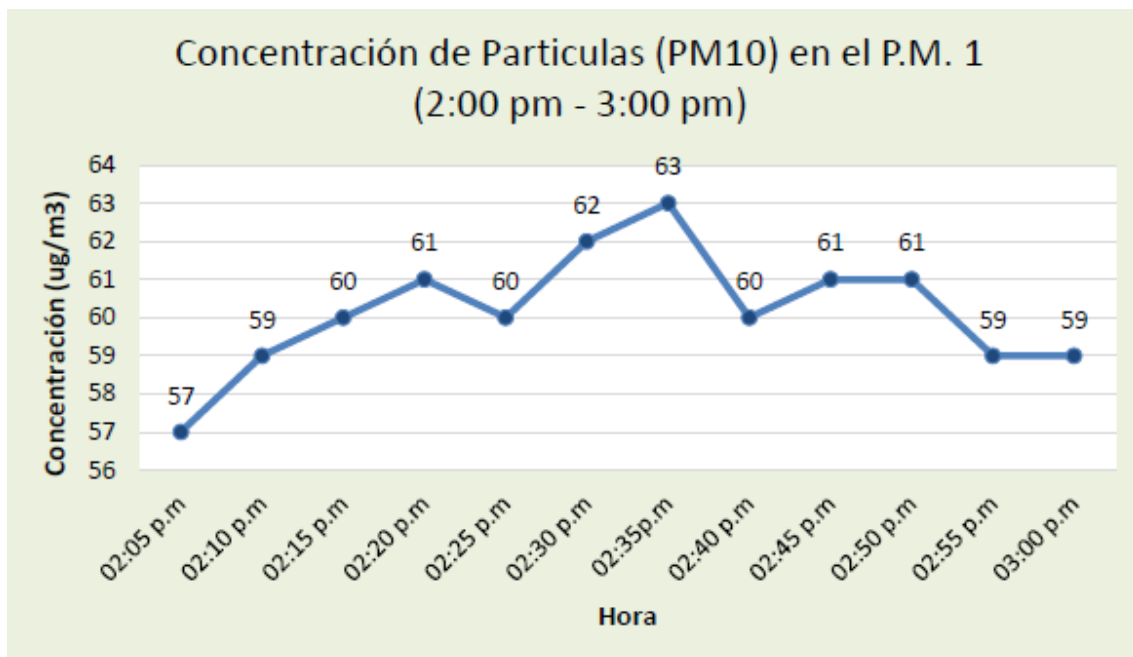


Figura 16. Valores de material particulado (PM₁₀), cada 5 minutos (2:00 pm-3:00 pm).

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

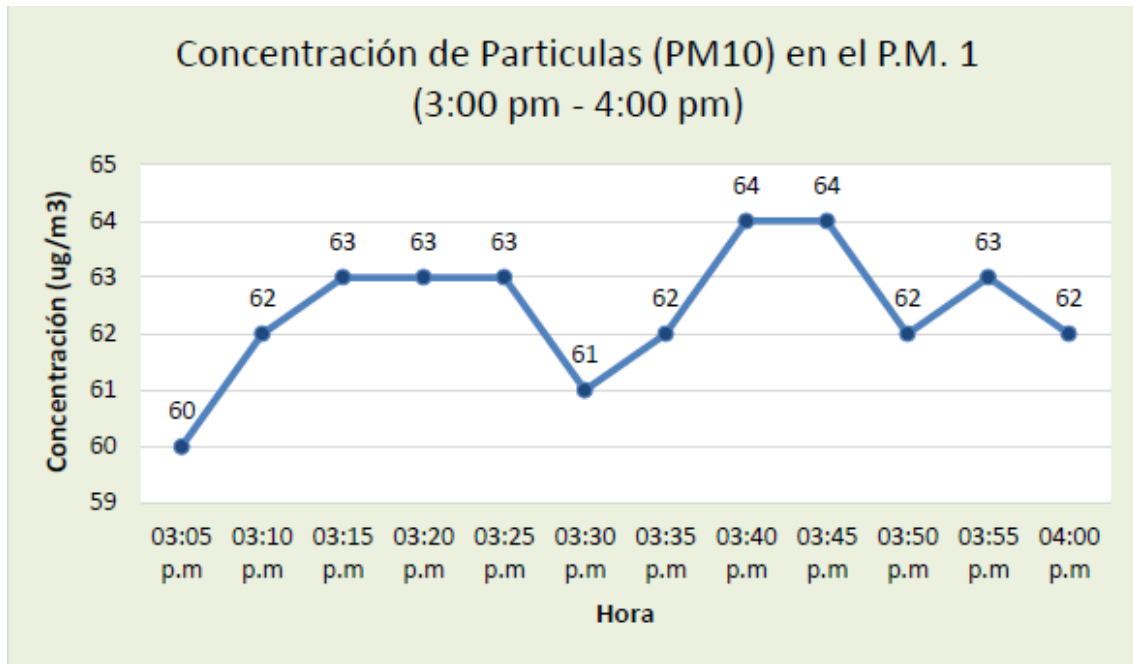


Figura 17. Valores de material particulado (PM₁₀), cada 5 minutos (3:00 pm-4:00 pm).

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

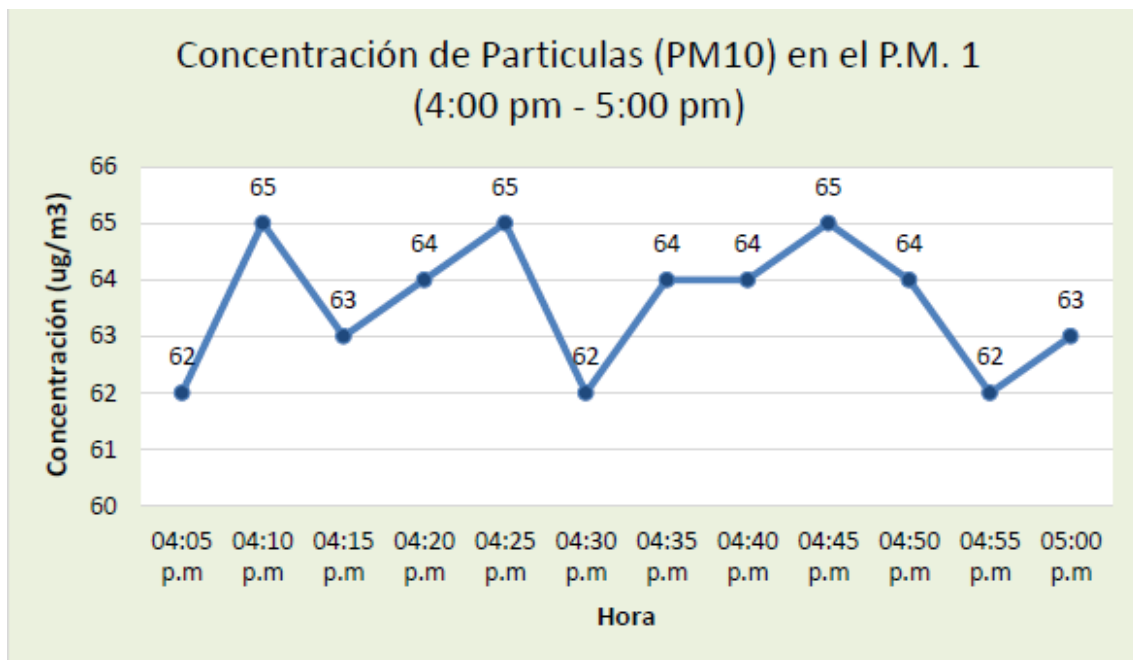


Figura 18. Valores de material particulado (PM₁₀), cada 5 minutos (4:00 pm-5:00 pm).

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

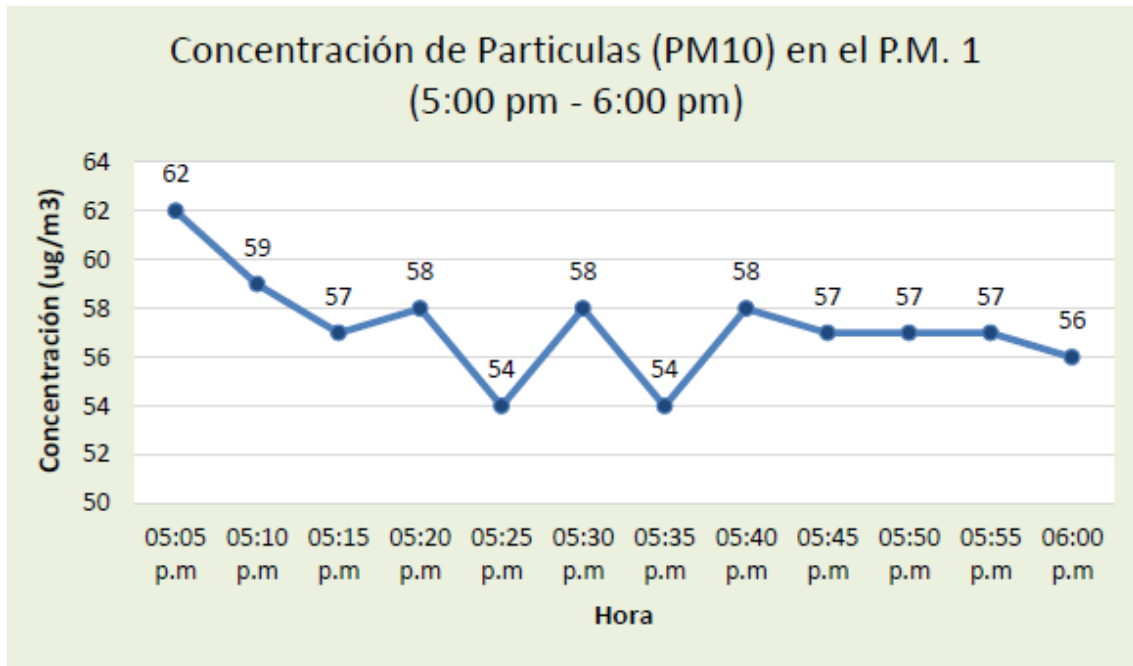


Figura 19. Valores de material particulado (PM₁₀), cada 5 minutos (5:00 pm -6:00 pm).

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

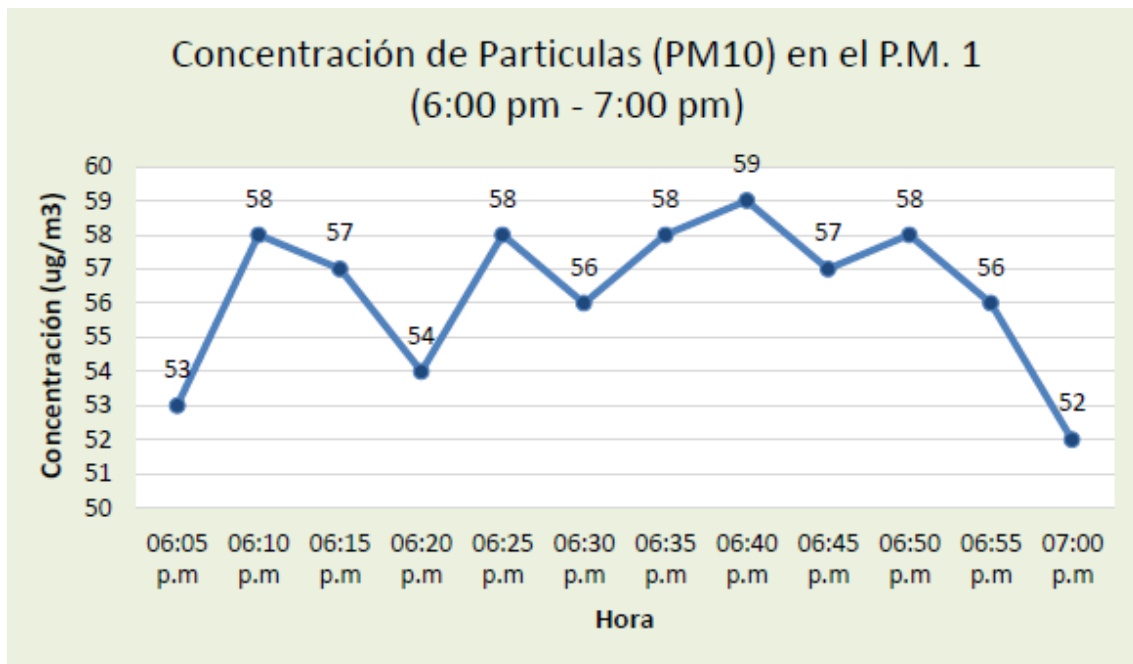


Figura 20. Valores de material particulado (PM₁₀), cada 5 minutos (6:00 pm-7:00 pm).

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

Partículas en suspensión PM_{2.5}

Punto de muestreo: PM. – 1 (Bocamina)

Al determinar las partículas PM_{2.5} por el equipo Contador de partículas HANDHELD 3016, con un flujo de 0.1 CFM y un interfaz “Pantalla Táctil”, se comprobó que en la zona de monitoreo se generan este tipo de partículas a causa de las corrientes de aire que existen en el lugar.

La siguiente tabla muestra las concentraciones de partículas PM_{2.5} medidas en el punto de monitoreo PM. -1 de las 7:00 a.m. a 6:00 p.m. y comparadas con el Valor Estándar Nacional LMP.

Tabla 11

Concentración de Partículas en Suspensión PM_{2.5} en el PM. -1

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas			Fecha de monitoreo	Concentraciones de PM _{2.5} (µg/m ³)
		Este	Norte	Elevación		
07:00 a.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	17.67
08:00 a.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	17.5
09:00 a.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	17.92
10:00 a.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	17
11:00 a.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	16.58
12:00 p.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	19.67
01:00 p.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	16.58
02:00 p.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	19.08
03:00 p.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	21.42

04:00 p.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	16
05:00 p.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	16.75
06:00 p.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	13.92

Promedio aritmético de las concentraciones de partículas en
suspensión PM_{2.5}

17.51 µg/m³

Estándar nacional de calidad del aire PM_{2.5}

50 µg/m³

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

Las concentraciones de partículas PM_{2.5} medidas en las horas de 7:00 a.m. a 6:00 p.m. están por debajo del valor en 50 µg/m³, según el D.S. N° 024-2016-EM y su modificatoria D.S. N° 023-2017-EM.

La máxima concentración (21.42 µg/m³) se obtuvo a las 03:00 p.m., mientras que la mínima concentración (13.92 µg/m³) se obtuvo a las 6:00 p.m.

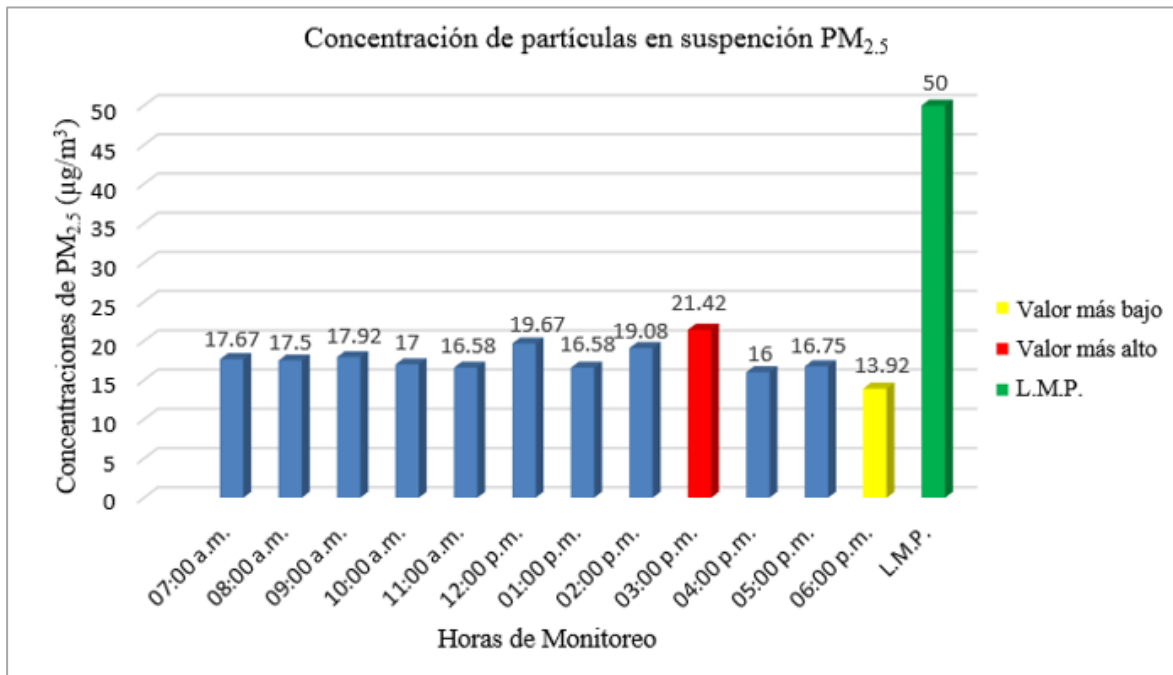


Figura 21. Concentración de partículas en suspensión PM_{2.5} obtenidas en las 12 horas de control.

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

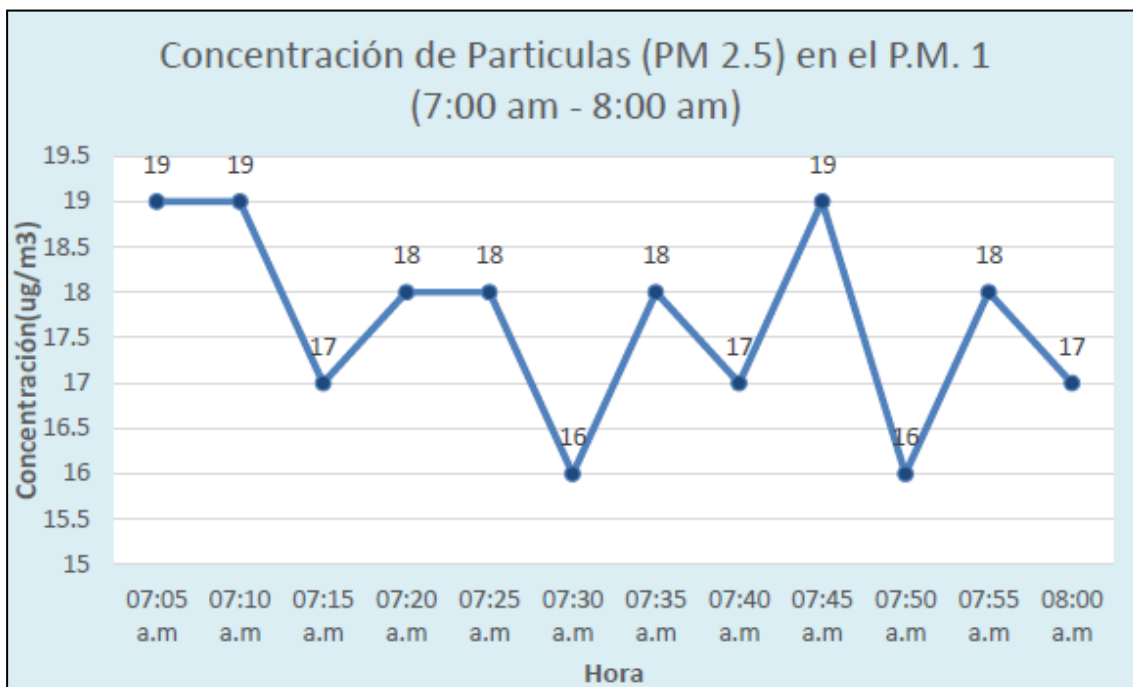


Figura 22. Valores de material particulado (PM_{2.5}), cada 5 minutos (7:00 am-8:00 am).

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

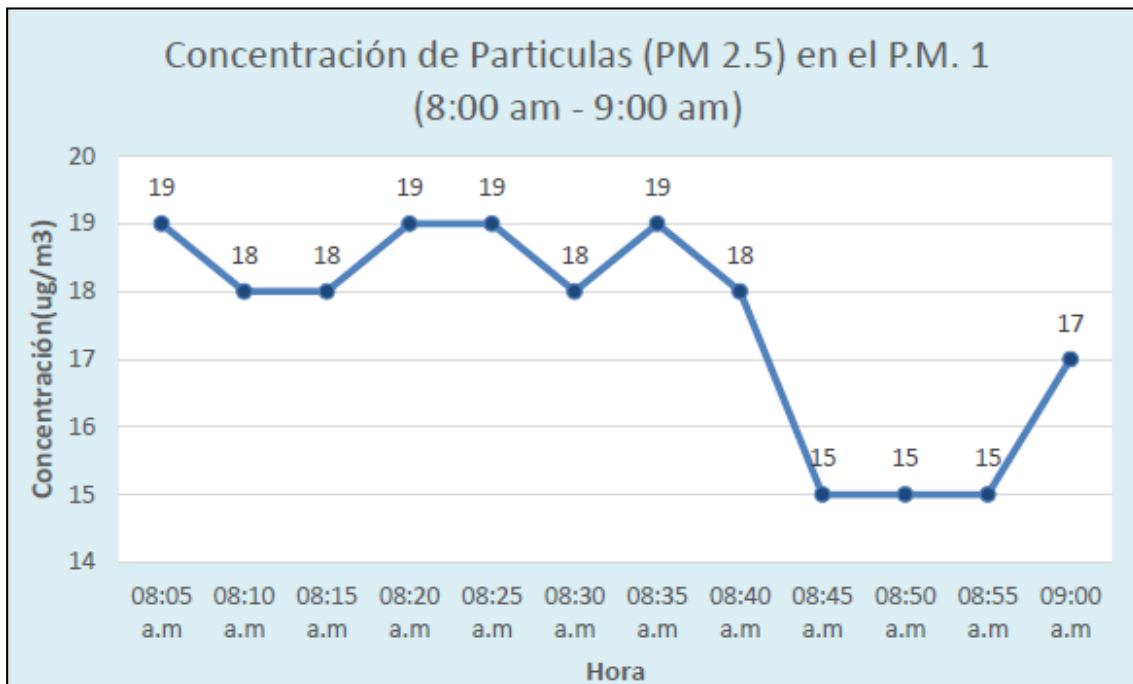


Figura 23. Valores de material particulado (PM_{2.5}), cada 5 minutos (8:00 am-9:00 am).

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

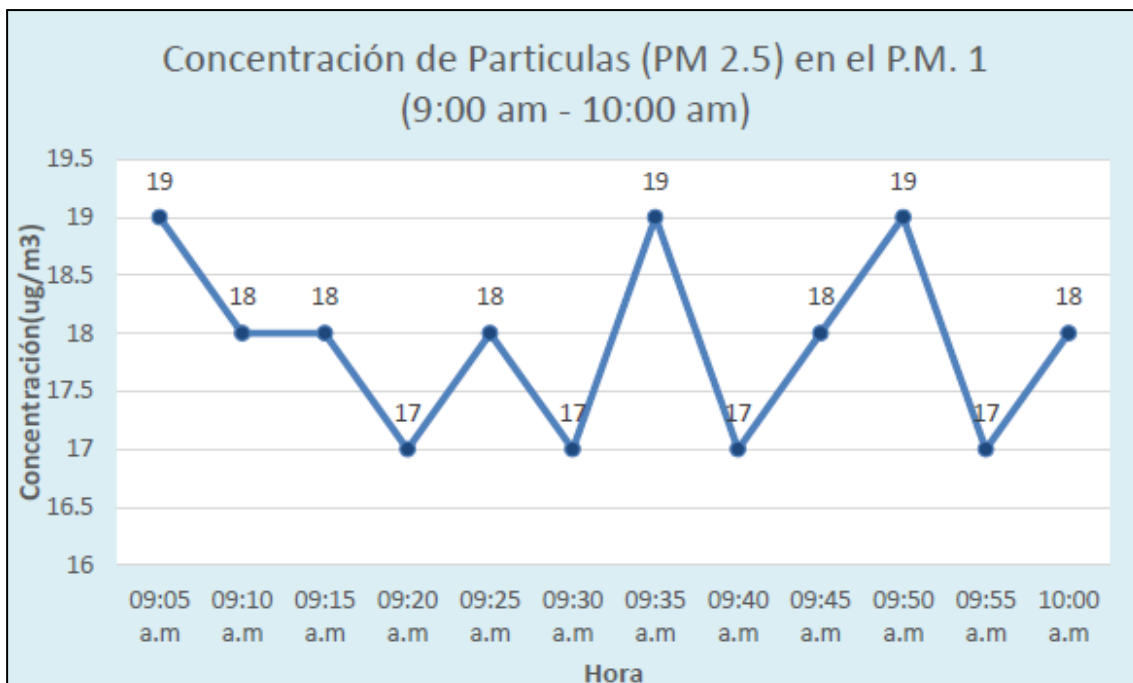


Figura 24. Valores de material particulado (PM_{2.5}), cada 5 minutos (9:00 am-10:00 am).

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

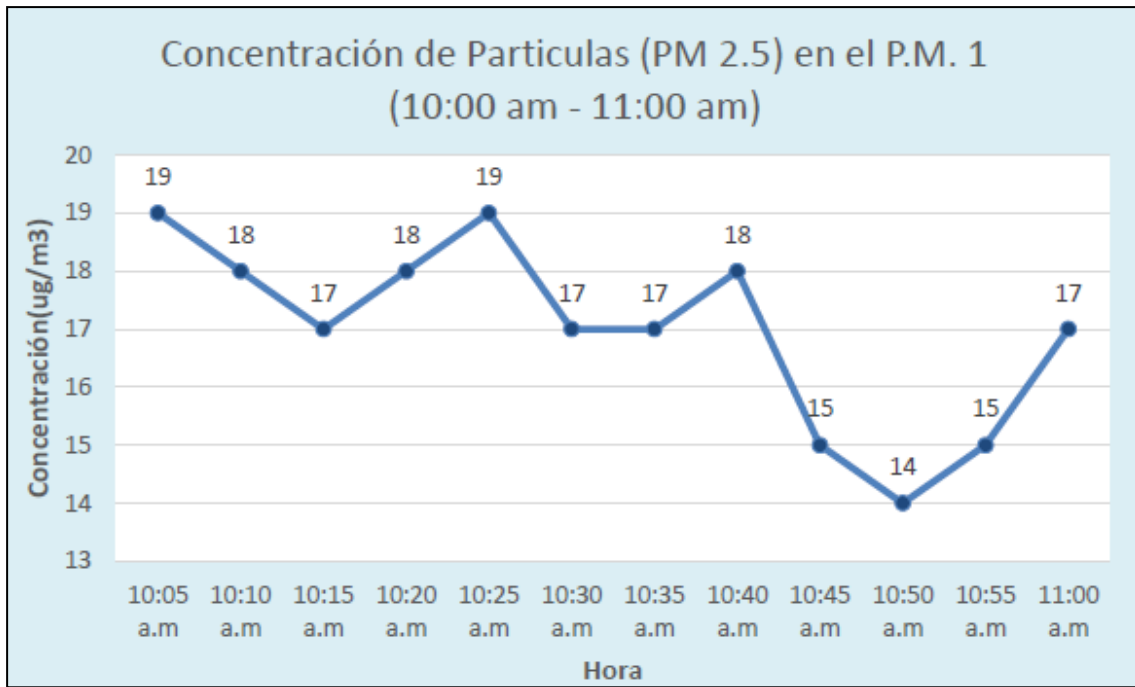


Figura 25. Valores de material particulado (PM_{2.5}), cada 5 minutos (10:00 am -11:00 am).

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

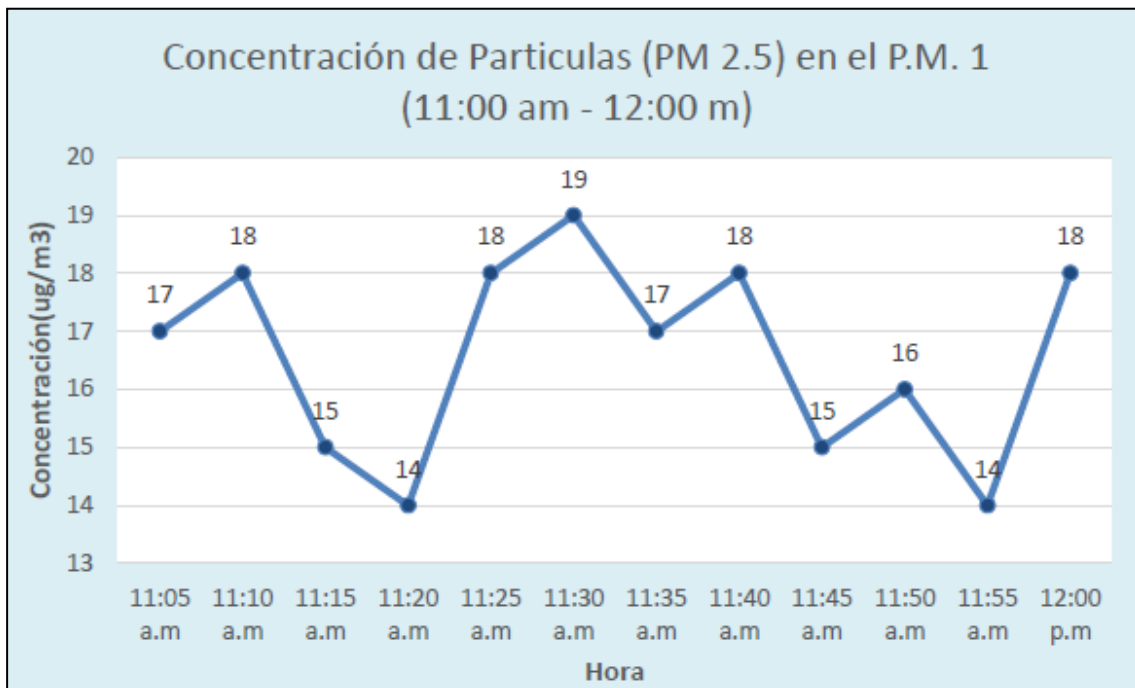


Figura 26. Valores de material particulado (PM_{2.5}), cada 5 minutos (11:00 am-12:00 pm).

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

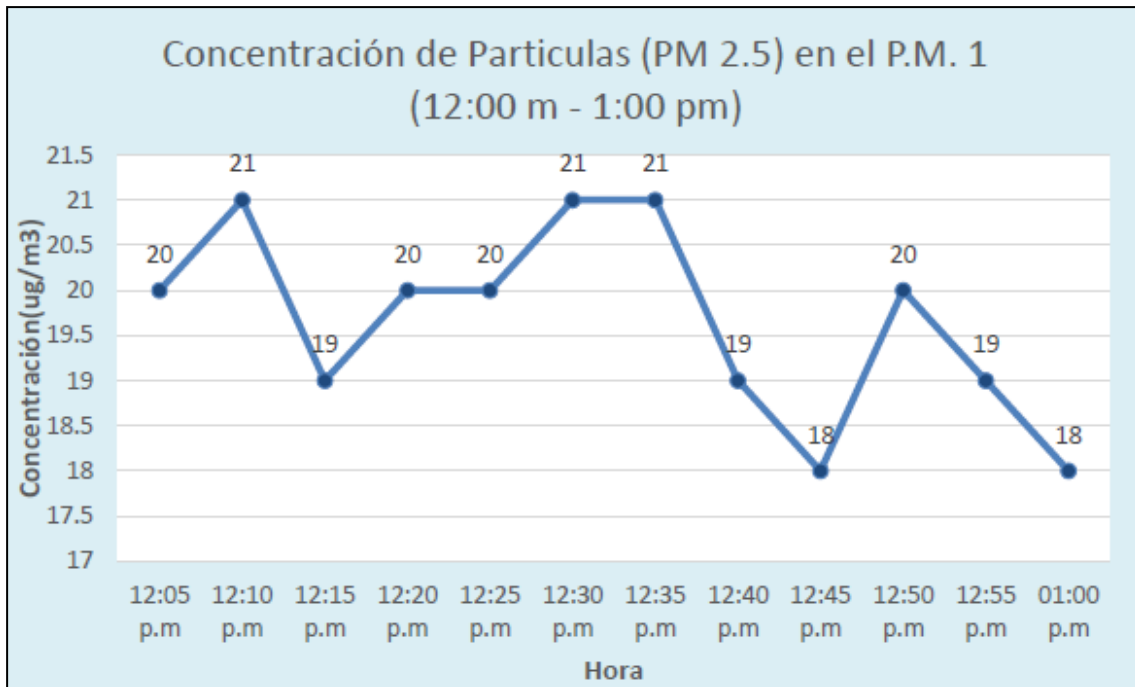


Figura 27. Valores de material particulado (PM_{2.5}), cada 5 minutos (12:00 pm-01:00 pm).

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

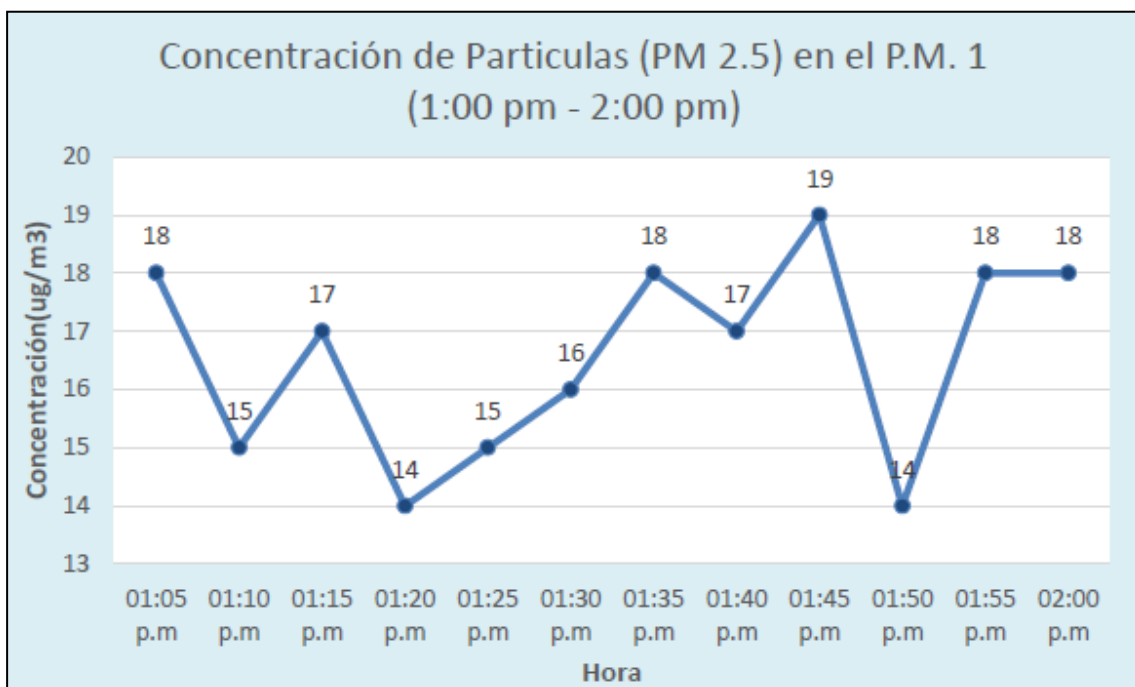


Figura 28. Valores de material particulado (PM_{2.5}), cada 5 minutos (01:00 pm-02:00 pm).

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

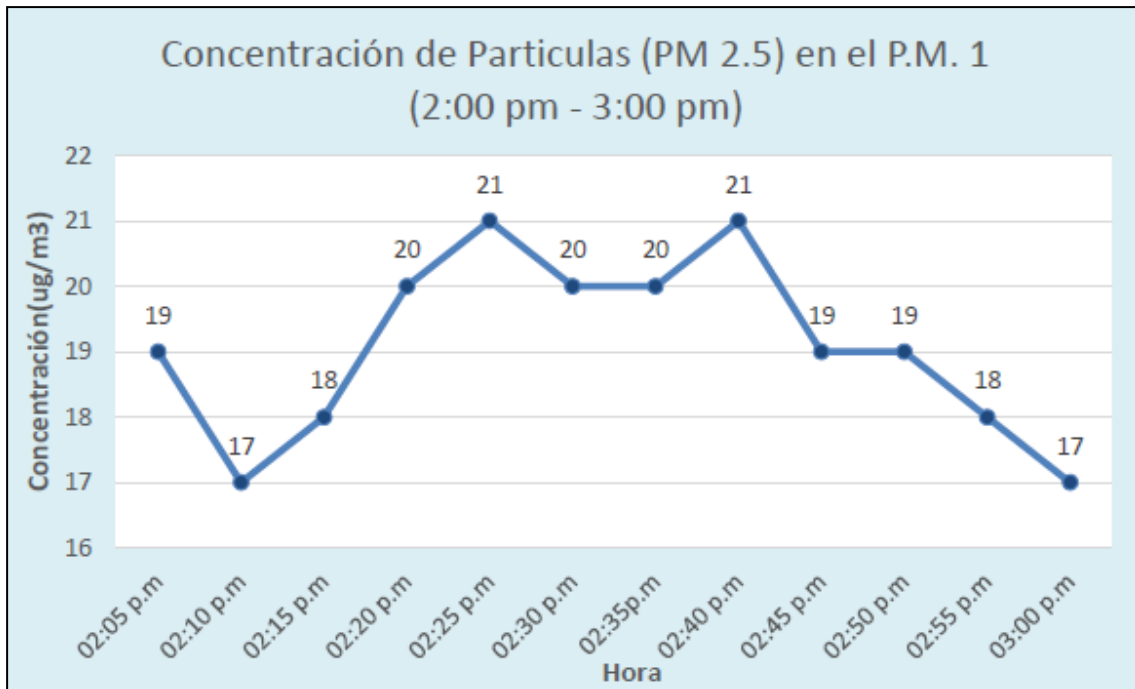


Figura 29. Valores de material particulado (PM_{2.5}), cada 5 minutos (02:00 pm-03:00 pm).

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

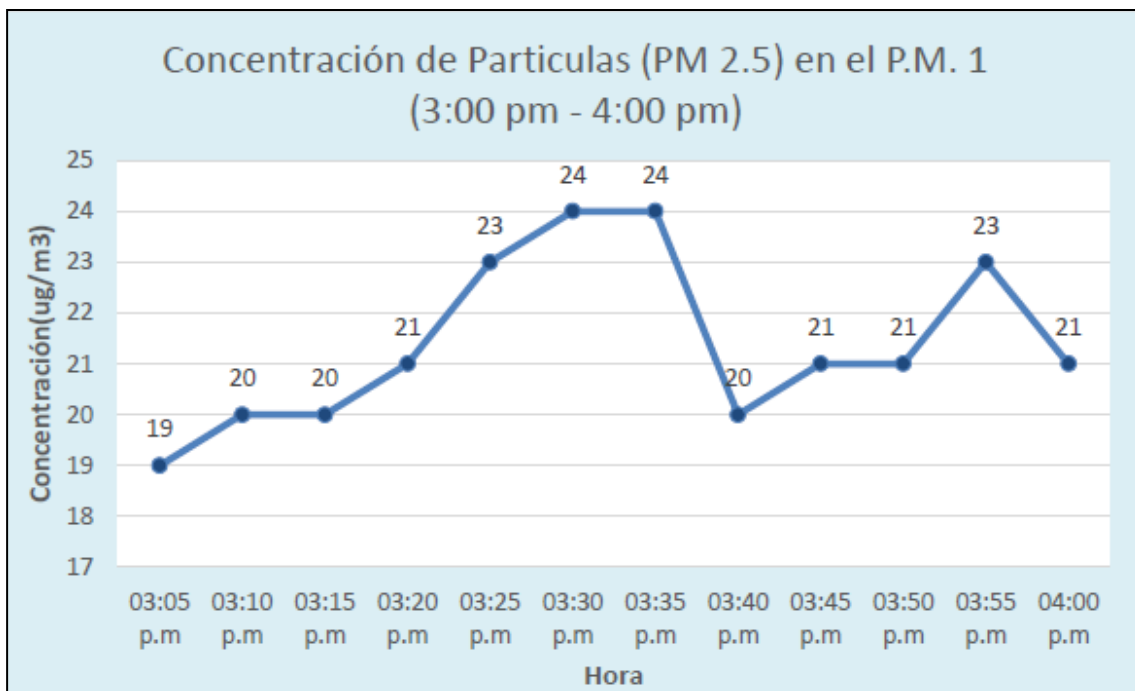


Figura 30. Valores de material particulado (PM_{2.5}), cada 5 minutos (03:00 pm-04:00 pm).

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

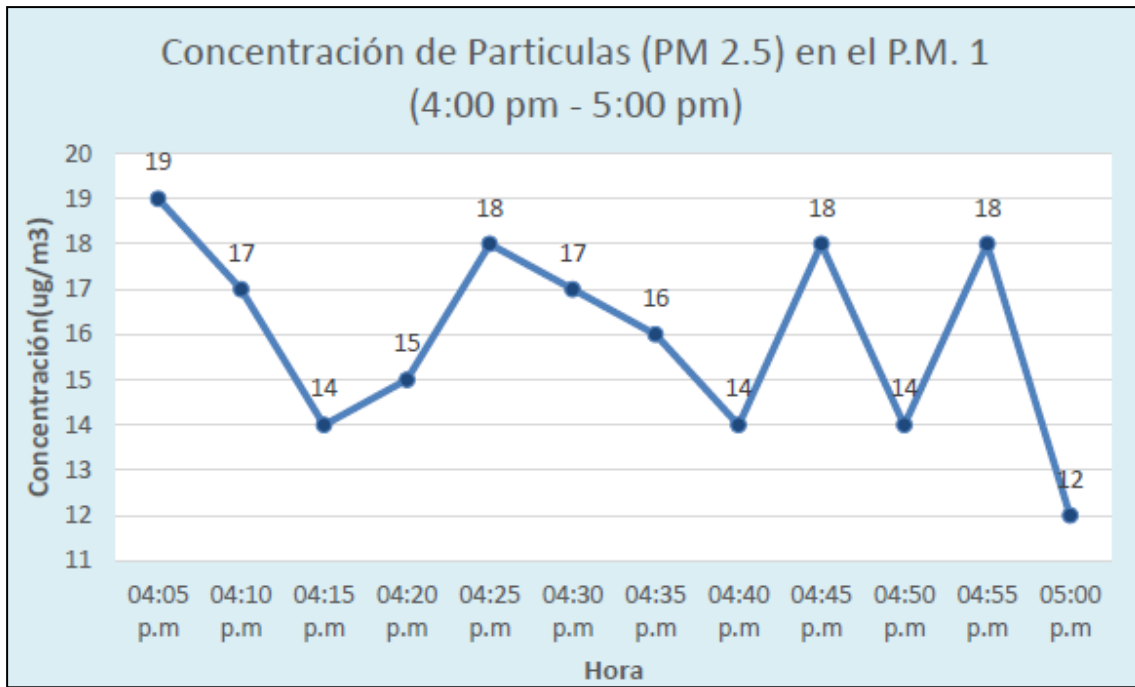


Figura 31. Valores de material particulado (PM_{2.5}), cada 5 minutos (04:00 pm-05:00 pm).

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

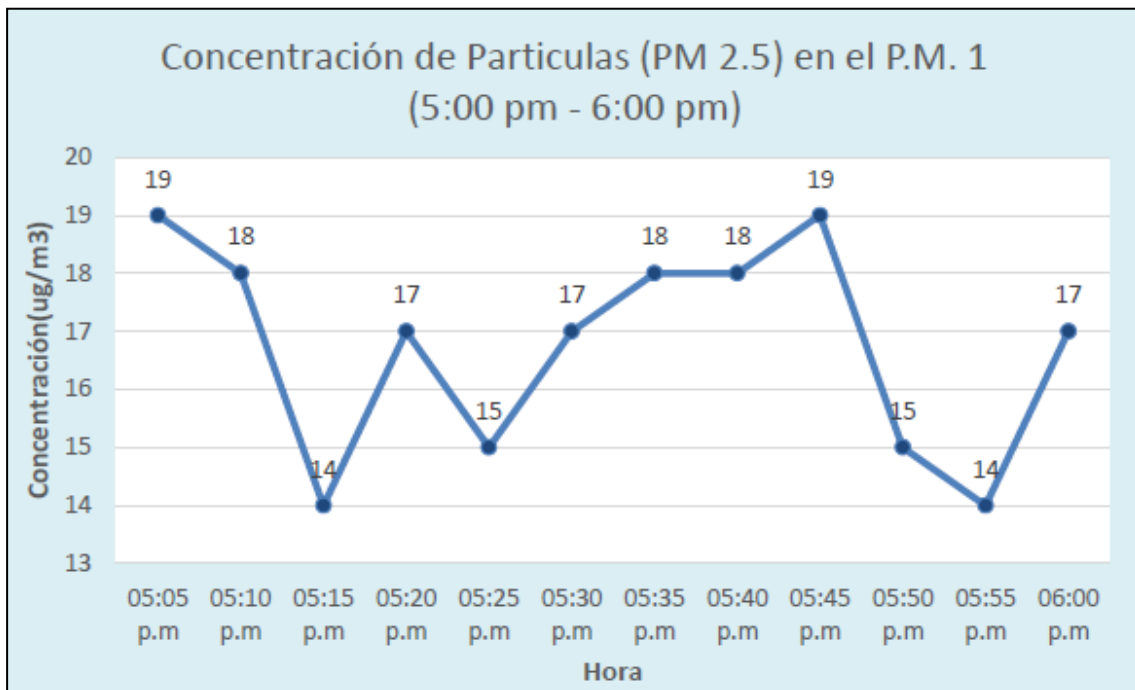


Figura 32. Valores de material particulado (PM_{2.5}), cada 5 minutos (05:00 pm-06:00 pm).

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

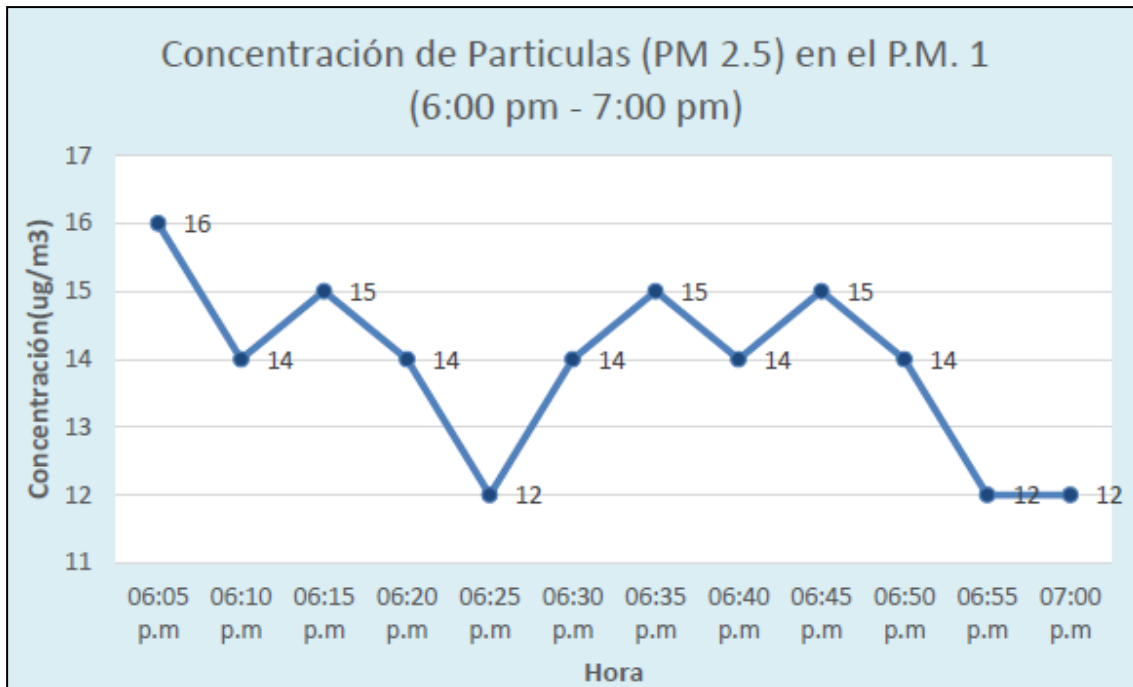


Figura 33. Valores de material particulado ($PM_{2.5}$), cada 5 minutos (06:00 pm-07:00 pm).

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

Resultados del monitoreo en el PM. -2

Partículas En Suspensión PM_{10}

Al realizar el estudio de las partículas PM_{10} por el equipo Contador de partículas HANDHELD 3016 IAQ, con un flujo de 0.1 CFM y un interfaz “Pantalla Táctil”, se observa que, en la zona de monitoreo, al existir una actividad laboral, se genera una cantidad constante de partículas en suspensión.

La siguiente tabla muestra las concentraciones de partículas PM_{10} medidos en el punto de monitoreo PM. -2, y son comparados con el Valor Estándar Nacional.

Tabla 12

Concentración de Partículas en Suspensión PM10 en el PM. -2

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas			Fecha de monitoreo	Concentración de PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
		Este	Norte	Elevación		
07:00 a.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	50.17
08:00 a.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	48.42
09:00 a.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	50.08
10:00 a.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	50.75
11:00 a.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	53.83
12:00 p.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	52.67
01:00 p.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	51.33
02:00 p.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	53.17
03:00 p.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	56

04:00 p.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	56.67
05:00 p.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	55.17
06:00 p.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	53.25
Promedio aritmético de las concentraciones de partículas en suspensión						52.63 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
PM ₁₀						
Estándar nacional de calidad ambiental del aire PM ₁₀						150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

Las concentraciones de partículas PM₁₀ medido en el punto de control están por debajo del valor establecido por el Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire para PM₁₀ fijado en 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ según el D.S. N° 024-2016-EM y su modificatoria D.S. N° 023-2017-EM. La máxima concentración (53.83 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) se obtuvo en la hora 11:00 A.m.; mientras que la mínima concentración se obtuvo a las 07:00 a.m. (50.17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

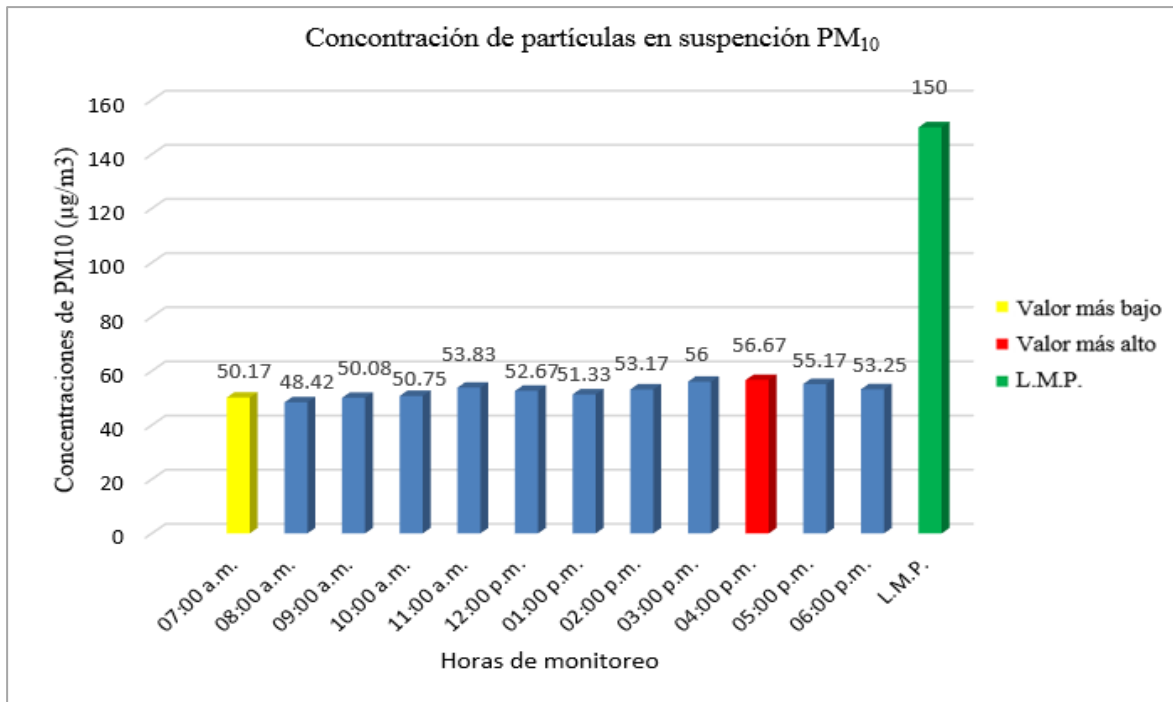


Figura 34. Concentraciones de partículas en suspensión en el PM₁₀ obtenidas en las 12 horas de control.

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

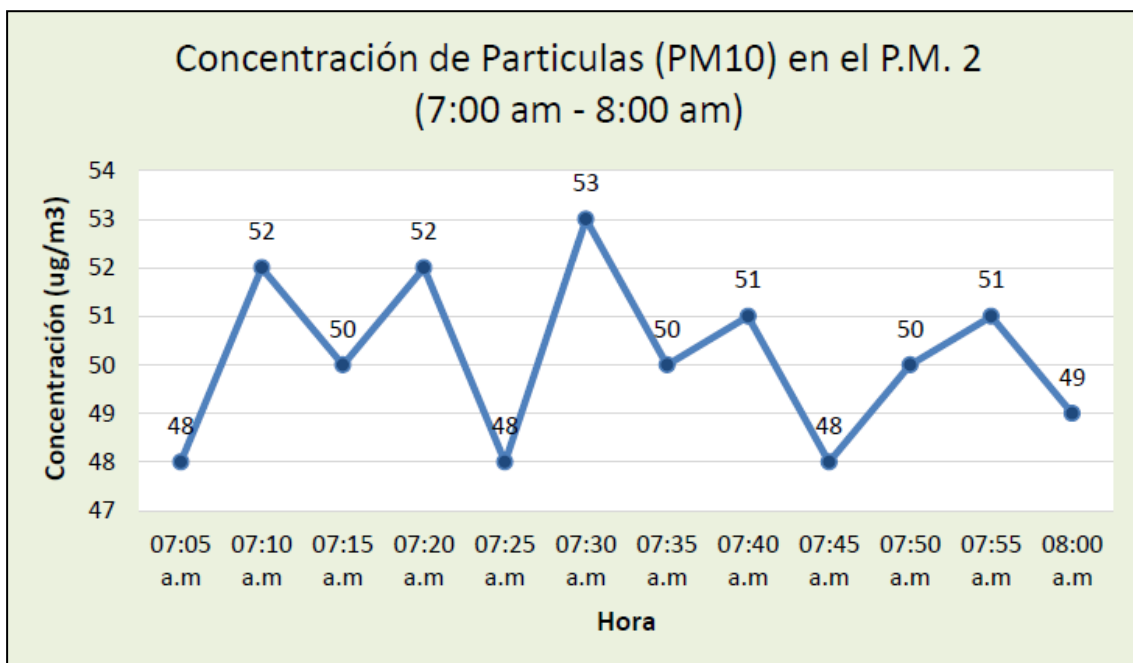


Figura 35. Valores de Material Particulado (PM₁₀), cada cinco minutos (07:00 am-8:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

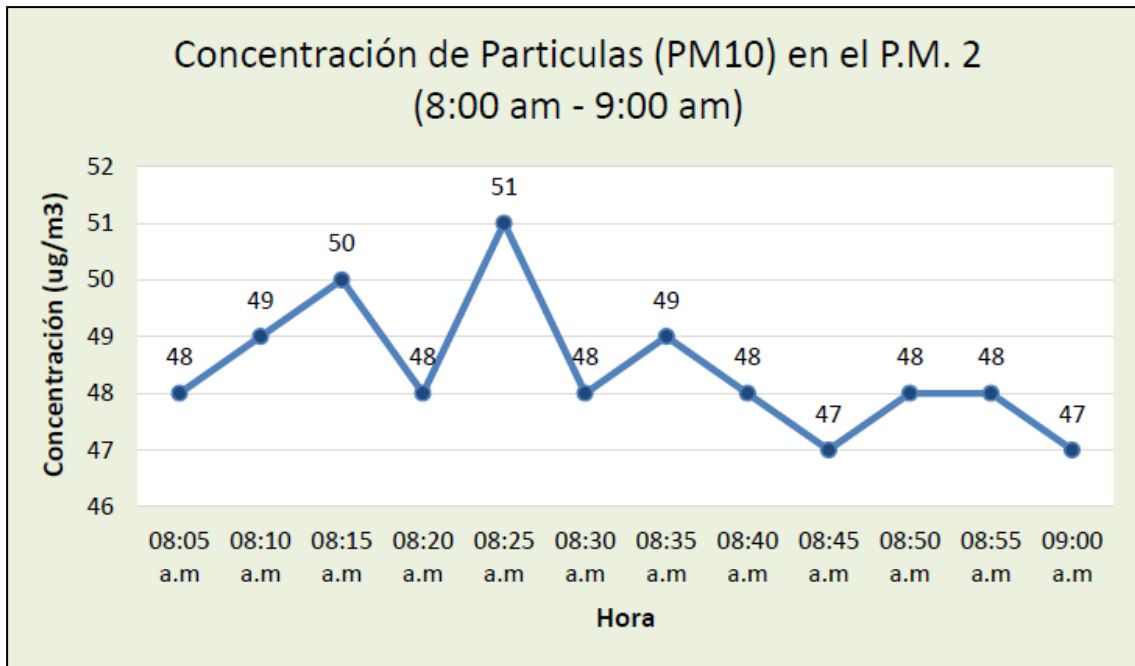


Figura 36. Valores de Material Particulado (PM10), cada cinco minutos (08:00 am-9:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

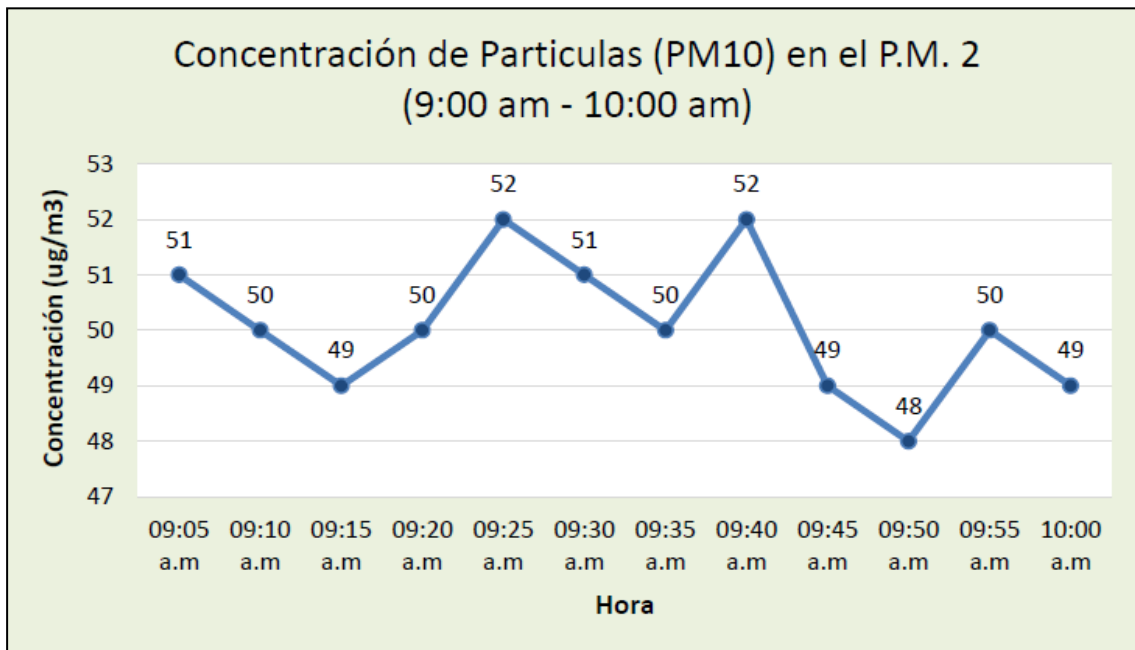


Figura 37. Valores de Material Particulado (PM10), cada cinco minutos (09:00 am-10:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

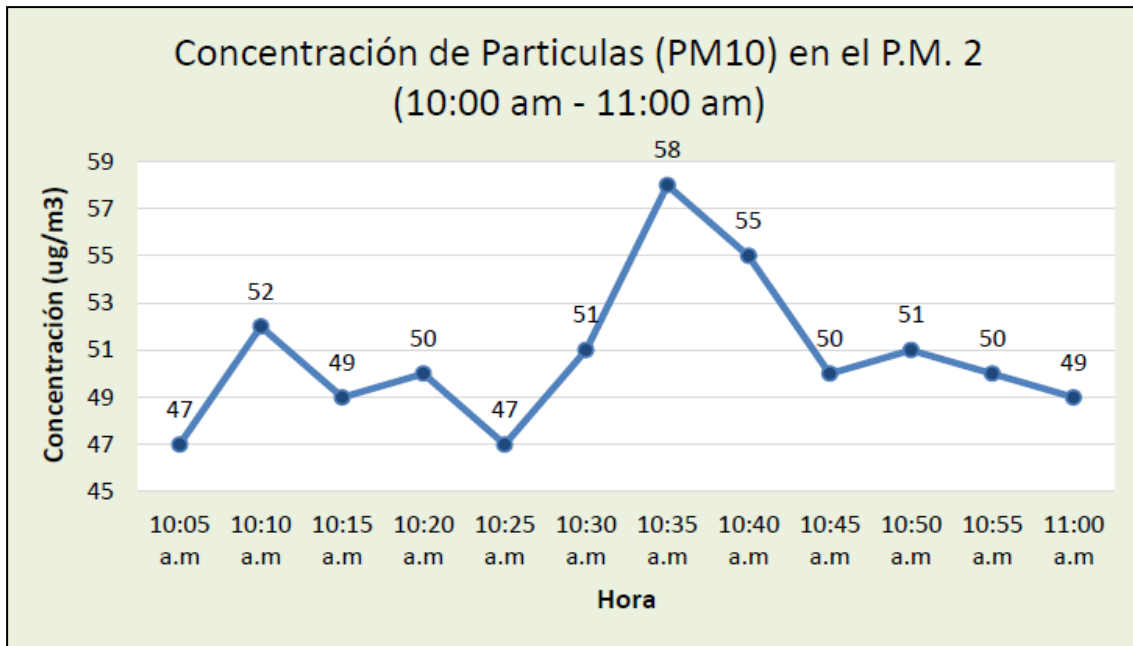


Figura 38. Valores de Material Particulado (PM₁₀), cada cinco minutos (10:00 am-11:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

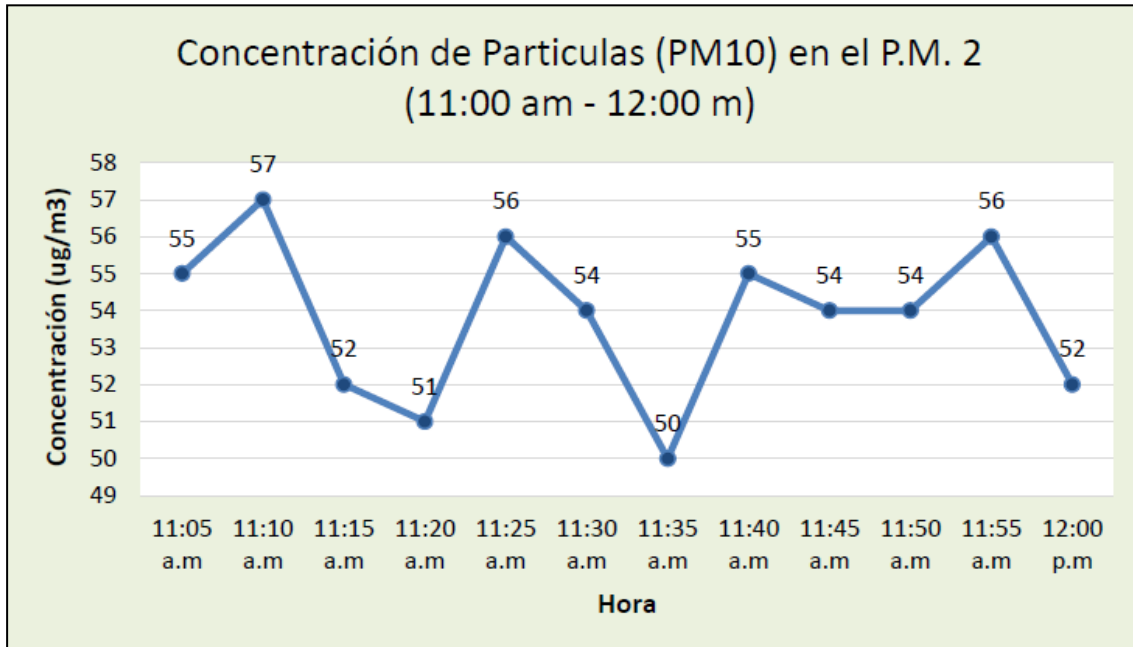


Figura 39. Valores de Material Particulado (PM₁₀), cada cinco minutos (11:00 am-12:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

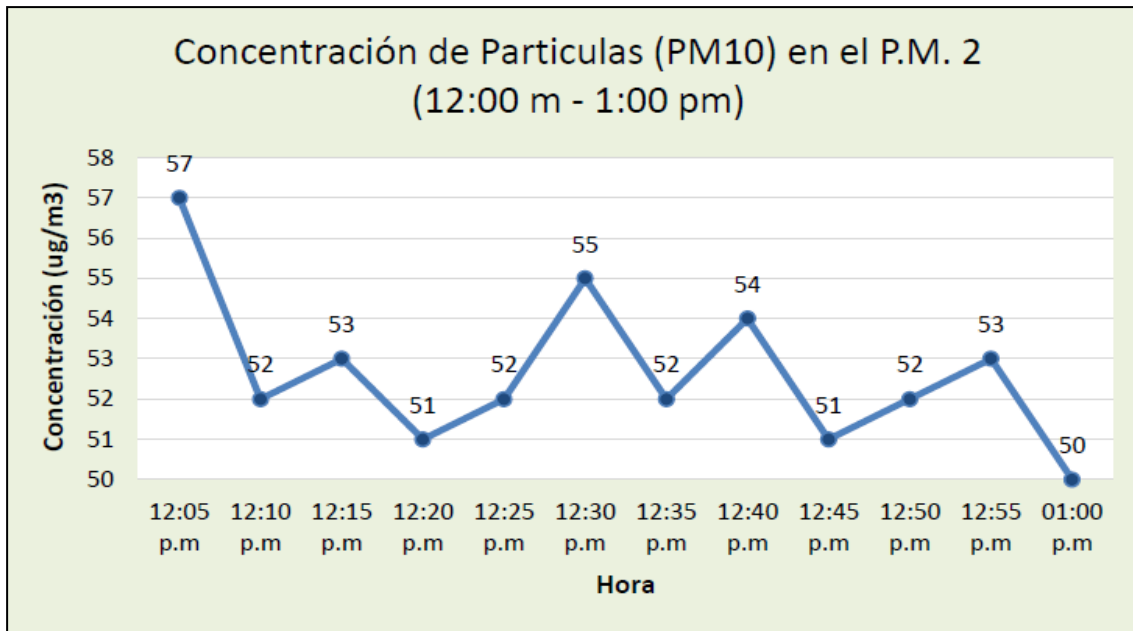


Figura 40. Valores de Material Particulado (PM10), cada cinco minutos (12:00 pm-01:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

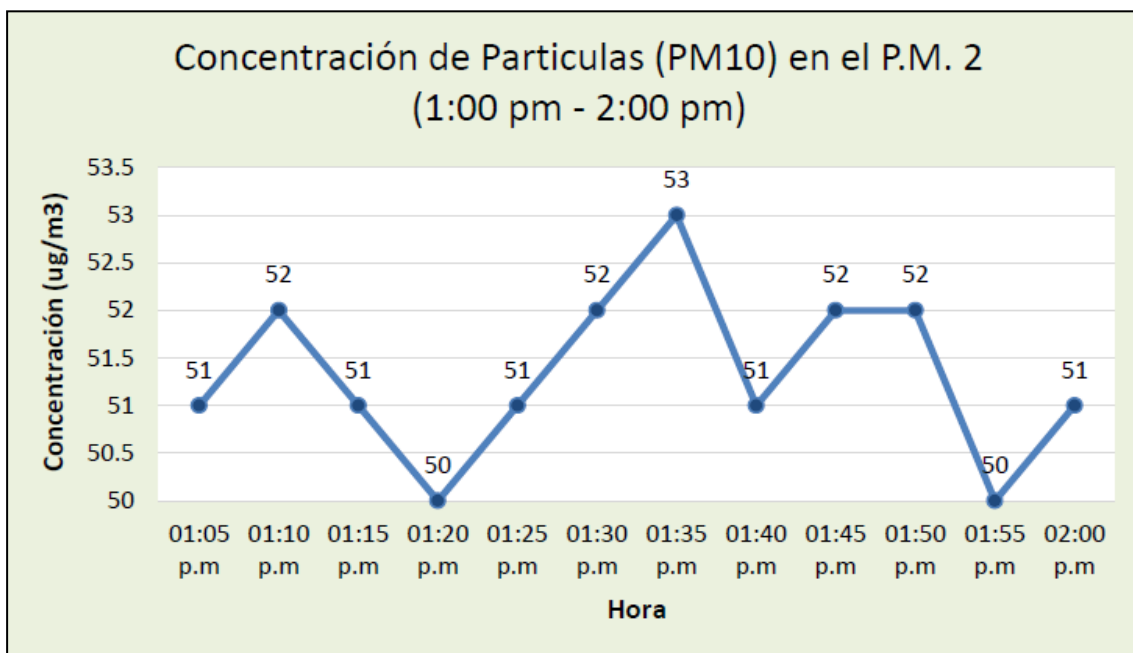


Figura 41. Valores de Material Particulado (PM10), cada cinco minutos (01:00 pm-02:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

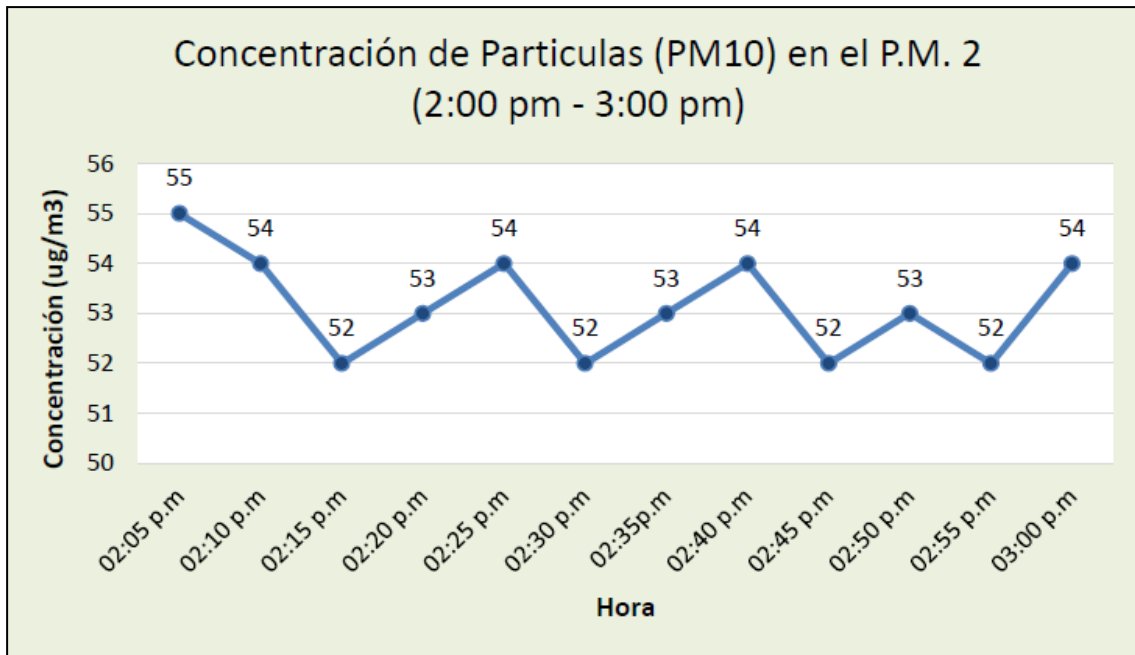


Figura 42. Valores de Material Particulado (PM10), cada cinco minutos (02:00 pm-03:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

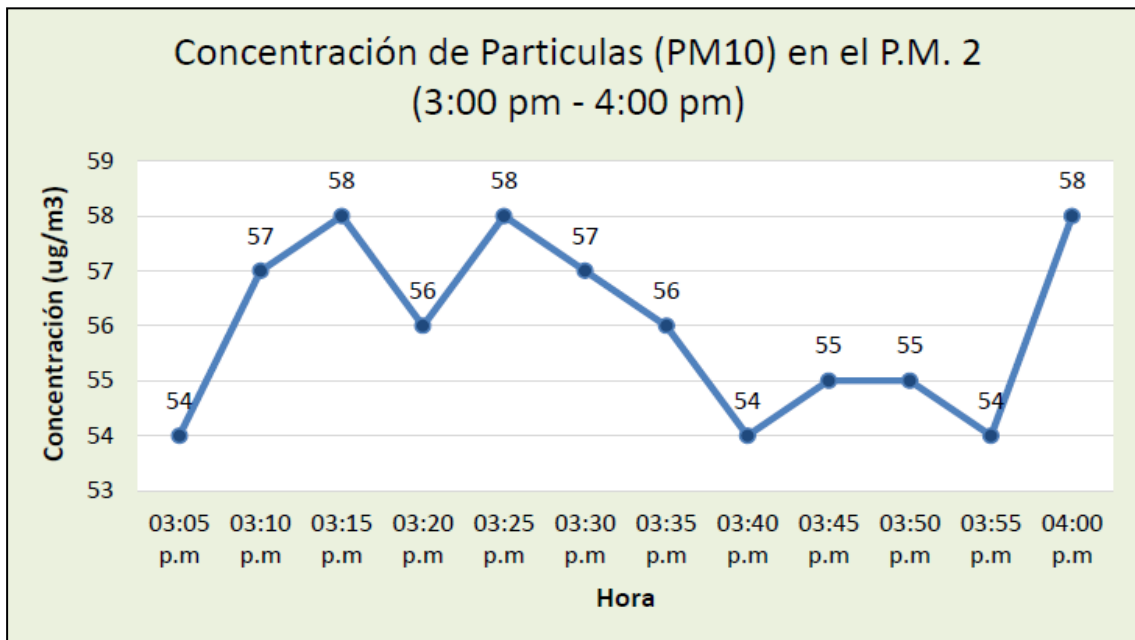


Figura 43. Valores de Material Particulado (PM10), cada cinco minutos (03:00 pm-04:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

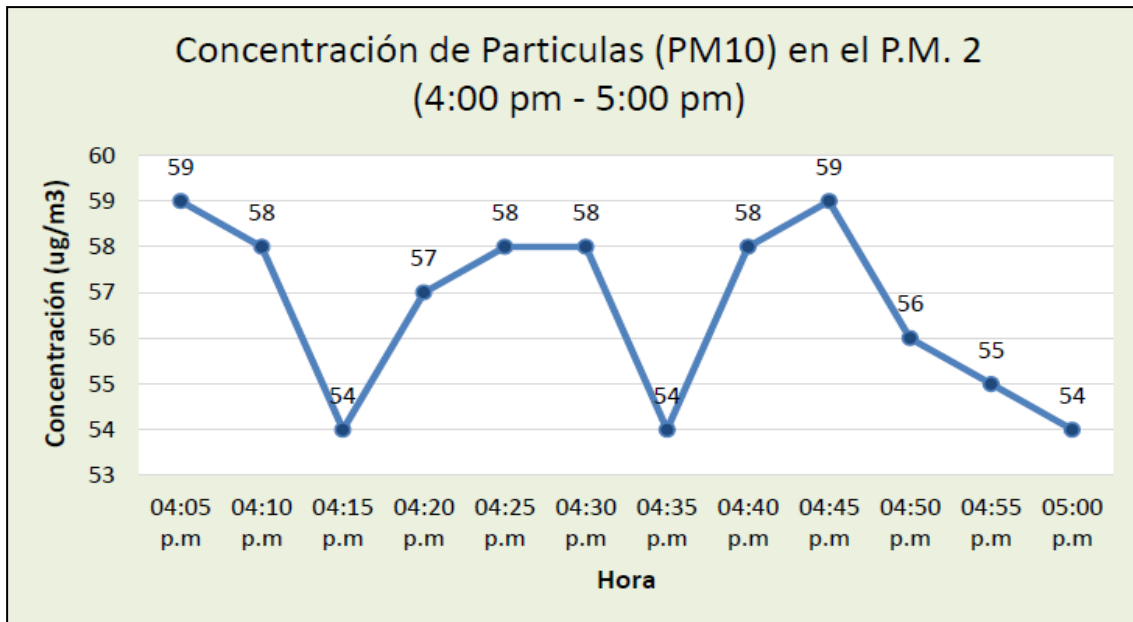


Figura 44. Valores de Material Particulado (PM10), cada cinco minutos (04:00 pm-05:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

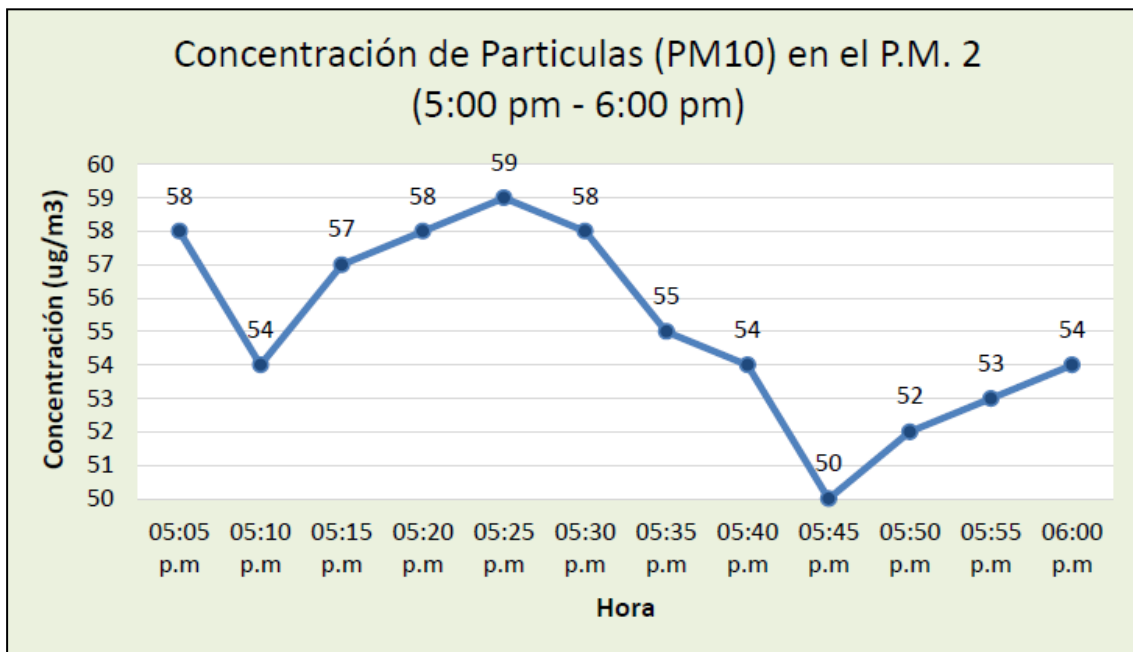


Figura 45. Valores de Material Particulado (PM10), cada cinco minutos (05:00 pm-06:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

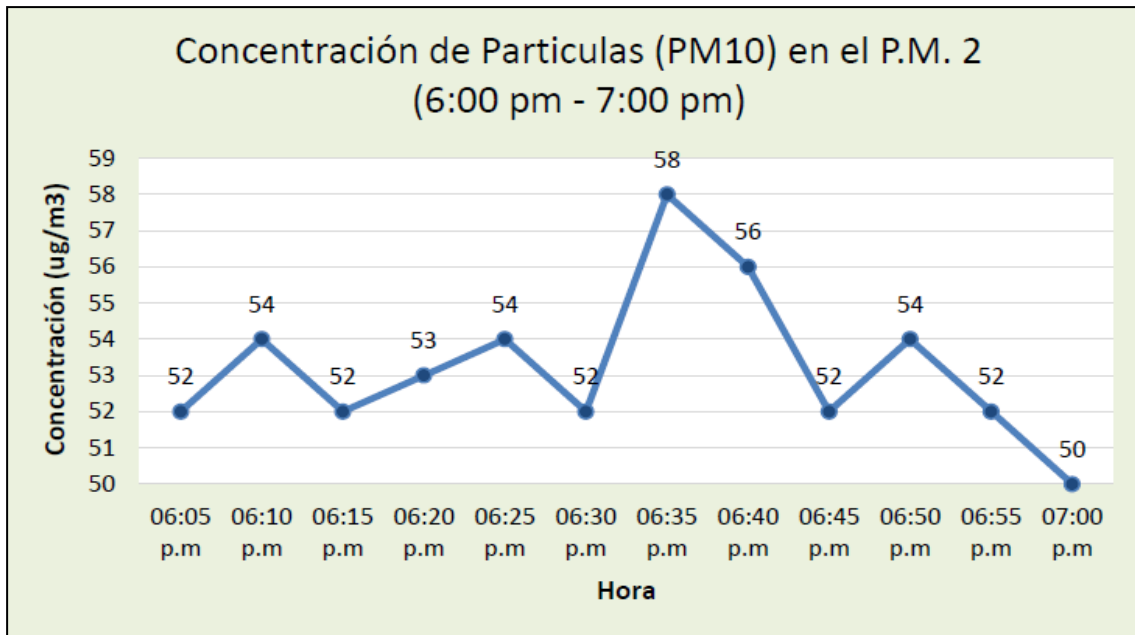


Figura 46. Valores de Material Particulado (PM10), cada cinco minutos (06:00 pm-07:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

Partículas en suspensión PM_{2.5}

Punto de muestreo: PM. -2 (Interior De La Mina - 50m)

La siguiente tabla muestra las concentraciones de partículas PM_{2.5} medidas en el punto de monitoreo PM. -2 de las 7:00 a.m. a 6:00 p.m. y comparadas con el Valor Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire.

Tabla 13

Concentración de Partículas en Suspensión PM_{2.5} en el PM. -2

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas			Fecha de monitoreo	Concentración de PM _{2.5} (µg/m ³)
		Este	Norte	Elevación		
07:00 a.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	16.75
08:00 a.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	16
09:00 a.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	16.33
10:00 a.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	15.25
11:00 a.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	15.42
12:00 p.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	17.33
01:00 p.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	13.5
02:00 p.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	17.33
03:00 p.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	20.67

04:00 p.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	16
05:00 p.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	15.92
06:00 p.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	14.08

Promedio aritmético de las concentraciones de partículas en
suspensión PM_{2.5} 16.22 µg/m³

Estándar nacional de calidad ambiental del aire PM_{2.5} 50 µg/m³

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

Las concentraciones de partículas PM_{2.5} medidas en las horas de las 7:00 a.m. a 6:00 p.m. están por debajo del valor establecido por el Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire para PM_{2.5} fijado en 50 µg/m³, según el D.S. N° 024-2016-EM y su modificatoria D.S. N° 023-2017-EM.

La máxima concentración (20.67 µg/m³) se obtuvo a las 03:00 p.m., mientras que la mínima concentración (13.50 µg/m³) se obtuvo a las 01:00 p.m.

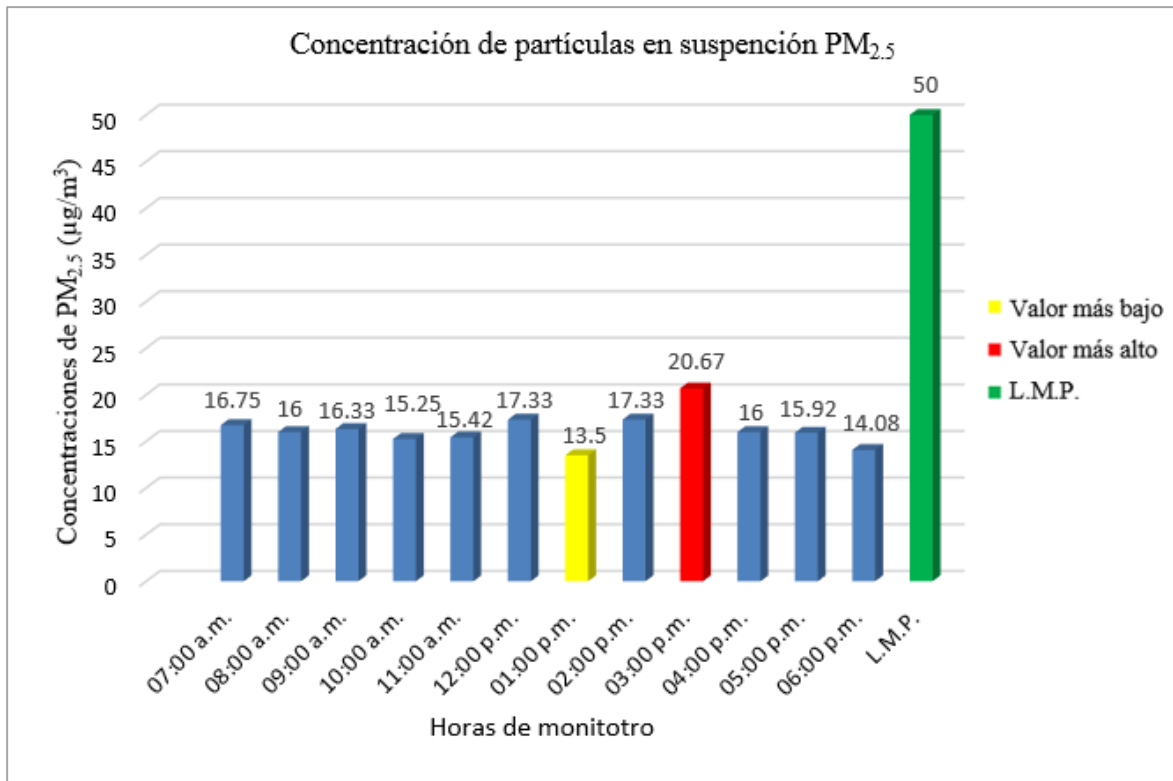


Figura 47. Concentración de partículas en suspensión PM_{2.5} obtenidas en las 12 horas de control.

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

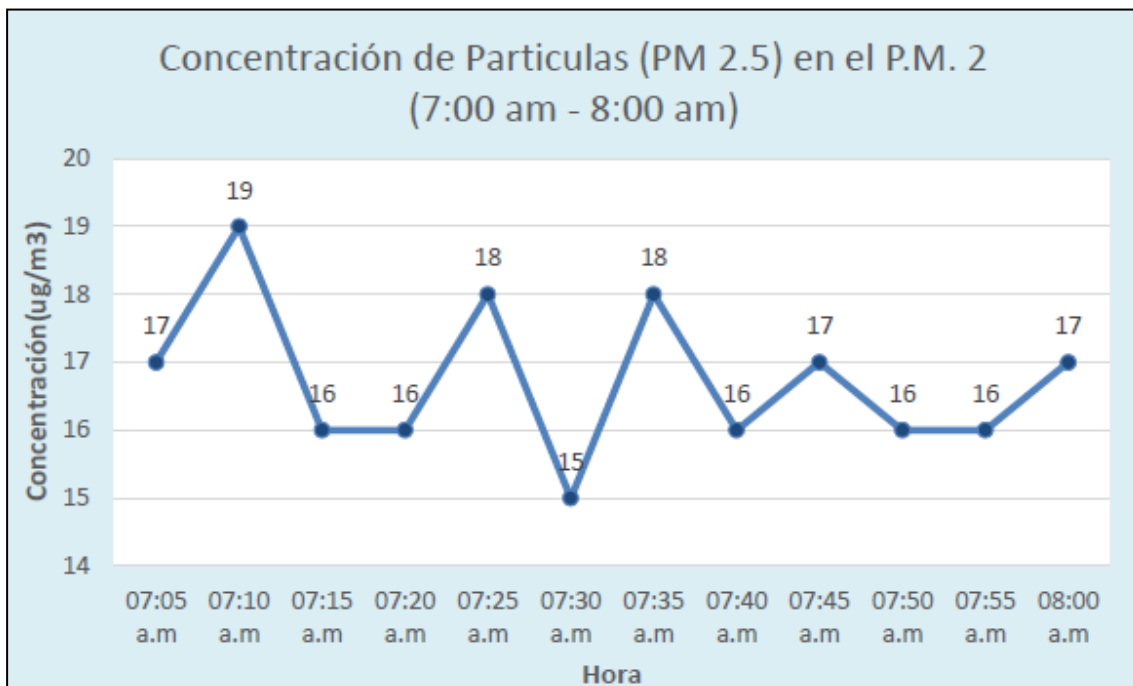


Figura 48. Valores de Material Particulado (PM_{2.5}), cada cinco minutos (07:00 am - 08:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

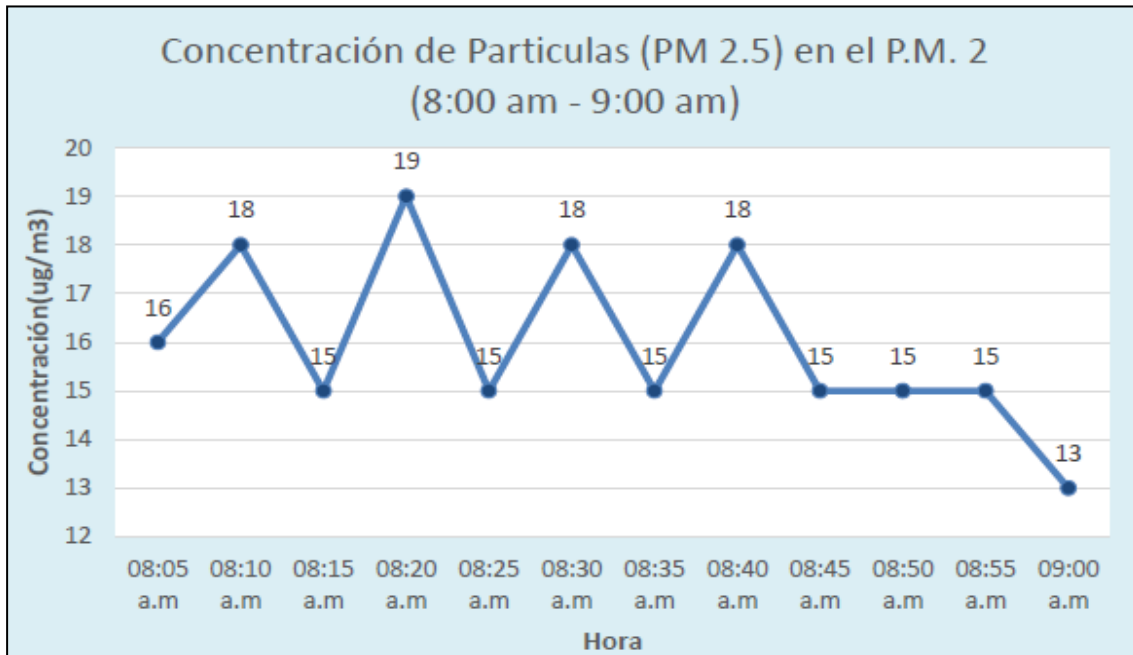


Figura 49. Valores de Material Particulado (PM_{2.5}), cada cinco minutos (08:00 am - 09:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

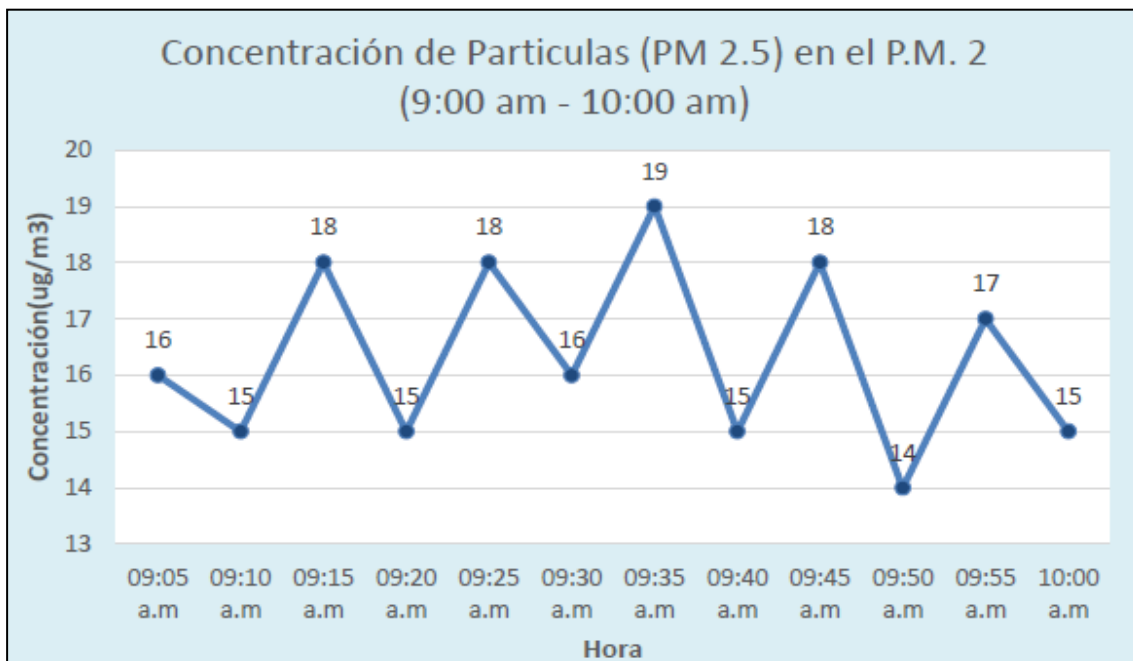


Figura 50. Valores de Material Particulado (PM_{2.5}), cada cinco minutos (09:00 am - 10:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

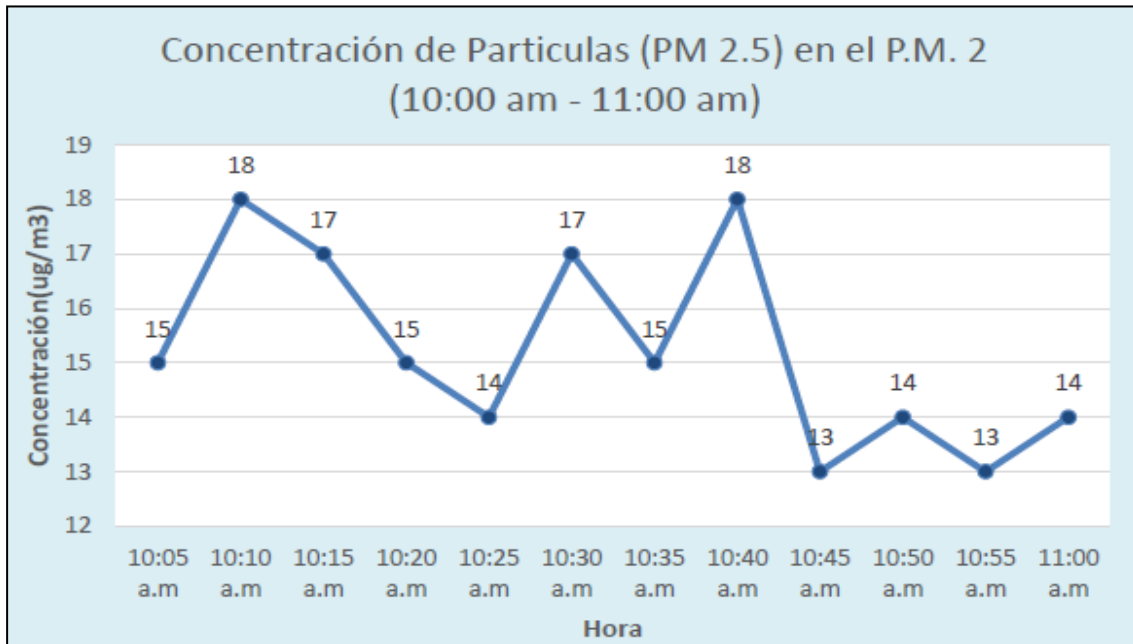


Figura 51. Valores de Material Particulado (PM_{2.5}), cada cinco minutos (10:00 am - 11:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

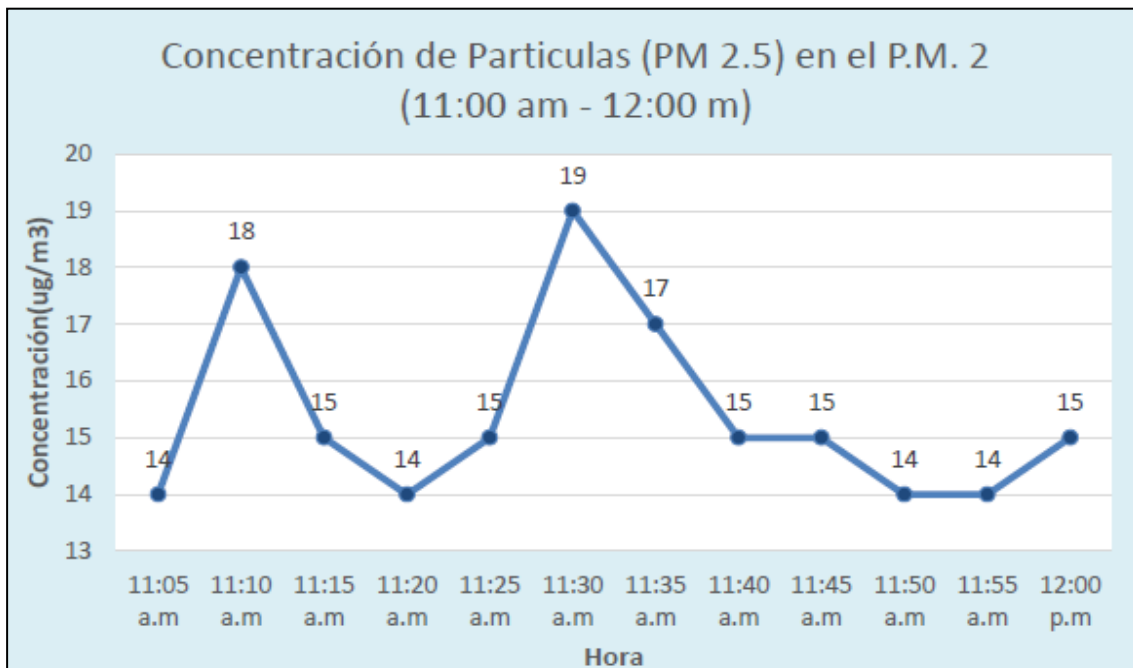


Figura 52. Valores de Material Particulado (PM_{2.5}), cada cinco minutos (11:00 am - 12:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

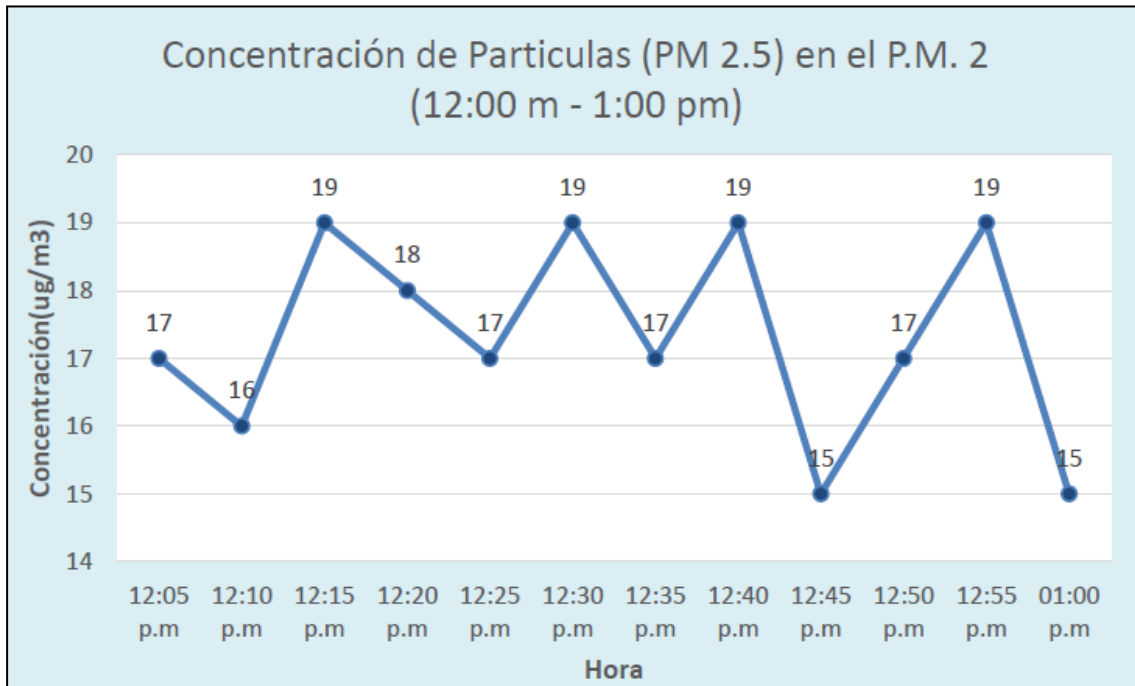


Figura 53. Valores de Material Particulado (PM_{2.5}), cada cinco minutos (12:00 pm - 01:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

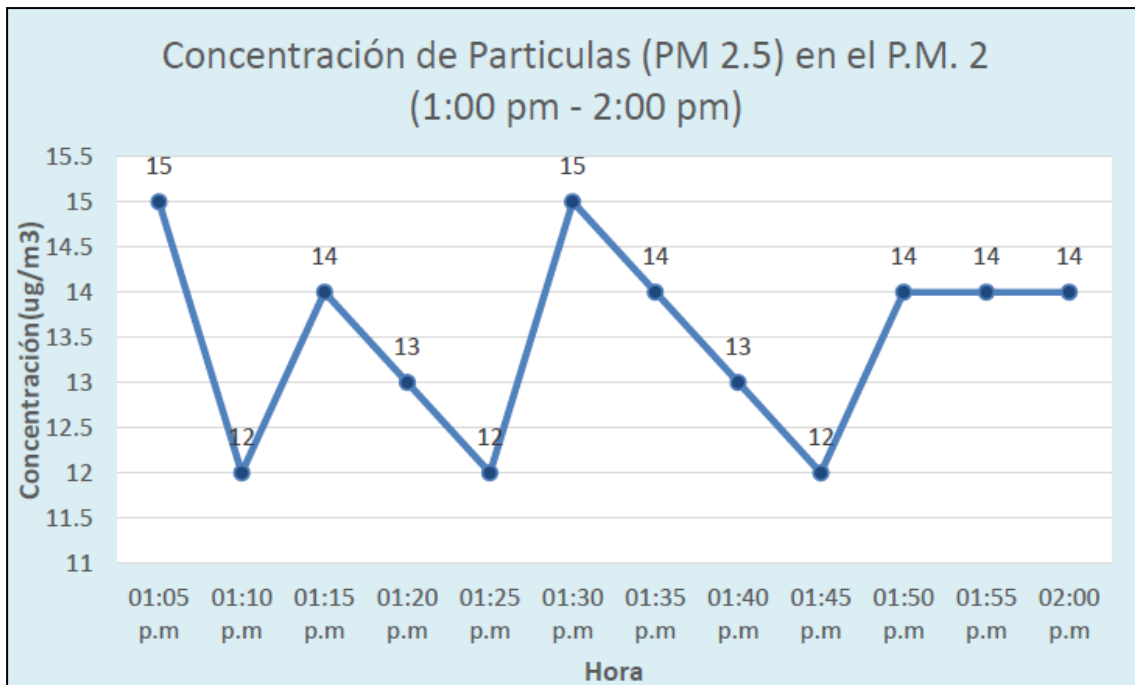


Figura 54. Valores de Material Particulado (PM_{2.5}), cada cinco minutos (01:00 pm - 02:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

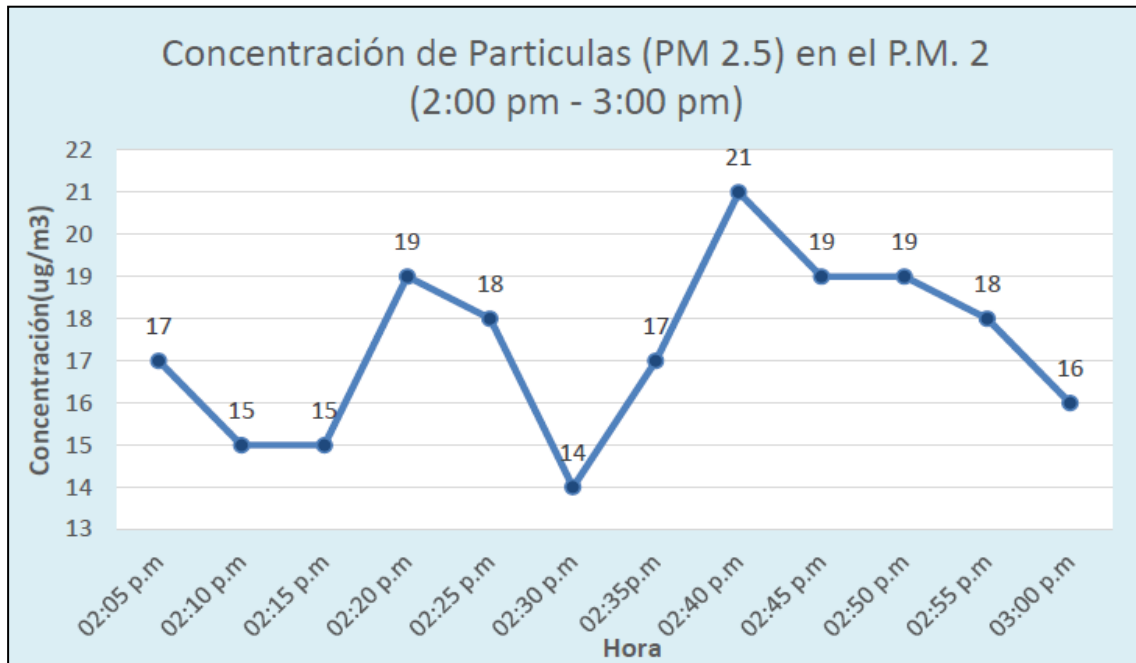


Figura 55. Valores de Material Particulado ($PM_{2.5}$), cada cinco minutos (02:00 pm - 03:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

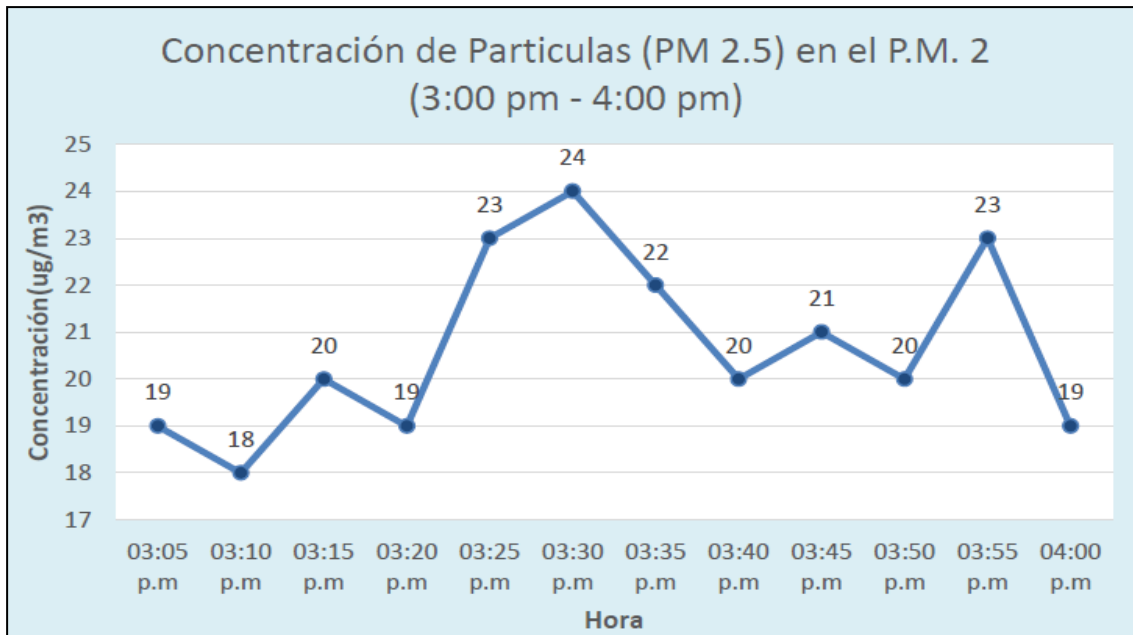


Figura 56. Valores de Material Particulado (PM_{2.5}), cada cinco minutos (03:00 pm - 04:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

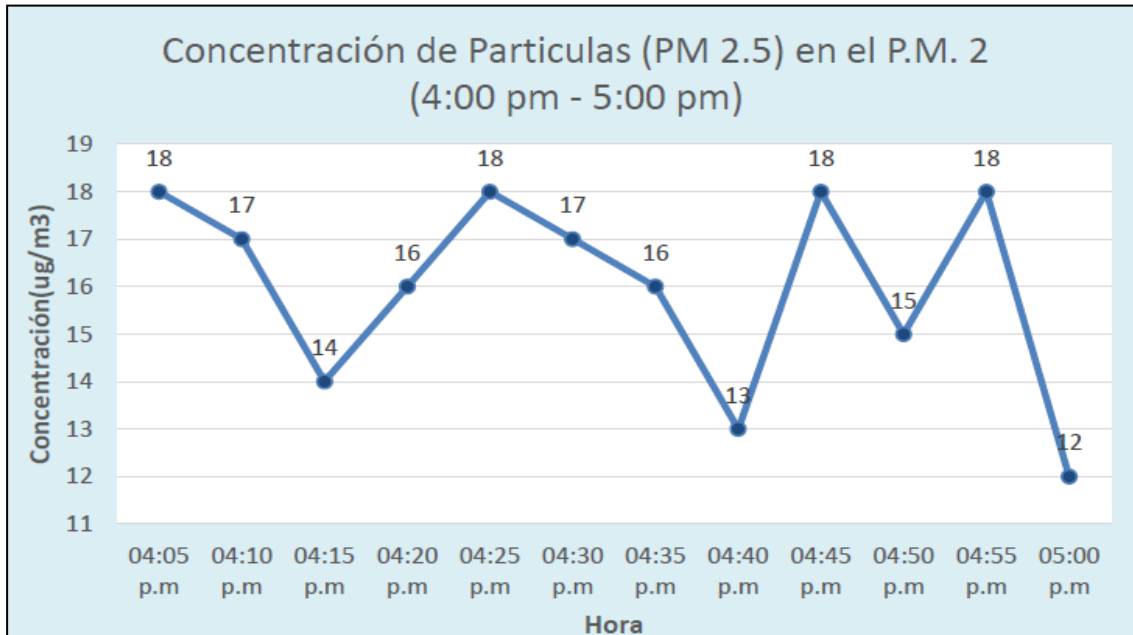


Figura 57. Valores de Material Particulado (PM_{2.5}), cada cinco minutos (04:00 pm - 05:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

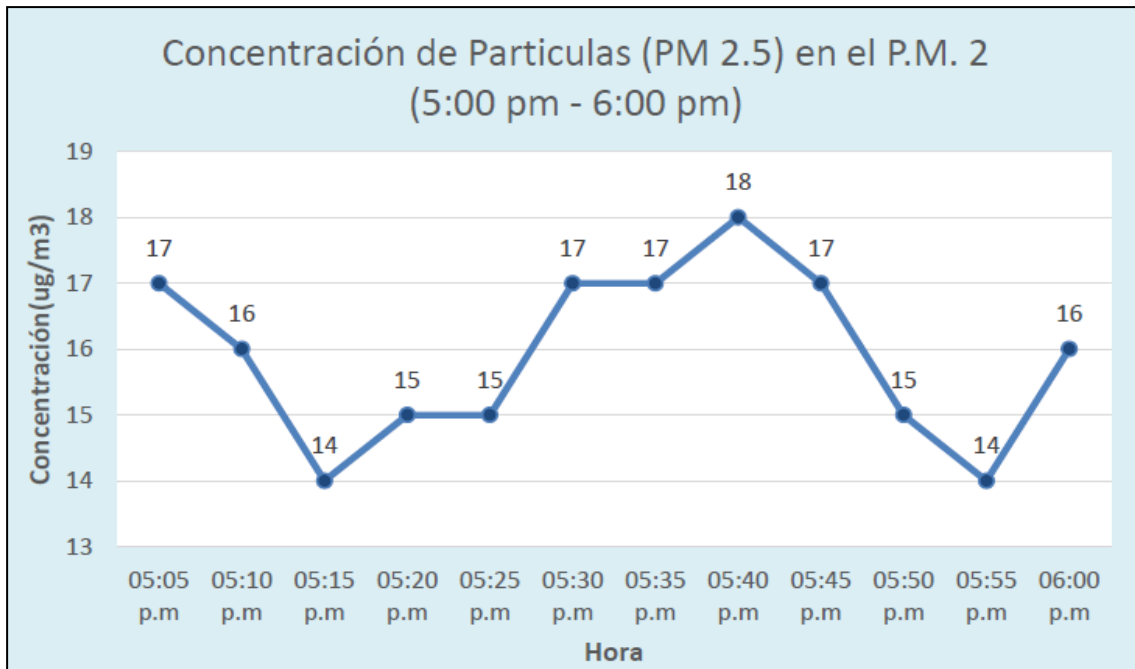


Figura 58. Valores de Material Particulado (PM_{2.5}), cada cinco minutos (05:00 pm - 06:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

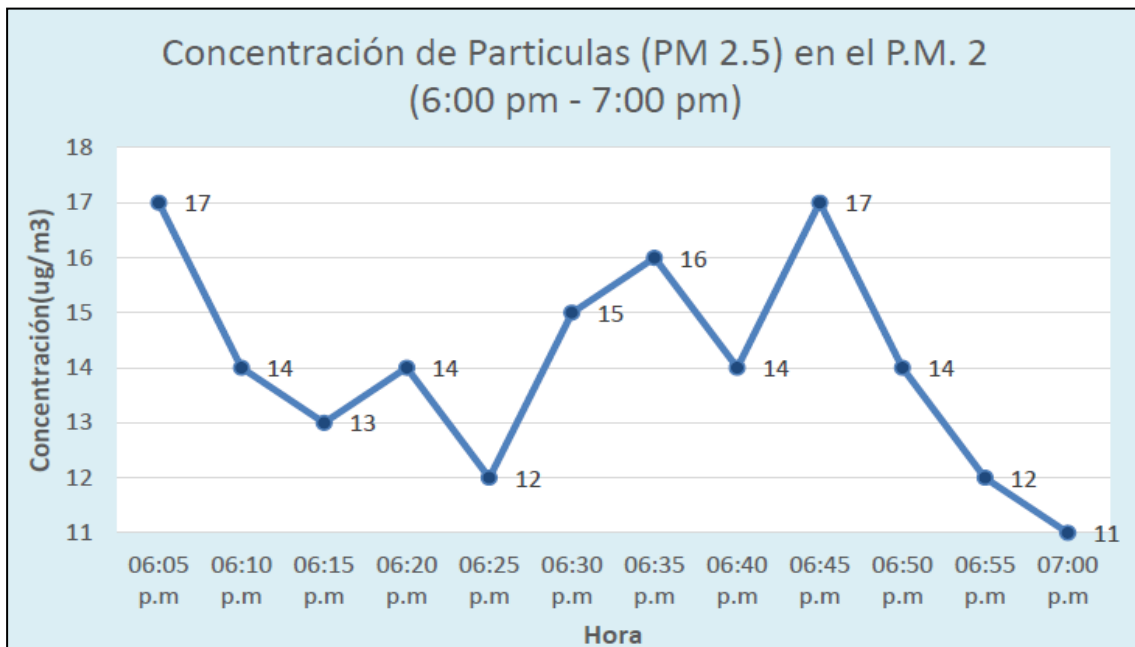


Figura 59. Valores de Material Particulado (PM_{2.5}), cada cinco minutos (06:00 pm - 07:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

Resultados del monitoreo en el punto 3 (PM. -3)

Partículas en suspensión PM₁₀ -12h

Al realizar el estudio de las partículas PM₁₀ por el equipo Contador de partículas HANDHELD 3016 IAQ, con un flujo de 0.1 CFM y un interfaz “Pantalla Táctil”, se observa que, en la zona de monitoreo, al existir una actividad laboral en el proceso que se genera una cantidad constante de partículas en suspensión.

La siguiente tabla muestra las concentraciones de partículas PM₁₀ medidos en el punto de monitoreo PM. -3, y son comparados con el Valor Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire.

Tabla 14

Concentración de Partículas en Suspensión PM₁₀ en el PM. -3

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas			Fecha de monitoreo	Concentración de PM ₁₀ (µg/m ³)
		Este	Norte	Elevación		
07:00 a.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	49.17
08:00 a.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	47.33
09:00 a.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	48
10:00 a.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	48.75

11:00 a.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	51.33
12:00 p.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	51.42
01:00 p.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	50.83
02:00 p.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	51.67
03:00 p.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	52.83
04:00 p.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	55.25
05:00 p.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	53.58
06:00 p.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	51.25

Promedio aritmético de las concentraciones de partículas

50.95 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

en suspensión PM_{10}

Estándar nacional de calidad ambiental del aire PM_{10}

150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

Las concentraciones de partículas PM₁₀ medido en el punto de control están por debajo del valor establecido por el Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire para PM₁₀ fijado en 150 µg/m³ según el D.S. N° 024-2016-EM y su modificatoria D.S. N° 023-2017-EM.

La máxima concentración (52.83 µg/m³) se obtuvo en la hora 03:00 p.m.; mientras que la mínima concentración se obtuvo a las 08:00 a.m. (47.33 µg/m³)

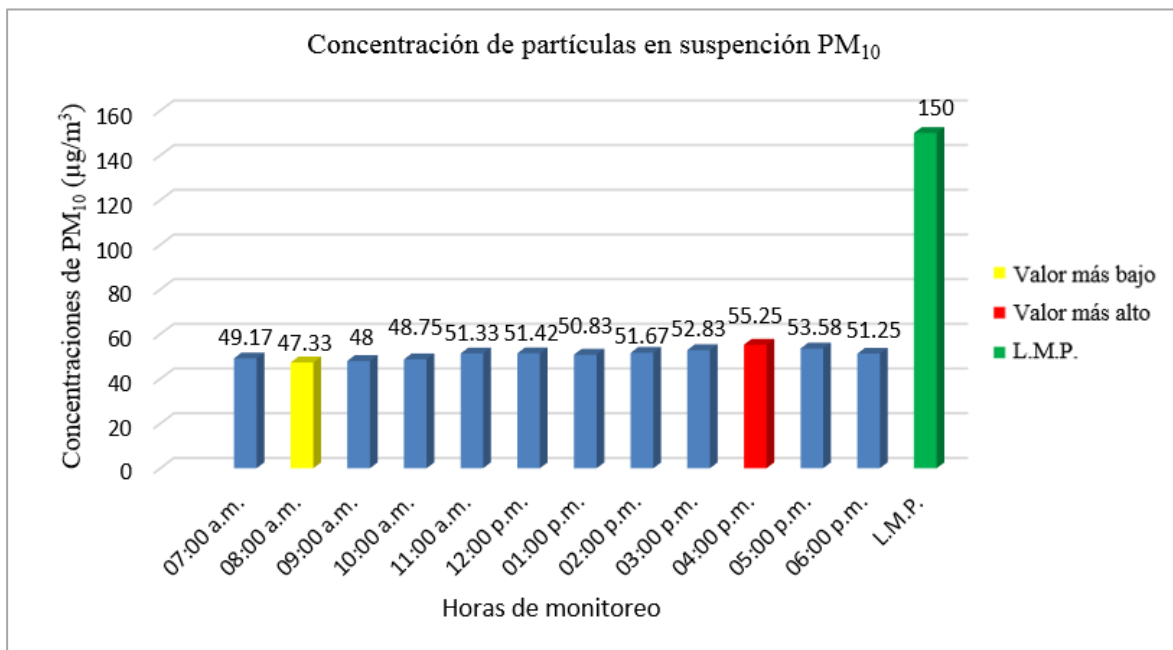


Figura 60. Concentraciones de partículas en suspensión PM₁₀ obtenidas en las 12 horas de control.

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L

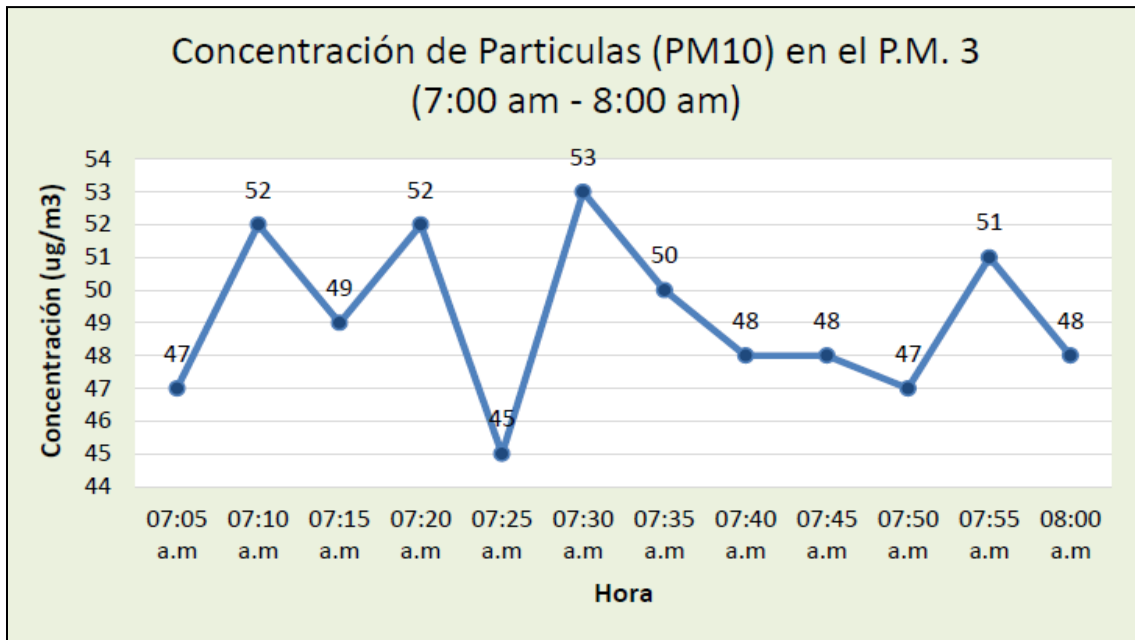


Figura 61. Valores de Material Particulado (PM₁₀), cada cinco minutos (07:00 am - 08:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

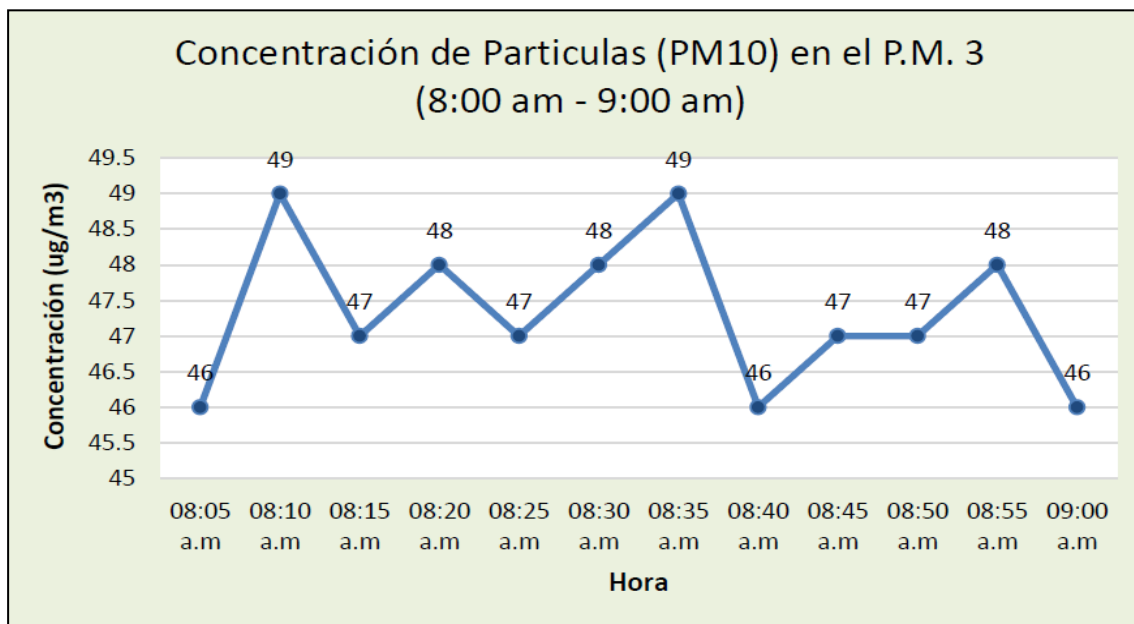


Figura 62. Valores de Material Particulado (PM₁₀), cada cinco minutos (08:00 am - 09:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

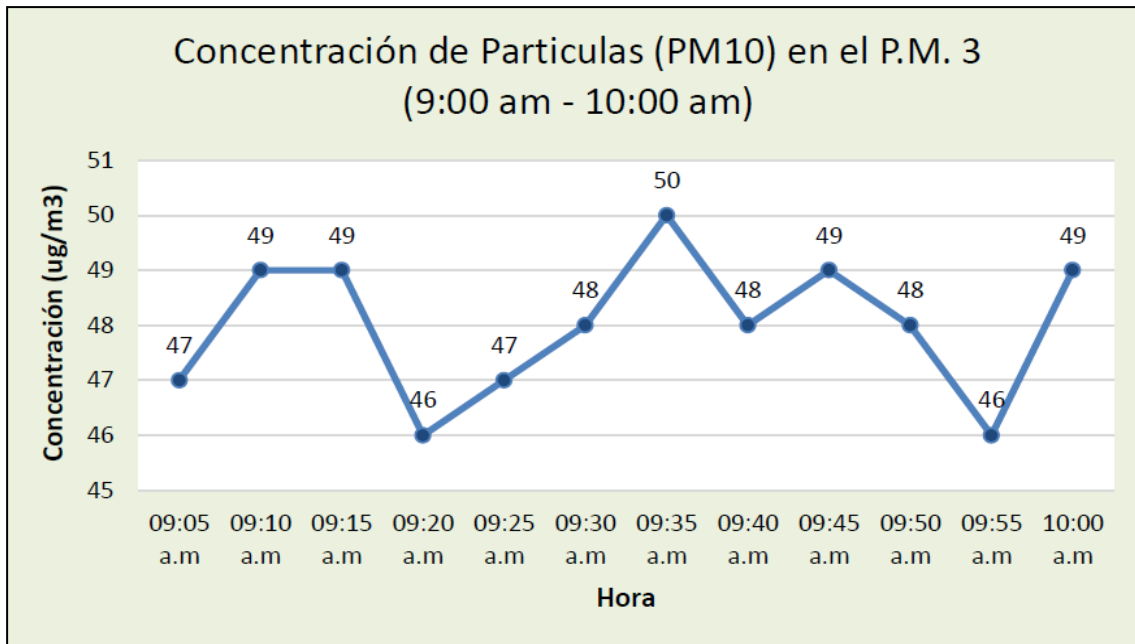


Figura 63. Valores de Material Particulado (PM_{10}), cada cinco minutos (09:00 am - 10:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

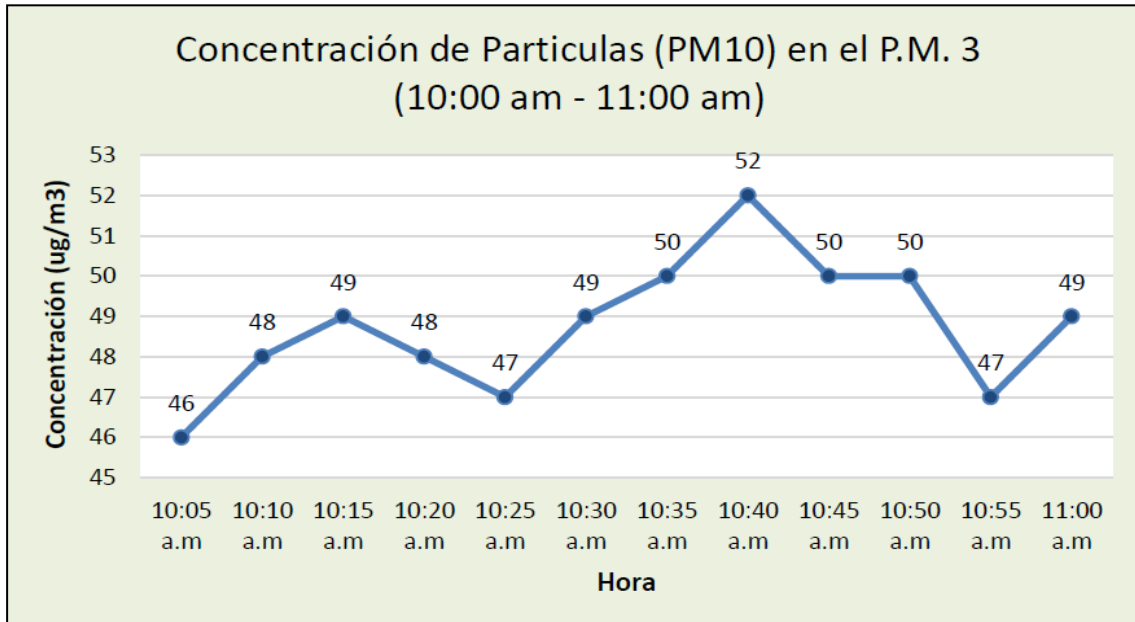


Figura 64. Valores de Material Particulado (PM_{10}), cada cinco minutos (10:00 am - 11:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

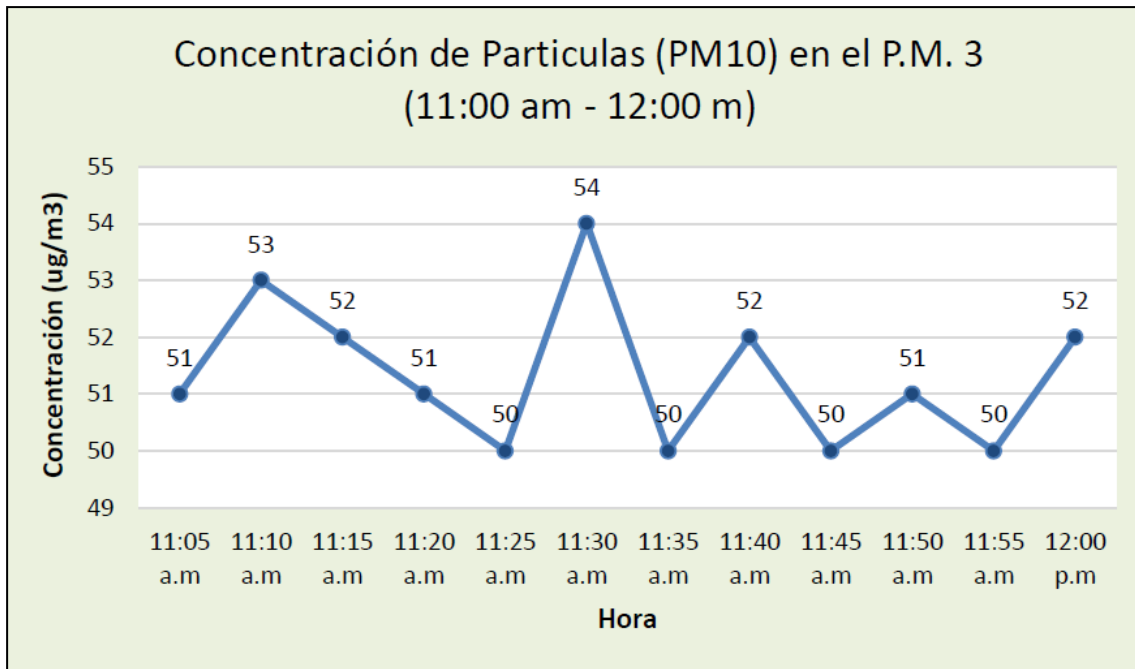


Figura 65. Valores de Material Particulado (PM_{10}), cada cinco minutos (11:00 am - 12:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

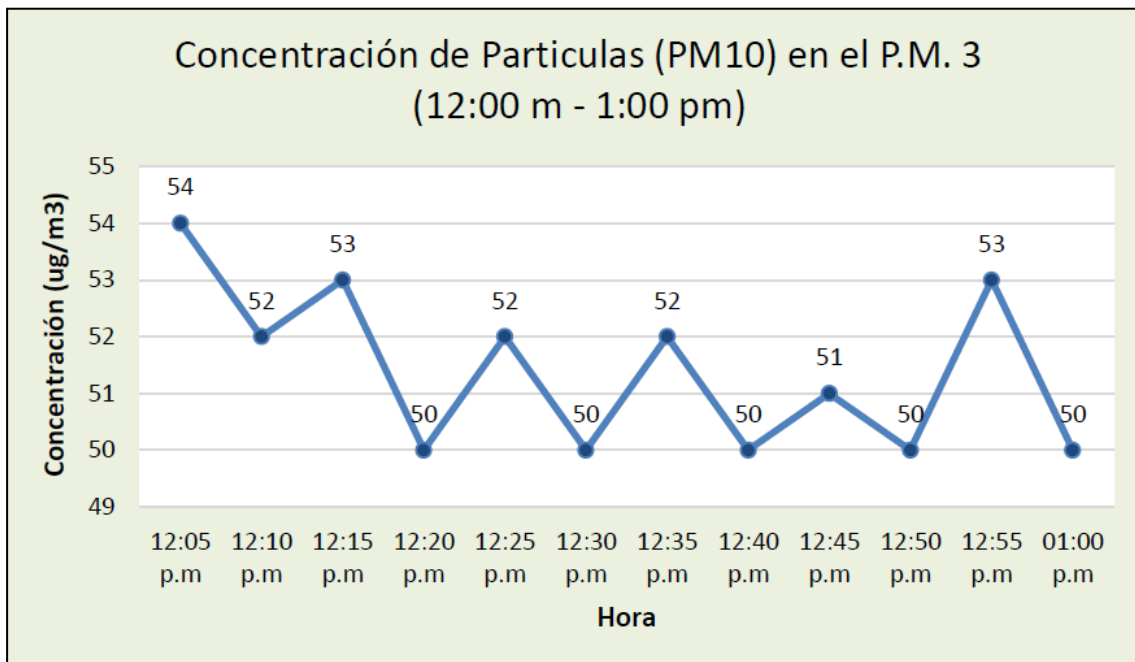


Figura 66. Valores de Material Particulado (PM_{10}), cada cinco minutos (12:00 pm - 01:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

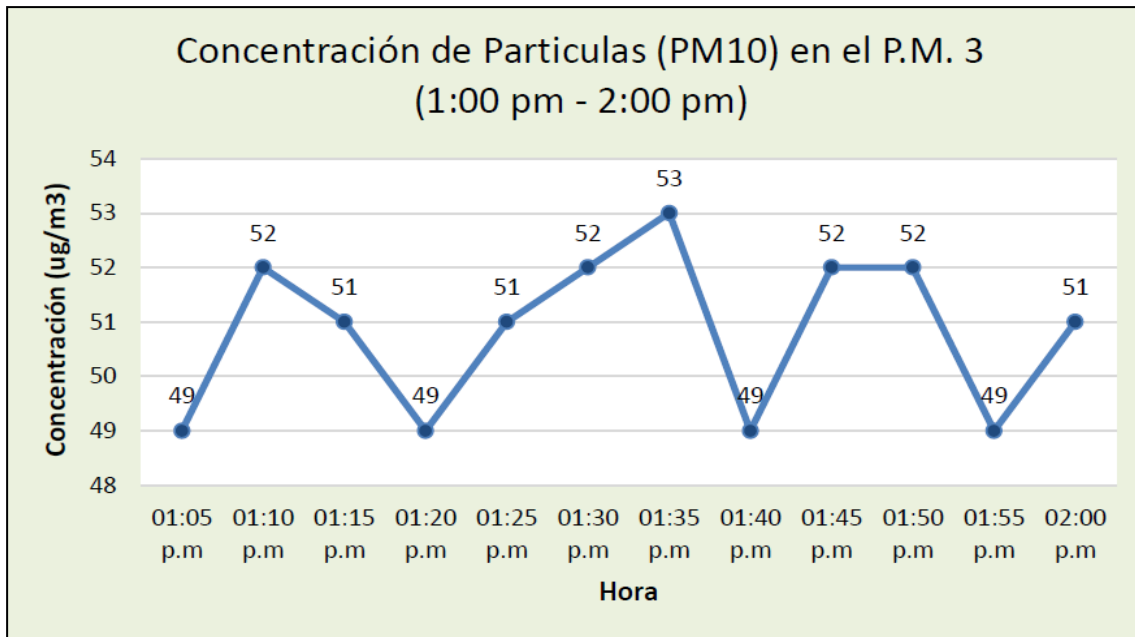


Figura 67. Valores de Material Particulado (PM₁₀), cada cinco minutos (01:00 pm - 02:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

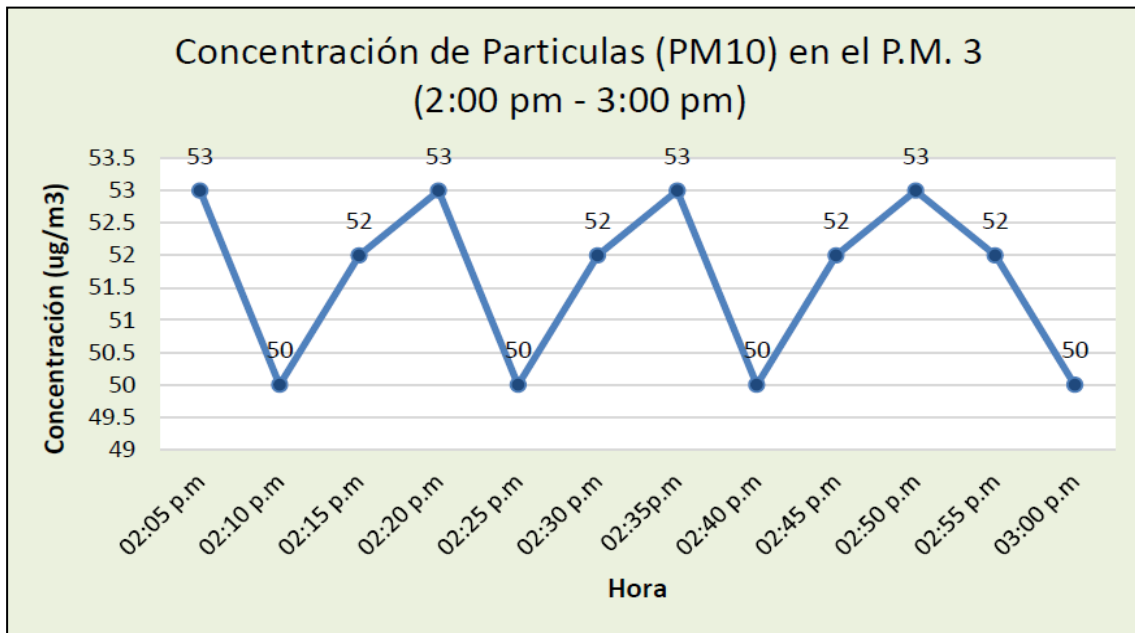


Figura 68. Valores de Material Particulado (PM₁₀), cada cinco minutos (02:00 pm - 03:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

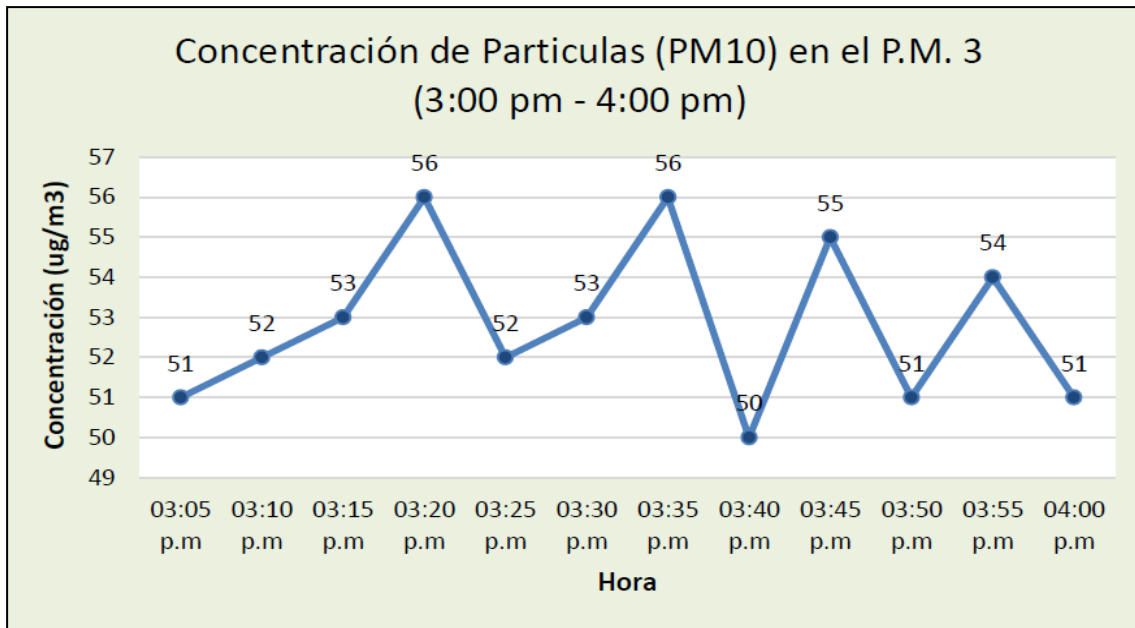


Figura 69. Valores de Material Particulado (PM₁₀), cada cinco minutos (03:00 pm - 04:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

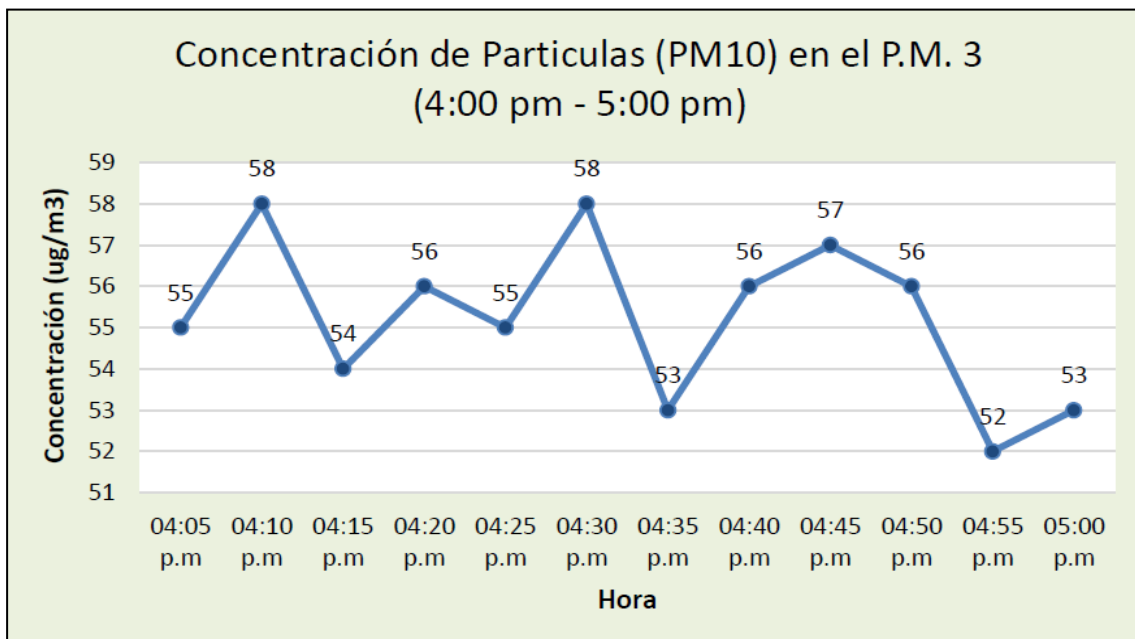


Figura 70. Valores de Material Particulado (PM₁₀), cada cinco minutos (04:00 pm - 05:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

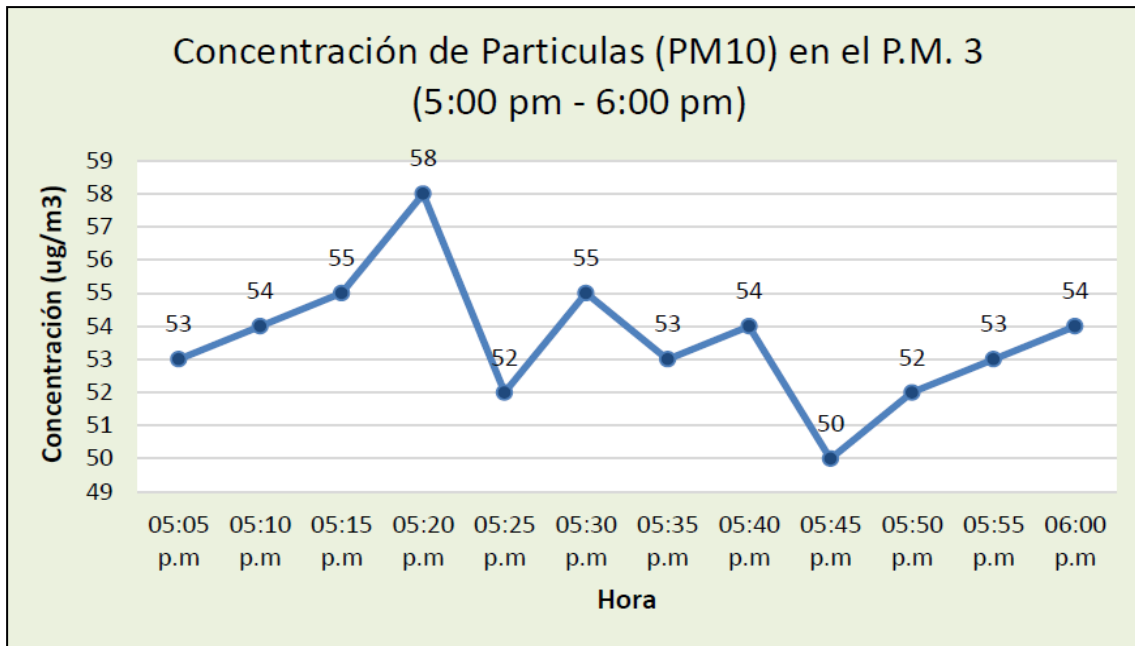


Figura 71. Valores de Material Particulado (PM₁₀), cada cinco minutos (05:00 pm - 06:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

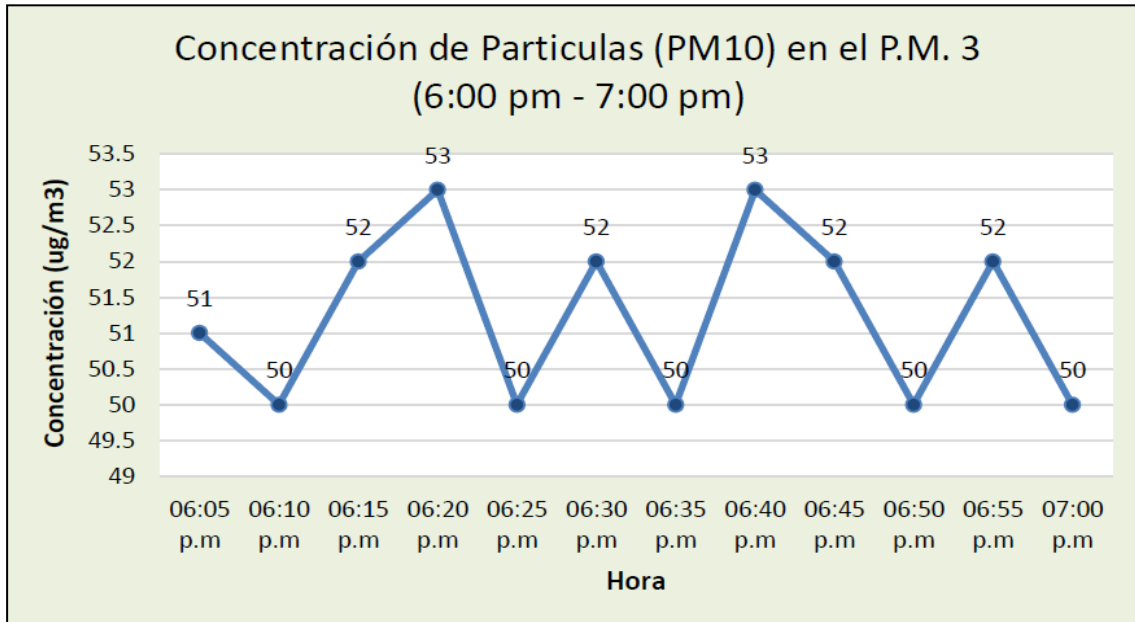


Figura 72. Valores de Material Particulado (PM₁₀), cada cinco minutos (06:00 pm - 07:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

Partículas en suspensión PM_{2.5}

Punto de muestreo: PM. -3 (fondo de la mina - 70m)

La siguiente tabla muestra las concentraciones de partículas PM_{2.5} medidas en el punto de monitoreo PM. -3 de las 7:00 a.m. a 6:00 p.m. y comparadas con el Valor Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire.

Tabla 15

Concentración de Partículas en Suspensión PM_{2.5} en el PM. -3

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas			Fecha de monitoreo	Concentraciones de PM _{2.5} (µg/m ³)
		Este	Norte	Elevación		
07:00 a.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	16.25
08:00 a.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	15.5
09:00 a.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	15.58
10:00 a.m.	Fondo de la mina a 70m	73747	9205466	1724.51	16/12/2020	14.42
11:00 a.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	14.33
12:00 p.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	16.5
01:00 p.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	12.75

02:00 p.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	15.75
03:00 p.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	19.83
04:00 p.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	15.33
05:00 p.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	15.17
06:00 p.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	12.75

Promedio aritmético de las concentraciones de partículas

en suspensión PM_{2.5} 15.35 µg/m³

Estándar nacional de calidad ambiental del aire PM_{2.5} 50 µg/m³

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

Las concentraciones de partículas PM_{2.5} medidas en las horas de las 7:00 a.m. a 6:00 p.m. están por debajo del valor establecido por el Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire para PM_{2.5} fijado en 50 µg/m³, según el D.S. N° 024-2016-EM y su modificatoria D.S. N° 023-2017-EM.

La máxima concentración (19.83 µg/m³) se obtuvo a las 03:00 p.m., mientras que la mínima concentración (12.75 µg/m³) se obtuvo a las 01:00 p.m.

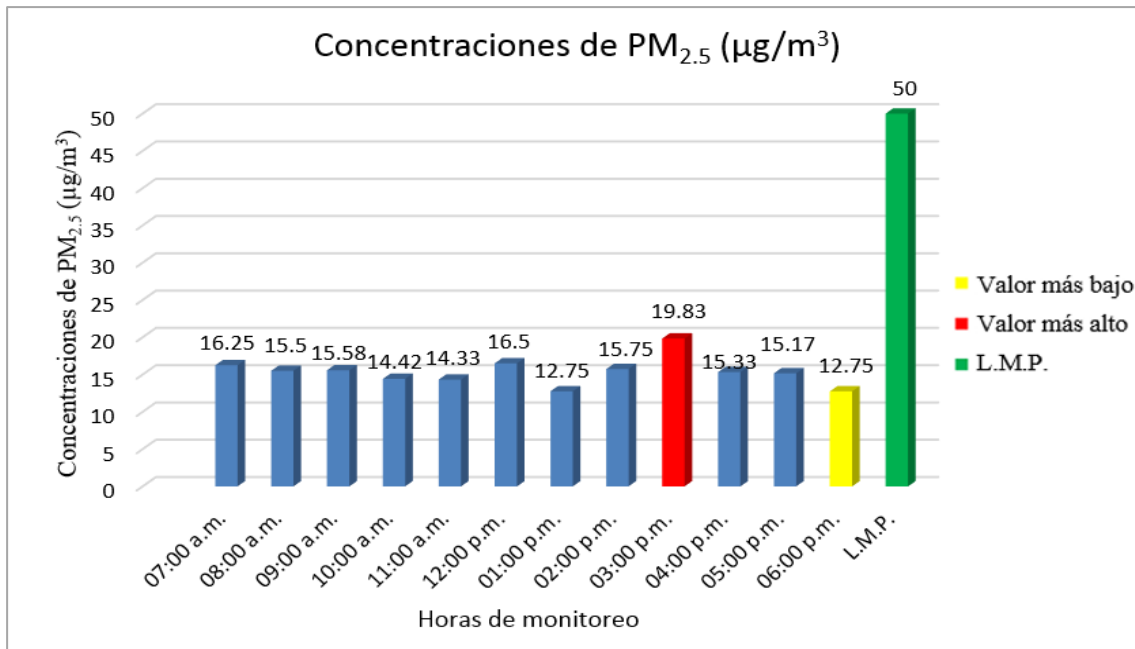


Figura 73. Concentración de partículas obtenidas en las horas de control.

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

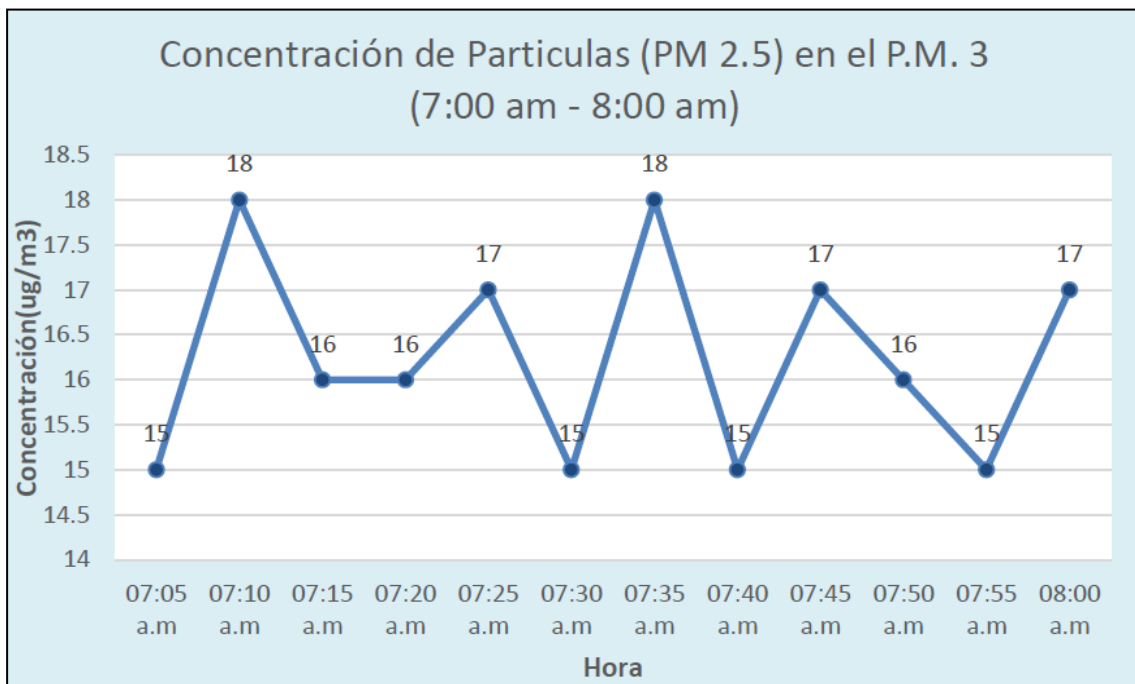


Figura 74. Valores de Material Particulado (PM_{2.5}), cada cinco minutos (07:00 am - 08:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

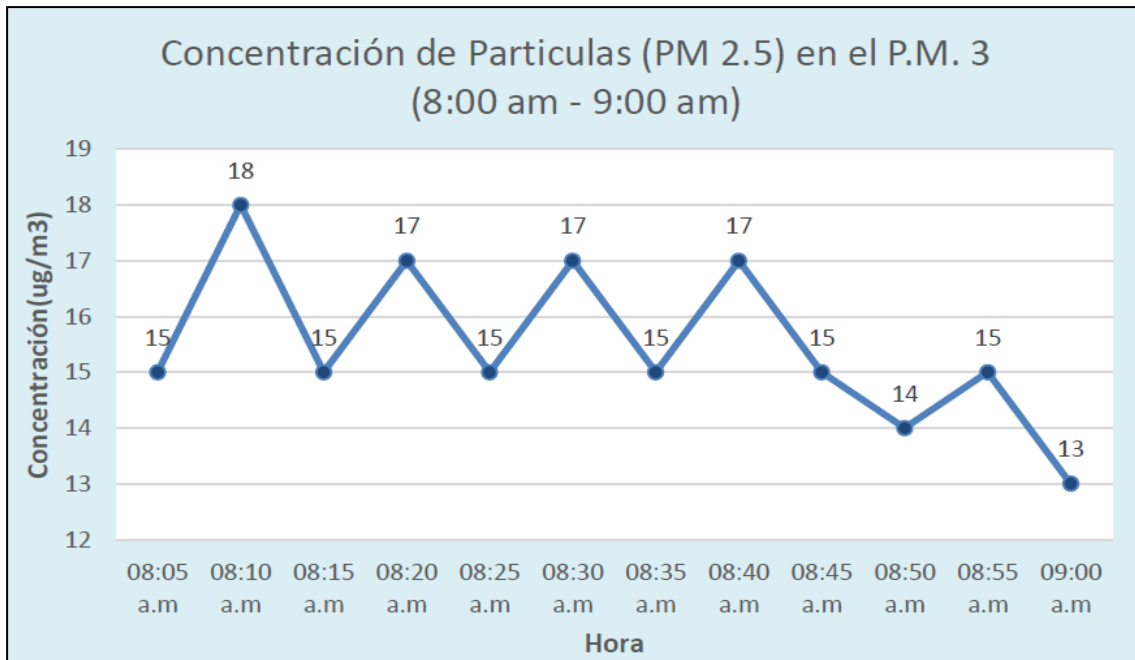


Figura 75. Valores de Material Particulado (PM_{2.5}), cada cinco minutos (08:00 am - 09:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

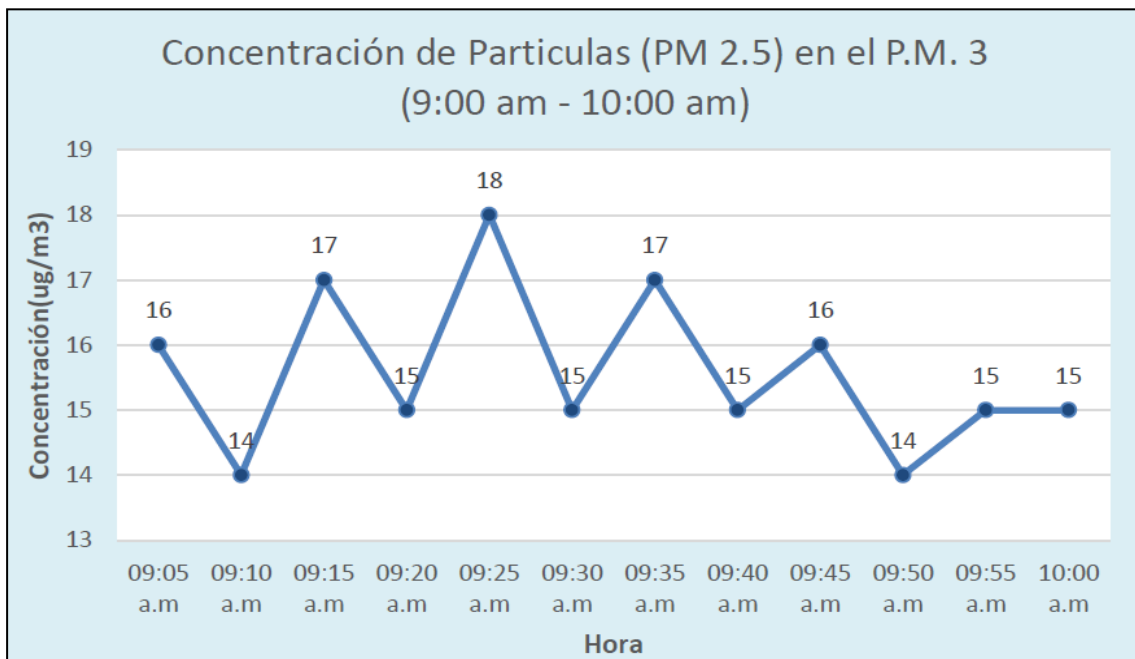


Figura 76. Valores de Material Particulado (PM_{2.5}), cada cinco minutos (09:00 am - 10:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

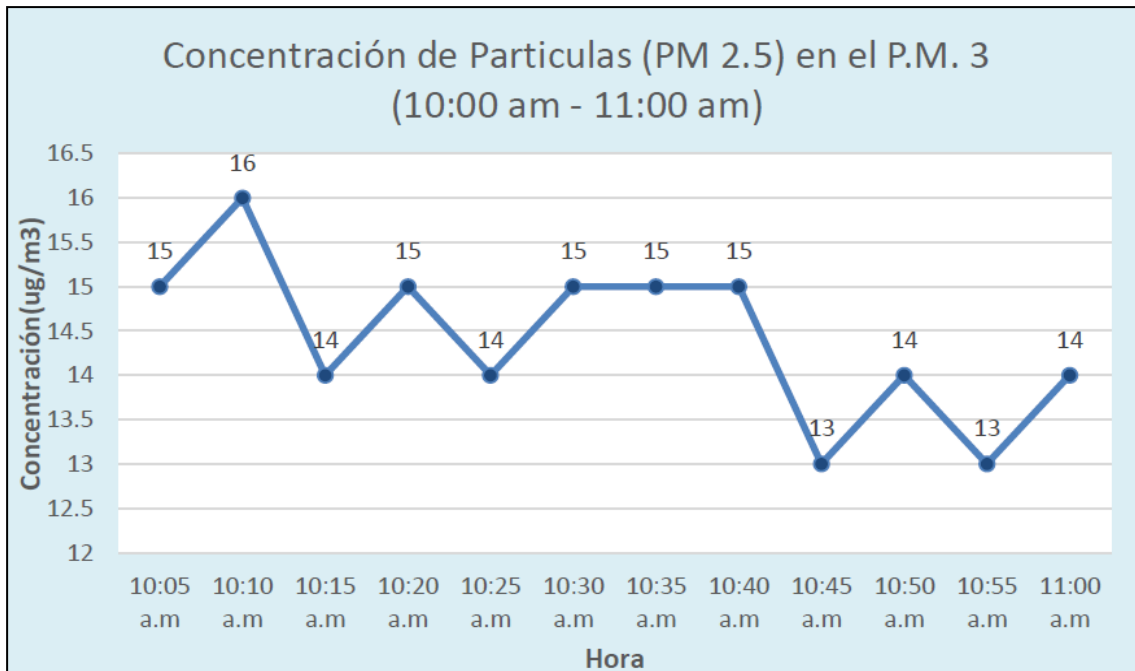


Figura 77. Valores de Material Particulado ($PM_{2.5}$), cada cinco minutos (10:00 am - 11:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

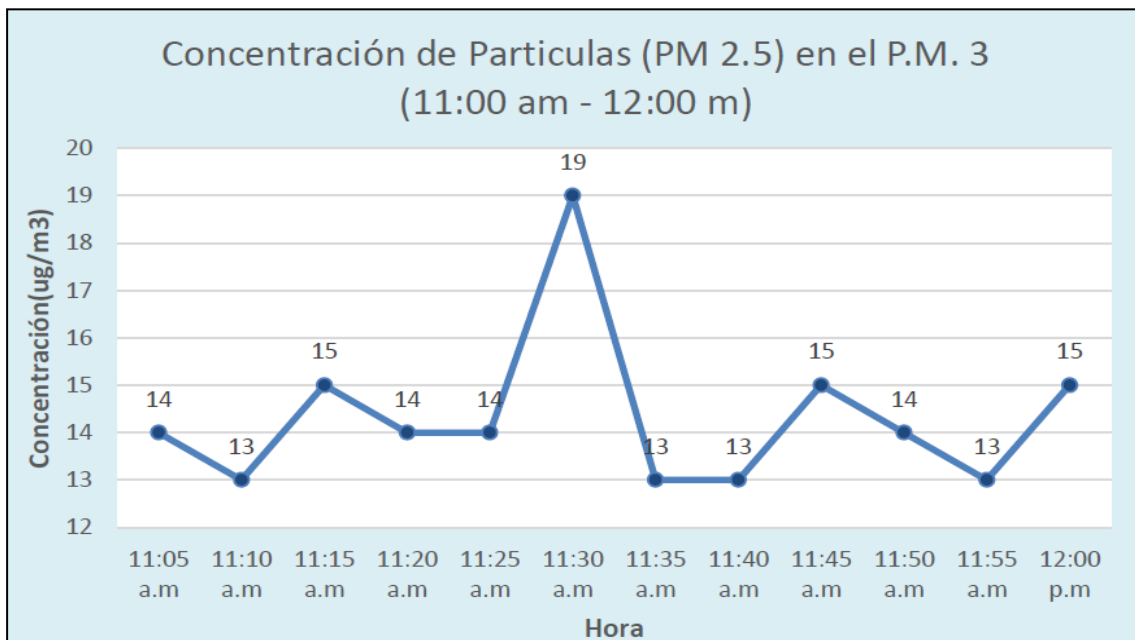


Figura 78. Valores de Material Particulado ($PM_{2.5}$), cada cinco minutos (11:00 am - 12:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

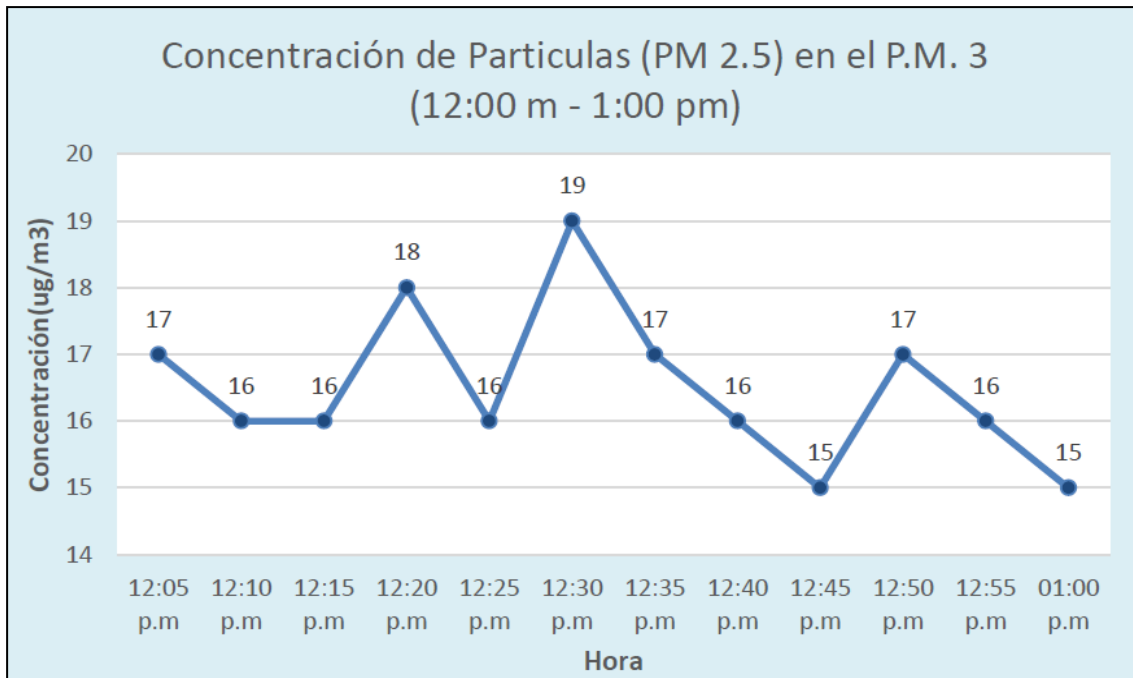


Figura 79. Valores de Material Particulado (PM_{2.5}), cada cinco minutos (12:00 pm - 01:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

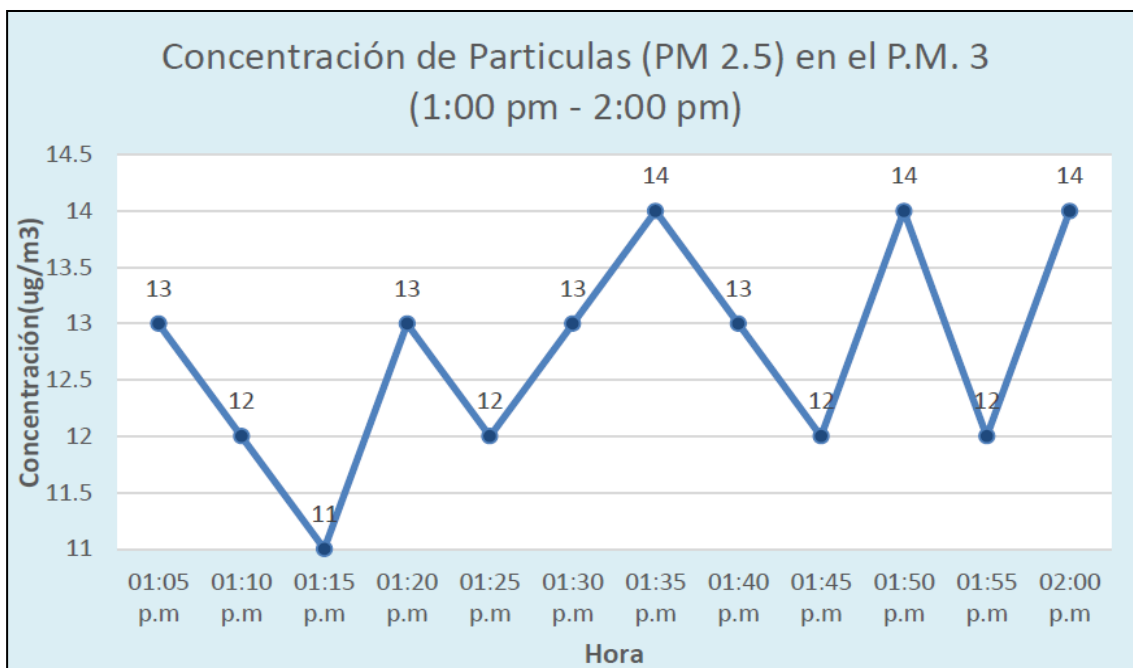


Figura 80. Valores de Material Particulado (PM_{2.5}), cada cinco minutos (01:00 pm - 02:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

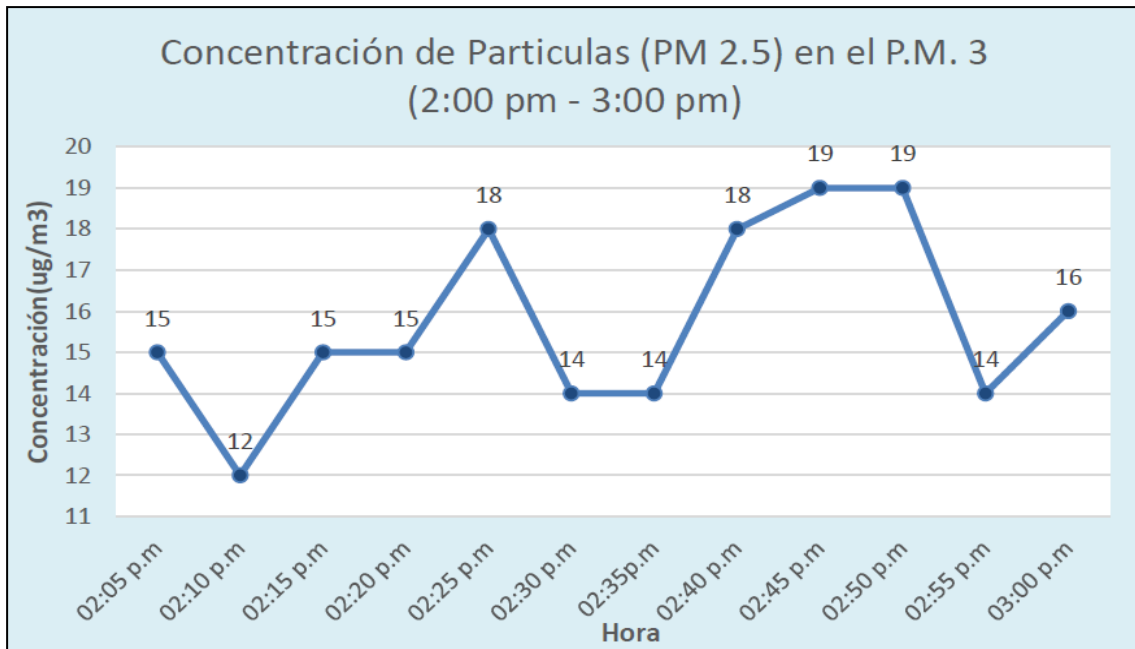


Figura 81. Valores de Material Particulado (PM_{2.5}), cada cinco minutos (02:00 pm - 03:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

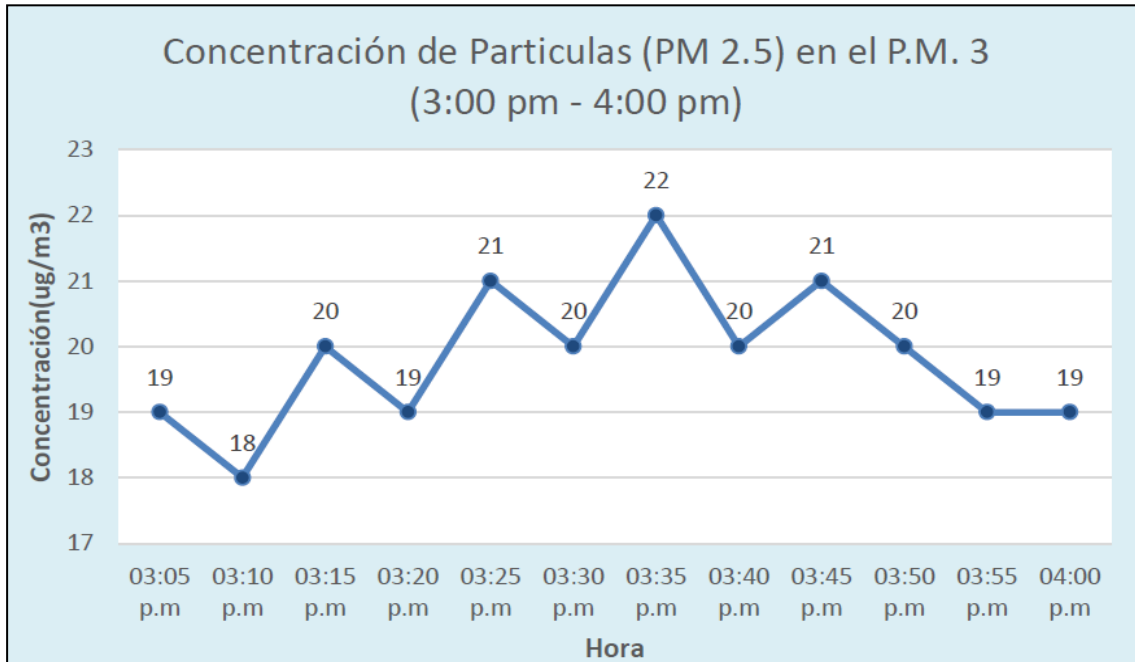


Figura 82. Valores de Material Particulado (PM_{2.5}), cada cinco minutos (03:00 pm - 04:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

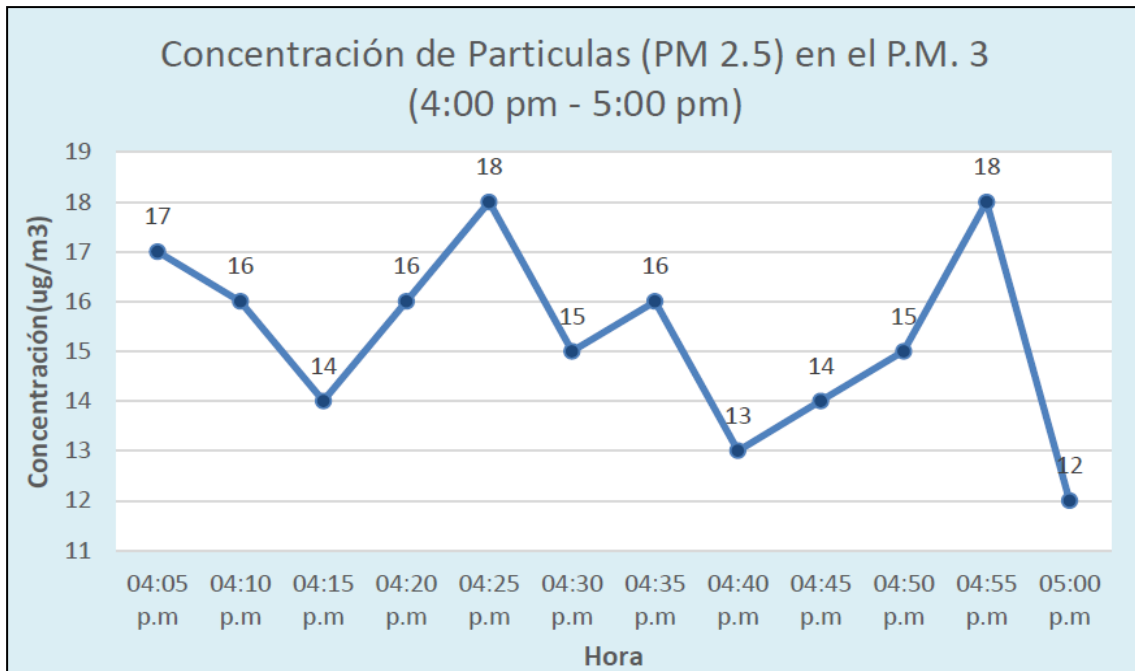


Figura 83. Valores de Material Particulado (PM_{2.5}), cada cinco minutos (04:00 pm - 05:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

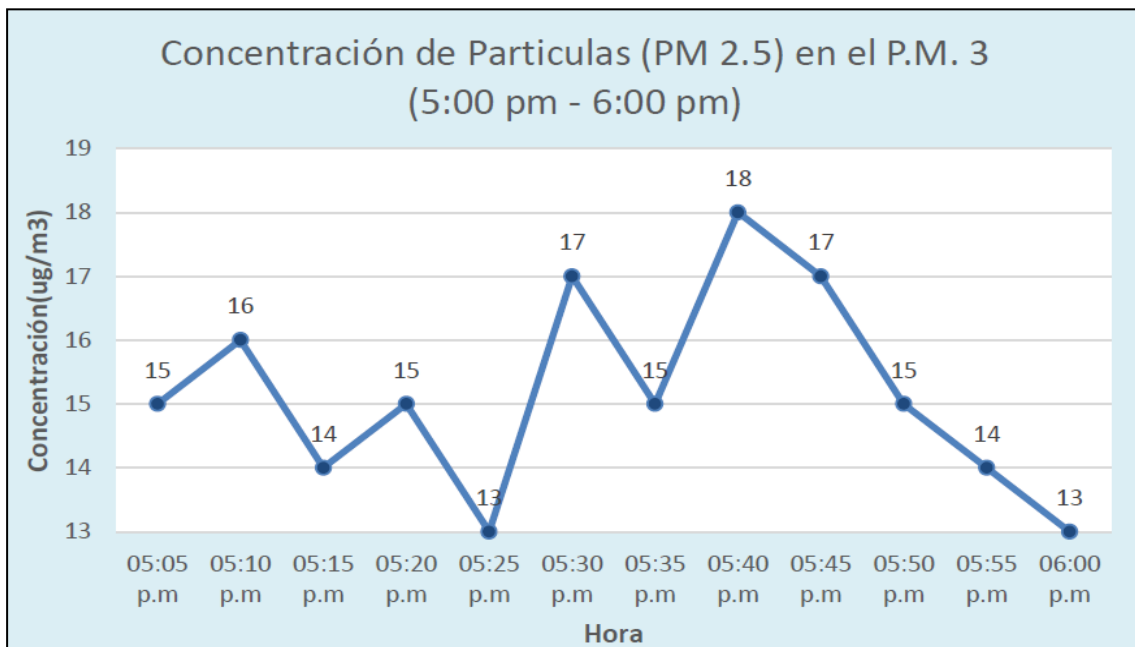


Figura 84. Valores de Material Particulado (PM_{2.5}), cada cinco minutos (05:00 pm - 06:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

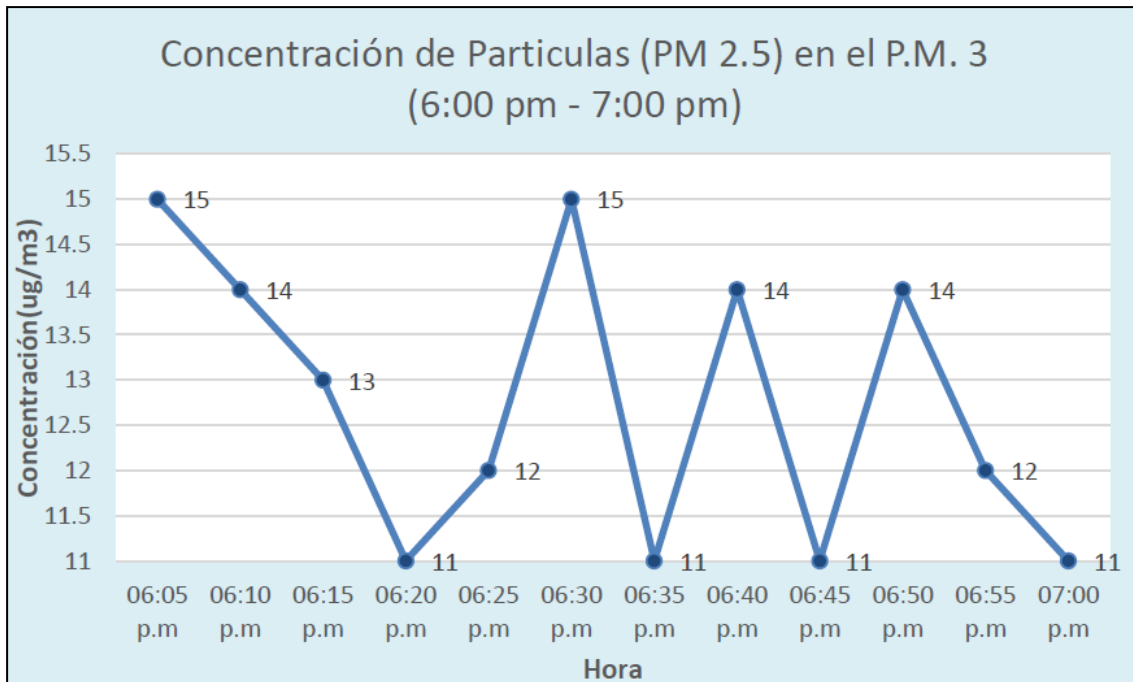


Figura 85. Valores de Material Particulado (PM2.5), cada cinco minutos (06:00 pm - 07:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

Análisis de la presencia de gases en el interior mina del proyecto minero Huayrapongo.

Para el monitoreo de Dióxido De Azufre (SO₂), Monóxido de Carbono (CO) y Dióxido de Nitrógeno (NO₂), se utilizó un medidor de gases modelo S200, ha sido específicamente diseñado para mediciones precisas, en ambientes donde exista presencia de algún tipo de gas.

Los componentes principales de este modelo son el equipo medidor y el cabezal o sensor de gas.

Dióxido de azufre (SO₂)-12h

Punto de muestreo: PM.-1 (Bocamina)

La siguiente tabla muestra las concentraciones de SO₂ (g) medidos en el punto de control PM.-1 de las 7:00 a.m. a 6:00 p.m., y son comparados con el Valor Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire.

Tabla 16

Concentración de Dióxido de Azufre (SO₂) en el PM. -1

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas			Fecha de monitoreo	Concentración de SO ₂ (µg/m ³)
		Este	Norte	Elevación		
07:00 a.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	12.08
08:00 a.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	11.67
09:00 a.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	12.75
10:00 a.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	13
11:00 a.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	13.75
12:00 p.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	14.17
01:00 p.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	13.75
02:00 p.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	13.58
03:00 p.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	15.08
04:00 p.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	13.17
05:00 p.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	13.42
06:00 p.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	11.08

Promedio aritmético de las concentraciones de dióxido de azufre (SO₂)

13.13 µg/m³

Estándar nacional de calidad ambiental del aire (SO₂)

80 µg/m³

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

Los niveles de concentración de SO₂ obtenidos en el punto de control de las 7:00 a.m. a 6:00 p.m., se encuentra por debajo del Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire fijado en 80 µg/m³, según el D.S. N° 024-2016-EM y su modificatoria D.S. N° 023-2017-EM.

La máxima concentración (14.17 µg/m³) se obtuvo a las 12:00 a.m., mientras que la mínima concentración (11.08 µg/m³) se obtuvo en el punto de 6:00 p.m.

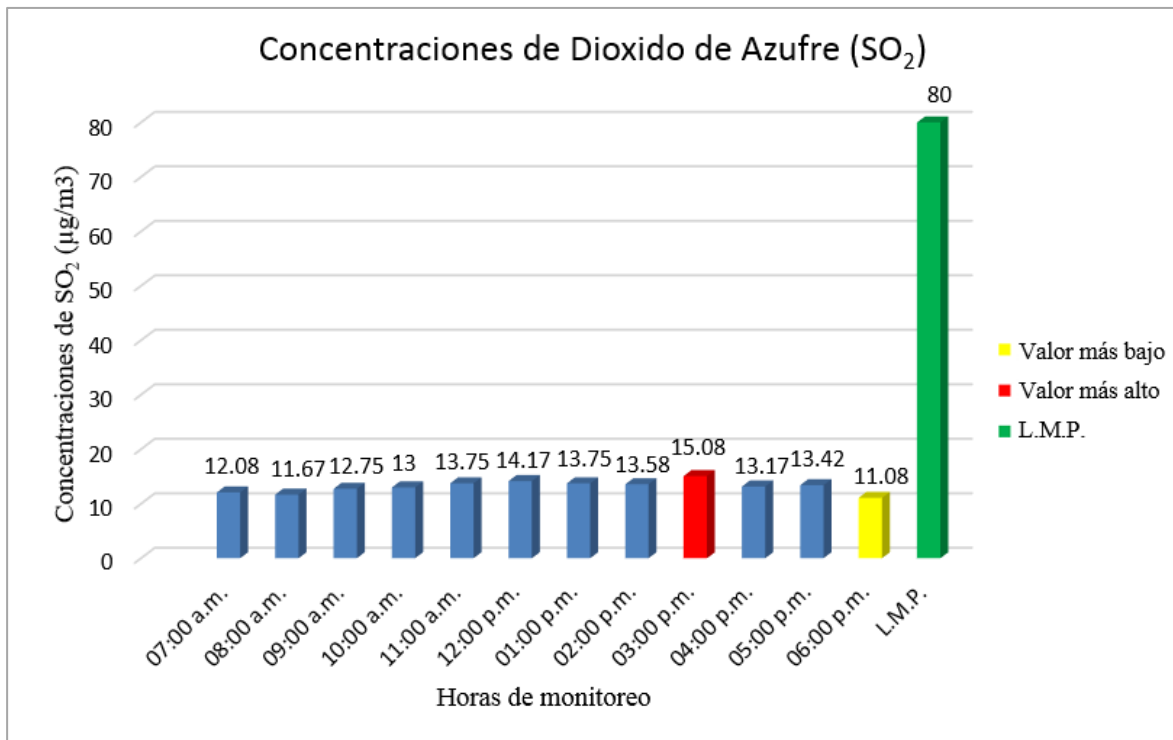


Figura 86. Comparación de la concentración de Dióxido de Azufre obtenidas en las 12 horas de control.

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

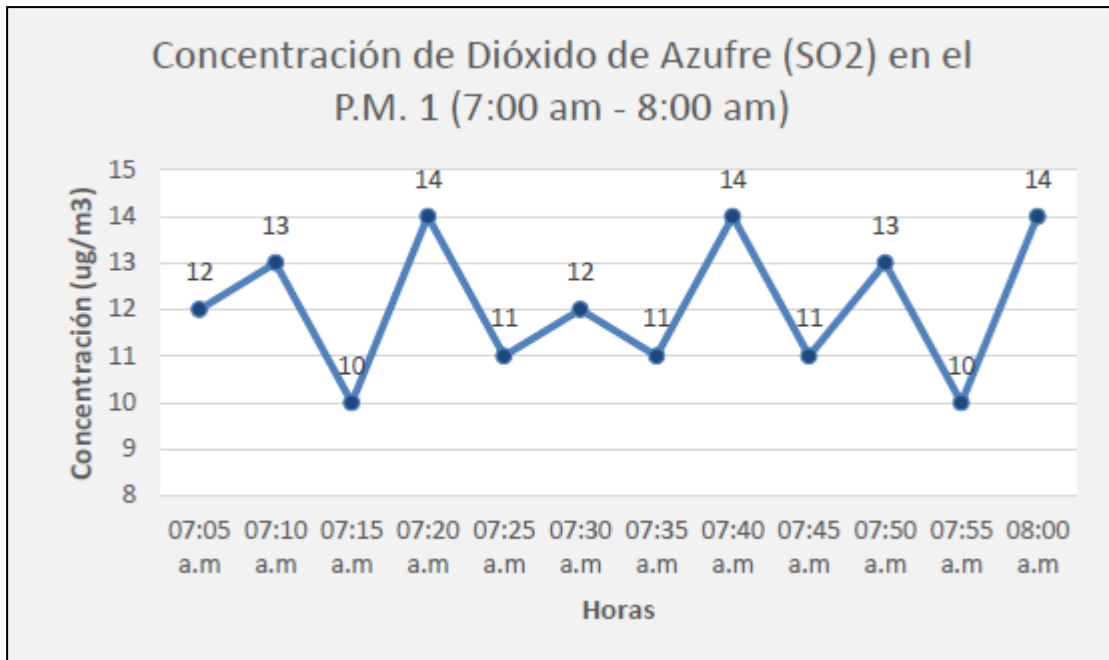


Figura 87. Valores de Dióxido de Azufre (SO₂), cada cinco minutos (07:00 am - 08:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

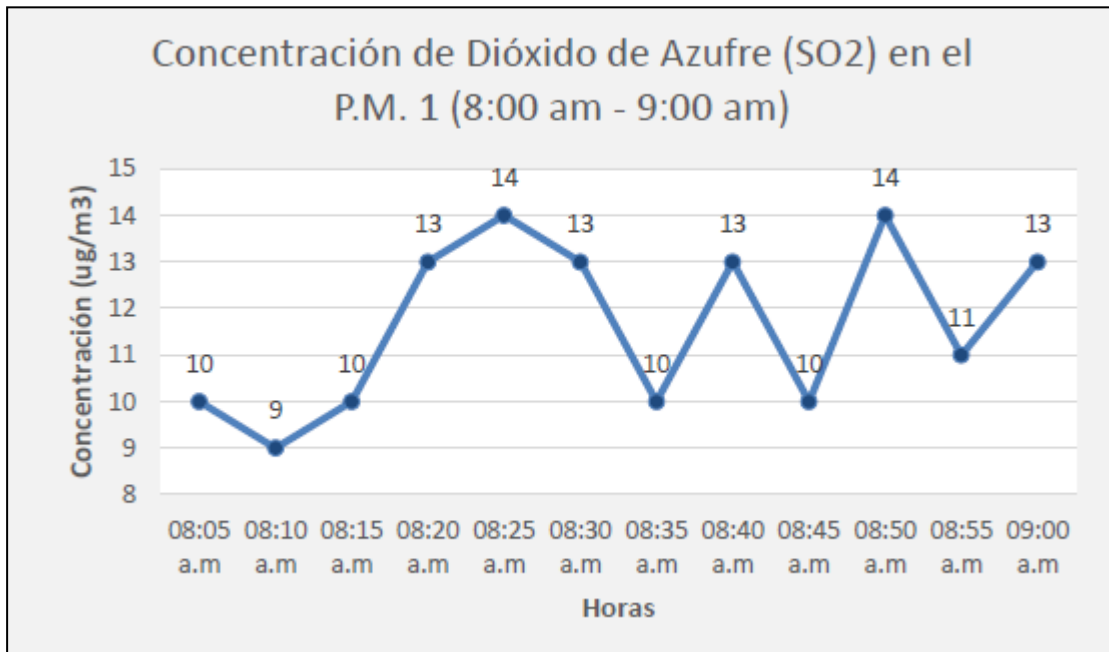


Figura 88. Valores de Dióxido de Azufre (SO₂), cada cinco minutos (08:00 am - 09:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

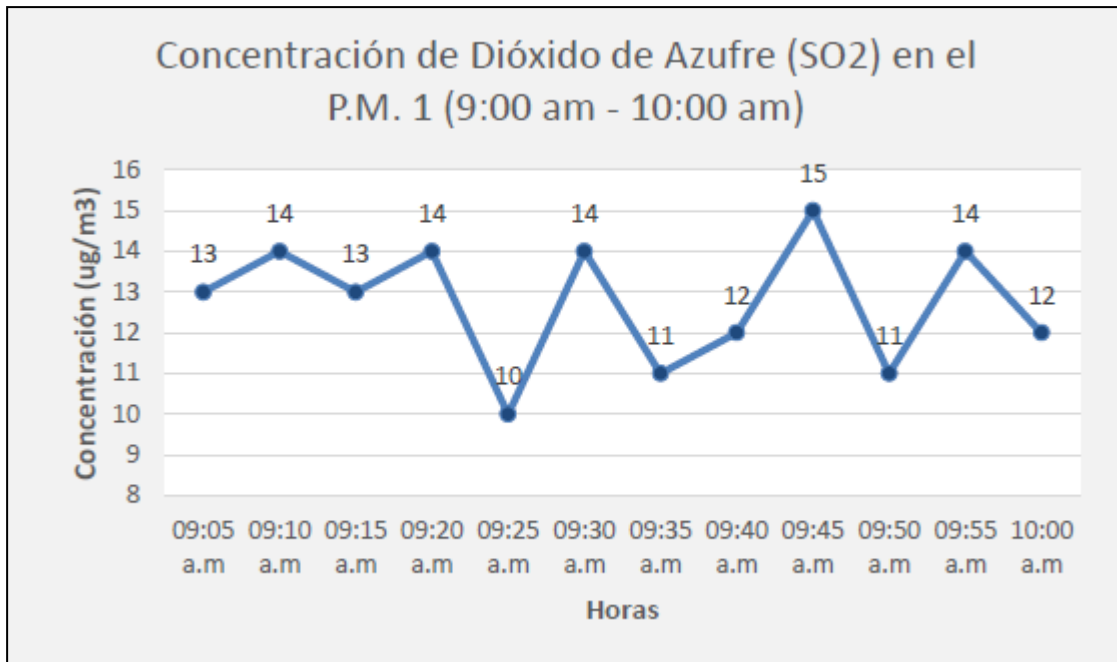


Figura 89 C. Valores de Dióxido de Azufre (SO₂), cada cinco minutos (09:00 am - 10:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

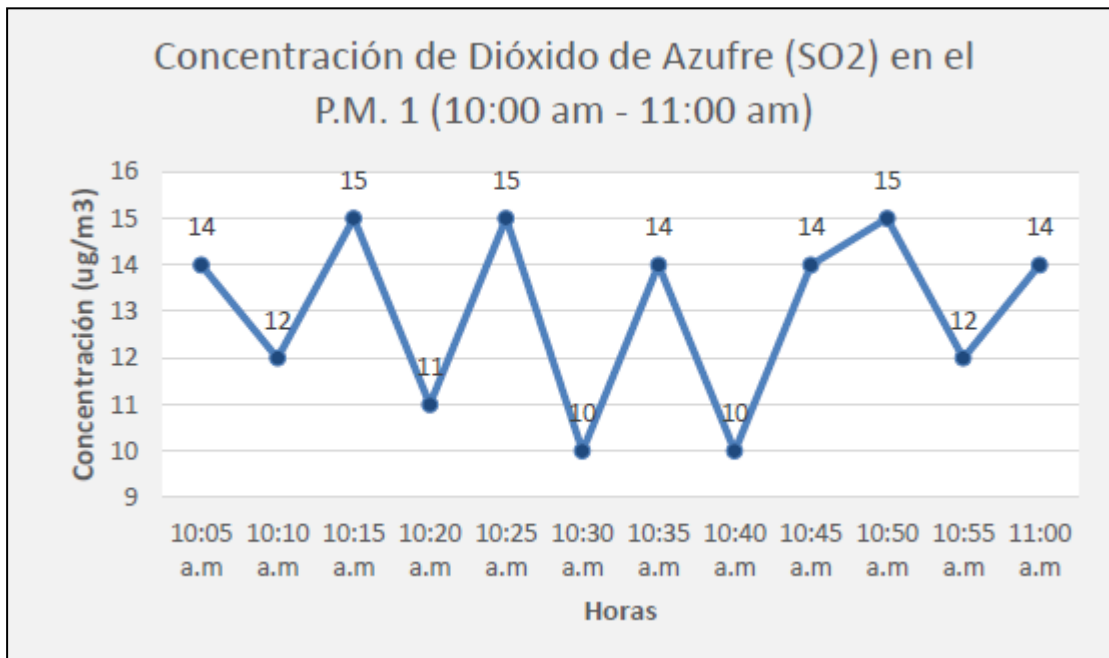


Figura 90. Valores de Dióxido de Azufre (SO₂), cada cinco minutos (10:00 am - 11:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

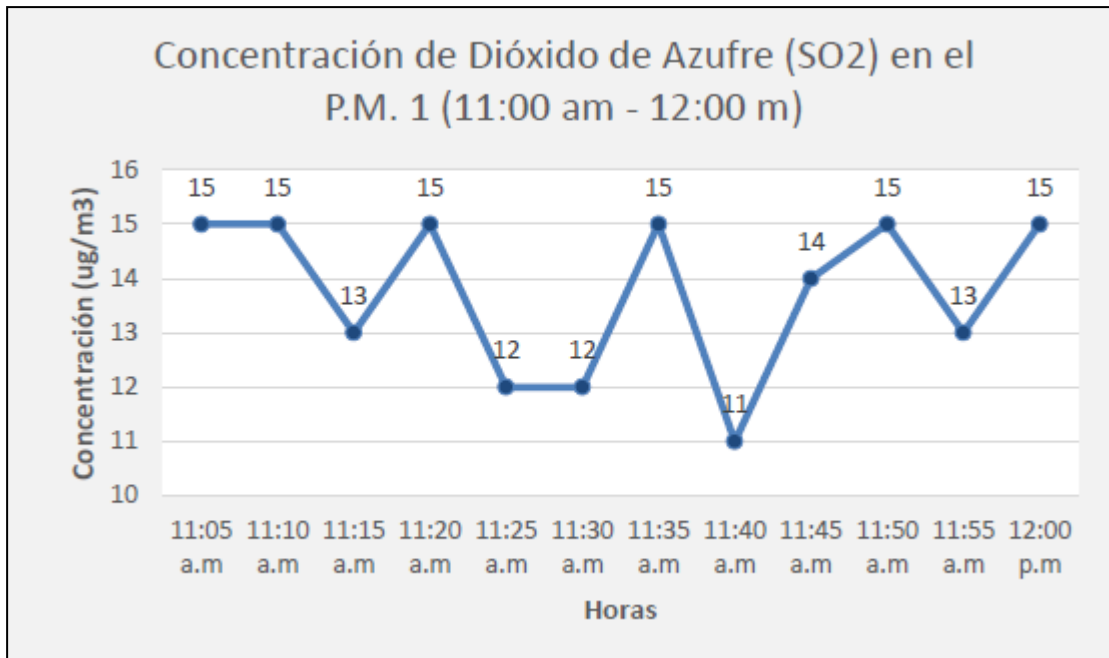


Figura 91. Valores de Dióxido de Azufre (SO₂), cada cinco minutos (11:00 am - 12:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

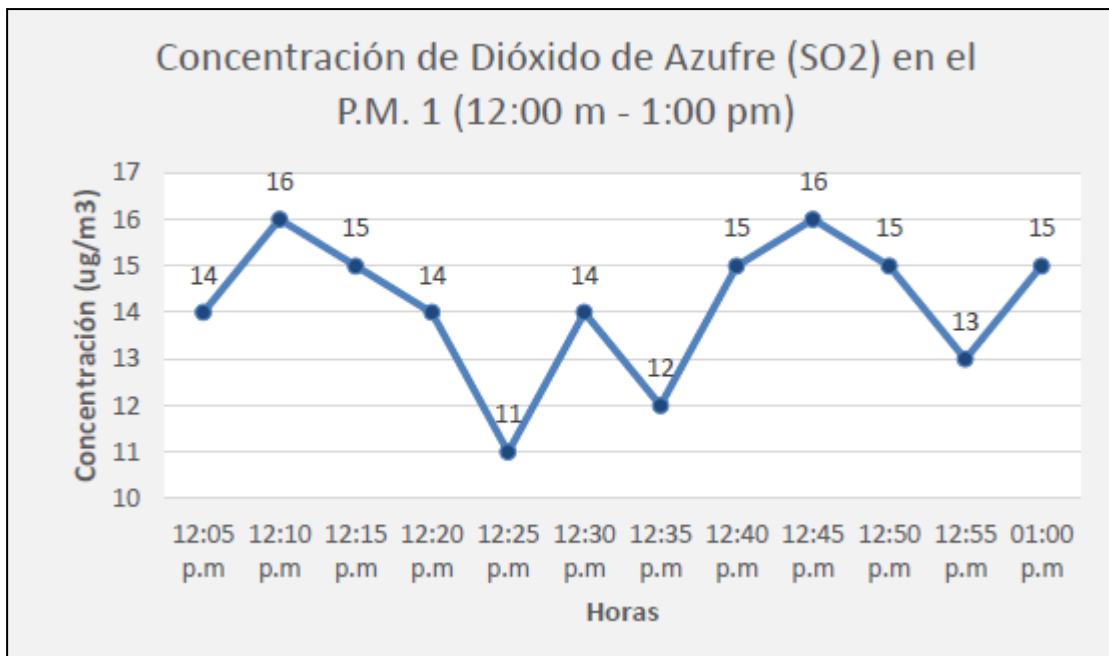


Figura 92. Valores de Dióxido de Azufre (SO₂), cada cinco minutos (12:00 pm - 01:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

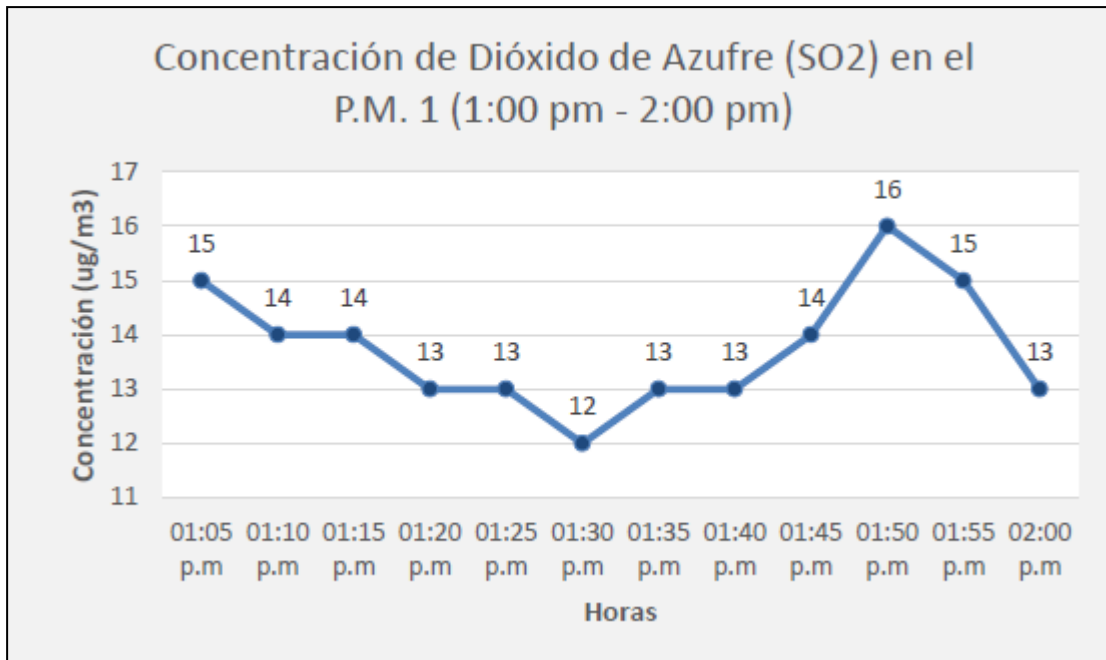


Figura 93. Valores de Dióxido de Azufre (SO₂), cada cinco minutos (01:00 pm - 02:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

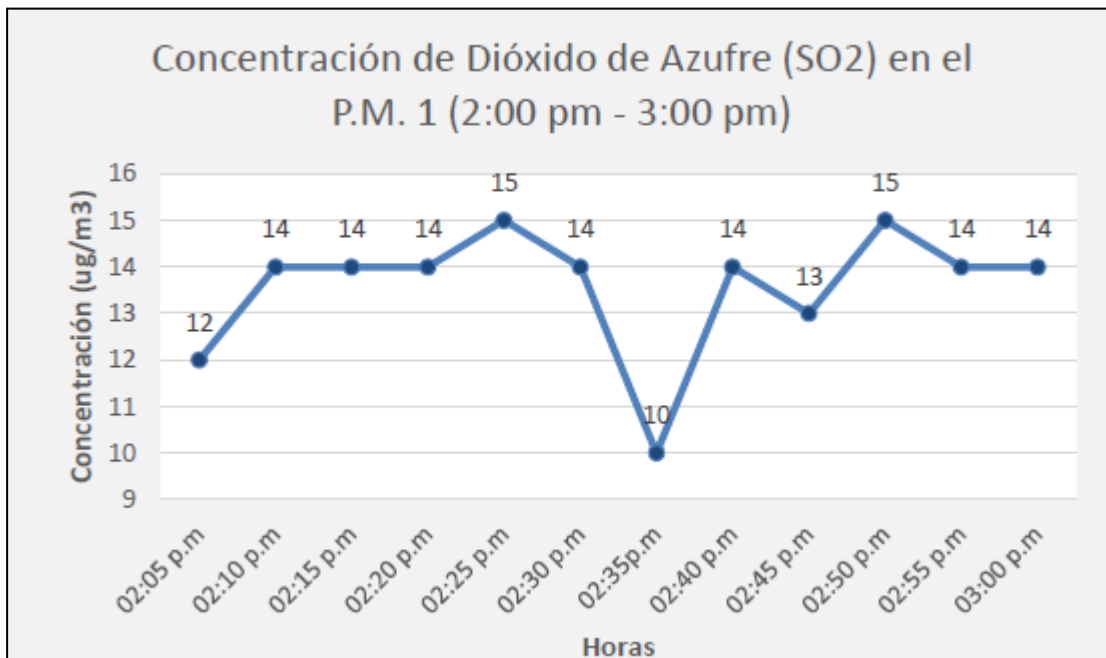


Figura 94. Valores de Dióxido de Azufre (SO₂), cada cinco minutos (02:00 pm - 03:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

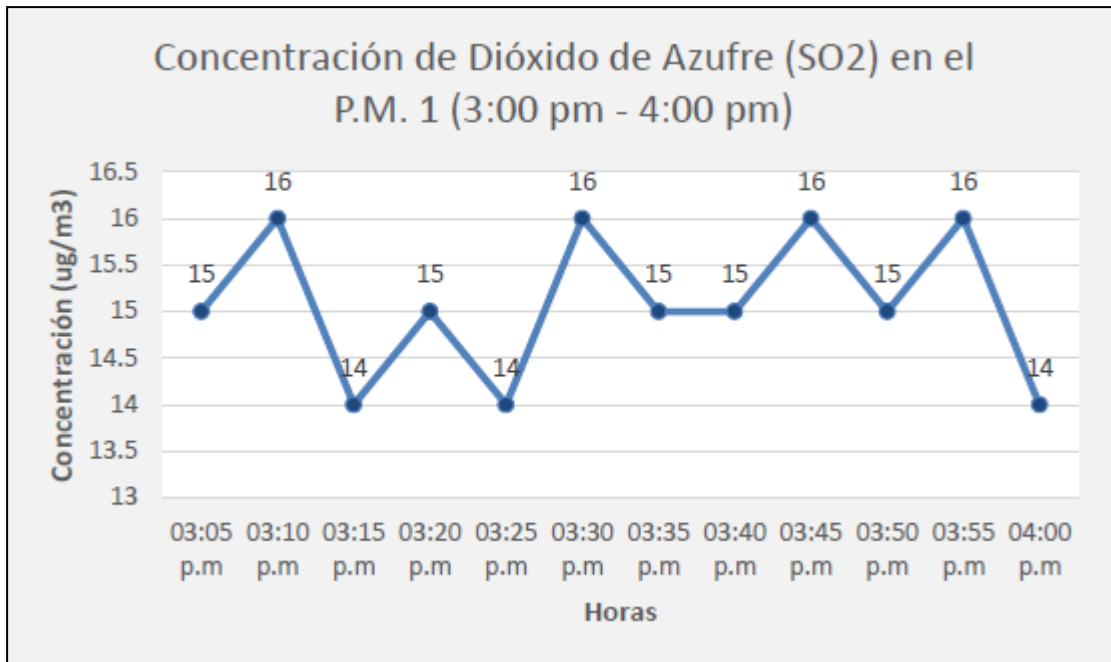


Figura 95. Valores de Dióxido de Azufre (SO₂), cada cinco minutos (03:00 pm - 04:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

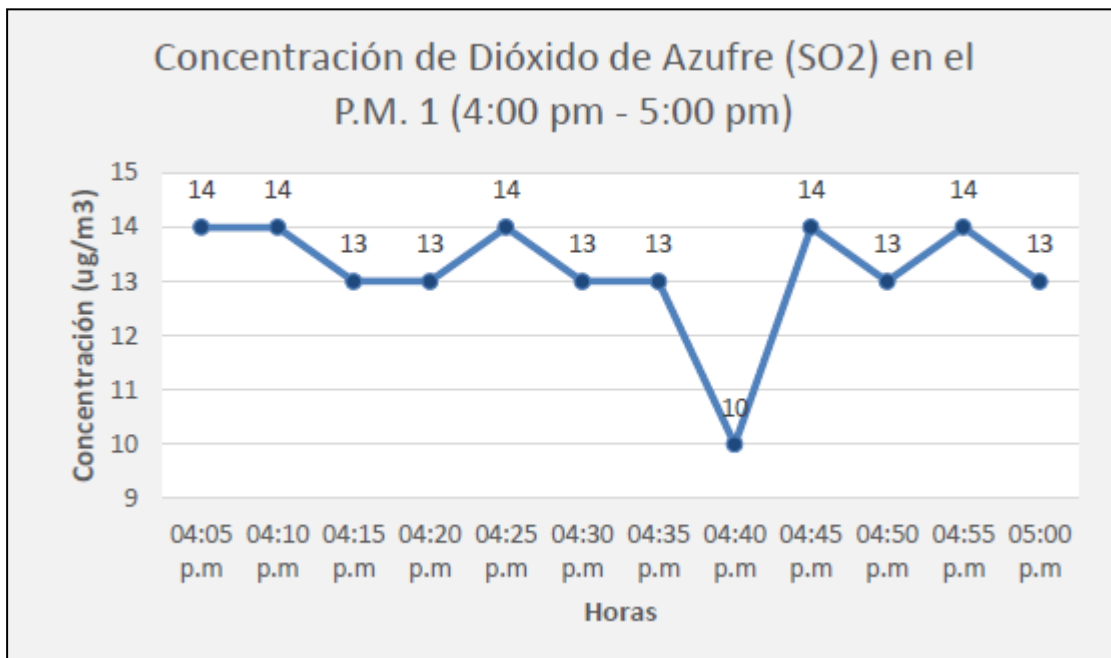


Figura 96. Valores de Dióxido de Azufre (so₂), cada cinco minutos (04:00 pm - 05:00pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

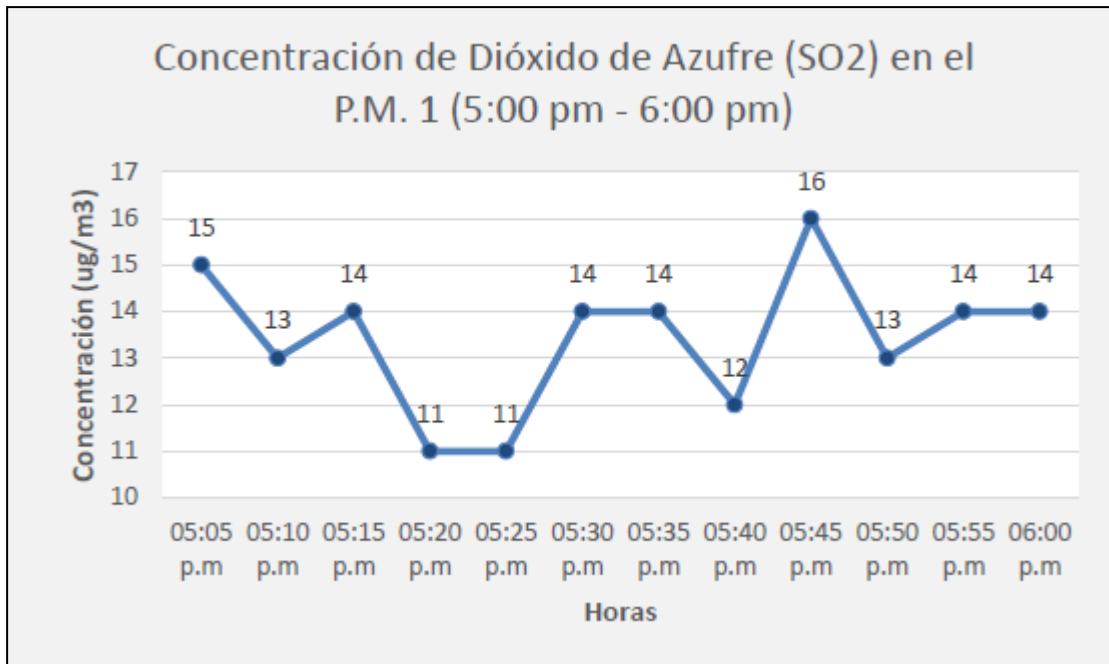


Figura 97. Valores de Dióxido de Azufre (SO₂), cada cinco minutos (05:00 pm - 06:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

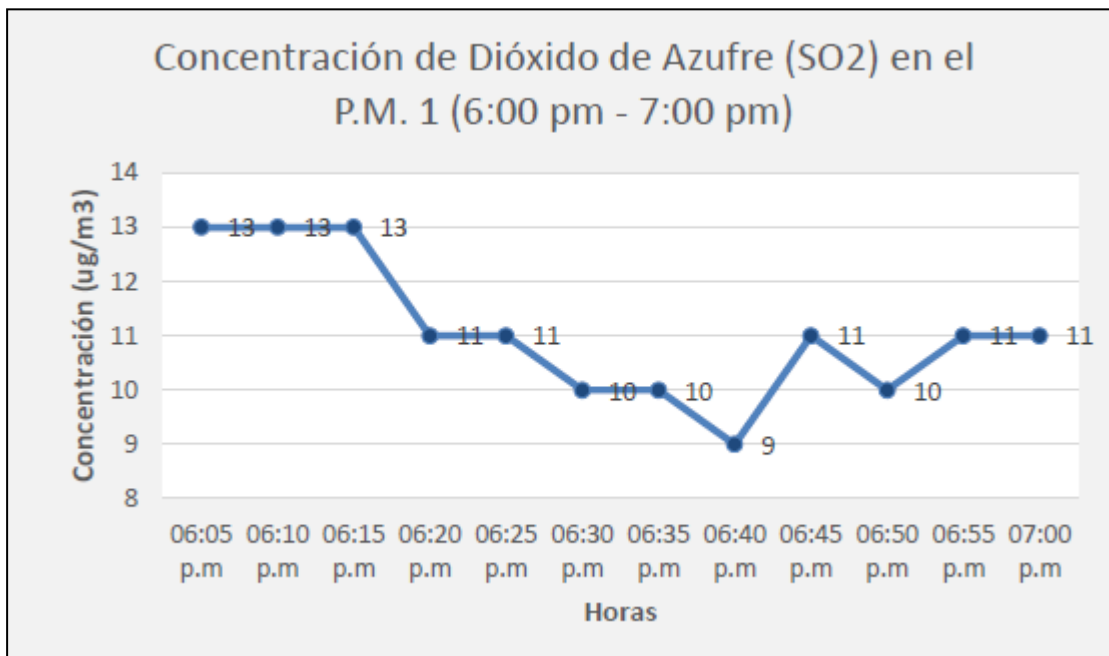


Figura 98. Valores de Dióxido de Azufre (SO₂), cada cinco minutos (06:00 pm - 07:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

Monóxido De Carbono (CO)

Punto de muestreo: PM. -1 (Bocamina)

Los valores arrojados por el sensor de gases, nos indica que hay tiempos en que la concentración del Monóxido de Carbono (CO) son mayores, pero no sobrepasan los valores máximos establecidos; por la mañana la concentración de este gas con relación a la concentración por la tarde en moderadamente mayor; debido a que, a estas horas, las masas de viento dispersan a los gases concentrados.

La siguiente tabla se muestra las concentraciones de Monóxido de Carbono (CO) medidos en los puntos de control PM. -1 de las 7:00 a.m. a 6:00 p.m., y son comparados con el Valor Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire.

Tabla 17

Concentración De Monóxido De Carbono (CO) en el PM. -1

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas			Fecha de monitoreo	Concentración de CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
		Este	Norte	Elevación		
07:00 a.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	346.26
08:00 a.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	354.75
09:00 a.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	356.92
10:00 a.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	364.83
11:00 a.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	365.83
12:00 p.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	366.52
01:00 p.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	356.42
02:00 p.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	356.75

03:00 p.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	362.08
04:00 p.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	366.75
05:00 p.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	366.83
06:00 p.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	357.67

Promedio aritmético de las concentraciones de
monóxido de carbono (CO) 360.13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Estándar nacional de calidad ambiental del aire (CO) 30000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

Los niveles de concentración de Monóxido de Carbono (CO) obtenidos en los puntos de control de 7:00 a.m. a 6:00 p.m., se encuentran por debajo del Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire fijado en 30000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, según el D.S. N° 024-2016-EM y su modificatoria D.S. N° 023-2017-EM.

La máxima concentración (366.83 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) se obtuvo a las 5:00 p.m., mientras que la mínima concentración (346.26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) se obtuvo en el punto de 7:00 a.m.

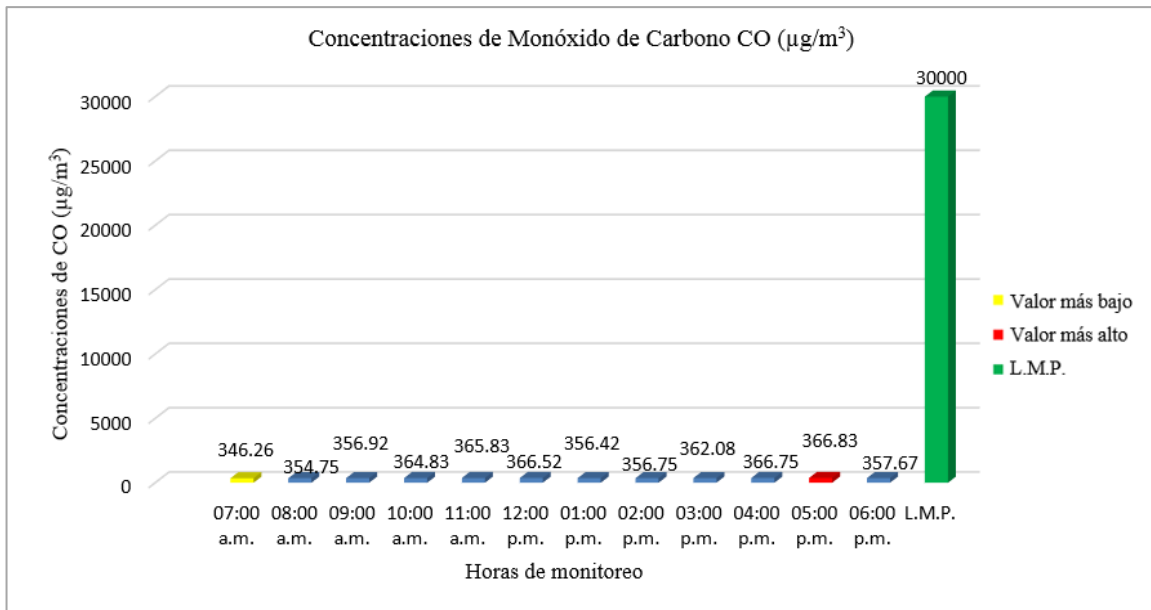


Figura 99. concentración de partículas obtenidas en las horas de control

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

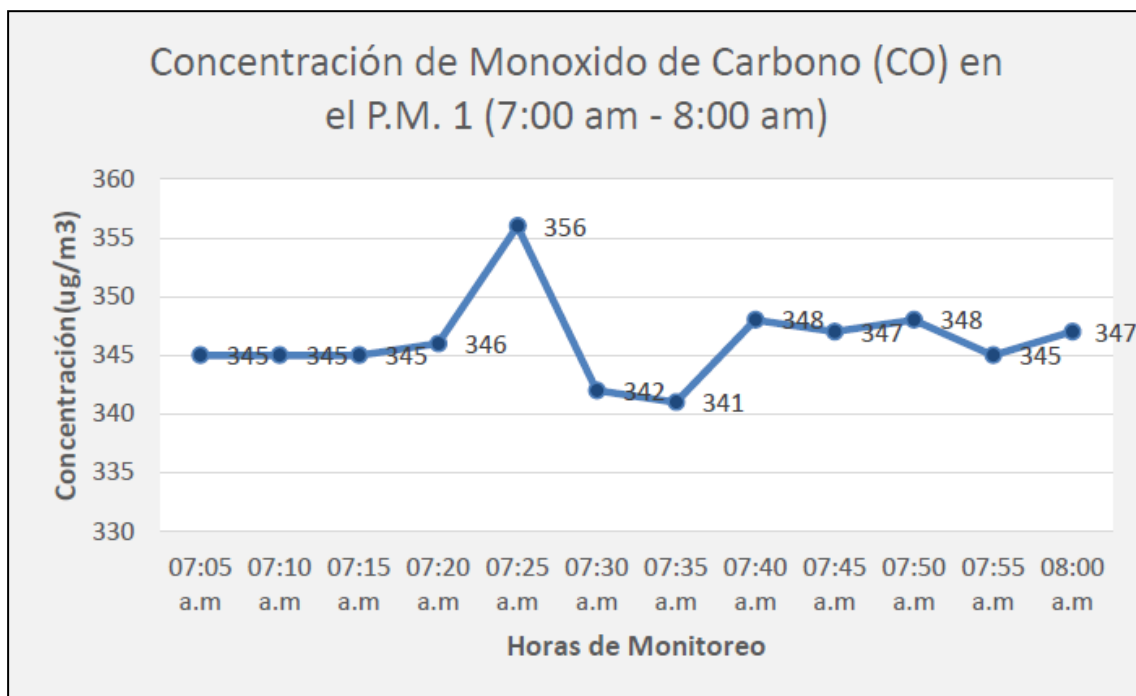


Figura 100. valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (07:00 am - 08:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

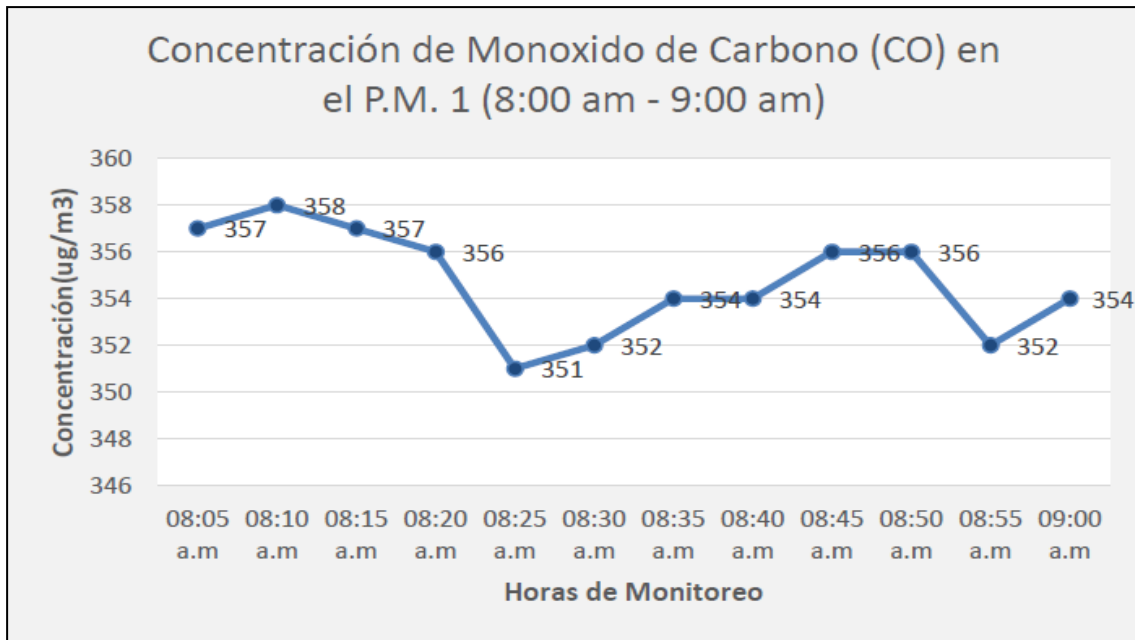


Figura 101. valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (08:00 am - 08:00 am).

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

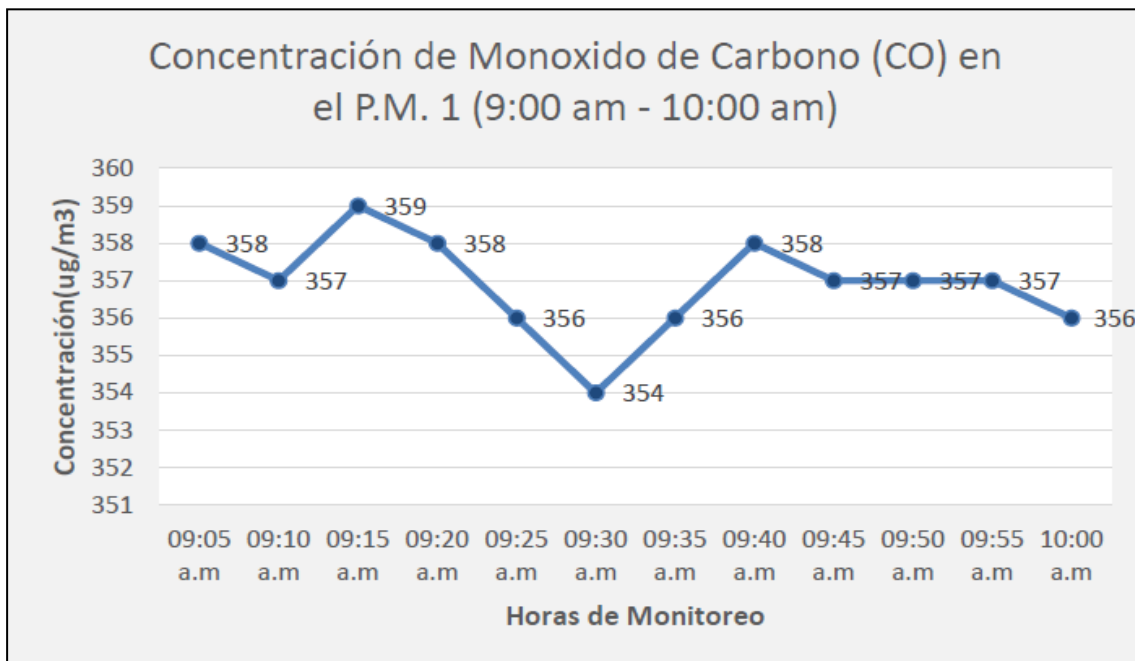


Figura 102. valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (08:00 am - 09:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

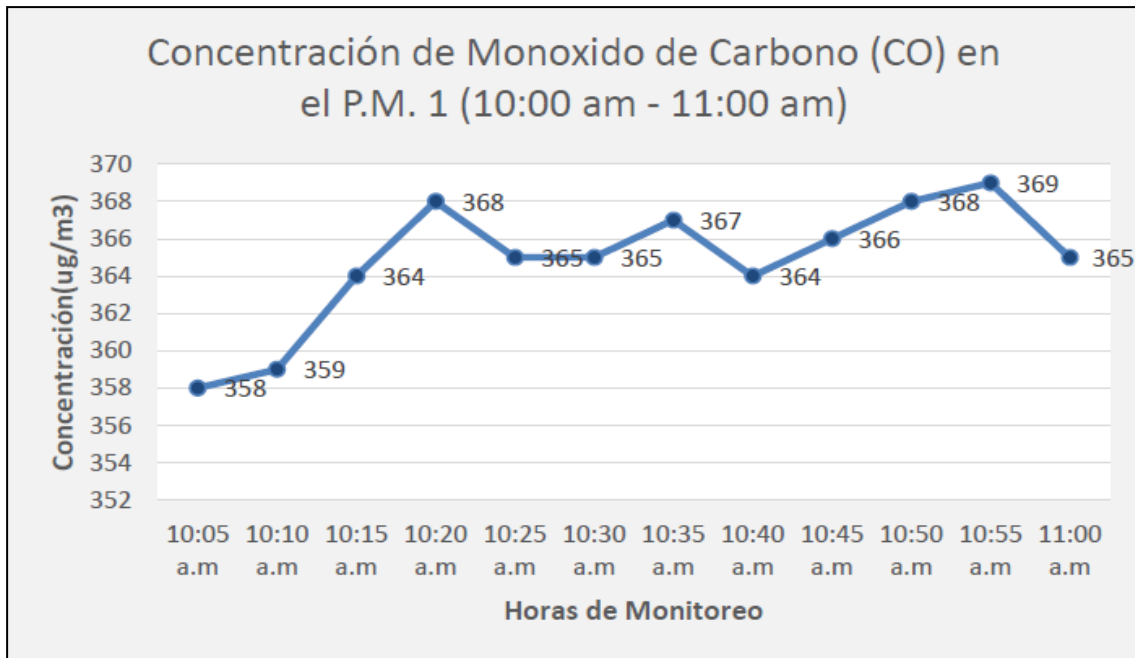


Figura 103. valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (10:00 am - 11:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

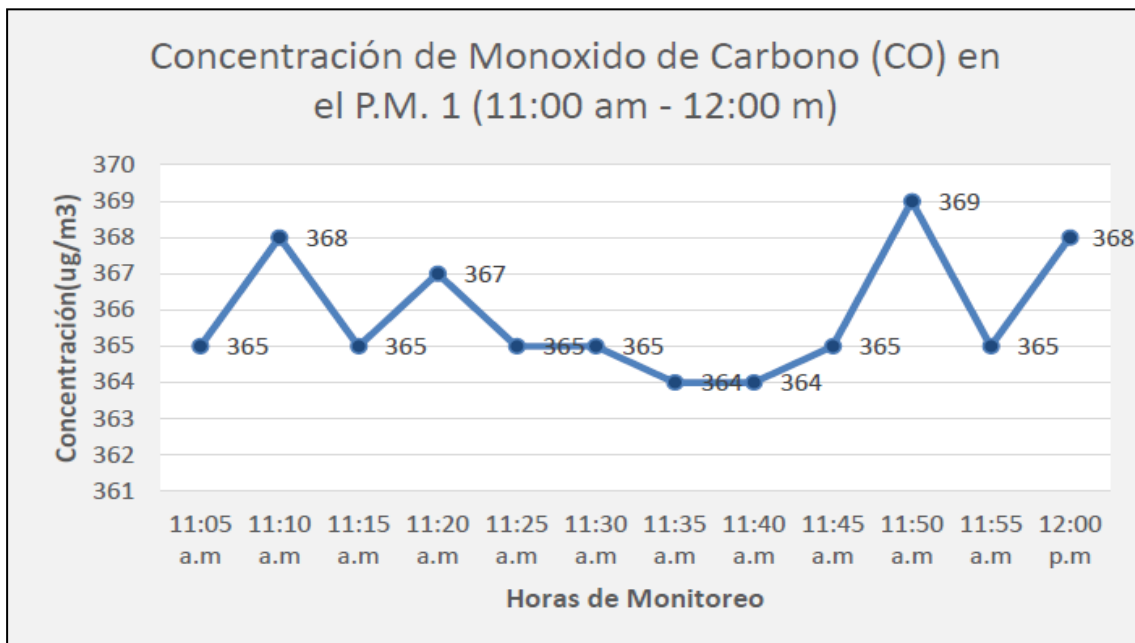


Figura 104. valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (11:00am - 12:00 m)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

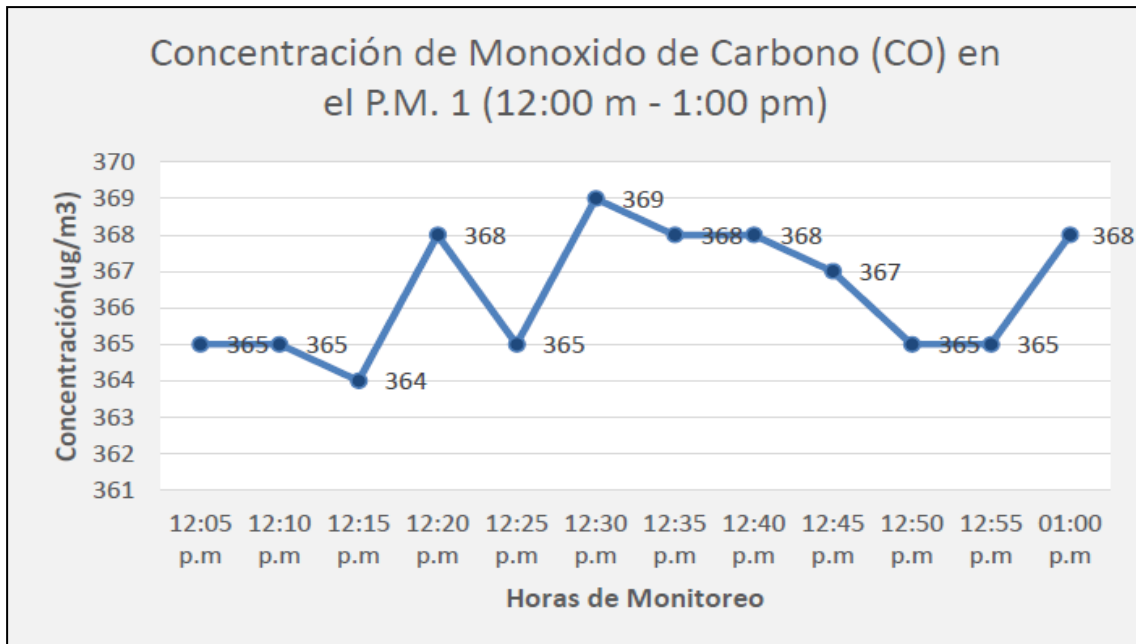


Figura 105. valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (12:00 pm - 01:00pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

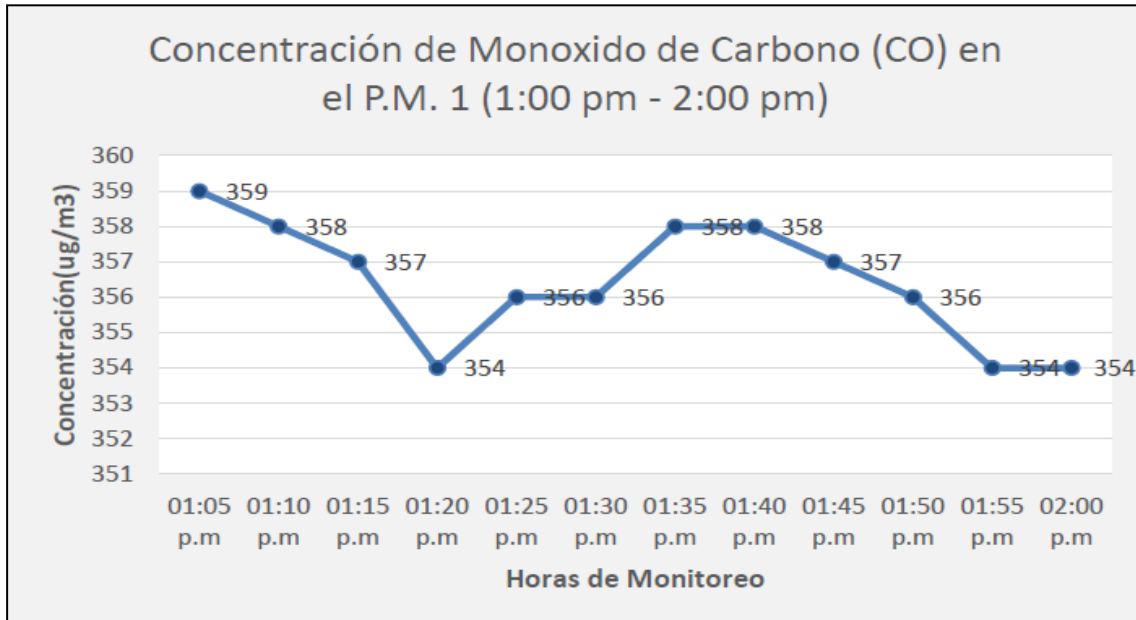


Figura 106. valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (01:00 pm - 02:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

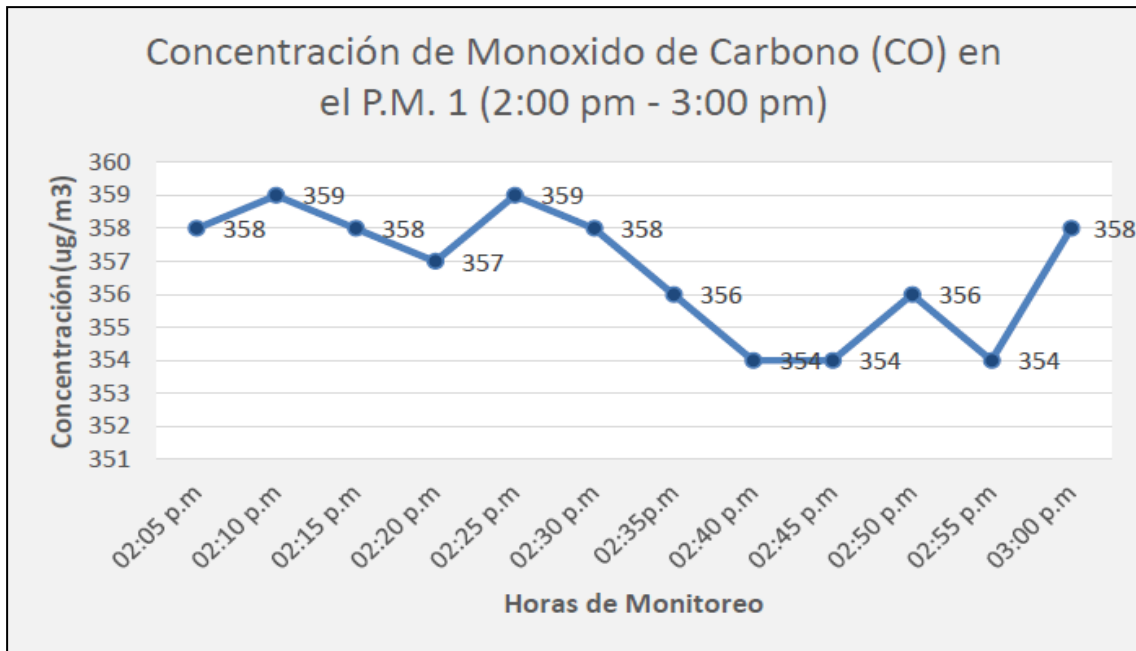


Figura 107. valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (02:00 pm-03:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

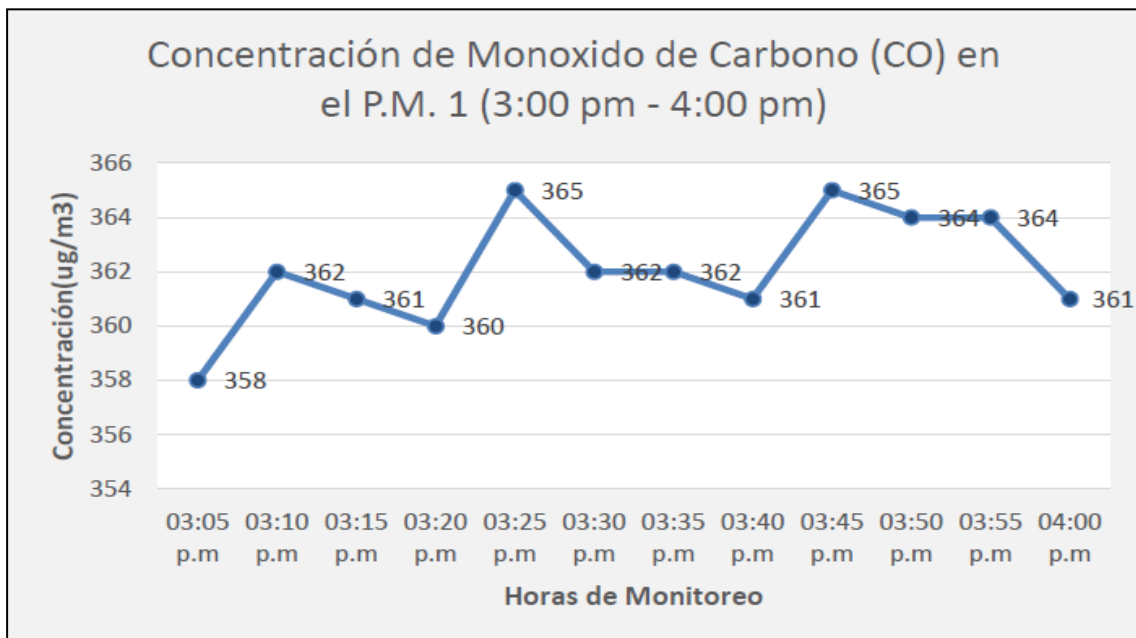


Figura 108. valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (03:00 pm - 04:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

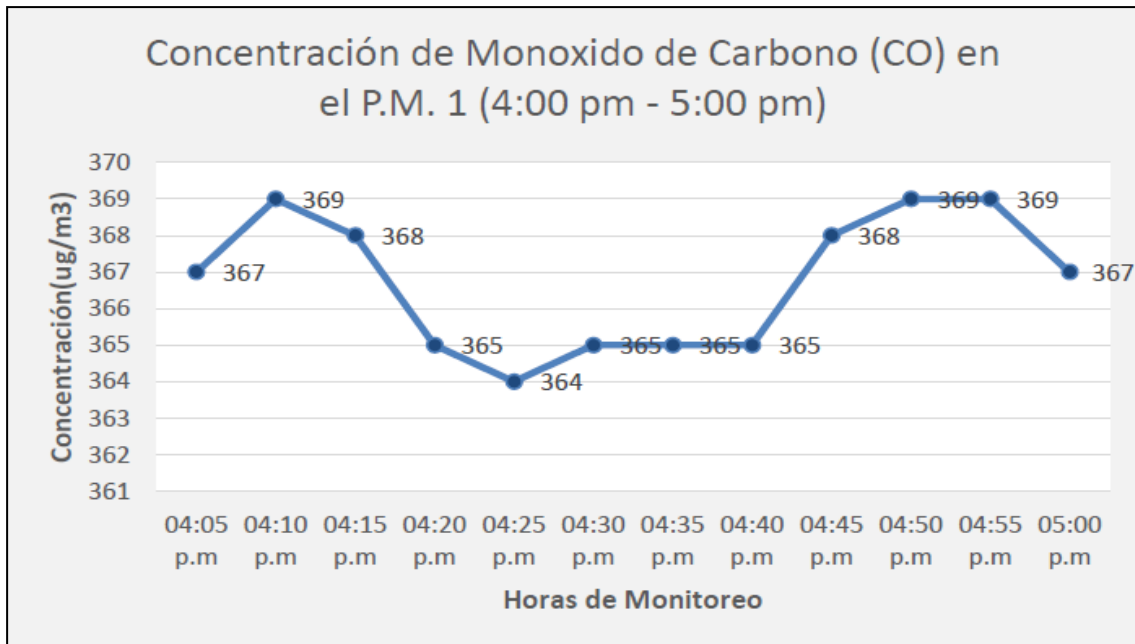


Figura 109. valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (04:00 pm - 05:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

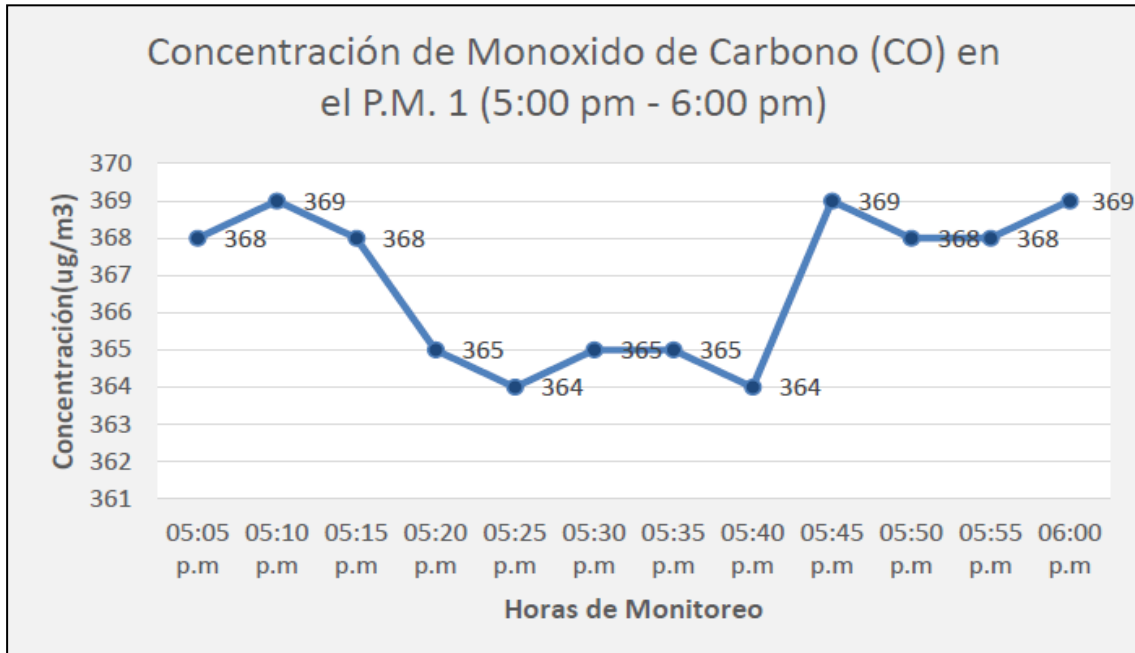


Figura 110. valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (05:00 pm - 06:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

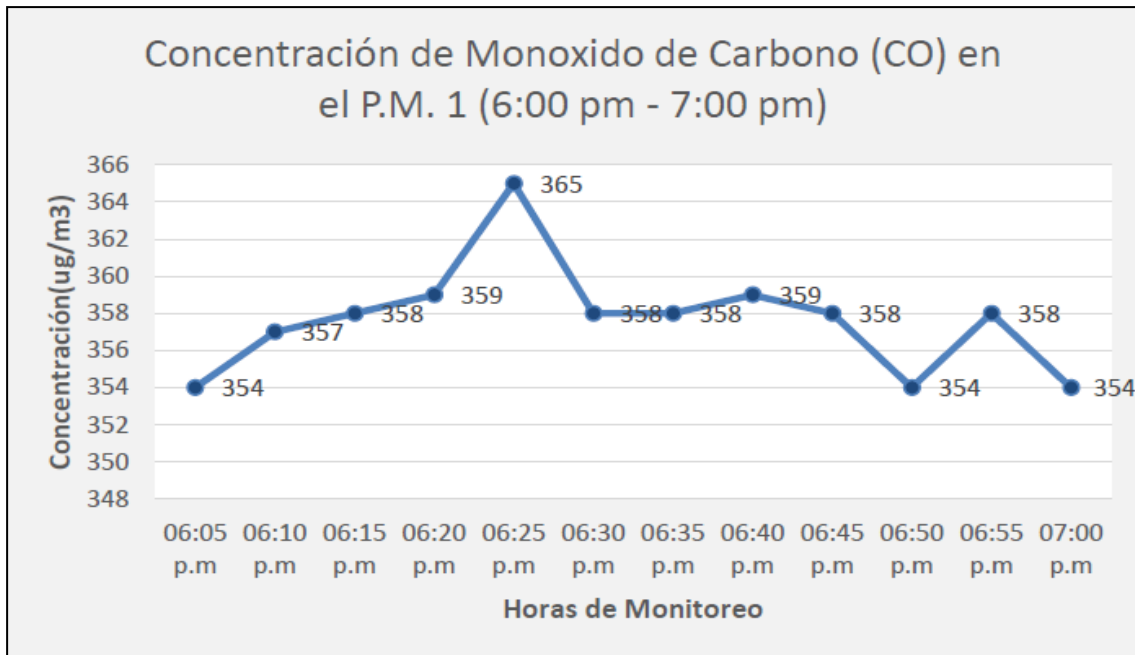


Figura 111. valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (06:00 pm - 07:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

Dióxido De Nitrógeno (NO₂) - 12h

Punto De Muestreo: PM. -1 (Bocamina)

Este gas se encuentra en bajas concentraciones, debido a que en esta zona los vientos dispersan el Dióxido de Nitrógeno, ya que la zona de muestreo se encuentra influenciada por las masas de aire que por allí circulan, este aire es de gran ayuda porque sirve para dispersar este gas, que es de concentración muy baja para las normas ya establecidas, como lo indican los datos registrados por el sensor.

La siguiente tabla se muestran las concentraciones de Dióxido de Nitrógeno (NO₂) medidos en los puntos de control PM. -1 de las 7: 00 a.m. a 6: 00 pm y son comparados con el Valor Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire.

Tabla 18

Concentración de Dióxido de Nitrógeno (NO₂) en el PM. -1

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas			Fecha de monitoreo	Concentración de NO ₂ (µg/m ³)
		Este	Norte	Elevación		
07:00 a.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	16.83
08:00 a.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	17.83
09:00 a.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	18.33
10:00 a.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	24.25
11:00 a.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	33.67
12:00 p.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	36.67
01:00 p.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	36
02:00 p.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	34.92
03:00 p.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	34.75
04:00 p.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	29.58
05:00 p.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	25.33
06:00 p.m.	Bocamina	737390	9205501	1719	14/12/2020	24.5
Promedio aritmético de las concentraciones de dióxido de nitrógeno (NO ₂)					27.72 µg/m ³	
Estándar nacional de calidad ambiental del aire (NO ₂)					200 µg/m ³	

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

Los niveles de concentración de NO₂ obtenido en el punto de control de las 7:00 a.m. a 6:00 p.m., se encuentran por debajo del Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire fijado en 200 µg/m³, según el D.S. N° 024-2016-EM y su modificatoria D.S. N° 023-2017-EM.

La máxima concentración ($36.67 \mu\text{g}/\text{m}^3$) se obtuvo a las 12:00 a.m., mientras que la mínima concentración ($16.83 \mu\text{g}/\text{m}^3$) se obtuvo a las 7:00 a.m.

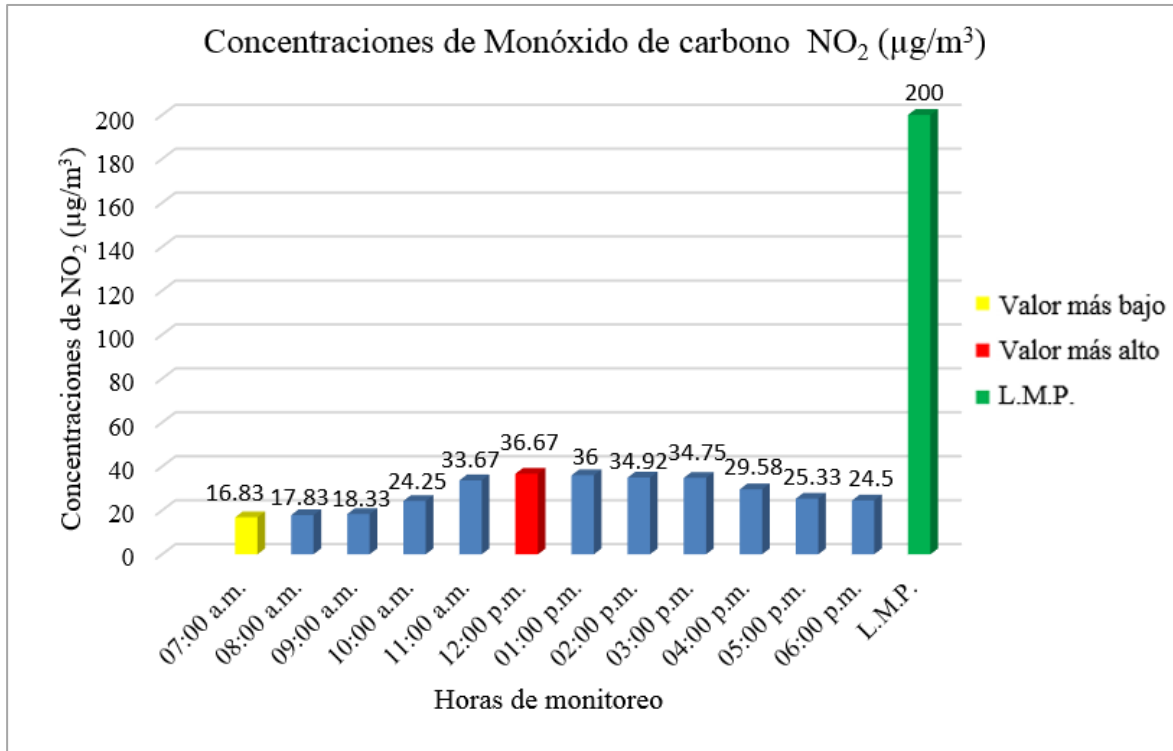


Figura 112. Concentración de Monóxido de carbono NO₂ obtenidas en las horas 12 de control

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

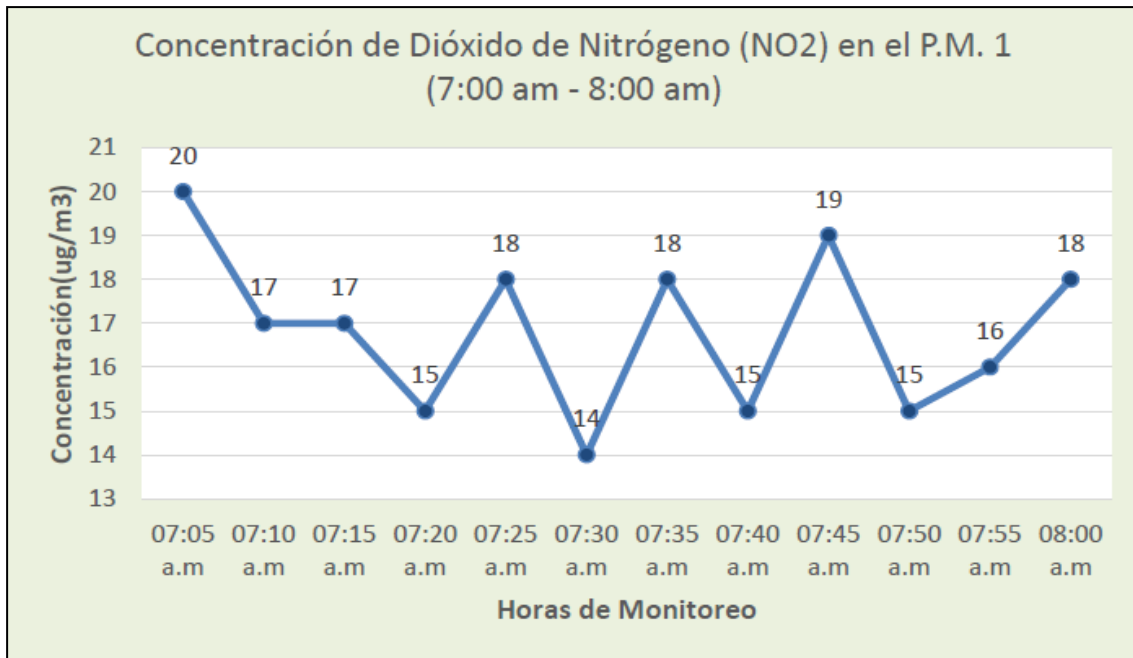


Figura 113. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO₂), cada cinco minutos (07:00 am - 08:00am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

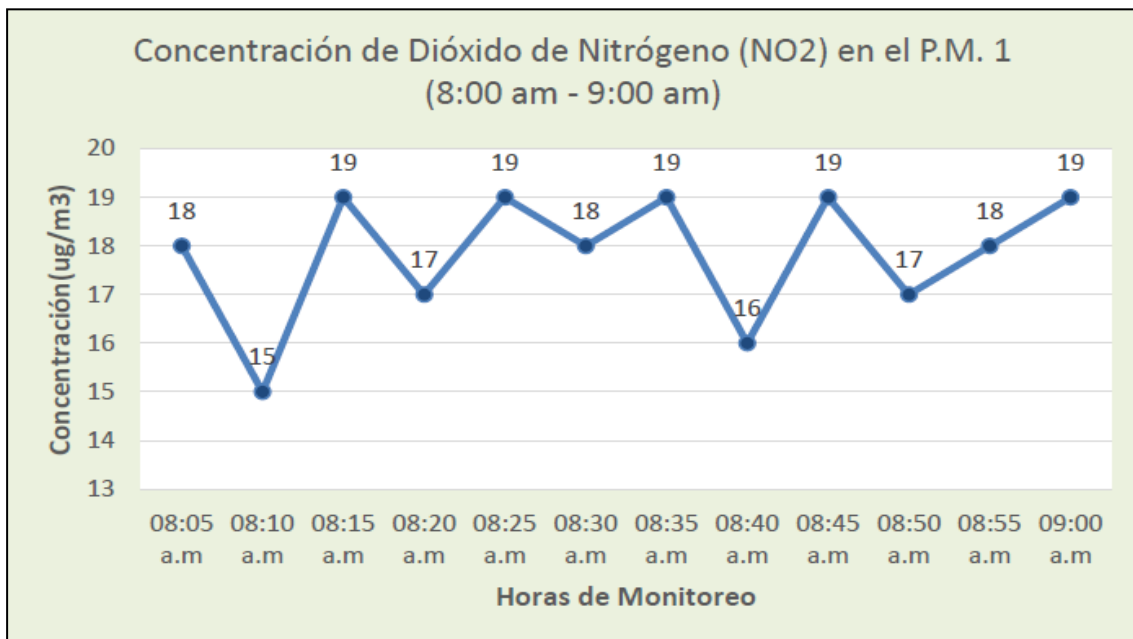


Figura 114. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO₂), cada cinco minutos (08:00 am - 09:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

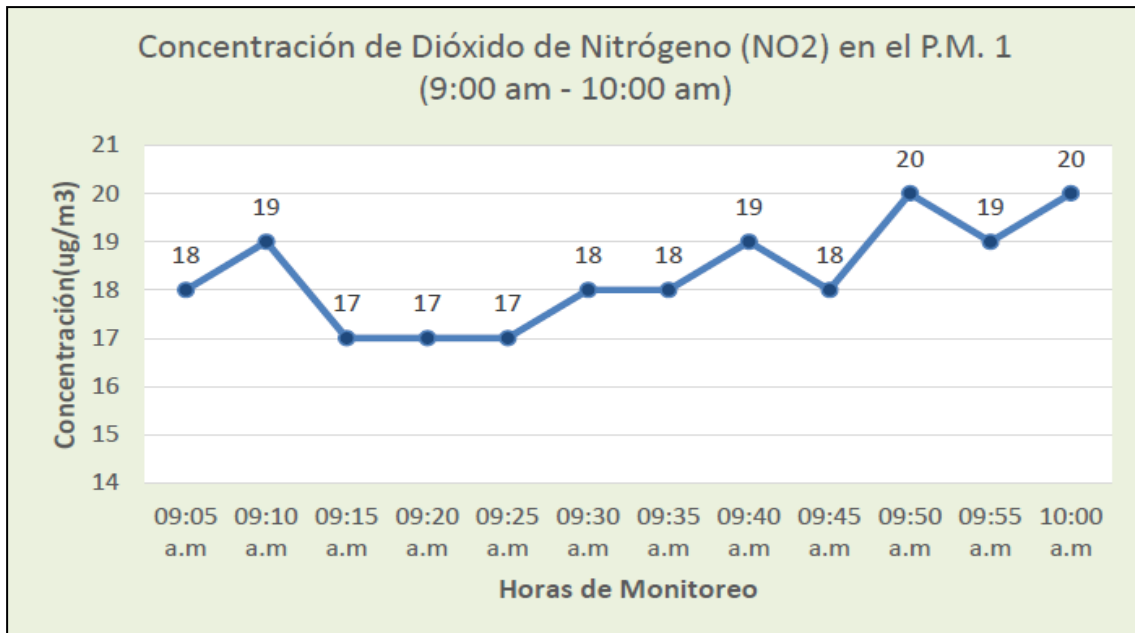


Figura 115. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO₂), cada cinco minutos (09:00 am - 10:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

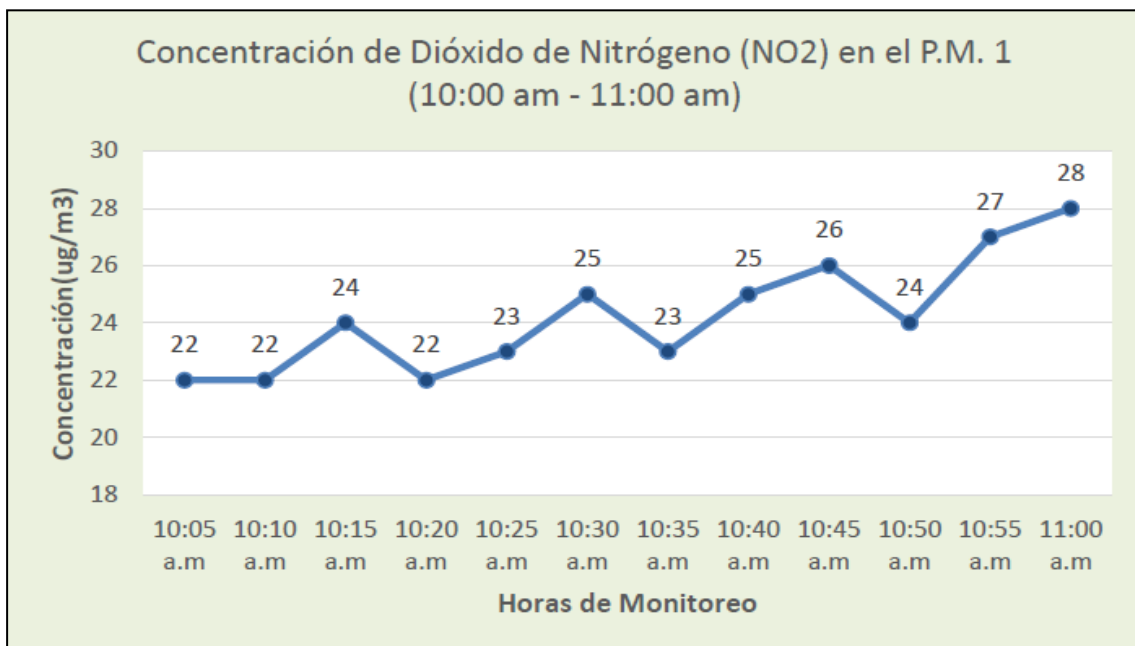


Figura 116. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO₂), cada cinco minutos (10:00 am - 11:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

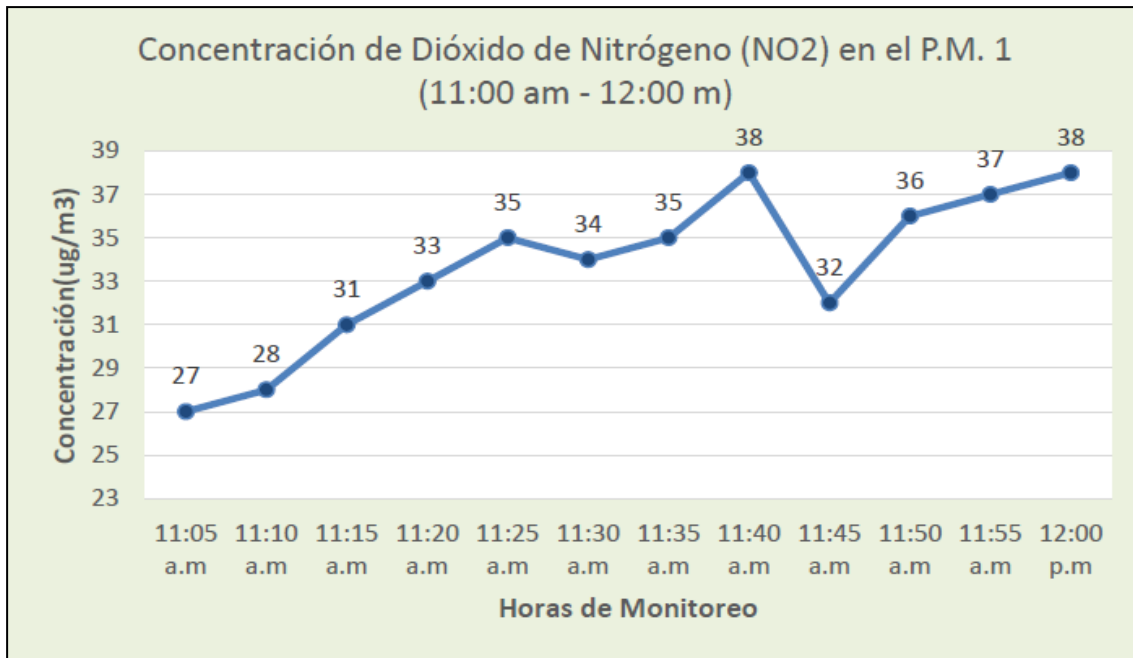


Figura 117. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO₂), cada cinco minutos (11:00 am - 12:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

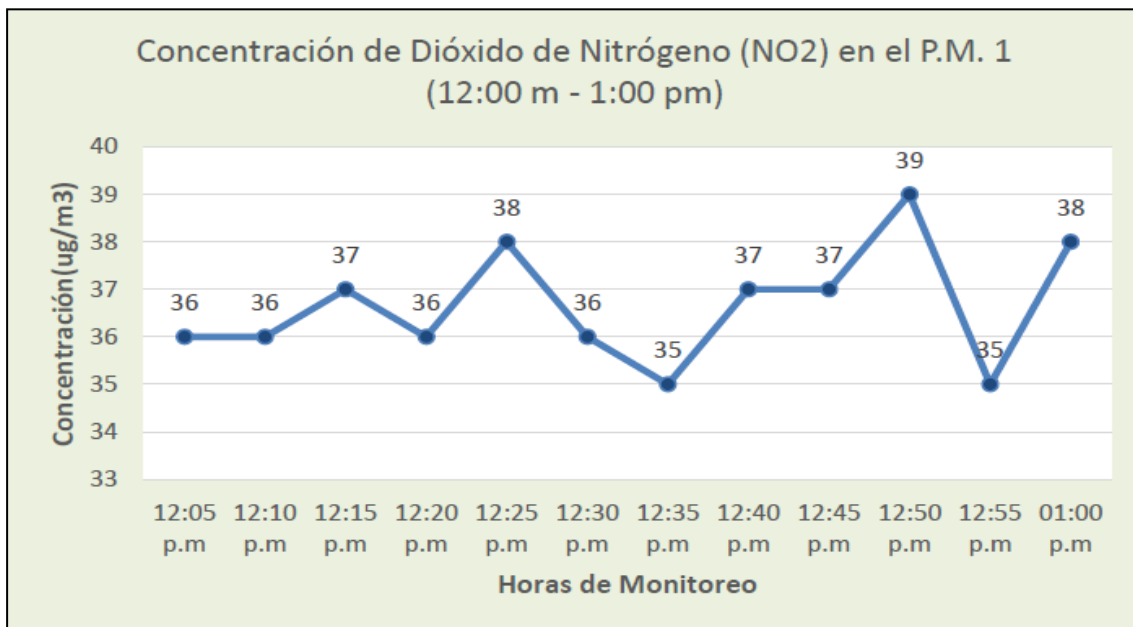


Figura 118. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO₂), cada cinco minutos (12:00 pm - 01:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

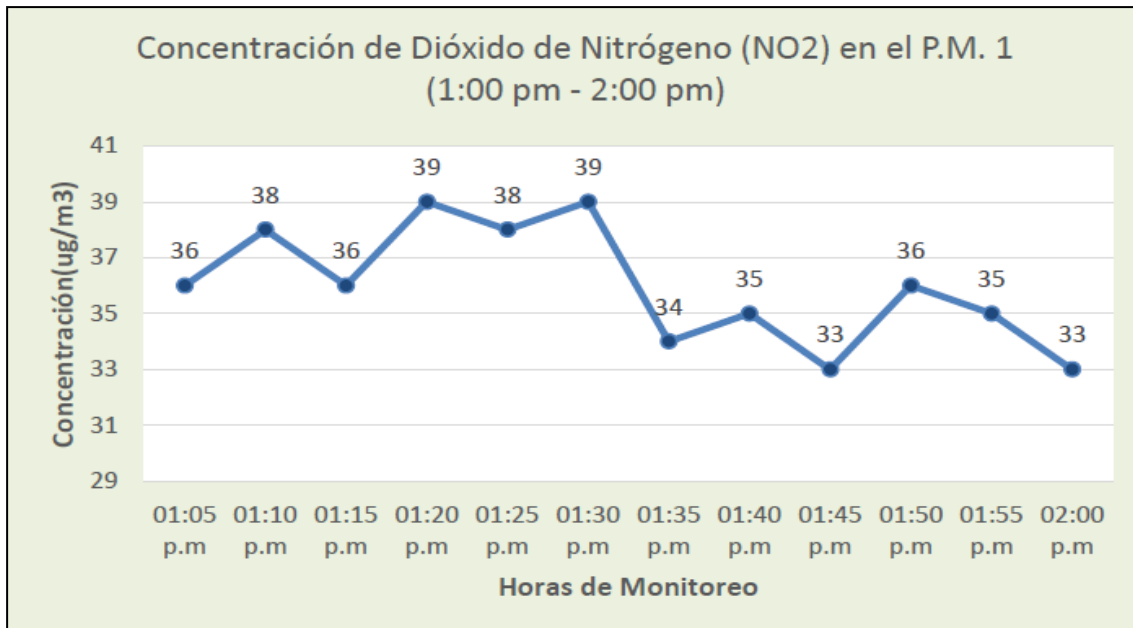


Figura 119. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO₂), cada cinco minutos (01:00 pm - 02:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

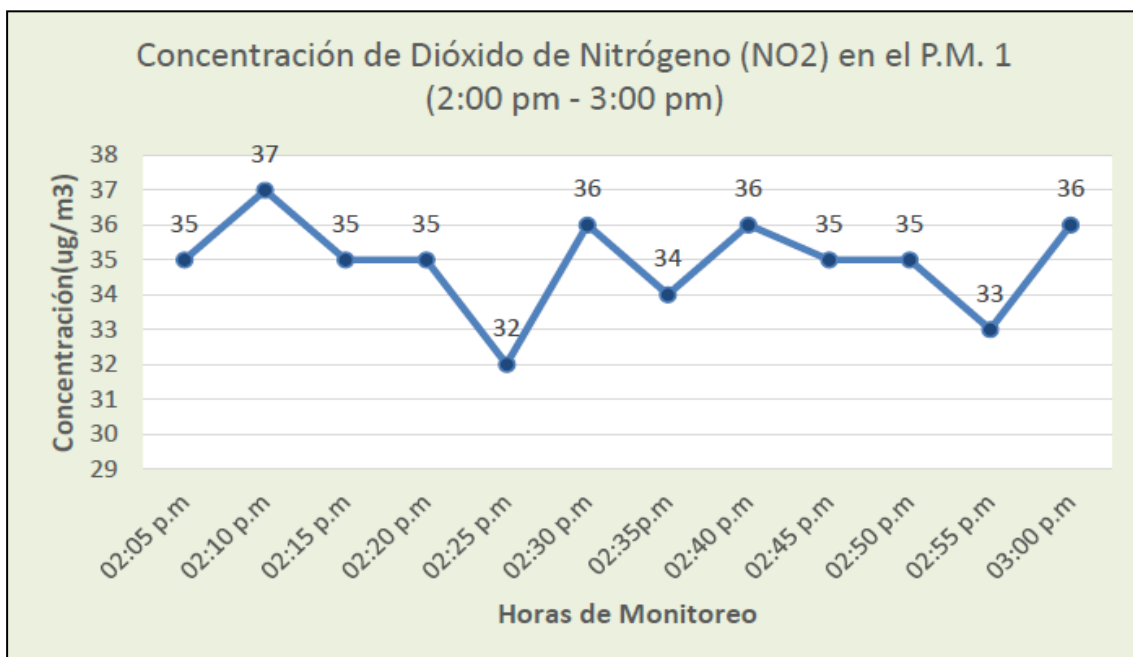


Figura 120. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO₂), cada cinco minutos (02:00 pm - 03:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

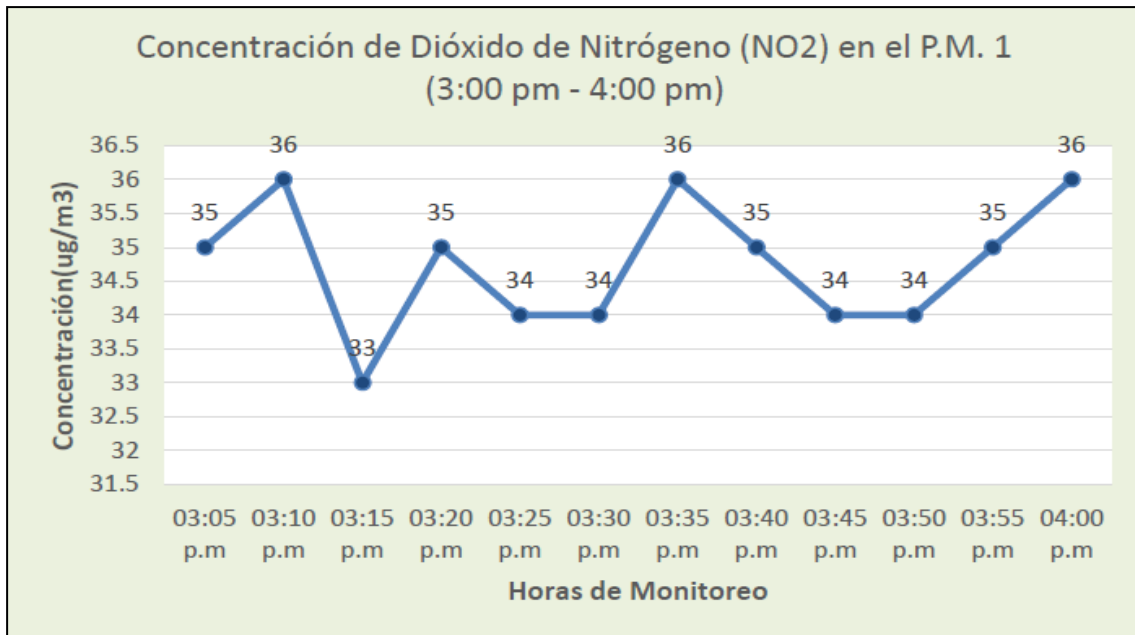


Figura 121. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO₂), cada cinco minutos (03:00 pm - 04:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

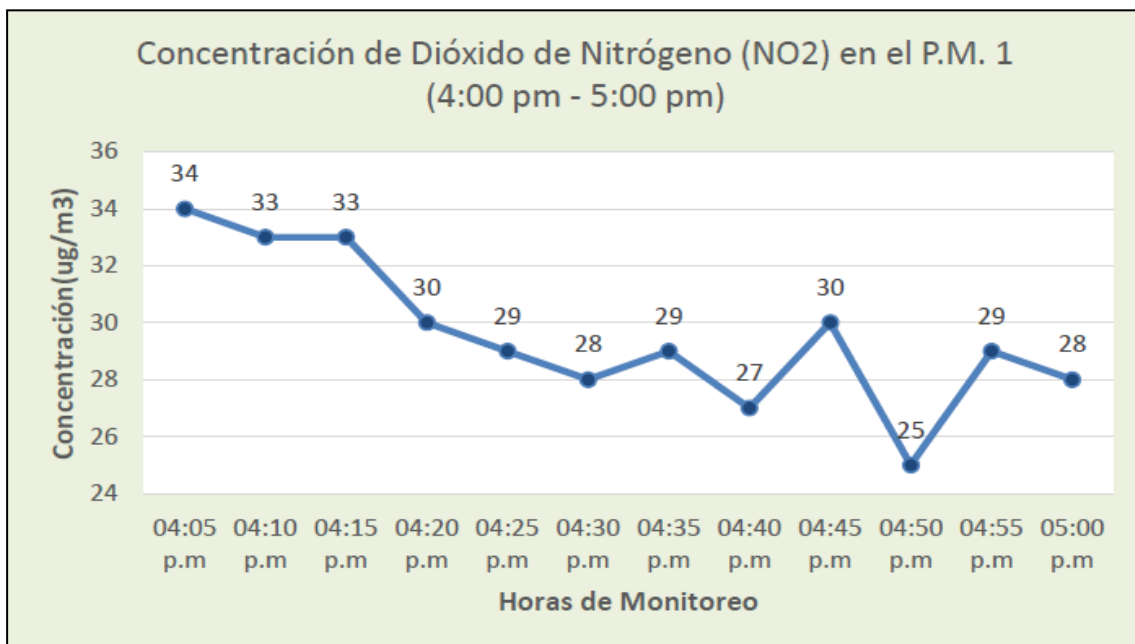


Figura 122. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO₂), cada cinco minutos (04:00 pm - 05:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

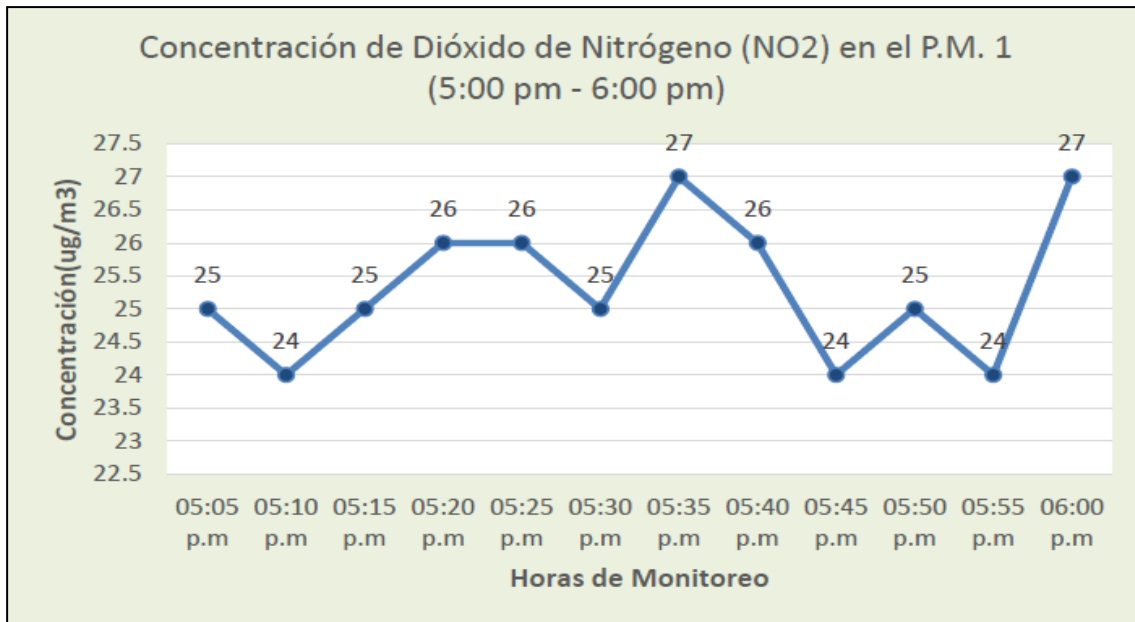


Figura 123. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO₂), cada cinco minutos (05:00 pm - 06:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

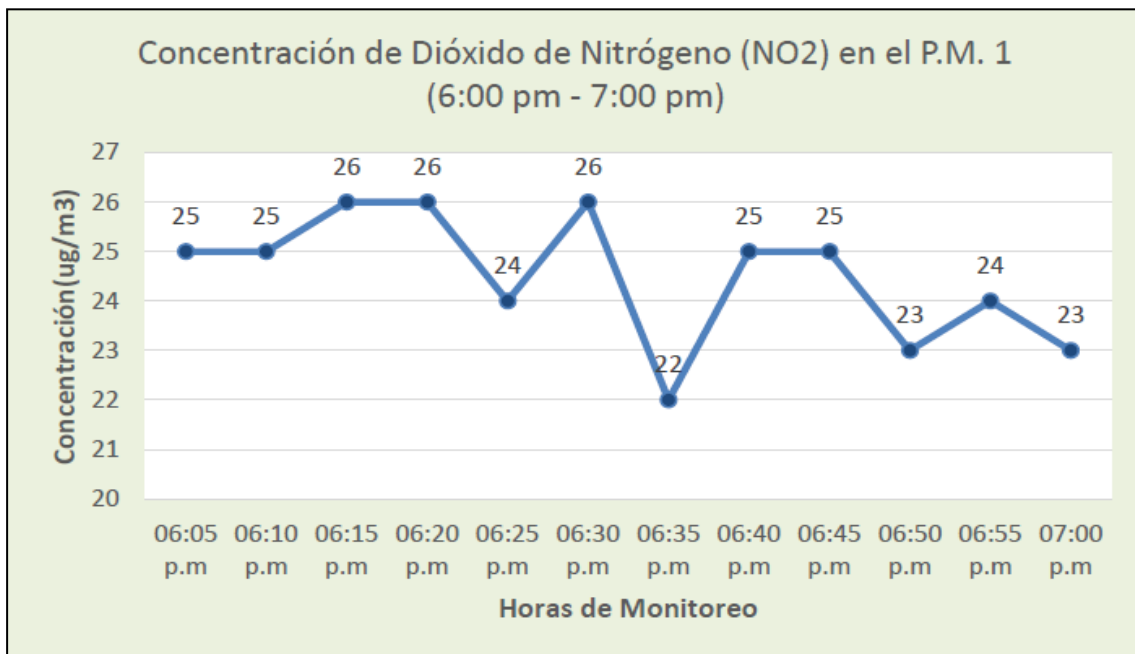


Figura 124. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO₂), cada cinco minutos (06:00 pm - 07:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

Dióxido de azufre (SO₂)-12h

Punto de muestreo: PM. -2 (interior de la mina - 50m)

La presencia de este gas es relativamente baja debido a que no existe un comportamiento ácido tanto de las aguas como de algunos minerales presentes en la zona para que puedan mezclarse. Asimismo, al utilizar el equipo sensor de gases nos indica la concentración en los datos obtenidos lo que demuestra que es un gas mínimo en su obtención por las propiedades antes mencionadas.

La siguiente tabla muestra las concentraciones de SO₂ (g) medidos en el punto de control PM. -2 de 7:00 a.m. a 6:00 p.m., y son comparados con el Valor Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire.

Tabla 19

Concentración de Dióxido de Azufre (SO₂) en el PM. -2

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas			Fecha de monitoreo	Concentración de SO ₂ (µg/m ³)
		Este	Norte	Elevación		
07:00 a.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	12.92
08:00 a.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	12.75
09:00 a.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	13.5
10:00 a.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	14

11:00 a.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	14.25
12:00 p.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	14.67
01:00 p.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	15.25
02:00 p.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	14.67
03:00 p.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	15.58
04:00 p.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	13.83
05:00 p.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	14.83
06:00 p.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	13

Promedio aritmético de las concentraciones de dióxido de azufre (SO₂)

14.10 µg/m³

Estándar nacional de calidad ambiental del aire (SO₂)

80 µg/m³

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

Los niveles de concentración de SO₂ obtenidos en el punto de control de las 7:00 a.m. a 6:00 p.m., se encuentra por debajo del Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire fijado en 80 µg/m³, según el D.S. N° 024-2016-EM y su modificatoria D.S. N° 023-2017-EM.

La máxima concentración (15.58 µg/m³) se obtuvo a las 03:00 p.m., mientras que la mínima concentración (12.92 µg/m³) se obtuvo en el punto de 07:00 a.m.

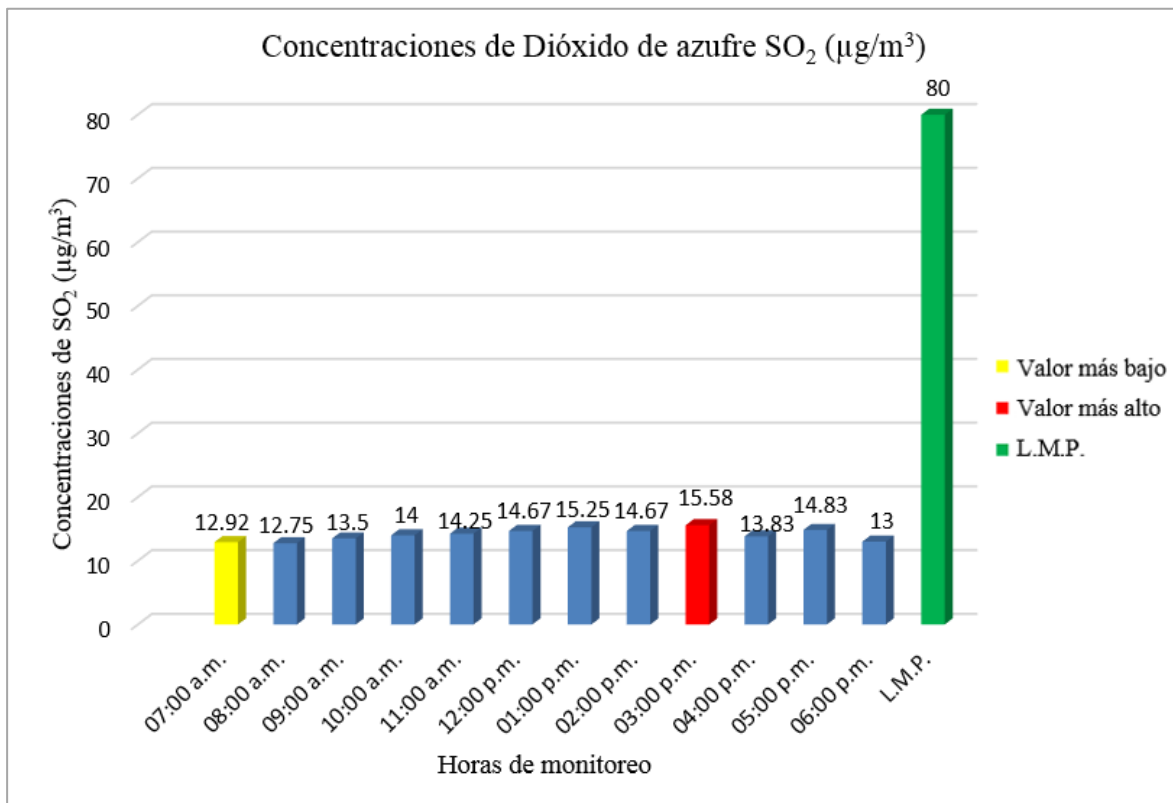


Figura 125. Concentración de Dióxido de Azufre (SO₂), obtenidas en las 12 horas de control.

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

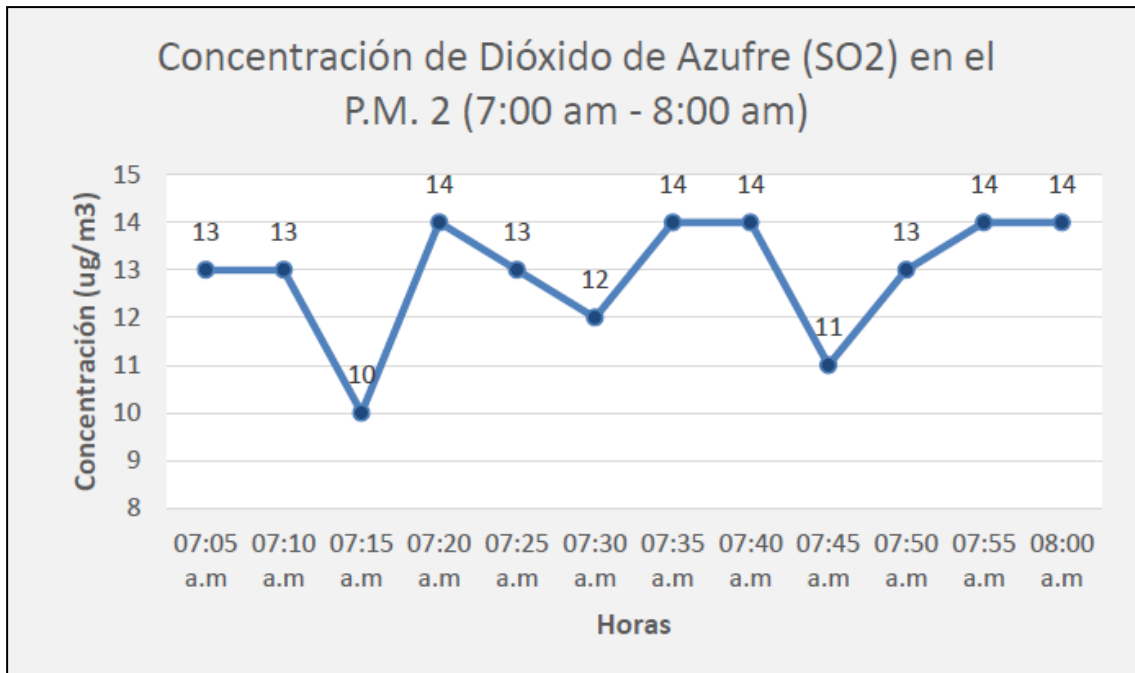


Figura 126. Valores de Dióxido de Azufre (SO₂), cada cinco minutos (07:00am - 08:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

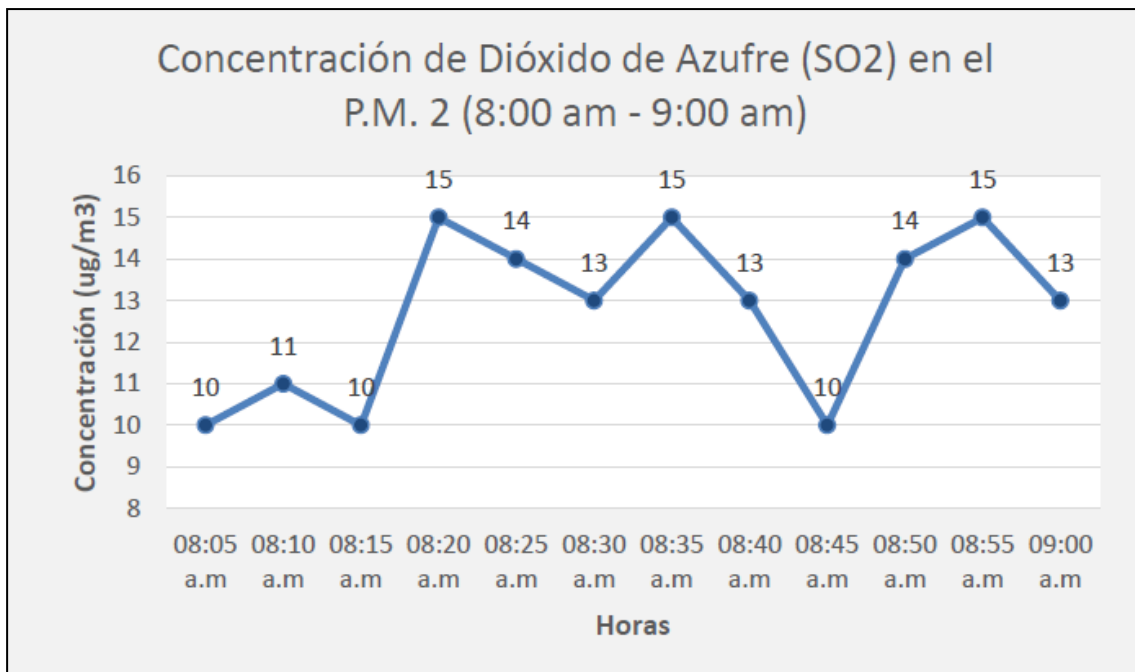


Figura 127. Valores de Dióxido de Azufre (SO₂), cada cinco minutos (08:00am - 09:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

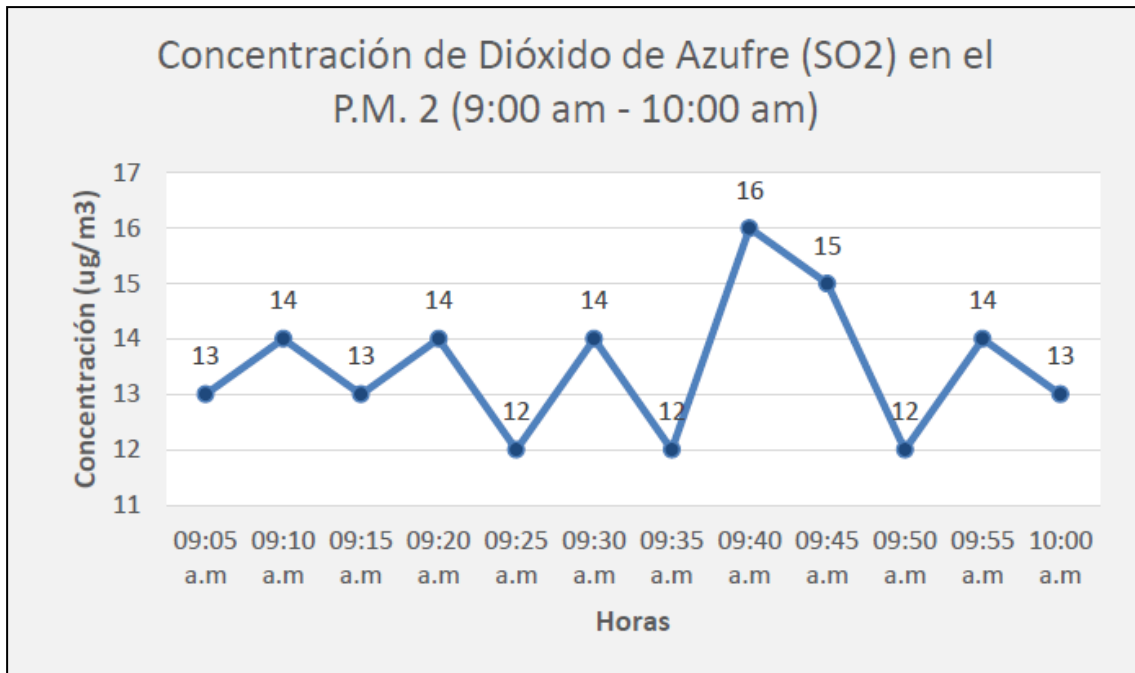


Figura 128. Valores de Dióxido de Azufre (SO₂), cada cinco minutos (09:00am - 10:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

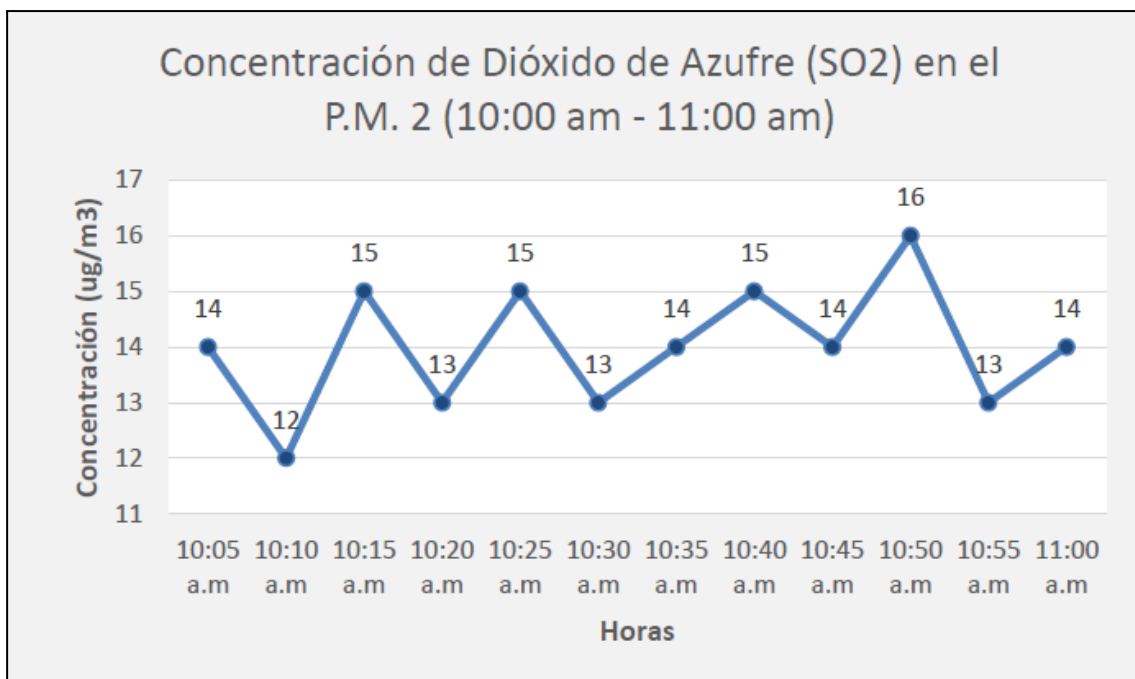


Figura 129. Valores de Dióxido de Azufre (SO₂), cada cinco minutos (10:00am - 11:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

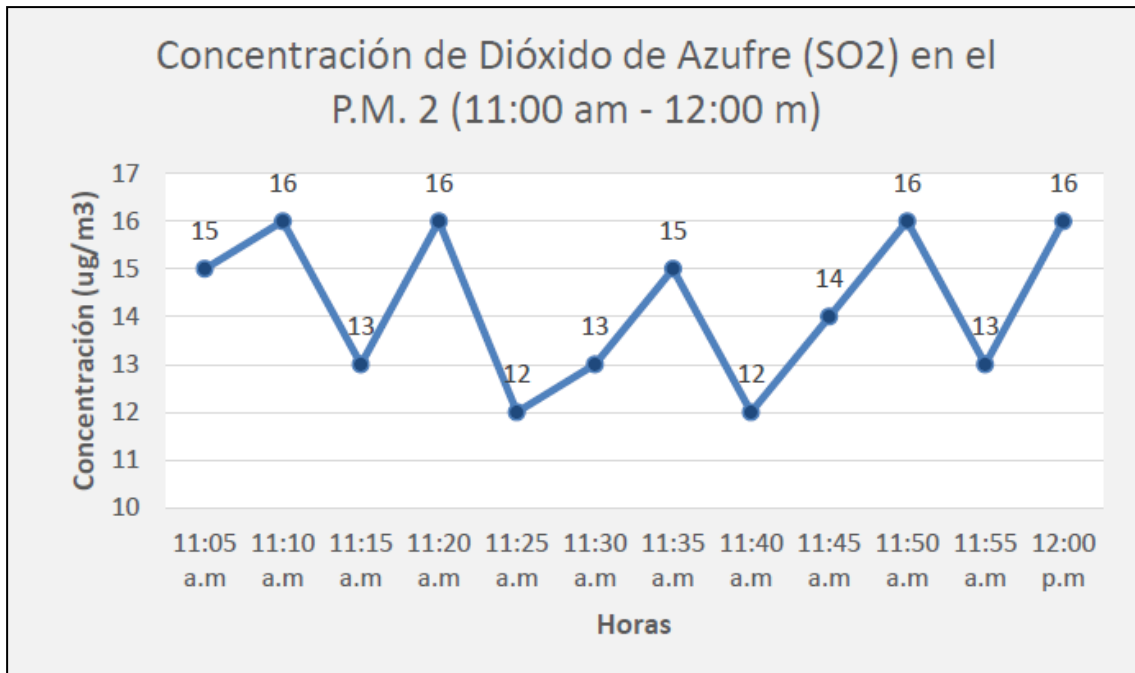


Figura 130. Valores de Dióxido de Azufre (SO₂), cada cinco minutos (11:00am - 12:00pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

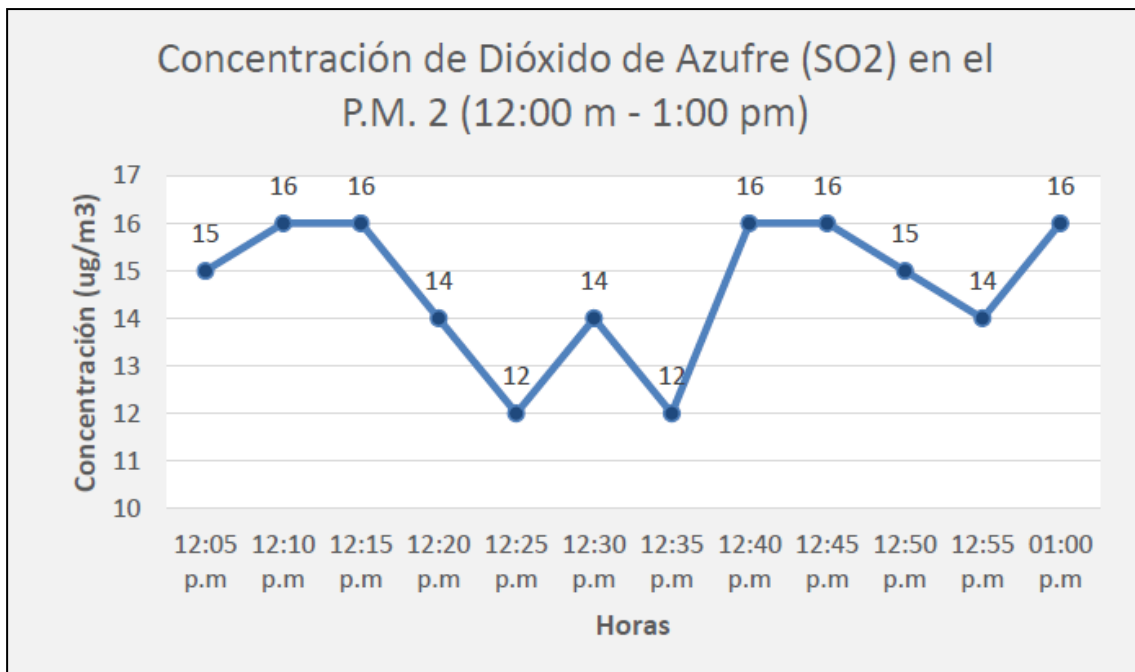


Figura 131. Valores de Dióxido de Azufre (SO₂), cada cinco minutos (12:00 pm - 01:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

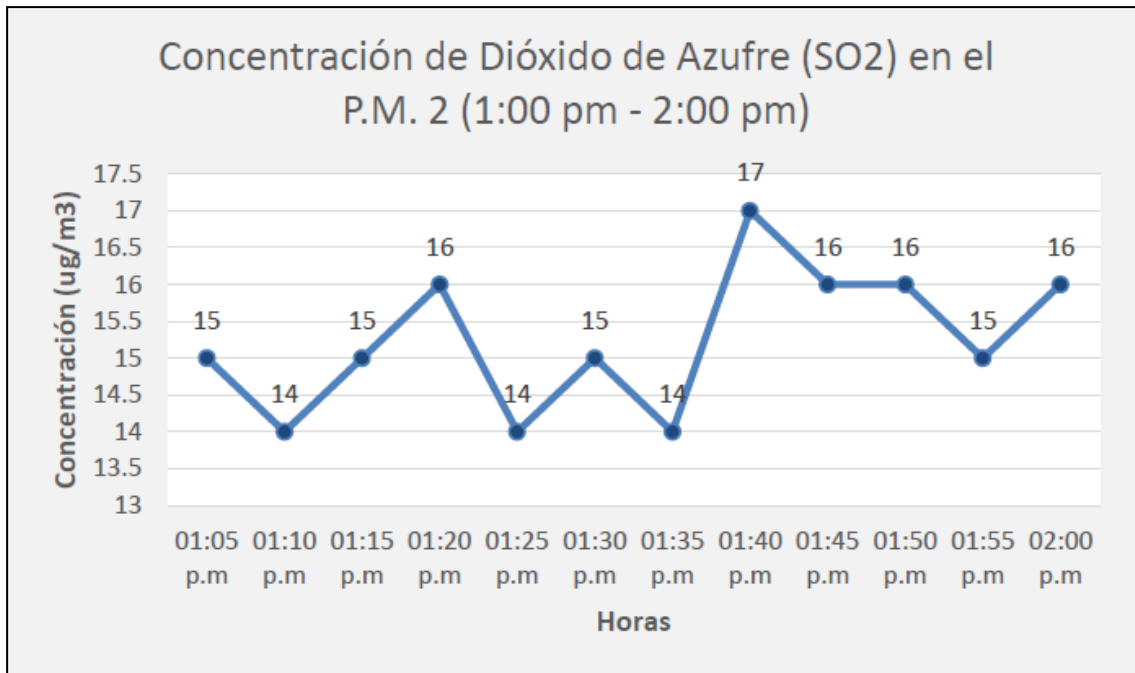


Figura 132. Valores de Dióxido de Azufre (SO₂), cada cinco minutos (01:00 pm - 02:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

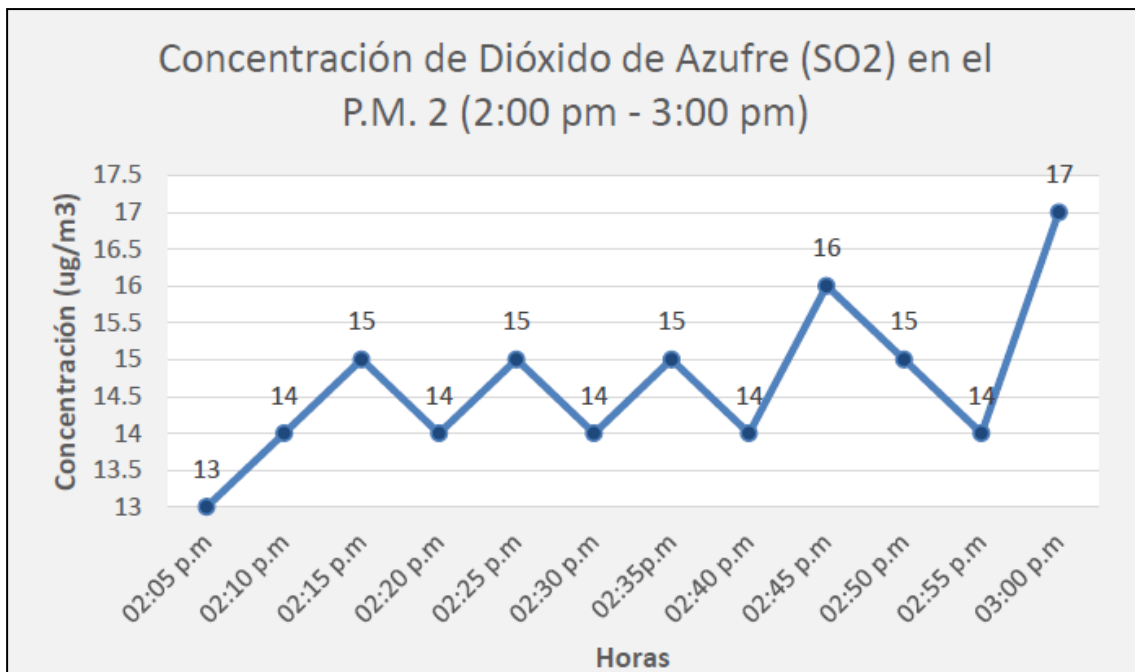


Figura 133. Valores de Dióxido de Azufre (SO₂), cada cinco minutos (02:00 pm - 03:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

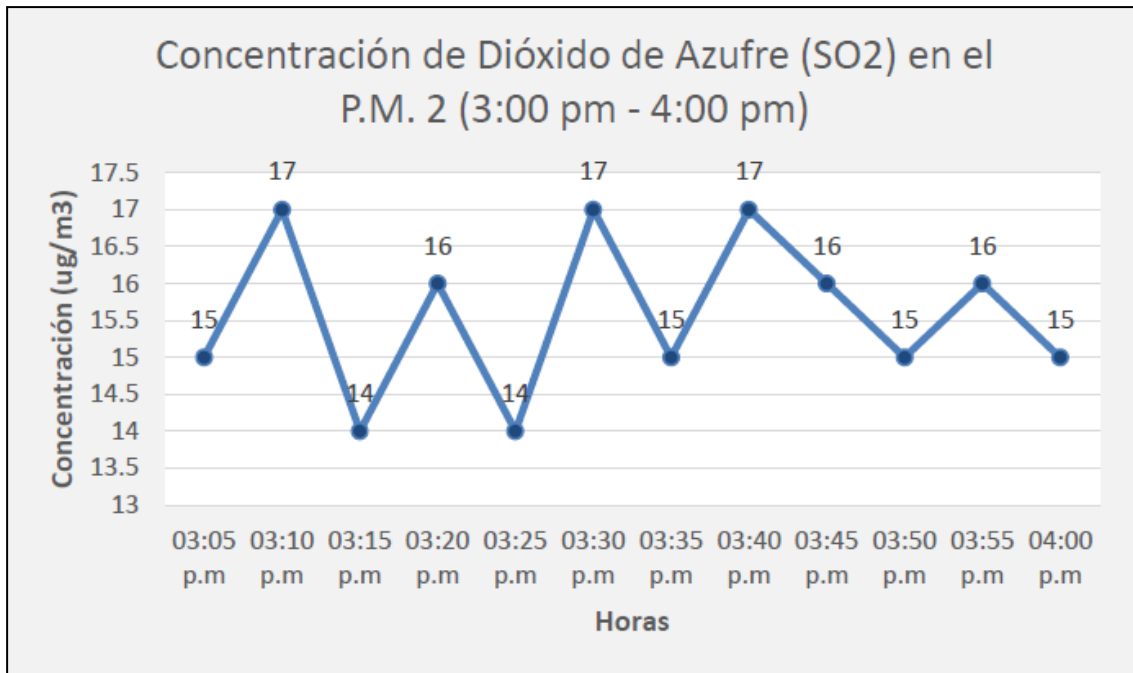


Figura 134. Valores de Dióxido de Azufre (SO₂), cada cinco minutos (03:00 pm - 04:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

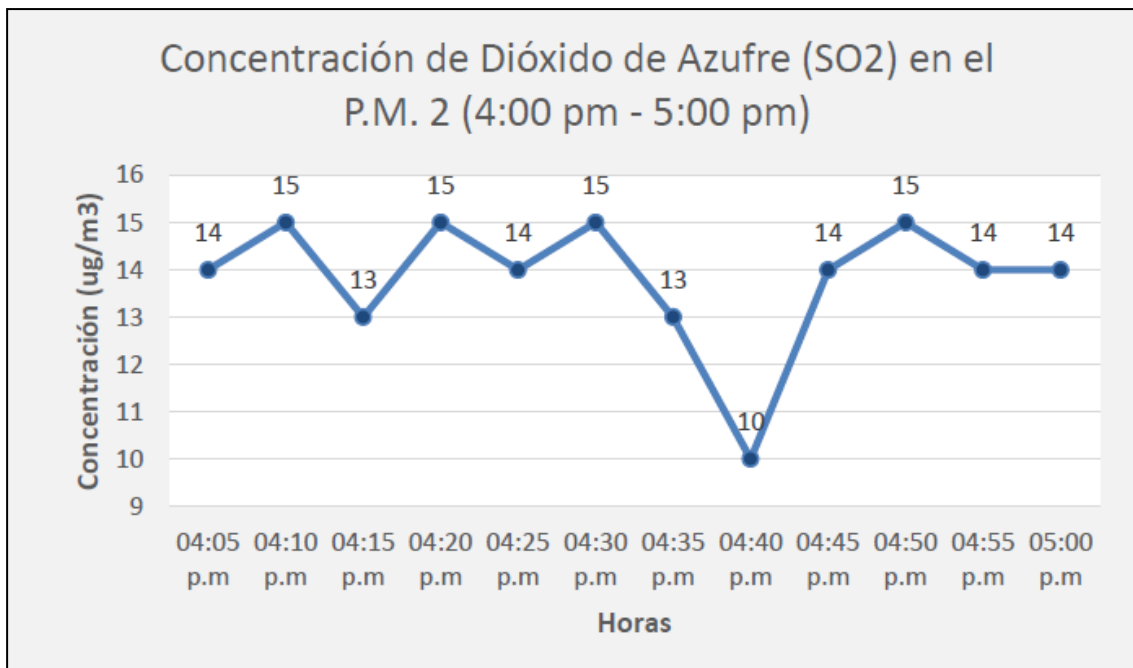


Figura 135. Valores de Dióxido de Azufre (SO₂), cada cinco minutos (04:00 pm - 05:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

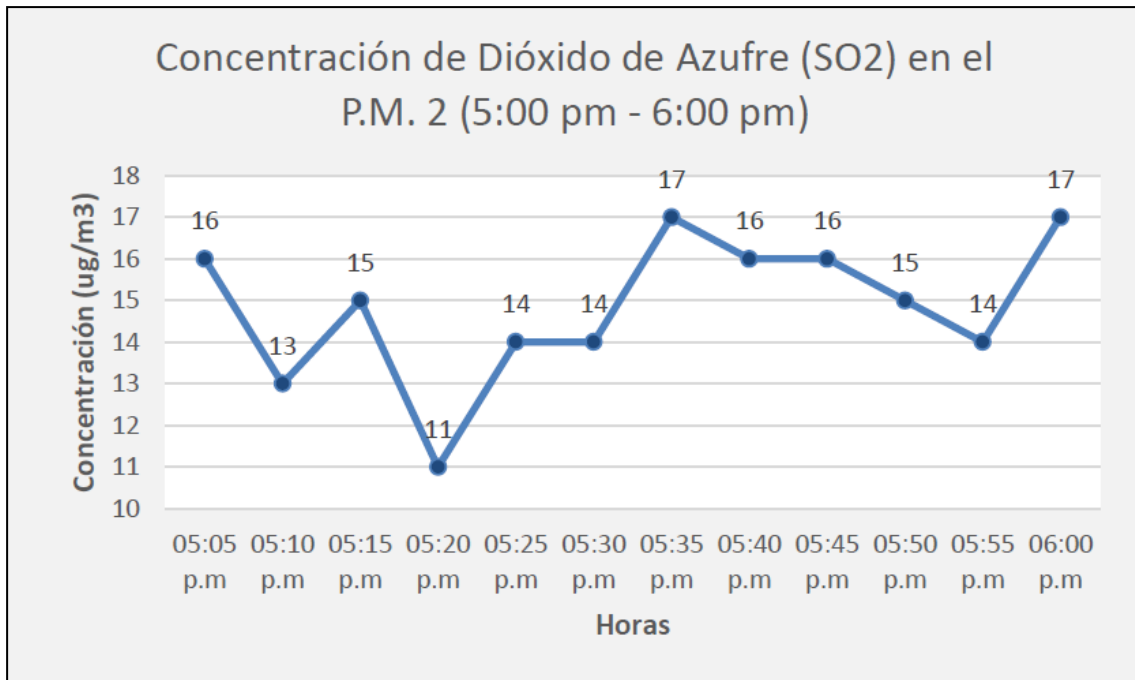


Figura 136. Valores de Dióxido de Azufre (SO₂), cada cinco minutos (05:00 pm - 06:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

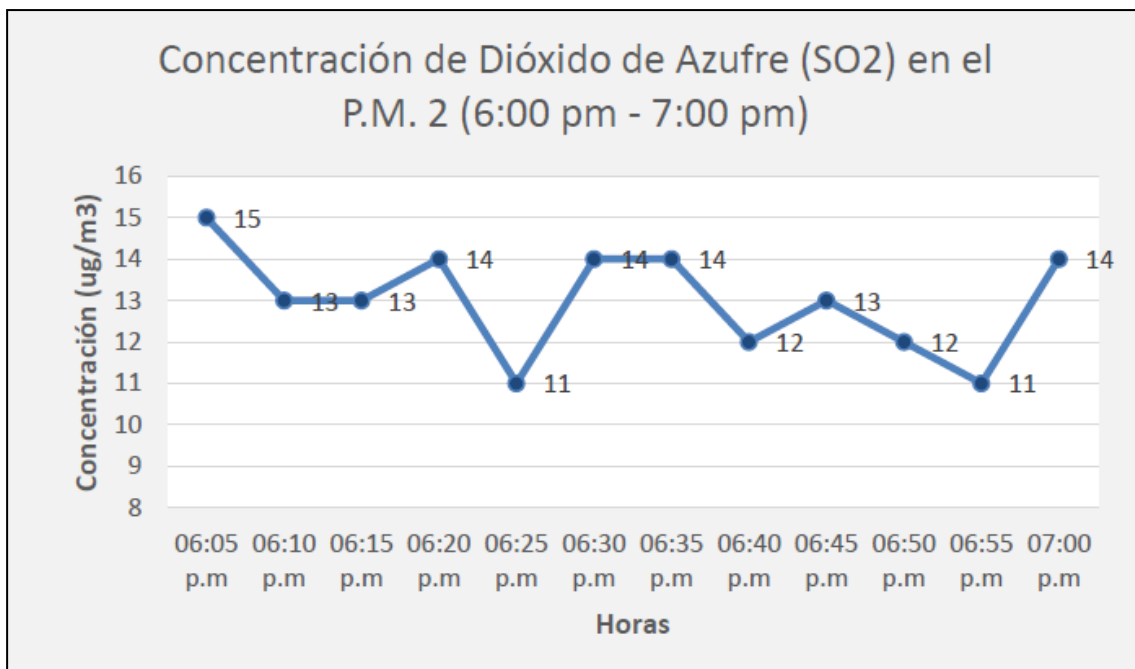


Figura 137. Valores de Dióxido de Azufre (SO₂), cada cinco minutos (06:00 pm - 07:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

Monóxido De Carbono (CO) - 12h

Punto de muestreo: PM. -2 (interior de la mina - 50m)

Los valores arrojados por el sensor de gases, nos indica que hay tiempos en que la concentración del Monóxido de Carbono (CO) son mayores, pero no sobrepasan los valores máximos establecidos; por la mañana la concentración de este gas con relación a la concentración por la tarde en moderadamente mayor; debido a que, a estas horas, las masas de viento dispersan a los gases concentrados.

La siguiente tabla se muestra las concentraciones de Monóxido de Carbono (CO) medidos en los puntos de control PM. -2 de las 7:00 a.m. a 6:00 p.m., y son comparados con el Valor Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire.

Tabla 20

Concentración de Monóxido de Carbono (CO) en el PM. -2

Hora de Control	de Ubicación	Coordenadas			Elevación	Fecha de monitoreo	de Concentración de CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
		Este	Norte				
07:00 a.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	365.75	
08:00 a.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	366.58	
09:00 a.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	368.58	
10:00 a.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	367.42	

11:00 a.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	366.75
12:00 p.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	369.17
01:00 p.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	371
02:00 p.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	370.58
03:00 p.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	366.67
04:00 p.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	365.92
05:00 p.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	365
06:00 p.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	359.42

Promedio aritmético de las concentraciones de monóxido de carbono (CO)

366.90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Estándar nacional de calidad ambiental del aire (CO)

30000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

Los niveles de concentración de Monóxido de Carbono (CO) obtenidos en los puntos de control de 7:00 a.m. a 6:00 p.m., se encuentran por debajo del Estándar Nacional de Calidad

Ambiental del Aire fijado en $30000 \mu\text{g}/\text{m}^3$, según el D.S. N° 024-2016-EM y su modificatoria D.S. N° 023-2017-EM.

La máxima concentración ($371.00 \mu\text{g}/\text{m}^3$) se obtuvo a las 01:00 p.m., mientras que la mínima concentración ($359.42 \mu\text{g}/\text{m}^3$) se obtuvo en el punto de 06:00 p.m.

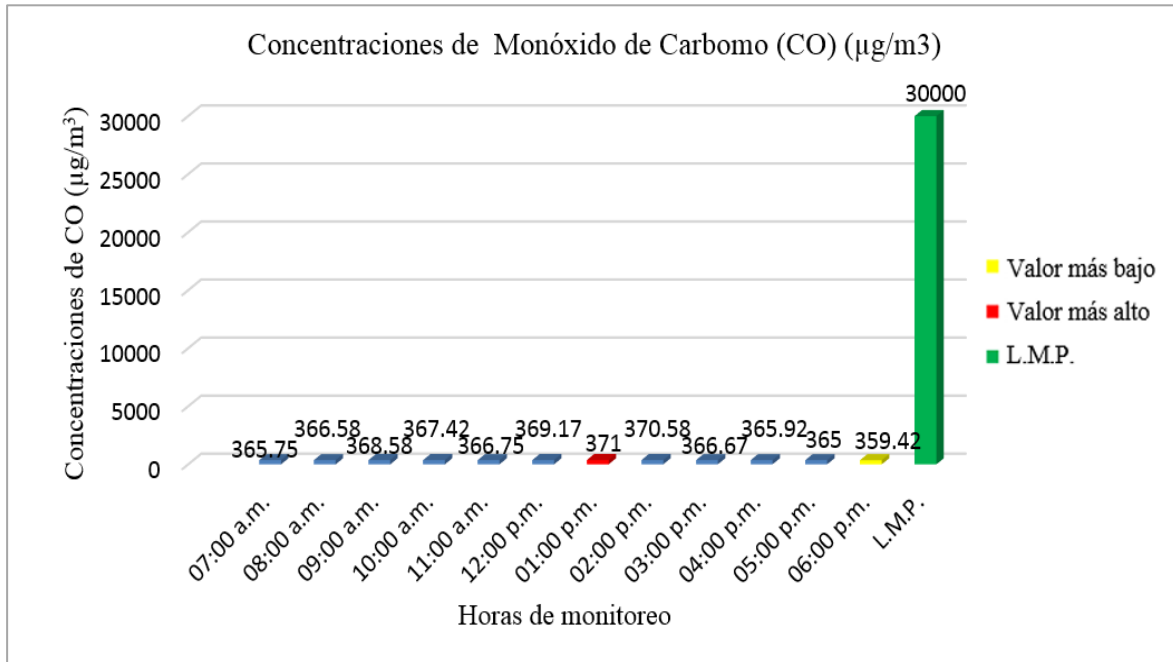


Figura 138. Concentración de Monóxido de Carbono (CO), obtenidas en las 12 horas de control.

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

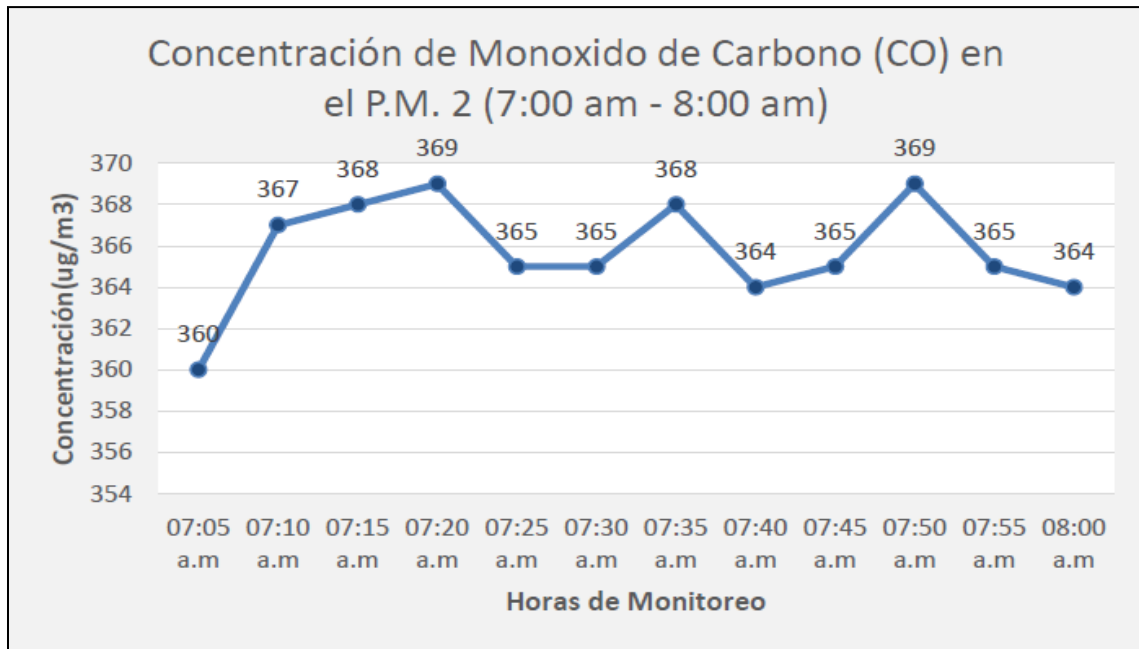


Figura 139. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (07:00 am - 08:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

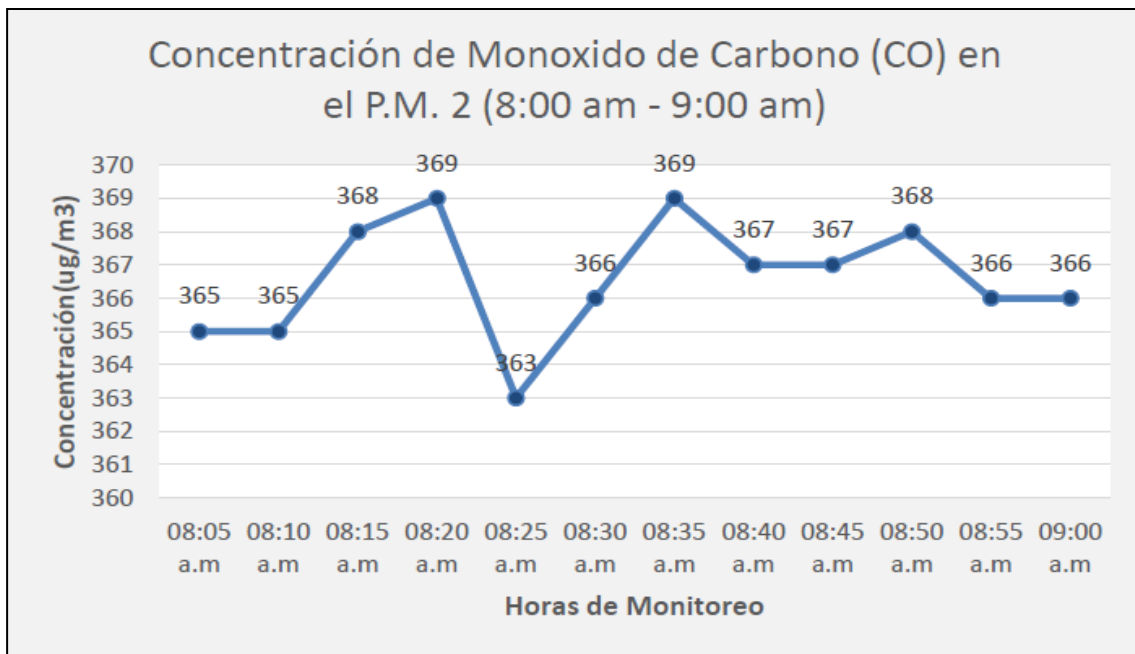


Figura 140. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (08:00 am - 09:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

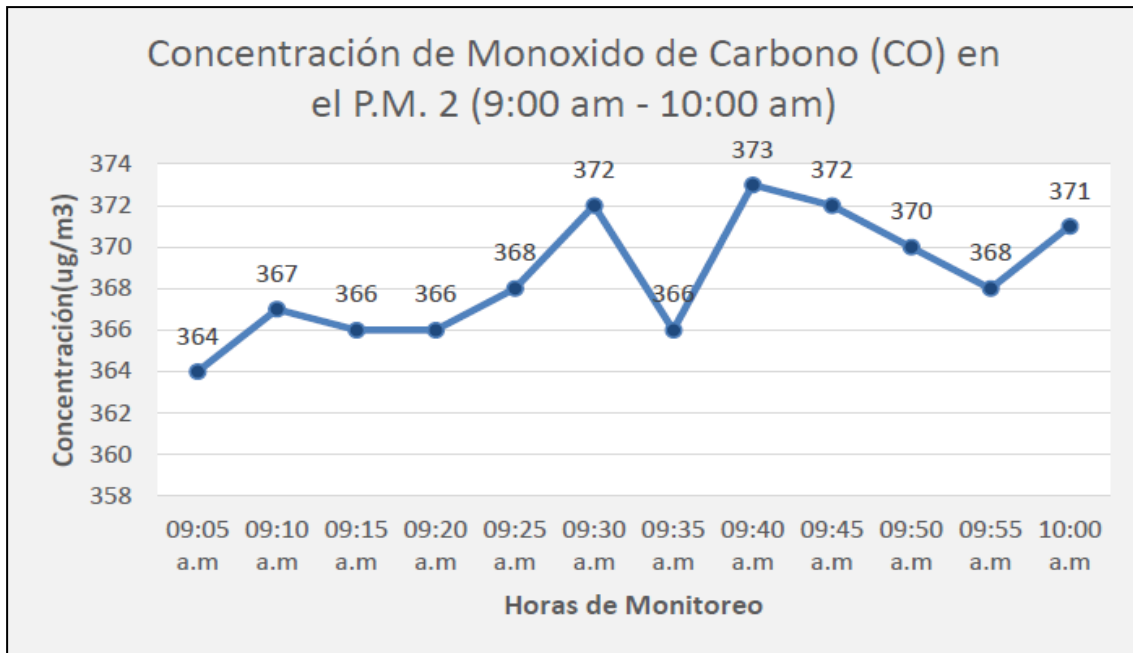


Figura 141. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (09:00 am - 10:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

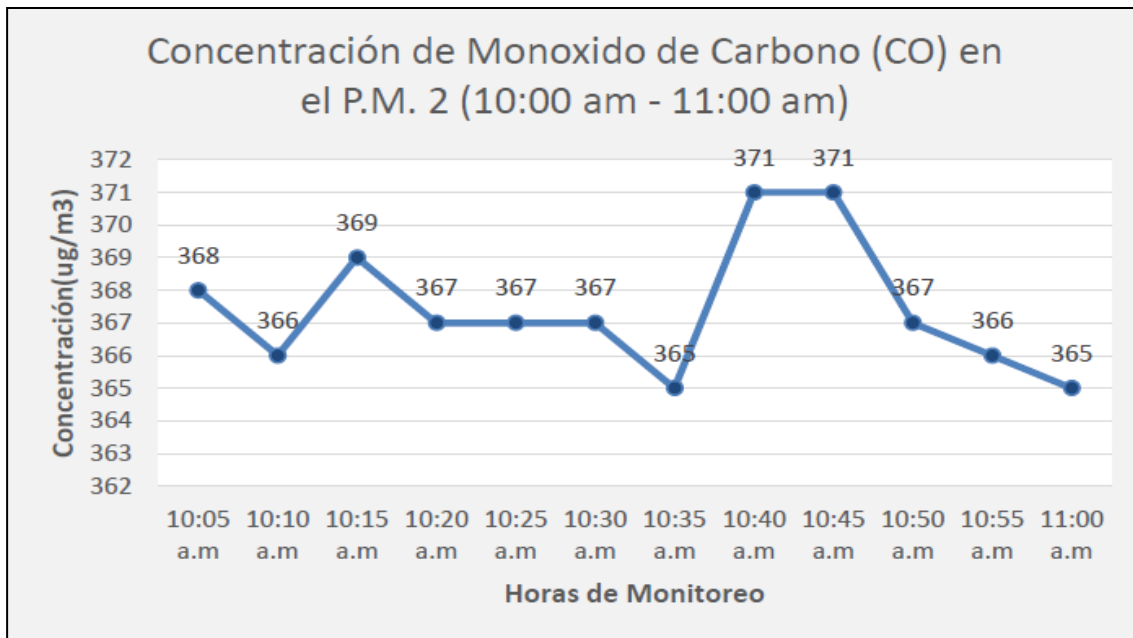


Figura 142. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (10:00 am - 11:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

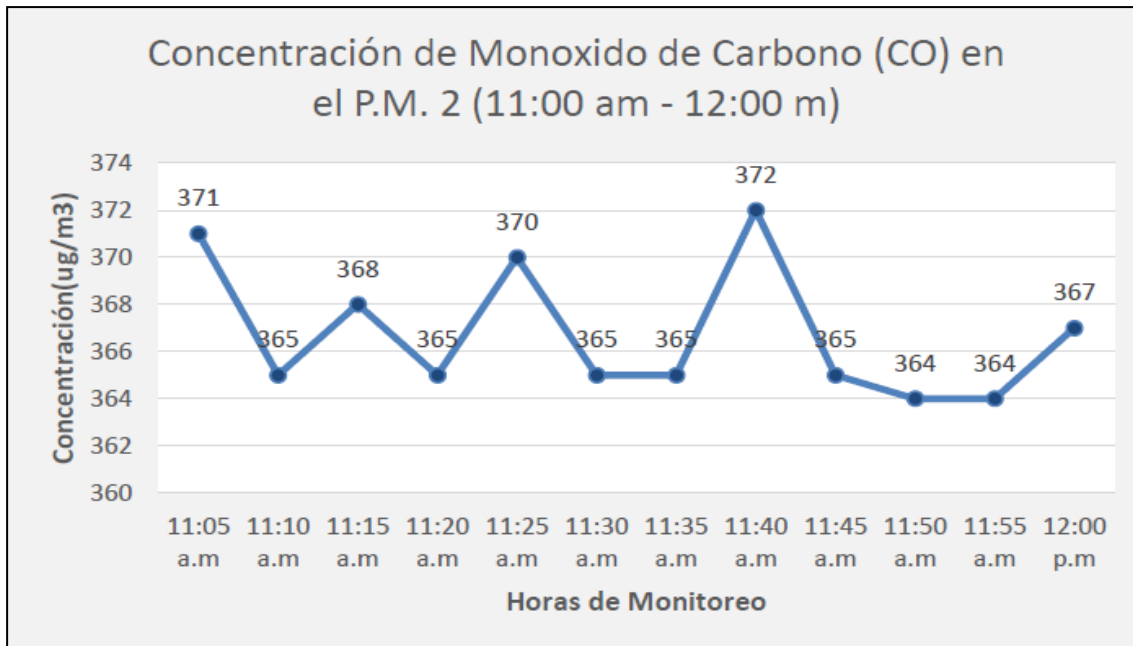


Figura 143. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (11:00 am - 12:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

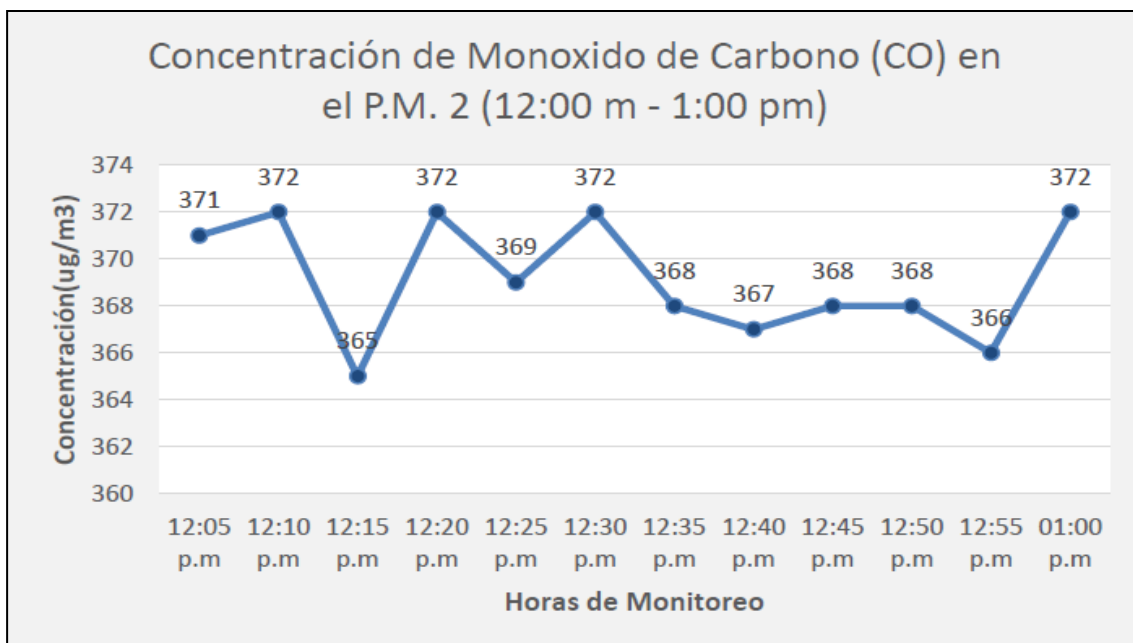


Figura 144. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (12:00 pm - 01:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

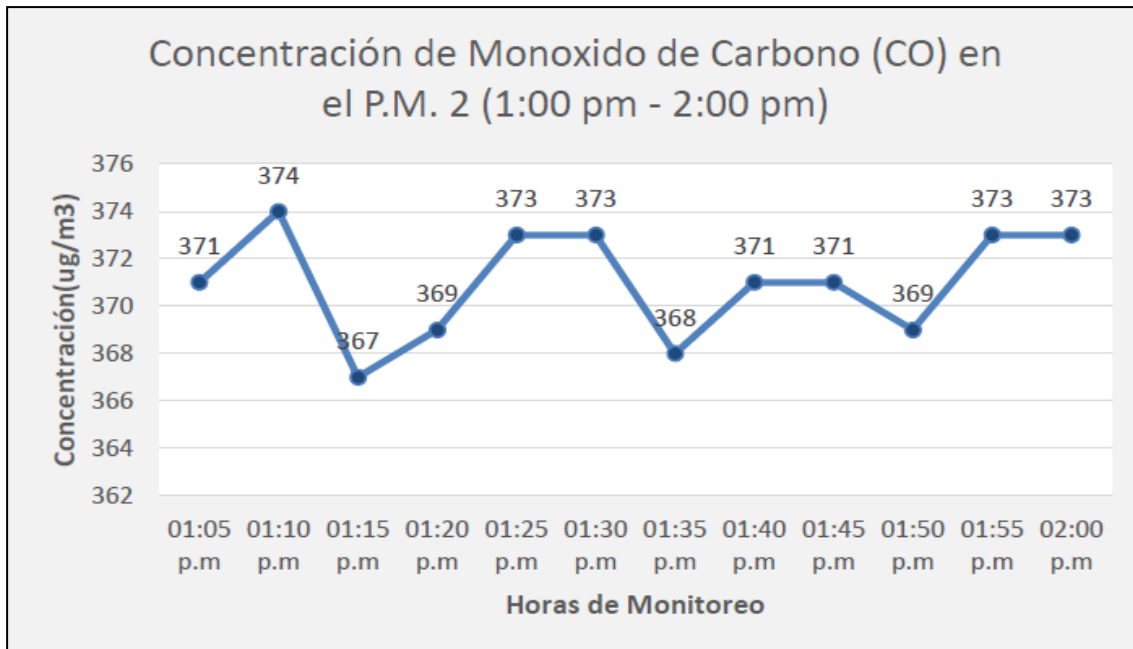


Figura 145. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (01:00 pm - 02:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

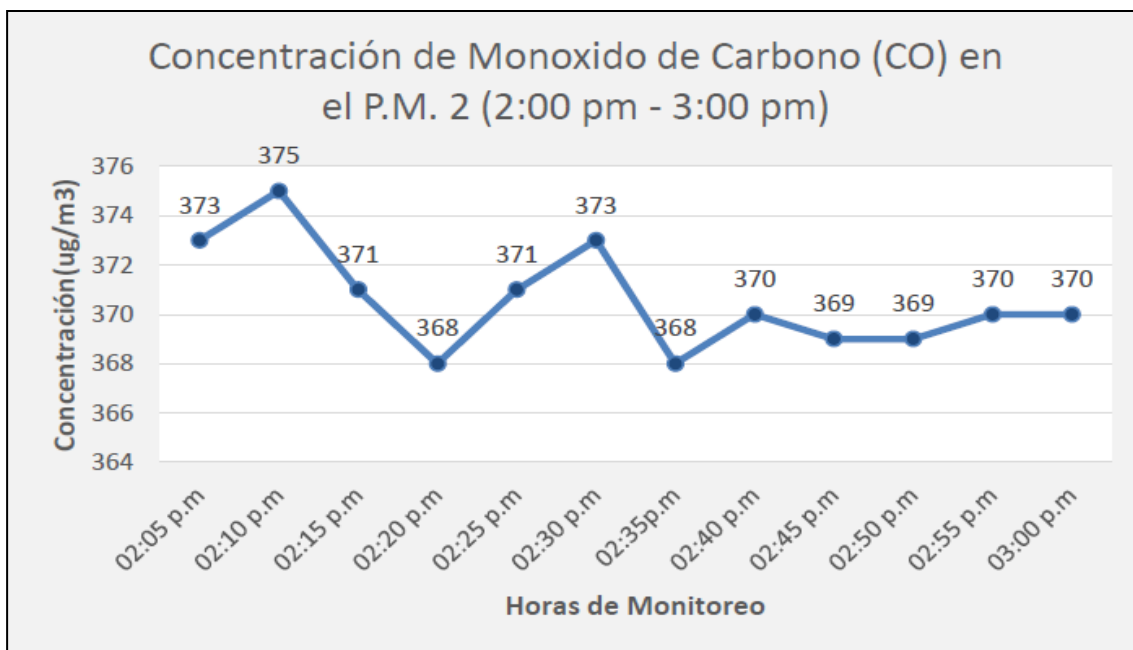


Figura 146. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (02:00 pm - 03:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

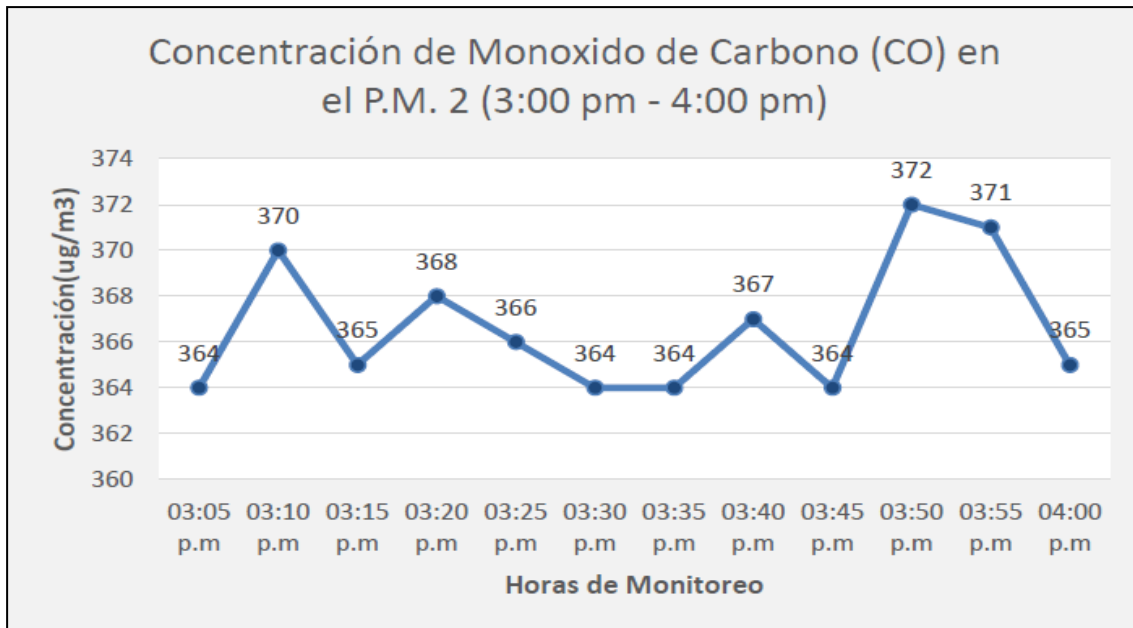


Figura 147. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (03:00 pm - 04:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

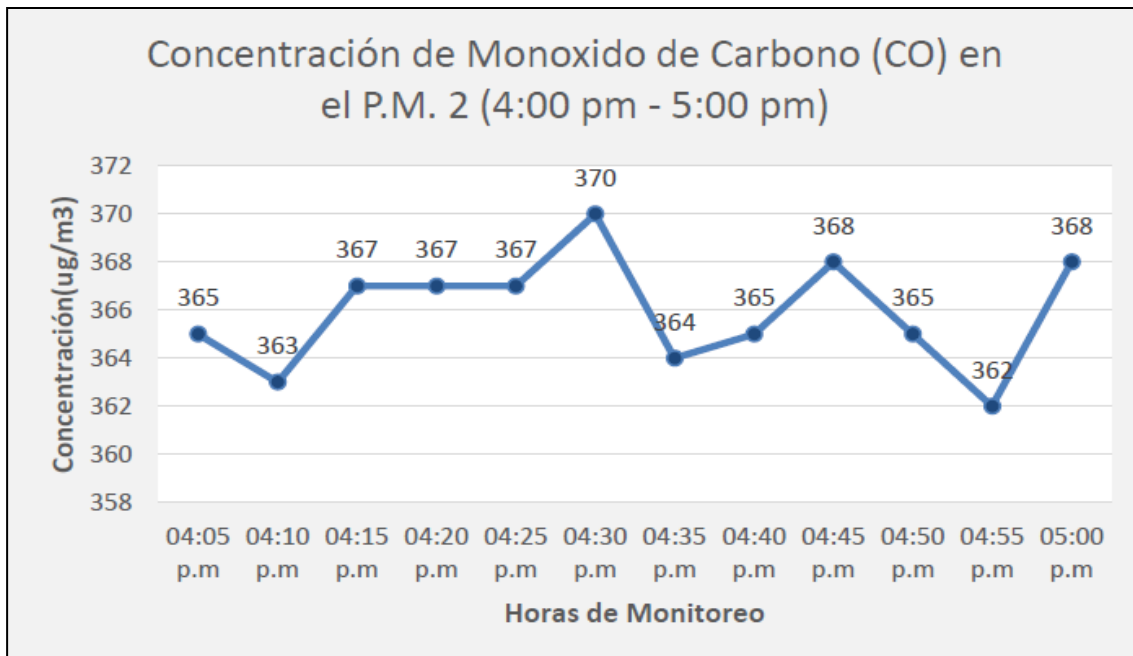


Figura 148. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (04:00 pm - 05:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

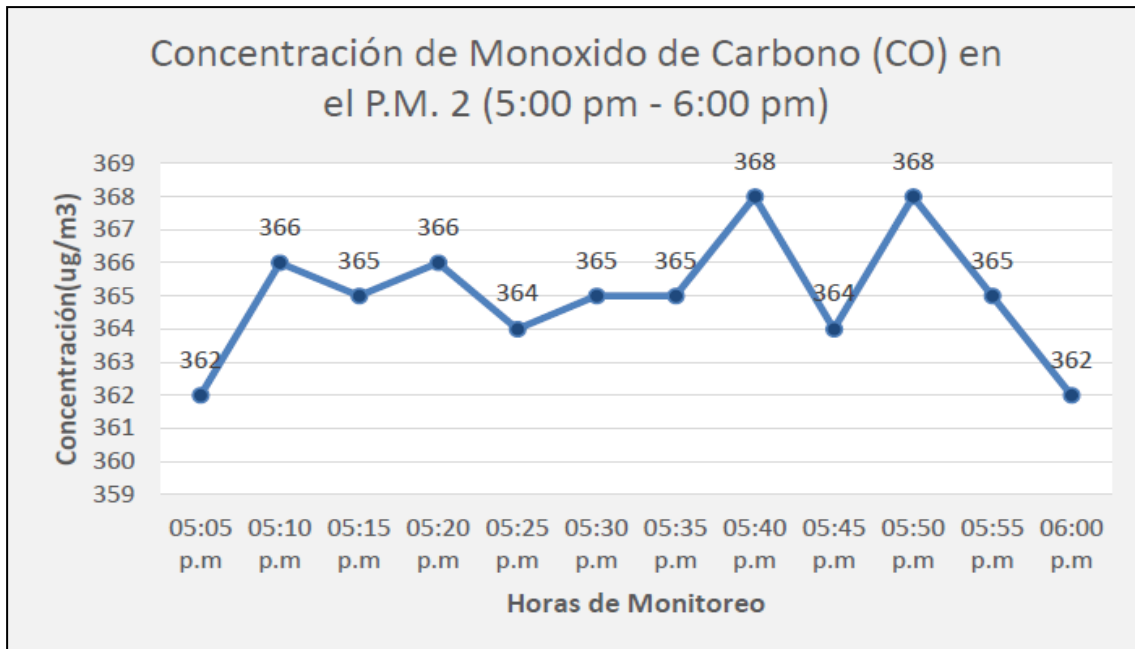


Figura 149. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (05:00 pm - 06:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

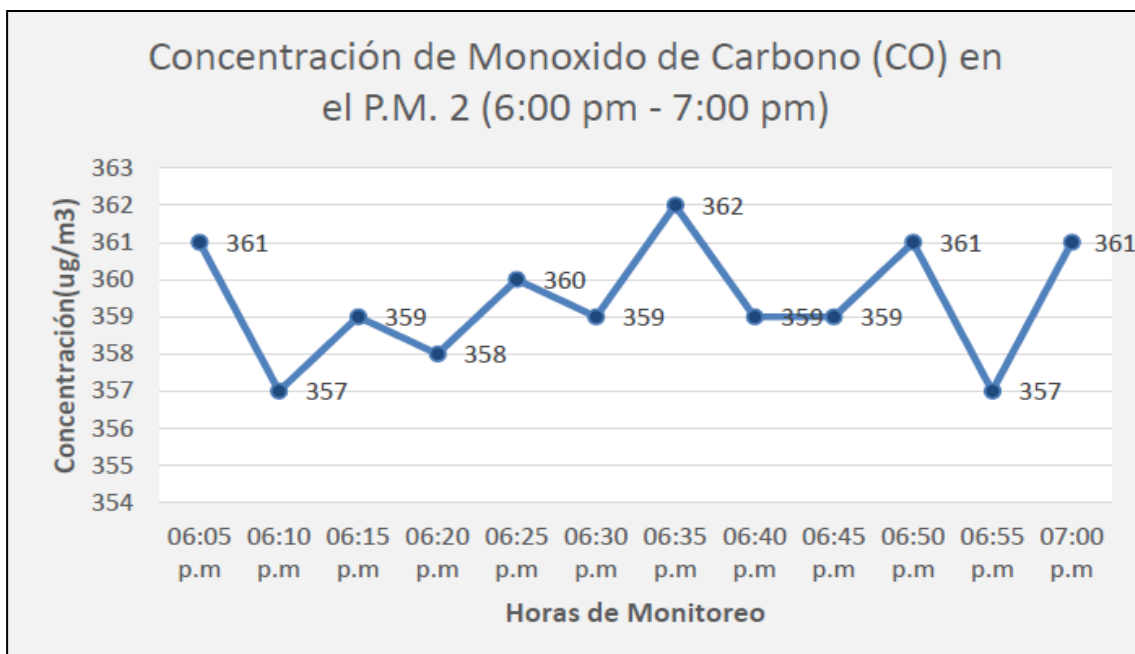


Figura 150. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (06:00 pm - 07:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

Dióxido de nitrógeno (NO₂)-12h

Punto de muestreo: PM. -2 (interior de la mina - 50m)

La siguiente tabla se muestran las concentraciones de Dióxido de Nitrógeno (NO₂) medidos en los puntos de control PM. -2 de las 7: 00 a.m. a 6: 00 pm y son comparados con el Valor Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire.

Tabla 21

Concentración de Dióxido de Nitrógeno (NO₂) en el PM. -2

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas			Fecha de monitoreo	Concentración de NO ₂ (µg/m ³)
		Este	Norte	Elevación		
07:00 a.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	17.92
08:00 a.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	19.25
09:00 a.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	19.5
10:00 a.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	25.17
11:00 a.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	34.42
12:00 p.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	37.92
01:00 p.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	37.92

02:00 p.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	36.33
03:00 p.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	35.83
04:00 p.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	31
05:00 p.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	27.17
06:00 p.m.	Interior de la mina a 50m	737431	9205473	1724.12	15/12/2020	25.83

Promedio aritmético de las concentraciones de dióxido de nitrógeno (NO₂)

29.02 µg/m³

Estándar nacional de calidad ambiental del aire (NO₂)

200 µg/m³

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

Los niveles de concentración de NO₂ obtenido en el punto de control de las 7:00 a.m. a 6:00 p.m., se encuentran por debajo del Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire fijado en 200 µg/m³, según el D.S. N° 024-2016-EM y su modificatoria D.S. N° 023-2017-EM.

La máxima concentración (37.92 µg/m³) se obtuvo a las 12:00 a.m., mientras que la mínima concentración (17.92 µg/m³) se obtuvo a las 07:00 a.m.

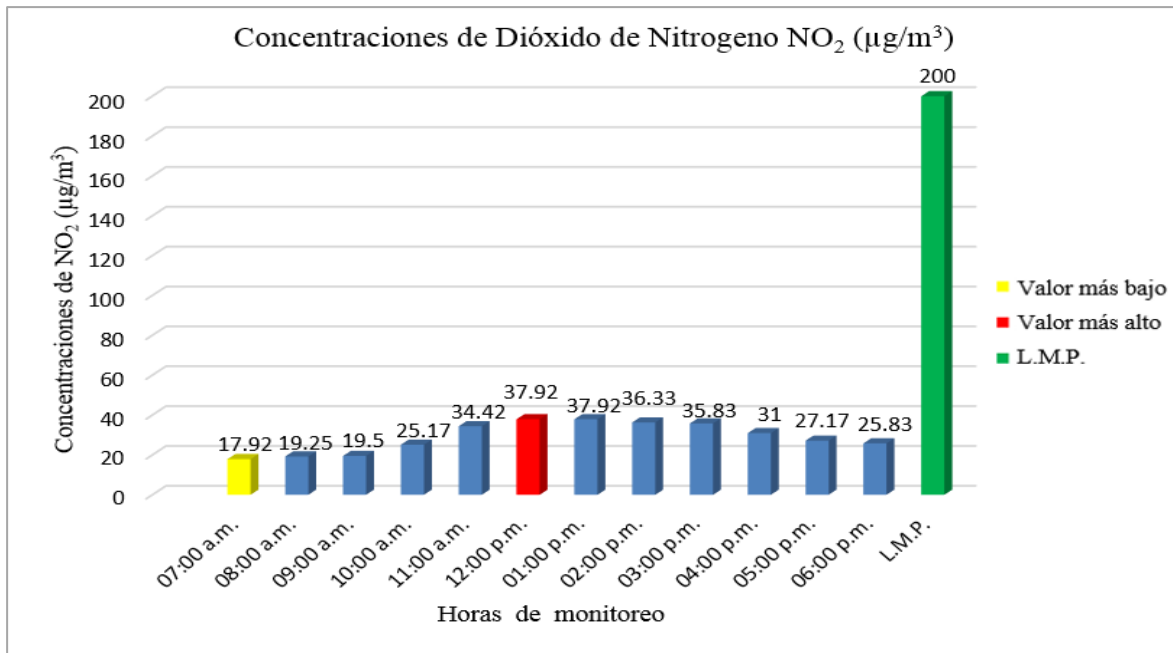


Figura 151. Concentración de Dióxido de Nitrógeno (NO₂), obtenidas en las 12 horas de control.

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

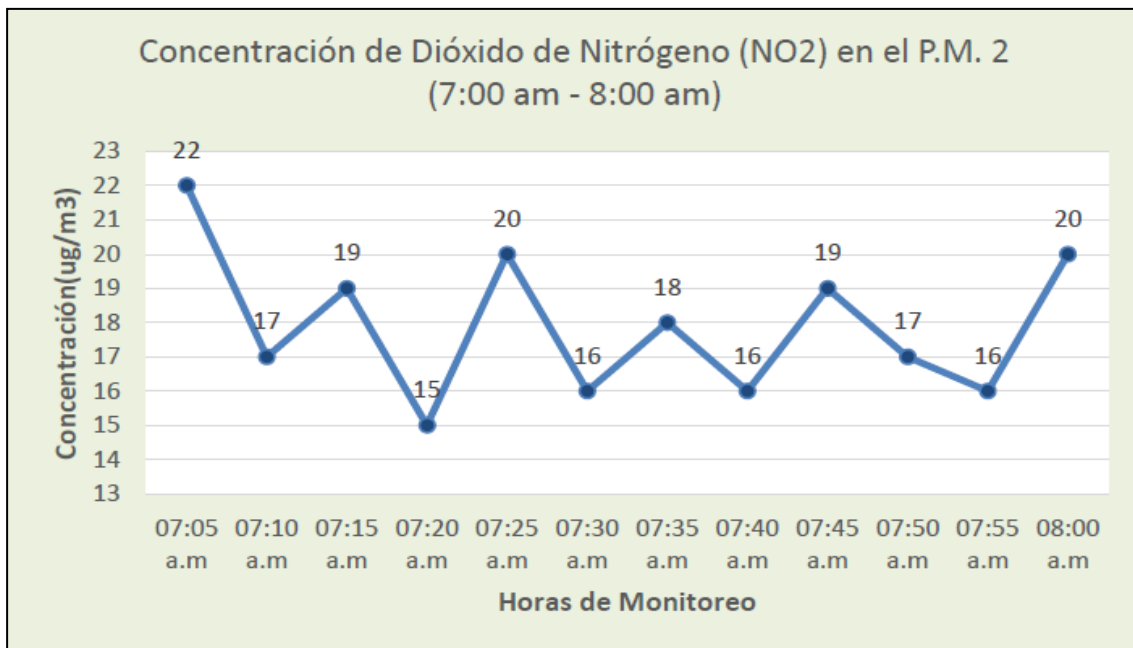


Figura 152. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO₂), cada cinco minutos (07:00 am - 08:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

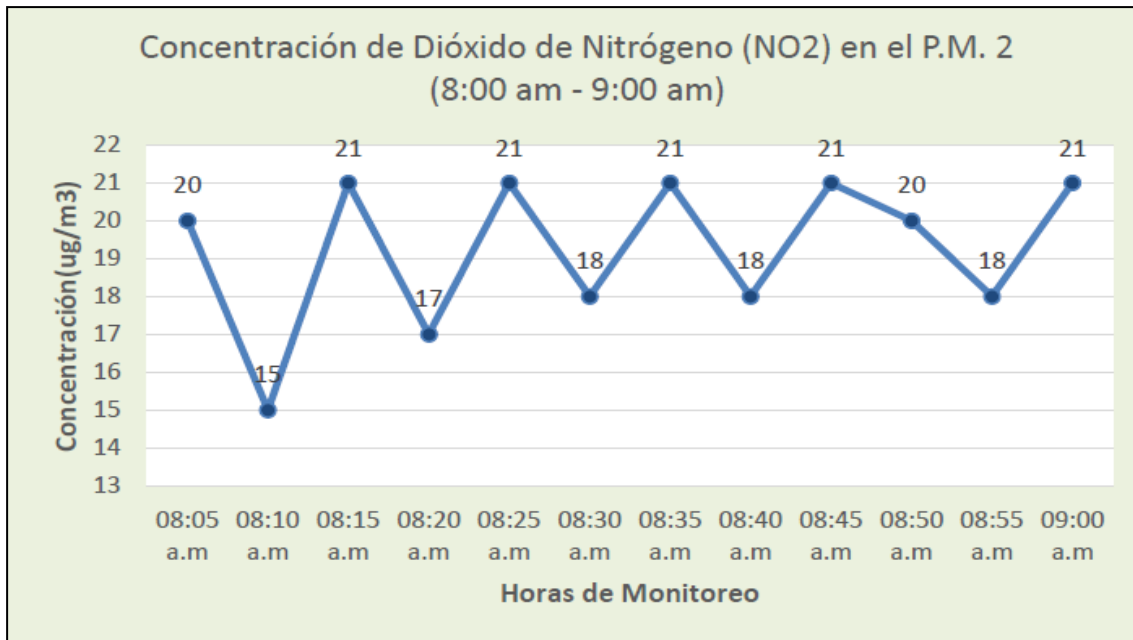


Figura 153. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO₂), cada cinco minutos (08:00 am - 09:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

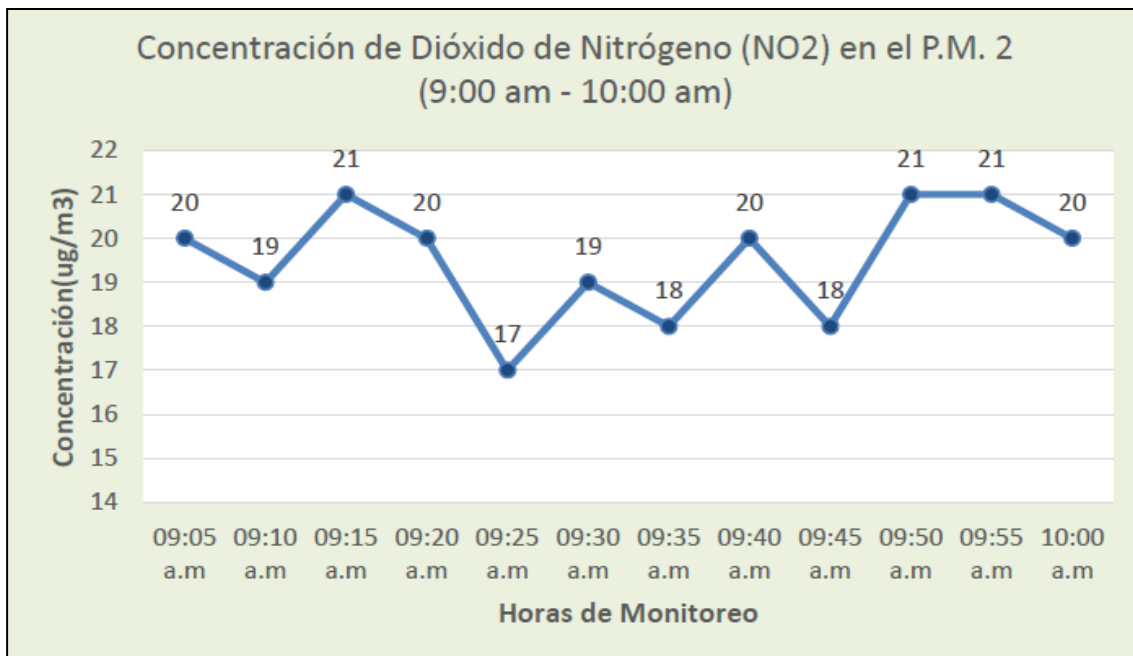


Figura 154. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO₂), cada cinco minutos (09:00 am - 10:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

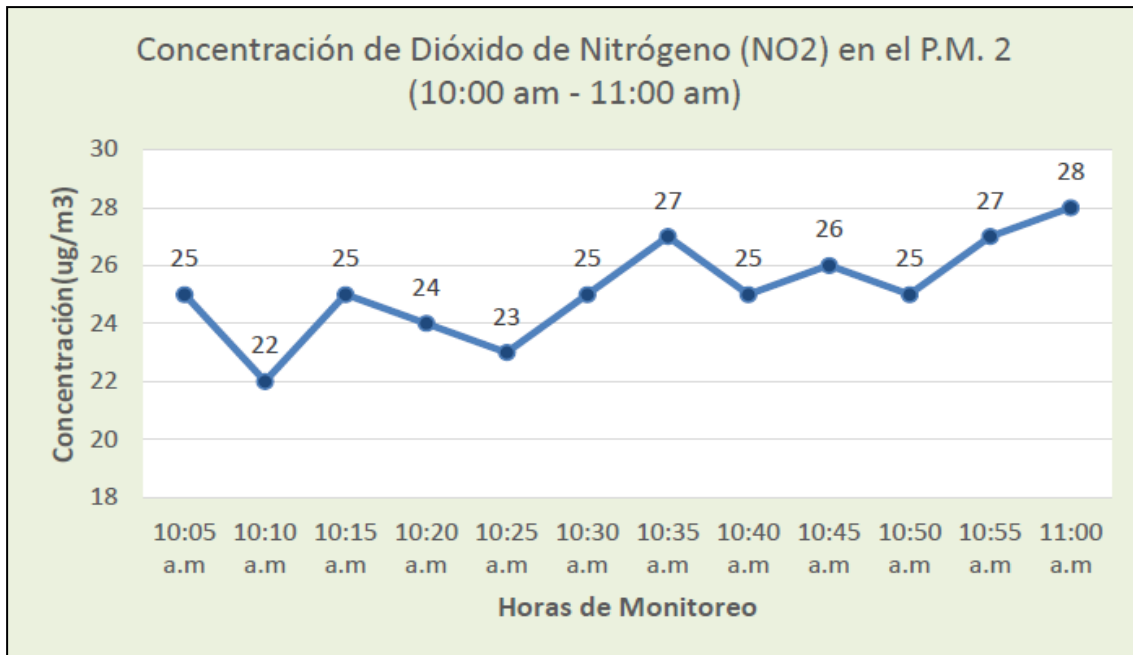


Figura 155. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO₂), cada cinco minutos (10:00 am - 11:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

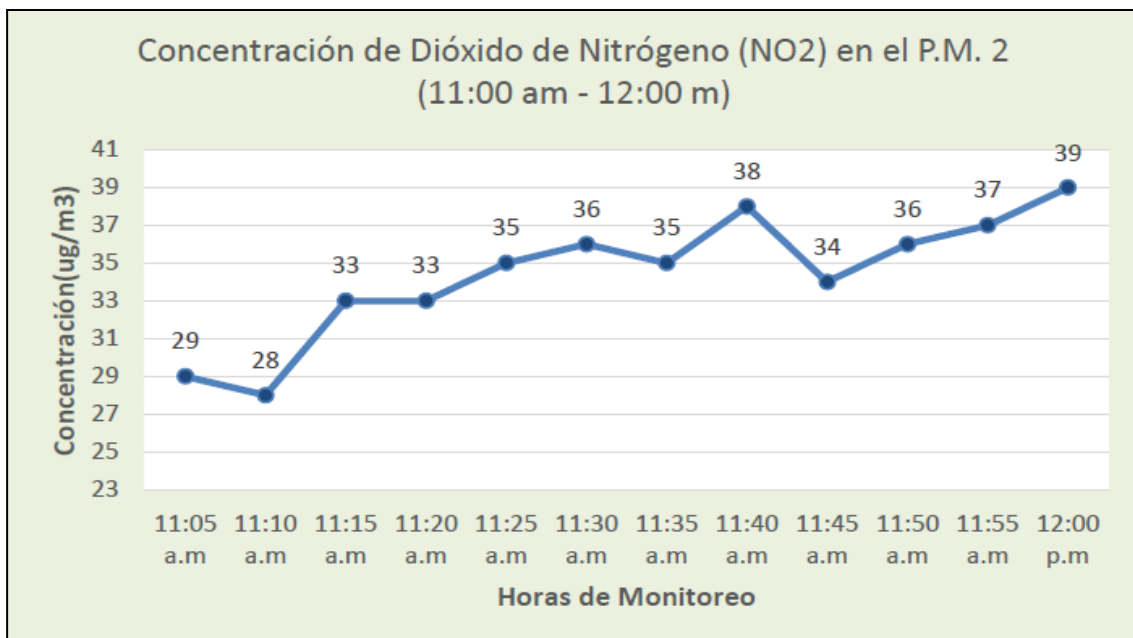


Figura 156. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO₂), cada cinco minutos (11:00 am - 12:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

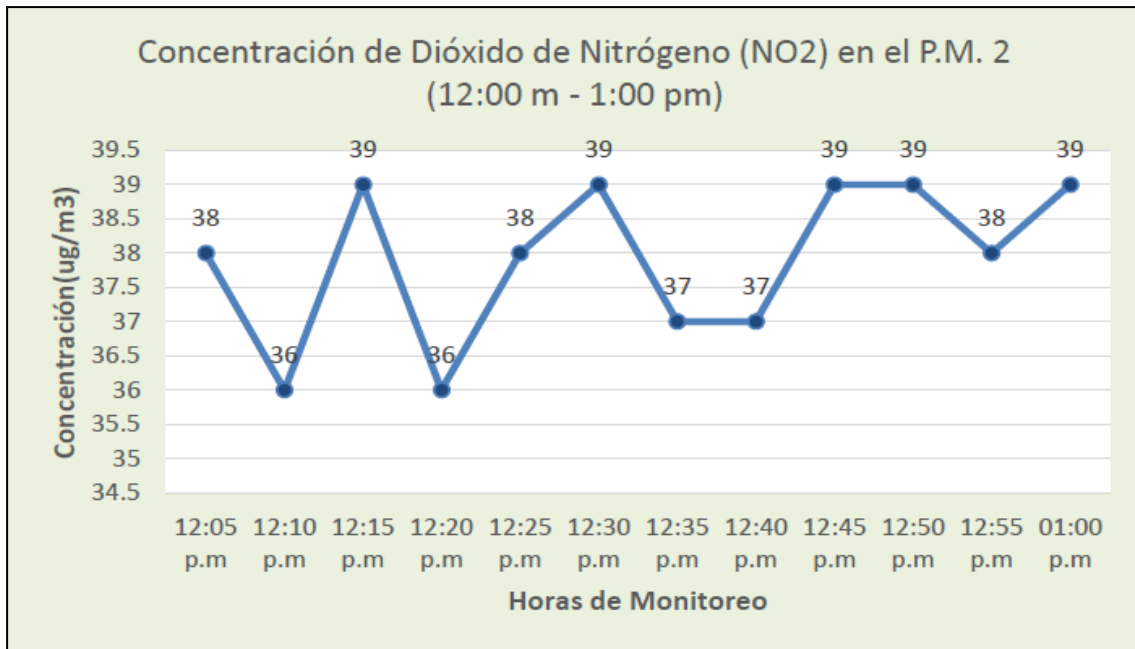


Figura 157. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO₂), cada cinco minutos (12:00 pm - 01:00pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

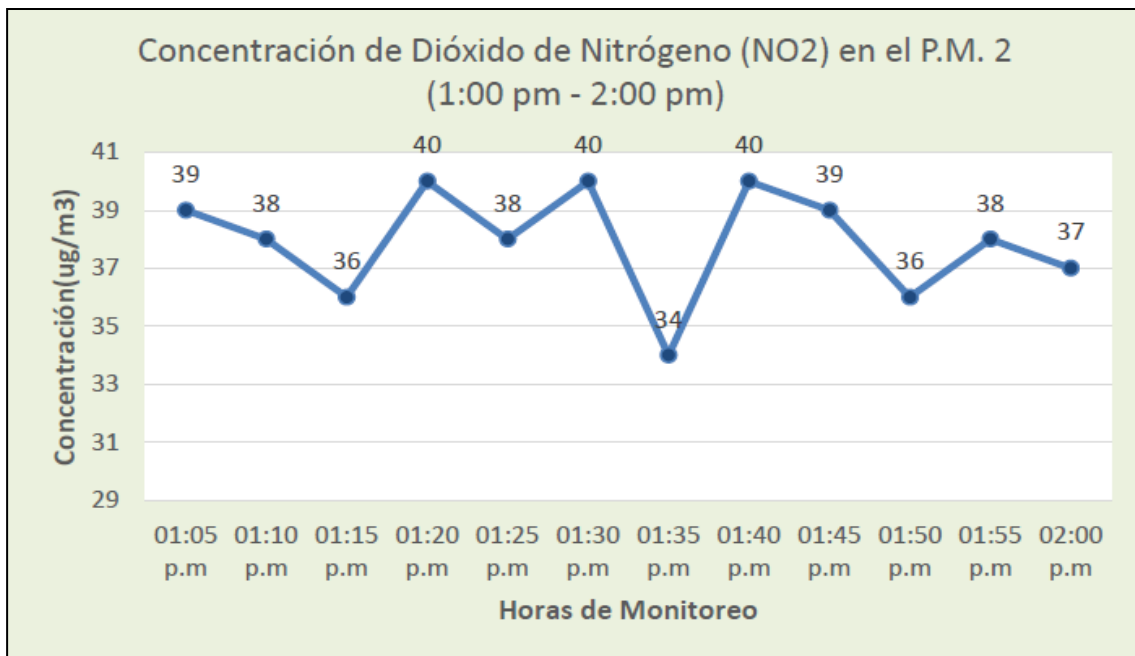


Figura 158. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO₂), cada cinco minutos (01:00 pm - 02:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

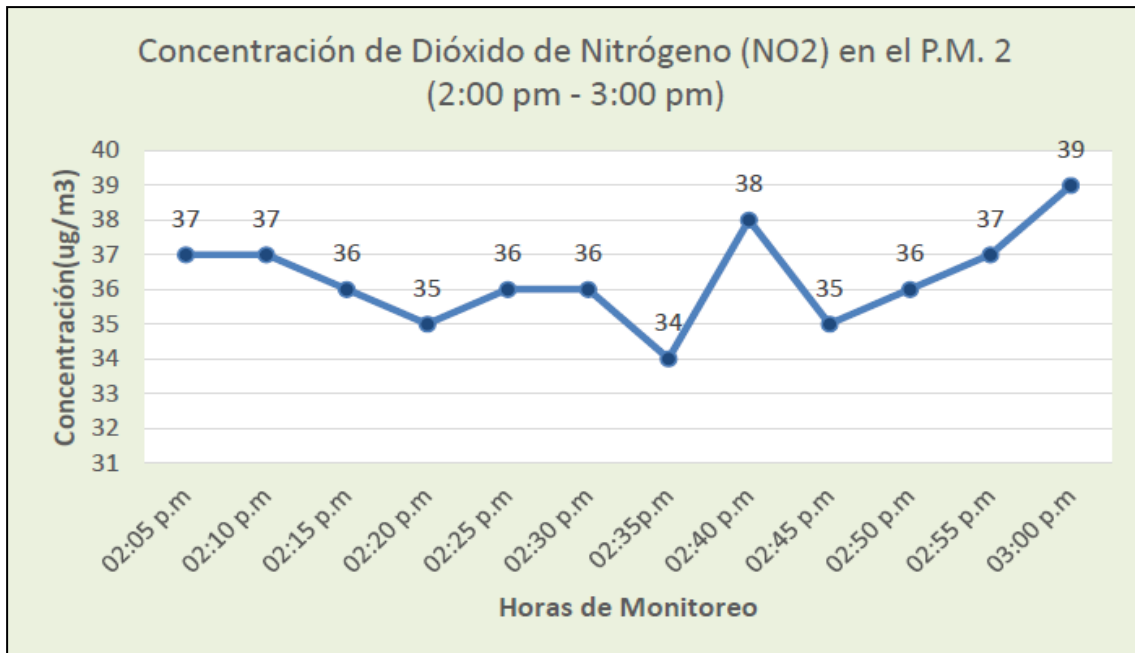


Figura 159. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO₂), cada cinco minutos (02:00 pm - 03:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

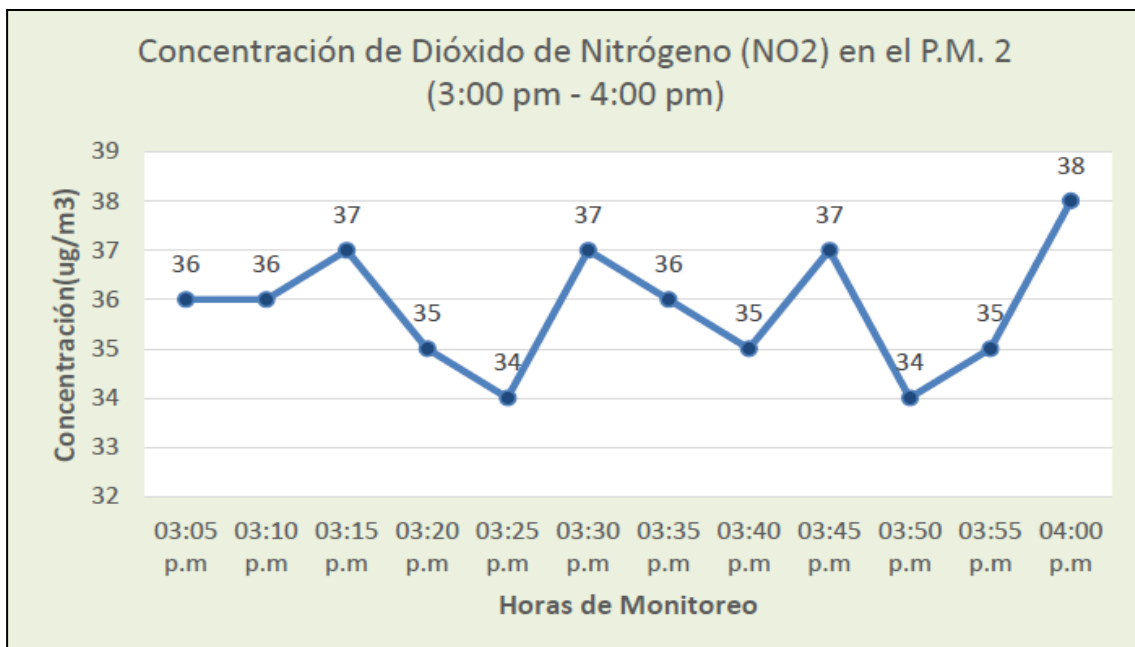


Figura 160. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO₂), cada cinco minutos (03:00 pm - 04:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

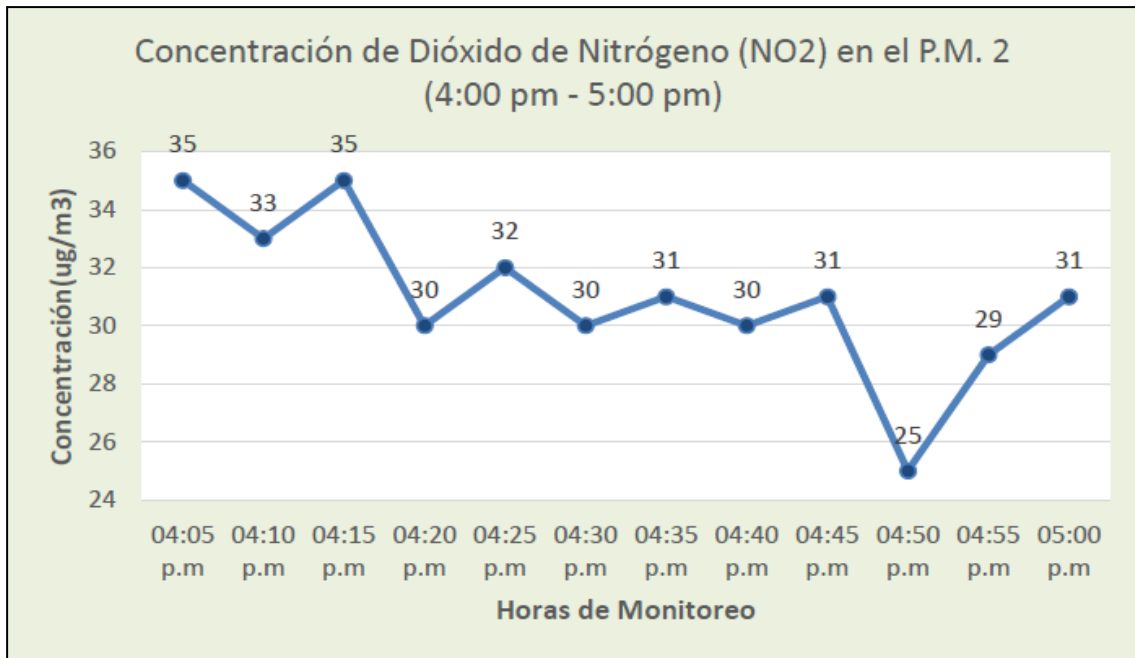


Figura 161. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO₂), cada cinco minutos (04:00 pm - 05:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

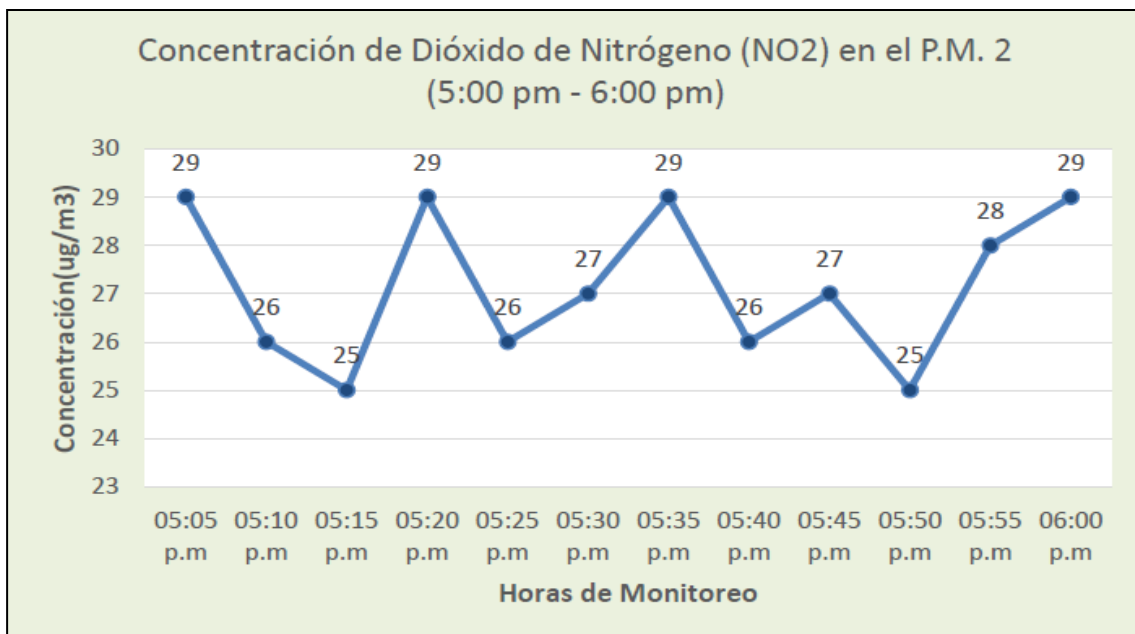


Figura 162. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO₂), cada cinco minutos (05:00 pm - 06:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

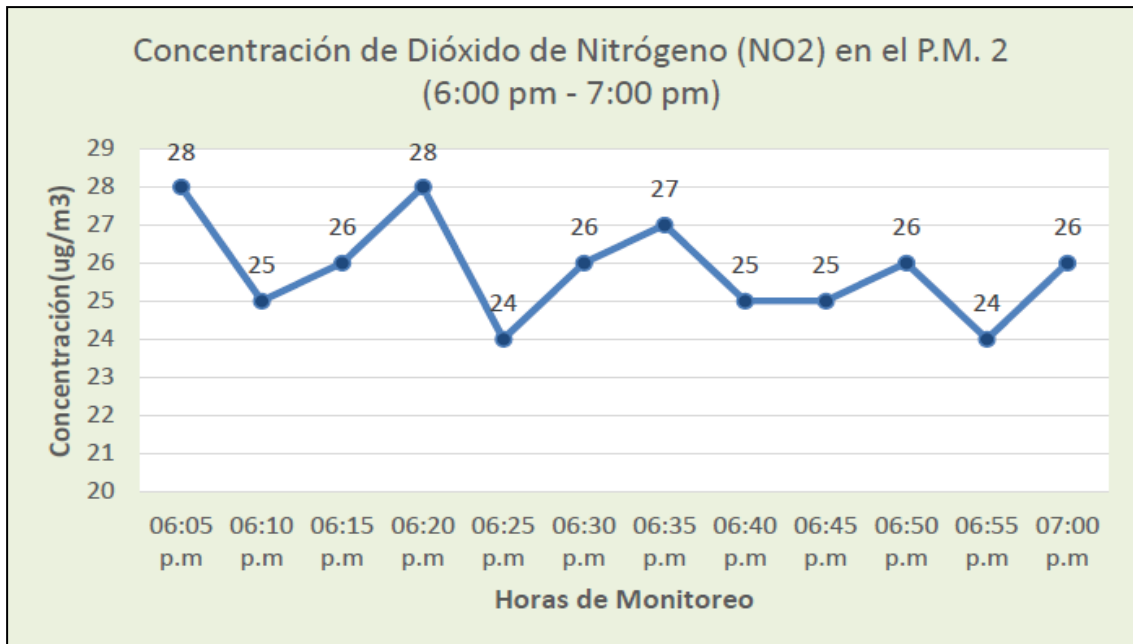


Figura 163. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO_2), cada cinco minutos (06:00 pm - 07:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

Dióxido de azufre (NO_2) - 12h

Punto de muestreo: PM. -3 (fondo de la mina - 70m)

La presencia de este gas es relativamente baja debido a que no existe un comportamiento ácido tanto de las aguas como de algunos minerales presentes en la zona para que puedan mezclarse. Asimismo, al utilizar el equipo sensor de gases nos indica la concentración en los datos obtenidos lo que demuestra que es un gas mínimo en su obtención por las propiedades antes mencionadas.

La siguiente tabla muestra las concentraciones de SO_2 (g) medidos en el punto de control PM. -3 de las 7:00 a.m. a 6:00 p.m., y son comparados con el Valor Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire.

Tabla 22

Concentración de Dióxido de Azufre (SO₂) en el PM. -3

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas			Fecha de monitoreo	Concentración de SO ₂ (µg/m ³)
		Este	Norte	Elevación		
07:00 a.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	14.17
08:00 a.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	13.67
09:00 a.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	14.33
10:00 a.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	15.08
11:00 a.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	15.5
12:00 p.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	16
01:00 p.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	16.25
02:00 p.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	16.08
03:00 p.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	16.67
04:00 p.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	14.92
05:00 p.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	16
06:00 p.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	14
Promedio aritmético de las concentraciones de dióxido de azufre (SO ₂)						15.22 µg/m ³
Estándar nacional de calidad ambiental del aire (SO ₂)						80 µg/m ³

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

Los niveles de concentración de SO₂ obtenidos en el punto de control de las 7:00 a.m. a 6:00 p.m., se encuentra por debajo del Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire fijado en 80 µg/m³, según el D.S. N° 024-2016-EM y su modificatoria D.S. N° 023-2017-EM.

La máxima concentración (16.67 µg/m³) se obtuvo a las 03:00 p.m., mientras que la mínima concentración (14.00 µg/m³) se obtuvo en el punto de 06:00 p.m.

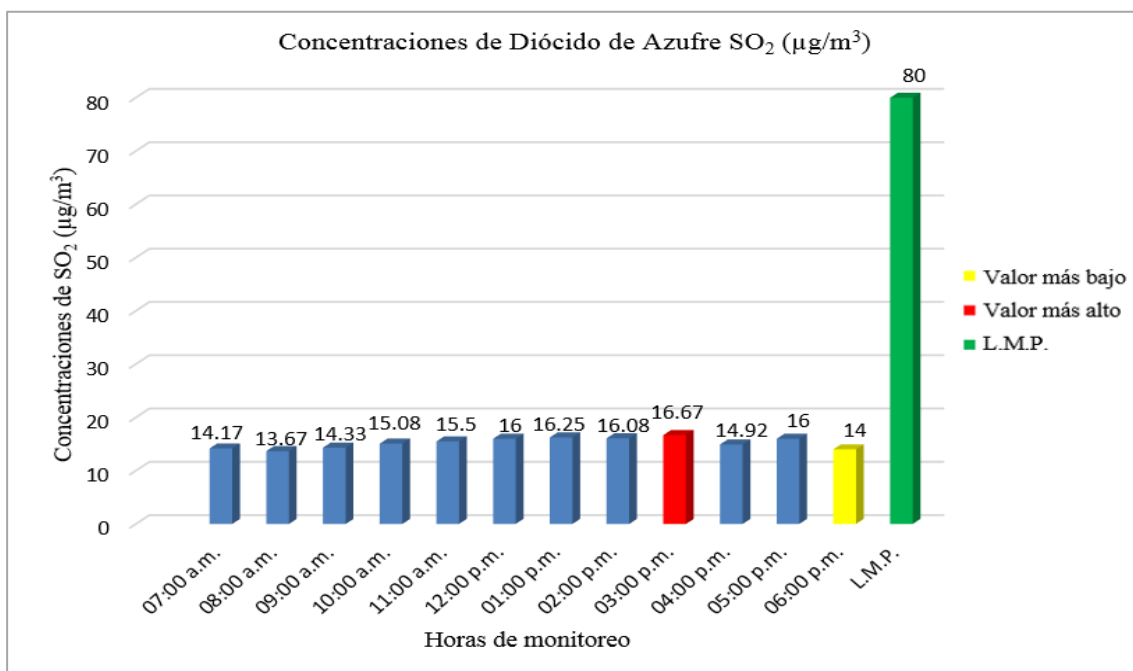


Figura 164. Concentración de Dióxido de Azufre (SO₂), obtenidas en las 12 horas de control.

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

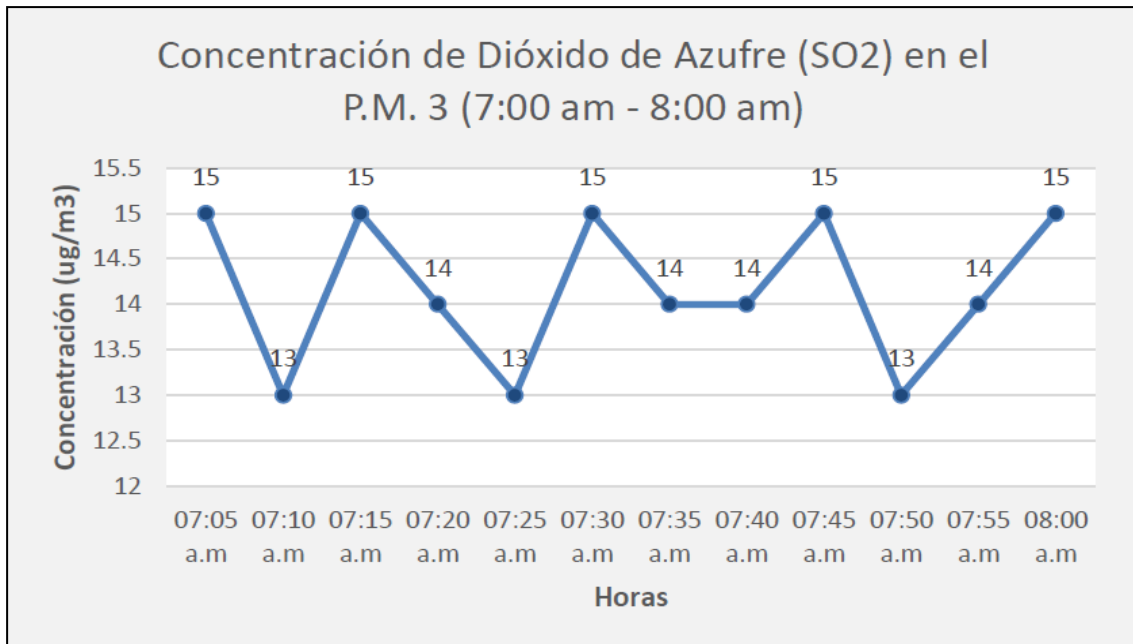


Figura 165. Valores de Dióxido de Azufre (SO₂), cada cinco minutos (07:00 am - 08:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

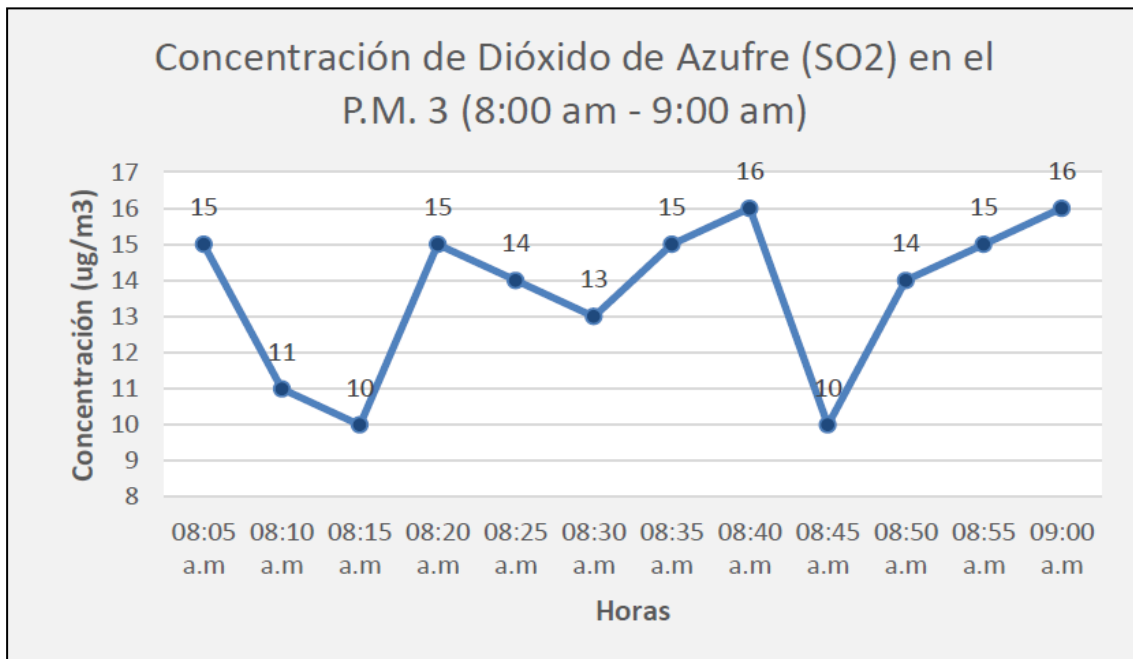


Figura 166. Valores de Dióxido de Azufre (SO₂), cada cinco minutos (08:00 am - 09:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

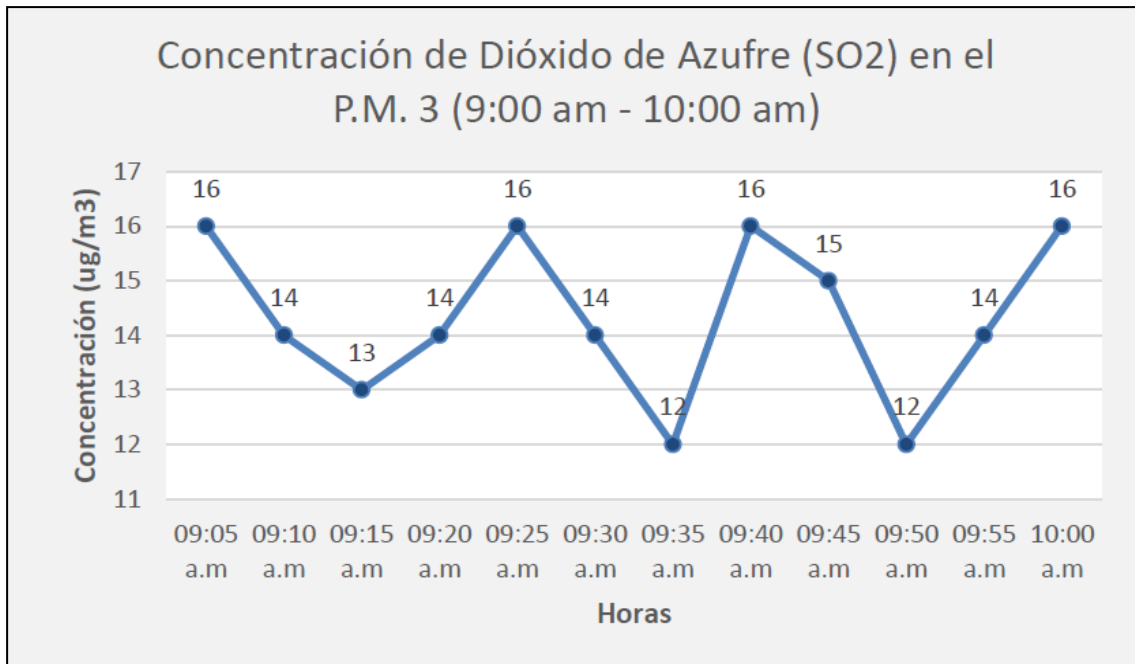


Figura 167. Valores de Dióxido de Azufre (SO₂), cada cinco minutos (09:00 am - 10:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

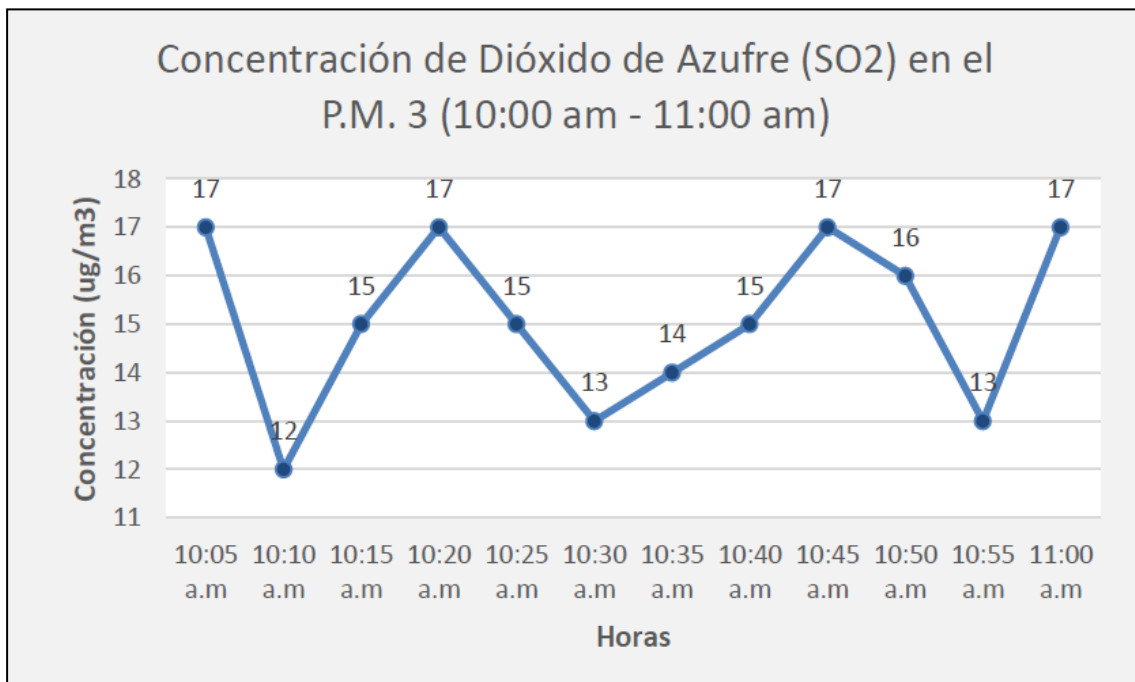


Figura 168. Valores de Dióxido de Azufre (SO₂), cada cinco minutos (10:00 am - 11:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

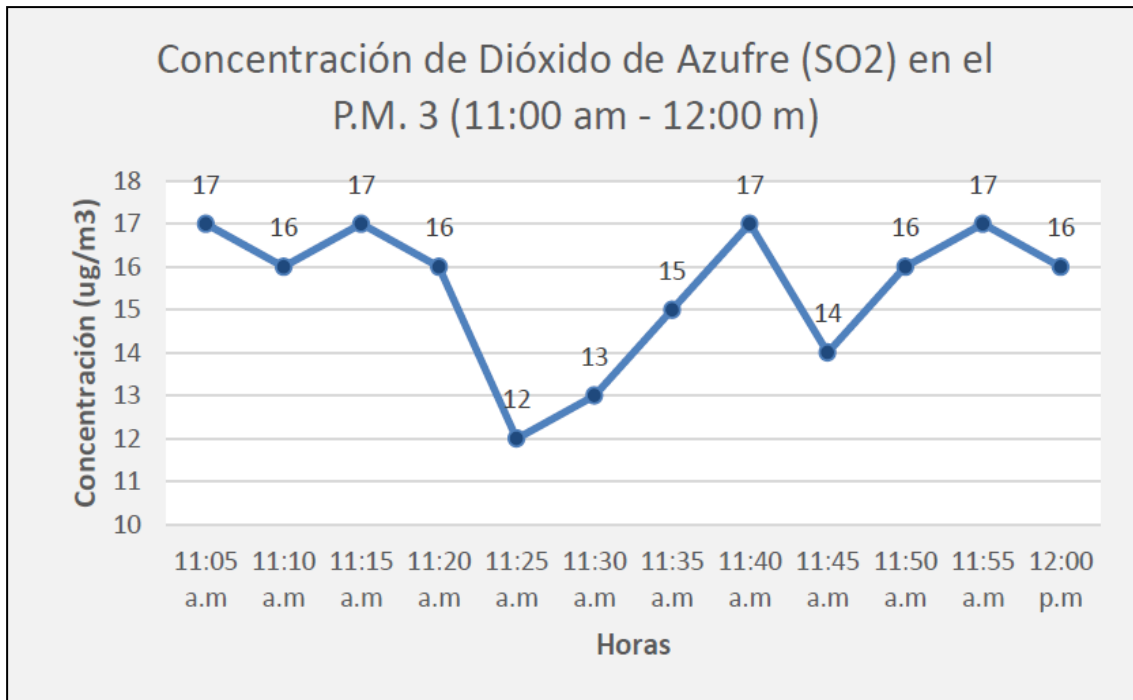


Figura 169. Valores de Dióxido de Azufre (SO₂), cada cinco minutos (11:00 am - 12:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

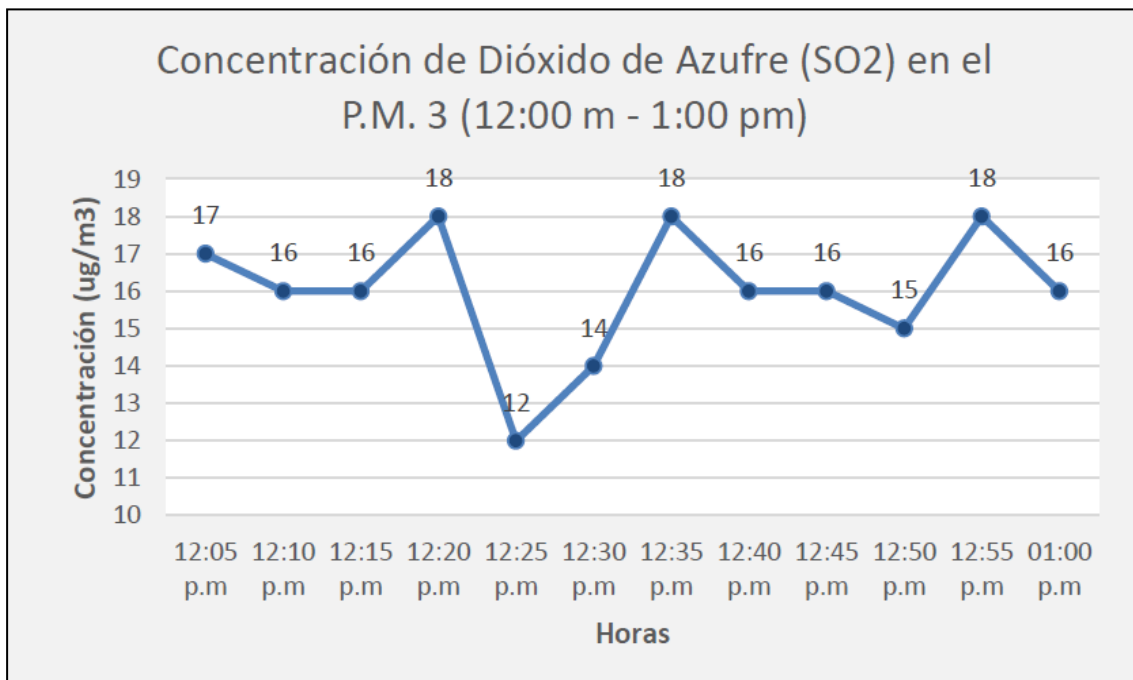


Figura 170. Valores de Dióxido de Azufre (SO₂), cada cinco minutos (12:00 pm - 01:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

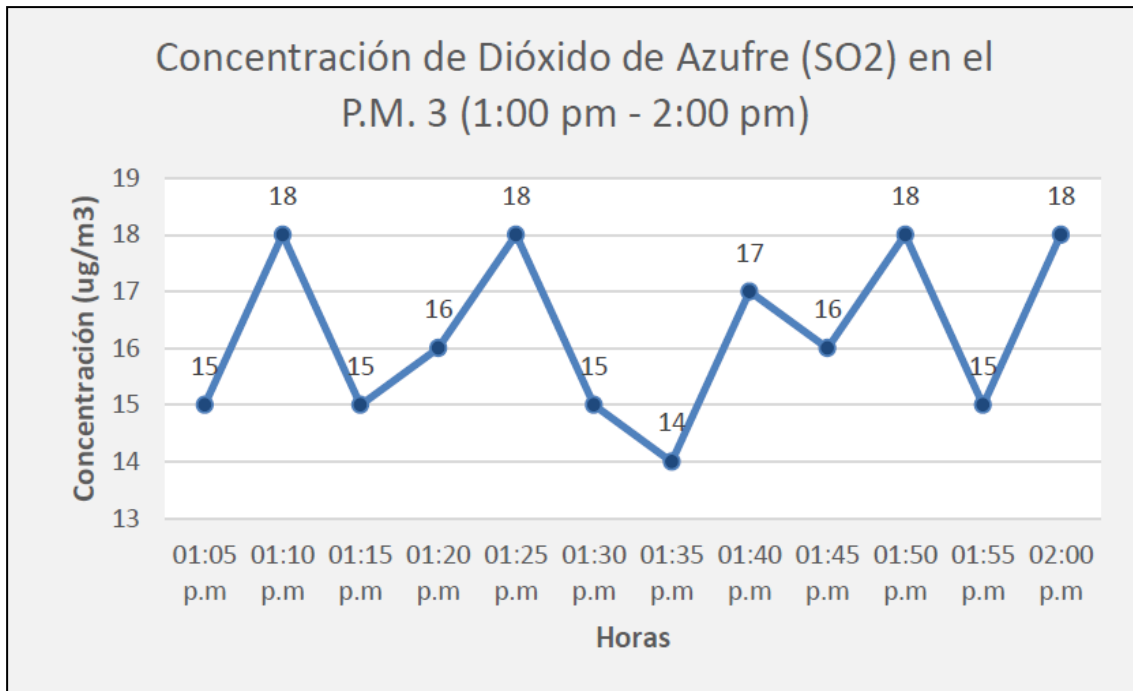


Figura 171. Valores de Dióxido de Azufre (SO₂), cada cinco minutos (01:00 pm - 02:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

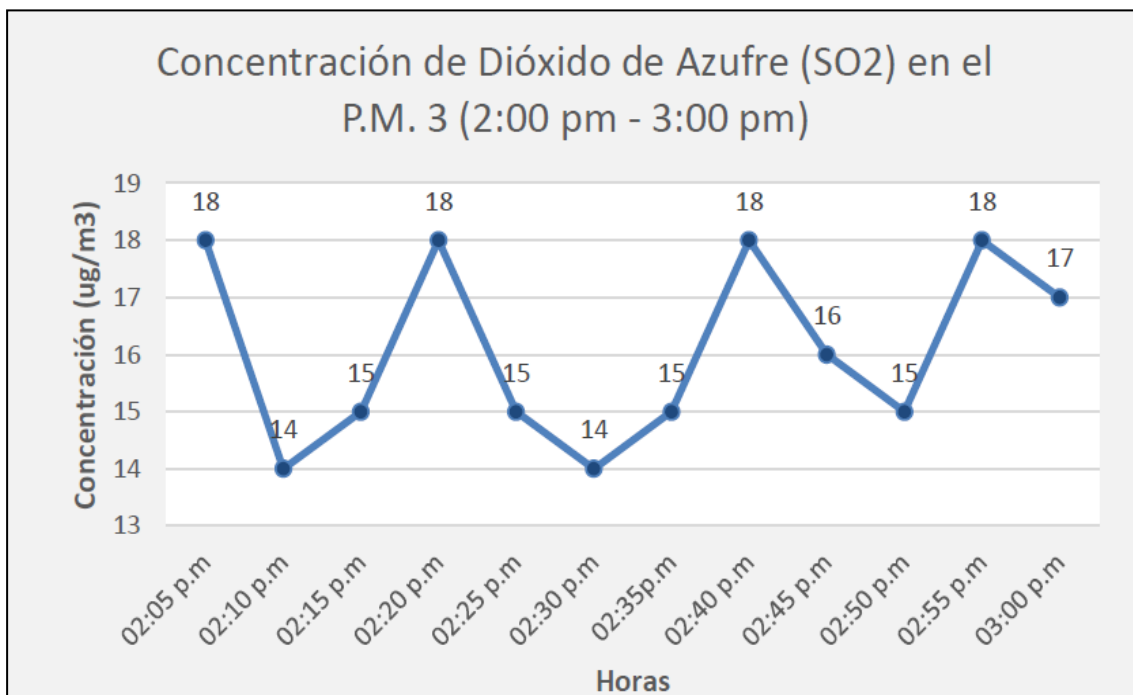


Figura 172. Valores de Dióxido de Azufre (SO₂), cada cinco minutos (02:00 pm - 03:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

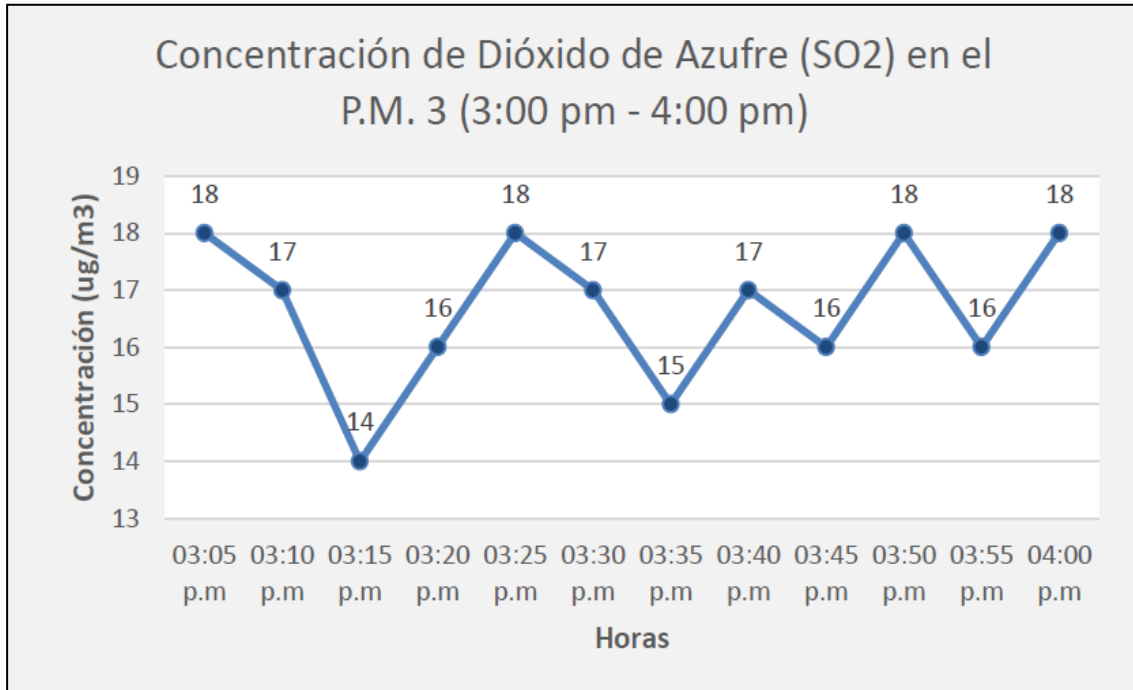


Figura 173. Valores de Dióxido de Azufre (SO₂), cada cinco minutos (03:00 pm - 04:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

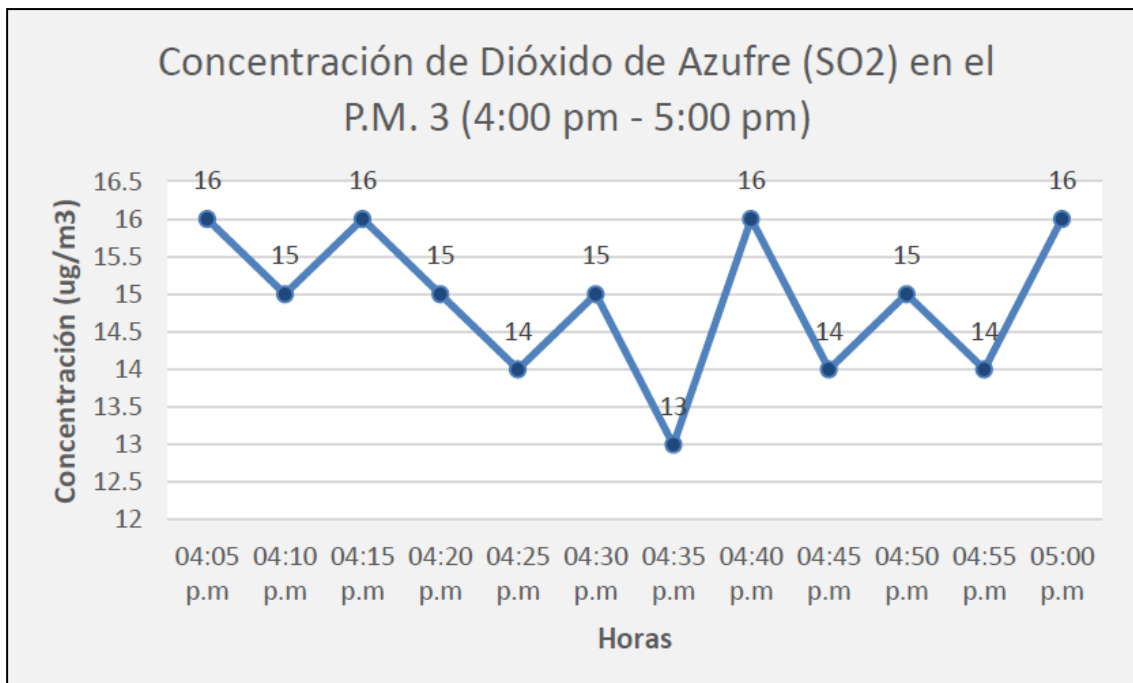


Figura 174. Valores de Dióxido de Azufre (SO₂), cada cinco minutos (04:00 pm - 05:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

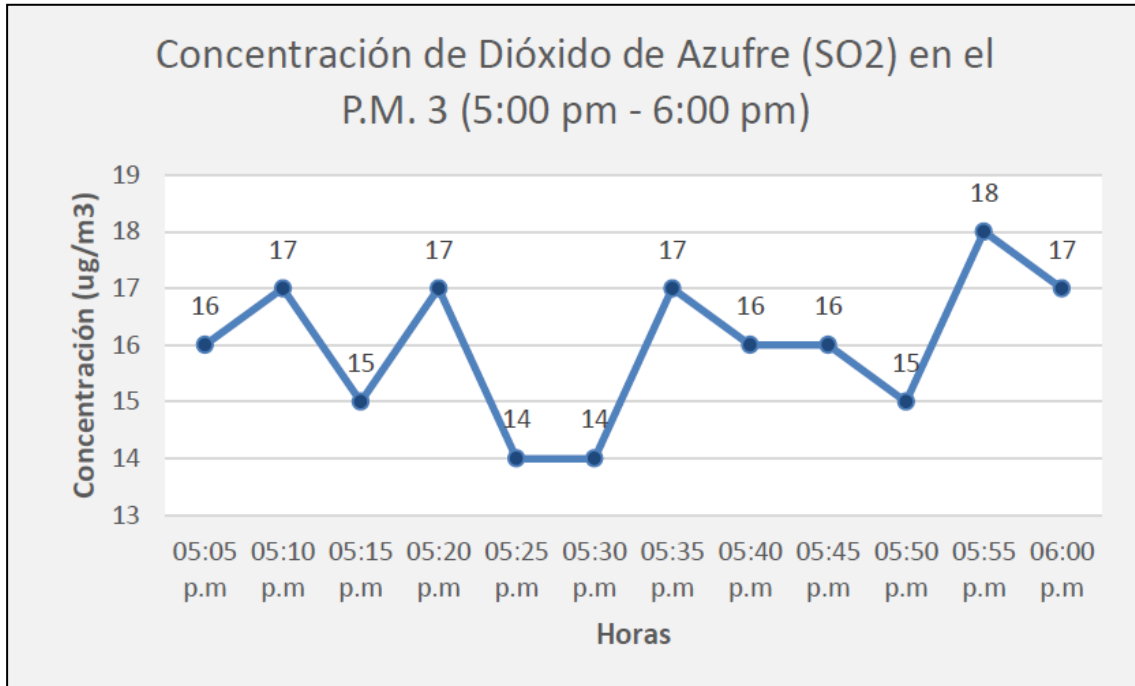


Figura 175. Valores de Dióxido de Azufre (SO₂), cada cinco minutos (05:00 pm - 06:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

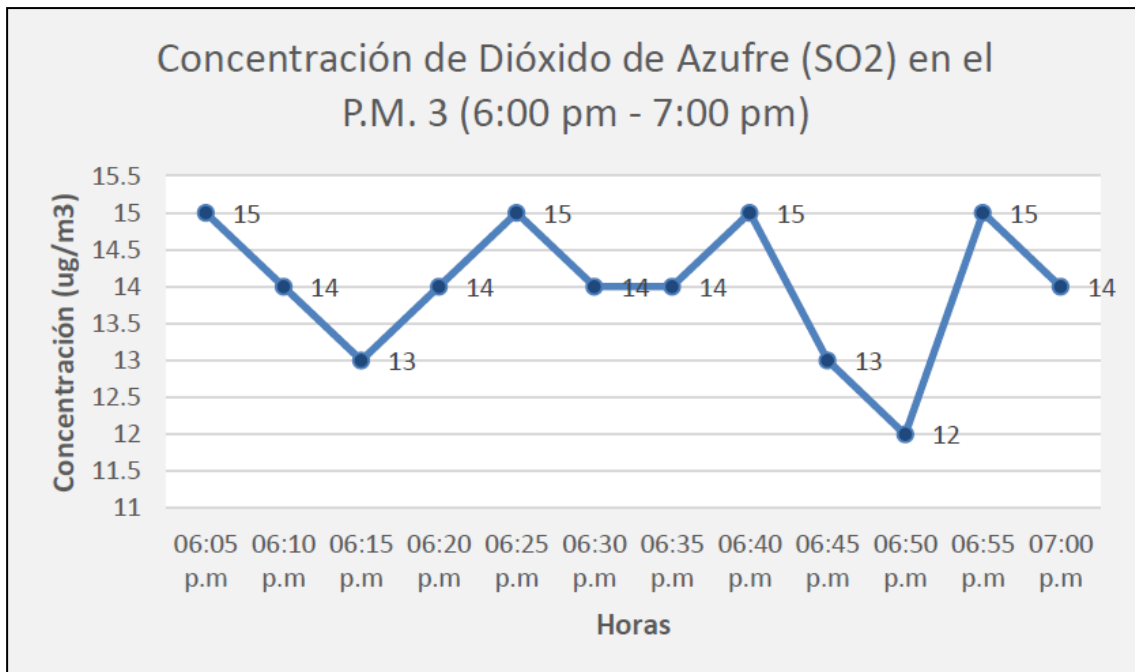


Figura 176. Valores de Dióxido de Azufre (SO₂), cada cinco minutos (06:00 pm - 07:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

MONÓXIDO DE CARBONO (CO) – 12h

Punto de muestreo: PM. -3 (fondo de la mina - 70m)

Los valores arrojados por el sensor de gases, nos indica que hay tiempos en que la concentración del Monóxido de Carbono (CO) son mayores, pero no sobrepasan los valores máximos establecidos; por la mañana la concentración de este gas con relación a la concentración por la tarde es moderadamente mayor; debido a que, a estas horas, las masas de viento dispersan a los gases concentrados.

La siguiente tabla se muestra las concentraciones de Monóxido de Carbono (CO) medidos en los puntos de control PM. -3 de las 7:00 a.m. a 6:00 p.m., y son comparados con el Valor Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire.

Tabla 23

Concentración de Monóxido de Carbono (CO) en el PM. -3

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas			Fecha de monitoreo	Concentración de CO (µg/m ³)
		Este	Norte	Elevación		
07:00 a.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	365.75
08:00 a.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	366.08
09:00 a.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	368.42
10:00 a.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	368.75

11:00 a.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	370
12:00 p.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	369
01:00 p.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	373.33
02:00 p.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	371.92
03:00 p.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	368.25
04:00 p.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	364.58
05:00 p.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	365.17
06:00 p.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	361.25

Promedio aritmético de las concentraciones de monóxido
de carbono (CO) 367.71 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Estándar nacional de calidad ambiental del aire (CO) 30000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

Los niveles de concentración de Monóxido de Carbono (CO) obtenidos en los puntos de control de las 7:00 a.m. a 6:00 p.m., se encuentran por debajo del Estándar Nacional de

Calidad Ambiental del Aire fijado en $30000 \mu\text{g}/\text{m}^3$, según el D.S. N° 024-2016-EM y su modificatoria D.S. N° 023-2017-EM.

La máxima concentración ($371.92 \mu\text{g}/\text{m}^3$) se obtuvo a las 02:00 p.m., mientras que la mínima concentración ($361.25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) se obtuvo en el punto de 06:00 p.m.

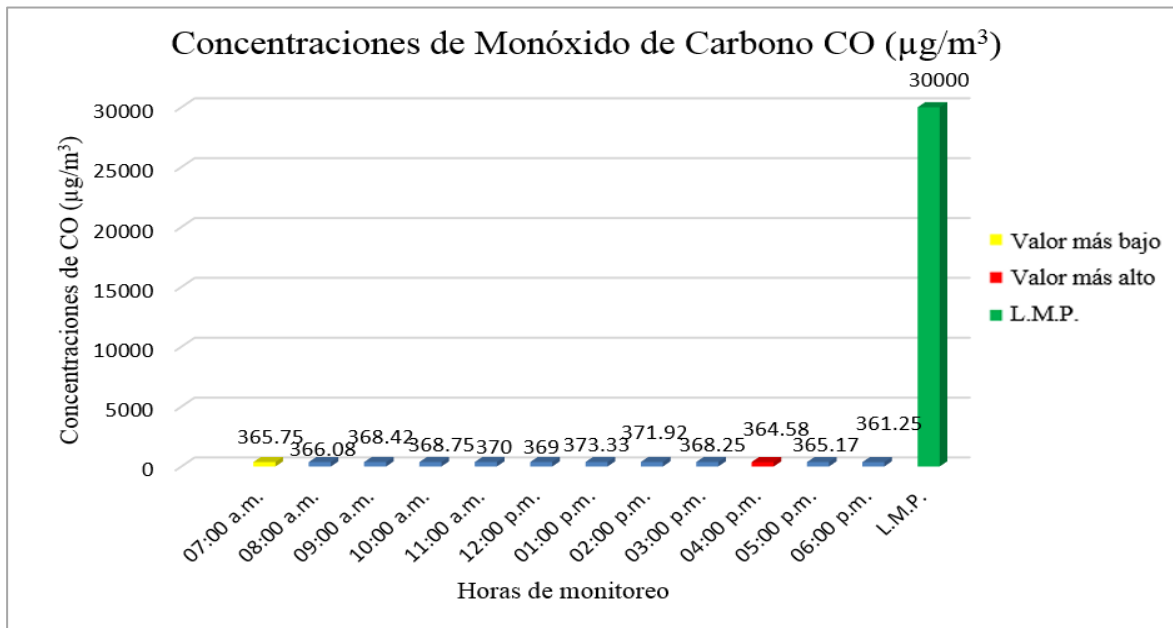


Figura 177. Concentración de Monóxido de Carbono (CO), obtenidas en las 12 horas de control.

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

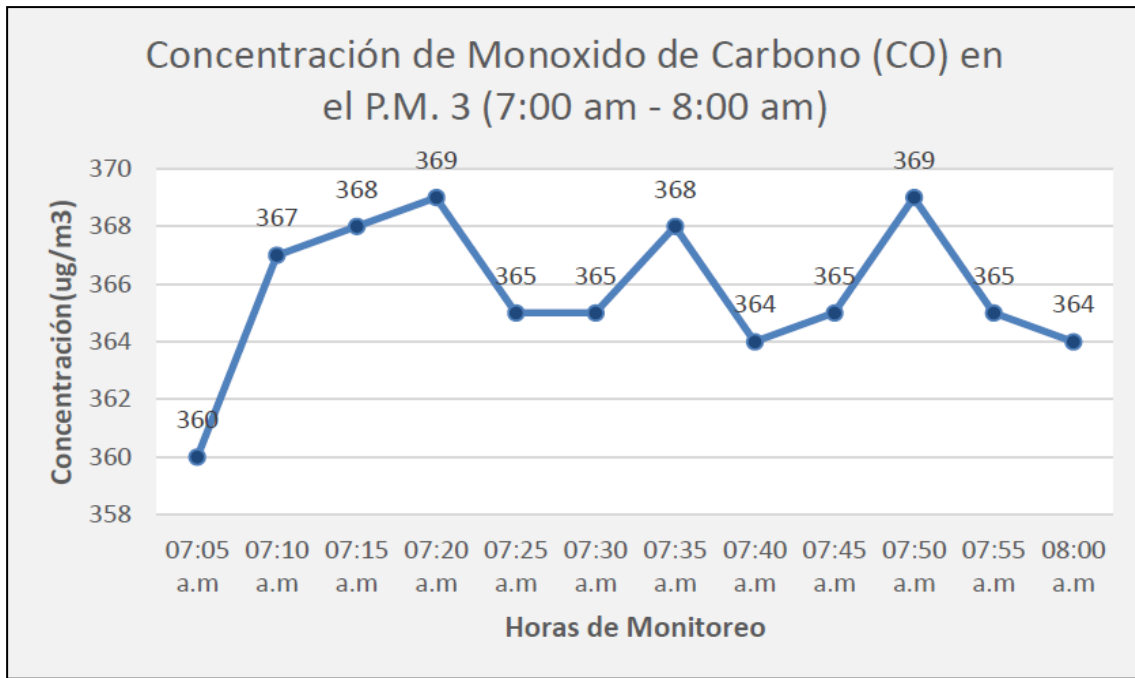


Figura 178. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (07:00 am - 08:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

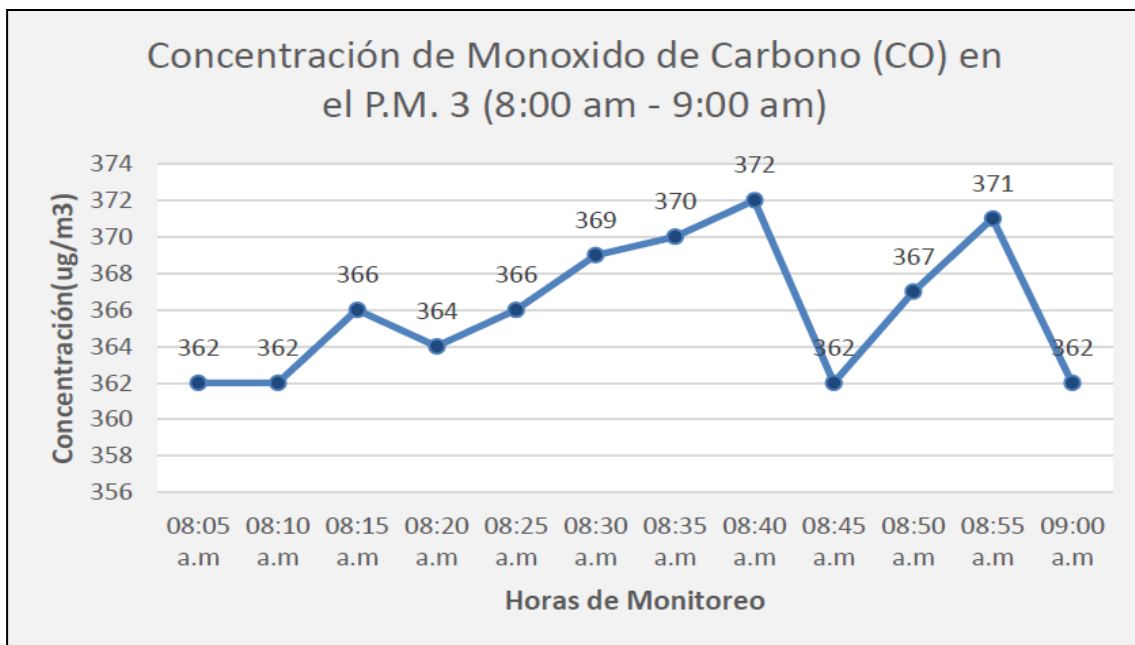


Figura 179. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (08:00 am - 09:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

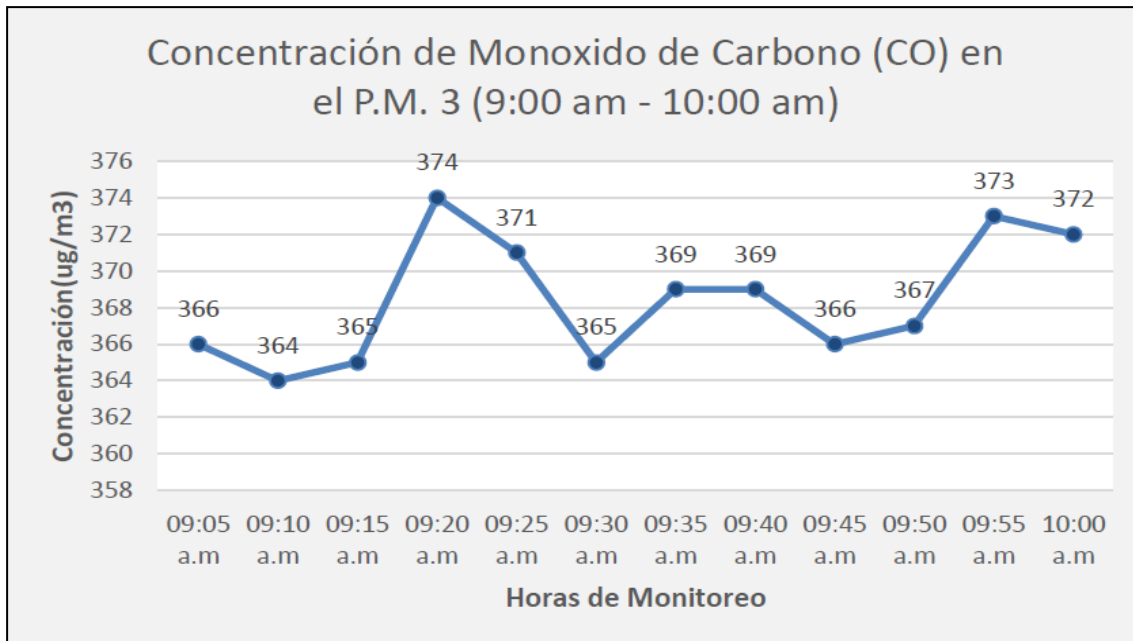


Figura 180. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (09:00 am - 10:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

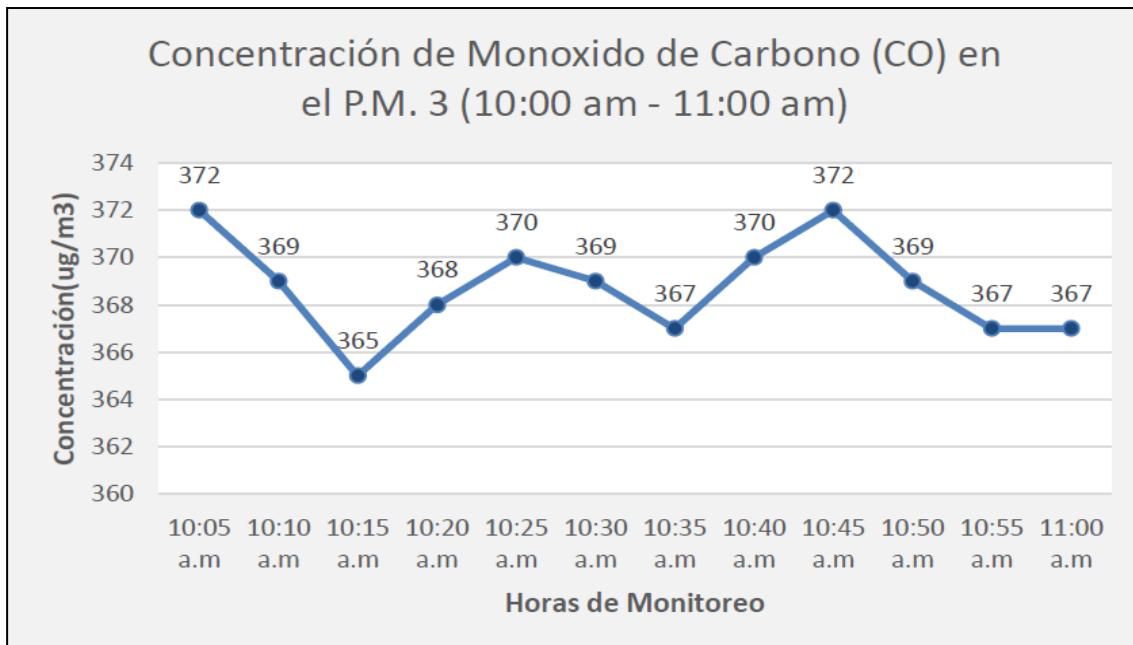


Figura 181. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (10:00 am - 11:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

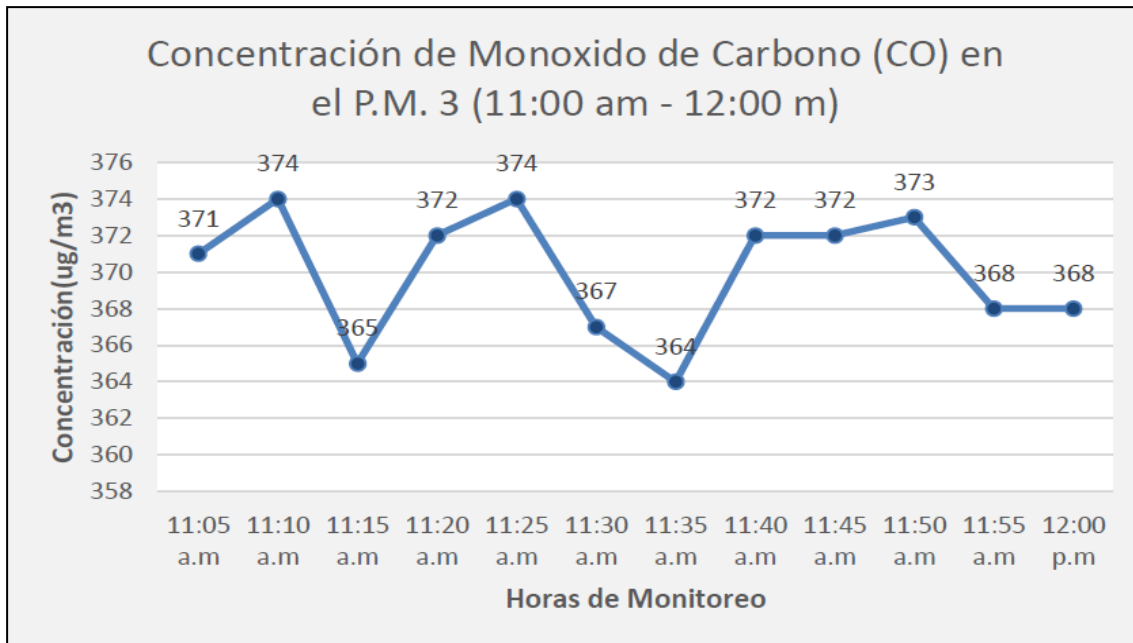


Figura 182. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (11:00 am - 12:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

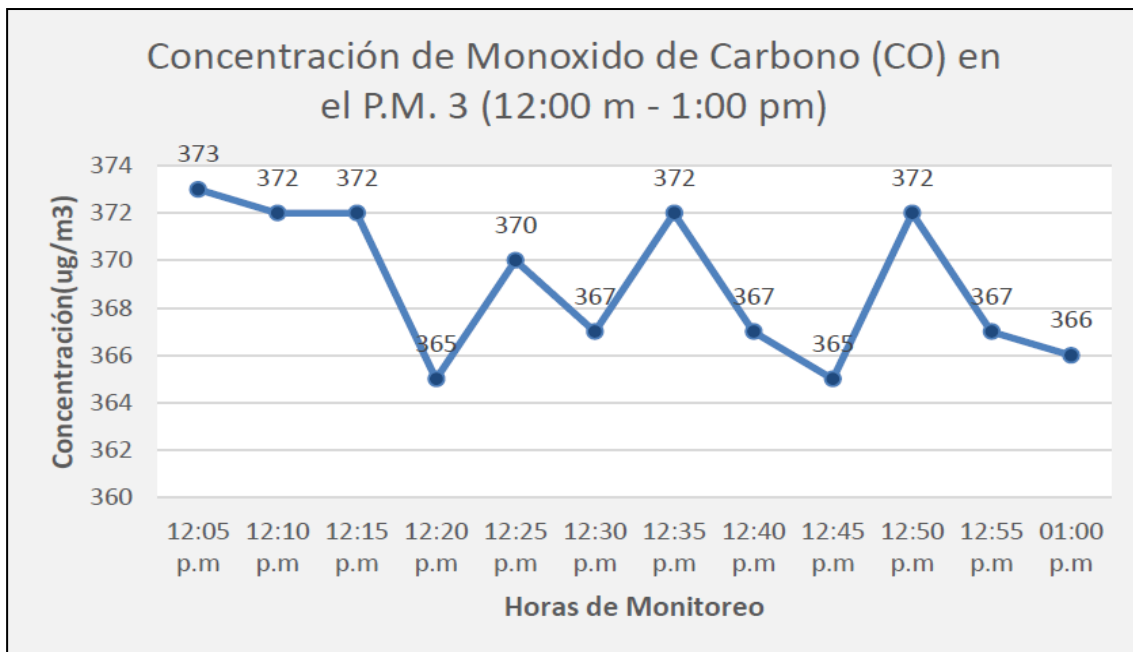


Figura 183. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (12:00 pm - 01:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

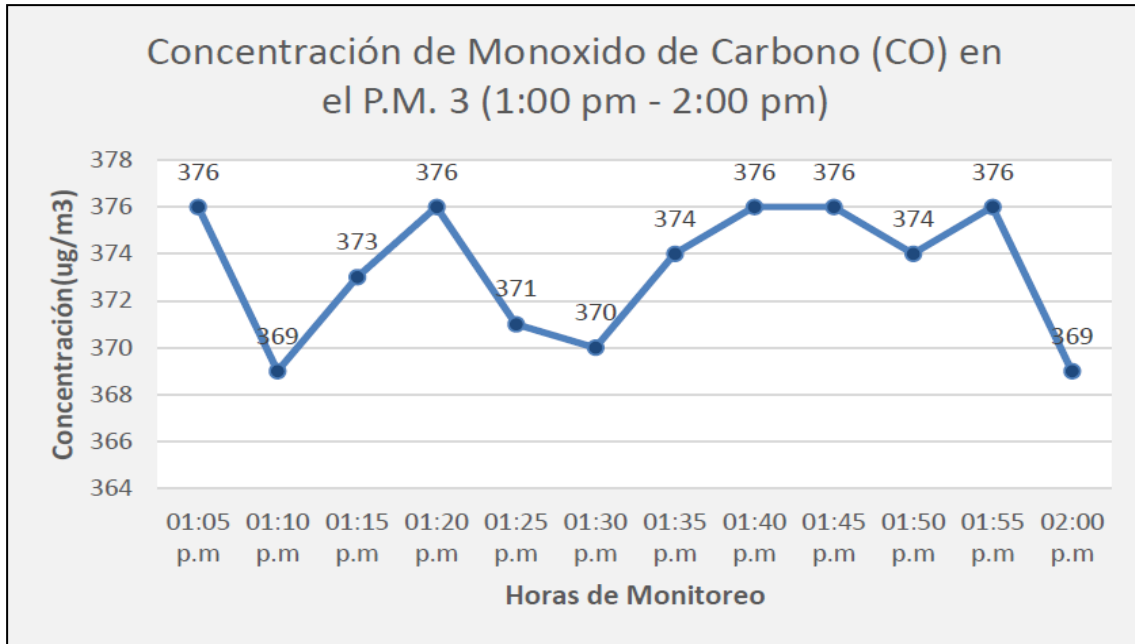


Figura 184. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (01:00pm - 02:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

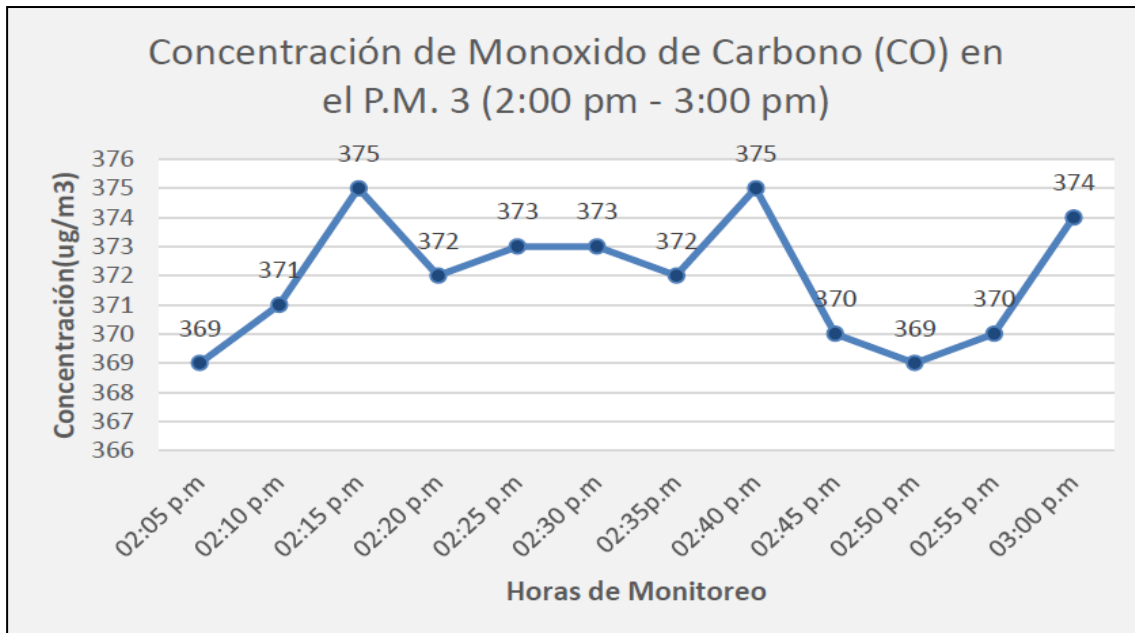


Figura 185. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (02:00pm - 03:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

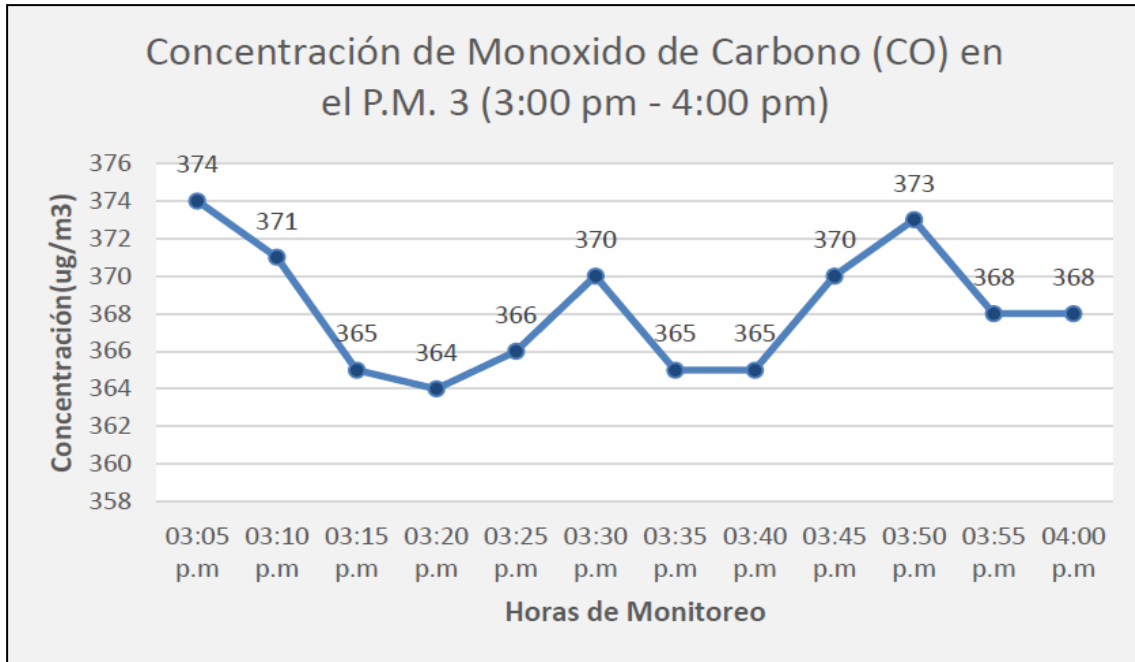


Figura 186. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (03:00pm - 04:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

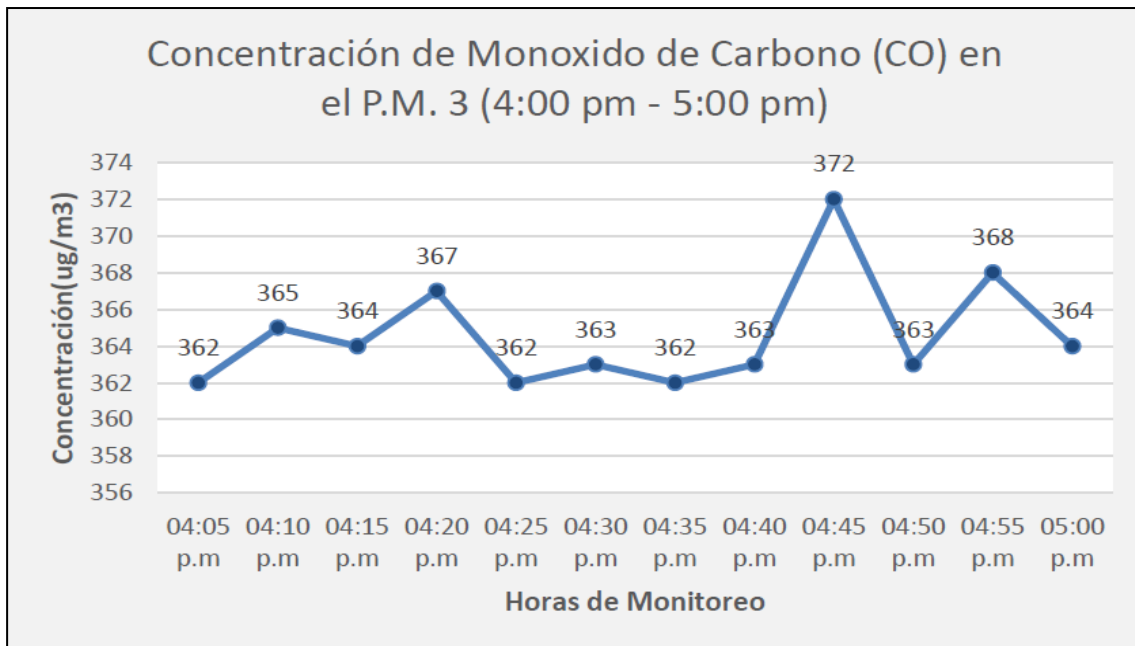


Figura 187. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (04:00pm - 05:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

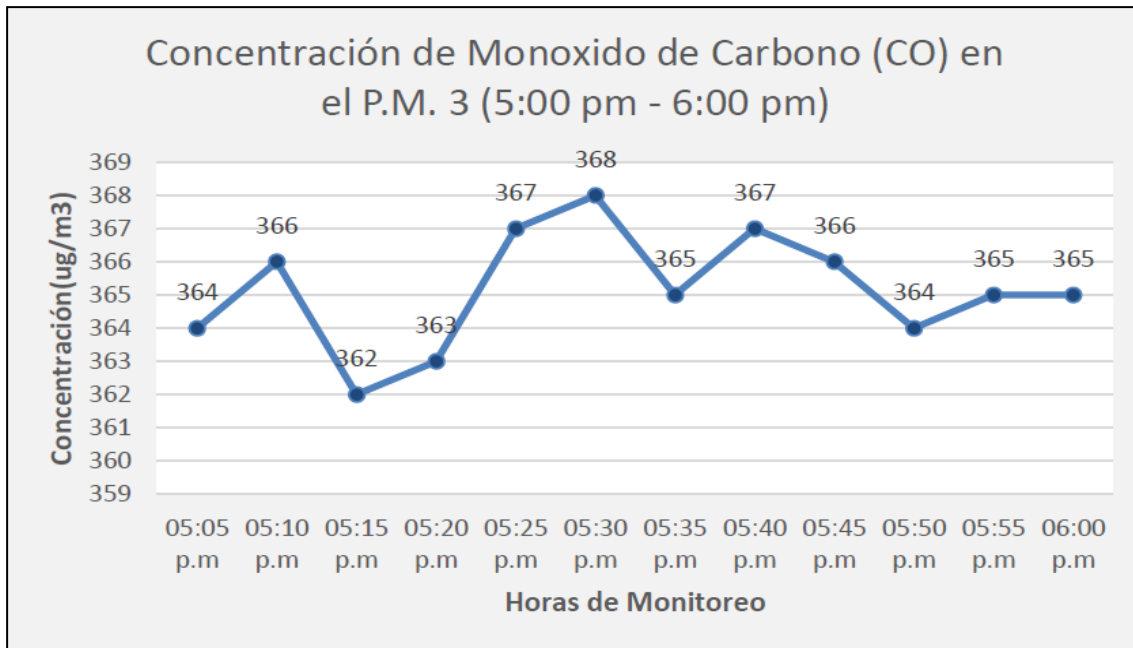


Figura 188. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (05:00pm - 06:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

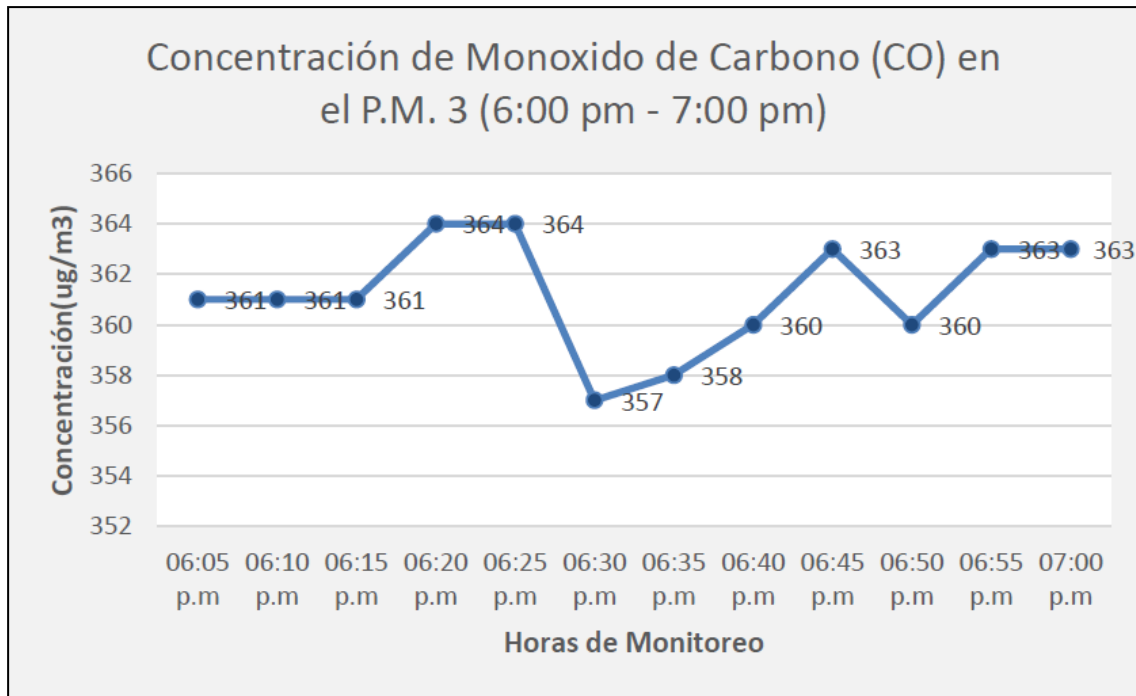


Figura 189. Valores de Monóxido de Carbono (CO), cada cinco minutos (06:00pm - 07:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

Dióxido de nitrógeno (no2)-12h

Punto de muestreo: PM. -3 (fondo de la mina - 70m)

La siguiente tabla se muestran las concentraciones de Dióxido de Nitrógeno (NO₂) medidos en los puntos de control PM. -3 de las 7: 00 a.m. a 6: 00 pm y son comparados con el Valor Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire.

Tabla 24

Concentración de Dióxido de Nitrógeno (NO₂) en el PM. -3

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas			Fecha de monitoreo	Concentración de NO ₂ (µg/m ³)
		Este	Norte	Elevación		
07:00 a.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	18.83
08:00 a.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	20.58
09:00 a.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	20.67
10:00 a.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	25.67
11:00 a.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	33.75
12:00 p.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	38.75
01:00 p.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	38.83
02:00 p.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	37.42
03:00 p.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	37.08

04:00 p.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	33.5
05:00 p.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	28.25
06:00 p.m.	Fondo de la mina a 70m	737447	9205466	1724.51	16/12/2020	28

Promedio aritmético de las concentraciones de dióxido de nitrógeno (NO ₂)	30.11 µg/m ³
Estándar nacional de calidad ambiental del aire (NO ₂)	200 µg/m ³

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

Los niveles de concentración de NO₂ obtenido en el punto de control de las 7:00 a.m. a 6:00 p.m., se encuentran por debajo del Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire fijado en 200 µg/m³, según el D.S. N° 024-2016-EM y su modificatoria D.S. N° 023-2017-EM.

La máxima concentración (38.75 µg/m³) se obtuvo a las 12:00 a.m., mientras que la mínima concentración (18.83 µg/m³) se obtuvo a las 07:00 a.m.

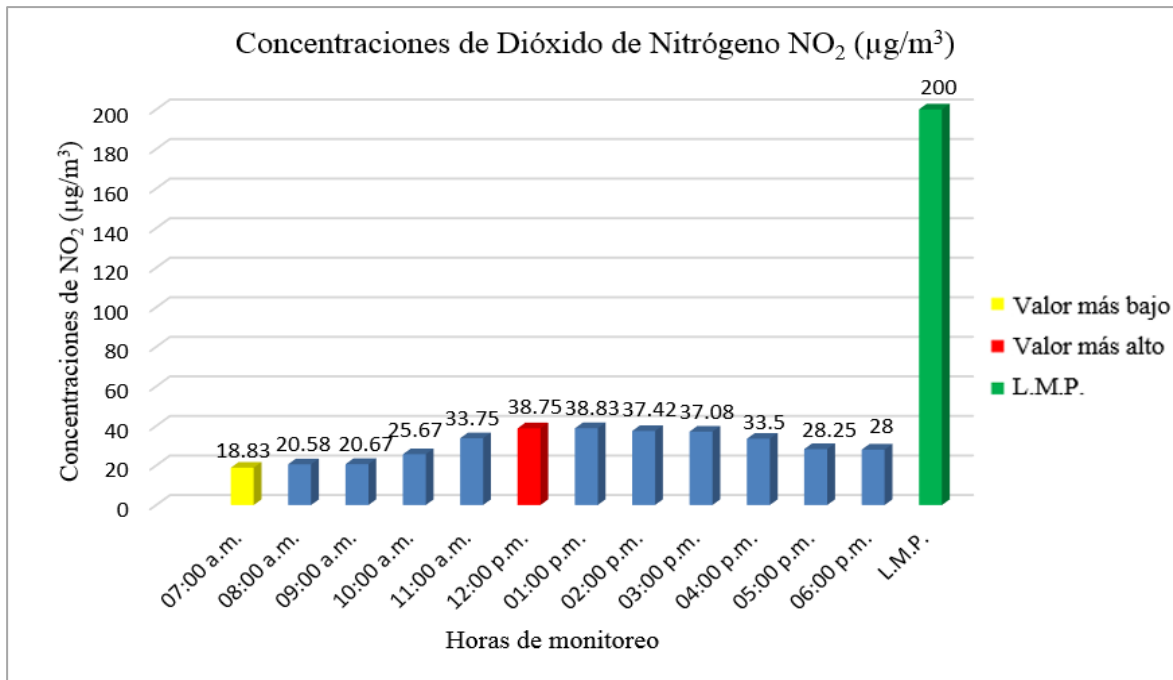


Figura 190. Concentración de Dióxido de Nitrógeno (NO₂), obtenidas en las 12 horas de control.

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

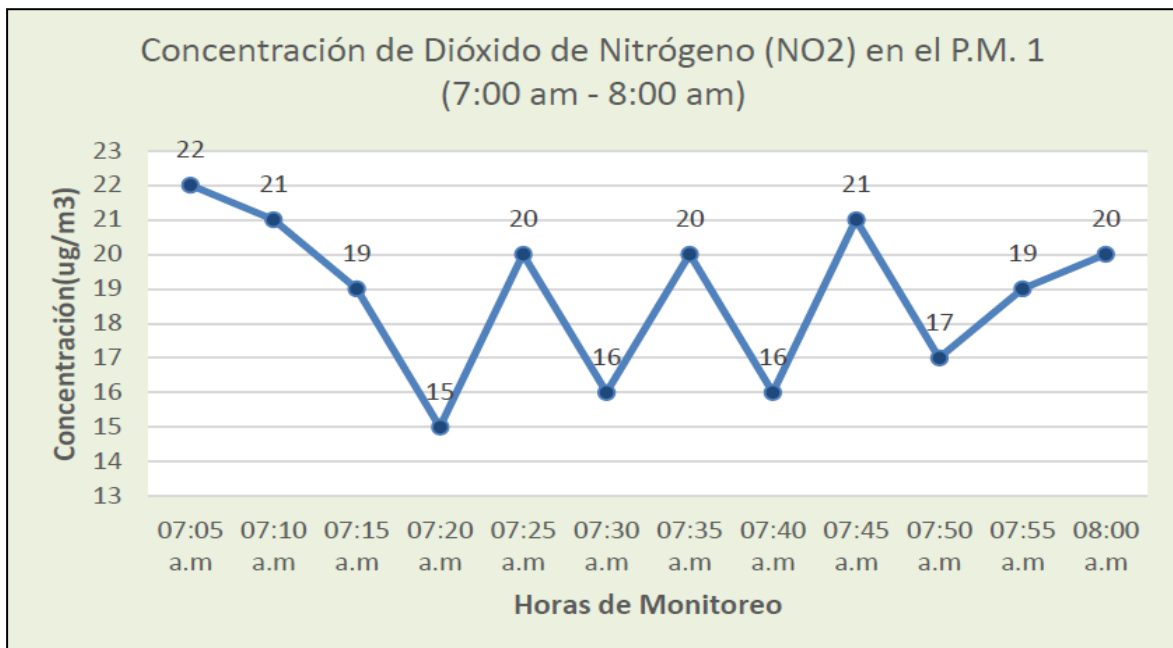


Figura 191. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO₂), cada cinco minutos (07:00 am - 08:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

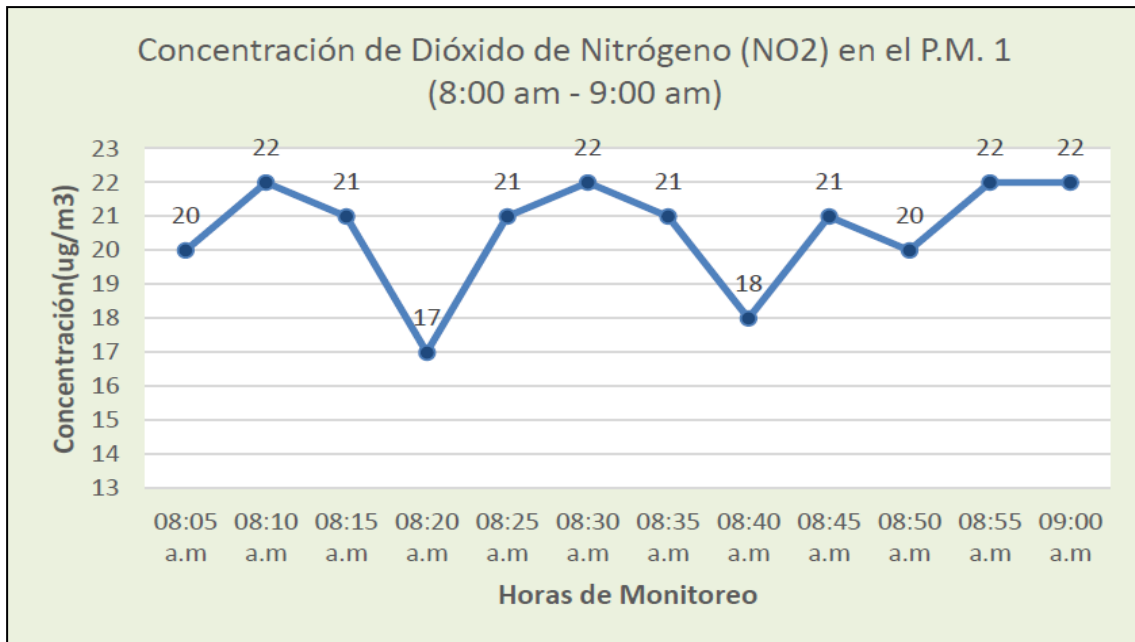


Figura 192. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO₂), cada cinco minutos (08:00 am - 09:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

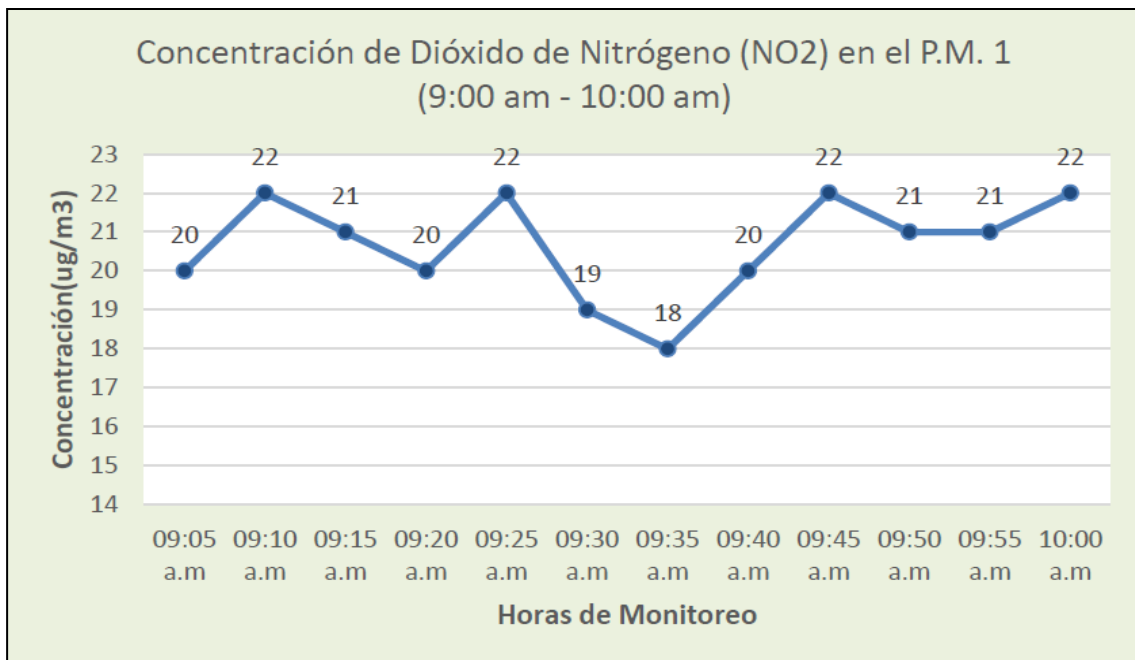


Figura 193. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO₂), cada cinco minutos (09:00 am - 10:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

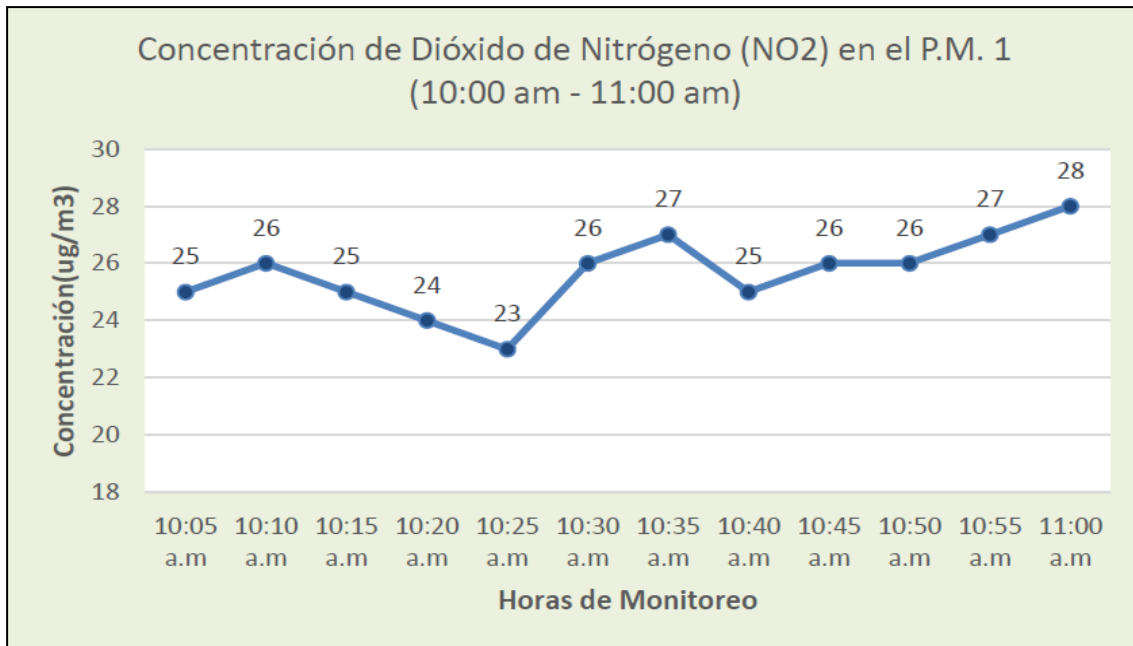


Figura 194. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO₂), cada cinco minutos (10:00 am - 11:00 am)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

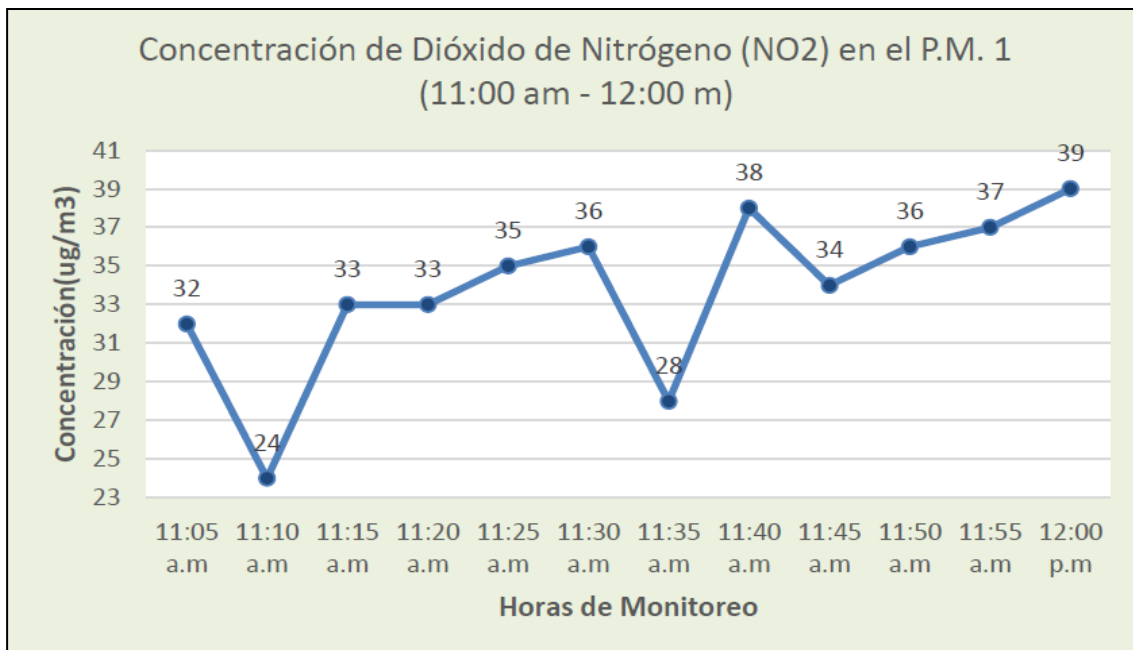


Figura 195. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO₂), cada cinco minutos (11:00 am - 12:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

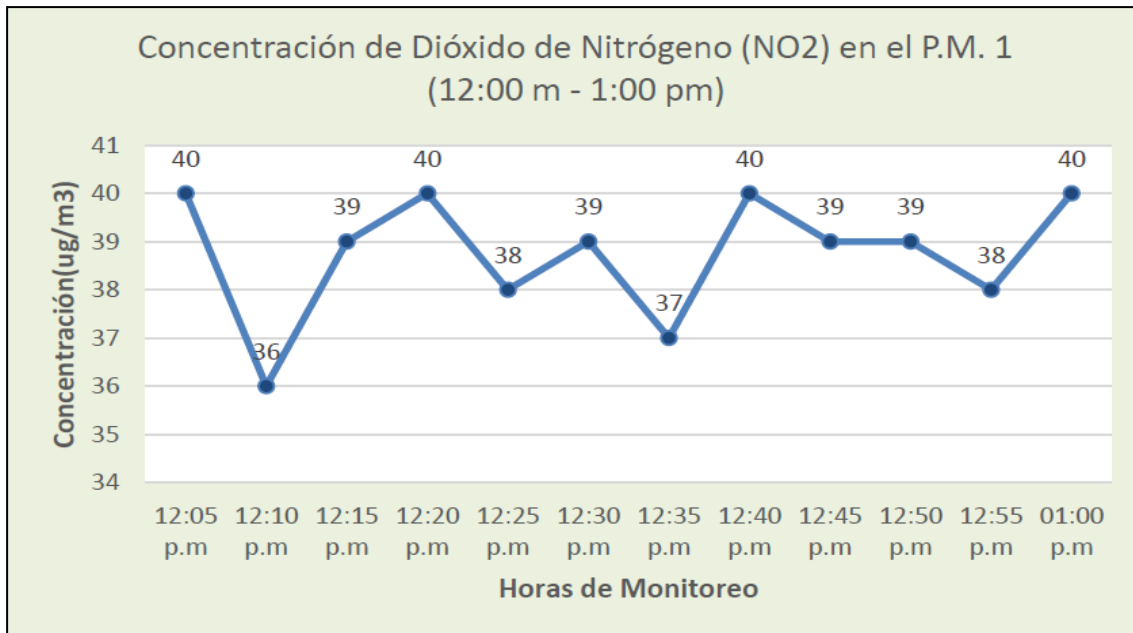


Figura 196. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO₂), cada cinco minutos (12:00 pm - 01:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

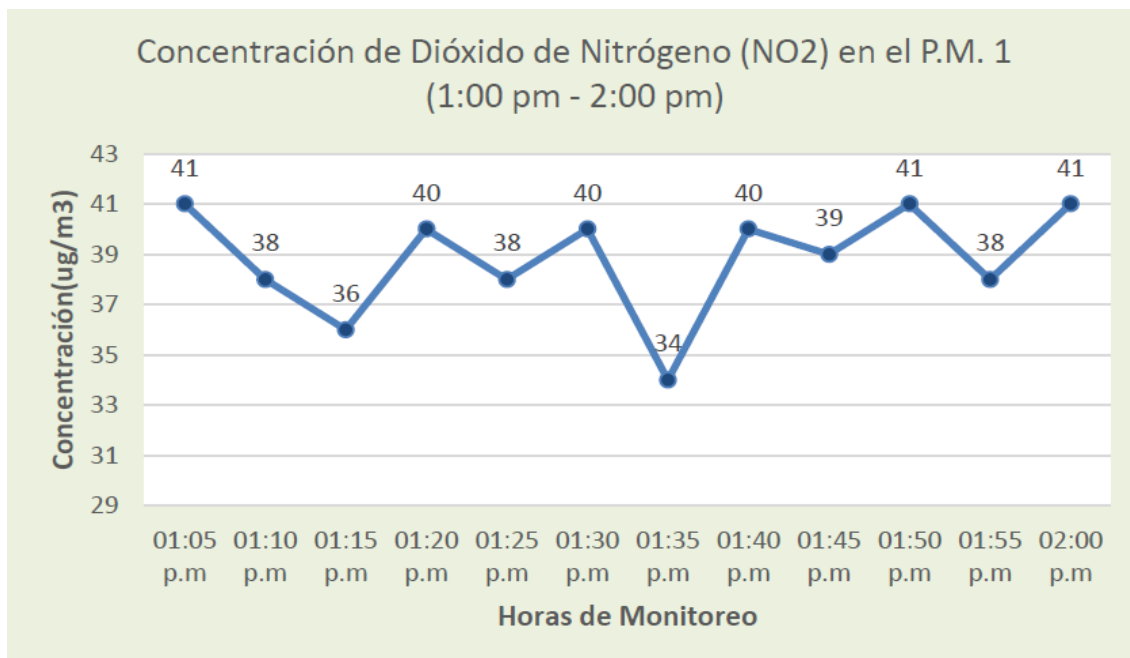


Figura 197. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO₂), cada cinco minutos (01:00 pm - 02:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

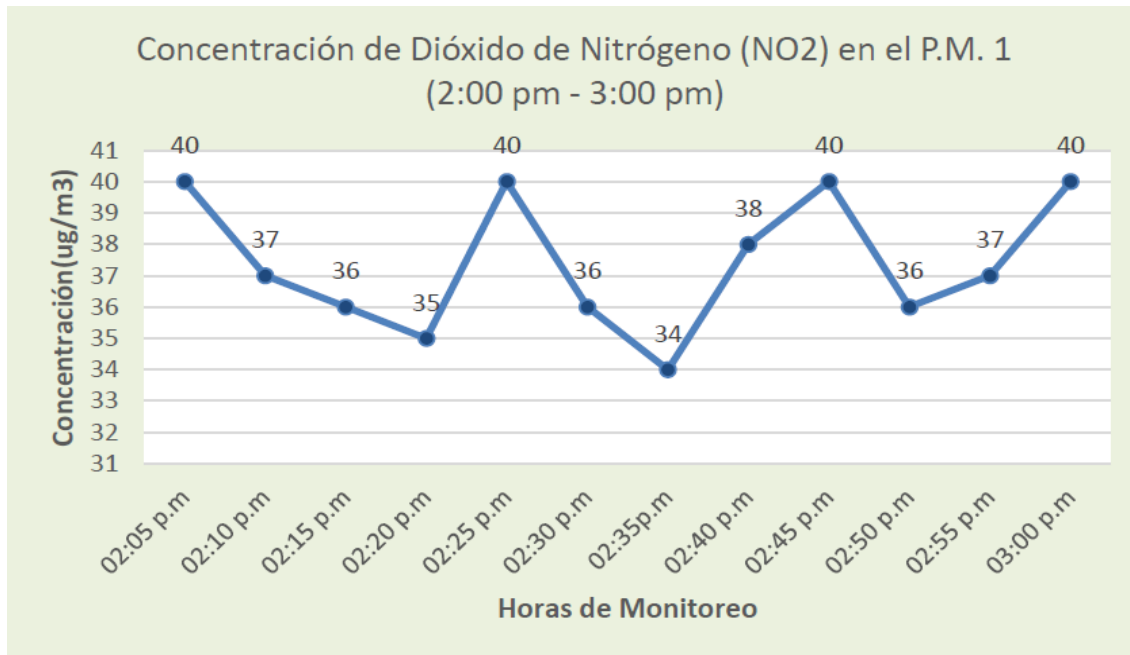


Figura 198. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO₂), cada cinco minutos (02:00 pm - 03:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

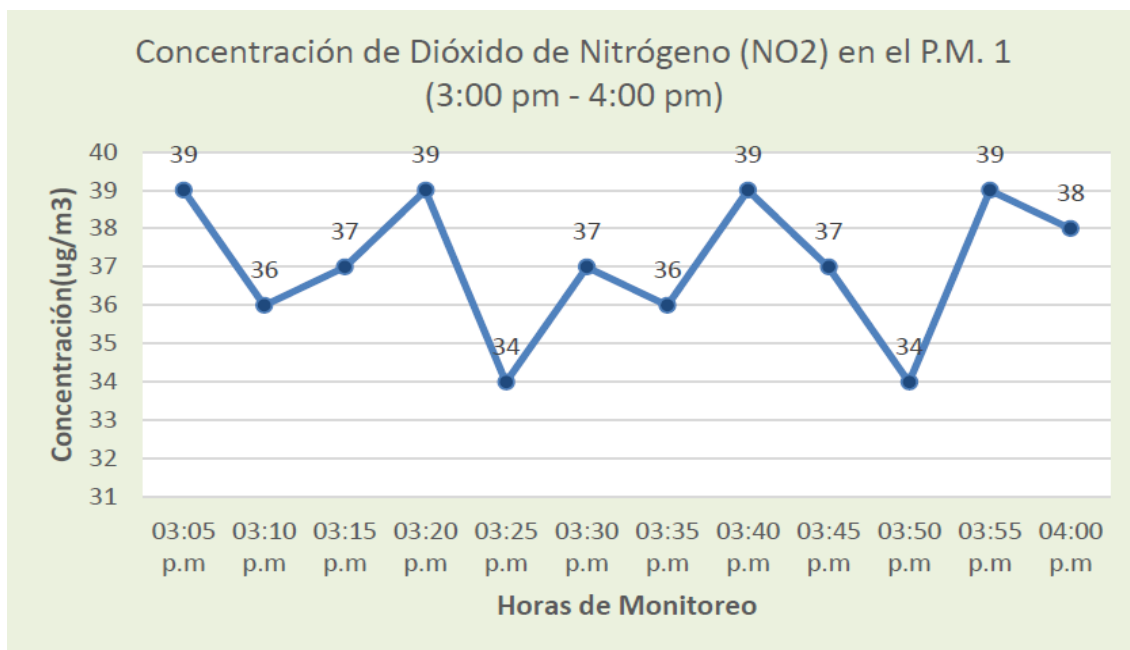


Figura 199. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO₂), cada cinco minutos (03:00 pm - 04:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

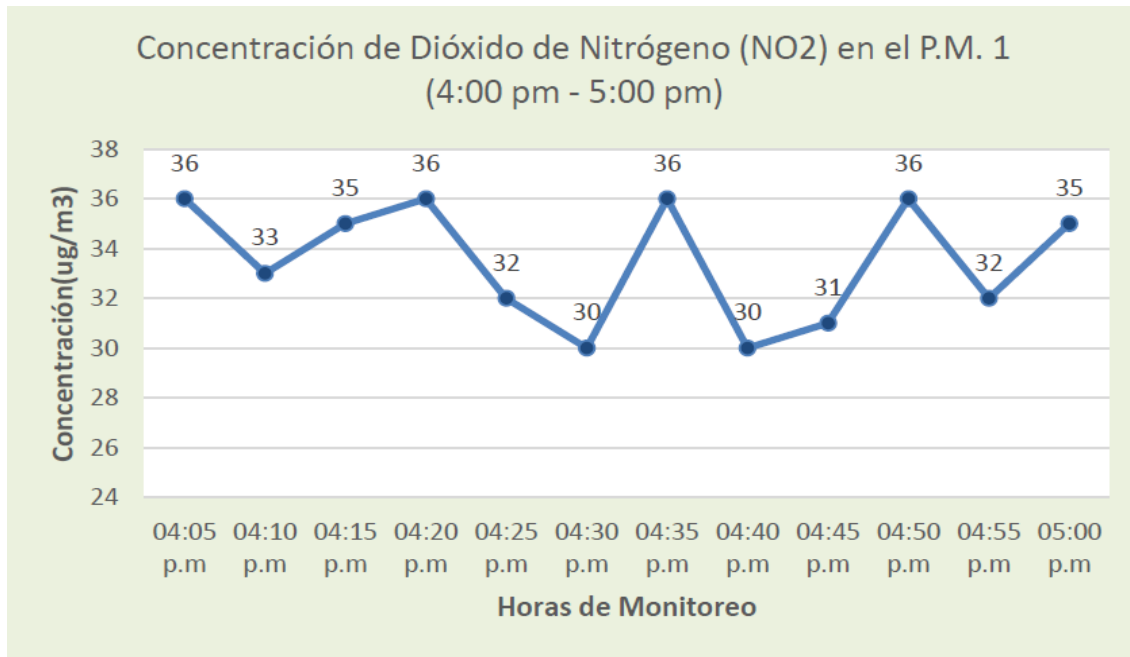


Figura 200. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO₂), cada cinco minutos (04:00 pm - 05:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

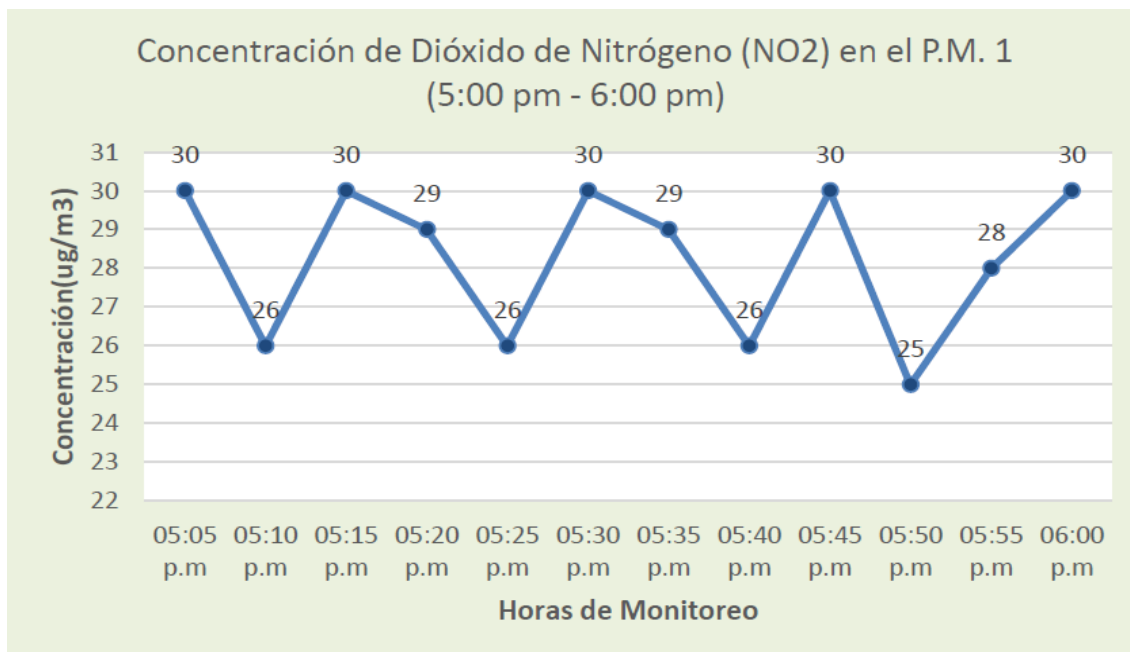


Figura 201. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO₂), cada cinco minutos (05:00 pm - 06:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

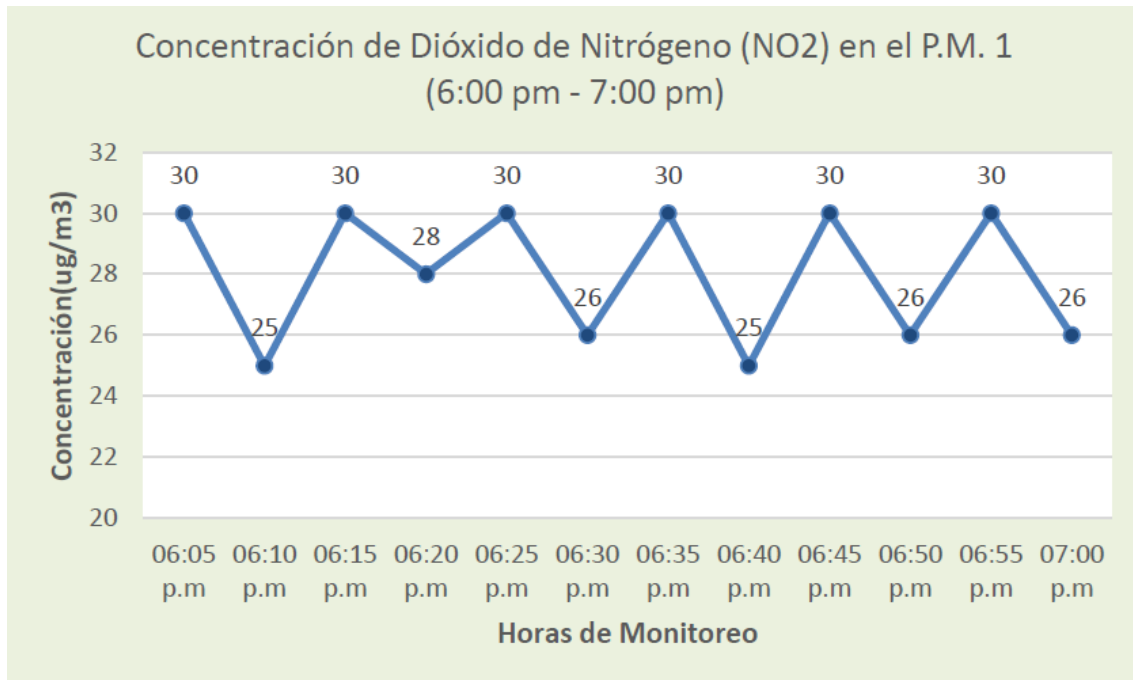


Figura 202. Valores de Dióxido de Nitrógeno (NO₂), cada cinco minutos (06:00 pm - 07:00 pm)

Fuente: Informe Ingeconsult & Lab. S.R.L.

Para una mejor interpretación de los resultados del monitoreo de la calidad del aire, ha sido importante considerar el comportamiento de las variables meteorológicas, factores climatológicos, la topografía de la zona, la ubicación de las estaciones de monitoreo respecto a las fuentes de emisión tanto de fuentes naturales como fuentes antropogénicas y la estacionalidad de las mismas.

Partículas En Suspensión PM₁₀

El promedio aritmético de las concentraciones de partículas en suspensión PM₁₀, medidas en las horas de las 7:00 a.m. a 6:00 p.m., los cuales están por debajo del valor establecido por el Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire para PM₁₀ fijado en 150 µg/m³, según el D.S. N° 024-2016-EM y su modificatoria D.S. N° 023-2017-EM.

- Punto de Monitoreo 1: 58.18 µg/m³

- Punto de Monitoreo 2: 52.63 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Punto de Monitoreo 3: 50.95 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

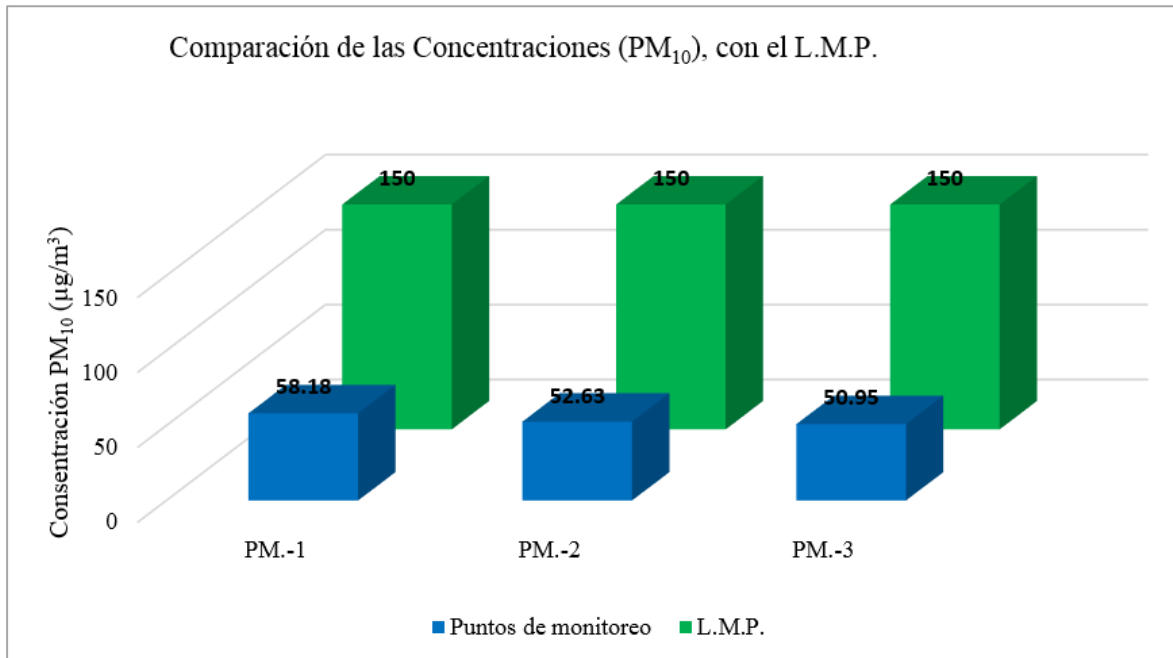


Figura 203. Comparación de las Concentraciones (PM₁₀), con el L.M.P.

Partículas En Suspensión PM_{2.5}

El promedio aritmético de las concentraciones de partículas en suspensión PM_{2.5}, medidas en las horas de las 7:00 a.m. a 6:00 p.m., los cuales están por debajo del valor establecido por el Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire para PM_{2.5} fijado en 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, según el D.S. N° 024-2016-EM y su modificatoria D.S. N° 023-2017-EM.

- Punto de Monitoreo 1: 17.51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Punto de Monitoreo 2: 16.22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Punto de Monitoreo 3: 15.35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

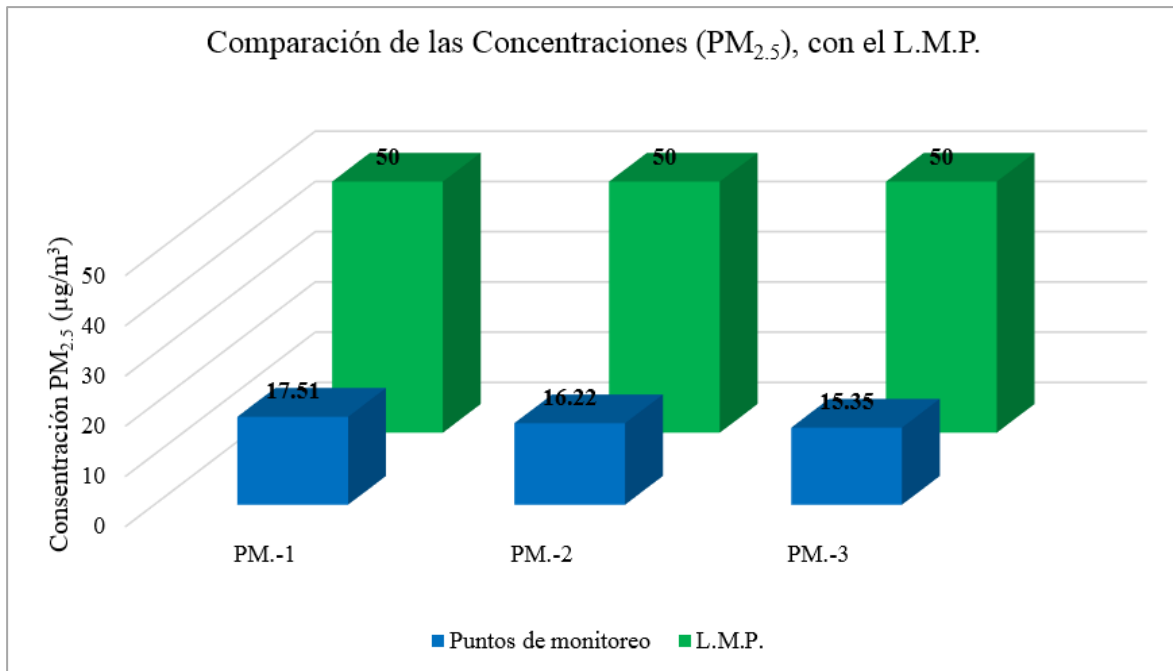


Figura 204. Comparación de las Concentraciones ($PM_{2.5}$), con el L.M.P.

Concentración De Dióxido De Azufre (SO_2)

El promedio aritmético de los niveles de concentración de SO_2 obtenidos en los puntos de control medidas en las horas de las 7:00 a.m. a 6:00 p.m., los cuales están por debajo del valor establecido por el Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire fijado en $80 \mu g/m^3$, según el D.S. N° 024-2016-EM y su modificatoria D.S. N° 023-2017-EM.

- Punto de Monitoreo 1: $13.13 \mu g/m^3$
- Punto de Monitoreo 2: $14.10 \mu g/m^3$
- Punto de Monitoreo 3: $15.22 \mu g/m^3$

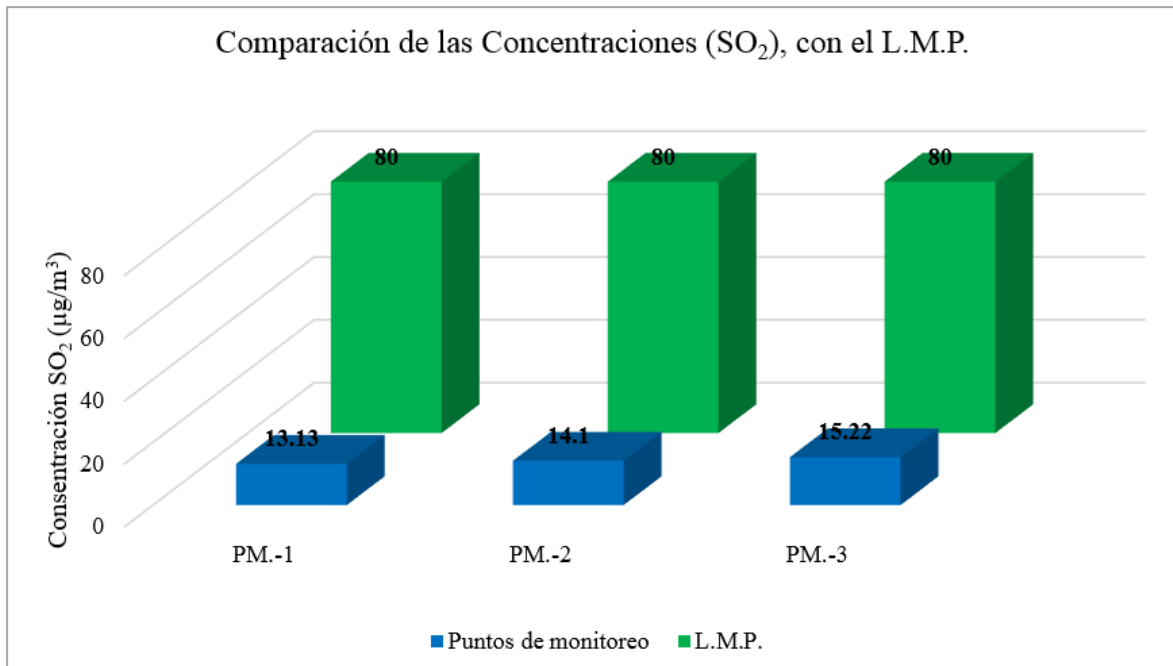


Figura 205. Comparación de las Concentraciones de Dióxido de Azufre (SO₂), con el L.M.P.

Concentración De Monóxido De Carbono (CO)

El promedio aritmético de los niveles de concentración de CO obtenidos en los puntos de control medidas en las horas de 7:00 a.m. a 6:00 p.m., Los cuales están por debajo del valor establecido por el Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire fijado en 30000 µg/m³, según el según el D.S. N° 024-2016-EM y su modificatoria D.S. N° 023-2017-EM.

- Punto de Monitoreo 1: 360.13 µg/m³
- Punto de Monitoreo 2: 366.90 µg/m³
- Punto de Monitoreo 3: 367.71 µg/m³

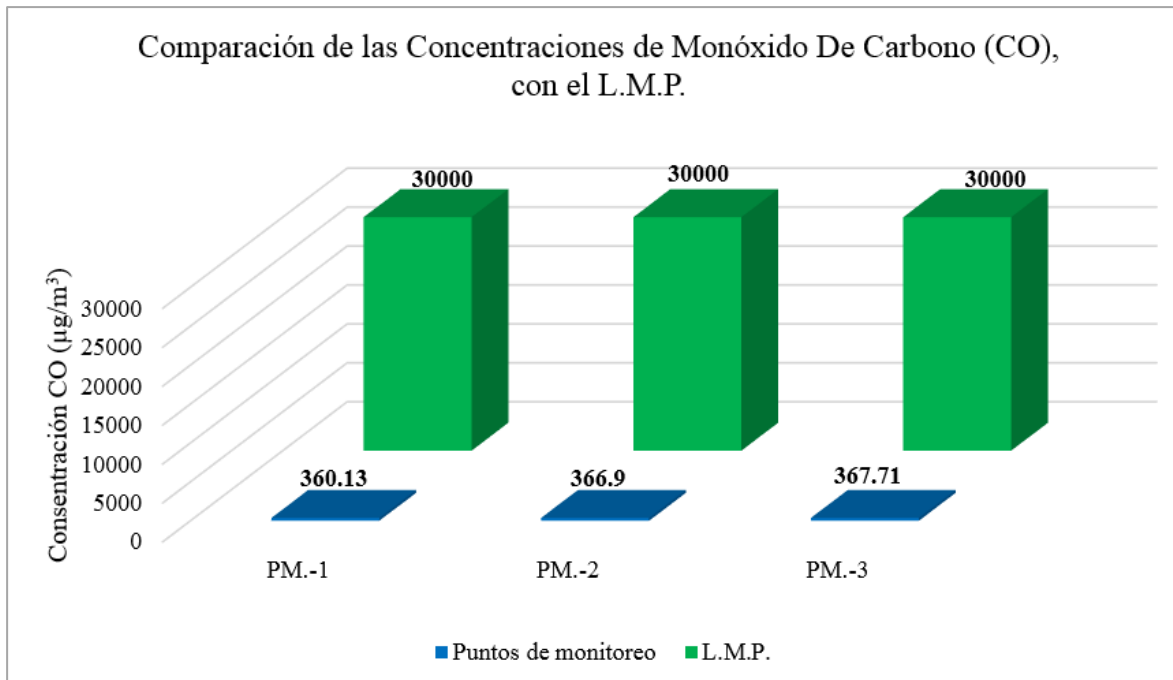


Figura 206. Comparación de las Concentraciones de Monóxido De Carbono (CO) con el L.M.P.

CONCENTRACIÓN DE DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO₂)

El promedio aritmético de los niveles de concentración de NO₂ obtenidos en los puntos de control medidas en las horas de las 7:00 a.m. a 6:00 p.m., los cuales están por debajo del valor fijado en 200 µg/m³, según el D.S. N° 024-2016-EM y su modificatoria D.S. N° 023-2017-EM.

- Punto de Monitoreo 1: 27.72 µg/m³
- Punto de Monitoreo 2: 29.02 µg/m³
- Punto de Monitoreo 3: 30.11 µg/m³

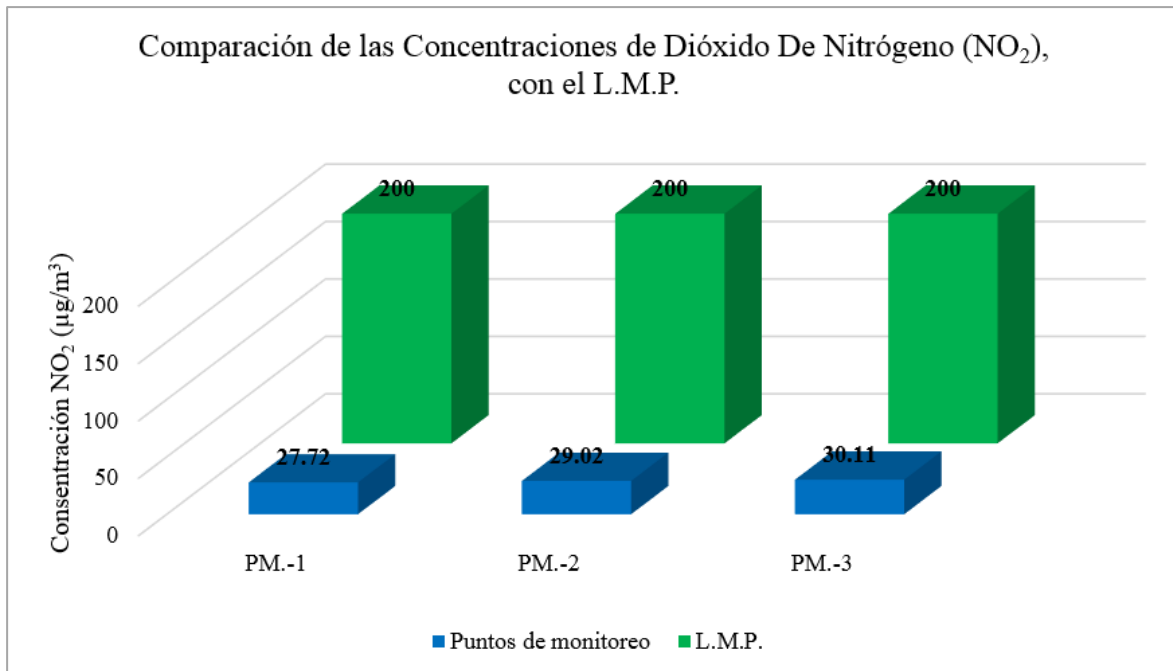


Figura 207. Comparación de las Concentraciones de Dióxido De Nitrógeno (NO₂) con el L.M.P.

Proponer un sistema de ventilación para el proyecto minero Huayrapongo.

Al realizar el monitoreo de material particulado PM_{10} Y $PM_{2.5}$ y la medición de los gases Dióxido de Azufre (SO₂), Monóxido de carbono (CO) y Dióxido De Nitrógeno (NO₂); cuyos resultados se presentan en la tabla 25.

Tabla 25

Comparación de concentraciones con límites máximos permisibles

Ítem	Concentración En Promedio			L.M.P.
	PM. -1	PM. -2	PM. -3	
Monóxido de carbono CO	360.13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	366.90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	367.71 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	30000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Dióxido de azufre SO ₂	13.13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	14.10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	15.22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Dióxido de nitrógeno NO ₂	27.72 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	29.02 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	30.11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Partículas en suspensión PM ₁₀	58.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	52.63 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	50.95 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Partículas en suspensión PM _{2.5}	17.51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	16.22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	15.35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

De los resultados que se muestra en la tabla 25, se logra a notar que la medición de los gases y material particulado es inferior a los límites máximos permisibles, por lo tanto, el sistema de ventilación queda como natural sin necesitar la instalación de ventiladores adicionales, actualmente no se recomienda otro sistema de ventilación.

En caso, que el proceso de exploración continuara y la ventilación natural ya no sea suficiente; entonces, se recomienda construir una chimenea o instalar un ventilador; valga recalcar que, si se decide cambiar de método de ventilación, éste debe ser sometido previamente a un análisis de costos para ver la factibilidad técnica y económica.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

A partir de los hallazgos encontrados, las concentraciones del monóxido de carbono ($360.13\mu\text{g}/\text{m}^3$, $366.90\mu\text{g}/\text{m}^3$ y $367.71\mu\text{g}/\text{m}^3$), dióxido de azufre ($13.13\mu\text{g}/\text{m}^3$, $14.10\mu\text{g}/\text{m}^3$ y $15.22\mu\text{g}/\text{m}^3$), dióxido de nitrógeno ($27.72\mu\text{g}/\text{m}^3$, $29.02\mu\text{g}/\text{m}^3$ y $30.11\mu\text{g}/\text{m}^3$) y las partículas en suspensión (PM_{10} : $58.1\mu\text{g}/\text{m}^3$, $52.63\mu\text{g}/\text{m}^3$, $50.95\mu\text{g}/\text{m}^3$) y ($\text{PM}_{2.5}$: $17.51\mu\text{g}/\text{m}^3$, $16.22\mu\text{g}/\text{m}^3$, $15.35\mu\text{g}/\text{m}^3$); por lo tanto aceptamos la hipótesis general que establece al realizar la evaluación del sistema de ventilación nos permita mantener el actual sistema de ventilación natural o proponer un nuevo diseño, de la evaluación se obtuvo que los valores de material particulado están por debajo del valor establecido por el D.S. N° 024-2016-EM y su modificatoria D.S. N° 023-2017-EM., además de ser poco profunda. Por lo tanto, el sistema de ventilación del proyecto Huayrapongo queda como natural.

Estos resultados guardan relación con lo que sostienen Rebolledo et al, (2019) y Hansen (2017), quienes señalan que si no hay O_2 y buen suministro suficiente de aire fresco con sus condiciones termo – ambientales en compatibilidad con la seguridad, la salud y el rendimiento del personal, no se puede trabajar. Estos autores expresan que ante esta problemática y como una medida de mitigación que se implementa la investigación la cual puede ser natural o artificial, ambas con La finalidad de satisfacer las necesidades de aire en el interior mina.

De igual manera, Caxi (2017) concluye que se acepta el incremento de la temperatura del aire debido al auto compresión es el orden de 1°C por cada 100 metros de profundidad, el incremento de la temperatura velocidad de flujo de aire, el trabajo de equipos motorizados que influyen en el incremento de la temperatura, al movimiento

de aire es originado en interior mina por la diferencia de presiones entre dos puntos del aire creados en forma natural o artificial.

4.2. Conclusiones

- Se analizo el material particulado en el proyecto minero Huayrapongo en 3 estaciones que se detalla a continuación:
 - Punto 1 (PM. -1). - concentración de partículas en suspensión MP_{10} ($58.18 \mu g / m^3$) y en partículas en suspensión $PM_{2.5}$ ($17.51 \mu g / m^3$).
 - Punto 2.- concentración de partículas en suspensión MP_{10} ($52.63 \mu g / m^3$) y en partículas en suspensión $PM_{2.5}$ ($16.22 \mu g / m^3$).
 - Punto 3.- concentración de partículas en suspensión MP_{10} ($50.95 \mu g / m^3$) y en partículas en suspensión $PM_{2.5}$ ($15.35 \mu g / m^3$).

Todos los valores obtenidos en cada estación están por debajo del valor establecido en $150 \mu g / m^3$ y para $MP_{2.5}$ fijado en $50 \mu g / m^3$, según el D.S. N° 024-2016-EM y su modificatoria D.S. N° 023-2017-EM.

- Se analizo la presencia de gases en la interior mina siendo las siguientes:

Punto 1.

- Promedio asimétrico de las concentraciones de dióxido de azufre (SO_2) $13.13 \mu g / m^3$. Estándar: $80 \mu g / m^3$.
- Promedio asimétrico de las concentraciones de monóxido de carbono (CO) $360.13 \mu g / m^3$. Estándar: $30000 \mu g / m^3$.
- Promedio asimétrico de las concentraciones de dióxido de nitrógeno (NO_2) $27.72 \mu g / m^3$. Estándar: $200 \mu g / m^3$.

Punto 2.

- Promedio asimétrico de las concentraciones de dióxido de azufre (SO₂)
14.10 $\mu g / m^3$. Estándar: 80 $\mu g / m^3$.
- Promedio asimétrico de las concentraciones de monóxido de carbono (CO)
366.90 $\mu g / m^3$. Estándar: 30000 $\mu g / m^3$.
- Promedio asimétrico de las concentraciones de dióxido de nitrógeno (NO₂)
29.02 $\mu g / m^3$. Estándar: 200 $\mu g / m^3$.

Punto 3.

- Promedio asimétrico de las concentraciones de dióxido de azufre (SO₂)
15.22 $\mu g / m^3$. Estándar: 80 $\mu g / m^3$.
- Promedio asimétrico de las concentraciones de monóxido de carbono (CO)
367.71 $\mu g / m^3$. Estándar: 30000 $\mu g / m^3$.
- Promedio asimétrico de las concentraciones de dióxido de nitrógeno (NO₂)
30.11 $\mu g / m^3$. Estándar: 200 $\mu g / m^3$.

Los niveles de concentración de los gases (SO₂), (CO) y (NO₂) obtenidos en las tres estaciones en interior mina se encuentran por debajo del Estándar Nacional fijado según el D.S. N° 024-2016-EM y su modificatoria D.S. N° 023-2017-EM.

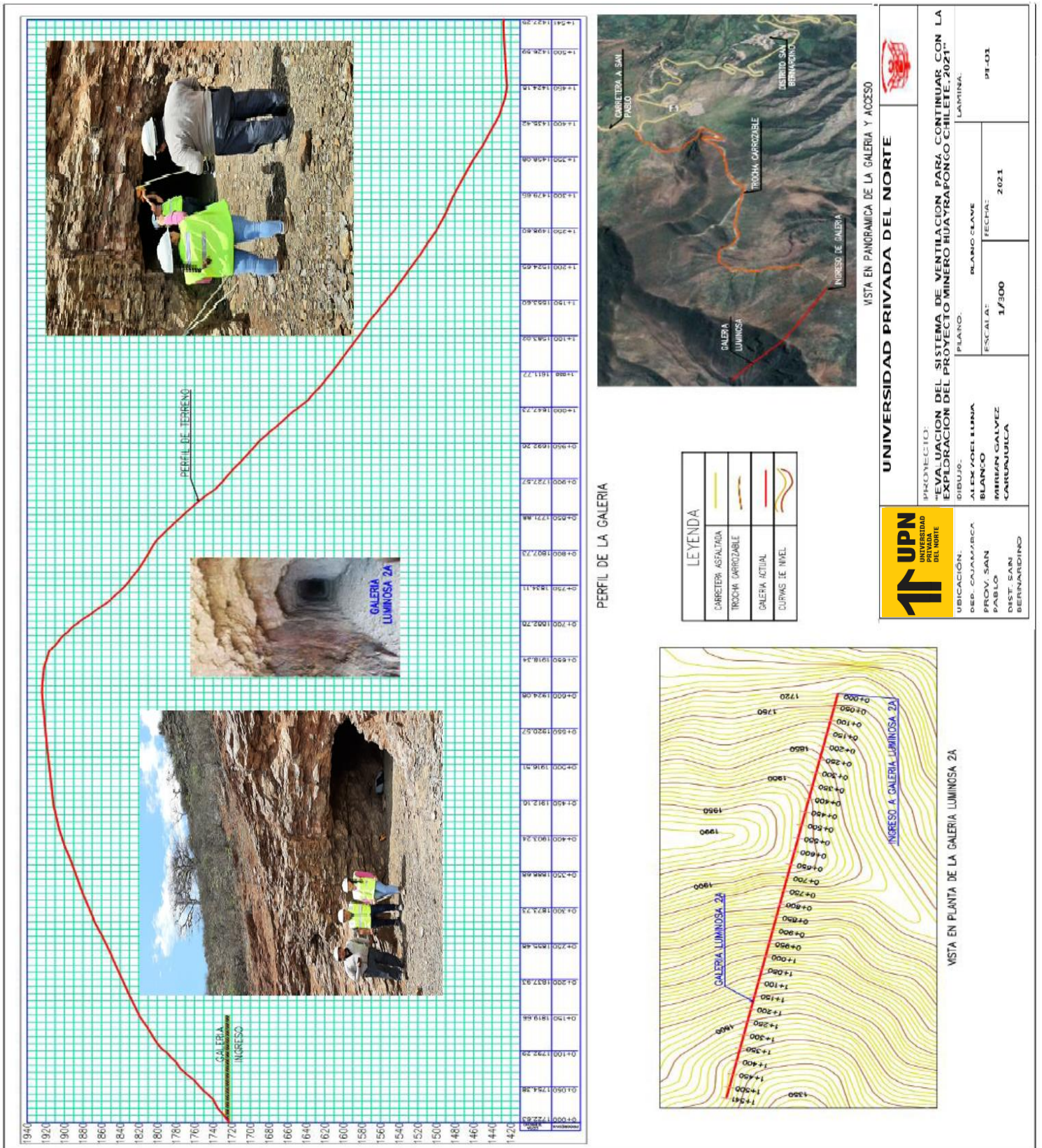
- Se propone el sistema de ventilación para el proyecto minero Huayrapongo como ventilación natural ya que los resultados de la investigación de monitoreo de material particulado y gases dieron por debajo del estándar nacional fijado por el D.S. N° 024-2016-EM y su modificatoria D.S. N° 023-2017-EM. Por lo tanto, por el momento no es necesario un sistema de ventilación adicional.

REFERENCIAS

- MEJIA FLORES., M.A., Morales Chacha, K.M. & Chacha Borja, D.R. (2020). Sistema de ventilación para labores subterránea de la empresa PRODUMIN S.A. Colombia.
- CORDOBA, C.C., & Molina, J.M. (2011). Caracterización de sistemas de ventilación en minería subterránea (Artículo de investigación). Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de <https://hdl.handle.net/11537/24514>
- GOMEZ E, G.A, (2007). CARACTERIZACION Del sistema de ventilación de la mina el bloque, c.i cardinales trabajo de grado. Ingeniero de Minas. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de minas. Medellín, 69.p. Colombia.
- JUTGLAR, Luis "Bombas, ventiladores y compresoras". Editorial CEAC. México. 2005.247 p ISBN: 843291200X.
- REBOLLEDO N., REYES C., GONZALEZ C. & BRAVO G. (2019). Propuesta de ventilación para minera blanco III, comuna de los vilos. Universidad Técnica Federico Santa María Sede Viña del Mar-José Miguel Carrera. Facultad de Ingeniería de Minas.
- HANSEN D, (2017). Estudio de prefactibilidad técnico-económico del uso de hidrogeno y celdas de combustible aplicado a sistemas de ventilación de mina. Universidad Andrés Bello. Facultad de Ingeniería. Chile.
- CAXI Y, (2017). Estudio de ventilación e implementación de mejoras en el circuito de ventilación de minera Sotrami S.A.- UEA Santa Filomena – aplicando el software Ventsim. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Facultad de Geología, Geofísica y Minas Escuela profesional de Ingeniería de Minas. Arequipa.

ANEXOS

ABEXO N° 1. Plano topográfico



ABEXO N° 2. Informe de monitoreo



INGECONSULT & LAB S.R.L.
INGENIEROS COLSULTORES E.I.R.LTDA

Ensayos Físicos, Químicos y de Mecánica de Suelos,
Concreto y Pavimentos, Análisis Químicos de Minerales y Agua.
Estudio de: Mecánica de Suelos y Rocas, Concreto y Pavimentos.
Impacto Ambiental, Construcción de Edificios, Obras de Ingeniería Civil.
PROYECTOS – ASESORIA Y CONSULTORIA
RPM: *696826 CELULAR: 976026950 TELEFONO: 364793

INFORME DEL MONITOREO DE ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE PARTÍCULAS Y GASES PARA LA “EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN EN EL PROYECTO MINERO HUAYRAPONGO, CHILETE - 2021 ”



ANEXO N° Información de la concesión

RESUMEN DEL DERECHO MINERO

Datos Generales			
Código	060002720	Nombre	NEBULOSA 3
Fecha de Formulación	02/11/2020	Situación	VIGENTE
Procedimiento	TRAMITE	Tipo	PETITORIO (D.LEG. 708)
Has. Formuladas	300.00	Sustancia	METALICA
Has. Rectificadas		Has. Formadas	
Has. Reducidas		Has. Disponibles	
Ubicación	TRAMITE - NOTIFICACION desde el 15/10/2021		

Titular Referencial

Tipo	Nombre de Razón Social	Dirección	% Participación
NATURAL	OLMEDES CESAREO OLIVA CABANILLAS	VIA EVITAMIENTO NORTE 301 URB.LOS PINOS CAJAMARCA/CAJAMARCA/CAJAMARCA	100

Demarcaciones

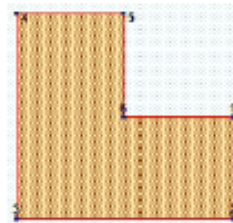
Departamento	Provincia	Distrito
CAJAMARCA	SAN PABLO	SAN BERNARDINO
CAJAMARCA	SAN PABLO	SAN LUIS

Cartas

Código	Descripción	Zona UTM
15-F	CAJAMARCA	17

Coordenadas WGS84

Vertice	Norte	Este
1	9,208,000.00	738,000.00
2	9,205,000.00	738,000.00
3	9,205,000.00	736,000.00
4	9,207,000.00	736,000.00
5	9,207,000.00	737,000.00
6	9,208,000.00	737,000.00



Pagos

Nro. Recibo	Monto	Fecha Pago	Nro. Cuenta	Banco	Concepto
0781673248	S/ 430.00	20/10/2020	000282707	LA NACION	Tramite
4110500700019	US \$/ 900.00	21/10/2020	070362957784	SCOTIABANK PERÚ S.A.A.	Vigencia

Resoluciones

Nro. Resolución	Fec. Resolución	Decisión	Plazo
-----------------	-----------------	----------	-------