

“MONITOREO DE HIDROCARBUROS TOTALES EN ENAP TERMINAL QUINTERO”

INFORME FINAL PROYECTO DE MONITOREO ENAP PERIODO 27/08-16/09-2018



**UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA**



**Prof. Dr. rer. nat. Francisco Cereceda Balic
Centro de Tecnologías Ambientales “CETAM”
Laboratorio de Química Ambiental
Universidad Técnica Federico Santa María**

Valparaíso, Chile

Solicitado por : **ENAP Refinería Aconcagua**
Fecha : 28 de septiembre de 2018

“MONITOREO DE HIDROCARBUROS TOTALES EN ENAP TERMINAL QUINTERO”

INFORME FINAL PROYECTO DE MONITOREO ENAP PERIODO 27/08-16/09-2018

Preparado para:
Empresa Nacional del Petróleo (ENAP)

Versión del Documento		1	
<i>Responsable Elaboración</i>		<i>Responsable Revisión y Aprobación</i>	
Nombre:	Víctor Vidal	Nombre:	Dr. Francisco Cereceda-Balic
Cargo:	Apoyo Académico UTFSM Investigador CETAM	Cargo	Profesor titular UTFSM Director CETAM
Fecha:	28-09-2018	Fecha:	28-09-2018

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. RESUMEN	6
2. INTRODUCCIÓN	6
3. OBJETIVOS.....	7
4. MATERIALES Y METODOLOGÍA	7
4.1 Descripción del área de estudio	7
4.2 Ubicación del área de estudio.....	7
4.3 Equipos utilizados.....	8
5. RESULTADOS.....	9
5.1 Meteorología.....	9
5.2 Hidrocarburos Totales	17
5.3 Comparación de los niveles de concentración de HCT con los máximos permitidos informados en el DS594/1999 MINSAL y normas internacionales:	21
6. CONCLUSIONES	23
5 ANEXO	24

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación de equipos de monitoreo en Terminal Quintero ENAP.....	7
Figura 2. Rosa de los vientos ENAP Terminal Quintero, período 27 de agosto de 2018 - 16 de septiembre de 2018.	9
Figura 3. Rosa de los vientos diurnos y nocturnos, ENAP Terminal Quintero, período 27 de agosto de 2018 - 16 de septiembre de 2018.	9
Figura 4. Rosa de los vientos ENAP Terminal Quintero por mes de monitoreo.	10
Figura 5. Temperatura ambiente promedio diaria en Terminal Quintero ENAP (27 de agosto - 16 de septiembre de 2018).	10
Figura 6. Temperatura ambiente mínima diaria en Terminal Quintero ENAP (27 de agosto - 16 de septiembre de 2018).	11
Figura 7. Temperatura ambiente máxima diaria en Terminal Quintero ENAP (27 de agosto - 16 de septiembre de 2018).	11
Figura 8. Humedad Relativa (%) promedio diario en Terminal Quintero ENAP (27 de agosto - 16 de septiembre de 2018)	12
Figura 9. Humedad Relativa (%) mínima diaria en Terminal Quintero ENAP (27 de agosto - 16 de septiembre de 2018)	12
Figura 10. Humedad Relativa (%) máxima diaria en Terminal Quintero ENAP (27 de agosto - 16 de septiembre de 2018)	12
Figura 11. Rosa de los vientos ENAP Terminal Quintero por régimen diurno/nocturno en el periodo de monitoreo.....	13
Figura 12. Resumen del comportamiento de la temperatura para el periodo del 27 agosto-16 septiembre del 2018	14
Figura 13. Resumen del comportamiento de la humedad relativa para el periodo del 27 agosto-16 septiembre del 2018	14
Figura 14. Resumen del comportamiento de la velocidad de viento para el periodo del 27 agosto-16 septiembre del 2018	15
Figura 15. Concentración promedio horaria de HCT costado norte de laguna del sector remodelación, Terminal Quintero ENAP, 27 de agosto – 16 de septiembre de 2018.	17
Figura 16. Evolución de la concentración promedio diaria de HCT para el período 27 de agosto – 16 de septiembre de 2018 en ENAP Terminal Quintero.....	18
Figura 17. Resumen comportamiento HCT para el período 27 de agosto – 16 de septiembre de 2018 en ENAP Terminal Quintero	18
Figura 18 Distribución de concentración de HCT según velocidad y dirección de viento en régimen diurno-nocturno.....	19
Figura 19. Distribución de concentración de HTC según velocidad y dirección de viento en agosto-septiembre	20

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen promedios concentración HCT sector Costado Norte Piscina Remodelación	6
Tabla 2. Resumen de variables meteorológicas en Costado Norte Laguna de sector Remodelación	6
Tabla 3. Detalle sensores estación de monitoreo EPAS HIM 6000 HAZ Scanner y estación meteorológica HOBO U30	8
Tabla 4. Ocurrencias de dirección de viento en Terminal Quintero (27 de agosto a 16 de septiembre de 2018)	15
Tabla 5. Ocurrencias de dirección de viento (%) en función de la velocidad.....	16
Tabla 6. Niveles de concentración regulados de compuestos similares a los HCT	21
Tabla 7. Tabla concentración promedio horaria HTC (ppm) en lado norte laguna sector remodelación, 27 de agosto-16 de septiembre 2018, ENAP Terminal Quintero	24
Tabla 8. Tabla velocidad de viento (m/s) promedio horario en lado norte laguna sector remodelación, 27 de agosto-16 de septiembre 2018, ENAP Terminal Quintero.	25
Tabla 9. Tabla temperatura ambiente (°C) promedio horario en lado norte laguna sector remodelación, 27 de agosto-16 de septiembre 2018, ENAP Terminal Quintero.	26
Tabla 10. Tabla humedad relativa (%) promedio horaria en lado norte laguna sector remodelación, 27 de agosto-16 de septiembre 2018, ENAP Terminal Quintero.....	27

1. RESUMEN

El presente informe presenta los resultados obtenidos del muestreo de variables meteorológicas e Hidrocarburos Totales (HCT) realizado en el costado Norte de la laguna de Remodelación ubicada en el Terminal Quintero de ENAP en la localidad de Quintero desde el día lunes 27 de agosto al domingo 16 de septiembre del 2018.

En la Tabla N°1 se muestra un resumen de los resultados de concentración de HCT obtenidos en el periodo de monitoreo en el sector Costado norte piscina Remodelación.

Tabla 1. Resumen promedios concentración HCT sector Costado Norte Piscina Remodelación

HCT Mínimo horario (ppm)	HCT Promedio horario (ppm)	HCT Máximo horario (ppm)
2.6	4.3	4.9

En la Tabla N° 2 se resumen las variables meteorológicas para el punto de muestreo durante el periodo de monitoreo.

Tabla 2. Resumen de variables meteorológicas en Costado Norte Laguna de sector Remodelación

Variable	Mínima	Media	Máxima
Velocidad de viento (m/s)	Calma	0,8	7,1
Temperatura ambiente (°C)	5,2	12,1	23,4
Humedad relativa (%HR)	51	83,5	95,5

Los vientos predominantes en el costado norte de la laguna del sector remodelación provienen desde el este – sureste (ESE) con un 22,9% de las ocurrencias.

2. INTRODUCCIÓN

Los días 22 y 23 de agosto de 2018 se presentó un evento de contaminación atmosférica en la ciudad de Quintero que resultó en la presunta intoxicación de alrededor de 300 personas. En este escenario, ENAP solicitó al Centro de Tecnologías Ambientales de la Universidad Técnica Federico Santa María un estudio para dar cumplimiento con la Res. SMA 1066 del 24 de agosto de 2018.

En el presente informe se muestran los resultados del proyecto “Monitoreo de Hidrocarburos Totales en ENAP Terminal Quintero” ejecutado por el Centro de Tecnologías Ambientales de la Universidad Técnica Federico Santa María (CETAM-UTFSM) a solicitud de ENAP Refinería Aconcagua (ERA).

3. OBJETIVOS

El objetivo del presente informe es entregar los resultados del Monitoreo de calidad de aire realizado en el costado norte de la laguna del sector remodelación del Terminal Quintero de ENAP desde los días 27 de agosto al 16 de septiembre del 2018 para dar cumplimiento a la resolución de la SMA N°:1066 del 24 de agosto del 2018.

4. MATERIALES Y METODOLOGÍA

4.1 Descripción del área de estudio

Previo a la instalación de los equipos, se realizó una exploración del punto de monitoreo en la zona de estudio en función de aspectos prácticos, para encontrar el mejor lugar que cumpla además con los criterios establecidos por la SMA en la resolución exenta 1066/18 y corresponden a lugares representativos dentro de la planta Terminal Quintero de ENAP. Antes de la instalación se verificó la factibilidad de la instalación procurando todas las medidas necesarias sobre todo de seguridad para un monitoreo exitoso.

El periodo de monitoreo comprendió desde el 27 de agosto a las 17 horas, hasta el 16 de septiembre a las 23:59 horas, se exponen los resultados elaborados en base a datos promedios horarios de Hidrocarburos Totales (HCT).

4.2 Ubicación del área de estudio

El punto de monitoreo determinado para este estudio corresponde al Sector Norte de la Laguna de remodelación, que presenta coordenadas UTM norte 6.371.407 – este 266.772
En la figura 1, se presenta la ubicación espacial del punto de monitoreo seleccionado.



Figura 1 Ubicación de equipos de monitoreo en Terminal Quintero ENAP

4.3 Equipos utilizados

Los equipos de monitoreo utilizados en este estudio corresponden a un monitor de gases atmosféricos y una estación meteorológica. El equipo de monitoreo de gases atmosférico corresponde a un EPAS HIM 6000 HAZ SCANNER (Environmental Devices Corporation, EEUU) el cual es capaz de medir en tiempo real a intervalos de 1 minuto, la concentración de HCT (usando un sensor de infrarrojo no dispersivo, o por sus siglas en inglés, Non Dispersive Infrared Detector, NDIR). En la tabla N°3 se presentan las especificaciones de los sensores utilizados en este estudio. Junto con el equipo de monitoreo atmosférico, se instaló una estación meteorológica (HOBO U30, Onset, EEUU) para medición de temperatura ambiental, presión atmosférica, %HR, dirección y velocidad de viento, equipada con un sistema datalogger (HOBO U30), sensor de velocidad de viento (S-WSB-M003, rango de medición 0 m/s-76 m/s), sensor de dirección de viento (S-WDA-M003, rango de medición 0°-355°) y sensor de presión atmosférica (S-BPB-CM50, rango de medición 660 mbar-1070 mbar). Los datos son almacenados en un datalogger, el cual guarda los valores de velocidad y dirección de viento, temperatura, humedad relativa, presión, con una frecuencia de 1 minuto.

La instalación de las estaciones de monitoreo se realizaron de acuerdo a las especificaciones de cada uno de los fabricantes de los equipos, montándolos sobre trípodes de forma que los cabezales de muestreo queden a una altura entre 1,5 y 2 m desde el suelo.

En la tabla 3, se describen los sensores utilizados para la determinación de las variables meteorológicas.

Tabla 3. Detalle sensores estación de monitoreo EPAS HIM 6000 HAZ Scanner y estación meteorológica HOBO U30

EPAS HIM 600 HAZ Scanner	
Sensor	Características
NDIR	Rango: 0-25000 ppb; Límite de detección: 50 ppb
Estación Meteorológica HOBO U 30	
Sensor	Nº serie/Características
Velocidad de viento	Smart sensor HOBO 20425750 / Rango: 0 - 76 m/s
Dirección de viento	Smart sensor HOBO 10727053 / Rango: 0 - 355 °
Humedad relativa	Smart sensor HOBO 10730110 / Rango: 0 - 100 %
Temperatura	Smart sensor HOBO 10730110 / Rango: -40 - 75°C
Presión	Smart sensor HOBO 10621254 / Rango: 660 - 1070 mbar

5. RESULTADOS

5.1 Meteorología

La figura 2 muestra la rosa de los vientos obtenida para el período 27 de agosto de 2018 - 16 de septiembre de 2018.

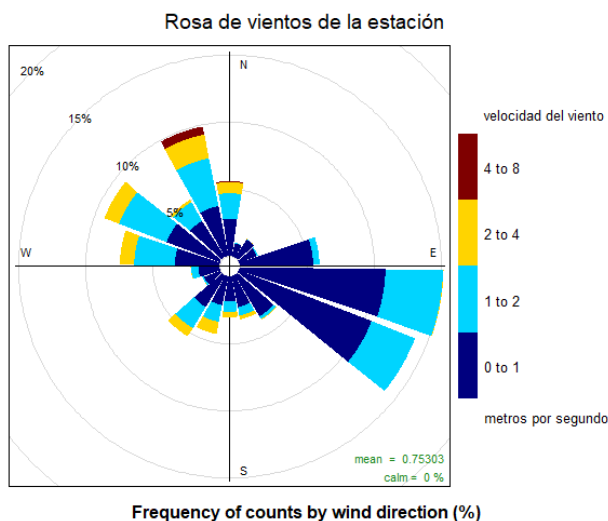


Figura 2. Rosa de los vientos ENAP Terminal Quintero, período 27 de agosto de 2018 - 16 de septiembre de 2018.

En la figura 2 se observa que predominaron los vientos provenientes del cuadrante nor-oeste, sur- y sur-este con velocidades de hasta 8 m/s. En la figura 3 se observa la descomposición de la rosa de los vientos para el período 27 de agosto – 16 de septiembre de 2018, en períodos diurno y nocturno.

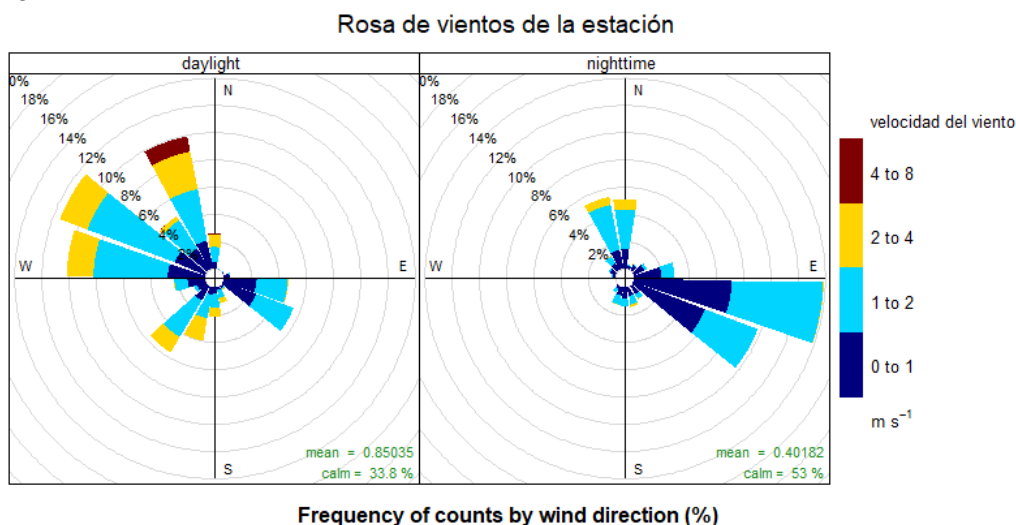


Figura 3. Rosa de los vientos diurnos y nocturnos, ENAP Terminal Quintero, período 27 de agosto de 2018 - 16 de septiembre de 2018.

En la figura 3 se observa que en régimen diurno predominaron los vientos provenientes del cuadrante nor-oeste, con velocidades de hasta 8 m/s; mientras que durante la noche predominaron los vientos provenientes del sur-este, con velocidades de hasta 2 m/s.

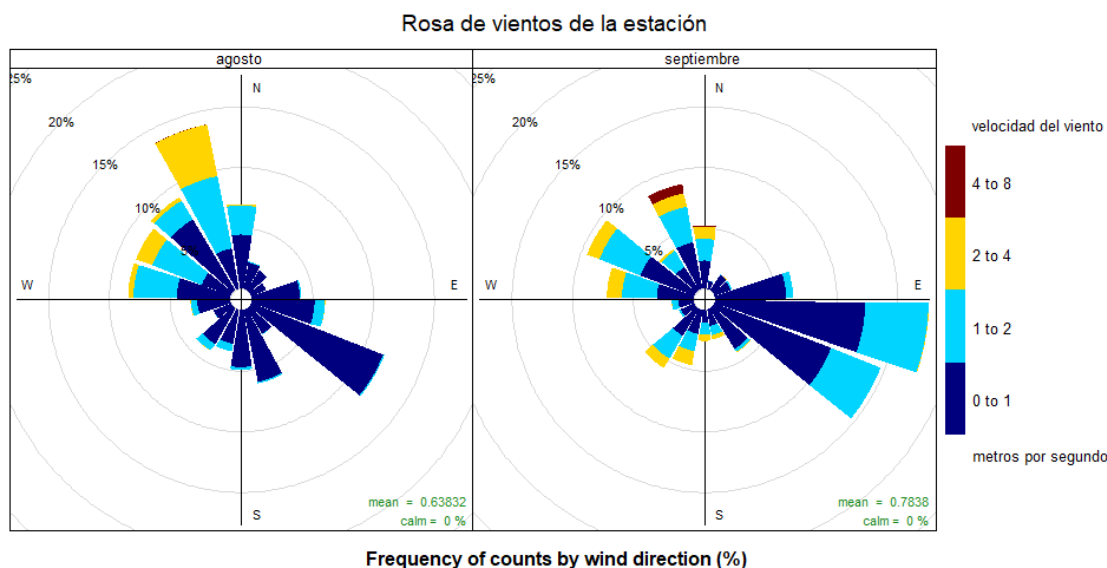


Figura 4. Rosa de los vientos ENAP Terminal Quintero por mes de monitoreo.

En la figura 4 se observa que durante el mes de agosto (27 – 31) predominaron los vientos provenientes de la dirección nor-oeste (hasta 4 m/s), mientras que durante septiembre (01 – 16) predominaron los vientos provenientes del sur-este / este, sin embargo, los vientos más veloces (hasta 8 m/s) provinieron del nor-oeste.

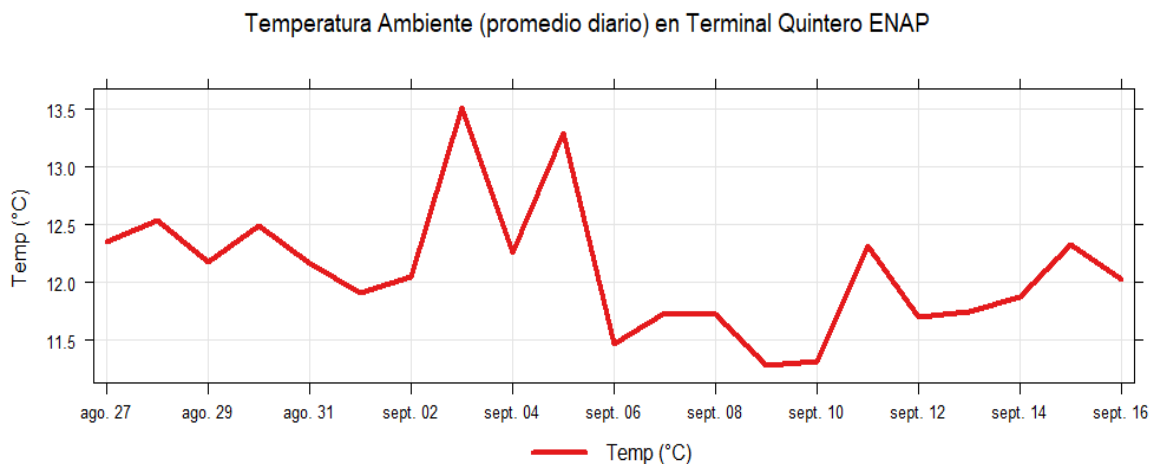


Figura 5. Temperatura ambiente promedio diaria en Terminal Quintero ENAP (27 de agosto - 16 de septiembre de 2018).

Como se observa en la figura 5, la temperatura ambiental promedio diaria varió entre 13,5°C (3 de septiembre) y 11,3°C (9 de septiembre), mientras que la mínima temperatura diaria (5,4°C) se registró el 3 de septiembre (figura 6). Por último, la máxima temperatura diaria (23,4°C) se registró el mismo 3 de septiembre (figura 7).

Temperatura Ambiente (mínima diaria) en Terminal Quintero ENAP

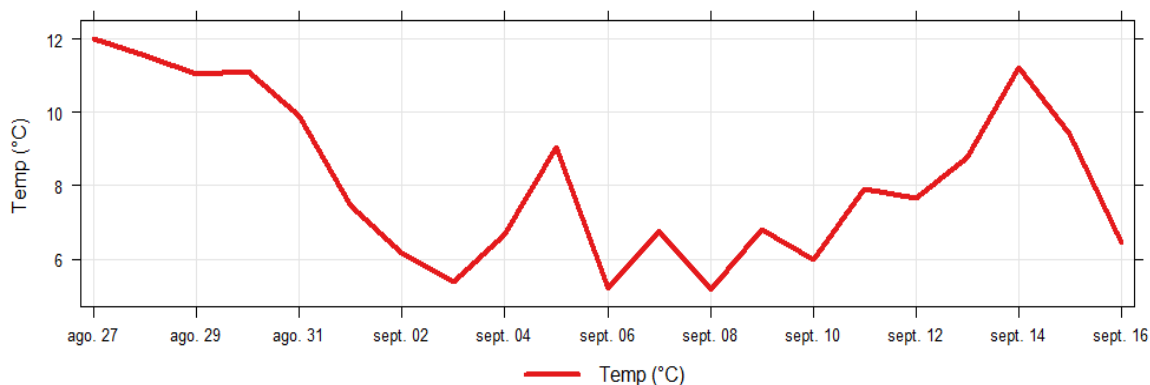


Figura 6. Temperatura ambiente mínima diaria en Terminal Quintero ENAP (27 de agosto - 16 de septiembre de 2018).

Temperatura Ambiente (máxima diaria) en Terminal Quintero ENAP

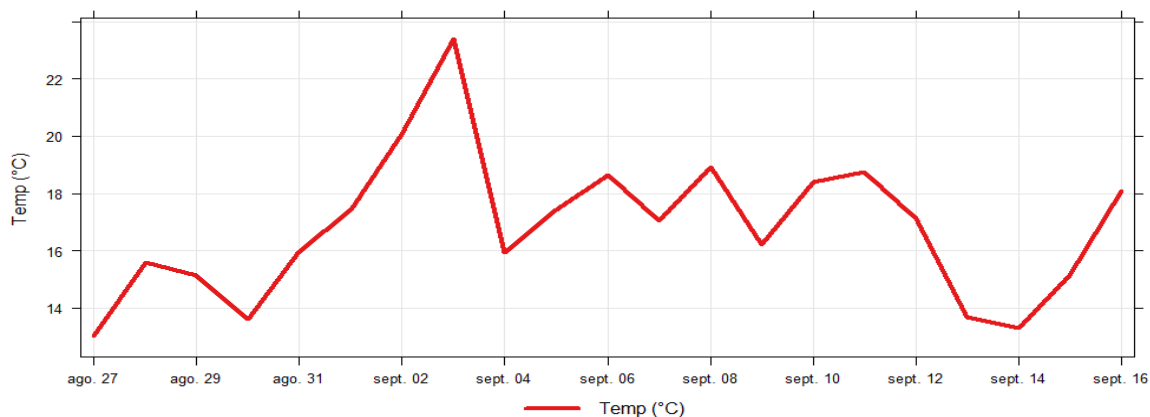


Figura 7. Temperatura ambiente máxima diaria en Terminal Quintero ENAP (27 de agosto - 16 de septiembre de 2018).

Las figuras 8, 9 y 10 muestra la humedad relativa diaria (promedio, mínima y máxima, respectivamente) para el período 27 de agosto – 16 de septiembre de 2018.

Humedad Relativa (promedio diario) en Terminal Quintero ENAP

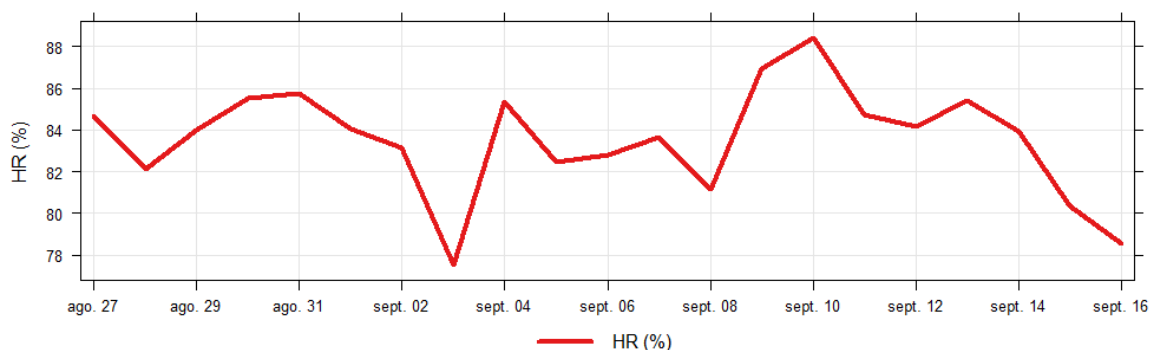


Figura 8. Humedad Relativa (%) promedio diario en Terminal Quintero ENAP (27 de agosto - 16 de septiembre de 2018)

Humedad Relativa (mínima diaria) en Terminal Quintero ENAP

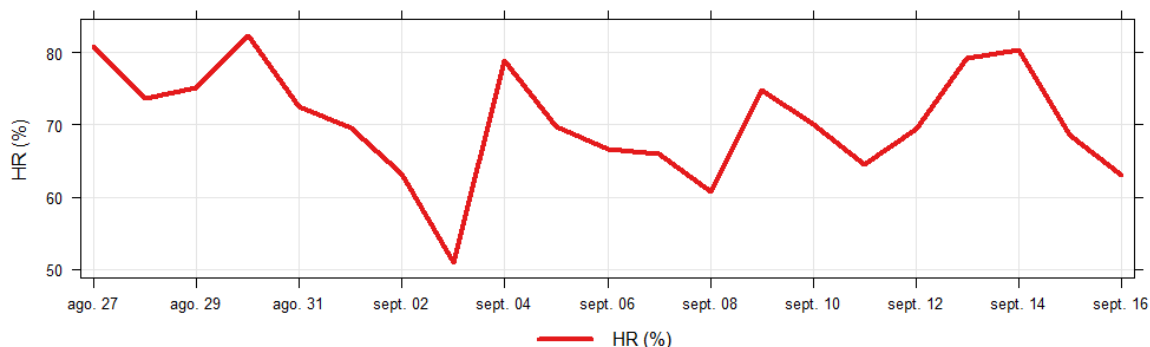


Figura 9. Humedad Relativa (%) mínima diaria en Terminal Quintero ENAP (27 de agosto - 16 de septiembre de 2018)

Humedad Relativa (máxima diaria) en Terminal Quintero ENAP

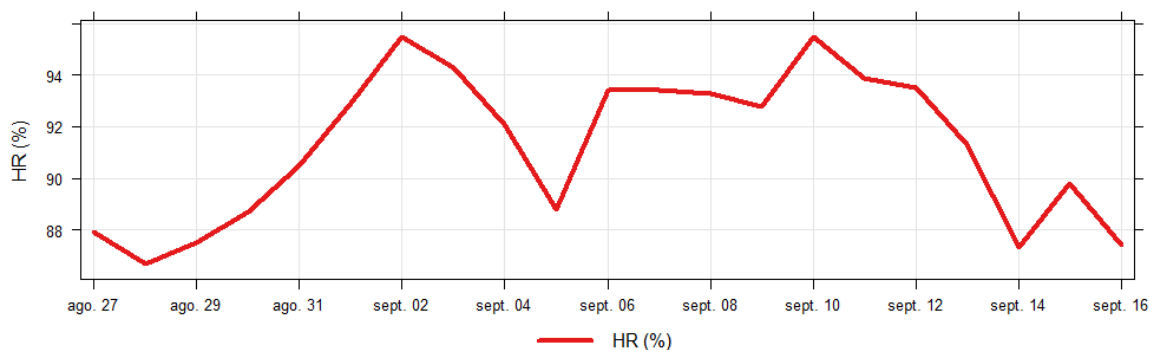


Figura 10. Humedad Relativa (%) máxima diaria en Terminal Quintero ENAP (27 de agosto - 16 de septiembre de 2018)

En la figura 8 se observa que la Humedad Relativa (promedio diario) varió entre 78% (3 de septiembre), y 88% (10 de septiembre), mientras que la mínima Humedad relativa (51%, figura 9) se observó el 3 de septiembre, y la máxima (95%, figura 10) se observó el 2 de septiembre. Cabe

destacar que el día 4 de septiembre se presentó un evento de contaminación en la ciudad de Quintero, y dicho día presentó condiciones de humedad relativa sobre el 85% y de temperatura de 12,3 °C. Cabe destacar que el 3 de septiembre, día anterior al evento, presentó el día con mayor T° y uno de los de mayor humedad relativa (> 94%) del período, con componentes de viento predominante proviniendo del sur-este y sur oeste durante el día y principalmente desde el este durante la noche (figura 11). Esta condición meteorológica previa podría estar relacionada con estos eventos de contaminación y su transporte hasta los sectores habitados de Quintero.

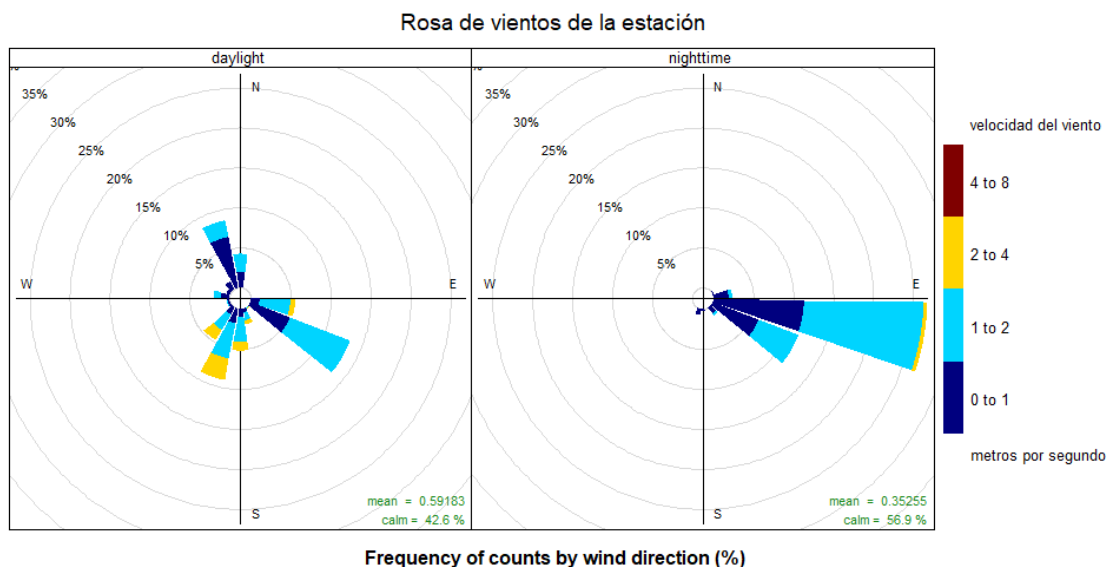


Figura 11. Rosa de los vientos ENAP Terminal Quintero por régimen diurno/nocturno en el periodo de monitoreo

En la figura 11 se observa que en el régimen diurno, los vientos provienen de distintas direcciones, menos de la dirección nor-este, las velocidades predominantes corresponden a aquellas entre 1 y 2 m/s, en contraposición de lo que sucede en el régimen nocturno, donde los vientos provienen exclusivamente del sector sur-este y en donde las velocidades predominan entre 0 y 2 m/s, con máximos que alcanzan los 2-4 m/s.

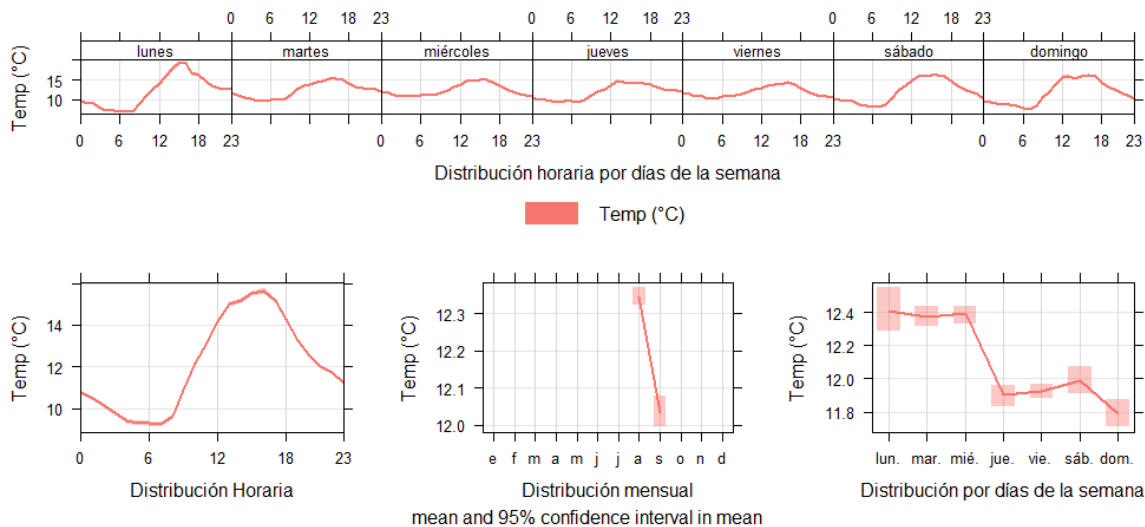


Figura 12. Resumen del comportamiento de la temperatura para el periodo del 27 agosto-16 septiembre del 2018

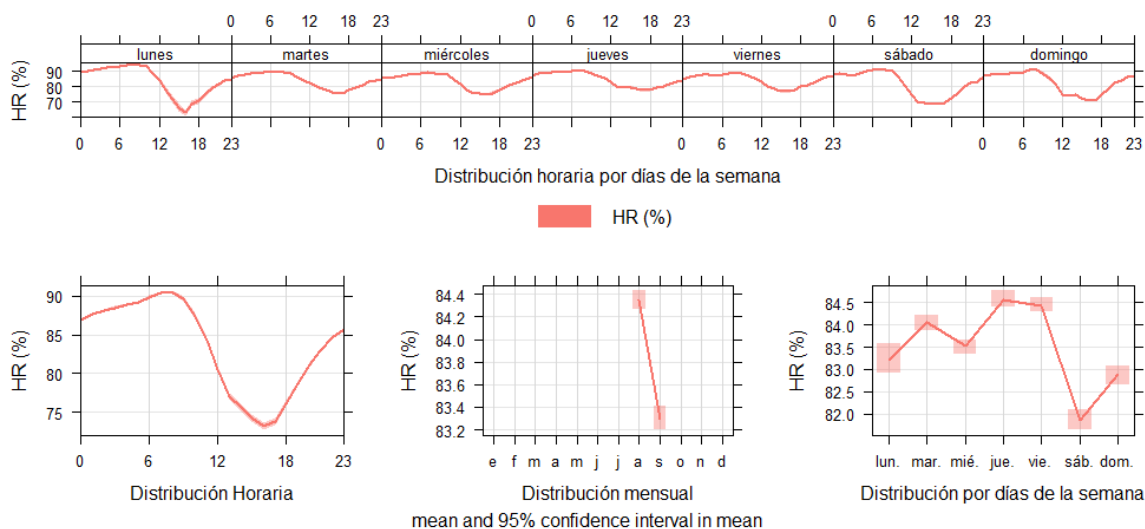


Figura 13. Resumen del comportamiento de la humedad relativa para el periodo del 27 agosto-16 septiembre del 2018

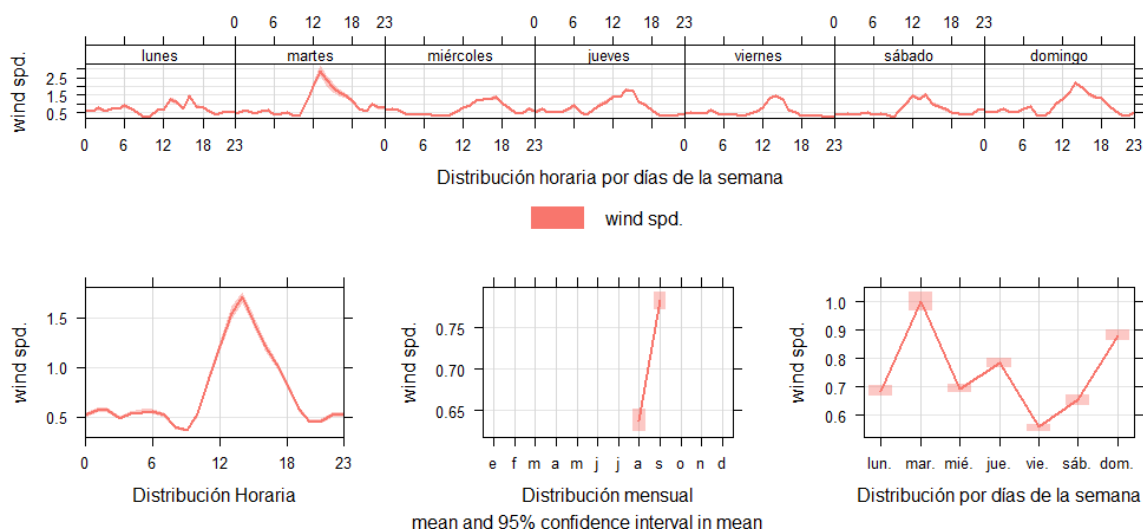


Figura 14. Resumen del comportamiento de la velocidad de viento para el periodo del 27 agosto-16 septiembre del 2018

Según los gráficos de las figuras 12, 13 y 14, el perfil de la distribución horaria de la temperatura diaria (figura 12) presenta un máximo aproximado a las 16 PM, con un ciclo diario que comienza a las 7 AM en su mínimo valor (5°C) con un aumento progresivo de la temperatura hasta el valor máximo a las 15 PM, para luego declinar paulatinamente hasta las 5 AM y luego comenzar un breve período de relativa estabilidad térmica a 5°C durante estas horas de la madrugada, para finalmente comenzar nuevamente el ciclo durante la mañana a partir del valor mínimo a las 7 AM.

La figura.13, muestra que a las 16 PM se presenta un valor mínimo de la distribución horaria de la humedad relativa diaria (75%), comenzando a esta hora el ciclo diario con un aumento progresivo de la humedad relativa hasta el valor máximo (93%) a las 7 AM, para luego declinar paulatinamente hasta las 16 PM, para comenzar nuevamente el ciclo durante la tarde noche. La coincidencia en la hora del máximo de temperatura y el mínimo de humedad relativa le entrega validez a los resultados por consistencia meteorológica.

Tabla 4.Ocurrencias de dirección de viento en Terminal Quintero (27 de agosto a 16 de septiembre de 2018)

Dirección del viento	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSO	SO	OSO	O	ONO	NO	NNO
% Ocurrencia	6.3	1.3	1.8	2.9	9.3	22.9	4.8	3.5	3.4	5.6	4.6	1.3	5.4	12.0	4.9	10.2

En la tabla 4 se puede apreciar el porcentaje de ocurrencia de viento desde una determinada dirección. El mayor porcentaje proviene de la dirección este-sureste con 22,9% de ocurrencias, seguido por la dirección oeste-noroeste y nor-noroeste con 12 % y 10,2% respectivamente.

Tabla 5. Ocurrencias de dirección de viento (%) en función de la velocidad

Dirección del Viento	Velocidad (m/s)				
	0,5 - 1	1 - 2	2 - 3	3 - 4	> 4
N	2,9	2,3	0,7	0,3	0,1
NNE	1,2	0,1	0	0	0
NE	1,7	0	0	0	0
ENE	2,6	0,2	0	0	0
E	7,7	1,5	0	0	0
ESE	16,5	6,4	0	0	0
SE	4,5	0,3	0	0	0
SSE	2,5	0,6	0,3	0	0
S	2,1	0,9	0,4	0	0
SSO	2,8	1,6	1,0	0,2	0
SO	2,6	1,5	0,4	0	0
OSO	1,1	0,1	0	0	0
O	3,4	1,8	0,2	0	0
ONO	4,9	5,1	2,0	0,1	0
NO	3,1	1,6	0,2	0	0
NNO	4,2	3,7	1,4	0,3	0,6
TOTAL (%)	63,9	27,8	6,7	0,9	0,7

En la tabla 5 se puede observar la ocurrencia de velocidades asociadas a cada dirección de viento, donde predominan los vientos del este-sureste con velocidades hasta 1 m/s, situación similar a la observada a velocidades de viento entre 1 y 2 m/s. Para velocidades entre 2 y 3 m/s predominan los vientos provenientes del oeste-noroeste, mientras que los vientos de procedencia norte y nor-noroeste predominan a velocidades entre 3 y 4 m/s. Por último, a velocidades de viento mayores a 4 m/s predomina la dirección nor-noroeste.

De la tabla 5 también se desprende que la mayor frecuencia de vientos (63,9%) correspondió vientos con intervalo de velocidades 0,1 – 1 m/s, seguida de intervalo 1 – 2 m/s (27,8%), intervalo 2 – 3 m/s (6,7%), 3 – 4 m/s (0,9%) y finalmente vientos con velocidades mayores a 4 m/s (0,7%).

5.2 Hidrocarburos Totales

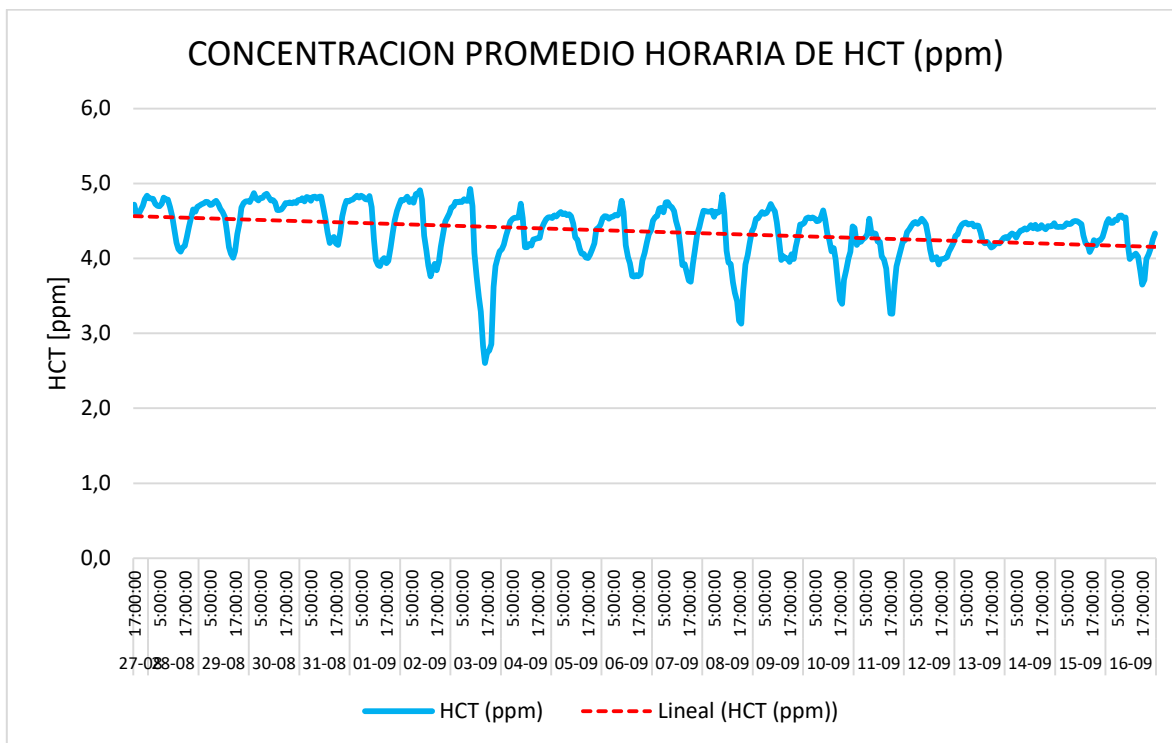


Figura 15. Concentración promedio horaria de HCT costado norte de laguna del sector remodelación, Terminal Quintero ENAP, 27 de agosto – 16 de septiembre de 2018.

La figura 15 muestra las concentraciones promedio horarias de Hidrocarburos Totales (HCT) para el período 27 de agosto – 16 de septiembre de 2018, allí se muestra que las concentraciones promedio horario variaron entre 2,6 y 4,9 ppm con un marcado ciclo de disminución y aumento excepto entre los días 30 – 31 de agosto y 14 – 15 de septiembre. También se observa una tendencia a la disminución en el tiempo (línea de tendencia roja del gráfico), probablemente debido a que la laguna de decantación fue secada.

En la figura 16 se muestra la evolución de la concentración promedio diaria de HCT durante el período de monitoreo comprendido entre el 27 de agosto y 16 de septiembre de 2018. Mientras que en la figura 17 se muestra la distribución horaria por días de la semana de HCT, junto con su distribución horaria y mensual.

EVOLUCIÓN de HCT en ENAP Terminal Quintero

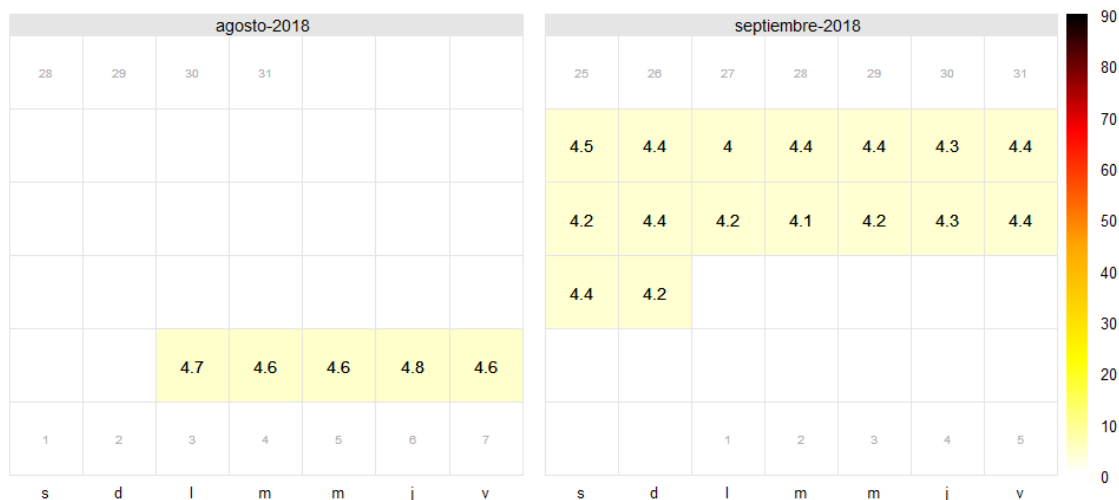


Figura 16. Evolución de la concentración promedio diaria de HCT para el período 27 de agosto – 16 de septiembre de 2018 en ENAP Terminal Quintero

En la figura 16, se observa que la concentración promedio de HCT diaria, disminuyó alrededor de un 11% desde el inicio, hasta el final de la campaña de monitoreo.

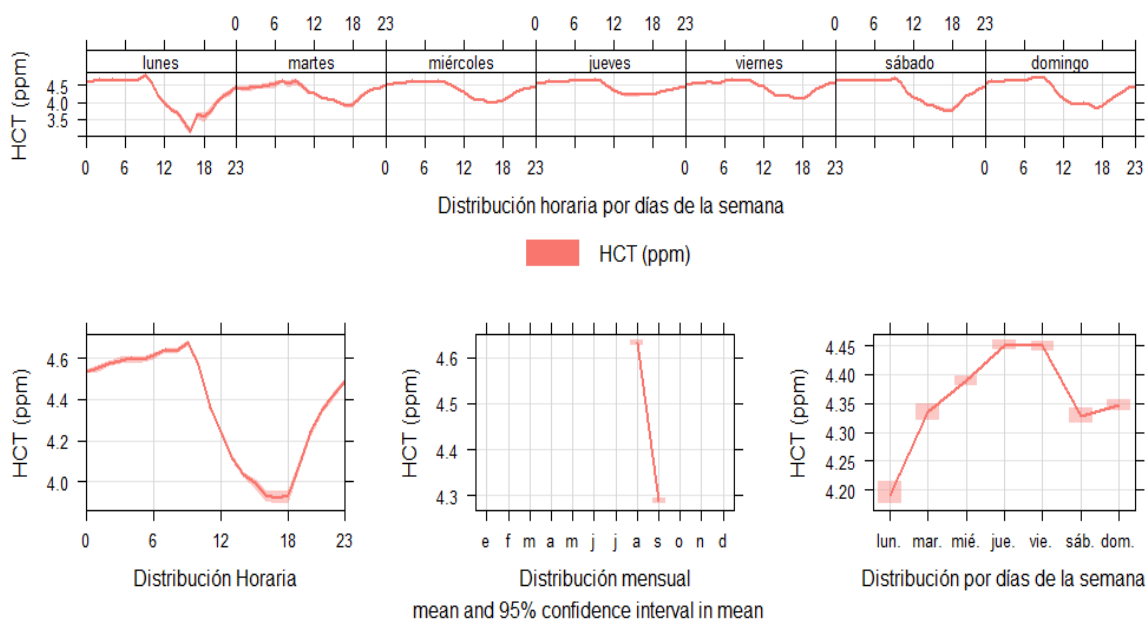


Figura 17. Resumen comportamiento HCT para el período 27 de agosto – 16 de septiembre de 2018 en ENAP Terminal Quintero

Según los gráficos de la figuras 17, el perfil de la distribución horaria de HCT presenta un máximo aproximado a las 9 AM, con un ciclo diario de aumento que comienza a las 18 PM en su mínimo valor (2,6 ppm), con un aumento progresivo de la concentración hasta el valor máximo a las 9 AM, para luego declinar paulatinamente hasta las 17 PM y luego comenzar un breve período de relativa estabilidad durante estas horas de la tarde, para finalmente comenzar nuevamente el ciclo durante la tarde a partir del valor mínimo a las 18 PM.

La figura 18 muestra la concentración de HCT en función de la velocidad y dirección del viento en régimen diurno y nocturno para el período 27 de agosto – 16 de septiembre de 2018 en el sitio de monitoreo correspondiente al costado norte de la laguna del sector remodelación del Terminal Quintero ENAP.

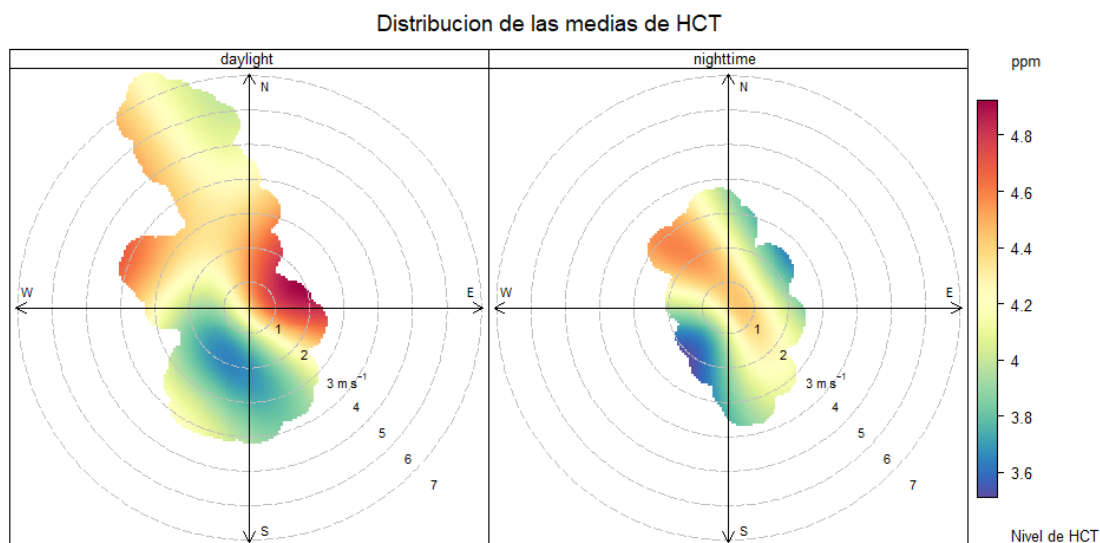


Figura 18 Distribución de concentración de HCT según velocidad y dirección de viento en régimen diurno-nocturno

Se observa en la figura 18 que, durante el día, existen concentraciones del orden de 3,6-4,6 ppm de HCT que provienen desde el sector sur-este (separador API), con velocidades de viento de hasta 3 m/s. También se aprecia una importante concentración de HCT en el orden de 4,6 ppm de HTC e incluso mayores, provenientes del nor-este (sector Oxiquim), con velocidades mayoritariamente entre 0 y 2 m/s, lo que indica fuentes locales y en los alrededores de la estación de monitoreo. Por otra parte, también se visualiza una componente importante desde el sector nor-oeste, donde las concentraciones varían entre 4 y 4,5 ppm de HTC con velocidades de hasta 7 m/s.

En el régimen nocturno, se observa, que las mayores concentraciones HCT (entre 4,4-4,6 ppm) provienen desde el noroeste con velocidades de hasta 3 m/s, también se aprecia contribución de HCT desde sur-este (separador API) con concentraciones menores que durante el período diurno (entre 4-4,4 ppm).

Distribución de las medias de HCT

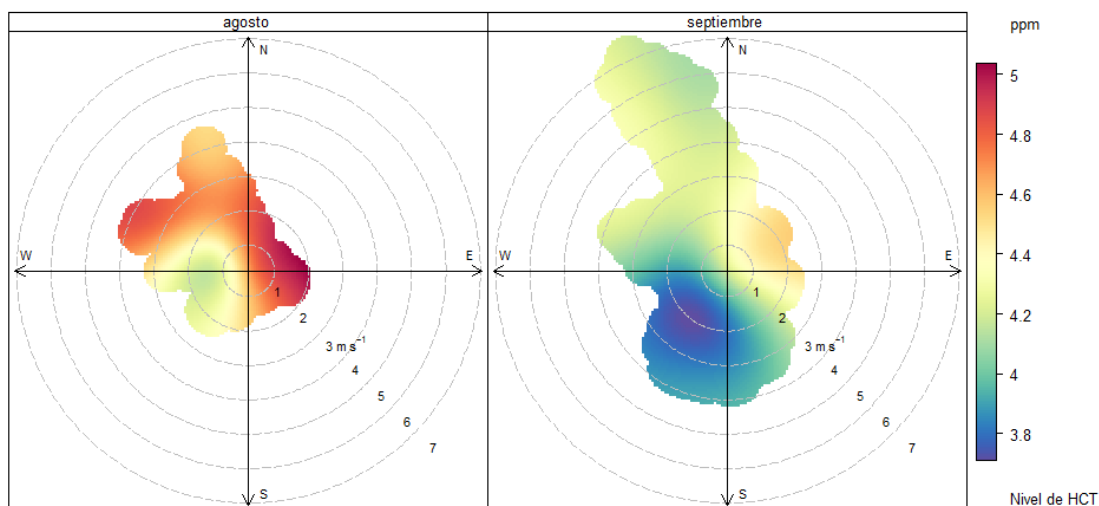


Figura 19. Distribución de concentración de HTC según velocidad y dirección de viento en agosto-septiembre

En la figura 19 se observa que durante el mes de agosto se presentaron mayores concentraciones de HCT que durante el mes de septiembre, principalmente provenientes desde la dirección sur-este (separador API), nor-este (sector Oxiquim) y nor-oeste, con concentraciones del orden de 4,6-5 ppm de HCT y velocidades de hasta 5 m/s. Por otro lado, se observa durante septiembre, que la concentración monitoreada proviene desde diversas direcciones, no presentando concentraciones tan altas como el mes anterior. El cuadrante que presenta las mayores concentraciones durante este mes es el nor-este (sector Oxiquim), con concentraciones del orden de 4,2-4,5 ppm de HCT y velocidades de hasta 2,5 m/s, indicando nuevamente fuentes principalmente locales y en los alrededores de la estación de monitoreo.

5.3 Comparación de los niveles de concentración de HCT con los máximos permitidos informados en el DS594/1999 MINSAL y normas internacionales:

En el DS 594/1999 MINSAL no aparece en ningún artículo de su texto algún límite o norma para el contaminante denominado hidrocarburos totales (HCT). Por otra parte, según el mismo DS 594 en su Artículo 66, se presenta una tabla donde se mencionan los límites permisibles ponderados y temporales para las concentraciones ambientales de diversas sustancias, dado que no hay un límite descrito específicamente para HTC, entonces lo más asimilable a este tipo de contaminantes serían los siguientes contaminantes que si aparecen descritos en la lista antes mencionada y serían los siguientes:

- 1) Nafta de petróleo, (heptano comercial), cuyo límite permisible ponderado es de 300 ppm y el límite permisible temporal es de 500 ppm.
- 2) Nafta liviana (con n-hexano < 5%), cuyo límite permisible ponderado es de 400 ppm y el límite permisible temporal es de 1000 ppm.
- 3) Gasolina con menos de 0,5% de benceno, cuyo límite permisible ponderado es de 262 ppm. No apareciendo un límite permisible temporal

Por otra parte, la National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) y la Occupational Safety and Health Administration (OSHA) en su documento denominado “Health and Safety Risks for Workers Involved in Manual Tank Gauging and Sampling at Oil and Gas Extraction Sites” [1-800-321-OSHA (6742) • www.osha.gov y 1-800-CDC-INFO (1-800-232-4636) • www.cdc.gov/niosh] en su apéndice B indican los límites máximos permitidos para algunos ejemplos de hidrocarburos volátiles más comúnmente presentes en procesos que incluyen fluidos gaseosos o de petróleo. En este caso aparecen los límites de exposición recomendados por la NIOSH (RELs), los límites de exposición permisibles de la OSHA (PELs), así como el límites más bajo y más alto de explosividad (LEL and UEL), definidos también por la OSHA. Considerando nuevamente que no aparece un valor específico para HCT, se ha asimilado al contaminante denominado “Mixed Petroleum Hydrocarbons/ Distillates (naphthas)” como el más similar al DS 594 de Chile, en el cual se señala que el límite de exposición permisibles de la OSHA (PELs), es de 500 ppm (tabla 6).

Tabla 6. Niveles de concentración regulados de compuestos similares a los HCT

	Límite permisible ponderado (DS 594)	Límite permisible temporal (DS 594)	Límite de exposición permisible (PEL) (OSHA)
Nafta de petróleo (heptano comercial) (1)	300 ppm	500 ppm	-
Nafta liviana (con n-hexano < 5%) (1)	400 ppm	1000 ppm	-
Gasolina con menos de 0,5% de benceno (1)	262 ppm	-	-
Mixed Petroleum Hydrocarbons / Distillates (naphthas) (2)	-	-	500 ppm

(1) DS 594/1999 MINSAL, Gobierno de Chile

(2) “Health and Safety Risks for Workers Involved in Manual Tank Gauging and Sampling at Oil and Gas Extraction Sites” [1-800-321-OSHA (6742) • www.osha.gov y 1-800-CDC-INFO (1-800-232-4636) • www.cdc.gov/niosh]

Cabe destacar que a pesar de medirse en las estaciones de calidad del aire de la zona de Quintero y Puchuncaví, no existe normativa en Chile respecto de las concentraciones máximas permisibles de HCT en aire ambiente.

Tomado en cuenta todos los criterios y normas anteriormente expuestos, y que la concentración promedio horario máxima de HCT considerando todo el periodo de monitoreo, entre 27 de agosto – 16 de septiembre de 2018 fue de 4,4 ppm, este valor en ningún caso fue superado ni por los límites permisible ponderado, ni por el límite permisible temporal del DS594, para gasolina y Naftas antes señalado; así como tampoco por los límites de exposición recomendados por la NIOSH (RELs), ni por el límite de exposición permisibles de la OSHA (PELs), para “Mixed Petroleum Hydrocarbons/ Distillates (naphthas)”, estando el valor medido en las instalaciones del Terminal Quintero de ENAP, muy por debajo de cualquiera de estos valores límites permitidos antes señalados.

6. CONCLUSIONES

- Durante el período de monitoreo comprendido entre el 27 de agosto y el 16 de septiembre de 2018 predominaron los vientos provenientes del cuadrante nor-oeste, sur-y sur-este con velocidades de hasta 8 m/s.
- Durante el mes de agosto (27 – 31) predominaron los vientos provenientes de la dirección nor-oeste (hasta 4 m/s), mientras que durante septiembre (01 – 16) predominaron los vientos provenientes del sur-este / este, sin embargo, los vientos más veloces (hasta 8 m/s) provinieron del nor-oeste.
- La temperatura ambiental promedio diaria varió entre 13,5°C (3 de septiembre) y 11,3°C (9 de septiembre), mientras que la mínima temperatura del período fue de 5,4°C (3 de septiembre) y la máxima temperatura diaria (23,4°C) se registró el mismo 3 de septiembre.
- La concentración promedio horaria de Hidrocarburos Totales (HCT) para el período 27 de agosto – 16 de septiembre de 2018 fue de 4,4 ppm con una variación entre 2,6 y 4,9 ppm, así mismo se presentó una tendencia a la disminución de la concentración en el tiempo, probablemente debido a que la laguna de decantación fue secada durante este período.
- En período diurno, existen concentraciones del orden de 3,6-4,6 ppm de HCT que provienen desde el sector sur-este de la laguna del sector remodelación del Terminal Quintero ENAP. (separador API). También se observó una importante concentración de HCT en el orden de 4,6 ppm provenientes del nor-este (sector Oxiquim), con velocidades mayoritariamente entre 0 y 2 m/s, lo que indica fuentes locales y en los alrededores de la estación de monitoreo.
- En el período nocturno, se observó, que las mayores concentraciones HCT provienen desde el noroeste con velocidades de hasta 3 m/s, también se apreció contribución de HCT desde sur-este (separador API) con concentraciones menores que durante el período diurno.
- Durante el mes de agosto se presentaron mayores concentraciones de HCT que durante el mes de septiembre, principalmente provenientes desde la dirección sur-este (separador API), nor-este (sector Oxiquim) y nor-oeste. Durante septiembre estas concentraciones disminuyeron presumiblemente debido al secado de la laguna y el aumento en las velocidades de los vientos (mejores condiciones de ventilación).
- La concentración promedio de HCT para el período observada en el Terminal Quintero de ENAP (4,4 ppm) está muy por debajo a las establecidas en la normativa nacional y/o internacional comparada (DS 594/1999 MINSAL, Gobierno de Chile; 29 CFR 1910. 1000 OSHA, 1974, USA)

5 ANEXO

Tabla 7. Tabla concentración promedio horaria HTC (ppm) en lado norte laguna sector remodelación, 27 de agosto-16 de septiembre 2018, ENAP Terminal Quintero

	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Media	Mín.	Máx.
27-08-2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,7	4,6	4,6	4,6	4,7	4,8	4,8	4,7	4,6	4,8
28-08-2018	4,8	4,8	4,8	4,7	4,7	4,7	4,7	4,8	4,8	4,8	4,7	4,6	4,4	4,2	4,1	4,1	4,1	4,2	4,3	4,4	4,6	4,7	4,6	4,7	4,6	4,1	4,8
29-08-2018	4,7	4,7	4,7	4,8	4,8	4,7	4,7	4,8	4,8	4,7	4,7	4,6	4,6	4,4	4,1	4,1	4,0	4,1	4,3	4,5	4,7	4,7	4,8	4,8	4,6	4,0	4,8
30-08-2018	4,8	4,8	4,9	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,9	4,8	4,8	4,8	4,7	4,6	4,6	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,8	4,7	4,8	4,8	4,6	4,9
31-08-2018	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,7	4,5	4,4	4,2	4,3	4,3	4,2	4,2	4,3	4,6	4,7	4,8	4,8	4,6	4,2	4,8
01-09-2018	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,7	4,3	4,0	3,9	3,9	4,0	4,0	3,9	4,0	4,1	4,3	4,5	4,6	4,7	4,5	3,9	4,8
02-09-2018	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,7	4,9	4,9	4,9	4,8	4,3	4,1	3,9	3,8	3,9	3,9	3,8	4,0	4,2	4,3	4,5	4,5	4,6	4,4	3,8	4,9
03-09-2018	4,7	4,7	4,8	4,7	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,9	4,7	4,1	3,8	3,5	3,3	2,8	2,6	2,7	2,8	2,9	3,6	3,9	4,0	4,1	4,0	2,6	4,9
04-09-2018	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,7	4,5	4,1	4,1	4,2	4,2	4,3	4,3	4,3	4,3	4,4	4,5	4,5	4,5	4,6	4,4	4,1	4,7
05-09-2018	4,5	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,5	4,3	4,2	4,1	4,1	4,1	4,0	4,0	4,0	4,1	4,2	4,4	4,4	4,5	4,4	4,0	4,6
06-09-2018	4,5	4,6	4,6	4,5	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,8	4,6	4,2	4,0	3,9	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	4,3	3,8	4,8
07-09-2018	4,5	4,6	4,6	4,7	4,7	4,6	4,7	4,8	4,7	4,7	4,6	4,5	4,4	4,1	3,9	3,9	3,8	3,7	3,7	3,9	4,1	4,3	4,4	4,5	4,4	3,7	4,8
08-09-2018	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,9	4,6	4,1	3,9	3,9	3,7	3,5	3,4	3,2	3,1	3,6	3,9	4,0	4,2	4,4	4,2	3,1	4,9
09-09-2018	4,4	4,5	4,5	4,6	4,6	4,6	4,6	4,7	4,7	4,7	4,6	4,5	4,2	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,1	4,0	4,2	4,3	4,5	4,5	4,4	4,0	4,7
10-09-2018	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,6	4,6	4,5	4,3	4,3	4,1	4,1	4,0	3,7	3,4	3,4	3,7	3,8	4,0	4,1	4,4	4,2	3,4	4,6
11-09-2018	4,4	4,2	4,2	4,2	4,3	4,3	4,3	4,5	4,3	4,3	4,3	4,2	4,2	4,0	4,0	3,9	3,6	3,3	3,3	3,6	3,9	4,0	4,1	4,2	4,1	3,3	4,5
12-09-2018	4,2	4,4	4,4	4,4	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,3	4,1	4,0	4,0	4,0	3,9	4,0	4,0	4,0	4,0	4,1	4,1	4,2	4,2	3,9	4,5
13-09-2018	4,3	4,3	4,4	4,4	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,4	4,4	4,4	4,3	4,2	4,2	4,2	4,2	4,1	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,3	4,3	4,1	4,5
14-09-2018	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,5	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,5	4,4	4,3	4,5
15-09-2018	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,3	4,2	4,2	4,1	4,1	4,2	4,2	4,2	4,2	4,3	4,4	4,4	4,1	4,5
16-09-2018	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,6	4,6	4,5	4,5	4,2	4,0	4,0	4,0	4,1	4,0	3,8	3,6	3,7	4,0	4,1	4,1	4,3	4,3	4,2	3,6	4,6
Media	4,5	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,7	4,6	4,4	4,2	4,1	4,0	4,0	3,9	3,9	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,4		
Mínimo	4,1	4,2	4,2	4,2	4,3	4,3	4,3	4,4	4,3	4,3	4,2	4,0	3,8	3,5	3,3	2,8	2,6	2,7	2,8	2,9	3,6	3,9	4,0	4,1		2,6	
Máximo	4,8	4,8	4,9	4,8	4,8	4,8	4,8	4,9	4,9	4,9	4,8	4,8	4,7	4,6	4,6	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,8	4,8	4,8			4,9

(-) = Antes de inicio del período de monitoreo

Tabla 8. Tabla velocidad de viento (m/s) promedio horario en lado norte laguna sector remodelación, 27 de agosto-16 de septiembre 2018, ENAP Terminal Quintero.

	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Media	Mín.	Máx.	
27-08-2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Calm	Calm	Calm	Calm	Calm	Calm	Calm	Calm	Calm	Calm	Calm
28-08-2018	Calm	Calm	Calm	Calm	Calm	Calm	Calm	Calm	Calm	Calm	Calm	0,7	1,3	1,4	0,6	Calm	0,5	0,8	Calm	Calm	Calm	Calm	Calm	Calm	Calm	0,9	0,5	1,4
29-08-2018	Calm	Calm	Calm	Calm	Calm	Calm	Calm	Calm	Calm	Calm	0,5	Calm	1,0	1,2	1,4	1,2	1,1	0,7	0,7	0,9	1,0	0,7	1,4	0,8	1,0	0,5	1,4	
30-08-2018	0,9	1,1	0,4	0,4	0,3	1,1	1,5	0,5	0,5	1,2	1,7	2,1	2,1	2,0	2,4	2,1	0,8	0,7	Calm	Calm	0,5	Calm	0,6	Calm	1,1	Calm	2,4	
31-08-2018	0,7	0,6	0,4	Calm	0,7	Calm	Calm	Calm	0,5	Calm	Calm	Calm	Calm	1,7	1,7	1,3	0,4	Calm	Calm	0,4	0,4	0,4	Calm	Calm	0,7	Calm	1,7	
01-09-2018	Calm	Calm	Calm	Calm	0,4	0,7	Calm	Calm	Calm	Calm	0,5	0,9	1,4	2,2	2,3	1,8	1,7	1,3	0,9	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	1,1	Calm	2,3	
02-09-2018	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,6	0,6	Calm	Calm	Calm	0,5	0,8	1,0	1,1	2,5	2,4	2,0	1,9	1,9	1,5	0,9	Calm	Calm	0,5	1,1	0,5	2,5	
03-09-2018	0,8	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,9	0,8	0,6	Calm	Calm	Calm	Calm	0,7	0,6	0,6	1,8	1,4	0,5	Calm	Calm	Calm	0,7	0,6	0,7	0,5	1,8	
04-09-2018	0,7	0,7	0,9	0,7	0,8	0,8	0,5	0,9	0,8	Calm	0,6	2,2	3,9	5,6	5,1	4,3	3,5	2,9	2,4	1,4	1,2	1,7	1,1	1,2	1,9	0,5	5,6	
05-09-2018	1,3	1,3	1,2	0,4	Calm	Calm	Calm	Calm	Calm	Calm	Calm	0,9	Calm	Calm	0,8	1,3	1,5	1,7	1,3	1,0	Calm	Calm	0,5	0,7	1,1	Calm	1,7	
06-09-2018	Calm	0,5	0,6	0,5	0,8	0,7	0,9	0,8	Calm	Calm	Calm	0,7	1,1	0,9	1,3	1,6	1,7	1,6	1,0	0,5	Calm	Calm	Calm	0,5	0,9	0,5	1,7	
07-09-2018	Calm	0,6	0,7	0,8	1,0	0,8	Calm	Calm	Calm	Calm	Calm	0,5	0,8	0,7	1,2	1,6	1,2	0,7	0,5	Calm	Calm	Calm	Calm	Calm	0,8	0,5	1,6	
08-09-2018	0,5	0,7	0,7	0,6	0,7	0,6	0,5	0,7	0,6	Calm	Calm	Calm	1,4	0,6	1,1	0,9	0,6	0,5	Calm	Calm	Calm	Calm	1,1	0,8	0,7	0,5	1,4	
09-09-2018	0,5	0,5	0,6	1,1	0,5	0,7	1,0	1,0	Calm	Calm	Calm	0,5	1,0	1,7	1,9	1,8	1,6	1,6	1,1	0,5	0,7	0,5	Calm	Calm	1,0	0,5	1,9	
10-09-2018	0,5	0,7	1,0	0,5	0,9	0,8	0,9	0,6	Calm	Calm	Calm	1,0	0,9	1,8	1,7	0,9	1,1	0,9	1,6	1,3	0,5	0,9	0,6	0,6	0,9	0,5	1,8	
11-09-2018	Calm	0,8	0,8	Calm	0,7	0,6	Calm	Calm	0,5	Calm	Calm	0,6	0,6	1,6	1,6	1,2	1,0	0,7	0,8	0,5	Calm	1,0	1,0	0,8	0,9	0,5	1,6	
12-09-2018	Calm	0,6	0,6	0,6	0,7	0,5	0,5	0,6	Calm	Calm	Calm	0,4	1,0	1,2	1,5	1,3	1,2	1,8	1,2	Calm	Calm	Calm	Calm	Calm	0,9	Calm	1,8	
13-09-2018	Calm	0,5	0,6	0,6	Calm	Calm	Calm	Calm	Calm	0,6	0,8	0,6	1,1	1,2	1,8	1,5	1,0	0,5	0,5	Calm	Calm	Calm	Calm	Calm	0,9	0,5	1,8	
14-09-2018	Calm	Calm	Calm	Calm	Calm	Calm	Calm	0,5	Calm	Calm	0,9	1,0	1,3	1,7	1,5	1,0	0,5	0,6	Calm	Calm	Calm	Calm	Calm	Calm	1,0	0,5	1,7	
15-09-2018	Calm	Calm	Calm	Calm	Calm	Calm	Calm	Calm	Calm	Calm	1,1	1,8	1,6	1,0	1,4	0,4	0,4	Calm	Calm	Calm	Calm	Calm	Calm	0,7	1,1	0,4	1,8	
16-09-2018	0,8	0,5	0,5	Calm	Calm	Calm	0,7	1,0	Calm	Calm	0,6	1,8	1,7	2,3	2,1	1,6	1,2	0,6	1,0	0,7	Calm	Calm	Calm	0,6	1,1	0,5	2,3	
Media	0,7	0,7	0,7	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,6	0,9	0,8	1,0	1,4	1,6	1,7	1,5	1,2	1,2	1,1	0,9	0,7	0,8	0,8	0,7	1,0			
Mínimo	0,5	0,5	Calm	Calm	Calm	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	Calm	0,6	0,6	0,6	Calm	Calm	0,5	0,5	Calm	Calm	Calm	0,5	0,5		Calm		
Máximo	1,3	1,3	1,2	1,1	1,0	1,1	1,5	1,0	0,8	1,2	1,7	2,2	3,9	5,6	5,1	4,3	3,5	2,9	2,4	1,5	1,2	1,7	1,4	1,2			5,6	

Calm: Viento calma velocidad menor a 0,5 m/s

(-) = Antes de inicio del período de monitoreo

Tabla 9. Tabla temperatura ambiente (°C) promedio horario en lado norte laguna sector remodelación, 27 de agosto-16 de septiembre 2018, ENAP Terminal Quintero.

	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Media	Mín.	Máx.	
27-08-2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,9	12,5	12,3	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2	12,3	12,2	12,9
28-08-2018	12,3	12,3	12,3	12,2	12,1	11,9	11,7	11,7	11,7	12,3	13,1	13,6	13,6	14,6	14,1	13,9	13,4	12,6	12,1	12,1	11,9	11,9	11,9	11,7	12,5	11,7	14,6	
29-08-2018	11,7	11,9	11,4	11,6	11,5	11,5	11,2	11,2	11,5	12,1	11,7	12,4	13,2	13,6	14,2	14,1	13,1	12,5	11,9	12,0	12,1	11,8	12,1	12,1	12,2	11,2	14,2	
30-08-2018	12,1	12,1	12,1	12,0	11,7	11,6	12,0	11,7	12,1	12,8	13,0	12,7	13,0	12,9	13,0	12,7	12,8	12,9	12,8	12,7	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,5	11,6	13,0
31-08-2018	12,6	12,6	12,3	11,7	11,1	10,9	10,7	10,5	11,4	12,2	13,2	13,7	14,5	14,3	13,9	13,7	13,9	13,5	12,3	11,3	10,7	10,4	10,3	10,2	12,2	10,2	14,5	
01-09-2018	9,9	9,8	9,6	9,0	7,9	8,1	8,0	8,0	9,5	11,8	14,1	15,5	16,0	15,7	15,7	16,1	16,1	15,6	13,6	12,4	12,0	11,1	10,6	9,9	11,9	7,9	16,1	
02-09-2018	9,2	9,1	8,1	7,6	7,2	6,9	7,5	7,4	8,6	9,8	11,2	15,2	18,7	18,6	17,0	17,1	17,1	16,6	15,6	13,8	13,0	12,2	11,3	10,6	12,1	6,9	18,7	
03-09-2018	10,1	9,0	8,9	7,8	7,8	7,6	7,0	6,9	6,7	9,0	12,3	14,7	16,8	18,9	21,5	22,3	20,9	20,6	20,6	18,1	15,9	14,2	13,2	13,7	13,5	6,7	22,3	
04-09-2018	11,3	10,9	9,9	9,3	8,9	8,3	8,9	7,8	7,6	10,8	13,7	14,8	14,8	14,7	15,0	15,1	15,1	15,1	14,5	13,6	13,6	13,5	13,5	13,4	12,3	7,6	15,1	
05-09-2018	13,4	13,3	13,2	13,2	13,0	12,6	12,6	12,5	11,9	13,2	14,0	14,2	14,6	15,6	15,5	15,4	16,0	15,5	14,5	12,6	11,8	11,0	10,1	9,5	13,3	9,5	16,0	
06-09-2018	9,0	8,2	7,9	7,1	6,4	6,5	5,9	5,5	6,4	8,6	11,2	12,8	15,3	17,8	17,5	17,3	17,0	16,7	15,8	14,5	13,1	12,3	11,6	11,1	11,5	5,5	17,8	
07-09-2018	10,8	9,8	8,8	9,2	8,2	7,8	10,0	10,1	10,5	10,7	11,5	12,1	12,7	14,3	15,0	15,5	16,3	16,2	15,0	13,4	12,2	11,2	10,4	9,8	11,7	7,8	16,3	
08-09-2018	9,5	8,9	8,3	7,9	6,8	6,5	6,4	6,0	6,1	8,5	11,3	12,6	14,4	17,6	17,8	18,2	18,3	18,0	16,2	13,9	12,6	12,2	12,3	11,3	11,7	6,0	18,3	
09-09-2018	9,8	9,5	9,5	8,9	9,4	8,8	8,0	8,1	9,6	10,6	11,3	12,5	13,4	13,6	13,7	14,2	14,3	14,5	13,3	13,0	12,4	11,2	10,9	10,4	11,3	8,0	14,5	
10-09-2018	9,6	9,3	9,0	8,2	7,0	6,9	6,7	7,0	7,7	8,9	10,0	10,8	11,7	13,3	14,3	16,4	17,5	17,2	16,0	14,0	12,9	12,3	12,7	12,1	11,3	6,7	17,5	
11-09-2018	11,7	10,7	9,7	9,1	8,2	8,5	9,4	10,2	10,1	10,8	11,3	12,0	13,4	14,1	15,4	17,1	17,7	17,6	15,8	14,1	13,0	12,7	12,4	10,7	12,3	8,2	17,7	
12-09-2018	10,1	9,9	8,8	8,3	8,3	8,9	9,3	9,6	9,9	10,0	11,0	12,8	13,7	14,9	14,9	15,5	16,3	15,1	14,6	13,2	12,1	11,6	11,1	10,7	11,7	8,3	16,3	
13-09-2018	10,2	10,0	9,5	9,7	10,3	10,8	11,0	11,1	11,3	11,8	12,2	12,5	12,5	13,3	12,8	12,8	12,9	12,8	12,6	12,4	12,4	12,4	12,3	12,2	11,8	9,5	13,3	
14-09-2018	12,0	11,8	11,7	11,7	11,7	11,8	11,8	11,7	11,5	11,5	11,8	11,8	12,0	12,2	12,4	12,7	12,9	12,2	12,0	11,7	11,3	11,5	11,6	11,5	11,9	11,3	12,9	
15-09-2018	11,3	11,3	11,5	11,8	11,3	10,7	10,4	10,4	10,7	11,0	11,8	12,3	13,7	14,8	14,4	14,3	14,3	14,0	14,1	14,1	13,3	12,7	11,7	10,0	12,3	10,0	14,8	
16-09-2018	9,5	9,8	9,9	9,7	9,6	9,3	7,9	7,3	7,6	11,4	13,8	13,6	15,2	15,3	15,3	16,3	17,2	16,5	14,6	13,2	12,5	11,9	11,0	10,1	12,0	7,3	17,2	
Media	10,8	10,5	10,1	9,8	9,4	9,3	9,3	9,2	9,6	10,9	12,2	13,1	14,2	15,0	15,2	15,5	15,7	15,2	14,3	13,3	12,6	12,0	11,7	11,2	12,1			
Mínimo	9,0	8,2	7,9	7,1	6,4	6,5	5,9	5,5	6,1	8,5	10,0	10,8	11,7	12,2	12,4	12,7	12,8	12,2	11,9	11,3	10,7	10,4	10,1	9,5		5,5		
Máximo	13,4	13,3	13,2	13,2	13,0	12,6	12,6	12,5	12,1	13,2	14,1	15,5	18,7	18,9	21,5	22,3	20,9	20,6	20,6	18,1	15,9	14,2	13,5	13,7			22,3	

(-) = Antes de inicio del período de monitoreo

Tabla 10. Tabla humedad relativa (%) promedio horaria en lado norte laguna sector remodelación, 27 de agosto-16 de septiembre 2018, ENAP Terminal Quintero.

	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Media	Mín.	Máx.
27-08-2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	81,0	82,6	84,0	84,5	85,6	87,5	87,4	84,7	81,0	87,5
28-08-2018	85,8	85,0	84,5	84,9	85,2	84,7	84,5	84,1	83,7	81,5	78,6	78,0	77,5	74,9	76,3	77,5	78,8	80,8	82,8	83,7	84,6	84,6	84,0	84,6	82,1	85,8	85,0
29-08-2018	84,9	83,8	84,9	85,6	86,0	86,2	86,5	86,2	85,7	84,6	84,8	82,5	80,4	78,4	76,6	78,0	81,3	83,6	86,7	86,0	85,0	85,2	86,0	86,0	84,0	84,9	83,8
30-08-2018	86,4	87,0	85,9	85,3	85,6	86,9	88,4	88,2	87,8	85,1	83,2	84,3	84,3	84,4	85,3	86,7	86,1	85,2	85,1	84,8	84,1	83,8	84,1	84,3	85,5	86,4	87,0
31-08-2018	85,8	86,7	87,9	88,6	88,3	87,9	88,4	89,3	88,8	86,8	83,9	79,8	79,7	77,4	78,4	80,5	81,7	83,8	86,9	87,8	88,7	89,8	90,1	90,4	85,7	85,8	86,7
01-09-2018	90,6	90,7	90,8	91,2	91,9	92,4	92,3	91,8	91,7	89,1	82,2	76,6	76,4	72,8	73,1	71,4	71,1	70,7	77,2	83,5	84,9	86,6	88,6	89,7	84,0	90,6	90,7
02-09-2018	90,6	91,3	92,0	92,7	93,1	93,8	94,4	95,0	95,2	95,2	94,1	81,8	67,1	67,0	68,6	67,5	66,5	68,0	70,8	76,1	79,9	81,9	84,9	87,3	83,1	90,6	91,3
03-09-2018	89,1	89,8	90,7	91,3	91,9	92,5	93,0	93,6	93,8	93,8	91,5	82,7	73,7	65,6	57,4	53,4	52,8	53,5	53,5	59,6	68,3	73,7	78,6	77,7	77,6	89,1	89,8
04-09-2018	83,4	86,6	87,6	88,9	89,7	90,7	91,1	91,0	91,5	91,3	87,0	81,8	82,3	82,3	81,5	81,0	81,0	80,3	81,6	83,9	83,1	82,8	83,8	84,0	85,3	83,4	86,6
05-09-2018	84,1	84,0	83,7	84,4	85,8	87,0	87,6	88,6	88,4	87,1	85,6	83,6	82,0	77,2	75,7	75,3	71,9	71,3	73,8	79,2	83,2	84,4	87,0	88,2	82,5	84,1	84,0
06-09-2018	88,8	89,7	90,5	91,2	91,6	92,1	92,6	93,0	93,2	93,2	91,9	86,4	79,4	70,8	69,4	69,0	69,0	68,0	69,1	72,8	76,1	79,9	83,3	86,4	82,8	88,8	89,7
07-09-2018	87,6	89,0	90,0	91,1	91,7	92,3	92,6	93,0	93,2	93,1	92,5	90,4	85,5	79,3	73,7	69,9	67,9	67,8	71,0	72,2	75,6	79,6	83,5	85,8	83,7	87,6	89,0
08-09-2018	87,1	88,3	89,2	90,1	90,8	91,5	91,9	92,4	92,8	93,0	90,0	83,0	75,0	65,6	64,0	62,9	63,3	64,8	68,2	72,8	79,0	82,4	84,5	85,7	81,2	87,1	88,3
09-09-2018	86,6	88,4	89,3	90,0	90,5	91,0	91,8	92,3	92,4	91,8	90,5	88,1	84,1	82,9	81,6	79,0	79,6	78,9	81,7	83,5	86,6	87,7	89,0	89,8	87,0	86,6	88,4
10-09-2018	90,6	91,3	92,0	92,4	92,7	93,0	93,6	94,5	95,1	95,2	95,2	95,3	94,9	91,0	86,4	80,1	73,6	73,0	76,9	82,7	84,0	85,1	85,5	88,3	88,4	90,6	91,3
11-09-2018	88,5	89,3	91,0	91,8	92,3	92,7	92,7	92,8	93,2	93,7	93,7	92,7	87,9	83,0	79,4	72,9	68,3	66,6	70,2	72,0	76,5	82,6	83,9	85,8	84,7	88,5	89,3
12-09-2018	88,1	89,2	90,2	90,9	91,6	91,6	91,9	92,8	93,1	93,3	92,7	87,8	82,8	78,4	75,3	72,8	70,9	73,1	73,6	75,0	77,2	79,8	82,1	85,5	84,1	88,1	89,2
13-09-2018	87,5	89,2	90,4	91,1	90,6	89,8	89,1	89,0	88,2	87,1	86,6	85,9	83,5	83,9	83,4	80,8	80,2	79,7	80,0	80,3	81,2	81,7	81,0	85,4	85,4	87,5	89,2
14-09-2018	82,1	83,1	84,1	84,6	83,9	81,7	82,6	83,9	85,0	86,6	85,6	86,5	86,1	84,0	83,5	82,1	81,0	82,3	82,8	83,2	84,2	84,7	85,1	85,4	83,9	82,1	83,1
15-09-2018	86,3	86,4	84,9	81,1	82,5	86,0	88,8	89,4	89,7	89,5	87,1	81,9	74,8	71,1	71,5	72,7	71,9	73,0	73,4	71,0	77,3	78,1	78,0	83,0	80,4	86,3	86,4
16-09-2018	84,6	84,1	82,9	81,1	81,9	80,9	83,4	86,3	85,5	80,1	71,9	75,7	72,9	73,3	73,7	71,4	66,5	66,2	72,3	77,4	80,8	82,8	84,7	84,9	78,6	84,6	84,1
Media	86,9	87,6	88,1	88,4	88,9	89,2	89,9	90,4	90,4	89,6	87,5	84,3	80,6	77,2	75,8	74,4	73,2	73,9	76,2	78,6	81,1	83,0	84,6	85,8	83,6		
Mínimo	82,1	83,1	82,9	81,1	81,9	80,9	82,6	83,9	83,7	80,1	71,9	75,7	67,1	65,6	57,4	53,4	52,8	53,5	53,5	59,6	68,3	73,7	78,0	77,7		82,1	
Máximo	90,6	91,3	92,0	92,7	93,1	93,8	94,4	95,0	95,2	95,2	95,2	95,3	94,9	91,0	86,4	86,7	86,1	85,2	86,9	87,8	88,7	89,8	90,1	90,4			91,3

(-) = Antes de inicio del período de monitoreo