



**2020/10/06: Boletín del Servicio Mareográfico Nacional del Instituto de Geofísica de la UNAM**

## Registro de las variaciones en el nivel del mar provocadas por los frentes fríos número 4, 5 y la tormenta tropical Gamma, del 29 de septiembre al 5 de octubre de 2020

### Resumen

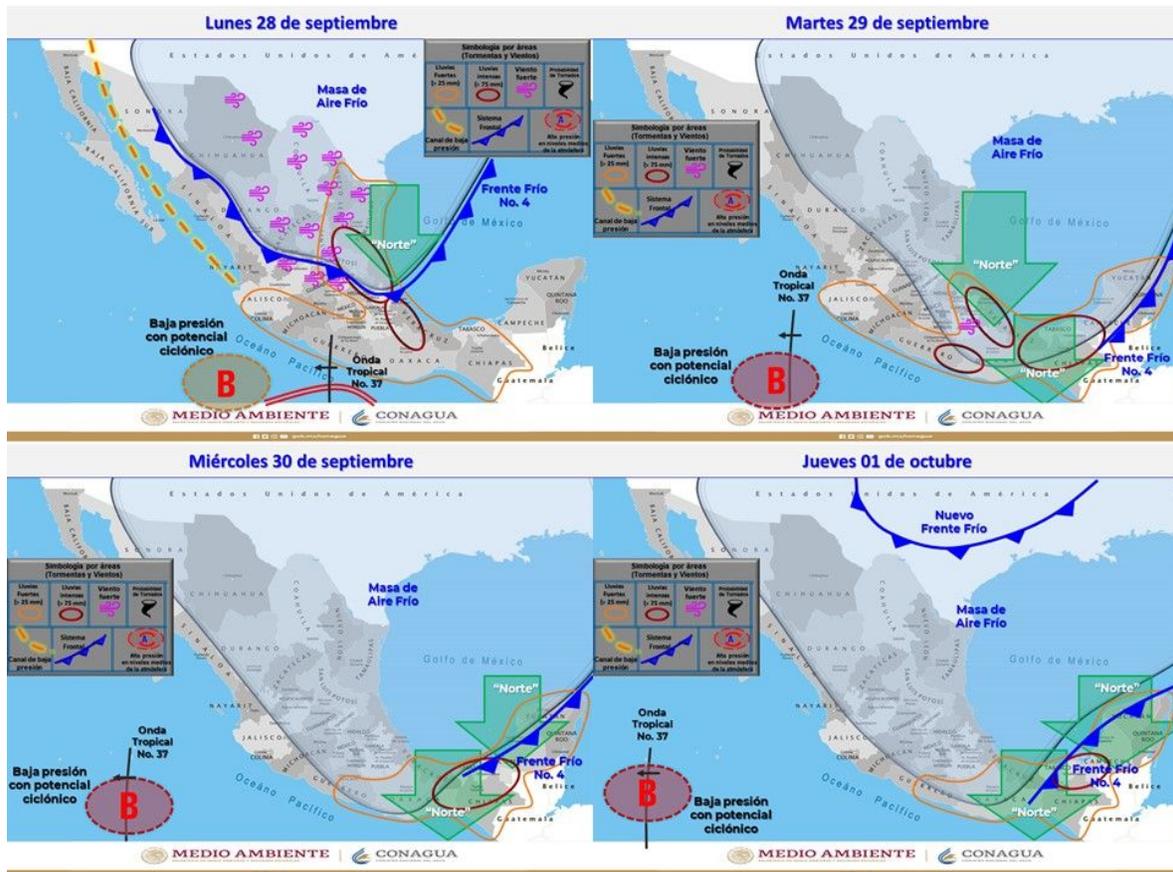
Del 29 de septiembre al 5 de octubre la costa del Golfo de México se vio afectada por los frentes fríos 4 y 5, así como por la depresión tropical Veinticinco que posteriormente se convirtió en la tormenta tropical Gamma. La interacción de estos eventos provocó fuertes vientos e intensas lluvias en el sureste mexicano, particularmente en los estados de Quintana Roo, Campeche, Tabasco, Chiapas y Yucatán, así como elevaciones en el nivel medio del mar a lo largo del Golfo de México y Mar caribe.

Durante este evento el Servicio Mareográfico Nacional realizó un monitoreo permanente de las estaciones ubicadas en el Océano Atlántico. En varias estaciones se registró la llegada del frente frío número cuatro, y la posterior interacción de este evento con la tormenta tropical Gamma. La estación que registró la mayor alteración por la tormenta fue la estación de Puerto Morelos, la cual registró hasta 60 cm por encima del pronóstico de marea astronómica, entre los días 3 y 4 de octubre, que es cuando la tormenta tropical Gamma se encontraba interactuando con los frentes fríos 4 y 5. Mientras que las estaciones del norte (Tuxpan, Veracruz y Alvarado) fueron más afectadas por el frente frío número 4 del 30 de septiembre al 2 de octubre, las estaciones del sureste (Puerto Morelos, Isla Mujeres, Telchac, Sisal y Celestún) fueron más afectadas por la tormenta tropical Gamma los días 3, 4 y 5 de octubre. La estación de Sánchez Magallanes fue igualmente afectada por ambos fenómenos, por lo que mantuvo una sobreelevación en el nivel del mar superior a los 15 cm desde el día 30 de septiembre hasta el día 5 de octubre. En este reporte también se muestra el registro de los sensores meteorológicos de varias de las estaciones, los cuales muestran el aumento en las ráfagas de viento, así como los descensos en presión y temperatura que suelen acompañar a estos eventos.

# 1. Descripción de los eventos

## 1.1 Frente frío número 4

El Servicio Meteorológico Nacional anunció la llegada del frente frío número 4 el día 25 de septiembre del 2020, pronosticando lluvias intensas en el oriente y sureste del territorio nacional, así como un marcado descenso de la temperatura y heladas matutinas en regiones del norte, noreste, oriente y centro del país.



**Figura 1.** Pronóstico para el frente frío No. 4 publicado el día 27 de septiembre de 2020 por el Servicio Meteorológico Nacional.

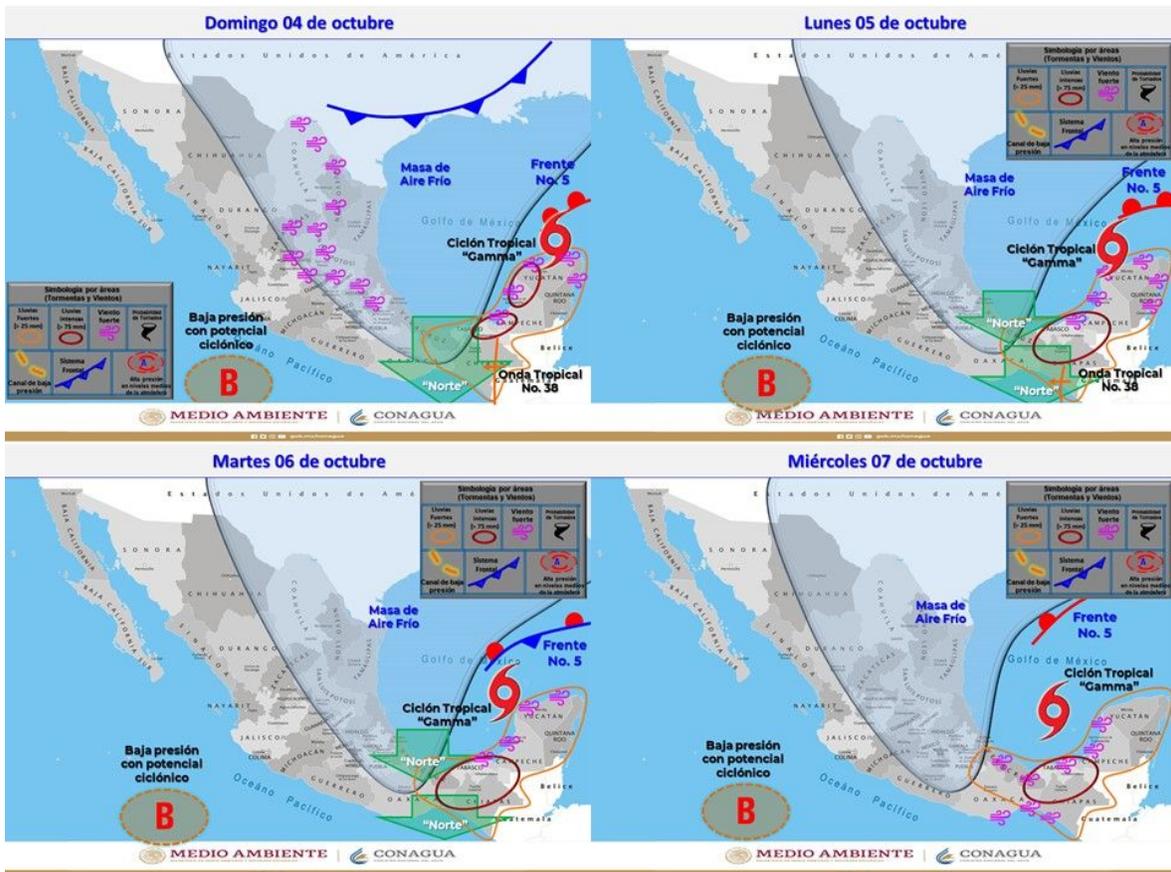
Fuente: [https://twitter.com/conagua\\_clima/status/1310313544571736064?s=20](https://twitter.com/conagua_clima/status/1310313544571736064?s=20)

Más detalles acerca del registro del frente frío número 4 en las estaciones del Servicio Mareográfico Nacional pueden ser encontrados en el reporte publicado el día 1 de octubre en:

- [http://www.mareografico.unam.mx/portal/docu/Pdfs/2020\\_10\\_01\\_REPORTE\\_FRE\\_NTE\\_FRIO\\_NUM\\_4.pdf](http://www.mareografico.unam.mx/portal/docu/Pdfs/2020_10_01_REPORTE_FRE_NTE_FRIO_NUM_4.pdf)

## 1.2 Frente frío número 5

El Servicio Meteorológico Nacional anunció la llegada del frente frío número 5 el día 2 de septiembre de 2020, pronosticando su interacción con el frente frío número 4 y la depresión tropical “Veinticinco”, ocasionando lluvias puntuales extraordinarias en Quintana Roo, torrenciales en el norte de Chiapas, Tabasco, Campeche y Yucatán, e intensas en el sur de Veracruz y el noreste de Oaxaca, así como rachas de viento de 70 a 80 km/h.

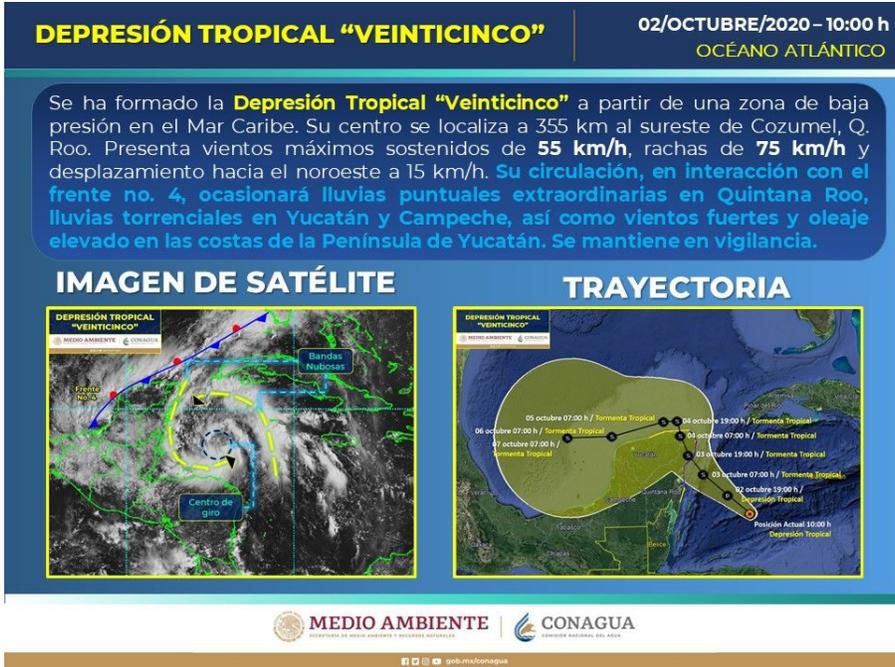


**Figura 2.** Pronóstico para el frente frío No. 5 publicado el día 3 de octubre de 2020 por el Servicio Meteorológico Nacional.

Fuente: [https://twitter.com/conagua\\_clima/status/1312485910601031680?s=20](https://twitter.com/conagua_clima/status/1312485910601031680?s=20)

## 1.3 Depresión tropical Veinticinco / Tormenta tropical Gamma

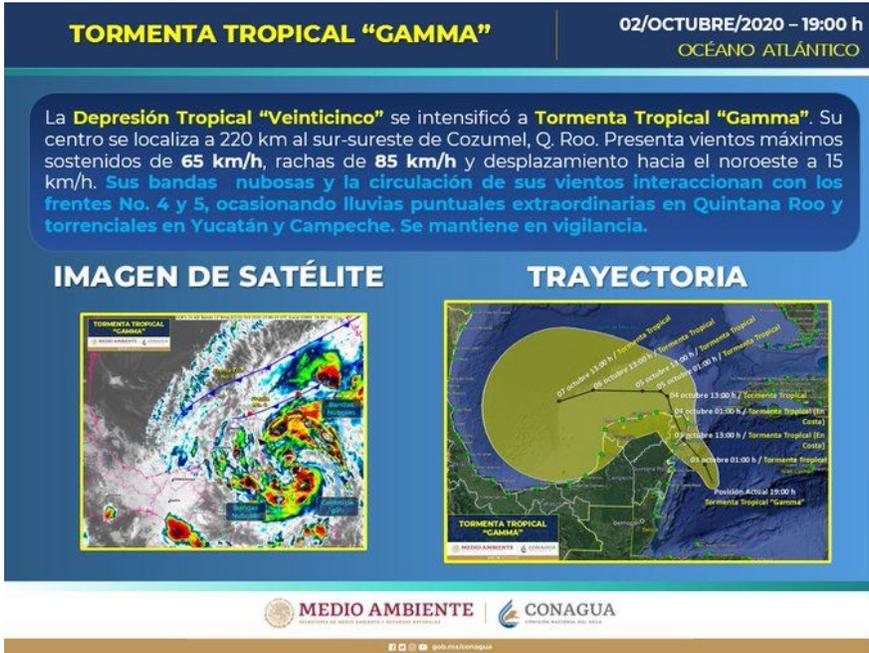
El día 2 de octubre a las 10:00 hrs. el Servicio Meteorológico Nacional alertó acerca de la formación de la depresión tropical “Veinticinco”, a partir de una zona de baja presión en el Mar caribe, 355 km al sureste de Cozumel, Quintana Roo, presentando vientos máximos sostenidos de 55 km/h y rachas de hasta 75 km/h.



**Figura 3.** Formación de la depresión tropical “Veinticinco”.

Fuente: [https://twitter.com/conagua\\_clima/status/1312057590763843586?s=20](https://twitter.com/conagua_clima/status/1312057590763843586?s=20)

Ese mismo día a las 19:0 hrs el Servicio Meteorológico Nacional informó que depresión tropical “Veinticinco” se había intensificado a la tormenta tropical “Gamma”, con un centro ubicado a 220 km al sur-sureste de Cozumel, Quintana Roo, con vientos máximos sostenidos de 65 km/h y rachas de 85 km/h.

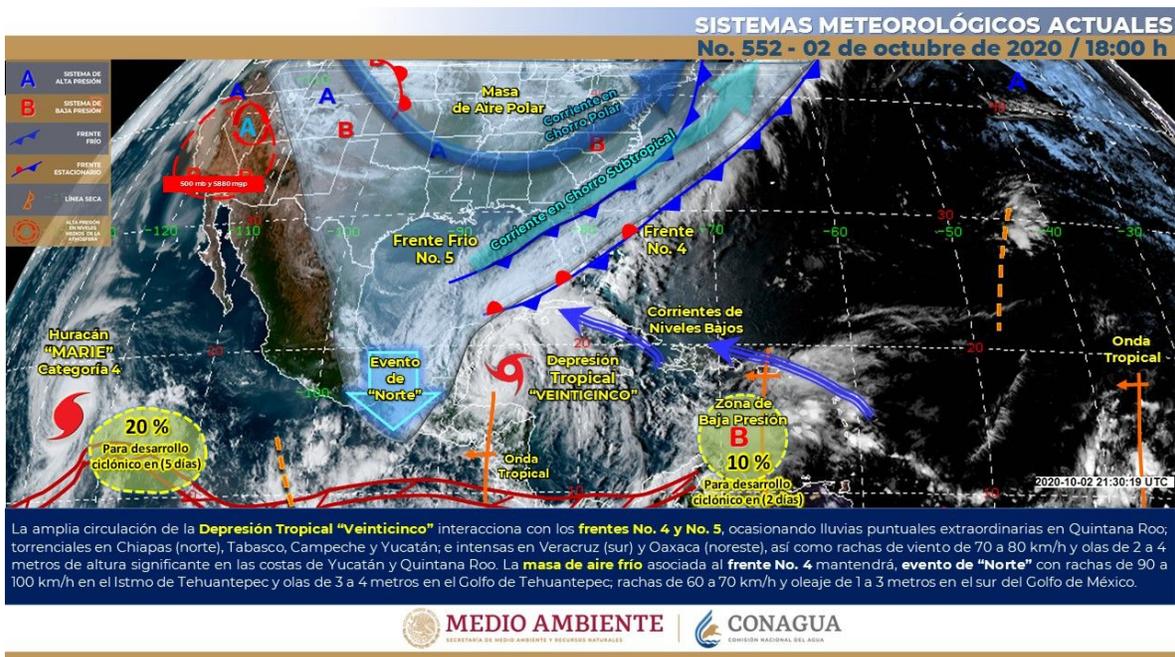


**Figura 4.** Formación de la depresión tropical “Veinticinco”.

Fuente: [https://twitter.com/conagua\\_clima/status/1312190215750971392?s=20](https://twitter.com/conagua_clima/status/1312190215750971392?s=20)

## 1.4 Interacción de los frentes fríos número 4 y 5 con la tormenta tropical Gamma

El día 2 de octubre a las 19:00 hrs. el Servicio Meteorológico Nacional emitió un comunicado en el cual indicaba que, durante la noche de ese día y la madrugada del día siguiente, la tormenta tropical Gamma interaccionaría con el frente frío número 4, el cual en ese momento se ubicaba extendido al norte de la Península de Yucatán, así como con el frente frío número 5, el cual se encontraba ubicado en el centro del Golfo de México. Se pronosticó que la combinación de estos sistemas causaría lluvias puntuales extraordinarias en Quintana Roo, lluvias torrenciales en Campeche, Norte de Chiapas, Tabasco y Yucatán, y lluvias intensas en el noreste de Oaxaca y el sur de Veracruz. También se pronosticaron rachas de viento de 79 a 80 km/h, oleaje de 2 a 4 metros de altura significativa, y la posible formación de trombas en las costas del occidente del Mar Caribe, Quintana Roo y Yucatán.



**Figura 5.** Interacción de la depresión tropical Veinticinco con los frentes fríos número 4 y 5. Publicación realizada el día 2 de octubre de 2020.

Fuente: [https://twitter.com/conagua\\_clima/status/1312057590763843586?s=20](https://twitter.com/conagua_clima/status/1312057590763843586?s=20)

## 2. Registro del evento en las estaciones del Servicio Mareográfico Nacional

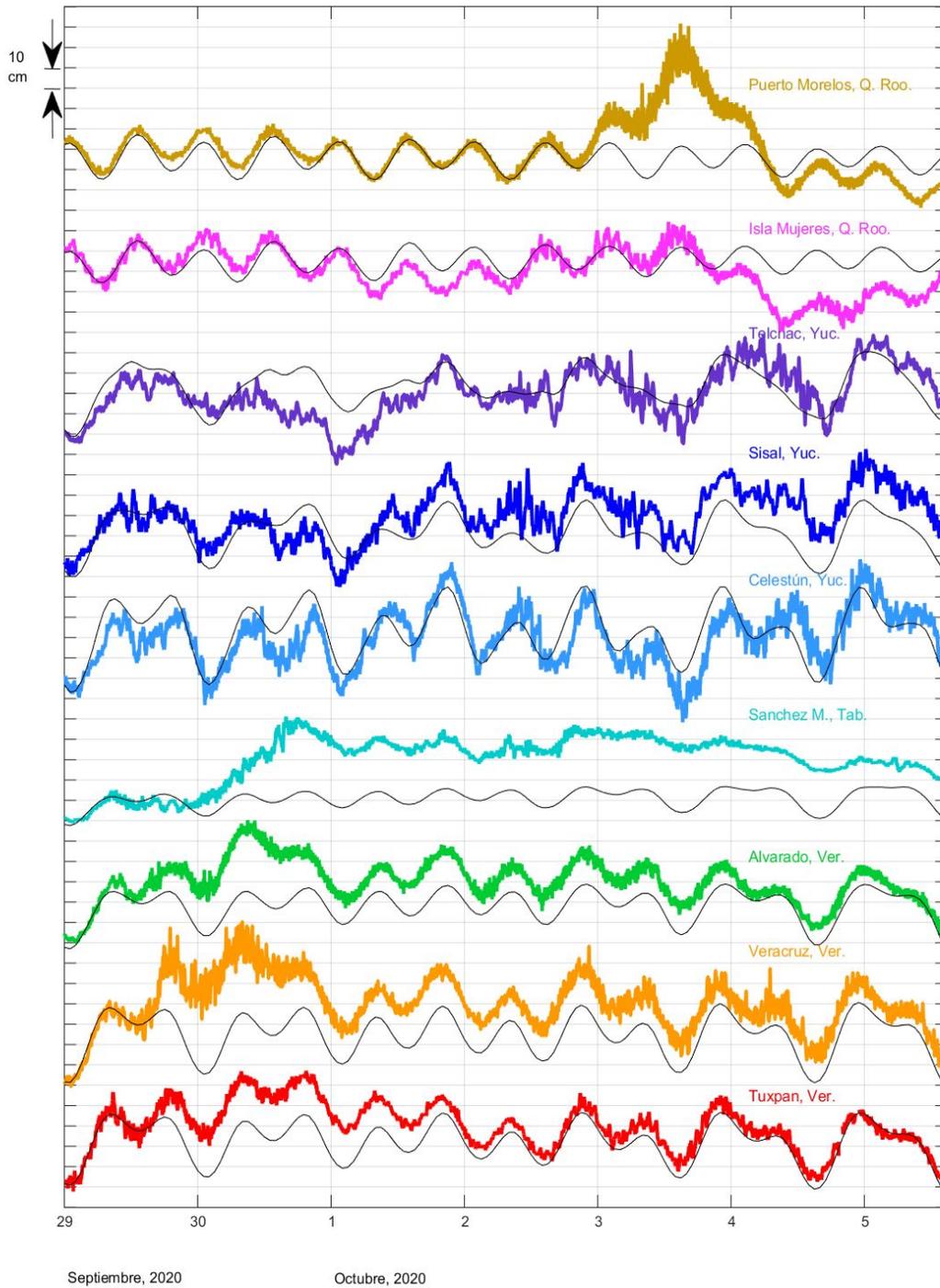
El Servicio Mareográfico Nacional actualmente opera 16 sitios de monitoreo en las costas del Golfo de México y mar Caribe, donde permanentemente se registran el nivel del mar y variables meteorológicas, las cuales se transmiten en tiempo casi real a la sede central en Ciudad Universitaria. En la Figura 6 se muestra la ubicación de las estaciones que conforman la red del Servicio Mareográfico Nacional.



**Figura 6.** Red de monitoreo del Servicio Mareográfico Nacional.

El día 3 de octubre del 2020 se comenzó a registrar en varias estaciones mareográficas una variación del nivel del mar asociada al paso de la tormenta tropical Gamma y su interacción con los frentes fríos 4 y 5. Se observa una elevación en el nivel del mar en los registros de las estaciones de Puerto Morelos (26), Sisal (22) y Sánchez Magallanes (16), un descenso en Isla Mujeres (25) y un desfase de marea en Celestún (21), y se espera que en las próximas horas y días sean afectadas las demás estaciones del Atlántico. Para Tuxpan (13), Veracruz (14) y Alvarado (15) se observan frecuencias altas sobre la marea.

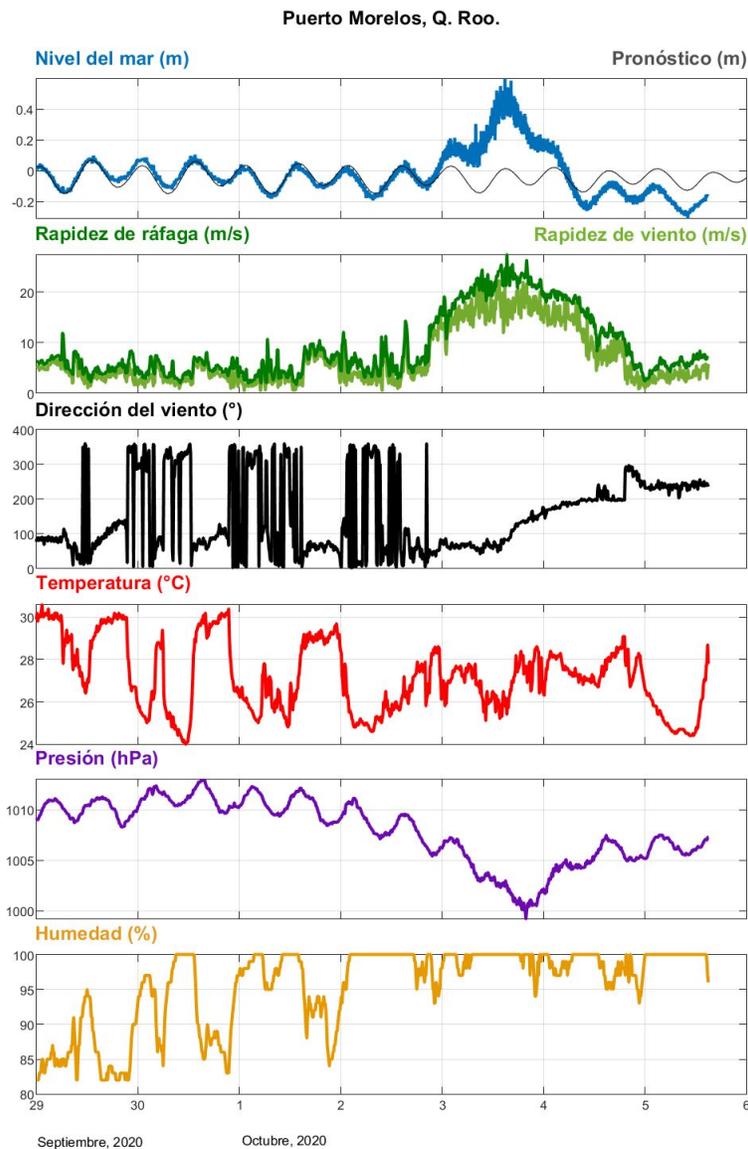
En la Figura 7 se observan los datos de las estaciones mareográficas que se transmiten del lado del Atlántico y Mar Caribe: Puerto Morelos, Isla Mujeres, Telchac, Sisal, Celestún, Sánchez Magallanes, Alvarado, Veracruz y Tuxpan. Las dos primeras están del lado del Mar Caribe y las otras en el Golfo de México. En esta figura también podemos observar que las estaciones de Puerto Morelos, Isla Mujeres, Celestún y Sánchez Magallanes fueron las más afectadas por la tormenta Gamma, ya sea por aumento, descenso o desfase en la marea.



**Figura 7.** Registro de las estaciones mareográficas afectadas por la tormenta tropical al día 5 de octubre de 2020. En el eje vertical se encuentra la altura en cm, y en el eje horizontal el tiempo. Las líneas en color negro corresponden al pronóstico de marea astronómica.

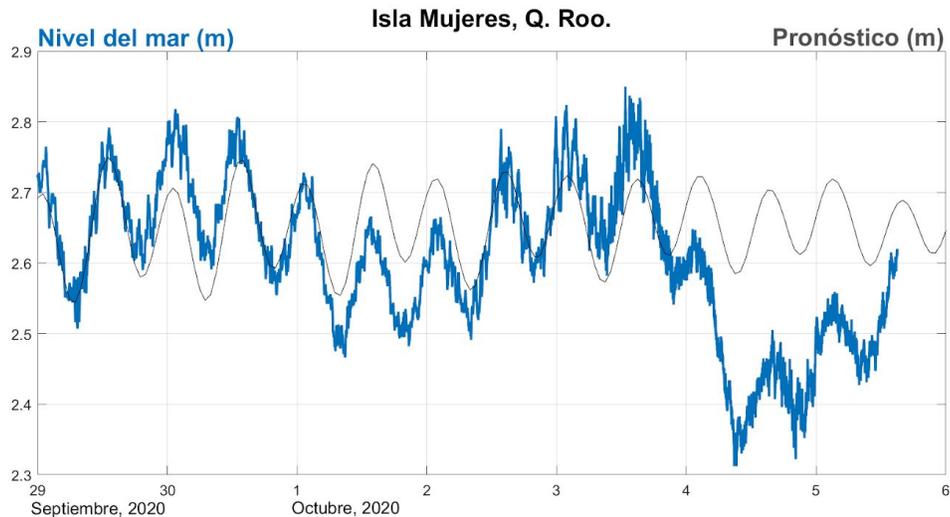
En la Figura 8 se puede observar que la estación que mostró la mayor elevación fue la de Puerto Morelos, la cual alcanzó hasta 60 cm por encima del pronóstico de marea astronómica, entre los días 3 y 4 de octubre, que es cuando la tormenta tropical Gamma se encontraba interactuando con los frentes fríos 4 y 5. Posteriormente a este ascenso, la estación registró un descenso de cerca de 15 cm por debajo del pronóstico de marea astronómica, y de 85 cm con respecto al pico de altura previo.

Durante el punto máximo de elevación de la marea también se registró el punto máximo de la rapidez de ráfaga, el cual fue de aprox. 25 m/s, y también se alcanzó el punto mínimo de presión atmosférica, el cual fue de 1000 hpa, 10 hpa por debajo de lo normal. Durante la duración del evento, la temperatura llegó a descender por debajo de los 26 grados, y la humedad se mantuvo entre el 95 y el 100%.



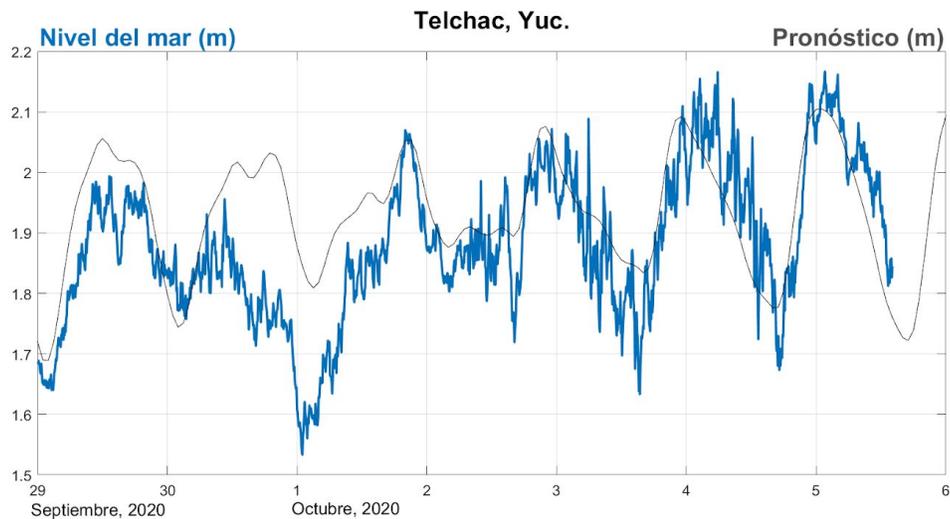
**Figura 8:** Registro del sensor de nivel del mar y sensores meteorológicos de la estación de Puerto Morelos, Quintana Roo. El eje horizontal corresponde al tiempo y el eje vertical corresponde a la unidad del sensor.

En la Figura 9 se observa que para la estación de Isla Mujeres se registra un descenso del nivel del mar de 5 cm los días 1 y 2 de octubre debido al frente frío No.4 y un descenso de 30 cm por la tormenta tropical Gamma el día 4 de octubre.



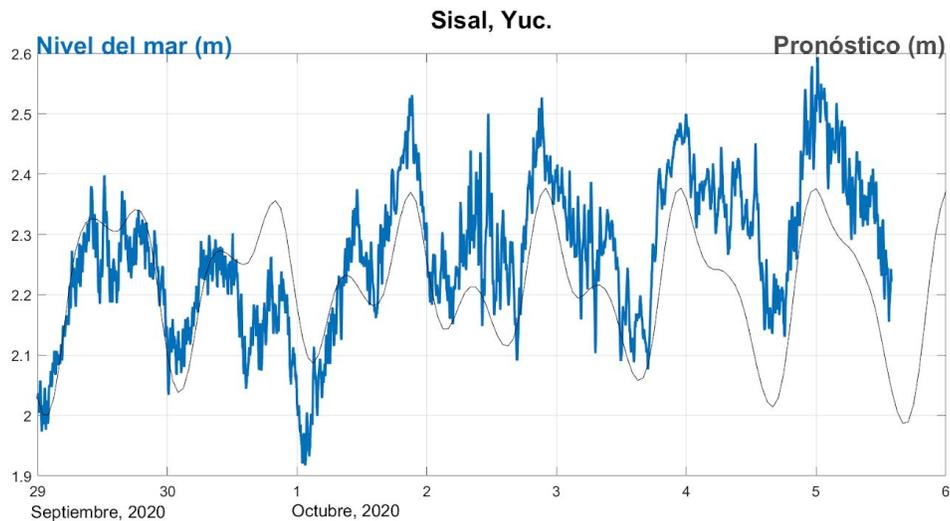
**Figura 9:** Registro del sensor de nivel del mar en la estación de Isla Mujeres, Q. Roo. El eje horizontal corresponde al tiempo y el eje vertical corresponde a la unidad del sensor. La línea color negro indica el pronóstico de marea astronómica.

En la Figura 10 se observa que para la estación de Telchac se registró un descenso en el nivel del mar de hasta 25 cm a inicios del 1 de octubre, mientras que para los días 4 y 5 prácticamente no se registraron efectos del paso de la tormenta Gamma.



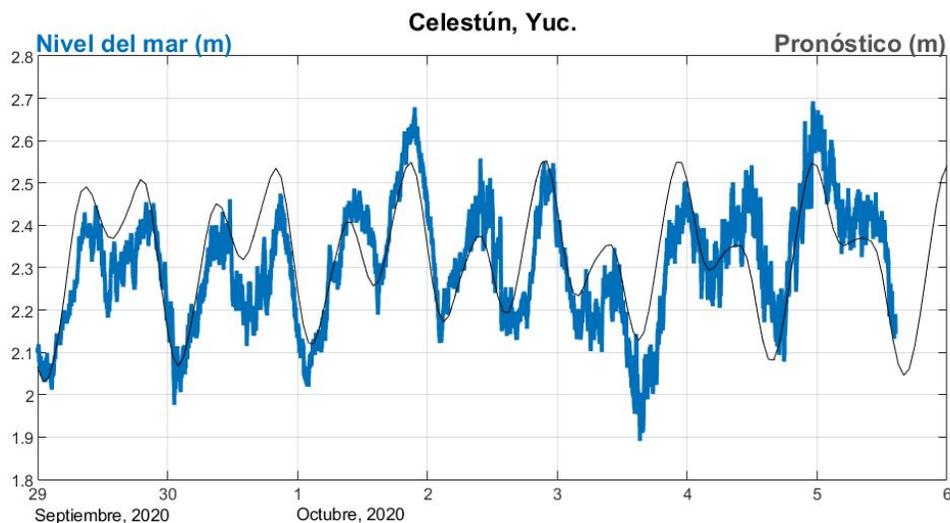
**Figura 10:** Registro del sensor de nivel del mar de la estación de Telchac, Yuc. El eje horizontal corresponde al tiempo y el eje vertical corresponde a la unidad del sensor. La línea color negro indica el pronóstico de marea astronómica.

En la Figura 11 se observa que para la estación de Sisal se registró un ligero descenso en el nivel del mar de cerca de 20 cm el día 1 de octubre, y un ligero incremento de hasta 15 y 20 cm los días 4 y 5 de octubre.



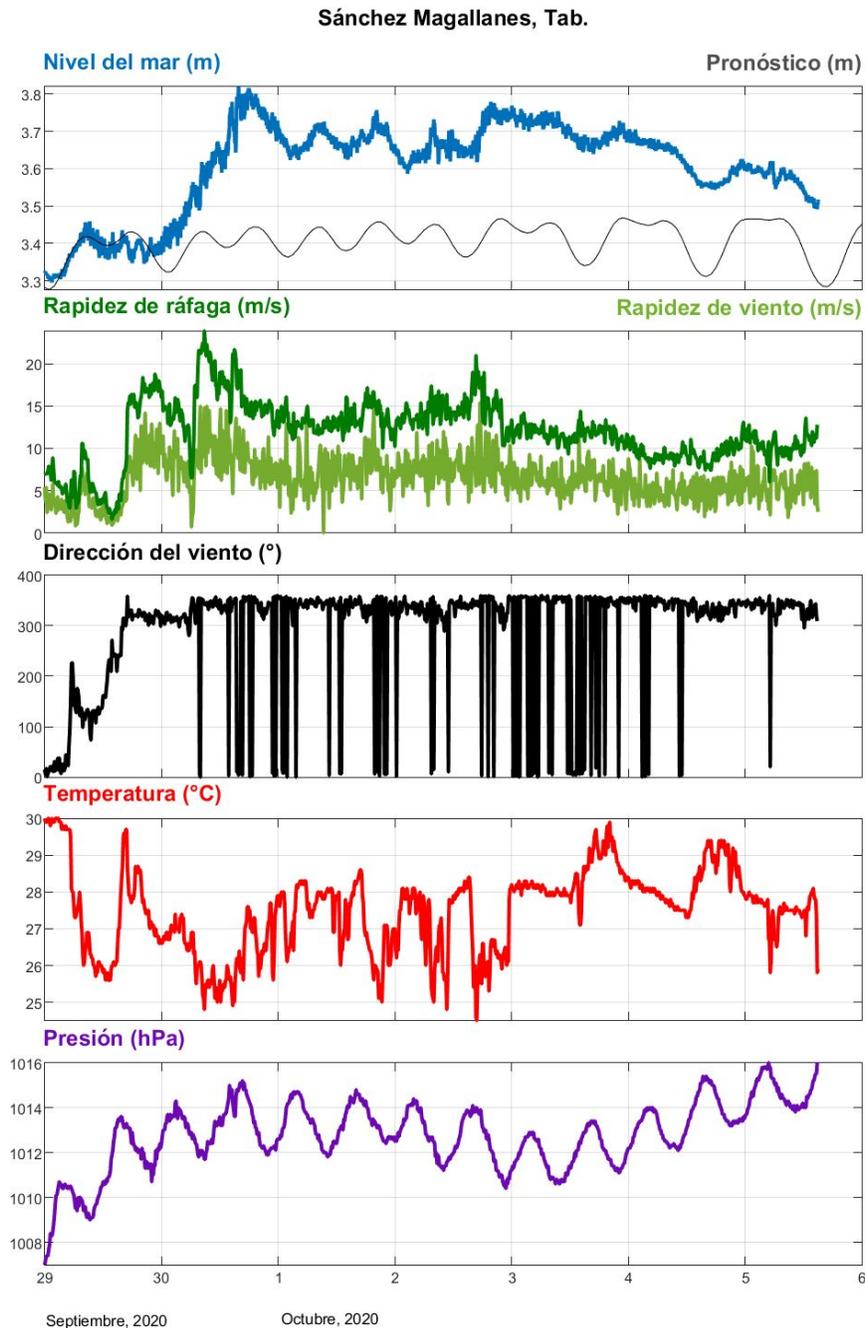
**Figura 11:** Registro del sensor de nivel del mar de la estación de Sisal, Yuc. El eje horizontal corresponde al tiempo y el eje vertical corresponde a la unidad del sensor. La línea color negro indica el pronóstico de marea astronómica.

En la Figura 12 se puede ver que para la estación de Celestún se registró un ligero desfase de unas horas en marea después del paso del Frente Frío No. 4, y este se mantuvo durante el paso de la tormenta tropical. En ambos casos se registró un ligero incremento del nivel del mar de cerca de 15 cm.



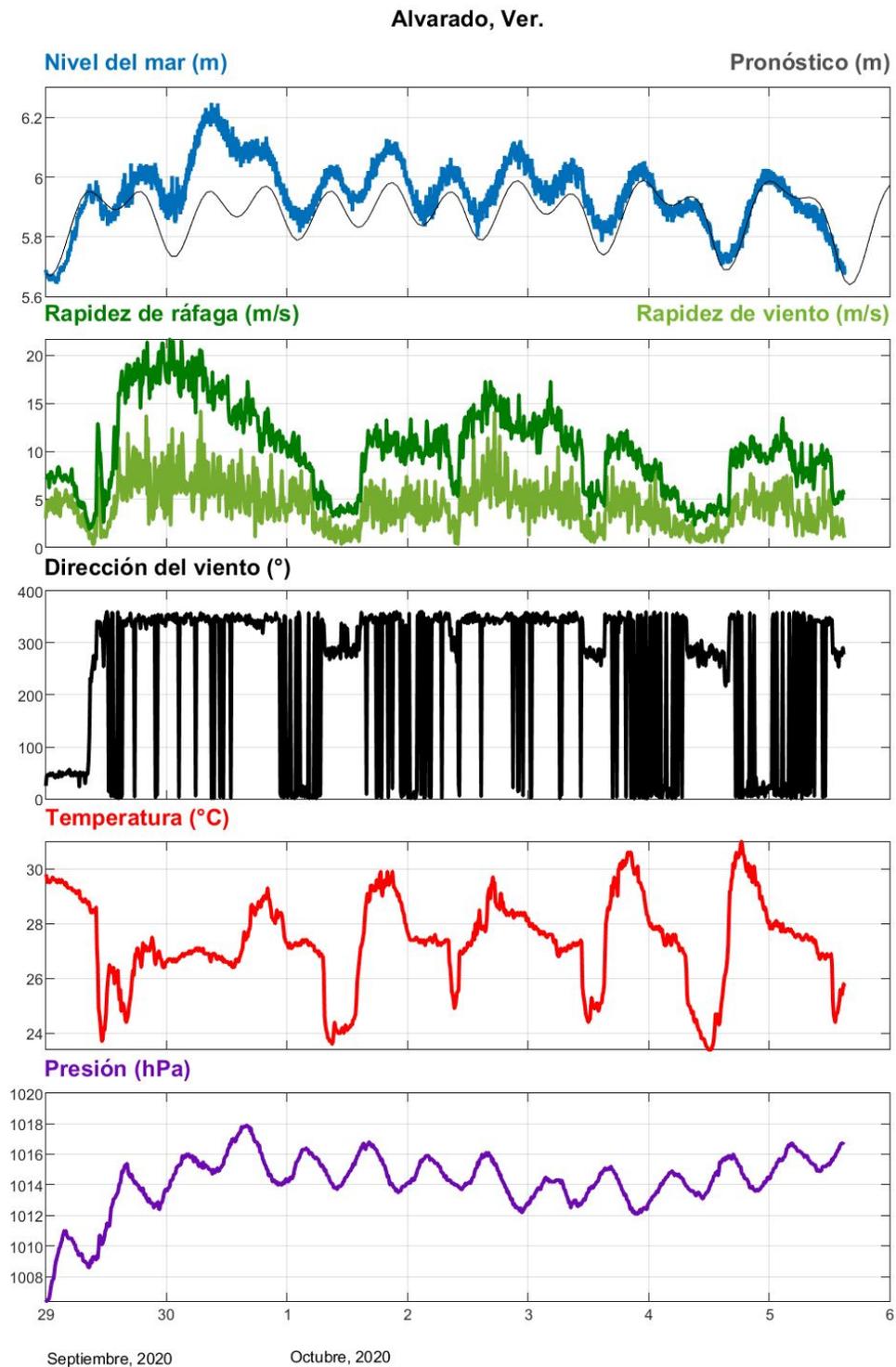
**Figura 12:** Registro del sensor de nivel del mar de la estación de Celestún, Yuc. El eje horizontal corresponde al tiempo y el eje vertical corresponde a la unidad del sensor. La línea color negro indica el pronóstico de marea astronómica.

En la Figura 13 se observa un aumento de 40 cm del nivel del mar en la estación de Sánchez Magallanes por el frente frío No. 4 el 3 de octubre, y con el paso de la tormenta tropical Gamma impide que el nivel del mar logre su punto de estabilidad, lo que provoca que el incremento del nivel del mar lleve 6 días.



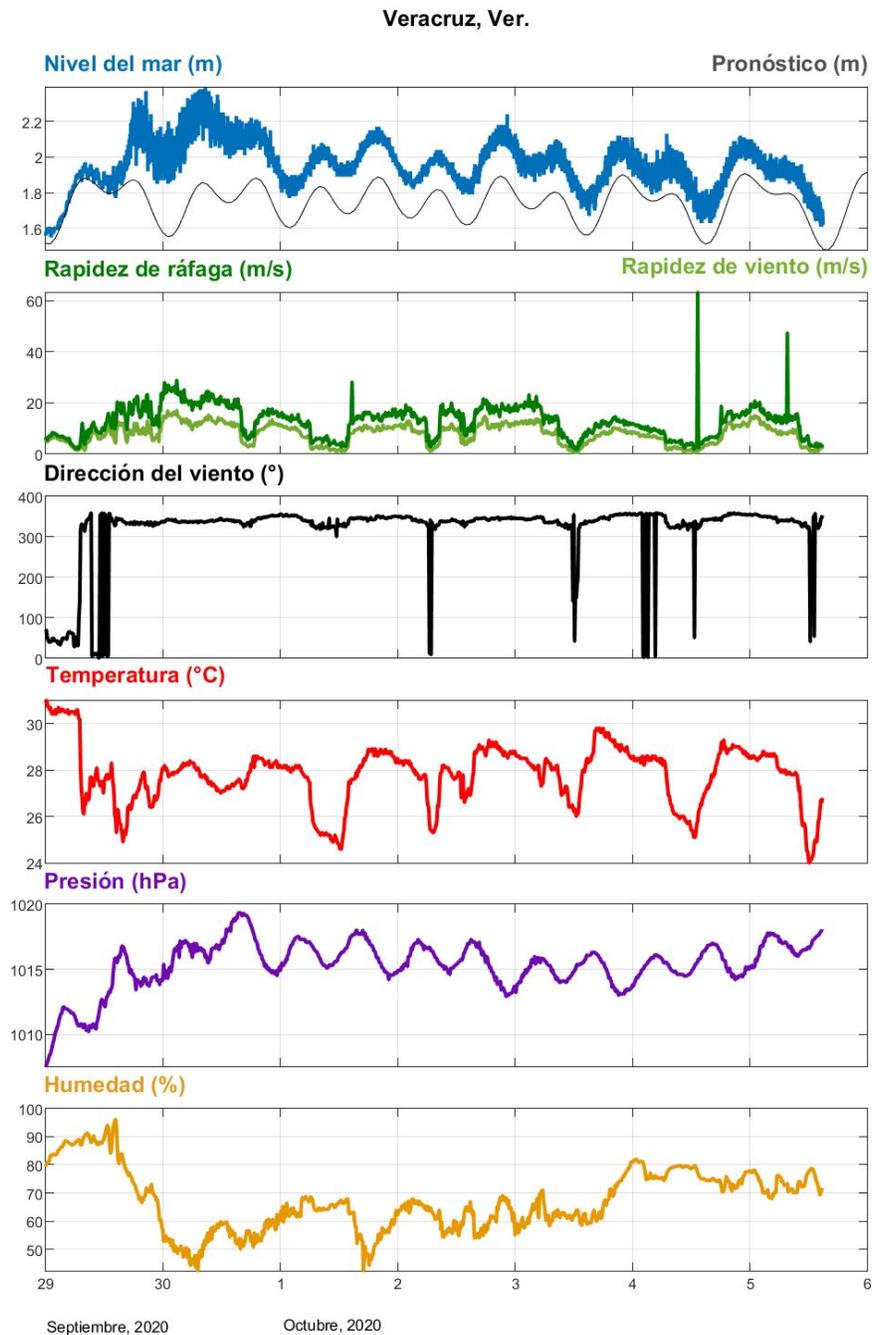
**Figura 13:** Registro del sensor de nivel del mar y sensores meteorológicos de la estación de Sánchez Magallanes, Tab. El eje horizontal corresponde al tiempo y el eje vertical corresponde a la unidad del sensor.

En la Figura 14 se observa el registro de un incremento en el nivel del mar de poco más de 25 cm el día 30 de septiembre en la estación de Alvarado, y durante los días 1, 2 y 3 de octubre se mantuvo una sobreelevación de cerca de 10 cm.



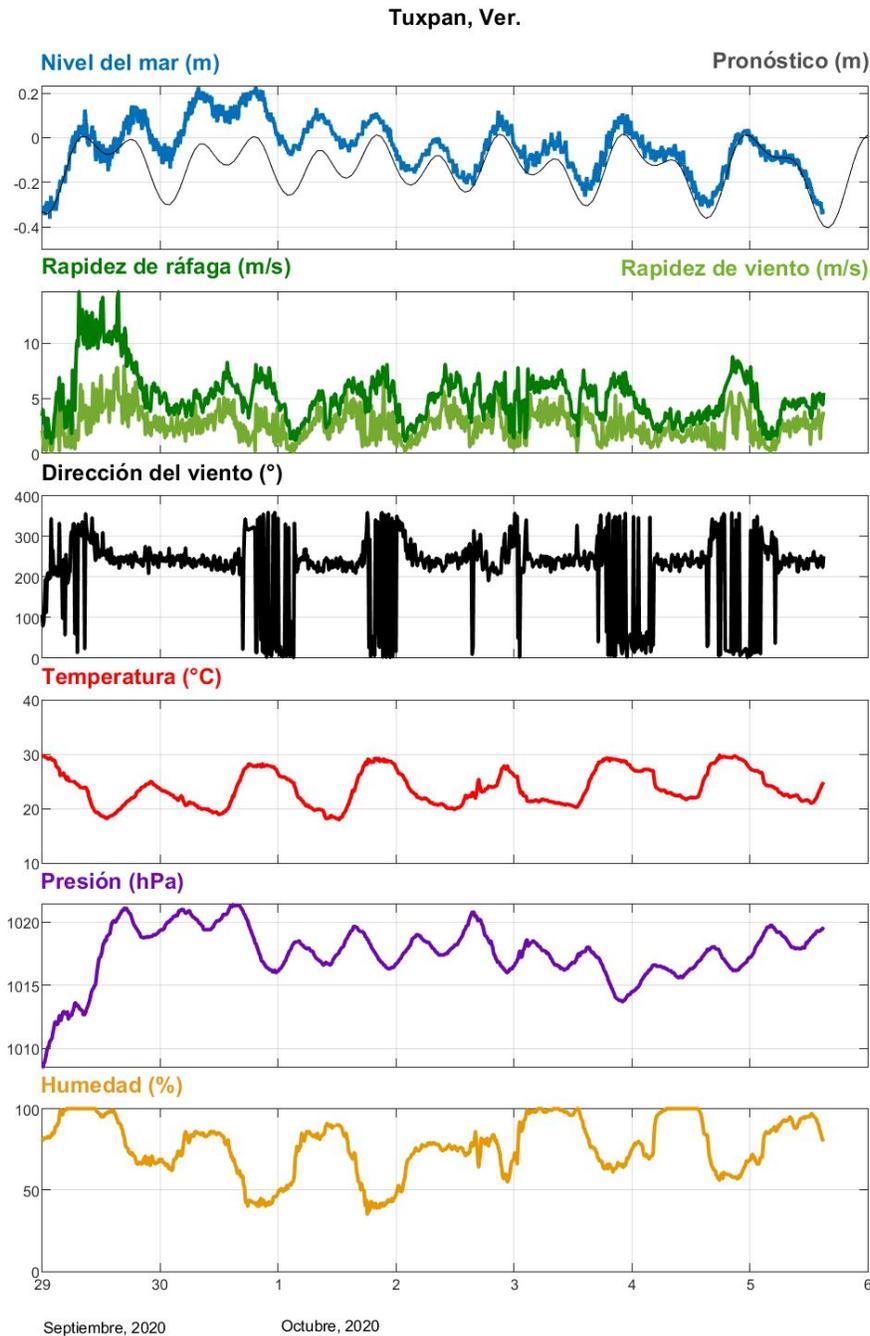
**Figura 14:** Registro del sensor de nivel del mar y sensores meteorológicos de la estación de Alvarado, Ver. El eje horizontal corresponde al tiempo y el eje vertical corresponde a la unidad del sensor.

En la Figura 15 se observa el registro de un incremento en el nivel del mar de poco más de 20 cm los días 29 y 30 de septiembre en la estación de Veracruz, y durante los días posteriores se mantuvo una sobreelevación de cerca de 10 cm hasta el día 5 de octubre.



**Figura 15:** Registro del sensor de nivel del mar y sensores meteorológicos de la estación de Veracruz, Ver. El eje horizontal corresponde al tiempo y el eje vertical corresponde a la unidad del sensor.

En la Figura 16 se observa para la estación de Veracruz el registro de un incremento en el nivel del mar de poco más de 10 cm el día 29 de septiembre, de poco más de 20 cm el día 30 de septiembre, y nuevamente de poco más de 10 cm para el día 1 de octubre. Posteriormente a este día son pocos los efectos del fenómeno registrado en esta estación.



**Figura 16:** Registro del sensor de nivel del mar y sensores meteorológicos de la estación de Tuxpan, Ver. El eje horizontal corresponde al tiempo y el eje vertical corresponde a la unidad del sensor.

### **3. Definiciones**

#### **3.1 Definición de frente frío**

Se le denomina frente frío a la línea de unión ubicada en la zona donde una gran masa de aire frío entra en contacto con una masa de aire caliente. El aire frío, al ser más denso, se meterá por debajo de la masa de aire cálido que es menos densa, formando una especie de cuña. Dependiendo de las condiciones ambientales y de humedad, la masa de aire cálido se condensará y podría generar lluvias, tormentas eléctricas y granizo. Los frentes fríos suelen moverse con velocidades de entre 40 y 60 km/h y durar aproximadamente 3 días, provocando fuertes descensos de temperatura.

#### **3.2 Definición de tormenta tropical**

Tormenta tropical se refiere a grandes sistemas cerrados de circulación de aire en la atmósfera, en los que se combinan bajas presiones y fuertes vientos que rotan en el sentido opuesto de las agujas del reloj en el hemisferio norte, y en el sentido de las agujas del reloj en el hemisferio sur. Estos eventos se caracterizan por un centro de baja presión, bandas de lluvias en espiral y fuertes vientos. Normalmente se originan sobre aguas tropicales o subtropicales. El sistema adquiere más fuerza con el calor liberado al ascender el aire húmedo y condensarse el vapor de agua que contiene (sistema de tormenta "de núcleo cálido"). Para ello, normalmente se requiere que la temperatura del agua sea superior a 27 °C.

#### **Reporte elaborado por personal del Servicio Mareográfico Nacional:**

M. en C. Octavio Gómez Ramos, Jefe del Servicio Mareográfico Nacional

Ing. Miriam Arianna Zarza Alvarado, Auxiliar de Servicios Geofísicos.

C. Felipe Hernández Maguey, Analista.

Fís. Sergio Valente Gutiérrez Quijada, Instrumentista.

### **IMPORTANTE**

Este reporte ha sido generado por el Servicio Mareográfico Nacional (SMN) el 6 de octubre del 2020, y puede ser consultado, utilizado y difundido para fines de investigación, didácticos o de divulgación. Si lo utiliza, le solicitamos que haga constar su procedencia, mencionando la siguiente referencia:

- SMN (2020): Servicio Mareográfico Nacional, Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México, México. URL: <http://www.mareografico.unam.mx>

La información aquí contenida no debe ser considerada como definitiva. El SMN continúa recibiendo nuevos datos del nivel del mar y meteorológicos. Para consultar los últimos

datos registrados por la red de monitoreo del SMN, es posible realizar una búsqueda en el portal electrónico [www.mareografico.unam.mx](http://www.mareografico.unam.mx), en su sección de "Estaciones".

Consulte nuestro Aviso legal, Términos de Uso y Privacidad en la siguiente dirección electrónica: [http://www.mareografico.unam.mx/aviso\\_privacidad\\_integral.pdf](http://www.mareografico.unam.mx/aviso_privacidad_integral.pdf)



[www.mareografico.unam.mx](http://www.mareografico.unam.mx)

**Preguntas y comentarios**  
[mareografico@igeofisica.unam.mx](mailto:mareografico@igeofisica.unam.mx)